

Bibliid: 0350-2953 (2008) 34: 1-2, p. 87- 96
UDK: 631.372

Originalni naučni rad
Original scientific paper

**ISTRAŽIVANJE UTICAJA SABIJENOSTI ZEMLJIŠTA NA PRINOS
SUNCOKRETA I PROMENE U ZEMLJIŠTU NA UVRATINAMA I
UNUTRAŠNJEM DELU PARCELE**

**THE ANALYSIS OF SOIL COMPACTION INFLUENCE ON
SUNFLOWER YIELD AND CHANGES IN SOIL ON HEADLANDS AND
INNER PART OF FIELDS**

Savin L*, Nikolić R*, Simikić M*, Furman T*, Tomić M*, Gligorić Radojka*, Jarak
Mirjana*, Đurić Simonida*, Sekulić P,** Vasin J.**

REZIME

U radu su prikazani rezultati ispitivanja uticaja sabijanja zemljišta na uvratinama i unutrašnjem delu parcele na prinos suncokreta, hemijske i biološke promene u zemljištu. Sabijenost zemljišta na uvratinama tokom 5 godina ispitivanja posle setve bila je za 23,01% veća u odnosu na unutrašnji deo, dok je povećanje sabijenosti zemljišta na uvratini pre ubiranja iznosilo 28,43%.

Velik broj prelaza doveo je do intenzivnijeg sabijanja zemljišta na uvratinama, uslovljavajući nepovoljne uslove za razvoj korenovog sistema i slabije mikrobiološke aktivnosti, radi čega smanjenje biološkog prinosa iznosi 33,57%, a mase suvog zrna 35,25%. Hemijska analiza sastava zemljišta na uvratini i unutrašnjem delu parcele pokazala je da je veći sadržaj humusa na uvratinama nego u unutrašnjem delu parcele zbog slabije mikrobiološke aktivnosti.

Ključne reči: uvratina, sabijenost zemljišta, hemijska struktura, mikrobiološka aktivnost, suncokret, prinos

SUMMARY

This paper shows the results of analysis of soil compaction influence on sunflower yield on headland and inner part of a field, chemical and biological changes in soil. During the 5 years investigation, soil compaction after sowing was 23.01% greater on headland than in the inner part, while before harvesting, there was an increase of 28.43% in soil compaction.

Large number of passages, which caused intensified soil compaction on headlands, poor conditions for the root system development, and poor microbiological activities led to yield reduction, which was 33.57% in total mass and 35.25% in dry grain mass. Chemical analysis of soil on headland and in the inner part of a field showed higher humus concentration on

* Dr Lazar Savin, docent, dr Ratko Nikolić, red. prof, mr Mirko Simikić, nauč. sar, dr Furman Timofej, red. prof, dr Milan Tomić, docent, dr Radojka Gligorić, red. prof, dr Mirjana Jarak, red. prof, dr Simonida Đurić, docent, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

** Dr Petar Sekulić, red. prof, mr Jovica Vasin, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

headlands, due to poor microbiological activities.

Key words: headland, soil compaction, soil chemical properties, microbiological activity, sunflower, yield

UVOD

U ovom radu obavljena je analiza uticaja sabijanja zemljišta na prinos suncokreta na uvratinama i unutrašnjem delu parcele. Kretanje traktorskih i mobilnih sistema može da se podeli u dve grupe i to na: kretanje po unutrašnjosti parcele i kretanje na uvratinama. Oba navedena kretanja dovode do sabijanja zemljišta, ali različitih intenziteta, Ronai (1989) i Schwngard (1991). Pri kretanju traktorskih i drugih mobilnih sistema na uvratinama dolazi do većeg sabijanja zemljišta, zbog manjih brzina kretanja pri okretanju. Manje brzine kretanja omogućuju da zemljište bude duže vremena izloženo delovanju normalnih napona, čime se ono više sabija. Pored manje brzine kretanja na povećanje sabijanja zemljišta utiče broj prolaza po uvratini kao i povećan specifični pritisak. Broj prolaza po parceli utiče ne samo na dubinu traga točka, nego i na pogaženu površinu. Stepen pogažene površine predstavlja odnos između širine tragova točkova ili gusenice prema radnom zahvatu priključne mašine. Dužina puta koji pređe traktorski sistem na uvratinama je veći nego u unutrašnjosti parcele, sveden na širinu uvratina. Ovo povećanje javlja se zbog okretanja traktorskih sistema, koje može biti izvedeno na različite načine (kruškasta petlja, lastin rep, itd.). Na sabijanje zemljišta na uvratinama utiče i način priključenja poljoprivrednih mašina. Nošene i polunošene mašine, namenjene za pripremu zemljišta, setvu, zaštitu i negu kultura, pri okretanju na uvratinama dižu se u transportni položaj, pri čemu dolazi do preraspodele njihovih masa i mase sa prednjih na zadnje pogonske točkove traktora. Uvratine zauzimaju mali deo parcele, ali ako se namerava da se u potpunosti iskoristi parcela potrebno je da se obrati pažnja, posebno ako se problem posmatra kroz preciznu poljoprivredu. Predmeti istraživanja bili su: intenzitet sabijenosti – otpor konusa, hemijske osobine zemljišta, mikrobiološka aktivnost i prinos suncokreta.

MATERIJAL I METOD RAD

Izbor lokacije

S obzirom na to da u stvarnim uslovima ne postoji mogućnost proizvodnje pšenice na istoj parceli tokom 5 godina, odabrane su susedne parcele jednog istog imanja. Intenzitet sabijenosti zemljišta meren je elektronskim penetrometrom firme "Findlay Irvine Ltd" sa uglom od 30° i prečnikom od 12,83 mm, koji je u saglasnosti sa ASAE Standardom (1993). Otpor konusa meren je u 10 ponavljanja na 3 mesta po širini sa razmakom od 3 m između mernih tačaka i 3 mesta po dužini sa razmakom od 6 m između mernih tačaka i na uvratini i u unutrašnjem delu parcele. Na istim mestima uzeti su uzorci zemljišta, radi određivanja hemijskog sastava i mikrobiološke aktivnosti u zemljištu i to sa dubine od 10-25 cm, jer ona predstavlja sloj koji se obrađuje plugovima. Broj ponavljanja za navedenu šemu merenja i uzimanja uzoraka zemljišta je 3. Merenje je obavljeno na uvratini i u unutrašnjem delu parcele. Merenje i uzorkovanje zemljišta obavljeno je dva puta tokom vegetacije i to na početku vegetacije, odnosno posle setve i na kraju tj. pre ubiranja, radi utvrđivanja ostvarenog prinosa, slika 1. Takođe, merenja su obavljena tokom 5 godina, od 2003. do 2007, Jarak et al (2004), (2005), (2006), Nikolić et al. (2003, 2004, 2006 i 2007), i Simikić et al. (2005). Radi razmatranja prave uvratine, odabrane su parcele pored kojih je asfaltni put ili drvoredi tako da se okretanje traktorskih i mobilnih sistema obavlja samo na parceli, formirajući pravu uvratinu. Širina uvratine je 12 m. Tip zemljišta je černozem karbonantni na lesnoj terasi.



a) posle setve
a) after sowing



b) pre ubiranja
b) before harvesting

Sl. 1 Posmatrana parcela
Fig. 1 Observed field

Mehanički sastav zemljišta

Mehanički sastav zemljišta određen je na početku istraživanja u 2003. Za određivanje je korišćena metoda pipete sa pripremom uzoraka za analizu sa Na – pirofosfatom, a klasifikacija teksturne klase prema Tommerupu, tabela 1.

Tab. 1 Mehanički sastav zemljišta

Tab. 1 Soil mechanical composition

	Krupan pesak, Coarse sand, %	Sitan pesak, Fine sand, %	Prah, Silt, %	Glina, Clay, %	Teksturna klasa (prema Tommerup-u) Texture Class (after Tommerup)
	2-0,2 mm	0,2-0,02 mm	0,02-0,002 mm	< 0,002 mm	
Uvratina, Headland	3,07	42,69	38,89	15,35	Glinovita ilovača, clayey loam
Unutrašnji deo Inner part	3,83	43,50	38,29	14,37	Ilovača, loam

Primenjena tehnologija proizvodnje

Za proizvodnju suncokreta primenjena je klasična tehnologija kod koje se osnovna obrada obavlja plugovima. Ista agrotenika je primenjena svih 5 godina istraživanja, tabela 2. Predkulutra je uvek bila soja. Tokom svih godina istraživanja korišćeni su isti traktori, priključne mašine i kombajn.

Između setve i ubiranja napravljena su tri prolaza od toga 1 za međurednu kultivaciju i 2 za zaštitu suncokreta.

Ispitivanje hemijskog sastava zemljišta

Laboratorijska analiza obuhvata sledeće parametre:

pH-vrednost određena je u suspenziji zemljišta sa kalijum-hloridom i suspenziji zemljišta sa vodom (10 g : 25 cm³), potencimetrijski, pH metar PHM62 standard - radiometar Copenhagen; pH metar PHM250 – radiometar Copenhagen

Sadržaj CaCO₃ određen je volumetrijski, pomoću Scheiblerovog kalcimetra ;
 Sadržaj humusa određen je metodom Tjurina oksidacijom organske materije;
 Ukupan sadržaj azota - CHNS analizatorom;
 Lakopristupačni fosfor (ekstrakcija s amonijum-laktatom) - AL metodom; određivanje na spektrofotometru; „Cary 3E“ - Varian
 Lakopristupačni kalijum (ekstrakcija s amonijum-laktatom) - AL metodom; određivanje na EVANS plamenfotometru

Ispitivanje mikrobiološke aktivnosti zemljišta

Mikrobiološka aktivnost praćena je preko ukupnog broja mikroorganizama, broja azotobaktera i aktivnosti dehidrogenaze. Brojnost mikroorganizama određivana je zasejavanjem razređene suspenzije zemljišta na odgovarajuću hranjivu podlogu. Ukupan broj mikroorganizama određen je metodom Poshon i Tardiux (1963). Zastupljenost azotobaktera određivana je na Fjodorovoj podlozi metodom fertilnih kapi (Anderson, 1965). Broj mikroorganizama je preraćunat na 1 gram apsolutno suvog zemljišta. Aktivnost dehidrogenaze je određivana spektrometrijskom metodom prema Thalmannu (1968).

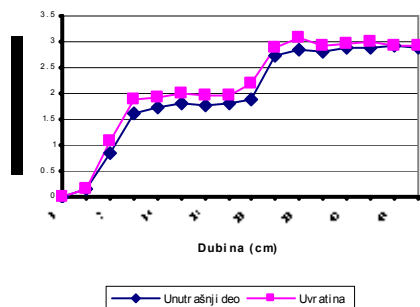
Tab. 2 Primenjena tehnologija za proizvodnju suncokreta

Tab. 2 Technology for sunflower production

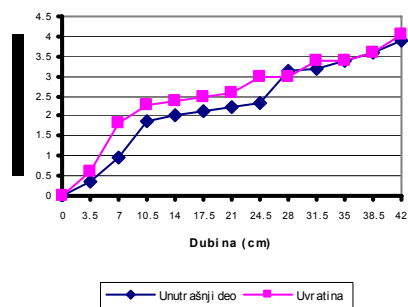
R. br.	Agrotehnićka operacija, Field operation	Traktor, Tractor		Prikljućna mašina, Implement	
		Snaga Power (kW)	Masa Weight (kg)	Radni zahvat Working width (m)	Masa, Weight (kg)
1.	Sitnjenje biljnih ostataka, Plant wastes cattering	60	3900	2,8	1320
2.	Osnovno đubrenje, Fertilizing	60	3900	18	312
3.	Oranje, Plowing	172	9220	2	2500
4.	Priprema zemljišta I, Seed bad preparation	172	9220	9,6	2580
5.	Priprema zemljišta II, Seed bad preparation	172	9220	9,6	2580
6.	Setva, Sowing	60	3900	5.6	1170
7.	Zaštita biljaka I, Crop protection	60	3900	18	1508
8.	Međuredna kultivacija, Inter-row cultivating	60	3900	5,6	1007
9.	Zaštita biljaka II, Crop protection	60	3900	18	1508
10.	Ubiranje, Harvesting	216		6	11864

REZULTATI ISTRAŹIVANJA I DISKUSIJA

U 2007. godini i nakon setve, sabijenost zemljišta na uvratinama i dubini od 7-28 cm bila je 1,85 MPa, dok je u unutrašnjem delu parcele sabijenost zemljišta bila 1,63 MPa, slika 2. Pre ubiranja sabijenost zemljišta na uvratinama bila je 2,50 MPa na istoj dubini, dok je u unutrašnjem delu parcele sabijenost zemljišta bila 2,10 MPa.



a) posle setve, after sowing



b) pre ubiranja, before harvesting

Sl 2 Sabijenost zemljišta suncokreta, 2007

Fig. 2 Intensity of soil compaction, 2007

Indeks konusa umnogome zavisi od vlažnosti zemljišta. Najveća sabijenost zemljišta izmerena je u 2002. godini na uvratini pre ubiranja, pri čemu povećanje sabijenost zemljišta iznosi 45,50% pri vlažnosti zemljišta od 16,42%, tabela 3.

Tab. 3 Intenzitet sabijenosti zemljišta na dubini od 7 - 28 cm

Tab. 3 Intensity of soil compaction at depth of 7 - 28 cm

R . b r.	Godina, Year	Vreme merenja Measuring time	Vlažnost zemljišta, Soil moisture (%)	Otpor konusa, Cone index (MPa)		Povećanje, Increasing (%)
				Unutrašnji deo parcele, Inner part of field	Uvratina Headland	
1.	2003	Setva, Sowing	24,82	1,32	1,76	33,33
		Ubiranje, Harvesting	16,42	2,04	2,89	41,66
2.	2004	Setva, Sowing	22,13	1,66	2,18	31,32
		Ubiranje, Harvesting	14,83	2,37	3,12	31,64
3.	2005	Setva, Sowing	23,68	1,84	2,14	16,30
		Ubiranje, Harvesting	15,24	2,25	2,82	25,33
4.	2006	Setva, Sowing	25,08	1,87	2,25	20,32
		Ubiranje, Harvesting	17,82	2,67	3,32	24,34
5.	2007	Setva, Sowing	22,65	1,63	1,85	13,80
		Ubiranje, Harvesting	12,42	2,10	2,50	19,19

Prosečna sabijenost zemljišta na uvratinama nakon setve bila je za 23,01% veća u odnosu na unutrašnji deo, tabela 3. Prelazi preko zemljišta doveli su do intenzivnijeg sabijanja zemljišta na uvratinama u odnosu na unutrašnji deo parcele, tako da je povećanje sabijenosti zemljišta na uvratini pre ubiranja iznosilo 28,43%.

Prosečna sabijenost zemljišta na uvratinama nakon setve bila je za 23,01% veća u odnosu na unutrašnji deo, tabela 3. Prelazi preko zemljišta doveli su do intenzivnijeg sabijanja zemljišta na uvratinama u odnosu na unutrašnji deo parcele, tako da je povećanje sabijenosti zemljišta na uvratini pre ubiranja iznosilo 28,43%.

Intenzivnije sabijanje zemljišta na uvratinama stvorilo je nepovoljne uslove za razvoj korenovog sistema i slabije mikrobiološke aktivnosti, radi čega je dobijena velika razlika između ostvarenih prinosa na uvratini i unutrašnjem delu parcele, tabela 4. Najmanja razlika u prinosu suvog zrna izmerene je u 2007. godini iznosi 19,09%, dok je najveća razlika bila u 2003. godini i iznosila je 74,50%.

Prosečno smanjenje biološkog prinosa tokom 5 godina istraživanja iznosi 33,57%, a prosečno smanjenje mase suvog zrna 35,25%.

Tab. 4 Prinos suncokreta na uvratini i u unutrašnjosti, vlažnost zrna 11%

Tab. 4 Sunflower yield on headland and inner part of a field, at grain moisture 11%

R. br. No	Godina, Year	Parametri, Parameters	Prinos, Yield (t/ha)		Smanjenje, Decreasing (%)
			Unutrašnji deo parcele Inner part of field	Uvratina Headland	
1.	2003	Biološki prinos, Total yield	5,17	1,36	73,69
		Masa zrna, Grain mass	1,96	0,50	74,50
2.	2004	Biološki prinos, Total yield	7,02	5,42	22,79
		Masa zrna, Grain mass	2,61	1,95	25,28
3.	2005	Biološki prinos, Total yield	4,24	3,1	26,88
		Masa zrna, Grain mass	1,72	1,26	26,74
4.	2006	Biološki prinos, Total yield	4,61	3,26	29,28
		Masa zrna, Grain mass	2,25	1,56	30,66
5.	2007	Biološki prinos, Total yield	8,20	6,95	15,24
		Masa zrna, Grain mass	3,09	2,50	19,09

Radi boljeg sagledavanja uticaja sabijenosti zemljišta na prinos kultura određen je hemijski sastav zemljišta, tabela 5.

Prema sadržaju CaCO₃ u zemljištu uzorci zemljišta pripadaju klasi jako karbonatnih zemljišta. Uzorci zemljišta sa uvratina imaju viši sadržaj humusa u odnosu na one s unutrašnjeg dela parcele. Prosečan sadržaj humusa na uvratinama tokom petogodišnjeg istraživanja iznosi 3,39% dok u unutrašnjem delu parcele sadržaj je manji i iznosi 3,06%. To može da se dovede u vezu sa većom sabijenošću zemljišta na uvratinama, što smanjuje mikrobiološku aktivnost i intenzitet mineralizacije humusa. Prema sadržaju ukupnog azota uzorci pripadaju klasi zemljišta s dobrom obezbeđenošću. Prosečan sadržaj ukupnog azota na uvratinama i u unutrašnjem delu parcele je približno isti i iznosi oko 0,22%.

Tab. 5 Osnovna hemijska svojstva zemljišta

Tab. 5 Chemical soil structure

Hemijska svojstva zemljišta Soil chemical properties		Mesto uzorka Location of the sample	Dubina uzorka Depth of the sample	Godina									
				2003		2004		2005		2006		2007	
				setva sowing	ubiranje harvesting	setva sowing	Ubiranje harvesting	Setva sowing	ubiranje harvesting	setva sowing	ubiranje harvesting	setva sowing	ubiranje harvesting
pH	u KCl	uvratine	10-25	7,48	7,65	7,60	7,96	7,36	7,51	7,53	7,57	7,51	7,67
		unutrašnji deo	10-25	7,53	7,84	7,53	7,92	7,42	7,56	7,48	7,61	7,40	7,69
	u H ₂ O	uvratine	10-25	8,32	8,41	8,55	8,48	8,40	8,47	8,29	8,55	8,44	8,07
		unutrašnji deo	10-25	8,35	8,40	8,38	8,49	8,47	8,55	8,25	8,61	8,80	8,12
CaCO ₃ %	uvratine	10-25	14,7	9,21	19,3	16,95	19,68	16,22	15,89	9,57	10,73	10,22	
	unutrašnji deo	10-25	15,8	14,0	10,7	13,56	20,51	17,38	13,05	11,11	12,14	6,31	
Humus %	uvratine	10-25	3,51	3,21	2,53	2,33	3,67	3,44	3,97	3,97	3,75	3,52	
	unutrašnji deo	10-25	3,43	3,36	3,36	2,44	3,50	3,29	4,10	3,51	3,81	3,06	
Ukupno N %	uvratine	10-25	0,24	0,23	0,17	0,16	0,25	0,22	0,27	0,27	0,26	0,24	
	unutrašnji deo	10-25	0,23	0,21	0,21	0,18	0,23	0,20	0,26	0,24	0,26	0,22	
AL-P ₂ O ₅ mg/100 g	uvratine	10-25	25,7	20,4	33,6	20,80	21,64	17,10	26,10	24,9	28,7	23,9	
	unutrašnji deo	10-25	22,4	18,8	22,3	19,40	19,80	15,72	30,53	21,18	16,96	14,43	
AL-K ₂ O mg/100 g	uvratine	10-25	19,2	12,6	20,6	15,05	18,64	13,51	18,30	12,13	26,83	26,64	
	unutrašnji deo	10-25	19,0	14,4	25,9	10,52	15,27	13,82	14,53	8,90	25,13	18,92	

Vrednosti sadržaja ispitivanih makrohraniva – fosfora i kalijuma, ukazuju na to da ispitivano zemljište s uvratina pripada klasi sa visokim sadržajem. Uzorci zemljišta uzeti na uvratinama sadrže više fosfora i kalijuma u odnosu na uorke uzete u unutrašnjem delu parcele. Tako prosečan sadržaj fosfora na uvratinama iznosi 24,22 mg/100g, dok je u unutrašnjem delu parcele sadržaj iznosi 20,16 mg/100g. Prosečan sadržaj kalijuma na uvratinama iznosi 18,36 mg/100g, dok u unutrašnjem delu parcele iznosi 16,65 mg/100g.

Mikroorganizmi su živa komponenta zemljišta i indikatori pogodnosti zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju, Jarak et al. (2005). U ovim istraživanjima vrednosti mikrobioloških parametara ukazuju na visoku brojnost i aktivnost mikroorganizama u ispitivanim uzorcima zemljišta, što je i razumljivo za ispitivani tip zemljišta (černozem). Međutim, razlike se uočavaju između uzoraka zemljišta s uvratina i unutrašnjosti parcele, tabela 6.

Tab. 6 Osnovna mikrobiološka svojstva zemljišta

Tab. 6 Microbiological soil structure

Mikrobiološka svojstva Microbiological soil structure	Mesto uzorka Location of the sample	Dubina uzorka Depth of the sample (cm)	Godina, Year							
			2004		2005		2006		2007	
			setva sowing	ubiranje harvesting	setva sowing	ubiranje harvesting	setva sowing	ubiranje harvesting	setva sowing	ubiranje harvesting
Ukupan broj mikroorganizama – TN Total number of microorganisms – TN (log No)	uvratine headland	10-25	8,20	7,39	9,15	7,39	8,85	8,19	7,36	7,68
	unutrašnji deo inner part	10-25	8,15	7,66	9,29	8,68	8,89	8,38	8,24	7,78
Broj azotobaktera – Azb Number of nitric bacteria – Azb (log No)	Uvratine headland	10-25	3,14	2,93	3,74	2,23	4,17	3,88	1,25	2,45
	unutrašnji deo inner part	10-25	3,42	2,92	3,91	3,80	4,35	3,93	2,36	3,12
Aktivnost dehidrogenaze Dehydrogenase activity (mg TPF g ⁻¹ zemljišta)	uvratine headland	10-25	922	537	922	584	820	623	624	415
	unutrašnji deo inner part	10-25	1178	431	1178	831	985	845	865	751

Prosečan broj mikroorganizama na uvratinama je 8,03 TN (log No), dok je u unutrašnjem delu parcele 8,38 TN (log No), tabela 6. Prosečan broj azotobaktera na uvratinama je 2,97 Azb (log No), dok je u unutrašnjem delu parcele 3,48 Azb (log No).

Ukupan broj mikroorganizama i broj azotobaktera bio je veći u unutrašnjosti parcele što se može objasniti narušenom strukturom i slabom aeracijom zemljišta na uvratinama kao posledicom intenzivnijeg gaženja. Veći sadržaj organske materije, bolja aeracija i veća količina toplote uslovljavaju veću mikrobiološku aktivnost u oraničnom sloju zemljišta, što potvrđuju i rezultati ovih istraživanja.

ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

utvrđeno je prosečno povećanje sabijenosti zemljišta na uvratinama u odnosu na unutrašnji deo parcele za 23,01% nakon setve i 28,43% pre ubiranja,

smanjenje prinosa na uvratinama za oko 35% u odnosu na unutrašnji deo parcele,

uzorci zemljišta sa uvratina imaju viši sadržaj humusa u odnosu na one sa unutrašnjeg dela parcele, što se objašnjava većom sabijenošću zemljišta na uvratinama. Veća sabijenost zemljišta smanjuje mikrobiološku aktivnost i intenzitet mineralizacije humusa. Iako je sadržaj humusa veći na uvratinama, zbog sabijenosti zemljišta ostvaruju se manji prinosi pšenice.

brojnost ispitivanih grupa mikroorganizama je visoka i karakteristična za ispitivani tip zemljišta. Ukupan broj mikroorganizama i broj azotobaktera bio je veći u unutrašnjosti parcele, što se može objasniti narušenom strukturom i slabom aeracijom zemljišta na uvratinama, kao posledicom intenzivnijeg gaženja i većom sabijenošću zemljišta,

za bolju aeraciju zemljišta treba primeniti podrivače i razrivače.

LITERATURA

1. Anderson G.R. 1965. Ecology of Azotobacter in soil of the palouse region I. Occurrence. Soil Sci, 86, 57 –65.
2. ASAE Standard, Soil cone penetrometer, 1993.
3. Jarak M, Đurić S, Najdenovska O. 2004. The effect of compacting of soil on the microbiological activity under different plants. Tractors i power machines, 9(4): 88-92.
4. Jarak M, Furman T, Gligorić R, Đurić S, Savin L, Jeličić Z. 2005. Soil properties and wheat and maize yield on headland. Tractors i power machines, 10(3): 98-103.
5. Jarak M. e Hajnal T. 2006. The total number of microorganisms, number of fungi and azotobacter in compacted and noncompacted soil. Tractors i power machines, 11(5): 37-40.
6. Nikolić R, Savin L, Gligorić R, Furman T, Tomić M, Bertok Z. 2003. The influence of soil compaction on soybean and sunflower yield on headland. Tractors i power machines, 8(4): 141-144.
7. Nikolić R, Gligorić R, Tomić M, Hadžić V, Sekulić P, Simikić M, Vasin J. 2004. The analysis of influence of soil compaction on soybean and sunflower yield on headlands. Tractors i power machines, 9(4): 105-110.
8. Nikolić R, Savin L, Furman T, Tomić M, Gligorić R, Simikić M, Sekulić P, Vasin J, Kekić M, Bertok Z. 2006. The influence of compaction on changes in soil and maize, sunflower, soybean and sugar beet yield. Tractors i power machines, 11(5): 25-31.
9. Nikolić R, Savin L, Furman T, Tomić M, Gligorić R, Simikić M, Sekulić P, Vasin J, Kekić M, Bertok Z. 2007. The influence of compaction on changes in soil and maize, sunflower, soybean and sugar beet yield. Tractors i power machines, 12(3):

42-48.

10. Pochon J, Tardieux P. 1962. Techniques d'analyse en microbiologie du sol, Paris.
11. Ronai Đ. 1989. The influence of tyre design on soil compaction of agricultural land. *Agrotehničar*, 25(7/8): 37-39.
12. Schwngart H. 1991. Measurement of contact area, contact pressure and compaction under tires in soft soil. *Journal of Teramechanics*, 28(4): 309-318.
13. Simikić M, Nikolić R, Savin L, Hadžić V, Sekulić P, Jarak M, Furman T, Tomić M, Vasin J. 2005. The influence of tractors and mobile systems on contents of fertilizers in soil. *Tractors i power machines*, 10(1): 21-98.
14. Thalmann A. 1968. Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirsch. Forsch.* 21: 249-257.

Primljeno: 13.01.2008.

Prihvaćeno: 16.01.2008.