

56. HRVATSKI I      56<sup>th</sup> CROATIAN AND  
16. MEĐUNARODNI      16<sup>th</sup> INTERNATIONAL  
                          SIMPOZIJ      SYMPOSIUM ON  
                          AGRONOMA      AGRICULTURE

5. – 10. rujna 2021. | Vodice | Hrvatska

September 5 – 10, 2021 | Vodice | Croatia

**ZBORNIK RADOVA** | **PROCEEDINGS**

Vodice, OLYMPIA Sky

Izdavač | Published by **Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Josip Juraj Strossmayer in Osijek**

Za izdavača | Publisher **Krunoslav Zmaić**

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

Oblikovanje | Design by **Ras Lužaić**

Tisak | Print by **VIN Grafika**

ISSN **2459-5543**

## **Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

i

### **Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu**

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

Akademija poljoprivrednih znanosti

Association for European Life Science Universities (ICA)

Balkan Environmental Association (B.EN.A)

Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Slovenija

European Hygienic Engineering&Design Group (EHEDG), Germany

European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng)

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

Hrvatska agronomска комора

Hrvatsko agronomsko društvo

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Sveučilište u Slavonskom Brodu

Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

### **pod pokroviteljstvom**

Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske

Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske

Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske

### **u suradnji s**

Bc Institutom za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Zagreb

Brodsko-posavskom županijom

Društvom agronoma Osijek

Gradom Osijekom

Gradom Požegom

Gradom Slavonskim Brodom

Gradom Vinkovcima

Gradom Vodicama

Hrvatskim lovačkim savezom, Zagreb

Hrvatskom agencijom za poljoprivredu i hranu, Osijek

Hrvatskom gospodarskom komorom, Zagreb

Hrvatskom poljoprivrednom agencijom, Križevci

Institutom za jadranske kulture i melioraciju krša, Split

Institutom za poljoprivredu i turizam, Poreč

Osječko-baranjskom županijom

Poljoprivrednim institutom Osijek

Sveučilištem u Splitu

Turističkom zajednicom Osječko-baranjske županije

Veleučilištem u Požegi

Visokim gospodarskim učilištem u Križevcima

Vukovarsko-srijemskom županijom

### **organiziraju**

## **56. hrvatski i 16. međunarodni simpozij agronoma**

**5. do 10. rujna 2021., Vodice, Hrvatska**



**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
and**

**Faculty of Agriculture University of Zagreb**

Academy of Agricultural Sciences

Association for European Life Science Universities (ICA)

Balkan Environmental Association (B.EN.A)

Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Slovenia

Croatian Chamber of Agronomists

Croatian Society of Agronomy

European Hygienic Engineering&Design Group (EHEDG), Germany

European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng)

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

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

Faculty of Food Technology Osijek, Croatia

Faculty of Veterinary Medicine University of Zagreb

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

University of Slavonski Brod

**under the auspices of the**

Ministry of Science and Education of the Republic of Croatia

Ministry of Agriculture of the Republic of Croatia

Ministry of Economy and Sustainable Development of the Republic of Croatia

**in collaboration with**

Agricultural Institute Osijek

Bc Institute for Breeding and Production of Field Crops, Zagreb

Brod-Posavina County

City of Osijek

City of Požega

City of Slavonski Brod

City of Vinkovci

City of Vodice

College of Agriculture in Križevci

College of Slavonski Brod

Croatian Agency for Agriculture and Food, Osijek

Croatian Agricultural Agency, Križevci

Croatian Chamber of Economy

Croatian Hunting Federation

Institute for Adriatic Crops and Karsts Reclamation, Split

Institute of Agriculture and Tourism, Poreč

Osijek-Baranya County

Polytechnic in Požega

Society of Agronomy, Osijek

University of Split

Vukovar-Srijem County

**organize**

**56<sup>th</sup> Croatian & 16<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture**

**September 5 - 10, 2021, Vodice, Croatia**



## **Organizacijski odbor** **Organizing Committee**

### **Predsjednik | Chairman**

Krunoslav Zmaić, Croatia

### **Članovi | Members**

Zoran Grgić, Croatia

Ivan Ostojić, Bosnia and Herzegovina

Franjo Tomić, Croatia

Arthur Mol, Netherlands

Mariana Golumbeanu, Romania

Nataša Poklar Ulrih, Slovenia

Ludvig Josefsberg, Germany

Peter Groot Koerkamp, Netherlands

Branko Kramberger, Slovenia

Josip Haramija, Croatia

Jurislav Babić, Croatia

Vlado Guberac, Croatia

Ivan Samardžić, Croatia

Nenad Turk, Croatia

Radovan Fuch, Croatia

Marija Vučković, Croatia

Ivica Ikić, Croatia

Danijel Marušić, Croatia

Romeo Jukić, Croatia

Ivan Radić, Croatia

Željko Glavić, Croatia

Mirko Duspara, Croatia

Ivan Bosančić, Croatia

Ante Cukrov, Croatia

Đuro Dečak, Croatia

Darja Sokolić, Croatia

Luka Burilović, Croatia

Katja Žanić, Croatia

Dean Ban, Croatia

Ivan Anušić, Croatia

Zvonimir Zdunić, Croatia

Dragan Ljutić, Croatia

Ivana Jurić, Croatia

Borislav Miličević, Croatia

Marijana Ivanek-Martinčić, Croatia

Damir Dekanić, Croatia

## **Znanstveni odbor** **Scientific Committee**

### **Predsjednici | Chairmans**

Vlatka Rozman, Croatia

Zvonko Antunović, Croatia

### **Članovi | Members**

Nikola Bilandžija, Croatia

Ivica Bošković, Croatia

Anita Bošnjak Mihovilović, Croatia

Mato Drenjančević, Croatia

Jelena Gadže, Croatia

Goran Jukić, Croatia

Željko Jukić, Croatia

Nikolina Kelava Ugarković, Croatia

Dario Iljkić, Croatia

Antonis K. Kokkinakis, Greece

Jelena Kristić, Croatia

Zvjezdana Marković, Croatia

Ornella Mikuš, Croatia

Josip Novoselec, Croatia

Aleksandra Perčin, Croatia

Sonja Petrović, Croatia

Maria Popa, Romania

Sanja Radman, Croatia

Irena Rapčan, Croatia

Lidija Svečnjak, Croatia

Tomislav Vinković, Croatia

Vladimir Zebec, Croatia

### **Tajnik | Secretary**

Tihomir Florijančić, Croatia

## Korištenje mulja iz pročistača otpadnih voda u gnojidbi miskantusa

Josip Leto, Nikola Bilandžija, Hrvoje Kutnjak, Tomislav Karažija, Milan Poljak, Natalija Vugrin, Neven Voća

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

### Sažetak

*Miscanthus × giganteus* (miskantus) je dugotrajna trava s visokim potencijalom rodnosti, malih zahtjeva za dušikom i pesticidima. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj primjene zakonski dozvoljene količine mulja iz pročistača otpadnih voda ( $1,66 \text{ t ST ha}^{-1}$ ) na prinos i komponente prinosa miskantusa u jesenskom i proljetnom roku žetve u odnosu na netretiranu kontrolu. Primjena  $1,66 \text{ t ST ha}^{-1}$  nije značajno utjecala na prinos i komponente prinosa miskantusa u jesenskom roku žetve. Prosječni prinos ST iznosi je  $39,01 \text{ t ha}^{-1}$ , prosječni broj izboja  $80,5 \text{ m}^{-2}$ , prosječna visina biljke  $2,75 \text{ m}$ , a prosječni sadržaj ST u biomasi  $40,37 \%$ . Primjena mulja nije značajno utjecala ni na proljetni prinos ( $20,46 \text{ t ST ha}^{-1}$ ) i sadržaj suhe tvari miskantusa ( $85,06 \%$ ). U proljetnom roku došlo je do značajnog pada prinosa ST biomase miskantusa ( $46,63\text{-}48,45 \%$ ), dok je sadržaj ST značajno rastao kod oba tretmana (za  $110,39\text{-}111,06 \%$ ) u usporedbi s jesenskim rokom žetve.

**Ključne riječi:** *Miscanthus x giganteus*, prinos, visina biljke, broj izboja, mulj otpadnih voda

### Uvod

Problem gospodarenja muljem datira od samih početaka proizvodnje mulja nakon pročišćavanja kanalizacijskih otpadnih voda. Kontinuiranim procesom unapređenja tehnologija pročišćavanja i primjenom sve strožih propisa o primjeni pročišćavanja globalno je rezultiralo porastom broja uređaja za obradu komunalnih otpadnih voda. Samim time kontinuirano raste i količina proizvedenog mulja, međutim njegovo zbrinjavanje predstavlja do 50 % ukupnih troškova uređaja. U početku su poljoprivreda i deponiji imali vodeće mjesto u zbrinjavanju mulja, dok se mulj rijetko spaljivao. Donošenjem EU direktiva kojima se ograničava, a potom zabranjuje, odlaganje na deponije, u većini zemalja poljoprivreda je postala vodećim načinom za konačno zbrinjavanje mulja sa uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda. Naš Pravilnik o gospodarenju muljem iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda kada se mulj koristi u poljoprivredi (NN 38/08) – u potpunosti prenosi odredbe Direktive Vijeća 86/278/EEZ, koja se primjenjuje u svim zemljama EU. Upravo je ova Direktiva najvažnija u zaštiti okoliša, posebno tla, kod uporabe mulja iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u poljoprivredi i ona propisuje minimalne standarde kvalitete mulja koji se koristi u poljoprivredi i definira granične vrijednosti za teške metale. Koncentracije teških metala koje se mogu godišnje dodati poljoprivrednom tlu ( $\text{kg ha}^{-1}$  godišnje), ovim Pravilnikom nisu propisane za pojedine teške metale kao što je to učinjeno Direktivom, već je propisano dopuštenje od najviše  $1,66 \text{ t ST mulja godišnje po hektaru poljoprivrednog zemljišta}$ .

Mnogi su autori utvrdili veće prinose biomase miskantusa primjenom mulja otpadnih gradskih voda (Krzywy i sur., 2003., Kalembasa i Malinowska, 2008., Lisowski i Porwiślak, 2010., Kołodziej i sur., 2016.), koji sadrži mnoga važna hraniva u vrijednosti stajskog gnoja, ali sadrži i brojne potencijalno opasne tvari kao što su teški metali i metaloidi (Singh i Agrawal, 2008., Seleiman i sur., 2013.). Uz povećanje prinosa mulj ima i pozitivan utjecaj

na biološka i fizikalno-kemijska svojstva tla (Casado-Vela i sur., 2006.; Singh i Agrawal, 2008., Usman i sur., 2012., Seleiman i sur., 2013.).

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj primjene zakonski dozvoljene količine mulja otpadnih voda na prinos i komponente prinosa miskantusa u jesenskom i proljetnom roku žetve u odnosu na netretiranu kontrolu.

### Materijal i metode

Pokusno polje miskantusa (*Miscanthus x giganteus*) posađeno je na površinama Centra za travnjaštvo Agronomskog fakulteta na Medvednici (n.v. 650 m) krajem travnja 2011. g. reznicama rizoma na razmak 1 m (između i unutar redova), poluautomatskom sadilicom. Istraživanje je postavljeno u proljeće 2019. godine po shemi split plot u 4 ponavljanja s glavnim faktorom primjenom mulja otpadnih voda - 2 različite količine:  $M_0=0 \text{ t ST ha}^{-1}$  i zakonski dozvoljenih  $M_{1.66}=1,66 \text{ t ST mulja ha}^{-1}$  (osnovna parcela površine  $10 \times 5,25 = 52,5 \text{ m}^2$ ) i podfaktorom rokom žetve: jesen i proljeće (podparcela  $5 \times 5,25 \text{ m}^2 = 26,25 \text{ m}^2$ ). Razmak između osnovnih parcela iznosio je 3 m.

Korišten je mulj iz pročistača otpadnih voda u Zagrebu stabiliziran na način da su u njemu uništeni patogeni organizmi, potencijalni uzročnici oboljenja. Analizirani mulj izrazito je alkalne reakcije ( $\text{pH}=12,05$ ), s udjelom suhe tvari od 30,28 %. Uzorak mulja bogato je opskrbljen dušikom i fosforom (4,03 % N u S.T.; 3,89 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  u ST), te slabo opskrbljen kalijem (0,61 %  $\text{K}_2\text{O}$  u ST). Analizom je utvrđena bogata opskrbljenost kalcijem (14,56 % Ca u ST) i slaba opskrbljenost magnezijem (0,61 % Mg u ST), te bogata opskrbljenost željezom (18,177 mg  $\text{kg}^{-1}$  u ST) i manganim (296 mg  $\text{kg}^{-1}$  u ST). Koncentracije teških metala i organskih tvari (PAH, PCB i dr.) nalaze se ispod maksimalno dopuštenih koncentracija propisanih Pravilnikom o gospodarenju muljem sa uređaja za pročišćavanje otpadnih voda kada se mulj koristi u poljoprivredi (NN 38/2008, članak 5. i 6.) i Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 9/2014, članak 5. i 8.). Patogene bakterije u predmetnom uzorku nisu izolirane. Jesenska žetva miskantusa obavljena je 7. studenog 2019. godine. Utvrđena su slijedeća svojstva: broj izboja, visina biljke, prinos suhe tvari i % suhe tvari u biomasi (tablica 1). Visina biljke određena je mjerjenjem visine 20 slučajno odabralih biljaka od razine tla do visine razvijene plojke zadnjeg lista. Broj izboja po  $\text{m}^2$  utvrđen je na 20 slučajno odabralih mjesta na svakoj osnovnoj parceli mjerjenjem svih stabljika miskantusa većih od 10 cm. Prinos ST utvrđen je ručnim odsijecanjem biljaka (motornom pilom) na obračunskoj podparceli  $1 \times 5 \text{ m}$  na visinu 5 cm od tla, vaganjem požnjevene mase, uzimanjem poduzoraka oko 1000 g sasjeckane mase, sušenjem 48 sati na  $60^\circ\text{C}$ , ponovnim vaganjem i preračunavanjem u  $\text{t ha}^{-1}$  i % ST. Proljetna žetva miskantusa obavljena je 19. ožujka 2020. godine. Utvrđen je prinos suhe tvari i % suhe tvari u biomasi po istom principu kao i kod jesenske žetve. Nakon analize varijance kod signifikantnih efekata proveden je Fisherov test najmanje značajne razlike (Fisher's least significant difference test).

### Rezultati i rasprava

Primjena zakonski dozvoljenih  $1,66 \text{ t ST mulja ha}^{-1}$  nije značajno utjecala na prinos i komponente prinosa miskantusa u jesenskom roku žetve ( $P>0.05$ ) (tablica 1). Prosječni prinos ST iznosio je  $39,01 \text{ t ha}^{-1}$ , prosječni broj izboja  $80,5 \text{ m}^{-2}$ , prosječna visina biljke 2,75 m, a prosječni sadržaj ST u biomasi 40,37 %. Primjena mulja nije značajno utjecala ni na proljetni prinos i sadržaj suhe tvari miskantusa ( $P>0.05$ ) (tablica 2). Prosječni prinos ST miskantusa iznosio je  $20,46 \text{ t ha}^{-1}$ , a prosječni sadržaj ST u biomasi 85,06 %.

Tablica 1. Prinos suhe tvari (PST), broj izboja (BI), visina biljke i % suhe tvari miskantusa u jesenskom roku žetve, Medvednica 2019.

Tretman muljem	PST t ha <sup>-1</sup>	BI m <sup>-2</sup>	VB m	ST %
M <sub>0</sub>	38,26	79,42	2,80	40,31
M <sub>1,66</sub>	39,75	81,58	2,69	40,42
Signifikantnost/ LSD <sub>0,05</sub>	ns 8,91	ns 12,88	ns 0,63	ns 2,31

ns = Nije signifikantno

Tablica 2. Prinos suhe tvari (PST) i % suhe tvari miskantusa u proljetnom roku žetve, Medvednica 2020.

Tretman muljem	PST t ha <sup>-1</sup>	ST %
M <sub>0</sub>	20,42	85,08
M <sub>1,66</sub>	20,49	85,04
Signifikantnost/ LSD <sub>0,05</sub>	ns 2,98	ns 4,89

ns = Nije signifikantno

Iako nije bilo značajnih razlika u prinosima ST i sadržaju ST između primjene mulja i kontrole unutar pojedinih rokova žetve ( $P>0.05$ ), značajne razlike su utvrđene između rokova žetve ( $P<0.01$ ) (tablica 3). U odnosu na jesenski rok žetve u proljetnom roku došlo je do značajnog pada prinsa ST biomase miskantusa kod oba tretmana ( $P<0.01$ ) i to od 46,63 % kod M<sub>0</sub> i 48,45 % kod M<sub>1,66</sub>. Nasuprot tome, očekivano došlo je do rasta sadržaja ST u oba tretmana ( $P<0.01$ ) i to za 111,06 % kod M<sub>0</sub> i 110,39 % kod M<sub>1,66</sub>, uslijed prirodnog sušenja nasada miskantusa od studenog do ožujka.

Tablica 3. Razlike u prinosu suhe tvari (PST) i % suhe tvari miskantusa između jesenskog i proljetnog roka žetve

Tretman muljem	PST jesen t ha <sup>-1</sup>	PST proljeće t ha <sup>-1</sup>	ST jesen %	ST proljeće %
M <sub>0</sub>	38,26	20,42	40,31	85,08
M <sub>1,66</sub>	39,75	20,49	40,42	85,04
Signifikantnost/ LSD <sub>0,05</sub>	** 6.30		** 3,62	

\*\*Signifikantno na razini 0.01.

U istraživanju Kołodziej i sur., (2016.) u Poljskoj primjena mulja gradskih otpadnih voda značajno je povećala prinos miskantusa bez obzira na korišteni sadni materijal ili vrijeme žetve, a najveći prinosi (13,47 t ha<sup>-1</sup>) ostvareni su s manjim dozama mulja (10-20 t ST ha<sup>-1</sup>) i veći su od netretirane kontrole za 7,9 %. Iako u ovom istraživanju primjena mulja nije značajno utjecala niti na jesenski niti na proljetni prinos miskantusa, potvrđen je značajno veći proizvodni kapacitet miskantusa u odnosu na zemlje srednje i sjeverne Europe, jer je prinos varirao od maksimalnih 38,26 t ST ha<sup>-1</sup> u jesen do 20,42 t ST ha<sup>-1</sup> u proljeće nakon prirodnog sušenja biomase u polju tijekom zime. Pad prinsa od 46,63 % do 48,45 % normalan je za miskantus i uobičajeno se kreće od 35-45 % (Bilandžija i sur., 2018.).

Stope rasta miskantusa ovise o agroekološkim uvjetima uzgoja: tipu tla, oborini, temperaturama, gnojidbi itd. Stabljike mogu doseći visinu nešto preko 2 m u prvoj godini, pa do 4 m svake slijedeće godine (El Bassam, 1994.). Prosječna visina biljke 2,69-2,80 m dobivena u devetogodišnjem nasadu miskantusa niža je od prosječnih visina biljaka u istraživanjima na istoj lokaciji (Leto i sur., 2016., Bilandžija i sur., 2018.) (3,45-3,63 m), što je posljedica nepovoljnijih klimatskih uvjeta za rast miskantusa u 2019. godini. Primjena mulja nije značajno povećala visinu biljaka što nije u skladu s jasnom tendencijom povećanja visine biljaka s povećanjem doze mulja (Smith i Slater, 2010., Lisowski i Porwiślak, 2010., Kołodziej i sur., 2016.) uz napomenu da su u prethodnim istraživanjima korištene značajno veće količine mulja (0-60 t ST mulja  $\text{ha}^{-1}$ ), pa je i učinak primjene značajno drugačiji u odnosu na 1,66 t ST mulja  $\text{ha}^{-1}$  primijenjenih u ovom istraživanju.

Broj izboja po jedinici površine raste iz godine u godinu (2-5 puta), a najmanji je u godini sadnje (Leto i sur., 2016.). Također, uočena je tendencija rasta broja izboja s povećanjem količine primijenjenog mulja (Lisowski i Porwiślak, 2010., Kołodziej i sur., 2016.). U ovom istraživanju primjena mulja nije značajno utjecala na povećanje broja izboja u odnosu na netretiranu kontrolu, upravo zbog male količine primijenjenog mulja, ali vidljiv je daljnji rast gustoće sklopa u odnosu na prethodno istraživanje na istoj lokaciji kada je u četvrtoj godini starosti nasada utvrđeno prosječno 53-54 izboja  $\text{m}^{-2}$  (Leto i sur., 2016., Bilandžija i sur., 2018.).

### Zaključci

Primjena 1,66 t ST mulja  $\text{ha}^{-1}$  nije značajno utjecala na prinos i komponente prinosa miskantusa u jesenskom i proljetnom roku žetve u odnosu na netretiranu kontrolu. U proljetnom roku žetve došlo je do pada prinsa ST biomase miskantusa za više od 40 %, dok je sadržaj ST rastao kod oba tretmana za više od 100 % u usporedbi s jesenskim rokom žetve.

*Ovo istraživanje financirala je Hrvatska zaklada za znanost, u okviru projekta br. IP-2018-01-7472, "Zbrinjavanje mulja kroz proizvodnju energetskih kultura".*

*This research was funded by the Croatian Science Foundation, under project No. IP-2018-01-7472 „Sludge management via energy crops' production“.*

### Literatura

- Bilandžija, N., Voća, N., Leto, J., Jurišić, V., Grubor, Matin, A., Geršić, A., Krička, T. (2018). Yield and biomass composition of *Miscanthus x giganteus* in the mountain area of Croatia. *Transactions of Fameria XLII- Special issue 1:* 51-60.
- Casado-Vela, J., Selles, S., Navarro, J., Bustamante, M.A., Mataix, J., Guerrero, C., Gomez, I. (2006). Evaluation of composted sewage sludge as nutritional source for horticultural soils. *Waste Management* 26: 946–952.
- EC (1986): Direktiva o zaštiti okoliša, posebno tla kod upotrebe mulja iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u poljoprivredi (86/278/EEZ).
- El Bassam N. (1994). *Miscanthus - Stand und Perspektiven in Europa. Forum for Zukunfts-energien e. V. - Energetische Nutzung von Biomasse im Konsenz mit Osteuropa*. International Meeting, Jena: 201-212.
- Kalembasa, D., Malinowska, E. (2008). The influence of doses of waste activated sludge on the yield of *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack biomass, sulfur content and energetic value. *Zeszyty Problemowe Postępow Nauk Rolniczych* 533: 173–179.
- Kołodziej, B., Antonkiewicz, J., Sugier, D. (2016). *Miscanthus×giganteus* as a biomass feedstock grown on municipal sewage sludge. *Industrial Crops and Products* 81: 72–82.

- Krzywy, E., Iżewska, A., Jeżowski, S. (2003). Estimation of possibility of municipal sewage sludge for fertilization of *Miscanthus sasachriflorus* (Maxi.). *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych* 494: 233–239.
- Leto, J., Bilandžija, N., Bošnjak, K., Vranić, M., Stuburić, I. (2016). Uzgoj *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu. u različitim agroekološkim uvjetima Hrvatske-četverogodišnje iskustvo. *Zbornik radova s 51. hrvatskog i 11. međunarodnog simpozija agronoma*. M. Pospisil (ur.). 15-18. veljače 2016. Opatija, str. 233-237.
- Lisowski, J., Porwislak, H., (2010). Influence of sludge fertilization on yield of miscanthus (*Misacanthus ×giganteus*). *Fragmenta Agronomica* 17 (4): 4–100.
- Narodne novine (38/2008). Pravilnik o gospodarenju muljem iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda kada se mulj koristi u poljoprivredi.
- Narodne novine (9/2014). Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada.
- Singh, R.P., Agrawal, M. (2008). Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Management* 28 (2): 347–358.
- Seleiman, M., Santanen, A., Jaakkola, S., Ekholm, P., Hartikainen, H., Stoddard, F., Makela, P. (2013). Biomass yield and quality of bioenergy crops grown with synthetic and organic fertilizers. *Biomass and Bioenergy* 59: 477–485.
- Smith, R., Slater, F.M. (2010). The Effects of Organic and Inorganic Fertilizer Applications to *Miscanthus×giganteus*, *Arundo donax* and *Phalaris arundinacea*, When Grown as Energy Crops in Wales, UK. *GCB Bioenergy* 2: 169–179.
- Usman, K., Khan, S., Ghulam, S., Khan, M.U., Khan, N., Khan, M.A., Khali, S.K. (2012). Sewage sludge: an important biological resource for sustainable agriculture and its environmental implications. *American Journal of Plant Sciences* 3: 1708–1721.

## Use of sewage sludge in miscanthus fertilization

### Summary

*Miscanthus × giganteus* (miscanthus) is a long-lasting grass with high yield potential, low nitrogen and pesticide requirements. The aim of the study was to determine the impact of the application of the legally permitted amount of sewage sludge ( $1.66 \text{ t ST ha}^{-1}$ ) on the yield and yield components of miscanthus in the autumn and spring harvest in relation to untreated control. Application of  $1.66 \text{ t DM sludge ha}^{-1}$  did not significantly affect the yield and yield components of miscanthus in the autumn harvest period. The average DM yield was  $39.01 \text{ t ha}^{-1}$ , the average number of shoots  $80.5 \text{ m}^{-2}$ , the average plant height  $2.75 \text{ m}$ , and the average DM content in biomass  $40.37\%$ . The application of sludge did not significantly affect the spring yield ( $20.46 \text{ t DM ha}^{-1}$ ) and the dry matter content of miscanthus ( $85.06\%$ ). In the spring there was a significant decrease in the DM yield (46.63-48.45 %), while DM content of biomass increased significantly in both treatments (for 110.39-111.06 %) compared to the autumn harvest.

**Keywords:** *Miscanthus x giganteus*, yield, plant height, number of shoots, municipal sewage sludge