

UTJECAJ TIPa TLA I GNOJIDBE DUŠIKOM NA PRINOS I KVALITETU KORIJENA ŠEĆERNE REPE

A. Kristek ⁽¹⁾, Suzana Kristek ⁽¹⁾, Manda Antunović ⁽¹⁾, Ivana Varga ⁽¹⁾, J. Katušić ⁽²⁾, Z. Besek ⁽²⁾

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

SAŽETAK

Tijekom 2009. i 2010. godine na dva tipa tla: lesiviranome pseudogleju (T-1) i eutričnome smeđem tlu (T-2), obavljeno je istraživanje utjecaja gnojidbe dušikom na elemente prinosa šećerne repe. Dušik je dodavan u jesen, predsjetenono na osnovi zaliha N_{min} u tlu te u prihrani. Dobiveni rezultati istraživanja pokazali su da je značajno veći prinos korijena i šećera ostvaren na kvalitetnijem tlu T-2 u drugoj godini istraživanja. Utjecaj gnojidbe ureom u osnovnoj gnojidbi na prinos korijena i šećera zavisio je o godini, tlu i ukupno dodanome dušiku. U vlažnoj 2010. godini, na siromašnome tlu T-1, te u sušnoj 2009., na plodnome tlu T-2, na varijanti N-0 (bez prihrane), dodavanje dušika u jesen (G-46) uvjetovalo je značajno povećanje prinosa korijena i šećera. Na tlu T-1, najveći prinos korijena i šećera ($9,54 \text{ t ha}^{-1}$) dobiven je na varijanti G-46 i bez dodavanja dušika u vegetaciji, a na T-2 tlu na varijanti bez gnojidbe dušikom u jesen (G-0) i uz prihranu $13,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, dobiven je najveći prinos šećera ($11,48 \text{ t ha}^{-1}$).

Ključne riječi: šećerna repa, gnojidba dušikom, prinos korijena i šećera

UVOD

Pri proizvodnji šećerne repe uvijek treba imati na umu da zemljište i vremenski uvjeti određuju okvir, a provedene agrotehničke mjere razinu proizvodnje. Od agrotehničkih mjera vrlo značajno mjesto zauzima gnojidba, a među hranivima koje gnojidbom dodajemo, dušiku pripada centralno mjesto. On je nositelj prinosa, ali i hranivo koje utječe na kvalitetu korijena. Repa ga usvaja u znatnim količinama, a optimalna se količina kreće u uskim granicama. Kod povećane ponude dušika, za isti prinos korijena, repa može usvojiti i do 70% više dušika od potrebnih količina, uz negativan utjecaj na kvalitetu korijena. Zbog tih činjenica gnojidba dušikom treba biti točna, s ciljem da se samo nadopune zalihe u tlu. Kako je dušik u tlu u organskom i mineralnom obliku, utvrditi zalihu biljkama pristupačnoga dušika predstavlja problem, a, zbog velike promjenjivosti u tlu, problem je i termin uzimanja uzoraka tla za analizu (Houba i sur., 1995).

Moramo uzeti u obzir da i usvajanje dušika od šećerne repe ovisi o više čimbenika, kao što su: zemljišni i vremenski uvjeti (Winter, 1990.; Lauer, 1995.; Houba i sur., 1995., Kristek i sur., 2009.), genotip (Kristek i sur., 2008., 2010.), raspored biljaka

u redu te njihov broj po jedinici površine (Winner, 1981.), oblik dodanoga dušika (Brentrup i sur., 2001), kao i to da repa usvaja nejednako dušik kroz vegetaciju (Westermann, 1980). Danas gnojidbu šećerne repe dušikom obavljamo na temelju utvrđenih zaliha N_{min} u tlu prije predsjetvene obrade tla i gnojidbe. Rano određivanje gnojidbe dušikom pretpostavlja nemogućnost preciznoga predviđanja mobilizacije (naknadnoga dopremanja) dušika iz organskih tvari tla, budući da je vremenski period koji protekne između optimalnoga roka gnojidbe i roka vađenja šećerne repe izuzetno dugačak. Ta je činjenica važna zbog toga što prinos i kvaliteta repe ovise i o raspoloživosti dušika tijekom druge polovine vegetacije. Kako je u praksi gnojidba dušikom vrlo često uzrok loših proizvodnih rezultata, ovim smo istraživanjem željeli utvrditi utjecaj ranoga dodavanja dušika u obliku uree te povećane gnojidbe kroz prihranu na prinos i kvalitetu korijena.

(1) Prof.dr.sc. Andrija Kristek (andrija.kristek@pfos.hr), prof.dr.sc. Suzana Kristek, prof.dr.sc. Manda Antunović, Ivana Varga, mag. agr. – Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek; (2) Javor Katušić, ing., Zdenko Besek, dipl. ing. – Sladorana d.d., Šećerana 63., 32 270 Zupanja

MATERIJAL I METODE

Istraživanja su provedena postavljanjem poljskih pokusa u 2009. i 2010. godini. Pokusi su bili postavljeni u Vrbanji po split blok metodi u četiri ponavljanja na dva tipa tla. Na lesiviranome pseudoglejnome tlu (T-1) kisele

reakcije, niske opskrbljenosti humusom i hranivima, diferenciranoga profila i praškaste strukture oraničnoga sloja te na dubokom eutrično smeđem tlu (T-2), neutralne reakcije, s visokim zalihama hraniva povoljne, mrvičaste strukture (Tablica 1.).

Tablica 1. Kemijske osobine tla pokusnih površina*Table 1. Chemical properties of experimental soils*

Tlo Soil	pH _{KCl}		Humus (%)		Zaliha / Reserve (mg 100g ⁻¹ tla)			
					P ₂ O ₅		K ₂ O	
	2009.	2010.	2009.	2010.	2009.	2010.	2009.	2010.
T-1	5,94	5,66	1,59	1,27	12,16	7,59	12,67	15,36
T-2	7,05	6,88	1,84	1,39	25,45	40,00	29,04	34,06

Osnovna gnojidba s P₂O₅ i K₂O obavljena je ovisno o potrebi na osnovi izračuna, u vremenu od 7. do 13. listopada. Na tlu T-1 u 2009. god. dodano je 120 kg ha⁻¹, a u 2010. god 150 kg ha⁻¹ P₂O₅ te 300 kg ha⁻¹ K₂O svake godine, a na T-2 tlu 120 kg ha⁻¹ P₂O₅ i 300 kg ha⁻¹ K₂O u 2009. g., dok u 2010. g., zbog velikih zaliha hraniva u tlu,

nije bila potrebna gnojidba fosforom i kalijem. Pri osnovnoj gnojidbi u jednoj varijanti nije obavljena gnojidba s ureom (G-0), a u drugoj je dodano 100 kg ha⁻¹ uree (G-46). Uzimanjem uzoraka tla početkom ožujka (Tablica 2.) te krajem lipnja iz sloja 0 – 30 i 31 – 60 cm dubine, utvrđena je zaliha mineralnoga dušika (Tablica 3. i 4.).

Tablica 2. Ukupne zalihe N_{min} (kg ha⁻¹) u sloju tla 0-60 cm dubine (ožujak 2009. i 2010.) i gnojidba dušikom (kg ha⁻¹)*Table 2. Supply of N_{min} (kg ha⁻¹) in the layer of 0-60 cm (March, 2009 and 2010) and nitrogen fertilization (kg ha⁻¹)*

Tlo Soil	N _{min} (kg ha ⁻¹)				Potrebna gnojidba / Required fertilization (kg N ha ⁻¹)			
	G-0		G-46		G-0		G-46	
	2009.	2010.	2009.	2010.	2009.	2010.	2009.	2010.
T-1	70,19	70,66	89,88	77,38	115,2	106,9	94,6	99,8
T-2	76,09	48,90	89,85	47,37	97,4	131,9	92,2	139,5

Tablica 3. Zalihe N_{min} (kg ha⁻¹) u tlu tijekom lipnja 2009. godine, ovisno o tipu tla i gnojidbi*Table 3. Supply of N_{min} (kg ha⁻¹) in June 2009 dependent on soil type and fertilization*

Varijanta Variant	T-1						T-2					
	0 - 30 cm		31 - 60 cm		Ukupno/Total		0 - 30 cm		31 - 60 cm		Ukupno/Total	
	G-0	G-46	G-0	G-46	G-0	G-46	G-0	G-46	G-0	G-46	G-0	G-46
N-0	12,6	20,3	19,8	31,9	32,4	52,2	25,1	34,1	23,3	21,8	48,4	55,9
N-0+13,5	25,0	25,8	21,0	32,8	46,0	58,6	30,8	38,5	25,2	22,5	56,0	61,0
N-0+27	28,7	33,0	34,1	41,5	62,8	74,5	31,2	42,7	30,2	38,5	61,4	81,2
N-27+13,5	31,6	34,9	36,8	43,2	68,4	78,1	32,5	47,3	34,7	42,4	67,2	89,7
N-27+27	34,1	36,5	39,1	43,1	73,2	79,6	32,9	49,0	41,1	45,9	74,0	94,9
\bar{x}	26,4	30,1	30,2	38,5	56,6	68,6	30,5	42,3	30,9	34,2	61,4	76,5

Tablica 4. Zalihe N_{min} (kg ha⁻¹) u tlu tijekom lipnja 2010. godine, ovisno o tipu tla i gnojidbi*Table 4. Supply of N_{min} (kg ha⁻¹) in June 2010 dependent on soil type and fertilization*

Varijanta Variant	T-1						T-2					
	0-30 cm		31-60 cm		Ukupno/Total		0-30 cm		31-60 cm		Ukupno/Total	
	G-0	G-46	G-0	G-46	G-0	G-46	G-0	G-46	G-0	G-46	G-0	G-46
N-0	16,0	29,2	29,9	47,2	45,9	76,4	32,6	32,2	38,8	49,8	71,4	82,0
N-0+13,5	24,5	30,7	25,5	45,5	50,0	76,2	37,3	34,1	36,2	46,3	73,5	80,4
N-0+27	30,2	32,9	48,6	61,1	78,8	94,0	34,5	45,6	53,4	53,9	87,9	99,5
N-27+13,5	35,9	35,3	49,5	60,0	85,4	95,3	35,3	35,5	56,7	85,9	92,0	121,4
N-27+27	36,7	37,9	51,5	66,1	88,2	104,0	33,2	34,8	63,2	83,9	96,4	118,7
\bar{x}	28,7	33,2	41,0	56,0	69,7	89,2	34,6	36,4	49,7	64,0	84,3	100,4

Na osnovi količina N_{\min} u tlu početkom ožujka te potreba biljaka šećerne repe za prinos korijena od 60 - 80 tha^{-1} izračunata je potrebna količina dušika koja je dodana u predstjetvenoj gnojidbi. Ta je gnojidba obavljena KAN-om (kalcijum amonijum nitrat) u količini ovisno o godini, tlu i varijanti pred sjetvu (Tablica 2.). Sjetva je obavljena 17.3.2009. i 26.3.2010. godine korištenjem sjemena hibrida Santino (Strube). Na varijanti N-0 dušik je dodan samo predstjetveno, a u prihrani nije dodavan. Na varijanti N-0+13,5 u fazi razvoja repe 2 do 4 lista (24.4.2009. i 5.5.2010.) obavljena je prihrana s 50 $kg\ ha^{-1}$ KAN-a (13,5 $kg\ ha^{-1}N$), a na varijanti N-0+27 prihrana je obavljena u isto vrijeme, ali sa 100 $kg\ ha^{-1}$ KAN-a (27 $kg\ ha^{-1}N$). Uz prvu prihranu sa 100 $kg\ ha^{-1}$ KAN-a, 14 dana kasnije u varijanti N-27+13,5 dodano je još 50 $kg\ ha^{-1}$ KAN-a (ukupno 150 kg/ha KAN-a, tj. 40,5 $kg\ ha^{-1}N$), dok je u varijanti N-27+27 dodano još 100 $kg\ ha^{-1}$ KAN-a (ukupno 200 $kg\ ha^{-1}$ KAN-a, tj. 54 $kg\ ha^{-1}$).

Planirani sklop od 90.000 biljaka ha^{-1} postignut je korekcijom u fazi 2-4 lista šećerne repe. Ostvareni

broj biljaka u svim slučajevima (tip tla, godina) varirao je vrlo malo (do 7%). Tehnologija proizvodnje šećerne repe u pokusima bila je standardna, tj. kao i u redovnoj proizvodnji te kulture, osim gnojidbe, koja je obavljena različito po varijantama, i vađenja, koje je obavljeno ručno. Veličina osnovne parcele u vađenju repe iznosila je 10 m^2 . Nakon vađenja repe, utvrđen je prinos korijena. U „Venema“ laboratoriju tvornice šećera Sladorana d.d. Županja, određena je digestija, sadržaj Na, K i alfa-amino N po standardnim metodama. Na osnovi dobivenih rezultata analize, po Braunschweigerovoj formuli, izračunat je prinos čistoga šećera po hektaru (Buchholz i sur., 1995.). Dobiveni podaci statistički su obrađeni analizom varijance za svaku godinu posebno.

Vremenske prilike i zalihe mineralnoga dušika u tlu

Godine su se po vremenskim prilikama međusobno razlikovale. Prva je, u odnosu na višegodišnji prosjek, bila suha, a druga vlažna (Tablica 5.).

Tablica 5. Mjesečne količine oborina (mm) i temperature zraka ($^{\circ}C$) za Osijek u vegetaciji šećerne repe

Table 5. Precipitation amounts (mm) and air temperatures ($^{\circ}C$) in Osijek in sugar beet vegetation

Mjesec Month	Oborine Precipitation (mm)			Srednja temperatura zraka ($^{\circ}C$) Mean air temperatures ($^{\circ}C$)		
	1961-1990.	2009.	2010.	1961.-1990.	2009.	2010.
IV.	53,8	18,8	71,0	11,3	14,6	12,4
V.	58,5	39,2	119,9	16,5	18,3	16,5
VI.	88,0	63,3	147,0	19,4	19,1	20,3
VII.	64,8	11,7	31,8	21,1	23,3	23,2
VIII.	58,5	61,4	111,2	20,3	22,9	21,7
IX.	44,8	9,8	106,3	16,6	19,1	15,6
X.	41,3	54,9	66,9	11,2	11,5	9,1
Σ mm	409,7	259,1	654,1	-	-	-
Prosjeck Average	-	-	-	16,6	18,4	17,0
Ukupno/ Prosjeck Total per year	650,4	543,2	955,0	10,8	12,3	11,3

Vremenske prilike u 2009. godini pogodovala su rastu i razvoju šećerne repe samo u prvome dijelu vegetacije, dok su u drugome bile nepovoljne. Ta je godina bila topla, s osobito visokim temperaturama u travnju, srpnju, kolovozu i rujnu. Prosječna mjesečna temperatura zraka u tim je mjesecima bila gotovo za $5^{\circ}C$ viša od optimalne za rast i razvoj šećerne repe. Prosječna temperatura u vegetaciji bila je $18,4^{\circ}C$, što je za $1,8^{\circ}C$ više od višegodišnjega prosjeka. Osim temperatura, količina i raspored oborina bili su u 2009. godini također nepovoljni. Od početka travnja do kraja rujna palo je svega 204 mm oborina, što je, u odnosu na višegodišnji prosjek, samo 55,4%. U vegetaciji šećerne repe 2010. godine, količina oborina iznosila je čak 654,1 mm, što je 160% višegodišnjega prosjeka. Osobito su vlažni bili svibanj, lipanj te kolovoz i rujna (Tablica 5.). Temperature zraka bile su, također, iznad prosjeka i to za

$0,5^{\circ}C$ tijekom godine, odnosno za $0,4^{\circ}C$ u vegetaciji. Jako toplo bilo je u srpnju i kolovozu. Velike količine oborina povremeno su prouzročile zasićenost tla vodom, što je dovelo do nedostatka zraka i prouzročilo zastoj u porastu šećerne repe. Samo na prirodno dubokome tlu, bez teksturne diferencijacije profila (T-2), velike količine oborina imale su manje negativan utjecaj na porast šećerne repe. Visoke temperature tijekom ljetnih mjeseci (srpanj - $23,2^{\circ}C$, kolovoz - $21,7^{\circ}C$) veći dio dana ograničavale su fotosintezu i porast korijena. Velike količine oborina, suprotno fiziološkim potrebama šećerne repe, u vrijeme najvećega porasta sadržaja šećera (rujan, listopad), bile su prepreka za veći porast sadržaja šećera, osobito na tlu i varijantama bogatim dušikom.

Zaliha mineralnoga dušika u tlu ($N_{\min} = NH_4-N + NO_3-N$) početkom ožujka u sloju 0-60 cm u tlu T-1 na

varijanti G-0 u obje godine istraživanja iznosila je oko 70 kg ha^{-1} dok je na drugom T-2 tlu u prvoj godini bilo nešto više, a u drugoj godini znatno manje dušika, samo $48,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ (Tablica 2.). Razlog tome su velike količine oborina tijekom zime 2009./10. godine i osobine tla. Od studenoga do ožujka palo je 340 mm oborina, u odnosu na 205 mm u istome razdoblju prethodne godine, što je na propusnome tlu prouzročilo spuštanje dušika u slojeve tla ispod 60 cm. Kramberger i sur. (2008.) u svojim istraživanjima u sloju tla iste dubine navode pred sjetvu sadržaj N_{\min} između 28,1 i $46,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ovisno o godini i varijanti, a Malnou i sur. (2008.) ovisno o godini istraživanja od 18 do 62 kg ha^{-1} mineralnoga N. U fazi razvoja lišća pred formiranje maksimalne lisne površine, što se u godinama istraživanja ostvarilo na kraju prve dekade srpnja, određeno je stanje zaliha N_{\min} u tlu. Utvrđene količine mineralnoga dušika u tlu bile su

visoke, osobito u vlažnoj 2010. godini i plodnom tlu T-2, jer su u prosjeku ukupno u sloju 0-60 cm dubine iznosile od 71,4 – $121,4 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tablica 4.). Istovremeno, u prvoj godini istraživanja sadržaj N_{\min} u sloju tla iste dubine bio je prosječno 25,3 % niži nego u drugoj godini istraživanja (Tablica 3.).

REZULTATI I RASPRAVA

Dobiveni rezultati istraživanja pokazuju značajan utjecaj tipa tla, godine, količine i vremena dodavanja dušika na elemente prinosa i kvalitete korijena šećerne repe.

Prinos korijena u prosjeku istraživanja iznosio je $63,91 \text{ tha}^{-1}$ i to $53,42 \text{ tha}^{-1}$ u prvoj te $74,40 \text{ tha}^{-1}$ u drugoj godini istraživanja (Tablica 6.).

Tablica 6. Prinos korijena (tha^{-1}) u zavisnosti o tipu tla i gnojidbi dušikom

Table 6. Root yield (tha^{-1}) depending on soil type and nitrogen fertilization

Varijanta prihrane <i>Variant of top dressing</i>	Tip tla <i>Soil type</i>	Varijanta gnojidbe ureom / <i>Variant of fertilization by urea</i>						Ukupni prosjek <i>Total average</i>	
		G-0			G-46				
		2009.	2010.	Prosjek <i>Average</i>	2009.	2010.	Prosjek <i>Average</i>		
N-0	T ₁	40,55	69,33	54,94	41,80	75,13	58,47	56,70	
	T ₂	45,47	74,93	60,20	54,59	73,87	64,23	62,22	
	Prosjek	43,01	72,13	57,57	48,20	74,5	61,35	59,46	
N-0+13,5	T ₁	61,53	68,33	64,93	48,18	69,67	58,93	61,93	
	T ₂	57,20	85,33	71,27	55,29	78,00	66,65	68,96	
	Prosjek	59,37	76,83	68,10	51,74	73,83	62,79	65,44	
N-0+27	T ₁	50,11	65,00	57,56	48,55	69,33	58,94	58,12	
	T ₂	60,72	89,07	74,90	50,09	76,93	63,51	69,21	
	Prosjek	55,42	77,03	66,23	49,32	73,13	61,23	63,73	
N-27+13,5	T ₁	61,45	64,73	63,09	60,47	69,60	65,04	64,06	
	T ₂	54,63	89,80	72,21	54,63	76,20	65,42	68,81	
	Prosjek	58,04	77,27	67,66	57,55	72,90	65,23	66,44	
N-27+27	T ₁	56,25	62,53	59,39	56,93	64,73	60,83	60,11	
	T ₂	55,00	88,87	71,94	54,85	76,67	65,76	68,85	
	Prosjek	55,63	75,70	65,67	55,89	70,70	63,30	64,48	
Prosjek T ₁ – <i>Average T₁</i>		53,98	65,99	59,99	51,19	69,69	60,44	60,22	
Prosjek T ₂ – <i>Average T₂</i>		54,60	85,60	70,10	53,89	76,33	65,11	67,61	
Sveukupni prosjek <i>Total average</i>		54,29	75,79	65,04	52,55	73,01	62,78	63,91	
LSD 0,05 0,01	Urea <i>Urea</i>	3,74	4,04	Tlo <i>Soil</i>	4,87	4,95	Prihrana <i>Top dressing</i>	5,11	4,06
		5,11	5,52		6,49	6,60		6,81	4,91

Utjecaj tipa tla na prinos korijena zavisio je o vremenskim prilikama i dodanome dušiku. Razlike u ostvarenome prosječnome prinosu korijena između istraživačkih tipova tala u prvoj su, sušnoj godini, male (3,15%), dok su u drugoj, vlažnoj godini, istraživanja znatno veće (19,35%). Na lošijem tlu T-1 u sušnoj godini bez prihrane dobiven je nizak prinos korijena, a ni gnojidba s ureom u osnovnoj gnojidbi nije dovela do značajnijega povećanja prinosa korijena, dok je u vlažnoj 2010. godini ta gnojid-

ba na T-1 tlu dovela do značajnoga povećanja prinosa. Na plodnome T-2 tlu na varijanti bez prihrane (N-0) dobiven je obrnut učinak gnojidbe ureom. Na tome tlu, u suhoj godini, gnojidba ureom dovela je do značajnoga povećanja prinosa korijena, a u vlažnoj nije utjecala na prinos korijena. Uz prihranu na lošem tlu u vlažnoj 2010. godini i na varijanti G-0 i na G-46 prinos korijena je opadao, a u sušnoj 2009. godini na obje varijante gnojidbe ureom (G-0 i G-46) prinos korijena je do N-0+13,5

značajno povećan, s tim da je na varijanti gnojidbe s ureom (G-46) ostvaren niži prinos korijena ($48,18 \text{ tha}^{-1}$) u odnosu na varijantu bez gnojidbe ureom ($61,53 \text{ tha}^{-1}$).

Na kvalitetnome tlu T-2, u obje godine kod varijanti G-0, prihrana s malim količinama dušika utjecala je pozitivno pa je statistički značajno veći prinos korijena ostvaren uz prihranu N-0+13,5 u odnosu na N-0. Daljnje veće količine dušika N-0+27 povećale su još prinos korijena, no razlika u odnosu na N-0+13,5 nije bila značajna. Na drugoj varijanti G-46, s prihranom do N-0+13,5, dobiveno je značajno povećanje prinosa korijena samo u 2010. godini. No, u obje godine istraživanja na T-2 tlu dobiven je statistički značajno manji prinos korijena na varijanti N-0+13,5 uz gnojidbu ureom (G-46), u odnosu na varijantu bez uree (G-0). Najveći prinos korijena uz gnojidbu ureom u osnovnoj gnojidbi (G-46) iznosio je na T-2 tlu $55,29 \text{ tha}^{-1}$ u prvoj (ukupna gnojidba $157,0 \text{ kgNha}^{-1}$), odnosno $78,00 \text{ tha}^{-1}$ u drugoj

godini istraživanja (ukupna gnojidba $199,0 \text{ kgNha}^{-1}$), a na varijanti bez uree (G-0) znatno više $60,72 \text{ tha}^{-1}$ u 2009. (ukupna gnojidba $124,4 \text{ kgNha}^{-1}$) i $89,07 \text{ tha}^{-1}$ u 2010. godini (ukupna gnojidba $158,9 \text{ kgNha}^{-1}$) pa se može kazati da je na tome tlu dodavanje dušika u jesen nepotrebno i štetno. Slično, Brentrup i sur. (2001.) značajno veći prinos korijena $47,7 \text{ tha}^{-1}$ ostvarili su upotrebom KAN-a (kalcium amonijum nitrat) u predstjetvenoj gnojidbi u odnosu na gnojidbu ureom ($44,2 \text{ tha}^{-1}$) i UAN-om (urea ammonium nitrat) $43,0 \text{ tha}^{-1}$. Malnou i sur. (2008.), ispitujući gnojidbu kalcium amonijum nitratom rano u predstjetvenoj pripremi tla i u vegetaciji kod 2-4 lista, zaključuju da je varijanta rane gnojidbe u količini 160 kgNha^{-1} producent najvećega prinosa korijena ($50,0$ do $87,2 \text{ tha}^{-1}$ ovisno o godini istraživanja).

Sadržaj šećera (digestija) u prosjeku istraživanja iznosio je 15,65 % (Tablica 7.).

Tablica 7. Sadržaj šećera (%) u zavisnosti o tipu tla i gnojidbi dušikom

Table 7. Sugar content (%) depending on soil type and nitrogen fertilization

Varijanta prihrane <i>Variant of top dressing</i>	Tip tla <i>Soil type</i>	Varijanta gnojidbe ureom / <i>Variant of fertilization by urea</i>						Ukupni prosjek <i>Total average</i>	
		G-0			G-46				
		2009.	2010.	Prosjek <i>Average</i>	2009.	2010.	Prosjek <i>Average</i>		
N-0	T ₁	16,72	14,54	15,63	16,60	14,70	15,65	15,64	
	T ₂	16,35	15,32	15,84	16,53	15,25	15,89	15,78	
	Prosjek	16,54	14,93	15,74	16,57	14,98	15,78	15,76	
N-0+13,5	T ₁	16,88	14,86	15,87	16,71	14,73	15,72	15,80	
	T ₂	16,34	15,38	15,86	16,28	15,26	15,77	15,82	
	Prosjek	16,61	15,12	15,87	16,50	14,99	15,75	15,81	
N-0+27	T ₁	16,48	14,85	15,67	16,53	14,65	15,59	15,63	
	T ₂	16,24	15,21	15,73	16,07	15,22	15,65	15,69	
	Prosjek	16,36	15,03	15,70	16,30	14,93	15,62	15,66	
N-27+13,5	T ₁	16,29	14,65	15,47	16,51	14,44	15,48	15,47	
	T ₂	16,33	15,09	15,71	16,33	15,11	15,72	15,72	
	Prosjek	16,31	14,87	15,59	16,42	14,78	15,60	15,60	
N-27+27	T ₁	16,35	14,56	15,46	16,21	14,40	15,31	15,38	
	T ₂	16,26	14,95	15,61	16,03	14,97	15,50	15,56	
	Prosjek	16,30	14,76	15,53	16,12	14,70	15,41	15,47	
Prosjek T ₁ – <i>Average T₁</i>		16,54	14,69	15,62	16,51	14,58	15,55	15,58	
Prosjek T ₂ – <i>Average T₂</i>		16,30	15,19	15,75	16,25	15,16	15,71	15,73	
Sveukupni prosjek <i>Total average</i>		16,42	14,94	15,68	16,38	14,87	15,63	15,65	
LSD 0,05 0,01	Urea <i>Urea</i>	ns	ns	Tlo <i>Soil</i>	0,20	0,18	Prihrana <i>Top dressing</i>	0,24	0,22
		ns	ns		0,29	0,26		0,35	0,32

Primjetna je velika razlika u digestiji između godina istraživanja. U sušnoj 2009. godini ostvarena je prosječna digestija od 16,40 %, a u vlažnoj 2010. godini samo 14,91%. Istraživani faktori, tlo i količina dušika u prihrani, značajno su utjecali na sadržaj šećera. Tip tla sa svojim fizičko-kemijskim osobinama utjecao je na sadržaj šećera, ali je taj utjecaj zavisio o vremenskim prilikama. Tako je u sušnoj godini značajno veća digestija ostvarena na

tlu T-1-16,53% prema 15,28 % na T-2, a u vlažnoj na T-2 – 15,18% prema 14,64 na T-1. Najviša digestija, u prosjeku oba tipa tla, i u prvoj i u drugoj godini istraživanja ostvarena je na varijanti N-0+13,5 i N-0, neovisno o gnojidbi ureom. Povećanjem količine dušika u prihrani, digestija je, u pravilu, opadala. Malnou i sur. (2008.) najveći sadržaj šećera dobili su na varijanti 160 kgNha^{-1} i to između 16,9 i 18,1 %, ovisno o godini, pri čemu je

veća količina dušika u gnojidbi ($160+60 \text{ kgNha}^{-1}$) samo u jednoj godini (2002.) dovela do statistički značajnoga pada digestije za 0,4 % (s 18,1 % na 17,7 %).

Prinos čistoga šećera u prosjeku istraživanja iznosio je $8,56 \text{ tha}^{-1}$ (Tablica 8.).

Tablica 8. Prinos šećera (tha^{-1}) u zavisnosti o tipu tla i gnojidbi dušikom

Table 8. Sugar yield (%) depending on soil type and nitrogen fertilization

Varijanta prihrane Variant of top dressing	Tip tla Soil type	Varijanta gnojidbe ureom / Variant of fertilization by urea						Ukupni prosjek Total average	
		G-0			G-46				
		2009.	2010.	Prosjek Average	2009.	2010.	Prosjek Average		
N-0	T ₁	5,82	8,67	7,25	6,00	9,54	7,77	7,51	
	T ₂	6,24	10,05	8,15	7,71	9,85	8,78	8,47	
	Prosjek	6,03	9,36	7,70	6,85	9,70	8,28	7,99	
N-0+13,5	T ₁	9,02	8,83	8,93	6,92	8,84	7,88	8,41	
	T ₂	7,91	11,48	9,70	7,62	10,48	9,05	9,38	
	Prosjek	8,47	10,15	9,31	7,27	9,66	8,47	8,89	
N-0+27	T ₁	7,12	8,41	7,77	6,83	8,73	7,60	7,69	
	T ₂	8,32	11,81	10,06	6,83	10,27	8,55	9,31	
	Prosjek	7,74	10,11	8,93	6,83	9,50	8,08	8,55	
N-27+13,5	T ₁	8,60	8,21	8,41	8,47	8,64	8,56	8,48	
	T ₂	7,53	11,82	9,68	7,53	10,08	8,81	9,24	
	Prosjek	8,07	10,01	9,04	8,00	9,36	8,68	8,86	
N-27+27	T ₁	7,80	7,87	7,84	7,76	8,03	7,90	7,88	
	T ₂	7,50	11,47	9,49	7,43	10,08	8,76	9,12	
	Prosjek	7,65	9,67	8,66	7,60	9,05	8,33	8,49	
Prosjek T ₁ – Average T ₁		7,67	8,40	8,04	7,20	8,76	7,98	8,01	
Prosjek T ₂ – Average T ₁		7,50	11,33	9,42	7,42	10,15	8,79	9,11	
Sveukupni prosjek Total average		7,59	9,86	8,73	7,31	9,45	8,38	8,56	
LSD 0,05 0,01	Urea	0,35	0,37	Tlo	0,41	0,48	Prihrana	0,70	0,82
	Urea	0,46	0,49	Soil	0,54	0,69	Top dressing	0,93	1,09

Značajno veći prinos šećera po hektaru ($9,76 \text{ t}$) dobiven je u drugoj godini istraživanja. Istraživani faktori značajno su utjecali na prinos čistoga šećera. Utjecaj gnojidbe s ureom u osnovnoj gnojidbi zavisio je o tlu, godini i količini dodanoga dušika u prihrani. Tako je u sušnoj 2009. godini gnojidba ureom pri osnovnoj obradi tla na T-1 tlu utjecala negativno, dok je u vlažnoj 2010. godini utjecaj bio pozitivan i, uz dodavanje uree, ostvaren je veći prinos šećera. Najveći prinos šećera na lošijem T-1 tlu u prvoj godini istraživanja ($9,02 \text{ tha}^{-1}$) ostvaren je bez dodavanja uree i uz prihranu N-0+13,5 (ukupno $128,7 \text{ kgNha}^{-1}$), a u drugoj godini ($9,54 \text{ tha}^{-1}$) uz gnojidbu ureom (G-46) i bez prihrane (ukupno $145,8 \text{ kgNha}^{-1}$). Na plodnome tlu T-2, samo kod varijante bez prihrane (N-0), u sušnoj godini utjecaj dodavanja uree bio je pozitivan, a uz prihranu utjecaj je bio negativan. Najveći prinos šećera, $8,32 \text{ tha}^{-1}$, u suhoj godini na plodnome tlu, postignut je bez primjene uree i uz prihranu N-0+27 (ukupno $121,4 \text{ kgNha}^{-1}$). U vlažnoj godini rano dodavanje dušika u obliku uree na T-2 tlu dovelo je, u svim varijantama prihrane, do nižih prinosa šećera. Najviši prinos šećera $11,81 \text{ tha}^{-1}$ ostvaren je uz prihranu N-0+27 (ukupno $158,9 \text{ kgNha}^{-1}$). Veće količine dušika u

prihrani nisu bile opravdane, jer je u početku N-27+13,5 prinos stagnirao, a zatim opadao. Brentrup i sur. (2001.) najveći prinos šećera dobili su primjenom KAN-a u gnojidbi, manji upotrebom UAN-a, a najmanji korištenjem uree, a Malnou i sur. (2008.) najveći su prinos šećera ($8,5-15,0 \text{ tha}^{-1}$) dobili u varijanti 160 kgNha^{-1} s tim da je i veća ($160+60 \text{ kgNha}^{-1}$) i manja gnojidba ($0, 60, 80, 80+60 \text{ kgNha}^{-1}$) dovela do statistički značajno manjih prinosa šećera.

ZAKLJUČAK

Na osnovi dvogodišnjih istraživanja gnojidbe šećerne repe dušikom na dva tipa tla, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

Godina preko količine oborina i temperature zraka bitno je utjecala na gnojidbu dušikom i ostvarene proizvodne rezultate. Nakon velike količine oborina u zimskome periodu 2009./10. godine, na tlu povoljnih fizikalnih svojstava (T-2) u proljeće količina N_{\min} u sloju 0-60 cm bila je znatno manja u odnosu na prethodnu godinu, kada je količina oborina bila gotovo upola manja i u odnosu na tlo s diferenciranim profilom (T-1).

Na plodnome tlu T-2 gnojdba ureom prilikom osnovne obrade tla nije bila opravdana, niti potrebna, budući da je i u prvoj i u drugoj godini istraživanja najveći prinos korijena ($74,90 \text{ tha}^{-1}$ prosjek godina) i šećera ($10,06 \text{ tha}^{-1}$) ostvaren na varijanti bez gnojdbbe ureom (G-0) i uz prihranu N-0+27 (100 kg ha^{-1} KAN-a). Na lošijem tlu diferenciranoga profila, praškaste strukture oraničnoga sloja i nižega sadržaja hraniva, gnojdba ureom u godini s nedovoljnom količinom oborina također nije bila opravdana, budući da je najviši prinos korijena ($61,53 \text{ tha}^{-1}$) i šećera ($9,02 \text{ tha}^{-1}$) ostvaren na varijanti G-0, uz prihranu N-0+13,5 (50 kg ha^{-1} KAN-a), dok je u vlažnoj godini, na tome tlu, najveći prinos korijena ($75,13 \text{ tha}^{-1}$) i šećera ($9,54 \text{ tha}^{-1}$) ostvaren uz gnojdbbu ureom (G-46) i bez dodavanja dušika u vegetaciji.

LITERATURA

- Brentrup, F., Küsters, J., Kuhlmann, H., Lammel, J. (2001): Application of the Life Cycle Assessment methodology to agricultural production: an example of sugar beet production with different forms of nitrogen fertilizers. *European Journal of Agronomy* 14:221-233.
- Buchholz, K., Märlander, B., Puke, H., Glattkowski, H., Thielecke, K. (1995): Re-evaluation of technical value of sugar beet. *Zuckerindustrie*, 120: 113-121.
- Houba, V.J.G., Huijbregts, A.W.M., Wilting, P., Novozamsky, I., Gort, G. (1995): Sugar yield, nitrogen uptake by sugar beet and optimal nitrogen fertilization in relation to nitrogen soil analyses and several additional factors. *Biol. Fertil. Soils*, 19: 55-59.
- Kramberger, B., Lukac, B., Gruskovnjak, D., Gselman, A. (2008): Effect of Italian Ryegrass and Date of Plow-In on Soil Mineral Nitrogen and Sugarbeet Yield and Quality. *Agronomy Journal* 100:1332-1338.
- Kristek, A., Kristek S., Katušić J., Besek Z. (2009.): Promjene prinosa i kvalitete korijena šećerne repe pri različitoj gnojdbbi dušikom. 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija. *Zbornik radova*: 546.-550.
- Kristek, S., Kristek, A., Glavaš Tokić, R. (2008.): Prinos i kvaliteta korijena šećerne repe kao osobina sorte i rezultat gnojdbbe dušikom. 43. hrvatski i 3. međunarodni simpozij agronoma, Opatija. *Zbornik radova* 2: 637.-640.
- Kristek, S., Kristek, A., Glavaš Tokić, R., Kocevski, D. (2010.): Utjecaj visoke razine gnojdbbe dušikom na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe ovisno o genotipu. *Zbornik radova* 45. hrvatskog i 5. međunarodnog simpozija agronoma. Marić, S., Lončarić, Z. (ur.). *Poljoprivredni fakultet u Osijeku*, 808.-812.
- Lauer, J.G. (1995): Plant density and nitrogen rate effects on sugar beet yield and quality early in harvest. *Agron. Journ.* 87: 586-591.
- Malnou, C.S., Jaggard, K.W., Sparkes, D.L. (2008.): Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. *European Journal of Agronomy* 28: 47-56.
- Westermann, D.T. (1980): Measuring soil nitrogen mineralization under field conditions. *Agron. Journ.* 72: 1009-1012.
- Winner, C. (1981.): *Zuckerrübenbau*, Frankfurt (Main).
- Winter, S.R. (1990): Sugarbeet response to nitrogen as affected by seasonal irrigation. *Agron. Journ.* 82: 984-988.

INFLUENCE OF SOIL TYPE AND NITROGEN FERTILIZATION SUGAR BEET YIELD AND QUALITY

SUMMARY

In 2009 and 2010 we studied effect of nitrogen fertilization on the yield values on two soil types of different physical and chemical properties. Nitrogen was applied in autumn as a pre-sowing treatment on the basis of N_{min} supplies in the soil, and as a top dressing. The obtained results showed significantly higher root and sugar yield values on the T-2 soil of better quality in the second year of the study. Effects of urea treatment in basic fertilization on the root and sugar yield values depended on the season, soil quality and total amount of the nitrogen added. In wet 2010 on barren T-1 soil and in dry 2009 on fertile T-2 soil with the variant N-0 (no top dressing application), nitrogen treatment in autumn (G-46) induced significant increase in the root and sugar yield values. On T-1 soil the highest root yield and sugar yield (9.54 tha^{-1}) values were obtained with the variant G-46 even with no nitrogen application in the growing season (N-0), whilst on T-2 soil with no nitrogen application in autumn (G-0) and with top dressing up to $13.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ that significantly increased results in production, i.e. obtained sugar yield was 11.48 tha^{-1} .

Key-words: sugar beet, nitrogen fertilization, root and sugar yield

(Primljeno 28. ožujka 2011.; prihvaćeno 17. svibnja 2011. - Received on 28 March 2011; accepted on 17 May 2011)