

UTJECAJ RAZLIČITIH VARIJANATA OBRADE TLA NA NODULACIJU I PRINOS SOJE

D. Jug⁽¹⁾, Mihaela Blažinkov⁽²⁾, S. Redžepović⁽²⁾, Irena Jug⁽¹⁾, B. Stipešević⁽¹⁾

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

SAŽETAK

U našoj zemlji obrada tla za ratarske kulture temelji se uglavnom na konvencionalnoj tehnologiji koja predstavlja najskuplju stavku u proizvodnji tih kultura. Negativne posljedice koje se javljaju zbog velikog broja prohoda oruđima i strojevima (kvarenje strukture tla, zbijanje tla, smanjena biogenost i plodnost tla), kao i ekonomski i energetske troškovi, mogli bi se smanjiti i izbjeći uvođenjem reducirane obrade tla ili izravnom sjetvom bez obrade tla (no-tillage). Stoga je cilj ovih istraživanja bila procjena utjecaja konvencionalne i reducirane obrade tla na komponente prinosa i nodulacijsku sposobnost fiksatora dušika u usjevu soje. Istraživanja su provedena na pedosistematskoj jedinici černoze s sjeverne Baranje, u vidu monofaktorijalnog pokusa u četiri repeticije po shemi slučajnog blokno rasporeda. Varijante obrade tla bile su sljedeće: CT – standardna obrada (osnovna obrada oranje na 25-30 cm), DH – tanjuranje na 10-15 cm, kao osnovna obrada, te NT – izostavljena obrada. Rezultati istraživanja pokazali su značajno niže vrijednosti sklopa, mase 1000 zrna i prinosa zrna na varijantama s reduciranom obradom tla u obje ispitivane godine. Međutim, reducirana obrada pokazala je pozitivan trend na nodulacijsku sposobnost fiksatora dušika, jer su na tim varijantama dobivene najviše vrijednosti broja i mase kvržica po biljci, iako razlike nisu statistički značajne. Navedena istraživanja provedena su 2002. i 2003. godine, od kojih je druga godina bila ekstremno sušna, stoga bi se ta istraživanja trebala nastaviti.

Ključne riječi: *Reducirana obrada tla, oranje, tanjuranje, no-tillage, Bradirhizobium japonicum, nodulacija, prinos, soja*

UVOD

Hrvatska Baranja je regija s dugom i bogatom tradicijom uzgoja ratarskih kultura, na svojim visokoplovnim i kvalitetnim tlima, ali još uvijek s nedovoljno razvijenim spoznajama u provedbi reducirane obrade tla, kao i no-tillage sustava. Na ovim prostorima obrada tla je još uvijek bazirana na konvencionalnoj tehnologiji, koju obavezno čine duboko oranje, tanjuranje, obrada sjetvospremačima itd. Negativne posljedice takve obrade tla odražavaju se na tlo kroz njegova fizikalna, kemijska i biološka svojstva. Reduciranom obradom tla, kao i sustavom direktne sjetve (no-tillage), mogu se riješiti veliki problemi kojima je opterećena konvencionalna, standardna obrada tla. Prvenstveno se to odnosi na vraćanje prirodne ravnoteže u tlu smanjenim brojem prohoda po površini tla. Popravljaju se vodozračni odnosi, dolazi do povećane akumulacije organske tvari u tlu, što doprinosi popravljaju mikrobioloških karakteristika tla (Phillips i Phillips, 1984.; Tebrügge i sur., 1994.; Birkás, 2002.). Reduciranje zahvata obrade tla ne znači, ujedno, i reduciranje prinosa, a posebice ako se uzme u obzir i ekonomska kalkulacija isplativosti različitih sustava obrade tla u uzgoju soje (Jug, 2005.). Cilj je ovih istraživanja bila procjena utjecaja konvencionalne i reducirane obrade (tanjuranje) tla, kao i no-tillage sustava na sposobnost razvoja kvržica (nodula) na korijenu soje, korijenskog sustava, nadzemne mase, i prinosa, kao krajnjeg cilja uzgoja soje.

(1) Mr.sc. Danijel Jug, mr.sc. Irena Jug, dr.sc. Bojan Stipešević - Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. trojstva 3, 31000 Osijek, (2) Mr.sc. Mihaela Blažinkov, prof. dr.sc. Sulejman Redžepović – Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mikrobiologiju, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

MATERIJAL I METODE

Istraživanja nodulacije soje na različitim varijantama obrade tla izvedena su na pedosistemskoj jedinici černoziem sjeverne Baranje u stacionarnim pokusima, na poljoprivrednim površinama PIK-a "Belje", Pogon "Kneževo", s tri varijante obrade tla u 2002. i 2003. vegetacijskoj godini.

Agrotehnika

Istraživanja su izvedena kao monofaktorijelna, u četiri repeticije, po slučajnom rasporedu. Veličina osnovne parcele obrade tla iznosila je 900 m² (18 m x 50 m).

Varijante obrade tla za soju bile su sljedeće:

1. Konvencionalna, standardna obrada tla - CT
2. Višekratno tanjuranje - DH
3. No-tillage (bez obrade tla) - NT

Varijanta CT, podrazumijevala je jesensko duboko oranje (30-35 cm), jednokratno tanjuranje teškom tanjuračom u kombinaciji s jednom baterijom multitilera (šuplji valjci), a u proljeće zatvaranje zimske brazde drljačom te predstjevena priprema tla kombinacijom peraste drljače i jedne baterije multitilera. Sjetva je obavljena no-till sijačicom John Deere 750A, na razmak redova od 16,5 cm, s pritiskom sjetvenih aparata od 1000 bara.

Varijanta DH, u jesen dva prohoda teškom tanjuračom u kombinaciji s jednom baterijom multitilera (šuplji valjci) na radnu dubinu od 10-15 cm, a u proljeće sve kao kod varijante CT.

Varijanta NT, obavljena je samo sjetva (bez obrade tla) kao kod varijante CT.

Sorta soje koja je bila korištena u obje godine istraživanja bila je Tisa (grupa 0-1), s planiranim sklopom od 55 biljaka/m², kreacija Poljoprivrednog instituta Osijek. Pred sjetvu soje provedena je inokulacija sjemena s cjepivom za soju "Biofiks-S", za koje je korišten soj *Bradyrhizobium japonicum* D344 iz kolekcije Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Sjetva je obavljena na dubinu od 3-4 cm i to: 27. travnja 2002. i 24. travnja 2003. godine Kao predusjev soji, u obje godine istraživanja, bila je ozima pšenica.

Tip tla, černoziem karbonatni na lesu (HR klasifikacija, Škorić, 1985.), određen je otvaranjem pedološkog profila, a prema klasifikaciji pogodnosti tala za reduciranu obradu tla pripada 1. kategoriji pogodnosti (Butorac i sur., 1986.). Dakle, po klasifikaciji to je naše najkvalitetnije tlo, kao tlo visoke aktualne plodnosti, s vrlo povoljnim fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima.

Kemijska analiza tla pokazala je sljedeće stanje tla:

- P₂O₅ - 18,7 mg/100 g tla (AL-metoda)
- K₂O - 28,4 mg/100 g tla (AL-metoda)
- pH (H₂O) - 8,1
- pH (KCl) - 7,5
- Humus - 2,6%
- CaCO₃ - 2,1%

Gnojidba je bila ujednačena za sve varijante obrade tla. U obje godine istraživanja primijenjeno je –40 kg N, 130 kg P₂O₅ i 130 kg K₂O/ha.

Zaštita od korova bila je ujednačena na svim varijantama obrade tla tijekom obje godine istraživanja, a provodila se prema potrebi i to:

2002. godine; 29. travnja Frontier 900EC 1,4 l/ha + Tor 70WP 0,7 kg/ha (poslije sjetve, a prije nicanja), 23. svibnja prvo korektivno prskanje soje s Dynam 90 g/ha, 06. lipnja drugo korektivno prskanje s herbicidom Bastional 1,2 l/ha.

2003. godine; 29. travnja Senkor 0,7 kg/ha (poslije sjetve, a prije nicanja), 03. lipnja prvo korektivno prskanje soje s Dynam 100 g/ha, 11. lipnja, drugo korektivno prskanje protiv sirka i uskolisnih korova s Bastional 1,3 l/ha.

U obje godine istraživanja, varijanta NT (no-tillage) je prije sjetve poprskana totalnim herbicidom na bazi glifosata (Herkules) – 6 l/ha.

Dakle, u obje godine provedena je samo zaštita protiv korova, dok zaštita od bolesti i štetočina nije bila potrebna.

Biljni materijal

Soja je uzorkovana obje godine istraživanja u R2 fazi razvoja – puna cvatnja (Fehr i Caviness, 1977.). S površine 1 m² određena je ukupna apsolutno suha (105°C) nadzemna masa, kao i pripadajuća korjenova masa. U svrhu utvrđivanja utjecaja obrade tla na simbiozne fiksatore dušika vrste *Bradyrhizobium japonicum*, koji se unose u tlu putem predšjetvene bakterizacije soje, uzeto je korijenje 10 biljaka, kako bi se utvrdio broj i masa kvržica po biljci. Od komponenata prinosa obrađeni su: masa zrna soje, masa 1000 zrna i broj biljaka po jedinici površine (sklop).

Vremenske prilike

Klimatski pokazatelji izračunati su na osnovu meteoroloških podataka meteorološke postaje prvoga reda Brestovac, kao najbliže lokacije (cca. 15 km) s dugogodišnjom evidencijom meteoroloških elemenata na području Baranje.

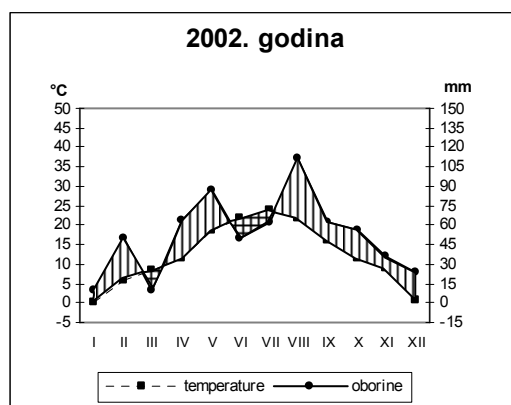
Prema meteorološkim podacima, vidljivo je da su se obje istraživane godine jako razlikovale prema količini oborina i temperaturama zraka (Grafikoni 1. i 2.). Količina oborina 2002. godine bila je u razini višegodišnjeg prosjeka (Tablica 1.), dok je 2003. godina bila izrazito, ekstremno sušna, s količinom oborina manjom za 132 mm od višegodišnjeg prosjeka (1965.-2003.).

Kišni je faktor, prema Langu (KF), u 2002. godini iznosio 50, a druge je godine (2003) KF bio 40, što prema Gračaninu i Ilijaniću (1977.) 2002. godinu svrstava u semiaridno, a 2003. godinu u prijelazno područje iz aridne u semiaridnu klimu.

Vrijednosti Hidrotermičkog koeficijenta prema Seljaninovu – KS, pokazuju da je 2002. godina na prijelazu iz zone dovoljne u zonu suviše vlažnosti, dok je 2003. godina, s vrijednošću KS-a, bila na donjoj granici sušne zone prema zoni suhog ratarenja.

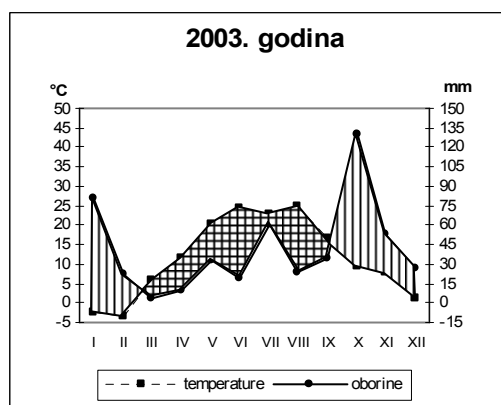
Grafikon 1. Klimadijagram prema Walteru za 2002. godinu

Graph 1. Walter diagram – 2002 year

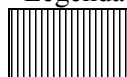
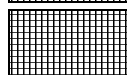


Grafikon 2. Klimadijagram prema Walteru za 2003. godinu

Graph 2. Walter diagram – 2003 year



Legenda (legend)

	Vlažni period <i>Humid period</i>
	Sušni period <i>Dry period</i>

Tablica 1. Prosječne vrijednosti temperature i količine oborina na istraživanom području

Table 1. Mean air temperature and precipitations on the experimental field

Godina Year	Oborine (mm) Precipitation (mm)	Temperature (°C) Air temperature (°C)
1965-2003	626	11,0
2002	620	12,4
2003	494	11,5

Statistička analiza

Statistička obrada podataka za sve pokazatelje obavljena je kompjutorskim programom za analizu varijance za jednogodišnje rezultate, s pragovima značajnosti od $P < 5\%$ i $P < 1\%$ (Ivezić i Vukadinović, 1985.). Dobiveni podaci obrađeni su kao dvofaktorijalni pokus, gdje je godina glavni faktor, a varijanta obrade tla pod-faktor. Korelacijski odnosi obrađenih parametara utvrđeni su korelacijskom i regresijskom analizom za svaku godinu istraživanja posebno te kroz sve tri godine zajedno, a obrađeni su kompjutorskim programom za regresijsku analizu (Vukadinović i Ivezić, 1986.).

REZULTATI I RASPRAVA

Dobivene vrijednosti komponenata prinosa soje pod utjecajem različitih sustava obrade tla prikazani su u Tablici 2. Sklopovi soje u 2002. godini na varijantama CT i DH bili su zadovoljavajući i ujednačeni, dok je varijanta NT imala nešto niži sklop, ali bez statistički značajnih razlika prema varijanti CT. Tako dobri sklopovi posljedica su vrlo povoljnih vremenskih uvjeta koji su vladali u vrijeme sjetve i nicanja soje. Za razliku od prethodne, 2003. godine sklopovi su bili izrazito niski, a posebice na varijanti NT, koja je imala statistički vrlo značajno ($P < 0,01$) niži sklop od varijante CT i DH.

Tablica 2. Komponente prinosa: broj biljaka/10 m², masa 1000 zrna (g) i prinos zrna soje (t/ha) u 2002., 2003. godini te prosjek obje godine

Table 2. Components yield grain: number of spikes per 10 sq m, mass of 1000 grain (g), yield of soybean grain (t/ha) in 2002, 2003 year and years mean

Varijanta obrade tla <i>Variant of soil tillage</i>	Broj biljaka/10 m ² <i>Number of spikes per 10 sq m</i>			Masa 1000 zrna <i>Mass of 1000 grain (g)</i>			Prinos zrna <i>Yield of grain (t/ha)</i>		
	2002.	2003.	Prosje k <i>Mean</i>	2002.	2003.	Prosje k <i>Mean</i>	2002.	2003.	Prosje k <i>Mean</i>
1. CT-Standardna obrada <i>Conventional tillage</i>	620	260	440	192,6	156,0	174,3	3,27	2,40	2,83
2. DH-Tanjuranje <i>Disking</i>	615	260	438	181,3	145,0	163,2†	3,24	2,03†	2,64
3. NT-Bez obrade <i>No-tillage</i>	550	100‡	325‡	177,0†	132,7	154,8‡	2,90†	1,25‡	2,08‡
LSD P=5%	119	55	44	13,5	25,3	10,5	0,32	0,27	0,21
P=1%	170	80	62	19,4	36,4	14,7	0,47	0,39	0,30

† signifikantnost $P < 5\%$ prema standardnoj varijanti obrade tla u dotičnoj godini te dvogodišnjem prosjeku

‡ signifikantnost $P < 1\%$ prema standardnoj varijanti obrade tla u dotičnoj godini te dvogodišnjem prosjeku

Tako niski sklopovi prvenstveno su zbog vrlo sušnog proljeća pred sjetvu, odnosno sjetva u potpuno suho tlo. Iza sjetve kiša je padala u više navrata, ali svaki puta slabog intenziteta, tako da je velika količina posijanog sjemena propala (isprovocirano nicanje), a samo nicanje je trajalo gotovo mjesec dana. U prosjeku obje godine ponovo su varijante CT i DH imale statistički vrlo značajno veći sklop

biljaka od varijante NT. F-test je pokazao da je na takav sklop najveći utjecaj, statistički vrlo značajan, imala godina ($F=140,281^{**}$), zatim varijanta obrade tla ($F=20,849^{**}$), dok je interakcijsko djelovanje izostalo bez statistički opravdanog utjecaja.

Masa 1000 zrna u 2002. godini bila je izrazito dobra i u prosjeku veća od vrijednosti karakterističnih za sortu Tisa. Najveća je masa zabilježena na varijanti CT, koja je prema varijanti NT imala veću masu na statistički značajnoj razini. Za razliku od prethodne, 2003. je godina imala prosječnu vrijednost mase 1000 zrna manju od vrijednosti karakteristične za tu sortu. Ponovo je najveća masa 1000 zrna zabilježena na varijanti CT, zatim na varijanti DH, a najslabija varijanta je bila NT. Dvogodišnji je prosjek pokazao jednak odnos između varijanata, s tim da je varijanta DH imala na statistički značajnoj, a varijanta NT na statistički vrlo značajnoj razini manju masu od mase 1000 zrna na varijanti CT. Na masu 1000 zrna najviše je utjecala godina ($F=35,912^{**}$), a zatim obrada tla ($F=8,222^{**}$), dok je interakcijsko djelovanje bilo bez statistički opravdanog utjecaja.

Prve godine istraživanja za soju ostvaren je prosječan prinos od 3,13 t/ha koji prema uzgojnom potencijalu toga područja predstavlja dovoljno visok prinos. Varijante standardne obrade tla – CT i tanjuranja - DH ostvarile su ujednačene prinose, dok je varijanta direktne sjetve (No-tillage) - NT dobila najslabiji rezultat, koji je ujedno bio statistički značajno ($P<95\%$) niži od varijante CT.

Druge, 2003. godine istraživanja, ostvareni su prosječno vrlo niski prinosi soje. Najveći je prinos ostvaren ponovo na varijanti CT, koja je prema varijanti DH imala statistički značajno veći prinos, a prema varijanti NT statistički vrlo značajno veći prinos. Tako niski prinosi soje u ovoj godini posljedica su vrlo nepovoljnih vremenskih prilika (manjak vode) koje su vladale tijekom cijele sezone rasta i razvoja. Dvogodišnji prosječni prinos soje bio je pod vrlo značajnim utjecajem godine ($F=399,518^{**}$), obrade tla ($F=32,882^{**}$) te njihove interakcije ($F=8,146^{**}$). Najveći prinos zrna izmjeren je na varijanti CT (2,83 t/ha), a najmanji na varijanti NT (2,08 t/ha), koja je prema varijanti CT imala statistički vrlo značajno niži prinos.

U Tablici 3. prikazane su vrijednosti broja i mase suhe tvari kvržica po biljci, kojima se procjenjuje utjecaj različitih sustava obrade tla na nodulacijsku sposobnost simbioznih fiksatora dušika te podaci o suhoj masi korijena i suhoj nadzemnoj masi po biljci.

Broj kvržica po biljci koje su se razvile na korijenu soje tijekom 2002. pokazuje da nema statistički značajnih razlika između varijanata obrade tla, odnosno da obrada tla nije utjecala na nodulacijsku sposobnost fiksatora dušika. Najveći broj kvržica po biljci utvrđena je na varijanti NT (15,6), a najnižu na varijanti CT (13,6). Sljedeće godine, 2003., zabilježen je značajno niži broj kvržica po biljci i to na svim varijantama obrade tla. Razlog tome su već prije spomenuti vrlo nepovoljni vremenski uvjeti i to prvenstveno suša. Prema navodima iz brojne literature, kao i domaćih istraživanja (Redžepović i sur., 1990.a; 1990.b; 1991.), na opstanak inokuluma, kao i na formiranje kvržica na biljci, veliki utjecaj imaju fizikalno – kemijska svojstva tla i to: pH tla, vlažnost, salinitet, količina N u tlu, interakcija metala. Tate (1995.) navodi kako je moguće ostvarenje simbioznog odnosa između leguminoza i simbioznih fiksatora dušika, kao i učinkovita nodulacija u uvjetima niske vlage u tlu, no gustoća populacije ima tendenciju pada u odnosu na stres uvjetovan niskom vlagom. Nešto veći broj kvržica zabilježen je na varijanti NT u odnosu na varijante CT i DH, što se može pretpostaviti da se na no-tillage varijantama zadržala nešto veća vlažnost u tlu pa je i broj kvržica bio veći. U prosjeku obje godine nema statističkih opravdanih razlika u broju kvržica između varijanata obrade, ali uočljivo je kako su vrijednosti u sušnoj 2003. godini neusporedivo niže nego u 2002. godini.

Drugi pokazatelj nodulacijske sposobnosti fiksatora dušika je masa suhe tvari kvržica po biljci. U prvoj godini istraživanja najveća masa kvržica utvrđena je kod varijanti NT, koja nema statistički značajno veću masu suhe tvari kvržica u odnosu na varijante DH i CT. U 2003. godini sušni je period imao vrlo jak utjecaj na masu suhe tvari kvržica, jer su utvrđene najniže vrijednosti i to na svim varijantama obrade tla. Razlike su u vrijednostima mase suhe tvari zanemarive te ih gotovo i nema, a razlog tome se, također, opravdava niskom vlagom u tlu, koja je spriječila sam razvoj kvržica na korijenu soje. Dvogodišnji prosjek pokazao je jednak odnos između varijanata, dakle različite varijante obrade tla nemaju utjecaj na masu suhe tvari kvržica po biljci. Ipak je vidljivo kako no-tillage varijanta (NT) povoljnije utječe na sposobnost nodulacije simbioznih fiksatora dušika u odnosu na standardnu obradu tla (CT) i višekratno tanjuranje (DH) što nije bio slučaj kod vrijednosti za komponente prinosa. Dvogodišnji rezultati također pokazuju kako između broja i mase kvržica postoji vrlo značajna pozitivna korelacijska veza ($r=0,913^{**}$), kao i pozitivna korelacija između broja kvržica po biljci i prinosa soje ($r=0,698^{**}$) te mase suhe tvari kvržica po biljci i prinosa soje ($r=0,676^{**}$). Također je

utvrđena pozitivna vrlo značajna veza između broja i mase suhe tvari kvržica po biljci te sklopa ($r=0,764^{**}$ i $r=0,753^{**}$).

U 2002. godini najveće vrijednosti suhe mase korijena imale su biljke na varijantama s višekratnim tanjuranjem-DH, potom na varijanti sa standardnom obradom tla – CT, a najniže vrijednosti su na varijantama direktne sjetve – NT. Utvrđene razlike u suhoj masi korijena nisu statistički opravdane. Isti se slučaj ponovio i naredne godine istraživanja, ali dobivene vrijednosti suhe mase korijena su znatno niže, jer, bez obzira na različitu obradu tla, utjecaj suše smanjio je razvoj korijenove mase.

Osim suhe mase korijena, određivana je i suha nadzemna masa po biljci (Tablica 3.), koja je u prosjeku najveću vrijednost imala na varijanti CT (7,95 g), a najnižu suhu nadzemnu masu imale su biljke na varijanti NT (6,18 g), no razlike su zanemarive i statistički neopravdane. U 2003. godini također je najveća vrijednost suhe nadzemne mase bila na varijanti CT, ali zanemarivo od vrijednosti na varijantama DH i NT. U prosjeku za obje godine ponovo je varijanta CT imala veću suhu nadzemnu masu od navedene dvije varijante, ali bez statističke opravdanosti.

Tablica 3. Broj kvržica po biljci, suha masa kvržica po biljci, suha masa korijena po biljci i suha nadzemna masa po biljci u 2002., 2003. godini i u prosjeku za obje godine

Table 3. Number of nodule per plant, dry weight of nodule per plant, dry weight of rooth per plant and dry weight of plant in 2002., 2003. year and two-year mean

Pokazatelj (po biljci) <i>Parameter (per plant)</i>	Godina <i>Year</i>	Varijanta obrade tla <i>Variant of soil tillage</i>			LSD P=5%	LSD P=1%
		CT	DH	NT		
Broj kvržica <i>Number of nodule</i>	2002.	13,6	14,0	15,6	6,02	8,65
	2003.	2,1	3,8	5,4	3,64	5,23
	Prosjek <i>Mean</i>	7,9	8,9	10,5	3,41	4,79
Suha masa kvržica (g) <i>Dry weight of nodule</i>	2002	0,06	0,07	0,08	0,03	0,05
	2003	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03
	Prosjek <i>Mean</i>	0,04	0,05	0,05	0,02	0,03
Suha masa korijena (g) <i>Dry weight of rooth</i>	2002	2,47	3,15	2,34	0,31	0,44
	2003	1,37	1,75	1,30	0,17	0,24
	Prosjek <i>Mean</i>	1,94	2,08	1,62	0,28	0,40
Suha nadzemna masa (g) <i>Dry weight of plant</i>	2002	7,95	6,53	6,18	3,81	5,48
	2003	1,40	1,00	0,89	0,64	0,92
	Prosjek <i>Mean</i>	4,68	3,77	3,53	1,72	2,41

ZAKLJUČAK

Na osnovu provedenih istraživanja reducirane obrade tla na nodulaciju i prinos soje na černozeu sjeverne Baranje, lokaliteta Kneževo, u 2002. i 2003. godini, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Varijanta obrade tla niti u jednoj godini istraživanja, kao ni u prosjeku obje godine, nije pokazala statistički značajan utjecaj na nodulacijsku sposobnost fiksatora dušika. Međutim, razlike u broju i suhoj masi kvržica svake su se godine, kao i u prosjeku obje godine, kretale ovim smjerom CT<DH<NT. Dakle, varijanta no-tillage pokazala je povoljniji utjecaj na sposobnost nodulacije simbioznih fiksatora dušika u odnosu na standardnu obradu tla (CT) i višekratno tanjuranje (DH)
2. U prosjeku obje godine nema statističkih opravdanih razlika u broju i suhoj masi kvržica između varijanata obrade, ali je uočljivo kako su vrijednosti u sušnoj 2003. godini neusporedivo niže nego u 2002. godini. Tako velika razlika i puno niže vrijednosti u 2003. godini prvenstveno su nastale zbog izrazite, ekstremne suše.

3. Budući da je u ovom istraživanju korišteno standardno cjepivo za bakterizaciju soje "Biofiks-S", ovi rezultati nas upućuju na potrebu selekcije najučinkovitijih sojeva *Bradyrhizobium japonicum*, koji bi se mogli koristiti u sustavu no-tillage obrade tla.
4. Najveća masa suhe tvari korijena, u obje je godine zabilježena na varijanti tanjuranja, dok je najmanja masa izmjerena na varijanti standardne obrade tla.
5. Najveća vrijednost suhe nadzemne mase zabilježena je na varijanti standardne obrade tla, a ta je vrijednost opadala s jačim reduciranjem zahvata obrade tla.
6. Između broja i suhe mase kvržica utvrđena je vrlo značajna pozitivna korelacijska veza.
7. Najveći prinosi soje u obje godine istraživanja utvrđeni su na varijanti standardne obrade tla, zatim na varijanti tanjuranja te na no-tillage-u.
8. Kako bi se što pouzdanije mogao utvrditi proizvodni potencijal pojedine varijante obrade tla te sposobnost nodulacije korijena soje, ova istraživanja treba nastaviti kroz duži vremenski period.

LITERATURA

1. Birkás, M. (2002): Environment conservation and energy saving tillage. *Mezogazdasag es Kornyezettudomanyi Kar Novenytermesztesi Intezet*.
2. Butorac, A., Žugec, I., Bašić, F. (1986.): Stanje i perspektive reducirane obrade tla u svijetu i u nas. *Poljoprivredne aktualnosti*, br. 1-2, str. 159.-262, Zagreb.
3. Fehr, W.R., Caviness C.E. (1977): Stages of soybean development. *Iowa Agric. and Home Econ. Exp. Stn. Spec. Rep.*, 80, USA.
4. Gračanin, M., Ilijanič, Lj. (1977.): Uvod u ekologiju bilja. Školska knjiga, Zagreb.
5. Ivezić, Marija, Vukadinović, V. (1985.): Primjena mikroracunara u analizi varijance jednodimenzionalne i dvodimenzionalne klasifikacije. *Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji* 15, 36.-51.
6. Jug, D. (2005.): Utjecaj reducirane obrade tla na prinos ozime pšenice, kukuruza i soje u agroekološkim uvjetima sjeverne Baranje. *Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Osijek*.
7. Phillips, R. E., Phillips, S. H. (1984): *No-tillage agriculture – Principles and Practices*. Van Nostrand Reinhold Co., New York, SAD.
8. Redžepović, S., Varga, B., Sikora, S., Heneberg, R. (1990.a): Utjecaj tretiranja sjemena mikroelementima i različitim sojevima *Bradyrhizobium japonicum* na prinos zrna soje. *Znanstvena praksa u poljoprivrednoj tehnologiji* 20: 41.-47.
9. Redžepović, S., Sikora S., Dropulić, D., Šeput, M., Vasilj, Đ., Sertić, Đ., Varga, B. (1990.b): Istraživanje efikasnosti nekih sojeva *Bradyrhizobium japonicum* pri različitoj ishrani soje mineralnim dušikom. II jugoslavenski simpozij mikrobne ekologije, 16-19.10.1990. Zagreb, *Zbornik radova*: 131.-141.
10. Redžepović, S., Sikora, S., Sertić, Đ., Manitašević, J., Šoškić, M., Klaić, Ž. (1991.): Utjecaj fungicida i gnojidbe mineralnim dušikom na bakterizaciju i prinos soje. *Znanstvena praksa u poljoprivrednoj tehnologiji* 21: 43.-49.
11. Škorić, A. (1985.): *Postanak, razvoj i sistematika tala*. Zagreb.
12. Tate, R.L. (1995.): *Soil microbiology*. John Wiley & sons, Inc. Canada.
13. Tebrügge, F., Böhrnsen, A., Grob, U., Düring, R. (1994): Advantages and disadvantages of no-tillage compared to conventional plough tillage. 13th International Soil Tillage Research Organisation Conference, Aalborg, Denmark, 737-745.
14. Vukadinović, V., Ivezić, Marija (1986.): Primjena mikroracunara u analizi faktorijalnih pokusa s dva faktora i pokusa po planu podijeljenih parcela. *Poljoprivredni fakultet, Osijek*.

EFFECTS OF DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS ON NODULATION AND YIELD OF SOYBEAN

SUMMARY

The primary soil tillage for different crops in Croatia is generally based on mouldboard ploughing which is the most expensive for crops production. Negative effects due to frequent passes by equipment and machines (deterioration of soil structure, soil compaction, lower biogenity and soil tilth), together with negative economical and energetical costs, can be lowered and avoided by introduction of reduced soil tillage or direct drilling (No-tillage). Accordingly, the main goal of this research was to determine effects of conventional and reduced soil tillage systems on yield components and nodulation ability of nitrogen fixing bacteria in soybean crop. The research was established at chernozem soil type of northern Baranja as monofactorial completely randomized block design in four repetitions.

The soil tillage variants were as follows: CT) Conventional Tillage (primary soil tillage by moldboard ploughing at 25-30 cm depth), DH) Multiple Diskharrowing at 10-15 cm as primary tillage, and NT) No-tillage system.

Results show significantly lower plant density, mass of 1000 grains and grain yield at variants with reduced soil tillage in both investigation years. However, reduced tillage systems had positive trend on nitrogen-fixing bacteria nodulation, since the highest values of number and mass of nodules per plant were recorded. This research was run during the years 2002 and 2003, the last one extremely droughty, thus it requires continuation.

Key-words: Reduced soil tillage, ploughing, diskharrowing, no-tillage, Bradyrhizobium japonicum, nodulation, yield, soybean

(Primljeno 26. listopada 2005.; prihvaćeno 28. studenog 2005. - Received on 26 October 2005; accepted on 28 November 2005)