

**DVOGODIŠNJI REZULTATI PRIMJENE NAVODNJAVANJA
KAP PO KAP U PROIZVODNJI ŠEĆERNE REPE
NA BELJU D.D.**

**TWO-YEAR RESULTS OF THE APPLICATION OF DRIP
IRRIGATION IN THE PRODUCTION OF SUGAR BEET
AT BELJE D.D.**

V. Danon, I. Turšić, Gabrijela Ivančević, S. Husnjak, J. Hrženjak

SAŽETAK

Cilj ovih istraživanja bio je ispitati utjecaj navodnjavanja sustavom kap po kap uz primjenu mineralnih hranjiva otopljenih u vodi za navodnjavanje koja su sadržavala sve makroelemente i mikroelemente uz povećanu količinu bora koji je uz navodnjavanje bio ključni element u ovim istraživanjima (fertiligacija).

Istraživanja su provedena na dvije farme (Topolik, Mirkovac) na Belju, d.d. u 2014. i 2015. godini u četiri ponavljanja. Rezultati su obrađeni statistički analizom varijance.

Tla na kojima su provedena istraživanja su ritske crnice (humogley).

U dvije klimatski različite godine istraživanja, primjena fertiligacije statistički je opravdano povećala prirod i sadržaj šećera u korijenu šećerne repe. To je posebno bilo naglašeno u drugoj godini istraživanja kada su zabilježene vrlo male ukupne sume oborina i njihov raspored tijekom vegetacijskog razdoblja. Od sjetve do vađenja šećerne repe (ožujak-listopad) palo je 342 mm kiše, a tijekom ljetnih mjeseci (lipanj-rujan) samo 145 mm, što je djelovalo i na propadanje većeg dijela lisne površine i smanjenu asimilaciju CO₂, slabiji razvoj korijena i niži sadržaj šećera u korijenu uz jaku retrovegetaciju na nenavodnjavanoj varijanti.

Primjena fertiligacije u 2014. godini povećala je prirod korijena za 14,6%. U vrlo sušnoj 2015. godini ista agrotehnička mjera povećala je prirod za 42,9% u odnosu na nenavodnjavanu varijantu. Primjena otopljenih hranjiva u vodi za navodnjavanje (posebno bora) povećala je digestiju šećerne repe za 1,5% i značajno utjecala na ukupni ekonomski rezultat proizvodnje u dvije godine istraživanja.

Ključne riječi: šećerna repa, navodnjavanje kap po kap, fertiligacija, bor, prirod korijena, digestija

ABSTRACT

The aim of this research was to investigate the impact of the drip irrigation method with the application of mineral nutrients dissolved in water for irrigation which contained all the macroelements and microelements with the appropriate amount of boron which was a key element in these studies (fertirrigation) along with irrigation.

Studies were carried out on two farms (Topolnik, Mirkovac) at Belje d.d. in 2014 with four repetitions in 2015. The results were analysed statistically by analysis of variance.

The soils on which the studies were conducted are humogley.

In two climatically different years of research, the application of fertirrigation statistically justified increase of yield and sugar content in sugar beet root. It was especially been emphasised in the second year of studies which recorded very little rainfall and their schedule during the vegetation period. From sowing to extraction of sugar beet (March-October) there was 342 mm of rain, and during the summer months (June-September) only 145 mm, which caused deterioration of the larger part of the leaf surface and reduced assimilation of CO₂, weaker root development and the lower sugar content with a strong retro-vegetation on non-irrigated variance.

Application of the fertirrigation in 2014 increased the root yield by 14.6% and in a very dry 2015 the same agrotechnical measure increased the yield by 42.9%. Application of dissolved nutrients in the water used for irrigation (especially boron) increased digestion of sugar beet by 1.5% and significantly influenced the overall economic result of production in two years of research.

Keywords: sugar beet, drip irrigation, fertirrigation, boron, root yield, digestion

UVOD

Primjena navodnjavanja uz obradu i pripremu tla za sjetvu prilagođenu agroekološkim uvjetima vrlo je važna aratehnička mjera u proizvodnji šećerne repe. Poljoprivredna proizvodnja u Hrvatskoj uglavnom je orijentirana na primjenu mineralnih, uz mali udio organskih gnojiva. Šećerna repa ima znatne potrebe za biljnim hranjivima, zbog čega je za iskorištenje genetskog potencijala njene rodnosti od velikoe važnosti primjena pravilne gnojidbe.

Gnojdbom šećerne repe uz visoki prirod korijena treba postići i visoki sadržaj (prinos) šećera u korijenu.

Količina primljenjenih hranjiva u gnojdbi šećerne repe ovisi o plodnosti tla, planiranom prinosu i klimatskim uvjetima tijekom vegetacijskog razdoblja, količini i rasporedu oborina. Šećerna repa proizvodi veliku količinu organske tvari i apsorbira značajnu količinu hranjiva. Na formiranje prinosa i kvalitetu korijena najviše od biogenih hranjiva utječu dušik i kalij (Pospišil, M. 2013.) Uz dobru izbalansiranost ishrane biogenim elementima šećerna repa kao kalifilna biljka ima posebne potrebe za kalijem u otopini tla.

Nedostatak vode u tlu smanjuje sadržaj biogenih elemenata u otopini tla, pa se vrlo često mogu javiti i simptomi nedostatka posebno bora, uzrokovani smanjenom mineralizacijom organske tvari ili međulamelarnom fiksacijom u sekundarnim mineralima (Anić, J. 1968., Pospišil, M. i sur. 2015.)

Mikroelementi su zbog svoje fiziološke važnosti također biljci bitno potrebni i mogu postati ograničavajući čimbenik u proizvodnji i kvaliteti šećerne repe, a vrlo često ne pridaje im se dovoljna pažnja.

Posebno je važna fiziološka uloga bora u ishrani šećerne repe. Osim što je bor potreban kod sinteze bjelančevina, igra i važnu ulogu i kod metabolizma ugljikohidrata. Važna uloga mu se pripisuje i kod diobe stanica, te kod razvitka korijenovog sustava.

Bor pomaže transport ugljikohidrata, te smanjuje transpiracijski koeficijent što je vrlo važno u sušnim godinama, posebno u tlima manjeg vodnog režima. Bor smanjuje intenzitet disanja, što je naročito važno kod stajanja korijena repe na skladištenju.

U Republici Hrvatskoj navodnjava se vrlo mali broj poljoprivrednih površina i nalazimo se na jednom od posljednjih mjesta u Europi po navodnjavanom površinama (Tomić, F. 1988., Šimunić, I. i sur. 2007). Nedostatak sustavnog navodnjavanja značajan je rizični čimbenik proizvodnje, pa se zadnjih godina događalo da suša (nedostatak biljci pristupačne vode i u njoj otopljenih biogenih elemenata) značajno smanjuje prirod korijena šećerne repe, a posebno prinos šećera po hektaru (Šoštarić J. i sur. 1997, Danon V. i sur. 2015).

MATERIJAL I METODE RADA

Utjecaj primjene navodnjavanja sustavom kap po kap istraživao je na dvije lokacije u Baranji na Belju d.d. na farmama Topolik u 2014. i Mirkovac u 2015. godine. Na navodnjavanoj površini proučavan je utjecaj primjene (dodavanja) vode i u njoj otopljenih hranjiva, posebno bora (fertiligacija) na prirod i kvalitetu šećerne repe. Paralelno uz navodnjavanu površinu postojala je nenavodnjavana površina na kojoj se uzgajala ista kultura uz primjenu istih agrotehničkih zahvata kao i na navodnjavanoj površini.

Neposredno uz pokusnu parcelu nalazila se meteorološka postaja gdje su mjereni osnovni meteorološki podaci (oborine i temperature). Količina vode u tlu i početak navodnjavanja, kao i potrebne količine vode i u njoj otopljenih hranjiva (NPK 20-20-20 + mikroelementi) mjereni su pomoću ugrađenih tenziometara na parcelama.

Voda za navodnjavanje korištena je iz kanala koji je smješten neposredno uz površinu na kojoj se uzgajao usjev šećerne repe (slika 1).



Slika 1. Monolit tla, lokacija pokusa i voda za navodnjavanje, Topolik, 2014.
Picture 1. Soil monolith, trial location and water for irrigation, Topolik farm, 2014

Na osnovi izmjerenih količina oborina i količina vode u tlu u 2014. godini navodnjavanje je primijenjeno 6 puta, a u vrlo sušnoj 2015. godini 15 puta.

Ovisno o sadržaju repi pristupačne vode u tlu u obroku po pojedinom navodnjavanju primijenjeno je 18-24 m³ha⁻¹. U vodu za navodnjavanje po obroku dodano je 1,4 kg NPK 20+20+20+mikroelementi (Polyfeed) i 0,8 lha⁻¹ gnojiva Folibor L. Ukupno je dodano 21 kg Polyfeed gnojiva i 12 l Folibor L po hektaru.

Vađenje šećerne repe obavljeno je u drugoj dekadi rujna 2014., odnosno trećoj dekadi rujna 2015. godine.

Pri mjerenju priroda korijena uzimani su uzorci korijena za određivanje sadržaja šećera. Prirod korijena i sadržaj šećera određeni su na površini od 36 m² (6 m x 6 m) u četiri ponavljanja, a rezultati su obrađeni statistički analizom varijance.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Pedološke značajke

Prije primjene navodnjavanja uzeti su prosječni uzorci za kemijske značajke (Tab. 1 i 2), te uzorci iz profila za fizikalne značajke tla (Tab. 3 i 4).

Na obje lokacije tla su ritske crnice – humogley (Husnjak, S. 2014) neutralne reakcije, bogata humusom, osrednje do dobro opskrbljena fosforom i kalijem, ali siromašna borom, vrlo važnim mikroelementom u ishrani šećerne repe (Tab. 1 i 2). U oraničnom sloju tla su praškasto ilovaste teksture.

Tablica 1. Kemijske značajke tla, Belje d.d., farma Topolik 2014.

Table 1. Soil chemical properties, Belje d.d., farm Topolik 2014

Dubina Depth cm	pH		Humus %	P ₂ O ₅	K ₂ O	B ppm
	H ₂ O	n-KCl		mg/100g		
0-35	7.85	7.08	3.65	14.1	20.6	0.30
35-58	7.65	6.91	2.31	8.2	15.3	0.18
58-90	7.95	7.34				

V. Danon i sur.: Dvogodišnji rezultati primjene navodnjavanja kap po kap u proizvodnji šećerne repe na Belju d.d.

Tablica 2. Kemijske značajke tla, Belje d.d., Mirkovac, 2015.

Table 2. Soil chemical properties, Belje d.d., farm Mirkovac 2015

Dubina Depth cm	pH		Humus %	P ₂ O ₅	K ₂ O	B ppm
	H ₂ O	n-KCl		mg/100g		
0-35	7.65	7.16	3.12	19.1	21.8	0.24
35-52	7.34	6.81	2.15	9.7	12.7	0.19
52-80	7.53	6.91				

Kapacitet tla za vodu je osrednji, za zrak je mali u podoraničnom sloju gdje je i povećana zbijenost na obje lokacije što iziskuje povremenu primjenu podrivanja nakon žetve žitarica kad je tlo dovoljno suho do dubine rahljenja (Gotlin, J. 1960, Kristek, A. 1982).

Tablica 3. Fizikalne značajke tla, Belje d.d., farma Topolik, 2014.

Table 3. Soil physical properties, Belje d.d., farm Topolik 2014

Dubina Depth cm	Kapacitet za vodu Water capacity vol %	Kapacitet za zrak Air capacity vol %	Ukupna poroznost Total porosity vol %	Specifična gustoća Bulk density	
				Volumna Vol.	Prava Real
0-35	39.1	10.3	49.4	1.30	2.58
35-58	31.7	9.1	40.8	1.51	2.62

Tablica 4. Fizikalne značajke tla, Belje d.d., farma Mirkovac 2015.

Table 4. Soil physical properties, Belje d.d., farm Mirkovac 2015

Dubina Depth cm	Kapacitet za vodu Water capacity vol %	Kapacitet za zrak Air capacity vol %	Ukupna poroznost Total porosity vol %	Specifična gustoća Bulk density	
				Volumna Vol.	Prava Real
0-36	40.8	11.6	52.4	1.46	2.60
36-52	36.7	8.7	45.4	1.61	2.82

Klimatske značajke

Klimatske prilike su značajno utjecale na dobivene rezultate istraživanja u dvije hidrološki vrlo različite godine. Prosječne višegodišnje količine oborina u istraživanom području iznose 680 mm (Mađar i sur., 1998.). U prvoj godini istraživanja (2014.) zabilježeno je čak 939,1 mm oborina uz srednju godišnju temperaturu zraka od 13,2 °C (tablica 5).

Tablica 5. Mjesečne oborine i srednje mjesečne temperature zraka u 2014. godini.

Table 5. Monthly precipitation and mean monthly air temperatures in 2014

Mjesec, Month													Ukupno Total
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Oborine, precipitation, mm													
22,3	30,3	40,5	68,9	251,4	58,7	117,6	84,0	119,7	86,3	6,7	52,7	939,1	
Srednja mjesečna temperatura zraka, Mean monthly air temperature, °C													Godina Year
4,1	5,9	10,0	13,3	16,1	20,8	22,3	21,2	17,3	13,8	9,0	4,2	13,2	

Primjenom Thornthwait metode određena je potencijalna (PET) i stvarna (SET) evapotranspiracija te višak i manjak vode u tlu (tablica 6 i graf 1). Manjak vode javio se samo u kolovozu i iznosio je 27,8 mm. Višak vode je zabilježen u siječnju, veljači, ožujku, travnju, svibnju i prosincu i iznosio je 214 mm.

Višak vode posebno je bio naglašen u svibnju (164 mm, tablica 6) kad su se javile značajne štete na poljoprivrednim kulturama od dužeg zadržavanja vode u tlu.

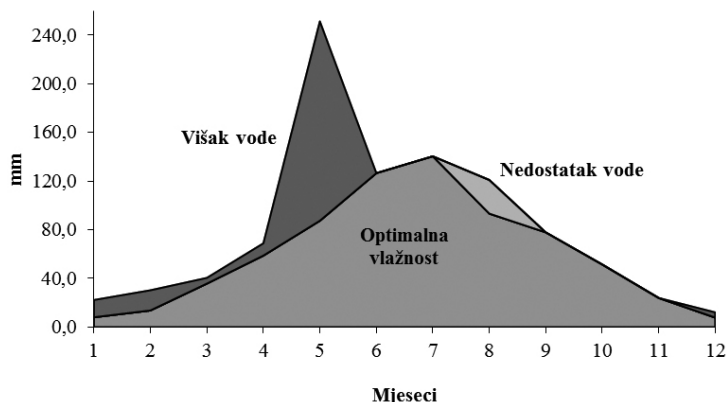
Tablica 6. Bilanca vode u tlu prema metodi Thornthwaitea, 2014.

Table 6. Water balance in soil after Thornthwaitea, 2014

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma
2014.													
PET	8,1	13,7	35,8	58,8	87,4	126,6	140,4	121,0	77,9	51,5	23,9	7,8	752,9
R	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	32,1	9,3	0,0	41,8	76,7	59,4	100,0	819,3
SET	8,1	13,7	35,8	58,8	87,4	126,6	140,4	93,3	77,9	51,5	23,9	7,8	725,1
M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,8	0,0	0,0	0,0	0,0	27,8
V	14,2	16,6	4,7	10,1	164,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	214,0

Graf 1. Bilanca vode u tlu prema metodi Thornthwaitea, 2014.

Figure 1. Water balance according to Thornthwaite method, 2014

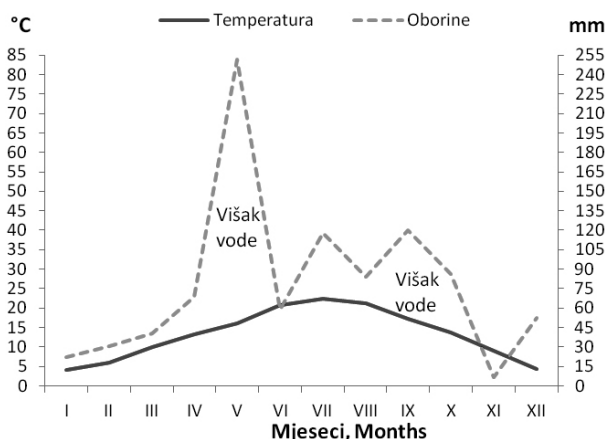


Primjena fertirigacije i količina dodane vode bili su prilagođeni količini i rasporedu oborina, te je navodnjavanje primijenjeno samo šest puta, a glavna svrha mu je bila primjena vodotopivih gnojiva s naglašenom količinom bora koji je značajno utjecao na povećanje sadržaja šećera u korijenu.

Razlike u količinama i rasporedu oborina u 2014. i 2015. godini prikazane su u klimadiagramima po Walteru (graf 2 i 3).

Graf 2. Klimadijagram prema Walteru, 2014.

Figure 2. Climate chart according to Walter, 2014



Razvidno je da se značajan višak oborina u 2014. javljao tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja, a posebno u svibnju kad je zabilježeno čak 251,4 mm oborina. U vegetacijskom razdoblju rasta i razvoja šećerne repe palo je čak 740,8 mm, a od lipnja do rujna 380,0 mm oborina.

Druga godina istraživanja bila je vrlo sušna i u vegetacijskom razdoblju šećerne repe (III-IX) palo je 345 mm oborina (395,8 mm manje nego u 2014.), a od lipnja do rujna (VI-IX) samo 145 mm i potrebe za navodnjavanjem bile su jako naglašene (tablica 7 i graf 3).

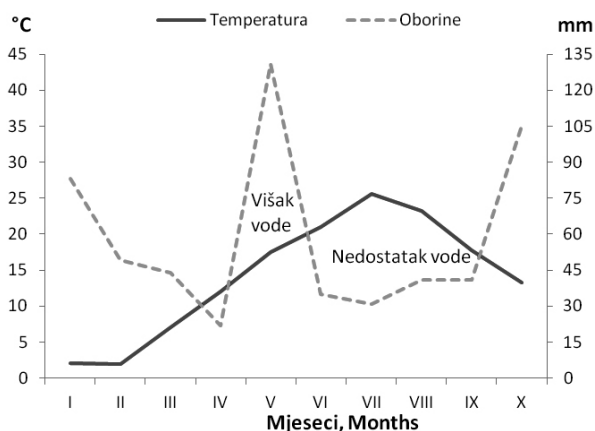
Tablica 7. Mjesečne oborine i srednje mjesečne temperature zraka, 2015.

Table 7. Monthly precipitation and mean monthly air temperature in 2015

Mjesec, Month									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Oborine, precipitation, mm									
83	49	44	22	131	35	31	41	41	105
Srednja mjesečna temperatura zraka, Mean monthly air temperature, °C									
2,1	1,9	7,0	12,0	17,5	21	25,6	23,2	17,8	13,3

Graf 3. Klimadiagram prema Walteru, 2015.

Figure 3. Climate chart according to Walter, 2015





*Slika 2. Nenavodnjavana i navodnjavana repa, Mirkovac, kolovoz 2015.
Picture 2. No fertirigation and fertirigation, Mirkovac, August 2015*

Važnost navodnjavanja šećerne repe i ostalih poljoprivrednih kultura u Slavoniji, te sve češći utjecaj suše na prinos i kvalitetu u svojim istraživanjima ističu Šošarić, J. i sur. 1997., Mađar, S. i sur. 1998., Romić, D. i sur. 2005., Šimunić, I. i sur. 2007., Turšić, I. i sur. 1999. i 2009.

U dvije godine istraživanja utjecaja primjene navodnjavanja sustavom kap po kap (i u vodi otopljenih hranjiva) statistički je značajno povećan prirod i sadržaj šećera u korijenu repe (tablica 8), i u vlažnoj 2014., a posebno u vrlo sušnoj 2015. godini. U 2014. godini navodnjavanjem je primijenjeno ukupno 115mm vode, a u vrlo sušnoj 2015. godini 270 mm vode. Mađar i sur. (1998) navode da se u istočnoj Hrvatskoj suše pojavljuju svake treće godine, a ovisno o dužini trajanja i intenzitetu mogu smanjiti prirod od 50 do 90%.

Tablica 8. Utjecaj primjene fertirigacije na prirod korijena (t/ha) i digestiju (% šećera)

Table 8. Influence of fertirigation on sugar beet root yield (t/ha) and digestion (% of sugar)

Postupci Treatment	Topolik, 2014		Mirkovac, 2015	
	t/ha	% šećera	t/ha	% šećera
Bez fertirigacije No fertirigation	87,9	15,8	63,4	15,6
Fertirigacija Fertirigation	104,8*	16,3	90,6*	17,1*

*LSD, 5%

Uz uređenje poljoprivrednih površina i osiguranu odvodnju viška vode primjena navodnjavanja je neophodna agrotehnička mjera. Obrok navodnjavanja i turnus su bitni elementi u primjeni količine vode, te su u korelaciji s kapacitetom tla za vodu i dubinom korijenovog sustava, te stadija razvoja (Tomić, 1998., Šimunić i sur. 2007.).

ZAKLJUČAK

U vrlo vlažnoj 2014. godini primjena fertirigacije povećala je prirod korijena šećerne repe za 14,6%, a u vrlo suhoj 2015. godini za 42,9%. Primjena bora i ostalih makro i mikrobiogenih elemenata u vodi za navodnjavanje povećala je sadržaj šećera za 0,5% u 2014. odnosno na 1,5% u 2015. godini što je značajno utjecalo na ukupni ekonomski rezultat proizvodnje u dvije godine istraživanja.

LITERATURA

1. Anić, J. (1968.): Biljna hraniva, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
2. Danon, V. Turšić, I., Husnjak, S., Hrženjak, J., Ivančević, G. (2015.): The application of mineral fertilizers in drip fertirigation in sugar beet production. 2nd Int. Symp. For Agriculture and Food, 7-9 Oct. 2015, Ohrid, Macedonia, Book of Abstracts, pp. 338.
3. Gotlin, J. (1960.): Osnovni principi suvremene agrotehnike šećerne repe, Agronomski glasnik 1-2:6-22.
4. Husnjak, S. (2014.): Sistematika tala Hrvatske, str. 264-272. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
5. Kristek, A. (1982.): Zavisnost uzgoja šećerne repe od fizikalnih svojstava tla i ishrane dušikom. Disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
6. Mađar, S., Šoštarić, J., Tomić, F., Marušić, J. (1998.): Neke klimatske promjene i njihov utjecaj na poljoprivredu Istočne Hrvatske, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem: Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, 127-135, Zagreb.
7. Pospišil, M., Pospišil, A., Sito, S. (2005.): Listova aplikacije hgnojiva Fertina B na cukrovku. Listy cukrovarnické a reparske 121(5-6):174-177.
8. Pospišil, M. (2013.): Ratarstvo, II dio – Industrijsko bilje, str. 205-258, Zrinski, d.d. Čakovec.
9. Romić, D. i sur. (2005.): Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

10. Šimunić, I., Husnjak, S., Tomić, F. (2007.): Utjecaj suše na smanjenje prinosa poljoprivrednih kultura, *Agronomski glasnik* 5:343-354.
11. Šošarić, J., Mađar, S., Perković, A. (1997.): Suša i navodnjavanje u poljoprivredi istočne Hrvatske. 25. Simpozij Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, str. 169-175.
12. Tomić, F. (1988.): Navodnjavanje. FPZ, Zagreb.
13. Turšić, I., Danon, V., Petošić, D., Krichman, R. (1999.): The usage of drip irrigation in tobacco production in agroecological conditions in Croatia. *Tutun/Tobacco*, 49(1-6):45-51.
14. Turšić, I., Šošarić, J., Stričević, I., Šimunić, I., Danon, V. (2009.): Drip irrigation in Capsicum production in Podravina region. 44th Croatian and 4th Int. Symp.on Agriculture. Book of Abstracts, pp. 135-136.

Adresa autora – Author's address:

Josip Hrženjak, dipl. ing. agr.
Danon d.o.o.
Ledinska 7, D. Stupnik, Zagreb
e-mail: danon.vladimir@gmail.com

Primljeno – Received:

20.01.2016.

Dr. sc. Ivan Turšić, zn. savjetnik
Duhanski institut Zagreb, d.o.o.
Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb
e-mail: itursic@agr.hr

Gabrijela Ivančević, dipl. ing. agr.
Belje d.d.
PC Ratarstvo
Osječka 2a, 31300 Beli Manastir
e-mail: gabrijela.ivancevic@belje.hr

Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak
Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
Zavod za pedologiju
e-mail: shusnjak@agr.hr