

USPOREDBA RAZLIČITIH SUSTAVA OBRADE TLA U PROIZVODNJI SOJE I OZIME PŠENICE U SLAVONIJI

COMPARISON OF DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS IN SOYBEAN AND WINTER WHEAT PRODUCTION IN SLAVONIA

**S. Košutić, D. Filipović, Z. Gospodarić, S. Husnjak, R. Zimmer,
I. Kovačev**

SAŽETAK

U razdoblju od 2002 do 2004. godine provedena su istraživanja u primjeni tri različita sustava obrade i njihovom utjecaju na proizvodnju soje [*Glycine max.* (L.) Merr.] i ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.) na tlu tipa Gleyic Podzoluvisol na području Slavonije, gospodarstvo Njive d.o.o. Lila. Primijenjeni su sljedeći sustavi obrade tla: konvencionalni, konverzacijski i nulti (no-till). Cilj istraživanja je bio odrediti utjecaj sustava obrade tla na urod, utrošak energije i ljudskog rada. U prvoj godini najveći prinos je postignut u proizvodnji soje primjenom nultog sustava i iznosio je 3.07 Mg ha^{-1} , primjenom ostalih sustava obrade tla zabilježen je manji prinos, ali ne značajno različit. U drugoj godini, primjenom nultog i konvencionalnog sustava obrade, postignut je prinos ozime pšenice u iznosu od 6.79 Mg ha^{-1} i 6.49 Mg ha^{-1} ; u odnosu na reducirani sustav obrade je statistički značajna na razini vjerojatnosti $p \leq 0.05$. Primjena konvencionalnog sustava je potvrdila najveću potrošnju goriva od 57.46 L ha^{-1} u proizvodnji soje i 54.50 L ha^{-1} u proizvodnji ozime pšenice. Usporedba sustava obrade s obzirom na utrošak energije u proizvodnji pokazuje da je reducirani sustav obrade tla omogućio uštedu od 31,8% kod soje, te 32,5% kod ozime pšenice. Nulti sustav je uštedio čak 90,2% energije u proizvodnji ozime pšenice. Usporedba utroška ljudskog rada računano po toni zrna pokazuje da se primjenom reduciranog sustava obrade ušteduje 31,6% odnosno 26,4%; dok se primjenom nultog sustava može uštedjeti 88,2% i 88,1%. Ekonomska analiza pokazuje da je prag rentabilnosti kod reduciranog i nultog

sustava veći od konvencionalnog sustava obrade tla u proizvodnji soje i ozime pšenice.

Ključne riječi: Utrošak energije, prag rentabilnosti, rad, troškovi proizvodnje, obrada tla, prinos

ABSTRACT

A field experiment with three tillage systems was conducted from 2002 to 2004 in Lila, central Slavonia, Croatia to compare tillage effects on production of soybean [*Glycine max.* (L.) Merr.] and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on Gleyic Podzoluvisol. The tillage systems were: conventional tillage (CT), conservation tillage (RT) and no-tillage system (NT). The objective of this research was to determine the effect of tillage systems on the yield of crops and on energy and labour requirement. In the first season the greatest soybean yield of 3.07 Mg ha⁻¹ was achieved applying the NT tillage system, while with other systems lower but not significantly different yields were achieved. In the second year using the NT and CT systems wheat yields of 6.79 Mg ha⁻¹ and 6.49 Mg ha⁻¹, respectively were achieved and the difference to the RT system was statistically significant at probability level $p \leq 0.05$. The CT system proved to be the greatest fuel consumer with 57.46 L ha⁻¹ in soybean and 54.50 L ha⁻¹ in winter wheat production. Comparison of tillage systems with respect to energy requirement of produced grain results showed that the RT system enabled saving of 31.8 % in soybean and 32.5 % wheat production. The NT system saved as much as 90.2% energy in soybean and 90.4% energy in wheat production. The labour requirement per tonne of grain comparison showed that the RT system saved 31.6% and 26.4% respectively, while the NT system saved 88.2% and 88.1%, respectively. The economic analysis showed that the gross margin for the RT and NT system in both crop productions was higher than for the CT system.

Keywords: Energy requirement, gross margin, labour, production cost, tillage, yield

UVOD

Soja [*Glycine max.* (L.) Merr.] i ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.) su među najznačajnijim ratarskim usjevima u Hrvatskoj. Konvencionalna obrada tla oranjem plugom premetnjakom kao primarnom operacijom je najčešći sustav obrade tla, potom sekundarna obrada tla s tanjuračom i predsjedjetvenim oruđem. Navedena tehnologija obrade je najskuplja, otežana i organizacijski spora, s visokom potrošnjom goriva i zahtjevnija u pogledu radne snage, a s ekološkog stajališta također je nepovoljna (Žugec i sur., 2000.). Premda je poznato da nekonvencionalni sustavi obrade tla u usporedbi s konvencionalnim mogu uštedjeti veliku količinu energije i rada, umanjiti onečišćenje okoliša kao i troškove proizvodnje, trenutno se 93,7% površina u Hrvatskoj obrađuje konvencionalnim sustavom obrade (Zimmer i sur., 2001).

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je obavljeno na proizvodnim površinama tvrtke Njive d.o.o. u mjestu Lila (45° 30' N, 18° 06' E), 250 km sjevero-istočno od Zagreba. Pokusno polje sastoji se od 9 parcela, svaka dimenzija 100 x 30 m, raspoređenih blok metodom slučajnog rasporeda, s tri ponavljanja. Za svaki sustav obrade tla korištena su različita oruđa, kako pokazuje sljedeći popis: 1. Konvencionalna obrada – plug, tanjurača, kombinirano oruđe (CT); 2. Konzervacijska obrada – rovalo, tanjurača (RT); Nulta obrada – sijačica za nultu obradu (NT). Oranje lemešnim plugom obavljeno je prosječnom dubinom $a = 29,6$ cm, tanjuranje $a = 10,4$ cm i obrada kombiniranim oruđem $a = 6,0$ cm. Rovilom je tlo u prosjeku obrađivano na dubinu $a = 30,3$ cm. Tlo pokusne parcele je prema FAO klasifikaciji Gleyic Podzoluisol (Tablica 1) (Anonymous, 1998), a prema mehaničkom sastavu unutar oraničnog sloja je praškasta – ilovača (Anonymous 1975). Slijed obavljanja poslova (obrada tla, gnojidba, sjetva, zaštita usjeva od korova, bolesti i štetnika i žetva), te podaci o sadržaju vlage tla u momentu obrade prikazani su na Tablici 2. Predusjev na pokusnoj parceli u 2002. godini bila je ozima pšenica. Radni uvjeti, kao sadržaj vode u tlu, zbijenost tla, te posliježetveni ostaci na početku istraživanja bili su istovjetni za sve načine obrade tla. Posliježetveni ostaci predusjeva bili su usitnjeni i razastrti širom koncem srpnja 2002. godine.

Tablica 1. Veličina i distribucija čestica tla

Table 1. Soil particle size and distribution

Dubina Depth cm	Veličina čestica Particle size distribution (%)					Teksturna oznaka Texture ¹
	2-0.2 mm	0.2-0.05 mm	0.05- 0.02 mm	0.02- 0.002 mm	<0.002 mm	
0-30	0.4	14.7	25.9	32.1	26.9	Praškasta ilovača Silty loam
30-55	0.2	6.7	24.9	37.2	31.0	Praškasto glinasta ilovača Silty Clay Loam
55-75	0.2	6.7	28.9	28.0	36.2	Praškasto glinasta ilovača Silty Clay Loam
75-100	1.8	8.6	33.6	29.0	27.0	Praškasta ilovača Silty Loam

¹⁾ Prema Soil Survey Staff of the United States Department of Agriculture

Utrošak energije svakog sustava obrade tla određen je mjerenjem utroška goriva volumetrijskom metodom, za svako oruđe u svakom od uspoređivanih sustava obrade, te potom izračunat uz energetski ekvivalent dizel goriva od 38,7 MJ L⁻¹ (Cervinka, 1980). Tijekom ovog istraživanja korišten je traktor s pogonom na sve kotače (4WD) i snage motora P_e= 141 kW. Radni zahvat B_r pojedinog oruđa odabran je na osnovi raspoložive vučne snage traktora P_{pot}. Utrošak ljudskog i strojnog rada određen je mjerenjem utroška vremena za obavljanje pojedinačnog posla na pojedinačnoj parceli poznate površine A = 3000 m². Urod uzgajanih usjeva mjeren je vaganjem ubranog zrna s površine jednake duljini jedne parcele l = 100 m x širina žetvenog uređaja kombajna B_r u pet ponavljanja. Za vaganje je korištena elektronička vaga Weigh-Tronix, proizvod Schrran Engineering, Iowa, USA. Podaci za ekonomsku analizu troškova obuhvatili su troškove ljudskog rada različitih poslova, kao i svih troškova obrade tla u svakom od uspoređivanih sustava obrade tla.

S. Košutić i sur.: Usporedba različitih sustava obrade tla u proizvodnji soje i ozime pšenice u Slavoniji

Tablica 2. Datum radova, sadržaj vode u tlu i primijenjene doze gnojiva i pesticida

Table 2. Date of field operations, soil moisture and application rates

Opis Description	Vegetacijsko razdoblje Cropping period	
	2002/2003	2003/2004
Osnovna obrada Primary tillage	29. studeni 2002. November 29 th 2002	3. listopada 2003. October 3 rd 2003
Vlažnost tla na 0;15;30 cm Soil moisture (%) at 0;15;30 cm	24.7; 25.8; 26.1	20.8; 26.8; 24.7
Dopunska obrada Secondary tillage	26. ožujak 2003. March 26 th 2003	13. listopada 2003. October 13 th 2003
Vlažnost tla na 0;15;30 cm Soil moisture (%) at 0;15;30 cm	20.7; 30.6; 36.0	21.4; 20.0; 20.2
Datum sjetve Sowing date	29. travanj 2003. April 29 th 2003	15. listopada 2003. October 15 th 2003
Usjev; Kultivar Crop; Cultivar	Soja; "Tisa" Soybean; "Tisa"	Ozima pšenica; "Renan" Winter Wheat; "Renan"
Gnojidba Fertilising		
Vrijeme primjene Application date	28. travanj 2003. April 28 th 2003	14. listopada 2003. October 14 th 2003
Gnojivo; doza (kg ha ⁻¹) Fertiliser; rate (kg ha ⁻¹)	KCl; 150; Urea; 100	P ₂ O ₅ ; 60; K ₂ O; 40; Urea; 120
Vrijeme primjene Application date		17. ožujak 2004. March 17 th 2004
Gnojivo; doza (kg ha ⁻¹) Fertiliser; rate (kg ha ⁻¹)		KAN; 150 Calcium Ammonium Nitrate; 150
Vrijeme primjene Application date		April 22 nd 2004
Gnojivo; doza (kg ha ⁻¹) Fertiliser; rate (kg ha ⁻¹)		Urea; 200
Zaštita Crop protection		
Vrijeme primjene Application date	5. svibanj 2003. (CT i RT) May 5 th 2003 (CT and RT)	28. studeni 2003. November 28 th 2003
Sredstvo; doza (l ha ⁻¹) Chemical; rate (l ha ⁻¹)	Metribusine; 0.75 S-metolachlor; 1.3	Chlortoluron; 1.5
Vrijeme primjene Application date	7. svibanj 2003. (NT) May 7 th 2003 (NT)	18. svibanj 2004. May 18 th 2004
Sredstvo; doza (l ha ⁻¹) Chemical; rate (l ha ⁻¹)	Glyphosat; 4.0	Carbendazim+ Cyproconazole; 0.52 Imidacloprid; 0.125
Vrijeme primjene Application date		8. lipanj 2004. June 8 th 2004
Sredstvo; doza (l ha ⁻¹) Chemical; rate (l ha ⁻¹)		Epoxiconazole+ Carbendazim; 1.0 Chlorpyrifos+ Cypermethrin; 1.0
Datum žetve Harvesting date	19 rujan 2003. September 19 th 2003	20. srpanj 2004. July 20 th 2004

Troškovi proizvodnje svakog od uspoređivanih sustava obrade tla temeljeni su na slijedu poslova obavljenih u ovom istraživanju. Troškovi pojedinih poslova obavljenih tijekom sezone uzgoja pojedinih usjeva, kao i troškovi ljudskog rada, te cijene soje i ozime pšenice uzeti su iz cjenika usluga tvrtke Njive d.d. i Anonymous (2004a), te Anonymous (2004b).

REZULTATI I RASPRAVA

UROD

U prvoj eksperimentalnoj sezoni, najveći prosječni urod soje $Q = 3,07 \text{ Mg ha}^{-1}$ postignut je nultom obradom (NT), dok je konvencionalni sustav obrade (CT) postigao $Q = 3,02 \text{ Mg ha}^{-1}$, a sustav konzervacijske obrade (RT) imao je najmanji prosječni urod soje od $Q = 2,70 \text{ Mg ha}^{-1}$. Iako postoje razlike uroda soje između uspoređivanih sustava obrade tla, one nisu statistički značajne. Slične rezultate većih uroda zrna soje nultom obradom u usporedbi s konvencionalnom obradom postigao je u svojim pokusima Cullum i sur. (2000). Nasuprot tome Sartori i Peruzzi (1994) izvješćuju o smanjenju uroda soje proizvedene nultom obradom na razini 10% manje od one proizvedene sustavom konvencionalne obrade.

U sezoni proizvodnje ozime pšenice nultom obradom (NT) postignut je najveći prosječni urod $Q = 6,79 \text{ Mg ha}^{-1}$, što je 10,2% više od uroda postignutog konzervacijskom obradom (RT) i k tome statistički značajno na razini vjerojatnosti $p < 0.05$. Konvencionalnim sustavom obrade tla (CT) postignut je urod ozime pšenice 5,3% veći od uroda postignutog konzervacijskim sustavom (RT), a razlika je također statistički značajna na razini vjerojatnosti $p < 0.05$. Razlika uroda varijanti NT i CT nije statistički značajna.

Dawelbell i Babiker (1997) su u svojim istraživanjima imali slične rezultate. Jurić i sur. (2004) izvješćuju o nesignifikantnim razlikama uroda ozime pšenice između konvencionalnog sustava obrade tla i obrade jednim tanjuranjem. Lyon i sur. (1998) su postigli 8,0% veći urod ozime pšenice s konvencionalnim sustavom obrade nego li sa sustavom nulte obrade. Lawrence i sur. (1994) su tijekom četverogodišnjeg istraživanja sustavom nulte obrade postigli više urode nego konvencionalnim sustavom obrade tla. Arshad i Gill (1997) su tijekom usporednog trogodišnjeg istraživanja konvencionalnog, reduciranog i nultog

sustava obrade ustanovili da je reduciranim sustavom obrade postignut najveći prosječni urod ozime pšenice, dočim je konvencionalni sustav imao najmanji urod. Moreno i sur. (1997) izvješćuju da su konzervacijskim sustavom obrade tla postigli viši urod nego konvencionalnim sustavom, no razlike nisu signifikantne.

UTROŠAK ENERGIJE

Konvencionalni sustav obrade tla prema očekivanju ima najveću potrošnju goriva, 57.46 L ha⁻¹ kod proizvodnje soje i 54.50 L ha⁻¹ kod proizvodnje ozime pšenice. Reducirani sustav obrade tla je omogućio uštedu energije od 38,1% po hektaru kod proizvodnje soje i 35,5% kod proizvodnje ozime pšenice. Najveća ušteda energije po hektaru je postignuta primjenom nultog sustava (no-till) obrade tla i to 90,1% ili 51.75 L ha⁻¹ manje (za soju) i 89.9% ili 49.0 L ha⁻¹ manje u odnosu na konvencionalnu obradu (za ozimu pšenicu). Bowers (1992) prikazuje prosječnu potrošnju goriva i utrošenu energiju na temelju podataka iz različitih zemalja diljem svijeta i navodi da prosječna potrošnja goriva za oranje plugom premetnjakom je 17.49±2.06 L ha⁻¹, rovilom je 10.20±1.50 L ha⁻¹, dok je sijačicom za nultu obradu (no-till) potrebno 4.02±1.03 L ha⁻¹. Uspoređujući navedene podatke s drugim izvorima razlike se mogu očekivati s obzirom na tip tla, uvjete na polju, radnu dubinu, itd. S druge strane Köller (1996) navodi prosječnu potrošnju goriva u iznosu od 49.40 L ha⁻¹ za oranje plugom premetnjakom, zatim 31.30 L ha⁻¹ rovilom, te potrošnju od 13.40 L ha⁻¹ primjenom sustava nulte obrade (no-till).

Hernanz i Ortiz-Cañavate (1999) navode podatke koji se slažu prethodno navedenim rezultatima.

Daljnje usporedbe sustava obrade tla su učinjene s obzirom na utrošak energije za postignuti prinost (Tablica 3.) Konvencionalni sustav obrade tla (CT) ima najveći utrošak energije, 736.32 MJ Mg⁻¹ u proizvodnji soje i 324.99 MJ Mg⁻¹ u proizvodnji ozime pšenice. Utrošak energije za reducirani sustav obrade tla (RT) u proizvodnji soje je 502.19 MJ Mg⁻¹, što je spram konvencionalnog sustava ušteda od 31,8%. Sustav konzervacijske obrade (RT) je u proizvodnji pšenice postogao uštedu od 32,5% u usporedbi s konvencionalnim sustavom

Table 3. Utrošak energije i ljudskog rada za različite sustave obrade tla

Table 3. Energy and labour requirement in different soil tillage systems

Sustav obrade Tillage	Soja Soybean				Ozima pšenica Winter Wheat			
	Utrošak goriva Fuel consumption L ha ⁻¹	Utrošak energije Energy requirement MJ Mg ⁻¹	Učinak Work rate ha h ⁻¹	Produktivnost Productivity h Mg ⁻¹	Utrošak goriva Fuel consumption L ha ⁻¹	Utrošak energije Energy requirement MJ Mg ⁻¹	Učinak Work rate ha h ⁻¹	Produktivnost Productivity h Mg ⁻¹
CT	Prosječni urod Average Yield = 3.02 Mg ha ⁻¹				Prosječni urod Average Yield = 6.49 Mg ha ⁻¹			
Plug Plough	28.32	362.91	0.97	0.34	27.16	161.96	0.78	0.42
Tanjurača Disc harrow 2x	17.50	224.25	3.83	0.26	16.03	95.59	3.31	0.10
Komb. orude Seed-bed impl.	6.51	83.42	4.60	0.07	6.22	37.09	4.82	0.07
Sijačica Drill	5.13	65.74	3.52	0.09	5.09	30.35	4.05	0.08
Ukupno Total	57.46a ¹	736.32a		0.76a	54.50a ¹	324.99a		0.67a
RT	Prosječni urod Average Yield = 2.70 Mg ha ⁻¹				Prosječni urod Average Yield = 6.16 Mg ha ⁻¹			
Rovilo Chisel	22.30	319.63	1.50	0.25	22.14	139.09	1.23	0.30
Tanjurača Disc harrow	8.15	116.82	2.28	0.16	7.93	49.82	3.31	0.11
Sijačica Drill	5.13	65.74	3.48	0.11	5.09	30.35	4.05	0.09
Ukupno Total	35.58b	502.19b		0.52b	35.16b	219.26b		0.50b
NT	Prosječni urod Average Yield = 3.07 Mg ha ⁻¹				Prosječni urod Average Yield = 6.79 Mg ha ⁻¹			
Sijačica za nultu obradu No till drill	5.71c	71.97c	3.45	0.09c	5.50c	31.35c	3.92	0.08c

¹ vrijednosti označene različitim slovima ukazuju na signifikantnost razine vjerojatnosti ($p \leq 0.05$)

obrade. Sustav nulte obrade (NT) omogućuje još veću učinkovitost, pa u proizvodnji soje iziskuje svega 71.97 MJ Mg⁻¹, što je ušteda od 90,2%, dočim je u proizvodnji pšenice postignuta ušteda od 90,4%.

EKONOMSKA ANALIZA

Razmatrani ukupni troškovi uključuju sve stavke (rad, troškovi rada strojeva, sjeme, gnojivo i kemijska sredstva za zaštitu bilja) od obrade tla do žetve, uključujući i prijevoz zrna na polju. Troškovi skladištenja i rukovanja uskladištenim zrnom nisu uračunati zbog velike varijabilnosti, odnosno zbog različitosti skladišnih objekata i organizacije posla između gospodarstava.

Rezultati ispitivanja tijekom dvije godine pokazuju kod konvencionalnog sustava obrade tla (CT) najviše troškove, 381.90 € ha⁻¹ za soju i 534.80 € ha⁻¹ za ozimu pšenicu. Troškovi reduciranog sustava obrade (RT) za soju su 20% niži, dok su za ozimu pšenicu za 14% niži od konvencionalnog sustava. Nulti sustav obrade (NT) je za soju imao niže troškove za 34%, a za ozimu pšenicu za 19,1% niže troškove od konvencionalnog sustava (CT) (Tablica 4.). Iako reducirani sustav obrade tla zbog nižih prinosa ima niži prag rentabilnosti u proizvodnji soje i ozime pšenice, njegov bruto dobitak je veći (soja) ili malo veći (ozima pšenica) u odnosu na konvencionalni sustav obrade tla. To se može tumačiti nižim troškovima rada i uštedom u energije kao posljedice primjene reduciranog sustava obrade. Prema Zentner i sur. (1996) primjena reducirane obrade teških glinenih tala plugom premetnjakom daje veću uštedu od konvencionalne obrade. Suprotno prethodno navedenom Hoffman i sur. (1999) utvrđuju da sustav s primjenom pluga premetnjaka daje veću uštedu u odnosu na reducirani i nulti sustav obrade tla.

Tablica 4. Ukupni troškovi, bruto dobitak i prag rentabilnosti za različite sustave obrade tla

Table 4. Total cost, gross income and gross margin for different tillage systems

Sustavi obrade Tillage	Soja Soybean			Ozima pšenica Winter Wheat		
	Bruto prihod Gross income € ha ⁻¹	Ukupni troškovi Total costs € ha ⁻¹	Prag rentabilnosti Gross margin € ha ⁻¹	Bruto prihod Gross income € ha ⁻¹	Ukupni troškovi Total costs € ha ⁻¹	Prag rentabilnosti Gross margin € ha ⁻¹
CT	896.48	381.90	514.58	1171.87	534.80	637.07
RT	824.80	308.50	516.30	1123.47	461.40	662.07
NT	907.68	253.10	654.58	1215.87	432.80	783.07

ZAKLJUČAK

Prikazani dvogodišnji rezultati pokusa pokazuju da nekonvencionalni sustavi obrade tla zbog manje potrebe za energijom i manjim udjelom ljudskog rada mogu biti značajan ekonomski čimbenik u snižavanju troškova proizvodnje, a to bi mogla biti pomoć našim proizvođačima u sadašnjem, te posebice predstojećem boju s inozemnom konkurencijom.

LITERATURA

- Anonymous** (1975). Soil Taxonomy. Soil Survey Staff of the United States Department of Agriculture.
- Anonymous** (1998). World reference base for soil resources. FAO.
- Anonymous** (2004a). Statistical Yearbook. Central Bureau of Statistics of the Republic of Croatia
- Anonymous** (2004b). Market Information System in Agriculture, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of Republic of Croatia
- Arshad, M.A., & Gill, K.S.** (1997). Barley, canola and wheat production under different tillage-fallow-green manure combinations on a clay soil in a cold semiarid climate. *Soil & Tillage Research*, 43, 263-275.
- Bowers, W.** (1992). Agricultural field equipment. In R.C. Fluck (Ed) *Energy in World Agriculture*, Vol. 6. Energy in Farm Production (pp. 117-129). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Cervinka, V.** (1980). Fuel and energy efficiency. In D. Pimentel (Ed), *Handbook of Energy Utilization in Agriculture* (pp. 15-21). Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Cullum, R.F., McGregor, K.C., Mutchler, C.K., Johnson, J.R., & Boykin, D.L.** (2000). Soybean yield response to tillage, fragipan depth, and slope length. *Transaction of the ASAE*, 43, 563-571.

- Dawelbeit, M.I., & Babiker, E.A.** (1997). Effect of tillage and method of sowing on wheat yield in irrigated Vertisols of Rahad, Sudan. *Soil & Tillage Research*, 42, 127-132.
- Hernanz, J.L., & Ortiz-Cañavate, J.**, (1999). Energy saving in crop production. In O. Kitani (Ed), *CIGR Handbook of Agricultural Engineering*, Vol. 5. Energy and Biomass Engineering (pp. 24-39). St Joseph, MI, USA: ASAE.
- Hoffman, M.L., Buhler, D.D., & Owen, D.K.**, (1999). Weed population and crop yield response to recommendations from weed control decision aid. *Agronomy Journal*, 91, 386-392.
- Juric, I., Bede, M., Josipovic, M., & Stanisavljevic, A.** (2004). Wheat reaction to soil treatment and nitrogen fertilization. *Proceedings of the 39th Croatian Symposium on Agriculture*. Opatija, Croatia.
- Köller, K.**, (1996). Production de céréals sous labor. *Revue Suisse d'agriculture*, 28, 30.
- Lawrence, P.A., Radford, B.J., Thomas, G.A., Sinclair, D.P. & Key, A.J.** (1994). Effect of tillage practices on wheat performance in a semi-arid environment. *Soil & Tillage Research*, 28, 347-364.
- Lyon, J.D., Stroup, W.W., & Brown, R.E.** (1998). Crop production and soil water storage in long-term winter wheat-fallow tillage experiments. *Soil & Tillage Research*, 49, 19-27.
- Moreno, F., Pelegrin, F., Fernandez, J.E., & Murillo, J.M.** (1997). Soil physical properties, water depletion and crop development under traditional and conservation tillage in southern Spain. *Soil & Tillage Research*, 41, 25-42.
- Sartori, L., & Peruzzi, A.** (1994). The evolution of no-tillage in Italy: A review of the scientific literature. *Proceedings of the 1st EC-Workshop "Experience with applicability of no-tillage crop production in the West-European countries"*, Giessen, Germany.

Zentner, R.P., McConkey, C.A., Campbell, F.B., & Selles, F. (1996). Economics of conservation tillage in the semiarid prairie. *Canadian Journal of Plant Sciences*, 76, 697-705.

Zimmer, R., Bracun, M., Kosutic, S., Filipovic, D., Pokrivka, A., & Varga V. (2001). No-till soybean production. Proceedings of the 29th Int'l Sym. Actual Tasks on Agricultural Engineering Opatija, Croatia.

Žugec I., Stipesevic B., Kelava I., Rational soil tillage for cereals (Winter wheat - *Triticum aestivum* L. and Spring barley - *Hordeum vulgare* L.) in eastern Croatia, 15th ISTRO Conference, Fort Worth, USA, 2000.

Adresa autora – Authors' address: Primljeno – Received: 22.10.2006.

Prof. dr. sc. Silvio Košutić,
Prof. dr. sc. Dubravko Filipović,
Prof. dr. sc. Zlatko Gospodarić,
Mr. sc. Igor Kovačev

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska c. 25, 10 000
Zavod za mehanizaciju poljoprivrede, Zagreb, Croatia

Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagreb
Zavod za pedologiju, u, Svetosimunska c. 25, 10000 Zagreb, Croatia,
e-mail: shusnjak@agr.hr

Prof. dr. sc. Robert Zimmer

Zavod za mehanizaciju poljoprivrede, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku J.J. Strossmayer, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Croatia, e-mail: zimmer@pfos.hr