

# AGRICULTURE IN NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION: proceedings & abstracts 3rd international scientific/professional conference

---

Dudaš, S.; ...; Marković, Monika; Šoštarić, Jasna; ...; Kristek, Suzana;  
Kristek, Andrija; Greger, Željka; ...; Ćosić, Jasenka; ...

**Edited book / Urednička knjiga**

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

*Publication year / Godina izdavanja:* **2010**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:247919>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-26**



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](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

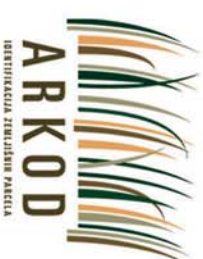
**PROCEEDINGS & ABSTRACTS**



3<sup>rd</sup> international scientific/professional conference  
**AGRICULTURE IN NATURE  
AND ENVIRONMENT  
PROTECTION**

Vukovar, 31<sup>st</sup> May – 2<sup>nd</sup> June 2010

# VAŠA ZEMLJA. KAO NA DLANU.



ARKOD je novi sustav identifikacije zemljišnih parcela u Republici Hrvatskoj. Ulaškom u Europsku uniju, ARKOD će poljoprivrednicima omogućiti lakši i jednostavniji način podnošenja zahtjeva za poticaje kao i njihovo transparentno korištenje. Više informacija o ARKOD programu poljoprivrednici mogu dobiti u uredima Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju, Hrvatske poljoprivredne agencije ili na [www.arkod.hr](http://www.arkod.hr).



MINISTARSTVO  
POLJOPRIVREDE,  
RIBARSTVA I  
RURALNOG RAZVOJA



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  
3<sup>rd</sup> international scientific/professional conference



## AGRICULTURE IN NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION

Vukovar, 31<sup>st</sup> May - 2<sup>nd</sup> June 2010.

Published: Osječki list d.o.o. Osijek

Publisher: Marijan Beljan, dipl. ecc.

Editors in Chief: Doc. dr. sc. Danijel Jug  
Roberta Sorić, dipl. ing.

Tehnickal and graphical Editor: Mirko Mihaljević  
Darko Nađ

Printed by: Glas Slavonije d.d., Osijek

Edition: 300

ISBN: 978-953-7693-00-8

**under the auspices / pod pokroviteljstvom**



MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIERS AND RURAL DEVELOPMENT /  
MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE, RIBARSTVA I RURALNOG RAZVOJA



MINISTRY OF REGIONAL DEVELOPMENT, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT /  
MINISTARSTVO REGIONALNOG RAZVOJA, ŠUMARSTVA I VODNOG GOSPODARSTVA



VUKOVAR SRIJEM COUNTY / VUKOVARSKO-SRIJEMSKA ŽUPANIJA



CITY OF VUKOVAR / GRAD VUKOVAR

**co-organizers / suorganizatori**



FACULTY OF AGRICULTURE IN OSIJEK /  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU



Sveučilište  
u Zagrebu  
Agronomski  
fakultet

FACULTY OF AGRICULTURE IN ZAGREB /  
AGRONOMSKI FAKULTET ZAGREB



HRVATSKA AGENCIJA ZA HRANU 5 G O D I N A  
CROATIAN FOOD AGENCY /  
HRVATSKA AGENCIJA ZA HRANU

**sponsors / spozori**



VUPIK VUKOVAR



POLJOPRIVREDNI INSTITUT OSIJEK



HRVATSKA POLJOPRIVREDNA AGENCIJA



AGROPROTEINKA

### **ORGANIZATION COMMITTEE:**

- Ivan Šimić, ing. – president
- Prof. dr. sc. Vlado Guberac
- Roberta Sorić, dipl. ing.
- Dr. sc. Zorica Jurković
- Marica Birtić
- Andrija Matić, dipl. ing.
- Renata Prusina, dipl. ing.
- Tomislav Sekulić, dipl. ing.
- Zlatko Pavošević
- Nataša Uranjek, dipl. ing.
- Sandra Rašić, dipl. ing.
- Srećko Kukić, dipl. oec.
- Miro Stošić, dipl. ing.
- Prof. dr. sc. Bojan Stipešević
- Daria Jovičić, dipl. ing.
- Bojana Teodorović, dipl. ing.

### **SCIENTIFIC COMMITTEE:**

- Doc. dr. sc. Danijel Jug – president
- Prof. dr. sc. Zdenko Lončarić
- Prof. dr. sc. Davor Kralik
- Doc. dr. sc. Enrih Merdić
- Doc. dr. sc. Domagoj Šimić
- Doc. dr. sc. Irena Jug
- Prof. dr. sc. Marta Birkaš
- Dr. sc. Zoran Dumančić
- Doc. dr. sc. Željko Dolijanović
- Dr. Blair M. McKenzie
- Dr. sc. Marija Vukobratović
- Doc. dr. sc. Vesna Vukadinović
- Prof. dr. sc. Ivica Kisić
- Dr. sc. Milena Simić
- Dr. sc. Suzana Kratovalieva
- Prof. dr. sc. Nada Paradžiković
- Dr. sc. Marijana Tucak
- Prof. dr. sc. Đuro Banaj
- Prof. dr. sc. Davor Romić

Dragi kolege, znanstvenici i poljoprivrednici,

kao predsjedniku Organizacijskog odbora 3. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa »Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša«, čast mi je pozdraviti sve sudionike skupa.

Skup koji je začeo kao način obilježavanja godišnjice izlaska našeg poljoprivrednog časopisa Agroglasa prerastao je u značajno okupljanje znanstvenika, stručnjaka i studenata. Već treću godinu za redom na skupu će biti prezentirani rezultati istraživanja širokog spektra interesa, što samo dokazuje kako je poljoprivreda, a i zaštita prirode i okoliša, interdisciplinarno područje.

Agroglas je vodeći hrvatski poljoprivredni časopis koji je svjestan svoje medijske uloge u transferu znanja prema neposrednim poljoprivrednim proizvođačima te redovito izvještava svoje čitateljstvo o novostima u poljoprivrednoj proizvodnji, agrarnoj ekonomici i politici, a stručnim i savjetodavnim tekstovima promiče cijeloživotnu edukaciju poljoprivrednika.

Suvremeni je život nedjeljiv od globalnih klimatskih promjena koje neprekidno utječu i mijenjaju dosadašnje već usvojene tehnologije proizvodnje. Ovako aktualno stanje u svijetu promiče potrebu jačanja svijesti o neophodnosti očuvanja prirodnih vrijednosti te iznalaženja pristupa poljoprivrednoj proizvodnji koja najmanje štetno djeluje na okoliš.

Glas Slavonije d.d. i Agroglas kao inicijatori i pokretači održavanja ovog interdisciplinarnog skupa ponosni su što je skup svojim značajem već odavno prerastao granice regije i postao svojevrsni internacionalni forum znanstvenika, stručnjaka i proizvođača. Ovako okupljanje znanstvenika različitih profila, sigurni smo, potaknut će i neke nove znanstvene suradnje i istraživanja, čime se postiže dodatna dimenzija skupa.

I na kraju, želim se, u ime Organizacijskog odbora, zahvaliti svim sudionicima, pokroviteljima i sponzorima, ali i - ne manje bitno - autorima znanstvenih radova na njihovom sudjelovanju u radu skupa. Bez svih vas, ni ovaj skup ne bi bilo moguće organizirati.

Svima želim ugodan boravak u Vukovaru.

**Ivan Šimić,**  
predsjednik Organizacijskog odbora



## PROGRAM:

### PLENARY SECTION

- **Dudaš Slavica, Skitarelić Dorotea, Prgomet Željko, Bratović Ivan, Mujić Ibrahim** - Ispitivanje prinosa i kakvoće francuskog i talijanskog timijana (*Thymus vulgaris* L.) u Istri
- **Birkás Márta, Kisic Ivica, Jug Danijel, Smutny Vladimír** - The impacts of surface mulch-cover and soil preserving tillage on the renewal of the top soil layer
- **Simić Milena, Dolijanović Željko, Stefanović Lidija, Oljača Snežana, Kovačević Dušan, Momirović Nebojša** - The crop population role in maize weeds control and productivity
- **György Várallyay** - Soil water management as an important tool for environment protection in the Carpathian Basin
- **Jan Turan, Pavol Findura** - Granulometrijski sastav i poprečna raspodjela kompaktnog mineralnog gnojiva

### SECTION I \* climate – water – plant

- **Dragičević Vesna, Simić Milena, Stefanović Lidija, Sredojević Slobodanka, Dumanović Zoran** - The alteration of phytic phosphorus content in maize inbred lines, caused by post-emergence herbicides
- **Josipović Marko, Kovačević Vlado, Brkić Ivan, Marković Monika, Sudar Rezica, Šoštarić Jasna** - Irrigation, nitrogen fertilization and genotype impacts on oil status in maize grain
- **Josipović Marko, Kovačević Vlado, Plavšić Hrvoje, Jambrović Antun, Liović Ivica, Marković Monika** - Effect of irrigation, N fertilization and genotype to starch content in maize grain
- **Mesić Milan, Herceg Nevenko, Ćorić Radica, Kajić Nikolina, Šaravanja Paulina, Primorac Jurica, Jurković Dragan, Ćurković Matija, Zgorelec Željka, Jurišić Aleksandra** - Utjecaj gnojidbe različitim količinama dušika na prinos i neke komponente prinosa jarog ječma
- **Kristek Suzana, Glavaš–Tokić Renata, Kristek Andrija, Kocevski Dragana, Greger Željka** - Utjecaj mikroflora tla na intenzitet napada parazitne gljive *Cercospora beticola* Sacc. te na prinos korijena i sadržaj šećera u repi
- **Glavaš–Tokić Renata, Kristek Suzana, Kristek Andrija, Ćosić Jasenka, Kocevski Dragana** - Utjecaj genotipa, i zaštite od parazitne gljive *Cercospora beticola* Sacc. na elemente prinosa i kvalitete šećerne repe
- **Simić Milena, Videnović Živorad, Jug Danijel, Dumanović Zoran, Jug Irena, Stipešević Bojan** - Effects of herbicide applications on weed infestation and maize productivity
- **Stevanović Milan, Čamdžija Zoran, Dragičević Vesna, Filipović Milomir, Delić Nenad, Drinić Mladenović Snežana** - Chemical composition and phytate content of ZP maize hybrids

- **Klincarska Ivana, Cvetanovska Lenka, Kratovalieva Suzana, Stipesevic Bojan, Jug Danijel, Jug Irena** - Mineral composition of ten improved cultivar varieties of rice (*Oryza sativa L.*)
- **Jug Irena, Jug Danijel, Stipešević Bojan, Šeremešić Srđan, Simić Milena, Đurđević Boris, Grabić Antonija, Nađ Robert** - Sadržaj dušika i koncentracija kloroplastnih pigmenata u lišću ozime pšenice pri reduciranim sustavima obrade tla
- **Jug Irena, Jug Danijel, Vukadinović Vesna, Đalović Ivica, Bertić Blaženka, Tucak Marijana, Bojana Brozović, Sabo Mirjana, Vinojčić Suzana** - Utjecaj klimatskih prilika na koncentraciju mikroelemenata kod soje pri konvencionalnoj i No-till varijanti obrade
- **Jug Danijel, Jug Irena, Šimić Miroslav, Stošić Miro, Brozović Bojana, Šeput Miranda, Markasović Hasanec Vesna, Dumanović Zoran** - Utjecaj reducirane obrade tla i gnojidbe dušikom na urod i komponente uroda ozime pšenice
- **Jakobović Snježana, Jakobović Mario, Obradović Valentina, Ergović Maja** - Utjecaj klimatskih uvjeta na pojedine parametre vina cv. Graševina bijela u vinogorju Kutjevo

## SECTION II \* soil – water – air

- **Jelić Miodrag, Đalović Ivica, Milivojević Jelena, Krstić Dragana** - Mobile aluminium content of Vertisol as dependent upon fertilization system and small grains genotypes
- **Mikić Branimir** - Baturad WP – Biološki insekticid
- **Matoša Maja, Sudarić Aleksandra, Vratarić Marija, Volenik Mirna, Redžepović Sulejman** - Simbiozna fiksacija dušika – alternativa održivog uzgoja soje
- **Majkovčan Ivana, Kralik Davor, Spajić Robert, Lamza Saša, Jovičić Daria** - Utjecaj obnovljivih izvora energije na smanjenje emisije štetnih plinova
- **Brdarić Dario, Kralik Davor, Kukić Srećko, Uranjek Nataša, Jovičić Daria** - Količine ugljičnog dioksida i metana dobivenih proizvodnjom bioplina iz svinjske gnojovke, klaoničkog otpada i šećerne repe
- **Pivić Radmila, Stanojković Aleksandra, Jošić Dragana** - The influence of mineral nitrogen content on the water pollution level in wells of the area of municipality Obrenovac (Serbia)
- **Štefančić Dubravko, Stipešević Bojan, Jug Danijel, Vukobratović Marija, Vukobratović Željko, Radman, Antun** - Pogodnost razminiranih poljoprivrednih površina za ekološku ratarsku proizvodnju
- **Vukadinović Vesna, Bertić Blaženka, Jug Irena, Jug Danijel, Đurđević Boris, Kovačić Goran, Tomljenović Krunoslav** - Degradacija pedofizikalnih svojstava na alkalnim tlima

## SECTION III \* technology – environment

- **Vragović Natalija, Bažulić Davorin, Njari Bela** - Procjena rizika ostataka veterinarsko-medicinskih proizvoda u okolišu
- **Vukobratović Marija, Bužić Dragica, Vukobratović Želimir, Peremin Volf Tomislava, Dadaček Nada** - Prinos, komponente prinosa i kakvoća cikle ovisno o gnojidbi organskim i mineralnim gnojem

- **Tóth Brigitta, Veres Szilvia, El-Rodeny M. Walid, Lévai László** - Effects of sewage sludge and lime sludge on the early development of corn under laboratory conditions
- **Romanjek Fajdetić Nataša, Vinković Tomislav, Baličević Renata, Parađiković Nada** - *Trichoderma* spp. antagonist *Agaricus bisporus*
- **Drinić Mladenović Snežana, Radosavljević Milica, Semenčenko Valentina, Milašinić Marija, Filipović Milomir** - Maize hybrids as raw material for bioethanol production
- **Trkulja Nenad, Starović Mira, Aleksić Goran, Dolovac Nenad, Ivanović Žarko, Poštić Dobrivoj, Gavrilović Veljko** - Utvrđivanje frekvencije rezistentnosti izolata *Cercospora beticola* (Sacc.) porijeklom s lokaliteta Šid prema karbendazimu i flutriafolu
- **Poštić Dobrivoj, Momirović Nebojša, Bročić Zoran, Dolijanović Željko, Aleksić Goran, Trkulja Nenad, Ivanović Žarko** - Utjecaj uvjeta proizvodnje na kvalitetu sjemenskih gomolja krumpira sorte Desiree
- **Đurđević Boris, Vukadinović Vladimir, Radović Višnja, Kovačić Goran** - Utvrđivanje područja za uzgoj lucerne geostatističkom metodom kriginga
- **Stojnović Miomir, Vukobratović Marija** - Neki tehničko-tehnološki aspekti kompostiranja organskog otpada poljoprivrednog podrijetla u kompostnoj hrpi i u zatvorenim kontejnerima
- **Antunović Slavica, Štefanić Edita, Japundžić-Palenkić Božica, Romanjek-Fajdetić Nataša, Benković-Lačić Teuta, Miličić Vesna, Musić Tatjana** - Mogućnosti kemijskog i mehaničkog suzbijanja korova u kupusu
- **Šimunović Branimir, Šimon Miško, Stipešević Bojan, Brozović Bojana, Stošić Miro, Tomičić Josip, Kolar Darko, Mikić Branimir, Mladenović-Drinić Snežana, Kratovalieva Suzana** - Različiti sustavi gnojidbe u postrnom uzgoju heljde
- **Validžić Tihomir, Ivezić Marija, Raspudić Emilija, Brmež Mirjana, Majić Ivana** - Suzbijanje ličinki kruškine ose srčkarice (*Janus compressus* Fabricius)

#### SECTION IV \* legislation – economy – environment

- **Ereš Tanja, Raspudić Emilija, Brmež Mirjana, Ćosić Jasenka, Ivezić Marija, Benković-Lačić Teuta, Antunović Slavica, Sarajlić Ankica** - Anketa o poznavanju pesticida na području Slavenskog Broda
- **Jurišić Mladen, Kanisek Jozo, Rapčan Irena, Žiža Zoran, Galić Subašić Daria** - Važniji tehnološki činitelji i ekonomski rezultati pri uzgoju suncokreta
- **Slovaček Mirta, Ivezić Marija, Florijančić Tihomir, Brmež Mirjana, Majić Ivana** - Stanje trihineleze na području Osječko-baranjske županije od 2002. do 2007. godine
- **Pavlović Darko, Tolić Snježana** - **Europski pristup vrednovanja okoliša u politici ruralnog razvoja Bosne i Hercegovine**
- **Tolić Snježana, Zmaić Krunoslav, Pušić Slavica** - Od zajedničke agrarne do zajedničke okolišne i ruralne politike


# Plenary section



---

---

## **chairmen / moderators**

1. Danijel JUG
  2. Bojan STIPEŠEVIĆ
  3. Miranda ŠEPUT
- 



## Ispitivanje prinosa i kakvoće francuskog i talijanskog timijana (*Thymus vulgaris* L.) u Istri

Dudaš Slavica, Skitarelić Dorotea, Prgomet Željko, Bratović Ivan, Mujić Ibrahim

*Veleučilište u Rijeci, Poljoprivredni odjel Poreč, Karla Huguesa 5, Poreč, Republika Hrvatska  
(sdudas@veleri.hr),*

### Sažetak

Cilj istraživanja je bio ispitati mogućnosti uzgoja i prinose timijana francuskog i talijanskog podrijetla u Istri. Timijan francuskog i talijanskog podrijetla se minimalno razlikuje po prinosu i sadržaju eteričnih ulja. Najveća razlika je bila u klijavosti sjemena. Najviši sadržaj eteričnog ulja su sadržavale droge timijana talijanskog podrijetla. Droge lista timijana francuskog i talijanskog podrijetla premašuju minimalne zahtjeve za kvalitetom –sadržajem eteričnog ulja propisane u njemačkog i europskoj farmakopeji. Daljnja ispitivanja se trebaju koncentrirati na ispitivanje sastojaka i određivanje kemotipa eteričnog ulja.

**Ključne riječi:** timijan, *Thymus vulgaris* L., prinos, kakvoća

### Uvod

Timijan je ljekovito, aromatično i medonosno bilje koje su upotrebljavali još stari Grci kao zač. *Thymus vulgaris* L. je bilje s prirodnim arealom u Francuskoj, Španjolskoj i Italiji. U našim krajevima *Thymus vulgaris* L. je uzgajana vrsta. Zbog antioksidativnih svojstava, fungicidnog i antibakterijskog djelovanja timijan ima široku primjenu. U ljekovite svrhe koristi se protiv kašlja. Timijan posjeduje jaka antioksidativna svojstva a najveći značaj u sastavu eteričnog ulja imaju linalool, tujanol, karvakrol i timol. Istraživanja provedena na miševima u cilju analize višestruko nezasićenih masnih kiselina u jetri su pokazala da su životinje tretirane ekstraktima timijana imale veću razinu višestruko nezasićenih masnih kiselina u jetri, što sprječava propadanje stanica i njihovih funkcija (Deans i sur., 1993.). Farmakološko i kemijsko istraživanje tekućeg ekstrakta timijana s koncentracijama timola i karvakrola od 0,001% potvrđuju spasmolitičko - opuštajuće djelovanje i blokiranju kontrakcije dišnih puteva (Van Den Broucke i Lemli, 1981.). Eterično ulje timijana se primjenjuje i u kozmetičkoj industriji za kreme i losione. Zbog antibakterijskog djelovanja na *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Escherichia coli* se primjenjuje kao konzervans kozmetičkih proizvoda (Manou i sur., 1998.).

Timijan se u prehrambenoj industriji koristi kao zač. i aroma i u svrhu raznih konzerviranja, a u kulinarstvu je omiljeni zač. Koristi se i u non food oblasti kao biološko sredstvo zaštite bilja (kao fungicid, protiv napada insekata i repelent kod puževa) i kao sredstvo za dezinfekciju bačvi. Tretiranje zaraženog jagodičastog voća (*Botrytis cinerea* i *Rhizopus stolonifer*) eteričnim uljem timijana smanjena je siva plijesan i truljenje ploda za od 75,8% do 74,8% u roku od 14

dana (Bhaskara Reddy i sur., 1998.). Također, sve češća je njegova upotreba u veterini za ishranu i liječenje domaćih životinja. Cijela biljka ima ugodan miris i aromu. Uporabni dio droga je *Thymi folium*, *Thymi herba* i *Thymi aetheroleum*. Prema Šilješ i sur. (1991.) *Thymi herba* može sadržavati 1,75-5,4% eteričnog ulja (francuski tip). *Thymi aetheroleum* dobiva se iz nadzemnog dijela biljke. Iskorištenje je 0,3-0,5%. Najvažniji sadržaj eteričnog ulja je timol i karvakrol koji daju aromu i kvalitetu droge, zatim p-cimen, 1,8-cineol, linalol, borneol i terpene (Šilješ i sur., 1991.). Postoji više kemotipova timijana: karvakrol kemotip sa 85% karvakrola i 0,5% timola, geraniol kemotip sa 90% geraniola i geranil acetata, linalol kemotip sa do 90% linalola i linalil acetata,  $\alpha$ -terpineol kemotip do 90%  $\alpha$ -terpineola i terpinil acetata, trans tujanol/terpin-4-ol kemotip s različitim sadržajem sastojaka, timol kemotip do 65% timola, 5-10% karvakrola i dr. U uzgoju je najviše zastupljen timijan *Thymus vulgaris* L., a farmakopeja za oficinalnu drogu prihvaća i vrstu *Thymus zygis* L. rasprostranjenu u Španjolskoj. Timijan je zastupljen u raznovrsnim istraživanjima. U uzgoju su zastupljene različite sorte i tipovi timijana *Thymus vulgaris* L. Najpoznatije europske sorte su Deutscher Winter (Njemačka), Krajovy i Aroma (Češka), Sloneczko (Poljska), De Dolj (Rumunjska), Varico 1, 2 i 3 (Švicarske hibridne sorte), Dudaš i Böhme, (2001.), (Dudaš i sur., 2002.). Petogodišnja istraživanja europskog sortimenta timijana pokazuju da postoje znatne razlike u prinosima i kvaliteti droge timijana. Najniže prinose i sadržaje eteričnog ulja je imala sorta Sloneczko, pri tome je ova sorta imala signifikantno viši udio lista u suhoj herbi. Vrlo ujednačen rast i visoke sadržaje eteričnog ulja su pokazale hibridne sorte Varico 1 i 2 (Dudaš, i sur., 2002.; Dudaš i Böhme, 2004. i Dudaš, 2005.).

U uzgoju timijana je uobičajena proizvodnja presadnica. U istraživanju Beatovića i sur. (2007.) proizvodnja presadnica ljekovitog bilja u polipropilenskim kontejnerima i primjena biostimulatora (Viva i Megafol) kao i dugotrajnog gnojiva Osmocote Exact u različitim dozama je imalo pozitivnog efekta kod origana i spearmint paprene metvice, manje kod timijana. U dvogodišnjem istraživanju utjecaja organske gnojidbe na prinos i aktivne sastojke *Thymus vulgaris* L. u sjevernoj pokrajini Sinaj u Egiptu, na pješčanom tlu postignute su velike razlike u prinosima u ovisnosti o primjeni komposta u kombinaciji s pilećim gnojivom u odnosu na kontrolu. U prvoj vegetacijskoj sezoni tretirani nasad dosegao je prosječnu visinu od 24,17 cm prije berbe, dok je netretirani nasad imao prosječnu visinu od 12,92 cm. Također, prinos svježe herbe u tretiranom nasadu iznosio je 42,63 g/biljci dok je prinos u ne tretiranom nasadu iznosio 12,89 g/biljci. (Ateia i sur., 2009.). Ispitivanje primjene dušičnih gnojiva na rast i prinos *Thymus vulgaris* L. na Djevičanskim otocima (Virgin Islands-US) je pokazao signifikantan utjecaj primjene gnojiva na prinos i kvalitetu timijana. Gnojodbom timijana sa 115 kg ha<sup>-1</sup> N (amonijev nitrat 35%, amonijev sulfat 21%, urea 45%) i 230 kg ha<sup>-1</sup> (2%) kravljeg gnojiva postignut je prosječan prinos od 5,1 t ha<sup>-1</sup>. Gnojodbom nasada sa 100 kg ha<sup>-1</sup> N (urea 45%) i 200 kg kravljeg gnojiva postignuti su viši prinosi svježe herbe od 7,2 do 7,5 t ha<sup>-1</sup>. Utvrđeno je da dušična gnojiva povećavaju prinose svježe herbe timijana naročito u prvoj i drugoj godini u drugoj berbi. Razlike u prinosima eteričnog ulja u ovisnosti o gnojidbi dušičnim gnojivima nisu bile značajne (Baranauskienė i sur., 2003.). Sotomayor i sur. (2004.) su ispitali utjecaj razine navodnjavanja na biomasu i kvalitetu eteričnog ulja *Thymus zygis* subsp. *gracilis*. Istraživanje je sadržavalo tri različite razine navodnjavanja do 63%, 44% i 30% potencijala evapotranspiracije. Efekt razine navodnjavanja od 65% utjecao je na smanjenje sadržaj timola u eteričnom ulju. Najveća koncentracija timola dobivena je na razinama navodnjavanja od 30 i 44%.

Utjecaj razmaka sadnje i načina berbe na prinos i kvalitetu i kvantitetu eteričnog ulja timijana, *Thymus vulgaris* L. istraživano je u poljskom pokusu s razmakom reda 50 cm i međurednim razmakom od 15, 30 i 45 cm. Maksimalni prinos svježe i suhe herbe, prinos i sadržaj ulja (timol) dobiven je u nasadu s međurednim razmakom sadnje od 15 cm i u vrijeme početka cvatnje.

Maksimalan sadržaj timola u eteričnom ulju dobiven je iz nasada gdje je razmak u redu bio 45 cm i berba izvršena početkom cvatnje. Međutim, najmanji međuredni razmak od 15 cm i vrijeme berbe početkom cvatnje daje ukupno najbolje rezultate u odnosu na prinos suhe tvari, ulja i sadržaja thimola po jedinici površine (Hassanali i sur., 2004.).

Istraživanje sušenja timijana u pećnici na 50°C u vremenu od 2 h i solarnim sušenjem na nižim temperaturama od 50°C u vremenu od 2 dana ne pokazuju znatne razlike u utjecaju na sadržaj eteričnog ulja. Solarni način sušenja određuju vremenske prilike. Vjetar i temperature zraka utjecali su na duljinu sušenja. Sadržaj eteričnog ulja pri sušenju u pećnici je iznosio 0,5 %, uzorci sušeni solarno su sadržavali 0,6% eteričnog ulja (Balladin i Headley, 1999.). Osim toga određivan je sadržaj vlage na tri načina. 100 g svježe biljne mase je sušeno Dean-Stark metodom, u pećnici na 105°C u vremenu od 1 h i mikrovalnoj pećnici 2 min. Gubitak vlage iznosio je 75,15% (finalni sadržaj vlage od 10%), 75,12% (finalni sadržaj vlage od 11,85%) i 72,31% (finalni sadržaj vlage 12,50%), (Derrick i sur., 1999.).

## Materijal i metode

Ispitivanje uzgoja timijana francuskog i talijanskog podrijetla je provedeno u poljskom pokusu u Puli, Valelunga u na površinama Agrofarmacije d.o.o. Pokus je bio postavljen po metodi potpuno slučajnog rasporeda u tri ponavljanja. Svaka varijanta je bila zastupljena u tri ponavljanja, sistema potpuno slučajnog rasporeda. Veličina pojedinačne parcele je iznosila 6,26 m<sup>2</sup>. Sjetva presadnica je obavljena 27. 04. 2009. godine. Presadnice su proizvedene u kontejnerima. Pikiranje je obavljeno nakon razvoja prvih pravih listova. Pikirano je po 7 biljčica zajedno u kontejnere većeg volumena (Slika 1.).



**Slika 1.** Presadnice timijana prije sadnje (Skitarelić, 2009.)



**Slika 2.** Mladi nasad timijana u Istri (Skitarelić, 2009.)

Lokacija pokusa je na kartografskim jedinicama 2 i 6 Pedološke karte Istre. Tipizacija tla na kartografskoj jedinici 2 je slijedeća: crvenica tipična plitka i srednje duboka, smeđe na vapnencu plitko, eutrično smeđe vrtača (710:20:10). Kartografska jedinica br.6: crvenica tipična, lesivirana, antropogenizirana srednje duboka i duboka, smeđe na vapnencu srednje duboko, rigolano iz crvenice i smeđeg na vapnencu (Hrvatsko tloznanstveno društvo, 2001.). Pedokemijskom analizom tla na dubinu od 0-30 cm je utvrđena slabo kisela reakcija tla (pH u 1M KCl) od 5,8 i umjerena humoznost sa sadržajem humusa od 2,8%. Utvrđena je dobra opskrbljenost tla dušikom s 0,7% ukupnog dušika, umjerena opskrbljenost fosforom sa 11,2 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 g tla<sup>-1</sup> i dobra opskrbljenost kalijem sa 19,30 mg K<sub>2</sub>O 100 g tla<sup>-1</sup>. Sadnja grmića timijana na crnu malč



foliju (120 cm, 0,04 mm) je obavljena 14. 7. 2009. godine (Slika 2.). Ispod folije je postavljen sustav za navodnjavanje kapanjem. Sadnja je obavljena u trake sa sklopom od 30 x 30 cm. Razmak između traka je bio 65 cm. Treća varijanta je posađena u gušćem sklopu. Ispitivane varijante u pokusu su prikazane u Tablici 1.

**Tablica 1.** Ispitivane varijante u poljskom pokusu

Oznaka	Varijante
FR timijan	Timijan francuskog podrijetla (30 x 30 cm) x 65 cm
IT timijan	Timijan talijanskog podrijetla (30 x 30 cm) x 65 cm
FR gSbN	Timijan francuskog podrijetla (30 x 25 cm) x 65 cm, bez navodnjavanja

Berba timijana je bila ručna, kratko prije cvjetanja pomoću vrtlarskih škara. Sušenje herbe je obavljeno prirodnim putem, na zraku, a odvajanje stabljika od listova ručno. Analiza sadržaja eteričnog ulja je bila obavljena pomoću Neo-Clevenger aparature u laboratoriju Poljoprivrednog odjela Poreč, Veleučilišta u Rijeci. Destilacija je bila obavljena s uzorcima mase 40 g usitnjene droge lista, 400 ml destilirane vode u tikvicama od 1000 ccm u 120-minutnom postupku u dva ponavljanja. Statistička analiza podataka je bila obavljena pomoću Software SPSS, vers. 17.0 i obuhvatila je analizu varijanci s dodatnim Tukey -testom na pragu značajnosti  $p < 0,05$ .

## Rezultati i rasprava

Ispitivani timijan francuskog i talijanskog podrijetla se razlikuje u pojedinim ispitivanim parametrima. Značajna razlika između ispitivanog timijana je zabilježena u klijavosti sjemena. Sjeme talijanskog timijana je imalo klijavost od 35,18%, klijavost francuskog timijana je iznosila 67,80%. Iz tog razloga bila je potrebna veća količina talijanskog sjemena za proizvodnju presadnica.

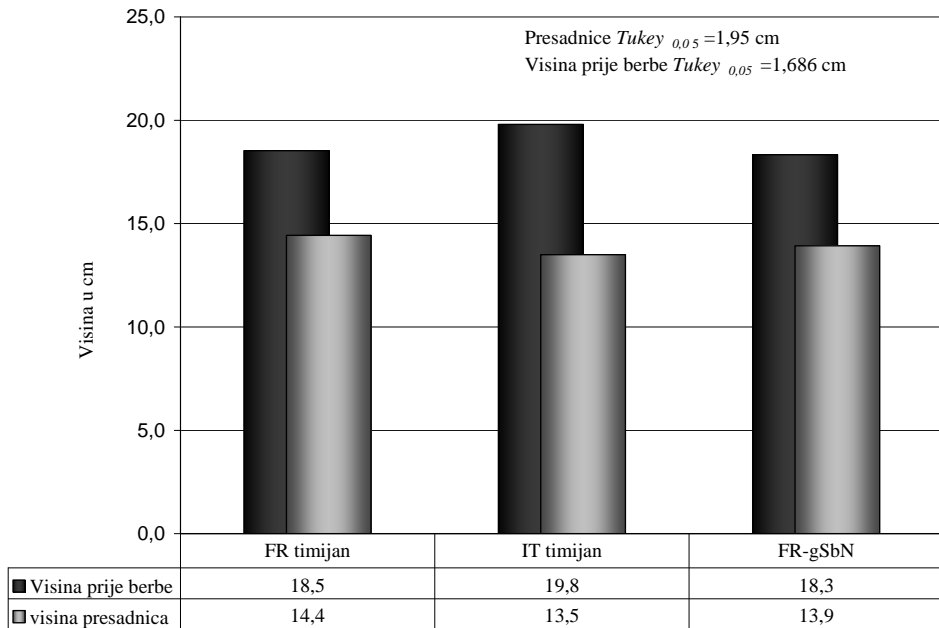
### *Visina presadnica i visina nasada prije berbe*

Prije sadnje je mjerena visina presadnica. Prosječna visina presadnica francuskog timijana se kretala od 13,9 do 14,4 cm, prosječna visina talijanskog timijana prije sadnje je iznosila 13,5 cm. Iako različitog podrijetla, presadnice su se minimalno razlikovale po visini (Grafikon 1.).

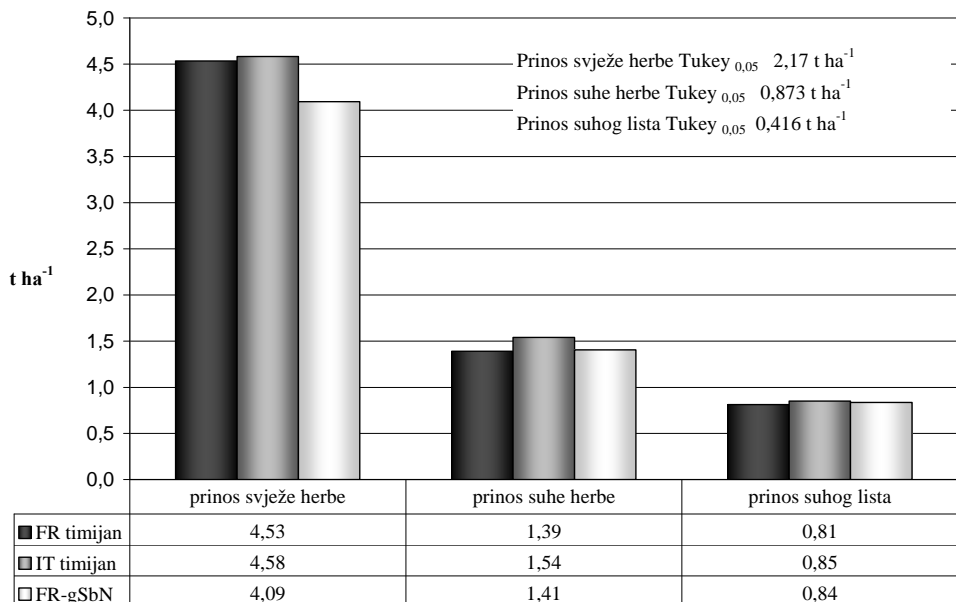
Berba je obavljena kratko prije cvjetanja. Prosječna visina francuskog timijana prije berbe je iznosila od 18,3 do 18,5 cm, talijanski timijan je prije berbe dostigao visinu od 19,8 cm. Razlog relativno niskim visinama biljaka je kasniji termin sadnje i brzi prelazak u generativnu fazu, bez mogućnosti razvoja velike vegetativne mase (Dudaš, 2005.).

### *Prinosi timijana francuskog i talijanskog podrijetla*

Prinosi svježe herbe timijana su se kretali prosječno između 4,09 i 4,58 t ha<sup>-1</sup>. Razlike u prinosima između varijanti su minimalni. Sušenjem svježe herbe (nadzemnog dijela biljke) se dobiva suha herba. Prinosi suhe herbe timijana su se kretali između 1,39 i 1,54 t ha<sup>-1</sup>. Nakon odvajanja listova od stabljika dobiva se čisti suhi list timijana. Prinosi suhog lista timijana su iznosili 0,81 t ha<sup>-1</sup> kod francuskog i 0,85 t ha<sup>-1</sup> kod talijanskog timijana. Postignuti prinosi su niži od prosječnih prinosa timijana poznatih iz literature (Dudaš i Böhme 2001. i 2003.; Dudaš i sur., 2002., Baranauskienė i sur. 2003.; Atea i sur., 2009.). Razlozi tome su kasnija sadnja, kraće trajanje vegetacije i brzi prelazak u generativnu fazu. Osim toga na visinu prinosa utječe tehnika uzgoja: sklop biljaka i gnojidba. Sklop biljaka u pokusu je rjeđi a uvjetovan je primjenom plastičnih



Grafikon 1. Visina presadnica i biljaka prije berbe timijana



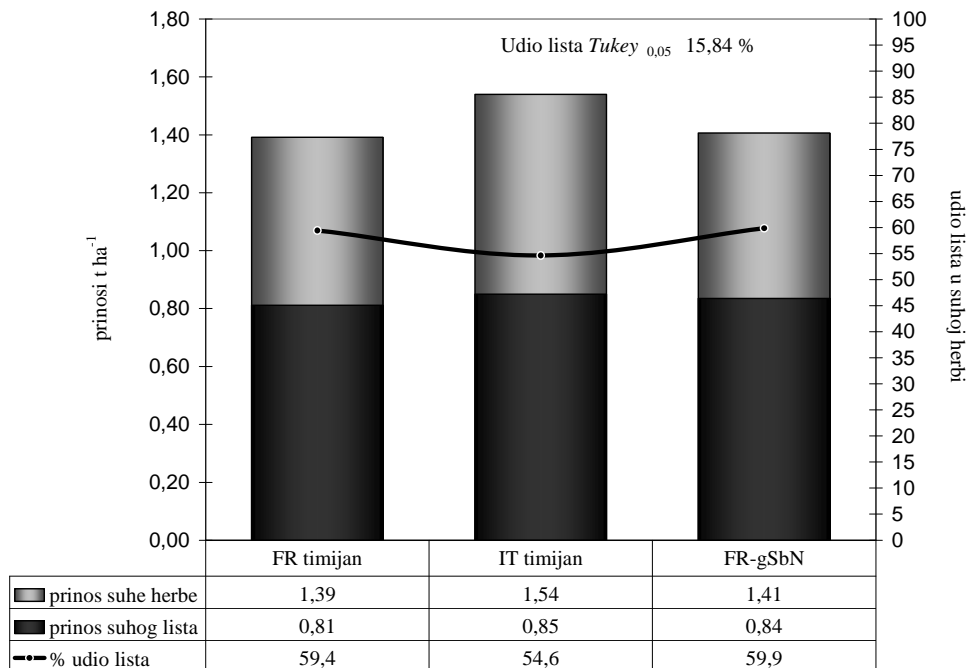
Grafikon 2. Prinosi svježe i suhe herbe timijana i prinos suhog lista timijana ( $t\ ha^{-1}$ )

folija postavljenih strojno. Na visinu prinosa je utjecala i opskrbljenost tla hranjivima. Timijan u ovome pokusu nije bio prihranjan i biljkama su bila dostupna samo hranjiva koja su ostala iz prethodne vegetacije. Prema istraživanju Baranauskiene i sur., (2003.) utvrđeno je da dušična gnojiva utječu izravno na visinu prinosa (Ateia i sur., 2009.) i povećavaju prinose svježe herbe timijana naročito u prvoj i drugoj godini u drugoj berbi. (Baranauskiene i sur., 2003.). U varijanti francuskog timijana s gušćim sklopom i bez navodnjavanja su očekivani i postignuti niži prinosi svježe herbe.

Odnos između prinosa svježe herbe i prinosa suhog lista iznose 5:1, odnos između suhe herbe i suhog lista 2:1.

### Kvaliteta suhe herbe timijana

Kvalitetu suhe herbe možemo odrediti vizualno i organoleptički po izgledu, boji, okusu i mirisu. Jedan od značajnih parametara kvalitete suhe herbe je udio lista. Ovaj parametar kvalitete je koristan, jer govori o omjeru lista i stabljike u suhoj herbi i o gubicima mase pri doradi nakon odvajanja stabljika iz suhe herbe. Jedan od ciljeva u oplemenjivanju je podizanje udjela lista u suhoj herbi timijana.

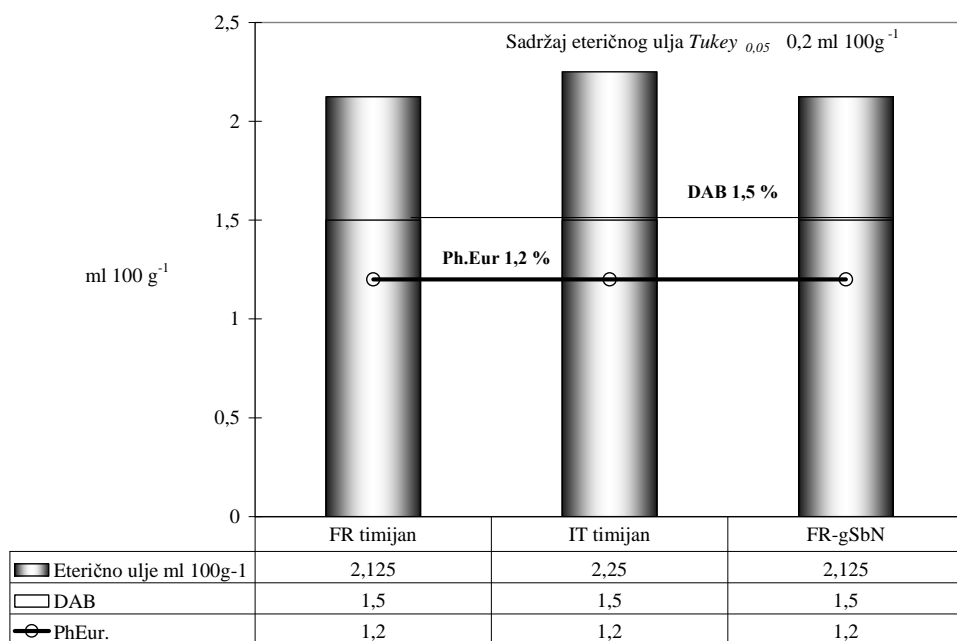


**Grafikon 3.** Udio lista (%) u suhoj herbi timijana

Postotni udio lista kod timijana francuskog podrijetla iznosi prosječno 59,9%, kod timijana talijanskog podrijetla 54,6%. Pri doradi i odvajanju stabljika iz suhe herbe timijana ca. 45-50% otpada na stabljike koje su nepoželjne u začinicima i čajevima. Razlike između timijana francuskog i talijanskog podrijetla su minimalne i statistički nisu značajne. Gušći sklop i nedostatak navodnjavanja nisu utjecali na % udio lista.

### Sadržaj eteričnog ulja timijana

Najznačajniji parametar kvalitete suhe droge lista timijana je sadržaj eteričnog ulja.



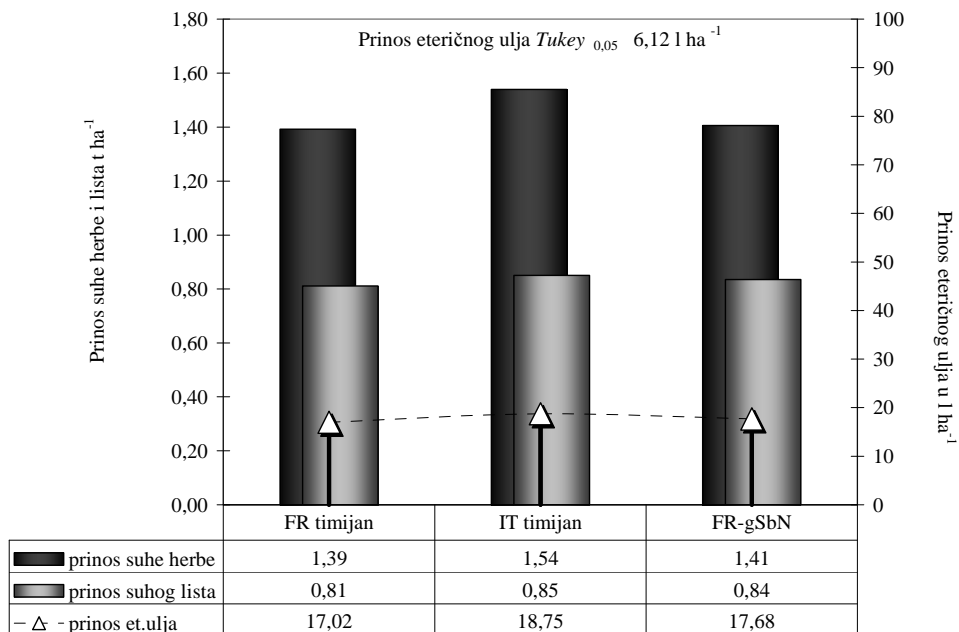
**Grafikon 4.** Sadržaj eteričnog ulja timijana u ml 100 g<sup>-1</sup> suhe droge lista

Ispitivanje timijana francuskog i talijanskog podrijetla na sadržaj eteričnog ulja u drogi suhog lista je pokazalo da se sadržaj eteričnog ulja kretao u granicama između 2,125 i 2,25 ml 100 g<sup>-1</sup>. Ispitivani timijan je zadovoljio kriterije kvalitete prema Njemačkoj farmakopeji (DAB) koja propisuje minimalni sadržaj eteričnog ulja od 1,5% i prema Europskoj farmakopeji koja propisuje minimalni sadržaj eteričnog ulja od 1,2% u suhoj drogi lista.

Suha droga lista francuskog timijana sadrži tendencijalno manje eteričnog ulja u odnosu na talijanski timijan, razlika u sadržaju eteričnog ulja statistički nije potvrđena.

### Prinos eteričnog ulja timijana

Prinos eteričnog ulja u l ha<sup>-1</sup> je parametar koji se dobiva proračunom iz prinosa droge lista i sadržaja eteričnog ulja. Prinosi eteričnog ulja u pokusu s timijanom su se kretali između 17,02 i 18,75 l ha<sup>-1</sup>. U ispitivanim varijantama prinosi eteričnog ulja variraju u manjim razmjerima, razlike među njima nisu statistički potvrđene.



**Grafikon 5.** Prinos eteričnog ulja timijana u l ha<sup>-1</sup>

## Zaključci

- Za uspješan uzgoj i postizanje visokih prinosa herbe timijana od odlučujućeg značaja je pravilni izbor sorte, kvalitetnog sjemena poznatog i deklariranog podrijetla.
- Sjeme talijanskog timijana je imalo klijavost od 35,18 %, klijavost francuskog timijana je iznosila 67,80 %.
- Prinosi svježih herbe u pokusu su se kretali u granicama 4,09 do 4,58 t ha<sup>-1</sup>, a prinosi suhe herbe od 1,39 do 1,54 t ha<sup>-1</sup>. Viši prinosi talijanskog timijana statistički nisu potvrđeni.
- Omjer svježih herba/suhi list je iznosio 5:1, omjer suha herba/suhi list 2:1.
- Postotni udio lista u suhoj herbi timijana različitog podrijetla se kretao u granicama 54,6%, kod talijanskog timijana i 59,9%.
- Sadržaj eteričnog ulja u drogama francuskog i talijanskog timijana se kretao u granicama između 2,125 i 2,25 ml 100g<sup>-1</sup> i zadovoljava kriterije kvalitete prema Njemačkoj i Europskoj farmakopeji.
- Prinosi eteričnog ulja su se kretali između 17,02 i 18,25 l ha<sup>-1</sup>.
- Talijanski timijan je postigao bolje prinose i viši sadržaj eteričnog ulja u drogi suhog lista, ali razlike u odnosu na francuski timijan nisu bile statistički značajne. Niži prinosi timijana u pokusu su postignuti zbog kasne sadnje u ljetnom periodu, relativno kratke vegetacije i ranog prelaska timijana u generativnu fazu.
- Daljnja istraživanja trebaju obuhvatiti ispitivanje kakvoće eteričnog ulja i određivanje kemotipa eteričnog ulja.

## Literatura

- Ateia, E.M., Osman, Y.A.H., Meawad, A.E.A.H., (2009): Effect of Organic Fertilization on Yield and Active Constituents of *Thymus vulgaris* L. under North Sinai Conditions. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5 (4):555-565.
- Balladin, D.A., Headley, O., (1999): Evaluation of solar dried thyme (*Thymus vulgaris* Linné) herbs. Pergamon Renewable Energy, 17: 523-531.
- Baranauskienė R., Venskutonis P.R., Viškelis, P., Dambrauskienė, E., (2003): Influence of Nitrogen Fertilizers on the Yield and Composition of Thyme (*Thymus vulgaris*) J. Agric. Food Chem., 2003, 51 (26): 7751–7758.
- Bhaskara Reddy, M., Angers, V. P., Gosselin, A., Arul, J., (1998): Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits Phytochemistry, 47(8): 1515-1520.
- Deans, S.G., Simpson, E., Noble, R.C., MacPherson, A.L., Penzes, L., (1993): Natural Antioxidants from *Thymus vulgaris* (Thyme) Volatile Oil; The beneficial Effects upon Mammalian Lipid Metabolism. WOCMAP Acta Horticulture 332: 177-182.
- Dudaš, S., Böhme, M., (2001): Untersuchung zu Einflußfaktoren auf das ätherische Öl in Verschiedenen Thymiansorten (*Thymus vulgaris* L.). 11 Bernburger Winterseminar zu Fragen der Arznei- und Gewürzpflanzenproduktion des Vereins Saluplanta e.V., 44.
- Dudaš, S., Böhme, M., Heine, H., (2002): „ Der Standort – ein wichtiger Faktor, Einflüsse auf Gehalt an ätherischem Öl und Drogenenertrag bei Thymian“, Taspo – Das Magazin für Produktion, Dienstleistung und Handel im Gartenbau, 2, 16-18.
- Dudaš, S., Böhme, M., (2003): Leistung und Winterfestigkeit bei Thymian – Beeinflussung durch verschiedene anbautechnische Maßnahmen“. 40. Gartenbauwissenschaftliche Tagung (DGG), Freising-Weißenstephan BDGL – Schriftenreihe, 23, 59.
- Dudaš, S., Böhme, M., (2004): „Stabilität der quantitativen und qualitativen Merkmale bei Thymian (*Thymus vulgaris* L.) in einem fünfjährigen Sortenversuch“, Fachtagung für Arznei- und Gewürzpflanzen, „Chancen und Herausforderungen einer zeitgemäßen Arznei- und Gewürzpflanzenproduktion“, Jena, 123-125.
- Dudaš, S., (2005): Untersuchung zu Einflussfaktoren auf ätherische Öle in Thymian (*Thymus vulgaris* L.), Berlin, Logos Verlag.
- Hassanali, N.B., Yazdani, D., Nazari, S.M.A.F., (2004): Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris* L. Industrial Crops and Products 19 (3): 231-236.
- Hrvatsko tloznanstveno društvo u suradnji s International Union of Soil Sciences, (2001):
- Gospodarenje i zaštita tla za buduće generacije, organizira IX. Kongres hrvatskog tloznanstvenog društva s međunarodnim sudjelovanjem, Brijuni 03. - 07. 07.2001.
- Manou, I., Boullard, L., Devleeschouwer, M.J., Barel, A.O., (1998): Evaluation of the preservative properties of *Thymus vulgaris* essential oil in topically applied formulations under a challenge test. Journal of Applied Microbiology 84: 368-376.
- Sotomayor, J.A., Martínez, R.M., Jordán, G., Jordan, M., (2004): *Thymus zygis* subsp. *gracilis*: Watering Level Effect on Phytomass Production and Essential Oil Quality J. Agric. Food Chem., 52 (17):5418–5424.
- Šilješ, I., Grozdanić, Đ., Grgesina, I., (1991): Poznavanje, uzgoj i prerada ljekovitog bilja. Školska knjiga, Zagreb.
- Van Den Broucke, C.O., Lemli, J.A., (1981): Pharmacological and chemical investigation of thyme liquid extracts. Journal of Medicinal Plant Research, 41:129-135.

**Abstract****Investigation of yield and quality of Italian and French thyme (*Thymus vulgaris* L.) in Istria**

The aim of the investigation was to study the possibilities of growing and the yield of French and Italian thyme in Istria. The investigated thyme of French and Italian origin differs minimally in yield and quality. The greatest differences were observed in the percentage of seed germination. The highest amount of essential oil was detected in Italian thyme. Thyme of Italian and French origin exceeds the minimal requirements of ethereal oil content prescribed in German and European pharmacopoeias. Further investigations shall focus on the quality of essential oil and determination of the chemotype.

**Keywords:** thyme, *Thymus vulgaris* L., yield, quality

# The impacts of surface mulch-cover and soil preserving tillage on the renewal of the top soil layer

Birkás Márta<sup>1</sup>, Kisić Ivica<sup>2</sup>, Jug Danijel<sup>3</sup>, Smutny Vladimír<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Szent István University, Gödöllő, Hungary, (Birkas.Marta@mkk.szie.hu)*

<sup>2</sup>*University of Zagreb, Faculty of Agriculture*

<sup>3</sup>*J.J. Strossmayer University Osijek, Faculty of Agriculture, Croatia,*

<sup>4</sup>*Mendel University, Brno*

## Abstract

The impacts of surface coverage and soil preserving tillage were studied in a Chernic Calcic Chernozem soil of a degraded structure between 2002 and 2009. The primary purpose of the tillage treatments and the application of the crop sequence were to improve the quality of the soil. The objectives of remedying the soil included loosening up the compact layer to avoid deterioration of the existing compaction, to reduce dust formation and to help crumb formation, to reduce the loss of water and to stop the depletion of organic matter. These goals were achieved by continuous moisture, structure and OM preserving tillage and by keeping the soil covered throughout the growing season during the first 5 years and in the 8<sup>th</sup> year. Inadequate soil coverage in the 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> year resulted in a 7% drop in the crumb fraction. Our conclusion is, in view of extreme climate, the coverage of the soil during critical periods is bound to grow in importance in the future.

**Keywords:** soil degradation, conservation, crumb, organic matter, surface cover

## Introduction

Soil is an environmental element whose state and quality can be changed: renewed or degraded (Várallyay, 2006). This special renewal capability of the soil can be maintained by continuous treatment carefully aligned to the prevailing circumstances. Therefore the primary task of tillage is to maintain or improve favourable soil attributes (quality, fertility) and to prevent adverse changes (structure degradation, climate sensitiveness) (Birkás, 2009a). Unreasonably disturbed soils steadily lose organic matter, as a consequence of which their bearing capacity and workability deteriorates and the soils grow more exposed to the risk of compaction and dust forming (Tóth and Koós, 2006). Dusty soil is blown by winds, washed off by water or become damaged by silting. As has been reported by Bottlik and Stingli (2009) in conventional tillage field residues are regarded as a factor impeding tillage and are removed or burnt up, i.e. they are not used for protecting the soil surface (Jug, 2006). Tillage-induced compaction is a frequent soil structure defect which needs to be taken care of particularly because of its obstruction of water absorption and transport, thereby aggravating drought damage (Birkás



and Kisić et al., 2009). Some hold that in soils used for agricultural purposes farming and soil protection are two different tasks. This is not a reasonable distinction, since the defects caused by conventional tillage can, for the most part, be remedied by environment preserving methods (Birkás and Antos et al., 2008). In this study the possibilities of remedying soil defects caused by tillage before the so-called soil quality-climate experiment is reported.

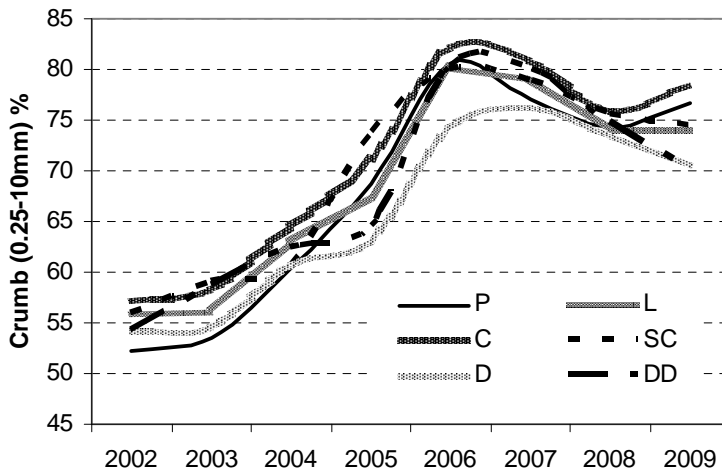
## Materials and methods

The experiment was started in 2002 in a soil of medium sensitiveness to compaction that responds to interventions well, whose top layer was of a slightly degraded structure – Chernic Calcic Chernozem by WRB, developed on loam, with clay loam texture – in the vicinity of the town of Hatvan (47°41'22"N, 19°36'18"E). The site of the experiment is a flat plain area exposed to north-eastern winds. The soil's OM content in the top 40 cm is 2.84 (2003) and 3.00 (2009), with a 46-49 % clay content and good nutrient supply. This soil quality-climate experiment was carried out in for repetitions of random arrangement in patches. Six treatments were applied (Birkás, 2009b): direct drilling (DD), shallow disking (15 cm, D), shallow and medium deep tillage with cultivator (15 cm SC, 22 cm C), ploughing (32 cm, with surface forming, P) and loosening (40 cm, L). The crop sequence was designed to increase the soil OM content and to protect the soil surface. The main crops provided different rates of soil coverage: densely sown winter wheat (2003, 2005, 2006 and 2009) and rye (2004), and wide-row maize (2007) and sunflower (2008). Mustard (2002, 2005 and 2009), peas (2004) and phacelia (2006) were sown as secondary crops to enhance soil surface protection. In terms of precipitation the years of the experience qualified as average (2002), dry (2003, 2004, 2007 and 2009), and rainy (2005, 2006, 2008). Soil quality attributes, crop responses and the soil's C balance were established in accordance with the relevant standards and regulations (Tóth and Koós, 2006, Birkás 2009b, Farkas et al. 2009, Sajko et al., 2009). Biometric evaluation was carried out pursuant to the scheme described by Sváb (1981). To evaluate the top 40 cm layer of the soil the attributes evaluated by a leading author (Dexter, 2004), such as the looseness of the root zone, the depth of the loosened layer, the duration of looseness, the occurrence of compaction, the extension of the compact layer, structure, surface cover, the balance of water absorption and loss, the workable soil moisture range, the annual OM balance and earthworm activity were assessed. These factors can be changed by tillage. Two aspects are presented in this study: (i) the impacts of crops and the soil's disturbance on degraded soil structure and (ii) the role of soil coverage during the critical months.

## Results and discussion

### *The impacts of crops and soil disturbance on degraded soil structure*

The soil's degraded structure – aggravated by water wasting land use – was an important aspect taken into account in selecting the experiment site (Birkás and Stingli et al., 2008). The percentages of clods (>10mm), crumbs (2.5-10 mm), small crumbs (0.25-2.5 mm) and dust in the seedbed were 35 %, 31 %, 24 % and 10 %, respectively showing a very poor soil structure in the case of a Chernic Calcic Chernozem soil (Fig. 1).

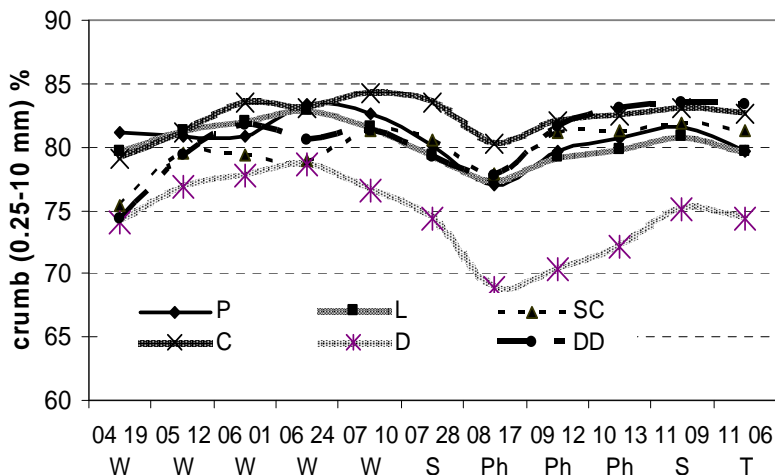


**Figure 1.** Trend of the changes in the crumb fraction during the 8 year period, in soils under different tillage techniques. LSD 5%: year: 2.454; tillage: 3.402

The proportion of the dust fraction increased to 20-25%, at the expense of the crumb fraction, in the summer. Maize and wheat was grown in the field in two year terms in alternation, entailing the application of 26-28 cm ploughing alternating with 14-16 cm disking.

We found, that the disk pan compaction was loosened by plough once every two years but the plough pan had grown to a thickness of 40-50 mm.

Such was the soil in which the challenge of improving the soil quality was undertaken (Vincek and Ernoic, 2009). The tillage treatments and the crop sequence (involving primarily densely sown crops) were selected with this goal in view. As had been recommended by Gyuricza et al. (2009) the field was sown with mustard to boost the soil biological activity. The key objectives of remedying the soil were identified as follows: (i) loosening the compact layer to avoid aggravation of the existing compaction; (ii) to reduce dust forming and to improve crumb forming in the summer; (iii) to reduce water loss; (iv) to limit the depletion of organic matter. The first goal was achieved by a proper choice of tools, by reducing soil disturbance and moisture loss and by adaptation to the workable soil moisture range (Birkás and Stingli et al., 2008). The negative impacts of the production of cereals were offset by growing crops that improve the soil biological activity (mustard, phacelia). Dust forming in the summer was reduced partly by the continuous coverage in the first years of the experiment. Crumb forming also improved at the same time (Fig. 1). In the fourth year mustard was sown again in the stubble after the harvest of the wheat, which was followed by winter wheat and then phacelia was grown in the field without stubble stripping. In the 5<sup>th</sup> year (2006) the crumb ratio was up to 80% as an average of the different treatments and annual fluctuations also diminished (Fig. 2).

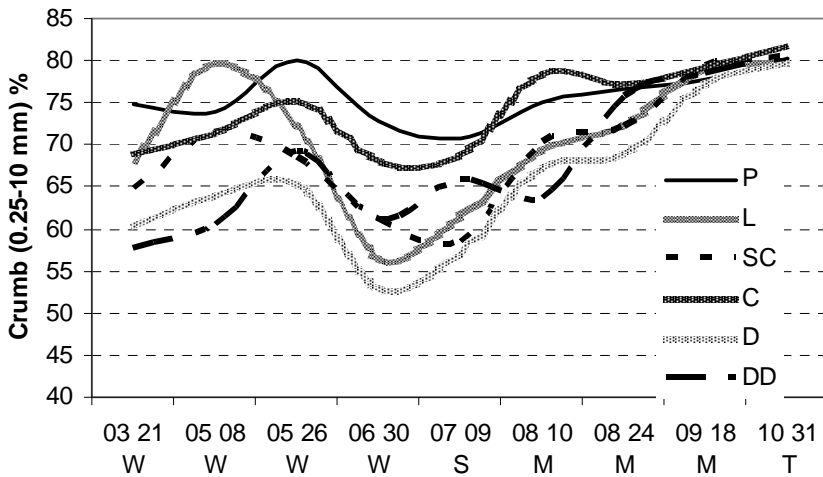


**Figure 2.** Fluctuation of crumb formation in the growing season in the 5<sup>th</sup> year of the experiment (2006). Soil under W: wheat, S: stubble, Ph: phacelia, T: primary tillage. LSD 5%: time/crop: 2.06; tillage: 1.33

The only disadvantage of soil structure preserving tillage and crop sequence and of integrated weed control was also observed in the fifth year: the coverage of *Bromus* species increased to nearly 15%. Instead of terminating soil preserving tillage the crop sequence was altered: wide-row crops (maize and sunflower) were grown in the next two years. The crumb fraction dropped (c.f. Fig. 1) and the crumbs that disappeared were replaced by the >10 mm (clod) fraction but the dust fraction did not increase, it remained below 8% in the 3<sup>rd</sup> to 8<sup>th</sup> year, i.e. the improvement of the soil structure continued. The favourable position of the ploughed soil was highly welcome (3<sup>rd</sup> after C and SC), due to soil forming and the protection of the deeper layers of the soil.

At the end of the 7<sup>th</sup> year of the experiment wheat was sown again, followed by mustard without stubble stripping. The crumb ratio improved though the annual fluctuation differed from that of 2006 (Fig. 3). Soil structure deterioration under wheat was caused by the heavy rains during harvest (Pepó, 2009). Improvement was observed from the middle of summer on, during the coverage provided by the secondary crop (mustard) and the favourable trend was not broken by primary tillage either.

The fourth goal, that is to improve the humus balance, was met from the 5<sup>th</sup> year on (Table 1.), as the humus content increased by 15 %, to 3.26 % as an average of the treatments. The depletion of organic matter was turned around by radically reducing the number of tillage interventions and by mixing (SC, C, D, L) or inverting (P) field residues – after exploiting their soil surface protection effects – into the soil.



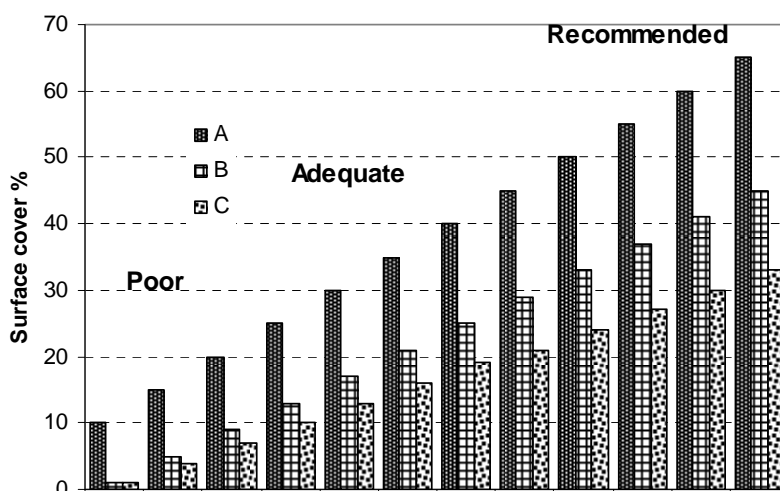
**Figure 3.** Fluctuation of crumb formation during an extreme season (Hatvan, 2009). Soil under: W: wheat, S: stubble, M: mustard, T: primary tillage. LSD 5%: time: 3.57; tillage: 2.82

**Table 1.** Total C input and output affecting different soil disturbance (Hatvan, 2002-2009)

Factors	P	L	SC	C	D	DD
Total C input (t ha <sup>-1</sup> ) from stubble residues	26.92	28.46	21.88	24.84	22.808	18.612
Tillage-induced C loss (t ha <sup>-1</sup> )	6.18	6.04	3.87	3.93	3.802	2.368
C content of yields (t ha <sup>-1</sup> )	16.46	16.58	12.41	14.16	13.754	11.544
Theoretical balance (t ha <sup>-1</sup> )	2.28	5.96	5.60	5.75	5.246	4.700
Humus % (0-40 cm, 2003)*	2.650	2.851	2.910	2.982	3.048	2.561
Humus % (0-40 cm, 2006)	3.247	3.263	3.186	3.306	3.274	3.342

\*Humus (2003-2006) tillage variants:  $p > 0.1\%$ ;

The humus content highest after DD, all the more so, as it used to be the lowest after the same type of treatment earlier on. After C, SC and D the humus content was as had been expected (c.f. Tóth and Koós, 2006), however, P offered a new opportunity for tillage systems based on ploughing.



**Figure 4.** The three grades of surface cover after harvest, without stubble stripping (A), after stubble treatment or sowing in stubble surface (B) and after summer primary tillage (C).

#### *The role of soil coverage during the critical months*

A heat and rain stress mitigating layer was formed after harvest by covering the soil surface with chopped field residues. Three grades of coverage were studied over a 3 month period (2005-2009), the rating was based on soil structure, moisture and earthworm counts. Undisturbed soil, under an at least 65 % coverage was found to be most resistant to heat and rain stress. After stubble stripping 35-45 %, while after deeper (loosening) primary tillage in the summer 25-35 % coverage was found to be advantageous. A poor protection was provided at 0-10 % of coverage and it is not suitable for earthworms either. The order was similar in regard to soil moisture loss as well.

#### **Conclusions**

The quality of a degraded Cernic Calcic Chernozem soil was improved by meeting the fundamental requirements, i.e. 1) soil structure and soil moisture preserving tillage, 2) turning around the trend of organic matter loss by working field residues (regarded as a by-product) into the soil, 3) growing densely sown crops (live coverage) during and beyond the growing season, 4) using chopped crop residues (dead material) until and beyond primary tillage, 5) not causing any new defect. The only disadvantage – the infestation of *Bromus* species – was eliminated by integrating wide-row crops in the crop sequence. An example was thus provided for the improvement of tillage-induced soil defects by a combination of tillage and coverage.

#### **Acknowledgements**

This work was sponsored by the Ministry of Education (OM-00381/2008; OM-01289/2009-HR-43/2008), and by the following agricultural business: GAK Training Farm, at Józsefmajor, Mezőhegyesi Ménesbirtok Zrt, Belvárdgyulai Mg. Zrt, Agroszen Kft, Róna Kft., Hódmezővásárhely, Poljodar TIM d.o.o. Daruvar and TerraCoop Kft., Szentes.

## References

- Birkás, M. (2009a): Classic cultivation requirements and need of reducing climatic damage. *Növénytermelés*, **58**, (2) 123-134. (in Hungarian)
- Birkás, M. (2009b): Measuring techniques in tillage experiments. *Gödöllő* (in press)
- Birkás, M., Antos, G., Neményi M., Szemők, A. (2008): Environmentally-sound adaptable tillage. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Birkás, M., Stingli, A., Szemők, A., Kalmár, T., Bottlik, L. (2008): Soil condition and plant interrelations in dry years. *Cereal Research Comm.* **36**, Suppl. 15-18.
- Birkás, M., Kisić, I., Bottlik L., Jolánkai, M., Mesic, M., Kalmár T. (2009): Subsoil compaction as a climate damage indicator. *Agriculturae Conspectus Scientificus, Zagreb*, **74**, 2: 1-7.
- Bottlik, L., Stingli A. (2009): soil quality improvement and climate stress mitigation by stubble-mulch tillage. *Cereal Res. Comm.*, **37**, Suppl. 447-450.
- Dexter, A. R. (2004): Soil physical quality. *Soil Tillage Res.*, **79**, 129-130.
- Farkas, C., Birkás M., Várallyay, G. (2009): Soil tillage systems, to reduce the harmful effect of extreme weather and hydrological conditions. *Biologia*, **64**, 624-628.
- Gyuricza, C., Mikó, P., Ujj, A., Nagy, L., Kovács, G.P. (2009): Soil-plant interactions with production of green manure plants under unfavourable field conditions. *Cereal Res. Comm.*, **37**, Suppl. 439-442.
- Jug, D., Stipesević, B., Zucek, I. (2006): Effects of conventional and reduced tillage systems in winter wheat – soybean crop rotation on crops biomass development. *Cereal Research Communications*, **34**(2-3): 1137-1143.
- Pepó, P. (2009): Interactive effect of different crop years and agrotechnical factors on the yield of winter wheat [*Triticum aestivum* L. ]. *Növénytermelés*, **58**, 107-122.
- Sajko, K., Kisić, I., Sabolic, M. (2009): Bulk density and soil resistance variability in different soil moisture conditions under different tillage systems. *Cereal Res. Comm.*, **37**, Suppl. 371-374.
- Sváb, J. (1981): Biometric methods in research). *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest* (in Hungarian)
- Tóth, E., Koós, S. (2006): Carbon-dioxide emission measurements in a tillage experiment on chernozem soil. *Cereal Res. Comm.*, **34**, Suppl. 331-334.
- Várallyay, G. (2006): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. *Agrokémia és Talajtan*. **55.**, 9-18.
- Vincek, D., Ernoic, M. (2009): Land consolidation model in the county of Varazdin. *ACS.*, **74**, 1: 1-6.

## Sažetak

### Utjecaj površinskog malča i zaštitne obrade tla na obnavljanje površinskog sloja tla

Utjecaj površinskog zastiranja i zaštitne obrade tla proučavano je na karbonatnom černoze mu degradirane strukture tla, u razdoblju od 2002 do 2009. godine. Primarna svrha primijenjenih tretmana obrade tla i izmjene kultura bio je popravka kvalitete tla. Popravka tla je uključivala rahljenje s ciljem izbjegavanja nastanka zbijanja, smanjivanja stvaranja praškaste strukture i omogućavanja nastanka mrvičaste strukture, kako bi se smanjio gubitak vode i organske tvari. Ciljevi su ostvareni kontinuiranim vlaženjem, zaštitnom obradom (strukturna i organska tvar tla) i zastiranjem tla tijekom cijele vegetacije u prvih pet i u osmoj godini istraživanja. Neodgovarajuće zastiranje tla u šestoj i sedmoj godini rezultiralo je gubitkom mrvičaste strukture tla za 7%. Naš je zaključak, da će u budućnosti, pri ekstremnim klimatskim prilikama, biti potrebno koristiti zastiranje tla, posebice tijekom kritičnih razdoblja, a s ciljem osiguravanja prinosa.

**Keywords:** degradacija tla, konzervacija, mrvičasta struktura, organska tvar, površinska pokrivača.

## The crop population role in maize weeds control and productivity

Simić Milena<sup>1</sup>, Dolijanović Željko<sup>2</sup>, Stefanović Lidija<sup>1</sup>, Oljača Snežana<sup>2</sup>,  
Kovačević Dušan<sup>2</sup>, Momirović Nebojša<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Maize Research Institute, Zemun Polje, S. Bajića 1, 11185 Belgrade-Zemun, Serbia, (smilena@mrizp.rs)*

<sup>2</sup>*Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Serbia*

### Abstract

The arable farming systems should be developed into the direction of contemporary concepts among which the integrated weed management will be unavoidable. These measures have to be based on the multidisciplinary approach, with the rational application of both preventive and direct (mechanical, biological, physical and chemical) weed control measures. The reduction in the pesticide application and the increase in the number of plants per area unit results in lower production costs and in improved conditions for crops and humans. Crop cultivation in consociations is a safe method to stabilise the agro-ecosystem and to increase agriculture production sustainability. Beside a better utilisation of fundamental agroecological factors and yield increase, intercrops are very interesting from the aspect of weed control.

**Keywords:** crop density, weed control, maize, productivity, intercrops

### Introduction

In recent times, a combined application of several measures for weed suppression within the integrated weed management has been recommended not only in the world (Swanton and Weise, 1991; Froud-Williams, 1995), but in our country too (Stefanović, 1988; Kovačević and Momirović, 2000; Simić et al., 2004a). The Integrated Weed Management System (IWMS), is defined as a combination of mutually supplementary technologies or as a multidisciplinary approach that includes the application of a series of alternative measures for more efficient and economic results in weed control (Hill, 1982; Walker and Buchanan, 1982; Hurlle, 1993). Effects of the application of the system of measures cannot be momentarily, but quite opposite, the problem of weed infestation has to have results for a longer period of time. The aim of the system is to maintain weed densities at crop manageable levels; hence the yield would not be reduced, while the balance within the ecosystem would not be disturbed.

A very important role belongs to alternative or ecological measures, which should help in creating ever more favourable conditions for the crop development, which will lead to improvement of its dominant role in association and provide the advantage in crop-weed competition (Kropf et al., 1993; Zimdahl, 2004). Therefore, the competition mechanisms are precisely analysed and

consequences of crop-weed competitive relationships are predicted. Agro-ecologists study the phenomenon of competition in order to find the optimum crop density, optimum intercrop cultivation systems, in order to quantify the crop x weed interactions and to improve the weed control system. It is necessary to have good information on competitive ability of each weed species individually, as they differ among themselves (Radosevich, 1987). Previous studies used to be focused on the calculation of yield losses as a result of weed competition, but contemporary approaches are related to management of competition processes among plant species, by the application of broad information within ecology and biology. The cultivation of cover crops and intercrops in weed suppression helps over competition and allelopathy, i.e. physical suppression of weed development, which results in increased productivity of crops (Blum et al., 1997; Oljača, 1998). In order to control weeds more successfully, some crops (*dense crops*) can be sown at a higher populations, at a very small inter-row distance, as intercrops and in the crop rotation with other crops. Then, their cultivation becomes a component of the integrated weed management (Kovačević, 2003). The important assumption of intercrops cultivation is the decrease of weed infestation due to the increased number of crops per area unit.

### *Crop population effects on weed control*

Competitive relations in agrophytocenosis are especially pronounced as a living space is limited, while living conditions under anthropogenetic effects are adapted to a cultivated plant. A relative competitive ability of crops and certain weeds is not constant, but it varies in dependence on a crop life cycle, emergence time, distribution and coverage of weeds, as well as, on edaphic and climatic conditions of a given region (Weaver and Hamil, 1984; Knežević et al., 2000). The intensity of competitive effects of row crops, such as maize, is mainly determined by their population (the number of plants per area unit) and a spatial arrangement of plants (inter-row distance) (Teasdale, 1998; Farnham, 2001; Simić and Stefanović, 2007a). The population density is determined by maize sowing. Maize should be sown on optimal cropping dates and to the appropriate depth, because if the crop is earlier sown with higher density its competitive ability for a living space and nutritive elements will be greater. The increase of competitive ability is related to earlier crop emergence, good seed vigour, increased degree of leaf development and growth, increased leaf area, plant height and fast development of crop coverage (Forcella, 1987; Begna et al., 2001; Simić et al., 2003). A good canopy of maize plants affects a vegetative and generative development of certain weed species, a content and a composition of a weed association, and thereby weed biomass production, which is directly dependent on crop density (Tollenaar, 1992; Begna et al., 2001).

Numerous studies confirmed that the greater maize plant density was the smaller vegetative biomass of different weed species was (McLahlan et al., 1993; Tollenaar et al., 1994). Murphy et al. (1996) determined that the increase of maize density from seven to 10 plants m<sup>-2</sup> or the decrease of the inter-row distance from 75 to 50 cm resulted in the biomass decrease of subsequently emerged weeds. According to results gained by Tollenaar et al. (1994b) the increase of maize density from 40,000 to 100,000 plants ha<sup>-1</sup> reduced weed biomass by 50%, pointing out to the fact that maize competitiveness in relation to weeds increased with its density increasing. Results obtained by Teasdale (1998) also showed that the maize density increase by 1.5 times in relation to the initial density of 64,000 plants ha<sup>-1</sup> led to the decrease of the number of plants, vegetative mass and seed production of the species *Abutilon theophrasti*. According to results achieved by Videnović and Stefanović (1994) weed infestation of maize was reduced by 22.9% when a maize sowing density was increased. A similar regularity is observable in the results of the most recent studies (Table 1.). The majority of authors agree



that the crop density is a very reliable cropping practice for the increase a competitive ability of a certain genotype (Knežević and Horak, 1998; Stanojević et al., 2001). The possibility to reduce weed infestation on the basis of the increased competitive effects of crops by cultivation of high yielding hybrids that “endure” a greater density depends on hybrid traits, maturity group and morphological properties of a plant, environmental conditions and the cultivation region (Lindquist and Mortensen, 1999; Farnham, 2001).

**Table 1.** Effects of crop density on weed biomass (nine-year average) (Stefanović and Simić, 2005)

Weed species	Densities							Average
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
<i>Convolvulus arvensis</i>	61.3	43.3	40.8	43.3	37.5	45.8	29.6	43.1
<i>Sorghum halepense</i>	46.6	67.4	31.4	38.5	31.7	26.4	17.4	37.1
<i>Solanum nigrum</i>	16.4	15.3	11.6	8.6	3.3	7.0	7.7	10.0
<i>Cynodon dactylon</i>	44.8			8.7			0.7	7.7
<i>Datura stramonium</i>	14.6	16.7	1.4	4.2	4.7	1.4	4.1	6.7
<i>Cirsium arvense</i>	18.6	4.2	2.2	2.7				4.0
<i>Sonchus arvensis</i>					8.4	18.2		3.8
<i>Amaranthus retroflexus</i>	14.9		6.1					3.0
<i>Chenopodium hybridum</i>	3.2			1.0	1.1	0.3		0.8
<i>Chenopodium album</i>		4.6						0.7
<i>Hibiscus trionum</i>					2.2			0.3
<i>Amaranthus albus</i>		0.9						0.1
<i>Total fresh weight</i>	220.4	152.4	93.5	107.0	88.9	99.1	59.5	117.3
<i>Total dry weight</i>	49.6	28.8	19.3	20.3	17.5	15.9	11.3	23.2

D<sub>1</sub>-7- maize densities

According to results obtained by Stanojević et al. (2001), the increased maize density resulted in the decreased biomass of weed groups (Table 2.).

**Table 2.** Effects of crop density on biomass of certain groups of weeds (Stanojević et al., 2001)

Weed biomass (g m <sup>-2</sup> )	With herbicides			Without herbicides		
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>
Total	1834.7	1075.1	807.2	283.7	179.9	123.3
Broad-leaf species	1785.5	1037.1	780.6	246.8	166.8	111.4
Narrow-leaf species	49.2	38.0	26.6	36.9	13.1	11.9
Annual species	1643.6	911.6	705.4	162.6	66.6	27.6
Perennial species	191.1	163.5	101.8	121.1	113.3	95.7
%						
Total	100.0	58.6	44.0	100.0	63.4	43.5
Broad-leaf species	97.3	56.5	42.5	87.0	58.8	39.3
Narrow-leaf species	2.7	2.1	1.5	13.0	4.6	4.2
Annual species	89.6	49.7	38.4	57.3	23.5	9.7
Perennial species	10.4	8.9	5.6	42.7	39.9	33.8

D<sub>1</sub>= 40,816 plants ha<sup>-1</sup>; D<sub>2</sub>= 69,686 plants ha<sup>-1</sup>; D<sub>3</sub>= 98,522 plants ha<sup>-1</sup>

**Table 3.** Effects of maize density (plants ha<sup>-1</sup>) on weed fresh weight (g m<sup>-2</sup>) (Simić, 2004)

Maize density	Year				Average
	1996	1997	1998	1999	
40,816	755.04a	952.54a	1012.70a	1292.18a	1003.11a
69,686	553.92b	463.98b	573.48b	408.59b	499.99b
98,522	397.45c	315.28b	315.34c	291.01b	329.77c
	F = 25.55** LSD <sub>0.01</sub> = 133.0	F = 52.86** LSD <sub>0.01</sub> = 172.0	F = 42.78** LSD <sub>0.01</sub> = 202.2	F = 54.15** LSD <sub>0.01</sub> = 279.0	F = 166.27** LSD <sub>0.01</sub> = 99.63

Values followed by the same letter within year are not significantly different ( $P = 0.01$ ) according to the LSD test.

The total weed biomass was significantly decreased with the increased maize crop density in each of four experimental years under agroecological conditions of Zemun Polje (Table 3.).

Maize hybrids differ each other in plant height, size and leaf area index, leaf angles and in maturity periods (Roggenkamp et al., 2000). The most recent developed maize hybrids are intended for the growth in greater densities (60-100,000 plants ha<sup>-1</sup>). Their plants are less robust, the position of their ears is lower, while the angle between above ear leaves and the stalk is smaller. Maize hybrids of the recent generation are characterised by better ability to be grown in greater populations, as they are passed selection procedure under such conditions (Mohler, 2001; Simić et al., 2009).

#### *Crop population effects on maize productivity*

The cultivation of maize hybrids in greater populations and a regular plant arrangement, result not only in a weed infestation reduction, but also in a greater maize productivity, first of all, in higher grain yields (Simić and Stefanović, 2007b). Productivity parameters such as plant biomass, leaf area and leaf area index are significantly affected by the maize growing density. According to previous results, the maize leaf area index (LAI) was significantly higher at higher populations (40,816-98,522 plants ha<sup>-1</sup>) under irrigation and non-irrigation conditions (Table 4.). The highest LAI value was detected in at the highest crop density under irrigation (6.64).

**Table 4.** Maize leaf area index at three plant density levels and two water conditions (Simić et al., 2003b)

Water conditions	Maize density (plants ha <sup>-1</sup> )			Average
	40.816	69.686	98.522	
Irrigation	3.05 <sup>e</sup>	4.84 <sup>c</sup>	6.64 <sup>c</sup>	4.84**
Non-irrigation	2.65 <sup>f</sup>	4.36 <sup>d</sup>	5.88 <sup>b</sup>	4.30**
Average	2.85 <sup>c</sup>	4.60 <sup>b</sup>	6.26 <sup>a</sup>	
LSD <sub>0.01</sub> = 0.1981 (density); LSD <sub>0.01</sub> = 0.2801 (density x irrigation)				

Average values followed by the same letter(s) are not significantly different ( $P = 0.01$ ) according to the LSD test.

The crop population size of maize significantly affects the yield of hybrids (Tollenaar et al., 1994; Cox, 1996; Simić, 2004). The hybrid ZPSC 704 sown at the density of 89,000 plants ha<sup>-1</sup> in the trial with hybrids of the FAO maturity group 600-700 had grain yield of 17.5 t ha<sup>-1</sup> (Gotlin et

al., 1980). When this hybrid was sown at the density of 68,000 plants, the obtained yield amounted to 14.95 t ha<sup>-1</sup> (Kolčar and Videnović, 1983). When the uniform hybrid plants are grown maize is in advantage in the competition with weeds because the intraspecies competition between maize plants within row is equalised, hence maize plants more efficiently use mineral matters, water and solar radiation (Bullock et al., 1988; Krall et al., 1997). The studies performed by Widdicombe and Thelen (2002) showed that grain yield of maize increased by 2 and 4% when inter-row distance decreased from 76 cm to 56 and 38 cm, respectively. According to the experiment carried out by the same authors in the USA, hybrids of different maturity groups, heights and leaf orientations had the highest grain yield in the density of 90,000 plants ha<sup>-1</sup>. According to studies previously carried out, the hybrid ZP SC 704 well endures greater densities, Table 5.

**Table 5.** Effects of maize density on grain yield (t ha<sup>-1</sup>) (Simić, 2004)

Hybrid	Maize density (plants ha <sup>-1</sup> )			Average
	40,816	69,686	98,522	
ZP 42A	9.52 <sup>e</sup>	11.76 <sup>b</sup>	11.25 <sup>c</sup>	10.85
ZP 704	10.54 <sup>d</sup>	12.76 <sup>a</sup>	12.94 <sup>a</sup>	12.08
LSD <sub>0.05</sub> = 421.3				

Average values followed by the same letter(s) are not significantly different (P= 0.05) according to the LSD test.

The obtained results show that the grain yield of the hybrids ZP 42A and ZP 704 increased up to the density of 69,686 and 98,522 plants ha<sup>-1</sup>, respectively. Based on the statistical analysis, the grain yields of the hybrid ZP 704 did not significantly differ between these two densities at the probability level of 0.05 (Simić, 2004). Under weed-free conditions, the grain yield of maize increases with the increased sowing density up to the optimal density for a given hybrid, and then with the further density increase the grain yield will gradually decrease (Tolleenaar, 1992).

#### *Crop population effect in the intercropping system on the weed infestation reduction*

With the aim of environmental conservation, contemporary weed suppression is related not only to the accurate application of cropping practices and herbicides, but also to all other measures that can reduce weed population in the field (Stefanović and Šinžar, 1983; Zanin et al., 1998; Šarić and Muminović, 2000; Shrestha et al., 2002; Farkas and Fejos, 2003; Simić et al., 2006). The integrated weed management system encompasses different possibilities of mechanical weed suppression (mulch, cover crop), intercropping and combined application of all measures of weed control (Bond and Grundy, 2001; Hatcher and Melander, 2003).

An efficient method of weed control is necessary in the concept of sustainable agriculture that means a rational utilisation of natural resources, as well as, special growing systems. Intercropping is considered as one of advantages in weed control (Vandermeer, 1989; Kovačević and Momirović, 2000; Baumann et al., 2001, Bulson et al., 1997; Dolijanović, 2008). As the weed distribution varies in the crop in dependence on many factors (crop rotation, tillage in the preceding crop, etc.), weed control in the concept of sustainable agriculture is more critical than in conventional production (Rasmussen, 2004). According to Dolijanović et al. (2007a,b; 2008a) the lowest number of plants per species and biomass of weeds were measured in soybean-maize **alternate row intercropping system** and the highest values were recorded in monocrops. Since

**Table 6.** Effects of the plant arrangement pattern and maize hybrids on the weed floristic composition in maize and soybean intercrop (summer aspect)-Dolijanović et al., 2008a.

L.F.	Weed species	2003										2004					
		Alternate rows			Strip intercropping			Alternate rows			Strip intercropping						
		FAO 500	FAO 600	FAO 700	FAO 500	FAO 600	FAO 700	FAO 500	FAO 600	FAO 700	FAO 500	FAO 600	FAO 700				
T	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		1.0	1.0	2.0	2.0	1.0					30.0	17.25	12.5	18.5	15.0	32.2
G	<i>Sorghum halepense</i> L. Pers.	13.0	12.0	9.0	11.0	9.0	12.0	9.25	26.25	27.2	14.7	16.5	11.0				
T	<i>Solanum nigrum</i> L.	5.0	1.0	1.0	3.0	5.0	2.0	101.2	62.0	74.2	62.0	64.2	51.0				
T	<i>Chenopodium album</i> L.							6.0	1.75	3.50	5.25	3.75	4.25				
T	<i>Amaranthus albus</i> L.									0.25		0.50					
T	<i>Hibiscus trionum</i> L.	1.0						0.25	0.25	0.25		0.75					
G	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1.0	2.0		1.0	1.0	1.0	1.25	4.0	1.75	1.75	1.25	3.50				
T	<i>Datura stramonium</i> L.					2.0		2.75	1.75	2.75	5.50	3.25	2.0				
T	<i>Chenopodium hybridum</i> L.							1.25	9.0	3.0	13.7	3.50	5.0				
T	<i>Amaranthus blitoides</i> Watson									0.25			6.50				
G	<i>Cirsium arvense</i> L. Scop.									0.25	0.50		0.75				
T	<i>Helianthus annuus</i>									0.25		0.25	0.25				
T	<i>Xanthium strumarium</i> L.							1.25	1.0				0.25				
G	<i>Cynodon dactylon</i> L. Pers.														1.0		
T	<i>Abutilon theophrasti</i> Med.													0.75			
T	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.B.							0.25									
Total number weeds species		4	4	3	4	5	3	10	8	14	9	10	11				
Total number of weed plants per species		20.0	16.0	11.0	17.0	18.0	15.0	153.5	122.2	128.0	122.8	109.0	116.8				
Number of annual weeds		2	2	2	2	3	1	8	6	11	5	8	8				
Number of perennial weeds		2	2	1	2	2	2	2	2	3	4	2	3				
Fresh biomass (g/m <sup>2</sup> )		1271.1	897.4	809.6	1389.2	1266.0	1375.6	184.1	176.3	211.2	198.3	168.1	142.3				
Total air dried biomass (g/m <sup>2</sup> )		298.9	255.1	248.1	293.8	245.1	331.1	34.6	30.8	31.0	31.3	31.6	24.9				

weeds are direct competitors for necessary resources in the soil, and indirectly affect certain species and in such a way they weaken their competitive ability in relation to other species in the community, the correct selection of species (hybrids and varieties) in intercrops magnifies a reversible reaction of crops on weeds, hence weed infestation in such crops is less than in monocrops.

Results, presented in Table 6, show that the lowest number of weed plants per species (22.08) was detected when the latest maturity hybrid (FAO 700) was grown, while the smallest fresh biomass of weeds (1515.88 g) was recorded in the hybrid of FAO 600. However, depending on observed maize hybrids, differences obtained in the structure and floristic composition of the weed community in the maize-soybean intercrop in summer were not statistically significant, which was a logical consequence of morphological properties of hybrids of FAO maturity groups 500, 600 and 700.

Studying weed infestation of maize-soybean intercrop in spring, Dolijanovic et al., 2007a, determined the highest number of weed plants per species in alternate rows and the greatest weed biomass in strips. However, the number of perennial weed species in maize-soybean intercrops was significantly lower than in monocrops, mainly due to the increase of the number of plants per area unit. On the other hand, intercrops in strips had advantages in spring in years of investigation. However, in summer, the number of weed plants, the number of plants per weed species and weed biomass mainly had lower values in alternate rows. The greatest importance of spatial arrangement, especially of alternate rows, is a reduced number of broad-leaf weed species in relation to monocrops (Oljača et al., 2002, Dolijanović, 2008). The intercropping system has a great role in susceptible crops, such as sweet maize, in which the application of herbicides is limited (Mohler, 1991).

#### *Intercropping effects on maize productivity*

The spatial pattern in intercrops, has also an important role in decreasing weed infestation in relation to the number and weight of weeds, and thereby it affects the yield of the above ground biomass and grain yields in intercrops (Momirović et al., 1998, Dolijanović, 2008).

**Table 7.** Yield of maize above ground biomass in intercrops and monocrops in the investigation period ( $\text{kg ha}^{-1}$ )-Dolijanović et al., 2008b.

Crops (B)	Hybrids of maize (C)	Year (A)		Average
		2004	2005	
Monocrops	FAO 500	34726.2	38285.7	36505,9
	FAO 600	32666.7	35500.0	34083.4
	FAO 700	35321.4	43047.6	39184.5
	Average	34238.1	38944.4	36591.3
Alternate rows	FAO 500	31285.7	29357.1	30321.4
	FAO 600	33714.3	27904.8	30809.6
	FAO 700	40476.2	34857.1	37666.6
	Average	35158.7	30706.3	32932.5

Strip intercropping	FAO 500		31214.3	28071.4	29642.9
	FAO 600		32523.8	27357.2	29940.5
	FAO 700		33047.6	31214.3	32130.9
	Average		32261.9	28881.0	30571.5
Average	FAO 500		31250.0	28714.3	29982.1
	FAO 600		33119.1	27631.0	30375.1
	FAO 700		36761.9	33035.7	34898.8
LSD	0,05	0,01		0,05	0,01
A	1831.58	3132.72	AC	3172.38	5426.02
B	2243.21	3836.77	BC	3885.35	6645.49
C	2243.21	3836.77	ABC	5494.73	9398.15
AB	3172.38	5426.02			

According to Dolijanović et al., 2008b effects of different intercropping methods on the yield of maize above ground biomass are presented in Table 7. Alternate rows were a more favourable pattern for maize in both years of investigation, as intercropping in alternate rows results in easier transfer of nitrogen from legumes to other species. On the other hand, intercropping in strips emphasises intraspecies competition, which is very important in maize, especially under favourable meteorological conditions. The latest maize hybrid (FAO 700) had the best results in both, monocrops and intercrops. The difference in yields between two early maturity hybrids was not statistically significant. Mijatović et al. (1983) state that late maturity hybrids are more yielding while medium early hybrids have somewhat lower yields, but the ear participation in them is greater, which means that the kernels are more abundant.

Sowing of pumpkin (*Cucurbita pepo*) into the maize crop or the maize-common bean intercrop facilitate weed control (Gliessman, 1983), which results in greater maize yields and elevated LER (Momirović et al., 1998). These authors state that the most productive intercrop variant was the proportion of 2/3:1/3 (pumpkin: maize) in the conventional farming system, with the greatest LER (1.35), that indicates intercropping advantage of 35% over sole variants. The land use efficiency of mixtures was lower in conservation than in conventional farming system.

The bivariate analysis of variance of the yield showed significant differences between different plant arrangement patterns in the maize-common bean intercrop (Table 8.). The three-year average maize yield was higher in the irrigated intercrop than in the monocrop in relation to different plant arrangements. A mixture of 1/2:1/2 was the most efficient and it yielded 21% more than expected. According to the expectations, in the 1/2:1/2 mixture maize yield should have been 50% of the yield in the monocrop, but in this case yield was higher by 21%. The maize grain yield in the mixture of 1/3:2/3 also exceeded the expected yield but not significantly. The three-year average yield of common bean was greater than expected in mixtures on irrigated plots. The greatest increase of 13.5% in relation to the expected yield showed a mixture of 1/2:1/2. All mixtures and the monocrop had significantly higher grain yields on irrigated than rainfed plots.

**Table 8.** Grain yield (kg ha<sup>-1</sup>) and LER of maize and common bean in relation to different plant arrangement patterns and water regimes (Oljača et al., 2000)

Year	Plant arrangement	Maize		Common bean		LER	
		Irrigated	Rainfed	Irrigated	Rainfed	Irrigated	Rainfed
	1/3:2/3	5602	4578	1252	876	1.17	0.80
1994	1/2:1/2	8421	6037	1140	914	1.30	0.94
	2/3:1/3	8572	7706	633	434	1.01	1.11
	Monocrop	15060	13552	1472	1772	-	-
	S.E.	963.2		198.0		0.085	
	1/3:2/3	3943	3681	940	656	1.21	1.02
1995	1/2:1/2	7285	5999	938	494	1.54	1.06
	2/3:1/3	7428	6785	473	322	1.14	0.88
	Monocrop	10175	11375	1144	930	-	-
	S.E.	782.1		68.2		0.083	
	1/3:2/3	2089	1855	851	879	0.86	0.98
1996	1/2:1/2	3608	3339	734	436	0.97	0.85
	2/3:1/3	3738	4172	408	419	0.81	0.96
	Monocrop	6315	6647	1816	1258	-	-
	S.E.	329.8		160.6		0.045	
	1/3:2/3	3878	3371	1014	804	1.08	0.93
Mean	1/2:1/2	6438	5125	937	614	1.21	0.95
1994-	2/3:1/3	6579	6221	505	392	0.98	0.99
1996	Monocrop	10516	10524	1477	1320	-	-

S.E.-standard error; D.F.=24

Any cultivation measure and crop cultivation whose application provides a fast initial growth and uniform crop canopy usually results in a weed infestation reduction (Videnović et al., 2007). A crop canopy obtained by sowing maize in a certain density, competitiveness of hybrids themselves, which is a result of their morphological and physiological properties attributed to ecological environmental conditions, can be used as measures to reduce weed infestation (Radosevich et al., 1997). The cultivation of competitive crops is an important component of the integrated weed management system, although breeding genotypes with increased competitive ability is fairly difficult (Swanton and Weise, 1991; Lemerle et al., 1996). The role of a genotype in weed control has been gaining on its importance for the last 30 years (Mohler, 2001).

Since the density of weed populations varies in space and time, the basis of the successful strategy in weed control is knowledge on biology and ecology of weeds distributed in a given region, as well as, on dynamics of their populations. Long-term studies show that the maize population magnitude affected the floristic composition of the weed community and the weed distribution, as well as, the crop productivity by either cultivation of maize in greater densities or intercropping of maize with different species, first of all with common bean, soybean or pumpkin.

## Acknowledgement

These studies are supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia (Projects: TR-20069 and TR-20007)

## Literatura

- Baumann, D.T., Bastiaans, L., Kropff, M.J. (2001): Competition and Crop Performance in a Leek-Celery Intercropping System. *Crop Science*, 41: 764-774.
- Begna, S.H., Hamilton, R.I., Dwyer, L.M., Stewart, D.W., Cloutier, D., Assemat, L., Foroutan-Pour, K., Smith, D.L. (2001): Weed biomass production response to plant spacing and corn (*Zea mays*) hybrids differing in canopy architecture. *Weed Technology*, 15: 647-653.
- Blum, U., King, L.D., Gerig, T.M., Lehman, M.E., Worsham, A.D. (1997): Effects of clover and small grain cover crops and tillage techniques on seedling emergence of some dicotyledonous weed species. *American Journal of Alternative Agriculture*, 4: 146-161.
- Bond W. Grundy A. (2001): Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 41: 383-405.
- Bullock, D. G., Nielsen, R. L., Nyquist, W. E. (1988): A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Science*, 28: 254-258.
- Bulson, H. A. J., Snaydon, R. W., Stopes, C. E. (1997): Effects of plant density on intercropped wheat and field beans in an organic farming system. *Journal of Agricultural Science*, 128: pp 59-71.
- Cox, J. W. (1996): Whole-Plant Physiological and Yield Responses of Maize to Plant Density. *Agronomy Journal*, 88: 489-496.
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Simić, M. (2007a): Zastupljenost korova u združenom usevu kukuruza i soje, *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 68: 51-63.
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Simić, M. (2007b): Effects of different maize hybrids on above ground biomass in intercrops with soybean. *Maydica*, 52: 265-271.
- Dolijanović, Ž. (2008): Produktivnost združenog useva kukuruza i soje u zavisnosti od hibrida, prostornog rasporeda i režima vlaženja, *Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun*. pp 137.
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Simić, M., Kovačević, D. (2008a): Weed populations in maize and soybean intercropping, *Proceedings, 43<sup>rd</sup> Croatian and 3<sup>rd</sup> International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia*, 563-567.
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Jovanović, Ž. (2008b): Prinos nadzemne biomase kukuruza u združenom usevu sa sojom. *Biotehnologija u stočarstvu*, 24 (posebno izdanje), 339-348.
- Farnham, D.E. (2001): Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture. *Agronomy Journal*, 93: 1049-1053.
- Farkas A., Fejos Z.D. (2003): Effect of different soil tillage and fertilization levels on soil cover of *Ambrosia artemisifolia*. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium, Adana, Turkey*, 21-22.
- Forcella, F. (1987): Characteristics associated with highly competitive soybeans. *Agronomy Abstracts*, 111.
- Froud-Williams, R.J. (1995): Integrated weed Management: the challenge for weed science into the 21st century. *Proceedings of the 9th EWRS Symposium „Challenges for Weed Science in a Changing Europe“*, Budapest, Hungary, 491-498.
- Gliessman, S. R. (1983): Allelopathic interactions in crop/weed mixtures, *Applications for weed management, Journal of Chemistry and Ecology*, 9: 991-999.
- Gotlin, J., Pucarić, A., Kolčar, F., Drezgić, P., Marković, Ž., Starčević, Lj. (1980): Novije tendencije u tehnologiji proizvodnje kukuruza za zrno i silažu u cilju povećanja prinosa i kvaliteta u Jugoslaviji. *Zbornik radova sa Međunarodnog simpozijuma “Proizvodnja, prerada i upotreba kukuruza”*, Beograd, Srbija, 115-130.



- Hatcher P.E., Melander B. (2003). Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Research*, 43: 303-322.
- Hill, G.D. (1982): Herbicide technology for integrated weed management. *Weed Science* 30: (Suppl.1): 35-39
- Hurle, K. (1993): Integrated management of grass weeds in arable crops. Brighton Crop Protection Conference-Weeds, Brighton, UK, 81-88.
- Knežević, S., Evans, S., Shapiro, Ch., Lindquist, J. (2000): Effect of nitrogen on critical period of weed control in corn. Therd International Weed Science Congress-IWSC, Foz do Iguassu, Brazil, (113) 52.
- Kovačević, D., Momirović, N. (2000): Uloga integralnih sistema suzbijanja korova u konceptu održive poljoprivrede. Zbornik radova Šestog kongresa o korovima, Banja Koviljača, Srbija, 116-150.
- Kovačević, D. (2003): Opšte ratarstvo, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet-Zemun.
- Kolčar, F., Videnović, Ž. (1983): Prinos nekih hibrida kukuruza u zavisnosti od gustine useva i količine đubriva. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 155: 315-322.
- Krall, J. M., Esehie, H. A., Raney, R. J., Clark, S., TenEyck, G., Lundquit, M., Humburg, N. E., Axthelm, L. S., Dayton, A. D., Vanderlip, R. L. (1997): Influence of within-row variability in plant spacing on corn grain yield. *Agronomy Journal*, 69: 40-46.
- Kropff, M. J., Weaver, S.E., Lotz, L.A.P., Lindquist, J.L., Joenje, W., Schnieders, B.J., van Keulen, N.C., Migo, T.R., Fajaedo, F.F. (1993): Understanding crop-weed interaction in field situations, 105-136. *In: Kropff M.J., Wallinga J. Lotz L.A.P.*(1996). Weed population dynamics. Seond International Weed Control Congress, Copenhagen, 3-20.
- Lemerle, D., Verbeek, B., Cousens, R.D., Coombes, N.E. (1996). The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research*, 36: 505-513.
- Lindquist, J.L., Mortensen, D.A. (1999): Ecophysiological characteristics of four maize hybrids and *Abutilon theophrasti*. *Weed Research*, 39: 271-285.
- Mc Lahlan, S., Tollenaar, M., Swanton, C. J., Weise, S.F. (1993): Effect of corn –induced shading on dry matter accumulation, distribution and architecture of redroot pigweed. *Weed Science*, 41: 568-573.
- Mijatović, M., Pavešić-Popović Jasna, Katić, S. (1983): Produktivnost nekih hibrida kukuruza za proizvodnju silaže u brdskom području, Zbornik radova IV. Jugoslovenskog simpozijuma o krmnom bilju, Novi Sad, Srbija, 74-83.
- Mohler, C.L.(1991). Effects of Tillage and Mulch on Weed Biomass and Sweet Corn Yield. *Weed Technology*, 5: 545-552.
- Mohler, C.L. (2001). Enhancing the competitive ability of crops. *In: Ecological Management of Agricultural Weeds. Eds: Liebman M., Mohler C. L., Straver C.P.*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 269-321.
- Momirović, N., Oljača, S., Vasić, G., Kovačević, D., Radošević, Ž. (1998): Effects of intercropping pumpkins (*Cucurbita maxima* Duch.) and maize (*Zea mays* L.) under different farming systems. *Proceedings of 2<sup>nd</sup> Balkan Symposium on Field Crops*, Novi Sad, Serbia, 251-255.
- Murphy, S.D., Yakubu, Y., Weise, S.F., Swanton, C. J. (1996): Effect of planting patterns and inter-row cultivation on competition between corn and late emerging weeds. *Weed Science*, 44: 856-870.
- Oljača, S. (1998): Produktivnost kukuruza i pasulja u združenom usevu u uslovima prirodnog i irigacionog vodnog režima. *Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Beograd*, 1-155.
- Oljača, S., Cvetković, D., Kovačević, D., Vasić, G., Momirović, N. (2000): Effect of plant arrangement pattern and irrigation on efficiency of maize (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) intercropping system. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, Vol. 135, 261-270.
- Oljača, S., Simić, M., Vrbničanin, S., Stefanović, L., Kovačević, D. (2002): Effect of density and plant position of *Datura stramonium* on maize productivity, *Proceeding of 12<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Wageningen, The Netherlands, 292-293.
- Radoševich, S.R. ( 1987): Methods to Study Interactions Among Crops and Weeds. *Weed Technology*, 1: 190-198.

- Radosevich, S., Holt, J., Ghersa, C. (1997): Weed ecology implications for Management. Second edition. Eds: John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Rasmussen, I.A. (2004): The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. *Weed Research*, 44: 12-20.
- Roggenkamp, G.J., Mason, S.C., Martin, A.R. (2000): Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and green foxtail (*Setaria viridis*) response to corn (*Zea mays*) hibrid. *Weed Technology*, 14: 304-311.
- Shrestha, A., Knezević, S.Z., Roy, R.C., Ball-Coelho, B.R., Swanton, C.J. (2002): Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. *Weed Research*, 42: 76-87.
- Simić, M., Stefanović, L., Rošulj, M. (2003): Maize leaf area index under weed competition in different growing conditions. Proceedings of the 7<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium, Adana, Turkey, 127-128.
- Simić, M., Stefanović, L., Kovačević, D., Šinžar, B., Momirović, N., Oljača, S. (2004): Integrated weed management system in maize weed control. *Acta biologica jugoslavica, Serija G: Acta herbologica*, 13: 437-442.
- Simić, M., Dolijanović, Ž., Stefanović, L., Kovačević, D. (2006): Maize Weed infestation under intensive cropping practices. *Plant Science, Sofia, Bulgaria*, 43: 529-532.
- Simić, M., Stefanović, L. (2007a): Effects of maize density and sowing pattern on weed suppression and maize grain yield. *Pesticidi i fitomedicina*, 22: 93-103.
- Simić, M., Stefanović, L. (2007b): Delovanje sistema gajenja na korovsku zajednicu i parameter rodnosti kukuruza. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 68: 95-108.
- Simić, M., Dolijanović, Ž., Maletić, R., Filipović, M., Grčić, N. (2009): The genotype role in maize competitive ability. *Genetica*, 41: 59-67.
- Stanojević, M., Stefanović, L., Šinžar, B., Vrbničanin, S. (2001): Effects of crop density and herbicide treatment on the floristic composition and structure of weed community in maize. *Acta biologica jugoslavica, serija G: Acta herbologica*, 10: 23-35.
- Stefanović, L., Šinžar, B. (1983): Uticaj rokova primene herbicida na prinosa hibrida kukuruza ZP SC 58 C. *Fragmenta herbologica Jugoslavica*, 12: 37-45.
- Stefanović, L. (1988): Integralna borba protiv korova. Republičko savetovanje o proizvodnji kukuruza. Beograd, Srbija, 86.
- Swanton, J.C., Weise, F.S. (1991): Integrated weed management: The rationale and approach. *Weed Technology*, 5: 657-663.
- Teasdale, R. J. (1998): Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. *Weed Science*, 46: 447-453.
- Tollenaar, M. (1992): Is low plant density a stress of maize? *Maydica*, 37: 305-311.
- Tollenaar, M., Dibo, A.A., Aguilera, A., Weise, F.S., Swanton, J.C. (1994a): Effect of crop density on weed interference in maize. *Agronomy Journal*, 86: 591-595.
- Tollenaar, M., Nissanka, S.P., Aguilera, A., Weise, S.F., Swanton, C.J. (1994b): Effects of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrids. *Agronomy Journal*, 86: 596-601.
- Vandermeer, J. H. (1989): *The Ecology of Intercropping*, Cambridge University Press, Cambridge, pp 231.
- Videnović, Ž., Stefanović, L. (1994): Uticaj mera gajenja na pojavu korova u kukuruzu. *Savremena poljoprivreda*, 42: 97-105.
- Videnović, Ž., Jovanović, Ž., Cvijanović Gorica, Stefanović Lidija, Simić Milena. (2007). Doprinos nauke razvoju savremene tehnologije gajenja kukuruza u Srbiji. *Nauka u funkciji unapređenja proizvodnje hrane - mesto i uloga Instituta za kukuruz „Zemun Polje“*. Nauka, osnova održivog razvoja, Beograd. *Izd: Društvo genetičara Srbije*, 267-285.
- Walker, R.H., Buchanan, G.A. (1982): Crop manipulation in integrated weed management systems. *Weed Science*, 30: 17-24.
- Weaver, S., Hamill, A. (1984): Effects of Soil pH Competitive Ability and Leaf Nutrient Content of Corn (*Zea mays* L.) and Three Weed Species. *Weed Science*, 33: 447-451.

- Widdicombe, D. W., Thelen, D. K. (2002): Row Width and Plant Density Effects on Corn Grain Production in the Northern Corn Belt. *Agronomy Journal*, 94: 1020-1023.
- Zanin G., Berti A., Riello L. (1998). Incorporation of weed spatial variability into the weed control decision-making process. *Weed Research*, 38: 107-118.
- Zimdahl, R.L. (2004): *Weed-Crop Competition, A Review, Second Edition*. Ed: Blackwell.
- Šarić, T., Muminović, Š. (2000). Savremeni problemi u borbi protiv korova i trendovi u herbološkoj nauci i praksi. *Herbologija*, 1-3.

## Sažetak

### Utjecaj sklopa kukuruza na kontrolu korova produktivnost

Sustavi poljoprivredne proizvodnje u budućnosti moraju se strateški razvijati u pravcu suvremenih koncepcija među kojima su integralne mjere borbe protiv korova nezaobilazne. Ove mjere moraju biti zasnovane na multidisciplinarnom pristupu, s racionalnom primjenom preventivnih, ali i direktnih (mehaničke, biološke, fizikalne i kemijske) mjera borbe protiv korova. Smanjenje primjene pesticida, povećanjem broja biljaka po jedinici površine, utječe na smanjenje troškova proizvodnje i poboljšanje uvjeta uzgoja biljaka i Čovjeka. Uzgoj usjeva u konsocijacijama predstavlja siguran put stabilizacije agroekosustava i povećanja održivosti poljoprivredne proizvodnje. Pored boljeg korištenja osnovnih agroekoloških činitelja i povećanja prinosa, združeni usjevi su vrlo interesantni i s aspekta kontrole korova.

**Ključne riječi:** gustoća usjeva, kontrola korova, kukuruz, produktivnost, združeni usjevi

# Soil water management as an important tool for environment protection in the Carpathian Basin

György Várallyay

*Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry (RISSAC) of the Hungarian Academy of Sciences, H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15. Hungary (g.varallyay@rissac.hu)*

## Abstract

The natural conditions (climate, water, soil and biological resources) of the Carpathian Basin are generally favourable 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. The main constraints are: extreme moisture regime; soil degradation processes; and unfavourable changes in the biogeochemical cycles of elements, especially of plant nutrients and environmental pollutants. According to climate forecasts the risk, probability, frequency, duration and “seriousness” of extreme moisture events (flood, waterlogging, over-moistening; droughts) will be increasing and may happen in the same year at the same place, resulting water, soil, organic matter, plant nutrients, biota, plant, yield and energy losses; and undesirable environmental side effects. Under such conditions the fact that soils represent the highest potential natural water storage capacity (350–400 mm/0–100 cm layer) has special significance. In many cases, however, this huge *potential* water storage capacity cannot be used efficiently because of limited infiltration, low water retention and available moisture range. Consequently, the main elements of efficient soil water management are: helping the infiltration and water storage in soil in “biota”-available form. These efforts simultaneously reduce the surface runoff, evaporation and filtration losses; improve the water supply of plants; decrease the risk and harmful consequences of soil degradation processes and soil pollution.

**Keywords:** extreme hydrological events, waterlogging hazard, drought sensitivity, soil moisture control, soil degradation.

## Introduction

The most important elements of sustainable development in the Carpathian Basin are the rational use and conservation of soil and water resources, maintaining their favourable “quality” and desirable multifunctionality.

The natural conditions are generally favourable for rainfed biomass production (Láng et al., 1983). 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. The main ecological constraints are: soil degradation processes;

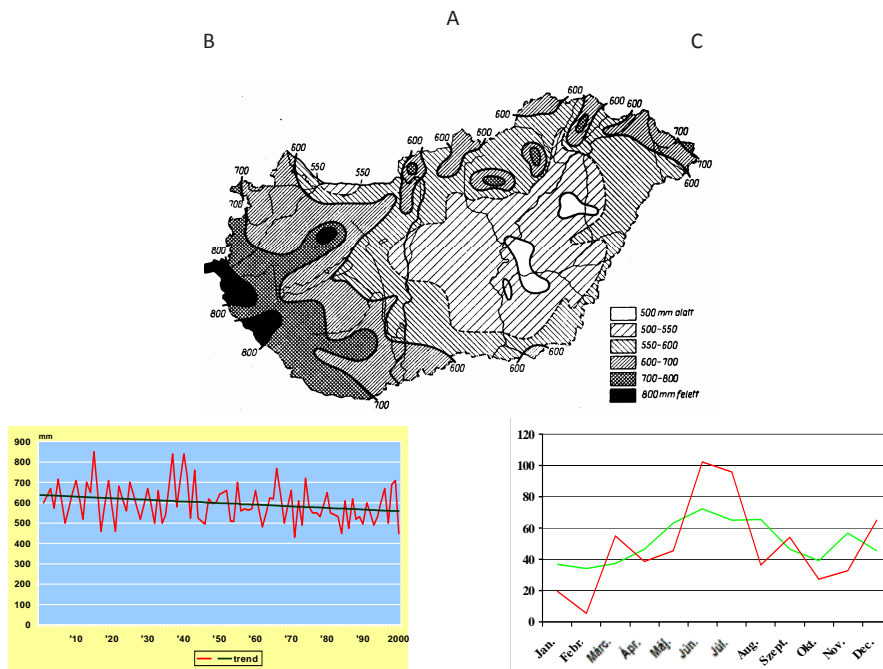
extreme moisture regime; unfavourable changes in the biogeochemical cycles of elements, especially of plant nutrients and pollutants (Várallyay, 2004).

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, waterlogging, over-moistening vs. droughts) events will be increasing in the future and their unfavourable consequences (safety of biomass production for food, industrial raw material and alternative energy) will be more and more serious, sometimes catastrophic. In the Carpathian Basin these frequent, serious, irregular and hardly predictable extreme events will be the most important climate change consequences (Várallyay and Farkas, 2008).

### Limited water resources, high variability

It can be forecast with high probability that in future water will be the determining (hopefully not limiting) factor of food security and environmental safety in the Carpathian Basin (Somlyódy, 2000; Várallyay, 2006). Consequently, the improvement of water use efficiency will be one of the key issues of agricultural production, rural development and environment protection.

Water resources are limited (Pálfai, 2000; Somlyódy, 2000; Várallyay, 2007). The average 450–600 mm annual precipitation shows extremely high, irregular and hardly predictable territorial and temporal variability – even at micro-scale (Fig. 1). According to climate forecasts the annual precipitation will not be more in the future and its unfavourable spatial and time distribution will even be less favourable. The risk, probability, frequency, duration and intensity of extreme weather and hydrological events and moisture situations is expected to increase.



**Figure 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

Under such conditions a considerable part of the precipitation is lost by surface runoff, downward filtration and evaporation, and only a certain part may contribute to the water supply of plants: increasing drought-sensitivity. The available quantity of surface waters (rivers) will not increase, particularly in the critical low-water periods. A considerable part of the subsurface waters (especially in the lower parts of the Basin) cannot be used for irrigation because of their poor quality (salinity, alkalinity, sodicity) (Várallyay, 1985). Another part is not utilizable because of environmental regulations (preventing the sink of the water table and its unfavourable ecological consequences, like the serious „desertification symptoms” in the Danube–Tisza Interfluvial sand plateau.

The annual water balance is negative in the lowland: 450–600 mm precipitation vs. 680–720 mm potential evapotranspiration. The negative water balance is equilibrated by horizontal inflow (on the surface as runoff, in the unsaturated zone as seepage; and in the saturated zone as groundwater flow), which leads to the accumulation of soluble constituents. In addition to the hardly predictable atmospheric precipitation pattern, the reasons of extreme soil moisture regime are:

- the heterogeneous microrelief of the „flat” lowland;
- the highly variable, sometimes mosaic-like soil cover and the unfavourable physical and hydrophysical properties of some soils (mainly due to heavy texture, high clay and swelling clay content, or high sodium saturation: ESP) (Várallyay, 2005).

### Hydrophysical properties of soils

According to our comprehensive assessment (Várallyay, 1985; Várallyay et al., 1980) 43% of Hungarian soils can be characterized by unfavourable, 26% by moderately (un)favourable and 31% by favourable moisture regime, as illustrated by Fig. 2, indicating the main reasons of various moisture conditions, as well. In the last years a comprehensive soil survey–analysis–categorization–mapping–monitoring system was developed in Hungary. The most important elements of the system are as follows:

- (a) Category system and 1:100 000 scale map of the hydrophysical characteristics of soils (Várallyay, 2005; Várallyay et al., 1980): Fig. 3.
- (b) Moisture regime types of Hungarian soils and their 1:100 000 scale map (Várallyay, 1985).
- (c) Large-scale (1:10000–1:25000) mapping of hydrophysical properties and moisture regime of soils (Várallyay, 1989a).

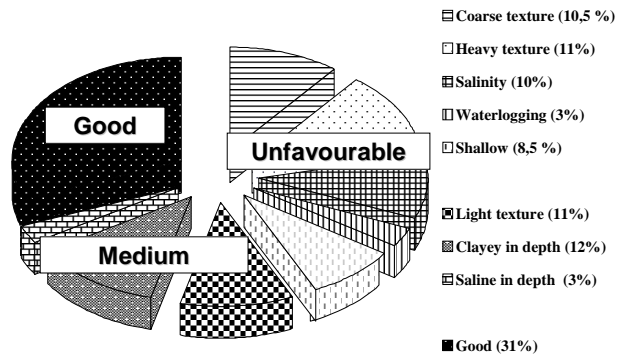
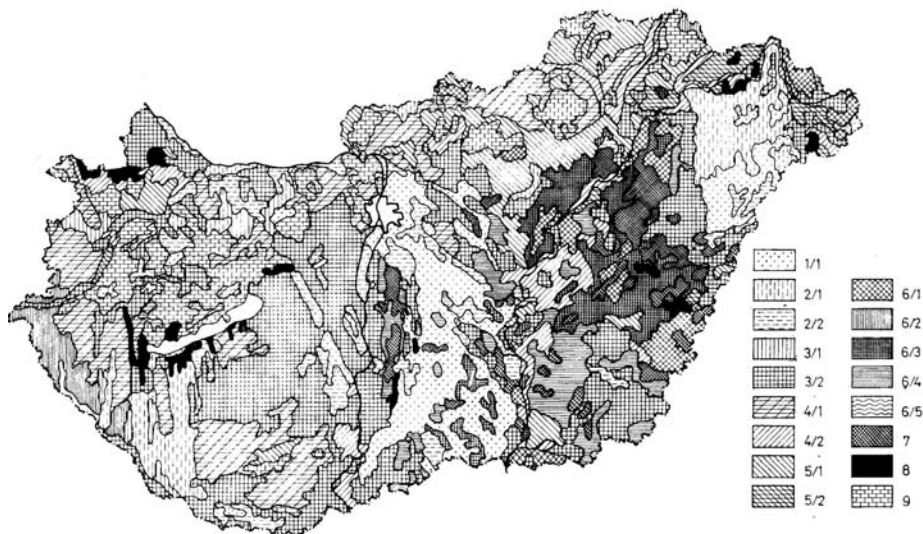


Figure 2. Hydrophysical properties of soils in Hungary, %



**Figure 3** Hydrophysical characteristics of soils in Hungary

The 9 main soil water categories are as follows: 1. Soils with very high infiltration rate (IR), permeability (P) and hydraulic conductivity (HC); low field capacity (FC); and very poor water retention (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 unfavourable water management: low IR, extremely high WR. 7. Soils with extremely unfavourable water management: very low IR, extremely low P and HC; and very high WR. 8. Soils with good IR, P and HC; and very high FC. 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, 4/1. Profile variants of category 6: 6/1: heavy-textured soils with poor structure and a compact layer formed under the influence of misguided soil management; 6/2: pseudogleys; 6/3: deep meadow solonchets, solonchets turning into steppe formation and solonchetic meadow soils (with an A horizon thicker than 15 cm); 6/4: soils with salinity/alkalinity in the deeper horizons; 6/5: peaty meadow soils.

### Soil, as the largest potential natural water storage capacity

Under the given environmental conditions it is an important fact that soil is the largest potential natural water reservoir (water storage capacity) in the Carpathian Basin. The 0–100 cm soil layer potentially may store more than half of the average annual precipitation (500–600 mm). About 50% of it is „available moisture content”.

This favourable fact is quite contrary with the high and increasing risk, hazard, frequency and duration of extreme hydrological events (flood, waterlogging, over-moistening vs. drought) sometimes in the same place in the same year (Fig. 4) (Várallyay & Farkas, 2008; Pálfi, 2000; Várallyay, 2007, 2006).

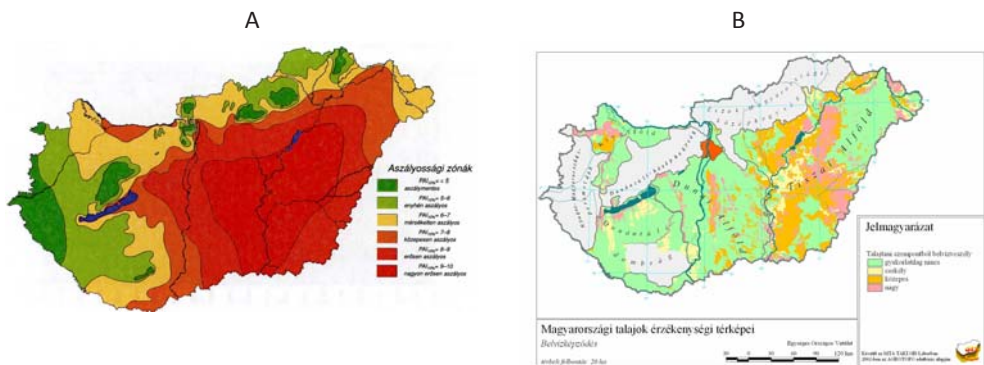
The main reasons and consequences of extreme hydrological events and soil moisture situations are as follows:

Reasons:

- high spatial (territorial) and temporal variability of atmospheric precipitation
- rain:snow –snowmelt
- relief [macro, meso, micro]
- soil
- vegetation land use

Consequences:

- water losses : E surface runoff filtration
- soil losses [O.M., nutrients]
- biota losses
- vegetation losses
- yield losses
- energy losses



**Figure 4.** Extreme hydrological and moisture situations in Hungary  
 A. Drought sensitivity. B. Water-logging hazard

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

The huge potential water storage capacity cannot be used because of the following reasons (Várallyay, 2005, 2006; Várallyay and Farkas, 2008) (Fig. 5):

- 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”;
- 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”;
- The heavy-textured cracking soils result increasing *filtration* and *evaporation losses*.

The schematic map of these situations is presented in Fig. 6.



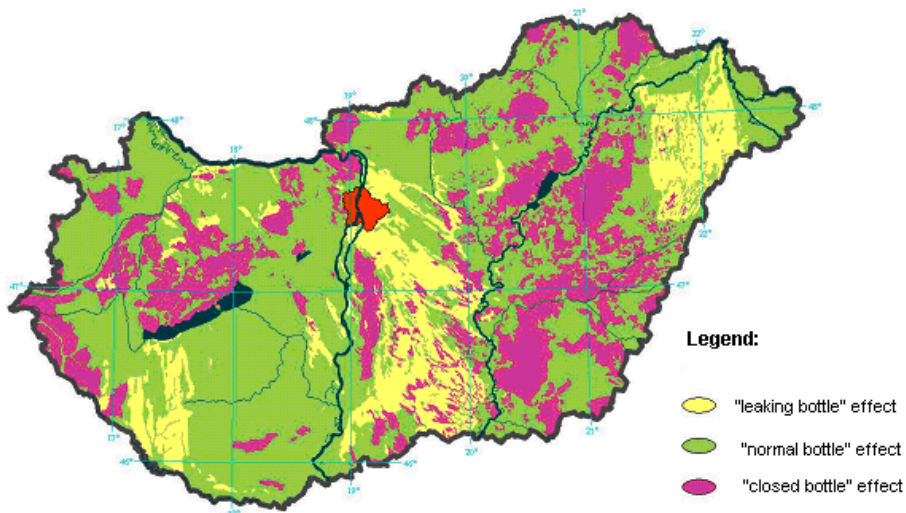
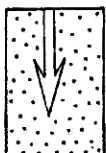


Figure 6. Main limitation of water storage in soils in Hungary

1. Limited water retention



IR, HC > FC → drought sensitivity

3. Cracking (swelling-shrinkage phenomena)

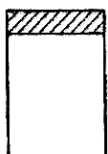


Wet conditions (swelling)

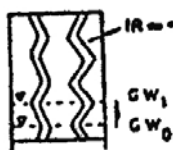
- a) high amount of clay
- b) high amount of expanding clay minerals
- c) high ESP

2. Limited infiltration, shallow wetting zone

A) Impermeable layer (crust) on the soil surface



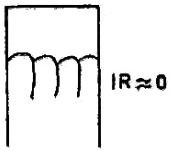
- a) cemented by salts
  - Na salts
  - gypsum
- b) compacted by improper soil management
  - over-tillage, heavy machinery
  - improper irrigation methods



Dry conditions (shrinkage, cracking)

- filtration losses
- rising water table
- too wet conditions (over-saturation, waterlogging)
- secondary salinization/alkalization from the groundwater (in case of stagnant, saline or alkaline groundwater)
- evaporation losses (drying of deep layers)

B) Impermeable layer near to the soil surface



- a) solid rock
- b) hardpans (fragipans, duripans, orstein, ironpan etc.)
- c) layer cemented by exch.  $\text{Na}^+$ , clay,  $\text{CaCO}_3$  and other factors (claypan, concretionary horizons, petrocalcic horizons, etc.)

- d) layer compacted by improper soil management (plough pans, etc.)



extreme water regime

- oversaturation (aeration problems)  
waterlogging problems  
surface runoff – water erosion
- drought sensitivity

**Figure 5.** Main reasons of extreme moisture regime

### Control of extreme soil moisture regime

The risk reduction of the unfavourable consequences of extreme hydrological events and soil moisture situations consists of three main elements:

- the reduction of evaporation, surface runoff and filtration losses (atmospheric precipitation and irrigation water);
- the increase of the available moisture content of the soil:
  - helping infiltration into the soil;
  - the increase of the water storage capacity;
  - the reduction of the immobile moisture content;
- the improvement of the vertical and horizontal drainage condition of the soil profile or the given area (prevention of over-saturation and waterlogging).

The main possibilities and methods of this moisture control are summarized in Table 1. (Birkás, 2008). Most of these „moisture management actions” are – at the same time – efficient environment control measures (Table 1.), (Várallyay, 2006, 2007, 2009).

**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 groundwater 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) (↑)	1,4,5a, 7
	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	} drainage	surface	1,2,3,5c, 6,7, 11
Subsurface		subsurface	
		} moisture control (drainage)	

\* Referring numbers: See below

Favourable environmental effects		Unfavourable environmental effects
<i>Prevention, elimination, limitation or moderation of:</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. water erosion</li> <li>1a. sedimentation</li> <li>2. secondary salinization, alkalization</li> <li>3. peat formation, waterlogging, overmoistening</li> <li>4. drought sensitivity, cracking</li> </ol>	Plant nutrient losses by: <ol style="list-style-type: none"> <li>5.a. surface runoff (→ surface waters eutrophication)</li> <li>5.b. leaching (→ subsurface waters)</li> <li>5.c. immobilization (5c)</li> <li>6. formation of phytotoxic compounds</li> <li>7. “biological degradation”</li> <li>8. flood hazard</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. overmoistening, waterlogging, peat and swamp formation, secondary salinization/alkalization</li> <li>10. leaching of plant nutrients</li> <li>11. drought sensitivity</li> </ol>

## Conclusions

Soil water management and soil moisture control are of priority significance in rational land use and sustainable soil management in the Carpathian Basin. The present and expected future increasing risk, frequency, duration and intensity of extreme (and irregular, consequently hardly predictable) climatic and hydrological events and moisture situations may result in serious (or even catastrophic) damages, unfavourable economical/ecological/ environmental/ social consequences. Permanent and efficient soil water management may help to prevent, eliminate or reduce extreme moisture situations (floods, waterlogging vs. droughts), unfavourable soil degradation processes, and their harmful consequences. The proper control measures may satisfy the preconditions of soil resilience, the “quality maintenance” of this conditionally renewable natural resource. Consequently, these are important elements of sustainable development, environment protection and the adaptation to or mitigation of climate change.

## References

- Birkás, M., (2008): Environmentally-sound adaptable tillage. Akadémiai Kiadó. Budapest. 354 pp.
- Láng, I., Csete, L. & Harnos, Zs., (1983): Agro-ecological Potential of Hungarian Agriculture. (In Hungarian) Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Pálfi, I. (Ed.), (2000): [The role and significance of water in the Hungarian Plain] (In Hungarian) Nagyalföldi Alapítvány. Békéscsaba.
- Somlyódy, L., (2000): [Strategy of Hungarian water management] (In Hungarian) MTA Vízgazdálkodási Tudományos Kutatócsoportja, Budapest. 370 pp.
- Várallyay, Gy., (1985): [Main types of water regimes and substance regimes in Hungarian soils] (In Hungarian) Agrokémia és Talajtan. 34. 267–298.
- Várallyay, Gy., (1989): Soil degradation processes and their control in Hungary. Land Degradation and Rehabilitation. 1. 171–188.
- Várallyay, Gy., (1990): Influences of climate changes on soil moisture regime, texture and erosion. In: Soils on a Warmer Earth. (Eds.: Scharpenseel, H. W., Schomaker, M. & Ayoub, A.) 39–49. Elsevier, Amsterdam.
- Várallyay, Gy., (2004): [Agro-ecological aspects of water management of soils] (In Hungarian) AGRO-21 Füzetek. No. 37. 50–70.
- Várallyay, Gy., (2005): [Water storage capacity of Hungarian soils] (In Hungarian) Agrokémia és Talajtan. 54. 5–24.
- Várallyay, Gy., (2006): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. Agrokémia és Talajtan. 55. 9–18.
- Várallyay, Gy., (2007): Extreme soil moisture regime as an increasing environmental problem in the Carpathian Basin. In: Tessedik Sámuel Főiskola Tudományos Közlemények. 7. (1) 47–54.
- Várallyay, Gy., (2009): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. In: Pollution and Water Resources. Columbia University Seminars Proceedings. Vol. XXXVIII-XXXIX. Scientific and Social-Institutional Aspect of Central Europe and USA. (Ed.: Halasi-Kun, G. J.) 181–208. Columbia University Seminars.
- 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.
- 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.

**Sažetak****Gospodarenje vodom tla kao bitan čimbenik u očuvanju okoliša Karpatske kotline**

Prirodni uvjeti (klima, voda, tlo i biološki resursi) Karpatske kotline su općenito povoljni za uzgoj biljaka koje imaju veće potrebe za vodom. Ti uvjeti pokazuju ekstremno visoke, nepravilne, i teško predvidljive prostorne i vremenske promjene; osjetljivo reagirajući na stres izazvan prirodnim ili antropogenim djelovanjem. Glavna ograničenja su: vrlo ekstreman vodni režim, procesi degradacije tla i nepovoljne promjene u biogeokemijskom kruženju elemenata, posebno biljnih hraniva i toksičnih elemenata. Prema klimatskoj prognozi, učestalost, frekvencija, trajanje i "ozbiljnost" ekstremnih uvjeta (poplava, zadržavanje vode na površini, prevlaživanje, suša) će se povećavati i mogu se dogoditi u istoj godini na istom mjestu, uzrokujući gubitke u prinosu, hranivima, biljnoj masi, organskoj tvari, tlu, vodi, energiji; i neželjene posljedice po okoliš. U takvim uvjetima, činjenica da tlo ima visok vodni kapacitet (350-400 mm/u sloju 0-100 cm) ima velik značaj. U mnogim slučajevima, taj visoki vodni kapacitet ne može biti efikasno iskorišten zbog ograničene infiltracije, slabog zadržavanja vode i slabog retencijskog kapaciteta tla za vodu. Iz navedenog se može zaključiti kako su glavni čimbenici efikasnog gospodarenja vodom u tlu: poboljšavanje infiltracije i zadržavanje vode u biogenom sloju tla. Ti zahvati smanjuju eroziju tla, gubitke vode evaporacijom i filtracijom; poboljšavaju opskrbljenost biljaka vodom; smanjuju rizik štetnih posljedica što dovodi do degradacije i zagađenja tla.

**Ključne riječi:** ekstremni hidrološki uvjeti, zadržavanje vode, osjetljivost na sušu, kontrola vlažnosti tla, degradacija tla.

## Granulometrijski sastav i poprečna raspodjela kompaktnog mineralnog gnojiva

Jan Turan<sup>1</sup>, Pavol Findura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, Srbija, (jturan@polj.uns.ac.rs)

<sup>2</sup>Poljnohospodarska univerzita, Nitra, Trieda A. Hlinku 2, Slovačka Republika

### Sažetak

Poprečna raspodjela mineralnog gnojiva ima utjecaj na ravnomjeran prinos poljoprivrednih kultura. Smatra se da veća neravnomjernost preko 15% utječe na prinos poljoprivrednih kultura. Institut za poljoprivrednu tehniku, pri Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, u suradnji s Poljoprivrednim Univerzitetom u Nitri, Slovačka Republika, postavio je istraživanje i ispitao rad rasipača s klatećom cijevi u poljskim uvjetima pri radu s kompaktnim gnojivom NPK formulacije 15:15:15. Specifičnost kompaktnog gnojiva je ekološki način proizvodnje bez kemijskih reakcija i zagađivanja životnog okoliša. Radom su obuhvaćeni rezultati granulometrijskog sastava i poprečne raspodjele kompaktnog mineralnog gnojiva. Rezultati su prezentirani dijagramima, te su komentirani i izvučeni adekvatni zaključci. Analizom gnojiva uočena je znatna nepravilnost oblika granula. Ovakvo stanje ima utjecaj na sipkost materijala (gnojiva), odnosno na brzinu gravitacijskog protoka-pada kroz dozirni uređaj rasipača odnosno na samu normu gnojidbe tj. smanjenje norme gnojidbe.

**Ključne riječi:** mineralno gnojivo, norma, granula, frakcija

### Uvod

Za proizvodnju jednog kilograma gnojiva potrebno je oko 65 MJ energije (Mudahar, 1987.). Unapređenjem proizvodnje i uvođenjem novih tehnologija proizvodnje mineralnih gnojiva, utrošak energije se smanjuje na 45 MJ (Martinov, 2002.), i pored toga proizvodnja gnojiva je još uvijek najveći potrošač energije u poljoprivrednoj proizvodnji. Zbog gore iznesenog neophodno je da raspodjela mineralnog gnojiva bude po mogućnosti idealna na cijeloj tretiranoj površini. Pri čemu se u suvremenim uvjetima primjene GPS tehnologije pribjegava variranju norme gnojidbe u zavisnosti od potreba mikrolokaliteta na parceli (Jurišić, 2009.).

U preporuci grupe autora (Lazić, 1994. i Turan, 2010.) ističe se da razvoj rasipača mineralnog gnojiva zahtjeva usavršavanje uređaja za doziranje i raspodjelu po površini, te da je neophodno opremanje rasipača s automatskom kontrolom podešavanja norme gnojidbe (mini kompjuter). Poprečna raspodjela mineralnog gnojiva ima utjecaj na ravnomjeran prinos poljoprivrednih kultura. Smatra se da veća neravnomjernost preko 15% utiče na prinos poljoprivrednih kultura (Banai, 2009.; Persson, 2000.; Turan, 2008., 2009.).

Institut za poljoprivrednu tehniku, pri Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, u suradnji s Poljoprivrednim univerzitetom u Nitri, Slovačka Republika, postavio je istraživanja i ispitao rad rasipača s klatećom cijevi u poljskim uvjetima pri radu s kompaktnim gnojivom NPK formula-cije 15:15:15. Specifičnost kompaktnog gnojiva je ekološki način proizvodnje bez kemijskih reakcija i zagađivanja životne sredine.

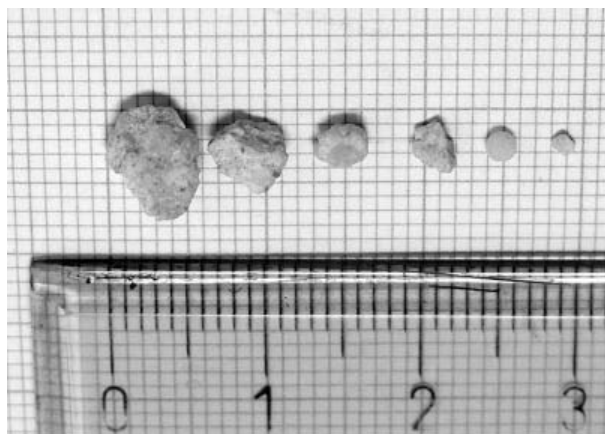
## Materijal i metode rada

### *Uvjeti ispitivanja*

Ispitivanje je obavljeno u terenskim uvjetima na parceli Naučnog instituta za ratarstvo i povr-tarstvo iz Novog Sada. Na parceli je predusjev bila soja, pri čemu su žetveni ostaci uklonjeni s parcele. Brzina i pravac vjetra mjereni su elektronskim anemometrom DA 4000, u trenutku rada agregata odnosno u trenutku uzorkovanja, pravac vjetra utvrđivan je vjetrovljokom. Brzina vjetra je bila 1,2 m/s. Uzorci su uzimani pri djelovanju vjetra leđno i frontalno. U ispitivanju je korišten rasipač s klatećom cijevi radnog zahvata 12 m i radne zapremine 500 kg. Rasipač je agregiran s traktorom u tri točke (nošeni). Radni organ za razbacivanje gnojiva je podešen po horizontali i vertikali na traktoru simetrično u odnosu na uzdužnu os traktora. Visina radnog organa je podešena na 72 cm s prednje i zadnje strane (Čuljat, 1993.). Radna brzina rasipača je bila 5 km/h dok je PV imalo 540 o/min.

### *Materijal ispitivanja*

U ispitivanju je korišteno kompaktno mineralno gnojivo sastava NPK 15:15:15.



**Slika 1.** Ispitivano gnojivo

Tijekom ispitivanja od opreme na parceli korišteno je: digitalni anemometar DA 4000, mjerna traka (30 m), dvometar, vizir motke, mjerne posude, plastične vreće, flomaster - marker, foto-aparat, diktafon. Mjerne posude su kutije dimenzija 50 x 50 cm a dubine 10 cm, s pregradama u obliku saća visine 8 cm. U laboratorijskim ispitivanjima korištena je sljedeća oprema: elektronska vaga, sita i PC računar. Elektronska vaga je bila preciznosti 0.01 g., sita su bila s kružnim otvorima promjera 1, 2, 3, 4 i 5 mm, dok je PC računar opremljen sa licenciranim *office* i *draw* softverskim paketima.

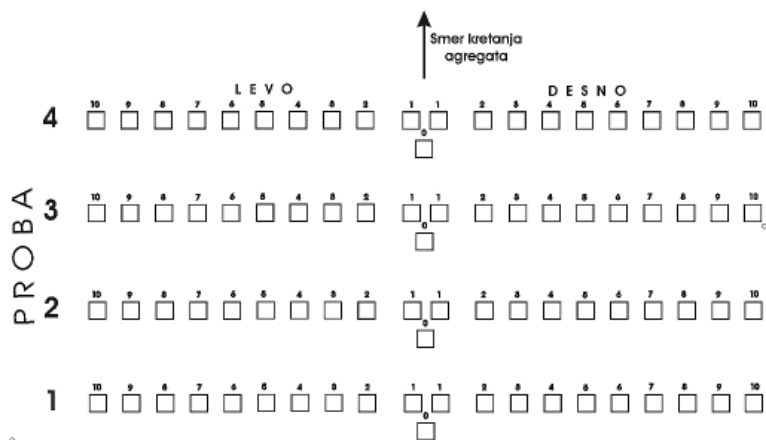
### Utvrđivanje granulometrijskog sastava gnojiva

Uzorak je uzet iz mase namijenjene za utvrđivanje poprečne raspodjele gnojiva. Uzorak veličine 5 kg propušten je kroz sustav sita i poslije toga je gnojivo sa svakog sita zasebno mjereno na elektronskoj vagi. U postupku utvrđivanja granulometrijskog sastava primijenjen je standard PrEN 13739.

### Utvrđivanje poprečne raspodjele granula

Za uzorkovanje poprečne raspodjele ravnomjernosti rasporeda mineralnog gnojiva po radnom zahvatu rasipača korišteno je 84 posuda. Posude su postavljane u četiri reda s napomenom da je u sredini ostavljen prostor za prolaz agregata za rasipanje. Na ovaj su način osigurana četiri uzorka s jednim prohodom.

Na terenu su postavljene posude za uzorke po shemi prikazanoj na Slici 2. i prolazi agregata pri čemu je rasuto gnojivo padalo u posude, koje su zatim istresane u posebne vrećice koje su označavane radi dalje laboratorijske obrade na elektronskoj vagi preciznosti 0.01 g. Mjerila se brutto masa uzorka, a tijekom obrade podataka na računaru oduzimana je tara, odnosno masa vrećice. Uzorak iz jedne vrećice predstavljao je masu gnojiva s 0.25 m<sup>2</sup>, koja se potom matematičkim relacijama svodila na normu gnojidbe po hektaru (kg/ha). Uzorak iz svake vrećice se propuštao kroz sustav sita radi određivanja poprečne raspodjele pojedinih frakcija gnojiva.



Slika 2. Shema rasporeda posuda za sakupljanje uzoraka

## Rezultati i rasprava

### Granulometrijski sastav gnojiva

Granulometrijski sastav mjereno je u laboratorijskim uvjetima i prikazan na Slici 3. Ovi podaci daju uvid u veličinu granula, oblik granula i postotni udio pojedinih frakcija u samom gnojivu. Ispitivanjem je izdvojeno šest frakcija (Slika 1.).

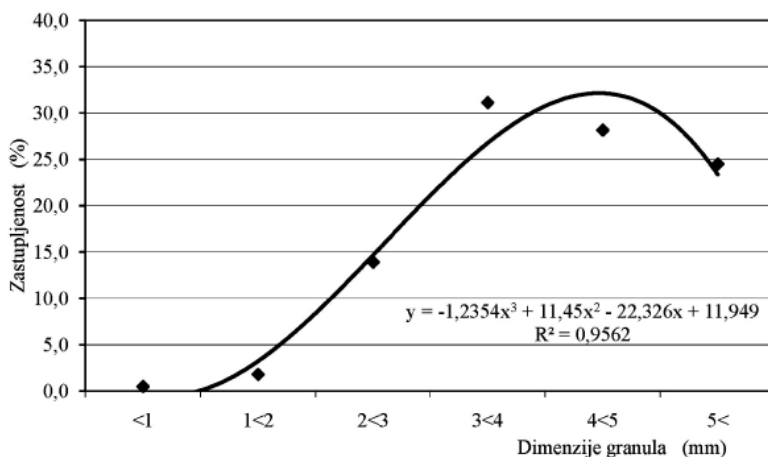
Analizom Slike 3. uočava se da uzorak kompaktnog mineralnog gnojiva (markeri) ima manju zastupljenost manjih frakcija i da dominiraju frakcije veličine preko 4 mm odnosno čak 24,5% masenog udjela otpada na frakciju preko 5 mm. Na dijagramu je prikazana polinomna krivulja uzorka s koeficijentom  $R^2$  od 0.9562.



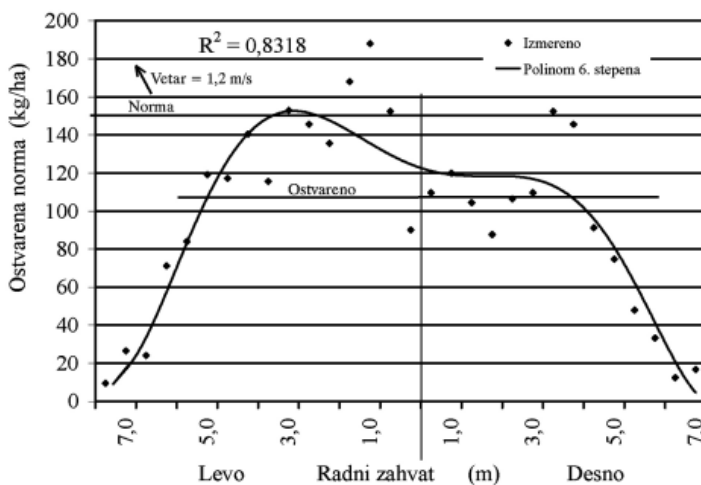
### Poprečna raspodjela granula

Analizom obrađenih rezultata (Slika 4.) zapaža se ujednačenost na djelu dijagrama u dijapozonu 5+5 m lijevo i desno od simetrale agregata, što se tumači specifičnošću mehanizma rasipača. Utjecaj vjetera u vrijeme rada uzrokuje je razliku lijeve i desne strane dijagrama rasipanja. Norma gnojidbe bila je podešena na 150 kg/ha za mineralno gnojivo tipa kuglice i ostvarena je na 114 kg/ha pri radnom zahvatu od 12 m (6+6 m). Neostvarivanje norme objašnjava se nepravilnim oblikom granula (Slika 1.) i visokim masenim udjelom (preko 24%) čestica veličine preko 5 mm (Slika 3.), što ima za posljedicu smanjenu sipkost granula.

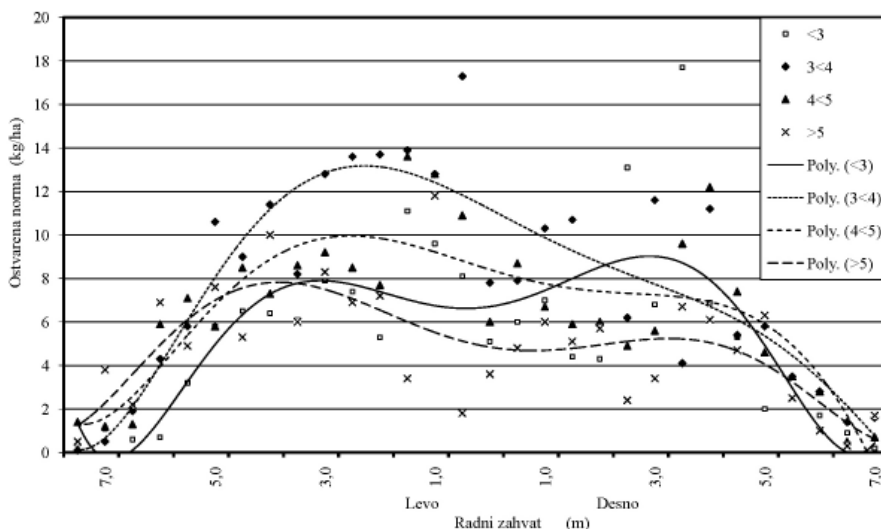
Granulometrijskom analizom pojedinih uzoraka i statističkom obradom podataka o količini i sastavu uzoraka konstruiran je dijagram (Slika 5.). Raspodjelom pojedinih frakcija po radnom zahvatu rasipača stiže se utisak da na sve frakcije ima utjecaj pravac i intenzitet vjetera. Krivulje matematičkih simulacija raspodjele pojedinih frakcija su polinomi 6. stupnja.



Slika 3. Granulometrijski sastav kompaktnog mineralnog gnojiva



Slika 4. Poprečna raspodjela gnojiva, teoretska i ostvarena norma



Slika 5. Poprečna raspodjela pojedinih frakcija gnojiva

## Zaključci

Granulometrijski sastav je neujednačen. Ovo treba imati u vidu pogotovo ako se uzima u obzir važeći standard koji propisuje da u granici od 1 do 5 mm bude 95% masenog udjela gnojiva. Analizom gnojiva uočena je znatna nepravilnost oblika granula. Ovakvo stanje ima utjecaja na sipkost materijala (gnojiva), odnosno na brzinu gravitacionog protoka-pada kroz dozirni uređaj rasipača, odnosno na samu normu gnojidbe tj. smanjenje norme gnojidme. Ovim putem se predlaže kemijska analiza pojedinih frakcija gnojiva. Poprečna raspodjela je pokazala značajna odstupanja i različitost u pogledu norme gnojidbe.

Analizom poprečne raspodjele granula dolazi se do podatka da nije ostvarena norma gnojidbe. U toku samog rada-ispitivanja na terenu uočeno je da krupnije čestice-granule imaju veći domet od sitnijih, što je kasnijom laboratorijskom masenom analizom uzoraka i potvrđeno. Za ravnomjerniju raspodjelu neophodno je osigurati granulometrijski sastav gnojiva koji odgovara propisanom standardu s dominacijom granula 2-4 mm i to geometrijskog oblika kuglice. Ovaj geometrijski oblik ima veću sipkost, a i svi uređaji za rasipanje mineralnih gnojiva prilagođeni su materijalu ove sipkosti.

## Napomena

Ovaj rad je dio istraživanja na projektima:

1. „Unapređenje i očuvanje poljoprivrednih resursa u funkciji racionalnog korišćenja energije i kvaliteta poljoprivredne proizvodnje. Evidencioni broj projekta: TP 20076, koji finansira Ministarstvo za nauku Republike Srbije.
2. The increase of agricultural soil productivity in a function of sustainable development., I.N.SK-SRB-0014-09, Slovak-Serbian Research and Development Cooperation.

## Literatura

- Čuljat M. Gašpar I. Duvnjak V. 1993. Raspodjela mineralnih gnojiva, *Agrotehničar*, 1-2: 25-28.
- Lazić V, Turan J. 1994. Izbor mašina za đubrenje semenskog kukuruza. In proc: *Mehanizovana proizvodnja semenskog kukuruza*. Monografija. Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, Pobjeda-Holding DD, Novi Sad, 84-88.
- Martinov, M., Konstantinović, M.: Pravilna raspodjela mineralnog hraniva, *Revija Agronomska saznanja*, 12(2002)6. s. 12-14.
- Mudahar, M.S., Hignett, T.P.: Energy requirements, technologz and recources in the fertiliser sector. *Energy in Plant Nutrition and and Pest Control, Energz in Agriculture*, 2. Elsevier, Amsterdam, p. 1-23.
- Persson, K.: New results of testing fertiliser spreaders, *Agricultural Engineering*, 6(2000)1-4, s. 1-9.
- Standard prEN 13739-1. Agricultural and forestry machinery-broadcasters and full width distributors for solid fertiliser - Environmental preservation - Part 1: Requirements.
- Standard prEN 13739-2. Agricultural and forestry machinery-broadcasters and full width distributors for solid fertiliser - Environmental preservation - Part 2: Test methods.
- Banaj Đ, Kovačević V, Tadić V. (2009). Bogballe Spreader Testing Using Croatia Produced Fertilizers, CIGR Section V, Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural Systems, Rosaio, Argentina.
- Jurišić M, Plaščak I. (2009). Geoinformacijski sustavi, GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša, *Poljoprivredni fakultet u Osijeku*.
- Turan, J, Findura, P. (2009): Preklapanje prohoda pri raspodeli mineralnog đubriva, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 35(1-2): 9-15.
- Turan, J, Findura, P. Ucelja, D. (2010): Uticaj vlažnosti na ugao nasipanja mineralnog đubriva, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 36(1): 32-38.
- Turan J, Kosovac M.: Poprečna distribucija mineralnog đubriva, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 34(2008)1-2, s. 40-46.

## Abstract

### Composition and transverse distribution of compact fertilizer

Transverse distribution of mineral fertilizer impacts the even yield of agricultural crops. It is considered that unevenness in excess of 15% influences yield. The Institute for Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture in Novi Sad, in cooperation with University of Agriculture in Nitra, Republic of Slovakia, set up an experiment in order to test the operation of spreader with swinging distributor pipe in field conditions with compact fertilizer NPK, formulation 15:15:15. Specific trait of compact fertilizer is the ecological method of production without the use of chemical reactions and environment pollution. The paper encompasses the results of granulometric composition measurements, and transversal distribution of compact mineral fertilizer. The results are presented with charts, explained, and documented with adequate conclusion. Analyzing the fertilizer significant irregularity of granule shape has been noticed. This condition has influence to a filling of material (fertilizer) and to a gravitational flow rate speed-fall thru a spreader hopper and to a fertilizing norm i.e. reducing a fertilizing norm.

**Keywords:** fertilizer, norm, granule, fraction

# Section I




---

---

## **climate – water – plant** **klima – voda – biljka**

### **chairmen / moderators**

1. Vesna VUKADINOVIĆ
  2. Zoran DUMANOVIĆ
  3. Marijana TUČAK
- 



## The alteration of phytic phosphorus content in maize inbred lines, caused by post-emergence herbicides

Dragičević Vesna, Simić Milena, Stefanović Lidija, Sredojević Slobodanka,  
Dumanović Zoran

*Maize Research Institute, Zemun Polje, S. Bajića 1, 11185 Belgrade-Zemun,  
Serbia (vdragicevic@mrizp.rs)*

### Abstract

High weed infestation of seed crops often makes difficult measures that should be performed at the optimum time, hence a post-emergence herbicides have become the usual way of weed control in maize seed crops. The aim of this study was to examine the effects of four post-emergence herbicides, on the contents of fresh matter and phytic phosphorus of plants in 4-6 leaves phenophase, as well as EWRC evaluation on the grain yield of 10 commercial ZP maize inbred lines. The obtained results show that inbred plants have a broad range of responses to herbicide application. Meanwhile, foramsulphuron expressed negative influence on maize inbreds: decrease in the fresh matter of shoots, high EWRC values and lower grain yield, evidencing about the permanent stress present during vegetation. Tembotrione+isoxadiphen-ethyl and topramezone expressed relative positive effect on observed parameters, indicating the presence of temporary stress, or even stimulation (significantly higher fresh matter of shoots and grain yield). The phytic phosphorus had slightly been increasing in foramsulphuron treatment, while it had significantly been decreasing in tembotrione+isoxadiphen-ethyl and topramezone treatments, indicating its importance as part of in detoxifying mechanisms.

**Keywords:** maize, inbred lines, herbicides, phytic phosphorus, EWRC evaluation, yield

### Introduction

Maize seed production is complex. Inbred lines are susceptible to various stress conditions. Special attention has been giving to weed control. Since higher weed infestation of seed crops often makes various measures difficult that should be performed in optimum time, post-emergence herbicides has become the usual way of weed control. The application of herbicides might result in some cases of temporary or permanent stress, depending on the characteristics of the product and environment. Temporary stress allows rapid plant recovery from stress damage, while permanent stress involves yield losses (de Carvalho et al., 2009), including drying and death of crop plants (Stefanovic et al., 2007). It is well known that herbicides and their residues could significantly increase production of reactive oxygen species in weeds, as well as in crops (De Prado et al., 1999; Shaner 2003; Luo et al., 2004; Taylor et al., 2005). The tolerance

mechanisms include fast activation of antioxidants, what means a diminishing or shortening of the existing stress and provides for a normal yield at the end of vegetation. Phytate represent ubiquitous phosphorus storage in plants. Irrespective to its main function, its protective role is lesser known. Phytate could serve as antioxidant in animal and plant tissues (Graf et al., 1987; Graf and Eaton, 1990; Doria et al., 2009), as well as it could present precursor in ascorbate synthesis (Zhang et al., 2008). The aim of this study was to examine the effects of the four post-emergence herbicides on the content of fresh matter and content of phytic phosphorus of plants in 4-6 leaves phenophase, as well as at the EWRC evaluation and the grain yield of 10 commercial ZP maize inbred lines.

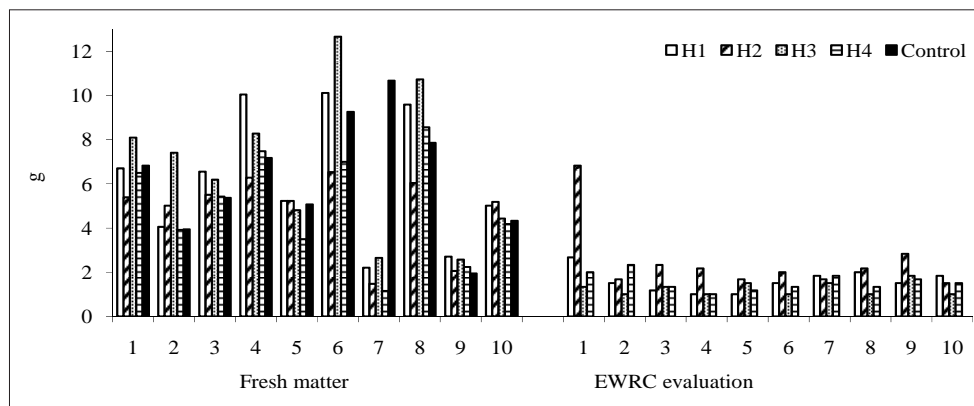
## Material and methods

Field experiment were conducted during 2008 at the Maize Research Institute, on a slightly calcareous chernozem soil type. Winter wheat was used as a preceding crop. Effects of the herbicides' application on ten ZP maize inbred lines were observed in the trial. The main plots encompassed one 10 m row of each inbred line, while subplots included a four post-emergence herbicides and a control, without the herbicide application. Inbred lines were sown manually on April 12, while herbicides were applied in the 4-6-leaf stage of maize. The following herbicides were applied: nicosulphuron (H1) in the amount of 50.0 g a.i. ha<sup>-1</sup>, foramsulphuron (H2) in the amount of 50.0 g a.i. ha<sup>-1</sup>, tembotrione+isoxadiphen-ethyl (H3) in quantities of 88+44 g ha<sup>-1</sup> a.i. and topramezone (H4) in the amount of 67.2 g a.i. ha<sup>-1</sup>. The trial also encompassed the control, in which herbicides were not applied. The fresh matter of shoots and phytic phosphorus content (Jočić, 1995) were determined 48 hours after the herbicide application, while phytotoxicity was estimated by EWRC evaluation (European Weed Research Council, Feldfersuche, 1975) 21 days after herbicide application. The grain yield was measured at the end of a vegetation and calculated with 14% of moisture. Obtained data were statistically processed by the analysis of variance (ANOVA), while differences of means were determined by the LSD test at the 0.05 probability level. Meteorological data point out that the total precipitation during growing season (April-October) was 168.2 mm, with the maximum, recorded in July (46.2 mm), while average temperature was 19.9°C.

## Results and discussion

Gained results point out to a great variation in values for the fresh matter of the plant shoots in observed ZP maize inbreds (Figure 1). The application of nicosulfuron and tembotrione+isoxadiphen-ethyl induced increase of fresh matter in most of the inbreds, in comparison to control (up to 29% in L4 and 47% in L2). At the same time, foramsulphuron increased fresh matter of L2, L3, L5, L9 and L10 (up to 21%), while topamezone increased fresh matter of L3, L4, L8 and L9 (up to 14%). This could be tied to higher tolerance, as well as dose response stimulation of noted inbreds (Baur et al., 1970; Streibig 2003).

The decrease of fresh matter, induced by foramsulphuron and topamezone, was present in L6 and L7 in higher degree, down to 86 and 89%, respectively. It was remarkable that L7, inbred with the highest fresh matter of shoots in control, expressed highest sensitivity to all herbicides, decreasing its fresh matter down to 89%, in topamezone treatment, irrespective to relative low EWRC values (below 2). Otherwise, fresh matter of shoots of L3 and L9 was increased under all herbicide treatments, but in lesser degree (18 and 28%, respectively). The EWRC evaluation displayed that highest damaging effect was under foramsulphuron treatment (over 2), what correlates with lower yield and indicates presence of permanent stress during vegetation (de Carvalho wet al., 2009). The application of nicosulphuron induced intensive damage



**Figure 1.** The effects of applied herbicides on the fresh matter of maize shoots and EWRC evaluation; H1 – nicosulphuron, H2 – foramsulphuron, H3 – tembotrione + isoxadiphen-ethyl, H4 - topramezone

on L1 and topramezone on L2, evidencing about higher sensitivity of these two inbreds to nicosulphuron and topramezone. The application of tembotrione+isoxadiphen-ethyl induced lesser damages (EWRC < 2) on all inbreds.

**Table 1.** The effects of applied herbicides on grain yield ( $t\ ha^{-1}$ ); H1 – nicosulphuron, H2 – foramsulphuron, H3 – tembotrione + isoxadiphen-ethyl, H4 - topramezone

	H1	H2	H3	H4	Average	Control
Phytic P content ( $mg\ P\ g\ DW^{-1}$ )						
L1	2.67	2.62	2.42	2.50	2.55	2.73
L2	2.47	2.76	1.99	1.39	2.15	2.57
L3	2.65	3.05	2.32	1.95	2.49	3.04
L4	3.89	4.04	3.83	3.60	3.84	3.91
L5	3.64	3.81	3.04	2.86	3.34	3.48
L6	3.90	4.15	3.64	3.71	3.85	3.87
L7	3.58	3.53	2.89	2.93	3.23	3.46
L8	3.51	3.74	3.08	2.92	3.32	3.46
L9	3.55	4.02	3.32	3.16	3.52	3.92
	3.79	4.11	3.44	3.49	3.71	4.02
Average	3.37	3.58	3.00	2.85	3.20	3.45
LSD 0.05	Genotype 0.12		Herbicide 0.36		Interaction 0.41	
Grain yield ( $t\ ha^{-1}$ )						
L1	2.69	0.86	2.91	3.11	2.39	3.21
L2	3.26	3.26	5.05	5.04	4.15	3.85



L3	3.99	4.83	4.61	4.03	4.37	4.65
L4	4.71	3.66	4.99	4.79	4.54	4.67
L5	6.75	6.46	6.51	6.67	6.60	6.14
L6	0.21	0.27	0.86	0.66	0.50	0.58
L7	2.73	2.28	3.19	3.20	2.85	2.94
L8	8.43	7.31	8.07	7.57	7.85	8.13
L9	4.58	4.03	4.77	3.89	4.32	4.38
	8.53	8.77	8.99	8.07	8.59	9.19
Average	4.59	4.17	4.99	4.70	4.61	4.77
LSD 0.05	Genotype 0.30		Herbicide 0.63		Interaction 0.65	

Such negative effect of foramsulphuron on inbreds corresponds with increased content of phytic P found in plant shoots (table 1.), but only for 4%, in comparison to control. The noted results partially correspond with results of Ormrod and Williams (1960), which observed ascending level of acid soluble organic phosphorus (mostly consisted of phytate) induced by increased doses of 2,4-D in *Trifolium hirtum* All. The other herbicide treatments induced decreasing trend of phytic P content: topramezone and tembotrione+isoxadiphen-ethyl significantly. It was interesting to underline that topramezone and tembotrione+isoxadiphen-ethyl in L1, L2 and L3 induced largest decrease of phytic P (19 and 30% in average), compared to control. Considering such situation, together with lowest EWRC values and increased fresh matter of shoots, it could be connected to positive impact of phytate to stress tolerance, owing to its antioxidant role (Graf et al, 1987, Graf and Eaton, 1990) or through its role in the ascorbate biosynthesis (Zhang et al, 2008). This was specially underlined in L2, where yield was averagely higher to 1.2 t ha<sup>-1</sup> in topramezone and tembotrione+isoxadiphen-ethyl treatments.

The grain yield of ZP maize inbreds also varied over genotypes and applied herbicides (table 1.). Irrespective to generally decreasing trend in grain yield in all herbicide treatments, average differences were not significant. On the other hand, only in L1 and L10, average yield was significantly lower under herbicide treatments (about 0.82 and 0.60 t ha<sup>-1</sup>, respectively) compared to control. Opposite to that, significant increase of grain yield was averagely higher in L2 and L5 (about 0.30 and 0.45 t ha<sup>-1</sup>, respectively). Foramsulphuron has induced yield decrease of most inbreds (significantly of L1, L4, L7 and L8) indicating permanent stress present in inbred plants (de Carvalho et al., 2009). Meanwhile, tembotrione+isoxadiphen-ethyl and topramezone increased grain in majority of genotypes (up to 1.20 t ha<sup>-1</sup> in L2).

## Conclusion

Based on obtained results it could be concluded that foramsulphuron generally pointed negative influence on ZP maize inbreds, during 2008, expressed through lowering in the fresh matter of shoots, high EWRC values and lower grain yield, evidencing about the permanent stress present during vegetation. On the other hand, tembotrione+isoxadiphen-ethyl and topramezone expressed relative positive effect on observed parameters, indicating the presence of temporary stress, or even stimulation (significantly higher fresh matter of shoots and grain yield). It is important to emphasize that phytic P increased slightly in foramsulphuron treatment, while it significantly decreased in tembotrione+isoxadiphen-ethyl and topramezone treatments, indicating its importance in detoxifying mechanisms.

## Acknowledgments

This study as a part of a scientific project “Development of Maize Cropping Technology with an Ecological Approach” (Reg. No. TR-20007) is supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

## References

- Baur J.R., Bovey R.W., Benedict C.R. (1970): Effect of Picloram on growth and protein levels in herbaceous plants. *Agron. J.* (62): 627-630.
- De Prado J.L., De Prado R.A., Shimabukuro R.H. (1999): The effect of Diclofop on membrane potential, ethylene induction, and herbicide phytotoxicity in resistant and susceptible biotypes of grasses. *Pest. Biochem. Physiol.* (63): 1-14.
- de Carvalho S.J.P., Nicolai M., Ferreira R.R., de Oliveira Figueira A.V., Christoffoleti P.J. (2009): Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. (66): 136-142.
- Doria E., Galleschi L., Calucci L., Pinzino C., Pilu R., Cassani E., Nielsen E. (2009): Phytic acid prevents oxidative stress in seeds: evidence from a maize (*Zea mays* L.) low phytic acid mutant. *J. Exp. Bot.* (3): 967-978.
- Feldfersuche Manuel (1975): Ciba-Geigy AD, Basel, Switzerland.
- Graf E.S., Le Empson K., Eaton J.W. (1987): Phytic Acid - a natural antioxidant. *J. Biol. Chem.* (262): 11647-11650.
- Graf E., Eaton J.W. (1990): Antioxidant functions of phytic acid. *Free Rad. Biol. Med.* (8): 61-69.
- Jočić N. (1996): Ispitivanje sadržaja rastvorljivog fitina u semenu hibrida kukuruza F1 generacije u fazi mirovanja. Specijalistički rad, Hemijski fakultet, Beograd
- Luo X.-Y., Sunohara Y., Matsumoto H. (2004): Fluazifop-butyl causes membrane peroxidation in the herbicide-susceptible broad leaf weed bristly starbur (*Acanthospermum hispidum*). *Pest. Biochem. Physiol.* (78): 93-102.
- Ormrod D.P., Williams W.A. (1960): Phosphorus metabolism of *Trifolium Hirtum* All. as affected by 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and gibberellic acid. *Plant Physiol.* (35): 81-87.
- Shaner D.L. (2003): Herbicide safety relative to common targets in plants and mammals *Pest. Manag. Sci.* (60): 17–24.
- Stefanović L., Simić M., Rošulj M., Vidaković M., Vančetović J., Milivojević M., Mišović M., Selaković D., Hojka Z. (2007): Problems in weed control in Serbian maize seed production. *Maydica.* (52): 277-280.
- Streibig, J.C. (2003): Assessment of herbicide effects. ([http://www.ewrs.org/et/docs/Herbicide\\_interaction.pdf](http://www.ewrs.org/et/docs/Herbicide_interaction.pdf))
- Taylor N.L., Heazlewood J.L., Day D.A., Harvey Millar A. (2005): Differential impact of environmental stresses on the pea mitochondrial proteome. *Molecular & Cellular Proteomics* (4.8): 1122-1133.
- Zhang W., Gruszewski H.A., Chevone B.I., Nessler C.L. (2008): An Arabidopsis purple acid phosphatase with phytase activity increases foliar ascorbate. *Plant Physiology.* (146): 431–440.

**Sažetak****Promjene sadržaja fitinskog fosfora u inbred linijama kukuruza pod utjecajem herbicida apliciranih nakon nicanja**

Visoka zakorovljenost sjemenskih usjeva otežava primjenu mjera uzgoja koje je potrebno izvesti u optimalnim rokovima, tako da je upotreba herbicida nakon nicanja usjeva postala jedna od uobičajenih mjera u kontroli korova u usjevu kukuruza. Cilj istraživanja je bio ispitati utjecaj četiri herbicida koji se apliciraju nakon nicanja na sadržaj svježe tvari i fitinskog fosfora kod biljaka u fenofazi 4-6 listova, kao i EWRC ocjenu na prinos zrna kod 10 komercijalnih ZP linija kukuruza. Rezultati su pokazali da biljke imaju širok raspon odgovora na herbicide. Foramsulfuron je djelovao negativno na linije, smanjujući svežu masu izdanka i prinos, uz povećanje EWRC vrijednosti, što ukazuje na permanentan stres tijekom vegetacije. Tembotrion+izoksadifen-etil i topramezon su pokazali relativno pozitivan utjecaj na promatrane parametre, ukazujući na privremeni stres ili čak stimulaciju (značajno veća svježa materija izdanka i prinos zrna). Fitinski fosfor je neznatno povećan u tretmanu sa foramsulfuronom, dok je značajno smanjen u tretmanima s tembotrion+izoksadifen-etil i topramezonom, ukazujući na njegov značaj u okviru mehanizama detoksikacije.

**Ključne riječi:** kukuruz, inbred linije, herbicidi, fitinski fosfor, EWRC ocjena, prinos

## Irrigation, nitrogen fertilization and genotype impacts on oil status in maize grain

Josipović Marko<sup>1</sup>, Kovačević Vlado<sup>2</sup>, Brkić Ivan<sup>1</sup>, Marković Monika<sup>2</sup>,  
Sudar Rezica<sup>1</sup>, Šoštarić Jasna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Agricultural Institute in Osijek, J. predgrađe 17, 31000 Osijek, Croatia, (markoj@poljinis.hr)*

<sup>2</sup>*University of J.J. Strossmayer, Trg Sv. Trojstva 3, 31 000 Osijek, Croatia*

### Abstract

Influences of irrigation rates (A1 = non-irrigated, A2 = irrigation starting on level of 60% field water capacity or FWC; A3 = irrigation starting on level of 80% FWC), nitrogen (N) fertilization (0, 100 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>, for the B1, B2 and B3, respectively) and genotype (maize hybrids: OSSK 596, OSK 617, OSSK 602 and OSSK 552) on oil content in maize grain were tested under field conditions on Osijek eutric cambisol during four growing seasons (2006-2009). Depending on the year, oil contents in maize grain were in ranges from 3.44% to 4.20%, irrigation effects resulted by non-significant differences, N fertilization increased oil contents only in 2007 (3.54% and 3.66%, for the control and B3, respectively), while differences among the hybrids were mainly significant but under considerable environmental influences.

**Keywords:** irrigation of maize, nitrogen fertilization, oil content

### Introduction

Maize (*Zea mays L.*) is one of the most important cereal crop grown in Croatia. There was 872 156 ha of arable lands in year 2009, and almost 65.5% (571 526 ha) from this amount goes to cereal production. In period from 1988 to 2008 in Croatia maize was planted on 358700 ha with average grain yield 5.66 t ha<sup>-1</sup> (Croatian Statistics Bureau 2009). Although, high grain yield is main production goal, enhancement of composition and quality of maize grain receive recently greater attention in research efforts (Farnham et al. 2003). The most important grain composition traits are starch, oil and protein concentration. More than 80% of produced maize has been used for animal feeding because of high energy content in form of the oil and starch (Vukobratović, 2008). Most studies indicate that maize oil content is rarely affected by environmental factors, including N fertilization (Svečnjak et al., 2007), but Ibrahim (2007) confirms that adequate supply of irrigation water and N fertilizer are two main factors affecting directly the plant growth and quality of maize. The same author claims that water deficit is the primary limiting factor for crop production, while nitrogen plays a vital role in nutritional and physiological status of plants. High air temperatures and limited precipitation quantity during the growing season may alter protein, oil and starch concentrations in maize grain (Quranta

et al., 2001 cit. Hegyi et al., 2008, Josipović et al., 2010). Drought during grain filling might cause lower oil content (Thomison, 2007), and the key to breeding for drought tolerance is to manage the stress (Carena, 2009). In wet years there was a higher rate of starch accumulation, while dry years are favorable for protein and oil accumulation (Hegyi et al., 2008). Although Thomison (2003) report that grain oil content is not influenced by temperature, rainfall or fertilization while the genetic factor has have a greater influence on grain oil content. Aim of this study was to evaluate the effect of irrigation and N fertilizer on maize grain oil content (GOC) of four maize hybrids produced in four growing seasons.

## Material and methods

Experiments were carried out during four vegetation seasons (from 2006 to 2009 years) at the trial fields of Agricultural Institute in Osijek. Four maize hybrids have been tested in order to determine oil content in maize grain. Maize hybrids have been grown in different conditions regarding available amount of water and nitrogen. The split split-plot design with three replications was used. Soil type is eutric cambisol (*Soil Survey Division Staff*, 1993); silt clay loam texture; shallow gleic; pH in KCl 6.7; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content is 24.5 mg while K<sub>2</sub>O content is 33.4 mg per 100 grams of soil. Planned plant density was 5.83 plants m<sup>-2</sup> (spacing between rows 70 cm and distance in the row 24.5 cm). Main treatment includes three irrigation regimes. Variant A1 was control variant without irrigation. A2 variant soil moisture was maintained from 60% to 100% field water capacity (FWC) and A3 variant soil moisture was maintained from 80% to 100% FWC. On each variant of irrigation, soil moisture content has been measured with Watermark device. Water content has been scanned every second day. Irrigation started when soil moisture content was 60% of FWC in A2 variant and 80% FWC on A3 variant. Maize crops were sprinkler irrigated with a linear move system (typhon). Three rates of the nitrogen fertilizer (B1 – control variant without N fertilization, B2 variant – fertilization with 100 kg N ha<sup>-1</sup>, and B3 variant – fertilization with 200 kg N ha<sup>-1</sup>) were used. Four maize cultivars (sub-sub factor C: C1 = OSSK 596, C2 = OSSK 617, C3 = OSSK 603 and C4 = OSSK 552) were tested. Two-thirds of nitrogen were added in autumn and before sowing (urea: 46% N) and the rest by two top-dressings at early growth stages (calcium ammonium nitrate: 27% N). Phosphorus (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) and potassium (150 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) were applied in form of triplesuperphosphate (45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and potassium salt (60% K<sub>2</sub>O as KCl form). Oil content in maize grain was measured by NIT technology (Infratecc 1241, Foss Tecator). For the analysis of the weather conditions (precipitation quantity and mean air temperatures), dates from Osijek Weather Bureau have been used. For the analysis of variance, an ANOVA was carried out with the General Linear Model (GLM) Statistical Software Package (SAS, 2003) procedure. Precipitation quantities, mean air temperatures during four vegetation seasons and long term values (years 1961-1990) are showed in table 1. Amount of precipitations varied greatly during the vegetation seasons in four years (2006-2009) of experiments while air temperatures were always higher than long term averages. Two vegetation seasons 2007 and 2009 were very dry and low precipitation quantities were followed by high temperatures.

**Table 1.** Monthly mean air temperatures and rainfall during vegetation seasons in years of experiments 2006 – 2009 and long term average for Osijek region

Month	Mean air temperatures (°C)					Precipitation quantities (mm)				
	2006	2007	2008	2009	61-90	2006	2007	2008	2009	61-90
April	12.9	13.7	12.6	14.6	11.3	95.5	0.7	50.6	15.7	54.1
May	17.0	19.0	19.3	19.0	16.5	79.3	48.5	114.5	45.5	58.9
June	20.5	22.7	22.0	19.7	19.4	92.5	60.6	88.9	73.9	83.5
July	24.8	24.8	22.8	23.6	21.1	15.3	31.7	70.1	31.0	66.6
August	20.5	23.5	23.1	23.5	20.3	122.6	89.0	27.8	61.9	59.6
September	17.9	14.8	15.9	19.6	16.6	8.7	71.2	85.4	2.8	51.8
	18.9	19.7	19.3	20.0	17.5	414	302	438	231	368

## Results and discussions

Effects of irrigation, nitrogen quantity and genotype have been shown in Table 2. Irrigation, as main factor, resulted by slightly increasing maize grain oil content (4-year means: 3.718%, 3.713% and 3.726% on A1, A2 and A3 treatment, respectively). In all four years there was no statistical significant influence of irrigation on oil content in maize grain. This result is comparable with Thomison (2003) who reported same oil content in maize grain despite several drought conditions. Even in warm and dry, unfavorable years 2007 and 2009 (19.7°C and 20.0°C; 302 mm and 231 mm precipitation, respectively) yield limiting weather conditions did not affect grain oil content in maize. In spite we did not record statistical significance difference in maize grain oil content between control variant (A1) and rich water supply variant (A3) in mentioned dry years, we recorded the highest value, 4.203% of oil in the driest and the warmest growing season (2009). In the opposite conditions, the lowest value of maize grain oil content, 3.439% recorded in growing season with the most precipitation (year 2008, 438 mm). It is in accordance with Josipović et al. (2007), who reported significant effect of irrigation regimes ( $P \leq 0.05$ ) on grain oil content in dry year 2003. Mentioned indicate that drought and heat stress in non-irrigated plots affected grain composition. Difference in maize grain oil concentration among the years was 0.764%, while difference among the A treatments during the fourth years were 0.013%, only.

**Table 2.** Impact of irrigation regimes, N fertilization and genotype on grain oil content (%) in maize during four vegetation seasons 2006-2009

Irrigation regimes: A1- control (no irrigated); A2 - 60% - 80% WC; A3 - 80% - 100% WC				Fertilization (kg N ha <sup>-1</sup> ): B1- control; B2 - 100 ; B3 - 200					
Year	A1	A2	A3	Mean	Year	B1	B2	B3	Mean
Grain oil content (%)				Grain oil content (%)					
2006	3.641	3.622	3.632	3.632	2006	3.606	3.646	3.643	3.632
2007	3.622	3.594	3.589	3.602	2007	3.536	3.614	3.656	3.602
2008	3.423	3.438	3.454	3.439	2008	3.413	3.435	3.468	3.439
2009	4.185	4.197	4.228	4.203	2009	4.135	4.217	4.258	4.203
Mean	3.718	3.713	3.726	3.719	Mean	3.673	3.728	3.756	3.719
LSD	2006	2007	2008	2009	LSD	2006	2007	2008	2009
5%	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	5%	n.s.	0.040	n.s.	n.s.
1%	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	1%	n.s.	0.053	n.s.	n.s.
Maize hybrids: C1=OSSK596; C2 = OSSK617 C3=OSSK 602; C4= OSSK 552									
Year	C1	C2	C3	C4	Year	2006	2007	2008	2009
Grain oil content (%)									
2006	3.643	3.630	3.581	3.674	AxB	n.s.	n.s.	0.014	n.s.
2007	3.581	3.607	3.633	3.585	AxC	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2008	3.442	3.521	3.357	3.435	BxC	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2009	4.269	4.288	4.149	4.108	AxBxC	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Mean	3.734	3.762	3.680	3.701					
LSD	2006	2007	2008	2009					
5%	0.061	n.s.	0.0514	0.067					
1%	0.081	n.s.	0.0684	0.090					
WC = water content; n.s. = non significant									

Year 2007 was exception in given results for all four years of experiments. In this year, only (very unfavorable weather condition), nitrogen fertilization was significant ( $P \leq 0.05$ ) for grain oil content. Four years average oil concentration was 3.673%, 3.728% and 3.756%, for 0, 100 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>, respectively. Increasing application of nitrogen rate increased oil concentration, but with statistical significance in one year, only. Mentioned results are comparable with Thomison (2003) who reported no connection between the oil content in maize grain and N fertilization.

Only source of variation which showed statistical very significant impact on grain oil content was hybrid (sub-sub factor, C), with exception in year 2007. Difference in oil concentration among the maize hybrids during the four years was 0.082%. Among the years, the highest oil concentration (4.288%) recorded OSSH 617 maize hybrid (in year 2009), while the lowest value (3.357%) had OSSK 602 maize hybrid (in year 2009, 0.931% difference). Four years average oil concentration was 3.734%, 3.762%, 3.680% and 3.701%, for OSSK 596, OSSK 617, OSSK 602 and OSSK 552 maize hybrids, respectively. Those results are comparable with Josipović et al. (2007), which reported that in all three years of experiment the effect of hybrid was consistently significant for GOC. Effect of genotype is the most important factor for GOC level according to Thomison (2003), Josipović et al. (2007) and Hegy et al. (2008). Statistical significant combination treatments of oil concentration in maize grain were: irrigation x fertilization (AxB), only in year 2008).

## Conclusions

Depending on the year, oil contents in maize grain were in ranges from 3.44% to 4.20%, irrigation effects resulted by non-significant differences, N fertilization increased oil contents only in 2007 (3.54% and 3.66%, for the control and B-3, respectively), while differences among the hybrids were mainly significant but under considerable environmental influences.

## References

- Carena, M.J., Bergman, G., Riveland, N., Eriksmoen, E., Halvorson, M. (2009): Breeding maize for high-yield and quality under drought stress. *Maydica*, Vol. 54: 287-296.
- Croatian Statistics Bureau (2009): [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)
- Farnham, D.E., Benson, G.O., Pearce, R.B. (2003): Corn perspective and culture. *Chemistry and technology*, American Association of Cereal Chemists. 2: 1-33.
- Hegyi, Z., Árendás, T., Pintér, J., Marton, C. (2008): Evaluation of the grain yield and quality potential of maize hybrids under low and optimum supply levels. VII. Alps-Adria Scientific Workshop. Stara Lesna, Slovakia, 2008. 1263-1266.
- Ibrahim, S. A., Kandil, H. (2007): Growth, Yield and Chemical Constituents of maize (*Zea Mays L.*) as Affected by Nitrogen and Phosphors Fertilization under different Irrigation Intervals. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(10): 1112-1120.
- Josipović, M., Jambrović, A., Plavšić, H., Liović, I., Šoštarčić, J. (2007): Responses of grain composition traits to high plant density in irrigated maize hybrids. VI. Alps-Adria Scientific Workshop. Obervellach, Austria, 2007. 549-552.
- Josipović, M., Plavšić, H., Brkić, I., Sudar, R., Marković, M. (2010): Irrigation, nitrogen fertilization and genotype impacts on yield and quality of maize grain. *Novenytermeles*. 59.2010. Suppl.1. (in press).
- SAS Institute Inc. (2003). *SAS for Windows (r) 9.1*. Cary, NC, USA.
- *Soil Survey Division Staff*: 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- State Hydrometeorological Institute in Zagreb. (2009): The monthly reports 2009. <http://meteo.hr/>



- Svečnjak, Z., Varga, B., Grbeša, D., Pospišil, M., Maćešić, D. (2007): Environmental and management effect on grain quality of maize hybrids. VI. Alps-Adria Scientific Workshop, 1117-1120.
- Thomison, P.R., Geyer, A. B., Lotz, A. B., Siegrist, H. J. Dobbels, T. L.(2003): Top Cross High Oil Corn Production: Select Grain Quality Attributes. Agronomy Journal. 95:147-154.
- Vukobratović, M. Pintić-Pukec, N., Samobor, V., Vukobratović, Ž., Pintić, V., Kalember, Đ. (2008): Utjecaj gnojidbe na urod, kemijski sastav i hranidbenu vrijednost klipa i zrna kukuruza. Krmiva 50 (2008) Zagreb, 3: 137-145.

## Sažetak

### Sadržaj ulja u zrnu kukuruza u uvjetima navodnjavanja i gnojidbe dušikom

Utjecaj navodnjavanja (A1 = kontrola, A2 = početak navodnjavanja pri 60% poljskog vodnog kapaciteta, PVK; A3 = početak navodnjavanja pri 80% PVK), gnojidbe dušikom (N, 0, 100 i 200 kg N ha<sup>-1</sup>, na B1, B2 i B3 varijanti) i genotipa (hibridi kukuruza: OSSK 596, OSK 617, OSSK 602 i OSSK 552) na sadržaj ulja u zrnu kukuruza istraživani su u poljskim pokusima u Osijeku na eutričnom kambisolu četiri godine (2006.-2009.). Ovisno o godini, sadržaj ulja u zrnu kukuruza je iznosio od 3.44% do 4.20%. Navodnjavanje nije rezultiralo statistički značajnim razlikama u sadržaju ulja, gnojidba dušikom je povećala sadržaj ulja samo u 2007 godini (3.54% i 3.66%, na kontroli i B3 varijanti), dok su razlike između hibrida bile statistički značajne ali pod značajnim utjecajem okoline.

**Ključne riječi:** navodnjavanje, gnojidba dušikom, sadržaj ulja, hibridi kukuruza

## Effect of irrigation, N fertilization and genotype to starch content in maize grain

Josipović Marko<sup>1</sup>, Kovačević Vlado<sup>2</sup>, Plavšić Hrvoje<sup>1</sup>, Jambrović Antun<sup>1</sup>,  
Liović Ivica<sup>1</sup>, Marković Monika<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17 Osijek 31 103, (markoj@poljinoh.hr)

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture in Osijek, University of J.J. Strossmayer, Osijek, Croatia

### Abstract

Influences of irrigation rates (A1= non-irrigated, A2 = irrigation starting on level of 60% field water capacity or FWC; A3 = irrigation starting on level of 80% FWC), nitrogen (N) fertilization (0, 100 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>, for the B1, B2 and B3, respectively) and genotype (maize hybrids: OSSK 596, OSK 602, OSSK 617 and OSSK 552) on starch content in maize grain were tested in field conditions on Osijek eutric cambisol during four growing seasons (2006-2009). Irrigation resulted by difference in starch content among the years 2.00%, while difference among the A treatments during the fourth years were 0.13% ( $P \geq 0.05$  in one year, only). N fertilization had great impact to starch content in all investigated years ( $P \geq 0.01$ ). Average starch content was 71.66%, 71.24% and 71.09%, for B1, B2 and B3, respectively. Increasing application of N rate resulted with decreasing starch content. Genotype affected starch content in all investigated years ( $P \geq 0.01$ ). Four years average starch content were 71.68%, 71.34%, 71.18% and 71.13%, for OSSK 552, OSSK 602, OSSK 617 and OSSK 596 maize hybrids, respectively. In all four years maize hybrid OSSK 552 had the highest starch content ( $P \geq 0.01$ ).

**Keywords:** irrigation of maize, nitrogen fertilization, maize hybrids, starch content

### Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is average cropped in Croatia on 358700 ha with average grain yield 5.66 t ha<sup>-1</sup> (mean for period 1988 to 2008, Croatian Statistic Bureau, 2009). Irrigation and nitrogen (N) fertilization are very important factors for stabile maize production, larger yields with improving grain quality due to supply in enough water and increasing levels of N fertilizers (Gyóri et al. 2005. cit. Sipos and Ungai, 2008; Birkás et al. 2006; Josipović et al. 2007; Plavšić et al. 2007; Josipović et al. 2010; Hegyi et al., 2007; Svečnjak et al., 2007). The most important chemical reaction on the increasing protein content is the decreasing starch content (Josipović et al. 2007), however in several cases the resistable or insoluble starch contents are more important than total starch content (Patzek, 2006, cit. Sipos and Ungai, 2008). Warm weather and limited precipitation during the growing season may alter protein, oil and starch content in maize grain (Josipović et al. 2010). Maize is relatively tolerant to water stress during the vegetative stage, very sensitive during tasseling, silking and pollination and moderately sensitive

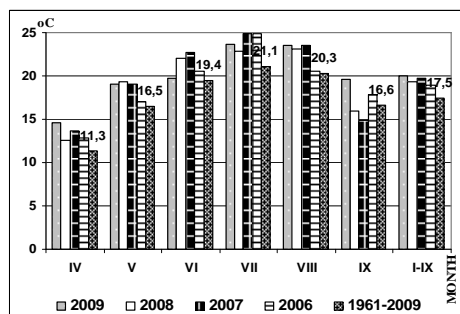
during grain filling (Shaw, 1988). Irrigation consistently affected grain yield across the years and protein content in dry year, while only genotypes (maize hybrids) affected starch content according to Josipović et al. (2007). The objective of this study is show influence of irrigation, nitrogen (N) fertilization and genotype on starch content in maize grain.

## Material and methods

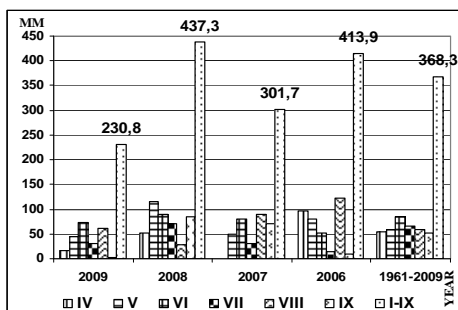
Irrigation rates (IR), nitrogen (N) fertilization and genotype influence on starch content in maize grain were tested under field conditions in Osijek (Croatia) during the four growing seasons (2006-2009). Irrigation (the factor A) treatments were as follows: A1= non-irrigated, A2 = irrigation starting on level of 60% field water capacity (FWC); A3 = irrigation starting on level of 80% FWC (Table 1.). Self moved sprinkler performed irrigation in the field trial in all investigation years. Increased rates of N fertilization (the sub-factor B) were added: 0, 100 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>, for the B1, B2 and B3, respectively. Two third of planned N quantities were added in autumn and before sowing (urea: 46% N) and the rest by two top-dressings at early growth stages (calcium ammonium nitrate: 27% N). Phosphorus (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) and potassium (150 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) were applied in form of triple super phosphate (45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and potassium salt (60% K<sub>2</sub>O as KCl). Four maize cultivars (sub-sub factor C: C1 = OSSK 596, C2 = OSSK 602, C3 = OSSK 617 and C4 = OSSK 552) were tested. The experiment was conducted by split-split plot method according to randomized block design. Area of basic experimental plots were 19.6 m<sup>2</sup> (genotype), 78.4 m<sup>2</sup> (nitrogen) and 235 m<sup>2</sup> (irrigation), respectively. Soil type is eutric cambisol, silt clay loam texture, shallow gleic. Maize was sown in the middle decade of April and harvested in the first half of October. Planned plant density was 58309 plants ha<sup>-1</sup> (70 cm spacing between rows and 24.5 cm distance in the row). Starch content, % was measured by NIT technology (Inftratecc 1241, Foss Tecator). The statistics of trial's data results performed according SAS GLM, split-plot model procedure (SAS, 1998). Low precipitation and high air-temperatures characterized the 2007 and 2009 growing seasons (Picture 1 and 2). Rainfall shortage, especially during July and August is mainly in close connection with low yields of spring crops including maize (Kovačević and Josipović 2001).

**Table 1.** Water distribution by irrigation and precipitation

Number of irrigations (n) and added water by irrigation (mm)					Water supply (mm)		
Year	A2		A3		A1*	A2	A3
	n	mm	n	mm	* = dry farming - precipitation only		
2006	2	80	3	120	413.9	493.9	533.9
2007	3	120	5	200	301.7	421.7	501.7
2008	2	80	3	120	437.3	517.3	557.3
2009	4	200	6	240	230.8	430.8	470.8
Mean	2.8	120	4.3	170	345.9	465.9	515.9



**Picture 1** Mean air temperature in vegetation, years 2006-2009 and mean 1961-2009



**Picture 2** Precipitation in vegetative period, years 2006-2009 and mean 1961-2009

## Results and discussion

In general, irrigation resulted by slight increasing starch content (4-year means: 71.26%, 71.34% and 71.39% on A1, A2 and A3 treatment, respectively). Irrigation resulted by significant increasing starch content on both irrigation treatments opposite non-irrigation treatment only in one year (2007). The highest average starch content, 72.37% recorded on A3 treatment, while the lowest starch content was 70.09% on A1 treatment. Difference in starch content among the years was 2.00%, while difference among the A treatments during the fourth years were 0.13% (Tables 2 and 3).

**Table 2.** Influence of irrigation, N fertilization and genotype on starch status in maize grain

Year	Starch contents (%) in maize grain (FWC = field water capacity)			
Irrigation (irr.) effects: A1= non-irrigated, A2 = irr. at 60% FWC; A3 = irr.at 80% FWC				
	A1	A2	A3	Mean A
2006	70.924	70.999	70.996	70.973
2007	70.092	70.314	70.428	70.278
2008	72.198	72.254	72.367	72.273
2009	71.819	71.801	71.772	71.798
Mean	71.258	71.342	71.391	71.331
LSD A	A - 2006 year	A- 2007 year	A - 2008 year	A - 2009 year
1%	0.098	0.164	0.214	0.256
5%	0.074	0.124	0.160	0.193
N fertilization effects (N kg ha <sup>-1</sup> : B1 = 0; B2 = 100; B2 = 200)				
	B1	B2	B3	Mean B
2006	71.058	70.942	70.918	70.973
2007	70.628	70.247	69.958	70.278
2008	72.553	72.236	72.031	72.273
2009	72.385	71.552	71.456	71.798

Mean	71.656	71.244	71.091	71.331	
LSD B	B - 2006 year	B- 2007 year	B - 2008 year	B - 2009 year	
1%	0.098	0.164	0.214	0.256	
5%	0.074	0.124	0.160	0.193	
Genotype effects: C1 = OSSK 596; C2 = OSSK 602; C3 = OSSK 617; C4 = OSSK 552					
	C1	C2	C3	C4	Mean
2006	70.970	70.896	70.911	71.113	70.973
2007	70.007	70.441	70.187	70.482	70.278
2008	72.167	72.140	72.063	72.722	72.273
2009	71.365	71.865	71.572	72.388	71.798
Mean	71.127	71.336	71.183	71.676	71.331
LSD	C - 2006 year	C- 2007 year	C - 2008 year	C - 2009 year	
1%	0.113	0.190	0.247	0.296	
5%	0.085	0.143	0.185	0.222	

The highest average starch content, 72.27% recorded in year 2008, while the lowest 70.28% recorded in 2007. Those facts confirm that higher air temperature and lack of precipitation reducing starch content, what is in close connection with results of Josipović et al., 2007; Plavšić et al. (2007), Josipović et al. (2010) and Hegyi et al., 2007.

Nitrogen fertilization, as sub factor had great impact to starch content in four investigated years ( $P \geq 0.001$ , Table 3.). Statistical significant differences in starch content between zero N treatment (B1) and two others (B2 and B3) were recorded in all investigated years, while statistical significant differences among all N treatments (B1, B2 and B3) were recorded in two years, respectively. Difference in starch content among the B treatments during the four years was 0.57%. Four years average starch content was 71.66%, 71.24% and 71.09%, for 0, 100 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>, respectively. Increasing application of nitrogen rate decreased starch content which is in accordance with Russelle et al. (1981), Hegyi et al. (2007) and Svečnjak et al. (2007).

Genotype (maize hybrids) had high statistical significant effect ( $P \geq 0.001$ , Table 3.) in starch content in all four years. Difference in starch content among the maize hybrids during the four years was 0.55%. Among the years the highest starch content, 72.72% recorded OSSH 552 maize hybrid, while the lowest value had 70.01, OSSK 596 maize cultivar in year 2007 (2.715% difference). Four years average starch content was 71.68%, 71.34%, 71.18% and 71.13%, for OSSK 552, OSSK 602, OSSK 617 and OSSK 596 maize hybrids, respectively. Mentioned results correspond with Josipović et al. (2007). Statistical significant combination treatments of starch content in maize grain were: irrigation x fertilization (AxB, only in year 2007) and nitrogen fertilization x genotype (BxC, only in year 2009, on the  $P \geq 0.05$  statistical level, Table 3.).

**Table 3.** Analyses of variance: influences of irrigation (A), N fertilization (B), maize hybrids (C) and their interactions on starch status

Year/Effect	DF	MS	F and P	Year/Effect	DF	MS	F and P
Irrigation effects (A), Starch content %							
2006 A	2	0.06509259	2.69 n.s.	2008 A	2	0.26822593	2.33 n.s.
2006 AxB	4	0.02061343	1.83 n.s.	2008 AxB	4	0.13046343	1.13 n.s.
2006 AxC	6	0.03256173	1.35 n.s.	2008 AxC	6	0.07167037	0.62 n.s.
2007 A	2	1.05194444	15.36***	2009 A	2	0.02036944	0.12 n.s.
2007 AxB	4	0.31055556	4.53**	2009 AxB	4	0.35107778	2.12 n.s.
2007 AxC	6	0.07169753	1.05 n.s.	2009 AxC	6	0.05799907	0.35 n.s.
N fertilization effects (B), Starch content %							
2006 B	2	0.20307870	8.39***	2008 B	2	2.48700648	21.61***
2006 BxC	6	0.02061343	0.85 n.s.	2008 BxC	6	0.19103981	1.66 n.s.
2007 B	2	4.05861111	59.26***	2009 B	2	9.39450833	56.62***
2007 BxC	6	0.10021605	1.46 n.s.	2009 BxC	6	0.36828611	2.22*
Maize cultivar effects (C), Starch content %							
2006 C	3	0.26378858	10.90***	2008 C	3	2.47102222	21.47***
2007 C	3	1.35382716	19.77***	2009 C	3	5.3222	32.08***
Interactions ABC, Starch content %							
2006 ABC	12	0.02965664	1.23 n.s.	2008 ABC	12	0.12660602	1.10 n.s.
2007 ABC	12	0.05030864	0.73 n.s.	2009 ABC	12	0.11403148	0.69 n.s.

DF=degree of freedom; MS=mean square; F=F-test value; P=probability; \* = Significant at the 0.05 level, \*\* = Significant at the 0.01 level, \*\*\* = Significant at the 0.001 level, ns = not significant

## Conclusions

Irrigation resulted by difference in starch content among the four years 2.00%, while difference among the irrigation treatments (during four years) was 0.13%, only. N fertilization had great impact to starch content in all investigated years ( $P \geq 0.01$ ). Average starch content was 71.66%, 71.24% and 71.09%, for 0, 100 and 200 kg N ha<sup>-1</sup> (B1, B2, B3), respectively. Increasing application of nitrogen rate resulted with decreasing starch content. Genotype had great impact to starch content in all investigated years ( $P \geq 0.01$ ). Four years average starch content was 71.68%, 71.34%, 71.18% and 71.13%, for OSSK 552, OSSK 602, OSSK 617 and OSSK 596, respectively. In all four years maize hybrid OSSK 552 had the highest starch content ( $P \geq 0.01$ ).

## References

- Birkás, M., Dexter, A. R., Kalmár, T., Bottlik, L. (2006): Soil quality – soil condition – production stability. Cereal Research Communications, 34: 1. 135-138.
- Croatian Statistical Burou. (2009): [www.hzs.hr](http://www.hzs.hr)

- Hegyi, Z., Pok, I., Szike, C., Pinter, J. (2007): Chemical quality parameters of maize hybrids in various FAO maturity groups as correlated with yield and yield components. *Acta Agronomica Hungarica* 55: 217-225.
- Josipović, M., Jambrović, A., Plavšić, H., Liović, I., Šoštarić, J. (2007): Responses of grain composition traits to high plant density in irrigated maize hybrids. *Cereal Research Communications*, 35: 2 Part 1. 549-552.
- Josipović, M., Plavšić, H., Brkić, I., Sudar, R., Marković, M. (2010): Irrigation, nitrogen fertilization and genotype impacts on yield and quality of maize grain. *Novenytermeles*. 59.2010. Suppl.1. (in press)
- Kovacevic V., Josipovic M. (2001): Soil degradation and weather influences on corn yields in eastern Croatia. 3rd International Conference on Land Degradation, Sept, 2001, Rio de Janeiro, Brazil p. 130.
- Meteorological and Hydrological Bulletin. (2006, 2007, 2008, 2009): <http://meteo.hr>
- Plavšić, H., Josipović, M., Andrić, L., Jambrović, A., Šoštarić J. (2007): Influences of irrigation and N fertilization efficiency on maize (*Zea mays* L.) properties. *Cereal Research Communications* 35: 933-936.
- Russelle, M.P., Diebert, E.J., Hauch, R.D., Stevanovic, M., Olson, R.A. (1981): Effects of water and nitrogen management on yield and <sup>15</sup>N-depletes fertilizer use efficiency of irrigated corn. *Soil Science of America Journal* 45 (3): 553-558.
- Svečnjak, Z., Varga, B., Grbeša, D., Pospišil, M., Maćešić, D. (2007): Environmental and management effects on grain quality of maize hybrids. *Cereal Research Communication* 35: 1117-1120.
- SAS. (1998): SAS Online doc V7. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Shaw, R.H. (1988): Climate requirement. In: Sprague G.F., Dudley J.W., (eds.) *Corn and Corn Improvement*. 609-638. Agr. Mon. 18. 3<sup>rd</sup> ed. Madison, WI: ASA, CSSA and SSSA.
- Sipos, P and Ungai, D. (2008): Evaluation of the chemical composition of the maize kernel in 2007. *Cereal Research Communications*. Vol. 36: 495-498.

## Sažetak

### Utjecaj navodnjavanja, gnojidbe dušikom i genotipa na sadržaj škroba i urod zrna kukuruza

Utjecaj obroka navodnjavanja (A1= kontrola, A2 = održavanje sadržaja vode od 60% poljskog vodnog kapaciteta (PVK); A3 = održavanje sadržaja vode od 80% PVK); gnojidba dušikom (N, B1=0, B2=100 i B3=200 kg N ha<sup>-1</sup>) i genotip hibrida kukuruza: OSSK 596, OSK 602, OSSK 617 i OSSK 552, testirani su na sadržaj škroba u poljskim uvjetima na eutričnom kambisolu u Osijeku tijekom četiri godine (2006.-2009.). Navodnjavanje je rezultiralo razlikom u sadržaju škroba tijekom godina 2.00%, dok je razlika između varijanti navodnjavanja (prosjeck po godinama) bila samo 0.13% (statistička značajnost je utvrđena u jednoj godini). Gnojidba N je imala veliki utjecaj na sadržaj škroba u svim godinama istraživanja (P≥0.01). Sadržaj škroba prosječno je iznosio 71.66%, 71.24% i 71.09%, na varijantama sa 0, 100 i 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Povećana količina dušika je rezultirala smanjenjem sadržaja škroba. Genotip je također utjecao na sadržaj škroba (P≥0.01). Prosječni sadržaj škroba tijekom 4 godine je iznosio 71.68%, 71.34%, 71.18% i 71.13%, za hibride OSSK 552, OSSK 602, OSSK 617 i OSSK 596. Tijekom četiri godine istraživanja hibrid OSSK 552 je imao najveći sadržaj škroba (P≥0.01).

**Ključne riječi:** navodnjavanje kukuruza, gnojidba dušikom, hibridi, sadržaj škroba

## Utjecaj gnojidbe različitim količinama dušika na prinos i neke komponente prinosa jarog ječma

Mesić Milan<sup>1</sup>, Herceg Nevenko<sup>2</sup>, Ćorić Radica<sup>2</sup>, Kajić Nikolina<sup>2</sup>, Šaravanja Paulina<sup>2</sup>,  
Primorac Jurica<sup>2</sup>, Jurković Dragan<sup>2</sup>, Ćurković Matija<sup>2</sup>, Zgorelec Željka<sup>1</sup>, Jurišić Aleksandra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zavod za opću proizvodnju bilja, Svetošimunska cesta 25,  
10000 Zagreb, Republika Hrvatska (mmesic@agr.hr)

<sup>2</sup>Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru, Biskupa Čule bb,  
88000 Mostar, Bosna i Hercegovina.

### Sažetak

Jedan od važnijih problema današnje poljoprivrede predstavlja racionalno gospodarenje i zaštita tla i vode od ispiranja dušika. Rad prikazuje rezultate poljskog pokusa na lokalitetu Rodoč, na smeđem karbonatnom tlu, provedenog po slučajnom blok rasporedu tijekom 2009. godine. Pokus se sastojao od pet varijanti (1 Kontrola, 2 N<sub>50</sub>PK, 3 N<sub>100</sub>PK, 4 N<sub>150</sub>PK i 5 N<sub>200</sub>PK) s po četiri ponavljanja. Gnojidba jarog ječma izvršena je s NPK formulacijom 7:20:30, te s različitim količinama KAN-a u varijanti 4 i 5. Prvo prihranjivanje provedeno je u fenofazi busanja, a drugo mjesec dana kasnije. Tijekom lipnja provedena je žetva, te su uzeti uzorci za kemijske analize. Na osnovi statističke analize rezultata istraživanja utvrđeno je da se s povećanjem količine dušičnih gnojiva povećava prinos, koncentracija dušika u zrnu i dužina slame, a smanjuje težina 1000 zrna i hektolitarska masa. Za svojstva dužina klasa i broj zrna u klasu povećanje je prisutno do gnojidbe na razini 150 kg N/ha/god. Gnojidba dušikom uvjetovala je statistički opravdane razlike u sadržaju dušika u zrnu ječma. Za % C i % H u zrnu pokus nije statistički opravdan.

**Ključne riječi:** ječam, gnojidba, dušik, tlo

### Uvod

Biljke tijekom cijele vegetacije usvajaju i ugrađuju dušik u organsku tvar. Intenzivnija gnojidba dušikom u većini slučajeva rezultira i povećanjem prinosa (Mesić i sur., 2009., Horvat i sur., 2006.). Iz tog razloga nameće se potreba za utvrđivanjem optimalne količine primjene dušičnih gnojiva s agronomskog, ekološkog i ekonomskog aspekta o čemu su pisali Mesić i sur. (1998., 2000., 2003.), Jurić i sur. (2008.), Kristek i sur. (2008.), Leto (2005.), Plavšić (2006.), Vukobratović i sur. (2008.), Zebec i sur. (2010.). Djelatnici Agronomskog i prehrambeno-tehnološkog fakulteta su na lokalitetu Rodoč pokraj Mostara postavili gnojidbeni pokus, po slučajnom blok rasporedu u pet varijanti s po četiri ponavljanja, gdje su bile zastupljene različite razine gnojidbe dušikom. Dušik je primijenjen u mineralnom obliku u kompleksnim i pojedinačnim gnojivima.



## Materijal i metode

Gnojidbeni pokus postavljen je na smeđem karbonatnom tlu, na aluvijalnim nanosima. Veličina osnovne parcele pokusa je 50m<sup>2</sup> (5x10). Za sjetvu jarog ječma korištena je sorta PEK (a.d. Banat Seme, Zrenjanin). Predsjetvena gnojidba varijanti 2, 3, 4, i 5 provedena je sa 3,6 kg NPK formulacije 7:20:30, a u varijante 4 još i sa 0,46 kg KAN-a te u varijante 5 sa 0,92 kg KAN-a. Prvo prihranjivanje obavljeno je u fazi busanja i to u varijante 3 sa 0,56 kg, varijante 4 sa 0,84 kg te u varijante 5 sa 1,11 kg KAN-a. Drugo prihranjivanje provedeno je mjesec dana kasnije, u varijante 3 sa 0,37 kg, varijante 4 sa 0,56 kg, te u varijante 5 sa 0,74 kg KAN-a. Žetva i izmjera agronomskih svojstava obavljena su tijekom mjeseca lipnja.

Analizirani su: prinos, dužina stabljike, dužina klasa, broj zrna u klasu, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, % ukupnog dušika, ugljika i vodika u zrnu. Metode korištene u laboratorijskim analizama zrna su za: ukupni dušik – HRN ISO 13878:2004, ukupni ugljik – HRN ISO 10694:2004, ukupni vodik – metoda suhog spaljivanja u struji kisika i hektolitarska težina. Za analize tla su korištene sljedeće metode: sadržaj ukupnog dušika- HRN ISO 13878:2004, humus po Tjurinu (bikromatna metoda), pH vrijednost (KCl-u) - HRN ISO 10390:2004 i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O - AL metoda. Analize su obavljene dijelom na Zavodu za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a dijelom na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Mostaru.

## Rezultati i rasprava

### Tlo

Tlo na kojem je postavljen pokus je smeđe karbonatno na aluvijalnim nanosima, pjeskovi-to-ilovaste u površinskom, odnosno praškasto-ilovaste teksture u podpovršinskom horizontu. Značajan je udio skeleta u oba horizonta. U Tablici 1 prikazani su rezultati kemijskih analiza prosječnih uzoraka tla prije sjetve (2008.) i poslije žetve (2009.).

**Tablica 1.** Kemijske značajke tla

Gnojidba	Analizirane značajke tla				
	Ukupni N %	Humus %	pH 1M KCl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O mg/100 g
2008. god.					
1. Kontrola	0,21	2,88	6,83	1,97	13,88
2. N <sub>50</sub> PK	0,20	3,33	6,91	1,95	19,50
3. N <sub>100</sub> PK	0,22	3,35	6,63	1,38	22,45
4. N <sub>150</sub> PK	0,21	2,48	6,95	3,83	23,25
5. N <sub>200</sub> PK	0,22	3,55	6,72	1,98	25,38
Nakon žetve 2009. god.					
1. Kontrola	0,22	3,65	6,96	0,28	15,50
2. N <sub>50</sub> PK	0,21	3,30	6,72	3,38	28,13
3. N <sub>100</sub> PK	0,23	3,48	6,71	1,70	24,50
4. N <sub>150</sub> PK	0,22	4,00	6,76	2,13	23,80
5. N <sub>200</sub> PK	0,23	3,75	6,65	2,23	26,50

Iz Tablice 1 je vidljivo povećanje ukupnog dušika za oko 0,2% i sadržaja biljci pristupačnog kalija u tlu za prosječno 63% u obje pokusne godine.

### Vremenske prilike

Tijekom vegetacijskog razdoblja 2008/09. godine na pokušalištu je zabilježeno 584,8 mm oborina, što je nešto manje (-1,81%) u odnosu na višegodišnji prosjek, dok je temperatura zraka bila identična višegodišnjem prosjeku (2004.-2008.) i iznosila je 14,9°C.

### Agronomska svojstva ječma

Dobiveni rezultati za agronomska svojstva prikazani su u Tablici 2. Statističkom analizom agronomskih svojstava utvrđena je signifikantna razlika ( $p=1\%$ ) za prinos, dužinu slame, dužinu klasa, broj zrna u klasu i masu 1000 zrna kod svih varijanti u odnosu na kontrolu (negnojeno). U varijante 5 zabilježen je najveći prinos, ali s nesignifikantnom razlikom u odnosu na prinos ostvaren u varijante 2, 3 i 4. Na temelju ovih rezultata mogla bi se preporučiti kao dovoljna i gnojidba s 50 kg/ha dušika, posebice s obzirom na ostvareni prinos u svim varijantama pokusa. Za dužinu stabljike najveće vrijednosti zabilježene su u varijante 5, a nisu se signifikantno razlikovale od vrijednosti varijante 3. Vrijednosti dužine klasa i broja zrna u klasu povećavale su se do razine gnojidbe od 150 kg N/ha/god, dok su se s daljnjim povećanjem gnojidbe do 200 kg N/ha smanjivale. Porastom primijenjenih količina dušika smanjivala se masa 1000 zrna u odnosu na kontrolu i to je smanjenje statistički opravdano. Statistički opravdano smanjenje hektolitarske mase u odnosu na kontrolu zabilježeno je u varijanti gnojidbe s više od 100 kg dušika.

**Tablica 2.** Rezultati analiziranih svojstava ječma

Gnojidba	Prinos, t ha <sup>-1</sup>	Dužina slame Cm	Dužina klasa cm	Broj zrna u klasu	Masa 1000 zrna g	Hektolit. masa kg
Kontrola	0,29	26,51	3,62	7,33	40,89	53,19
N <sub>50</sub> PK	1,09	53,01	5,64	14,62	34,60	50,68
N <sub>100</sub> PK	1,16	60,13	6,10	16,19	33,03	46,84
N <sub>150</sub> PK	1,12	56,23	6,73	16,28	26,29	42,45
N <sub>200</sub> PK	1,29	62,72	6,22	15,11	25,88	42,20
LSD 5%	0,25	4,76	1,04	2,65	3,71	3,02
LSD 1%	0,34	6,51	1,43	3,63	5,08	4,13

U Tablici 3 prikazan je sadržaj dušika, ugljika i vodika u zrnu ječma. Različitim količinama dušika primijenjenog u gnojidbi ostvarene su statistički opravdane razlike u količini dušika u zrnu ječma. Ipak, s obzirom na sadržaj dušika u zrnu zabilježen u kontroli, statistički opravdano povećanje prisutno je tek u slučaju gnojidbe sa 150 i 200 kg dušika. Teško je objasniti statistički opravdano niži sadržaj dušika u zrnu u varijanti gnojidbe sa 50 kg dušika pri usporedbi s kontrolom. Za sadržaj ugljika i vodika u zrnu nema signifikantne razlike.

**Tablica 3.** Rezultati analiziranih svojstava zrna ječma

Gnojidba	%N	%C	%H
Kontrola	2,11	43,30	7,43
N <sub>50</sub> PK	1,77	43,32	7,44
N <sub>100</sub> PK	2,19	43,53	7,45
N <sub>150</sub> PK	2,50	43,43	7,40
N <sub>200</sub> PK	2,82	43,72	7,42
LSD 5%	0,12	ns	ns
LSD 1%	0,16	ns	ns

Uspoređujući naša istraživanja s istraživanjima Spanera i sur. (2005., 2001.) koji je utvrdio linearno povećanje prinosa povećanjem primjene dušičnih gnojiva (30 i 60 kg/ha), možemo reći da postoji podudarnost, s našim istraživanjem, do povećanja količine dušika do 50 kg/ha. Za bolju usporedbu s rezultatima spomenutog istraživanja bilo bi valjano u naš pokus uključiti varijante gnojidbe dušikom od 30 i 60 kg/ha.

### Zaključci

Na temelju dobivenih rezultata možemo zaključiti sljedeće:

- Povećanjem količine mineralnog dušika primijenjenog u gnojidbi u 2009. godini zabilježeno je statistički opravdano povećanje prinosa jarog ječma, ali samo do količine od 50 kg/ha N. Daljnje povećanje prinosa prisutno je i kod ostalih varijanti gnojidbe, ali ono nije statistički opravdano.
- Gnojidba dušikom utjecala je pozitivno na dužinu slame, dužinu klasa i broj zrna u klasu, a negativno na vrijednost mase 1000 zrna i na hektolitarsku masu.
- Sadržaj dušika u zrnu ječma varirao je od 1,77% na varijanti sa 50 kg dušika do maksimalnih 2,82% na varijanti sa 200 kg dušika.

### Literatura

- Horvat, D., Lončarić, Z., Vukadinović, V., Drezner, G., Bertić, B., Dvojković, K. (2006): The influence of mineral fertilization on winter wheat yield and quality. *Cereal Research Communications*. 34 (1): 429-432.
- Jurić, I., Drenjančević, M., Turalija, Alka, Jukić, V., Buzuk, Ivana (2008): Utjecaj obrade tla i gnojidbe dušikom na uzgoj pšenice u istočnoj Hrvatskoj. *Proceedings. 43<sup>rd</sup> Croatian and International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia (583-587).*
- Kristek, Suzana, Kristek, A., Glavaš-Tokić, Renata (2008): Prinos i kvaliteta korijena šećerne repe kao osobina sorte i rezultat gnojidbe dušikom. *Proceedings. 43<sup>rd</sup> Croatian and International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia (637-640).*
- Leto, J., Knežević, M., Bošnjak, K., Perčulija, G., Vranić, Marina, Kutnjak, H. (2005): Utjecaj dušične gnojidbe i zrelosti tratine na prinos i grupni floristički sastav travnjaka. *Mljekarstvo* 55 (3) 185-202. RH.
- Mesić, M., Bašić, F., Kisić, I., Butorac, A., Gašpar, I. (2003): Učinkovitost mineralnog dušika u gnojidbi kukuruza i gubici dušika ispiranjem s vodom iz lizimetara. 38. Znanstveni skup hrvatskih agronoma. Opatija. Hrvatska (315-318).

- Mesić, M., Butorac, A., Bašić, F., Kisić, I., Gašpar, I. (1998): Prvi rezultati istraživanja održive gnojidbe dušikom na pseudogleju središnje Hrvatske. XXXIV znanstveni skup hrvatskih agronoma, zbornik sažetaka, str. 166-167, Opatija, RH.
- Mesić, M., Herceg, N., Ćorić, Radica, Kajić, Nikolina, Šaravanja, Paulina, Ćurković, M., Primorac, J., Knezović, Z., Zgorelec, Željka, Jurišić, Aleksandra (2009): Influence of nitrogen fertilization on spring barley yield, and on soil and water chemical properties. "Soil Protection Activities and Soil Quality Monitoring in South Eastern Europe" on June 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup>, 2009. zbornik radova, Sarajevo. Bosnia and Herzegovina.
- Mesić, M., Kisić, I., Bašić, F., Butorac, A., Murgić, N., Bradić, V. (2000): Utjecaj kalcifikacije i gnojidbe na kemijske značajke tla i prinos jarog ječma u agroekološkim uvjetima Like. XXXVI znanstveni skup hrvatskih agronoma, str. 44, Opatija, RH.
- Plavšić, H. (2006). Utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na urod i komponente uroda kukuruza. Magistarski rad. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. RH.
- Spaner, D., Todd, A., McKenzie, D. B. (2001): The Effect of Seeding Rate and Nitrogen Fertilization on Barley Yield and Yield Components in a Cool Maritime Climate. *J. Agronomy & Crop Science* 187, 105-110. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin
- Spaner, D., Todd, A. G., Navabi, A., McKenzie, D. B., Gonewardene, L. A. (2005): Can Leaf Chlorophyll Measures at Differing Growth Stages be used as an Indicator of Winter Wheat and Spring Barley Nitrogen Requirements in Eastern Canada. *J. Agronomy & Crop Science* 191, 393–399, Blackwell Verlag, Berlin.
- Vukobratović, Marija, Pintiĉ-Pukec, Nataša, Samobor, Vesna, Vukobratović, Ž., Pintiĉ, V., Kalember, Đ. (2008): Utjecaj gnojidbe na urod, kemijski sastav i hranidbenu vrijednost klipa i zrna kukuruza. *Krmiva* 50, Zagreb, 3; 137-145.
- Zebec, V., Lončarić, Z., Zimmer, R., Rastija, D., Semialjac, Z. (2010): Utjecaj obrade tla i gnojidbe dušikom na elemente produktivnosti pšenice. 45. hrvatski i 5. međunarodni Simpozij agronoma, Opatija, RH.

## Abstract

### Influence of different amounts of nitrogen fertilization on yield and some yield components of spring barley

The main problems of today's agriculture are rational management and protection of soil and water from nitrogen leaching. The paper presents the results of field trial on the calcareous cambisol at the site Rodoč. Trial was conducted by randomized block design during 2009. The experiment was set up in five variants with four repetitions (1. Control, 2. N50 PK, 3. N100 PK, 4. N150 PK and 5. N200 PK). Fertilization of spring barley was performed with a 7:20:30 NPK formulation, and in addition variants 4 and 5 with different amounts of KAN. The first topdressing was conducted during barley tillering stage and the other a month later. Harvest was conducted during June and measurements for agronomic properties were taken. Based on trial results statistical analysis, it was found that increasing amounts of nitrogen fertilizer increased the yield, concentration of nitrogen in grain and straw length, and reduced the 1000-grain weight and hectoliter mass. Increment of values were observed to some extent (150 kg N/ha/yr), for traits ear length, number of florets in the ear, number of grains in the ear, after which they decrease. There was no significant difference in % C and % H.

**Keywords:** barley, fertilization, nitrogen, soil

Izvorni znanstveni rad

## Utjecaj mikroflore tla na intenzitet napada parazitne gljive *Cercospora beticola* Sacc. te na prinos korijena i sadržaj šećera u repi

Kristek Suzana<sup>1</sup>, Glavaš–Tokić Renata<sup>2</sup>, Kristek Andrija<sup>1</sup>, Kocevski Dragana<sup>1</sup>, Greger Željka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31 000 Osijek, Republika Hrvatska, (skristek@pfos.hr)

<sup>2</sup>Kandit Premijer d.o.o., Frankopanska 99, 31 000 Osijek, Republika Hrvatska

### Sažetak

U provedenim dvogodišnjim pokusima istraživali smo utjecaj zemljišnih mikroorganizama na intenzitet napada parazitne gljive *Cercospora beticola* Sacc. te prinos korijena i sadržaj šećera u repi. Istraživanja su provedena tijekom 2005. i 2006. godine na dva tipa tla (humoglej, eutrično smeđe tlo) različita po svojim kemijskim i mikrobiološkim svojstvima. U pokusu je korišteno 8 kultivara šećerne repe od kojih su četiri tolerantna na patogenu gljivu *C. beticola* Sacc.: Canaria (Danisco), Evelina (KWS), Sofarizo (Hilleshög) i Buda (Strube – Dieckmann), dok su četiri kultivara osjetljiva na cercosporu: Mondial (Danisco), Elixir (Danisco), Laetitia (KWS) i Belinda (KWS). Manji intenzitet napada cercospore zabilježen je na tipu tla humoglej u obje godine istraživanja. Na eutričnom smeđem tlu simptomi su bili izraženiji, posebno 2005. godine kada su i vremenske prilike u vegetaciji šećerne repe bile nepovoljnije. Veći prinos korijena i sadržaj šećera ostvaren je kod svih ispitivanih kultivara 2006. godine, međutim značajno bolji proizvodni rezultati, tolerantnih i osjetljivih kultivara na *C. beticola* Sacc., ostvareni su na humogleju, tlu boljih kemijskih i mikrobioloških svojstava.

**Ključne riječi:** šećerna repa, hibrid, *C. beticola* Sacc., tlo, mikroorganizmi

### Uvod

*C. beticola* Sacc. koja uzrokuje pjegavost lišća šećerne repe javlja se svake godine u većem ili manjem opsegu te u konačnici smanjuje proizvodni rezultat. Oplemenjivanjem i selekcijom hibrida šećerne repe dobiveni su hibridi tolerantni na napad cercospore. Međutim, kako tolerantnost nije dovoljna, osobito kod jačih napada ovog patogena, obavezno se u proizvodnji trebaju koristiti fungicidi. Isto tako, primijećeno je da je na tlima dobrih kemijskih svojstava koja imaju povoljan kvalitativni i kvantitativni sastav mikroorganizama napad ove parazitne gljive slabiji. Naime, patogena gljiva *C. beticola* Sacc. prezimljuje u tlu na zaraženim ostacima lišća. Za pretpostaviti je da mikrobiološki sastav tla utječe na njezino preživljavanje u tlu zbog izrazitog antagonizma između navedene patogene gljive i korisnih mikroorganizama u tlu, prvenstveno bakterije *Pseudomonas fluorescens* kao i većine bakterija roda *Bacillus*. *P. fluores-*

*cens* i *Bacillus* spp. Zbog mogućnosti inhibicije patogenih mikroorganizama, pripadaju grupi mikroorganizama koje nazivamo agensima za biološku kontrolu bolesti.

Brojni autori u rezultatima svojih istraživanja (Thrane et al., 2000., 2001.; Kristek et al., 2006., 2007., 2008.) iznose da benefita bakterija *P. fluorescens* pokazuje izrazitu antibiozu prema patogenim mikroorganizmima, uzročnicima bolesti korijena i lista šećerne repe, inaktivirajući njihov rast i razmnožavanje. Ove bakterije produciraju fitohormone, prvenstveno cikličke lipopeptide koji pokazuju biosurfaktantska svojstva, te antibiotska svojstva prema patogenim mikroorganizmima. Collins i Jacobsen (2002.), Bargabus et al. (2004.) i Choudhari i Johri (2008.) iznose da bakterije roda *Bacillus* također produciraju antibiotske supstance koje inhibiraju patogenu gljivu *C. beticola*. Zbog svega navedenog, cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj zemljišnih mikroorganizama na intenzitet napada cercospore te elemente prinosa i kvalitete šećerne repe na dva tipa tla različitih mikrobioloških svojstava.

## Materijal i metode

Pokusi su provedeni tijekom 2005. i 2006. godine na dva različita tipa tla (Tablica 1.), koja su se razlikovala po fizikalnim i kemijskim osobinama, kao i po kvalitativnom i kvantitativnom sastavu mikroorganizama. Pokusi su postavljeni po split–blok shemi u četiri ponavljanja na dva tipa tla, od koje je jedno dobrih (humoglej), a drugo znatno lošijih mikrobioloških svojstava (eutrično smeđe tlo).

U pokusu je korišteno 8 kultivara šećerne repe od kojih su četiri tolerantna na patogenu gljivu *C. beticola*: Canaria (Danisco), Evelina (KWS), Sofarizo (Hilleshög) i Buda (Strube – Dieckmann), dok su četiri kultivara osjetljiva na cercosporu: Mondial (Danisco), Elixir (Danisco), Laetitia (KWS) i Belinda (KWS).

**Tablica 1.** Svojstva tla.

Ispitivana svojstva tla	Tip tla	
	Humoglej	Eutrično smeđe tlo
Oranični sloj (0 – 0.3 m)		
pH (H <sub>2</sub> O)	7,58	6,20
pH (KCl)	6,94	5,66
Humus (%)	3,22	1,87
P (mg/ 100 g soil)	24,44	12,50
K (mg/ 100 g soil)	29,57	18,11

Tijekom vegetacije šećerne repe (od travnja do listopada), uzeti su uzorci tla i određivan je sadržaj ukupnih bakterija, ukupnih gljiva, ukupnih aktinomiceta, bakterije *P. fluorescens*, te bakterija roda *Bacillus*, korištenjem selektivnih hranjivih podloga. Broj ukupnih bakterija određen je na MPA agaru, gljiva na PDA agaru, a aktinomiceta na škrobno amonijačnom agaru. Ukupan broj bakterija *P. fluorescens* određen je na Caso agaru (Merck 105458), dok je ukupan broj *Bacillus* spp. određen na hranjivom agaru uz dodatak MnSO<sub>4</sub> x H<sub>2</sub>O.

Osim određivanja kvalitativnog i kvantitativnog sastava mikroorganizama u tlu tijekom vegetacije šećerne repe, izvršena je vizualna ocjena prisustva uzročnika bolesti *C. beticola* Sacc. i oštećenja lišća korištenjem skale Kleinwanzlebener Cercospora Tafel s ocjenom 0–5.

Nakon vađenja određeni su prinosi korijena i sadržaj šećera. Sadržaj šećera određen je saharimetrom, postupkom hladne digestije.

## Rezultati i rasprava

U Tablici 2. vidljiv je broj pojedinih grupa i vrsta mikroorganizama, koji je dobiven temeljem analize uzoraka tla uzetih u zadnjoj dekadi mjeseca srpnja, obje pokusne godine. Evidentno je da je znatno veći broj bakterija i aktinomiceta, kao i bakterija *P. fluorescens* i *Bacillus spp.* prisutan u tipu tla humoglej, dok je veći ukupan broj gljiva dobiven na eutričnom smeđem tlu.

Tijekom dvogodišnjeg istraživanja praćen je intenzitet napada cercospore i ocjenjivan stupanj oštećenja lišća repe (Tablica 3.). Najmanja oštećenja kod svih hibrida na gljivu *C. beticola* Sacc. dobivena su na tipu tla humoglej.

**Tablica 2.** Broj pojedinih grupa i vrsta mikroorganizama (cfu/g tla).

Ukupan broj mikroorganizama	Tip tla					
	Humoglej			Eutrično smeđe tlo		
	Godina					
	2005.	2006.	Prosjek	2005.	2006.	Prosjek
Bakterije ( $10^6$ cfu g <sup>-1</sup> )	10,12	10,65	10,39	7,65	8,90	8,28
Gljive ( $10^3$ cfu g <sup>-1</sup> )	86,20	76,20	81,20	130,05	101,50	115,78
Aktinomicete ( $10^3$ cfu g <sup>-1</sup> )	260,50	310,80	285,65	180,35	197,00	188,68
Bakterije <i>Bacillus spp.</i> ( $10^3$ cfu g <sup>-1</sup> )	168,90	239,40	204,15	90,25	115,70	102,98
Bakterije <i>P. fluorescens</i> ( $10^3$ cfu g <sup>-1</sup> )	39,40	43,48	41,44	15,50	22,18	18,84

Manja oštećenja su evidentirana 2006. godine kod oba tipa tla. Kod hibrida tolerantnih na patogenu gljivu *C. beticola* Sacc. najmanja oštećenja zapažena su kod hibrida Evelina, dok su najveća oštećenja bila kod hibrida Canaria i Buda. Kod osjetljivih hibrida najmanja oštećenja evidentirana su kod hibrida Laetitia, a najveća kod hibrida Elixir, na oba tipa tla i u obje godine istraživanja.

**Tablica 3.** Ocjena oštećenja lišća uzrokovano napad gljivice *C. beticola* sredinom rujna 2005. i 2006. na dva tipa tla (0 – bez zaraze; 5 – zaraza na svim listovima)

Hibrid		Tip tla					
		Humoglej			Eutrično smeđe tlo		
		Godina					
		2005.	2006.	Prosjek	2005.	2006.	Prosjek
Tolerantni na <i>C. beticola</i>	Canaria	1,75	1,25	1,50	2,25	1,75	2,00
	Evelina	1,25	1,00	1,13	1,75	1,25	1,50
	Sofarizo	1,50	1,25	1,38	1,75	1,50	1,63
	Buda	1,75	1,25	1,50	2,25	1,75	2,00
Prosjek		1,56	1,19	1,38	2,00	1,56	1,78
Osjetljivi na <i>C. beticola</i>	Mondial	2,25	1,75	2,00	2,75	2,25	2,50
	Elixir	2,25	1,75	2,00	2,75	2,50	2,63
	Laetitia	1,75	1,50	1,63	2,25	2,00	2,13
	Belinda	2,00	1,50	1,75	2,50	2,00	2,25
Prosjek		2,06	1,63	1,85	2,56	2,19	2,38

Najviši prosječni prinos korijena (t/ha) u obje godine istraživanja i na oba tipa tla ostvario je hibrid Evelina koji je tolerantan na patogenu gljivu *C. beticola* Sacc. (Tablica 4.). Svi ostali hibridi ostvarili su statistički vrlo značajno niže prosječne prinose korijena repe ( $p < 0,01$ ). Prosječan prinos korijena repe na tipu tla humoglej bio je za 8,96% viši od istog na eutričnom smeđem tlu u obje godine istraživanja.

**Tablica 4.** Prinos korijena šećerne repe (t/ha).

Hibrid		Tip tla						Ukupni prosjek
		Humoglej			Eutrično smeđe tlo			
		Godina						
		2005.	2006.	Prosjek	2005.	2006.	Prosjek	
Tolerantni na <i>C. beticola</i>	Canaria	82,50	102,40	92,60	76,15	89,74	82,95	87,78
	Evelina	90,35	112,93	101,64	86,56	107,00	96,78	99,21
	Sofarizo	85,38	107,10	96,24	76,43	98,65	87,54	91,89
	Buda	81,75	96,60	89,18	72,80	98,30	85,55	87,37
Prosjek		84,99	104,76	94,92	77,99	98,42	88,21	91,56
Osjetljivi na <i>C. beticola</i>	Mondial	76,36	91,40	83,88	65,46	88,30	76,88	80,38
	Elixir	80,60	89,55	85,08	60,44	72,15	66,30	75,69
	Laetitia	83,50	96,25	89,88	75,90	91,35	83,63	86,75
	Belinda	77,85	94,55	86,20	80,20	90,70	85,45	85,83
Prosjek		79,58	92,94	86,26	70,50	85,63	78,07	82,16
Ukupni prosjek		82,29	98,85	90,59	74,25	92,03	83,14	86,86
LSD <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,01</sub>		Genotip: 1,66 3,17		Tlo: 3,90 6,45		Godina: 6,20 9,70		

Najviši prosječni sadržaj šećera (Tablica 5.) u obje godine istraživanja i na oba tipa tla ostvario je hibrid Evelina, tolerantan na uzročnika pjegavosti lišća šećerne repe *C. beticola*.

**Tablica 5.** Sadržaj šećera u repi (%).

Hibrid		Tip tla						Ukupni prosjek
		Humoglej			Eutrično smeđe tlo			
		Godina						
		2005.	2006.	Prosjek	2005.	2006.	Prosjek	
Tolerantni na <i>C. beticola</i>	Canaria	14,20	16,85	15,53	14,50	16,14	15,32	15,43
	Evelina	14,43	17,56	16,00	15,02	17,08	16,05	16,03
	Sofarizo	13,82	17,01	15,42	14,16	16,42	15,29	15,36
	Buda	14,87	17,07	15,97	14,79	16,32	15,56	15,76
Prosjek		14,33	17,12	15,73	14,62	16,49	15,56	15,64



Osjetljivi na <i>C. beticola</i>	Mondial	13,01	15,27	14,14	12,25	14,71	13,48	13,81
	Elixir	12,66	16,78	14,72	11,93	13,19	12,56	13,64
	Laetitia	14,21	17,04	15,63	11,66	15,86	13,76	15,63
	Belinda	14,36	17,19	15,78	12,63	16,04	14,36	15,07
Prosjeak		13,56	16,57	15,07	12,12	14,95	13,54	14,41
Ukupni prosjeak		13,95	16,85	15,40	13,37	15,91	14,64	15,07
LSD <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,01</sub>		Genotip: 0,28 0,49		Tlo: 0,11 0,21		Godina: 0,51 0,97		

Prosječan sadržaj šećera na tipu tla humoglej bio je za 5,19% viši u odnosu na ispitivani parametar na eutričnom smeđem tlu u obje godine istraživanja. Druge godine istraživanja (2006.) prosječni sadržaj šećera na oba tipa tla (16,38%) bio je za 19,91% viši od istog u 2005. godini istraživanja (13,66%).

## Zaključak

Na osnovu provedenih istraživanja i polučeni rezultata možemo zaključiti da je utjecaj kvalitativnog i kvantitativnog sastava mikroorganizama u tlu na stupanj infekcije patogenom gljivom *C. beticola* velik. Zbog antagonističkih odnosa benefiitnih bakterija (*P. fluorescens*, *Bacillus* spp.) čiji je broj na humogleju bio gotovo dvostruko veći u odnosu na eutrično smeđe tlo, na humogleju je zabilježen niži stupanj infekcije cerkosporom, što se u konačnici odrazilo na prinos i digestiju šećerne repe.

## Literatura

- Bargabus, R. L., Zidack, N. K., Sherwood, J. W., Jacobsen, B. J. (2004.): Screening of the identification of potential biological control agents that induce systemic acquired resistance in sugar beet. *Biol. Control*, 30:342-350.
- Choudhary, D. K., Johri, B. N. (2008.): Interactions of *Bacillus* spp. and plants – with special reference to induced systemic resistance. *Microbiological Research*, available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- Collins, D. P., Jacobsen, B. J. (2002.): Optimizing a *Bacillus subtilis* isolate for biological control of sugar beet cercospora leaf spot. *Biological Control*, 26(2):153-161.
- Kristek, S., Kristek, A., Guberac, V., Glavaš-Tokić, R., Pavlović, H. (2006.): Influence of sugar beet seed treatment with *Pseudomonas fluorescens* and low fungicide doses on infection with *Pythium* and plant yield and quality. *Journal of Phytopathology-Phytopathologische Zeitschrift*. 154 (10):622-625.
- Kristek, S., Kristek, A., Pospíšil, M., Glavaš Tokić, R., Ćosić, J. (2007.c): Influence of bacterium *Pseudomonas fluorescens* on the pathogen of root rot *Rhizoctonia solani*, storage period and elements of sugarbeet yield and quality. *Zuckerindustrie*. 132 (7):568-575.
- Kristek, A., Kristek, S., Galović, S. (2008.): Root yield and quality depending on sugar beet hybrids and protection against fungi *C. beticola* Sacc. *Cereal research communications*, 36(1):375-378.
- Thrane, C., Nielsen, T.H., Nielsen, M.N., Sørensen, J., Olsson, S. (2000.): Viscosinamide – producing *Pseudomonas fluorescens* DR54 exerts a biocontrol effect on *Pythium ultimum* in sugar beet rhizosphere. *FEMS Microbiol Ecol*. 33:139-146.
- Thrane, C., Nielsen, M.N., Sørensen, J., Olsson, S. (2001.): *Pseudomonas fluorescens* DR54 reduces sclerotia formation, biomass development, and disease incidence of *Rhizoctonia solani* causing damping – off in sugar beet. *Microb. Ecol*. 42:438–445.

**Abstract****Influence of microflora in soil on the attack intensity of parasitic fungi *Cercospora beticola* Sacc., root yield and sugar content in sugar beet**

During a two-year trial we studied influence of soil microorganisms on the attack intensity of parasitic fungi *Cercospora beticola* Sacc., root yield and sugar content values in sugar beet. The studies were carried out in 2005 and 2006 on two soil types (Mollic Gleysols, Eutric Cambisols) different in chemical and microbiological properties. Eight sugar beet cultivars were used in the trial: four were tolerant to pathogenic fungi *C. beticola* Sacc.: Canaria (Danisco), Evelina (KWS), Sofarizo (Hilleshög) and Buda (Strube – Dieckmann), and four were sensitive to cercospora: Mondial (Danisco), Elixir (Danisco), Laetitia (KWS) and Belinda (KWS).

Lower attack intensity of cercospora was observed on Mollic Gleysols soil type in both years of the trial. On Eutric Cambisols symptoms were more observable, particularly in 2005 due to adverse weather conditions during vegetation period of sugar beet. Higher root yield and sugar content values were obtained with all cultivars tested in 2006. However, significantly higher production results with both cultivars, tolerant and sensitive to *C. beticola* Sacc., were obtained on Mollic Gleysols for better chemical and microbiological properties.

**Keywords:** sugar beet, hybrid, *C. beticola* Sacc., soil, microorganisms

## Utjecaj genotipa, i zaštite od parazitne gljive *Cercospora beticola* Sacc. na elemente prinosa i kvalitete šećerne repe

Glavaš–Tokić Renata<sup>1</sup>, Kristek Suzana<sup>2</sup>, Kristek Andrija<sup>2</sup>, Čosić Jasenka<sup>2</sup>, Kocevski Dragana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kandit Premijer d.o.o., Frankopanska 99, 31 000 Osijek, Republika Hrvatska

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31 000 Osijek, Republika Hrvatska,  
(skristek@pfos.hr)

### Sažetak

Istraživanja su provedena 2005. i 2006. godine na eutričnom smeđem tlu u Topolju. Cilj istraživanja bio je utvrditi tolerantnost današnjih hibrida te utjecaj genotipa i broja tretiranja fungicidima na elemente prinosa šećerne repe. Istraživana je interakcija genotip x tretiranje fungicidima. Bili su uključeni slijedeći hibridi: tolerantni na *Cercospora beticola* (Canaria, Sofarizo, Buda, Europa) te hibrid Marika, osjetljiv na cercosporu. Uz korištene hibride, bile su tri varijante primjene fungicida u zaštiti od uzročnika bolesti *C. beticola* (kontrola – netretirano; tretirano fungicidom 1 puta; tretirano fungicidom 2 puta). Istraživani genotipovi su pokazali različitu, ali nedovoljnu tolerantnost prema gljivi *C. beticola* što je potvrdilo ocjenjivanje oštećenja lišća i postignuti proizvodni rezultati. Prinos korijena zavisio je od genotipa i primjene fungicida. Utjecaj primjene fungicida u suzbijanju gljive *C. beticola* bio je vrlo značajan, što se manifestiralo i u visini ostvarene digestije. Prosječni prinos šećera manje je zavisio od genotipa, a više od primjene fungicida.

**Ključne riječi:** šećerna repa, hibrid, fungicidi, *Cercospora beticola*, mikroorganizmi

### Uvod

Veliki je broj čimbenika koji utječu na ostvarene rezultate u proizvodnji šećerne repe, a jedan od značajnih je pojava i razvoj bolesti lišća kojeg uzrokuje gljiva *Cercospora beticola* Sacc. Ova bolest rasprostranjena je u svim zemljama svijeta, gdje se šećerna repa uzgaja, ali štete koje ona uzrokuje su različite. Marić (1974.) navodi brojna područja u kojima su štete velike. To su dolina rijeke Po u Italiji, podunavske regije Austrije, Mađarske, Hrvatske, Srbije te crnomorska obala u Turskoj.

U Republici Hrvatskoj pjegavost lišća redovito javlja svake godine i najštetnija je bolest šećerne repe. Općenito pojava i intenzitet napada *C. beticola* ovise najviše o vremenskim prilikama tijekom ljetnog perioda vegetacije repe, a visina šteta i o otpornosti genotipa te poduzetim agrotehničkim mjerama.

Štete koje uzrokuje *C. beticola* ogledaju se u smanjenju prinosa lišća i korijena, kao i smanjenju kvalitete korijena repe. Općenito možemo reći da pjegavost lišća smanjuje asimilacionu

površinu i asimilaciju do 10 puta, prinos korijena i do 60%, sadržaj šećera za 3-7% uz povećanje prisustva melasotvornih elemenata, što sve dovodi do smanjenja prinosa čistog šećera do 42% (Winner, 1981., Kristek i sur., 2005.). Posljednja četiri desetljeća sustavnim radom na oplemenjivanju šećerne repe učinjen je znatan napredak vidljiv u povećanju otpornosti novih genotipova prema gljivi *C. beticola*. U proizvodnji su uvedeni novi, efikasniji fungicidi, ulažu se napor u organizaciju suzbijanja ove bolesti, ali se ipak događa da su štete od pjegavosti lišća kod pojedinih proizvođača ekonomski značajne. Cilj istraživanja bio je utvrditi tolerantnost novih hibrida šećerne repe prema gljivi *C. beticola*, kao i potreban broj tretiranja novim fungicidima u proizvodnji šećerne repe na području Baranje i Istočne Slavonije.

## Materijal i metode

Istraživanja su provedena kroz poljske pokuse (spit – blok shema u 4 ponavljanja) postavljene na lokalitetu u Topolju u 2005. i 2006. godini. U pokusima je istraživano 5 različitih kultivara ( $A_1 - A_5$ ) i tri načina suzbijanja patogene gljive *C. beticola* pomoću fungicida. Od primijenjenih kultivara, jedan je osjetljiv (Marika), a 4 su otporna na cercosporu (Canaria, Sofarizo, Buda, Europa). Primjena fungicida provedena je u tri varijante ( $B_1 - B_3$ ), (kontrola; 1 x tretirano; 2 x tretirano).

Pokus je postavljen na eutričnom smeđem tlu slijedećih osobina:  $pH_{KCl} - 6,48$ ; 2,39% humusa;  $AL - P_2O_5 - 6,0$  mg/100g tla;  $AL - K_2O - 26,6$  mg/100g tla. Sjetva šećerne repe obavljena je na međuredni razmak od 50 cm, te razmak u redu od 14 cm. Gnojidba je obavljena prema analizi tla i to pri osnovnoj obradi 500 kg/ha NPK 5:15:30 i 150 kg/ha uree, te predsetveno 200 kg/ha NPK 15:15:15 i 70 kg/ha KAN-a u prihrani.

Tijekom proljeća utvrđeno je poljsko nicanje šećerne repe, a zatim u fazi 2-4 lista obavljeno je uređenje sklopa i okopavanje. Predkultura za šećernu repu bila je 2005. godine zob, a 2006. godine pšenica. Zaštita od korova obavljena je primjenom herbicida nakon nicanja i ručnim okopavanjem.

Zaštita od uzročnika bolesti *C. beticola* izvršena je u trenutku kada je na osjetljivoj sorti Marika utvrđeno prisustvo simptoma – pjega na oko 10% biljaka. Primjena fungicida izvršena je prvi puta 22. srpnja 2005. i 02. srpnja 2006. godine na varijanti  $B_2$  i  $B_3$ . Drugo tretiranje izvršeno je samo na varijanti  $B_3$  – 11. kolovoza 2005. i 20. srpnja 2006. godine. Pri svim tretiranjima korišten je fungicid Sphere 267,5 EC (trifloksistrobin, 187,5 g/l + ciprokonazol, 80 g/l) u količini od 0,8 l/ha.

Prije drugog tretiranja, te na kraju vegetacije, izvršena je vizualna ocjena prisustva *C. beticola* i oštećenja lišća korištenjem skale Kleinwanzlebener Cercospora Tafel s ocjenom 0 – 5. Skala: 0 – list zdrav, bez pjega; 1 – pojava pjega na starim listovima; 2 – povećanje broja pjega na starim, vanjskim listovima i početna pojava zaraze na srednjem lišću; 3 – jača zaraza na najstarijem i srednjem lišću, pjege se počinju spajati formirajući površine uginulog tkiva; 4 – jaka zaraza na starijem i srednjem lišću, veći dijelovi lišća nekrotiziraju, ugibaju; 5 – vrlo jak napad bolesti, vanjski listovi odumrli, srednji listovi jače oštećeni, početak retrovegetacije.

Vađenje je izvršeno 12. listopada 2005. i 10. listopada 2006. godine sa površine od 20 m<sup>2</sup>. Nakon vađenja, u laboratoriju „Venema” tvornice šećera Kandit Premijer d.o.o. određeni su prinos korijena i digestija (saharimetrom, postupkom hladne digestije), dok je prema Braunschweigerovoj formuli izračunat je prinos čistog šećera (Buchholz i sur., 1995.). Dobiveni podatci obrađeni su suvremenim statističkim metodama (analiza varijance) primjenom računalnih programa.

## Rezultati i rasprava

Tijekom dvogodišnjeg istraživanja utvrđen je visoko signifikantan utjecaj kultivara i broja tretmana fungicidima na prinos korijena, sadržaj šećera (digestija) i prinos čistog šećera.

Najveći prosječni intenzitet napada cercospore, kako se i očekivalo, zabilježen je kod kultivara osjetljivog na cercosporu (Marika). Od tolerantnih kultivara najmanji prosječni intenzitet napada utvrđen je kod kultura Canaria, potom Sofarizo, Buda te Europa (Tablica 1.).

**Tablica 1.** Prosječna ocjena intenziteta napada gljivice *C. beticola* na kraju vegetacije tijekom dvogodišnjeg istraživanja.

Sorta	Varijanta primjene fungicida														
	B <sub>1</sub> (bez fungicida)					B <sub>2</sub> (1x fungicid)					B <sub>3</sub> (2x fungicid)				
	I	II	III	IV	Prosjek	I	II	III	IV	Prosjek	I	II	III	IV	Prosjek
A <sub>1</sub>	5,0	4,0	5,0	4,5	4,6	3,5	4,0	3,5	4,0	3,8	3,5	3,0	2,5	3,0	3,0
A <sub>2</sub>	2,0	2,0	3,0	2,5	2,4	1,0	2,0	1,0	0,5	1,1	0,5	0,5	1,0	1,5	0,8
A <sub>3</sub>	2,0	2,5	2,5	3,0	2,5	1,0	1,5	1,5	2,0	1,5	0,5	0,5	1,5	2,0	1,1
A <sub>4</sub>	3,0	3,0	3,5	3,5	3,3	2,0	3,0	2,0	1,5	2,1	1,5	1,5	2,0	2,0	1,8
A <sub>5</sub>	3,5	2,5	3,0	3,5	3,1	2,5	2,5	1,5	1,0	1,9	2,5	2,0	1,5	1,5	1,9
Prosjek	3,1	2,8	3,4	3,4	3,2	2,0	2,6	1,9	1,8	2,1	1,7	1,5	1,7	2,0	1,7

A<sub>1</sub> – A<sub>5</sub> = sorte soje

Najviši prosječni prinos korijena (t/ha) tijekom dvogodišnjeg istraživanja, kod svih kultivara, ostvaren je uz dva tretiranja fungicidima (Tablica 2.). Kultivar Europa (A<sub>5</sub>) ostvario je najviši prosječni prinos korijena, dok su svi ostali kultivari ostvarili visoko signifikantno ( $p < 0,01$ ) niže prosječne vrijednosti. Postignuti rezultati u primjeni fungicida u skladu su s rezultatima Rešić (2003.), Kristek i sur. (2003., 2005., 2006., 2008.). Rešić (2003.) je na dva lokaliteta dvije godine istraživao tolerantnost četiri hibrida šećerne repe prema *C. beticola* u uvjetima bez zaštite, te uz jednu i dvije zaštite. Ustanovio je da već jedna primjena fungicida u odnosu na kontrolu dovodi do povećanja prinosa korijena od 8,02 t/ha ili 15,8% u prvj, te 6,37 t/ha ili 16,3% u drugoj godini istraživanja.

**Tablica 2.** Prosječan prinos korijena šećerne repe (t/ha) u zavisnosti od sorte i primjene fungicida tijekom dvogodišnjeg istraživanja.

Sorta	Varijanta primjene fungicida			
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	Prosjek
Marika - A <sub>1</sub>	65,41	73,48	78,36	72,42
Canaria - A <sub>2</sub>	73,41	78,84	82,24	78,16
Sofarizo – A <sub>3</sub>	72,02	78,07	83,52	77,87
Buda – A <sub>4</sub>	69,17	72,55	78,11	73,28
Europa – A <sub>5</sub>	76,19	82,20	89,16	82,51
Prosjek	71,24	77,03	82,28	76,85
LSD <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,01</sub>	Sorta	n.s. n.s.	Primjena fungicida	1,54 2,07

Najviši prosječni sadržaj šećera u repi ostvaren je u varijanti B<sub>3</sub> (2 x tretirano fungicidima). Najvišu prosječnu vrijednost ostvario je kultivar osjetljiv na *C. beticola* (Marika - A<sub>1</sub>). Između navedenog kultivara i kultivara A<sub>3</sub> (Sofarizo) i A<sub>4</sub> (Buda) nije bilo statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ). Kultivari A<sub>2</sub> (Buda) i A<sub>5</sub> (Europa) ostvarili značajnu ( $p < 0,05$ ), odnosno visoko značajnu razliku ( $p < 0,01$ ) u odnosu na kultivar A<sub>1</sub>, tijekom dvogodišnjeg istraživanja (Tablica 3.). Kristek i sur. (2003.) istražujući produktivnost 28 CMS linija i 2 standarda dobili su da je primjenom fungicida, u odnosu na kontrolu, prosječni sadržaj šećera povećan za 0,81%, s tim da je kod osjetljivih linija to povećanje iznosilo 1,08%, a kod najtolerantnijih hibrida 0,54%. Kristek i sur. (2005., 2006., 2008.) primjenom fungicida dobili su prosječno povećanje digestije redom od 1,31%; 1,00%; 1,35%.

**Tablica 3.** Prosječna digestija (%) u zavisnosti od sorte i primjene fungicida tijekom dvogodišnjeg istraživanja.

Sorta	Varijanta primjene fungicida			
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	Prosjek
Marika - A <sub>1</sub>	14,07	14,73	15,01	14,60
Canaria - A <sub>2</sub>	13,57	14,45	14,79	14,27
Sofarizo - A <sub>3</sub>	13,95	14,61	14,81	14,45
Buda - A <sub>4</sub>	13,96	14,50	15,13	14,53
Europa - A <sub>5</sub>	13,62	14,18	14,47	14,09
Prosjek	13,84	14,49	14,84	14,39
LSD <sub>0,05</sub>	Sorta 0,264		Primjena fungicida 0,185	
LSD <sub>0,01</sub>	0,370		0,249	

Najviši prosječni prinos čistog šećera tijekom dvogodišnjeg istraživanja također je ostvaren dvokratnom primjenom fungicida. Najvišu prosječnu vrijednost ovog parametra ostvario je kultivar Europa (A<sub>5</sub>), dok su svi ostali kultivari (osjetljivi i tolerantni na *C. beticola*) ostvarili visoko signifikantno niže vrijednosti ( $p < 0,01$ ).

**Tablica 4.** Prosječni prinos čistog šećera (t/ha) u zavisnosti od sorte i primjene fungicida tijekom dvogodišnjeg istraživanja.

Sorta	Varijanta primjene fungicida			
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	Prosjek
Marika - A <sub>1</sub>	7,89	9,42	10,30	9,20
Canaria - A <sub>2</sub>	8,60	10,02	10,74	9,79
Sofarizo - A <sub>3</sub>	8,67	9,98	10,89	9,85
Buda - A <sub>4</sub>	8,43	9,27	10,47	9,39
Europa - A <sub>5</sub>	8,98	10,17	11,24	10,13
Prosjek	8,52	9,77	10,73	9,67
LSD <sub>0,05</sub>	Sorta n.s.		Primjena fungicida 0,244	
LSD <sub>0,01</sub>	n.s.		0,328	

Postignuti rezultati u skladu su s rezultatima Rešića (2003.) te Kristeka i sur. (2003., 2005., 2006., 2008.). Rešić (2003.) je s jednom primjenom fungicida, u odnosu na kontrolu, dobio povećanje prinosa tehnološkog šećera od 1,33 t/ha ili 15,5% u prvoj, te 1,12 t/ha ili 17,7% u drugoj godini istraživanja. Dva puta primijenjeni fungicidi povećali su prinos šećera u odnosu na kontrolu za 2,16 t/ha ili 23,0% u 2002. godini, te za 1,75 t/ha ili 25,2% u 2003. godini.

## Zaključci

Na temelju dobivenih rezultata možemo zaključiti da su istraživani genotipovi pokazali različitu, ali nedovoljnu tolerantnost prema gljivi *C. beticola* što potvrđuje ocjenjivanje oštećenja lišća. Prinos korijena zavisio je od genotipa i primjene fungicida. Najmanji prosječni prinos korijena postignut je s genotipom A<sub>1</sub>, a najveći s genotipom A<sub>3</sub>. Najveći prinos korijena ostvaren je uz dva tretiranja fungicidima, a najmanji bez korištenja fungicida. Utjecaj primjene fungicida osim od broja tretiranja zavisio je i od genotipa. Najveći utjecaj dobiven je kod osjetljivog genotipa A<sub>1</sub>. Utjecaj primjene fungicida u suzbijanju gljive *C. beticola* bio je vrlo značajan, što se manifestiralo i u visini ostvarene digestije. Najmanji prosječni sadržaj šećera dobiven je varijantom gdje nije korišten fungicid. Već je primjena fungicida (B<sub>2</sub>) u odnosu na varijantu bez primjene fungicida (B<sub>1</sub>) dovela do značajnog povećanja digestije (0,50%), a dva puta primijenjeni fungicid (B<sub>3</sub>) značajno je povećao sadržaj šećera i u odnosu na B<sub>1</sub> (0,83%), i u odnosu na B<sub>2</sub> (0,33%). Najmanji prosječni prinos tehnološkog šećera dobiven je na varijanti B<sub>1</sub> gdje nije korišten fungicid. Već jednom primijenjen fungicid (B<sub>2</sub>) u odnosu na B<sub>1</sub> doveo je do značajnog povećanja prinosa šećera od 10,8%. Dva puta primijenjen fungicid (B<sub>3</sub>) značajno je povećao prinos čistog šećera i u odnosu na B<sub>1</sub> i to za 19,6%, i u odnosu na B<sub>2</sub> i to za 8,0%. Utjecaj primjene fungicida zavisio je i od genotipa. Najveći utjecaj dobiven je kod osjetljivog genotipa A<sub>1</sub>.

## Literatura

- Buchholz, K., Märländer, B., Puke, H., Glattkowski, H., Thielecke, K. (1995.): Neubewertung des technischen Wertes von Zuckerrüben. Zuckerindustrie 120:113–121.
- Kristek, A., Antunović, M., Kristek, S., Kanisek, J. (2003.): Utjecaj folijarne gnojidbe borom i magnezijem na elemente prinosa šećerne repe. Listy cukrovarnické a řepařské, 119(4):106-108.
- Kristek, A., Marković, M., Glavaš-Tokić, R., Katušić, J., Širić, D., Antunović, M. (2005.): Proizvodne vrijednosti sorata šećerne repe u različitim agroekološkim uvjetima. Zbornik radova 40. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. Opatija, str. 205-206.
- Kristek, S., Kristek, A., Guberac, V., Glavaš-Tokić, R., Pavlović, H. (2006.): Influence of sugar beet seed treatment with *Pseudomonas fluorescens* and low fungicide doses on infection with *Pythium* and plant yield and quality. Journal of Phytopathology-Phytopathologische Zeitschrift. 154 (10):622-625.
- Kristek, A., Kristek, S., Galović, S. (2008.): Root yield and quality depending on sugar beet hybrids and protection against fungi *C. beticola* Sacc. Cereal research communications, 36(1):375-378.
- Marić, A. (1974.): Bolesti šećerne repe. Novi Sad, 37-78.
- Rešić, I. (2003.): Djelotvornost fungicida i tolerantnost sorata šećerne repe na gljivu *Cercospora beticola* Sacc. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Winner, C. (1981.): Zuckerrubensbau. Frankfurt (Main), DLG-Verlagsunion.

**Abstract****Influence of genotype, microflora in soil and protection against parasitic fungi *Cercospora beticola* Sacc. on the elements of sugar beet yield and quality**

Our research studies were carried out in 2005 and 2006 on three types of soil that were different in chemical and microbiological properties. The studies into interaction of genotype tolerance x fungicide treatment were done with hybrids tolerant to *Cercospora beticola* (Canaria, Sofarizo, Buda, Europa); and Marika hybrid sensitive to *C. beticola*. Three different fungicide treatments were applied to the five hybrids in protection against the agent of disease *C. beticola* (control – untreated; one-time fungicide application; two-time fungicide application). Tested genotypes showed different, but insufficient tolerance against *C. beticola* fungi which was proved by the assessment of damage on the leaves. Root yield depended on genotype, and fungicide application. Influence of fungicide application in the control of *C. beticola* fungi was highly significant, resulting in the level of the obtained sugar content. Content of elements in molasses (K, Na, AmN), sugar in molasses, as well as average sugar yield were less dependent on genotype, but more on fungicide application. Quality and quantity of the microorganisms contained in the soil had significant influence on the level of infection with pathogenic fungi *C. Beticola*.

**Key words:** sugar beet, hybrid, fungicide, *C. beticola*, microorganisms



## Effects of herbicide applications on weed infestation and maize productivity

Simić Milena<sup>1</sup>, Videnović Živorad<sup>1</sup>, Jug Danijel<sup>2</sup>, Dumanović Zoran<sup>1</sup>,  
Jug Irena<sup>2</sup>, Stipešević Bojan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Maize Research Institute, Zemun Polje, S. Bajića 1, 11185 Belgrade-Zemun, Serbia (smilena@mrizp.rs)

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture in Osijek, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Croatia

### Abstract

Under field conditions without weed control, yield losses vary between 10% and 100% depending on a crop and its competitive ratio. Due to a broad acceptance of the integrated weed management, the herbicide consumption has gradually been reduced during the last years. The present four-year study was carried out to investigate the effects of the herbicide combinations with recommended and reduced amounts on the level of weed infestation and maize productivity. The application of herbicides significantly affected the weed infestation level. The differences in weed fresh weight between areas treated with recommended herbicide amounts and with a half of those amounts were not significant except in 2007, as well as, the values of the maize leaf area, plant height, biomass and grain yield. The potential decreases in weed fresh matter and increases in maize grain yield have led many producers to consider using lower amounts of herbicides and benefit integrated weed management and environment protection

**Keywords:** maize, herbicide application, lower dosages, productivity

### Introduction

Maize, as a row crop, provides favourable conditions for the growth and development of weeds that can significantly reduce maize yield. Weed associations are highly adapted to the crop and are quite dynamic. A maize weed community is characterised by effects of frequent and intensive applications of cropping practices especially herbicides and their combinations. Under conditions without weed control, yield losses vary between 10% and 100% depending on a competitive ratio of the crop (van Heemst, 1985).

Due to a broad acceptance of the integrated weed management, the herbicide consumption has gradually been reduced during the last years. Considering the unwanted consequences of their application in human and animal health and environments, as well as, problems resulting from the inadequate application, the studies are focused on the following: possibilities to reduce applied rates in relation to the recommended one, to reduce the number of treatments, as well as, to apply non-chemical weed control. In such a sense, savings of chemical means are possible through

the partial application of herbicide (*patch spraying*), i.e. the treatment of only weed infested oases, which is also ecologically more acceptable (Stafford and Miller, 1993; Wyse-Pester et al., 2002). Due to the permanent decrease in prices of agricultural products, farmers also try to reduce the application of pesticides. For instance, a plan on the pesticide rates reduction by 50% in relation to the beginning of the 1980s was made in Scandinavian countries and The Netherlands. In our country, there are also studies on the possibility to suppress weeds by reduced amounts of herbicides (Božić and Kovačević, 1992; Đorđević-Milošević et al., 1992; Stefanović and Simić, 2001; Đević, 2003; Simić et al., 2007b), or by a combined application of herbicides with other cropping practices (Momirović et al., 1997; Stanojević et al., 2001; Simić and Stefanović, 2007a).

The main issue related to the application of herbicides is the most optimal time for their application. In order to make such a decision several factors affecting their efficiency should be considered (Mester and Buhler, 1991; Menne and Berger, 2001). First of all, it is necessary to know the level of weed infestation, i.e. the number of weed species, as well as, the number of plants per weed species (Dille et al., 2003). Pre- and post-harvest herbicide applications, but prior to maize emergence, with the application of cropping practices, should provide protection to crops against weeds in the early stages of their growth and development. As moisture in the surface soil layer is necessary for the activation of these “soil” herbicides, the successfulness of this measure depends on meteorological conditions. There are also other factors that under certain conditions influence the efficiency of the applied herbicides and thereby affect crop yield (Fawcett et al., 1987; Buchanan et al., 1990).

The present four-year study was carried out to investigate the effects of the applied herbicide combinations with recommended and reduced amounts on the level of weed infestation and productive parameters of maize.

## Material and methods

Field experiments were conducted during the period 2004-2007 at the Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade. The soil was slightly calcareous chernozem with 47% clay and silt and 53% sand. The experimental area was ploughed in autumn, followed by one pass each of a disk harrow and a field cultivator prior to sowing. Fields received 120 kg N ha<sup>-1</sup>, 90 kg P ha<sup>-1</sup> and 90 kg K ha<sup>-1</sup> in each year respectively. The crop was hand sown on the 28<sup>th</sup>, 22<sup>nd</sup>, 26<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> April in each year. The experiment was set up according to a split-split plot design with three replications.

The main plots encompassed a pre-emergence application of isoxaflutole (Merlin 750-WG) and acetochlor (Trophy-EC) at three herbicide rates: the full rate (101.25 g ha<sup>-1</sup>+1536 g ha<sup>-1</sup> a.i.), half a rate (50.625 g ha<sup>-1</sup>+768 g ha<sup>-1</sup> a.i.) and a control variant without the herbicide application. The herbicides were applied with a hand-held sprayer calibrated to deliver 15 L at 300 kPa (3 bar) with a flat-fan nozzle (Teejet, 1.4 mm E 04-80). The subplots included maize hybrids of different maturity groups (HY): ZP 434 (FAO 400), ZP 578 (FAO 500) and ZP 735 (FAO 700) and the average values for hybrids are presented.

The weed samples were collected a two months after the herbicide application, in July. Fresh matter of weed species was recorded after removing weeds manually from randomly selected two places with a 0.25 -m<sup>2</sup> quadrant measuring.

**Table 1.** Average monthly air temperature (°C) and monthly precipitation sum (mm) from April to September at Zemun Polje

Month	Temperature (°C)				Precipitation (mm)			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
April	12.9	12.4	13.4	14.9	27.2	28.2	19.4	3.8
May	16.0	17.6	16.9	19.5	53.6	3.2	15.2	79.0
June	20.3	20.1	20.0	23.8	125.0	65.0	57.8	107.6
July	21.9	22.4	17.5	25.8	66.4	44.0	6.2	17.5
August	21.0	20.6	21.1	24.2	39.4	64.0	113.1	72.5
September	15.7	19.5	19.7	16.2	35.8	21.4	17.7	84.1
Average/Sum	18.0	18.8	18.1	20.7	347.4	225.4	229.4	364.5

The all experimental variants were manually hoed after the second evaluation of weeds. Simultaneously, the maize biomass and height were measured. In 2007, due to the low amount of precipitation (3.8 mm in April) and a poor emergence of maize plants, the maize plant biomass and height were not measured. The maize leaf area was measured by a LI-COR 3100C area meter at tasseling, when all the leaves were completely developed. The maize grain yield was measured at the end of the growing cycle from the whole elementary plot (29.4 m<sup>2</sup>) and calculated with 14% of moisture. The obtained experimental data were processed using the statistical package STATISTICA 8.0 for Windows. The differences between the treatments were determined by LSD-test at the probability levels of 0.01 and 0.05. The average monthly air temperatures during the maize growing season were optimal in the first three years of the investigation, while a higher average monthly air temperature (20.7°C) was measured in 2007 (Table 1.). The sum and the distribution of the precipitation were the most optimal in 2004, while this sum was not sufficient in 2006. The most unfavourable precipitation distribution (3.8 mm) was in 2007, especially during crop emergence (April).

## Results and discussion

The application of herbicides significantly affected the weed infestation level of maize (Table 2.). According to presented results, it is obvious that fresh weights of weeds were higher in the untreated variant than in the variant treated with herbicides in each experimental year. Based on the statistical analysis, the determined differences were highly significant.

**Table 2.** Effects of herbicide application on weed infestation in maize (fresh weight, g m<sup>-2</sup>)

Year	Recommended amount	Half of recommended amount	Control	
2004	123.66 b	335.22 b	6687.76 a	LSD <sub>0.01</sub> =1403.38
2005	78.40 b	234.78 b	2957.86 a	LSD <sub>0.01</sub> =550.99
2006	21.27 b	202.18 b	5151.39 a	LSD <sub>0.01</sub> =325.11
2007	632.92 c	1750.81 b	5707.83 a	LSD <sub>0.01</sub> =1020.91
Average	214.06 c	630.75 b	5126.21 a	LSD <sub>0.01</sub> = 385.97

The differences in weed fresh weight between areas treated with recommended herbicide amounts and areas treated with a half of those amounts were not significant except in 2007. The mentioned year was characterised by a dry spell during sowing (April) and then by sufficient amounts of rain in May and June, which led to a great weed fresh weight (630.75 g m<sup>-2</sup>) in areas treated with recommended amount of herbicides. On the average for all years of investigations, very significant differences in weed fresh weights were determined in the variant treated with the recommended amounts of herbicides (630.75 g m<sup>-2</sup>) and the variant treated with a half of recommended amounts of herbicides (214.06 g m<sup>-2</sup>).

**Table 3.** Maize plant height (cm) in dependence on applied herbicides

Year	Recommended amount	Half of recommended amount	Control	
2004	64.85 a	67.19 a	67.65 a	LSD <sub>0.01</sub> = 6.725
2005	69.84 a	70.54 a	50.07 b	LSD <sub>0.01</sub> = 7.734
2006	62.84a	61.87 a	45.18 b	LSD <sub>0.01</sub> = 7.688
2007	-	-	-	-
Average	65.85 a	66.53 a	54.30 b	LSD <sub>0.01</sub> = 3.078

A statistically significant reduction of weed weights due to the application of herbicides was also observed in previous studies on maize weed infestation under certain cropping systems (Momirović et al., 1997; Stanojević et al., 2001). Previous studies also showed that the greatest total fresh weight of weeds had been determined in summer, while *Amaranthus retroflexus* L. was the most distributed weed species in the maize crop at Zemun Polje (Simić et al., 2003).

Based on differences in fresh weight of the distributed weeds, the differences in morphological traits of maize in dependence on the amounts of applied herbicides were determined (Tables 3. and 4.).

The maize plant height at the time of the second weed evaluation, on the average for four years, significantly differed in areas that were not treated with herbicides (54.30 cm) from treated areas (65.85 and 66.53 cm). There were no significant differences in the plant height over both treated variants (Table 3.). Maize biomass at the time of the second weed evaluation, similarly to the plant height, on the average, had the lowest value in the control variant, 134.22 cm, what is a significantly lower than plant biomass in treated variants (332.29 and 346.91 cm), Table 4.

**Table 4.** Maize plant biomass (g) in dependence on herbicide application

Year	Recommended amount	Half of recommended amount	Control	
2004	465.92 a	517.78 a	227.78 b	LSD <sub>0.01</sub> =166.48
2005	416.23 a	412.40 a	151.86 b	LSD <sub>0.01</sub> = 72.54
2006	114.71 a	110.56 a	23.03 b	LSD <sub>0.01</sub> = 26.29
2007	-	-	-	-
Average	332.29 a	346.91 a	134.22 b	LSD <sub>0.01</sub> = 48.63

According to results presented in Tables 5 and 6, the application of herbicides directly affected maize productivity. The leaf area was always higher under conditions with the herbicide application than without the herbicide application (Simić, 2004). Determined differences were statistically very significant in all years of investigation, especially in 2006. The leaf area was on the average statistically very significantly higher in the treated area (6265.48 cm<sup>2</sup> and 6720.07 cm<sup>2</sup>) than in the untreated area (3557.39 cm<sup>2</sup>) (Simić et al., 2003). It means that the application of herbicides affected the weed infestation level of maize and in such a way it directly and indirectly affected the increase of the maize competitive ability in the treated area. This is also supported by the fact that values of the maize leaf area, as well as, of the plant height and biomass were not statistically significantly different in the variant treated with recommended amount of herbicides than in the variant treated with a half of that amount.

**Table 5.** Maize leaf area (cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>) in dependence on herbicide application

Year	Recommended amount	Half of recommended amount	Control	
2004	7569.08 a	7662.31 a	5025.74 b	LSD <sub>0.01</sub> = 508.77
2005	6223.20 a	6385.52 a	4935.34 b	LSD <sub>0.01</sub> = 590.75
2006	7204.16 a	6805.83 b	3557.39 c	LSD <sub>0.01</sub> = 311.29
2007	6265.48 a	6026.64 a	4754.65 b	LSD <sub>0.01</sub> = 617.78
Average	6815.48 a	6720.07 a	4568.28 b	LSD <sub>0.01</sub> = 262.77

The maize grain yield was also affected by the investigated parameters. The significantly higher grain yield was observed in the variant with the herbicide application, Table 6. The maize grain yield did not differ significantly between treatments with a full and half a rate of herbicides.

**Table 6.** Maize grain yield (t ha<sup>-1</sup>) in dependence on herbicide application

Year	Recommended amount	Half of recommended amount	Control	
2004	12.90 a	13.00 a	9.46 b	LSD <sub>0.01</sub> = 1.077
2005	12.61 a	12.38 a	8.07 b	LSD <sub>0.01</sub> = 1.665
2006	11.02 a	10.96 a	6.81 b	LSD <sub>0.01</sub> = 1.409
2007	8.46 a	8.45 a	6.02 a	LSD <sub>0.01</sub> = 2.144
Average	11.25 a	11.20 a	7.59 b	LSD <sub>0.01</sub> = 0.594

In the majority of cases, the yield reduction on areas that were not treated with herbicides nor other weed control measures were applied could be much higher than the results presented in Tables. Therefore, all treated variants were manually hoed after the second evaluation and the average yield reduction in the control variant in relation to treated variants amounted to 32.35% (van Heemst, 1985). According to the observed results related to the application of herbicides, weeds more affected studied parameters of maize competitiveness and productivity in the untreated variant. Although presented results point to the efficient effects of applied herbicides on the reduction of the weed infestation level, and related to it, on the maize productivity increase, due to known disadvantages of the herbicide application, an overall approach to the selection of cropping practices is necessary in order to succeed in weed control in the studied area. The findings of this study have several implications for the

weed management in the maize production. The potential decreases in weed fresh matter and increases in maize grain yield have led many producers to consider using lower amounts of herbicides and benefit integrated weed management and environment protection (Swanton and Weise, 1991; Simić et al., 2003; Wilson et al., 2009).

### Acknowledgement

This manuscript is a result of the study within the Project TR-20007 “Development of Maize Growing Practices with the Ecological Approach” that is supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

### Literatura

- Božić, D., Kovačević, D. (1992): Mogućnost suzbijanja korova u kukuruзу smanjenom količinom herbicida. Zbornik radova Četvrtog kongresa o korovima, Banja Koviljača, Srbija, 398-407.
- Buchanan, F.S., Gillespie, T.J., Swanton, C.J. (1990): Environmental factors affecting the herbicide activity of DPX-a 7881. Weed Research, 30: 271-278.
- Dille, A.J., Milner, M., Groeteke, J.J., Morensen, D.A., Williams, M.M. (2003): How good is your weed map? A comparison of spatial interpolators. Weed Science, 51: 344-55.
- Đević M. (2003). Precizna primena herbicida. VI Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, 33.
- Đorđević-Milošević S., Trenkovski S., Stefanović L., Žujović M. (1992). Prilog proučavanju mogućnosti redukovanja upotrebe herbicida u proizvodnji kukuruza za silažu. Zbornik radova Četvrtog kongresa o korovima, Banja Koviljača, 426-436.
- Fawcett, J.A., Harvey, R.G., Arnold, W.E., Bauman, T.T., Eberlein, Ch.V., Kells, J.J., Mosher, L.J., Slife, F.W., Wilson, R.G. (1987): Influence of environment on corn (*Zea mays*) tolerance to setoxydium. Weed Science, 35: 568-575.
- Menne, H.J., Berger, B.M.(2001): Influence of straw management, nitrogen fertilization and dosage rates on the dissipation of five sulfonilureas in soil. Weed Research, 41: 229 -244.
- Mester, T.C., Buhler, D.D. (1991): Effects of Soil Temperature, Seed Depth and Cyanazine on Giant Foxtail (*Setaria faberi*) and Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Seedling development. Weed Science, 39: 204-209.
- Momirović, N., Stanković, R., Škrbić, N., Šinžar, B., Jovanović, B. (1997): Uticaj sistema obrade zemljišta i primene herbicida na zakorovljenost i prinos useva kukuruza. Pesticidi, 12: 103-109.
- Simić, M., Stefanović, L., Šinžar, B. (2003): Seasonal changes of maize weed community in dependence on herbicide application and irrigation. Herbologia, 4: 71-83.
- Simić, M., Stefanović, L. (2007a): Effects of maize density and sowing pattern on weed suppression and maize grain yield. Pesticidi i fitomedicina, 22: 93-103.
- Simić, M., Stefanović, L. (2007b): Delovanje sistema gajenja na korovsku zajednicu i parametre rodnosti kukuruza. Arhiv za poljoprivredne nauke, 68: 95-108.
- Stafford, J.V., Miller, P.C.H. (1993): Spatial selective application of herbicide to cereal crops. Computer Electronic Agriculture, 9: 217-229.
- Stanojević, M., Stefanović, L., Šinžar, B., Vrbničanin, S. (2001): Effects of crop density and herbicide treatment on the floristic composition and structure of weed community in maize. Acta biologica jugoslavica, serija G, Acta herbologica, 10: 23-35.
- Stefanović, L., Simić, M. (2001): Značaj pravovremene primene herbicida u suzbijanju korova u usevu kukuruza. Zbornik radova savetovanja „Nauka, Praksa i Promet u Agraru – znanje u hibridu“. Vrnjačka Banja, Srbija, 137-144.
- van Heemst, H.D.J. (1985): The influence of weed competition on crop yield. Agricultural Systems, 18: 81-93.
- Wyse-Pester, D.Y., Wiles, L.J., Westra, Ph. (2002): Infestation and spatial dependence of weed seedling and mature weed populations in corn. Weed Science, 50: 54-63.

**Sažetak****Utjecaj aplikacije herbicida na zakorovljenost i produktivnost kukuruza**

Smanjenje prinosa usjeva zbog izostanka kontrole korova može varirati u poljskim uvjetima između 10% i 100%, zavisno o usjevu i njegovoj kompetitivnoj sposobnosti. Prihvatanjem strategije o integralnoj kontroli korova, potrošnja herbicida se posljednjih godina postepeno smanjuje. U radu se, u četverogodišnjem razdoblju, ispituju utjecaji primjene kombinacije herbicida u preporučenoj i polovini preporučene količine na razinu zakorovljenosti i produktivnost kukuruza. Primjena herbicida je značajno utjecala na razinu zakorovljenosti kukuruza. Razlike u svježoj masi korova između površina s primjenom herbicida u preporučenoj i polovini preporučene količine nisu bile značajne osim u 2007., kao ni razlike u vrijednostima za lisnu površinu, visinu i biomasu biljaka i prinos zrna kukuruza. Potencijalno smanjenje zakorovljenosti uz stabilan prinos zrna kukuruza može utjecati na proizvođače da smanje količine herbicida koji se primjenjuju, čime se doprinosi primjeni sustava integralne kontrole korova i zaštiti životne sredine.

**Ključne riječi:** kukuruz, primjena herbicida, smanjene doze, produktivnost

## Chemical composition and phytate content of ZP maize hybrids

Stevanović Milan, Čamdžija Zoran, Dragičević Vesna, Filipović Milomir,  
Delić Nenad, Drinić Mladenović Snežana

*Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade, Serbia (msnezana@mrizp.rs)*

### Abstract

Analysis of 16 ZP maize hybrids was conducted to identify genotypes that had either low or high concentration of phytate. Genetic variability in seed phytate content was observed, with values ranging from 2, 64 to 3, 71, averaged 3, 23 gkg<sup>-1</sup>. Inorganic phosphorus (Pi) concentrations were between 0, 43 to 1, 65 gkg<sup>-1</sup> averaged 0, 92 gkg<sup>-1</sup>. Three groups of hybrids were identified as having low, intermediate and high phytate content. Positive correlation was found between phytate and protein while negative correlation occurred between phytate and starch. Hybrid ZP846 had the lowest phytate concentration of 2, 64 gkg<sup>-1</sup>, but lower than average protein content. Hybrids with low phytate content will be included in further study of their use in animal diets.

**Keywords:** hybrids, maize, phytate, protein, starch

### Introduction

Both the chemical composition and total amount of seed phosphorus (P) are important to the end-use quality of cereal and legume seed crops. Most of the phosphorus in maize grain is not nutritionally available to animals because it is contained in a chemical called phytic acid which cannot be digested by animals. Nearly all the phytic acid found in mature seeds is bound to minerals to form a mixed cation salt known as phytate (Lott et al., 2000). The bioavailability of P in maize diets is only 15% for monogastric animals because monogastrics lack the enzyme phytase needed to utilize this form of P (Cromwell and Coffey, 1991). Thus, animal diets must be supplemented with phosphorus, and much of the phosphorus from the grain is excreted. Most of the endogenous P in the diets of swine and poultry passes into the feces and onto the landscape, where it contributes to surface water pollution (Sharpley et al., 1994). Such contamination can cause eutrophication in aquatic ecosystems, promoting algal blooms and reducing available oxygen for macro-organisms (Ertl et al., 1998). On average, swine need 2.35 g Pi kg<sup>-1</sup> dietary dry matter to meet their nutritional requirements (Knowlton et al., 2004), and phytate levels should be as low as possible to minimize P pollution. So, it would be desirable to increase the concentration of inorganic P (Pi), an available form of P, and reduce the concentration of phytate in maize grain to help alleviate the associated nutritional and



environmental problems simultaneously. Low phytate maize is receiving considerable attention as a means of minimizing manure-P (CAST, 2002; Raboy et al., 1997). These varieties will benefit the environment by causing reduced phosphorus pollution from animal waste and reduce amount of phosphorus supplementation required in animal feeds (Ertl et al., 1998). Animal feeding trials have shown that P availability is greatly improved in low phytate maize genotypes leading to substantial decreases in feces P concentration (Knowlton et al., 2004). The objective of this study was to investigate chemical composition and variability of phytate among ZP maize hybrids with aim to determine those one with low phytate that can be use in animal diets.

## Material and methods

A set of 16 ZP hybrids, FAO400-800, were grown in a randomized complete block design (RCBD) at Zemun Polje, during the summer of 2009. The hybrids were allowed to open pollinate, and two rows were hand-harvested to collect grain samples. Phytate, Pi, protein, oil and starch content were measured. Seed protein, oil and starch content were determined by near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) using Infracac 1241 Grain analyzer, (Foss Tecator, Sweden) and expressed in a percentage of absolutely dry matter of grain (ADM). To determine phytate, the method of Latta and Eskin (1980), modified by Sredojevic (1989, 2009) was employed. Phytate was determined colorimetrically, based on the pink color of the Wade reagent, which is form upon the reaction of ferric ion and sulfosalicylic acid, and has an absorbance maximum at 500 nm. In the presence of phytate, the iron is sequestered and unviable to react with sulfosalicylic acid, resulting in a decrease in pink color intensity. The extraction procedure employed for determination of inorganic P(Pi) was according to Pollman (1991).

## Results and discussion

Grain chemical composition is the most important trait to the end-use quality of maize. Averaged value for protein, oil and starch in ZP hybrids were 10.74%, 4.69% i 79.97% d.m., respectively, (Table 1.). Obtained values are typically for maize genotypes that were not specifically selected for those traits (Pollak and Scott, 2005, Harrelson et al., 2008, Idikut et al., 2009). It is know that protein composition varies among genotypes (Lorenz et al., 2007, Drinic et al., 2009). The protein content of 16 ZP hybrids ranged from 9.17 (ZP846ex) to 13.01 in ZP 588ex, averaged 10.68% d.m.

**Table 1.** Protein, oil and starch content of 16 ZP hybrids (FAO400-800)

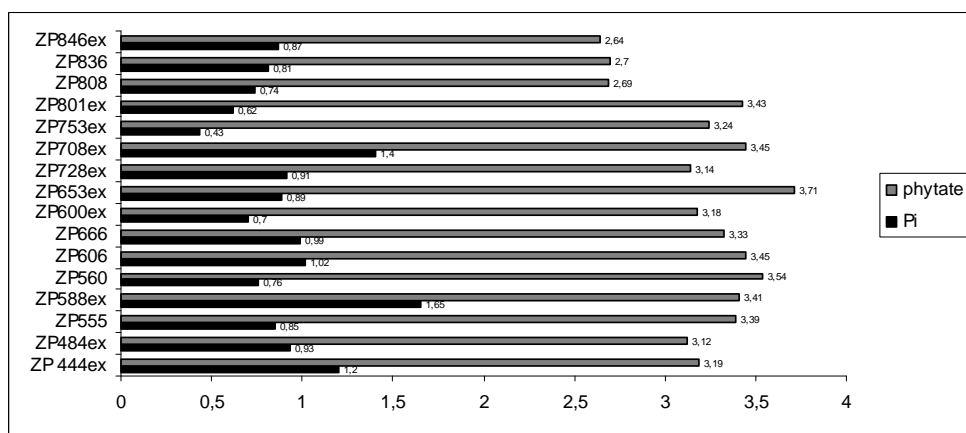
Hybrid	Protein content % d.m.	Oil content % d.m.	Starch content % d.m.
ZP 444ex	10.30	5.12	78.55
ZP484ex	10.35	4.97	81.64
ZP555	11.70	4.30	80.14
ZP588ex	13.01	5.06	77.43
ZP560	11.77	4.5	69.80
ZP606	9.79	4.30	80.70
ZP666	11.40	5.15	79.61
ZP600ex	9.88	4.36	80.79

ZP653ex	10.63	4.14	81.78
ZP728ex	10.01	4.59	80.64
ZP708ex	12.05	5.37	78.55
ZP753ex	10.86	4.49	82.40
ZP801ex	10.61	5.20	82.00
ZP808	9.33	4.22	82.34
ZP836	10.92	5.02	81.51
ZP846ex	9.17	4.37	81.69
average	10.74	4.69	79.97

The oil content have value from 4.14 (ZP653ex) – 5.37 (ZP708ex) and starch content ranged from 69.8 (ZP560) to 82.40% (ZP753ex). The highest protein content has hybrids from FAO 500 while the highest averaged oil content has hybrids from FAO400. ZP hybrids belonging to FAO 800 have the highest starch content, but the lowest protein content.

Substantial quantitative variation in seed phytate has been observed among ZP hybrids, (Figure 1). The phytate varied from 2.64 to 3.71, averaged 3.23 g kg<sup>-1</sup>. The low phytate concentration was measured in 5 hybrids, intermediate in 4 hybrids and high in 7 hybrids. Hybrid ZP 846ex has the lowest phytate content (2.64 g kg<sup>-1</sup>) as well as generally hybrids from FAO 800 (2.86 g kg<sup>-1</sup>).

Inorganic P (Pi) is important form of phosphorus in grains, although it is present at relatively low concentrations and thus constitutes a small fraction of the total P of grains. High level of inorganic P is regarded as desirable form a nutritional standpoint. Among hybrids Pi ranged from 0.43 (ZP753) to 1.65 gkg<sup>-1</sup> (ZP 588ex), averaged 0.92 gkg<sup>-1</sup>, (Figure 1). Both phytate and Pi values were within the range of values reported for maize hybrids in previous study (Raboy et al., 2000). Hybrids with low phytate concentration have the highest starch content but lower than average protein content.



**Figure 1.** Phytate and Pi content of 16 ZP maize hybrids

Correlations were calculated to identify trait relationships that should be considered during the process of improving germplasm for phytate or Pi, as well as to compare our results with previously reported correlations to determine if similar relationships exist.

As in many previous reports (Lorenz et al., 2007, 2008, Drinic et al., 2009) phytate was positively correlated with proteins ( $r=0.58$ ). There is inverse relationship between starch and protein content ( $r=-0.54$ ). A negative correlation occurred between phytate and starch ( $r=-0.4$ ). These findings are in agreement with findings of Harleson et al., 2008, Idikut et al, 2009, Lorenz et al., 2008, who found negative relationship between starch and phytate. This result reflects the seed deposition pattern of phytate, where approximately 90% of phytate is found in the germ and only trace amounts are in the endosperm. The correlations between phytate and Pi were 0.22, which closely agree with the correlation between these P traits reported in Lorenz et al. (2007).

## Conclusion

Among analyzed ZP maize hybrids are enough variability for phytate that grain of low phytate hybrids can be used in animal diet and would have beneficial impact on the environment and farm economy.

## Acknowledgement

The study is part of project TR-20114, MNTR R. Serbia.

## References

- CAST (2002): Animal diet modification to decrease the potential for nitrogen and phosphorus pollution. Council for Agricultural Science and Technology Issue Paper. 21: 1-16.
- Cromwell, G.L., and Coffey R.D., (1991): Phosphorus: A key essential nutrient, yet a possible major pollutant: Its central role in animal nutrition. p. 133–145. In T.P. Lyons (ed.) Biotechnology in the feed industry. Alltech Tech. Publ., Nicholasville, KY.
- Drinić Mladenović S., Ristić D., Sredojević S., Dragičević V., Ignjatović Micić D., and Delić N., (2009): Genetic variation of phytate and inorganic phosphorus in maize population. *Genetika* 41(1): 107 -115.
- Ertl, DS, Young KA, Raboy V., (1998): Plant genetic approaches to phosphorus management in agricultural production. *J Environ Qual* 27: 299–304.
- Harrelson, F.W., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., Jackson, D.S. and Fithian, W.A. (2008): Influence of Corn Hybrid, Kernel Traits, and Growing Location on Digestibility. In: 2008 Beef Cattle Reports. p. 45-47, University of Nebraska, Dept. of Animal Science.
- Idikut, L., Atalay A.I., Kara S.N. and Kamalak A., (2009): Effect of Hybrid on Starch, Protein and Yields of Maize Grain *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8 (10): 1945-1947.
- Knowlton, K.F., Radcliffe J.S., Novak C.L., and Emmerson D.A., (2004): Animal management to reduce phosphorus losses to the environment. *J. Anim. Sci.* 82:E173–E195.
- Latta, M. and Eskin M., (1980): A simple and rapid colorimetric method for phytine determination. *J. Agric. food Chem.* 28:1308-1311.
- Lorenz, A., Scott P. and Lamkey K. (2008): Genetic Variation and breeding potential of phytate and inorganic phosphorus in a maize population. *Crop Sci* 48, 79-84.
- Lorenz, A., Scott P. and Lamkey K., (2007): Quantitative determination of phytate and inorganic phosphorus for maize breeding. *Crop Sci* 47: 598-604.
- Lott, J.N.A., Ockenden I., Raboy V., and Batten G.D., (2000): Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: A global estimate. *Seed Sci. Res.* 10:11–33.
- Pollak, L.M., M.P. Scott, (2005): Breeding for grain quality traits. *Maydica* 50: 247-257.

- Pollman, R.M. (1991): Atomic absorption spectrophotometric determination of calcium and magnesium and colorimetric determination of phosphorus in cheese. Collaborative study. *J. Assoc. Anal. Chem.* 74 (1):27-30.
- Raboy, V., Young K.A., and Ertl D.S., (1997): Breeding corn for improved nutritional value and reduced environmental impact. p.271-282. *In* R.J. Falasca (ed.) Proc. of Fifty-Second Annu. Corn and Sorghum Indus. Res. Conf., Chicago. 10-11 Dec. Am. Seed Trade Assoc., Washington, D.C.
- Sharpley, A.N., Chapra S.C., Wedepohl R., Sims J.T., Daniel T.C., and Reddy K.R.. (1994): Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and options. *J. Environ. Qual.* 23:437–451.
- Sredojevic, S., (1990): Modified, rapid spectrophotometric method for phytine determination in maize seed, leaf and root. Book of abstract of the Symposium in bioanalytical methods, September 4-7, 1990, Prague, Czechoslovakia, pp.114.

## Sažetak

### Kemijski sastav i sadržaj fitina ZP hibrida kukuruza

Šesnaest ZP hibrida kukuruza je analizirano s ciljem identifikacije genotipova s niskim ili visokim sadržajem fitina. Utvrđena je genetička varijabilnost sadržaja fitina u zrnu, s vrijednostima od 2,64 do 3,71, prosjek 3,23 g kg<sup>-1</sup>. Koncentracija neorganskog fosfora (Pi) je bila između 0,43 i 1,65 g kg<sup>-1</sup> prosjek 0,92 g kg<sup>-1</sup>. Identificirane su tri grupe hibrida s niskim, srednjim i visokim sadržajem fitina. Dobivena je pozitivna korelacija između sadržaja fitina i proteina dok su sadržaj fitina i škrob negativno korelirali. Hibrid ZP846 ima najniži sadržaj fitina 2,64 g kg<sup>-1</sup>, ali i ispod prosjeka sadržaj proteina. Hibridi s niskim sadržajem fitina biti će uključeni u daljnja istraživanja njihove primjene u ishrani životinja.

**Ključne riječi:** hibridi, kukuruz, fitin, proteini, škrob

## Mineral composition of ten improved cultivar varieties of rice (*Oryza sativa* L.)

Klincarska Ivana<sup>1</sup>, Cvetanovska Lenka<sup>1</sup>, Kratovalieva Suzana<sup>2</sup>, Stipesevic Bojan<sup>3</sup>,  
Jug Danijel<sup>3</sup>, Jug Irena<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Natural Sciences and Mathematics - Institute of Biology, Gazi Baba bb. Skopje, Republic of Macedonia (ivanaklincarska@hotmail.com)

<sup>2</sup>Agricultural Institute - Skopje, Republic of Macedonia

<sup>3</sup>Faculty of Agriculture - Osijek, Republic of Croatia

### Abstract

The present study relies on determining the mineral composition of ten different rice seeds by sample status (breeder's line, improved cultivar, unknown origin) (*Oryza sativa* L.). Samples have the collection numbers associated by their registered names: BN1-025 (Biser-2), BN1-0030 (Cripto), BN1-0035 (Diana), BN1-0042 (EuropaxS-201), BN1-0048 (Gritna), BN1-0061 (Kakai 203xM-101), BN1-0063 (Karneroli), BN1-0072 (Lemont), BN1-0074 (Lido) and BN1-0084 (Mistral). Relying on the importance of mineral micro and macro elements for all biochemical processes as well as the nutritive value of rice seed their concentration has been measured on AAS (Atomic absorption spectrophotometer). By estimating the concentration of micro and macro elements present in rice seed (*Oryza sativa* L.) the net production of organic biomolecules can be assumed. The elements included iron (Fe), manganese (Mn), potassium (K), zinc (Zn), copper (Cu), magnesium (Mg) and calcium (Ca). According to our expectations the competitiveness of some elements (Cu) to others (Fe, Mg, Mn, Zn) was major factor limiting their concentration. Due to the minor concentration of elements that are part of organic biomolecules and antioxidative enzymes such as Mg, Fe, Mn, Zn and Cu, sample BN1-0042 showed the lowest capacity for mineral assimilation, which reflects the qualitative disadvantage for the investigated species.

**Keywords:** rice, net production, mineral assimilation.

### Introduction

Rice is intimately involved in the culture as well as the food ways and economy of many societies (Huke and Huke, 1990). Rate of plant establishment is affected by three factors: quality of seed, environment in which seed is placed, and manner in which seed is metered and delivered. Number of plants established and seedling vigor will affect competitiveness of the crop against weeds, and ultimately determine final yield potential. High quality seeds should be free from seed borne disease, weed seeds, and other extraneous matter ([106](http://knowled-</a></p></div><div data-bbox=)

gebank.irri.org//). They should also be free from various types of mechanical injury that reduce germination and seedling vigor. Analyses referring the mineral composition of plants are strongly related to the physiological characteristics of examined material. Elements whose concentration was measured (Ca, K, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu) are essential elements for plants as long as their concentration is limited. One of the most important factor limiting crop production (especially rice) is water and organic matter in soils (Abdel-Ghaffar, 1982). Although mineral nutrition does not follow a definite pattern with the organic pollution (wastewater, air-toxicity etc.), (Maftoun and Moshiri, 2008) it can be a relevant indicator for certain disorder in physiological condition of the seeds. The fact that the concentration of each present element is conditionally dependent of the other nutrients indicates the conclusion that it also dictates the function of plant metabolism (enzymatic, photosynthetic and biopigment activity).

## Material and methods

Rice seeds are *long-term* conserved at Macedonian gene bank under -18°C; before analyzing they were kept in wet chambers by aim to increase higroscope moisture and be ready for germination. Ordinary, rice seeds are kept under *long-term* storage with low higroscope moisture app. 5.5-5.8%. Accordingly Macedonian inventorization uploaded in EURISCO (European web portal for PGR), included rice seeds (*Oryza sativa* L.) with different sample status and country of origin and their collection numbers are associated by their registered names listed in the national list, as followed: BN1-025 (Biser-2, origin: Macedonia), BN1-0030 (Cripto, origin: Italy), BN1-0035 (Diana, origin: Italy), BN1-0042 (EuropaxS-201, origin: Macedonia), BN1-0048 (Gritna, origin: Italy), BN1-0061 (Kakai 203xM-101, origin: Macedonia), BN1-0063 (Karneroli, origin: Italy), BN1-0072 (Lemont, origin: USA), BN1-0074 (Lido, origin: Italy) and BN1-0084 (Mistral, origin: Italy). Seeds were sown and grown on a parcel of 10m<sup>2</sup>, without replication. Seed samples (n=3) were taken for analyses randomly after plant harvest, seed cleaning and threshing.

Filed trial was set up in Kocani, the most suitable region for rice production in Macedonia. During the vegetation period of rice (April-October) average air temperatures were 19.8°C, whereas the maximal measured was 27.0°C and the minimal 12.2°C. Because of the importance of precipitation for proper development of rice this factor can be limiting for germination of seeds and for vegetative and reproductive growth of rice plants. The average precipitation was 298.2mm. The concentration of mineral nutrients was measured using AAS (atomic absorption spectrophotometry).

## Results and discussion

Our approach to the experiment was to evaluate the mineral nutrition of rice plants in control varieties of seeds. It is known that for optimal conditions for plant development contributes the concentration of certain elements by the following relation:  $K > Ca \sim Mg > Fe > Cu \sim Mn$ .

**Table1.** Concentration of elements (Ca, K, Mg, Zn, Fe, Mn and Cu) (mg g<sup>-1</sup>) at different rice seeds (*Oryza sativa L.*) (n=3)

Concentration of elements (mg g <sup>-1</sup> )		Ca	K	Mg	Zn	Fe	Mn	Cu
1	BN1-0025	0,431	9,3	4,8	0,0767	0,110	0,0391	0,0045
2	BN1-0030	0,200	7,0	3,6	0,0483	0,168	0,0254	0,0103
3	BN1-0035	0,199	7,5	3,8	0,0452	0,137	0,0328	0,0046
4	BN1-0042	0,029	8,1	1,0	0,0023	0,012	0,0006	0,0009
5	BN1-0048	0,269	15,4	2,6	0,0514	0,245	0,0281	0,0123
6	BN1-0061	0,230	10,8	2,1	0,0373	0,164	0,0161	0,0039
7	BN1-0063	0,172	9,7	4,6	0,0576	0,126	0,0217	0,0064
8	BN1-0072	0,228	9,2	3,0	0,0376	0,123	0,0233	0,0099
9	BN1-0074	0,187	6,8	2,9	0,0506	0,117	0,0196	0,0108
10	BN1-0084	0,342	6,2	3,3	0,0792	0,170	0,0240	0,0129

Numerous experiments have indicated that mineral fertilizers which dictate the acidity of soil can improve physical stability (Soda et al., 2006; Adeli et al., 2007), chemical stability (Warren and Fonteno, 1993; Maftoun et al., 2004) and fertility status of crops (Cabral et al., 1998; Litrougidis et al., 2007).

Copper translocation during plant development is strongly affected by the intensity of proteins because the amino acids are the main transporters of this metal. Examined seeds have very high concentration of nitrogen (~1.0%) because of its accumulation during the formation of seed structure. By comparing the results from our investigation we can conclude that examined material has very high concentrations of copper (~0,0100 mg g<sup>-1</sup>). The negative correlation between the concentration of Cu and Mn and the pH value of the soil (Golia et al., 2008) explains the low values of these elements revealing to the point that the soil on which seeds were cultivated on has slightly acid reaction. Maximum values for Cu concentration had samples BN1-0084 and BN1-0048. This result confirmed copper as a competitive inhibitor for some of the investigated elements: K, Ca, Fe, Mn, Mg and Zn because samples BN1-0084 and BN1-0048 have the lowest concentration measured for the stated elements. The organic production in plants has positive correlation with the content of available Cu-ions (Alaoui-Sossé, et al. 2004) in contrary to the synthesis of organic acids (Tanaka and Navasero, 1967; Rao and Mikkelsen, 1977).

Almost half of the Ca and Mg in plants are those bind in a complex with the organic acids (Ca- and Mg-salts). Our previous investigations for the organic content of these samples of rice showed that BN1-0025 has highest concentration of organic acids which correlates to the antagonism of Cu with the acidity of material as well as the positive relation for the concentration of Ca and Mg with organic acids. These mineral elements are present in high concentrations in these two samples of seed.

The accumulation of Zn in roots is inhibited by Cu whereas they use the same membrane transporter for which Cu shows greater affinity (Lotti et al., 1968). Zn in seed material does not relate to the copper concentration. Manganese is a microelement mainly present in tissues

with intensive metabolic activity. This is the main reason for its low values in seeds showed in the table ( $\sim 0.0200 \text{ mg g}^{-1}$ ). It is a competitive inhibitor for Ca but a stimulator for K-ions.

Our results showed that the concentration of examined elements refers to the referent values of mineral nutrition published in literature which is relevant confirmation for the quality characteristics of the pure certified lines of rice seed.

## Conclusions

- Potassium and calcium concentrations have very high values as a result of the absorption process of passive diffusion.
- The low values of Cu and Mn is mainly due to the acid pH reaction of the soil.
- Cu as a competitive inhibitor for K, Ca, Fe, Mn, Mg and Zn reduce the uptake and translocation of those elements so that it affects the lowest capacity for mineral nutrition of the sample 0042.
- Manganese is a microelement mainly present in tissues with intensive metabolic activity which is the reason for its low values in seed material.
- The concentration of examined elements refers to the referent values of mineral nutrition which is a relevant confirmation for the quality characteristics of the certified varieties of rice seed (*Oryza sativa* L.).

## References

- Abdel-Ghaffar, A. S. (1982): The Significance of Organic Material of Egyptian Agriculture and Maintenance of Soil Productivity. FAO/SIDA Workshop: Organic Materials and Soil Productivity; FAO: Italy, FAO Soil Bull, 45: 12-15.
- Adeli, A., Sistani, K. R., Rowe, D. R. and Tewolde, H. (2007): Effects of Broiler Litter Applied to No-till and Tillage Cotton on Selected Soil Properties. Soil Science Society of American Journal, 71: 974-983.
- Alaoui-Sosse, B., Genet, P., Vinit-Dunad, F., Marei-Laure, T., Epron, D. and Badot, P. M. (2004): Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationships with carbohydrate accumulation and changes in ion contents. Plant Science, 30: 1-6.
- Cabral, F., Vanconselo, E. and Cordoilo, M. D. S. (1998): Effect of Solid Phase from Pig Slurry on Iron, Zinc and Manganese Content of Soil and Wheat Plants. Journal of Plant Nutrition, 25: 1955-1966.
- Golia, E.E., Mitsios, I.K. Tsadilas, C.D. (2008): Concentration of heavy metals in Burley, Virginia and oriental tobacco leaves in the Thessaly region of central Greece. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 80 (33): 206-210.
- Huke, R. E. and Huke, E. H. (1990) From the publication: Rice: Then and Now, International Rice Research Institute.
- Kingery, W. L., Wood, W. C., Delaney, D. P., Williams, J. C. and Santern, G. L. (1994) : Impact of Long-term Land Application of Broiler Litter on Environmentally Related Soil Properties. Journal of Environment Quality, 22: 139-147.
- Lithourgidis, A. S., Matsi, T., Barbayiannis, N. and Dordas, C. A. (2007): Effect of Liquid Cattle Manure on Corn Yield, Composition and Soil Properties. Agronomic Journal, 99: 1041-1047.
- Lotti, G., Petronici, C., Bazan, E.. (1968): Assorbimento dello zinco da radicali piante intere di arancio" Agriculture of Italy, 23: n.s. 84.
- Maftoun, M. and Moshiri, F. (2008): Growth, Mineral Nutrition and Selected Soil Properties of Lowland Rice, as Affected by Soil Application of Organic Wastes and Phosphorus. Journal of Agriculture Science and Technology, 10: 481-492.
- Maftoun, M., Moshiri, F., Karimian, N. and Ronaghi, A. M. (2004): Effects of Two Organic Wastes in Combination with Phosphorus on Growth and Chemical Composition of Spinach and Soil Properties. Journal of Plant Nutrition, 27: 1635-1651.



- Rao, D. N. and Mikkelsen, D. S. (1977): Effects of acetic, propionic and butyric acids on rice seedling growth and nutrition. *Plant and Soil*, 47: 323–334.
- Rice Knowledge Bank. <http://knowledgebank.irri.org/>
- Rubio, M., Escrig, I., Martinez-Cortina, C., Lopez-Benet, F. J. and Sanz, A. (2004): Cd and Ni Accumulation in Rice Plants: Effects on mineral nutrition and possible interactions of abscisic and gibberellic acids. *Journal of Plant Growth Regulation*, 14 (2): 151-157.
- Soda, W., Noble, A. D., Suzuki, S., Simmons, R., Sindhusen, L. and Bhuthorndharaj, S. (2006): Co-composting of Acid Waste Bentonites and Their Effects on Soil Property and Crop Biomass. *Journal of Environmental Quality*, 35: 2293-2301.
- Tanaka, A. and Navasero, S. A. (1967): CO<sub>2</sub> and organic acids in relation to the growth of rice. *Soil Science and Plant Nutrition*, 13: 25–30.

## Sažetak

### Mineralni sastav deset poboljšanih sorata riže (*Oryza sativa L.*)

Eksperimentalni znanstveni rad se bazirao na utvrđivanju kemijskog sastava deset različitih varijeteta riže (*Oryza sativa L.*) i usporedbi njihovog biološkog statusa (seleksijska linija, poboljšane sorte, nepoznato porijeklo). Kolekcijskim brojevima uzoraka pridružena su imena varijeteta pod kojima su registrirani: BN1-025 (Biser-2), BN1-0030 (Cripto), BN1-0035 (Diana), BN1-0042 (EuropaxS-201), BN1-0048 (Gritna), BN1-0061 (Kakai 203xM-101), BN1-0063 (Karneroli), BN1-0072 (Lemont), BN1-0074 (Lido) i BN1-0084 (Mistral). Analizom koncentracije makro- i mikroelemenata u sjemenu riže, može se pretpostaviti njihova neto produkcija. Sukladno očekivanjima, kompetitivnost nekih elemenata (Cu) prema drugim elementima (Fe, Mg, Mn, Zn), bila je glavni limitirajući faktor njihove koncentracije. Zbog niske koncentracije nekih elemenata važnih u sastavu organskih biomolekula i antioksidativnih enzima, kao što su Mg, Fe, Mn, Zu i Cu, uzorak BN1-0042 je polučio najniži kapacitet mineralne asimilacije, što se negativno odrazilo na tu ispitivanu sortu.

**Ključne riječi:** riža, neto produkcija, mineralna asimilacija

## Sadržaj dušika i koncentracija kloroplastnih pigmenata u lišću ozime pšenice pri reduciranim sustavima obrade tla

Jug Irena<sup>1</sup>, Jug Danijel<sup>1</sup>, Stipešević Bojan<sup>1</sup>, Šeremešić Srđan<sup>2</sup>, Simić Milena<sup>3</sup>,  
Đurđević Boris<sup>1</sup>, Grabić Antonija<sup>4</sup>, Nađ, Robert<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Poljoprivredni fakultet Osijek, Trg svetog Trojstva 3, 31000 Osijek*

<sup>2</sup>*Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija*

<sup>3</sup>*Institut za kukuruz „Zemun polje“, Slobodana Bajića 1, 11185 Zemun, Srbija*

<sup>4</sup>*Kandit Premijer d.o.o. Osijek, Frankopanska 99, 31000 Osijek*

### Sažetak

Cilj provedenih istraživanja bio je odrediti sadržaj dušika i koncentraciju kloroplastnih pigmenata u lišću ozime pšenice pri reduciranim sustavima obrade tla. Istraživanja su provedena na području virovitičko-podravske županije tijekom 2008/2009 godine, na slijedećim tretmanima obrade: CT – konvencionalna obrada tla bazirana na oranju; DH – tanjuranje i NT-direktna sjetva (No-tillage). Sadržaj dušika, masa suhe tvari i koncentracija kloroplastnih pigmenata mjereni su u dvije različite fenofaze po Feekes-u (6.0 i 10.1). Koncentracija klorofila a, b i karotenoida bila je pod značajnim utjecajem fenofaze i tretmana obrade tla, dok je na sadržaj dušika i masu suhe tvari statistički značajan utjecaj imala samo fenološka faza razvoja.

**Ključne riječi:** dušik, suha tvari, kloroplastni pigmenti, obrada tla, ozima pšenica

### Uvod

Na fotosintezu utječu brojni unutarnji i okolišni čimbenici: razvojno stanje biljke, stupanj prilagođenosti na okolišne uvjete, opskrbljenost vodom i mineralnim tvarima, temperatura, kvalitet i intenzitet osvjetljenja, prisutnost CO<sub>2</sub>, kisika, itd. Fotosintetski potencijal i primarna produkcija pod vrlo značajnim su utjecajem koncentracije kloroplastnih pigmenata (Filella i sur., 1995.). Mnoga istraživanja ukazuju na zavisnost koncentracije kloroplastnih pigmenata o porastu i razvoju biljaka, a koncentracija pigmenata i intenzitet fotosinteze u uskoj su vezi s ontogenetskim rastom pšenice (Vukadinović i sur., 1987). Smanjena asimilacija nitrata od strane biljke uvjetuje smanjenu sintezu pigmenata, i manju neto fotosintezu. Dušik je sastavni dio mnogih spojeva važnih za životne procese biljaka te se različita opskrbljenost biljaka dušikom odražava prvenstveno na sintezu bjelančevina, odnosno enzima od kojih mnogi sudjeluju u izgradnji fotosintetskog aparata i u reakcijama fotosinteze. Dušik prema tome, povoljno utječe na razvoj lisne površine, istovremeno produžavajući fiziološku aktivnost listova. Prema brojnim autorima sadržaj dušika je u uskoj korelaciji sa sadržajem klorofila u listu pšenice (Karele, 2001.). Na intenzitet fotosinteze agroekološki čimbenici imaju znatan utjecaj, a među njima su najznačajniji svjetlost, mineralna ishrana, vodni režim i temperatura. Interakcija pojedinog

kultivara i agroekoloških čimbenika ukazuju na njihovu veliku zavisnost, te je stoga potrebno istraživati i odnos pojedinih kultivara na različitim sustavima obrade tla. Zadnjih se godina sve više govori o potrebi reduciranja klasičnih sustava obrade tla u proizvodnji ratarskih kultura, pa tako i ozime pšenice (Kovačević i sur., 2007.). Potrebitost reduciranja obrade tla javila se zbog niza negativnosti koje su nastale kontinuiranom provedbom konvencionalne obrade tla (Jug, 2005.). Sve veći broj istraživanja vezan je direktno za proizvodnju pšenice pri različitim nepovoljnim agroekološkim i proizvodnim uvjetima, s glavnim ciljem povećanja prinosa, uz što manja ulaganja u proizvodnju.

Cilj provedenih istraživanja bio je utvrditi utjecaj reduciranih sustava obrade na akumulaciju suhe tvari, sadržaj dušika i koncentraciju kloroplastnih pigmenata kod ozime pšenice.

## Materijal i metode

Poljski pokus proveden je na hidromorfnom tipu tla virovitičko-podravske županije tijekom 2008/2009 godine, na slijedećim tretmanima obrade: CT – konvencionalna obrada tla bazirana na oranju; DH – tanjuranje i NT – direktna sjetva (No-tillage). Uzorkovanje nadzemne biljne mase obavljeno je u fenološkim fazama po Feekes-u 6.0 i 10.1, odnosno početkom vlatanja i početkom klasanja. Osnovna gnojidba tla obavljena je s NPK gnojivom formulacije 7:20:30, u količini od 350 kg/ha, uz 95 kg N/ha raspoređenog u dvije prihrane. Masa suhe tvari ozime pšenice utvrđena je sušenjem biljne tvari na 60°C te je izražena u mg ST/biljci. Sadržaj dušika (mg N/biljci) određen je razaranjem biljne tvari smjesom kiselina i vodik peroksida, te destilacijom Kjeldahl aparaturom. Koncentracija klorofila a, klorofila b i karotenoida, određena je spektrofotometrijski iz acetonskog ekstrakta, i izračunata po Wettstein-ovoj jednadžbi, te izražena u mg/g svježe tvari (Arsenijević-Maksimović i Pajević, 2002.). Svi rezultati obrađeni su split-plot analizom varijance.

## Rezultati i rasprava

Koncentracija kloroplastnih pigmenata u lišću ozime pšenice značajno je varirala ovisno o fenološkoj fazi i sustavu obrade tla. Početkom klasanja (Feekes-10.1) pšenica je imala značajno veću koncentraciju klorofila a, u odnosu na početak vlatanja (Tablica 1.). Koncentracija pigmenata i intenzitet fotosinteze u uskoj su vezi s ontogenetskim rastom pšenice (Vukadinović i sur., 1987.). Sabo i sur., (2002.) i Karele (2001), navode da je kod pšenice najveća koncentracija kloroplastnih pigmenata utvrđena u periodu klasanja (Feekes 10.1) ili u cvatnji (Feekes 10.5) ovisno o godini istraživanja. Na tanjuranju, kao jednom od reduciranih sustava obrade tla, izmjerena je najveća koncentracija klorofila a (1.907 mg/g svj. tvari) u lišću pšenice. Pšenica uzgajana na ovom tretmanu imala je statistički značajno veću koncentraciju klorofila b u odnosu na pšenicu uzgajanu na konvencionalnoj obradi tla, dok ostale razlike statistički nisu bile opravdane.

**Tablica 1.** Koncentracija klorofila a u različitim fenološkim fazama (A) na različitim sustavima obrade tla (B)

Fenofaza	Tretman obrade tla			Prosjek
	CT	DH	NT	
Vlatanje	1.437	1.633	1.461	1.511 a
Klasanje	1.993	2.180	2.149	2.108 b
Prosjek	1.715 A	1.907 B	1.805 AB	1.809

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na P=0.05 razini značajnosti

Varijanta obrade tla imala je statistički značajniji utjecaj na koncentraciju klorofila b u lišću ozime pšenice od fenološke faze, što je u skladu s istraživanjima Sabo i sur., (2005.). Prema Jug i sur., (2008.) najveće koncentracije kloroplastnih pigmenta izmjerene su kod pšenice na No-till tretmanu obrade. U ovom istraživanju najveća koncentracija klorofila b izmjerena je na tanjuranju (0.518 mg/g svj. t.) i u fenološkoj fazi klasanje (0.512 mg/g svj. t.), dok je najmanju koncentraciju klorofila b imala ozima pšenica na konvencionalnoj obradi (0.426 mg/g svj. t.) i u fenološkoj fazi vlatanja (0.410 mg/g svj. t.). Koncentracija klorofila b kod pšenice na tretmanu obrade tla tanjuranjem statistički se značajno razlikovala u odnosu na koncentraciju klorofila b u lišću pšenice na konvencionalnoj obradi i No-till-u (Tablica 2.).

**Tablica 2.** Koncentracija klorofila b u različitim fenološkim fazama (A) na različitim sustavima obrade tla (B)

Fenofaza	Tretman obrade tla			Prosjek
	CT	DH	NT	
Vlatanje	0.382	0.471	0.377	0.410 a
Klasanje	0.470	0.566	0.501	0.512 b
Prosjek	0.426 A	0.518 B	0.439 A	0.461

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na P=0.05 razini značajnosti

Veća koncentracija karotenoida izmjerena je u klasanju (0.759 mg/g svj.t.), što je u skladu s istraživanjima Sabo i sur., (2002) i Jug i sur., (2008.). Kod tretmana obrade tla tanjuranjem u lišću ozime pšenice utvrđena je najveća (0.714 mg/g svj.t.), a u konvencionalnoj obradi tla najmanja koncentracija karotenoida (0.634 mg/g svj.t.), (Tablica 3.). Statistički opravdane razlike u koncentraciji karotenoida utvrđene su samo kod pšenice na tretmanu obrade tanjuranjem i konvencionalne obrade.

**Tablica 3.** Koncentracija karotenoida u različitim fenološkim fazama (A) na različitim sustavima obrade tla (B)

Fenofaza	Tretman obrade tla			Prosjek
	CT	DH	NT	
Vlatanje	0.547	0.648	0.570	0.588 a
Klasanje	0.721	0.779	0.777	0.759 b
Prosjek	0.634 A	0.714 B	0.674 AB	0.674

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na P=0.05 razini značajnosti

Sadržaj klorofila u vegetaciji ovisi o pristupačnosti dušika iz tla i o primanju dušika od strane usjeva. Sadržaj dušika značajno je varirao ovisno od fenološke faze usjeva, dok je utjecaj obrade izostao (Tablica 4.), što je u skladu s istraživanjima Ishaq i sur., (2001.) i López-Bellindo (2001.).

**Tablica 4.** Sadržaj dušika (mg N/biljci) u različitim fenološkim fazama (A) na različitim sustavima obrade tla (B)

Fenofaza	Tretman obrade tla			Prosjek
	CT	DH	NT	
Vlatanje	9.357	8.800	9.747	9.301 a
Klasanje	23.290	17.367	17.987	19.548 b
Prosjek	16.323	18.157	21.347	14.424

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na P=0.05 razini značajnosti

Iqbal i sur. (2005.) su utvrđujući utjecaj obrade tla i gnojidbe na prinos i usvajanje dušika kod pšenice, utvrdili kako konvencionalna obrada tla nije značajno utjecala na koncentraciju dušika u stabljici, korijenu i zrnu, u odnosu na No-till, što je utvrđeno i u ovim istraživanjima. Početkom klasanja sadržaj dušika bio je značajno veći (19.548 mg/biljci) u odnosu na početak vlatanja (9.301 mg/biljci), što je opravdano s obzirom da se 50% dušika akumulira u fenološkoj fazi klasanje, dok je početkom vlatanja akumulacija dušika još uvijek slaba i iznosi svega 10% od ukupne količine akumuliranog dušika.

Na akumulaciju suhe tvari značajan utjecaj imala je fenološka faza. U klasanju je utvrđena veća akumulacija suhe tvari (1341.377 mg/biljci) u odnosu na vlatanje (401.772 mg/biljci), (Tablica 5). Utjecaj obrade tla na akumulaciju suhe tvari statistički nije bio opravdan što je u skladu s istraživanjima Wilhelm (1998.)

**Tablica 5.** Sadržaj suhe tvari (mg/biljci) u različitim fenološkim fazama (A) na različitim sustavima obrade tla (B)

Fenofaza	Tretman obrade tla			Prosjek
	CT	DH	NT	
Vlatanje	402.327	409.990	393.000	401.772 a
Klasanje	1498.733	1178.380	1347.017	1341.377 b
Prosjek	950.530	794.185	870.008	871.574

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na P=0.05 razini značajnosti

## Zaključci

Fenološka faza razvoj i varijanta obrade tla značajno su utjecale na koncentraciju klorofila a, klorofila b i karotenoida. Početkom klasanja (Feekes 10.1) koncentracija kloroplastnih pigmenata bila je značajno veća u odnosu na početak vlatanja (Feekes 6.0). Pšenica na tretmanu obrade tla tanjuranjem imala je najveće vrijednosti koncentracije kloroplastnih pigmenata, dok je najmanja koncentracija kloroplastnih pigmenata izmjerena u lišću pšenice na konvencionalnoj obradi tla. Tretman obrade tla nije značajno utjecao na akumulaciju dušika i suhe tvari u ispitivanim fenološkim fazama. Značajno veći sadržaj dušika i mase suhe tvari izmjerene su kod pšenice u fenološkoj fazi klasanje (po Feekes-u 10.1), što ukazuje na usku povezanost sadržaja dušika i akumulacije suhe tvari s ontogenetskim razvojem pšenice.

## Napomena

Provedena istraživanja. rezultat su rada na znanstveno-istraživačkom projektu pod naslovom "Reducirana obrada tla u uzgoju ratarskih kultura", financiranom od strane Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, VIP-VIII-5-66/08.

## Literatura

- Arsenijević, M. I., Pajević, S. (2002): Praktikum iz fiziologije biljaka. Novi sad.
- Filella I, Serrano I, Serra J, Pen´ uelaus J. (1995): Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. *Crop Science*, vol. 35, str. 1400 – 1405
- Iqbal, M. M., Akhter, J., Mohammad, W., Shah, M. Nawaz, H., Mahmood, K. (2005): Effect of tillage and fertilizer levels on wheat yield, nitrogen uptake ant their correlation with carbon isotope discrimination under rainfed conditions in north-west Pakistan. *Soil and Tillage Research*, vol. 80 (1-2), str. 47-57
- Ishaq, M., Ibrahima, M., Lalb, R. (2001): Tillage effect on nutrient uptake by wheat and cotton as influenced by fertilizer rate. *Soil and Tillage Research*, vol. 62 (1-2), str. 41-53
- Jug, D. (2005): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos ozime pšenice, kukuruza i soje u agroekološkim uvjetima sjeverne Baranje. Magistarski rad, Zagreb.
- Jug, I., Jug, D., Stipešević, B., Vukadinović, V., Vukadinović, V., Sabo, M., Josipović, M. (2008): Effects of different soil tillage systems on chloroplasts pigments concentration in leaves of winter wheat. *Proceedings of the 5th International Soil Conference “Soil Tillage – New Perspective”*. ISTRO – Branch Czech Republic, International Soil Conference 2008, 30.6.-2.7. 2008., Brno, Czech Republic, str. 201-209
- Karele, I. (2001): Chlorophyll content distribution in leaves, stems and ears in winter wheat. *Plant Nutrition - Food security and sustainability of agro-ecosystems*, 720-721
- Kovačević, D., Oljača, S., Denčić, S., Kobiljski, B., Dolijanović, Ž. (2007): Održiva poljoprivreda-značaj adaptacije agrotehničkih mera u proizvodnji ozime pšenice. *Journal of Scientific Agricultural Research*, vol. 68, str. 39-50
- López-Bellindo, R. J, López-Bellindo, L. (2001): Efficiency of nitrogen in winter wheat under Mediterranean conditions:effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crops Research*, vol. 71 (1), str. 31-46
- Sabo, M., Teklić, T., Vidović, I. (2002): Photosynthetic productivity of two winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L). *Rostlinná Výroba*, vol. 48 (2), str. 80-86
- Sabo, M, Jug, D., Jug, I. (2005): Dynamic chloroplast pigments concentration in leaves of soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) under reduced tillage. *Archives of Agronomy and Soil Science*, vol.51 (3), str. 291-297
- Wilhelm, W. W. (1998): Dry-matter partitioning and leaf area of winter wheat grown in
- a long-term fallow tillage comparisons in the US Central Great Plains. *Soil and Tillage Research*, vol. 49, str. 49-56
- Vukadinović, V., Teklić, T., Bilandžić, M., Muminović, O. (1987): Promjene koncentracije kloroplastnih pigmenata, N, P, K, Ca i Mg kod pet ispitivanih sorti pšenice u periodu vlatanje-klasanje. *Znan. Prak. Poljopr. Tehnol.*, vol. 17, str. 391-407

**Abstract****Content of nitrogen and chloroplast pigments in winter wheat leaves under reduced tillage**

The scope of this research was to determine content of nitrogen and concentration of chloroplast pigments in the winter wheat leaves under reduced soil tillage. The research for winter wheat has been conducted at the Virovitica-Podravina County in 2008/2009, with following continuous soil tillage treatments: CT – conventional soil tillage, based on mouldboard ploughing; DH – multiple pass diskharowing; and NT – No-tillage. The content of nitrogen, dry matter mass and concentration of chloroplast pigments have been measured in two different phenophases after Feekes: 6.0 and 10.1. The concentration of chlorophylls “a”, “b” and karotenoids has been influenced by phenophase and soil tillage treatment. The content of nitrogen and dry matter mass has been influenced only by phenophase.

**Keywords:** nitrogen, dry matter mass, chloroplast pigments, soil tillage, winter wheat.

## Utjecaj klimatskih prilika na koncentraciju mikroelemenata kod soje pri konvencionalnoj i No-till varijanti obrade

Jug Irena<sup>1</sup>, Jug Danijel<sup>1</sup>, Vukadinović Vesna<sup>1</sup>, Đalović Ivica<sup>2</sup>, Bertić Blaženka<sup>1</sup>,  
Tucak Marijana<sup>3</sup>, Bojana Brozović<sup>1</sup>, Sabo Mirjana<sup>4</sup>, Vinojčić Suzana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Osijek, Trg svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska (ijug@pfos.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

<sup>3</sup>Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>4</sup>Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Cilj provedenih istraživanja bio je odrediti utjecaj klimatski različitih godina (2002-2004) istraživanja, na karbonatnom černozeu Baranje, na koncentraciju bora, mangana, bakra, molibdena, željeza i cinka u nadzemnoj masi soje pri konvencionalnoj obradi tla i No-till varijanti obrade. Utvrđen je značajan utjecaj klimatskih prilika na koncentraciju svih mikroelemenata, osim bakra (koncentracija B, Mn, Zn i Fe bila je veća u godini s većom količinom oborina, dok je na koncentraciju Mo značajno utjecala suša). Varijanta obrade značajno je utjecala na koncentraciju željeza, mangana i molibdena. Na konvencionalnom tretmanu obrade tla soja je imala veću koncentraciju Mo u nadzemnoj masi, dok je na No-till tretmanu izmjerena veća koncentracija Fe i Mn.

**Ključne riječi:** klima, soja, konvencionalna obrada, No-till, mikroelementi

### Uvod

Pri različitim klimatskim uvjetima pristupačnost hraniva u tlu opada tijekom vegetacijskog razdoblja jer nizak sadržaj vode u tlu postaje limitirajući čimbenik u premještanju hraniva u područje rizosfere (Marschner, 1995.). Osim makroelemenata, za normalan rast i razvoj soje, važna je dobra opskrbljenost biljaka mikroelementima. Prema Vratarić i Sudarić (2008.) najvažniji mikroelementi za normalan rast soje su molibden, željezo i cink. Uloga molibdena za rast soje je ključna kod biološke fiksacije dušika preko kvržičnih bakterija. S obzirom da soja prema Marschner-u (1995.) pripada grupi *Strategija I* biljaka koje su vrlo osjetljive na nedostatak željeza, pomanjkanje željeza je limitirajući čimbenik uzgoja soje na karbonatnim tlima visoke pH vrijednosti. Mangan djeluje povoljno na formiranje nodula kod soje, a time i na fiksaciju dušika. Obrada tla za soju je većinom bazirana na konvencionalnoj tehnologiji iako je u nekim istraživanjima reducirana obrada pokazala pozitivan trend na nodulacijsku sposobnost



fiksatora dušika (Jug i sur., 2005.). Cilj provedenih istraživanja bio je utvrditi utjecaj klimatski različitih godina istraživanja i tretmana obrade na koncentraciju mikroelemenata u nadzemnoj masi soje.

### Materijal i metode

Istraživanja na soji provedena su tijekom 2002. do 2004. godine na karbonatnom černozeemu u Baranji (pH-H<sub>2</sub>O=8.3; pH-KCl=7.7; humus=2.6%; CaCO<sub>3</sub>=3.2%; AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=16.2 mg 100g<sup>-1</sup> tla; AL-K<sub>2</sub>O=17.8 mg 100g<sup>-1</sup> tla) na dvije varijante obrade tla: konvencionalna (CT) i No-till (NT), u tri ponavljanja. Klimatske prilike istraživanih godina (Tablica 1.), značajno su se razlikovale po količini oborina u vegetacijskom periodu od nicanja do početka formiranja mahuna (travanj-srpanj). Tako je 2002 godina imala za 91 mm manju količinu oborina u odnosu na 2004. godinu. Količina oborina u 2003. godina bila je za čak 172 mm manja u odnosu na 2004. godinu i za 81 mm manja u odnosu na 2002. godinu. Dakle, u međusobnoj usporedbi sve tri godine istraživanja može se zaključiti kako je 2002. godina bila prosječna, 2003. godina ekstremno sušna, a 2004. godina ekstremno vlažna. Nadzemna masa soje je uzorkovana u reproduktivnoj fazi R<sub>3</sub> (početak formiranja mahuna). Koncentracija mikroelemenata određena je razaranjem biljne tvari smjesom kiselina i vodik peroksida, te očitanjima atomskom apsorpcijskom spektrofotometrijom (AAS). U okviru statističke obrade podataka poljskog pokusa, provedena je dvofaktorijalna analiza varijance (ANOVA), (Vukadinović i Ivezić, 1986.).

**Tablica 1.** Ukupne količine oborina (mm) za vegetacijsko razdoblje 2002-2004 za područje Brestovac

Godina	2002.	2003.	2004.
Mjesec	Oborine (mm)		
Travanj	64	9	119
Svibanj	86	33	77
Lipanj	49	19	114
Srpanj	61	61	41
Vegetacijsko razdoblje	260	179	351

### Rezultati s raspravom

Koncentracija bora u nadzemnoj masi soje u prosjeku je iznosila 48.34 mg kg<sup>-1</sup> i bila je pod značajnim utjecajem vremenskih prilika (prvenstveno količina oborina), koje su vladale u istraživanim vegetacijskim godinama. Treća godina istraživanja (2004.) okarakterizirana je kao izrazito vlažna godina s izmjerenom koncentracijom bora u nadzemnoj masi soje od 60.37 mg kg<sup>-1</sup>, dok je najmanja koncentracija izmjerena kod nadzemne mase soje u 2002. godini i iznosila je 39.00 mg kg<sup>-1</sup> (Tablica 2.). Veća koncentracija bora u 2004. godini može se objasniti povećanom transpiracijom soje uslijed prevelike količine vlage, pri čemu se intenzivira premještanje bora ascendentno uz porast koncentracije u vršnim dijelovima biljke (Vukadinović i Lončarić, 1998.). Varijanta obrade tla statistički nije značajno utjecala na koncentraciju bora u nadzemnoj masi soje što je u skladu s istraživanjima Dabney-a (1988.).

**Tablica 2.** Koncentracija bora ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) u nadzemnoj masi soje tijekom tri vegetacijske godine na dva različita tretmana obrade tla

Godina	Tretman obrade tla		Prosjek
	CT	NT	
2002.	39.93	39.07	39.00 a
2003.	46.33	45.00	45.67 ab
2004.	59.83	60.90	60.37 c
prosjek	48.37	48.32	48.34

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na  $P=0.05$  razini značajnosti

Na variranje koncentracije mangana, koja je u prosjeku iznosila  $75.34 \text{ mg kg}^{-1}$ , značajan utjecaj imale su klimatske prilike u istraživanim godinama, kao i varijanta obrade tla. Najveća koncentracija mangana u nadzemnoj masi soje izmjerena je u 2004. godini, dok je najmanja koncentracija mangana izmjerena u 2003. godini istraživanja (Tablica 3.). Povećana koncentracija mangana u nadzemnoj masi soje u 2004. godini istraživanja rezultat je povećane vlažnosti tla uslijed koje dolazi do redukcijskih uvjeta (redukcije mangana do  $\text{Mn}^{2+}$ ), u kojima reducirani mangan biljke lakše usvajaju. Soja uzgajana na No-till sustavu uzgoja imala je veću koncentraciju mangana u nadzemnoj masi u odnosu na soju uzgajanu konvencionalnim sustavom obrade tla, a što je u skladu s istraživanjima Vicente-a (2008.). Koncentracija bakra nije se razlikovala tijekom godina istraživanja, kao ni pri različitim tretmanima obrade tla (Tablica 4.) što je u suprotnosti s istraživanjima Jug i sur. (2006.) i Cartera i Gupta-e (1997.).

**Tablica 3.** Koncentracija mangana ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) u nadzemnoj masi soje tijekom tri vegetacijske godine na dva različita tretmana obrade tla

Godina	Tretman obrade tla		Prosjek
	CT	NT	
2002.	72.27	69.37	70.82 ab
2003.	37.83	44.80	41.32 a
2004.	90.13	137.67	113.90 b
prosjek	66.74 A	83.94 B	75.34

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na  $P=0.05$  razini značajnosti

Prosječna koncentracija bakra u nadzemnoj masi soje iznosila je  $9.67 \text{ mg kg}^{-1}$ , što je gotovo na granici adekvatne opskrbljenosti biljaka ovim mikroelementom. Prema Bergmanu (1992.) koncentracija bakra u nadzemnoj masi soje iznosi  $10\text{-}20 \text{ mg kg}^{-1}$ . Iz dobivenih rezultata za pretpostaviti je da je koncentracija bakra bila pod većim utjecajem nepovoljnih agrokemijskih pokazatelja, kao što je visoka pH vrijednost tla i visok sadržaj karbonata u tlu, koji mogu biti limitirajući čimbenici prilikom usvajanja mikroelementa.

**Tablica 4.** Koncentracija bakra ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) u nadzemnoj masi soje tijekom tri vegetacijske godine na dva različita tretmana obrade tla

Godina	Tretman obrade tla		Prosjek
	CT	NT	
2002.	9.80	8.67	9.23
2003.	10.33	8.93	9.63
2004.	10.97	9.30	10.13
prosjek	10.37	8.97	9.67

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na  $P=0.05$  razini značajnosti

Tretman obrade tla imao je statistički najveći utjecaj na akumulaciju molibdena u nadzemnoj masi soje, te je na standardnoj varijanti obrade tla izmjerena veća koncentracija molibdena u nadzemnoj masi soje u odnosu na no till varijantu (Tablica 5.). Osim tretmana obrade, vrlo značajan utjecaj na koncentraciju molibdena imale su klimatske prilike istraživanih godina.

**Tablica 5.** Koncentracija molibdena ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) u nadzemnoj masi soje tijekom tri vegetacijske godine na dva različita tretmana obrade tla

Godina	Tretman obrade tla		Prosjek
	CT	NT	
2002.	0.176	0.121	0.149 a
2003.	0.345	0.126	0.235 b
2004.	0.127	0.072	0.099 a
prosjek	0.216 A	0.106 B	0.161

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na  $P=0.05$  razini značajnosti

Najveća koncentracija molibdena izmjerena je u sušnoj 2003. godini ( $0.149 \text{ mg kg}^{-1}$ ), a najmanja u vlažnoj, 2004. godini ( $0.099 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Manja koncentracija molibdena u vlažnoj godini može se objasniti pojavom redukcijskih uvjeta, što je nepovoljno utjecalo na usvajanje molibdena, jer je poznato da se smanjenjem pH vrijednosti tla smanjuje i pristupačnost ovog mikroelementa (Marschner, 1995.).

Koncentracija željeza u nadzemnoj masi soje bila je pod vrlo značajnim utjecajem klimatskih prilika u istraživanim godinama i tretmana obrade tla. Najveća koncentracija željeza izmjerena je kod soje u 2004. godini istraživanja ( $446.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ), dok je najmanja koncentracija željeza izmjerena u 2003. godini istraživanja ( $162.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Redukcijski uvjeti u tlu koji se javljaju u godinama s većom količinom oborina, omogućili su bolje usvajanje željeza, čija pristupačnost raste smanjenjem pH vrijednosti tla (Jug, 2008.). Na No-till tretmanu obrade tla izmjerena je veća koncentracija željeza u soji, u odnosu na konvencionalnu obradu tla (Tablica 6.). Veća koncentracija željeza na No-till tretmanu vjerojatno je reakcija soje na veću vlažnost tla i time nastale redukcijske uvjete koji reduciraju *feri* oblik željeza u *fero* oblik, koje biljke lakše usvajaju.

**Tablica 6.** Koncentracija željeza ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) u nadzemnoj masi soje tijekom tri vegetacijske godine na dva različita tretmana obrade tla

Godina	Tretman obrade tla		Prosjek
	CT	NT	
2002.	239.00	231.33	235.17 b
2003.	154.00	170.67	162.33 b
2004.	296.00	596.67	446.33 a
prosjek	229.67 A	332.89 B	281.28

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na  $P=0.05$  razini značajnosti

U nadzemnoj masi soje koncentracija cinka je značajno varirala pod utjecajem klimatskih prilika istraživanih godina (Tablica 7.). Najveća koncentracija cinka izmjerena je u 2004. godini ( $34.88 \text{ mg kg}^{-1}$ ), a najmanja u 2002. godini ( $20.27 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Tretman obrade tla nije značajno utjecao na koncentraciju cinka, što je u skladu s istraživanjima Lavado i sur. (2001.).

**Tablica 7.** Koncentracija cinka ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) u nadzemnoj masi soje tijekom tri vegetacijske godine na dva različita tretmana obrade tla

Godina	Tretman obrade tla		Prosjek
	CT	NT	
2002.	20.50	20.03	20.27 a
2003.	21.10	24.60	22.85 a
2004.	33.10	36.67	34.88 b
prosjek	24.90	27.10	26.00

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na  $P=0.05$  razini značajnosti

## Zaključak

Klimatske prilike u različitim godinama istraživanja značajno su utjecale na koncentraciju bora, željeza, mangana, molibdena i cinka. Najveće vrijednosti gotovo svih mikroelemenata izmjerene su u nadzemnoj masi soje u 2004. godini istraživanja koja je okarakterizirana kao ekstremno vlažna godina, dok su najmanje koncentracije mikroelemenata izmjerene u sušnoj, 2003. godini. Izuzetak je molibden, čija je koncentracija bila najveća u sušnoj godini, a najmanja u vlažnoj godini. Obrada tla značajno je utjecala samo na koncentraciju željeza, mangana i molibdena. Na konvencionalnom tretmanu obrade tla soja je imala veću koncentraciju molibdena u nadzemnoj masi, dok je na No-till tretmanu izmjerena veća koncentracija željeza i mangana.

## Literatura

- Bergmann W. (1992): Nutritional disorders of plants - development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Vela Jena, Stuttgart, New York.
- Carter, M. R., Gupta, U. C. (1997): Micronutrient concentrations in barley and soybean under minimum tillage on podzolic soils in cool climate. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Plant Soil Science, vol. 47 (1), str. 7-13.

- Dabney, S. M. (1988): Influence of tillage and lime on nutritional of soybeans doublecropped with. 1988 Souther Conservation tillage conference. Tupelo Mississ ippi. Special Bulletin 88-1, August 1988.
- Jug, I (2008): Uzroci kloroze kukuruza na černozeu istočne Hrvatske. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Jug, D., Blažinkov, M., Redžepović, S., Jug, I., Stipešević, B. (2005): Effects of different soil tillage systems on nodulation and yield of soybean. Poljoprivreda, Vol. 11 (2), 38-43.
- Jug, I., Jug, D., Kovačević, V., Stipešević, B., Žugec, I. (2006): Soil tillage impacts on nutritional status of soybean. Cereal Research Communications, vol. 34(1/2), str. 537-540.
- Lavado R S, Porcelli C A, Alvarez R (2001): Nutrient and heavy metal concentration and distribution in corn, soybean and wheat as affected by different tillage systems in the Argentine Pampas. Soil Tillage Res., vol. 62 (1-2), str. 55-60.
- Marschner, H. (1995): Mineral Nutrition of Higher Plants. 2<sup>nd</sup> Edition. Academic Press, London.
- Vicente, J. G. (2008): Long term effects of tillage on the availability of iron, copper, manganese and zinc in Spanish Vertisol. Soil and Tillage Research, vol. 98 (2), str. 200-207.
- Vratarić, M., Sudarić, A. (2008): Soja. Poljoprivredni institut Osijek. Osijek.
- Vukadinović, V., i Ivezić, M. (1986.): Primjena mikroročunara u analizi faktorijalnih pokusa s dva faktora i pokusa po planu podjeljenih parcela. Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1998): Ishrana Bilja. Osijek.

## Abstract

### The influence of climatic conditions on the concentration of microelements in soybean under conventional tillage and No-tillage

The objective of this study was determine the influence of different climatic years on the concentration of boron, manganese, copper, molybdenum, iron and zinc in the overhead mass of soybean under conventional tillage and no-tillage. There was a significant influence of climatic conditions on the concentration of microelements, except copper (concentration of B, Mn, Zn and Fe was higher in years with higher rainfall, while the concentration of Mo significantly affected by drought). The effects of tillage were significant for the concentration of iron, manganese and molybdenum. The conventional tillage treatment had a higher concentration of Mo in the soybean mass, while the No-till treatments measured higher concentrations of Fe and Mn.

**Keywords:** climate, soybean, conventional tillage, No-till, microelements

## Utjecaj reducirane obrade tla i gnojidbe dušikom na urod i komponente uroda ozime pšenice

Jug Danijel<sup>1</sup>, Jug Irena<sup>1</sup>, Šimić Miroslav<sup>2</sup>, Stošić Miro<sup>1</sup>, Brozović Bojana<sup>1</sup>,  
Šeput Miranda<sup>3</sup>, Markasović Hasanec Vesna<sup>4</sup>, Dumanović Zoran<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska (djug@pfos.hr)

<sup>2</sup>OPG "Šimić Miroslav", Zrinsko-Frankopanska 5, 33410 Suhopolje

<sup>3</sup>Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Hondlova 2/11, 10 000 Zagreb

<sup>4</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, 48 260 Križevci

<sup>5</sup>Institut za kukuruz "Zemun Polje", Slobodana Bajića 1, Beograd, Srbija

### Sažetak

Cilj provedenih istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih sustava obrade tla (konvencionalna obrada, tanjuranje i No-till) i različite gnojidbe dušikom (0, 30, 60, 90, 120 i 150 kg N ha<sup>-1</sup>) na prinos ozime pšenice i komponente uroda (sklop, koeficijent produktivnog busanja, visina biljke, broj fertilnih klasića, broj sterilnih klasića i žetveni indeks). Istraživanja su provedena na području virovitičko-podravske županije tijekom 2008/2009 godine. Tretman obrade tla značajno je utjecao na visinu biljke i prinos, dok je utjecaj gnojidbe bio značajna za gotovo sve ispitivane pokazatelje osim za koeficijent produktivnog busanja.

**Ključne riječi:** reducirana obrada, gnojidba dušikom, urod, komponente uroda, ozima pšenica

### Uvod

U uzgoju ratarskih kultura, a posebice za ozimu pšenicu, u zadnjih se 10-tak godina u Hrvatskoj sve se više i intenzivnije uvode reducirani sustavi obrade tla. Međutim, obrada tla se i dalje temelji na konvencionalnim sustavima (Jug i sur., 2006.), a reducirana obrada tla se u većini slučajeva primjenjuje tek iz razloga ekonomski isplativije proizvodnje (Kanisek i sur., 1999.; Košutić i sur., 2001.), odnosno kao alternativni sustav (Jug i sur., 2007.). Efikasnost mineralne gnojidbe dušikom uvelike ovisi o agroekološkim prilikama, a primjenom velikih doza dušika u cilju postizanja maksimalnih uroda, ispiranje nitrata može biti vrlo veliko (Raun i Johnson, 1995.). U proizvodnji žitarica, ukupni gubitak dušika dodan gnojidbom može iznositi čak 20-50% (volatizacija, mineralizacija, ispiranje), (Karlen i sur., 1996.). Gubici dušika pri gnojidbi na No-tillage sustavu su prosječno niži nego na konvencionalnim sustavima, ali ako se na No-tillage-u dušik primjenjuje površinski, ovi gubici mogu biti i preko 40% (Fowler i Brydon, 1989.). Cilj ovoga rada bio je utvrditi utjecaj različitih tretmana obrade tla i rastućih doza gnojidbe dušikom na komponente uroda i urod ozime pšenice.

## Materijal i metode

Istraživanja su provedena tijekom vegetacijske 2008/2009. godine, na području virovitičko-podravске županije, Suhopolje (N=45°47'09", E=17°28'48", elev. 115 m). Istraživanjima su obuhvaćena tri tretmana obrade tla: 1) CT – konvencionalna obrada tla, temeljena na oranju (25-30 cm), tanjuranju (2 prohoda) i predstjetvenoj pripremi sjetvospremačem (jedan prohod); 2) DH – tanjuranje, dva prohoda tanjuračem i sjetvospremač (jedan prohod); 3) NT – direktna sjetva (No-tillage), izostavljanje bilo kakve obrade tla. Obrada tla i predstjetvena priprema obavljani su 14. studenog, a sjetva 15. studenog (kasni rok sjetve). Sjetva je na sva tri tretmana obrade tla obavljena sijačicom za direktnu sjetvu, sortom Gabi (izrazito rana sorta). Istraživanjima je obuhvaćeno i šest razina gnojidbe dušikom, kako slijedi: N1 – 0 kg N ha<sup>-1</sup> (kontrola), N2 – 30 kg N ha<sup>-1</sup>, N3 – 60 kg N ha<sup>-1</sup>, N4 – 90 kg N ha<sup>-1</sup>, N5 – 120 kg N ha<sup>-1</sup> i N6 – 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Osnovna gnojidba tla obavljena je s NPK gnojivom formulacije 7:20:30, u količini od 350 kg/ha u jesen, a dušik je raspoređen u dvije prihrane. Prva je prihrana obavljena 12. ožujka, a druga 20. travnja 2009. Pokus je postavljen u četiri bloka sa slučajnim rasporedom parcela po blokovima. Veličina osnovne parcele obrade tla iznosila je 720 m<sup>2</sup>, a veličina osnovne parcele gnojidbe iznosila je 120 m<sup>2</sup>. Između svakog bloka, kao i na rubovima pokusa, ostavljen je prostor za okretanje mehanizacije, odnosno za izbjegavanje gaženja pokusnih parcela. Tip tla na kojem su istraživanja provedena pripada odjelu hidromorfni tala, slijedećih kemijskih svojstava: pH<sub>KCl</sub>=7.05; humus = 3.9%; 12.1 mg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 g<sup>-1</sup>; 16.3 mg AL-K<sub>2</sub>O 100 g<sup>-1</sup>. Predusjev ozimoj pšenici u pokusu bila je uljana repica. Zaštita protiv bolesti, štetočina i korova obavljena je uniformno na svim tretmanima obrade tla. Žetva pokusnih parcela obavljena je 11. srpnja 2009., žitnim kombajnom, a masa zrna određena je elektronskom kolskom vagom preciznosti ±1 kg.

Broj biljaka ozime pšenice u klanjanju određen je brojanjem svih primarnih i sekundarnih klasova na površini od 0.25 m<sup>2</sup> (žičanim okvirom dimenzija 50x50 cm), u četiri ponavljanja po osnovnoj parceli i u četiri repeticije. Koeficijent produktivnog busanja ozime pšenice dobiven je kao kvocijent između ukupnog broja klasova i broja biljaka pri punom nicanju. Visina biljaka ozime pšenice određena je mjerenjem kod 20 biljaka (2x10 biljaka po pojedinoj parceli i u četiri repeticije) od mjesta sječenja (neposredno iznad tla) do baze vršnog klasića i izražena u cm. Na istim je biljkama određen i broj fertilnih i sterilnih klasića. Žetveni indeks dobiven je kao kvocijent mase zrna po biljci i mase biljke i izražen kao postotak. Urod zrna ozime pšenice dobiven je vaganjem (elektronska vaga preciznosti ±1 kg t<sup>-1</sup>) ukupne mase požnjevenog zrna sa svake obračunske parcele. Urod je preračunat na površinu od 1 ha s 14% vlage zrna te izražen u kg ha<sup>-1</sup>. Rezultati su obrađeni kompjutorskim programom VVstat za analizu pokusa po planu podijeljenih parcela (Vukadinović i Ivezić, 1986.).

## Rezultati istraživanja

Tijekom gotovo cijele 2009. godine vladale su nepovoljne vremenske prilike, koje su imale značajan utjecaj na formiranje visine prinosa ozime pšenice. Uslijed dugotrajne suše, nakon kvalitetnog busanja, došlo je do sušenja sekundarnih, pa čak i primarnih vlati, što je dovelo do prorjeđivanja sklopova. Fenofaza klanjanja je nastupila 15-tak dana ranije od uobičajenog za istraživano područje, a suša i visoke temperature utjecale su na smanjenu oplodnju. Pred samu žetvu počela je padati kiša, koja je žetvu odgodila za 15 dana. Navedene nepovoljne vremenske prilike (suša, visoke temperature, kiša u vrijeme žetve) u konačnici su utjecale na izmjerene vrijednosti komponenata uroda i naravno na visinu uroda.

Na sklop pšenice u klanjanju utjecala je samo razina gnojidbe, dok je utjecaj obrade izostao. Najveći sklop je utvrđen na N3 i N6 varijanti gnojidbe (531 biljka m<sup>2</sup>), a najmanji na N1 tre-

tmanu gnojidbe. Pšenica na tretmanima gnojidbe N1, N5 i N6 imala je statistički značajno veći sklop u odnosu na pšenicu na N1 tretmanu gnojidbe. Sve ostale razlike u sklopu statistički nisu bile opravdane (Tablica 1.). Na variranje koeficijenta produktivnog busanja nije utjecao tretman obrade tla kao ni gnojidbeni tretman.

Visina biljaka je bila pod značajnim utjecajem tretmana obrade tla. Najveću visinu biljaka imala je pšenica na No-till tretmanu (62.4 cm), a najmanju na konvencionalnom sustavu obrade tla (59.8 cm). Visina pšenice na No-till tretmanu (62.4 cm) i tanjuranju (61.3 cm) nije se međusobno značajno razlikovala, iako je bila veća u odnosu na konvencionalni sustav obrade tla (59.8 cm). Osim obrade tla, tretman gnojidbe je značajno utjecao na ovo ispitivano svojstvo što je u skladu s istraživanjima Fallahi i sur. (2008.), Kumar i Agarwal, (1990.), Lorzadeh (1993.), Swarup i Sharma (1993.), Ayoub i sur. (1994.) i Khaliq i sur. (1999.). Najveća visina pšenice izmjerena je na N6 tretmanu gnojidbe (66.1 cm), a najmanja visina izmjerena je na pšenici na N2 tretmanu gnojidbe (56.9 cm). Visina pšenice na N2 tretmanu gnojidbe bila je statistički značajno manja u odnosu na N3, N4, N5 i N6 gnojidbeni tretman, dok u odnosu na N1 varijantu gnojidbe, nije bilo statistički značajne razlike. Pšenica na N5 varijanti gnojidbe imala je statistički značajno veću visinu u odnosu na pšenicu sa N1 i N3 tretmana gnojidbe, dok razlike u visini biljaka na ove dvije gnojidbene varijante statistički nisu bile opravdane.

Broj fertilnih klasića bio je pod značajnim utjecajem tretmana gnojidbe, dok tretman obrade tla statistički nije značajno utjecao na ovo ispitivano svojstvo. Najveći broj fertilnih klasića utvrđen je kod pšenice na N5 tretmanu gnojidbe (17.4), a najmanji na N1 tretmanu gnojidbe (15.5). Pšenica na N5 i N6 gnojidbenoj varijanti imala je značajno veći broj fertilnih klasića u odnosu na pšenicu uzgajanu na svim ostalim gnojidbenim tretmanima, koji se međusobno nisu statistički značajno razlikovali. Isto tako, statistički nije bila opravdana razlika u broju fertilnih klasića pšenice uzgajane na N5 i N6 tretmanu gnojidbe. Prema Stipešević i sur (1998.) obrada tla je pokazala visokosignifikantan utjecaj na broj fertilnih klasića ozime pšenice, dok je utjecaj gnojidbe dušikom bio statistički neopravdan.

Na broj sterilnih klasića pšenice tretman gnojidbe je značajno utjecao, te je najveća vrijednost utvrđena u klasu pšenice sa N1 tretmana gnojidbe (1.8), dok je najveća gnojidba rezultirala najmanjim brojem sterilnih klasića pšenice. Povećanjem gnojidbe, broj sterilnih klasića se rapidno smanjivao, što upućuje na dobru ishranjenost pšenice dušikom u fenološkoj fazi vlatanje, kada dolazi do zametanja klasa i formiranja određenog broja klasića. Dobra ishranjenost dušikom u ovoj etapi razvoja sprječava kasniju sterilnost klasića i povećava broj plodnih cvjetića (tri i više po klasiću) (Vukadinović i Lončarić, 1998.). Prema istim autorima, razvoj komponenti klasa je djelomično pod utjecajem nasljednih svojstava, te je dobra ishranjenost biljaka vrlo značajna.

Žetveni indeks pšenice je bio pod značajnim utjecajem gnojidbenog tretmana. Najveći žetveni indeks utvrđen je na N5 varijanti gnojidbe (55.5%), dok je najmanji udio poljoprivrednog prinosa u ukupnoj masi imala pšenica na kontroli (N1 varijanta gnojidbe) i iznosio je 47.9%. Pšenica je imala značajno veći postotak žetvenog indeksa na N5 i N6 tretmanu gnojidbe u odnosu na N1 i N3 tretman gnojidbe. Razlike u žetvenom indeksu pšenice kod N1, N2, N3 i N4 tretmana gnojidbe statistički nisu bile opravdane, kao ni razlika između N5 i N6 tretmana gnojidbe.

Analizom varijance utvrđeno je da je prinos ozime pšenice značajno varirao pod utjecajem tretmana obrade tla i gnojidbenog tretmana. Najveći prinosi utvrđeni su na reduciranim sustavima obrade tla (DH-4938 kg ha<sup>-1</sup> i NT-4891 kg ha<sup>-1</sup>) i statistički se nisu značajno razlikovali. Dobiveni rezultati su u skladu s istraživanjima Jug i sur. (2008.) koji su u svojim istraživanjima najveće prinose ozime pšenice utvrdili na DH varijanti obrade tla. Prinosi ozime pšenice ostvareni na konvencionalnom sustavu obrade statistički su bili značajno niži u odnosu na ostale



tretmane obrade tla. Porastom doze gnojiva, rastao je i prinos, što je u skladu s istraživanjima Jurić i sur. (2008.). Najveći prinos utvrđen je na N6 tretmanu gnojidbe, a najmanji na kontroli (N1 tretman gnojidbe). Utvrđene su značajne razlike u prinosu između svih gnojidbenih tretmana, izuzev N5 i N6 tretmana gnojidbe.

**Tablica 1.** Komponente uroda kod ozime pšenice pod utjecajem gnojidbe dušikom pri različitim tretmanima obrade tla.

Tretman obrade tla	Razna gnojidbe dušikom						Prosjek
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
Sklop pšenice u klasanju (na m <sup>2</sup> )							
CT	487	484	552	467	516	601	518
DH	431	496	501	533	584	525	512
NT	432	472	541	475	480	467	478
Prosjek	450 a	484 ab	531 b	492 ab	527 b	531 b	502
Kočeficijent produktivnog busanja							
CT	1.037	1.047	1.133	0.943	1.187	1.477	1.137
DH	1.147	1.073	1.070	1.103	1.233	1.093	1.120
NT	1.043	1.210	1.360	1.023	1.003	0.977	1.103
Prosjek	1.076	1.110	1.188	1.023	1.141	1.182	1.120
Visina biljke (cm)							
CT	57.5	55.5	57.7	62.4	63.3	62.6	59.8 A
DH	56.4	57.2	59.8	62.7	64.2	67.7	61.3 B
NT	60.2	57.9	62.9	62.1	63.1	67.9	62.4 B
Prosjek	58.0 ab	56.9 a	60.1 b	62.4 bc	63.5 c	66.1 cd	61.2
Broj fertilnih klasića							
CT	14.8	14.1	14.2	14.8	15.9	16.9	15.1
DH	13.4	14.5	14.7	15.4	16.7	16.8	15.3
NT	15.5	15.7	15.6	15.9	17.4	16.7	16.1
Prosjek	14.6 a	14.8 a	14.9 a	15.4 a	16.7 b	16.8 b	15.5
Broj sterilnih klasića							
CT	1.8	1.7	2.0	1.2	0.6	0.5	1.3
DH	2.6	1.8	1.8	1.1	0.6	0.1	1.3
NT	0.9	1.3	1.4	1.2	0.6	0.4	1.0
Prosjek	1.8 a	1.6 ab	1.7 a	1.2 b	0.6 c	0.3 d	1.2
Žetveni indeks (%)							
CT	48.9	48.8	50.1	50.0	55.5	55.1	51.4
DH	46.55	48.4	47.8	48.8	54.9	54.4	50.1
NT	48.2	53.5	47.0	51.3	56.0	55.8	52.0
Prosjek	47.9 a	50.2 ac	48.3 a	50.0 ac	55.5 b	55.1 bc	51.2

Prinos ozime pšenice (kg/ha)							
CT	2250	3069	3889	4784	5632	5576	4200 A
DH	3104	3389	4222	5805	6208	6902	4938 B
NT	2708	3743	4930	5604	6104	6257	4891 B
Prosjek	2687 a	3400 b	4347 c	5398 d	5981 e	6245 e	4677

\*vrijednosti označene istim slovom nisu statistički različite na P=0.05 razini značajnosti

## Zaključci

Različiti sustavi obrade tla (konvencionalna obrada, tanjuranje i No-till) značajno su utjecali samo na visinu biljaka i prinos. Ozima pšenica je imala najveću visina biljaka na NT varijanti obrade tla, a najmanju na CT varijanti. Prinos pšenice bio je najveći na DH varijanti, a najmanji na CT varijanti obrade tla. Različite količine dušika u ishrani pšenice (0, 30, 60, 90, 120 i 150 kg N ha<sup>-1</sup>) značajno su utjecale na sve ispitivane komponente uroda, osim na koeficijent produktivnog busanja.

## Napomena

Provedena istraživanja. rezultat su rada na znanstveno-istraživačkom projektu pod naslovom "Reducirana obrada tla u uzgoju ratarskih kultura", financiranom od strane Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, VIP-VIII-5-66/08.

## Literatura

- Ayoub, M., Guertin, S., Lussier, S., Smith, D.L. (1994): Timing and level of nitrogen fertility effects on spring wheat yield in eastern Canada. *Crop Sci.*, vol. 34, str. 748–756.
- Fallahi, H.A., Nasser, A., Siadat, A (2008): Wheat yield components are positively influenced by nitrogen application under moisture deficit environments. *Int. J. Agri. Biol.*, vol. 10, str. 673–676.
- Fowler, D.B., Brydon, J. (1989): No-till winter wheat production on the Canadian prairies: placement of urea and ammonium nitrate fertilizers. *Agron. J.* 81:518-524.
- Jug, D., Krnjajić, S., Stipešević, B. (2006.): Prinos ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.) na različitim varijantama obrade tla. *Poljoprivreda, Poljoprivredni fakultet u Osijeku*, Vol. 12 (06), str. 47-52.
- Jug, D., Stipešević, B., Zugec, I., Jug, I., Stosić, M. (2007): Economic evaluation of winter wheat production in different soil tillage systems. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 64: 1/2, str. 485-489.
- Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Stošić, M., Cvijanović, D. (2008): Utjecaj reducirane obrade tla na komponente uroda ozime pšenice. 43. hrvatski & 3. međunarodni znanstveni simpozij agronoma, Opatija, 18-21 veljače, 2008. str. 609-613.
- Jurić I., Drenjančević, M., Turalija, A., Buzuk, I. (2008): Utjecaj obrade tla i gnojidbe dušikom na uzgoj pšenice u istočnoj Hrvatskoj. 43. hrvatski & 3. međunarodni znanstveni simpozij agronoma, Opatija, 18-21 veljače, str. 583-587.
- Kanisek, J., Žugec, I., Petrač, B., Bukvić, Ž. (1999): Influence of soil tillage system of energy balance at wheat production. *Energy and Agriculture the Third Millenium*, Athens.
- Karlen, D.L., Hunt, P.G., Matheny, T.A. (1996): Fertilizer 15nitrogen recovery by corn, wheat, and cotton grown with and without pre-plant tillage on Norfolk loamy sand. *Crop Sci.* 36:975-981.
- Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z. (2001): Maize and winter wheat production with different soil tillage systems on silty loam. *Agricultural and food science in Finland*, 10; 2:103-112.
- Khaliq, A., Iqbal, M., Basra, S.M.A. (1999): Optimization of seeding density and nitrogen application in wheat cv. Inqalab-91 under Faisalabad condition. *Int. J. Agric. Biol.*, vol. 1, str. 241–243.

- Kumar, V., Agarwal, S.K. (1990): Influence of irrigation and nitrogen levels on growth and yield in husk-less barley (*Hordeum vulgare*). *Indian J. Agric. Sci.*, vol. 69, str. 596–600.
- Lorzadeh, S. (1993): Effect of different level of nitrogen, irrigation regimes and seeding rate on yield and quality of wheat in Khuzestan climate condition. M.Sc. Thesis, p: 165. Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.
- Raun, W.R., Johnson, G.V.. (1995): Soil-plant buffering of inorganic nitrogen in continuous winter wheat. *Agron. J.* 87:827-834.
- Stipešević, B., Žugec, I., Jurić, I. (1998): Utjecaj otpora tla pri reduciranoj obradi na komponente prinosa ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.). 34. Znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Opatija.
- Swarup, A., Sharma, D. P. (1993): Influence of top-dressed nitrogen in alleviating adverse effects of flooding on growth and yield of wheat in a sodic soil. *Field Crops Res.*, vol. 35, str. 93–100.
- Vukadinović, V., Ivezić, Marija (1986): Primjena mikroracunara u analizi faktorijskih pokusa s dva faktora i pokusa po planu podijeljenih parcela. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
- Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1998): Ishrana Bilja. Osijek.

## Abstract

### Influence of reduced soil tillage and nitrogen fertilization on yield and yield components of winter wheat

The aim of the study was conducted to determine the effect of different tillage systems (conventional tillage, disc harrowing and no-till) and different nitrogen fertilization (0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg N ha<sup>-1</sup>) on winter wheat grain yield and yield components (Plant density in the earing, Coefficient of tillering, plant height, number of fertile spikelets, number of sterile spikelets and harvest index). Investigations were conducted in the area of Virovitica-Podravina County during the year 2008/2009. Treatment of soil treatment significantly affected the plant height and yield, while the effect of fertilization was important for almost all tested parameters except for the Coefficient of tillering.

**Keywords:** reduced soil tillage, nitrogen fertilization, yield, yield components, winter wheat

## Utjecaj klimatskih uvjeta na pojedine parametre vina cv. Graševina bijela u vinogorju Kutjevo

Jakobović Snježana<sup>1</sup>, Jakobović Mario<sup>2</sup>, Obradović Valentina<sup>2</sup>, Ergović Maja<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zavod za znanstveni i umjetnički rad Požega, Županijska 9,34 000 Požega, (sjakob@hazu.hr)

<sup>2</sup>Veleučilište u Požegi, Ulica Pape Ivana Pavla II br. 6, 34 000 Požega,

### Sažetak

Kakvoća vina cv. Graševina bijela vinogorja Kutjevo praćena je petogodišnjem razdoblju, od 2000.-2004. godine na obiteljskom gospodarstvu Jakobović. Istraživanje je pokazalo promjene nekih kemijskih parametara koji bi se mogli povezati sa klimatskim promjenama pojedinih godina. Posebno bi se mogle izdvojiti 2000. i 2003. godina koje su imale najmanje oborina i u tim su godinama izmjerene najveće koncentracije alkohola (14.4 vol.% i 13.5 vol.%), na koji prema prikazanim rezultatima, klimatski uvjeti imaju najveći utjecaj. Sadržaj ukupnog ekstrakta u vinima također prati ovaj trend sa alkoholom, gdje je on viši u sušnim godinama, a samim time dobivamo vina punijeg okusa. Sadržaj ukupne kiselosti vina također prati trend variranja ovisno o činjenici da li je tijekom godine bilo više sušnih ili kišnih razdoblja. Dokaz ovoj tvrdnji je 2004. g. kada bilježimo najveću godišnju količinom oborina od 1075.4 mm i najveću izmjerenu kiselinu u vinu od 6.6 g/l. S druge pak strane u sličnoj 2001. g., u kojoj imamo isto tako visoku količinu oborina od 1000,2 mm, ukupna kiselost vina bila najniža 4.5 g/l, što bi se moglo pripisati kao greškom proizvođača, gdje je uslijed pokušaja dobivanja većeg sadržaja šećer, kasnijom berbom došlo do pada kiseline. Upravo u toj 2001. g. imamo i najmanji sadržaj alkohola.

**Ključne riječi:** Graševina bijela, šećer, kiselina, klima, vino

### Uvod

Na dozrijevanje grožđa, kakvoću moštova i vina utječe veliki broj čimbenika. Neki čimbenici su konstantni (tlo, sorta, podloga, način uzgoja), dok su drugi podložni promjenama (dozrelost, zdravstveno stanje, klimatske prilike, provedeni ampelotehnički zahvati tijekom vegetacije). Godišnje praćenje kakvoće uroda je neizbježno u svakom vinogradarskom području zbog klimatskih uvjeta tijekom dozrijevanja grožđa koji imaju odlučujuću ulogu u postizanju kvantitete i kvalitete uroda. Rijetko su kada berbe po kakvoći grožđa i na istom području jednake, stoga se i kvaliteta vina pojedinih godišta međusobno razlikuje (Jakobović i Jakobović, 2005.). Vinogorje Kutjevo nalazi se u vinogradarskoj regiji Kontinentalne Hrvatske, podregiji Slavonija. Sastoji se od 15 katastarskih općina smještenih na južnim padinama planina Papuka i Krndije i zauzima obodne dijelove požeške kotline (Potrebica, 1983.). Vinogorje Kutjevo nalazi se u zoni podzola, pa su to pretežito kisela tla, nastala na matičnom supstratu kiselih trošnih stijena, kao što su gnajs, amfibol i tinjac. Tla vinogradarskih položaja ovog vinogorja imaju pretežito

antropomorfni karakter. U dugom nizu godina, mehaničkom obradom mijenjao se je prirodan položaj pojedinih horizonata, a fertilizacijom su ova tla poprimila nova kemijska i fizikalna svojstva. (Fazinić, 1971.). Tlo na kojem je vinograd uglavnom je ilovasto pjeskovito, a manjim dijelom teška ilovača. Za uzgoj Graševine bijele najprikladniji su južni položaji te gnojena, bogata, ne preteška, dobro obrađena tla. Najbolje uspijeva u području umjerena klime, da se može kvalitetno potpuno razviti. (Mirošević i Turković, 2003.). Daje fina vina prosječne ili natprosječne kakvoće, ugodna sortnog mirisa i okusa, sa srednjim sadržajem kiselina. (Licul i Premužić, 1993.).

Vina Rajnskog rizlinga praćena u petogodišnjem razdoblju (1999.-2003.) razlikovala su se u kemijskom sastavu što se povezuje sa razlikama u srednjim mjesečnim temperaturama zraka u razdoblju od cvatnje loze do berbe grožđa (Jakobović i Jakobović, 2005.). Zbog svega navedenog u ovom ćemo radu prikazati kakvoću vina Graševina bijela u razdoblju od 5 godina, a na temelju analitičkih podataka kakvoće u promatranom razdoblju.

### **Materijal i metode rada**

Ispitivanja su provedena u petogodišnjem razdoblju s vinima dobivenim od mošta grožđa cv. Graševina bijela s položaja Vetovo, vinogorja Kutjevo u razdoblju od 2000. do 2004. godine. Grožđe je potjecalo iz vinograda obitelji Jakobović starosti 22 godine. Podignut je na podlozi Kober 5BB, uzgojni oblik je dvostruki Guyot, a opterećenje po trsu je 18-20 pupova. Provedeni ampelotehnički zahvati tijekom bili su isti u svim godinama, a razlikovali su se u terminima obzirom sa su se godine razlikovale u pogledu klime. Dozrelost i zdravstveno stanje također je ovisilo u najvećoj mjeri o klimatskim uvjetima tijekom godine budući je i zaštita obavljena na isti način u svim godinama. Dozrelo grožđe brano je ručno i dopremano do podruma obitelji Jakobović u traktorskim prikolicama. Lagano je muljano i tiješteno pomoću pneumatske preše kapaciteta 3500 kg. Moštovi su tijekom prerade sumporeni s otopinom sumporaste kiseline u količini od 5 do 7.5 g/hl SO<sub>2</sub> ovisno o zdravstvenom stanju grožđa. Taloženi su 24-36 sati (ovisno o temperaturi i raspoloživom suđu) i potom pretočeni na vrenje u inoks tankove. Vrenje je provedeno pomoću autohtone epifitne flore kvasca. Kontrola vrenja provođena je mjerenjem temperature i količine sladora. Temperature vrenja kretale su se u rasponu od 18 do 22°C što je postizano hlađenjem pojedinih tankova vodom koja se prelijevala preko cisterne. Količina šećera u moštu mjerena je pomoću refraktometra s ugrađenom skalom Oechslea. Po završenom vrenju sudovi su nadoliveni i ostavljeni mirovati do prvog pretoka. Prilikom pretoka vinima je dodana potrebna količina sumporaste kiseline. Vina su poslije prvog pretoka bistrena bentonitom nakon čega je vino pretočeno drugi put. Nakon drugog pretoka, vina su filtrirana pločastim dvostrukim filterom poroznosti ploča K-300 i K-100 u jednom protoku.

Analize kemijskog sastava vina provedene su u Hrvatskom zavodu za vinogradarstvo i vinarstvo, prema propisima Međunarodne organizacije vina i vinove loze (O.I.V., 1990.).

Podaci o meteorološkim elementima za ispitivano razdoblje dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda za Meteorološku postaju Daruvar kao najbližu postaju. Iako Daruvar ne pripada istom vinogorju, pripada istoj vinogradarskoj podregiji Slavonija. Vrijednost srednje godišnje temperature zraka varirala je od najnižih 11.1°C, u 2002. do 12.1°C u 2001. Srednja vegetacijska bila je redom 2000. g. 17.46°C, 2001. g. 16.5°C, 2002. g. 16.7°C, 2003. g. 17.5°C, a 2004. g. iznosila je 17.0°C. Prosječno najtopliji mjesec bio je kolovoz. Prema ovim podacima je moguće zaključiti kako su temperature zraka bile relativno povoljne za rast i razvoj vinove loze. Oborine su vrlo važne za uzgoj vinove loze u vegetacijskom periodu kao i u periodu mirovanja. Količina oborina potrebnih vinovoj lozi tijekom vegetacije ovisi o načinu uzgoja, gustoći sadnje,

o vrsti i tipu tla itd. Minimalna količina oborina potrebna za uzgoj vinove loze iznosi 300-500 mm, a optimalna je 600-800 mm, uz pravilan raspored tijekom godine. Prema podacima je vidljivo da je najviše oborina palo 2001. i 2004. godine, dok je najmanje oborina zabilježeno 2000. i 2003. godine. (Tablica 1.). Vidljivo je kako je samo u vegetacijskom periodu 2001. i 2004. godine zabilježena gotovo jednaka količina oborina kao u čitavoj 2000. i 2003. godini.

Iz navedenog možemo zaključiti da su proizvodni uvjeti vezani za količinu oborina bili zadovoljavajući u svih 5 godina istraživanja, ali se isto ne može reći za njihov mjesečni raspored.

**Tablica 1.** Ukupne godišnje oborine u periodu istraživanja

Godina	Ukupne godišnje oborine u mm
2000.	651,4
2001.	1000,2
2002.	904,9
2003.	640,6
2004.	1075,4

## Rezultati i rasprava

Među promjenjivim čimbenicima koji utječu na kakvoću vina uvijek se najviše naglašavaju klimatski uvjeti stoga smo pokušali povezati rezultate dobivene kemijskom analizom vina (Tablica 2.) s meteorološkim elementima koji su nam bili dostupni.

**Tablica 2.** Sastav vina Graševina bijela od 2000. - 2004. godine

Fizikalno-kemijski parametri/ godina	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
Alkohol (vol.%)	14,4	11,0	11,1	13,5	12,3
Ukupni ekstrakt (g/l)	25,8	18,8	20,9	30	26,3
Reducirajući šećeri (g/l)	6,8	1,2	1,6	10,8	3,4
Pepeo (g/l)	1,9	2,2	2,2	2,3	2,1
pH –vrijednost	3,6	3,6	3,4	3,36	3,26
Ukupna kiselost - kao vinska (g/l)	5,5	4,5	5,4	5,9	6,6
Hlapiva kiselost - kao octena (g/l)	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6

Vina Graševine navedenih godina razlikovala su se sastavom, što je očekivana posljedica različitih početnih kakvoća moštova (Ribereau-Gayon i sur., 2000.). Iz podataka se može vidjeti određena povezanost između alkohola vina i količine kiselosti s jedne strane, te srednjih mjesečnih temperatura i pogotovo količine oborina s druge. Što su temperature bile više, a količina oborina manja, to je količina alkohola bila veća, a ukupna kiselost manja.

Analitički podaci pokazuju da se je količina alkohola u vinima kretala od 11,0 do 14,4 vol.%. Najmanje su količine zabilježene 2001. i 2002. godine, a najveće 2000. i 2003., što se moglo i očekivati obzirom na količinu šećera u grožđu tih godina i klimatske prilike tijekom dozrijevanja grožđa. Srednje vegetacijske temperature zraka bile su 17,4°C u 2000. g., te 17,5°C u 2003. g.,

dok su godišnje količine oborina u tim godinama bile 651,4 mm u 2000. te 640,6 u 2003. godini, što je i najveći razlog ovakvim sadržajima alkohola u vinu.

Sadržaj ukupne kiselosti vina također prati trend variranja ovisno o činjenici da li je tijekom godine bilo više sušnih ili kišnih razdoblja. Dokaz ovoj tvrdnji je 2004. g. kada bilježimo najveću godišnju količinom oborina od 1075.4 mm i najveću izmjerenu kiselinu u vinu od 6.6 g/l. S druge pak strane u sličnoj 2001. g., u kojoj imamo isto tako visoku količinu oborina od 1000,2 mm, ukupna kiselost vina bila najniža 4.5 g/l, što bi se moglo objasniti kao "greška" proizvođača, gdje je uslijed pokušaja dobivanja većeg sadržaja šećera kasnijom berbom došlo do pada kiseline. Upravo u toj 2001. g. imamo i najmanji sadržaj alkohola (Tablica 2.).

Zanimljivo je usporediti količine ukupnog ekstrakta u vinima ispitivanih godišta. U vinima lošijih berbi 2001. i 2002. zabilježene su manje količine navedenog sastojaka, a u iznimno sušnim godinama 2000. i 2003., vrijednosti tog parametara bile su više (Tablica 2.).

Pretpostavljamo da je to posljedica iznimno sušnog razdoblja u vrijeme dozrijevanja grožđa u tim godinama i promjena koje su nastupile u sastavu moštova. Ista pojava uočena je i kod Rajnskog rizlinga u tim godinama (Jakobović i Jakobović, 2005.). Vina Graševine razlikovala su se kemijskim sastavom u pojedinim godinama, što je očekivana posljedica različitih početnih kakvoća moštova i različitih klimatskih uvjeta tijekom dozrijevanja grožđa.

## Zaključci

Kakvoća vina izražena koncentracijom šećera, odnosno alkohola i količinom ukupne kiselosti, prema dostupnim meteorološkim elementima, može se povezati sa srednjim mjesečnim temperaturama zraka.

Količina oborina u vegetacijskom razdoblju također je utjecala na kakvoću uroda.

Godine 2000. i 2003. se vidljivo ističu obzirom da je u tim godinama količina oborina u periodu dozrijevanja bila najniža, a dobiveni su moštovi najbolje kakvoće. Tih godina berba je počela znatno ranije nego što je to propisano za sortu Graševina.

Vina sušnih godina sadržavala su veće količine ukupnog ekstrakta.

## Literatura

- Fazinić N., (1971.): *Suvremeno vinogradarstvo*, Institut za VVV, Zagreb.
- Jakobović, S., Jakobović, M. (2005.): *Kakvoća moštova i vina Rizling rajnski Kutjevačkog vinogorja*, Poljoprivreda 11:2005 (1) 26-30.
- Licul R., Premužić D., (1993.): *Praktično vinogradarstvo i podrumarstvo*, Znanje, Zagreb.
- Mirošević N., Turković Z., (2003.): *Ampelografski atlas*, Tehnička knjiga, Zagreb.
- OIV (1990): *Recueil des methodes internationales d'analyse des vins et des mouts*..
- Potrebića F., (1983.): *Povijest vinogradarstva i podrumarstva u Požeškoj kotlini*, Zrinski, Čakovac.
- Ribereau-Gayon P. i sur., (2000.): *Handbook of enology Vol I*, John Wiley & Sons, New York.

**Abstract****The influence of climatic conditions on certain parameters of wine cv. Welschriesling in Kutjevo vineyards**

Quality wine cv. Welschriesling in Kutjevo vineyards was monitored by a five-year period, from 2000th to 2004th at the family farm Jakobović. The study showed changes in some chemical parameters that could be related to climate change in some years. We would be singled out 2000th and 2003th years that have had the least rainfall in those years were the highest measured concentration of alcohol (14.4 vol% and 13.5 vol%), at which, according to the results, climatic conditions have the greatest impact. The content of total extract in wines also follows this trend with alcohol, where he was a senior in dry years, and thus we get fuller flavor of wine. The content of total acidity of wine also follows the trend of variation depending on the fact that it was over; there were more dry or rainy periods. The proof of this claim in 2004, when we record the highest annual rainfall of 1075.4 mm and the largest measured acid in wine by 6.6 g/l. On the other hand, in a similar 2001, in which we are also a high rainfall of 1000.2 mm, the total acidity of wine was the lowest 4.5 g/l, which could be attributed to the fault of producers, where it is due to attempts to obtain higher sugar content, later came the fall harvest acid. It is in this 2001th we also have minimum alcohol content.

**Keywords:** Graševina, sugar, acid, weather, wine





# Section II




---

---

## **soil – water – air** **tlo – voda – zrak**

### **chairmen / moderators**

1. Irena JUG
  2. Suzana KRATOVALIEVA
  3. Bojan STIPEŠEVIĆ
- 



## Mobile aluminium content of Vertisol as dependent upon fertilization system and small grains genotypes

Jelić Miodrag<sup>1</sup>, Đalović Ivica<sup>2</sup>, Milivojević Jelena<sup>3</sup>, Krstić Dragana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture, Zubin Potok, Jelene Anžujske, 38228, Zubin Potok, Serbia, (miodragjelic@yahoo.com)*

<sup>2</sup>*Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Serbia*

<sup>3</sup>*Small Grains Research Centre, Kragujevac, Save Kovacevica 31, Kragujevac, Serbia*

<sup>4</sup>*University of Kragujeva, Faculty of Science, R. Domanovic 12, Kragujevac, Serbia*

### Abstract

High levels of mobile aluminium in acid soils have a severe adverse effect on soil quality and productivity. This paper presents the results of a study on the effect of mineral nutrition and small grain genotypes on Al mobility in an acid Vertisol. The obtained data show that the very acid soils remained high in mobile Al content under most of the small grain genotypes grown, wheat ones in particular. Mobile Al content was substantially reduced both by lime treatment and by increasing phosphorus fertilization rates. The genotypes of small grains, particularly oats, had a strong effect on soil mobile Al.

**Keywords:** fertilization, genotypes, mobile aluminium, small grains, soil

### Introduction

Acid soils are a major constraint to crop production, covering about 30 % (3.95 million ha) of the total arable land and more than 50% of potentially cultivable land worldwide, their global expanse tending to increase (von Uexcul and Mutert, 1995; Bot et al., 2000). The Republic of Serbia also comprises substantial areas of acid soils, accounting for over 60% of total arable land (Stevanović et al., 1995). The most common factors contributing to arable soil acidification in Serbia include failure to match the fertilizer supply to crop requirements, improper use of mineral fertilizers, in particular that of physiologically acid (Ca-free) fertilizers, acid rains and contamination from air pollution (Dugalić, 1998; Jelić et al., 2008).

Aluminium toxicity is the major limiting factor for small grains production in acid soils (Sumner, 2004). Mobile Al levels of 6 to 10 mg 100<sup>-1</sup>g soil adversely affect the growth and development of small grains (Hidemasa et al., 2005). The long-term application of high rates of mineral fertilizers, carbamide in particular, increases the levels of total and monomeric Al in the soil solution, the level of organically bound Al and wheat Al levels, making them toxic to plants (Graham et al., 2002; Jelić et al., 2008). Although the toxic effect of Al in Serbian acid soils was

observed as early as in the 1980s, the precise mechanism behind its detrimental effect has not been completely elucidated. One of the major challenges facing researchers in assessing the effect of aluminium is its highly complex chemistry in soil solution (Radanović, 1995).

## Material and methods

A pot experiment was conducted at the Small Grains Research Centre in Kragujevac, using very acid, Al toxic vertisol soil ( $\text{pH}_{\text{KCl}} < 4.5$ ). The Al content of the soil was above  $10 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$ , with the soil having a cation-exchange capacity (CEC) of  $12 \text{ meq } 100^{-1} \text{ g}$  of soil. The experiment included the following nutrient treatments (Factor A): C- control = slightly acid soil +  $30 \text{ } \mu\text{g NPK/g}$  soil; H = very acid soil +  $30 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  NPK; HCa = very acid soil +  $30 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  NPK +  $200 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$   $\text{CaCO}_3$ ; HPo = very acid soil +  $16 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  KAN +  $6.6 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  + KCl;  $\text{HP}_1$  = very acid soil +  $30 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  NPK +  $25 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  superphosphate. NPK 15:15:15 fertilizer, KAN (27% N), superphosphate (17%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) and KCl (60%  $\text{K}_2\text{O}$ ) were used in the trial.  $\text{CaCO}_3$  in the form of finely ground lime was applied immediately prior to sowing and the fertilizer solutions were added at the beginning of spring. The trial was carried out in 2005/06 in three replications. Sowing was undertaken in November. The potted plants were kept in a greenhouse through the winter and thereafter they were moved outdoors for the spring and summer. The soil was sampled for analysis following the small grain harvest conducted at full maturity. Al was determined colorimetrically using an aluminon-acetate buffer (Bertsch et al., 1981).

A total of 12 cultivars of winter wheat, 7 of spring barley and 7 of spring oats were cultivated in the experiment. This study gives the results on Al levels in the soil under 12 winter wheat cultivars - Minister Dwarf (1), Pai Yu Pao (2), Mara (3), Skopljanka (4), Dobrudža (5), Norin 10 (6), Peking 8 (7), Morava (8), Zemunka (9), Seneca (10), Leda (11) and Kg- 56 (12); the barley cultivars - Kraguj (1), Jantar (2), L-3/20 (3), Dunavac (4), Za-84 (5), Jastrebac (6), and Midžor (7), and the oat genotypes - Slavuj (1), Rajac (2), Lovćen (3), L-10 (4), L-18 (5), L-24 (6) and L-30 (7) (Factor B). The data were tested and subjected to an analysis of variance and the correlation coefficient was computed (Mead et al., 1996).

## Results and discussion

The phytotoxicity of Al to small grain plants is largely induced by soil Al content. Al mobility in the soil is dependent upon soil pH and can be significantly affected by a change in soil pH. Some of the biogenic elements playing an important role in plant mineral nutrition, particularly calcium, show a significant effect on soil mobile Al. The mobile Al of the tested soil was variable, depending on mineral nutrition and small grain crops. The soil under wheat (Table 1.) in the control treatment was low in mobile Al ( $0.7 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$ ).

**Table 1.** Al content of the soil under winter wheat genotypes ( $\text{mg } 100^{-1} \text{ g}$  soil)

Treatment	Cultivar												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Average A
C	0.5	0.7	1.5	1.0	1.5	0.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.7	1.0	0.7
H	12.0	12.0	10.0	8.0	14.0	13.0	5.0	9.0	8.0	8.5	14.0	7.0	10.0
HCa	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.4
HPo	6.0	4.0	4.0	2.5	4.5	5.0	2.5	4.5	2.7	4.0	6.5	3.0	2.8
$\text{HP}_1$	1.5	4.0	4.0	1.5	2.5	2.0	1.5	2.5	2.7	3.0	2.5	2.0	2.5

Average B	4.0	4.1	3.9	2.6	4.8	4.4	1.8	3.1	2.7	3.1	5.0	2.6	3.3
LSD	A				B				AB				
0.05	0.301				0.466				1.042				
0.01	0.397				0.616				1.373				

The content of mobile forms of Al was highest in the very acid soil treated with 30  $\mu\text{g NPK g}^{-1}$  soil (5.0-14.0  $\text{mg } 100^{-1}\text{g}$ ). The treatment of acid soil with NPK and  $\text{CaCO}_3$  gave an average Al content of 0.4  $\text{mg } 100^{-1}\text{g}$ , which was significantly reduced, compared to that of very acid soil and the other mineral treatments. Similar results were obtained previously (Bojić et al., 1998; Dugalić et al., 2002).

The nitrogen and potassium treatment induced, on average, a four-fold and seven-fold increase in mobile Al content in very acid soil as compared to the control and the NPK-lime treatment, respectively. The pH of acid soil was unaffected by nitrogen and potassium fertilization, and as a result mobile Al levels remained high. However, the uptake of certain nutrients and aluminium increased due to the increase in total yield under the above treatment, leading to a partial reduction in mobile Al levels in the soil as compared to the very acid soil treatment (Kochian et al., 2005). The increasing rates of phosphorus used in wheat nutrition decreased the content of mobile Al in the soil as it was immobilized by orthophosphoric acid ions. Moreover, with respect to nitrogen and potassium supply, phosphorus is a constraint to further nitrogen utilization and, hence, increased dry matter accumulation. The consequent decrease in the uptake of nutrients and Al from the soil resulted in their increased levels in the soil (Jelić et al., 2006).

The effect of wheat genotypes on the content of mobile forms of Al in the soil is given in Table 1. A substantial increase in the mobile Al content of soil (4.0-5.0  $\text{mg } 100^{-1}\text{g}$ ) was observed under the winter wheat genotypes Leda, Dobrudža, Pai Yu Pao and Minister Dwarf, whereas the lowest Al levels were found under the genotypes Peking 8, Kg- 56 and Zemunka (1.8-2.7  $\text{mg } 100^{-1}\text{g}$ ). The decrease in the amount of mobile Al in the soil under the said wheat genotypes was attributed to the increased uptake and accumulation of Al in the plants, resulting in lower total wheat yields (Jelić et al., 1998; Kochian et al., 2005).

Under barley crop, Al level was significantly increased in the very acid soil (H) (Table 2.). As compared to the control (C), the NPK-fertilized very acid soil showed an 11-fold increase in Al content on average. The NPK and  $\text{CaCO}_3$  treatment led to a serious (44-fold) decrease in Al mobility in the soil. Similar results were reported previously (Dugalić et al., 2002; Vieira et al., 2008).

**Table 2.** Al content of the soil under spring barley genotypes ( $\text{mg } 100^{-1}\text{g soil}$ )

Treatment	Cultivar							Average A
	1	2	3	4	5	6	7	
C	1.0	0.0	1.0	0.5	0.7	2.0	0.7	0.8
H	14.0	6.0	4.0	8.0	9.0	14.0	7.0	8.8
HCa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.2
HPo	1.5	1.7	2.0	1.5	1.7	2.5	1.7	1.8
HP <sub>1</sub>	0.5	0.7	0.5	1.0	0.7	1.5	1.0	0.8

Average B	3.4	1.7	1.5	2.2	2.5	4.1	2.1	2.5
LSD	A			B			AB	
0.05	0.192			0.227			0.507	
0.01	0.255			0.301			0.674	

The nitrogen and potassium treatment without P increased the mobility of Al in the soil, as opposed to the higher P rate used in the acid soil resulting in decreased mobile Al levels in the soil. Mobile Al content was highest under the barley genotype Jastrebac. The higher mobility of Al under this genotype was associated with the low uptake and accumulation of Al in its grain yield.

Excepting the control, Al content in the soil under oats was substantially lower than in those under wheat and barley (Table 3.).

**Table 3.** Al content of the soil under spring oat genotypes (mg 100<sup>-1</sup>g soil)

Treatment	Cultivar							Average A
	1	2	3	4	5	6	7	
C	1.5	2.5	2.0	2.0	2.5	1.5	2.0	2.0
H	4.5	7.0	6.0	6.5	4.5	4.0	7.0	5.6
HCa	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1
HPo	2.0	4.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.7	2.2
HP <sub>1</sub>	1.0	0.7	1.0	1.5	1.0	0.5	0.0	0.8
Average B	1.8	2.8	2.3	2.4	2.0	1.5	2.1	2.1
LSD	A			B			AB	
0.05	0.204			0.242			0.540	
0.01	0.271			0.321			0.718	

The average mobile Al level in the control soil under spring oats increased manifold as compared to that found in the control soil under wheat and barley. At different levels of mineral nutrition, the observed variability in the mobile Al content of the soil under oat genotypes was similar to that recorded for soils under the other small grains. The only difference was that the mobile Al level in the soil under oats was lower, due to the increased uptake and accumulation of the element by oat plants.

## Conclusion

Aluminium mobility in the soil was largely affected by mineral nutrition and small grain genotypes grown. On average, aluminium mobility was highest in the very acid soil under the wheat genotypes tested.

The NPK fertilizer coupled with the high phosphorus content and the use of lime fertilizers induced a substantial decline in mobile aluminium content, particularly in the soils under spring barley and oats.

## References

- Bertsch, M. P., Alley, M. M., Ellmore, L. T. (1981): Automated Aluminum Analysis with the Aluminon Method. *Soil Sci Soc Am. J.*, 45: 666-667.
- Bojić, M., Bošković- Rakočević, Lj., Bokan, N. (1998): The effect of different materials application regarding the neutralisation of mobile  $Al^{3+}$  on wheat yield. *Proceedings in International Symposium »Breeding of Small Grains»*. Kragujevac, Yugoslavia, 427-431.
- Bot, A. J., Nachtergaele, F. O., Young, A. (2000): Land resource potential and constraints at regional and country levels. *Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome*, 114.
- Dugalić, G. (1998): Karakteristike kraljevačkog pseudogleja i iznalaženje mogućnosti za povećanje njegove produktivne sposobnosti. *Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Zemun*.
- Dugalić, G., Jelić, M., Jovanović, Ž. (2002): Effect of liming and fertilization on agrochemical properties of pseudogley soil in the Kraljevo basin. *Zemljište i biljka, Vol. 51: 41-50*.
- Graham, H. M., Haynes, J. R., Meyer, H. J. (2002): Changes in soil chemistry and aggregate stability induced by fertilizer applications, burning and trash retention on a long- term sugarcane experiment in South Africa. *European J of Soil Sci*, 53: 589-598.
- Hidemasa, K., Hideaki, H., Koichi, H., Susumu, M. (2005): Effect of Soil Solution Aluminum on Wheat Root Growth and Rhizosphere. *Jap. J of Soil Sci. and Plant Nutr. Vol. 76: 1-8*.
- Jelić, M., Stojanović, J., Lomović, S., Milivojević, J. (1998): Response of some cultivars of cereals on soil acidity and Al toxicity. *Proceedings in International Symposium »Breeding of Small Grains»*. Kragujevac, Yugoslavia, 415-420.
- Jelić, M., Milivojević, J., Dugalić, G. (2006): Dosadašnji rezultati i perspektive primene krečnog đubriva »Njival Ca». *Monografija »Prirodne mineralne sirovine i mogućnosti njihove upotrebe u poljoprivrednoj proizvodnji i prehrambenoj industriji»*, Beograd, 125-133.
- Jelić, M., Malešević, M., Đalović, I., Dugalić, G. (2008): Specifičnosti mineralne ishrane pšenice na kiselim zemljištima Srbije. *Zbornik radova, Ekolst'08, Ekološka Istina, Sokobanja*, 233-243.
- Kochian, V. L., Pineros, A. M., Hoekenga, A. O. (2005): The physiology, genetics and molecular biology of plant aluminum resistance. *Plant and Soil*, 274: 175-195.
- Radanović, D. (1995): Uticaj različitih krečnih materijala na hemijske promene distričnog pseudogleja i prinos nekih ratarskih kultura: kukuruza, pšenice i soje. *Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Zemun*, 1-112.
- Mead R., Curnow R. N., Hasted A. M. (1996). *Statistical methods in agriculture and experimental biology*. Chapman & Hall, London.
- Vieira, C. F., He, L. Z., Bayer, C., Stoffella, J. P., Baligar, C. V. (2008): Organic Amendment Effects on the Transformation and Fractionation of Aluminum in Acidic Sandy Soil. *Comm. in Soil Sci and Plant Analysis*, 39: 2678-2694.
- von Uexkull R. H., Mutert, E. (1995): Global extent, development and economic impact of acid soils. *Plant and Soil, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherland*, 171, 1-15.
- Stevanović, D., Jakovljević, M., Martinović, Lj. (1995): Solution of acid soils problem as prerequisite for food production increase and soil protection. *Savetovanje »Popravka kiselih zemljišta Srbije primenom krečnog đubriva Njival Ca»*, *Zbornik radova, Paraćin*, 7-21.
- Sumner, M. E. (2004): Food production on acid soils in the developing world: problems and solutions. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on Plant-Soil Interaction as Low pH*. (Eds. Matsumoto, H. et al.), Sendai, Japan, 2-3: 1-5.



**Sažetak****Sadržaj mobilnog aluminija na vertisolu u ovisnosti o sustavu gnojidbe i genotipu strnih žitarica**

Visoka koncentracija mobilnog aluminija u kiselim tlima ima negativan utjecaj na plodnost i kvalitetu poljoprivrednih tala. U radu su predstavljeni rezultati istraživanja utjecaja mineralne ishrane i uzgajanih genotipova strnih žitarica na pokretljivost aluminija u kiselom Vertisolu. Dobiveni rezultati pokazuju da je koncentracija mobilnog Al kontinuirano bila visoka kod tala jako kisele reakcije na kojima je zasijana većina genotipova strnih žitarica, posebice pšenice. Koncentracija mobilnog Al značajno je smanjena na varijantama gdje je primijenjen kalcij karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) i povećana količina fosfornih gnojiva. Uzgajani genotipovi strnih žitarica, posebice zobi, imali su značajan utjecaj na koncentraciju mobilnog Al u tlu.

**Ključne riječi:** gnojidba, genotipovi, mobilni aluminij, strne žitarice, tlo

## Baturad WP – Biološki insekticid

Mikić Branimir

*Herbos d.d., Nikole Tesle 17, 44000 Sisak, Hrvatska (branimir.mikic@herbos.hr)*

### Sažetak

Baturad WP je biološki insekticid za suzbijanje gusjenica štetnih vrsta leptira u višegodišnjim nasadima, povrću i ukrasnom bilju. Pripravak u sebi sadrži sljedeću djelatnu tvar: *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* - 16000 IU/mg; serotip H1, H3a i H3b. Pripravak je WP formulacije, u obliku močivog prašiva (koncentrirane suspenzije) i predstavlja smjesu živih spora i proteinskih toksina neživih spora (serotipovi H1, H3a i H3b). U odnosu na klasične insekticide uočeni su neki nedostaci Bt: brže ispiranje i razgradnja na suncu, ne djeluje na insekte unutar biljnog tkiva, slabija učinkovitost i kratka perzistentnost. Prednosti Bt su da ne uništava korisne insekte i da je pogodan za integriranu zaštitu bilja. Kod nas je pripravak registriran za primjenu u sljedećim kulturama: kupusnjače, četinjače, hrast, maslina i vinova loza, a drugdje (Španjolska) još i za agrume, banane, papriku, rajčicu, vočke i lavandu. Baturad WP suzbija borovog četnjaka (*Thaumetopoea pityocampa*), dudovca (*Hyphantria cunea*), gubara (*Lymantria dispar*), maslinovog moljca (*Prays oleae*), žutog groždanog moljca (*Eupoecilia ambiguella*) i pepeljastog groždanog moljca (*Lobesia botrana*), te kupusnog bijelca (*Pieris brassicae*).

**Ključne riječi:** Baturad WP, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, integrirana zaštita bilja

## Abstract

### Baturad WP – Biological insecticide

Baturad WP is a biological insecticide for control caterpillar pests in the perennial orchards, vegetables and ornamental plants. The preparation contains the following active ingredient: *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* - 16,000 IU / mg; serotype H1, H3A and H3b. Preparation of the WP formulation is in the form of concentrated suspension and represents a mixture of live spores and protein toxins from lifeless spores (serotypes H1, H3A and H3b). Compared to conventional insecticides, BT showed some shortcomings such as quick rinse and degradation in the sun, inefficiency on insects within plant tissue, lower efficiency and short persistence. Advantages of Bt are that it does not destroy beneficial insects, and it is suitable for integrated crop protection. In Croatian formulation it is registered for use in the following cultures: brassicas, conifers, oak, olive trees and vines, and elsewhere (Spain) also for citrus fruits, bananas, peppers, tomatoes, fruit trees and lavender. Baturad WP is suppressing Pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*), Fall webworm moth (*Hyphantria cunea*), Gypsy moth (*Lymantria dispar*), Olive moth (*Prays oleae*), Vine moth (*Eupoecilia ambiguella*), European grapevine moth (*Lobesia botrana*) and Large cabbage white (*Pieris brassicae*).

**Keywords:** Baturad WP, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, integrated plant protection

Izvorni znanstveni rad

## Simbiozna fiksacija dušika – alternativa održivog uzgoja soje

Matoša Maja<sup>1</sup>, Sudarić Aleksandra<sup>1</sup>, Vratarić Marija<sup>1</sup>, Volenik Mirna<sup>1</sup>, Redžepović Sulejman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17,31000 Osijek, Hrvatska, maja.matoso@poljin.hr

<sup>2</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Proces simbiozne fiksacije dušika ima važnu ulogu u održivom uzgoju soje zbog ekonomskih i ekoloških prednosti. Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti učinak bakterizacije sjemena na urod i kakvoću zrna soje te varijabilnost učinkovitosti simbiozne fiksacije dušika u ovisnosti od soja *Bradyrhizobium japonicum*, okoline i njihove interakcije. Učinak bakterizacije bio je značajno pozitivan kod svih ispitivanih sojeva, a prosječno povećanje iznosilo je 14,92% za urod zrna i 4,31% za količinu bjelančevina u zrnu. Intenzitet simbiozne fiksacije dušika značajno je ovisio o soju, okolini i njihovoj interakciji. Identifikacija i selekcija najučinkovitijih sojeva doprinosi povećanju kvalitete inokuluma što ima za posljedicu veće iskorištenje procesa simbiozne fiksacije dušika. Na taj način se može smanjiti uporaba dušičnih gnojiva što ima ekonomsku i ekološku opravdanost u daljnjem razvoju i unaprjeđenju proizvodnje soje.

**Ključne riječi:** soja, simbiozna fiksacija dušika, urod zrna, količina bjelančevina, održiva poljoprivreda.

### Uvod

U uvjetima suvremene poljoprivredne proizvodnje, kontinuirano postizanje visokih uroda i kakvoće zrna zahtijeva između ostalog i primjenu intenzivne gnojidbe u kojoj dušik ima ključnu ulogu. Međutim, dušik je energetski najskuplji element, a posljedice primjene većih količina dušičnih gnojiva su ispiranje nitrata u podzemne vode, isparavanje dušičnog oksida u atmosferu, iscrpljivanje neobnovljivih izvora energije (fosilna goriva) i narušavanje prirodne biogenosti tla (Vitousek i sur., 1997., Vance, 1998., Johnes i Butterfield, 2002.). Soja (*Glycine max* (L.) Merr.) u odnosu na ostale važne ratarske kulture, može znatan dio tog neophodnog hraniva osigurati iz atmosfere putem biološke fiksacije dušika, ali pod uvjetom da živi u simbiozi s efektivnim sojevima svojih simbionata, kvržičnim bakterijama. Simbiozna fiksacija dušika ima jedinstvenu ulogu u održivoj poljoprivredi jer iskorištavanjem ovog prirodnog procesa smanjuju se potrebe usjeva za mineralnom ishranom dušikom, a s obzirom da se biološki vezani dušik ne ispire iz tla, nema ni eutrofikacije podzemnih voda. Simbiozna zajednica mijenja i uslovljava mikrobiološku sliku tla i pozitivno utječe na biogenost, a time i na kvalitetu tla i prinose. Stoga se, uloga i važnost simbiozne fiksacije dušika za proizvodnju soje mogu sagledati i sa ekonomskog i sa ekološkog aspekta (Redžepović i sur., 1986., Russelle i Birr, 2004., Sikora i sur., 2008.,

Vratarić i Sudarić, 2008., Marinković i sur., 2009., Sudarić i sur., 2010.). U poljskim uvjetima učinak simbiozne fiksacije dušika ovisi o nizu činitelja kao što su okolina (fizičke, kemijske i biološke komponente tla, vremenski uvjeti tijekom vegetacije), mineralna ishrana, kvaliteta sjemena, genetska varijabilnost biljke domaćina i njen genetski potencijal za fiksaciju dušika, učinkovitost, kompetitivnost i kompatibilnost sojeva *Bradyrhizobium japonicum* te kapacitet simbiozne zajednice u fiksaciji dušika (Brockwell, 1984., Roughley, 1984., Purcell i sur., 2004., Komesarović i sur., 2007., Sudarić i sur., 2008., Dabić i sur., 2009.). Zbog niza prednosti biološke fiksacije dušika, taj se prirodni proces nastoji što više intenzivirati predstavljenom bakterizacijom sjemena soje kvalitetnim sojevima njezinih simbionata sa ciljem što uspješnijeg i rentabilnijeg uzgoja. Stoga se, predstavljenom bakterizacijom sjemena soje učinkovitim sojevima *B. japonicum* ubraja u redovite agrotehničke mjere u proizvodnji soje kod nas. Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti učinkovitost primjene predstavljenom bakterizacije na urod zrna soje i količinu bjelanjčevina u zrnu soje te varijabilnost simbiozne fiksacije dušika u ovisnosti od soja *B. japonicum*, okoline i njihove interakcije.

### Materijal i metode

Na pokusnom polju Poljoprivrednog instituta Osijek (eutrični kambisol; pH 6,5; humus 2,13%; 22,6 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> tla; 30,4 mg K<sub>2</sub>O 100g<sup>-1</sup> tla) u razdoblju od 2006. do 2009. godine postavljani su pokusi po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja sa po 6 varijanti tretmana sjemena soje prije sjetve: neinokulirano sjeme (kontrola-S<sub>0</sub>) te inokulirano sjeme - 5 genetski različitih sojeva *Bradyrhizobium japonicum*: S<sub>1</sub>-344, S<sub>2</sub>-9, S<sub>3</sub>-12, S<sub>4</sub>-125 i S<sub>5</sub>-126E, porijeklom iz kolekcije Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu. U ispitivanju je korištena sorta soje Vita, stvorena u Poljoprivrednom institutu Osijek i zastupljena u širokoj proizvodnji u Republici Hrvatskoj. Prema dužini vegetacije u našem klimatskom području ubraja se u 0. grupu zriobe. Sjetva je obavljena ručno u optimalnom roku za soju u svakoj godini ispitivanja. Pokusna parcela iznosila je 12,5 m<sup>2</sup> (5 redi x 5m dužine x 0,5 m međuredni razmak). U zriobi, pokusne parcele su požete kombajnom, a izmjereni urod zrna je preračunat u t/ha na 13% vlage zrna. Količina bjelanjčevina određena je iz prosječnog uzorka zrna po parceli u Centralnom laboratoriju Poljoprivrednog instituta Osijek na uređaju Infratec 1241 Analyzer i izražena je u postotku od apsolutno suhe tvari zrna (% AST). Podaci su statistički obrađeni primjenom kompjuterskog programa (SAS 9.1).

### Rezultati i rasprava

Iz prikazanih rezultata za urod zrna (Tablica 1.), evidentna je signifikantna razlika u visini uroda zrna između kontrolne i bakteriziranih varijanti u svim godinama ispitivanja kao i u 4-godišnjem prosjeku. U odnosu na kontrolu (3,82 t/ha), signifikantno najveći prosječni urod zrna utvrđen je uz primjenu soja S<sub>3</sub>-12 (4,56 t/ha), dok je signifikantno najniži urod zrna postignut primjenom soja S<sub>5</sub>-126E (4,23 t/ha). Primjenom sojeva *B. japonicum* S<sub>4</sub>-125, S<sub>1</sub>-344 i S<sub>2</sub>-9 dobivene su niže vrijednosti uroda u odnosu na S<sub>3</sub>-12, ali razlike nisu bile statistički signifikantne.

**Tablica 1.** Urod zrna soje (t/ha, 13% vlaga zrna), (Osijek, 2006.-2009.)

Tretmani	Godine				Prosjek	Povećanje (%)
	2006.	2007.	2008.	2009.		
S <sub>0</sub> -kontrola	4,31	3,83	3,77	3,36	3,82 <sup>c</sup>	
S <sub>1</sub> -344	4,59	3,89	4,96	4,10	4,39 <sup>ab</sup>	14,92
S <sub>2</sub> -9	4,71	4,05	4,52	3,89	4,29 <sup>ab</sup>	12,30
S <sub>3</sub> -12	4,90	4,24	5,22	3,89	4,56 <sup>a</sup>	19,37
S <sub>4</sub> -125	4,91	4,23	4,88	3,97	4,50 <sup>ab</sup>	17,80
S <sub>5</sub> -126E	4,64	3,99	4,46	3,81	4,23 <sup>b</sup>	10,73
Prosjek (S <sub>1</sub> - S <sub>5</sub> )	4,75 <sup>a</sup>	4,08 <sup>b</sup>	4,81 <sup>a</sup>	3,93 <sup>b</sup>	4,39	14,92
Povećanje (%)	10,21	6,53	27,59	16,96	14,92	
LSD(tretman) <sub>0,05</sub> = 0,302 LSD(godina) <sub>0,05</sub> = 0,225 LSD(tretman x godina) <sub>0,05</sub> = 0,123						

Razlike u klimatskim prilikama između istraživanih godina (podaci nisu prikazani) su bile značajne što se odrazilo na učinkovitost sojeva (Tablica 1.). Nedovoljna količina oborina u 2007. i 2009. negativno je utjecala na rast i razvoj soje, a time i simbioznu nitrofikaciju što je rezultiralo značajno nižim urodima zrna (4,08 t/ha-2007.; 3,93 t/ha-2009.) u odnosu na 2006. (4,75 t/ha) i 2008. (4,81 t/ha) godinu u kojima je bilo dovoljno vlage. Kod svih ispitivanih sojeva utvrđena je značajna varijabilnost u učinkovitosti po godinama istraživanja.

Analizom varijance utvrđen je signifikantno pozitivan učinak bakterizacije na količinu bjelančevina u zrnu (Tablica 2.). Prosječno povećanje količine bjelančevina u zrnu iznosilo je 4,31%, a ovisno o soju, variralo je u rasponu od 2,91% do 5,77%.

**Tablica 2.** Količina bjelančevina (% AST) u zrnu soje (Osijek, 2006.-2009.)

Tretmani	Godine				Prosjek	Povećanje (%)
	2006.	2007.	2008.	2009.		
S <sub>0</sub> -kontrola	39,76	37,43	37,40	39,38	38,49 <sup>d</sup>	
S <sub>1</sub> -344	40,72	38,63	40,28	40,61	40,06 <sup>bc</sup>	4,08
S <sub>2</sub> -9	41,31	38,71	40,67	40,96	40,41 <sup>ab</sup>	4,99
S <sub>3</sub> -12	41,74	39,10	40,70	41,30	40,71 <sup>a</sup>	5,77
S <sub>4</sub> -125	40,60	38,35	41,06	39,75	39,94 <sup>bc</sup>	3,77
S <sub>5</sub> -126E	40,25	38,20	40,33	39,67	39,61 <sup>c</sup>	2,91
Prosjek (S <sub>1</sub> - S <sub>5</sub> )	40,92 <sup>a</sup>	38,60 <sup>c</sup>	40,61 <sup>a</sup>	40,46 <sup>b</sup>	40,15	4,31
Povećanje (%)	2,92	3,13	8,58	2,74	4,31	
LSD(tretman) <sub>0,05</sub> = 0,564 LSD(godina) <sub>0,05</sub> = 0,331 LSD(godina x tretman) <sub>0,05</sub> = 0,230						

Usporedbom dobivenih rezultata učinkovitosti sojeva, najbolji učinak postignut je na varijanti tretiranoj sojem S<sub>3</sub>-12 koja je imala značajno najveću količinu bjelančevina u zrnu (40,71%) u odnosu na kontrolnu varijantu (38,49%). Nadalje, prema učinkovitosti slijedi varijanta tretirana sojem S<sub>2</sub>-9 (40,41%), zatim sojevima S<sub>1</sub>-344 (40,06%) i S<sub>4</sub>-125 (39,94%), dok je varijanta tretirana sojem S<sub>5</sub>-126E bila na značajno najnižoj razini učinkovitosti (39,61%).

S obzirom na godine istraživanja (Tablica 2.), najbolji učinak simbiozne fiksacije dušika na količinu bjelančevina u zrnu postignut je u klimatski povoljnijim godinama za rast i razvoj soje te djelovanje bakterija *B. japonicum*, a to su 2006. (40,92%) i 2008. (40,61%) godina. Značajan nedostatak vode u 2007. godini odrazio se na učinkovitost sojeva što je rezultiralo značajno najnižom količinom bjelančevina u zrnu (38,60%) u odnosu na ostale godine istraživanja. Značajan utjecaj okoline (godine) na učinkovitost soja potvrđuje i opravdanost interakcije na razini soj x godina.

Dobiveni rezultati istraživanja potvrdili su značajno pozitivan učinak bakterizacije sjemena soje na urod zrna i količinu bjelančevina u zrnu te značajnu varijabilnost učinka bakterizacije, a kroz to i intenziteta simbiozne fiksacije dušika, ovisno o okolini i soju, što je sukladno rezultatima istraživanja drugih autora (Brockwell, 1984., Roughley, 1984., Milić i sur., 2000., Sikora i sur., 2000., Purcell i sur., 2004., Redžepović i sur., 2006., Komesarović i sur., 2007., Sudarić i sur., 2008., 2010.). Nepovoljni uvjeti okoline, prije svega nedovoljna količina i neujednačen raspored oborina, negativno su utjecali na rast i razvoj biljaka soje te na učinkovitost sojeva što se dalje odražavalo i na smanjenje intenziteta biološke fiksacije dušika. Razlike u učinkovitosti bakterizacije između sojeva, ukazale su na varijabilnost u svojstvima sojeva, a to su simbiotski kapacitet za biološku fiksaciju dušika, kompatibilnost sa sortom soje, te reakcija na ekološke uvjete. Razlike u kompatibilnosti i efektivnosti sojeva omogućavaju odabir optimalnog soja kvržičnih bakterija u proizvodnji soje koji će u interakciji sa biljkom doprinjeti boljoj ekspresiji genetskog potencijala sorte s obzirom na rodost i kakvoću zrna.

## Zaključci

Na osnovi rezultata istraživanja potvrđena je opravdanost primjene predstajvene bakterizacije. Identifikacija i selekcija najučinkovitijih sojeva doprinosi povećanju kvalitete inokuluma što ima za posljedicu veće iskorištenje procesa simbiozne fiksacije dušika. Na taj način se može smanjiti uporaba dušičnih gnojiva što ima ekonomsku i ekološku opravdanost u daljnjem razvoju i unaprjeđenju proizvodnje soje.

## Napomena

Prikazani rezultati istraživanja sastavnica su znanstvenog projekta 073-0730489-0344, koji se provodi uz financijsku potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske.

## Literatura

- Brockwell, J., (1984): Environmental interactions influencing innovative practices in legume inoculation. In: Shibles, R., (ed.) Proceedings of the World Soybean Research Conference III, Ames, Iowa, USA. 943-950.
- Dabić, K., Kristek, S., Kristek, A., Antunović, M. Brkić, S., (2009): Prinos i kvaliteta zrna soje u ovisnosti od gnojidbe dušikom i inokulacije sjemena kvržičnim bakterijama i mikoriznim gljivama. Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma, 54-58.
- Johnes, P.J., Butterfield, D., (2002): Landscape, regional and global estimates of nitrogen flux from land to sea: Errors and uncertainties. Biogeochemistry, 57/58: 429-476.
- Komesarović, B., Redžepović S., Blažinkov, M., Sudarić, A., Uher, D., Sikora, S., (2007): Simbiozna učinkovitost selekcioniranih autohtonih sojeva *Bradyrhizobium japonicum*. Mljekarstvo, 57 (4):289-302.
- Marinković, J., Mrkovački, N., Aćimović, R., (2009): Uticaj inokulacije i primene različitih doza azota na parametre azotifikacije. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 46 (1): 73-80.
- Milić, V., Mrkovački, N., Hrustić, M., Vidić, M., (2000): Effect of inoculation in different soybean genotypes. Zemljište i biljka, 49: 87-92.
- Purcell, L.C., Serraj, R., Sinclair, T.R., De, A., (2004): Soybean N<sub>2</sub> Fixation Estimates, Ureide Concentration and Yield Response to Drought. Crop Science 44: 484-492.
- Redžepović, S., Strunjak, R., Varga, B., Heneberg, R., Slamić, F., Bašić, F., Šeput., Puhalo, D., Dušanić, B., (1986): Prvi rezultati bakterizacije soje s Hup\* sojem *Bradyrhizobium japonicum*-a u SR Hrvatskoj. Agronomski Glasnik, 1-2: 3-11.
- Redžepović, S., Čolo, J., Blažinkov, M., Poljak, M., Pecina, M., Sikora, S., Šeput, M., (2006): Effect of inoculation and growth regulator on soybean yield and photosynthetic pigment content. Agriculturae Conspectus Scientificus, 71 (3): 75-80.
- Roughley, R.J., (1984): Effect of soil environmental factors on rhizobia. In: Shibles, R., (ed.) Proceedings of the World Soybean Research Conference III, Ames, Iowa, USA. 903-910.
- Russelle, M.P., Birr, A.S., (2004): Biological nitrogen fixation: Large scale assessment of symbiotic dinitrogen fixation by crops: Soybean and alfalfa in the Mississippi River Basin. Agronomy Journal, 96: 1754-1760.
- SAS, Statistical Software System 9.1., 2002-2003., SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Sikora, S., Redžepović, S., (2000): Identification of Indigenous *Bradyrhizobium japonicum* Strains Isolated from Different Soil Types in Western Slavonia. Agriculturae Conspectus Scientificus, 65 (4): 229-236.
- Sikora, S., Blažinkov, M., Babić, K., Sudarić, A., Redžepović, S., (2008): Symbiotic nitrogen fixation and sustainable soybean production. Cereal Research Communications, 36: 67-70.
- Sudarić, A., Vratarić, M., Duvnjak, T., Majić, I., Volenik, M., (2008): The effectiveness of biological nitrogen fixation in soybean linked to genotype and environment. Cereal Research Communications, 36 (2): 1483-1486.
- Sudarić, A., Vratarić, M., Matoša, M., Duvnjak, T., Redžepović, S., Sikora, S., (2010): Učinak biološke fiksacije dušika na urod i kakvoću zrna različitih genotipova soje. Zbornik radova 45. hrvatski i 5. međunarodnog simpozija agronoma, 751-755.
- Vance, C.P.K., (1998): Legume Symbiotic Nitrogen Fixation: Agronomic aspects. In: Spaink, H.P., Kondorosi, A., Hooykaas, P.J.J., (eds.) The Rhizobiaceae. Kluwer Academic Publishers, 510-530.
- Vitousek, P.M., Aber, J.D., Howarth, R.W., Likens, G.E., Matson, P.A., Schindler, D.W., Schlesinger, W.H., Tilman, D.G., (1997): Human alteration of the global nitrogen cycle: Sources and consequences. Oecologia Applicata, 7: 737-750.
- Vratarić, M., Sudarić, A., (2008): Soja *Glycine max* (L.) Merr. Poljoprivredni institut Osijek, 21-37.



**Abstract****Symbiotic nitrogen fixation – sustainable soybean production alternative**

Symbiotic nitrogen fixation process plays an important role in sustainable soybean production because of its economic and ecological advantages. The aim of this study was to assess the effect of seed inoculation on grain yield and grain quality, and to assess symbiotic nitrogen fixation variability depending on *Bradyrhizobium japonicum* strain, environment, and their interaction. Inoculation effect was significantly positive for all tested strains, and average value increase in reference to control was 14,92% for grain yield and 4,31 % for grain protein content. Symbiotic nitrogen fixation intensity depended significantly on strain, environment and their interaction. Identification and selection of the most efficient strains adds to increasing the quality of inoculants, which results in better utilization of symbiotic nitrogen fixation. The use of nitrogen fertilizers can be decreased this way, which would have economic and ecological justifiability in further development and advance of soybean production.

**Keywords:** soybean, symbiotic nitrogen fixation, grain yield, protein content, sustainable agriculture.

## Utjecaj obnovljivih izvora energije na smanjenje emisije štetnih plinova

Majkovčan Ivana<sup>1</sup>, Kralik Davor<sup>2</sup>, Spajić Robert<sup>3</sup>, Lamza Saša<sup>4</sup>, Jovičić Daria<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Nova mliječna farma Holstein d.d. Orlovnjak bb; HR - 31216 Antunovac; Hrvatska (pia-may@net.hr)*

<sup>2</sup>*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, HR-31000 Osijek;*

<sup>3</sup>*Belje d.d., Industrijska zona 1, Mece, 31326 Darda;*

<sup>4</sup>*Upravni odjel za gospodarstvo, Grad Osijek, Kuhačeva 9, HR-31000 Osijek*

### Sažetak

Intenzivnom svjetskom potrošnjom dovodi se do povećanog korištenja energenata, neracionalnog iskorištenja, skupoće, prezasićenosti što uvjetuje gospodarsku krizu. Cilj rada je literarno prikazati obnovljive izvore energije (OIE), njihovu energetska vrijednost, emisiju štetnih plinova, te ih usporediti sa fosilnim energentima (NIE). Korištena je metoda usporedbe vlastitog istraživanja sa istraživanjima drugih autora, te su na toj osnovi iznijeti zaključci. Materijali istraživanja su bili svi oblici OIE i NIE s posebnim naglaskom na biomasu, bioplin, te biogoriva. Rezultati istraživanja pokazuju da OIE imaju zanemarivu emisiju štetnih plinova od NIE, ali im je energetska vrijednost manja i stoga podliježu doradi. Količina emitiranog ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) kod NIE je u porastu dok kod bioplina i biogoriva proizveden CO<sub>2</sub> apsorbiraju biljke i na taj način cirkulira u prirodi. Sastav i svojstva bioplina ovise o vrsti materijala i tehnološkim uvjetima te prema tome variraju. Veći sadržaj suhe organske tvari djeluje proporcionalno na udio masti u supstratu i daje više metana (CH<sub>4</sub>). Bioplin sa visokim postotkom CH<sub>4</sub> ima višu energetska vrijednost i tada je iskoristiviji za energetska proizvodnju.

**Ključne riječi:** obnovljivi izvori energije, bioplin, biogoriva, fosilna goriva, emisija stakleničkih plinova

### Uvod

Obnovljivim izvorima energije (OIE) smatraju se izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti ili djelomično, posebno energija vodotoka, vjetra, neakumulirana sunčeva energija, biogorivo, biomasa, bioplin, geotermalna energija, energija valova, energija plime i oseke, energija plina iz deponija ili postrojenja za preradu otpadnih voda. U neobnovljive izvore energije (NIE) spadaju fosilna goriva (ugljen, sirova nafta, zemni plin) nastala su od biomase (iz flore i faune i karboksilnih močvara), ali je brzina njihovog nastanka zanemarivo mala, te je vezana na specifične geološke uvjete i njihove su rezerve zbog nekontrolirane eksploatacije znatno smanjene. Uz njih još se ubraja i nuklearna energija. Ogroman postotak svjetske

energije još uvijek se dobiva iz ekološki neprihvatljivih izvora energije, pogotovo fosilnih goriva koja su još uvijek dominantan izvor energije. Kako je osnova goriva ugljik, normalnim sagorijevanjem nastaje CO<sub>2</sub> i ugljični monoksid (CO). Kod procesa izgaranja NIE i OIE nastaju produkti izgaranja koji se još nazivaju i dimni tj. štetni plinovi. Štetni plinovi koji su detaljnije proučeni sastavni su dio stakleničkih plinova poput: CO<sub>2</sub>, sumporovi oksidi (SO<sub>x</sub>), dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>), CH<sub>4</sub>, CO. Obnovljivi izvori energije daju za sada mali udio od ukupno potrebne energije. Taj udio u budućnosti treba znatno povećati jer neobnovljivih izvora ima sve manje i njihov štetan utjecaj sve je izraženiji što je vidljivo iz Tablice 1.

Tablica 1. pokazuje da postrojenja na OIE tijekom svog radnog vijeka mnogostruko vraćaju energiju koja je potrebna za njihovu izgradnju, dok NIE više eksploatiraju resurse nego što mogu proizvesti korisne energije.

**Tablica 1.** Usporedba OIE i NIE

Obnovljivi izvori energije (OIE)		Neobnovljivi izvori energije (NIE)	
Prednosti	Nedostaci	Prednosti	Nedostaci
Smanjen utjecaj štetnih plinova	Raspršenost (osim vodnog potencijala)	Kontinuirana proizvodnja	Emisija štetnih plinova
Koristi energiju iz prirode koja se obnavlja	Nemaju kontinuitet	Poznat način dobivanja energije	Emisija sitnih čestica minerala u atmosferi
	Proizvode sena mahove	Ekonomski opravdana dobivena energija	
	Visoka investicijska ulaganja u njihova postrojenja		

Unutar istraživanja postavljeno je nekoliko ciljeva a odnose se na emisiju štetnih plinova s naglaskom na CO<sub>2</sub>, usporedbe energetske vrijednosti OIE i NIE, različita koncentracija CH<sub>4</sub> kod bioplina te njegova cirkulacija u prirodi i ugradnja CO<sub>2</sub> u biljke.

## Materijali i metode rada

Materijali istraživanja su bili svi oblici obnovljivih i konvencionalnih izvora energije s posebnim naglaskom na biomasu i njen glavni produkt bioplin, te biogoriva. U ovom radu je glavna metoda kompariranja ili usporedbe dobivenih rezultata istraživanja drugih autora, ranijeg vlastitog istraživanja i na osnovi toga iznijeti su zaključci. Usporedba se temeljila na rezultatima znanstvenih radova vezanih uz OIE i NIE, s posebnim naglaskom na bioplin i biogoriva. Uspoređivali su se prije svega štetni plinovi i energetska vrijednost, emisija CO<sub>2</sub> kod OIE i NIE.

## Rezultati i rasprave

Prema cilju istraživanja rezultati i rasprava su svrstani u 3 različite grupe:

### **A) Različiti sastav bioplina tj. različita koncentracija CH<sub>4</sub>**

Bioplin je smjesa plinova u kojoj najveći dio sačinjavaju CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub> (90-99%) a ostalo (1-10%), sačinjavaju primjese poput H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>. Za stvaranje visokokaloričnog plina moraju biti ispunjena 2 važna preduvjeta: anaerobno okruženje i određena temperatura u bioreaktoru (30-37°C) koja je određena prema tipu bakterija (metanogenih).

Uspoređujući istraživanja različitog sastava bioplina doneseni su slijedeći zaključci:

1. Sastav i svojstva bioplina ovise prvenstveno o vrsti materijala i tehnološkim uvjetima pri anaerobnoj razgradnji, te prema tome variraju. Veći udio masti u supstratu proporcionalan je udjelu  $\text{CH}_4$ , dok su ugljikohidrati i bjelančevine obrnuto proporcionalni jer njihovom razgradnjom nastaje više  $\text{CO}_2$ . (Đulabić, 1986.);
2. Neka istraživanja su pokazala da se može imati nešto niži sadržaj  $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}_2$  ali viši sadržaj ostalih primjesa. Istraživanja bioplina provedena u različito doba godine pokazuju da u ljetno doba bioplin ima najveći sadržaj  $\text{CH}_4$  i visoka temperatura okoline pogoduje njegovom nastanku. Kako se povećava postotak  $\text{CH}_4$  tako se i povećava postotak  $\text{CO}_2$  koji je nepoželjan. (Jaffrin i sur., 2003.);
3. Prema vlastitim istraživanjima i istraživanjima drugih autora Favre i sur. (2005), Kralik i sur. (2006.) veći sadržaj suhe organske tvari daje veći je postotak  $\text{CH}_4$  i ima veću energetske vrijednosti i najmanji postotak nepoželjnih primjesa (Majkovčan, 2003.);
4. Bioplin koji ima najveću količinu  $\text{CH}_4$  najbolje se može primjenjivati za gorivo u motorima nakon što mu se odvoje neželjene komponente. (Kolbitsch i sur., 2007.).

### **B) Emisija $\text{CO}_2$ i ostalih štetnih plinova nastala izgaranjem OIE i NIE te njihova usporedba**

1. Emisije štetnih plinova nastalih izgaranjem fosilnih goriva i biogoriva ovisi o stupnju iskorisćenja vozila u prometu i goriva u motoru. Nedovoljne su količine biogoriva na tržištu pa se stvarju sintetička biogoriva i nagovještavaju da 20%-tni udio biogoriva na tržištu može značajno smanjiti emisiju  $\text{CO}_2$  u cestovnom prometu (Dobovišek i sur., 2005.);
2. Bioplin u usporedbi s ostalim energentima ima najnižu vrijednost emisije štetnih plinova i od toga ima samo  $\text{CO}_2$  i  $\text{CH}_4$ . Sličan bioplinu je zemni plin i najprihvatljiviji je oblik NIE, stvara najmanju emisiju štetnih plinova, koristi se za motorni pogon i kao energent (Liu i sur., 2007.);
3. Biodizelska goriva smanjuju emisiju štetnih tvari u odnosu na dizelska goriva: emisiju  $\text{NO}_x$  za 13%; emisiju čestica za 32%; emisiju  $\text{CO}$  za 35%;  $\text{HC}$  za 37%;  $\text{CO}_2$  za 40%; potpuno je eliminiran  $\text{SO}_x$ , (Krička i sur., 2001.);
4. Suvremeni motori zahtijevaju čišće gorivo što je poznato iz prakse. Zemni plin u svakom vidu ima prednosti u odnosu na dizel jer mu je veća učinkovitost i smanjena emisija štetnih plinova (Kreković i sur., 2005.);
5. Biološka dizel goriva imaju povećanu emisiju  $\text{NO}_x$  i gotovo jednaku emisiju  $\text{CO}$  u usporedbi sa mineralnim dizel gorivima. Benzin bi se za primjenu u benzinskim motorima postupno trebao zamjenjivati alkoholom (etanolom), dok bi se mineralni dizel u dizelskim motorima zamjenjivao uljima biljnog podrijetla, odnosno čistim biljnim uljima ili obrađenim biodizelom (Majdandžić, 2008.).

### **C) Usporedba energetske vrijednosti OIE i NIE**

1. Povećani udio  $\text{CH}_4$  smanjuje udio  $\text{CO}_2$ , daje višu energetske vrijednosti, te prosječno iznosi 20-25  $\text{MJ}/\text{m}^3$  i iskoristivost za energetske proizvodnje, pod pretpostavkom da su ostale komponente nepromijenjene i nalaze se u tragovima. Računa se da se iz 1  $\text{m}^3$  dobije 6-8  $\text{MJ}$  energije (Lebenger, 1995.);
2. OIE da bi se kontinuirano proizvodili i upotrebljavali moraju se dorađivati. Cilj je da se bioplin prilagodi kao ukapljeni naftni plin (LPG) i da se može upotrebljavati za automobile. Brzina izgaranja bioplina je 25  $\text{cm}/\text{s}$ , a LPG-a 38  $\text{cm}/\text{s}$ . Bioplin s manjim postotnim udjelom

CO<sub>2</sub> ima veći postotni udio CH<sub>4</sub> što rezultira većom energetsom vrijednošću (Porpatham, i sur., 2007.);

3. Prema usporedbi energetske vrijednosti zemnog plina, biodizela, etanola, dizela i benzina Najnižu energetska vrijednost ima etanol i zato se mora miješati s drugim gorivima, ali ostala goriva imaju približno jednaku energetska vrijednost i stoga je razumljivo da mogu mijenjati jedni druge (Börjesson i sur., 2007.).

## Zaključci

Temeljem provedenog vlastitog laboratorijskog istraživanja i istraživanja drugih autora, može se zaključiti da bioplin dobiven od biomase, koja ima veći postotak suhe s posebnim naglaskom na visoki udio organske tvari, daje više CH<sub>4</sub> a manje CO<sub>2</sub>, te ima veću energetska vrijednost i znatno je iskoristiviji. Takav bioplin može se primijeniti kao gorivo u motorima, njegova energetska vrijednost je slična zemnom plinu, samo je potrebno odvojiti nepoželjne komponente. Emisija štetnih plinova, a posebno CO<sub>2</sub> nastala izgaranjem OIE u usporedbi s NIE znatno je manja ili nema emisije CO<sub>2</sub> što nam govori o trajnom očuvanju okoliša i brige za budućnost. Kod bioplina CO<sub>2</sub> nastao izgaranjem cirkulira u zraku i kao takvoga upotrebljavaju ga biljke pri procesu fotosinteze. Slaba strana OIE je manja energetska vrijednost što je i jedna od prednosti NIE i po tom pitanju potrebno je podesiti OIE. OIE imaju veliki doprinos u smanjenju emisije štetnih plinova, a pri tom bitnu ulogu ima energija biomase i proizvodnja bioplina, jer se radi o velikoj dnevnoj proizvodnji organskog otpada koji se bespovratno razlaže i čiji produkti odlaze u atmosferu.

## Popis literature

- Bove, R. and Piero L. (2005): Experimental comparison of MCFC performance using three different biogas types and methane, University of Perugia, Industrial Engineering Department, Italy.
- Börjesson-(1) Pål and Bo Mattiasson (2) (2007): Biogas as a resource-efficient vehicle fuel: <sup>1</sup>Environmental and Energy Systems Studies, Department of Technology and Society, Lund University, Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden; <sup>2</sup>Department of Biotechnology, Centre for Chemistry and Chemical Engineering, Lund University, Box 124, SE-221 00 Lund, Sweden.
- Dobovišek Ž., Hribernik A., Samec N., Kokalj F. (2005): Emisija ugljičnog dioksida pri izgaranju motornih goriva, ISSN 0350-350X, časopis Goriva i maziva, GOMABN 44, 2, 109 – 131, UDK 504.3.054: 546.262: 311.1: 629.113: 504.3.054: 665.73/.75: 504.3.054: 621.43.019: 504.064.4: 351.777 (4).
- Jaffrin, A., N. Bentounes, A. M. Joan and S. Makhlof (2003): Landfill Biogas for heating Greenhouses and providing Carbon Dioxide Supplement for Plant Growth.
- Favre, E., Roda B., Roizard, D. (2005) : Biogas, membranes and carbon dioxide capture, Laboratoire des Sciences du Génie Chimique, Nancy-Université, CNRS, 1 rue Grandville, France.
- Kolbitsch, Ph., Pfeifera Ch., Hofbauer, H. (2007): Catalytic steam reforming of model biogas Vienna University of Technology, Institute of Chemical Engineering, Getreidemarkt 9/166, 1060 Vienna, Austria.
- Kralik Davor, Tolušić Zdravko, Kralik Igor, Majkovičan, Ivana (2006): Zootehnički aspekti proizvodnje bioplina iz svinjske gnojovke, Krmiva (0023-4850) 48, 3; 107-112.
- Kreković, D., Petrić, H. (2005): Kongeneracijski sustavi u Hrvatskoj, Racionalno gospodarenje energijom, Hrvatska stručna udruga za plin, Bauer-grupa.
- Krička, T., Andrašec M., Domac J. (2001) : Uvođenje biodizelskog goriva u Republiku Hrvatsku, ISSN 0350-350X , časopis Goriva i maziva ,GOMABN 40, 3, 143-163, UDK 665.334.94.062.6 : 621.436 018/.019.9.
- Liu Yu (a,b), Kuang Yaoqiu(a), Huang Ningsheng(a), Wu Zhifeng(a,c) and Xu Lianzhong(a,b) (2007): Popularizing household-scale biogas digesters for rural sustainable energy development and green-

house gas mitigation; <sup>a</sup>Key Laboratory of Marginal Sea Geology, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China; <sup>b</sup>Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; <sup>c</sup>Guangdong Institute of Eco-Environment and Soil Sciences, Guangzhou, Guangdong 510650, China.

- Majdandžić, Ljubomir (2008): Obnovljivi izvori energije, Graphis, Zagreb.
- Majkovčan, Ivana (2003): Proizvodnja bioplina iz svinjske gnojovke u kontinuiranom bioreaktoru, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, diplomski rad.
- Pašičko R., Robić S., Tuerk A. (2005): Utjecaj trgovanja CO<sub>2</sub> emisijama na konkurentnost energije iz biomase.
- Porpatham, E., A. Ramesh, B. Nagalingam (2007): Investigation on the effect of concentration of methane in biogas when used as a fuel for a spark ignition engine; <sup>a</sup>Internal Combustion Engines Laboratory, Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology Madras, Chennai – 600 036, India.

## Abstract

### Influence of the renewable energy source on reduction of harmful gasses

Intensive world consumption increase irrational use of energy and it is handling to the crisis. Energy sources can get from Renewable Energy Sources (RES) or Non Renewable Energy sources (NES). Difference between 2 sources is for NES is familiar principle of getting energy, continuity exploitation and payable and for RES missed this condition. Goal of this investigation is literature description of RES, his energy value, emission of the harmful gases and comparison with NES. Material of investigation are all species of RES and NES with a special task on biomass, biogas, biofuels In this investigation is used methods of comparison; It is mean that final results of the investigation of the other author, earlier personal investigation compare and from result made conclusion. Results of investigation shows RES have minimal level of the emission of the harmful gasses in compare with NES. Fossil fuels have higher energy value from RES and in a future have to work on RES. Amount of emission of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) by NES increase but CO<sub>2</sub> from biogas circling in nature and accumulated in plants. Contain and characteristics of biogas depend on material, technological condition and are variable. High amount of dry organic matter have proportion increase on fat in matter gives more methane (CH<sub>4</sub>). Biogas with high percent of CH<sub>4</sub> has higher energy value and it is useful for energy production.

**Keywords:** renewable energy sources, biogas, biofuels, fossil fuels, emission of the harmful gases

Izvorni znanstveni rad

## Količine ugljičnog dioksida i metana dobivenih proizvodnjom bioplina iz svinjske gnojovke, klaoničkog otpada i šećerne repe

Brdarić Dario<sup>1</sup>, Kralik Davor<sup>2</sup>, Kukić Srećko<sup>3</sup>, Uranjek Nataša<sup>4</sup>, Jovičić Daria<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Franje Krežme 1, 31 000 Osijek

<sup>2</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, (dkralik@pfos.hr)

<sup>3</sup>Bioplin–Baranja d.o.o., Tina Ujevića 7, HR-31327 Bilje

<sup>4</sup>Zavoda za unapređivanje sigurnosti d.d., Trg Lava Mirskog III/3, HR-31000 Osijek

### Sažetak

U Republici Hrvatskoj postoje dobri uvjeti za razvoj i proizvodnju bioplina, osobito u kontinentalnom dijelu. Koristi od primjene ove tehnologije su višestruki. Biomasa kao obnovljivi izvor energije u proizvodnji bioplina predstavlja alternativno energetska rješenje. U istraživanju korišteni su eksperimentalni uzorci smjese klaoničkog otpada i svinjske gnojovke tovljenika, te smjese svinjske gnojovke s udjelom od 20%, 40% i 60% glava šećerne repe. Za kontrolne grupe korišteni su uzorci svinjske gnojovke bez dodataka. Promatrana je količina stakleničkih plinova ugljičnog dioksida i metana. Najveća količina od 57% ugljičnog dioksida razvila se kod smjese svinjske gnojovke s udjelom od 40% glava šećerne repe. Najveća količina metana iznosila je 68,73% kod promatranih uzoraka smjese klaoničkog otpada i svinjske gnojovke. Iskorištavanjem svinjske gnojovke, klaoničkog otpada i šećerne repe u proizvodnji bioplina može se proizvesti električna i toplinska energija s malom emisijom stakleničkih plinova u atmosferu.

**Ključne riječi:** bioplin, klaonički otpad, svinjska gnojovka, šećerna repa, ugljični dioksid, metan

### Uvod

Čovjek industrijskom i poljoprivrednom proizvodnjom stvara velike količine biootpada. Ta vrsta otpada može poslužiti za proizvodnju električne i toplinske energije posredstvom bioplina. Biomasa, tj. biootpad predstavlja obnovljivi izvor energije. Korištenje biomase kao energenta uvelike može pridonijeti smanjenju stakleničkih plinova kao što su ugljični dioksid i metan. Većina organskih tvari ima zadovoljavajući C:N odnos, pa mogu biti podvrgnute anaerobnoj fermentaciji radi proizvodnje bioplina (Uranjek, 2007.). U ovom su radu promatrane količine ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) i metana (CH<sub>4</sub>) dobivenih proizvodnjom bioplina iz svinjske gnojovke, klaoničkog otpada i šećerne repe. Stočarska proizvodnja je značajna poljoprivredna grana koja osigurava sirovine za prehrambenu, tekstilnu, farmaceutsku i kemijsku industriju. Međutim stočarska je proizvodnja, s obzirom na koncentraciju velikog broja životinja na malom prostoru, potencijalni zagađivač okoliša (Brdarić, 2009.). Anaerobna digestija i proizvodnja bioplina,

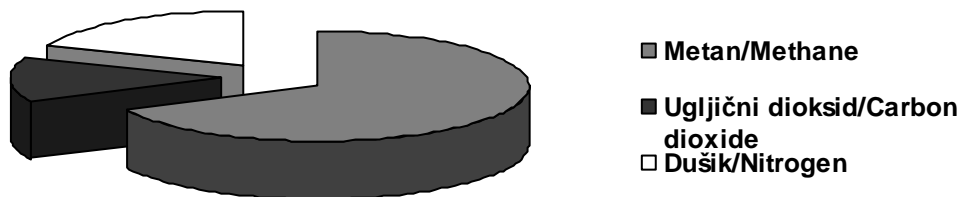
odnosno proizvodnja energije iz obnovljivih izvora ima višestruke koristi za okoliš. Zamjenom fosilnih goriva bioplinom smanjuju se emisije stakleničkih plinova, ali i dušični oksidi i ugljikovodici (Börjesson, 2006.). Prema Kraliku (2006.) proizvodnja bioplina vjerojatno je najprivlačnije rješenje sa stajališta zaštite čovjekove okoline i mogućnosti povećanja vrijednosti organskog otpada i to prvenstveno kao goriva, a potom kao visokovrijednog organsko-mineralnog gnojiva. Nusprodukti kod proizvodnje bioplina, odnosno digestati mogu se upotrijebiti kao gnojivo na obradivim površinama. Prilikom proizvodnje bioplina emisije stakleničkih plinova odlaze u atmosferu kontroliranim putem. No, postoji nekoliko izvora nekontroliranih gubitaka  $\text{CH}_4$  i to iz skladišta digestata i kod nadogradnje postrojenja. Istraživanja su pokazala da bioplin proizveden tijekom skladištenja digestata odgovara 5-10% ili čak do 20% od ukupne količine proizvedenog bioplina (Bjurling, 1998., Sommer, 2001.). Amon (2007.) u svom istraživanju zaključuje da je anaerobna digestija, a time i količina metana životinjske gnojovke povezana s hranidbom same životinje. Biološka pretvorba glava šećerne repe, lišća i otpada putem jednofaznog te dvofaznog procesa anaerobne digestije predmet je istraživanja više od dva desetljeća (Labat, 1984., Zauner, 1986.). Klaonice predstavljaju jedan od najvažnijih sektora mesne industrije. Prosječni sastav njihovih otpadnih voda odvojenih od krutine: ukupna čvrsta tvar  $4000 \text{ mg l}^{-1}$ , hlapljive krutine  $2000 \text{ mg l}^{-1}$ , kemijska potrošnja kisika (KPK)  $2500 \text{ mg l}^{-1}$ , petodnevna biokemijska potrošnja kisika (BPK<sub>5</sub>)  $1000 \text{ mg l}^{-1}$  i dušika  $250 \text{ mg l}^{-1}$  (CIEMAT 1995.). Pravilnim gospodarenjem biootpada pozitivno bi utjecali na okoliš i smanjili količine stakleničkih plinova.

## Materijal i metode

U prvom eksperimentalnom uzorku korišteni su uzorci svinjske gnojovke kojoj je dodano 20%, 40% i 80% siliranih glava šećerne repe. Za kontrolnu grupu korištena je svinjska gnojovka bez dodataka. Sve grupe su postavljene u tri ponavljanja. U drugom eksperimentalnom uzorku korišteni su uzorci svinjske gnojovke s 10%-tnim dodatkom klaoničkog otpada. Istraživanje je postavljeno u diskontinuiranom bioreaktoru pri mezofilnim uvjetima ( $40^\circ\text{C}$ ) u dvije grupe s četiri ponavljanja. Klaonički otpad čini sadržaj buraga i svinjska crijeva, i to u omjeru koji odgovara prosječnim količinama s linije klanja. Utvrđeni omjer s linije klanja na bazi jednog kvartala iznosi 21,48% sadržaja buraga i 78,52% svinjskih crijeva sa sadržajem. Proizvedeni plin analiziran je plinskim kromatografom Varian 3900 prema modificiranoj metodi HRN ISO 6974-4:2000. Plinskom kromatografijom detektiran je udio dušika ( $\text{N}_2$ ),  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ . Za usporedbe skupine korištena je ANOVA (post hoc Dunnet T3). Značajnost je iskazana na nivou  $p < 0,05$ . Korišten je programski sustav SAS for Windows. Izračunate su količine  $\text{CO}_2$  u proizvedenom  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  i ukupni  $\text{CO}_2$ , te iskorištenje bioplina kao transportnog goriva (Murphy, 2004.).

## Rezultati i rasprava

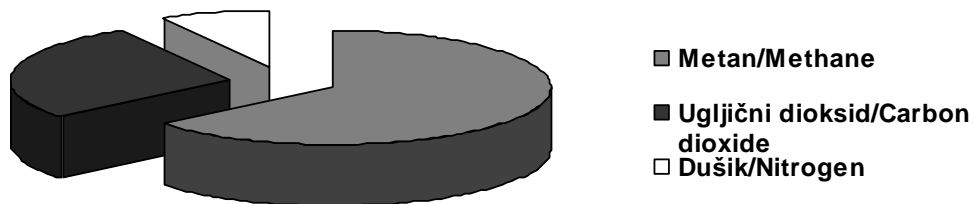
### 1. Sastav bioplina svinjske gnojovke s dodatkom 20%, 40% i 80% siliranih glava šećerne repe:



Grafikon 1. Sastav bioplina kontrolne svinjske gnojovke (K-1)



Zastupljenost  $\text{CH}_4$  u Grafikonu 1. kod kontrolne svinjske gnojovke K-1 iznosila je 68%, udio  $\text{N}_2$  19% i udio  $\text{CO}_2$  13%.

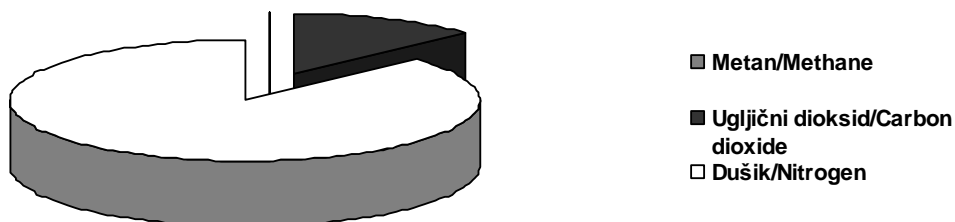


**Grafikon 2.** Sastav bioplina kod 20%-tnog udjela glava šećerne repe u kontrolnoj svinjskoj gnojovki  
Grafikon 2. prikazuje smjesu kontrolne svinjske gnojovke s 20%-tim udjelom glava šećerne repe gdje je udio  $\text{CH}_4$  64%,  $\text{CO}_2$  28% i  $\text{N}_2$  8%.



**Grafikon 3.** Sastav bioplina kod 40%-tnog udjela glava šećerne repe u kontrolnoj svinjskoj gnojovki

Iz Grafikona 3. vidi se da je u supstratu u kojem je dodan 40%-tni udio glava šećerne repe  $\text{CH}_4$  iznosio 2%,  $\text{CO}_2$  57% i 41%  $\text{N}_2$ .

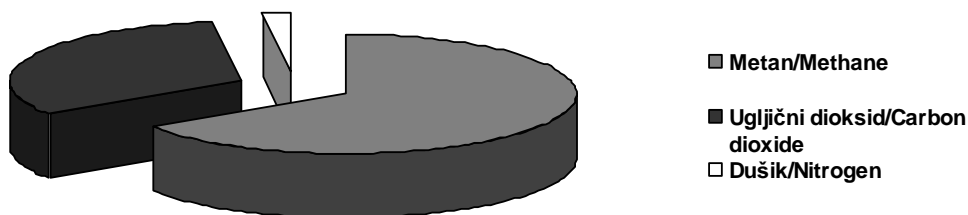


**Grafikon 4.** Sastav bioplina kod 80%-tnog udjela glava šećerne repe u kontrolnoj svinjskoj gnojovki

Grafikon 4. prikazuje sastav bioplina kod udjela glava šećerne repe od 80% u kontrolnoj svinjskoj gnojovki, ostvarena je količina od 87%  $\text{N}_2$  i 13%  $\text{CO}_2$ . Do metanogeneze nije došlo i nije se razvio  $\text{CH}_4$ .

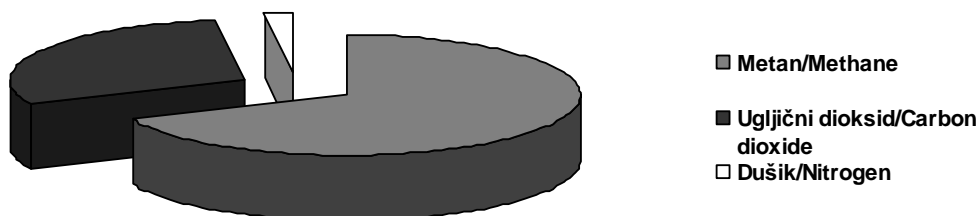
## 2. Sastav bioplina svinjske gnojovke s 10%-tnim dodatkom klaoničkog otpada.

Prosječni udio suhe tvari u kontrolnim grupama iznosio je 5,02%.



**Grafikon 5.** Sastav bioplina kontrolne svinjske gnojovke (K-2)

Grafikon 5. prikazuje udio  $\text{CH}_4$  od 61%,  $\text{CO}_2$  od 30% i  $\text{N}_2$  od 2% u smjesi kontrolne svinjske gnojovke K-2.



**Grafikon 6.** Sastav bioplina kod 10%-tnog udjela klaoničkog otpada u kontrolnoj svinjskoj gnojovki

Grafikon 6. prikazuje zastupljenost  $\text{CH}_4$  kod 10%-tnog udjela klaoničkog otpada u kontrolnoj svinjskoj gnojovki sa 67%, udio  $\text{N}_2$  sa 2% i udio  $\text{CO}_2$  30%. Količina suhe tvari je bitan parametar u istraživanju potencijala gnojovke za proizvodnju bioplina. Ona predstavlja podlogu na kojoj se odvija rast i razvoj bakterija pri proizvodnji bioplina. Iz navedenih istraživanja vidljivo je da gnojovka sadrži malu količinu suhe tvari. Dodavanjem glava šećerne repe i klaoničkog otpada u svinjsku gnojovku dolazi do promjene u udjelu suhe tvari.

Tablica 1. prikazuje količine  $\text{CO}_2$  u stakleničkim plinovima  $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}_2$  od dvije skupine uzoraka: 1. 20%, 40%, 80% glava šećerne repe u svinjskoj gnojovci; 2. 10% klaoničkog otpada u svinjskoj gnojovci, te kontrolnim grupama svinjske gnojovke bez dodataka za svaku skupinu uzoraka. Ista tablica prikazuje i ukupnu količinu  $\text{CO}_2$  iz bioplina i iskorištenje bioplina kao transportnog goriva. Murphy (2004.) je opisao otpuštanje stakleničkih plinova sagorijevanjem  $1\text{m}^3$  bioplina, iskorištenje u proizvodnji električne energije i transportnog goriva.

**Tablica 1.** Količine CO<sub>2</sub> i iskorištenje bioplina kao transportnog goriva

	20%-tni udio glava šećerne repe	40%-tni udio glava šećerne repe	80%-tni udio glava šećerne repe	10%-tni udio klaoničkog otpada	K-1 svinjska gnojovka	K-2 svinjska gnojovka
Proizvedeni CO <sub>2</sub> u CH <sub>4</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	1,176	0,039	0	1,313	1,332	1,195
Proizvedeni CO <sub>2</sub> u CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	0,548	1,117	0,254	0,588	0,254	0,588
Ukupni proizvedeni CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	1,724	1,156	0,254	1,901	1,587	1,783
Iskorištenje 1m <sup>3</sup> bioplina kao transportnog goriva (kg/km)	0,210	9,482	2,089	15,589	13,013	14,620

## Zaključci

Najveće koncentracije CH<sub>4</sub> razvile su iz bioplina kontrolne svinjske gnojovke K-1 i od uzoraka svinjske gnojovke s 10%-tnim udjelom klaoničkog otpada. Iz smjese svinjske gnojovke s 80%-tnim udjelom glava šećerne repe nije došlo do metanogeneze. Najviše CO<sub>2</sub> razvilo se iz smjese svinjske gnojovke s 40%-tnim udjelom glava šećerne repe, a najmanje u kontrolnoj svinjskoj gnojovki K-1 i kod smjese svinjske gnojovke s 80%-tnim udjelom glava šećerne repe. Najviše ukupnog CO<sub>2</sub> iz bioplina proizvede smjesa svinjske gnojovke s 10%-tnim udjelom klaoničkog otpada. Ista smjesa ima i najveće iskorištenje u 1m<sup>3</sup> bioplina kao transportnog goriva. Smjesa svinjske gnojovke s 80%-tnim udjelom glava šećerne repe proizvodi najmanje ukupnog CO<sub>2</sub>. Razvojem bioplinskih postrojenja smanjili bi koncentracije stakleničkih plinova, pozitivno utjecali na zaštitu okoliša i čovjekova zdravlja.

## Literatura

- Amon, T., Amon, B., Kryvoruchko, V., Zollitsch, W., Mayer, K., Gruber, L. (2007): Biogas production from maize and dairy cattle manure—Influence of biomass composition on the methane yield. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118:173–182
- Brdarić, D., Kralik, D., Kukić, S., Spajić, R., Tunjić, G. (2009.): Konverzija organskog gnoja u bioplin, *Poljoprivreda* 15(2):3-7
- Bjurling, K., Svärd, Å. (1998): Samrötning av organiskt avfall: en studie av svenska biogasanläggningar [Co-digestion of organic waste: a study of Swedish biogas plants]. Master's Thesis, Lund, Sweden: Department of Water and Environmental Engineering, Lund University [in Swedish]
- Börjesson, P., Berglund, M. (2006): Environmental systems analysis of biogas systems—Part I: Fuel-cycle emissions. *Biomass and Bioenergy* 30:469–485
- CIEMAT (1995): The biomass: energy source and products for agriculture and industry (La Biomasa: Fuente de energía y productos para la agricultura y la industria). Madrid, Spain.
- Kralik, D., Tolušić, Z., Kralik, I., Majkovčan, I. (2006): Zootehnički i ekonomski aspekti proizvodnje bioplina iz svinjske gnojovke, *Krmiva* 48(3):107-112
- Labat, M., Garcia, J.L., Meyer, F., Deschamps, F. (1984): Anaerobic digestion of sugar beet pulps, *Bio-technology Letters* 6:379–84.

- Murphy, J.D., McKeogh, E., Kiely, G. (2004): Technical/economic/environmental analysis of biogas utilisation, *AppliedEnergy* 77:407–427
- Sommer, S.G., Møller, H.B., Petersen, S.O. (2001): Reduktion af drivhusgasemission fra gylle og organisk affald ved biogasbehandling [The reduction of greenhouse gases from manure and organic waste using digestion and biogas production]. DJF-rapport nr 31, Tjele, Denmark: Husdyrbrug, Danish Institute of Agricultural Sciences [in Danish].
- 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.
- Uranjek N., Kralik D., Kanižai G., Vukšić M. (2007): Proizvodnja bioplina iz goveđe gnojovke, *Krmiva* 49(4):215-219
- Zauner, E., Kúntzel, U. (1986): Methane production from ensiled plant material. *Biomass* 10:207–23.

## Abstract

### Resulting concentrations of carbon dioxide and methane in biogas production from pig manure, slaughter waste and sugar beet

In Croatia are some good terms for developing and production of biogas, especially in continental region. There are multiple benefits of biogas technology. Renewable energy source like biomass in biogas production is alternative energy solution. In our research we used experimental composite samples of slaughter waste with pig manure, and pig manure with quantity of 20%, 40% and 60% sugar beet. Control groups were samples of pig slurry without supplements. Concentrations of carbon dioxide and methane were monitored. Maximum concentration of carbon dioxide was 57% in composite sample of pig slurry and quantity of 40% sugar beet. Maximum concentration of methane was 68.73% in composite sample of slaughter waste and pig manure. Using of pig manure, slaughter waste and sugar beet in biogas production we can generate electric and heat energy with light emission of greenhouse gases in atmosphere.

**Keywords:** biogas, slaughter waste, pig manure, sugar beet, carbon dioxide, methane

## The influence of mineral nitrogen content on the water pollution level in wells of the area of municipality Obrenovac (Serbia)

Pivić Radmila, Stanojković Aleksandra, Jošić Dragana

*Institute of Soil Science, Teodora Drajzera 7, Belgrade, (drradmila@pivic.com), Serbia*

### Abstract

This article presents results of research of the water pollution level in wells in area of municipality Obrenovac (Serbia). Samples were collected from 30 locations (wells) with evidence of the position, using GPS unit. On six locations, where samples were extracted, it was also determined potential pollution inducement as well as the water level in the well. In the samples it was determined the content of ammonia nitrogen ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), nitrate nitrogen ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) and nitrite nitrogen ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ). Taking into consideration that nitrogen mineral forms are dynamic factors that change depending on the level of ground water level, it was determined logical and expected changes of parameters. It is important to establish constant monitoring network in order to implement the Nitrate directive in the future.

**Keywords:** Mineral nitrogen content, wells, water quality, pollution.

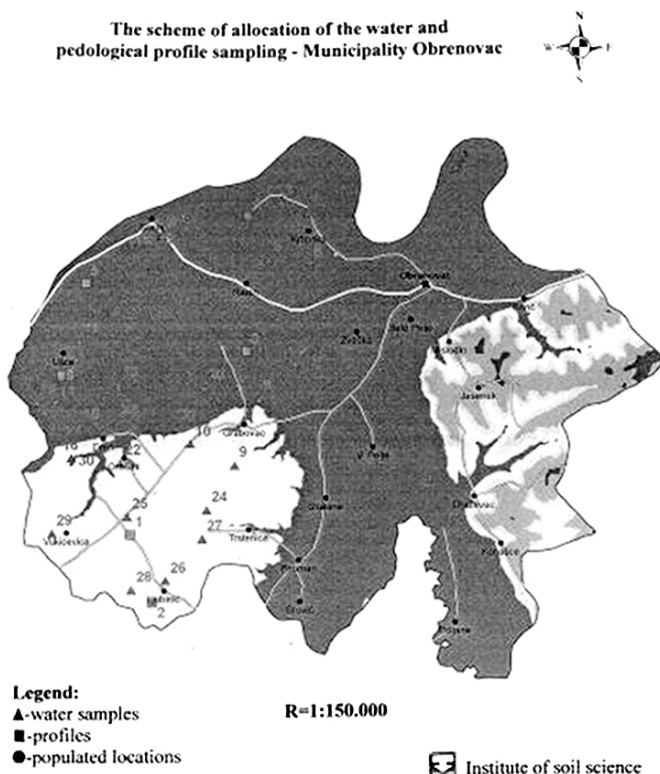
### Introduction

Agricultural pollution is both a direct and indirect cause of human health impacts. According to the World Health Organization (WHO), nitrogen levels in groundwater have grown in many parts of the world as a result of "intensification of farming practice". This phenomenon is well known in some parts of Europe. Nitrate levels have grown in some countries to the point where more than 10% of the population is exposed to nitrate levels in drinking water that are above the 10 mg/l guideline (WHO, 1993). Although the problem is less well documented, nitrogen pollution of groundwater appears also to be a problem in developing countries (Ongley, 1996). According to Radenkovic and Boreli-Zdravkovic (2005), the area close to the source of pollution is affected by different human activities which could cause the pollution of underground waters. Lawrence and Kumppnarachi (1986) reported nitrate concentrations approaching 40-45 mg N l<sup>-1</sup> in irrigation wells that are located close to the intensively cultivated irrigated paddy fields. An occurrence of the mineral forms of nitrogen in irrigation waters points out indirectly at the pollution level, as well as at the doses of nitrogen fertilizers used on the surrounding parcels (Self and Waskom, 1992; Ongley, 1996; Bauder et al., 2004). In the area of the municipality Obrenovac (Serbia) there are still a lot of septic tanks, although its large area is covered by the sewerage system. Thus, by analyzing the content of mineral forms

of nitrogen in well waters it was determined the condition and potential sources of pollution and given the suggestion for doing the constant monitoring.

## Material and methods

Water sampling was carried out on 30 locations (wells) in the area of municipality Obrenovac (Serbia) with evidence of the position, using GPS unit. The water samples from wells (disposition of wells is presented in Picture 1) were taken during the period 21.10.-03.11.2008. On six locations, where samples were extracted, it was also determined potential pollution inducement as well as the water level in the well. The collected samples were analyzed for their content of ammonia nitrogen ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), using distillation method and Devard's alloy (Jakovljević et al., 1985), as well as nitrate ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) and nitrite nitrogen ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), using Lachat Quik Chem 8500 (USEPA, 1983).



**Picture 1.** The disposition of water samples from wells in the area of municipality Obrenovac (Serbia)

## Results and discussion

By analyzing the results of the testing (Table 1.) it was detected that in some samples there is increased concentration of nitrates and nitrites above the MTC (Maximum Tolerable Concentration).

From locations 1, 4, 6, 12, 15 and 30 the water sampling was repeated, adding (apart of the co-ordination of the site) water deepness and existence of potential pollution inducement (Table 2., Graph 1.). In the water from the well N° 12 it was determined lower level of nitrates, also for the well N° 15, but in the water sample of this well, the level of nitrites increased above the MTC. The sample from the well N° 30 showed slightly decrease of nitrates, but still above MTC. In the sample from the well N° 17 it was determined high level of ammonia nitrogen, well above MTC.

Changes of the analyzed chemical parameters are logical and expected, due to a fact that mineral forms of nitrogen are dynamic items, depending on the level of ground water and on redox potential (Popović, 1989). Where the aeration is on the low level, or if there is an existence of  $Fe^{3+}$ , nitrates are reduced to nitrites (Jakovljević et al., 1985), which is the situation from the sample of well N° 15 (vicinity of septic tank) and N° 20. Sample from the well N° 17 showed high concentration of ammonia nitrogen (1.26 mg/l). Ammonia nitrogen is the first level of retrogression of the organic substance (Jakovljević et al., 2005). Since the well is in vicinity of the stable and septic tank, higher level of ammonia nitrogen is determining faeces pollution.

**Table 1.** Results of the analysis of mineral nitrogen content in well waters in the area of municipality Obrenovac during the period 21.10.-03.11.2008.

The wells (N°)	Coordinate x	Coordinate y	Mineral nitrogen content (mg/l)		
			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
1	7431052	4949927	0.14	14.22	0.06
2	7425878	4948480	0.00	0.05	0.09
3	7425932	4948425	0.28	0.02	0.014
4	7432201	4949436	0.00	2.62	0.042
5	7430501	4947344	0.00	12.16	0.021
6	7432289	4947304	0.28	18.57	0.049
7	7431661	4942834	0.14	6.85	0.005
8	7430118	4941304	0.00	0.40	0.016
9	7429057	4938371	0.00	17.77	0.007
10	7427136	4939323	0.14	1.53	0.012
11	7422360	4943828	0.14	13.71	0.005
12	7424551	4948145	0.14	57.67	0.008
13	7424016	4941921	0.14	5.87	0.008
14	7421322	4941224	0.14	3.63	0.01
15	7422359	4940117	0.28	76.69	0.028
16	7422027	4938710	0.00	16.37	0.005
17	7428140	4941873	1.26	0.42	0.019
18	7419913	4939637	0.00	36.39	0.003
19	7420482	4941179	0.00	0.01	0.002
20	7427744	4941792	0.00	79.99	0.225

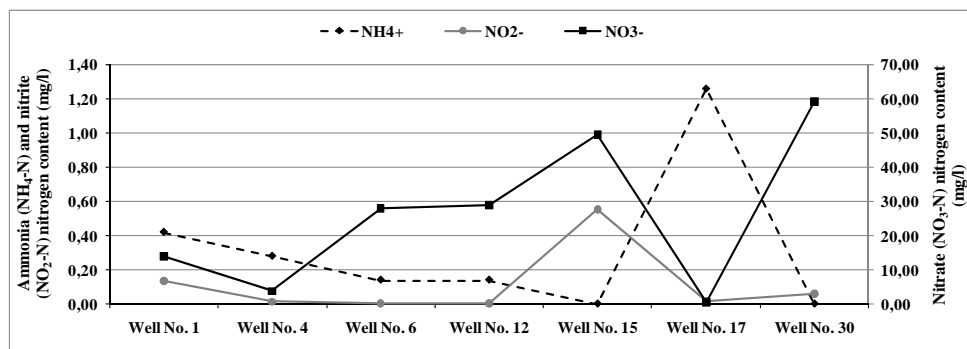
21	7426570	4940001	0.00	16.5	0.038
22	7424124	4938486	0.14	5.03	0.008
23	7423997	4940245	0.14	6.15	0.006
24	7427861	4936416	0.00	19.74	0.005
25	7424428	4936131	0.00	0.01	0.003
26	7426083	4933335	0.00	33.04	0.003
27	7427665	4935163	0.14	5.32	0.004
28	7424611	4932929	0.01	27.29	0.005
29	7421182	4935418	0.14	11.76	0.005
30	7423213	4938321	0.02	61.32	0.016

The relation between mineral forms of nitrogen can provide the determination of the pollution time. The presence of ammonia and the absence of nitrates points out at the recent water pollution; their presence at the same time points out at long time from the water pollution; the absence of ammonia and the presence of nitrites and nitrates show that the water pollution was long time ago (OECD, 1982). World Health Organization (WHO) emphasizes very harmful impact of nitrates and nitrites on human health, especially for children. In EU the zones that are potentially endangered ( $\text{NO}_3$  Vulnerable Zone) are already determined. Samples from those areas are more frequently under analysis, in order to prevent increasing of the pollution and to try to reduce it (WHO, 1993; Ongley, 1996). The criteria for classification of the water samples depending on the content of the mineral forms of nitrogen are presented in Table 3. and adopted from the Regulative of European Union (EU), *Environmental Protection Agency* (EPA, SAD) and World Health Organization (WHO).

**Table 2.** Results of the analysis of mineral nitrogen content in well waters in the area of municipality Obrenovac, dating 15.12.2008.

The well (N°)	Coordinate x	Coordinate y	Water deepness (m)	Potential pollution source	Mineral nitrogen content (mg/l)		
					$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$
1	7431055	4949931	13.40	Vicinity of dump and marginal dump canal	0.42	13.86	0.138
4	7432283	4949397	15.20	Vicinity of dump and marginal dump canal	0.28	3.78	0.015
6	7432237	4947367	15.12	Vicinity of manure storage	0.14	27.86	0.005
12	7424530	4948144	16.80	Vicinity of septic tank	0.14	28.84	0.008
15	7422691	4940458	12.80	Vicinity of septic tank	0.00	49.45	0.553
17	7428140	4941873	14.00	Vicinity of stable and septic tank	1.26	0.42	0.019
30	7423213	4938231	22.30	-	0.00	59.20	0.060





**Graph 1.** The relation between mineral forms of nitrogen in well waters in the area of municipality Obrenovac, dating 15.12.2008.

**Table 3.** Criteria for classification of the water samples

Parameter	EU (mg·l <sup>-1</sup> )	EPA, SAD (mg·l <sup>-1</sup> )	WHO (mg·l <sup>-1</sup> )
NO <sub>3</sub> -N	50.0	45.0	50.0
NO <sub>2</sub> -N	0.2	-	0.2
NH <sub>4</sub> -N	1.0	1.0	1.0

#### Remark

The Investor of this research was The Fund for Environmental Protection of Municipality Obrenovac (Serbia).

#### Conclusions

Taking into consideration that nitrogen mineral forms are dynamic factors that change depending on the level of ground water level, the obtained results are logical and expected. In examined area, it is important to establish constant monitoring network in order to start implementation of Nitrate directive immediately after the legal frame work establishment.

#### References

- Bauder, T. A., Broner, I., Waskom, R. M. (2004): Nitrogen and Irrigation Management. Colorado State University Cooperative Extension, fact sheet no. 0.514. <http://www.ext.colostate.edu/pubs/crops/00514.html>.
- Jakovljević, M., Pantović, M., Blagojević, S. (1985): Praktikum iz hemije zemljišta i voda. Poljoprivredni fakultet, Zemun
- Jakovljević, M., Kresović, M., Blagojević, S., Antić-Mladenović, S. (2005): Some negative chemical properties of acid soils. Journal of Serbian Chemical Society, 70 (5): 765-774.
- Lawrence, A. R., Kumppnarachi (1986): Impact of agriculture on groundwater quality in Kalpitiya, Sri Lanka. British Geological Survey, Report WD/03/86/20.
- OECD (1982): *Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris: 154.
- Ongley, E. D. (1996): Control of water pollution from agriculture. In: FAO Irrigation and Drainage Paper (FAO), Rome (Italy), Land and Water Development Division, no. 55/FAO: 101.

- Popović, Ž. (1989): Agrohemija. Naučna knjiga, Beograd.
- Radenković, Z., Boreli-Zdravković, Dj. (2005): "Ključ" water source protection system – implementation phase. The 34<sup>th</sup> Conference of the Yugoslav Water Pollution Control Society "Water 2005", Conference Proceedings, Kopaonik, 7-10 June 2005: 449-456.
- Self, J. R., Waskom, R. M. (1995): Nitrates in Drinking Water. Colorado State University Cooperative Extension, fact sheet no. 0.517. <http://www.ext.colostate.edu/pubs/crops/00517.html>
- USEPA (US Environmental Protection Agency) (1983): Nitrogen nitrate - nitrite, colorimetric, automated cadmium reduction. Method 353.2 In: Methods for Chemical Analyses of Water and Wastes, EPA/600/4-79/020, Environmental Monitoring Systems Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.
- WHO (World Health Organization) (1993): Guidelines for drinking water quality. Recommendations, Vol. 1, World Health Organization, Geneva, Second Edition.

## Sažetak

### Utjecaj sadržaja mineralnog dušika na razinu onečišćenja vode u bunarima na području općine Obrenovac (Srbija)

Ovaj rad predstavlja rezultate istraživanja razine onečišćenosti vode u bunarima na području općine Obrenovac (Srbija). Uzorkovanje je provedeno na 30 lokacija (bunara) uz evidenciju GPS pozicije. Na 6 lokacija utvrđeno je potencijalno onečišćenje. U uzorcima je utvrđivan sadržaj amonijačnog ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), nitratnog ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) i nitritnog dušika ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ). Budući da mineralni oblici dušika vrlo lagano mijenjaju svoju formu, njegov oblik ovisi o razini podzemne vode, a njihov se sadržaj može odrediti logično prema očekivanim parametrima. Ova je činjenica vrlo važna u uspostavi monitoring mreže u prihvaćanju nitratne direktive u budućnosti.

**Ključne riječi:** sadržaj mineralnog dušika, bunari, kvaliteta vode, onečišćenje

Izvorni znanstveni rad

## Pogodnost razminiranih poljoprivrednih površina za ekološku ratarsku proizvodnju

Štefančić Dubravko<sup>1</sup>, Stipešević Bojan<sup>2</sup>, Jug Danijel<sup>2</sup>, Vukobratović Marija<sup>3</sup>,  
Vukobratović Željko<sup>3</sup>, Radman Antun<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Zapovjedništvo Hrvatske kopnene vojske u Karlovcu, Domobrnska 12, 47000 Karlovac, Hrvatska

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska (bojans@pfos.hr)

<sup>3</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska

<sup>4</sup>Karlovačka industrija mljeka, 47000 Karlovac, Hrvatska

### Sažetak

Republika Hrvatska je zagađena s eksplozivno-minskim sredstvima preostalima nakon Domovinskog rata na oko 4.000 km<sup>2</sup>, a procesom razminiranja ovo zemljište se može uključiti u sustav ekološke poljoprivrede. Na osnovu analize poljoprivrednih površina pod minama općine Antunovac (županija Osječko-Baranjska), oko 880 ha minski sumnjivih površina može se nakon razminiranja prevesti u ekološku poljoprivrednu proizvodnju. Razminirane površine pokazale su se, u usporedbi s nedavno razminiranim i nikad miniranim površinama, bolje u svim fizikalnim svojstvima tla. Ove površine manje su zbijene, bolje poroznosti i bolje strukture tla. Svi promatrani parametri pokazuju da je razminirano tlo vrlo pogodno za konverziju u ekološku poljoprivredu, koja doprinosi boljem očuvanju prirodnih resursa, zdravijem životu, manje štetnom utjecaju na okoliš i održivijem razvoju poljoprivrede.

**Ključne riječi:** razminirane površine, ekološka poljoprivreda, fizikalna svojstva tla

### Uvod

Po okončanju Domovinskog rata i povratka mirnom reintegracijom svih okupiranih dijelova Republika Hrvatska se suočila s problemom zagađenja minsko-eksplozivnim sredstvima (Jurić i sur., 1998.). Preciznije, od ukupno 21 županija koliko ih ima Republika Hrvatska, 14 županija još trpi posljedice miniranja, ili točnije preko 1 milijun mina i neeksplozivnih ubojitih sredstava na 4000 km<sup>2</sup>, a svega dvije su u potpunosti očišćene od mina (HCR, 2008.). Na dan 01. siječnja 2009. godine ukupan minski sumnjiv prostor Republike Hrvatske iznosio je 954,5 km<sup>2</sup> i prostirao se na prostoru 111 gradova i općina. Većina ovog prostora je poljoprivredno zemljište, a vraćanjem u poljoprivrednu proizvodnju, nakon dugog niza godina bez ove proizvodnje, treba sagledati sve aspekte buduće upotrebe ovih zemljišta. Budući da konvencionalna poljoprivreda, zasnovana na sprezi znanstvenih dostignuća industrije, genetike, a u novije vrijeme i bioinženjeringa, može dovesti do ponovne degradacije tala (Lal i Pierce, 1991.), postavlja se pitanje jesu li razminirane površine i u kojoj mjeri pogodne za drugačiju, održiviju poljoprivrednu proi-

zvodnju, te da li ih je moguće iskoristiti kao područja od posebnog značaja (Sarudi i sur., 2003.), s mogućnošću proizvodnje s dodanom vrijednošću (Šiljković, 2002.), ekološki prihvatljivim i održivim načinom gospodarenja, koje je i pod posebnom zakonskom regulativom (NN, 2001), te stoga s dodanom vrijednošću proizvoda (Ban i sur., 2007.). Površine koje su uključene u ekološku poljoprivredu u svijetu mjere se milijunima hektara, te je to, po površinama, najbrže rastući oblik poljoprivrede u svijetu (Yuseffi, 2003.). U Republici Hrvatskoj ekološka proizvodnja ima stalni trend porasta (Vrkljan i sur., 2008.), te je od 348 ha u ekološkom nadzoru i potvrđivanju, koliko je bilo evidentirano površina 2001. godine, površina pod ekološkom poljoprivredom povećala se na 4,127 ha u 2008. godini, s jakim trendom daljnjeg rasta.

## Materijal i metode rada

Istraživanja su provedena na području općine Antunovac, županija Osječko-Baranjska. Za utvrđivanje pogodnosti razminiranog zemljišta općine Antunovac za ekološku poljoprivredu poslužila je zemljopisna (topografska) karta mjerila 1:10 000 s ucrtanim minski zagađenim prostorom na dan 10.11. 2008., uz uvid u postojeću dokumentaciju Hrvatskog centra za razminiranje, podružnica Osijek. Na karti su determinirani zemljišni kompleksi, ceste, poljski putovi, kanali, građevine i ostala nepoljoprivredna površina, te je izvršena procjena zemljišta koja nije pogodna za ekološku poljoprivredu. Postojeće stanje izgrađenosti je uspoređeno i ispravljeno preklapanjem mapa i usporedbom sa satelitskim snimkom (Google Earth, 2007.) putem rektifikacije topografske karte preko same satelitske scene prostora općine Antunovac, te pedološkom mapom istog prostora, da bi se odredila istovjetnost tipa tla na danom lokalitetu. Na osnovu miniranosti, pogodnosti za ekološku proizvodnju, te istovjetnosti tipa tla, određene su tri lokacije na kojima su vršena uzorkovanja svojstava tala: 1-LOM) lokalitet bez mina, koji nikada nije bio minski sumnjiv, te je u poljoprivrednoj proizvodnji kontinuirano od kraja direktnih ratnih djelovanja u Republici Hrvatskoj (1995.); 2-LDR) lokalitet bez mina, koji je razminiran tijekom 2004. godine, te kao takav u poljoprivrednoj proizvodnji proteklih 5 godina, i 3-LSR) lokalitet bez mina, koji je razminiran tijekom travnja 2009. godine, neposredno prije uzimanja uzoraka. Na sve tri lokacije izmjerena je zbijenost tla, te su uzeti uzorci tla u nenarušenom i narušenom stanju za daljnje laboratorijske analize. Penetrometiranje je izvršeno penetrometrom tvrtke Eikelkamp, gdje se na transektu okomitom na pružanje obrade tla izvršilo 10 očitavanja na svakih 50 cm, do dubine od 80 cm. Poroznost tla određena je na nenarušenom uzorku tla uzetom na istim mjestima, na dubini 10-15 cm, putem Kopecki cilindra ( $V=100\text{ cm}^3$ ) koji su saturirani vodom, zatim vagani u saturiranom stanju, podvrgnuti sušenjem na  $104^\circ\text{C}$  tijekom 24 sata, te opet vagani. Na istim uzorcima određena je i volumna gustoća tla. Strukturnost agregata tla određena je suhim prosijavanjem prethodno prosušenog uzorka na sitima veličine otvora 50 i 10 mm, te je postotno izražena zastupljenost te frakcije agregata tla. Statistička obrada podataka obavljena je analizom varijance (ANOVA), a razlika među lokalitetima određena je LSD testom na razini značajnosti od  $P=0.05$  putem statističkog paketa SAS (SAS, 2001).

## Rezultati i rasprava

*Određivanje pogodnosti prostora za ekološku proizvodnju:* Od ukupne površine od 5.726 ha koja čini općinu Antunovac (podatci s portala općine Antunovac, 2009), udio poljoprivrednih površina iznosi 5.173 ha, a od toga je privatnog zemljišta 2.388 ha, a državnog zemljišta 2.786 ha. Računanjem površine s topografske mape minski sumnjivih površina na prostoru, preklapljene i rektificirane preko satelitskih snimaka, evidentirano je da je nakon zadnjeg provedenog razminiranja, koje je završeno 22. travnja 2009. godine, sumnjivo još oko  $9.043.930\text{ m}^2$  (904,39 ha), što čini još oko 14% prostora ove općine pod minama. Utvrđena je i blizina prometnica na

kojima je promet veći od 10 vozila u minuti, a koja ne mogu biti u sustavu ekološke proizvodnje. Dužina ovih prometnica u općini Antunovac koje prolaze kraj minski sumnjivih područja iznosi 8.088 m, pa tako ukupni prostor koji ne može biti uključen u ekološku poljoprivredu čini 808.800 m<sup>2</sup> (80,88 ha). Na osnovu ovih podataka, može se računati na 823,513 ha zemljišta koja bi potencijalno moglo dobiti status ekoloških proizvodnih površina nakon razminiranja, jer zadovoljava preduvjet da nije bilo u konvencionalnoj poljoprivrednoj proizvodnji najmanje godinu dana za usjeve, pa čak i tri godine, u slučaju trajnih nasada.

*Fizikalna svojstva tla:* Mjerenja specifične težine tla (Tablica 1.) na sva tri lokaliteta pokazala su da je najmanju gustoću tla volumnu, od svega 1,48 g cm<sup>-3</sup>, imao lokalitet LSR, što je bilo i za očekivati, jer je taj lokalitet bio pošteđen od gaženja poljoprivrednim strojevima u posljednjih 18 godina. Nedavno razminiran lokalitet, LDR, zabilježio je nešto višu specifičnu težinu (1,49 g cm<sup>-3</sup>), dok je lokalitet u stalnoj poljoprivrednoj proizvodnji (LOM), zbog učestalih gaženja poljoprivrednim strojevima, imao i najveću specifičnu težinu, od 1,52 g cm<sup>-3</sup>. Slične vrijednosti značajno zbijenog tla pod konvencionalnom obradom našli su Jug i sur. (2006.), koji su u svom istraživanju imali više različitih vrsta obrade tla za soju, te su primijetili također povećanu zbijenost tla preko veće specifične težine uzoraka tla iz oraničnog sloja kod konvencionalne obrade tla. Na uzorcima tla uzetim iz oraničnog sloja s tri lokaliteta, pokazalo se da je najveću poroznost imao LSR, gdje je udio pora u volumenu tla čak 44,6%, LDR je imao nešto manji udio pora, 41,5%, što je vrijednost koju se može očekivati za konvencionalnu obradu gdje nema nepotrebnih gaženja ili prolaska mehanizacije u nepovoljnim agroekološkim uvjetima, kao što navode u svom radu s različitim obradama tla za pšenicu Stipešević i sur. (2005.). Najslabiju poroznost imao je LOM, gdje je poroznost svedena na svega 35,2% vlažnosti, što svjedoči da je ovo tlo bilo podvrgnuto gaženju, najvjerojatnije antropogenom, u nepovoljnim uvjetima vlažnosti tla i nekontroliranog prometa strojevima po tlu (Žugec i sur., 2006.).

Kako konvencionalna obrada tla, temeljena na oranju, organsku tvar iznošenjem na površinu izlaže mogućnosti jače oksidacije i time ubrzane razgradnje, smanjenje organske tvari u tlu može dovesti i do smanjenja udjela strukturnih agregata optimalne veličine. Ovakav "erozijski" proces smanjenja organske tvari u kontinuirano obrađivanom tlu na LOM lokalitetu (Tablica 1.) odrazio se i na slabu zastupljenost od svega 21,1% strukturnih agregata promjera 10-50 mm u uzorcima tla. Čak i svega 5 godina dugačko razdoblje obrade tla, kao što je činjenica za lokalitet LDR, smanjio je udio ovih agregata na 33,3%, što je u usporedbi s 48,7% ovakvih agregata utvrđenima na LSR lokalitetu, smanjenje od čak 15,4%, ili, u odnosu na LSR vrijednost, pad zastupljenosti ovih agregata za trećinu vrijednosti u odnosu na tlo koje nije obrađivano dugi niz godina. Slične razlike u strukturnim agregatima tla na tlu pod intenzivnom i konzervacijskom obradom primijetili su na svom pokusu na černozeu Austrije Kasper i sur. (2009.).

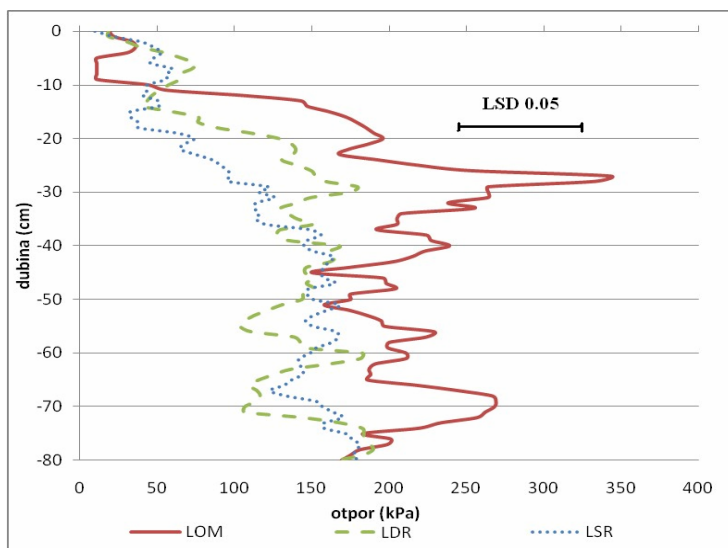
**Tablica 1.** Gustoća tla volumna, poroznost tla i strukturnost agregata tla, Antunovac, 2009.

Veličina	LOM	LDR	LSR
Specifična težina (g cm <sup>-3</sup> )	1,52 a <sup>†</sup>	1,49 a	1,48 a
Poroznost tla (%)	35,2 a	41,5 b	44,6 b
Strukturnost agregata tla (%)	21,1 a	33,3 b	48,7 c

<sup>†</sup>Prosjeci označeni istim slovom ne razlikuju se statistički za prag značajnosti P<0,05

Očitavanja zbijenosti tla penetrometranjem na lokalitetima u općini Antunovac (Grafikon 1) pokazala su da je LOM s najmanje zbijenog tla do dubine od 10 cm, što je svakako posljedica obrade tla konvencionalnim načinom obrade. Isti lokalitet najjače je zbijen na dubini 30 cm,

čak 350 kPa, što je unutar graničnih vrijednosti koje limitiraju uspješan prodor korijena kroz tlo (200-600 kPa, po klasifikaciji koju navodi Racz, 1986.). Pojava zbijenosti na ovoj dubini, tzv. “taban pluga”, karakteristična je za gotovo sva tla koja se obrađuju oranjem. LDR pokazuje također formiranje tabana pluga na dubini oko 30 cm, što znači da se i ovim površinama kvare fizikalna svojstva tla antropogenim zbijanjem tla. No, s maksimalnim vrijednostima od svega 170 kPa, što je gotovo dvostruko manja zbijenost u odnosu na vrijednosti s lokaliteta LOM, upitnost zakorjenjivanja nije tolika, ali trebalo bi voditi računa o mjerama koje bi spriječile ili barem smanjile daljnje stvaranje ovog antropogenog nepropusnog sloja u tlu. LSR vrijednosti, iako očitane na površini gdje su prije rata bile oranice, ne pokazuju toliko očita zbijanja na dubini od 25-35 cm (“oranična” dubina), kao niti na ostalim dubinama. Drugim riječima, tlo koje se (doduše, prisilno), “odmaralo”, ili bilo na ugaru sve te godine prirodnim procesima i utjecajima dovedeno je gotovo do stanja “djevičanskog tla”, tj. tla koje nije pod antropogenim utjecajem.



**Grafikon 1.** Zbijenost tla (u kPa) određena penetrometranjem, Antunovac, 2009.

## Zaključci

Na osnovu analize poljoprivrednih površina pod minama, općina Antunovac, s još oko 900 ha minski sumnjivih površina, može se 91% ovih površina, nakon procesa razminiranja, prevesti u ekološku poljoprivrednu proizvodnju. Razminirane površine pokazale su se, u usporedbi s nedavno razminiranim i nikad miniranim površinama, bolje u gotovo svim svojstvima tla. Tako su ove površine manje zbijene, bolje poroznosti, nemaju “taban pluga”, tj. antropogeno zbijeni sloj tla na dubini oranja, a također imaju i bolju agregiranost strukturnih agregata tla. Svi promatrani parametri pokazuju da je razminirano tlo vrlo pogodno za konverziju u ekološku poljoprivredu, koja doprinosi boljem očuvanju prirodnih resursa, zdravijem životu, manje štetnom utjecaju na okoliš i održivijem razvoju poljoprivrede.

## Literatura

- Ban, D., Oplanić, M., Ilak-Peršurić, A. S. (2007): Production and marketability of conventional, sustainable and organic produced tomatoes. *Journal of Central European Agriculture*, Vol.7/4, 761 - 766.
- HCR (2008): Stanje zagađenosti minama i proces razminiranja u RH u 2008. godini.

- Jug, D., Stipešević, B., Žugec, I., Knezevic, M., Seput, M. (2006): Effects of conventional and alternating tillage systems in winter wheat – soybean crop rotation. Proceedings of the 17th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organisation (ISTRO), 28.8.-3.9. 2006., Kiel, Germany, 477-482.
- Jurić, I., Žugec, I., Goršteta, D., Ivanušić, M., Stipešević, B., Kelava, I. (1998): Stanje tala i obrađenost poljoprivrednih površina u Hrvatskoj. *Agronomski Glasnik* 60 (5-6): 305-321.
- Kasper, M., Buchan, G.D., Mentler, A., Blum, W.E.H. (2009): Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. *Soil and Tillage Research*, Vol. 105/2, 192-199.
- Lal, R., Pierce, F.J. (1991): The Vanishing Resource. *Soil Management for Sustainability*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, 1-5.
- NN (2001): Narodne Novine Republike Hrvatske: Zakon o ekološkoj proizvodnji poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda. Br. 12/01.
- Portal općine Antunovac (2009): Gospodarstvo i poljoprivreda Općine Antunovac. (<http://www.opcina-antunovac.hr/index.php?link=1150660897>).
- Racz, Z. (1986): *Agrikulturna mehanika tla*. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
- SAS (2001): SAS V8.0, SAS Institute, Cary, NC, SAD, 2001.
- Sarudi, C., Szakály, Z., Máthé, A., Szenté, V. (2003): The Role of Organic Agriculture in Rural Development. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 68/3, 197 - 202.
- Stipešević, B., Žugec, I., Jurić I., Jug D. (2005): Response of winter wheat to soil tillage and nitrogen fertilization on hypogley of Eastern Croatia. Proceedings of the 15th International Plant Nutrition Colloquium (IPNC), 14-19. September 2005., Beijing, PRChina, in: C.J.Li et al. (Eds), *Plant nutrition for food security, human health and environmental protection*. Tsinghua University Press, Beijing, China, 1092-1093.
- Šiljković, Ž. (2002): Organska poljoprivreda srednje Europe. *Geoadria*, Vol.7/2, 75-93.
- Vrkljan, B., Kupčinovac, D., Miličević, I., Radić, S., Stipešević, B., Šamota, D., Jug, D. (2008): Trendovi ekološke biljne proizvodnje u Sjeveroistočnoj Hrvatskoj. *Agronomski glasnik*, Vol. 70 No. 4, 411-413.
- Yussefi, M. (2003): Development and state of organic agriculture world-wide. *SÖL*, Nuremberg, Njemačka, 13-16.
- Žugec, I., Stipešević, B., Jug, D., Jug, I., Josipovic, M., Tolimir, M. (2006): Tillage and nitrogen effects on winter wheat yield and selected soil physical properties on hypogley of Eastern Croatia. *Cereal Research Communications*, 34(1/1): 355-358.

## Abstract

### The suitability of demined agriculture land for organic agriculture

Republic of Croatia is contaminated with explosives and mines remaining after the Homeland War in about 4,000 km<sup>2</sup>, and by the demining process, this land can be included in the system of organic agriculture. Based on analysis of agricultural land under mines within the municipality of Antunovac (Osiječko-Baranjska county), about 880 ha of mine suspected area after the demining process can be translated into an organic agricultural production. Cleared areas proved to be better in comparison with recently demined and never mined areas, with better soil physical properties. These areas are less compacted, more porous and better soil structure. All monitored parameters indicate that the demined land is very suitable for conversion to organic agriculture, which contributes to better conservation of natural resources, healthier life, less harmful to the environment and sustainable development of agriculture.

**Keywords:** demined area, organic agriculture, soil physical properties

## Degradacija pedofizikalnih svojstava na alkalnim tlima

Vukadinović Vesna, Bertić Blaženka, Jug Irena, Jug Danijel, Đurđević Boris,  
Kovačić Goran, Tomljenović Krunoslav

*Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Republika Hrvatska,  
(Vesna.Vukadinovic@pfos.hr)*

### Sažetak

Alkalizirana tla ili soloneci posjeduju niz nepovoljnih kemijskih svojstva. Prvenstveno je to alkalna reakcija ( $\text{pH} > 8.5$ ), uvjetovana visokom koncentracijom natrijevih iona na adsorpcijskom kompleksu tla ( $> 15\%$ ). Direktna posljedica jake alkalizacije je mala količina biljkama pristupačnog kalcija. Osim toga, nedostatak kalcija se vrlo loše odražava na fizikalna svojstva poljoprivrednih tala. Cilj je da se u radu ukratko prikaže jedan segment degradacije fizikalnih svojstava na tlima sa vrijednostima ESP od 15.41 – 47.73, kroz narušavanje stabilnosti strukturnih agregata tla, smanjenu hidrauličnu vodljivost i povećanje zbijenosti tla.

**Ključne riječi:** solonec, ESP, stabilnost mikrostrukturnih agregata tla, zbijenost tla

### Uvod

U svjetskim mjerilima problem alkalizacije tala, često praćen i zaslanjivanjem, postaje sve izraženiji. Prema „World reference base for soil resources“ (FAO, 2006.) površine alkaliziranih tala ili soloneca na Zemlji iznose oko 135 mil. ha. Istovremeno se navodi podatak da solončaci ili zaslanjena tla zauzimaju dvostruko više površina (oko 260 mil. ha). Neke procjene navode da procesi salinizacije i/ili alkalizacije svake minute u svijetu smanje površine za proizvodnju hrane za oko 3 ha. Na prostoru Republike Hrvatske problem alkalizacije i/ili salinizacije je ograničen na istočni dio Slavonije i Baranje, dolinu Neretve te uski obalni pojas Dalmacije i otoka. Međutim, unazad 10-ak godina sve intenzivnija sušna razdoblja uz proizvodnju povrća u staklenicima, plastenicima i na navodnjavanim površinama, pojačavaju rizik pojave sekundarne salinizacije tala.

Prema HR klasifikaciji odjel halomorfnih tala čine dvije klase: akutno zaslanjena s tipom solončak i alkalizirana s tipom solonec (Škorić, 1986.). Za solonec je karakteristična teksturna i druga diferencijacija profila na A i B horizonte, pri čemu B horizont sadrži više gline i  $>15\%$  adsorbiranih  $\text{Na}^+$  iona. Međutim, u mnogim svjetskim klasifikacijama se prilikom determinacije alkalnih tala uzimaju u obzir još neka svojstva. Tako su u američkoj klasifikaciji (Galović, 2003.) kriteriji za determinaciju alkalnih (“sodic”) tala sljedeći:  $\text{pH}$  u vodi  $> 8.5$ , sadržaj izmjenjivog natrija (ESP)  $>15\%$ , električna vodljivost saturacijskog ekstrakta tla (ECe)  $> 4 \text{ dSm}^{-1}$  i kvocijent alkalizacije (SAR)  $> 15$ .



Halomorfna tla na području istočne Slavonije i Baranje se javljaju u vidu tzv. pjege unutar većih kompleksa proizvodnih tabli te mogu u značajnoj mjeri ograničiti poljoprivrednu proizvodnju. Razlog leži u nepovoljnim pedokemijskim svojstvima (alkalna reakcija, toksičan sadržaj natrija na adsorpcijskom kompleksu s izraženim manjkom kalcija) koja značajno pogoršavaju fizikalno-mehanička svojstva tala.

### Materijal i metode

Alkalna tla se najbolje uočavaju na terenu tijekom ljetnih mjeseci kada visoka temperatura, intenzivna evaporacija i smanjena količina oborina uvjetuju ascendentne tokove vode i akumulaciju lakotopivih soli u površinskom sloju tla. U takvim uvjetima se na površini javljaju sivobijele pjege unutar proizvodnih tabli i prirodnih pašnjaka ili lokve ustajale vode koje u reakciji s fenolfaleinom poprimaju ljubičastu boju. Stoga je tijekom ljeta 1998. godine terenskim istraživanjima (Škorić, 1992.) na dijelu površina istočne Slavonije, od Bizovca na istoku do Donjeg Miholjca na zapadu, otvoreno 10-ak pedoloških profila. U otvorenim pedološkim profilima opisana su endomorfološka svojstva tla: sklop profila; boja tla pomoću "Munsell Soil Color Charts" (1973.); tekstura i struktura tla; specifične pedodinamske tvorevine i prisustvo zemno-alkalijskih karbonata s 10%-tnom HCl. Iz genetskih horizonata uzeti su uzorci tla u narušenom stanju i prirodni izvadak tla u cilindre volumena 100 cm<sup>3</sup> za određivanje volumne gustoće tla. Standardnim laboratorijskim metodama (Handbook No. 60, 1954.; Miljković, 1965.; Resulović, 1969.; Racz, 1986.; Vukadinović i Bertić, 1989.; Škorić, 1992.; Soil Survey Manual, Handbook 18, 1993.) uzorci su analizirani u istraživačkim laboratorijima Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Određivan je niz fizikalno-kemijskih parametara: volumna gustoća, gustoća čvrste faze tla Albert-Bogsovom metodom, mehanički sastav pipet-metodom, indeks stabilnosti mikrostrukturnih agregata po Vageleru, gustoća pakiranja po Rengeru, ukupna poroznost, kapacitet tla za zrak, retencija vlage kod različitih pF vrijednosti pomoću tlačnog ekstraktora i tlačne membrane, plastičnost tla, Boekelovi parametri, indeks konzistencije tla i indeks tečenja. Od kemijskih analiza u vodnom ekstraktu tla (1:5) određena je reakcija tla u vodi i 1 mol/dm<sup>3</sup> KCl, EC<sub>1:5</sub>, ionska bilanca, ESP, SAR, CEC ekstrakcijom s NH<sub>4</sub>-acetatom, te TDS računskim putem.

Istraživanja utjecaja alkalizacije na degradaciju fizikalnih svojstava antropogenog (P) i iluvijalnog argiluvično natričnog (Bt,na) horizonta su izvršena na tri lokacije soloneca sa slijedećim podtipovima: a) P-1 je solonec-solončak na lokaciji: N 45°40'37,83832" i E 18°13'12,35726"; b) P-2 predstavlja solonec-solončak na koordinatama N 45°39'40,19017" i E 18°15'47,22727"; c) P-3 je solonec tipični na poziciji N 45°39'20,17821" i E 18°16'53,08962".

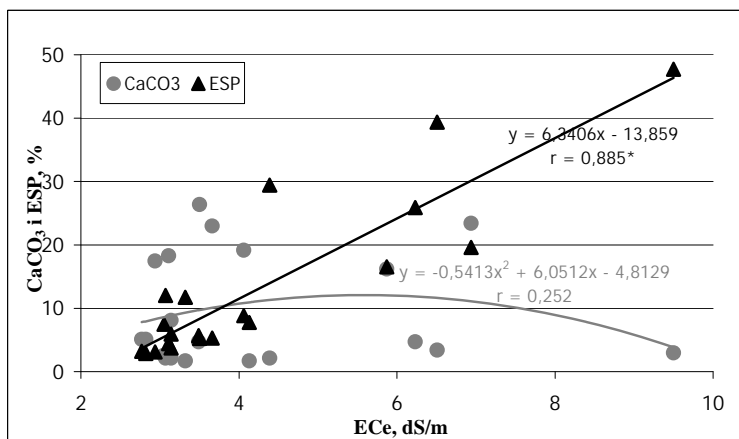
### Rezultati i diskusija

Najčešći ograničavajući čimbenik u ratarskoj proizvodnji su loša kemijska svojstva alkalnih tala, a manifestiraju se kroz niz nepovoljnih morfoloških, fizikalnih i bioloških svojstava. Analiza pH je pokazala da soloneci na sve tri lokacije imaju vrlo jaku alkalnu reakciju s vrijednostima pH<sub>HOH</sub> od 9.39 do 10.15.

**Tablica 1.** Kemijska svojstva soloneca

			pH		Ece,	CaCO <sub>3</sub> ,	Adsorbirani kationi, %			
	Horizont	Dubina, cm	H <sub>2</sub> O	KCl	dSm <sup>-1</sup>	%	Ca	Mg	ESP	K
P - 1	P	0 – 42	9.82	8.21	6.23	4.68	43.07	29.77	25.92	1.24
	Bt,na	42 – 60	10.15	8.50	9.50	2.98	23.62	27.49	47.73	1.16
P - 2	P	0 – 30	8.64	7.56	4.39	2.13	36.88	32.14	29.42	1.56
	Bt,na	30 – 60	9.74	8.34	6.51	3.41	28.78	30.88	39.38	0.96
P - 3	A/E	0 – 30	6.64	6.34	3.69	2.10	63.26	33.68	2.82	2.24
	Bt,na	30 – 65	9.39	8.30	4.70	2.52	50.09	32.75	15.41	1.75

Ipak, ovako visoke vrijednosti pH nisu praćene i visokim sadržajem zemno-alkalnih karbonata. Sadržaj CaCO<sub>3</sub> u promatranim horizontima je nizak (< 5%) što znači da je visoka alkalna reakcija rezultat visokog sadržaja Na<sup>+</sup> iona i slobodnih CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> i HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iona. Sadržaj kalcijevih iona na adsorpcijskom kompleksu tla u pravilu je preko 80% od CEC-a (Vukadinović i Lončarić, 1998.). Stoga podaci u Tablici 1. upućuju na nedostatak biljkama pristupačnog kalcija. Jako alkalizirani horizonti (ESP >20) imaju manje od 50% adsorbiranih Ca<sup>2+</sup> iona. Kod alkalnih tala vrijednosti električne vodljivosti saturiranog ekstrakta tla (Ece), kao pokazatelja zaslanjenosti, također su ovisne o količini natrijevih iona na adsorpcijskom kompleksu tla. Na Grafikonu 1. je vidljiva vrlo čvrsta ovisnost, linearnog oblika u solonecima-solončacima ( $r = 0.885^*$ ).

**Grafikon 1.** Ovisnost Ece o sadržaju CaCO<sub>3</sub> i ESP u solonecima-solončacima

Struktura tla, a naročito stabilnost mikro i makro strukturalnih agregata ovisi o odnosu kationa u adsorpcijskom kompleksu tla. Izražava se preko odnosa kalcija prema natriju i magneziju ili preko odnosa svih kationa prema natriju. Prema tome, tla bogata zemno-alkalnim karbonatima ili zasićena kalcijem imaju dobru i postojanu strukturu. Mikrostrukturni agregati u profilima soloneca-solončaka (Tablica 2.) su potpuno nestabilni u podoraničnim (Bt,na) horizontima ( $S_s = 1.22\%$  i  $S_s = 0.66\%$ ). Istovremeno, to su horizonti s najvišim postotkom glinastih čestica i adsorbiranog natrija.

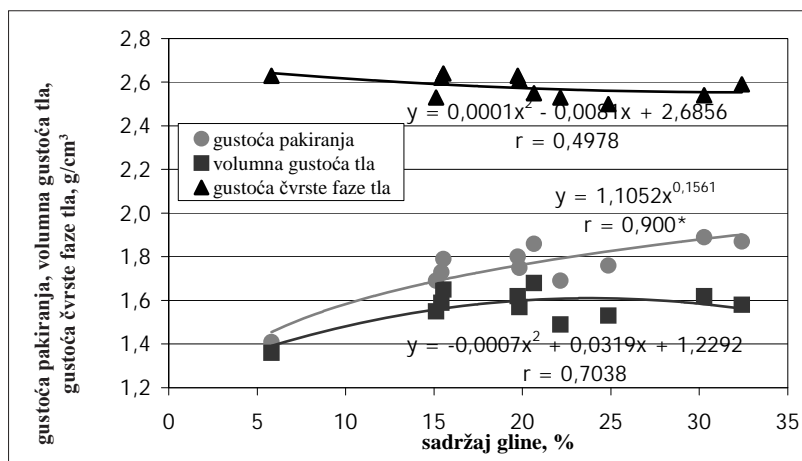
**Tablica 2.** Fizikalna svojstva alkalnih tala

	Horizont	Dubina, cm	Gustoća tla, g/cm <sup>3</sup>		Gustoća pakiranja g/cm <sup>3</sup>	Glina %	Ss	Kz % vol.
			Volumna	Čvrste faze				
P-1	P	0 – 42	1.49	2.53	1.69	22.14	16.74	6.80
	Bt,na	42 – 60	1.58	2.59	1.87	32.40	1.22	2.71
P-2	P	0 – 30	1.53	2.50	1.76	24.85	39.52	4.08
	Bt,na	30 – 60	1.62	2.54	1.89	30.28	0.66	2.12
P-3	A/E	0 – 30	1.36	2.63	1.41	5.81	93.10	5.86
	Bt,na	30 – 65	1.68	2.55	1.86	20.65	88.83	1.07

Potpuno nestabilne mikrostrukturne agregate tla su zabilježili i Adam (1981.) na solonecima u Marijancima ( $S_s = 0.4\%$ ), Ivanovcu ( $S_s = 4.8\%$ ) i Bizovcu ( $S_s = 9.3\%$ ), te Racz i sur. (1978.) u Marijancima na solonecu, jako alkaliziranom ( $S_s = 8\%$ ). U profilu P-3 sa znatno nižim sadržajem natrijevih iona (15.41%) javljaju se stabilni mikrostrukturni agregati ( $S_s = 88,83\%$ ).

Usporedbom ovih podataka može se zaključiti da profil stabilnih mikrostrukturnih agregata (tipični solonec) ne zahtijeva posebne mjere u svrhu očuvanja i poboljšanja strukture, osim pravilne agrotehnike. Nasuprot njemu, profili soloneca-solončaka zahtijevaju i posebne melioracijske zahvate (kemijske i hidrotehničke) s ciljem popravljivanja strukture. Vrijednosti volumne gustoće tla po dubini profila (Tablica 2.), koje variraju u granicama  $1.36 \text{ gcm}^{-3}$  do  $1.62 \text{ gcm}^{-3}$ , potvrđuju da je hidraulička vodljivost istraživanih alkalnih tala niska. Prema Veihmeyer-u i Hendrickson-u (Handbook No. 60, US Salinity Laboratory Staff, 1954.) vrijednosti  $\rho_v$  oko  $1,7 \text{ g/cm}^3$  u površinskim horizontima sa finom teksturom su pretpostavka niske hidrauličke vodljivosti tla i problema prilikom postavljanja drenaže.

Ovu tezu potkrepljuje podatak da pjega soloneca-solončaka na lokaciji P-2 nije drenirana zbog opasnosti od propadanja drenmastera.

**Grafikon 2.** Utjecaj sadržaja gline na gustoću pakiranja, volumnu gustoću i gustoću čvrste faze tla

Ocjena zbijenosti horizonata i potreba prorahljivanja donosi se kroz izraz gustoće pakiranja, prema Benecke-u i Renger-u (Racz, 1986.). Vrijednosti gustoće pakiranja su u srednje čvrsto korelaciji sa sadržajem gline ( $r=0,900^*$ ) (grafikon 2.) i ukazuju na potrebu prorahljivanja podoraničnih horizonata svih istraživanih lokacija.

U Bt, na horizontima gustoća pakiranja kreće se od  $1.86 \text{ g/cm}^3$  do  $1.89 \text{ g/cm}^3$ , što je znak jake zbijenosti (Tablica 2.).

## Zaključak

Na tri profila soloneca na području istočne Slavonije i Baranje, podtipovi solonec-solončak i solonec tipični, utvrđen je visok stupanj alkalizacije. Na podtipovima solonec-solončak uz vrlo visoke vrijednosti ESP (25.92 – 47.73) pH u vodi pokazuje, također vrlo jako alkalnu reakciju, koja se može dovesti direktno u vezu s visokim postotkom natrija. Utvrđena je potpuna nestabilnost mikrostrukturnih agregata tla (prema Vageler-u) u Bt, na horizontima soloneca-solončaka ( $S_s = 1,22\%$  i  $S_s = 0,66\%$ ) koji uz najviši sadržaj gline (32,40% i 30,28%) imaju i najviši ESP. Kroz vrijednosti volumne gustoće tla i gustoće pakiranja procijenjena je niska hidraulična vodljivost i povećana zbijenost koje ukazuju na potrebu prorahljivanja podoraničnih Bt, na horizonata.

## Literatura

- Adam, M. (1981.): Slatine i slatinasta tla Slavonije i Baranje – disertacija. Sveučilište u Osijeku, BTZNC, OOUR Poljoprivredni fakultet Osijek. Osijek.
- FAO (2006): World reference base for soil resources 2006 – A framework for international classification, correlation and communication. World Soil Resources Reports 103. FAO/ISRIC. Rome.
- Galović, V. (2003): Dinamika natrija u alkalnim tlima istočne Hrvatske – doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
- Racz, Z., Bogunović, M., Perković, J., Prša, M., Strunjak, R., Redžepović, S. (1978): Projekt agrotehničkih melioracija za pojedine objekte na području Donjeg Miholjca R.O. Ratarstvo – IPK Osijek. I. Dio – Pedološka i mikrobiološka istraživanja Krnjak, Črnkovci, Marijanci. Institut za agroekologiju, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
- Miljković, N. (1965): Pedološki praktikum II. Univerzitet u Novom Sadu – Poljoprivredni fakultet. Novi Sad.
- Racz, Z., Bogunović, M., Perković, J., Mara Prša, Rajka Strunjak, Redžepović, S. (1978): Projekt agrotehničkih melioracija za pojedine objekte na području Donjeg Miholjca R.O. Ratarstvo – IPK Osijek. I. Dio – Pedološka i mikrobiološka istraživanja Krnjak, Črnkovci, Marijanci. Institut za agroekologiju, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
- Racz, Z. (1986): Agrikulturna mehanika tla. Sveučilište u Zagrebu Fakultet poljoprivrednih znanosti – Zagreb. Zagreb.
- Resulović, H. (1969): Pedološki praktikum. Univerzitet u Sarajevu. Sarajevo.
- Škorić, A. (1986): Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
- Škorić, A. (1992.): Priručnik za pedološka istraživanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti – Zagreb. Zagreb.
- Vukadinović, V., Bertić, B. (1989): Praktikum iz agrokemije i ishrane bilja. Sveučilište u Osijeku, BTZNC, Poljoprivredni fakultet Osijek. Osijek.
- Vukadinović, V., Bertić Blaženka (1989): Praktikum iz agrokemije i ishrane bilja. Sveučilište u Osijeku, BTZNC, Poljoprivredni fakultet Osijek. Osijek.
- Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1998): Ishrana bilja. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek. Osijek.

- XXX (1973): Munsell Soil Color Charts. Munsell Color Macbeth Division of Kollmorgen corporation, Baltimore, Maryland 21218.
- XXX (1954): Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S.Salinity Staff, U.S. Department of Agriculture, Handbook No 60.
- XXX (1993): Soil survey manual. Survey Division Staff. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture, Handbook 18.

## Abstract

### Degradation pedophysical properties in alkali soils

Alkali soils or solonetz have a number of adverse chemical properties. Primarily it is alkaline (pH> 8.5), caused a high concentration of sodium ions in the soil adsorption complex (> 15%). A direct consequence of the strong alkalization is the small amount of available calcium plants. In addition, lack of calcium is a very bad effect on the physical properties of agricultural soils. The aim is to briefly present the work of a segment of the degradation of physical properties of soil with ESP values from 15.41-47.73, the distortion of the structural stability of soil aggregates, reducing hydraulic conductivity and increase soil compaction.

**Keywords:** solonetz, ESP, soil microstructure aggregates stability, soil compaction

## Section III




---

---

# **technology – environment tehnologija – okoliš**

### **chairmen / moderators**

1. Davor KRALIK
  2. Srđan ŠEREMEŠIĆ
  3. Domagoj ŠIMIĆ
- 



## Procjena rizika ostataka veterinarsko-medicinskih proizvoda u okolišu

Vragović Natalija<sup>1</sup>, Bažulić Davorin<sup>1</sup>, Njari Bela<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lab Analitika d.o.o., Centar za analitiku rezidua, Medvedgradska 49, Zagreb  
([nvragovic@car-labanalitika.hr](mailto:nvragovic@car-labanalitika.hr))

<sup>2</sup>Zavod za higijenu i tehnologiju animalnih namirnica, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,  
Heinzelova 55, Zagreb

### Sažetak

Tijekom liječenja životinja zbog nepotpune resorpcije lijeka dolazi do izlučivanja farmakološki-djelatnih tvari i njihovih metabolita što uzrokuje značajan problem pojave veterinarskih lijekova u tlu, vodi i bilju, naročito kada se koriste gnojiva s farmi. Primjena gnojiva neće samo utjecati na apsorpciju lijekova za pojedine frakcije tla uzrokujući između ostalog i promjenu mikroflora tla nego i na pojačanu pojavu rezistencije bakterija. Pojava lijekova u okolišu pridonosi razvoju gena odgovornih za rezistenciju bakterija na lijekove, a takvi sojevi iz okoliša predstavljaju rezervoar rezistentnih gena koji se mogu prenijeti na uzročnike bakterijskih bolesti mnogih vrsta uključujući i čovjeka. Zbog toga široka upotreba antibiotika koji se sporo razgrađuju u okolišu može povećati globalnu razinu rezistencije na lijekove. Osnovni cilj analize rizika je povećanje sigurnosti kroz smanjenje vjerojatnosti pojave opasnosti i njene težine pomoću tri komponente: procjene rizika, upravljanja rizikom i obavještanje o riziku.

**Ključne riječi:** procjena rizika, rezidue, okoliš

### Uvod

Posljednjih šezdeset godina korištenje veterinarsko-medicinskih proizvoda jest *conditio sine qua non* u prevenciji pojave i liječenju različitih bolesti domaćih životinja koje bolesti mogu biti i zoonoze (Wang i sur., 2006.; Milagro i Toldra, 2008.). Nažalost, dugi niz godina antibiotici su se naveliko koristili i kao dodatak prehrani životinja (tzv. promotori rasta). Istraživanja pokazuju da preko 90% danih doza se može izlučiti nepromijenjeno, dok se metaboliti mogu ponovo pretvoriti u aktivne spojeve djelovanjem bakterija (Kroker, 1983.; Jones i sur., 2001.). Nakon što su Radtke i Gist (1989.) iz kanalizacijskog mulja izolirali bakterije otporne na antibiotike, a Neu (1999.) izvijestio o rezistenciji mikroorganizama na velik broj antibiotika, pažnja javnosti i istraživača usmjerila se na pojavu antibiotika u okolišu (Halling-Sørensen i sur., 1998.; Hirsch i sur., 1999.; Kümmerer, 2001.). Zbog pojave mikroorganizama otpornih na antibiotike koji su korišteni i kod humanih i animalnih infekcija, EU je odlučila zabraniti njihovo korištenje 2006. godine kao dodataka u hrani za životinje. Neosporno je da veterinarsko-medicinski proizvodi djelomično kao aktivna tvar, a djelomično kao metaboliti, završavaju u okolišu zbog primjene



životinjskog otpada kao gnojiva za poljoprivredne površine. Na taj se način godišnje po hektaru rasprši oko nekoliko stotina grama antibiotika (Hamscher i sur., 2002.; Haller i sur., 2002.; Kolpin i sur., 2002.; Christian i sur., 2003.; Giger i sur., 2003.; Schlüsener i sur., 2003.; Göbel i sur., 2004.; Thiele-Bruhn i Aust, 2004.; Hamscher i sur., 2005.; Stooß i sur., 2004.). Budući da se streptomycin i oksitetraciklin koriste i u poljoprivredi u svrhu sprečavanja pojave bolesti na jabukama, kruškama, nektarinama i breskvama, ali i na duhanu, pamuku, rajčici i riži, moguć je utjecaj i ovih antibiotika na okoliš (McManus i Stockwell, 2001.; Vidaver, 2002.).

Kiša ispire antibiotike u vodene tokove ali točna sudbina antibiotika u okolišu još uvijek nije dovoljno poznata. Važno je napomenuti da zbog polarne prirode većine metabolita, kapacitet ionske izmjene različitih organskih ili anorganskih supstancija u tlu ili sedimentu snažno utječe na apsorpciju lijekova tj. metabolita (Loke i sur., 2000., 2002.). Pri tome su temperatura, vrijeme, pH i veličina čestica značajni čimbenici koji utječu na tu pojavu (Gavalchin i Katz, 1994.; Loke i sur., 2000.; Ingerslev i sur., 2001.; Halling-Sorensen i sur., 2003.) pa se primjerice 66% klortetraciklina razgrađuje pri 30°C, a penicilin i streptomycin praktički u 100%-tnom obimu. (Gavalchin i Katz, 1994.). S obzirom na stupanj biorazgradivosti (apsorpcija, razgradnja) te utjecaja na mikroorganizme ili više životinje možemo amoksicilin, aprimacin i klortetraciklin, oksitetraciklin, sulfatiazol, tetraciklin i tilozin svrstati u spojeve koji, među ostalim veterinarskim lijekovima s obzirom na procjenu rizika imaju viši prioritet (Boxall i sur., 2003.). Ljudi često odbacuju neupotrijebljeni lijekove kao smeće pa je logično zaključiti da je u velikoj mjeri komunalni otpad kontaminiran različitim lijekovima i da razlike postoje jedino u učestalosti pojedinih supstancija. Novija istraživanja pokazuju da se mnoge farmakološki-djelatne tvari ne eliminiraju kompletno u tvornicama za tretman otpada pa nije čudo da postoje podaci o postojanju lijekova u površinskim i podzemnim vodama, pa čak i u morskim sistemima (Daughton i Ternes, 1999.; Giger i sur., 2003.; Jones i sur., 2001.; Göbel i sur., 2004.; Hamscher i sur., 2005.). Upijanje veterinarsko-medicinskih proizvoda iz tla preko hrane i krme te nekih životinja za proizvodnju hrane može imati značajan utjecaj na sigurnost hrane (Vragović i sur., 2009.) i krme kojima se slobodno trguje na domaćem ali i međunarodnom tržištu, a povišenje razine onečišćujućih tvari u njihovom sastavu predstavljaju rizik za zdravlje ljudi i životinja. U Europi je prepoznato više od 320 glavnih tipova tala, a unutar svakog postoje vrlo značajne varijacije fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava. Struktura tla ima glavnu ulogu pri određivanju njegove sposobnosti da obavlja svoje funkcije. Sva oštećenja njegove strukture također oštećuju druge medije okoliša i ekosustave.

Očito je dakle da pojava farmakološki-djelatnih tvari nije primarno rezultat njihove proizvodnje nego njihove široke upotrebe, izlučivanja i neodgovarajućeg odlaganja. Uzmemo li u obzir i upotrebu lijekova o humanoj medicini lako je zaključiti da su farmakološki-djelatne tvari potencijalno ubikvitarni polutanti koje u većoj ili manjoj količini nalazimo i u okolišu.

Osnovni cilj svake analize rizika je povećanje sigurnosti smanjivanjem vjerojatnosti pojave opasnosti i njene težine koristeći pri tome njene integralne elemente kao što su procjena rizika, upravljanje rizikom i obavještanje o riziku riziku (Slika 1.) (Joint FAO/WHO 2006.; Monforts i sur., 2003.; Monforts, 2005.).

U ovom radu naglasak je dan na procjenu rizika od veterinarsko-medicinskih proizvoda koji na različite načine dospjevaju u okoliš djelujući u konačnici negativno na cijeli ekosustav. Putovi i količina veterinarsko-medicinskih proizvoda koji ulaze u okoliš određuju scenarije procjene rizika koji se primjenjuju u procjeni jakosti toga rizika.



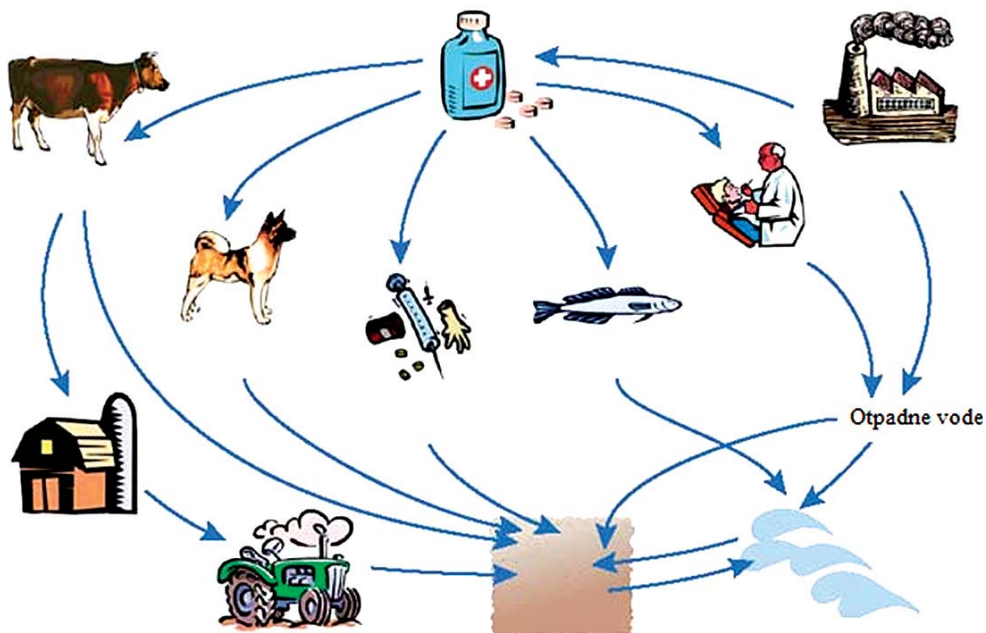
Slika 1 Proces analize rizika

### Procjena rizika

Rizik definiramo kao kombinaciju vjerojatnosti nekog događaja i utjecaja, odnosno negativne posljedice tog događaja. Rizik je *de facto* produkt izvrgnutosti, sudbine i izmjerenih i/ili procijenjenih učinaka veterinarsko-medicinskih proizvoda koji su tijekom proizvodnje hrane biljnog i/ili životinjskog podrijetla dospjeli u tlo, vodu, sediment. Rizik je, dakle, kombinacija dvaju čimbenika:

- *Vjerojatnosti* pojave opasnosti koja uzrokuje štetu, tj. postojanje izvrgnutosti kemijskoj supstanciji bilo hranom, tlom, vodom ili zrakom;
- *Posljedice* djelovanja opasnosti, tj. u kojoj mjeri je izvrgnutost kemijskoj supstanciji štetna za zdravlje.

U procjeni rizika nužno je provesti identifikaciju opasnosti, njenu karakterizaciju, te izvrgnutost riziku i karakterizaciju rizika. *Identifikacija opasnosti* je proces kojim se određuje da li neka tvar predstavlja opasnost odnosno uzrokuje štetne učinke na zdravlje. To je kvalitativni opis opasnosti i njihovih štetnih učinaka. Identifikaciju opasnosti nije moguće potpuno odvojiti od karakterizacije opasnosti koja daje podatke o tome kakva je veza između količine i pojavljivajanja, odnosno težine štetnih učinaka (Joint FAO/WHO, 2006.). *Procjena izvrgnutosti* sastoji se od opisivanja (utvrđivanja) putova izvrgnutosti ljudi, biljaka i/ili životinja određenoj opasnosti te procjeni vjerojatnosti da se izvrgnutost dogodi (Slika 2.). Vjerojatnost izvrgnutosti identificiranoj opasnosti procijenjena je za određene uvjete izvrgnutosti s obzirom na količinu, vrijeme, frekvenciju, trajanje izvrgnutosti, načine izvrgnutosti, broj, vrstu i ostale karakteristike populacije ljudi i/ili životinja koji su izvrgnuti opasnosti.



Slika 2. Izvori i putovi prijenosa veterinarsko-medicinskih proizvoda

Pri karakterizaciji rizika kao kritičnu točku smatramo procjenu izvrgnutosti i dozu, jer uključuje praćenje kvalitativnih i kvantitativnih učinaka u biološkim sustavima. Ta saznanja je nužno koristiti za predviđanja nastajanja mogućih toksičnih učinaka što uključuje ekstrapolaciju između vrsta, između doza ili razina izvrgnutosti (Renwick i sur., 2003.; Jones i sur., 2004.).

Procjena rizika od veterinarsko-medicinskih proizvoda koji na različite načine završavaju u okolišu temelji se na procjeni mogućih nepoželjnih učinaka na zdravlje ljudi i/ili životinja tj. djelovanje izvornih spojeva ili metabolita na tlo, zrak, vodu, sediment te na ne ciljane biljne i životinjske organizme uključujući i mikroorganizme. Problem se komplicira činjenicom da izvrgnutost samo jednom lijeku postaje sve rjeđa pojava i suočeni smo s time da se smjesa različitih kontaminanata pojavljuje u ekosistemima izazivajući nepoželjne učinke (Jones i sur., 2003.). Ovo treba imati na umu pri određivanju dopuštenih granica vodeći pri tome računa i o vremenu izvrgnutosti pojedinim supstancijama. Zbog toga će procjena rizika koji ignorira moguće kumulativno djelovanje farmakološki-djelatnih tvari svakako voditi ka značajnom podcjenjivanju rizika.

Predikcija utjecaja zagađivala na ekološke sustave temelji se na rezultatima različitih modela biomonitoringa vodeći računa ne samo o podobnosti uzorkovanja to jest dobivanja reprezentativnih uzoraka nego i odabiru i validaciji analitičkih metoda koje se koriste u takvim monitorinzima. S obzirom na razvoj analitičkih tehnika danas je moguće praktički u bilo kojem segmentu okoliša dokazati prisusvo farmakološki-djelatnih tvari (Hirsch i sur., 1999.; Golet i sur., 2001.; Ternes, 2001.; Thiele-Bruhn, 2003.). Razumijevanjem odnosa veterinarsko-medicinskih proizvoda i fizikalno-kemijskih svojstava tla uz utvrđivanje razine i raspodjele kontaminanata, moguće je procijeniti rizik i predložiti zaštitne mjere. Pri tome možemo procjenu rizika izraziti kao kvalitativnu mjeru (visok-, srednji-, nizak-stupanj) ali i kao kvantitativnu (numeričku) mjeru

ukoliko imamo mjerljive parametre (standarde) kao što se kod procjene rizika unosa hranom koristi prihvatljivi dnevni unos (ADI).

U Hrvatskoj nema propisa koji reguliraju količinu antibiotika u tlu. Prema vodiču Europske Agencije za evaluaciju medicinskih proizvoda (EMA, 1996.) propisana je granična vrijednost od 0,1 mg/kg za rezidue veterinarsko-medicinskih proizvoda u tlu. Međutim, ta vrijednost je primjenjiva jedino za odobravanje novih supstancija.

### *Upravljanje rizikom*

Uz navedene elemente procjene rizika valja spomenuti da se u konačnoj analizi rizika moramo pozabaviti, u dogovoru sa svim zainteresiranim stranama, i upravljanjem rizikom jer je to proces odlučivanja o odabiru različitih putova upravljanja i prikladnih preventivnih i kontrolnih mogućnosti. Pri tome moramo uzeti u obzir i druge bitne političke, socijalne i ekonomske čimbenike (Thompson, 2002.; Aslaksen i Myhr, 2007.). Dakle, ovaj se postupak sastoji od više koraka koji uključuju preliminarne aktivnosti upravljača rizikom, mogućnosti identifikacije, evaluacije i izbor putova i konačno implementaciju upravljanja i praćenje rezultata upravljanja rizikom. Usporedba međunarodnih procesa procjene rizika u različitim sektorima sigurnosti pokazuje da za neke korake postoji pomalo nejasna podjela djelovanja procjenitelja rizikom i upravljača rizikom. Međusobna ovisnost tih sektora na državnim razinama je izuzetno velika s obzirom da utječu jedna na drugu stoga treba imati na umu da je prije početka analize rizika potrebno odrediti tko će biti uključen u procese procjene rizika i upravljanja rizikom, a shodno tome koliko je to dobro opisano, transparentnost u procjeni rizika biti će veća ili manja (EPA, 1998.; Join FAO/WHO, 2006.; FAO, 2007.).

### *Obavještanje o riziku*

Kao vrlo važan korak u analizi jest obavještanje o riziku jer je to proces uz pomoć kojega se tijekom analize rizika, od potencijalno oštećenih i drugih zainteresiranih strana, prikupljaju mišljenja i podaci glede opasnosti i rizika te uz pomoć kojih se rezultati procjene rizika i predloženih mjera upravljanja rizikom priopćavaju onima koji donose odluke. Obavještanje o riziku je višedimenzionalni i kontinuirani proces i idealno bi bilo započeti ga na početku procesa analize rizika i nastaviti ga kroz cijeli postupak. Obavještanje o riziku mora biti otvorena, interaktivna, iterativna i transparentna razmjena informacija koja se može nastaviti i nakon što je donesena odluka o upravljanju rizikom. Među glavne sudionike u obavještanju o riziku uključene su državne vlasti i ostale zainteresirane strane kao što su proizvođači, prerađivači, potrošači (EPA, 1998.; Thompson, 2002.; FAO, 2007.).

### **Zaključci**

Pojava farmakološki-djelatnih tvari u okolišu nije primarno posljedica njihove proizvodnje nego njihove široke uporabe u humanoj i veterinarskoj medicini, putovima izlučivanja i neodgovarajućem odlaganju, te primjene životinjskog otpada kao gnojiva na poljoprivrednim površinama. Nažalost, mnogi se humani i veterinarski lijekovi ne uklanjaju u potpunosti ni u tvornicama za tretman otpada rezultirajući u pojavi njihovih rezidua u tlu, površinskim i podzemnim vodama, pa čak i u morskim sistemima stvarajući u okolišu mikroorganizame otporne na antibiotike koje koristimo i kod humanih i animalnih infekcija. Zbog toga je u procjeni analize rizika neminovno provesti procjenu rizika ostataka veterinarsko-medicinskih proizvoda u okolišu, a uz upravljanje rizikom i obavještanjem o riziku stvoriti pretpostavke da je, uz dopunu propisa, poduzimanje različitih mjera na nacionalnoj, ali i na europskoj razini, put sprečavanja i smanjivanja onečišćenja okoliša.

## Literatura

- Aslaksen I., Myhr, A. I. (2007): „The worth of a wildflower“: precautionary perspectives on the environmental risk of GMOs. *Ecol.Econ.* 60, 489–97.
- Boxall, A. B. A., Fogg, L. A., Kay, P., Blackwell, P.A., Pemberton, E. J., Croxford, A. (2003): Prioritisation of veterinary medicines in the UK environment. *Toxicol. Letters* 142:207-218.
- Christian, T., Schneider, R. J., Färber, H. A., Skutlarek, D., Meyer, M.T., Goldbach, H. E. (2003): Determination of antibiotic residues in manure, soil, and surface waters. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 31, 36-44.
- Daughton, C. G., Ternes, T. A. (1999): Pharmaceuticals and personal care products in the environment: agents of subtle change? *Environ. Health Perspect.* 107, 907–938.
- EMEA (1996): Note for Guidance: Environmental Risk Assessment for Veterinary Medicinal Products Other than GMO-containing and Immunological Products. EMEA/CVMP/055/96-final, London.
- EPA (1998): Guidelines for Ecological Risk Assessment, Federal Register 63, 26846-26924.
- FAO (2007): FAO Biosecurity Toolkit, Rome 2007.
- Gavalchin, J., Katz, S. E. (1994): The persistence of fecal-borne antibiotics in soil. *J. of AOAC International*, 77, 481-485.
- Giger, W., Alder, A.C., Golet, E. M., Kohler, H.-P. E., Mc Ardell, C. S., Molnar, E., Siegrist, H., Suter M. J.-F. (2003): Occurrence and fate of antibiotics as trace contaminants in wastewaters sewage sludge and surface waters. *Chimia* 57, 485-491.
- Göbel, A., Mc Ardell, C. S., Suter, M. J.-F., Giger, W. (2004): Trace determination of macrolide and sulfonamide antimicrobials a human sulfonamide metabolite and trimetoprim in wastewater using liquid chromatography coupled to electrospray tandem mass spectrometry. *Anal. Chem.* 76, 4756-4764.
- Golet, E.M., Alder, A.C., Hartmann, A., Ternes, T.A., Giger, W. (2001): Trace determination of fluoroquinolone antibacterial agents in solid-phase extraction urban wastewater by and liquid chromatography with fluorescence detection. *Anal. Chem.* 73, 3632–3638.
- Haller, M.Y., Müller, S.R., Mc Ardell, C.S., Alder, A., Suter, M. J.F. (2002): Quantification of veterinary antibiotics, sulfonamides and trimethoprim in animal manure by liquid chromatography mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 952, 111-120.
- Halling-Sørensen, B., Nors Nielsen, S., Lanzky, P. F., Ingerslev, F., Holten Lützhøft, H. C., Jørgensen, S. E. (1998): Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment. A review. *Chemosphere* 36, 357-393.
- Halling-Sorensen, B., Sengelov, G., Ingerslev, F., Jensen, L. B. (2003): Reduced antimicrobial potencies of oxytetracycline, tylosin, sulfadiazin, streptomycin, ciprofloxacin, and olaquinox due to environmental processes. *Arch. Environ. Contam. & Toxicol.*, 44:7-16.
- Hamscher, G., Sczesny, S. Höper, H., Nau, H. (2002): Determination of persistent tetracycline residues in soil fertilized with liquid manure by highperformance liquid chromatography with electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Anal. Chem.* 74, 1509-1518.
- Hamscher, G., Pawelzick, T.H., Höper, H., Nau, H. (2005): Different behavior of tetracyclines and sulfonamides in sandy soils after repeated fertilization with liquid manure. *Environ. Toxicol. Chem.* 24, 861-868.
- Hirsch, R., Ternes, T., Haberer, K., Kratz, K.-L. (1999): Occurrence of antibiotics on the aquatic environment. *Sci. Total Environ.* 225, 109-118.
- Ingerslev, F., Torang, L., Loke, M., Halling-Sorensen, B., Nyholm, N. (2001): Primary biodegradation of veterinary antibiotics in aerobic and anaerobic surface water simulation systems. *Chemosphere*, 44, 865-872.
- Joint FAO/WHO (2006): Updating the Principles and Methods of Risk Assessment: MRLs for Pesticides and Veterinary Drugs, Rome.
- Jones, O.A.H., Voulvoulis, N., Lester, J.N. (2001): Human pharmaceuticals in the aquatic environment: a review. *Environ. Technol.* 22, 1383-1394.
- Jones, O. A. H., Voulvoulis, N., Lester, J. N. (2003): Potential impact of pharmaceuticals on environmental health. *Bulletin of the WHO*, 81, 10.

- Jones, O.A.H., Voulvoulis, N., Lester, J.N. (2004): Potential ecological and human health risks associated with the presence of pharmaceutically active compounds in the aquatic environment. *Crit. Rev. Toxicol.* 34, 335–50.
- Kolpin, D.W., Furlong, E.T., Meyer, M.T., Thurman, E.M., Zaugg, S.D., Barber, L.B., Buxton, H.T. (2002): Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in US streams 1999–2000: a national reconnaissance. *Environ. Sci. And Technol.* 36, 1202–1211.
- Kroker, R. (1983): Aspekte zur Ausscheidung antimikrobiell wirksamer Substanzen nach der chemotherapeutischen Behandlung von Nutztieren. *Wiss. Umwelt.* 4, 305-308.
- Kümmerer, K. (2001): Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources e a review. *Chemosphere* 45, 957-969.
- Loke, M., Ingerslev, F., Halling-Sorensen, B., Tjornelund, J. (2000): Stability of tylosin A in manure containing test systems determined by high performance liquid chromatography. *Chemosphere*, 40, 759-765.
- Loke, M., Tjornelund, J., Halling-Sorensen, B. (2002): Determination of the distribution coefficient (log K<sub>d</sub>) of oxytetracycline, tylosin A, olaquinox and metronidazole in manure. *Chemosphere*, 48, 351-361.
- McManus P.S., Stockwell, V.O. (2002): Antibiotic Use for Plant Disease Management in the United States *Plant Health Progres* 2001, Vidaver AK; Uses of antimicrobials in palnt agriculture *Cli. Infect. Dis.* 34, 107-111.
- Milagro, R., Toldra, F. (2008): Veterinary drug residues in meat: Concerns and rapid methods for detection. *Meat Science* 78, 60–67.
- Montforts, M., Blackwell, P., Boxall, A., Halling-Sorensen, B., Hermansen, S., Ingerslev, F., Jacobsen, A.M., Kay, P., Ter Laak, T., Moltmann, J., Schmitt, H., Soeborg, T., Tarazona, J., Tolls, J., Verschoor, A. (2003): A guide to risk assessment of veterinary medicinal products used in animal husbandry. RIVM rapport 601450018.
- Montforts, M. H. M. M. (2005): Validation of the EU Environmental Risk Assessment for Veterinary Medicines. Thesis, Leiden University.
- Neu, H.C. (1992): The crises in antibiotics resistance. *Science* 257, 1064-1073.
- Radtke, T.M., Gist, G.L. (1989): Wastewater sludge disposal, antibiotic resistant bacteria may pose health hazard. *J. Environ. Health* 52, 102-105.
- Renwick, A.G., Barlow, S.M., Hertz-Picciotto, I., Boobis, A.R., Dybing, E., Edler, L., Eisenbrand, G., Grieg, J.B., Kleiner, J., Lambe, J., Müller, D.J.G., Smith, M.R., Tritscher, A., Tuijelaars, S., Van den Brandt, P.A., Walker, R., Kroes, R. (2003): Risk characterization of chemicals in food and diet, *Food Chem. Tox.* 41,1211-1271.
- Schlüsener, M.P., Bester, K., Spiteller, M. (2003): Determination of antibiotics such as macrolides, ionophores and tiamulin in liquid manure by HPLC<sub>e</sub> MS/MS. *Anal. Bioanal. Chem.* 375, 942-947.
- Stoob, K., Schmitt, H., Wanner, M. (2004): Use of Antibiotics in Agriculture—Consequences for the Environment, *EAWAG news* 59, 12-15.
- Ternes, T.A. (2001): Analytical methods for the determination of pharmaceuticals in aqueous environmental samples. *Trends in Analytical Chemistry* 20, 419-434.
- Thiele-Bruhn, S. (2003): Pharmaceutical antibiotic compounds in soils—a review. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166, 145–167.
- Thiele-Bruhn, S., Aust, M.-O. (2004): Effects of pig slurry on the sorption of sulfonamide antibiotics in soil. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 47, 31-39.
- Thompson, K. M. (2002): Variability and uncertainty meet risk management and risk communication *Risk Analysis.* 22, 647-654.
- Vidaver, A.K.(2002): Uses of antimicrobials in plant agriculture. *Clin. Infect Dis.* 34, 107-110.
- Vragović, N., Grubelić, M., Stuhne, G., Sapunar-Postružnik, J., Bažulić, D. (2009): Procjena rizika ostataka veterinarskih lijekova, XXXIII stručni skup s međunarodnim sudjelovanjem, „Zdravstvena ekologija u praksi“, Poreč. Zbornik radova.
- Wang, S., Zhang, H. Y., Wang, L., Duan, Z. J., Kennedy, I. (2006): Analysis of sulphonamide residues in edible animal products: A review. *Food Additives and Contaminants* 23, 362-384.

**Abstract****Environmental risk assessment for residues  
of veterinary medicinal products**

During treatment of animals the incomplete absorption of the administered drug leads to excretion of pharmacologically active substances and its metabolites which subsequently cause a significant problem with regard to the presence of veterinary medicines in the soil, water and plants, particularly when manure from farms is used. Use of manure will affect not only the absorption of drugs for individual fractions of soil causing among other things a change in its microflora, but also increased occurrence of bacteria resistance. Presence of drugs in the environment contributes to development of genes responsible for the resistance of bacteria to medicinal products. Furthermore, these strains from the environment present a reservoir of resistant genes that can be carried over to causing agents of bacterial diseases in numerous animal species, including humans as well. Consequently, extensive use of antibiotics with a slow rate of environmental disintegration can lead to increased global level of resistance to medicinal products. The basic aim of risk analysis is the increase of safety through reduction of potential occurrence of hazard and its seriousness by means of three components: risk assessment, risk management and risk communication.

**Keywords:** risk assessment, residues, environment

Prethodno priopćenje

## Prinos, komponente prinosa i kakvoća cikle ovisno o gnojdbi organskim i mineralnim gnojem

Vukobratović Marija<sup>1</sup>, Bužić Dragica<sup>2</sup>, Vukobratović Želimir<sup>1</sup>,

Peremin Volf Tomislava<sup>1</sup>, Dadaček Nada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, 48 260 Križevci ([mvukobratovic@vguk.hr](mailto:mvukobratovic@vguk.hr))

<sup>2</sup>Srednja gospodarska škola, M. Demerca 1, 48 260 Križevci

### Sažetak

Cikla je povrtna kultura koju bi trebalo redovito konzumirati budući da je važan izvor minerala, ugljikohidrata i aminokiselina na čiji sastav i sadržaj djeluje između ostalog i gnojidba. Stoga je cilj ovog rada bio utvrditi ne samo proizvodne rezultate koji se mogu postići različitim gnojivima, već i hoće li njihova uporaba pridonijeti poboljšanju kakvoće cikle. Tako se već nakon provedbe jednogodišnjeg pokusa može primijetiti da vrsta gnoja nije značajno utjecala na biološki prinos, te duljinu i promjer korijena, kao ni na odnos tržnog i biološkog prinosa. Statistički značajne razlike utvrđene su kod mase korijena i tržnog prinosa. Gnojidba organskim gnojem značajno je utjecala na povećanje sadržaja suhe tvari i vitamina C, ali nije utjecala na akumulaciju N, P i K. Kuhanjem pak, udio ovih makrohraniva i vitamina C u cikli se smanjio.

**Ključne riječi:** cikla, prinos, parametri prinosa, kemijski sastav

### Uvod

Povrće je izvor mnogih minerala, vitamina i esencijalnih aminokiselina i zato je bitno u svakodnevnoj prehrani ljudi (Ćustić, i sur., 2002.). Važno mjesto trebala bi zauzimati cikla zbog niza korisnih svojstava. Cikla (*Beta vulgaris* var. *conditiva* Alef.) se uzgaja radi zadebljaloga korijena koji se u prehrani koristi kuhan, ali se može koristiti i u svježem stanju nariban, a sok pomaže pri liječenju slabokrvnosti, bubrežnih bolesti i osteoporoze (Matotan, 2004.). Redovita konzumacija cikle pridonosi ljudskom zdravlju, prevenirajući razvoj i nastanak raka (Petek i sur., 2008.), a također regulira krvni tlak i trigliceride (Bobek i sur., 2000; Lešić i sur., 2002.).

Prinos svih poljoprivrednih usjeva u znatnoj mjeri ovisi o količini pristupačnih hraniva u tlu, na što najviše utječe gnojidba (Lončarić i sur., 1999.). U zadnjih nekoliko godina posebna se pozornost posvećuje gnojdbi povrća organskim gnojivima pa se stoga želi utvrditi njen utjecaj na prinos i nutritivne vrijednosti (Ćustić i sur., 2002., 2007.; Peremin Volf i sur., 2009.; Arnaoudov i Pevcharova, 2010.; Petek i sur., 2008., 2010.).

Cilj ovog rada bio je utvrditi proizvodne rezultate u održivoj proizvodnji cikle s primjenom samo organskog gnoja u odnosu na konvencionalnu proizvodnju i upotrebu mineralnih gnojiva, odnosno kako će gnojidba organskim gnojem utjecati na kakvoću korijena cikle.



## Materijal i metode

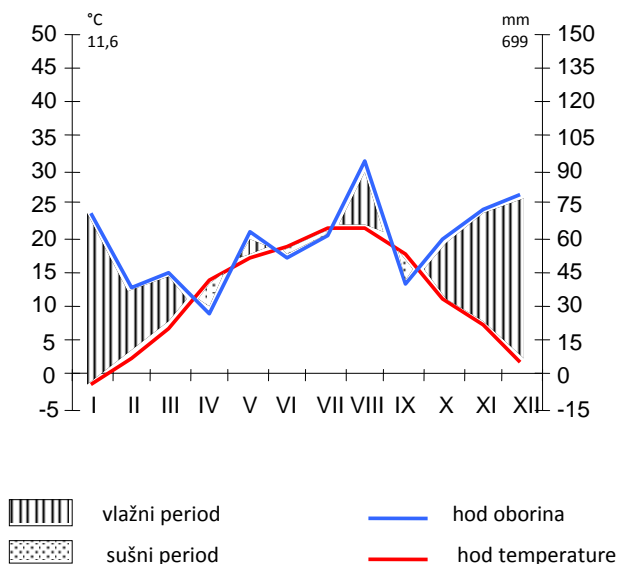
Pokus je postavljen 2009. na površini vrtlarskog praktikuma Srednje gospodarske škole u Križevcima po slučajnom bloknom rasporedu u tri ponavljanja. Odabrana površina je ocjedita i dobro osunčana, a u posljednjih desetak godina gnojena je isključivo organskim gnojivima, najčešće stajskim gnojem s govedarske farme školskog praktikuma. Prema kemijskoj analizi, tlo je kisele reakcija ( $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,48$ ), umjereno humozno (2,46% humusa), a sadržaj fiziološki aktivnog fosfora bio je 26,3 mg/100g tla i kalija 23,7 mg/100g tla. Sjetva cikle obavljena je 3. kolovoza 2009. Zasijana je srednje kasna sorta valjkastog korijena Cyindra na razmak 25 cm x 5 cm. Veličina parcele iznosila je 1,7 m<sup>2</sup> (1,7x1m), a varijante pokusa su sljedeće: kontrola (bez gnojidbe), mineralna gnojidba (700 kg/ha NPK 7:14:21 i 200 kg KAN-a u prihrani) i organska gnojidba (3,5 t/ha kompostiranog pilećeg gnoja).

Berba je obavljena 23. studenog 2009. Iz središnja dva reda uzet je reprezentativan uzorak od deset biljaka na kojima su obavljena mjerenja duljine, promjera i mase korijena. Kemijske analize svježih i kuhane cikle (suha tvar, koncentracija N, P, K i vitamina C u jestivom dijelu korijena) provedene su u agrokemijskom laboratoriju Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima.

## Rezultati istraživanja

Klimatski uvjeti za Križevce u 2009. prikazani su Klimatskim dijagramom po Walter-u (Grafikon 1.). Nakon relativno sušnog srpnja, u kolovozu je, nakon sjetve cikle, palo 93 mm oborine pa ni kraće sušno razdoblje krajem rujna i početkom listopada nije utjecalo na rast i razvoj cikle, što pokazuju i relativno visoki prinosi korijena na pokusu. Naime, sušna razdoblja, posebice ako se jave u razdoblju intenzivnog nalijevanja korijena, mogu imati negativne posljedice na formiranje prinosa (Matotan, 2004). Temperature su bile u okviru optimalnih vrijednosti (15-20°C).

### KRIŽEVCI 2009.



**Grafikon 1.** Klimadijagram po Walteru, Križevci, 2009.

Rezultati ostvarenih prinosa i komponente prinosa prikazani su u Tablici 1. Biološki i tržišni prinos bio je očekivano najmanji na kontrolnoj varijanti a najveći na varijanti gnojenoj mineralnim gnojivima. Ostvareni prinosi ( $21\text{--}31\text{ t ha}^{-1}$ ) u skladu su s rezultatima drugih istraživača (Lešić i sur., 2002., Matotan, 2004., Čustić i sur., 2007.).

Gnojidba različitim gnojivima nije statistički značajno utjecala na biološki prinos, duljinu i promjer korijena, dok statistički vrlo značajna razlika postoji u tržišnom prinosu između gnojnih varijanti i kontrole, a značajna u masi korijena između navedenih tretmana.

Sadržaj suhe tvari pokazatelj je kakvoće (François i sur., 2009.) a povećava se sa sintezom i akumulacijom šećera u korijenu. Iako ne postoji statistički značajna razlika među gnojidbenim varijantama (Tablica 2), cikla gnojena mineralnim gnojem imala je najmanji sadržaj suhe tvari (12,98%), a najviše vode. Suprotno ovome, Čustić i sur. (2007.) dobivaju statistički značajno najmanji sadržaj suhe tvari u varijanti gnojenoj organskim gnojem, a Petek i sur. (2010) depresivno djelovanje stajskog gnoja na akumulaciju šećera u soku cikle.

**Tablica 1.** Prinos i komponente prinosa cikle

	biološki prinos ( $\text{t ha}^{-1}$ )	tržišni prinos ( $\text{t ha}^{-1}$ )	tržišni/biol. prinos	duljina korijena	promjer korijena	masa korijena
kontrola	34,15 n.s.	20,98	0,62	16,45 n.s.	4,06 n.s.	86,68
700 kg NPK $\text{ha}^{-1}$ , 200 kg KAN-a	45,08	30,82	0,69	16,43	5,24	126,76
kompost, 3,5 t $\text{ha}^{-1}$	38,46	25,80	0,68	16,89	4,74	107,50
LSDp=5%		4,28				24,15
LSDp=1%		7,08				39,95

Koncentracija hraniva u korijenu ovisi o gnojidbi, mineralizaciji, agroklimatskim uvjetima i vremenu berbe. Važna je radi kvalitetnog skladištenja i čuvanja korijena. U ovom istraživanju gnojidba različitim gnojivima nije statistički značajno utjecala na koncentraciju dušika, fosfora i kalija u svježoj cikli (Tablica 2.), dok značajne razlike postoje u koncentraciji K u kuhanoj cikli. Dobivene vrijednosti znatno su niže od onih navedenih kod Čustić i sur. (2007.). Cikla je kultura koja se uzgaja zbog visokog udjela ugljikohidrata, ali nema veliku koncentraciju vitamina C. Prema literaturnim podacima koncentracija vitamina C iznosi  $8\text{--}36\text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  u jestivom dijelu (Lešić, 2002.). Gnojidba cikle organskim gnojem je međutim statistički vrlo značajno utjecala ( $P < 0,01$ ) na povećanu akumulaciju ovog vitamina. U korijenu cikle gnojene samo organskim gnojem ima ga 86% više nego u kontroli i 60% više nego u mineralnoj gnojidbi. Suprotno tome Poubova (2003.) ne dobiva povećanje koncentracije vitamina C u paprici gnojenoj organskim gnojem.

**Tablica 2.** Kemijski sastav svježe i kuhane cikle

	svježa					kuhana			
	% ST	% N	% P	% K	vit. C $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$	% N	% P	% K	vit. C $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$
kontrola	14,54ns	1,21ns	0,34ns	2,22ns	5,20	1,07ns	0,33ns	1,57	3,67
700 kg NPK $\text{ha}^{-1}$ , 200 kg KAN-a	12,98	1,25	0,36	2,50	6,00	1,20	0,35	1,83	4,00

kompost, 3,5 t ha <sup>-1</sup>	14,41	1,14	0,37	2,16	9,67	1,14	0,34	1,85	5,67
LSDp=5%					2,21			0,20	
LSDp=1%					3,65			0,34	

Kako se cikla koristi uglavnom kuhana, zanimalo nas je kakva će biti koncentracija pojedinih hraniva u korijenu cikle nakon kuhanja. Kuhanjem se smanjila koncentracija istraživanih makroelemenata i to u prosjeku N za 3%, P za 6%, K za 31% i vitamina C za čak 56%. Do sličnih rezultata došli su i Petek i sur. (2008.), koji su također kuhanjem dobili smanjenje koncentracije hraniva i to najviše K (do 50%).

## Zaključak

Gnojidbom organskim gnojem mogu se postići prinosi usporedivi s onima dobivenim gnojidbom mineralnim gnojem. Gnojidba nije utjecala na koncentraciju glavnih makroelemenata (N, P i K) u korijenu cikle, međutim gnojidba organskim gnojem povećava udio vitamina C. Kuhanje cikle dovodi do smanjenja koncentracije navedenih hraniva kao i vitamina C.

## Literatura

- Arnaoudov B. and Pevicharova G. (2010): Effect of some organic fertilizers on Dutch type cucumbers grown under greenhouse conditions, 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma, Zbornik radova 531-535, Opatija.
- Bobek P., Galbavy S., Mariassyova M. (2000): The effect of red beet (*Beta vulgaris* vat. *rubra*) fiber on alimentary hypercholesterolemia and chemically induced colon carcinogenesis in rats. *Nahrung-Food*. 44(3):184-187.
- Ćustić M., Horvatić M., Butorac A.: (2002): Effect of nitrogen fertilization upon the content of essential amino acids in head chicory (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*), *Scientia Horticulturae*. 92:205-214.
- François, M.I., Mariën, E., Brijs, K., Coppin, P., Proft, M.D. (2009): The use of Vis/NIR spectroscopy to predict the optimal root harvesting date of chicory (*Cichorium intybus* L.), *Postharvest Biology and Technology*, 53:77-83.
- Herak Ćustić, M., Petek, M., Toth, N., Poljak, M., Čosić T. (2007): Effect of organic and mineral fertilization on NPK status in soli and plant, and yield of red beet (*Beta vulgaris* var. *conditiva*), *Cereal Research Communications*, 35(2):449-452.
- Lešić R., Borošić J., Butorac I., Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2002): *Povrčarstvo*, Zrinski, Čakovec.
- Lončarić Z., Teklić T., Bertić B., Jug D., Vidović I. (1999): Koncentracija hraniva u kupusnjačama i njihovo iznošenje, *Poljoprivreda* 5(2):47-51.
- Matotan Z. (2004.): *Suvremena proizvodnja povrća*, Nakladni zavod Globus, Zagreb.
- Peremin Volf, T., Vukobratović, M., Vukobratović, Ž., Erhatic, R. (2009): Prinos i komponente prinosa cvjetače pri različitoj gnojidbi organskim gnojivima, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Zbornik sažetaka 127, Opatija.
- Petek M., Herak Ćustić M., Toth N., Čoga L., Slunjski S. (2008): Količina nekih minerala (P, K, Ca, Mg) u cikli pri različitoj gnojidbi i postupcima poslije berbe, 43. hrvatski i 3. međunarodni simpozij agronoma, Zbornik sažetaka 135, Opatija.
- Petek M., Herak Ćustić M., Čoga L., Pecina, M. (2008): Phosphorus content in soil and fresh and cooked red beet in dependence on different fertilization, *Cereal Research Communications*, 36, Part1, Suppl. 435-438.

- Petek M., Herak Čustić M., Toth N., Bujan M., Slunjski S. (2010): Količina šećera u soku cikle pri organskoj i mineralnoj gnojidbi, 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma, Zbornik radova 590-594, Opatija.
- Poubova, P. (2003): Fertilization influence on the vitamin C content and the yield of sweet pepper, Acta Agriculturae Serbica, vol VIII, 15(2003) 11-17.

## Abstract

### Yield, yield components and quality of beetroot in relation to organic and inorganic fertilization

Beetroot is a vegetable crop that should be regularly consumed as it is an important source of minerals, carbohydrates and amino acids whose composition and content is affected by fertilization. Therefore, the objective of this study was to determine not only the productive results that can be achieved with different fertilizers, but also whether their use contributes to improving the quality of the beetroot. So it can be noted that one year after the experiment was carried out, the type of manure did not significantly affect the biological yield and root length and its diameter, as well as the relationship between market and biological yield. Statistically significant differences were identified for the mass of roots and market yield. Fertilization with organic manure significantly influenced the increase of dry matter and C vitamin, but did not affect the accumulation of N, P and K. Cooking in turn, decreased the share of these macronutrients and C vitamin in beetroot.

**Keywords:** beetroot, yield, yield parameters, chemical composition

## Effects of sewage sludge and lime sludge on the early development of corn under laboratory conditions

Tóth Brigitta<sup>1</sup>, Veres Szilvia<sup>1</sup>, El-Rodeny M. Walid<sup>2</sup>, Lévai László<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Debrecen, Institute of Plant Sciences, Department of Agricultural Botany and Crop Physiology, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138. Hungary, (btoth@agr.unideb.hu)

<sup>2</sup>Centre of Agricultural Research, Institute of Field Crops Research, Food Legumes Research Section, P.O. Box 33717, Sakha Agricultural Research Station, Kafr El-Sheikh, Egypt

### Abstract

The protection of the environment is our common task. All pollutions that expose our soils, plants or the environment – as taken in any proper or extended sense – will appear sooner or later in the food chain and human beings who are on the top of the food-chain pyramid. The aim of our work is to give a brief overview of the effects of some industrial wastes on the physiological parameters of corn plants. Sewage sludge and lime sludge were examined. These materials contain lots of useful element for plants (e.g. iron, phosphorus, potassium, zinc). However, their aluminum, chrome and lithium contents are also considerable. The element contents in sewage sludge and the filtrates of lime sludge, as well as the dry matter accumulation and relative chlorophyll contents of corn were measured. The disadvantageous and advantageous physiological effects of the examined materials were confirmed. The compensation effect of the environment is excluded, however, the neutralization of environmental impacts is not infinite under natural circumstances.

**Keywords:** sewage sludge, lime sludge, corn

### Introduction

The main reason of greenhouse effect is air pollution, including CO<sub>2</sub> and other gaseous pollutants, as well as different solid, small-sized and airborne materials.

Some of these solid pollutions are powders that originate from different human activities.

The world's population is growing, and it will have been 8 billion by 2025. The majority of growth in population is foreseen to take place in developing countries (James, 1997). To feed the world with such remarkable increase in population, considerable improvement in food production should be achieved in these countries. The current agricultural productivity should be enhanced on cultivated lands, which may tackle this challenge. However, in lot of developing countries, particularly in Africa, reduced soil fertility caused by continuous cultivation with low nutrient input and the resultant nutrient exploitation of soils are major threats to both food production and ecosystem viability.

The use of basic and practical research information provided through plant nutrition studies will play a determinate role in establishing efficient and ecology-based nutrient management systems (Henao and Baanante, 1999). The combination of mineral fertilizers with different types of organic materials, including legumes in rotational cropping systems and recycling crop residues are widely recommended strategies to improve soil fertility and enhance nutrient use efficiency (Higgs et. al., 2000).

The sustainability of farming and their agro-ecosystems depend on the ability of farmers to overcome current and future threats to the sustenance of their enterprise. These risks can originate from the loss of site productivity e.g. the contaminations can originate from the farms. The not suitable use of pesticides is a danger to our lands and plants. These materials and those of their elements extend with airborne and waterborne flow. Customers do not trust the quality of products, or do not agree with the production conditions.

Plant nutrition research has traditionally focused on the first of these threats, and has helped to develop plant and soil management system that provide for proper nutrient supply to the given crops without inappropriately exploiting soil resources. A built-up of soil nutrients, some of them not being directly available to common crops, has been seen as an unavoidable side-effect of improved crop nutrient.

In addition to the problems of excess nutrition, in extensive parts of the tropical lands the insufficient supply of plant nutrients remains a major constraint on crop growth. The lack of knowledge in relation to plant nutrition is not a major determining factor in this situation. Fertilizers are generally used where people have adequate financial resources for crop production.

Our understanding of plant nutrition is dominated by experiments with and theories on monocultures, and it is possible that options to combine the use of inorganic nutrients with organic sources, alongside with multiple harvestable components, remain underutilized because of the lack of sufficient knowledge.

## Material and methods

Corn seeds (*Zea mays L cvs. Norma SC*) were used in the experiments. The seeds were sterilized with 18% hydrogen peroxide, and then washed in distilled water. The corn seeds were then replaced to 10 mM  $\text{CaSO}_4$  for 4 hours. After that, they were germinated on moistened filter paper at 25°C. The seedlings were then transferred to a continuously aerated nutrient solution of the following composition: 2.0 mM  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , 0.7 mM  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 0.5 mM  $\text{MgSO}_4$ , 0.1 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0.1 mM KCl, 1  $\mu\text{M}$   $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 1  $\mu\text{M}$   $\text{MnSO}_4$ , 0.25  $\mu\text{M}$   $\text{CuSO}_4$ , 0.01  $\mu\text{M}$   $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ . Iron was added to the nutrient solution as Fe-EDTA at a concentration of  $10^{-4}\text{M}$ . The filtrates of the examined industrial wastes were added to the nutrient solution in different quantities: 66 ml  $\text{dm}^{-3}$  from the sewage sludge and 100 ml  $\text{dm}^{-3}$  from the lime sludge. The seedlings were grown under controlled environmental conditions (light/dark regime 10/14 h at 24/20°C, relative humidity of 65–70% and a photosynthetic photon flux of 300  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). The number of repetitions was three. The contents of elements were measured with ICP, the relative chlorophyll contents with of SPAD 502 (Minolta). The samples were dried at 85°C, the dry matters of shoots and roots were measured.

The lime sludge originated from the Ore, Mineral and Waste Recycling Works of Borsod Private Company Limited by Shares (BÉM Zrt.) (Northern Hungary), and the sewage sludge came from Alkaloida Chemicals Co. Ltd. (East Hungary).

## Results and discussion

In several respects, the improvement of soil fertility and the efficient use of mineral nutrients are of high ecological and economic importance (Snapp et al. 1989). The examined matters were supplied in large quantities by the above-named companies. These materials contain lots of useful element for plants (e.g. Fe, K, P. etc.) but the investigated materials contain some heavy metals in addition (Table 1.).

Sewage sludge contains 5 times more Al, than lime sludge, but 46 times more Al can be found in the filtrate of lime sludge than in the filtrate of sewage sludge. The quantity of iron is approximately 5 times larger than in the lime sludge. The phosphorus content is 131 times larger, whereas the manganese content is 4 times smaller in the sewage sludge. In large tropical and subtropical areas, phosphorus deficiency is the most important nutritional factor limiting the growth of crop plants (Sanchez and Salinas, 1981).

**Table 1.** Contents of some elements in the filtrates of the examined wastes (sewage sludge, lime sludge), (mg kg<sup>-1</sup>).

Elements	Contents of elements of raw materials (mg kg <sup>-1</sup> )		Contents of elements of filtrates (mg kg <sup>-1</sup> )	
	Sewage sludge	Lime sludge	Sewage sludge	Lime sludge
Al	17,349.00	3,440.00	4.71	219.00
Cr	41.00	169.00	0.57	1.34
Cu	109.00	185.00	0.11	0.61
Fe	21,098.00	118,500.00	64.40	241.00
K	2,878.00	1,010.00	167.00	108.00
Li	4.21	4.70	0.04	0.19
Mn	496.00	1,983.00	1.15	4.91
Ni	24.50	68.00	0.13	0.16
P	21,289.00	162.00	6.20	0.16
Zn	473.00	106.00	0.69	2.88

The sewage sludge contains some potassium. Potassium is a cation that is present in the largest quantities in plants. Potassium plays a very important role in the frost tolerance of plants. The uptake of potassium is highly selective, and closely associated with metabolic activities. Potassium is not metabolized, and it forms only weak complexes in which it is readily exchangeable (Wyn Jones et al., 1979). Copper deficiency is often observed in plants growing on soils and low in total copper and on soils high in organic matter where copper is complexed to organic substances (Alloway and Tills, 1984). High nitrogen availability can also aggravate copper deficiency. Plant species differ considerably in sensitivity from copper deficiency with wheat, oat and spinach being much more sensitive than pea, rye or rape. The inhibition of calcium transport to areas of new growth may occur in copper-deficient plants (Brown, 1979).

**Table 2.** Effects of different matters (sewage sludge, lime sludge) on the dry matter accumulation of shoots and roots of corn seedlings (g plant<sup>-1</sup>) n=3± s.e.

dry matter of roots and shoots (g plant <sup>-1</sup> )		
Treatments	Roots	Shoots
Control	0.101± 0.05	0.318± 0.11
Sewage sludge	0.121± 0.04	0.411± 0.10
Lime sludge	0.104± 0.01	0.361± 0.02

The dry matter accumulation of roots and shoots were higher when sewage sludge was added to the nutrient solution. The dry matter of shoots was under the control in the plants treated with lime sludge but the dry matter of roots was above the control level. Low chlorophyll content affects photosynthetic activity. The decreasing dry matter accumulation can be explained by the lower level of the chlorophyll contents. The relative chlorophyll contents were shown in the Table 3 and Table 4. When plants are grown under controlled conditions, around 80% of the iron is localized in the chloroplasts of rapidly growing leaves, regardless of iron nutritional status.

**Table 3.** Relative chlorophyll contents of the 2<sup>nd</sup> leaves of corn on the measurement of 6<sup>th</sup>, 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> days (Spad Units) n=35± s.e.

Relative chlorophyll contents of the 2 <sup>nd</sup> leaves of corn (Spad Units)			
Treatments	6 <sup>th</sup> day	9 <sup>th</sup> day	11 <sup>th</sup> day
Control	38.14± 4.95	48.20± 2.85	49.31± 5.12
Sewage sludge	34.07± 7.75	47.27± 4.08	47.92± 4.10
Lime sludge	38.10± 4.78	44.05± 2.08	47.40± 2.86

Iron can be stored in plant cells in the stroma of plastids as phytoferritin (Seckbach, 1982). Its content is high in dark-grown leaves (up to 50% of the total iron), but rapidly disappears during greening (Mark et al., 1981), and remains very low in green leaves.

**Table 4.** Relative chlorophyll contents of the 3<sup>rd</sup> leaves of corn on the measurement of 6<sup>th</sup>, 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> days (Spad Units) n=35± s.e.

Relative chlorophyll contents of the 3 <sup>rd</sup> leaves of corn (Spad Units)			
Treatments	6 <sup>th</sup> day	9 <sup>th</sup> day	11 <sup>th</sup> day
Control	30.06± 6.06	43.43± 2.49	45.87± 1.98
Sewage sludge	32.13± 5.19	41.77± 4.60	46.75± 4.30
Lime sludge	33.69± 3.64	42.88± 3.39	47.41± 1.62

After resupplying iron to deficient plants, however, the uptake rate is exceptionally high, and the phytoferritin leaf content may transiently increase dramatically (Lobreaux et al., 1992), and makes up as much as 30% of the total leaf iron (Van der Mark et al., 1982; Platt- Aloia et al., 1983). The localization of phytoferritin is not confined to chloroplasts: it can also be



detected in the xylem and phloem (Smith, 1984). The chlorophyll contents will be larger for larger iron contents (Machold, 1968). The sewage sludge and lime sludge contain a lot of iron (iron content in lime sludge: 241.00 mg kg<sup>-1</sup>, iron content in sewage sludge: 64.40 mg kg<sup>-1</sup>). The relative chlorophyll contents of the 3<sup>rd</sup> leaves of corn were higher in plant treated with lime sludge and sewage sludge than the control on the 6<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> days of measurement.

## Conclusion

The examined matters contain lots of useful elements for plants e.g. potassium, phosphorous, zinc and iron, and some harmful elements e.g. aluminum, chrome and lithium in addition. The plants can uptake these elements, and they may cause different effects on the development and growth of plants. The sewage sludge contains 2.5 times more potassium, 131 times more phosphorous and 4.5 times more zinc than the lime sludge. The sewage sludge contains lots of aluminum. The large quantity of aluminum did cause no harmful deformation on the plants. The dry matter accumulation of roots and shoots were higher when sewage sludge was added to the nutrient solution. The dry matter of shoots was under the control in the plants treated with lime sludge, but the dry matter of roots was above the control level. The relative chlorophyll contents of the 3<sup>rd</sup> leaves of corn were higher in plant treated with lime sludge and sewage sludge than the control on the 6<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> days of measurement.

## Acknowledgement

I would like to say many thanks to those companies for their help that have made the examined materials available to us: Ore, Mineral and Waste Recycling Works of Borsod Private Company Limited by Shares and Alkaloida Chemicals Co. Ltd.

## References

- Allway B. J., Tills A. R. (1984): Copper deficiency in world's crops. *Outlook Agriculture* 13, pp. 32-42.
- Brown J. C. (1979): Role of calcium in micronutrients stresses of plants. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 10, pp. 459-472.
- Cakmak, I., Kalayci, M., Ekiz, H., Braun, H.J., Kilinc, Y., Yilmaz, A. (1999): Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO science for stability project. *Field Crops Research* 60(1-2): 175-188.
- Graham, R.D., Ascher, J.S., Hynes, S.C. (1992): Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant Soil* 146: 241-250.
- Henaou, J., Baanante, C. (1999): Nutrient depletion in agricultural soils of Africa. 2020 Vision Brief 62. Washington, D.C. IFPRI.
- Higgs B., Johnston A.E., Salter J.L., Dawson C.J. (2000): Some aspects of achieving sustainable phosphorus use in agriculture. *J. Environmental Quality*, 29, pp. 80-87.
- James C. (1997): Progressing Public-Private Sector Partnerships in International Agricultural Research and Development. ISAAA No. 4. pp 2-26
- Sanchez P. A., Salinas G. (1981): Low input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. *Adv. Argon* 34, pp. 280-406.
- Snapp, S.S., Mafongoya, P.L., Waddington, S., (1998): Organic matter strategies for integrated nutrient management in smallholder cropping systems of southern Africa. *Agric. Ecosystem. Environ.* 71, pp. 158–200.
- Takkar, P.N., Chibba, I.M., Mehta, S.K. (1989): "Twenty years of Co-ordinated research of micronutrients in soil and plants (1967-1987)". Indian Institute of Soil Science. Bhopal IISS. Bull.
- Wyn Jones R. G., Bradly C. J. Speirs J. (1979): Ionic and osmotic relations in plant cells. In *Recent Advances in the Biochemistry of Cereals* (D.L. Laidman and R.G. Wyn Jones, eds.), pp.63-103. Academic Press, London.

**Sažetak****Utjecaj kanalizacijskog mulja i vapnenog taloga  
na rani razvoj kukuruza u laboratorijskim uvjetima**

Zaštita okoliša je naša zajednička zadaća. Sve zagađenja kojim su izložena naša tla, biljke i okoliš – u bilo kojem obliku - prije ili poslije će se pojaviti u hranidbenom lancu čovjeka koji je na vrhu tog hranidbenog lanca. Cilj našeg rada je dati kratak pregled nekih utjecaja industrijskog otpada na fiziološke parametre biljaka kukuruza. Istraživani su kanalizacijski mulj i vapneni talog. Ovi materijali sadrže puno korisnih elemenata za bilje (npr. željezo, fosfor, kalij, cink). Međutim, i sadržaj aluminija, kroma i litij su također značajni. Ispitivani su sadržaj elemenata kanalizacijskog mulja i filtrata vapnenog taloga, kao i akumulacija suhe tvari i relativni sadržaj klorofila u kukuruzu. Nepovoljni i povoljni fiziološki učinci ispitivanih materijala su potvrđeni. Kompenzacijski učinak okoliša je isključen, jer dakako neutralizacijski učinak okoliša nije beskonačna u prirodnim uvjetima.

**Ključne riječi:** kanalizacijski mulj, vapneni talog, kukuruz

## ***Trichoderma spp.* antagonist *Agaricus bisporus***

Romanjek Fajdetić Nataša<sup>1</sup>, Vinković Tomislav<sup>2</sup>, Baličević Renata<sup>2</sup>, Parađiković Nada<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište u Slavanskom Brodu, Dr. Mile Budaka 1, Slavonski Brod, Hrvatska  
(Natasa.RFajdetic@vusb.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet Osijek, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

### **Sažetak**

*Trichoderma spp.* je gljiva prisutna u gotovo svim tipovima tala. Njezina uloga u posljednje vrijeme sve više dobiva na značaju u području biološke zaštite. Upravo na osnovi *Trichoderma spp.* je razvijeno najviše preparata biološke zaštite. Otkriveno je da preferira područja sa velikom količinom zdravog korijenja koje ujedno i potiče na rast. Mehanizam djelovanja bazira se na principu razaranja stanične stijenke mikroorganizama štetočina koje na taj način zaustavlja u razvoju. *Trichoderma spp.* koja ima toliko pozitivnih svojstava, u intenzivnom gljivarstvu 1990-tih godina se pojavila u kontekstu štetnika. Izolirana je vrsta nazvana *Trichoderma aggressivum* koja dramatično ograničava rast *Agaricus bisporus* i rezultira razvojem zelene plijesni. Još uvijek se proučava na koji način djeluje. Primijećeno je da se ne hrani micelijem šampinjona, ali u vrijeme sporuliranja izlučuje neke toksične supstance koje onemogućavaju razvoj šampinjona. Problem je tim veći što se u proizvodnji ništa ne primjećuje sve do momenta kad se trebaju pojaviti prvi začeci pupova (primordiji) koji se nikad ne razviju.

**Ključne riječi:** *Trichoderma spp.*, biološka zaštita, *Agaricus bisporus*, zelena plijesan

### **Uvod**

Uzgoj povrća, cvijeća i gljiva pored agrotehničkih mjera zahtjeva i pravodobno rješavanje problema kod zaštite istih od bolesti i štetočina. Nove tehnologije uzgoja ovih kultura omogućavaju uzgoj kroz čitavu godinu. Ozbiljni proizvođači koji žele opstati na tržištu moraju osigurati pored kontinuiteta, kvalitete, kvantiteta i ekološki prihvatljiv proizvod. Današnji trendovi u fitomedicini nalažu upotrebu ekološki prihvatljivih metoda zaštite bilja koje se postižu smanjenjem upotrebe standardnih kemijskih sredstava (pesticidi) u zaštiti bilja te primjenom preventivnih mjera zaštite i najnovijih metoda bioloških mjera (Parađiković i sur., 2004.). Primjeni bioloških preparata daje se prednost pogotovo kada su u pitanju zaštićeni prostori i organska proizvodnja zbog pojave rezistentnosti patogena i štetnika na pesticide, a posebno kod uzgoja povrća (Parađiković i sur., 2008.). Cilj današnje fitomedicine je ekološki prihvatljiva zaštita bilja od bolesti koja se nastoji postići reduciranjem klasične kemijske zaštite bilja, primjenom preventivnih mjera zaštite i najnovijim dostignućima biološkog suzbijanja. Primjeni biopripravaka se može dati prednost u odnosu na primjenu kemijskih sredstava koja su zbog razvoja rezistentnosti postala neučinkovita, te zbog prisutnih rezidua pesticida (Cook i Baker, 1983.; Jolankai, 2006.). Biološko suzbijanje je alternativa primjeni kemijskih sredstava za zaštitu bilja.

## Rasprava

Rod *Trichoderma* spp. obiluje vrstama koje je moguće upotrijebiti u biološkoj borbi u svrhu suzbijanja fitopatogenih gljivica (Elad i sur., 1982.). U svijetu je najviše registriranih pripravaka na osnovu vrste *Trichoderma harzianum* (Harman, 2000.). Vrste roda *Trichoderma* Persoon: Fr. (*T. viride* Pers.:Fr., *T. hamatum* (Bon.) Bainer i *T. harzianum* Rifai) rasprostranjene su širom svijeta u mnogim tlima i već dugo su poznate kao mikoparaziti na različitim biljnim parazitima uključujući *Armillaria mellea*, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Chondrostereum purpureum*, *Sclerotium rolsfii* i *Heterobasidium annosum* (Cook i Baker, 1983.). *Trichoderma* spp. koja proizvodi razne antibiotske sastojke je najčešća vrsta gljiva u tlu i prisutna je u gotovo svim tipovima tala. *T. harzianum* proizvodi hidrolitičke enzime koji razgrađuju stanične stijenke mnogih mikroorganizama koje onda koristi kao hranu (Krupke i sur., 2003.). Može se upotrebljavati kao fungicid za folijarnu aplikaciju, za tretiranje sjemena i tla u svrhu suzbijanja različitih vrsta oboljenja prouzrokovanih patogenima gljiva. Preferira obitavati na mjestima velike količine zdravog korijenja koje ujedno i potiče na rast. Također inicira niz biokemijskih promjena u biljci podržavajući obrambeni biljni mehanizam čime ustvari inducira sistemičnu rezistentnost biljke na patogene odnosno potiču biljke da aktiviraju svoj prirodni obrambeni mehanizam. Poznato je da jedna od vrsta, *T. harzianum* proizvodi enzime kojima poboljšava raspadanje organske materije, otapanje fosfata i drugih teško topivih hranjiva kao i mikroelemenata u tlu čime ih čini dostupnijim biljci što rezultira poboljšanim rastom biljke. Ako se koristi za tretiranje sjemena zadržati će se na površini 1 m ili više dugačkog korijenja i 18 mjeseci poslije aplikacije (Harman, 2000.). Prilikom naseljavanja korijena ova gljiva napada i parazitira druge gljive u cilju dobivanja hranjiva. Do sada je otkriveno i detektirano 33 vrste. U novije vrijeme otkriveno je nekoliko novih metoda za biokontrolu i poboljšanje rasta korijenja čiji mehanizmi djelovanja pokazuju djelovanje stotine gena i genskih produkata koji su uključeni u taj proces. Proizvodi mnoge ekstracelularne enzime koji se npr. u tekstilnoj industriji upotrebljavaju za proizvodnju izbljednog traperera. Također se takvi enzimi upotrebljavaju za poboljšanje probavljivosti peradarske hrane na osnovi ječma i dr. žitarica. Osim toga razmatra se i primjena kao izvora transgena. Prema definiciji organizmi koji se rabe za biokontrolu moraju sadržavati veliki broj gena koji (kodiraju produkt da dozvoli biokontroli da počne djelovati) omogućavaju djelovanje biokontrole. Nekoliko gena je klonirano od *Trichoderma* spp. koji daju naslutiti da bi se moglo napraviti usjeve otporne na bolesti. Takvi geni koji se nalaze u *Trichoderma* spp. i mnogim drugim korisnim mikroorganizmima su baza prirodne zaštite mnogih usjeva. Postoji više mehanizama djelovanja: mikoparazitizam, antibioza, natjecanje za hranjiva, tolerancija na stres kroz poboljšanje korijenovog sistema i razvoja biljaka, razgradnja i iskorištavanje anorganskih hranjiva, inducirana rezistencija i inaktivacija patogenih enzima (Harman, 2000.).

Organizam se razvija kao tipična hifa 5-10 mikrometara u promjeru. Aseksualna sporulacija se pojavljuje u vidu zelenih konidija (3-5 mikrometara u promjeru) koje se oslobađaju u velikom broju.

U svijetu za potrebe biološke borbe postoje brojni pripravci temeljeni na *T. harzianum* i ostalim *Trichoderma* vrstama koji se primjenjuju u tlu radi prevencije bolesti korijenja, korijenovog vrata i stabljike. U Hrvatskoj je na osnovu gljivice *T. harzianum* T-39, registriran samo jedan biofungicid - Trichodex, a i njega je teško naći na tržištu. Prema definiciji biokontrolaški organizmi moraju sadržavati veliki broj gena koji omogućavaju djelovanje biokontrole. Klonirano je nekoliko gena *Trichoderma* spp. koji obećavaju da bi se moglo napraviti usjeve otporne na bolesti prema (Harman, 2000.).

Mehanizam djelovanja u svrhu biološke zaštite nije u potpunosti razjašnjen. *Trichoderma spp.* izlučuje beta-1,3glukozin i hitinazu kad se uzgaja na laminarinu i hitinu odnosno razara stanične zidove patogena *Sclerotinia rolsii* kao izvora ugljika (Elad i sur., 1982.). Prema autorima (Parađiković i sur. 2000, Baličević i sur., 2007.; Baličević i sur. 2008.) gljiva *T. harzianum* izolat T-22 i T 003 je korisna u suzbijanju patogena *Botrytis cinerea* u gerberu i *Phytilium debarianum* kao i *Fusarium* vrste u presadnicama povrća (salata, rajčica, kupus i brokule).

*Trichoderma spp.* koja ima toliko pozitivnih svojstava u smislu biološke zaštite i promotora biljnog rasta, u gljivarstvu se pojavila u kontekstu štetnika. Gljiva *T. aggressivum* je uzročnik oboljenja nazvanog zelena plijesan, predstavlja potencijalno devastirajući problem u komercijalnoj proizvodnji šampinjona (Guthrie i Castle, 2006.). Može se naseliti na kompostu koji još nije inokuliran micelijem, ali se najagresivnije razvija na inokuliranom kompostu. Nije uočen fungistatski efekt na micelij *Agaricus bisporus*, ali je uočena toksičnost u vrijeme sporulacije. *Trichoderma spp.* je inače normalno i prije bila prisutna u kompostu, ali nije radila nikakve ozbiljne štete, osim ponekih ograničenih polja zelene boje na pokrivenom kompostu ili ponekom mrljom na klobuku gljiva. 1990-tih taj soj je identificiran kao *T. harzianum* biotip 4 (Th4). Zelena plijesan razvija gusti bijeli micelij koji je popraćen zelenim sporuliranjem gljive. Pretpostavka je da se patogena gljiva unosi u proizvodne prostorije preko zaražene opreme ili osoblja. Drugi izvor može biti loše kompostirani supstrat odnosno kompost za proizvodnju gljiva. Jednom kad se pojavi vrlo brzo ulazi u interakciju sa *Agaricus bisporus* šireći se iz središta infekcije velikom brzinom. Zaraza komposta rezultira zelenom sporulacijom koja ostavlja za sobom crne površine sa malo ili ništa uroda (Wuest i sur. 1996). Još uvijek postoji nepoznanica kako točno *Trichoderma spp.* utječe na micelij *A. bisporus*, da li je to zato što izlučuje supstance koje koče njegov razvoj, da li je problem kompeticija za hranu ili je u pitanju nešto drugo. Nije zamijećen fungistatski efekt *Trichoderme* na micelij *A. bisporus*, ali kad je Th 2 počeo sporulirati otkivena je da toksično djeluje na *A. bisporus*. Čitavo vrijeme sporulacije rast micelija *A. bisporus* je bio značajno reducirano odnosno onemogućen, a zelena plijesan se brzo razvijala (Mamoun i sur., 1999.).

Još 1986. komercijalna proizvodnja šampinjona je bila ozbiljno ugrožena napadom zelene plijesni.. Prva zabilježena epidemija pojavila se u Irskoj i Ujedinjenom kraljevstvu. Uskoro su stigli i prvi izvještaji o napadu u Sjevernoj Americi (Seaby, 1996) i nedugo potom u Španjolskoj (Hermosa i sur., 1999). U svim slučajevima gljiva uzročnik naselila je kompost i rezultat je bio gubitak prinosa. Najozbiljnija pojava oboljenja je indicirana gubicima 30-100% što se dogodilo 1995. u Chester County, Pennsylvania (Seaby, 1998). Četiri genetski različita „biotipa“ su identificirana kao *T. harzianum* Rifai koji su bili povezani uz pojavu oboljenja (Muthumeenakshi i sur., 1994; Castle i sur., 1998; Gams i Meyer, 1998; Ospina-Giraldo i sur., 1998; Chen i sur. 2003; Chen i sur., 1998; Hermosa i sur. 1999). Od spomenutih biotipova su dva dijagnosticirana kao Th2 u Europi i Th4 u Sjevernoj Americi koji su povezani sa ozbiljnim gubicima u prinosima. Vrsta Th2 koja se pojavila u Europi još je nazvana *T. aggressivum*.

Problem kod pojave ove bolesti je što ništa ne upućuje na to da se nešto loše događa sa kompostom. Miris, boja, struktura i temperatura ne odstupaju po ničemu od urednog i zdravog komposta. Tek u momentu kad se trebaju pojaviti prvi pupovi (primordiji) primjeti se problem odnosno primordiji se nikad ne razvijaju.

## Literatura:

- Baličević R., Parađiković N., Čosić J., Rozman V., Šamota D. (2008): Suzbijanje zemljišnih parazita (*Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani*) na salati biološkim pripravkom. 43. hrvatski i 3. međunarodni simpozij agronoma Opatija 465-468.
- Baličević, R., Parađiković, N., Šamota D. (2007): Control of soil parasites (*Pythium debaryanum*, *Rizoctonia solani*) on tomato by a biological product. *Cereal Research Communication*. 35, 1001-1004.
- Castle, A., Speranzini, D., Rghei, N., Alm, G., Rinker, D., Bissett, J. (1998): Morphological and molecular identification of *Trichoderma* isolates on North American mushroom farms. *Appl Environ Microbiol* 64:133-137.
- Chen, X., Ospina-Giraldo M. D., Wilkinson V., Royse D. J., Romaine C. P. (2003): Resistance of pre- and post-epidemic strains of *Agaricus bisporus* to *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum*. 210 Buckhout Laboratory, Department of Plant Pathology, Pennsylvania State University Park, PA 16802, USA.
- Chen, X. (1998): *Trichoderma* green mold disease on *Agaricus bisporus*: Evidence for the introduction of a new genotype of the pathogen (PhD Thesis). Department of PLANT pathology, The Pennsylvania State University. 102 p.
- Cook, R.J., i Baker K.F. (1983) *The Nature and Practise of Biological Control of Plant Pathogens*. –APS, St. Paul, Minnesota.
- Elad Y., Chet I., Henis Y. (1982): Degradation of Plant Pathogenic Fungi by *Trichoderma harzianum*. *Canadian Journal of Microbiology* Vol. 28, no. 7: 719-725.
- Gams, W., Meyer, W. (1998): What exactly is *Trichoderma harzianum*? *Mycologia* 90:904-915.
- Guthrie J.L., Castle A.J. (2006): Chitinase production during interaction of *Trichoderma aggressivum* and *Agaricus bisporus*. *Canadian Journal of Microbiology*, Volume 52, Number 10, 961-967 (7).
- Harman, G. E. ( 2000): *Trichoderma spp., T. harzianum, T. viride, T. koningii, T. hamatum* and other *spp.* Cornell University, Geneva, NY 14456.
- Hermosa, M.R., Grondona, I., Monte, E. (1999): Isolation of *Trichoderma harzianum* Th 2 from commercial mushroom compost in Spain. *PI Dis* 83:591.
- Jolankai, M., Szentpetery, Zs., Hegedus, Z. (2006): Pesticide residue discharge dynamics in wheat grain. *Cereal research communications*, vol. 34 no. 1 505-508 pp.
- Krupke O.A., Castle A.J., Rinker D.L. (2003): The North American mushroom competitor, *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum*, produces anti fungal compounds in mushroom compost that inhibit mycelial growth of the commercial mushroom *Agaricus bisporus*. *Mycological Research* 107:12:1467-1475.
- Mamoun M.I., Savoie J.M., Olivier J.M. (1999): Interactions between pathogen *Trichoderma harzianum* Th2 and *Agaricus bisporus* in mushroom compost. *Mycologia* 92(2), 233-240.
- Muthumeenakshi, S., Mills, P.R., Brown, A.E., Seaby, D. A. (1994): Intraspecific molecular variation among *Trichoderma harzianum* isolates colonizing mushroom compost in the British Isles. *Microbiology* 140:769.
- Ospina-Giraldo, M.D., Royse, D.M., Thon, J.R., Chen, X., Romaine C.P. (1998): Phylogenetic relationships of *Trichoderma* from world-wide sources. *Mycologia* 90:76-81.
- Parađiković i sur., (2004). Biološke mjere zaštite u proizvodnji gerbera i presadnica. *Agronomski glasnik* 5. ISSN 0002-1954.
- Parađiković, N., Baličević, R., Čosić, J., Jurković, D. (2000): Suzbijanje *Fusarium oxysporum* na gerberama (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex JD Hook) biološkim pripravkom. *Agriculture Scientific and Professional Review* (1330-7142) 6, 2; 58-61.
- Parađiković i sur. (2008). Utjecaj biostimulatora na klijavost sjemena. *Sjemenarstvo* 25
- Seaby, D. (1996): Differentiation of *Trichoderma* taxa associated with mushroom production. *Plant Pathology*, Vol. 45, Issue 5, 905-912.
- Wuest, P.J., Anton, L.A., Beyer, D.M. (1996): Mushroom crop losses associated with *Trichoderma* green mold when compost was infested prior to casing was CACd or deer-scratched. *Mushroom Green Mold Round Table*. PSU. 43.

**Abstract*****Trichoderma* antagonist *Agaricus bisporus***

*Trichoderma spp.* is a ubiquitously distributed fungus in all types of soil. These fungi are used for the control of plant diseases. *Trichoderma spp.* grow and proliferate best in abundant healthy roots, and promote them to grow. A mechanism generally used by *Trichoderma spp.* in antagonism of other fungi is the secretion of cell wall degrading enzymes. During 1990's appeared the epidemic of green mold caused by *Trichoderma spp.* that was named *Trichoderma aggressivum*. This fungus does not use *Agaricus bisporus* mycelium as food, but has an inhibitory effect at the mycelia present in mushroom compost that resulted in devastating crop loss.

**Keywords:** *Trichoderma spp.*, biological protection, *Agaricus bisporus*, green mold

# Maize hybrids as raw material for bioethanol production

Drinić Mladenović Snežana, Radosavljević Milica, Semenčenko Valentina,  
Milašinović Marija, Filipović Milomir, Dumanović Zoran

*Maize Research Institute Zemun Polje, S.Bajiča 1, Belgrade, Serbia (msnezana@mrizp.rs)*

## Abstract

Renewability of maize as a raw material and growing environmental pollution by oil products represent two principal reasons for maize becoming one of the major raw materials for the energy production. The utility of five ZP maize hybrids for bioethanol production was studied. Obtained results show that the hybrid ZP 434 is extremely suitable for the production of bioethanol and starch, as it had the highest ethanol yield of 90.2% of the theoretical yield after 34 hours of fermentation, as well as, the maximum yield (65.16%) and starch recovery (93.14%). The lowest ethanol yield of 69.32% was recorded in the hybrid ZP 544. The similar ethanol yield (approximately 79%) was also detected in the hybrids ZP 704wx and ZP 341. The starch content is a property of a main difference of these two hybrids. The highest (74.13%) and the lowest (69.00%) starch content were determined in the hybrid ZP 704wx, i.e. ZP 341, respectively. Obtained results indicating that hybrid ZP434 is suitable for ethanol production.

**Keywords:** ethanol, fermentation, maize hybrids, starch

## Introduction

In 1925, Henry Ford had quoted ethanol, as „the fuel of the future“. He furthermore stated: „The fuel of the future is going to come from apples, weeds, sawdust – almost anything. There is fuel in every bit of vegetable matter that can be fermented.“ Today Henry Ford’s futuristic vision significance can be easily understood (Chandal et al., 2007). The importance of alternative energy source has become even more necessary not only due to the continuous depletion of limited fossil fuel stock but also for the safe and better environment. World fuel demand is projected to increase by 50% by 2030, whereas the world’s fuel reserves will be depleted in about 40 years according to some estimates (Energy Information Administration, 2007, IEA, 2006). The burning fossil fuel at the current rate is likely to create an environmental crisis globally. Use of fossil fuel generates carbon dioxide, methane and a significant quantity of nitrous oxide. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions from the transport sector worldwide have been increasing steadily in the past few decades, mainly due to the increasing production from road transport, representing the main gas responsible for the greenhouse effect and consequently global warming. For example, CO<sub>2</sub> emissions from the European transport sector alone could increase by 50% between now and 2020 (<http://www.nile-bioethanol.org>).



Ethanol production process only uses energy from renewable energy sources, no net carbon dioxide is added to the atmosphere, making ethanol an environmentally beneficial energy source (Bull et al., 1992; Kheshgi et al., 2000). Ethanol represents closed carbon dioxide cycle because after burning of ethanol, the released carbon dioxide is recycled back into plant material because plants use CO<sub>2</sub> to synthesize cellulose during photosynthesis cycle (Wyman, 1999). Ethanol derived from biomass is the only liquid transportation fuel that does not contribute to the green house gas effect.

Maize is one of the most important naturally renewable sources of carbohydrate raw materials, energy and series of diverse products. Compared to other crops with biofuel potential, maize can provide both starch (seed) and cellulosic (stover) material for bioethanol production. Seed companies have ongoing research effort to identify and develop maize hybrids for enhanced ethanol production. Today, most fuel ethanol is produced from maize by either the dry-grind or the wet-mill process. Two forms of ethanol production require notably different kernel traits. In dry-grind ethanol production, the entire kernel is ground into flour. The meals slurred with water to form a "mash". The mash is heated to gelatinize the starch, treated with enzymes to convert the starch to simple sugars and allowed to ferment. In wet milling, grain is soaked or "steeped" in water and diluted with sulfurous acid. The slurry is processed to separate the grain into its many component parts, including the starch used for ethanol production. Hybrids are being developed with higher extractable or fermentable starch content for wet and dry grind ethanol production respectable (Bothast et al., 2005). Serbia is an important maize producer not only in Europe but also in the world. In our country in 2008, the maize was grown on the area of 1,273,908 hectares. The total annual production amounted to 6.158 million tons with an average grain yield of 4.843 tons per hectare (Statistical year book R. Serbia, 2009). This means that there is enough corn for other purposes besides the food therefore significant amounts can be used for the bioethanol production. The aim of present study was to analyze the chemical composition and fermentable properties of grain as well as suitability of selected ZP maize hybrids for the bioethanol production.

## Material and methods

Grain of five ZP maize hybrids (ZP341, ZP434, ZP505, ZP544, ZP704wx) was milled to flour on the Perten Instruments laboratory mill. The standard chemical methods were applied to determine the content of starch, oil and proteins. Protein content was determined by the Kjeldahl and oil content by Sochal method. Grain starch content was analyzed by Ewers polarimetric method. Before ethanol fermentation two-step enzymatic hydrolysis of corn meal by commercially available  $\alpha$ -amylase (from *Bacillus licheniformis*, Termamyl® SC, Novozymes, Denmark) and glucoamylase (SAN Extra® L, Novozymes, Denmark, from *Aspergillus niger*) was done (Nikolić et al, 2009). The maize meal hydrolyzates obtained were good substrates for ethanol fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* (collection of BIB-TMF, Belgrade) yeast. During the maize meal hydrolysis and SSF process, the content of reducing sugars, calculated as glucose, was determined by 3,5-dinitrosalicylic acid. The ethanol concentration was determined based on the density of alcohol distillate at 20°C and expressed in weight % (w/w). Colony forming units (CFU) in suspension was determined by direct counting colonies grown in Petri dishes after the incubation of 44 h at 30°C (Nikolić et al, 2009).

## Results and discussion

Starch is main carbohydrate and chemical component of maize kernal. Averaged starch content is about 70%. Chemical composition of ZP hybrids ranged: starch from 69.00 to 74.13%;

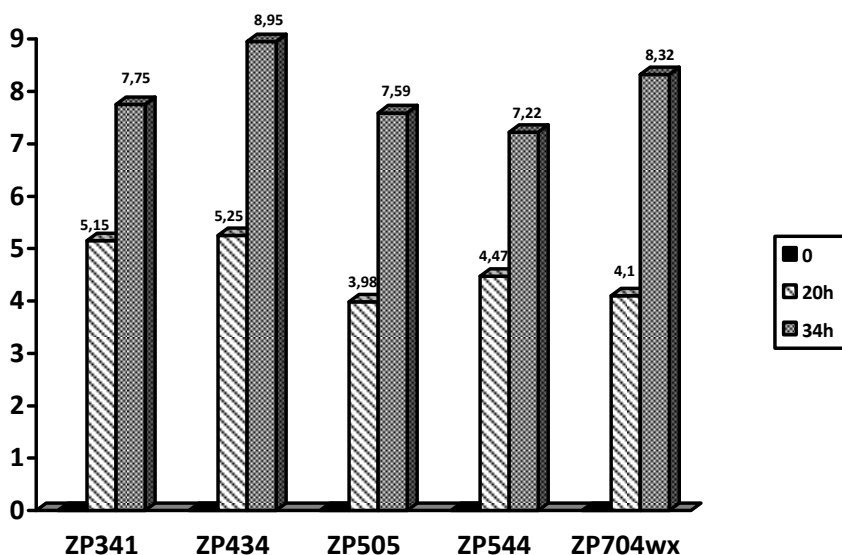
oil from 5.52 to 6.56%; proteins from 9.12 to 10.30% (Table 1.). Starch yield and starch recovery are two important traits that can influence ethanol yield. The highest starch yield and recovery have hybrid ZP434, 65.15% and 93.14%, respectively. The lowest has hybrid ZP704wx, 61.99% and 83.62%, respectively.

Today, ethanol from maize is produced almost exclusively from starch. After the two-step enzymatic hydrolysis of maize meal obtained hydrolyzates were ethanol fermentation. Ethanol content, glucose concentrations and a number of viable cells during the fermentation were determined in samples taken before fermentation and after 24 and 34 hours.

**Table 1.** Kernal chemical composition, starch yield and recovery of ZP maize hybrids

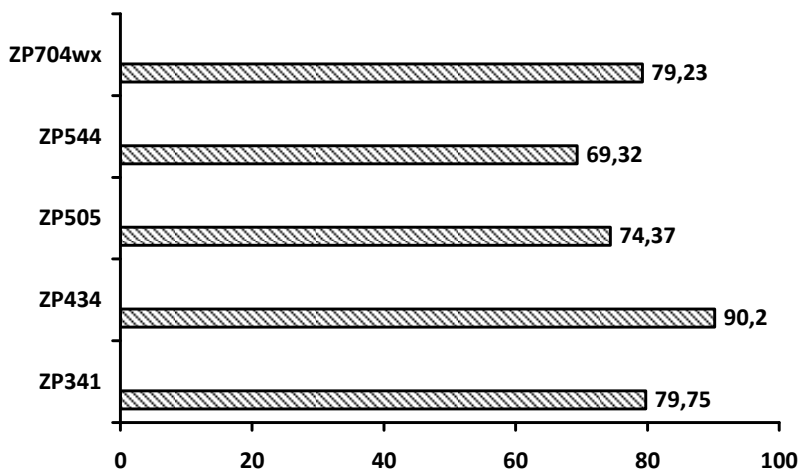
Hybrid	Protein (%)	Oil (%)	Starch (%)	Starch yield (%)	Starch recovery (%)
ZP341	9.57	6.28	69.00	63.91	92.63
ZP434	9.20	5.52	69.96	65.15	93.14
ZP505	9.38	6.48	71.99	62.37	86.64
ZP544	9.12	6.56	73.48	64.36	87.59
ZP704wx	10.30	5.71	74.13	61.99	83.62

Ethanol content after 34 hours of fermentation was between 7.22 and 8.95% (Figure 1). During fermentation in all analyzed samples grow of yeast biomass was obtained, but it was lower in hydrolyzates of hybrids ZP 505 and ZP 544. Yeast biomass concentration decreased after 34 h of fermentation ZP544 meal hydrolyzates. That could be due inhibition of yeast cell grow or faster obtaining stationary phase following with phase of cell died in this system.



**Figure 1.** Ethanol content (%) during the fermetation of maize meal hydrolyzates of five ZP hybrids

Maize hybrids differ in ethanol yield production. When samples of different maize grain were compared the highest ethanol-yielding samples produced about 15% more ethanol than the lowest ethanol-yielding samples (Bothast et al., 2005). The highest ethanol yield (in % of the theoretical yield) achieved after 34 hours of the fermentation of samples of corn meal hydrolysates was obtained with ZP 434, 90, 2% (Figure 2). The lowest ethanol yield of 69.32% was obtained with ZP 544. Hybrids ZP 704 and ZP 341 have similar ethanol yield, about 79%. These two hybrids significantly differ in starch content. The highest starch content have hybrid ZP704wx (74.13), and the lowest one hybrid ZP 341 (69.00). If compared ethanol yield of ZP 434 with ethanol yield of some another commercial hybrids, ranged from 76.79 to 92.35%, it can be concluded that ZP434 is very suitable for bioethanol production. The relationship between grain starch and ethanol yield is not completely understood. The highest starch-producing hybrid was not the highest ethanol producer (Dein et al., 2002). Hybrids may have higher ethanol production potential under different climatic conditions, just as their grain yields vary by location and year. Therefore, ethanol production may not necessarily be strongly related to grain starch content. Reicks et al. (2009) study the influence of maize hybrids, N availability, grain harvest moisture, and drying temperatures on dry-mill ethanol production. Results suggest that producers should apply the recommended N rates for maximum economic yields end plant adapted hybrids to maximize relative ethanol concentration.



**Figure 2.** Ethanol yield (in % of the theoretical yield) achieved after 34 hours of the fermentation of ZP hybrids meal hydrolyzate

In spite of laboratory based bioethanol success stories, the production of fuel ethanol at plant scale still remains a challenging issue. A positive solution to this issue could bring economic advantage not only for fuel and power industry, but also benefit the environmental rehabilitation and balance issues.

#### **Acknowledgments**

This study is part of Project TR20114 of MNTR of R. Serbia.

## References

- Bothast, R., (2005): New technologies in biofuel production. Agricultural Outlook Forum 2005. Presented: Thursday, February 24, 2005.
- Bull, SR, Riley CJ, Tyson KS and Costella R., (1992): Total fuel cycle and emission analysis of biomass to ethanol. In: Energy from Biomass and wastes vol . XVI (Klass DL ed.) Institute of gas technology, Chicago, IL. pp. 1-14.
- Chandel, A.K., Chan ES, Rudravaram R., Narasu M., Rao L. and Ravindra P., (2007): Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal. Biotechnology and Molecular Biology Review Vol. 2 (1), pp. 014-032.
- Dein, B.S., Bothast R.J., Iten L.B., Barrios L., Eckhoff S.R.,(2002): Fate of Bt protein and influence of corn hybrid on ethanol production. Cereal Chem. 79:582–585.
- Energy Information Administration. (2007)a. Annual energy outlook 2007 with projections to 2030. Available at: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/> (verified 28 Aug. 2007). USDOE, Energy Information Administration, Washington, DC.
- Energy Information Administration. (2007)b. World proved reserves of oil and natural gas, most recent estimates. <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/reserves.html> (verified 28 Aug. 2007). USDOE, Energy Information Administration, Washington, DC.
- IEA. (2006): World Energy Outlook 2006: Summary and conclusions. Available at <http://www.worldenergyoutlook.org/summaries2006/English.pdf> (verified 29 Aug. 2007). International Energy Agency, Paris.
- Khesghi, HS, Prince RC, Marland G., (2000): The potential of biomass fuels in the context of global climate change; Focus on transportation fuels. Annual Rev. Energy Environ. 25: 199-244.
- Nikolić, S, Mojović, L, Rakin, M, Pejin, D., (2009): Bioethanol production from corn meal by simultaneous enzymatic saccharification and fermentation with immobilized cells of *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*, Fuel, vol88, no.9, 1602-1607.
- Reicks, G., Woodard H., Bly A., (2009): Improving the Fermentation Characteristics of Corn through Agronomic and Processing Practices Agronomy Journal, Volume 101, Issue 1, 201-206.
- Wyman, C.E., (1999): Biomass ethanol: technical progress, opportunities, and commercial challenges. Annu. Rev. Energy Environ. 24, 189–226.

## Sažetak

### Hibridi kukuruza kao sirovina za proizvodnju bioetanol

Obnovljivost kukuruza kao sirovine i rastuće onečišćenje životnog okoliša gorivom predstavlja dva glavna razloga zašto je kukuruz postao jedna od glavnih sirovina za proizvodnju energije. Ispitivano je korištenje 5 ZP hibrida kukuruza za proizvodnju bioetanol. Dobiveni rezultati su pokazali da je hibrid ZP 434 vrlo pogodan za proizvodnju bioetanol i škroba, budući da ima najveći prinos etanola 90.2% od teorijskog prinosa nakon 34 h fermentacije kao i maksimalni prinos (65.16%) i obnovljivost škroba (93.14%). Najniži prinos etanola 69.32% ima hibrid ZP 544. Sličan prinos etanola (približno 79%) imaju hibridi ZP 704wx i ZP 341, dok se sadržaj škroba razlikovao kod ova dva hibrida. Najviši (74.13%) i najniži (69.00%) sadržaj škroba imali su hibridi ZP 704w, i. ZP 341. Dobiveni rezultati ukazuju da je hibrid ZP434 pogodan za proizvodnju bioetanol.

**Ključne riječi:** etanol, fermentacija, hibrid kukuruza, škrob

Izvorni znanstveni rad

## Utvrđivanje frekvencije rezistentnosti izolata *Cercospora beticola* (Sacc.) porijeklom s lokaliteta Šid prema karbendazimu i flutriafolu

Trkulja Nenad, Starović Mira, Aleksić Goran, Dolovac Nenad, Ivanović Žarko,

Poštić Dobrivoj, Gavrilović Veljko

*Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Teodora Dražera 9, Beograd, Srbija  
(trkulja\_nenad@yahoo.com)\_Srbija*

### Sažetak

Cilj ovog rada je bio utvrditi frekvenciju rezistentnosti izolata *Cercospora beticola* Sacc. porijeklom s lokaliteta Šid gdje se šećerna repa intenzivno uzgaja, prema benzimidazolima i DMI fungicidima. Utvrđivanje frekvencije rezistentnosti doprinijelo bi optimizaciji primjene fungicida za suzbijanje *C. beticola*. Fungicidi inhibitori demetilacije sterola (DMI), se zadnja dva desetljeća intenzivno koriste za suzbijanje *C. beticola* u svijetu. Prema njima je konstatirana pojava rezistentnosti u Grčkoj (Karaoglanidis i sur., 2000.) i u Italiji (Moretti i sur., 2004). Prema fungicidima iz grupe benzimidazola rezistentnost je utvrđena 1973. godine. (Georgopoulos i Dovas, 1973.). Njihova upotreba je reducirana posljednjih nekoliko godina, ali se i dalje koriste uglavnom formulirani u mješavini s fungicidima inhibitorima sinteze sterola (DMI). Rezultati istraživanja su pokazali da su populacije *C. beticola* vrlo rezistentne prema karbendazimu, frekvencija rezistentnosti iznosi 94.1%. Frekvencija rezistentnosti prema flutriafolu je manja, ali vrlo značajna i iznosi 26.5%. Na osnovu rezultata može se zaključiti da je potrebno provoditi monitoring zaštite šećerne repe u skladu sa antirezistentnom strategijom.

**Ključne riječi:** *C. beticola*, fungicidi, karbendazim, flutriafol, rezistentnost.

### Uvod

*Cercospora beticola* (Sacc.), uzročnik pjegavosti lišća šećerne repe je patogen koji se redovno javlja na poljima šećerne repe gdje se ona intenzivno uzgaja. Štete koje nastaju uslijed intenzivne pojave ove bolesti smanjuju kvalitetu i prinos korjena šećerne repe od 25% do 50% (Shane i Teng 1992.). Povoljni vremenski uvjeti, visoka relativna vlažnost zraka RH > 95%, temperatura u intervalu 20-30°C i česte padavine su glavni faktori koji izazivaju klijanje konidija i infekciju (Wolf i Verreet, 2004.). Zaštita usjeva šećerne repe u početku se vršila protektivnim fungicidima kao što su organski spojevi kalaja (fentin hidroksid i fentin acetat), ditiokarbamati (maneb, mankozeb). Organski spojevi inhibiraju klijanje spora i djelomično respiraciju, a pored protektivne aktivnosti imaju i određenu kurativnu aktivnost. Tokom dugogodišnje primjene dokazana je smanjena osjetljivost *C. beticola* na fentin hidroksid i fentin acetat (Giannopilitis,

1978.; Bugbee, 1995.; Weiland, 2000.). Fungicidi sa nespecifičnim djelovanjem djeluju na više procesa ili mjesta u stanici i obično imaju protektivnu nesistemičnu aktivnost. Djelovanje ovih fungicida uglavnom je usmjereno na sprječavanje klijanja spora. Ovi fungicidi se zato uglavnom primjenjuju prije ostvarenja infekcije i predstavljaju barijeru između biljke i gljive. Rizik za razvoj rezistentnosti prema ovim fungicidima je mali ili ga uopće nema (Nene i Thapliyal, 1994.). Ranih sedamdesetih godina prošlog stoljeća u primjenu se uvode benzimidazoli (benomil i karbendazim) koji su sistemični fungicidi i imaju specifično mjesto djelovanja. Oni se vezuju za tubulin strukturni protein mikrotubula diobenog vretena koji se sastoji od dvije podjedinice  $\alpha$  i  $\beta$  čime sprječavaju njihovo izduživanje i formiranje diobenog vretena, što rezultira opstrukcijom diobe stanica u procesu mitoze. Istraživanja su pokazala da se rezistentni patotipovi na benzimidazole ne javljaju u prirodi bez selektivnog pritiska fungicida, ali se pod njegovim utjecajem rezistentna populacija razvija progresivno. Rezistentnost na benzimidazole razvija se brzo i kvalitativnog je tipa odnosno zavisi o monogenskoj mutaciji. Nakon benzimidazola u primjenu se uvode i inhibitori sinteze ergosterola (DMI) fungicidi. DMI fungicidi djeluju specifično putem inhibicije citohroma P-450 od koga zavisi aktivnost 14 $\alpha$ -demetilaze sterola, odnosno C-14 demetilacija. Rezistentnost na DMI fungicide razvija se postepeno tijekom dužeg perioda primjene što u početku otežava razlikovanje rezistentnih i osjetljivih populacija. Promjene u osjetljivosti karakteriziraju se kao kvantitativne (poligenske), te stoga efikasnost fungicida iz ove grupe zadržava zadovoljavajuću efikasnost duži vremenski period (Karaoglanidis i sur., 2003.). U Srbiji od 1991. godine nema opsežnijih ispitivanja osjetljivosti *C. beticola* prema benzimidazolima iako su neke aktivne tvari i dalje registrirane za suzbijanje *C. beticola*. Također, ne postoje podaci o osjetljivosti populacija *C. beticola* prema DMI fungicidima. Na lokalitetu Šid šećerna repa se intenzivno uzgaja dugi niz godina. Cilj ovog rada je bio utvrditi frekvenciju rezistentnosti izolata porijeklom s lokaliteta gdje se šećerna repa intenzivno uzgaja prema benzimidazolima i DMI fungicidima.

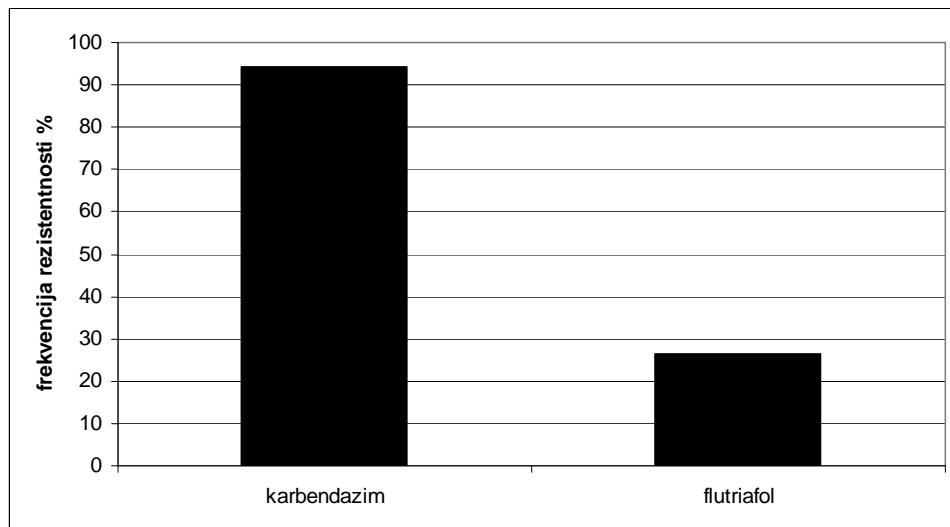
## Materijal i metode

Tijekom 2007. i 2008. godine s polja šećerne repe u okolici Šida sakupljani su listovi šećerne repe sa simptomima *C. beticola*. Listovi su pakirani u papirne vrećice i u prijenosnom hladnjaku preneseni do laboratorija Instituta za zaštitu bilja i životnu sredinu u Beogradu. U laboratoriju je obavljena izolacija patogena po metodi Karaoglanidis i sur., (2000). Vrhom igle iz jedne pjege s jednog lista prenesena je po jedna konidija *C. beticola* u Petrijevu posudu s PDA podlogom. Inkubacija je trajala dva dana u tami na temperaturi 25°C. Nakon dva dana, kolonije su prenesene na svježu PDA podlogu gdje su inkubirane deset dana pod istim uvjetima. Kolonije su zatim korištene za daljnja ispitivanja. Kvantifikacija osjetljivosti populacija *C. beticola* je bazirana na stupnju inhibicije porasta micelije na PDA podlozi. Za provjeru osjetljivosti izolata korištene su diskriminativne koncentracije flutriafola i karbendazima (1mg/l) (Karaoglanidis i sur., 2003.). Koncentracije od 1mg/l flutriafola i karbendazima u potpunosti zaustavljaju porast osjetljivih izolata, ali ne mogu zaustaviti porast rezistentnih izolata. S rubova kolonije isijecani su dijelovi micelije promjera 5mm i preneseni u Petrijeve posude sa ili bez fungicida. Inkubacija se odvijala sedam dana na temperaturi od 25°C u tami. Nakon sedam dana mjereno je porast micelije na podlozi. Izračunavanje je srednji porast na osnovu dva poprečna mjerenja za jedan izolat. Srednji porast je korišten za izračunavanje relativnog porasta izolata (RG) u odnosu na kontrolu.

## Rezultati i rasprava

Ukupno je izolirano 34 izolata s lokaliteta Šid iz pojedinačnih pjega sa zaraženih listova šećerne repe. Na osnovu porasta micelije na diskriminativnoj koncentraciji karbendazima od 1mg/l od

ukupno 34 ispitana izolata samo su dva bila osjetljiva. Frekvencija rezistentnosti na karbendazim bila je vrlo visoka 94.1%, dok je prosjek osjetljivih izolata bio vrlo mali 5.9%. Frekvencija rezistentnosti izolata *C. beticola* utvrđena za flutriafol je znatno niža nego za karbendazim i iznosila je 26.5%. Frekvencija osjetljivih izolata na flutriafol bila je 73.5% (Grafikon 1).



**Grafikon 1.** Frekvencija rezistentnosti izolata s lokaliteta Šid na krbendazim i flutriafol.

Prvi je put rezistentnost populacija *C. beticola* prema fungicidima konstatirana u Grčkoj (Georgopoulos i Dovas, 1973.). Primena benzimidazola protiv *C. beticola* u Grčkoj počela je 1971. godine nakon dvije godine izuzetno visokog nivoa efikasnosti došlo je do naglog smanjenja efikasnosti u svim oblastima gdje su se benzimidazoli koristili više puta u toku godine. Pojava rezistentnosti utvrđena je i u drugim dijelovima svijeta gdje se za suzbijanje *C. beticola* koristio benomil. Ruppel i Scott (1974.) su utvrdili pojavu rezistentnosti na benomil u svim regijama uzgoja šećerne repe u SAD-u. U Srbiji benomil se počeo intenzivno koristiti 1971. godine, a već tijekom 1974. i 1975. godine na nekoliko je površina konstatiran slab efekt zaštite i to na površinama na kojima se za zaštitu koristio benomil i do tri puta uzastopno. Potvrdu da se radi o rezistentnosti dao je Marić (1976.) nakon provjere osjetljivosti izolata uzetih s polja šećerne repe tijekom 1974-1975 godine. U narednom razdoblju benomil se koristio u kombinaciji s organskim spojevima, da bi se smanjio selekcijski pritisak na rezistentne populacije. Međutim neki preparati koji se i danas koriste pri zaštiti šećerne repe od *C. beticola* sadrže aktivne tvari iz grupe benzimidazola. Dobiveni rezultati ukazuju da se rezistentne populacije održavaju u prirodi zahvaljujući preparatima koji u svom sastavu sadrže benzimidazole. Benomil je prvi fungicid prema kome je *C. beticola* razvila rezistentnost, frekvencija rezistentnosti koja je tada zabilježena u Grčkoj bila je u intervalu 80-90% (Georgopoulos i Dovas, 1973.). Nakon potvrde rezistentnosti, benomil se u narednom razdoblju nije primjenjivao za suzbijanje *C. beticola*. Sredinom devedesetih godina prošloga stoljeća u Grčkoj je obavljen monitoring rezistentnosti na benzimidazole i utvrđena frekvencija rezistentnosti (20-25%) je bila znatno manja nego ona iz 1973. godine (Karadimos i sur., 2000.). U Srbiji su DMI fungicidi u upotrebi od početka 80-tih

godina. Marić i sur., (1981.) su utvrdili visok stupanj efikasnosti preparata iz grupe triazola. U narednom razdoblju zaštita šećerne repe od *C. beticola* zasnivala se na jednom tretmanu u toku godine sa benomilom, a ostala tretiranja su se izvodila sa DMI fungicidima i organskim preparatima (Gavran, 1991.). Opsežnih ispitivanja osjetljivosti populacija *C. beticola* prema DMI fungicidima u Srbiji do sada nije bilo. Trkulja i sur., (2008.) su ukazali na postojanje smanjene osjetljivosti *C. beticola* prema benzimidazolima i DMI fungicidima.

## Zaključci

Dugogodišnja upotreba benzimidazola na poljima šećerne repe u Vojvodini, uzrokovala je vrlo visoku frekvenciju rezistentnosti populacija *C. beticola* prema njima. Početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća kada je benomil intenzivno korišten za suzbijanje *C. beticola* došlo je do naglog razvoja rezistentnosti (Marić, 1976.). Takvo je stanje potvrđeno i 1991. godine kada se benzimidazoli nisu intenzivno koristili već je njihova upotreba bila ograničena na jedan tretman godišnje (Gavran, 1991.). Komercijalne formulacije fungicida koje se danas koriste za suzbijanje *C. beticola* su dvojne formulacije benzimidazola i DMI fungicida. Iz rezultata ovog pokusa može se zaključiti da se rezistentne populacije održavaju zahvaljujući upotrebi fungicida koji u svom sastavu sadrže neku od aktivnih tvari iz grupe benzimidazola. Dobiveni rezultati u ovom rada potvrđuju postojanje smanjene osjetljivosti populacija *C. beticola* na flutriafol. Obzirom da rezistentnost prema DMI fungicidima ovisi o promjenama na više gena (poligenetska rezistentnost). Dugotrajna upotreba DMI fungicida mijenja odnos rezistentnih i osjetljivih populacija tako što rezistentna populacija postepeno raste i postaje dominantna. Dalja upotreba DMI fungicida bez primjene antirezistentne strategije može inducirati drastično povećanje rezistentnih populacija *C. beticola* na poljima šećerne repe.

## Literatura

- Bugbee, W. M. (1995). *Cercospora beticola* tolerant to triphenyltin hydroxide. J. Sugarbeet Res. 32: 167-174.
- Gavran, S. M. (1991). Rezistentnost *Cercospora beticola* (Sacc.) na benzimidazole. Magistarska teza. Brograd.
- Georgopoulos, S. G., and Dovas, C. (1973). A serious outbreak of strains of *Cercospora beticola* resistant to benzimidazole fungicides in Northern Greece. Vol. 57, No.4 Plant disease reporter, 321:324.
- Giannopolitis, C. N. (1978). Occurrence of strains of *Cercospora beticola* resistant to triphenyltin fungicides in Greece. Plant Disease Reporter. No. 3. Vol. 62: 205-208.
- Karadimos, D.A., Ioannidis, P.I. and Thanassouloupoulos, C. C. (2000). The response of *Cercospora beticola* to benomyl. Phytopathol. Mediterr. 39 .329.
- Karaoglanidis, S, G., Ioannidis, P. M. and Thanassouloupoulos, C. C. (2000). Reduced sensitivity of *Cercospora beticola* isolates to sterol-demethylation-inhibiting fungicides. Plant Pathology 49, 567-572.
- Karaoglanidis, S. G., Menkissoglu-Spiroudi, U. I and Thanassouloupoulos, C. C. (2003). Sterol composition of DMI-resistant and sensitive field isolates of *Cercospora beticola*. J. Phytopathology 151, 431-435.
- Marić, A., Petrov, M. and Maširević, S. (1976). Pojava tolerantnosti kod *Cercospora beticola* Sacc. prema benomilu u jugoslaviji i mogućnosti suzbijanja ovog parazita. Zaštita bilja. Vol. XXVII (3-4), No. 137-138 (1976):227-236.
- Marić, A., Kosovac, V., Maširević, S. and Radulović, R. (1981). Efikasnost nekih fungicida u suzbijanju pegavosti lišća (*C. beticola*) i pepelnice (*E. Betae*) šećerne repe u mikro i makroogledima tokom 1981. godine. Jugoslovensko savetovanje o primeni pesticida. Zbornik radova. Opatija. 175-180.
- Moretti, M., Saracchi, M., Farina G. (2004). Morphological, physiological and genetic diversity within a small population of *Cercospora beticola* Sacc. Annals of Microbiology, 54(2): 129-150



- Nene, Y. L. and Thapliyal, P. H. (1994). Fungicides in plant disease control. Third edition.
- Ruppel, E. G. and Scott, P. R. (1974). Strains of *Cercospora beticola* resistant to benomyl in The U.S.A. Plant Disease Reporter 58: 434-436.
- Shane, W. W. and Teng, P. S. (1992). Impact of *Cercospora* Leaf spot on root weight, sugar yield, and purity of Beta vulgaris. Plant Disease. No. 8. Vol. 76: 812-820.
- Trkulja, N., Živković, S., Ivanović, Žarko., Dolovac, N., Starović, M., and Vukša, P. (2008): Osetljivost izolata *Cercospora beticola* (Sacc.) na karbendazim i flutriafol. IX Savetovanje o zaštiti bilja. Zlatibor 24- 28. 11. 2008.
- Weiland, J.J. (2000). A survey for the prevalence and distribution of *Cercospora beticola* to triphenyltin hydroxide and mancozeb and resistant to thiophonate methyl in 2000. USDA, Agricultural research service. Northern Crop Science Laboratory.
- Wolf, P.F.J. and Werreet, J.A. (2004). Factors affecting the onset *Cercospora* leaf spot epidemics in sugar beet and establishment of disease-monitoring thresholds. Phytopathology 95:269-274.

## Abstract

### Determining the frequency of resistance of isolates *Cercospora beticola* (Sacc.) originating from the location Sid to carbendazim and flutriafol

The aim of this study was to determine the frequency of resistance of isolates *C. beticola* to benzimidazoles and DMIs fungicides. The isolates originated from the location Sid where sugar beet grown intensively. Determining the frequency of resistance would contribute to optimizing the application of fungicides for suppression of *C. beticola*. Sterols demethylation inhibitors fungicides (DMIs), are used for suppression of *C. beticola* intensively in the last two decades world wide. The appearance of *C. beticola* resistance was noted in Greece (Karaglanidis et al., 2000), and in Italy (Moretti et al., 2004). The *C. beticola* resistance to benzimidazoles was reported for the first time in 1973 (Georgopoulos and Dovas, 1973). Their use has been reduced in recent years, but they are still used in mixtures with sterols demethylation inhibitors fungicides (DMIs). The results of the Sid population have shown high level frequency of resistance (94.1%) of *C. beticola* to carbendazim. Frequency of resistance to flutriafol was smaller but very significant and was 26.5%. Based on the results it can be concluded that it is necessary to conduct monitoring of sugar beet protection in accordance with anti-resistance strategy.

**Keywords:** *C. beticola*, fungicides, benzimidazoles, (DMIs), resistance

## Utjecaj uvjeta proizvodnje na kvalitetu sjemenskih gomolja krumpira sorte Desiree

Poštić Dobrivoj<sup>1</sup>, Momirović Nebojša<sup>2</sup>, Bročić Zoran<sup>2</sup>, Dolijanović Željko<sup>2</sup>,

Aleksić Goran<sup>1</sup>, Trkulja Nenad<sup>1</sup>, Ivanović Žarko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Teodora Drajzera 9, 11040 Beograd, (dpostic@yahoo.com)

<sup>2</sup> Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11000 Beograd-Zemun, Srbija

### Sažetak

Kvaliteta sjemenskog krumpira (*Solanum tuberosum* L.) sorte Desiree porijeklom s tri lokaliteta različite nadmorske visine (nv.) ocjenjivana je tijekom pet tjedana naklijavanja. Najveći prosječni broj klica po gomolju i kapacitet klijanja (%), sorta Desiree formirala je na najvećoj nv. (1600 m) u obje godine istraživanja. Vrijednost životne sposobnosti klica i dužina najduže klice rasla je s porastom nadmorske visine i veća je u drugoj godini istraživanja. Svi gomolji, bez obzira na nadmorsku visinu, postigli su 100%-tno klijanje gomolja već poslije trećeg tjedna naklijavanja. Sjemenski materijal sorte Desiree dobiven iz istraživanja sa sve tri nadmorske visine bio je dobre kvalitete.

**Ključne riječi:** Krumpir, kvaliteta gomolja, klice, naklijavanje

### Uvod

Kvaliteta sjemenskih gomolja krumpira za sadnju ovisi o agroekološkim uvjetima tijekom vegetacije (temperatura, vlažnost, svjetlost, plodnost i tip tla) i uvjeta čuvanja tijekom skladištenja, a upravo ovi uvjeti određuju i svojstva sjemenskog krumpira koja direktno utječu i definiraju kvalitetu gomolja krumpira za sadnju. Dobra kvaliteta sjemena za sadnju krumpira uvjet je za dobivanje zdravih, jakih biljaka koje će dati visok prinos dobre kvalitete (Struik i Wiersema, 1999.). Kvaliteta sadnog materijala krumpira određena je svojstvima sjemenskih gomolja: fiziološkom starošću, stupnjem razvoja klica, krupnoćom gomolja i općim zdravstvenim stanjem. Fiziološka starost definira se kao: "stupanj razvoja sjemenskih gomolja krumpira" (Struik, 2009.), ili "...fiziološko stanje gomolja koje utječe na produktivnost" (Bohl i sur., 2003.). Stupanj razvoja klica u vrijeme sadnje određuje biološku sposobnost gomolja i može imati jak utjecaj na brzinu i uniformnost pojavljivanja stabljike i prinos (McKeown, 1994.). Krupnoća gomolja utječe na životnu sposobnost i određuje veličinu i krajnji prinos biljke (Rykbost i Locke, 1999.). Značaj krupnoće gomolja ogleda se preko broja klica i vigora. Međutim, ograničena je i povezana sa fiziološkom starošću gomolja. Sadni materijal sjemenskih gomolja krumpira mora biti potpuno zdrav, odnosno slobodan od prisutnosti patogena uzročnika i štetočina krumpira. Samo uz upotrebu sjemena dobre kvalitete i ostale jednake uvjete (agrotehnika, gnojidba, zaštita

i dr.) moguća je ekonomična i rentabilna proizvodnja krumpira. Cilj istraživanja bio je ustanoviti utjecaj različitih uvjeta proizvodnje na pokazatelje kvalitete sjemenskih gomolja krumpira sorte Desiree.

### Materijal i metode

Poljski pokusi su izvedeni tijekom 2000. i 2001. godine na tri lokacije Kotraža (700 m nv.), Sjenica (1300 m nv.) i Golija (1600 m nv.). Sjemenski usjevi krumpira (*Solanum tuberosum* var Desiree) sađeni su sredinom mjeseca svibnja. U punoj fiziološkoj zrelosti iz usjeva krumpira je uzorkovano po 200 gomolja, a kalibriranjem uzoraka izdvojeno je 40 gomolja (35-55 mm) koji su čuvani do kraja prosinca (RH 95%,  $t=2-4^{\circ}\text{C}$ ). Početkom siječnja uzorci su preneseni u fitotron gdje je izvršena termička indukcija (7-10 dana) radi prekida dormantnosti (početne  $t_0=10-12^{\circ}\text{C}$  do završne  $t_1=18-20^{\circ}\text{C}$ , RH 90-95%). Siguran znak prekida dormantnosti gomolja je pojava apikalnih klica, koje su uklonjene čime se omogućilo formiranje većeg broja ujednačenih klica iz bočnih okaca, (Momirović i sur., 2000.; Poštić i sur., 2009.). Naklijavanje je izvedeno europskom metodom koja se sastoji iz: tamne faze ( $t=18-20^{\circ}\text{C}$ , RH=90-95%, 14 dana) i svijetle faze ( $t=10-12^{\circ}\text{C}$ , jedna svjetiljka 40-65 W na 4-5 m<sup>2</sup>, 9h/dan, RH=75%, 21 dan). Ocjenjivani su slijedeći pokazatelji kvalitete: postotak proklijalih gomolja, broj klica po gomolju, dužina klice, životna sposobnost i kapacitet klijanja. Klijavost gomolja je izračunata kao postotak proklijalih gomolja u uzorku. Gomolji su smatrani proklijalim kada su imali barem jednu vidljivu klicu najmanje 3 mm dužine (Wiersema, 1985.). Svih četrdeset gomolja iz uzorka korišteni su za određivanje prosječnog broja klica po gomolju. Dužina klice je određena mjerenjem dužine najduže klice na sjemenskom gomolju pomoću pomične mjerke. Životna sposobnost klica ocjenjivana je na temelju debljine bazalnog dijela klice, pomoću skale od 1 do 5 bodova, gde je: 1= vrlo nizak vigor (gdje više od 1/2 gomolja iz uzorka imaju klice  $\leq 1\text{mm}$  debljine i dužine  $\leq 3\text{ mm}$ ), 2= nizak vigor (gdje više od 1/2 gomolja iz uzorka imaju klice  $\leq 2\text{mm}$  debljine i dužine  $\leq 4\text{ mm}$ ), 3= dobar vigor (gde više od 1/2 gomolja iz uzorka imaju klice  $\leq 4\text{mm}$  debljine i dužine  $\leq 4\text{ mm}$ ), 4= visok vigor (gde više od 1/2 gomolja iz uzorka imaju klice  $\leq 4\text{mm}$  debljine i dužine  $\geq 4\text{ mm}$  ali nisu postigle zelenu boju) i 5= vrlo visok vigor (gde više od 1/2 gomolja iz uzorka imaju klice  $\leq 4\text{mm}$  debljine i dužine  $\geq 4\text{ mm}$  ali su postigle jaku zelenu boju bez vidljivih nedostataka). Kapacitet klijanja (%) izračunat kao količnik težine klica i mase gomolja preračunat u postotke ocijenjen je na kraju naklijavanja. Dobiveni podaci su obrađeni statistički, metodom analize varijance a za pojedinačnu usporedbu korišten je test najmanje značajne razlike (Lsd-test).

### Rezultati i diskusija

postotak proklijalih gomolja u prva dva tjedna naklijavanja možemo uvjetno prihvatiti kao brzinu klijanja, jer od trećeg tjedna svi gomolji kličaju 100% (Tablica 1.). Sjemenski gomolji porijeklom s nižih nadmorskih visina (nv.) brže su klijali u prva dva tjedna što je vjerojatno posljedica veće sezonske stimulacije fiziološke starosti.

**Tablica 1.** Postotak prokljalih gomolja u prva dva tjedna naklijavanja sorte Desiree

Tjedan	Godina	Nadmorska visina (m)		
		700	1300	1600
Prvi	2000.	57	68	45
	2001.	76	75	52
	X	65,50	71,50	48,50
Drugi	2000.	85	95	79
	2001.	96	97	95
	X	90,50	96,00	87,00

Postotak prokljalih gomolja raste na svim ispitivanim nv. s dužinom naklijavanja, što se podudara s rezultatima (Poštić, 2007.; Gachango i sur., 2008.; Poštić i sur., 2009.). Analizom varijance utvrđen je vrlo značajan utjecaj pojedinačnih faktora nadmorske visine (A), dužina naklijavanja (B) i njihove interakcije (A x B) u obje godine ispitivanja na broj klica, dužinu klica po gomolju i životnu sposobnost.

**Tablica 2.** Prosječan broj i dužina klica po gomolju poslije trećeg tjedna naklijavanja sorte Desiree

Nadmorska visina (m) (A)	Tjedan naklijavanja (B)	Godina			
		2000.		2001.	
		Broj klica	Dužina klica (mm)	Broj klica	Dužina klica (mm)
700	III	6,70	10,00	6,12	15,00
	IV	6,92	11,00	6,23	15,50
	V	7,40	11,50	6,32	16,25
	X	7,01	10,83	6,22	15,58
1300	III	6,64	9,50	5,48	16,50
	IV	6,94	12,50	5,70	17,50
	V	7,31	13,50	6,13	19,00
	X	6,96	11,83	5,77	17,67
1600	III	7,51	12,50	6,05	14,25
	IV	7,75	13,75	6,41	16,50
	V	8,20	15,25	6,74	21,50
	X	7,82	13,83	6,40	17,42

**Tablica 3.** Prosječne vrijednosti životne sposobnosti sjemenskih gomolja sorte Desiree

2000. Godina	Nadmorska visina (m) (A)			Tjedan naklijavanja (B) X
Tjedan naklijavanja (B)	700	1300	1600	
I	1,36	1,53	1,09	1,33
II	1,84	2,37	1,65	1,95
III	2,36	2,43	2,06	2,28
IV	2,93	2,99	2,79	2,90
V	3,15	3,62	3,12	3,30
X(B)	2,33	2,59	2,14	2,35
F	A 23,13**	B 433,15**	AB 4,55**	
LSD <sub>0,05</sub>	0,09	0,12	0,20	
LSD <sub>0,01</sub>	0,16	0,13	0,35	
2001. Godina / Year	Nadmorska visina (m) (A)			Nedelje naklijavanja (B) X
Nedelje naklijavanja (B)	700	1300	1600	
I	1,92	2,40	1,97	2,10
II	3,15	3,41	3,12	3,23
III	3,74	3,68	3,65	3,69
IV	4,24	3,99	3,89	4,04
V	4,33	4,24	4,28	4,28
X(B)	3,48	3,54	3,38	3,47
F	A 21,03**	B 707,73**	AB 6,52**	
LSD <sub>0,05</sub>	0,07	0,09	0,17	
LSD <sub>0,01</sub>	0,13	0,17	0,29	

Fiziološka kvaliteta sjemena utječe na ponašanje sjemena pri klijanju i djeluje na klijanje svakog okca, broj obrazovanih klica po okcu i na njihov vigor (Sturz i sur., 2000.). Broj klica, dužina klica po gomolju i životna sposobnost rastu na svim ispitivanim nv. s dužinom trajanja naklijavanja. Do sličnih rezultata došli su (Poštić, 2006.; Gachango i sur., 2008.; Poštić i sur., 2009.;).

Najveći broj klica po gomolju u prvoj godini (8,20) i najveću dužinu klica u drugoj godini ispitivanja (21,50 mm), (Tablica 2.) formirali su gomolji porijeklom sa 1600 m nv. Najmanji broj klica po gomolju formirali su gomolji u drugoj godini (6,13) porijeklom sa 1300 m nv., dok su najmanju dužinu klica po gomolju (11,50mm) imali gomolji porijeklom sa 700 m nv. (Tablica 2.). Fiziološka starost određuje ponašanje svakog pojedinačnog pupoljka na sjemenskom gomolju i stoga utječe na broj klica po okcu (Moll, 1994.; Struik, 2007.; Poštić i sur., 2009.; Struik, 2009.). Gomolji su u prvoj godini postigli dobar vigor (od 3,12 do 3,62), (Tablica 3.), dok su u drugoj godini gomolji imali visok vigor, koji se kretao (od 4,24 do 4,33). Mnogi autori smatraju da je vigor klica određen procesima koji se dešavaju unutar gomolja za vrijeme skladištenja, odnosno fiziološkom starošću (Brown i Blake, 2001.; Struik, 2007.; Struik, 2009.).

**Tablica 4.** Kapacitet klijanja (%) gomolja krumpira sorte Desiree poslije 5 tjedana naklijavanja

Godina	Nadmorska visina (m)	Kapacitet klijanja (%)
2000.	700	0,24
	1300	0,33
	1600	0,42
2001.	700	0,64
	1300	0,74
	1600	0,85

Kapacitet klijanja gomolja (%) odnosno masa klica po gomolju raste u obje godine istraživanja s porastom nadmorske visine, dok su gomolji u drugoj godini ispitivanja postigli veći kapacitet klijanja u odnosu na prvu godinu (Tablica 4.). Najveći kapacitet klijanja ostvaren je na 1600 m nv. (0,42-0,85%), dok je najmanji postignut (0,24-0,64%) na 700 m nv (Tablica 4.). Kapacitet klijanja gomolja ovisi o metabolizmu unutar gomolja koji se nastavlja poslije vađenja i uzrokuje promjene od kojih zavisi biološka sposobnost (Morrenhof, 1998.).

### Zaključak

Rezultati ispitivanja ukazuju da se u agroekološkim uvjetima na sva tri lokaliteta Kotraže, Sjenice i Golije može proizvesti sjemenski materijal krumpira dobre kvalitete. Niže dnevne temperature zraka na većim nadmorskim visinama, odnosno kolebanje temperatura zraka dan/noć, noćne pojave rose i izmijenjeni spektralni sastav svjetlosti pogoduju dobivanju sjemena dobre kvalitete. Na osnovu dvogodišnjeg istraživanja ustanovljen je značajan utjecaj ispitivanih faktora na pokazatelje kvalitete sjemenskih gomolja sorte Desiree. Svi ocjenjivani pokazatelji kvalitete gomolja krumpira ostvarili su veće vrijednosti u drugoj godini osim broja klica po gomolju. Veći broj klica po gomolju i manje vrijednosti ostalih pokazatelja kvalitete sjemenskih gomolja u prvoj godini istraživanja vjerojatno su posljedica veće sezonske stimulacije fiziološke starosti uslijed većih temperatura zraka i pretrpljenog stresa od suše.

### Literatura

- Bohl, W.H., Olsen, N., Love, S.L., and Nolte, P., (2003): Seed and planting management. pp. 91-114. Chap. 7. In Potato Production Systems. Publ. Univ. Idaho Extension.
- Brown P.H. and M. Blake, (2001): Improving seed potato production. Univesity of Tasmania, The Department of Primary Industries, Water and Environment and Industry.
- Gachango E., Shibairo S., Kabira J., Chemininwa G. and Demo P., (2008): Effects of light intensity on quality of potato seed tubers. African Journal of Agricultural Research Vol. 3 (10), pp. 732-739.
- McKeown, A.W. (1994): Evaluation of chitting to enhance earliness of potatoes grow in southern Ontario. Canadian Journal of Plant Science. 74, 159-165.
- Moll, A., (1994): The effects of physiological aging of seed tubers on growth characteristics of eight potato cultivars tested under controlled conditions, Plant Breeding Abs., Vol. 64, No. 10, pp. 1462-1463.
- Momirović, N., Mišović, N. i Bročić, Z., (2000): Savremena tehnologija gajenja krompira za različite namene., Arhiv za poljoprivredne nauke 61, str. 45-72, Beograd.
- Morrenhof Jan (1998): The Road to Seed Potato Production, Hettema 100 years, ed. NIVAA, Den Haag, The Netherlands, pp. 1-70.

- Poštić, D. (2006): Uticaj agroekoloških uslova proizvodnje semenskog useva na životnu sposobnost krtola krompira. Magistarski rad, Polj. fak., Beograd, st.1-128.
- Poštić D., R. Sabovljević, J. Ikanović, M. Davidović, Đ. Goranović (2007): Uticaj agroekoloških uslova proizvodnje na pokazatelje životne sposobnosti semenskih krtola krompira. Selekcija i semenarstvo, Vol. XIII, No. 3-4, str.31-41, Novi Sad.
- Poštić D., Sabovljević R., Ikanović J., Davidović M., Goranović Đ., (2009): Uticaj agroekoloških uslova proizvodnje i predtretmanana na životnu sposobnost semenskih krtola krompira sorte Desiree. Zbornik Naučnih radova XXIII Savet. agronoma, veterinara i tehn., Vol. 15, br. 1-2, str. 99-111.
- Rykbost, K.A. and Locke, K.A. (1999): Effect of seed piece size on performance of three varieties in the Klamath Basin of Oregon. Am. Journal of Potato Research. 76, 75-82.
- Sturz, A.V., W. Arsenault and B. Sanderson, (2000): Production of Processing Potatoes from Whole Seed. Agriculture, Fisheries and Aquaculture. P. E. Island, Canada.
- Struik, P.C. and Wiersema, S.G. (1999): Seed potato technology. Wageningen Press, The Netherlands.
- Struik, P.C., (2007): Physiological Age of Seed Tubers. Potato Research 50: 375-377
- Struik, P.C., (2009): Importance of the physiological age of seed potatoes. Plantkongres.
- Wiersema, S. G., (1985): Physiological development of potato seed tubers. Technical information bulletin 20. International potato centre, Lima, Peru, p. 16.

## Abstract

### Effect conditions of production on quality potato seed tubers cv. Desiree

The aim was to establish the impact different conditions of production on the indicators of quality potato seed tuber cv. Desiree. Field trials were conducted during the 2000 and 2001 year at three different altitude in Serbia, in Kotraž (700 m a.s.l.), Sjenica (1300 m a.s.l.) and Golija (1600 m a.s.l.). The highest average number of sprouts per tuber and sprouting capacity (%) cultivar Desiree was formed in the high altitude (1600m a.s.l.) in both years of research. Value of sprout vigor and length of longest sprouts increase with increasing altitude and was greater in the second year of research. All tubers regardless of the altitude attain 100% sprouted tubers after third week sprouting. Seed material cv. Desiree obtained with all three examination altitude was of good quality.

**Keywords:** Potato, quality tuber, sprouts, sprouting

## Utvrđivanje područja za uzgoj lucerne geostatističkom metodom kriginga

Đurđević Boris, Vukadinović Vladimir, Radović Višnja, Kovačić Goran

Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska, (bdurdevic@pfos.hr)

### Sažetak

Lucerna (*Medicago sativa* L.) zbog svoje krmne vrijednosti, visokog udjela bjelančevina i povoljnih hranidbenih vrijednosti jedna je od najvažnijih krmnih kultura u proizvodnji voluminozne hrane. Vrlo je važno kvalitetno procijeniti pogodnost tla kako bi mogli ostvariti zadovoljavajuće prinose i povoljnu hranidbenu vrijednost krme. Cilj ovog rada je procjena pogodnosti zemljišta za uzgoj lucerne tj. kvantitativno opisati kakvoću određenog tla i prikazati nedostatke unutar jednog sustava korištenja tla. Korištenjem GIS alata moguće je vizualizirati pogodnost i prikazati je na različitim podlogama, tj. kartama, a geostatističkom analizom krigingom omogućena je rajonizacija proizvodnog područja temeljem kvantitativne ocjene pogodnosti za uzgoj lucerne. Kompjutorski model procjene pogodnosti tla za lucernu podržan GIS-om pokazao se brzim i efikasnim, te uz više točnih podataka o tlu model bi mogao uz manje rizika procijeniti pogodnost za uzgoj lucerne.

**Ključne riječi:** lucerna, kriging, GIS, procjena pogodnosti

### Uvod

Obzirom na veliki interes za uzgoj lucerne (*Medicago sativa* L.) zbog svoje krmne vrijednosti vrlo je važno objektivno procijeniti pogodnost tla kako bi mogli ostvariti zadovoljavajuće prinose uz visoki udio bjelančevina i povoljnu hranidbenu vrijednost. Procjena proizvodnoga potencijala nekog tla uključuje ne samo agroekološka svojstva nego i kvantifikaciju upotrebe toga tla (Vukadinović i Lončarić, 1998.) Konvencionalne metode bonitiranja tala, svrstavanjem tla u „bonitetne klase“ ne prikazuju potpunu sliku o određenom zemljištu, jer stvarna produktivnost zavisi od niza složenih interakcija te velikog broja činitelja koji utječu na prinos i kvalitetu usjeva. Cilj ovog rada je procijeniti pogodnost zemljišta za uzgoj lucerne tj. kvantitativno opisati kakvoću određenoga tla i prikazati nedostatke unutar jednog sustava korištenja tla. Također upotrebom GIS alata ti podaci se mogu vrlo lako vizualno prikazati na različitim podlogama tj. kartama. Lucerna zahtjeva duboka, rahla i plodna tla, povoljnih vodozračnih odnosa, a najbolje uspijeva na glinasto–ilovastim tlima tipa černozem, degradirani černozem i smeđim tlima. Optimalna pH reakcija tla treba biti oko 7,0, ali uspijeva i pri vrijednosti pH 6,2 uz uvjet da je u tlu prisutno 0,02-0,03% Ca, kao i na slabo alkalnim tlima pH ispod 7,5 (Stjepanović i sur., 2009.). Na kiselim tlima s pH vrijednosti ispod 5,2 i jako alkalnim tlima se ne može uzgajati, te na tlima s visokom razinom podzemne vode (dubina vode na 1,5m).



## Materijali i metode

Na području istočne Hrvatske prikupljeno je u periodu od 2003. do 2009. godine 17476 uzoraka tla. Uzorci tla uzimani su agrokemijskom sondom do 30 cm s po 25 uboda na 3-5 hektara, svaki uzorak sadrži geografsku poziciju i nadmorsku visinu određenu GPS uređajem. Kemijska analiza tla provedena je standardnim metodama koje se koriste u Hrvatskoj: pH (H<sub>2</sub>O i M KCl, 1:5 v/v) (ISO 10390, 1994.), hidrolitička kiselost provedena je ekstrakcijom Na-acetatom (Vukadinović i Berić, 1988.), postotak humusa dobiven je bikromatnom metodom (ISO 14235, 1998.), količina karbonata u tlu volumetrijskom metodom, a biljkama pristupačni fosfor i kalij AL metodom (Egner i sur., 1960.). KIK (kationsko izmjenjivački kompleks tla) proračunat je empirijskom formulom pomoću kompjuterskog programa ALRxp (Vukadinović i sur., 2001.), volumna gustoća i sadržaj gline empirijske su veličine izračunate iz teksturne klase na temelju egzaktnih proučavanja velikoga broja mehaničkih svojstava tala, a biogenost tla procijenjena je uvidom na terenu prilikom uzimanja uzorka tla. Količina oborina na geografskoj visini procijenjena je na temelju podataka količine oborina u pojedinim točkama geografske duljine na kojima je uzet uzorak tako da je korigirana s obzirom da količina oborina raste za 35 mm za svakih 100 m nadmorske visine. Temperatura na određenim točkama geografske visine na kojima je uzet uzorak procijenjena je na temelju geografske duljine tako da je korigirana s obzirom da temperatura opada za 0,65 °C za svakih 100 m nadmorske visine (Zaninović i sur., 2008.). Tip tla za svaki uzorak je određen uz pomoć pedološke karte Republike Hrvatske (Bogunović i Špoljar, 2001.) razvrstana u dvije klase A-automorfna i B-hidromorfna (Škorić, 1986.). Svi podaci uvedeni su u bazu podatka koja se statistički prostorno analizira/vizualizira pomoću GIS alata (ARCMaP 9.3). Također pomoću programa ARCMaP 9.3 geostatističkom metodom kriginga procijenjena je relativna pogodnost tla za uzgoj lucerne na području istočne Hrvatske. Procjena krigingom se temelji na upotrebi postojećih tzv. kontrolnih točaka čiji je utjecaj na procjenu izražen odgovarajućim težinskim koeficijentima. Program koristi kontrolne točke pomoću kojih na temelju udaljenosti i vrijednosti susjednih točaka (minimalno dvije) proračunava potencijalnu pogodnost određenog zemljišta za uzgoj lucerne. Relativna pogodnost tla za lucernu proračunata je po principu vrednovanja indikatora pogodnosti koji direktno utječu na uzgoj lucerne (Tablica 1.).

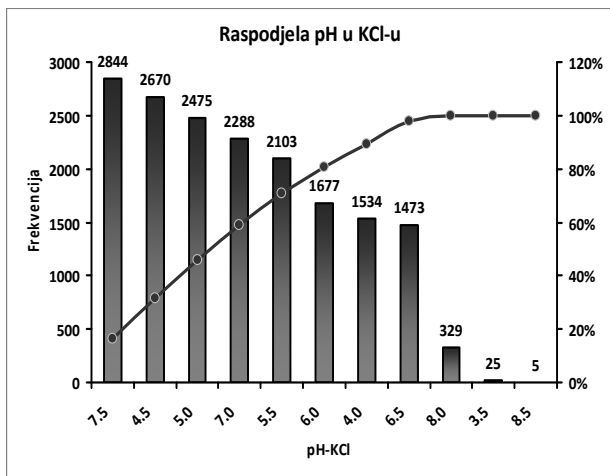
**Tablica 1.** Minimalne i maksimalne vrijednosti indikatora plodnosti i analizirane vrijednosti

	analizirane vrijednosti		vrijednosti indikatora	
	min	max	min	max
pH (KCl)	3,0	8,20	1	25
Klasa tla	hidromorfna tla	automorfna tla	-10	20
Volumna gustoća (tgr)	1,20	1,75	3	20
Fosfora mg/100g tla	0,00	50,00	2	10
Kalija mg/100g tla	0,00	50,00	2	10
humusa %	0,00	7,00	2	15
	UKUPNO:		14	100

## Rezultati i rasprava

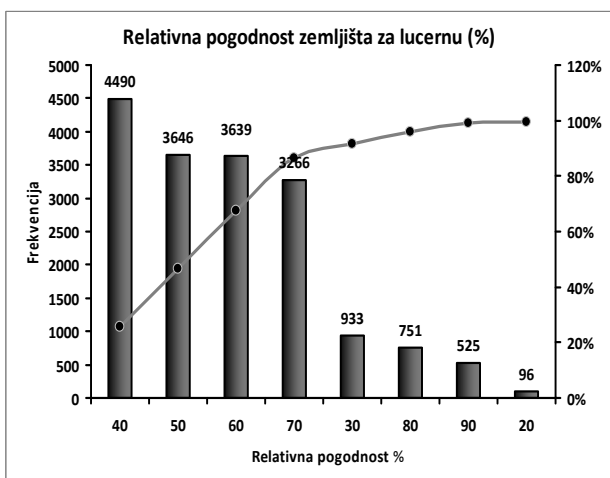
Na temelju analiziranih uzoraka tla dobivene su sljedeće vrijednosti, pH (H<sub>2</sub>O) kretao se od 3,94 do 9,30, a pH (KCl) od 3,37 do 8,20 (Grafikon 1.). Hidrolitička kiselost tla kretala se od 0

do  $13,99 \text{ cmol kg}^{-1}$ , a AL-raspoloživ fosfor kretao se od 0,40 do 50,00 mg/100 g tla, dok su se izmjerene vrijednosti kalija kretale od 3,60 do 50,00 mg/100 g tla. Postotak humusa u tlu iznosio je od 0,32 do 6,92. Proračunata vrijednost KIK-a kretala se od 11,36 do 29,38  $\text{cmol (+) kg}^{-1}$ . Relativna pogodnost zemljišta za uzgoj lucerne izražena u postotku koja je izračunata pomoću rangiranja vrijednosti indikatora (Tablica 1.), kretala se od 4 do 98 % (Grafikon 2.). Analizirani podatci, proračunate vrijednosti zajedno sa klimatskim parametrima i geografskom pozicijom te utvrđenim visinama sačinjavaju bazu podataka koja je prikladna za geostatističku obradu.

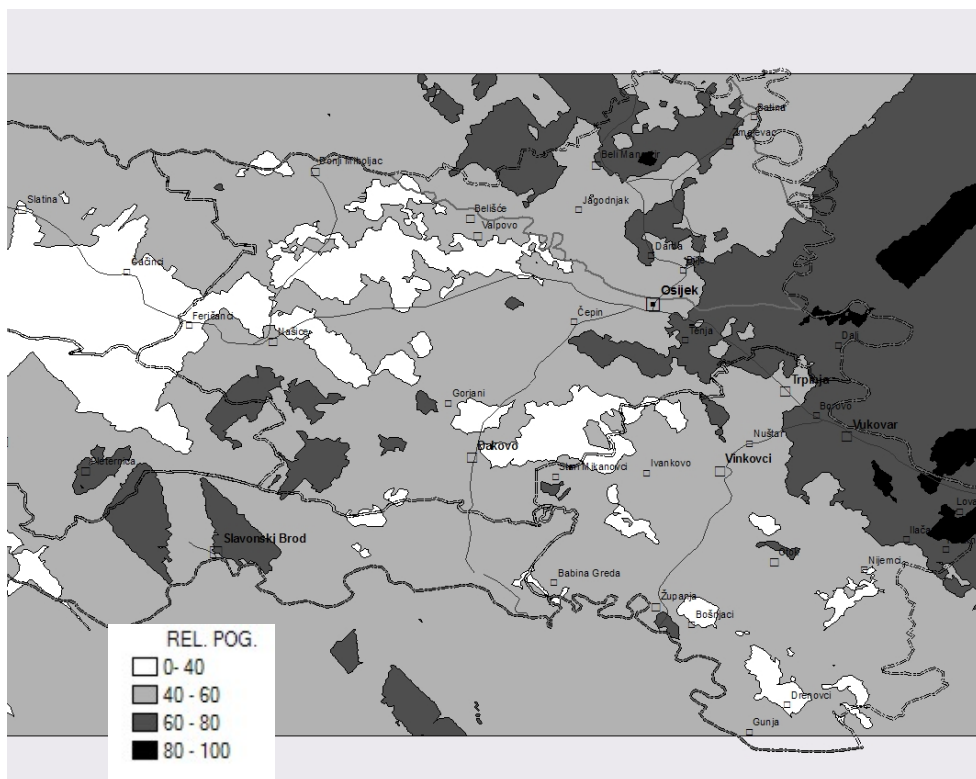


**Grafikon 1.** Raspodjela pH u KCl-u

Pomoću programa ARCmap 9.3 i geostatističke metode kriginga proračunata je potencijalna relativna pogodnost za područje istočne Hrvatske (Slika 1.). Prema Malviću (2005.) kriging se smatra naprednom interpolacijskom metodom za procjenu vrijednosti regionalizirane varijable u točkama odabrane mreže.



**Grafikon 2.** Relativna pogodnost zemljišta za lucernu



**Ilustracija 1.** Kriging relativne pogodnosti tla za uzgoj lucerna na području istočne Hrvatske

## Zaključak

Na temelju analiziranih podataka i procjene relativne pogodnosti tla za uzgoj lucerne na području istočne Hrvatske izračunato je da prosječna pogodnost tla iznosi 50,28 %. Na izdvojenom području Osječko-baranjske županije krigingom je utvrđen ograničen potencijal za uzgoj lucerne na 60.556 hektara, na 275.106 hektara tlo je umjerene plodnosti dok na 79.406 hektara tlo ima visoku produktivnost za uzgoj lucerne. Kompjuterski model procjene pogodnosti tla za lucernu, podržan GIS-om (vizualizacija prostora) i geostatističkom analizom (predikcija dijelova koji nisu analizirani) pokazao se brzim i efikasnim.

## Literatura

- Bogunović, M., Špoljar, A., (2001): Pedološka karta Hrvatske prema FAO legendi mjerila 1:1 000 000, Gospodarenje i zaštita tla za buduće generacije. IX. kongres Hrvatskog tloznanstvenog društva Brijuni, Hrvatska.
- Egner, H., Riehm, H., Domingo, W.R., (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden II. Chemische Extraktionsmethoden zu Phosphor- und Kaliumbestimmung. K. Lantbr. Hogsk. Annlr. W.R. 26, 199-215.
- ISO 1994. International Standard. ISO 10390. Soil quality – Determination of pH.
- ISO 1998. International Standard. ISO 14235. Soil quality – Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation.

- Malvić, T., (2005): Kriging, geostatistička interpolacijska metoda. 2. izdanje. Zagreb. <http://www.map-consult.net>
- Stjepanović, M., Zimmer, R., Tucak, M., Bukvić, G., Popović, S., Štafa, Z., (2009): Lucerna, Poljoprivredni fakultet Osijek, Poljoprivredni institut, Osijek, udžbenik, str. 294.
- Škorić, A., (1986): Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 172.
- Vukadinović, V., Bertić, B., (1988): Praktikum iz agrokemije i ishrane bilja. Sveučilište u Osijeku, BTZNC, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Vukadinović, V., Lončarić, Z., (1998): Ishrana bilja. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek. Osijek.
- Vukadinović, V., Lončarić, Z., Bertić, B., Teklić, T., (2001): AL-calculator for crop fertilization recommendation "on line". Proceedings: Fertilizer, Food Security and Environmental Protection. Peking 2001: 249-250.
- Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., Vučetić, M., Milković, J., Bajić, A., Cindrić, K., Cvitan, L., Katušin, Z., Kaučić, D., Likso, T., Lončar, E., Lončar, Ž., Mihajlović, D., Pandžić, K., Patarčić, M., Srnec, L., Vučetić, V., (2008): Klimatski atlas Hrvatske, Državni hidrometeorološki zavod, ISBN: 978-953-7526-01-6.

## Abstract

### Determination of alfalfa (*Medicago sativa* L.) growing area by geostatistical method-kriging

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is one of the most important forage crop in production of voluminous fodder because of high digestibility, high percentage of proteins in dry matter and balanced composition of biological valuable amino acids. It is very important to quantitatively assess land suitability in order to accomplish expected yield and sufficient nutritive value of fodder. The aim of this investigation is (i) to assess land suitability for alfalfa growing in order to be quantitatively described quality of land related to specific soil types of investigated area and (ii) to indicate disadvantages of land using system in any case study. By using GIS tool it is possible to be visualized land suitability and presented in different cartographic bases that are maps. By using geostatistical method – kriging it is possible to be provided regionalization of production area based on quantitatively assessment of land suitability for alfalfa growing. Computer model for land suitability assessment of alfalfa growing supported by GIS-tool is quick and effective, but by using more precisely informations about land, this model would evaluate land suitability for alfalfa growing with less risk.

**Keywords:** alfalfa, kriging, GIS, land suitability

Prethodno priopćenje

## Neki tehničko-tehnološki aspekti kompostiranja organskog otpada poljoprivrednog podrijetla u kompostnoj hrpi i u zatvorenim kontejnerima

Stojnović Miomir, Vukobratović Marija

*<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Hrvatska, (mstojnovic@vguk.hr)*

### Sažetak

U radu su razmatrani neki tehničko-tehnološki aspekti kompostiranja organskog otpada poljoprivrednog podrijetla na primjeru kompostiranja krutog stajskog gnoja u kompostnoj hrpi na otvorenom i zelenog organskog otpada u zatvorenim kontejnerima, s ciljem utvrđivanja razlika u tehnološkom procesu, ovisno o tehnici kompostiranja i primjeni odgovarajućih strojeva i opreme. Kvalitetan, zreli kompost, pogodan za primjenu u poljoprivredi kao poboljšivač tla i organsko gnojivo, može se dobiti kompostiranjem na otvorenom u kompostnoj hrpi nakon 9-12 mjeseci, i duže, dok je proces kompostiranja u zatvorenim kontejnerima, zahvaljujući potpunijoj kontroli procesa i primjeni suvremene opreme i strojeva, znatno kraći, te traje 2–2,5 mjeseca.

**Ključne riječi:** organski otpad, kompostiranje, tehničko-tehnološki aspekti

### Uvod

Kompostiranje je aerobni, biološki proces, gdje se uz pomoć prirodnih mikroorganizama razgrađuje organska tvar u humusu sličan proizvod, zdrav, stabilan, bez patogenih mikroorganizama i sjemena korova i pogodan za aplikaciju u tlo (Haug, 1993.). Kompost je bogat izvor organske tvari koja poboljšava strukturu tla, kapacitet za vodu i za zrak, povećava puferni kapacitet tla i kationski izmjenjivački kapacitet (KIK), izvor je biljnih hraniva i povećava mikrobiološku populaciju (Butorac, 1999.). Primjena komposta u organskoj gnojidbi poljoprivrednih tala doprinosi održivosti poljoprivredne proizvodnje te smanjuje rizike u uzgoju poljoprivrednih kultura, povećava prinose i smanjuje upotrebu mineralnih gnojiva koja, bez organske gnojidbe, rezultira nakon određenog vremena degradacijom proizvodnih površina uslijed mineralizacije tla, narušavanja strukture, povećanja rizika od erozije i sl. Prema nekim procjenama, u južnoj Europi je oko 74% tala s manje od 2% organskog ugljika, tj. manje od 3,4% organske tvari u površinskom sloju od 0-30 cm (Zdruli i sur., 1999.). Za gnojidbu na poljoprivrednim tlima i kao poboljšivač tla može se koristiti samo visoko kvalitetni kompost bez nedozvoljenog sadržaja štetnih tvari kao što su teški metali, patogeni mikroorganizmi, bez fitotoksičnog djelovanja. Kompost dobiven od nesortiranog organskog otpada može se koristiti za sanaciju velikih smetlišta, površinskih rudokopa, ozelenjavanje površina uz prometnice i sl.

Cilj rada je prikazati tehnike kompostiranja kojima je u kontroliranim uvjetima moguće zbrinuti organski otpad poljoprivrednog podrijetla, neka kemijska svojstva komposta dobivenog kompostiranjem u hrpama i najčešće korištene strojeve u ovim procesima.

## Materijal i metode

U ovom radu prikazuje se kompostiranje organskog otpada poljoprivrednog podrijetla – kompostiranje krutog stajskog gnoja na otvorenom u kompostnoj hrpi i opisuje kompostiranje u zatvorenim sustavima u kontejnerima.

Početni materijal za kompostiranje na otvorenom u kompostnoj hrpi je stajski gnoj s četiri različite stočarske farme u kontinentalnom dijelu Hrvatske: goveđi gnoj svježi i poluzreli (star 7 mjeseci) s farme mliječnih krava; svinjski gnoj (separirana svinjska gnojovka stara 150 dana); pileći gnoj (mješavina gnoja, prostirke od jelove hoblovine, ostataka hrane i perja) star 42 dana i konjski gnoj star 7 mjeseci. Kompostne hrpe formirane su u piramidalni oblik dimenzija 2x2x1 m. Početna vlaga je bila u granicama preporučene u literaturi (60-70%) osim u pilećem gnoju, gdje je bila preniska, pa je dodatno vlažen. Prozračivanje kompostne hrpe provedeno je aktivnim ručnim miješanjem. Početni materijal uzorkovan je na četiri različita mjesta prije formiranja hrpa, dok je uzorkovanje tijekom kompostiranja provedeno na sredini svake hrpe uzimanjem jednog prosječnog uzorka neposredno nakon miješanja. Dio uzorka je sušen u sušioniku na  $75 \pm 2^\circ\text{C}$  kroz 48 sati ili do konstantne težine prema metodi TMECC (Test Methods for the Examination of Composting and Compost, Thompson, 2001.) 03.09-A, te je u suhim uzorcima analiziran organski ugljik. U svježim uzorcima analiziran je ukupni dušik. Svakodnevno je, u periodu od formiranja hrpa pa do završetka aktivnog kompostiranja, mjerena temperatura svake kompostne hrpe (približno na istom mjestu svaki put).

Organski ugljik određen je oksidacijom suhog uzorka mokrim postupkom na  $135^\circ\text{C}$  (ISO, 1998.). Ukupni dušik određen je prevođenjem dušika iz svježeg uzorka u amonijski oblik, destilacijom u bornoj kiselini i titracijom s HCl ili  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ISO, 1995.). C/N odnos dobiven je matematički iz odnosa ukupnog organskog ugljika i ukupnog dušika. Obje su veličine izražene u odnosu na suhu tvar.

$$\text{C/N} = \text{organski C (\%)} / \text{ukupni N (\%)}$$

Zatvoreni (reaktorski) postupak kompostiranja opisan je na primjeru kompostiranja zelenog otpada u zatvorenim horizontalnim kontejnerima u Institutu za mediteranske kulture u Bariju, Italija, u znanstveno-istraživačke svrhe.

## Rezultati i rasprava

Kompostirati se mogu male količine organskog otpada kao što je organski otpad iz malih farmi, vrtova, voćnjaka, organski otpad domaćinstva (kuhinjski otpad), a isto tako mogu se kompostirati velike količine organskog otpada u industrijskim postrojenjima kapaciteta nekoliko desetaka tisuća tona godišnje. Postrojenja velikih kapaciteta koriste odgovarajuću opremu potrebnu za provedbu tehnološkog procesa koja omogućava precizno i kontrolirano vođenje faza kompostiranja.

### *Kompostiranje na otvorenom u dugačkim kontinuiranim zbojevima*

Bez obzira na količine i način kompostiranja, sam proces razgradnje organske tvari i dobivanja konačnog proizvoda – kvalitetnog komposta, zahtijeva određene uvjete. Kao prvo, potrebno je osigurati velike količine kisika u kompostnoj hrpi, što se postiže aeracijom (prozračivanjem)

kompostne hrpe. Za tu namjenu koriste se strojevi za okretanje i aeraciju kompostne hrpe (slika 2). Neki sastojci moraju se prethodno usitniti kako bi se mogli pomiješati s ostalim organskim otpadom u homogen, porozan materijal. Za to se koriste strojevi za usitnjavanje krupnih komada drvenastih materijala (granje, debla, trupci i sl., slika 1.). Usitnjenost mora biti dovoljno velika da se dobije hrpa poroznog materijala ujednačena po veličini čestica i time omogućiti aerobna mikrobiološka razgradnja, ali ne prevelika kako ne bi došlo do slijeganja, zbijanja i stvaranja anaerobnih uvjeta. Ti strojevi dolaze u različitim konstrukcijskim izvedbama, kao mobilni ili stacionirani.



**Slika 1.** Sitnilica biljne mase (foto: M. Vukobratović)

Strojevi za okretanje i aeraciju (slika 2) intenzivno okreću i miješaju kompostnu hrpu, ostavljajući je na istom mjestu ili formirajući paralelno novi zboj, pri čemu se miješa materijal u različitim zonama truljenja i time pospješuje prozračivanje i sama razgradnja organske tvari. Mogu biti različitih kapaciteta, traktorski pogonjeni ili samokretni strojevi. Trenutak miješanja se određuje prema temperaturnom pragu (uglavnom kad temperatura prijeđe 60°C) ili se vrijeme miješanja odredi unaprijed, pa to bude dnevno, tjedno ili čak mjesečno (Wang i sur., 2004.).

Pored dovoljne količine kisika u kompostnoj hrpi, važno je voditi računa i o sadržaju vode u materijalu za kompostiranje. Prema literaturnim podacima optimalna vlaga, za maksimalnu



**Slika 2.** Strojevi za okretanje kompostne hrpe (foto: M. Stojnović i M. Vukobratović)

biorazgradnju i razvoj mikroorganizama, je između 50 i 60% (Tiquia i sur., 1998). Ne bi smjela pasti ispod 40% jer je tada jako usporen rad mikroorganizama (Liang i sur., 2003), niti prijeći 80% jer se tada stvaraju anaerobni uvjeti. Kompostna hrpa može se ovlaživati u slučaju nedovoljnog sadržaja vode, bilo zalijevanjem, bilo preciznim doziranjem preko tlačnih rasprskivača. Miješanje i okretanje hrpe pomaže aeraciji i povećanju poroznosti materijala u slučaju većeg sadržaja vode. Sadržaj vode na kraju procesa kompostiranja treba se kretati oko 30%. Za kompostiranje je važan i sastav i homogenost materijala za kompostiranje, pri čemu je naročito važno voditi računa o odnosu osnovnih hraniva - ugljika i dušika (C:N odnos). Optimalni C/N odnos u početnom materijalu trebao bi biti oko 30:1 (Guelke, cit. po Contreras-Ramos i sur., 2004.), a u stabilnom kompostu ispod 25:1 (Kuo i sur., 2004.) ili 20:1 (Epstein, 1997.). Za osiguranje odgovarajućeg sastava i homogenosti materijala, koriste se strojevi za miješanje i homogenizaciju – mikser prikolice i separatori odgovarajuće konstrukcije i kapaciteta (slika 3.).



**Slika 3.** Stroj za miješanje kompostnog materijala (foto: M. Stojnović)

Proces kompostiranja odvija se, s obzirom na temperature, u dvije faze (Epstein, 1997.). Prva faza je tzv. aktivna faza koja traje, ovisno o tehnologiji kompostiranja, najčešće 2-3 tjedna, uz razvijanje temperatura iznad 65°C. U početku, nakon formiranja kompostne hrpe, dolazi do razvoja mezofilnih mikroorganizama. Porastom temperature u hrpi iznad 50°C prestaje njihovo djelovanje te dolazi do razvoja termofilnih mikroorganizama koji podižu temperaturu do 70°C, pri čemu dolazi do uništavanja patogenih mikroorganizama i klijavosti sjemena korova. Kretanje temperatura i C:N odnosa u različitim vrstama krutog stajskog gnoja tijekom kompostiranja na otvorenom u kompostnoj hrpi prikazano je u Tablici 1.

**Tablica 1.** Temperature i C:N odnos tijekom kompostiranja krutog stajskog gnoja

Dani tijekom kompostiranja	Svježi goveđi gnoj		Poluzreli goveđi gnoj		Konjski gnoj		Svinjski gnoj		Pileći gnoj	
	C:N	t (°C)	C:N	t (°C)	C:N	t (°C)	C:N	t (°C)	C:N	t (°C)
1. dan	36,61	29,2	37,33	34,7	25,31	36,6	24,24	38,7	13,45	57,7
7.-11. dan	40,19	51,5	37,28	44,9	24,86	56,4	23,59	65,4	16,18	60,6
24.-28. dan	31,78	61,3	24,64	48,6	21,64	58,2	14,69	65,6	14,09	63,1
50.-56. dan	24,90	26,0	28,73	33,8	20,81	44,1	9,09	56,5	15,77	58,6
64.-69. dan	25,95	41,1	24,40	31,8	15,30	33,2	8,85	27,8	15,61	62,1



75.-83. dan	20,37	27,9	18,28	36,3	16,31	26,7	9,03	28,0	16,14	53,7
91.-95. dan	16,33	25,0	15,48	18,6	12,54	22,8	9,59	21,9	10,51	48,5
272.-273. dan	16,13	8,2	18,51	8,0	14,66	8,3	11,86	8,5	11,62	20,3
Prosjeak	26,53	33,8	25,58	32,1	18,93	35,8	13,87	39,1	14,17	53,1

Nakon aktivne faze slijedi tzv. faza zrenja komposta, koja može trajati 2 do 2,5 mjeseca, pa i do godine dana, ovisno o primijenjenoj tehnici i tehnologiji kompostiranja. Ta se faza u velikim postrojenjima provodi najčešće na otvorenom, u dugačkim kontinuiranim hrpama (zbojevima) trapezoidnog ili trokutastog presjeka. Tijekom faze zrenja dolazi do hlađenja kompostne mase i kompost poprima temperaturu okoline. Mineraliziraju se teško razgradivi organski spojevi i masne kiseline uz sintezu novih organskih spojeva te nastaje proizvod nalik humusu (Epstein, 1997.). Zreli kompost, za razliku od nedozrelog, ne predstavlja rizik za uzgoj poljoprivrednih kultura.

Proizveden kompost, prije pakiranja i plasmana na tržište, mora se homogenizirati, za što se koriste separatori (slika 4.). Separatori se koriste za odvajanje materijala po veličini, kao i za odvajanje neorganskog dijela u početnom materijalu.



Slika 4. Separator za kompost (foto: M. Stojnović i M. Vukobratović)

#### *Kompostiranje u zatvorenom prostoru*

Kompostiranje može biti i u zatvorenom, natkrivenom prostoru ili u zatvorenim kontejnerima (slika 5). U tom slučaju aeracija se provodi prisilno pomoću ventilatora odgovarajućeg kapaciteta spojenih na kontejner ili kroz otvore ispod hrpe kompostnog materijala. Otpadni zrak iz kontejnera onečišćen mikroorganizmima i neugodnim mirisima mora se prije ispuštanja proći u biološkom pročistaču kako bi se spriječilo zagađenje okolnog prostora i zaštitilo zdravlje ljudi. Osam kontejnera spaja se pomoću ventilatora i cijevi na jedan kontejner – biološki pročistač. Kompostiranje u kontejnerima omogućava potpunu automatsku kontrolu svih parametara procesa i kompjutorski nadzor pomoću PC-a iz ureda.

Slika 5. Spoj cijevi za aeraciju i unutrašnjost kontejnera (foto: M. Stojnović)



Aktivna faza kompostiranja u kontejnerima traje 2–3 tjedna, nakon čega se faza zrenja odvija na otvorenom još 2 mjeseca. Ukupno trajanje kompostiranja na ovaj način je znatno skraćeno u odnosu na kompostiranje na otvorenom, čime se povećava kapacitet i učinkovitost cijelog postrojenja.

## Zaključci

Temeljem praćenja i opisa dva načina kompostiranja organskog otpada poljoprivrednog podrijetla, može se zaključiti slijedeće:

- Za proizvodnju kvalitetnog komposta prikladnog za primjenu u poljoprivredi kao poboljšivača tla i organskog gnojiva, potrebno je koristiti organski materijal poznatog podrijetla, a za provođenje različitih tehničko-tehnoloških postupaka potrebni su odgovarajući strojevi i oprema.
- Kompostiranje na otvorenom u kompostnoj hrpi, uz manje intenzivno korištenje strojeva, dugotrajniji je proces koji traje, ovisno o materijalu, i dulje od godinu dana, dok kompostiranje u zatvorenim kontejnerima, uz potpunu kontrolu uvjeta i korištenje suvremenih strojeva i opreme, znatno je brže, te traje 2 – 2,5 mjeseca.
- Suvremeni tehničko-tehnološki postupci kompostiranja i odgovarajući strojevi i oprema znatno povećavaju učinkovitost i kapacitete industrijskih postrojenja za kompostiranje.
- Postrojenja za kompostiranje u zatvorenim kontejnerima moraju, primjenom bio-prečištača za otpadni zrak, osigurati odgovarajuću zaštitu ljudi i okoliša, shodno zakonskoj regulativi i propisima.

## Literatura

- Butorac, A. (1999): Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb.
- Contreras-Ramos, S.M., Alvares-Bernal, S.D., Trujillo-Tapia, N., Dendooven, L. (2004.): Composting of tannery effluent with cow manure and wheat straw. *Bioresource Technology* 94: 1584-1591.
- Epstein, E. (1997): The science of composting. Technomic Publishing company. Lancaster, Pennsylvania, USA.
- Haug, R.T. (1993.): The Principal Handbook of Compost Engineering, Lewis Publishers Kuo, S., Ortiz-Escobar, M.E., Hue, N.V., Hummel, R.L. (2004): Composting and compost utilization for agronomic and container crops. *Recent Res. Devel. Environmental Biology*, 1:451-513.
- Liang, C., Das, K.C., McClendon, R.W. (2003): The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. *Bioresource Technology* 86: 131-137.
- Tiquia, S.M. and Tam, N.F.Y., Hodgkiss, I.J., (1998): Changes in chemical properties during composting of spent pig litter at different moisture contents. *Agricultural Ecosystem Environment*. 67: 79-89.
- Zdruli, P., Jones, R., Montanarella, L. (1999): Organic Matter in the Soils of Southern Europe. DGXI.E3 Brussels
- Wang, P., Changa, C.M., Watson, M.E., Dick, W.A., Chen, Y., Hoitihk, H.A.J. (2004): Maturity indices for composted dairy and pig manures. *Soil Biology & Biochemistry* 36: 767-776.

**Abstract****Some technical and technological aspects of agricultural organic waste composting**

In this paper some technical and technological aspects of agricultural organic waste composting are discussed. Composting of solid cattle manure in compost pile in open field and composting of green waste in closed containers is compared, with the aim of defining the differences in technological process, depending on composting technics and use of adequate equipment and machinery. Mature compost of good quality, suitable for use in agriculture as a soil improver and organic fertiliser, with no risk of fitotoxicity, can be produced in 9-12 months, or even longer, depending on composting material, in compost pile in the open field, while composting in closed containers, due to complete control of the process and use of modern equipment and machinery, lasts significantly shorter, for 2-2.5 months.

**Keywords:** organic waste, composting, technical and technological aspects

Prethodno priopćenje

## Mogućnosti kemijskog i mehaničkog suzbijanja korova u kupusu

Antunović Slavica<sup>1</sup>, Štefanić Edita<sup>2</sup>, Japundžić-Palenkić Božica<sup>1</sup>, Romanjek-Fajdetić Nataša<sup>1</sup>,  
Benković-Lačić Teuta<sup>1</sup>, Miličić Vesna<sup>3</sup>, Musić Tatjana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište u Slavanskom Brodu, Dr. Mile Budaka 1, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska;  
(slavica.antunovic@vusb.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek

<sup>3</sup>Poljoprivredna i veterinarska škola, Jadravska 20, 31000 Osijek

<sup>4</sup>Srednja škola M.A. Reljković, I. Cankara 76, 35000 Slavonski Brod

### Sažetak

Tijekom istraživanja utvrđeno je u korovnoj zajednici kupusa ukupno 27 različitih korovnih vrsta, od kojih je dominantnih bilo 8 i to: *Cynodon dactylon*, *Setaria glauca*, *Digitaria sanguinalis*, *Galinsoga parviflora*, *Cirsium arvense*, *Echinochloa crus-galli*, *Convolvulus arvensis* i *Sonchus arvensis*. U ispitivanim tretmanima suzbijanja korova (kemijskom, mehaničkom i uporabi malča) i kontroli utvrđene su značajne razlike u kvalitativnim i kvantitativnim obilježjima korovne zajednice. Najučinkovitiji tretman bio je mehaničko suzbijanje korova gdje je utvrđena signifikantno manja gustoća korova (po m<sup>2</sup>) i jednosupnica i dvosupnica što je rezultiralo i najboljim prinosom.

**Ključne riječi:** kupus, korovi, kemijsko suzbijanje, mehaničko suzbijanje

### Uvod

Zahvaljujući svom specifičnom sastavu (minerali, vitamini, celuloza) i drugim hranidbenim tvarima, povrće se ubraja u namirnice neophodne u ljudskoj prehrani. U Republici Hrvatskoj se povrćarstvo ne razvija sukladno mogućnostima i potrebama, unatoč povoljnim klimatskim, pedološkim i hidrološkim uvjetima. Prema Statističkim informacijama 2009., zasijane površine pod krumpirom, mahunastim i ostalim povrćem u Republici Hrvatskoj sa 01. lipnjem 2008. iznosile su svega 4,3% ili 36404 ha (Izvor: www.dzs.hr). Kupus (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) je vrlo rasprostranjena povrtna kultura i uzgaja se gotovo u cijelom svijetu. Izborom pogodnih sorti u našim klimatskim uvjetima, moguće ga je proizvoditi tijekom cijele godine kroz ranu, srednje ranu i kasnu proizvodnju. Suzbijanje korova u povrtnim kulturama koje pripadaju porodici krstašica (*Brassicaceae* = *Cruciferae*) ovisi o načinu uzgoja (sjetva ili sadnja presadnica), vremenu sjetve odnosno sadnje, te duljini vegetacije. Korovi u poljoprivredi mogu prouzročiti višestruke štete. U kompetitivnom su odnosu s kultiviranim biljkama za vodu, hraniva, svjetlo, te prostor iznad i ispod površine tla. Otežavaju obradu, njegu usjeva, te žetvu ili berbu. Također mogu biti domaćini biljnim bolestima, štetnim kukcima i nematodama, te na taj način doprini-

jeti njihovom širenju. Sjeme korovnih vrsta kontaminira sjeme kultiviranih vrsta. Korovi mogu negativno utjecati na prirodu usjeva i kakvoću plodova. Uslijed svega navedenog potrebno ih je uništavati što u konačnici uvelike poskupljuje biljnu proizvodnju. Zbog nepovoljnih ekotoksikoloških karakteristika herbicida, nastoji se njihova primjena svesti na najmanju moguću mjeru, a istovremeno zadržati zadovoljavajući stupanj učinka na korove.

Stoga je cilj ovog rada bio istražiti mogućnosti mehaničkog i kemijskog suzbijanja korova u kupusu te procijeniti utjecaj gustoće i mase korova, utvrđenih na ispitivanim tretmanima, na prinos kupusa.

### Materijal i metode rada

Pokus je postavljen u zapadnom dijelu Brodsko-posavske županije, selu Slobodnica 7 km udaljenom od Slavonskog Broda. Prijesadnice kupusa cv. Futoški, posađene su 04. srpnja 2009. godine na pseudoglejnom tipu tla nakon crvene djeteline (*Trifolium pratense* L.) kao predkulture. Razdoblje uzgoja je pratila suša sa izuzetno malom količinom oborina i visokim temperaturama zraka. Kroz četiri mjeseca vegetacije ukupna količina oborina iznosila je 141,8 mm, a prosječna srednja dnevna temperatura 18,7 °C.

Pokus je postavljen po randomiziranom blok sustavu u četiri ponavljanja sa osnovnom parcelom veličine 3,5 x 3,0 m. Prijesadnice u parceli su posađene s međurednim razmakom od 55 cm i razmakom unutar reda od 50 cm. Pokus se temeljio na različitim načinima suzbijanja korova u kupusu, te su tretmani bili slijedeći: T<sub>1</sub>- kemijsko suzbijanje korova, T<sub>2</sub> – mehaničko suzbijanje korova, T<sub>3</sub>– uporaba malča i T<sub>4</sub>– kontrola (netretirana parcela).

Kemijska zaštita kupusa od korova je obavljena post–planting tretiranjem 10 dana nakon presađivanja. Korišten je preparat metazaklorom (herbicid Butisan S) u preporučenoj dozi 2 l/ha. Preparat ima dozvolu za promet u Republici Hrvatskoj i selektivan je samo u bijelom i crvenom kupusu. Suzbijanje korova mehaničkim putem je provedeno jednokratno, 06. kolovoza 2009., međurednim okopavanjem i plijevljenjem korova. Uporabom malča za suzbijanje korova prekriveno je tlo odmah nakon presađivanja presadnica kupusa. U tu svrhu korištena je suha pšenična slama koja je položena u sloju debljine od oko 3 cm između redova zasađenih kupusnih presadnica.

Na kraju vegetacijske sezone (16. rujna 2009.) uzeti su uzorci korovne flore s površine od 1 m<sup>2</sup> sa svake osnovne parcele. Kvadrati su odabirani po slučajnom rasporedu, unutar kojih su se pažljivo odstranjivali korovi između i unutar redova kupusa. Korovi su razvrstani po vrstama, izbrojani su nadzemni izdanci, te osušeni u sušioniku „Mimmert UNE 200-800“ na 105 °C. Suha masa korova izvagana je na digitalnoj vagi „Ohaus“, tipa „AV4102C“. Prinos kupusa utvrđen je sa površine od 1 m<sup>2</sup> za svaku parcelu u pokusu.

Za determinaciju korovnih vrsta korišteni su sljedeći ključevi: Javorka i Csapody (1934.), Horvatić (1954.) i Domac (1973.). Nomenklatura biljnih vrsta preuzeta je od Ehrendorfera (1973.). Razlike u florističkom sastavu ispitivanih tretmana suzbijanja korova određeni su pomoću Sørensenovog indeksa (Mueller-Dombois i Ellenberg, 1974.). Statistička analiza dobivenih podataka (broja i biomase korova te prinosa kupusa) utvrđena je analizom varijance. Pri tome je korišten statistički program SPSS for Windows, 15.

### Rezultati i rasprava

U istraživanom pokusu je ustanovljena korovna zajednica sastavljena od jednogodišnjih i višegodišnjih travnih i širokolisnih korova (Tablica 1.). Analizom je utvrđeno 27 različitih korovnih vrsta: 23 vrste jednogodišnjih širokolisnih (dvosupnice) i 4 vrste travnih korova (jednosupnice). Utvrđene biljne vrste pripadnici su 13 porodica, od kojih su vrstama najbrojnije Asteraceae (6)

i Poaceae (4) što se poklapa sa mnogobrojnim istraživanjima korovnih zajednica okopavinskih usjeva (Hulina, 1978., Topić, 1978. i 1984., Štefanić, 1996.).

U istraživanoj korovnoj zajednici dominiralo je 8 vrsta: *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Setaria glauca* (L.) PB., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Galinsoga parviflora* Cav., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Echinochloa crus-galli* (L.) PB., *Convolvulus arvensis* L. i *Sonchus arvensis* L. Navedene vrste predstavljaju značajan udio istraživane korovne zajednice u kupusu (Antunović i suradnici, 2009.).

**Tablica 1.** Floristički sastav korovne zajednice u kupusu pri različitim tretmanima suzbijanja korova i prosječan broj izdanaka korovnih vrsta po m<sup>2</sup> površine

Vrste korova	Kemijsko suzbijanje	Mehaničko suzbijanje	Malč	Kontrola
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
I :Jednosupnice	35	0	12	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	6	1	12	186
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	6	0	15	14
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) PB.	35	0	6	5
<i>Setaria glauca</i> (L.) PB.	82	1	45	30
Ukupno				235
II: Dvosupnice	0	0	0	
<i>Achillea millefolium</i> L.	2	0	3	1
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	1	0	1	1
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	0	0	1	1
<i>Bellis perennis</i> L.	1	1	1	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	2	1	2	0
<i>Chenopodium album</i> L.	3	1	3	1
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	6	5	13	2
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	5	11	2	1
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	7	2	29	5
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0	0	6	8
<i>Lamium purpureum</i> L.	5	0	1	0
<i>Mentha arvensis</i> L.	0	0	1	3
<i>Polygonum persicaria</i> L.	2	1	1	1
<i>Portulaca oleracea</i> L.	0	1	1	6
<i>Potentilla reptans</i> L.	2	1	2	0
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Bess.	0	0	1	1
<i>Solanum nigrum</i> L. emend. Miller	4	3	8	1
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1	1	2	4
<i>Stachys palustris</i> L.	3	1	1	1
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	0	0	1	1
<i>Trifolium repens</i> L.	0	0	8	1
<i>Veronica hederifolia</i> L.	1	1	1	0
<i>Veronica persica</i> Poir.	45	30	99	2
Ukupno				42
I+II (Jednosupnice + Dvosupnice)				
Ukupno	127	31	144	277

Razlike u kvalitativnim obilježjima korovne zajednice u kupusu utvrđene su prema Sørensenovom indeksu pri čemu koeficijent 100% predstavlja jednakost, a koeficijent 0% potpunu različitost u florističkom sastavu. Iz Tablice 2. je vidljivo da su najveće razlike u florističkom sastavu utvrđene između tretmana s mehaničkim suzbijanjem korova u odnosu na kontrolu (60%), dok su vrlo sličnog florističkog sastava tretmani s malčem i kontrola (89%).

Nadalje, u korovnoj zajednici kupusa uočljive su, pored kvalitativnih, i kvantitativne razlike između ispitivanih tretmana. Iz Tablice 3 je vidljivo da je mehaničkim suzbijanjem korova utvrđena signifikantno manja gustoća travnih korova u odnosu na ostale ispitivane tretmane i kontrolu.

**Tablica 2.** Razlike u florističkom sastavu korovne zajednice kupusa pri ispitivanim tretmanima suzbijanja korova

T <sub>1</sub> *	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
T <sub>1</sub>	78%	84%	86%
T <sub>2</sub>	-	70%	60%
T <sub>3</sub>	-	-	89%
T <sub>4</sub>	-	-	-

\*oznaka ispitivanih tretmana

Najmanje dvosupnica također je zabilježeno pri mehaničkom suzbijanju. Međutim, širokolisni korovi su se po brojnosti izdanaka po m<sup>2</sup> isticali na parcelama gdje je postavljen malč, dok među ostalim tretmanima nije bilo statistički opravdane razlike. Parcele s malčem bile su vrlo zakorovljene vrstom *Galinsoga parviflora* Cav. koja je značajno zastupljena u mnogobrojnim povrtnim kulturama, uključujući i kupus (Damalas, 2008.).

**Tablica 3.** Gustoća i masa korova pri različitim tretmanima suzbijanja korova

Tretman	Korovi		
	Gustoća korova (broj/m <sup>2</sup> )		Suha biomasa (g/m <sup>2</sup> )
	Jednosupnice	Dvosupnice	
Kemijsko suzbijanje	82 ab*	45 a*	63,1 ab*
Mehaničko suzbijanje	1 a	30 a	90,0 ab
Malč	45 ab	99 b	94,9 a
Kontrola	235 b	42 a	43,9 b

\* Vrijednosti unutar kolone označene istim slovima nisu statistički značajne ( $P < 0.05$ ) prema Fisherovom "protected" LSD testu

Suha biomasa korova bila je najniža na kontrolnoj parceli, ali signifikantno se razlikovala jedino u usporedbi s malčem. Razlog tome svakako leži u različitom florističkom sastavu, jer je na parcelama s malčem i mehaničkim suzbijanjem korova zabilježen veći broj sljedećih korovnih vrsta s velikom nadzemnom masom (*Cirsium arvense*, *Sonchus oleraceus*, *Convolvulus arvensis*, *Galinsoga parviflora*). Prinosi glavnica kupusa najbolji su bili pri mehaničkom suzbijanju korova i signifikantno su se razlikovali od ostalih ispitivanih tretmana i kontrole (Tablica 4.).

**Tablica 4.** Prinos kupusa (kg/m<sup>2</sup>) pri različitim tretmanima suzbijanja korova

Tretman	Prinos kupusa (kg/m <sup>2</sup> )
Kemijsko suzbijanje	0,79 b*
Mehaničko suzbijanje	1,50 a
Mač	0,77 b
Kontrola	0,81 b

\* Vrijednosti unutar kolone označene istim slovima nisu statistički značajne ( $P < 0.05$ ) prema Fisherovom „protected“ LSD testu

## Zaključak

U bogatom florističkom sastavu korovne zajednice u kupusu utvrđeno je 27 različitih vrsta od kojih je dominiralo osam tipičnih okopavinskih korova: *Cynodon dactylon*, *Setaria glauca*, *Digitaria sanquinalis*, *Galinsoga parviflora*, *Cirsium arvense*, *Echinochloa crus-galli*, *Convolvulus arvensis* i *Sonchus arvensis*. Mehaničkim suzbijanjem korova u kupusu signifikantno se smanjila brojnost kako uskolisnih, tako i širokolisnih korova, što je utjecalo i na prinos kupusa. Parcele s mehaničkim suzbijanjem korova floristički su se razlikovale od ostalih ispitivanih tretmana.

## Literatura

- Antunović, S., Štefanić, E., Japundžić-Palenkić, B., Romanjek-Fajdetić, N. (2009): Weed species distribution under different management strategies in cabbage. 1<sup>st</sup> International Scientific and Expert Conference TEAM 2009, Slavonski Brod.
- Damalas, C.A. (2008): Distribution, biology, and agricultural importance of *Galinsoga parviflora* (Asteraceae). *Weed Biology & Management*, 8 (3) 147-153.
- Domac, R. (1973): Mala flora Hrvatske i susjednih područja. Školska knjiga, Zagreb.
- Ehrendorfer, F. (1973): Liste des Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
- Horvatić, I. (1954): Ilustrirani bilinar. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb.
- Hulina, N. (1978): Korovska zajednica Panico-Galinsogetum Tx et Becker 1942. U području Turopolja. *Fragmenta herbologica Jugoslavica* VI, 73-79.
- Javorka, S. i Csapody, V. (1934): Magyar flora kepekben. *Iconographiae Florae Hungarica*. Budapest
- Mueller-Dombois, D. i Ellenberg, H. (1974): Aims and methods of vegetation ecology. Wiley, New York.
- Štefanić, E. (1996): Korovna zajednica kukuruza u reduciranoj obradi tla sjeveroistočne Hrvatske. *Disertacija*. Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Topić, J. (1978): Fitocenološka istraživanja korovne vegetacije okopavina istočne Podravine. *Acta bot. Croat.* 37, 149-157.
- Topić, J. (1984): Phytocenological and phytogeographical characteristics of the hoe weed vegetation in the continental part of Croatia. *Acta bot. Croat.* 43, 273-284.
- [www.dzs.hr/Hrv/publication/stat\\_info.htm](http://www.dzs.hr/Hrv/publication/stat_info.htm)



## Abstract

### Possibilities of chemical and mechanical weed control in cabbage

During our research we encountered the total of 27 different weed species communities in cabbage, and 8 were dominant: *Cynodon dactylon*, *Setaria glauca*, *Digitaria sanguinalis*, *Gallinsoga parviflora*, *Cirsium arvense*, *Echinochloa crus-galli*, *Convolvulus arvensis* and *Sonchus arvensis*. In the weed control tested treatments (chemical, mechanical and mulch usage) and general control, it showed significant differences in qualitative and quantitative characteristics in weed communities. The most effective treatment was a mechanical weed control, where significantly lower weed density was found (per m<sup>2</sup>) as well as monocotyledone and dicotyledone which resulted within the best yield.

**Keywords:** cabbage, weeds, chemical control, mechanical control

## Različiti sustavi gnojidbe u postrnom uzgoju heljde

Šimunović Branimir<sup>1</sup>, Šimon Miško<sup>2</sup>, Stipešević Bojan<sup>1</sup>, Brozović Bojana<sup>1</sup>, Stošić Miro<sup>1</sup>,  
Tomičić Josip<sup>3</sup>, Kolar Darko<sup>4</sup>, Mikić Branimir<sup>5</sup>, Mladenović-Drinić Snežana<sup>6</sup>,  
Kratovalieva Suzana<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska (bojans@pfos.hr)

<sup>2</sup>Vitaflora d.o.o., Braće Radića 32, 33514 Čačinci, Hrvatska

<sup>3</sup>OPG "Matricaria", 31403 Široko Polje, Hrvatska

<sup>4</sup>Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>5</sup>Herbos d.d., Obrtnička 17, 44000 Sisak, Hrvatska

<sup>6</sup>Institut za kukuruz "Zemun Polje", Slobodana Bajića 1, Beograd, Srbija

<sup>7</sup>Zemjedelski institut Skopje, Bulevar Aleksandar Makedonski bb, 1000 Skoplje, Makedonija

### Sažetak

Pokus s heljdom (*Fagopyrum esculentum* L.) sijanom nakon žetve ozimog ječma (*Hordeum vulgare* L.) postavljen je u sjeveroistočnoj Hrvatskoj, blizu Đakova, početkom srpnja 2009. godine. Bilo je korišteno pet sustava prihrane: Z – bez prihrane; AN – prihrana granuliranim gnojivom KAN; UR – folijarna prihrana 5%-tnom otopinom uree; M1 – prihrana preporučenom količinom folijarnog gnojiva "Profert Mara"; te M2 – prihrana dvostrukom količinom od preporučene M1. Tijekom uzgojne sezone bio je prisutan nedostatak oborina i vlage u tlu, što je rezultiralo višim prinosom zrna heljde na tretmanima s folijarnom prihranom M2 (2359 kg ha<sup>-1</sup>), UR (2148 kg ha<sup>-1</sup>) i M1 (2064 kg ha<sup>-1</sup>), u odnosu na tretmane AN (1896 kg ha<sup>-1</sup>) i Z (1705 kg ha<sup>-1</sup>). Prema tome, folijarna prihrana u sušnim vremenskim uvjetima može se preporučiti za heljdu gajenu u sustavu postrnog uzgoja.

**Ključne riječi:** heljda, postrni uzgoj, folijarna gnojidba, prinos, suša

### Uvod

Suvremena poljoprivredna proizvodnja visoke prinose bazira ne samo na genetskom potencijalu usjeva, nego i na agrotehnici, pri čemu se gnojidbom ostvaruje i do 50% visine prinosa. No, opasnosti od pretjerane i nesavjesne gnojidbe za okoliš i ljudsko zdravlje odavno su prepoznati problemi moderne poljoprivrede (Bohlool i sur., 1992.). Od hraniva koja se dodaju gnojidbom, najjaču reakciju izaziva gnojidba dušikom, no gubici dušika dodanog mineralnim gnojivima mogu biti vrlo značajni. Za različite usjeve od 5 pa do čak 60% (Ayoub i sur., 1995.) ne biva iskorišteno od strane usjeva, jer dušik u tlu ili biva fiksiran od strane mikroorganizama (60%), ili prolazi proces denitrifikacije (30%) ili se ispire (20%), najčešće u nitratnom obliku (Parker, 1972.). Ovi procesi, napose ispiranje hraniva iz tla, mogu u bliskoj budućnosti postati

još i naglašeniji, zbog utjecaja ekstremnih vremenskih prilika (suše, torencijalni pljuskovi), induciranih procesom globalnog zatopljenja (IPCC, 2007.). Dodavanje ukupne količine hraniva osnovnom gnojdbom i prihranama smanjuje gubitke, no i ovakvim načinom može doći do 50%-tnih gubitaka u hranivima (Lopez-Bellido i sur., 2006.), što su potvrđeno i u istraživanjima provedenima na lokalitetima u podunavskoj regiji za glavne ratarske kulture kukuruz (Latković i Starčević, 2006.) i pšenicu (Malešević i sur., 1991.). Primjena folijarnih gnojiva jedno je od potencijalnih rješenja smanjivanja onečišćavanja okoliša suvišnim dušikom, budući da je ukupna količina folijarno apliciranog hraniva značajno niža, a koeficijent iskorištenja veći, što u svojim radovima za folijarnu primjenu uree donose Smith i sur. (1991.), te Gooding i Davies (1992.), iako Woolfolk i sur. (2002.) naglašavaju problem izbora gnojiva korištenog u folijarnoj prihrani. Kombinirana NPK folijarna gnojiva, s dodatkom ostalih makro- i mikro-elemenata također se sve više koriste za razne ratarske kulture i ostale biljne vrste (Galić i sur., 2006.), no ne uvijek s izrazito pozitivnim rezultatima (Haq i Mallarino, 2000.; Sexton i sur., 1998.), pa je javlja potreba za daljnjim znanstvenim utvrđivanjem činjenica o njihovoj efikasnosti, napose na tlima gdje je otežano usvajanje potrebnih mikroelemenata iz tla zbog smanjene pokretljivosti zbog višeg pH, ili stvarnog nedostatka mikroelemenata u tlu kod tresetnih tala (Rosecrane i sur., 1998; Galić i sur., 2006.). Dodatno smanjenje onečišćenja dušikom jest uzgoj kultura kao što je heljda (*Fagopyrum esculentum* L.), koje zahtijevaju manju količinu dušika. Nadalje, pošto se može gajiti u postrnoj sjetvi, smanjuje potencijal ispiranja dušika, budući da može usvojiti ostatke dušika od predusjeva, i na taj način produžava ciklus kruženja dušika na oranici. Naravno, nije zanemariva niti dobit koju predstavlja potencijal dodatnog uroda heljde s površine koja bi inače u to doba sezone bila neiskorištena.

## Materijal i metode rada

Pokus s različitim načinima prihrane heljde zasijan je 6. srpnja 2009. godine, na površina-ma OPG "Matricaria", blizu naselja Široko Polje. Tip tla na kojem je ispitivanje izvršeno bio je eutrično smeđe tlo, vrlo dobre opskrbljenosti hranivima. Kao objekt istraživanja poslužila je heljda sorte "Darja", kultivar Sjemernarne Zagreb, s normom sjetve od 80 kg ha<sup>-1</sup>, za ciljani sklop od 200-250 biljaka m<sup>-2</sup>. Pokus je postavljen kao potpuno slučajni blok raspored u četiri repeticije, sa slijedećim tretmanima sustava prihrane: 1) Z – bez ikakve gnojidbe; 2) AN – dvije prihrane s po 100 kg KAN ha<sup>-1</sup> svaka; 3) UR – dvije prihrane s po 60 kg Uree ha<sup>-1</sup>, aplicirane u obliku 5%-tne otopine u vodi; 4) M1 – dvije prihrane folijarnim sredstvom "Profert Mara", proizvođača Vitaflora doo, u standardnoj preporučenoj dozi od 8 l sredstva, otopljenog u 400 l vode ha<sup>-1</sup>, formulacije 5,7-1,4-2,4% NPK, te s dodatkom 1,5% Ca, 0,2% Mg, 0,6% S, i <0,01% Fe, Cu, Mg, B i Zn; 4) M2 – dvije prihrane istim folijarnim sredstvom, u dvostrukoj dozi u odnosu na preporuku, dakle 16 l ha<sup>-1</sup> svaka. Veličina osnovne parcelice bila je 10 m<sup>2</sup>. Sjetva je obavljena žitnom sijačicom, nakon predsjetvene obrade tla tanjuranjem. Prva prihrana obavljena je pred fazu pupanja (3. kolovoza 2008.), dok je druga prihrana obavljena u punoj cvatnji (21. kolovoza 2009.). Osim prihrana, nije obavljena nikakva prethodna gnojidba, a za prethodni usjev, ozimi ječam, bila je izvršena gnojidba tijekom obrade tla, i to s 400 kg NPK 7:20:30, zaoravanjem na 30 cm dubine, te dvije prihrane s ukupno 60 kg N ha<sup>-1</sup>. Žetva heljde obavljena je 23. rujna 2009. godine. Cjelokupan urod zrna je odvagana na prijenosnoj vagi, a dva poduzorka od otprilike 1 kg uzeta su sa svake osnovne parcelice tijekom žetve, za određivanje vlage zrna, hektolitarske mase i mase 1000 zrna. Statistička obrada obavljena je za sve praćene parametre analizom varijance (ANOVA), te usporedbom srednjih vrijednosti zaštićenim LSD testom sa značajnošću od P<0,05. Za obradu podataka poslužio je statistički paket SAS (SAS V8.0, SAS Institute, Cary, NC, SAD, 2001.).

## Rezultati i rasprava

Za početak treba naglasiti da je tijekom vegetacije heljde (srpanj-rujan 2009.) palo iznimno malo oborina (10-30 mm mjesečno), no, kako je tijekom prethodnog mjeseca lipnja palo preko 100 mm, zalihe vlage u tlu pružale su dovoljno vlage za prilično uspješan rast i razvoj usjeva, pa je tako Z tretman dao zadovoljavajućih 1705 kg ha<sup>-1</sup> prinosa zrna heljde.

No, rijetke oborine nisu uspjele brzo rastopiti granule KAN-a, pa je tako usvajanje dušika bilo otežano za heljdu na tretmanu AN (Tablica 1.), što se vidi po svega 191 kg više požnjevenog zrna heljde u odnosu na kontrolni tretman bez gnojidbe (Z). U svojim istraživanjima na heljdi, Schulte-Erley i sur. (2005.) su ustvrdili da efikasnost dušika i inače zna niska, no, kao razlog navode suvišak vode tijekom provođenja njihovog pokusa, što u ovom istraživanju nije bio slučaj, zbog izrazitog nedostatka oborina.

**Tablica 1.** Prinos heljde (kg ha<sup>-1</sup>), Široko Polje, 2009. godina.

Tretman	Z	AN	UR	M1	M2
Prinos (kg ha <sup>-1</sup> )	1705 a <sup>†</sup>	1896 ab	2148 bc	2064 abc	2359 c
F-test = 3.73		P(F-test) = 0.0339		LSD (0.05) = 396	

<sup>†</sup>Prosjeci označeni istim slovom ne razlikuju se statistički za prag značajnosti P<0,05

Efikasnost usvajanja folijarnih gnojiva od strane heljde bila je bolja, pa je već s najnižom dozom dušika dodanom putem folijarnog tretmana M1, postignuto 168 kg više uroda, u usporedbi s tretmanom AN, što daje naznačiti da je ovakav način usvajanja bio po biljku povoljniji i u uvjetima suše koja je vladala tijekom tog perioda vegetacije.

I drugi tretman folijarnim gnojivom, no samo s dušičnim hranivom u obliku uree, tretman UR, u odnosu na M1 bio je bolji za svega 65 kg ha<sup>-1</sup> zrna heljde, a u odnosu na Z tretman, za čak 444 kg ha<sup>-1</sup> zrna heljde, što je predstavljalo signifikantno viši prinos. Valja naglasiti da je kombinacija visokih temperatura i otopljene uree izazvala rubna oštećenja listova, uglavnom onih u najvišim etažama, koje su bile izložene najviše aplikaciji folijarnog gnojiva, te na kojima se evapotranspiracija najbrže odvijala. No, izgleda da ovakvo rubno oštećenje nekih listova nije previše utjecalo na smanjenje fotosintetskog aparata samog usjeva, koliko je na ovaj način dodan dušik utjecao na viši prinos heljde. Merill i sur. (1961.) također su u pokusima s više travnih vrsta došli do zaključka da, uz istovjetni učinak manje količine folijarno primijenjene uree i veće količine dušičnog gnojiva inkorporiranog u tlo na prinos više promatranih trava, oštećenja lisne mase nisu imala značajniji utjecaj na konačno veću količinu proteina u nadzemnoj biljnoj masi tretiranoj folijarnom primjenom uree.

U usporedbi s UR tretmanom, M2 tretman bio je prinostniji za 212 kg ha<sup>-1</sup> zrna heljde, što je predstavljalo također signifikantno viši prinos u odnosu na Z tretman (više za čak 655 kg ha<sup>-1</sup>) i AN tretman (više za 463 kg ha<sup>-1</sup>). No, za razliku od UR tretmana, nije bilo vidljivih oštećenja listova, unatoč koncentraciji dvostruko većoj od preporuka za primjenu danih od strane proizvođača ovog folijarnog gnojiva. Khalil i sur. (2001.) također su istakli prednosti folijarnih gnojiva s makro- i mikro-elementima u odnosu na folijarna gnojiva samo s dušikom, najviše zbog mogućnosti biofortifikacije elemenata koji nedostaju u ishrani ljudi, na primjer selena (Smrkolić i sur., 2006.), kojega heljda može usvojiti i preko tretmana sjemena i folijarnom gnojivom.

**Tablica 2.** Masa 1000 zrna heljde (g), Široko Polje, 2009. godina.

Tretman	Z	AN	UR	M1	M2
Masa 1000 zrna (g)	21.68 a <sup>†</sup>	21.60 a	20.88 a	21.63 a	21.38 a
F-test = 0.53;		P(F-test) = 0.7183;		LSD (0.05) = 1.41 (nesignifikantno)	

<sup>†</sup>Prosjeci označeni istim slovom ne razlikuju se statistički za prag značajnosti  $P < 0,05$

**Tablica 3.** Hektolitarska masa heljde (kg), Široko Polje, 2009. godina.

Tretman	Z	AN	UR	M1	M2
Hektolit. masa (kg)	66.98 a <sup>†</sup>	67.53 a	67.90 a	68.45 a	68.60 a
F-test = 0.58;		P(F-test) = 0.6834;		LSD (0.05) = 2.71 (nesignifikantno)	

<sup>†</sup>Prosjeci označeni istim slovom ne razlikuju se statistički za prag značajnosti  $P < 0,05$

Analiza komponenti kvalitete prinosa, mase 1000 zrna (Tablica 2.) i hektolitarske mase (Tablica 3.) nije pokazala statistički značajne razlike između tretmana, a dobivene vrijednosti su u skladu s vrijednostima za ovaj usjev.

## Zaključci

Na osnovu istraživanja uroda heljde kod primijenjenih pet tretmana prihrane tijekom 2009. godine, mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- postrnim uzgojem heljde moguće je dobiti zadovoljavajuće prinose i u sušnijim agroekološkim uvjetima, ukoliko postoje dovoljne zalihe vlage u tlu;
- uslijed manjka oborina, prihrane granuliranim gnojivom mogu biti neučinkovite, a neiskorišteno hranivo poslije može biti uzrokom onečišćenja okoliša;
- preporučena količina folijarnog sredstva “Profert Mara”, primijenjena kroz dvije prihrane, u danim agroekološkim uvjetima je pokazala trend višeg prinosa heljde od kontrole i prihrane granuliranim gnojivom, te se stoga može preporučiti u proizvodnji postrno sijane heljde;
- folijarna primjena uree daje signifikantno više prinose heljde u odnosu na proizvodnju heljde bez prihrane, no, nužno je upozoriti na možebitne probleme uslijed oštećenja lisne mase;
- sredstvo “Profert Mara” u dvostruko većoj količini od preporučene količine od strane proizvođača ovog sredstva daje signifikantno više prinose u odnosu na proizvodnju heljde bez prihrane i uz prihranu granuliranim gnojivom u danim agroekološkim uvjetima, ne oštećuje lisnu masu, te se može preporučiti kao najbolji izbor pri prihrani postrno sijane heljde.

## Napomena

Rezultati ovog istraživanja dio su istraživanja u sklopu VIP projekta “Postrni usjevi za hranu i bio-energiju” Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Republike Hrvatske.

## Literatura

- Ayoub. M., MacKenzie. A., Smith. D.L. (1995): Evaluation of N fertilizer rate and timing and wheat cultivars on soil residual nitrates. *J. Agronomy and Crop Sci.* 175. 87-97.
- Bohlool. B.B., Ladha. J. K., Garrity. D.P., George. T. (1992): Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective *Plant and Soil* 141: 1-11.
- Galić, Z., Orlović, S., Vasić V. (2006): Efekti folijarnog đubrenja na proizvodnju sadnica *Populus deltoides Bartr.* *Savremena poljoprivreda.* 55/ 5, 85–91.
- Gooding. M.J., Davies. W.P. (1992): Foliar urea fertilization of cereals: A review. *Fert. Res.* 32:209–222.
- Haq. M.U., Mallarino. A.P. (2000): Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. *Agron. J.* 92:16–24.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment-Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Editors: Parry. M.L., Canziani. O.F., Palutikof. J.P., Van der Linden. P.J., Hanson. C.E. Cambridge University Press. Cambridge. UK. pp 976.
- Khalil, M.Y., Hussein, M.S., El-Sherbeny, S.E. (2001): A comparative study on the effect of some foliar fertilizers on the growth and yield of *Sinapis alba* and *Nigella sativa* plants. *Egypt J Hort;* 28:371-85.
- Latković, D., Starčević, L. (2006): Dinamika mineralnog azota u zemljištu. *Savremena Poljoprivreda.* 55/ 5. 125–131.
- Lopez-Bellido. L., Lopez-Bellido. R.J., Lopez-Bellido. F.J. (2006). Fertilizer Nitrogen Efficiency in Durum Wheat under Rainfed Mediterranean Conditions: Effect of Split Application. *Agron. J.* 98:55–62.
- Malešević, M., Bogdanović D., Petrović, N. (1991): Uticaj ekoloških činilaca na dinamiku nitrata u zemljištu, njihovo usvajanje i raspodelu u organima biljaka pšenice. XXV Seminar agronoma, Zbornik referata, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. 377-390.
- Merrill, W. G., Loosli, J. K., Mitchell, R. L., Kennedy, W. K. (1961): Effects of foliar application of urea on the yield and nutritive value of some grass hays. *J. Anim. Sci.* 1961. 20: 785-791.
- Parker. J.H. (1972): How fertilizer moves and reacts in soil. *Crops and Soils* 25: 7-11.
- Rosecrane, R.C., Johnson, R.S., Weinbaum S.A. (1998): The effect of timing of post-harvest foliar urea sprays on nitrogen absorption and partitioning in peach and nectarine trees. *J. of Hort. Sci. and Biotech.* 73: 856-861.
- Schulte-Erley, G., Kaul, H.P., Kruse, M., Aufhammer, W. (2005): Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization, *European J. of Agronomy*, Vol. 22/1. 95-100.
- Sexton. P.J., N.C. Paek. and R. Shibles. (1998): Soybean sulfur and nitrogen balance under varying levels of available sulfur. *Crop Sci.* 38:975–982.
- Smith. C.J., Frency. J.R., Sherlock. R.R., Galbally. I.E (1991):. The fate of urea nitrogen applied in a foliar spray to wheat at heading. *Fert. Res.* 28:129–138.
- Smrkolj, P., Stibilj, V., Kreft, I., Germ, M. (2006): Selenium species in buckwheat cultivated with foliar addition of Se(VI) and various levels of UV-B radiation. *Food Chemistry*.96/4, 675-681.
- Woolfolk. C.W. Raun. W.R., Johnson. G.V., Thomason. W.E., Mullen. R.W., Wynn. K.J., Freeman. K.W. (2002): Influence of late-season foliar nitrogen applications on yield and grain nitrogen in winter wheat. *Agron. J.* 94: 429–434.

**Abstract****Different fertilization systems for buckwheat sown as post-harvest crop**

The experiment with buckwheat (*Fagopyrum esculentum L.*) sown as post-harvest crop after winter barley (*Hordeum vulgare L.*) has been set in Northeastern Croatia, near Djakovo, at the beginning of July 2009. Five side-dressing systems were used: Z - no side-dressing; AN - side-dressings by granulated fertilizer KAN; UR - foliar side-dressings by 5% urea solution; M1 - side-dressing by recommended amount of multi-nutrient foliar fertilizer "Profert Mara"; and M2 - side-dressing by double recommendation of M1. The lack of precipitation and soil moisture was present, which resulted by higher yields by foliar side-dressings M2 (2359 kg ha<sup>-1</sup>), UR (2148 kg ha<sup>-1</sup>) and M1 (2064 kg ha<sup>-1</sup>), in comparison with treatments AN (1896 kg ha<sup>-1</sup>) and Z (1705 kg ha<sup>-1</sup>). Therefore, foliar fertilization in drought weather condition should be recommended for the buckwheat grown in post-harvest cropping system.

**Keywords:** buckwheat, post-harvest cropping, foliar fertilization, yield, drought

## Suzbijanje ličinki kruškine ose srčikarice (*Janus compressus* Fabricius)

Validžić Tihomir<sup>1</sup>, Ivezic Marija<sup>2</sup>, Raspudić Emilija<sup>2</sup>, Brmež Mirjana<sup>2</sup>, Majić Ivana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja RH, Odjel-područna jedinica Poljoprivredne inspekcije Osijek, V. Nazora 2, 31400 Đakovo (tihomir.validzic@os.htnet.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet Osijek, Zavod za zaštitu bilja, Trg Sv.Trojstva 3, 31000 Osijek

### Sažetak

Simptomi napada kruškine ose srčikarice (*Janus compressus* F.), su vrlo karakteristični. Očituju se tijekom proljeća, u fazi intenzivnog porasta mladica kruške, kada se vrhovi grana naglo svijaju, te nakon 7-10 dana pocrne i otpadnu. Cilj rada je bio utvrditi period najveće brojnosti populacije odraslog stadija kruškine ose srčikarice u klimatskim uvjetima istočne Slavonije pomoću žutih ljepljivih ploča, te provjeriti učinkovitost insekticida, Actara 25 WG, u suzbijanju ličinki ovog štetnika. Pokus je postavljen u 2009. godini i proveden na 4 lokaliteta, s ukupno 16 sorata kruške. Let ose srčikarice u 2009. godini, zabilježen je od 20. travnja do 27. svibnja, s vrhuncem leta oko 01. svibnja. Tretiranje insekticidom Actara 25 WG -obavljena su motornom prskalicom u dva navrata u ranim fazama razvoja ličinke (dužina tijela: 1-3 mm), te dva puta u kasnijim fazama razvoja ličinke (dužina tijela: 8-10 mm). Rezultati su pokazali da je insekticid Actara 25 WG, iznimno učinkovit (93%), u ranim fazama razvoja ličinke, dok je vrlo slabo učinkovit (8%), u kasnijim fazama razvoja ličinke.

**Ključne riječi:** *Janus compressus*, osa srčikarica, ličinka, kruška, Actara 25 WG

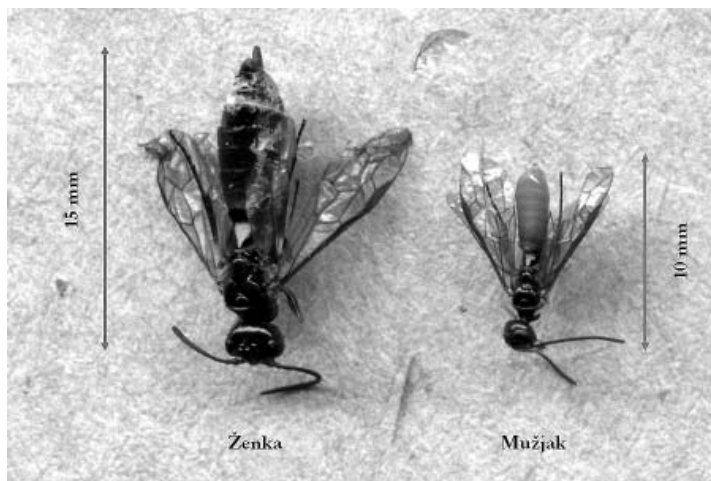
### Uvod

Republika Hrvatska svojim ekološkim uvjetima omogućuje proizvodnju kvalitetnog kontinentalnog, mediteranskoga pa čak i suptropskog voća. U Hrvatskoj kruška, kao voćna vrsta, ima velik značaj tijekom sezone, naročito turističke, jer mnoge kvalitetne sorte dozrijevaju tijekom ljeta i rane jeseni. U novije vrijeme (u sklopu predpristupnih fondova EU), sade se moderni, intenzivni, gusti nasadi krušaka s produktivnim, kvalitetnim i suvremenim sortama. Nasadi se dižu blizu potrošačkih i turističkih središta.

Posljednjih je godina, kruškina osa srčikarica (*Janus compressus* Fabricius) sve značajniji štetnik na području Slavonije, naročito u novim nasadima, gdje uništavanjem mladih jednogodišnjih izboja kruške, ometa pravilno formiranje krošnje, ali i prirast rodnog - stabla (Ivezic, 2003.). Također, osa je posebno opasna u voćnim rasadnicima, jer uništava i zaustavlja rast mladih izboja kruške nakon okulacije tj. komplicira proizvodnju voćnih sadnica (Pollini, 1992.).



Osa srčikarica najintenzivnije napada krušku, a rjeđe jabuku, dunju i mušmulu. Odrasli stadij štetnika je kukac veličine oko 15 mm za ženku i oko 10 mm za mušjak (Slika 1.). Štetnik pripada porodici Cephidae – ose vlatarice, rod – *Janus* (Balachowsky i Mesnil, 1935.).



**Slika 1.** Odrasla ženka i mušjak ose srčikarice (orig.)

Osa srčikarica naročito velike štete pravi u amaterskim nasadima, kako u RH tako i u svijetu.

Cilj rada je bio utvrditi period najveće brojnosti populacije odraslog stadija kruškine ose srčikarice u klimatskim uvjetima istočne Slavonije, te provjeriti učinkovitost insekticida, Actara 25 WG (sistemik iz grupe neonikotinoida), u suzbijanju ličinki ovog štetnika.

### Materijal i metode rada

Pokus je postavljen u 2009. godini, na području Strizivojne i to na 4 odvojena lokaliteta. U nasadima kruške, primjenjuju se intenzivne agrotehničke i pomotehničke mjere, no namjena im nije komercijalna proizvodnja kruške. Pokus je proveden na ukupno 16 sorata kruške, prosječne starosti stabala oko 7 godina, s različitim brojem stabala na pojedinim lokalitetima. Lokaliteti su udaljeni međusobno 300 i više metara.

Za suzbijanje ličinki ose srčikarice korišten je pripravak Actara 25 WG (tiametoksam 25%), sistemski insekticid iz grupe neonikotinoida, želučanog i kontaktnog djelovanja u obliku topivih granula. Insekticid je apliciran u koncentraciji 0,02%. Tretiranja nasada kruške su obavljena motornom leđnom prskalicom (marke "SOLO"), i to 01. i 09. svibnja 2009., u ranim fazama razvoja ličinki (dužina tijela: 1-3 mm), te 27. lipnja i 04. srpnja 2009., u kasnijim fazama razvoja ličinki (dužina tijela: 8-10 mm). Pregledi nakon obavljenih tretiranja su vršeni na svakom pojedinom stablu, i to na ukupno 47 stabala na svakom lokalitetu. Zaraženi i nezaraženi izboji prebrojani su na tretiranim i kontrolnim stablima.

Učinkovitost djelovanja insekticida na ličinke unutar svakog izboja (ukupno ih je analizirano 921), je provjerena razrezivanjem izboja skalpelom. Ocjena učinkovitosti je mjerena na slijedeći način:

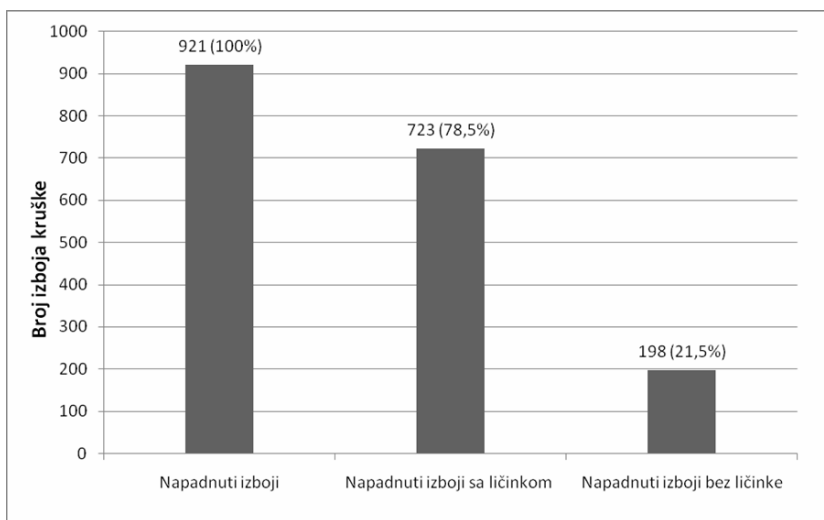
- ličinka uginula – insekticid je učinkovit
- ličinka aktivna – insekticid nije učinkovit

Učinkovitost insekticida u kasnijim fazama razvoja ličinke (kada je ličinka dužine tijela 8-10 mm) utvrđena je na jednom lokalitetu (L4). Dok je učinkovitost insekticida u ranijim fazama razvoja ličinki utvrđena na tri lokaliteta (L1-L3).

U svrhu ispitivanja početka leta ose srčikarice, te perioda najveće brojnosti populacije odraslog stadija štetnika, upotrijebljene su standardne žute ljepljive ploče (A4 formata). Ukupno je upotrijebljeno 30 ljepljivih ploča. Postavljene su na odabranim stablima na tri lokaliteta, a brojnost imaga je kontrolirana svakih 7 dana, u periodu od 18. travnja - 27. svibnja 2009.

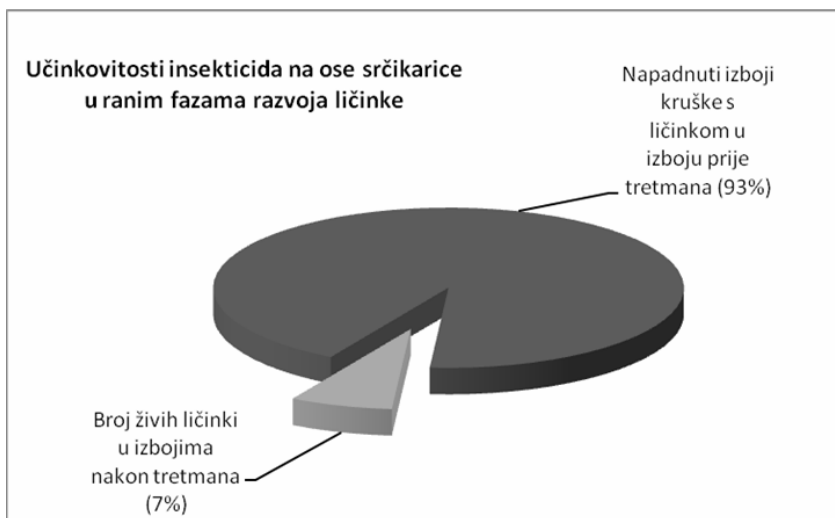
## Rezultati rada

Analizom rezultata utvrđena je prisutnost ličinki od 78,5%, odnosno u 723 izboja kruške od ukupno napadnutih 921 izboja. U više od 20% napadnutih izboja osa srčikarica nije odložila jaja ili su jaja propala, te se ličinke nisu razvile. Rezultati zaraženih izboja kruške ličinkama ose srčikarice prikazani su Grafikonom 1.



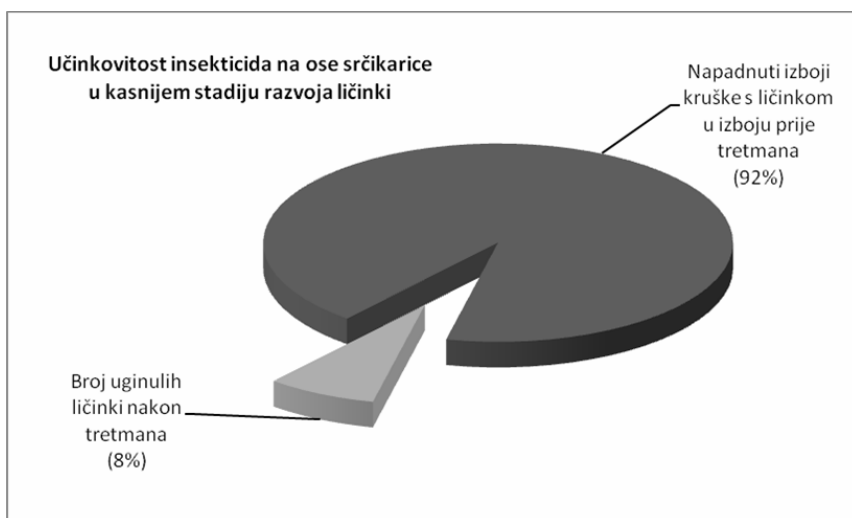
**Grafikon 1.** Broj napadnutih izboja kruške i ličinki od ose srčikarice

U ranijim fazama razvoja ličinki, utvrđeno je 79 ličinki u izbojima kruške. Nakon tretiranja utvrđeno je samo 6 preživjelih ličinki, odnosno učinkovitost insekticida bila je visoka i iznosila je 93% (Grafikon 2.).



**Grafikon 2.** Učinkovitost suzbijanje ose srčkarice u ranijim fazama razvoja ličinki

U kasnijim fazama razvoja ličinki, utvrđeno je ukupno 422 napadnuta izboja, međutim u 379 (89,91%) izboja utvrđena je ličinka ose srčkarice. Nakon tretiranja insekticidom, utvrđen je broj živih ličinki u izbojima koji je iznosio 348, te 31 uginula ličinka (Grafikon 3.).



**Grafikon 3.** Učinkovitost suzbijanja ose srčkarice u kasnijim fazama razvoja ličinki

Iz rezultata je jasno kako je učinkovitost insekticida u kasnijim fazama razvoja ličinki nezadovoljavajuća, te iznosi samo 8,18%.

Analizom žutih ploča utvrđene su prosječne vrijednosti brojnosti ose srčkarice za tri lokaliteta. Utvrđena je najveća brojnost štetnika u prva dva tjedna praćenja (25.04. – 03.05. 2009.), pro-

sječno 31 ose srčikarice. Kasnije, u iduća tri tjedna brojnost štetnika se smanjivala i iznosila je 1 odnosno 2 ose srčikarice.

### Zaključci

Rezultati su pokazali da je insekticid Actara 25 WG, iznimno učinkovit (93%), u ranim fazama razvoja ličinke, dok je vrlo slabo učinkovit (8%), u kasnijim fazama razvoja ličinke. U klimatskim uvjetima istočne Slavonije u 2009. godini, let ose srčikarice zabilježen je od 20. do 27. svibnja, dok je vrhunac leta zabilježen oko 01. svibnja, kada je štetnik i činio najveće štete. Praćenje populacije ose srčikarice treba se nastaviti pratiti u nasadu kruške i u idućim godinama kako bi se na vrijeme primjenile mjere suzbijanja ovog štetnika, te postigla najbolja učinkovitost insekticida.

### Literatura

- Balachowsky A, Mesnil L. (1935): Les insectes nuisibles aux plantes cultivees, Paris, vol. 1: 238-241.
- Ivezić M. (2003): Štetnici vinove loze i voćaka, Veleučilište u Požegi, Požega: 51-55.
- Pollini A. (1992): La difesa delle piante da frutto; Edizioni Agricole: 323-324.

### Abstract

#### Control of pear shoot sawfly larvae (*Janus compressus* Fabricius)

Symptoms of pear shoot sawfly (*Janus compressus* F.) are very specific. During springtime, in the phase of intensive growth, the tips of pear shoots wilt and after a period of 7 to 10 days turn black and fall off. The aim of this study was to determine population of pear shoot sawfly in climatic conditions of eastern Slavonia, as well as to determine effect of insecticide Actara 25 WG in control of this pest. Population of pest adult stages was monitored in 2009, by yellow sticky traps. Trials were conducted in 2009, on 4 localities, on 16 different sorts of pear. Insecticide was applied two times in early larva growth stages (body length: 1-3 mm), and twice in later larva growth stages (body length: 8-10 mm). Results revealed high efficacy (93%) of insecticide Actara 25 WG when applied in period of early growth stages of larva. However, weak efficacy (8%) was obtained when insecticide was applied in later growth stages of larva. Flight of adult pear shoot sawfly was determined in period between 20<sup>th</sup> April and 27<sup>th</sup> May, with peak population on 1st May.

**Keywords:** *Janus compressus*, pear shoot sawfly, larva, pear, Actara 25 WG



## Section IV




---

---

# **legislation – economy – environment zakonodavstvo – ekonomika – okoliš**

### **chairmen / moderatori**

1. Krunoslav ZMAJIĆ
  2. Roberta SORIĆ
  3. Nataša URANJEK
- 



## Anketa o poznavanju pesticida na području Slavenskog Broda

Ereš Tanja<sup>1</sup>, Raspudić Emilija<sup>2</sup>, Brmež Mirjana<sup>2</sup>, Ćosić Jasenka<sup>2</sup>, Ivezic Marija<sup>2</sup>,  
Benković-Lačić Teuta<sup>1</sup>, Antunović Slavica<sup>1</sup>, Sarajlić Ankica<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Diplomantica Veleučilišta u Slavanskom Brodu, Stručni studij Bilinogojstvo, Smjer Hortikultura, Dr. Mile Budaka 1, Slavonski Brod*

<sup>2</sup>*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijek, Trg Svetog Trojstva 3, Osijek, Hrvatska, (Emilija.Raspudic@pfos.hr)*

### Sažetak

Pesticidi su proizvodi kemijskog ili biološkog porijekla koji su namijenjeni zaštiti ekonomski značajnih biljaka od korova, bolesti, štetnih insekata, grinja i drugih štetnih organizama. Cilj ovoga rada je putem ankete saznati kakve su spoznaje o pesticidima i njihovoj primjeni kod poljoprivrednih proizvođača na području Slavenskog Broda. Anketa je provedena tijekom srpnja i kolovoza 2009. godine. Anketirano je 100 osoba različitih dobni i spolnih skupina, kao i različitog stupnja obrazovanja. Postavljeno je 12 pitanja. Među ispitanicima iz poljoprivredne struke educirano je 54% ispitanika, a svi znaju što su pesticidi. Najčešće koriste herbicidne pripravke (75%), zatim fungicide (18%) te insekticide (7%). Pesticide koristi 87% ispitanika svake godine, a 13% samo povremeno. Anketa je pokazala, bez obzira na obrazovanje, kako se povećanje doze nekog pripravka smatra uobičajenom mjerom, ali je isto tako 27% ispitanika odgovorilo da ne povećavaju dozu. Većina ispitanika 91% ne koristi zaštitnu odjeću, a samo 9% ih koristi masku. Svi znaju na koji način se zbrinjava korištena ambalaža, ali ih samo 3% vraća u poljoprivredne ljekarne, a preostali ispitanici ambalažu odlažu u komunalni otpad. Nitko od ispitanika ne ostavlja ambalažu na poljima. Iako ispitanici pokazuju izvjesno znanje o primjeni pesticida, organizirana stručna predavanja bila bi od velike koristi.

**Ključne riječi:** pesticidi, anketa, Slavonski Brod

### Uvod

Poljoprivreda je temeljna gospodarska djelatnost koja je bitna za prehranu stanovništva, te je usko vezana za druge gospodarske djelatnosti (prehrambena industrija, kemijska industrija itd.). Veliki utjecaj na biljnu proizvodnju imaju klimatski uvjeti i ograničenost prirodnih resursa. Povećanje biljne proizvodnje se postiže na dva načina, većom produkcijom po jednoj biljci, širenjem poljoprivrednih površina, ali su od velike važnosti i mjere zaštite, odnosno, upotreba pesticida u smanjenju šteta nastalih od različitih štetočinja. Pesticidi su proizvodi kemijskog ili biološkog porijekla koji su namijenjeni zaštiti ekonomski značajnih biljaka od korova, bolesti,



štetnih insekata, grinja i drugih štetnih organizama. Prodaju se u poljoprivrednim ljekarnama i dostupni su svima.

Postoje različite mogućnosti zaštite bilja, ali je primjena pesticida vrlo česta, katkada i jedina moguća zaštita (Macelj i sur., 2002.). Sredstva za zaštitu bilja svrstana su u otrove i mogu biti opasna za zdravlje ljudi i životinja, te okoliš. Treba znati kako njima pravilno rukovati i kako ih primijeniti. Zaposlenici u poljoprivrednim ljekarnama moraju pravilno čuvati sredstva za zaštitu bilja i rukovati njima, kako ne bi doveli u opasnost svoje zdravlje i zdravlje ostalih zaposlenika. U poljoprivrednim ljekarnama kupac dobiva preporuku kako zaštititi usjev ili nasad, koji pripravak upotrijebiti za zaštitu, te odgovarajuće upute o načinu primjene i mjerama opreza. Zaposlenici u poljoprivrednim ljekarnama su educirani u grani fitomedicine te mogu stručno odgovoriti na svaki upit o problemu zaštite bilja. Upotreba pesticida ima svoje zakonitosti te se kod njihove primjene obavezno mora voditi računa o karenci i toleranci kao i o mjerama opreza za zdravlje ljudi i životinja te očuvanje okoliša. Brodsko-posavska županija ukupno ima 54 800 ha obradivih površina s 8.067 registriranih obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava, od čega je 4.799 na području Slavonskog Broda, a 3.268 na području Nove Gradiške. Na tom području registrirano je 30 poljoprivrednih ljekarni koje pružaju usluge prodaje pesticida.

Cilj ovoga rada je putem ankete saznati kakve su spoznaje o pesticidima i njihovoj primjeni kod poljoprivrednih proizvođača na području Slavonskog Broda.

### **Materijal i metode rada**

Na području Slavonskog Broda, tijekom srpnja i kolovoza 2009. godine provedena je anketa o poznavanju pesticida. Anketirano je 100 osoba različitih dobnih i spolnih skupina, kao i različitog stupnja obrazovanja. Anketa se sastojala od 12 pitanja:

1. Znate li što su pesticidi?
2. Koliko često ih upotrebljavate?
3. Koristite li uvijek iste pripravke?
4. Tražite li stručnu pomoć pri kupnji pesticida?
5. Primjenjujete li pesticide prije pojave simptoma bolesti i štetnika ili nakon pojave prvih simptoma?
6. Ako niste imali efekta kod primjene nekog pripravka jeste li povećali dozu, primjerice od one koja je propisana?
7. Koristite li zaštitnu odjeću (zaštitno odijelo, masku i rukavice)?
8. Pridržavate li se uputstva koja su navedena na deklaraciji pripravka?
9. Znate li što su karenca i toleranca?
10. Što najčešće koristite?
11. Znate li na koji se način zbrinjava korištena ambalaža?
12. Na koji način vaše gospodarstvo se brine o ambalaži?

Anketa je obavljena u poljoprivrednim ljekarnama u neposrednom kontaktu s kupcima pesticida, a cilj je bio saznati koliko su upoznati sa sredstvima za zaštitu bilja.

### **Rezultati s raspravom**

Među anketiranim osobama većina je muškog spola i to 72%, a žena 28%. Više od polovice (58%) bilo je životne dobi između 20 i 40 godina, od 40 do 60 godina bilo ih je 20%, a starijih od

60 godina 8% i mlađih od 20 godina 14%. S obzirom na stupanj obrazovanja, iz područja poljoprivrede, 54% ispitanika imala su završenu poljoprivrednu školu i više, 13% pohađalo je tečaj iz poljoprivrede, a 18% imalo je neko drugo obrazovanje. Budući da je postotak obrazovanih iz područja poljoprivrede visok, pretpostavka je kako su bolje upoznati s pesticidima.

Na pitanje „Znate li što su pesticidi?“, svi ispitanici su potvrdno odgovorili s tim da nisu znali točnu definiciju, ali su znali koja im je uloga, što potvrđuje i prethodno pitanje o stručnoj spremi.

Pesticide svake godine upotrebljava 87% ispitanika i to su uglavnom oni koji se bave poljoprivrednom proizvodnjom. Manji postotak (13%) odnosi se na ispitanike do 20 godina koji nisu obavljali kupovinu pesticida za svoje potrebe.

Na pitanje „Koristite li uvijek iste pesticide?“ svi su odgovorili da ne koriste. Budući je više od polovice ispitanika educirano iz područja poljoprivrede, odgovor na ovo pitanje uklapa se u odgovore u prethodnom, o poznavanju upotrebe pesticida.

Prilikom kupovine pesticida svi ispitanici tražili su stručnu pomoć. Dobra poljoprivredna praksa zbog nastanka rezistentnosti kod upotrebe istih pripravaka preporuča njihovu izmjenu. Svake godine se izdaje pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj (Glasilo biljne zaštite), gdje se nalaze i novi pripravci na tržištu te i zbog toga potrošači traže stručnu pomoć pri kupnji određenog pripravka. Zbog opasnosti da ne dođe do rezistentnosti, stručnjaci savjetuju da se pripravci mjenjaju.

Na pitanje kada primjenjuju pesticide, prije ili nakon pojave prvih simptoma, 46% izjasnilo se da ih primjenjuje prije pojave simptoma, a 54% nakon pojave prvih simptoma.

Na pitanje o povećanju propisane doze, 73% povećava dozu ako nisu imali učinka kod primjene nekog pripravka, jer smatraju da će povećanjem imati bolju učinkovitost. To pokazuje da nisu dovoljno upoznati s pravilima struke, dok se ostatak (27%) ispitanika pridržavao uputstava koja su navedena na proizvodu.

Iako se pesticidi ubrajaju u otrove i prilikom njihove upotrebe može doći do trovanja ljudi i životinja, samo 9% ispitanika koristi zaštitnu odjeću. Ispitanici koji koriste zaštitnu odjeću pripadaju obiteljskim gospodarstvima, s većim površinama i često koriste pesticide. Pod zaštitnu odjeću podrazumijevaju nošenje samo maske. Veliki postotak (91%) onih koji ne koriste zaštitnu odjeću pokazuje kako ne znaju koliko se izlažu opasnosti od primjene pesticida.

Na pitanje pridržavaju li se uputstava koja su navedena na deklaraciji pripravka, većina njih, 76% odgovorila je da se pridržava uputa, iako pod tim smatraju samo pridržavanje doze ili koncentracije, ali ipak 24% se ne pridržava, jer smatraju da povećavanjem doze postižu bolje rezultate.

Da li znaju što je karenca i toleranca, potvrdno su odgovorili ispitanici koji imaju završenu poljoprivrednu školu i više (22%). Mnogi znaju da nakon tretiranja određeno vrijeme ne smiju konzumirati poljoprivredne proizvode, jedino ne znaju stručni naziv za to (57%), a 21% ispitanika nisu upoznati s tim što su karenca i toleranca.

Od kemijskih pripravaka najviše se upotrebljavaju herbicidi (75%), zatim fungicidi (18%) i najmanje insekticidi (7%).

Na upit na koji se način zbrinjava korištena ambalaža, svi su (100%) smatrali da znaju na koji se način skuplja ambalaža, ali su rijetki su oni koji se toga pridržavaju. Samo 3% ispitanika ambalažu vraća u poljoprivredne ljekarne i to su velika obiteljska gospodarstva, 87% ispitanika odlaže je u komunalni otpad, a 10% je spaljuje. Nitko od ispitanika ne ostavlja ambalažu na polju što je dobro, iako je čest slučaj da se ambalaža može naći uz puteve i kanale.

## Zaključak

Provedenom anketom utvrđeno je da na području Slavenskog Broda informiranost o pesticidima, njihovoj upotrebi i opasnosti nije dovoljna. Iako su educirani iz poljoprivredne struke (54%) svi anketirani (100%) znaju što su pesticidi. Najčešće koriste herbicidne pripravke (75%), a zatim fungicide (18%) i insekticide (7%).

Pesticide koristi 87% ispitanika svake godine i oni se bave isključivo poljoprivrednom proizvodnjom, a 13% samo povremeno. Svi ispitanici znaju ulogu pesticida te kako nije dobro uvijek koristiti jedne te iste pripravke. Stalno i svi traže stručni savjet pri kupnji. Gotovo polovica ispitanika (46%) pripravke koristi preventivno, a druga polovica (54%) kada se pojave prvi simptomi.

Anketa je pokazala, i bez obzira na obrazovanje, kako se povećanje doze nekog pripravka smatra uobičajenom mjerom, ali je isto tako 76% ispitanika odgovorilo da se pridržavaju uputa koje se nalaze uz pripravak. Većina ispitanika (91%) ne koristi zaštitnu odjeću, a samo 9% ih koristi masku. Svi znaju na koji način se zbrinjava ambalaža, ali ih samo 3% vraća u poljoprivredne ljekarne, a ostali ambalažu odlažu u komunalni otpad. Nitko od ispitanika ne ostavlja ambalažu na poljima (Damalas i sur., 2006.).

Iako ispitanici pokazuju izvjesno znanje o primjeni pesticida pesticide, organizirana i stručna predavanja bila bi od velike koristi.

## Literatura

- Damalas, C.A., Georgiou, E.B., Theodorou, M.G. (2006): Pesticide use and safety practices among Greek tobacco farmers: a survey. *Int J Environ Health Res.*,16. (5):339-48.
- Glasilo biljne zaštite (2009.): Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2009. godinu. Hrvatsko društvo biljne zaštite Zagreb, 149.
- Maceljki, M., Cvjetković, C., Jasminka Igrc Barčić, Ostojić, Z. (2002.): Priručnik iz zaštite bilja, drugo dopunsko izdanje za zaposlenike u poljoprivredni ljekarnama. Zavod za zaštitu bilja i HDBZ, Zagreb pp 245.

## Abstract

### Survey on knowledge of pesticides in the area of Slavonski Brod

Pesticides are products with chemical or biological origin, anticipated to protect plants from harmful organisms, such as weeds, dangerous insects, diseases etc. The aim of this paper is to obtain information about pesticides and their applications between agricultural producers on the area of Slavonski Brod. Survey was conducted during July and August, 2009. One hundred persons with different gender and age structure were asked about pesticides. Survey was contained 12 questions. 54% of examinees were educated in agriculture, but all of examinees known what pesticides are. Most of them (75%) utilized herbicides, than fungicides (13%) and insecticides (7%). 87% of examinees used pesticides every year, while 13% used pesticides occasionally. Increasing of dosage rates is very common in despite of educational status. Only 27% of examinees don't increase the recommended dosage rates. Most of examinees (91%) don't use protective clothing, and only 9% used protective face mask. All of the examinees were familiar with package waste disposal, but only 3% of them returned packages to agricultural pharmacies. Neither one examinee delay packages on the fields. Although examinees showed certain knowledge about pesticides, organized professional lectures would be of great help to producers.

**Keywords:** pesticides, survey, Slavonski Brod

Izvorni znanstveni rad

## Važniji tehnološki činitelji i ekonomski rezultati pri uzgoju suncokreta

Jurišić Mladen, Kanisek Jozo, Rapčan Irena, Žiža Zoran, Galić Subašić Daria

*Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31.000 Osijek, Hrvatska (mjurisic@pfos.hr)*

### Sažetak

Istraživanje o tehnološkim i tehničkim činiteljima te ekonomskim učincima pri uzgoju ove važne uljarice provedeno je tijekom 2007. godine u tvrtki Novi Agrar d.o.o. iz Osijeka. Pri uzgoju suncokreta na površini od 1.077,43 ha, ostvaren je prinos od 3.568 kg ha<sup>-1</sup> sjemena uz prosječni sadržaj ulja od 48,94%. Planskom kalkulacijom za 2008. godinu planira se zasijati površina od 1.743 ha i ukupno utrošiti 8.075,38 kn ha<sup>-1</sup>. U odnosu na ukupne troškove 41,06% čine izravni troškovi materijala i sredstava zaštite koji iznose 3.315,66 kn ha<sup>-1</sup>. Pri proizvodnji bi se utrošilo 11,38 sati ha<sup>-1</sup> rada strojeva za koje bi prema sadašnjim cijenama trebalo izdvojiti 2.677,22 kn ha<sup>-1</sup>, a to predstavlja 33,15% ukupnih troškova. Prema izračunu ukupna vrijednost proizvodnje iznosi 11.490,00 kn ha<sup>-1</sup>, a nakon podmirivanja troškova ostvarena dobit iznosi 3.414,62 kn ha<sup>-1</sup>. Na temelju izračuna ekonomičnosti proizvodnje i stope rentabilnosti, utvrđeno je da se na 100 kuna uloženi u proizvodnju ostvaruje dobit od 42,28 kune.

**Ključne riječi:** suncokret, tehnika, tehnologija, ekonomski rezultat, dobit

### Uvod

Značaj suncokreta proizlazi iz biološke vrijednosti sjemena suncokreta koja se cijeni prema sadržaju, odnosno prinosu esencijalnih kiselina i aminokiselina (Vratarić i sur., 2004.). Kako je suncokret entomofilna biljka potrebno je naglasiti i njegovu veliku važnost u pčelarstvu (Puškadija i sur., 2009.). U našoj zemlji suncokret ima veliki ekonomski značaj i glavna je sirovina za proizvodnju jestivog ulja (Vrandečić i sur., 2009.). Potrošnja ulja u Hrvatskoj iznosi oko 13 litara po stanovniku godišnje. Iako je niska, domaća proizvodnja ne pokriva ju u potpunosti. Dio ulja se zbog toga mora uvesti iz inozemstva, što dodatno opterećuje vanjsko trgovinsku bilancu (Žiža, 2008.). U razdoblju od 1997. do 2007. godine evidentno je veliko variranje u zasijanim površinama i prinosima suncokreta u Republici Hrvatskoj (površine su varirale 20.000 do 50.000 ha, a prinosi od 1,82 do 2,63 t ha<sup>-1</sup>). Cijena suncokreta također je varirala, kao i iznos poticaja za suncokret (Faostat, 2007.). Suncokretovo ulje na visokoj je cijeni, a služi za proizvodnju margarina, majoneza, biljnih masti, raznih medicinskih pripravaka te za razna strojna ulja. U posljednje vrijeme počelo ga se koristiti i kao pogonsko gorivo za dizel motore (biodizel).

### Materijal i metode

Tehnološki uvjeti proizvodnje suncokreta istraživani su tijekom 2007. godine u tvrtki Novi agrar d.o.o. iz Osijeka. Predusjevi za uzgoj suncokreta u tvrtki Novi agrar d.o.o. najčešće su kukuruz

i pšenica. Godine 2007. zasijano je suncokretom ukupno 1.077,43 ha. Sijani su hibridi tvrtke Pioneer, Syngenta/NK, KWS te Monsanto. Mineralna gnojidba obavljena je primjenom KAN-a i uree, te kompleksnim gnojivima NPK formulacije 7:20:30. Prosječno je utrošeno 82 kg ha<sup>-1</sup> dušika, 76 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> te 106 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Zaštita od korova obavljena je korištenjem herbicida Dual Gold 960 EC (960 g l<sup>-1</sup> metolaklora), Racer 25 EC (25% Agan) i Raft SC (40% Aventis). S ciljem suzbijanja uskolisnih korova naknadno je korišteno sredstvo Pantera 40 EC (4% Uniroyal).

**Tablica 1.** Tehnološka karta za obavljanje radova pri uzgoju suncokreta

R.b.	Popis poslova Agrotehnički zahvat	Jed. mj.	Agrotehnički zahtjev	Vrijeme rada od – do	Sredstva mehanizacije		
1.	Prašenje strništa	ha	6-8 cm	05.07.-20.07.	TT	Tanjurača	
2.	Uništavanje korova	ha	6-8 cm	10.09.-20.09.	TT	Tanjurača	
3.	Utovar mineralnog gnojiva	kg	300 kg ha <sup>-1</sup>	05.11.-10.11.	-	Utovarivač	
4.	Prijevoz mineralnog gnojiva	kg	NPK 7:20:30	05.11.-10.11.	ST	Prikolica	
5.	Rasipanje mineralnog gnojiva	ha	NPK 7:20:30	05.11.-10.11.	ST	Rasipač	
6.	Oranje	ha	30-35 cm	05.11.-10.11	TT	Plug	
7.	Zatvaranje zimske brazde	ha	-	01.03.-15.03.	TT	Tanjurača	
8.	Utovar mineralnog gnojiva	kg	200	05.03.-15.03.	-	Utovarivač	
9.	Prijevoz mineralnog gnojiva	kg	NPK 7:20:30	05.03.-15.03.	ST	Prikolica	
10.	Rasipanje mineralnog gnojiva	ha	200	05.03.-15.03.	ST	Rasipač	
11.	Tanjuranje II. prohod	ha	-	05.03.-15.03.	TT	Tanjurača	
12.	Priprema za sjetvu	ha	-	05.04.-15.04.	TT	Sjetvo-spremač	
13.	Dovoz sjemena	t	6-8 kg ha <sup>-1</sup>	10.04.-20.04.	LT	Prikolica	
14.	Sjetva suncokreta	ha	70 x 19-25 cm	10.04.-20.04.	ST	Sijačica	
15.	Doprema vode	l	200 l ha <sup>-1</sup>	15.04.-20.04.	LT	Cisterna	
16.	Zaštita od korova	ha	Racer 25 EC 2 l ha <sup>-1</sup> Dual Gold 1,3 l ha <sup>-1</sup>	15.04.-20.04.	ST	Prskalica	
17.	Utovar mineralnog gnojiva	t	200 kg ha <sup>-1</sup>	05.05.-10.05.	-	Utovarivač	
18.	Prijevoz mineralnog gnojiva	t	KAN 27 %	05.05.-10.05.	ST	Prikolica	
19.	Kultivacija	prva	ha	3-4 lista	05.05.-10.05.	ST	Kultivator
		druga	ha	7-8 pari listova	20.05.-01.06.	ST	Kultivator
20.	Doprema vode	l	200 l ha <sup>-1</sup>	20.05.-01.06.	LT	Cisterna	
21.	Zaštita od bolesti	ha	Konker 1,5 l ha <sup>-1</sup>	10.06.-15.06.	ST	Prskalica	
22.	Žetva suncokreta	t	3,5 t ha <sup>-1</sup>	05.09.-15.09.	-	Kombajn	
23.	Odvoz zrna	t	3,5 t ha <sup>-1</sup>	05.09.-15.09.	ST	Prikolica	

Zaštita od bolesti obavljena je Konkerom (Karbendazin), a kao okvašivači korišteni su Radovit N (8% oktilfenoletoksilat) i Trend 90 SL (90% izodekanoletoksilat). Početkom 2008. godine planirana je sjetva suncokreta na površini 997 ha, ali je zbog poboljšanih uvjeta za uzgoj ove kulture došlo do korekcije plana, te se novim planom planira zasijati 1.743 ha. Za sjetvu se planira koristiti sjeme tvrtki Pioneer, Syngenta/NK KWS, RWA i LG. Gnojidba bi se obavila sa prosječno 86 kg ha<sup>-1</sup> dušika, 72 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 104 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Osnovna gnojidba obavljena je na površini od 145 ha sa 500 kg ha<sup>-1</sup> kompleksnog gnojiva u formulaciji 7:20:30.

## Rezultati i rasprava

Na temelju izračunatih normi (učinka) i tehnološke karte utvrđeno je 11,38 sati rada strojeva i 15,5 sati rada ljudi po hektaru. Ostvaren je prinos od 3.568 kg ha<sup>-1</sup> zrna suncokreta, uz prosječan sadržaj ulja od 48,94%.

Prema planskoj kalkulaciji za proizvodnju suncokreta planira se ukupno utrošiti 8.075,38 kn ha<sup>-1</sup>. Izravni troškovi materijala, koje čine troškovi sjemena, gnojiva i sredstava zaštite iznose 3.315,66 kn ha<sup>-1</sup> i predstavljaju 41,06% od ukupnih troškova. Pri proizvodnji bi se utrošilo 11,38 sati ha<sup>-1</sup> rada strojeva, za koje je prema tadašnjim cijenama trebalo izdvojiti 2.677,22 kn ha<sup>-1</sup> što predstavlja 33,15% ukupnih troškova. Ukupne troškove proizvodnje, vrijednost proizvodnje, te eventualni gubitak ili dobitak računa se pomoću podataka o troškovima materijala, gnojiva, zaštitnih sredstava, rada ljudi i rada strojeva, te podacima o razini ostvarenih prinosa (Kanisek i sur., 2001.).

**Tablica 2.** Kalkulacija (obračunska) za uzgoj (tehnologiju) suncokreta

Redni broj	Elementi troškova		Jedinica mjere	Količina	Cijena po jedinici	Vrijednost po ha
1.	Sjeme		Pakovanje	1,08	462,00	498,96
2.	Mineralna gnojiva	NPK 7:20:30	kg	300	2,31	693,00
			kg	200	3,15	630,00
		KAN 27 %	kg	200	1,61	322,00
3.	Sredstva za zaštitu	Dual Gold 960 EC	l	1,3	139,00	180,70
		Racer 25 EC	l	2	317,00	634,00
		Konker	l	1,5	238,00	357,00
4.	Rad strojevima	Laki traktor	Sati	0,38	99,00	37,62
		Srednji traktor	Sati	5,2	150,00	780,00
		Teški traktor	Sati	3,81	250,00	952,50
		Utovarivač	Sati	0,36	120,00	43,20
		Kombajn	Sati	1,63	530,00	863,90
5.	Rad ljudi		Sati	15,5	25,00	387,50
6.	Koncesija za zemljište		kn	-	-	400,00
7.	Doprinosi za vodu		kn	-	-	200,00

8.	Osiguranje	kn	-	-	150,00
9.	Dorada i sušenje	t	3,5	170	595,00
10.	Kamate i ostali troškovi	kn	-	-	350,00
				Ukupni trošak	2.507,07
				8.075,38	
Prihodi					
Redni broj	Elementi troškova	Jedinica mjere	Količina	Cijena po jedinici	Vrijednost po ha
1.	Vrijednost proizvodnje	kg	3.300,00	2,80	9.240,00
2.	Poticaji države	kn	-	-	2.250,00
<u>Ukupni prihodi</u>					11.490,00
Planirani financijski rezultat					<u>3.414,62</u>

Prema tadašnjoj cijeni zrna koja je iznosila 2,8 kn kg<sup>-1</sup> i uz tadašnju vrijednost poticaja od 2.250,00 kn ha<sup>-1</sup> ostvarila bi se ukupna vrijednost proizvodnje od 11.490,00 kn ha<sup>-1</sup>. Nakon podmirivanja ukupnih troškova u iznosu 8.075,38 kn planira se dobit u iznosu od 3.414,62 kn.

Ekonomski uspjeh proizvodnje najčešće se raščlanjuje izračunavanjem proizvodnosti rada ljudi, ekonomičnosti i rentabilnosti proizvodnje.

*Proizvodnost* rada ljudi izračunata je na temelju ostvarenog prinosa izraženog u kg ha<sup>-1</sup> i utroška sati rada ljudi po hektaru kako slijedi:

$$P = \frac{Q \text{ (Prinos u kg ha}^{-1}\text{)}}{T \text{ (sati ha}^{-1}\text{)}} = \frac{3.568,00 \text{ kg ha}^{-1}}{15,5 \text{ sati ha}^{-1}} = 230,19 \text{ kg sat}^{-1}$$

$$P = \frac{T \text{ (sati ha}^{-1}\text{)}}{Q \text{ (prinos u t ha}^{-1}\text{)}} = \frac{15,5 \text{ sati ha}^{-1}}{3,57 \text{ t ha}^{-1}} = 4,34 \text{ sati t}^{-1}$$

*Ekonomičnost* proizvodnje procjenjuje se na temelju elemenata obračunske kalkulacije i to stavljanjem u odnos ostvarene vrijednosti proizvodnje u kn ha<sup>-1</sup> i ukupnih troškova prema obrascu:

$$E = \frac{\text{Vrijednost proizvodnje (kn ha}^{-1}\text{)}}{\text{Ukupni troškovi (kn ha}^{-1}\text{)}} = \frac{11.490,00 \text{ kn ha}^{-1}}{8.075,38 \text{ kn ha}^{-1}} = 1,42$$

*Rentabilnost* proizvodnje izražena je stopom rentabilnosti u postotku. Izračunata je iz odnosa dobiti i ukupnih troškova. Ona predstavlja razinu ostvarene dobiti na 100 kn uloženi pri procesu proizvodnje.

$$R = \frac{\text{Dobit (kn ha}^{-1}\text{)} \times 100}{\text{Ukupni troškovi (kn ha}^{-1}\text{)}} = \frac{3.414,62 \text{ kn ha}^{-1} \times 100}{8.075,38 \text{ kn ha}^{-1}} = 42,28\%$$

## Zaključci

Sadašnja domaća proizvodnja suncokreta ne može u potpunosti zadovoljiti potrebe prerađivačke industrije, te se permanentno javlja manjak suncokreta, što proizvođače ulja čini ovisnima o uvozu. Ovakav odnos dovodi do zaključka kako je proizvodnja suncokreta ekonomski

potpuno opravdana, što je vidljivo i iz ovog rada. Naime, na temelju elemenata obračunske kalkulacije i izračuna ekonomičnosti proizvodnje (1,42 čini jasan pokazatelj ekonomičnosti proizvodnje suncokreta) te stope rentabilnosti, utvrđeno je da se na 100 kuna uloženi u proizvodnju ostvaruje dobit od 42,28 kuna. Tvrtka Novi agrar d.o.o. 2008. godine planira ostvariti prinos od 3,568 t ha<sup>-1</sup>. Uz cijenu zrna od 2,80 kn kg<sup>-1</sup> i državne poticaje u iznosu od 2.250,00 kn ha<sup>-1</sup> tvrtka bi ostvarila dobit od 3.414,62 kn ha<sup>-1</sup>.

## Literatura

- Jurišić M. (2008): AgBase – Priručnik za uzgoj bilja, I. Tehnologija (agrotehnika) važnijih ratarskih kultura, *Elektronski udžbenik - studija*, VIP-V-10-9/06., Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
- Puškadija Z., Mijić A., Florijančić T., Ozimec S., Opačak A. (2009): Influence of biotic and abiotic environmental conditions on sunflower (*Helianthus Annus L.*) grain yield, *Cereal Research Communications* (0133-3720) 37 (2009), Suppl 1; 105-108.
- Vrandečić Karolina, Čosić Jasenka, Jurković Draženka, Duvnjak T., Riccioni L. (2009): First Report of Diaporthe phaseolorum on Sunflower (*Helianthus Annus L.*) in Croatia, *Plant disease* (0191-2917) 93 (2009), 10; 1074-1074.
- Kanisek J., Jurišić M., Bešlić P. (2001): Organizacija i rentabilnost uzgoja krumpira u Slavoniji, *Poljoprivreda*, Vol. 7., br 2., Osijek, 26-33.
- Vratarić Marija, Jurković Draženka, Ivezić Marija, Pospišil M., Košutić S., Sudarić Aleksandra, Josipović M., Čosić Jasenka, Mađar S., Raspudić Emilija, Vrgoč D. (2004): Suncokret (*Helianthus Annus L.*), *Poljoprivredni institut u Osijeku*, Osijek.
- Žiža Z. (2008): Važni tehnološko-tehnički činitelji i ekonomski rezultati pri uzgoju suncokreta, *Diplomski rad*, Poljoprivredni fakultetu Osijeku, Osijek.
- <http://www.sunflowernsa.com>
- <http://www.faostat.fao.org>
- <http://www.eng.kleverltd.ru>
- <http://www.allbusiness.com>
- <http://www.herbos.hr>

## Abstract

### Important technological factors and economic results by growing sunflowers

The study of technological and technical factors and economic results that have an important role in sunflower growing was carried out during the year 2007 in the company Novi Agrar Ltd from Osijek (Osiječko baranjska County). Sunflower was grown on 1,077.43 ha, the crop yield was 3,568 tones ha<sup>-1</sup>, average content of oil was 48.94%. Plans for the year 2008 are to sow sunflower on an area of 1.743 ha and to spend a total of 8.075.38 HRK ha<sup>-1</sup>. With respect to the total amount of costs, 41.06% (or 3.315.66 HRK ha<sup>-1</sup>) refer to direct costs of material and protection. The sawing process requires machine work in duration of 11.38 hours ha<sup>-1</sup>, which costs, according to valid prices, 2.677.22 HRK ha<sup>-1</sup> (or 33.15% of total costs). Based on the calculation, total value of sunflower production is 11.490.00 HRK ha<sup>-1</sup>, and financial profit amounts to 3.414.62 HRK ha<sup>-1</sup>. Following the cost-benefit analysis and profitability rate, it was determined that 100,00 HRK invested in sunflower production results in a profit of 42,28 HRK.

**Keywords:** sunflowers, technique, technology, economic results, profit.



Stručni rad

## Stanje trihineloze na području Osječko-baranjske županije od 2002. do 2007. godine

Slovaček Mirta<sup>1</sup>, Ivezic Marija<sup>2</sup>, Florijančić Tihomir<sup>2</sup>, Brmež Mirjana<sup>2</sup>, Majić Ivana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nova M.F. Holstein, Orlovnjak b.b., 31216 Antunovac, (mirta.slovacek@gmail.com)

<sup>2</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek

### Sažetak

Trihinelozna je jedna od najstarijih nametničkih zoonoza koja je u središtu veterinarskih i medicinskih istraživanja, te napora da se stavi pod kontrolu već skoro 150 godina. Cilj rada je utvrditi stanje trihineloze ljudi i životinja od 2002. do 2007. godine analizom podataka dobivenih od HZJZ, Veterinarske stanice Osijek i KBO, za područje Osječko-baranjske županije. Dobiveni podaci zasnivaju se na tri metode: trihineloskopija (pregledano 172769 uzoraka: <1% pozitivno), umjetna probava (pregledano 77 uzoraka: 10% pozitivno) i serološka analiza (pregledano 296 uzoraka: 27% pozitivno). Analizom rezultata vidljiva je smanjena pojava trihineloze tijekom istraživnog razdoblja. U prevenciji ove zoonoze vrlo je značajna edukacija svakoga pojedinca, te stalna kontrola i pregled mesa.

**Ključne riječi:** *Trichinella* spp., trihinelozna, trihineloskopija, umjetna probava, serološka analiza

### Uvod

*Trichinella* spp. je nametnički oblič (nematoda) koji parazitira u velikom broju divljih i domaćih životinja, a ujedno je bolest koja se sa životinja prenosi na ljude, pa je zovemo zoonozom odnosno antropoparazitom (Oštrec, 1998.). *Trichinella* spp. šteti organizmu svakoga domaćina, međutim, štete koje nanosi zdravlju čovjeka mogu izazvati nepovratne posljedice po zdravlje, pa i smrt. Može se reći da *Trichinella* spp. u životinja izaziva invaziju, a u ljudi bolest (Čuperlović i Đorđević, 2003.), pri čemu je u ljudi i domaćih životinja najčešća vrsta *Trichinella spiralis*, a u divljači *T. britovi*. U posljednjih petnaestak godina trihinelozna predstavlja jedan od ozbiljnijih javno-zdravstvenih problema, kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj (www.trichinella.org; www.hcjz.hr). Razloge za takvu situaciju treba tražiti u socijalnim, političkim i ekonomskim problemima zemalja u razvoju te ubrzanim promjenama u distribuciji hrane (Florijančić, 2004.). Tijekom evolucije uspostavljena je ravnoteža između nametnika i njegovog domaćina, odnosno između njih postoji uzajamna podnošljivost i međuovisnost. Nametnik tolerira i izbjegava imunološke obrambene sustave te ih čak manipulira u svoju korist. S druge strane, imunološki sustav nije u stanju obaviti svoju osnovnu ulogu, izbaciti nametnika iz organizma, barem dok se ne razmnoži. U Republici Hrvatskoj, trihinelozna je najučestalija na području istočne Slavonije, koja je

poznata po tradicionalnom načinu uzgoja i klanja svinja te obradi mesnih prerađevina. Radi toga su cijela Vukovarsko-srijemska županija i pojedini dijelovi Brodsko-posavske, Virovitičko-podravске i Osječko-baranjske županije, označeni kao endemična područja (Florijančić, 2004.). U prilog tomu je i slučajni nalaz *Trichinella* spp. u jednom uzorku karcinoma dojke, utvrđenom pri Kliničkoj bolnici u Osijeku (KBO) (Kristek i sur., 2005.). Osim ljudskog zdravlja, trihinelozu izravno ugrožava i svinjogojску proizvodnju, jer kada se bolest utvrdi kod samo jedne životinje, neškodljivo se moraju ukloniti sve svinje iz dotične proizvodnje. Kako bi se što učinkovitije sprječavali i rješavali ovakvi problemi, osnovano je Stručno povjerenstvo za suzbijanje trihineloze. Doneseno je niz zakonskih akata od kojih je najvažnija za spomenuti Naredba o obvezatnom trihineloskopskom pregledu mesa svinja kod klanja za potrebe vlastitoga domaćinstva, na endemičnom području, a onda i na području cijele RH (Florijančić, 2004.).

Cilj istraživanja je utvrditi invaziju nematodom *Trichinella* spp. od 2002. do 2007. godine analizom podataka dobivenih od Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ) i Veterinarske stanice Osijek, za područje Osječko-baranjske županije i KBO.

## Materijali i metode

Istraživanjem u razdoblju od 2002. do 2007. godine na području Osječko-baranjske županije prikupljeni su podatci u HZZJZ i Veterinarskoj stanici Osijek. Kao relevantne metode za izravno dokazivanje ličinki u mišićnom tkivu preporučuje se trihineloskopija i umjetna digestija, dok neizravna serološka metoda nije preporučljiva za dokaz nametnika u životinja (Čuperlović i Đorđević, 2003.).

## Trihineloskopija

Trihineloskopski pregled ili trihineloskopija je pretraga svježeg mišićnoga tkiva, kojim se izravno vizualnom metodom dokazuje eventualno postojanje mišićnih ličinki nametnika *Trichinella* spp. Izvodi se najčešće uz pomoć: kompresora i trihineloskopa ili mikroskopa.

Ovlašteni će veterinar iz svakoga na pretragu donesenoga komadića mišićnog tkiva ošita pripremiti sedam, a u endemičnim područjima četrnaest uzoraka. Uzorci za samu pretragu pripremaju se na način da se škarama izrezuju komadići mišićnoga tkiva veličine zrna pšenice i to u pravcu pružanja samih vlakana. Svaki fragment izrezuje se na drugom mjestu i prenosi se na tzv. donje ili objektno kompresijsko staklo označeno brojevima od 1-28. Kada se pripremi svih 28 fragmenata, poklopi se gornjim staklom, vijcima komprimira i ukoliko su brojevi vidljivi, znači da je mišićno tkivo pravilno komprimirano. Ovako pripremljeno mišićno tkivo u kompresoru pažljivo se pregledava pod trihineloskopom ili mikroskopom. Da bi se navedene metode mogle adekvatno provesti, potrebno je na pregled u ovlaštenu veterinarsku organizaciju donijeti uzorak uzet prema uputama za pravilno uzorkovanje.

## Metoda umjetne probave

Metoda umjetne probave ili digestije koristi se uglavnom kada se pregledavaju suhomesnati proizvodi ili kada se pretražuje skupni uzorak (od 50 do 100 uzoraka) mišićnoga tkiva podrijetlom od različitih životinja. Suhomesnate proizvode je gotovo nemoguće komprimirati, a s obzirom da sadrže i druge komponente osim mesa, trihineloskopija nije dobra metoda (Florijančić, 2004.). Ova metoda ima veću osjetljivost od trihineloskopije, ukupna količina pregledanog uzorka je veća, ali je skuplja i zahtjevnija. Metoda se temelji na laboratorijskom oponašanju probave u želucu u uvjetima povišene temperature. U 20 ml umjetnog želučanog soka u *Erlenmeyer* bocu i ostavi se 1 g mišića, u termostatu (37°C) kroz 18 h. Svakih pola sata tekućina

se dobro protrese, a nakon inkubacije izlije u čašu za sedimentaciju i ostavi da stoji 1h. Pasteurovom se pipetom tada kapne jedna kap na predmetno stakalce, pokrije pokrovnicom i mikroskopira pod malim povećanjem. Ličinke se nađu ispružene, često još žive i pokretne. Umjetni želučani sok (UŽS) sastoji se od 5 g pepsina, 7 ml koncentrirane solne kiseline te 1000 ml destilirane vode. Za 1 g uzorka potrebno je 20 ml umjetnoga želučanoga soka.

### ELISA serološka analiza

Ova metoda je namijenjena kvalitativnoj determinaciji IgG antitijela *T. spiralis* u serumu krvi čovjeka. Kvalitativno imunoenzimatsko određivanje protutijela *T. spiralis* bazira se na ELISA (imunoenzimni test) metodi. Posebna trakica se oblaže s *T. spiralis* ES antigenom (ekskretorno sekretorni antigen) koji se veže s odgovarajućim protutijelom ispitivanoga uzorka. Nakon ispiranja trakice radi uklanjanja ostatka koji se nije vezao, dodaje se protein A konjugat vezan konjskom perokisadzom (HRP). Ovaj konjugat veže se sa stvorenim *Trichinella spp.* specifičnim protutijelima. Stvoreni imuni kompleksi (antigen *T. spiralis* i protutijela u ispitivanom serumu) vizualiziraju se dodavanjem supstrata tetrametilbenzidin (TMB) koji daje plavu reakciju. Intenzitet ove reakcije proporcionalan je količini specifičnih *T. spiralis* protutijela u serumu. Sulfatna kiselina dodana je kako bi se zaustavila reakcija, što se rezultira konačnom žutom bojom.

### Rezultati i rasprava

#### Podaci dobiveni u HZJZ

Trihinelozu ljudi u kumulativu od 2002. do 2007. godine, serološkom analizom kretala se s najvećim brojem uzorkovanih i oboljelih u 2003. godini, koji je iznosio 97 ljudi i 32 oboljelih. Ukupan broj uzorkovanih osoba kroz razdoblje od 6 godina, bio je 296, od kojih je 81 ljudi bilo invadirano (Tablica 1.). Metodom umjetne probave pregledano je kroz razdoblje od 6 godina, ukupno 76 ljudi od kojih je najviše oboljelih (ukupno 4) bilo 2003. godine.

**Tablica 1.** Rezultati serološke analize i umjetne probave u razdoblju od 2002.-2007. g. za Osječko- baranjsku županiju

Godina	Serologija, igg			% Zaraženih uzoraka
	Negativni uzorci	Pozitivni uzorci	Ukupno uzoraka	
2002.	-	-	0	0
2003.	65	32	97	33
2004.	78	18	96	19
2005.	13	2	15	13
2006.	54	29	83	35
2007.	5	-	5	0
Ukupno	215	81	296	27
	Umjetna probava			
2002.	9	3	12	33
2003.	13	4	17	31
2004.	37	-	37	0
2005.	-	-	0	-
2006.	10	1	11	10
2007.	-	-	0	-
Ukupno	69	8	77	10

### Podaci dobiveni u Veterinarskoj stanici Osijek

U razdoblju između 2002. i 2007. godine, najveći broj pregledanih uzoraka mesa bio je u 2002. godini, kada je bio i najveći broj odnosno 154 invadirana uzorka mesa. Ukupan broj pregledanih uzoraka mesa kroz sve godine, bio je 172769 od čega je 546 uzoraka bilo pozitivno na *Trichinella spp.*, odnosno manje od 1%. (Tablica 2.). Podaci u Tablici 2. odnose se na područje nadležnosti četiriju veterinarskih ambulanti: Osijek, Čepin, Dalj i Ernestinovo. Sukladno rezultatima istraživanja metode digestije i serološke analize, rezultati trihineloskopije također upućuju na smanjenu pojavu trihineloze kroz godine. To je samo još jedan poticaj pučanstvu i nadležnim veterinarskim ustanovama da nastave edukaciju, te kvalitetno i adekvatno suzbijanjem ove invazijske bolesti domaćih životinja i ljudi (Florijančić, 2004.).

**Tablica 2.** Rezultati trihineloskopije u razdoblju od 2002. - 2007. godine

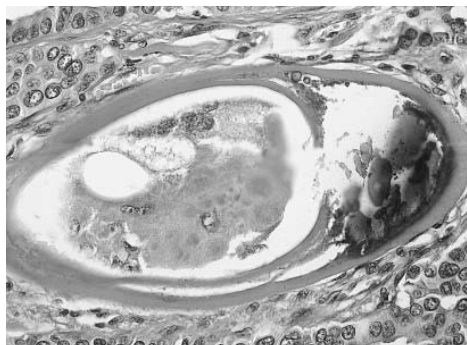
Godina	Trihineloskopija			% Zaraženih uzoraka
	Negativni uzorci	Pozitivni uzorci	Ukupno uzoraka	
2002.	40394	154	40548	0,38
2003.	34035	120	34155	0,35
2004.	24067	89	24156	0,37
2005.	24585	81	24666	0,33
2006.	23325	48	23373	0,21
2007.	25862	54	25916	0,21
Ukupno	172268	546	172814	0,32

Kroz navedeno vremensko razdoblje vjerojatno je da su mjere prevencije i edukacije pozitivno utjecale na razinu invadiranosti ljudi, jer se drastično smanjio broj bolesnih osoba. Unatoč kompleksnosti širenja ovog nametnika u prirodi, u većini zapadno europskih država trihinelozu više ne predstavlja značajni problem (Cuperlovic i sur., 2005.). Isti autori navode da je u Hrvatskoj, u razdoblju od 1998. do 2000. godine zabilježen porast ili podjednaki postotak invadiranih uzoraka mesa (0,22%, 0,36% i 0,32%), no od 2001. do 2003. godine zabilježeno je značajno smanjenje zaraženih uzoraka mesa (0,09%, 0,07% i 0,06%). Prema Marinculic i sur., (2001.), najveći broj oboljelih ljudi u Hrvatskoj utvrđen je 1998. godine kada je utvrđeno 575 oboljelih, no 2000. godine u Hrvatskoj je zabilježeno tek 23 oboljenih. Iako je u prirodi eradikaciju *Trichinella spp.* u potpunosti nemoguće ostvariti, u svim državama regije, utvrđeno je smanjenje broja zaraženih uzoraka mesa i oboljelih (Cuperlovic i sur., 2005.).

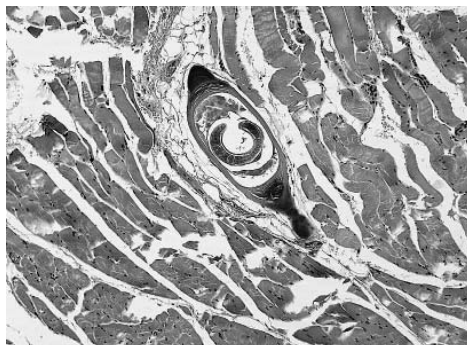
### Materijali dobiveni na Zavodu za patologiju i sudsku medicinu, KBO

Skupina autora objavila je slučaj pojave dukalnoga, invazivnoga karcinoma dojke s prisutnim brojnim parazitima *T. spiralis* koji se nalaze unutar mišićnoga tkiva prsnoga zida, ali i u samom karcinomu dojke (Kristek i sur., 2005.).

U literaturi nema mnogo podataka o povezanosti između prisutnosti *T. spiralis* i karcinoma dojke. Postoje izvješća o prisutnosti *T. spiralis* u slučajevima karcinoma jezika i karcinoma ždrijela, te o mogućem utjecaju parazita na razvoj spomenutih tumora. Nalaz parazita i očuvana morfolologija parazita u tkivu tumora ukazuje na zaštitne efekte njegove čahure, koja je spriječila propadanje parazita (Kristek i sur., 2005.).



Slika 5. *T. spiralis* u karcinomu dojke



Slika 6. *T. spiralis* u tkivu poprečno prugastoga mišića

(Izvor: KBO, uz dozvolu Ksenije Marjanović, dr.med.)

## Zaključak

Na području osječko-baranjske županije epidemiološka situacija po pitanju trihineloze je u razdoblju 2002.-2007. godine povoljnija u odnosu na prethodno razdoblje s obzirom na mali broj uglavnom obiteljskih epidemija uzrokovanih domaćim suhomesnatim proizvodima.

## Napomena

Autori se žele zahvaliti HZZJ i Veterinarskoj stanici Osijek, te Zavodu za patologiju i sudsku medicinu, KBO radi ustupanja podataka. Rad je rezultat diplomskog rada studentice Mirte Slovaček.

## Literatura

- Čuperlović, K., Dorđević, M. (2003): Trihinel i Trihineloza, Beograd, p.p. 207.
- Cuperlovic K., Djordjevic M., Pavlovic S. (2005): Re-emergence of trichinellosis in southeastern Europe due to political and economic changes. Veterinary Parasitology, Volume 132 (1-2): 159-166.
- Florijančić, T. (2004.): Trihineloza, Osijek: Poljoprivredni fakultet, p.p. 48.
- Kristek, J., Marjanović, K., Dmitrović, B., Krajnović, Z., Šakić, K. (2005.): *Trichinella spiralis* and Breast Carcinoma - A case report. Collegium Antropologicum, Vol. 29 (2): 775-777.
- Marinculic, A., Gaspar, A., Durakovic, E., Pozio, E., La Rosa, G., (2001): Epidemiology of swine trichinellosis in the Republic of Croatia. Parasite 8, 892–894.
- Oštrec, Lj. (1998.): Zoologija, Čakovec, p.p. 232.
- <http://www.hczj.hr>
- <http://www.trichinella.org/>

## Abstract

### Trichinellosis in Osječko-baranjska County in period 2002 to 2007

Trichinellosis is one of the oldest parasitic zoonosis. It has been the center of veterinarian and medical research, since efforts to prevent this illness is taken for nearly 150 years. The aim of research was determination of invasion with nematodes *Trichinella spp.* in period 2002 to 2007 year. Data was collected from HZJZ, Veterinarian station Osijek and KBO, for Osječko-baranjska county. Data obtained are based on three methods: trichineloscopic examination (examined 172769 samples: < 1% positive), artificial digestion (examined 77 samples: 10% positive) and serological analysis (examined 296: 27% positive). Over the years, decrease of appearance of trichinellosis was reported. More serious approach, constant control of meat and education resulted in low infestation and prevention of distribution of this zoonosis.

**Keywords:** *Trichinella spp.*, trichinellosis, trichineloscopic examination, artificial digestion, serological analysis

Pregledni rad

## Europski pristup vrednovanja okoliša u politici ruralnog razvoja Bosne i Hercegovine

Pavlović Darko<sup>1</sup>, Tolić Snježana<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Dom naroda Parlamenta Federacije BiH, Sarajevo, Ured Predsjedatelja,  
(darko.pavlovic@parlamentfbih.gov.ba)*

*<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet Osijek, Zavod za agroekonomik, u Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku,*

### Sažetak

EU pristup vrednovanja okoliša podrazumijeva razvitak institucionalnog okvira i drugih pretpostavki za primjenu razvojnih politika koje bi u budućnosti morale snažnije integrirati ekološku komponentu u programima razvoja na svim razinama. Značajan segment tih nastojanja sadržan je u ruralnim, odnosno okolišnim politikama. U tijeku je četvrta generacija programa ruralnog razvoja započetih od strane EU te je dogovoren široki okvir od strane Vijeća Europe za period od 2007-2013. Ovaj okvir uravnotežuje želje za kontinuitetom i potrebe za reformama, a za čiji je uspjeh neophodno uključivanje svih važnih aktera. Iako je većina mjera koje anticipiraju budućnost u BiH na određeni način već u provedbi, ipak u novije vrijeme veći je naglasak stavljen na specifične ciljeve europske poljoprivredne ili regionalne politike, odnosno na koristi koje bi one mogle donijeti. U tome najveću ulogu ima usklađenost politika na EU i BiH razini, te razvoj institucionalnog okruženja u BiH.

**Ključne riječi:** održiva poljoprivreda, utjecaj na okoliš, zajednička poljoprivredna politika

### Uvod

Iako su EU integracijski procesi u regiji jugoistočne Europe, s izuzetkom Hrvatske, daleko od očekivane optimističke dinamike, u Bosni i Hercegovini pojačana su nastojanja oko pripreme aktivnosti koje se bave razvojem sela. Koliko god se činilo da su programi reducirani zbog postojeće recesije, ipak je proturječno da je više sredstava pomoći iz različitih fondova na raspolaganju nego što ima konzistentno pripremljenih programa održivog razvoja sela, temeljenih na dugoročnoj strategiji, a koja izostaje i zbog političkog nesuglasja oko ustavnih promjena i konačnog ustrojstva zemlje sa precizno definiranim nadležnostima. Neovisno o ovome, država nastoji na svim razinama primijeniti već postojeće standarde i mjere u planiranju održive poljoprivrede, paralelno s programima pomoći EU u ruralnom razvoju, čija implementacija mora uvažavati ovaj aspekt. Ove mjere dijele se u tri skupine usmjerenju na tri temeljna cilja politike ruralnog razvoja:

- mjere koje bi trebale doprinijeti konkurentnosti poljoprivrede i šumarstva kroz pomoć u restrukturiranju, modernizaciji i povećanju kvalitete proizvodnje,
- mjere za poboljšanje okoliša putem pomoći u upravljanju zemljištem i nadoknadom za usluge u zaštiti okoliša,

- mjere koje bi doprinijele poboljšanju kvalitete života u ruralnim područjima i promovirale diversifikaciju ekonomskih aktivnosti i pristup seoskom stanovništvu osnovnim uslugama i infrastrukturi koja bi ih povezivala, te promicanje zapošljavanja izvan poljoprivrede<sup>1</sup>.

Navedena pitanja bi trebala biti riješena u sklopu Operativnog programa BiH za poljoprivredu, prehranu i ruralni razvoj (2008-2011.), a u sklopu petog i šestog prioritarnog područja: zaštita ruralnog okoliša BiH putem pružanja podrške agro-okolišnim programima i diversifikacija ruralnih aktivnosti i poboljšanje kvaliteta života u ruralnim područjima.

## Materijali i metode

U radu su analizirani ključni programski dokumenti Europske komisije (EC) kojima se regulira područje javnih politika. Posebno su istražene Uredbe kojima se u okviru zajedničke agrarne politike (CAP) definira i uređuje pitanje ruralnih politika. Izdvojeni su ciljevi, načela i preporuke u domeni mjera okolišne politike i na toj osnovi definiran je sažetak instrumentarija, odnosno provedbenih aktivnosti putem kojih je u Bosni i Hercegovini moguće unaprijediti i zaštititi prirodne resurse i krajobraz u ruralnim područjima.

## Rezultati i rasprava

### 1. Pokazatelji za integraciju pitanja okoliša u opću poljoprivrednu politiku (CAP)

Integracija okoliša u CAP aktualizira održivi razvoj kao cilj EU, dok zadržava postojeće osnove sporazuma za okolišnu i poljoprivrednu politiku, naglašava potrebu integriranja zahtjeva zaštite okoliša, definiranje i implementaciju svih politika EU. O instrumentima zajedničke poljoprivredne politike (CAP) odlučuje Vijeće ministara. Vijeće Europe je u Cardiffu, lipnja 1998. uvelo princip da *glavni prijedlozi politike od strane EC trebaju biti popraćeni vrednovanjem utjecaja na okoliš*. Vijeće za poljoprivredu je trebalo pokrenuti proces integriranja pitanja okoliša u opću politiku EU uključujući Agendu 2000, te je također potvrdilo potrebu integralnog uključivanja okoliša i održivog razvoja u sve politike EU<sup>2</sup>. Pri tome je naglašeno da za navedeno potrebna praktična primjena politika, kao i zdrava i učinkovita uprava. Temelji ovakve uprave su dva načela: supsidijarnost i decentralizacija, koju bi popratile pojačana kontrola, promatranje i evaluacija. Ovo bi trebalo pridonijeti poboljšanju povjerenja u EU politike u pogledu proračunskih ovlasti, te prema EU građanima i njihovim predstavnicima. Agenda 2000 precizira ulogu EC, država članica te ostalih tijela komisije u provedbi poljoprivredne politike i politike ruralnog razvoja.

### 2. CAP Reforma: Prema održivoj poljoprivredi

Ova reforma obuhvaća obavezu zemalja članica primijeniti mjere neophodne u zaštiti okoliša prema općim i zajedničkim pravilima. U prvom redu obavezne restrikcije (npr. zagađenje nitratima u vodi), a potom da zemlje članice mogu uvjetovati potpore time što će se tražiti udovoljenje uvjetima očuvanja okoliša kod davanja poticaja ili povoljnih kredita, a prema CAP plaćanjima. U ovom procesu, Agenda 2000 uvažava princip posebnosti za svaku regiju u Europi u uvjetima decentralizacije. Instrumenti CAP bi trebali voditi efikasnosti poljoprivrede, a oni se rukovode nekim propisima i kvotama glede obradivih kultura, proračuna, kvota za mlijeko, uljane kulture i dr.

<sup>1</sup> Land Use Policy Group, WWF Europe and Stichting Natuur en Milieu, kao tri organizacije koje u zajedničkim studijama nastoje spojiti i artikulirati najbolja ekološka iskustva i prakse diljem EU.

<sup>2</sup> Sporazum u Cardiffu, lipnja 1998. potvrđen poslije u Beču u prosincu 1998.



### 3. Interakcija između poljoprivrede i okoliša

Povijesno je poljoprivreda stvorila različite europske krajobrazne kroz stoljeća, dajući jedinstven poluprirodni okoliš s raznovrsnim staništima i vrstama koje u mnogome ovise o kontinuitetu uzgoja na farmama. Razvoj komercijalnih djelatnosti je stvorio pritisak na okoliš radi većeg profita. Tehnološki napredak koji je težio većem prinosu sa što manjim troškovima, doveo je do zamjetnog intenziviranja poljoprivrede u zadnjih četrdesetak godina. Ovo je ishodilo degradacijom tla, vode i zraka. Istovremeno, to je podiglo svjesnost u zadnjim desetljećima da su različiti krajobrasi i biološka raznolikost ugroženi intenziviranjem poljoprivrede i masovnom poljoprivrednom proizvodnjom. Tako je došlo do preispitivanja načela isključivog ekonomskog interesa pri korištenju poljoprivrednog zemljišta, što ukazuje na kompleksnost odnosa između poljoprivrede i okoliša u kontekstu njegove eksploatacije i zaštite (Tolić, Pavlović, 2009).

#### 3.1. Održiva poljoprivreda

U definiciji poželjnog odnosa između poljoprivrede i okoliša koristi se termin "*održiva poljoprivreda*". Održivost je ključni koncept koji se koristi u *5. akcijskom programu za okoliš*. Dakle, postići ravnotežu između korištenja prirodnih resursa, a koji bi se trebali sačuvati za budućnost, respektirajući sve socio-ekonomske koristi i troškove (*cost-benefit*) u potrošnji i očuvanju prirodne sredine. U užem smislu ekonomski interes se odnosi na poljoprivrednike, a u širem smislu korištenje zemljišta mora biti u funkciji općeg dobra, odnosno zdravog okoliša i očuvanja kulturnog naslijeđa. Drugim riječima, održiva poljoprivreda treba zadovoljiti kriterije produktivnosti, ekološke i socijalne funkcije podržavajući životnost ruralnih zajednica i uravnoteženi model razvoja. U ovu svrhu bi se u budućnosti trebali uvesti standardni pokazatelji ekološke efikasnosti.

#### 3.2. Načela upravljanja agro-okolišnim politikama

Dva su ključna načela agro-okolišne politike:

- načelo "*dobre poljoprivredne prakse*" - *GFP (good farming practice)* - odgovara tipu poljoprivrede koji bi poljoprivrednik trebao primijeniti u svom kraju, poštujući opće zahtjeve brige za okoliš bez posebnog plaćanja. To bi značilo poštivanje zakona o uporabi pesticida, primjeni gnojiva, korištenje voda i drugih smjernica na nacionalnoj i regionalnoj razini;
- načelo supsidijarnosti – participiranje od strane države, lokalne zajednice i pojedinca na području troškova za okoliš, tamo gdje postoje zahtjevi prema poljoprivrednicima u očuvanju okoliša. Ovo se temelji na načelu "*zagađivač plaća*" - *PPP (Polluter – Pays - Principle)*, do razine GFP u smislu prava vlasništva. U ovom slučaju, ekološki ciljevi se mogu postići samo ako poljoprivrednik može računati na potporu i poticaj od strane države.

Primjena načela dobre poljoprivredne prakse i načela supsidijarnosti od ključnog je značenja za budućnost ruralnih krajeva i preduvjet je za provedbu okolišnih politika koje u konačnici moraju doprinijeti unaprjeđenju i zaštiti prirodnih resursa i krajobrasi na seoskim područjima u skladu sa zacrtanim ciljevima globalnih razvojnih strategija. Glavna tri su: 1) očuvanje biološke raznolikosti, 2) očuvanje vodenih resursa; 3) ublažavanje klimatskih promjena<sup>3</sup> (Pavlović, 2009.; Tolić, 2009.).

<sup>3</sup> Prema odlukama iz Göteborga kako bi se zaustavio pad biološke raznolikosti s 2010., a u skladu s ciljevima postavljenim u direktivi 2000/60/EC Europskog parlamenta i Vijeća Europe iz listopada 2000. i ciljevima Kyoto protokola o klimatskim promjenama.

#### *4. Pitanja budućnosti: okoliš i trgovina, problemi potrošača, proširenje EU*

Temelj europskog modela je u multifunkcionalnoj prirodi europske poljoprivrede i onom dijelu gdje ona igra bitnu ulogu za ekonomiju, okoliš i društvo općenito, te očuvanju krajobraza (Tolić i sur., 2009.). A sve ovo kako bi se sačuvali izvori zarade za poljoprivrednike. Rastuća zabrinutost potrošača o sigurnosti, podrijetlu i kvaliteti poljoprivrednih proizvoda, velikim dijelom se odnosi na poboljšanje informiranosti i transparentnosti u praksama poljoprivredne proizvodnje i na međunarodnoj razini. Proširenje će donijeti posebne izazove na ovom području. Posebno je to vidljivo kod zemalja Srednje i Istočne Europe, tzv. novih pristupnica s izraženom visokom vrijednosti prirode, kojoj prijeti napuštanje zemlje i neregulirana intenzifikacija poljoprivredne proizvodnje. Ovo se odnosi i na zemlje s kojima EU ima sporazume o ekonomskoj i razvojnoj suradnji. To se svakako odnosi i na BiH kao potencijalnu pridruženu članicu, u kojoj god to dinamici bilo, a najbolje primjere može koristiti i u iskustvima susjedne Hrvatske koja mora ispuniti mnoštvo strogih zakona iz poglavlja koje se odnosi na poljoprivredu. U svrhu zadovoljenja ovih prioriteta, države članice EU se podstiču na provedbu glavnih aktivnosti koje bi uključivale:

- promicanje ekoloških službi i prakse koja bi bila povoljna za životinje,
- očuvanje i zaštita poljoprivrednih i šumskih krajobraza,
- borba protiv nepovoljnih klimatskih promjena,
- konsolidiranje u doprinosu organskog uzgoja,
- stimuliranje ekološko-ekonomskih "win-win" inicijativa,
- promicanje teritorijalne ravnoteže

#### *5. Vrednovanje integracije pitanja okoliša: od CAP do primjene u BiH*

Ovo pitanje je sastavni dio Agende 2000, a ima na raspolaganju brojne instrumente za postizavanje održive poljoprivrede, koji su usklađeni s politikom EU, te politikama lokalnih i ruralnih zajednica. Pri tome odgovarajući pokazatelji mogu pomoći u informiranju onih koji su uključeni u razvoj i provedbu politika u BiH, a temelje se na najmanje pet kriterija:

- identificirati ključne agro-ekološke probleme u EU i BiH;
- razumjeti, promatrati i ocijeniti povezanost između dobre poljoprivredne prakse, kao i njene pozitivne i štetne efekte na okoliš;
- vrednovati razinu do koje poljoprivredne politike odgovaraju potrebi promicanja ekološki prihvatljive proizvodnje i upućuju zahtjeve onima koji o tome odlučuju, kao i široj javnosti;
- promatrati i ocijeniti na licu mjesta doprinos u očuvanju okoliša u programima EC na održivoj poljoprivredi;
- locirati raznolikost agro-sustava u EU i zemljama kandidatima. Ovo ima poseban značaj između partnera na EU tržištu i specifičnosti okoliša njihovih poljoprivrednih područja do kojih mnogi proizvođači u BiH traže put na tom velikom i zahtjevnom tržištu.

### **Zaključak**

Aktivnosti usmjerene na poboljšanje atraktivnosti ruralnih područja u smislu konkurentne ekonomije utemeljene na znanju i održive ravnoteže između urbanih i ruralnih područja moraju biti u skladu s drugim programskim mjerama u upravljanju zemljištem i okolišem koje u konačnici anticipiraju očuvanje biološke raznolikosti, očuvanje vodenih resursa kao i ublažavanje klimatskih promjena. Ovako koncipirani razvojni ciljevi mogu pozitivno doprinijeti prostornoj

distribuciji ekonomskih aktivnosti i teritorijalnoj koheziji u ruralnim područjima uz primjenu načela dobre poljoprivredne prakse i načela supsidijarnosti. Zbog siline promjena koje se dešavaju u okolišu pod utjecajem poljoprivredne proizvodnje i nerazumne ljudske intervencije kao imperativ se pretpostavlja poznavanje svih negativnih posljedica ovakvih ponašanja. U tom kontekstu neophodno je djelovati u smjeru podizanja razine znanja o primjeni raspoloživih EU programa koji doprinose očuvanju okoliša, tradicionalne kulture i ruralne baštine. U postojećem nekonkurentnom sustavu gospodarenja u poljoprivredi BiH ovi ciljevi mogu biti dostižni samo ako poljoprivrednik može računati na potporu i poticaj od strane države, odnosno ako se poveća svijest lokalne zajednice i lokalnih vlasti o ovom pitanju. Ključna odgovornost i dalje ostaje na nacionalnoj razini, odnosno Vladi koja treba definirati učinkovit institucionalni okvir za provedbu ruralnih i okolišnih politika.

## Literatura

- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2000): Indicators for the Integration of Environmental Concerns into the Common Agricultural Policy, COM 2000, Brussel, Belgija.
- European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development (2006): THE EU RURAL DEVELOPMENT POLICY 2007–2013, Brussel, Belgija.
- IDEA Consult and ECORYS-NEI (2005): Indicators for the Evaluation of the EU's, Rural Development Programmes Task 1 to 5, Brussel, Belgija.
- MVTEO BiH (2007): Operativni program BiH za poljoprivredu, prehranu i ruralni razvoj (2008-2011), Sarajevo, BiH.
- Pavlović D., Tolić, S. (2009): Funkcionalna upotreba biološke raznolikosti (FAB) u poljoprivredi: iskustva Nizozemske kao osnova za primjenu u Bosni i Hercegovini, Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša, 2. međunarodni znanstveno-stručni skup, Vukovar, 2009.
- Tolić S., Zmaić, K., Sudarić, T., Vuletić, K. (2009): Razvoj institucionalnog okvira za provedbu ruralnih politika u Republici Hrvatskoj. Tematski zbornik skupa „Agroprivreda Srbije i Evropske integracije: gde smo i kako dalje? -Novi Sad, 23.04.2009. Izdavač: DAES - Društvo agrarnih ekonomista Srbije, Beograd-Zemun, ISBN 978-86-86087-15-7.
- Tolić, S., Kaminski R. (2009): Politika ruralnog razvoja: hrvatska i poljska LEADER iskustva, Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša, 2. međunarodni znanstveno-stručni skup, Vukovar, 2009., plenarno izlaganje.
- WWF, LUPG and SNM (2005): Rural Development Environmental Programming Guidelines, Brussel, Belgija.

**Abstract****EU approach in environment evaluation in rural development policy in Bosnia and Hercegovina**

The EU approach to Environmental Impact Assessment (EIA) assumes development of institutional framework and other presumptions for the implementation of development policies which would have a stronger integration of environmental components into development programmes at all levels. An important segment of these efforts has been included in rural and environmental policies. There is a forth generation of rural development programmes ongoing launched by EU where a broad framework has been agreed by European Council for the period 2007-2013. This framework balances certain desires for continuation and needs for reforms, whose success will inevitably depend on participation of all relevant actors. Although the huge part of these measures that anticipate the future of BiH are already adopted and implemented, in recent period an emphasis has been put on specific goals of European agricultural or regional policy or benefits derived from these policies. The most important role will play the adjustment of the EU policies and those in BiH as well as development of institutional framework in BiH.

**Keywords:** sustainable agriculture, environmental impact, Common Agricultural Policy (CAP)

## Od zajedničke agrarne do zajedničke okolišne i ruralne politike

Tolić Snježana, Zmaić Krunoslav, Pušić Slavica

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Zavod za agroekonomiku, (tolics@pfos.hr)

### Sažetak

U prvoj dekadi trećeg tisućljeća, zajednička poljoprivredna politika (ZPP) Europske unije nalazi se pred valom novih izazova među kojima središnji problem zauzima smanjenje subvencija u poljoprivredi, širenje EU na istok te zahtjevi koji se postavljaju od strane Svjetske trgovinske organizacije. U kontekstu rasprava o ciljevima i prioritetima ZPP-a sve se više aktualiziraju pitanja zdravstvene ispravnosti hrane, održivog korištenja zemljišta i vode, bioraznolikosti, socijalne održivosti prostora, obnovljivih izvora energije i očuvanja okoliša. Sva ova pitanja pokreću nove inicijative za reformama postojeće agrarne politike koja bi se, prema predviđanjima stručnjaka, trebala do 2020.g. transformirati u zajedničku okolišnu i ruralnu politiku (ZORP) s ciljem održivog korištenja ruralnih područja. Tako bi primjena ZORP-a u budućnosti trebala doprinijeti održivom razvoju postmodernističke socijalne i ekološke perspektive cjelokupnog europskog prostora.

**Ključne riječi:** reforme ZPP-a, opće dobro, ruralni razvoj, održivost

### Uvod

Europska poljoprivredna politika predmetom je brojnih rasprava od sredine 80-tih kada su na vidjelo izašli mnogi negativni učinci intenzivne poljoprivredne proizvodnje. Posebno oštar kritičizam na ovu temu izrekao je MacSharry, EU povjerenik za poljoprivredu koji je 1992.g. započeo *prvi val reformi* ZPP u smislu smanjenja poticaja za održavanje visoke razine poljoprivredne proizvodnje u korist preusmjeravanja sredstava za programe socijalne i ekološke održivosti ruralnih područja. MacSharry je svojevremeno formuirao temeljno načelo za provedbu reformi ZPP kao odgovor na neprestano inzistiranje brojnih farmera i aktivista okoliša. Ono glasi: Javni novac mora biti upotrijebljen za opće dobro, a ne za poboljšanje ekonomske situacije manjine, niti za zbrinjavanje zagađenja u prirodnom okolišu. Promjene se moraju odnositi na mjere koje će povezati oba ova cilja, u kombinaciji instrumenata politike objedinjujući i strukturalni i tehnički aspekt. (Ribbe, 2009.). Jedan od programa koji je povezo navedene aspekte bio je program LEADER. Od 1991.g. do 2006.g. propitivan je kroz tri financijske perspektive. U praksi se pokazao kao vodeći program za poticanje razvojnih inicijativa u rješavanju problema nerazvijenih ruralnih područja, što je bilo dovoljno za integriranje ključnih načela LEADER pristupa u drugi i treći val reformi ZPP-a (Tolić-Kaminski, 2009.). *Drugi val reformi* proizašao je iz Agende 2000, koja je objavljena u srpnju 1997.g i započeta 1999.g. s Uredbom vijeća Europske komisije (EK) kojom je ruralna politika proglašena drugim stupom zajedničke poljoprivredne

politike EU. Fokus politike usmjeren je na prepoznavanje multifunkcionalne uloge poljoprivrede i ruralnog prostora (Uredba vijeća EK br.1257/1999). *Treći val reformi* ZPP započeo je 2003.g., a primjenjuje se od 2005. kada je došlo do podjele jedinstvenog europskog poljoprivrednog fonda (EAGGF) na - Europski fond za poljoprivredu i garancije (prvi stup ZPP politike) i na - Europski poljoprivredni fonda za ruralni razvoj<sup>1</sup> (drugi stup ZPP politike). Načela i ciljevi zajedničke politike definirani su za period od 2007.-2013.g. za potrebe novog vala proširenja EU. Na pragu trećeg tisućljeća pitanje poljoprivrede postaje tim kompleksnije zbog sagledavanja njenog sve razornijeg utjecaja na okoliš i sociokulturnu perspektivu ruralnih područja, a s tim u vezi i na održivosti neoliberalne koncepcije razvoja društva, općenito, što čini poljoprivredu ruralnim, ekološkim, kulturološkim i, sve više, političkim problemom.

## Materijal i metode

Svrha ovog rada je prikazati politički proces stvaranja zajedničke poljoprivredne politike (ZPP) na prostorima europskih zajednica, odnosno na jedinstvenom području EU; kao i njeno postupno prerastanje u novu poljoprivrednu, okolišnu i ruralnu politiku. U radu je predstavljen doprinos ZPP u ostvarivanju razvojnih ciljeva, kao i neka pitanja u svezi održivosti postojeće koncepcije. Poseban je naglasak stavljen na anticipiranje novih izazova pri osmišljavanju prioriteta zajedničke politike i načina korištenja zajedničkog novca u skladu sa suvremenim trendovima. Novi izazovi kontinuirano pokreću transformaciju aktualnih pristupa u provedbi ZPP-a. Za njihovo lakše razumijevanje sažeto su prikazana tri vala reformi s ključnim elementima politike: načelima i ciljevima; kao odgovor na “vječno” pitanje: Zašto Europa treba zajedničku poljoprivrednu politiku? Za literarnu osnovu rada korišteni su znanstveni radovi iz područja javnih politika, različiti dokumenti i Uredbe kojima se regulira europska poljoprivredna i ruralna politika kao i znanja autora objedinjena u dosadašnjem znanstveno-istraživačkom opusu.

## Rezultati istraživanja

### 1. Nastanak zajedničke poljoprivredne politike (ZPP)

U zemljama starog kontinenta pitanje poljoprivrede u samom je vrhu prioriteta zajedničke politike Europske zajednice. Počeci poljoprivredne politike na prostorima EU datiraju iz 1958.g. kada su u Stresi oblikovana načela zajedničke poljoprivredne politike (ZPP) na temeljima Rimskog ugovora iz 1957.g.<sup>2</sup>. Tri su načela na kojima se temelji Zajednička poljoprivredna politika: 1) Jedinstveno tržište, 2) Prioritetnost Unije, 3) Financijska solidarnost. ZPP se počela primjenjivati 1962.g. u 6 zemalja Europske zajednice: Belgija, Francuska, Italija, Luksemburg, Nizozemska i Njemačka. Tako je ZPP vremenom postao najveći trošak u zajedničkom budžetu Europskih zajednica, a sada Europske unije (EU). Zajednička poljoprivredna politika se sastoji od skupine pravila i mehanizama koji reguliraju proizvodnju, prodaju i plasman poljoprivrednih proizvoda u Europskoj uniji, uz poseban naglasak na razvoj seoskih područja. ZPP je jedno od najvažnijih područja djelovanja i koncentracije sredstava kojima raspolaze Europska unija. Takav položaj poljoprivrede ne zauzima samo zato što na nju otpada oko 50% proračuna EU, zbog broja ljudi i područja koje obuhvaća, nego i zbog simbolične važnosti i prijenosa suvereniteta u tom području, s nacionalnog na viši europski stupanj. Poljoprivredna politika Unije, bez obzira na brojne prepreke i probleme s kojima se suočavala, izgrađivala se kontinuirano, i bila podložna stalnim kritikama i promjenama. Mehanizmi funkcioniranja Zajedničke agrarne

<sup>1</sup> Detaljnije vidi na: <http://www.safu.hr/hr/rjecnik/pregled/307/european-agricultural-guidance-and-guarantee-fund-eaggf?lang=en>

<sup>2</sup> Detaljnije vidi na: <http://www.entereurope.hr/page.aspx?PageID=91>

politike utvrđeni Rimskim ugovorima, i kasnije dograđivani, u osnovici se temelje na tipično administrativnim intervencijama koje su bile bliže socijalističko-planskom nego tržišnom gospodarstvu. Naime, posjedovna struktura ovih zemalja pokazuje da se poljoprivredna proizvodnja oslanja na obiteljsko gospodarstvo. Dakle, na nekapitalistički način proizvodnje. Najvišu cijenu takvoj politici plaća Njemačka koja uplaćuje u blagajnu Europske unije više nego što iz nje dobiva (Mihalj, 1999.).

Važnost ZPP-a ogleda se i u velikoj povezanosti s reguliranjem jedinstvenog tržišta i Europske monetarne unije - dvaju ključnih temelja za provedbu plana europske integracije. ZPP čini najveći dio propisa EU, stoga je pojednostavljenje ZPP-a važno za pojednostavljenje 'acquis communitare' (prava EU). Ovo pojednostavljenje ZPP zacrtano je među ciljevima Lisabonske strategije. Predviđene mjere uključuju uspostavu jedne zajedničke organizacije tržišta (ZOT) umjesto postojeće 21 organizacije, ukidanje veze između proizvodnje i potpore, razvoj politike ruralnog razvoja, te uvođenje jedinstvenog programiranja i financijskog upravljanja. Od šest proizvoda za koje su početkom 1960-ih godina bile uspostavljene organizacije tržišta, ZOT danas obuhvaća gotovo sve poljoprivredne proizvode ili grupe proizvoda, osim krumpira, međa i nekih alkoholnih pića. Time su postavljeni osnovni instrumenti zajedničkog tržišta poljoprivrednih proizvoda, koji uklanjaju prepreke u unutarnjoj trgovini i održavaju zajedničku carinsku barijeru prema trećim zemljama. Prvotni ciljevi ZPP-a definirani su prema članku 33 Ugovora o Europskim zajednicama iz Rimskog ugovora, a proizašli su iz sjećanja na nestašice hrane i poljoprivrednih zaliha u Europi nakon Drugoga svjetskog rata. To su: povećanje proizvodnje i rast produktivnosti, osiguranje životnog standarda za poljoprivrednu populaciju, stabiliziranje unutarnjeg tržišta, osiguranje stalne opskrbe poljoprivrednim proizvodima, zaštita proizvođača od previranja na svjetskom tržištu. Ovi su ciljevi u potpunosti ostvareni. Robne zalihe i visoka razina zaštite velikih farmi postale su predmetom prijepora između zemalja članica Europske zajednice.

## 2. Reforme ZPP

Opće načelo ZPP-a je financiranje zajedničkog dobra prema kojemu se usklađuju predmeti financiranja prema izazovima sadašnjosti i željenim vizijama budućnosti. Intenzitet razvojnih trendova uvjetovao je tri velika vala reformi u korištenju proračuna ZPP EU (Tablica 1.).

**Prvi val reformi.** Iako su se reforme ZAP-a stalno događale, prvi veći val reformi započeo je početkom 90-tih, a započeo ih je 1992. godine Ray McSharry. Suština sporazuma i reforme ZAP-a se svodi na smanjenje garantiranih cijena za 20%, prelevmani se transformiraju u carine, izvozne premije se smanjuju za 36%, smanjuje se cijena žitarica za 33% u razdoblju od tri godine, s tim što su poljoprivredni proizvođači zauzvrat dobili kompenzacije u vidu direktnih plaćanja, kao i obavezu određenih površina zemljišta staviti pod ugar. Cijene uljarica su izjednačene s cijenom uljarica na svjetskom tržištu, a cijene govedine su smanjene za 15%. Sve navedene mjere su utjecale na smanjenje dispariteta između unutrašnjih cijena poljoprivrednih proizvoda Europske unije i cijena na svjetskom tržištu (Zmaić i sur., 2007.), (Tablica 1.).

**Drugi val reformi.** U srpnju 1997.g., Komisija je predložila reformu ZPP-a u sklopu Agende 2000. Ona se odnosila na projekciju razvoja poljoprivrede Unije u razdoblju 2000.-2006.g. s obzirom na očekivano proširenje. Pregovori i sporazum o reformi ZPP-a zaključeni su na sastanku Europskoga vijeća održanom u ožujku 1999. u Berlinu. Agenda 2000. bila je najradikalnija i najopsežnija reforma u povijesti ZPP-a. Ova reforma se temelji na procesima koji su započeli 1992.g., a odnose se na novo vrednovanje ruralnog područja u kontekstu socijalne i okolišne održivosti. Ovaj pristup promovira i potiče multifunkcionalnost ruralnog gospodarstva, oživljavanje malih i srednjih farmi i ruralnog načina života, te očuvanje prirodnog krajobraza.

**Tablica 1.** Reforme ZPP-a

Reforme ZPP-a	Predmet financiranja
I val reformi: “MacShary reforma” od 1992.–1995. i urugvajska runda GATT-a od 1995.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjenje direktnih plaćanja kao potpora cijenama</li> <li>• Uvođenje kompenzacijskih plaćanja kao potpora dohotku</li> <li>• Prelevmani se transformiraju u fiksne carine, definiran prag minimalnog uvoza na 5%</li> <li>• Subvencionirani izvoz na svjetsko tržište smanjen za 21% u odnosu na realizirani prosjek za razdoblje 1986.–1990.g., a jednako tako budžetski rashodi za tu namjenu za 36%</li> </ul>
II val reformi: (Agenda 2000) 2000.-2006.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snažnje konkurentnosti poljoprivrednih proizvoda na unutarnjem (europskom) i svjetskom tržištu</li> <li>• Rast životnog standarda osoba koje žive od poljoprivrede, male farme</li> <li>• Stvaranje zamjenskih poslova i drugih izvora prihoda za poljoprivred.</li> <li>• Osmišljavanje nove politike razvoja sela – II stup ZPP-a</li> <li>• Implementacija ekološkog načina promišljanja</li> <li>• Poboljšanje kvalitete i sigurnosti hrane</li> <li>• Pojednostavljenje poljoprivrednog zakonodavstva i decentralizacija administracije s ciljem pojednostavljivanja i transparentnosti</li> </ul>
III val reformi: - u primjeni od 2007.-2013.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkurentan poljoprivredni sektor (neovisan o subvencijama)</li> <li>• Proizvodne metode koje rezultiraju kvalitetnim proizvodima i koje skrbe o okolišu</li> <li>• Diversifikacija poljoprivrede koja doprinosi ljepoti krajobraza</li> <li>• Aktivna ruralna zajednica koja stvara i održava zaposlenost</li> <li>• Jednostavnija i razumljivija poljoprivredna politika</li> <li>• Jasnije razdvajanje odgovornosti između EU i država članica</li> <li>• Jasna dobrobit za društvo od trošenja poljoprivrednog proračuna</li> </ul>

**Treći val reformi.** Najnovija reforma iz 2003.g. usmjerena je prema interesima potrošača i poreznih obveznika. Bit te reforme, koja se primjenjuje od godine 2005.g. je u tome da se postojeća izravna plaćanja vezana uz proizvodne aktivnosti, pretvaraju u jedinstveno plaćanje po gospodarstvu tako da u ukupnoj potpori prevladava dohodovna, a ne proizvodna potpora (Žimbrek, 2008.). Reforma iz 2003.g. nalaže prihvaćanje modulacije kao obveze, odnosno postavljanje maksimalnih ograničenja koje jedna farma može primiti, a odnosi se na smanjenje direktnih plaćanja koja primaju velike farme s ciljem preusmjeravanja djela ovih sredstava za nove mjere ruralnog razvoja. Modulacija se primjenjuje kada pomoć po farmi prelazi 5.000 eura, a u EU15 primjenjuje se od 2005.g. sa stopom od 3%, u 2006.g. sa 4%, te će u razdoblju 2007.-2013.g. biti 5%. (Zmaić i sur., 2008.). Za sada manje od četvrtine proračuna ZPP-a se troši na okolišne mjere i mjere ruralnog razvoja jer još nisu u potpunosti usvojeni mehanizmi za njihovo korištenje. Jedan od ključnih mehanizama je ustroj lokalnih javno-privatnih partnerstava prema LEADER pristupu koji treba pomoći u ostvarivanju tri ključna cilja: konkurentnost, kooperativnost i solidarnost.

### 3. Argumenti za novu reformu ZPP-a

Stvarni napredak zajedničke poljoprivredne politike u smislu korištenja javnog novca za ciljeve općeg dobra može se očekivati tek u budućnosti. On zahtijeva preispitivanje postojećih mjera i uvođenje novog paketa instrumenata politike koji se trebaju suočiti s četiri ključna izazova: klimatske promjene, bio-energija, bioraznolikost i upravljanje resursima vode i tla. Ovakav



pristup traži preusmjeravanje značajnijeg iznosa poljoprivrednih potpora u ruralni razvoj, odnosno u zajedničku okolišnu i ruralnu politiku (ZORP).

**Tablica 2.** Plan reformskih aktivnosti ZPP

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
EAGF - smanjivanje direktnih plaćanja	Postojeća modulacija		10%	20%	35%	55%	75%	100%		
Posebna plaćanja			Plaćanja za ekološke kompenzacije							
Revizija prema EARDF ciljevima	Revizija programa za zaostala rur. pod.									
Novi EARDF programi	Sadašnji programi		Snaženje druge osi EARDF politike - ulaganja u okoliš i prostor							
ZORP zakonodavstvo						Poboljšanje zakonodavstva				
Primjena ZORP-a								Primjena politike >>>>		

Izvor: (WWF)(2008): Reforming the CAP „WWF Vision for Rural Europe: 2013 and beyond“

## Zaključak

Zajednička poljoprivredna politika suočena je s izazovima nove sociokulturne perspektive koja anticipira razvoj ruralnih područja kao bitnu odrednicu socijalne i ekološke održivosti i opstojnosti jedinstvenog EU prostora. U tom kontekstu poljoprivredna politika bi se trebala transformirati u okolišnu i ruralnu politiku koja će u budućnosti osigurati punu zaštitu zemljišnih i vodnih resursa i poticati socijalnu i ekološku održivost kroz primjenu izdašno financiranih ruralnih razvojnih programa.

## Literatura

- Bosiljevac, V., Butković, H. (2010): Poljoprivredna politika, <http://www.entereurope.hr/page.aspx?PageID=91>
- Mihalj, P. (199): Agrarna politika Europske unije na pragu trećeg tisućljeća, Polit. misao, Vol XXXVI, (1999.), br. 3, str. 60-70.
- Ribbe, L. (2009): The long term development of the Common Agricultural Policy (CAP) International Federation of Organic Agriculture Movements – EU Regional Group. Paper on Common Agricultural Policy, May 2009.
- Tolić, S., Kaminski R. (2009): Politika ruralnog razvoja: hrvatska i poljska LEADER iskustva, Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša, 2. međunarodni znanstveno-stručni skup, Vukovar, 2009.
- Zmaić, K., Sudarić, T., Sudarić, Ž., Bernatović, I., Mijić M. (2008): Zajednička agrarna politika i njene implikacije na zemlje jugoistočne Europe. 43. hrvatski i 3 međunarodni simpozij agronoma / Pospišil, Milan (ur.). - Pluska : Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 2008. 151-155.
- Žimbek, T. (1997.): Agrarna i ruralna politika 1, Agronomski fakultet Zagreb, šk.g.97/98
- \*\*\*Europe's Agenda 2000: Strengthening and widening the European Union. Draft of Commission information brochure for the general public on Agenda 2000. Priority Publications Programme 1999, X/D/5, Final version 31.8.
- \*\*\*World Wide Fund for Nature (WWF)(2008): Reforming the CAP „WWF Vision for Rural Europe: 2013 and beyond“. [wwf-epo@wwfepo.org](mailto:wwf-epo@wwfepo.org)

**Abstract****CAP reforms toward CERP policy**

Common agricultural policy must undergo a period of transformation in order to meet the economic, social and environmental challenges of the 21st century in rural areas. It must shift from an agriculturally focused policy to a broader based common environment and rural development policy (CERP) designed to achieve sustainable land and water management and the sustainable development of rural areas.

**Keywords:** CAP reforms, public goods, rural development, sustainability







A series of horizontal dotted lines spanning the width of the page, providing a template for writing.



**HRVATSKA AGENCIJA ZA HRANU**  
**- 5 GODINA S VAMA -**

Temeljna misija Hrvatske agencije za hranu (HAH) je **zaštita potrošača u području sigurnosti hrane.**

U skladu s tim, a temeljem Zakona o hrani (46/07), HAH identificira rizike u nastajanju, vrši procjenu rizika i obavještava o rezultatima procjene rizika, vezano uz zdravstvenu ispravnost i higijenu hrane i hrane za životinje.

Svoje zadaće HAH provodi **neovisno, transparentno i ažurno**, osiguravajući znanstvenu i tehničku kvalitetu izdanih mišljenja i informacija, što joj osigurava da bude **referentna točka za procjenu rizika i obavještavanje o rezultatima procjene rizika u Republici Hrvatskoj.**

Hrvatska agencija za hranu, tijekom proteklih pet godina, uspjela je ostvariti plodnu suradnju sa čelnim institucijama Europske unije koje skrbe za sigurnost hrane, što potvrđuje i sudjelovanje **izvršne direktorice Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA-e) Catherine Geslain-Lanéelle** na svečanom obilježavanju pete obljetnice HAH-a. To je ujedno i njeno **prvo sudjelovanje na nacionalnoj konferenciji agencije za hranu u državi koja nije punopravna članica Europske unije.**

U vremenu koje slijedi, Hrvatska agencija za hranu očuvat će svoju znanstvenu neovisnost, otvorenost i transparentnost te ojačati prepoznatljivost, kako bi zaštitila zdravlje potrošača te osnažila njihovo povjerenje u sigurnost hrane u Republici Hrvatskoj.



# SVAKE DRUGE SRIJEDE

broj 188  
 agrolas  
 broj 235  
 agrolas  
 PIONEER  
 A DuPont Company  
 BELJE  
 1697

Od Marije Terzije do Tita  
 Biciklom u vinograde  
 Razmnožavanje trajnica  
 Opesni krepči

dvojeđnik za poljoprivredu, proizvodnju hrane, selo i ljubitelje životinja, cijena 12 kn, 4 KM  
 dvojeđnik za poljoprivredu, proizvodnju hrane, selo i ljubitelje životinja, cijena 12 kn, 4 KM  
 dvojeđnik za poljoprivredu, proizvodnju hrane, selo i ljubitelje životinja, cijena 12 kn, 4 KM  
 dvojeđnik za poljoprivredu, proizvodnju hrane, selo i ljubitelje životinja, cijena 12 kn, 4 KM  
 dvojeđnik za poljoprivredu, proizvodnju hrane, selo i ljubitelje životinja, cijena 12 kn, 4 KM

**Vaš primjerak  
 u pretplati za samo  
 7,69 kn**

CENTRALA: ++385 (0) 31 223-223  
 REDAKCIJA: ++385 (0) 31 223-283  
 ++385 (0) 31 223-117

Marketing: ++385 (0) 31 223-284  
 Prodaja: ++385 (0) 31 223-140  
 Telefax: ++385 (0) 31 223-285





# HPA

HRVATSKA POLJOPRIVREDNA AGENCIJA

## HRVATSKA POLJOPRIVREDNA AGENCIJA

### Ured u Zagrebu

Ilica 101  
10 000 Zagreb  
Tel: 01/ 3903 103  
Fax: 01/ 3903 191

### Sjedište u Križevcima

Poljana Križevačka 185  
48 260 Križevci  
Tel: 048/ 279 072  
Fax: 048/ 693 216

E-mail: [hpa@hpa.hr](mailto:hpa@hpa.hr)  
[www.hpa.hr](http://www.hpa.hr)

# Glas Slavonije

najčitnije novine slavonske i baranske





  
**AGROPROTEINKA**  
www.agroproteinka.hr



◀ **CJELOVITA RJEŠENJA ZA ZDRAV ŽIVOT I ČIST OKOLIŠ** ▶



# Iskoristite poticaje koje pruža IPARD program!



MINISTARSTVO  
POLJOPRIVREDE,  
RIBARSTVA I  
RURALNOG RAZVOJA

Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja pripremilo je prvi natječaj za dodjelu sredstava iz IPARD-a, pretrpistupnog programa EU za poljoprivredu i ruralni razvoj, koji zamjenjuje dosadašnji pretrpistupni program - SAPARD.

S raspisivanjem natječaja potencijalnim je korisnicima omogućeno ulaganje unutar mjera:

- 101 "Ulaganje u poljoprivredna gospodarstva u svrhu restrukturiranja i dostizanja EU standarda"
- 103 "Ulaganje u preradu i trženje poljoprivrednih i ribljih proizvoda u svrhu restrukturiranja tih aktivnosti i dostizanja EU standarda"

U Mjeri 101 prihvatljiva su ulaganja u izgradnju/rekonstrukciju/opremanje objekata za držanje mliječnih krava, goveda, svinja, peradi i kokoši nesilica; izgradnju/rekonstrukciju/opremanje staklenika/plastenika za uzgoj povrća i voća ili objekata za sušenje i skladištenje žitarica i uljarica.



Korisnici su poljoprivredna gospodarstva u skladu s odredbama Zakona o poljoprivredi (NN 86/01, 83/02), upisana u Ujedinjenom poljoprivrednom gospodarstvu i obveznici PDV-a, 100% u privatnom ili do 25% u državnom vlasništvu, odnosno vlasništvu jedinica lokalne i/ili regionalne (područne) samouprave ili Grada Zagreba.

Minimalna ukupna vrijednost ulaganja po projektu iznosi 13.500 EUR (cca 100.000 kn) dok maksimalna ukupna vrijednost prihvatljivih ulaganja po korisniku za trajanja IPARD-a iznosi 900.000 EUR (cca 6.570.000 kn). Iznimku čini sektor jaja gdje u određenim slučajevima ulaganje može iznositi do 2.000.000 EUR (cca 14.600.000 kn). Razina potpore iznosi do 75% ukupne vrijednosti prihvatljivog ulaganja.



U Mjeri 103 prihvatljiva su ulaganja u rekonstrukciju/opremanje postojećih objekata za poslovanje s mlijekom, ulaganja u specijalna vozila za prijevoz sirovog mlijeka, ulaganja u rekonstrukciju i/ili opremanje postojećih klaonica i centara za sakupljanje nusproizvoda životinjskog podrijetla. Sredstva se mogu dobiti i za izgradnju/rekonstrukciju/opremanje objekata za preradu ribe, rakova i živih školjkaša; opremanje vinarija te kupnju laboratorijske opreme za osnovne kemijske analize maslinovog ulja i preradu komine masline u kompost.

Korisnici su obrti i poduzetci 100% u privatnom ili do 25% u državnom vlasništvu odnosno u vlasništvu jedinica lokalne i/ili regionalne (područne) samouprave i Grada Zagreba, u susstvu PDV-a, registrirani za predmetnu djelatnost i nalaze se u rangui mikro, malih i srednjih tvrtki.

Minimalna ukupna vrijednost prihvatljivih ulaganja po projektu je ograničena na 33.800 EUR (cca 250.000 kn) dok je maksimalna vrijednost ulaganja po korisniku ograničena na 3.000.000 EUR (cca 21.900.000 kn). Ukupna ulaganja u sektor maslinarstva ne mogu prelažiti 500.000 EUR (cca 3.650.000 kn). Razina potpore iznosi do 50% ukupno prihvatljivog ulaganja u projekte.

Informirajte se na vrijeme o postupku prijave i svojoj potrebnoj dokumentaciji.

Uprava za ruralni razvoj, Upravna direkcija SAPARD/IPARD programa  
e-pošta: [ipard@mps.hr](mailto:ipard@mps.hr) telefon: 01/6106-947, 01/6109-633 fax: 01/6106-909 [www.mps.hr](http://www.mps.hr)

Ravnateljstvo za tržišnu i strukturnu potporu u poljoprivredi  
e-pošta: [info@dmssa.hr](mailto:info@dmssa.hr) telefon: 01/6002-742, 01/6002-744 fax: 01/6002-852 [www.mps.hr](http://www.mps.hr)

Područni uredi Hrvatskog zavoda za poljoprivrednu savjetodavnu službu  
Županijski uredi Hrvatske poljoprivredne agencije  
Uredi državne uprave u županijama



**BELJE**

1697

# BELJE REMONT

OVLAŠTENI PRODAJNO-SERVISNI CENTAR  
FENDT TRAKTORA

Osječka 4, 31300 Beli Manastir  
tel. +385 31 790 340  
fax. +385 31 790 373  
[www.belje.hr](http://www.belje.hr)

ISBN 978-953-7693-00-8