

UTICAJ OBRADE ZEMLJIŠTA ROTACIONOM SITNILICOM NA PROMENU ZAPREMINSKE MASE ZEMLJIŠTA

Ponjičan, O.¹, Bajkin, A.¹, Nešić, Ljiljana¹, Belić, M.¹, Vasin, J.²

REZIME

Utvrdjivanje promene zapreminske mase zemljišta pre i nakon obrade sa rotacionom sitnilicom, kao i u zavisnosti od smera obrtanja rotora izvedeno je u cilju određivanja optimalnog načina obrade zemljišta za korenasto povrće. Ispitivanje adaptirane rotacione sitnilice izvedeno je u poljskim uslovima na tri parcele. Uzorci zemljišta uzimani su saglasno standardu ISO 7256/1. Statistički značajne razlike između posmatranih varijanti određene su preko F-testa analize varijanse i Duncan-ovog testa na pragu značajnosti od 5%.

Zapreminska masa pre obrade na dubini do 10 cm kretala se od 1,132–1,433 g/cm³ na strništu, od 1,286–1,442 g/cm³ na sojištu i 1,043–1,309 g/cm³ na oranom zemljištu.

Zapreminska masa na obrađenom zemljištu na dubini do 10 cm kretala se u granicama 1,015–1,186 g/cm³ na strništu, 0,990–1,151 g/cm³ na sojištu i 0,995–1,066 g/cm³ na oranom zemljištu.

Povećanjem radne brzine na strništu i sojištu izmerene su statistički jednake ili statistički značajno više vrednosti zapreminske mase zemljišta. Na oranom zemljištu nisu izmerene statistički značajne razlike.

Promenom smera obrtanja utvrđene su statistički značajne razlike jedino na sojištu, pri čemu je došlo do prekomernog usitnjavanja na dubini 5–10 cm pri istosmernom obrtanju rotora rotacione sitnilice.

Ključne reči: rotaciona sitnilica, obrada zemljišta, zapreminska masa zemljišta, smer obrtanja rotora

UVOD

Obrada zemljišta je i dalje najsloženija agrotehnička mera za koju se u biljnoj proizvodnji angažuje više od 30% ukupne energije. Zato se danas čine veliki napori

1 Mr Ondrej Ponjičan, asistent, dr Anđelko Bajkin, redovni profesor, dr Ljiljana Nešić, docent, dr Milivoj Belić, vanredni profesor, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

2 mr Jovica Vasin, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

da se usavrše postojeći i razviju novi alati i sistemi za obradu zemljišta i tako smanji potrebna energija za obradu (Marković i sar, 1995).

Rotacione sitnilice kao, samostalne mašine, u manjem obimu koriste se zbog relativno velike potrošnje energije (Bajkin, 2006). Glavni razlog zašto bi u većem obimu trebalo koristiti rotacione sitnilice je visoka efikasnost rada, lako rukovanje, ravna površina zemljišta posle obrade i dobro usitnjavanje zemljišta. Unapređenjem oblika alata za obradu zemljišta (noževa), moguće je redukovati vučnu silu i potrebnu snagu, a u isto vreme postići dobar kvalitet obrade (Salokhe and Ramalingam, 2003).

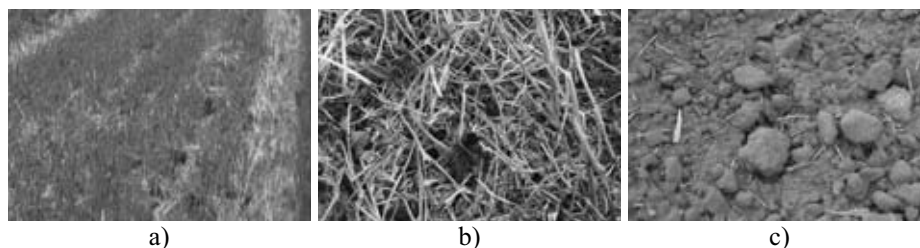
Prilikom ispitivanja fizičkih osobina zemljišta pri radu klasične rotacione sitnilice sa suprotnosmernim obrtanjem rotora, utvrđen je bolji kvalitet rada u poređenju sa rotacionom sitnilicom s istosmernim obrtanjem rotora (Salokhe and Ramalingam, 2001).

Analizu strukturnog sastava zemljišta prilikom izvođenja dopunske obrade zemljišta mašinama za formiranje mini gredica različite konstrukcije navode Ponjičan i sar, (2008). Mašina za formiranje mini gredica sa rotacionom sitnilicom sa istosmernim obrtanjem rotora i noževima u obliku slova »I« ostvarila je prekomernu usitnjenost zemljišta na dubini 15–20 cm. Kvalitetna slojevitaa obrada zemljišta ostvarena je korišćenjem mašine za formiranje mini gredica sa suprotnosmernim obrtanjem rotora i noževima u obliku slova »L«.

Savremena proizvodnja korenastog povrća izvodi se na gredicama ili mini gredicama. Formiranjem mini gredica postižu se optimalne fizičke osobine zemljišta za rast korena mrkve na različitim tipovima zemljišta (Ponjičan i sar, 2009).

MATERIJAL I METOD RADA

Adaptirana rotaciona sitnilica koja ima mogućnost promene smera obrtanja rotora, ispitivana je u poljskim uslovima u ataru sela Kisač (geografska širina 45° 21' 58" i geografska dužina 19° 45' 23"), u toku 2008. godine, na zemljištu tipa černoze, na lesu i lesolikim sedimentima, karbonatni, oglejeni, srednje duboki (Najgebauer i sar, 1971, Škorić i sar, 1985). U zavisnosti od predkulture i prethodnog načina obrade, ispitivanja su izvedena na tri parcele (sl. 1): na strništu, na sojištu i na oranom zemljištu.



Slika 1. Ispitivane parcele: a) strnište; b) sojište; c) oranom zemljište

Figure 1. Studied plots: a) stubble field; b) soybean field; c) ploughed field

Svaka od ispitivanih parcela (strnište, sojište, orano zemljište), podeljena je na dvanaest jednakih potparcela širine 2,5 i dužine 150 m. Na svakoj pojedinačnoj potparceli, rotaciona sitnilica je ispitivana pri radu sa četiri radne brzine počevši od najnižeg stepena prenosa traktora. Prostorni raspored potparcela omogućio je utvrđivanje uticaja smera obrtanja rotora rotacione sitnilice na kvalitet rada, uz eliminisanje uticaja promenljivih parametara stanja parcele.

Cilj ispitivanja bilo je utvrđivanje razlika između obrađenog i neobrađenog zemljišta, kao i razlika usled promene radne brzine i smera obrtanja rotora rotacione sitnilice. Stanje zemljišta pre ispitivanja određeno je merenjem fizičkih osobina zemljišta: momentalna vlažnost, mehanički sastav, prava specifična masa i zapreminska masa zemljišta. Ocena kvaliteta rada izvedena je merenjem zapreminske mase zemljišta.

Prilikom ispitivanja korišćena je metodologija i laboratorijska oprema Laboratorije za zemljište i agroekologiju, akreditovane prema standardu SRPS ISO/IEC 17025:2006, Instituta zaratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Uzorci zemljišta uzimani su u rasutom (poremećenom) stanju i u prirodnom neporemećenom stanju pomoću cilindra po Kopecky-om, saglasno standardu *ISO 7256/1*.

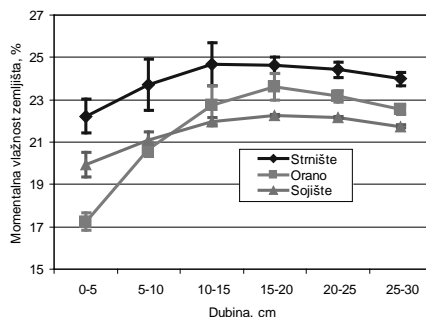
REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

Uslovi ispitivanja

Ispitivanje je izvedeno u Kisaču na tri parcele (strnište, sojište i orano zemljište) u toku 2008. godine, na zemljištu mehaničkog sastava: krupan pesak 1,20%, sitan pesak 36,88%, prah 43,48% i glina 18,44%. Podela čestica zemljišta je izvedena na osnovu klasifikacije koju daje ISSS-International Society of Soil Science.

Prava specifična masa ispitivanog zemljišta iz prosečnog uzorka do dubine 15 cm iznosi 2,59 g/cm³. Prilikom ispitivanja, zemljište je bilo prekriveno većom količinom biljnih ostataka i to u količini 0,6 kg/m² na strništu i 0,85 kg/m² na sojištu.

Momentalna vlažnost zemljišta merena je na svakih 5 cm, do dubine 30 cm, (sl. 2).



Slika 2. Momentalna vlažnost zemljišta pri različitim uslovima ispitivanja
Figure 2. Soil moisture in different treatments

Zadata vrednost radne dubine rotacione sitnilice bila je 10 cm, a srednja ostvarena radna dubina kretala se od 8,10 cm na sojištu do 11,79 na oranom zemljištu. Momentalna vlažnost na dubini obrade izmerena na strništu kretala se od 22,2–23,7%, na sojištu od 19,9–21,1% i na oranom zemljištu od 17,2–20,7%.

Optimalne vrednosti vlažnosti zemljišta na černozeu na lesnoj terasi pri kojoj bi trebalo da se izvodi obrada, kreću se u intervalu 21,37– 27,89% (Ćirić i sar, 2008).

Minimalna količina energije na srednje teškom zemljištu pri izvođenju tehnološke operacije oranja angažuje se pri vrednostima za momentalnu vlažnost zemljišta u granicama od 17–23%, i kultiviranju u granicama 17,5–22,5%. Mrvičasta struktura zemljišta se obrazuje pri vrednostima momentalne vlažnosti od 20–21%, a intenzivno usitnjavanje strukturnih agregata u toku izvođenja predsetvene pripreme zemljišta javlja se pri vrednostima momentalne vlažnosti od 17–18%, (Birkás, 2008).

Ispitivanje rotacione sitnilice izvedeno u optimalnim vrednostima za momentalnu vlažnost zemljišta. Na ovaj način za obradu zemljišta angažovana je minimalna količina energije i ne dolazi do prekomernog usitnjavanja, degradacije i stvaranja praškaste strukture koja je podložna eroziji vetrom i vodom, uz stvaranje nepovoljnog vodnog i vazdušnog režima u zemljištu.

U realnim uslovima korišćenja poljoprivrednih mašina dolazi do gaženja zemljišta što se odlikuje promenom fizičkih osobina posebno površinskog sloja zemljišta, koji je bio predmet ispitivanja. Usled kretanja točkova u vlažnim uslovima dolazi do sabijanja zemljišta do dubine 30 cm pri osovinskom opterećenju od 4 t, a pri osovinskom opterećenju od 10 t do dubine 50 cm. Na suvom zemljištu manja je zapreminska deformacija zemljišta. Usled pojedinačnog obavljanja pojedinih agrotehničkih operacija sa mašinama manjeg radnog zahvata ukupna pogažena površina je 1,5 ha/ha posmatranog zemljišta (Birkás, 2008).

Na tragu točka traktora iz ranijih prohoda u toku izvođenja obrade zemljišta došlo je do gaženja zemljišta (gaženo, G), a jedan deo površine zemljišta ostao je negažen (negaženo, NG). Prilikom poljskih ispitivanja, procentualna zastupljenost gaženog zemljišta (G), s obzirom da je ispitivana mašina malog radnog zahvata (1,3 m) i usled ranijih prohoda, iznosila je $\approx 50\%$.

Zapreminska masa zemljišta

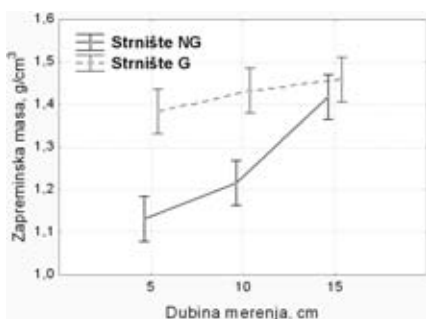
Stanje ispitivanih parcela i kvalitet rada ispitivane mašine kvantitativno je određen preko zapreminske mase zemljišta izmerene pomoću cilindra po Kopecky-om. Uzorci su uzimani na svakih 5 cm, do dubine 15 cm.

Na osnovu *F*-testa analize varijanse utvrđene su statistički značajne razlike na pragu značajnosti od 5%, za izmerene vrednosti zapreminske mase pre i nakon obrade u zavisnosti od režima rada (radna brzina i smer obrtanja) rotacione sitnilice (faktor A) kao i sa promenom dubine merenja (faktor B). Takođe je značajna i interakcija posmatranih faktora (A*B). Testiranje statistički značajnih razlika između izmerenih

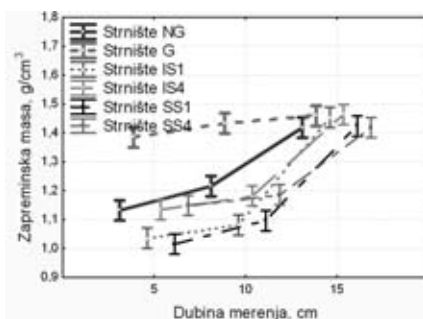
vrednosti izvedeno je preko Duncan-ovog testa, (tab. 1).

Između gaženog i negaženog dela parcele utvrđene su statistički značajne razlike (sl. 3,a; 3,c; 3,e), koje ukazuju na nehomogenost fizičkih osobina zemljišta na ispitivanim parcelama (realno stanje pri radu mašina u eksploatacionim uslovima). Ukupna zapreminska masa pre obrade na dubini do 10 cm kretala se od 1,132–1,433 g/cm³ na strništu, od 1,286–1,442 g/cm³ na sojištu i 1,043–1,309 g/cm³ na oranom zemljištu.

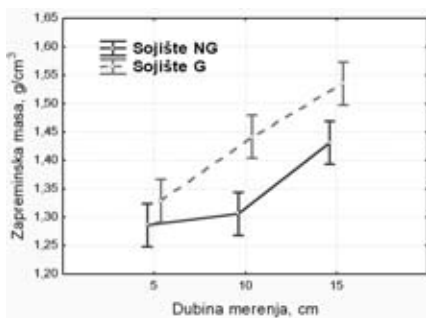
Vrednost zapreminske mase iznad 1,6 g/cm³ predstavlja barijeru za rast korenovog sistema kulturnih biljaka, dolazi do ležanja vode i do anaerobnih procesa u zemljištu. Iz navedenih razloga potrebno je smanjiti broj tehnoloških operacija prilikom obrade zemljišta (*Resulović i Čustović, 2002*).



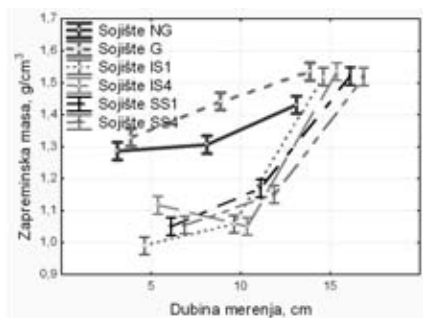
a)



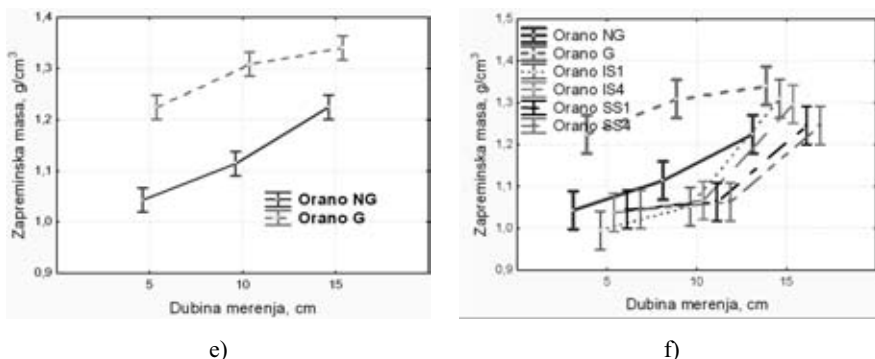
b)



c)



d)



Slika 3. Zapreminska masa zemljišta u zavisnosti od dubine obrade i smera obrtanja rotora rotacione sitnilice pri različitim uslovima ispitivanja:

a) strnište; b) kvalitet rada na strništu; c) sojište; d) kvalitet rada na sojištu;
 e) orano zemljište; f) kvalitet rada na oranom zemljištu

Figure 3. Soil bulk density as affected by cultivation depth and direction of rotor movement in different conditions:

a) stubble field; b) cultivation quality in stubble field; c) soybean field;
 d) cultivation quality in soybean field; e) ploughed field;
 f) cultivation quality in ploughed field

Uticaj obrade rotacionom sitnilicom prikazan je na slikama 3,b, 3,d i 3,f. Zapreminska masa na obrađenom zemljištu na dubini do 10 cm kretala se od 1,015–1,186 g/cm³ na strništu, do 0,990–1,151 g/cm³ na sojištu i 0,995–1,066 g/cm³ na oranom zemljištu.

Na zemljištu koje je obrađeno rotacionom sitnilicom javljaju se statistički značajno niže vrednosti zapreminske mase u odnosu na gaženo (G) neobrađeno zemljište na sve tri ispitivane parcele (tabela 1). Za pojedine režime rada, statistički značajno niže vrednosti zapreminske mase pojavile su se na zemljištu obrađenom rotacionom sitnilicom u odnosu na negaženo zemljište (NG) na strništu i na sojištu.

Tabela 1. Zapreminska masa zemljišta u zavisnosti od dubine merenja i smera obranja rotora za različite uslove ispitivanja

Table 1. Soil bulk density as affected by cultivation depth and direction of rotor movement in different conditions

Dubina, cm	Merno mesto		Zapreminska masa, g/cm ³		
			Strnište	Sojište	Orano
0–5	Pre obrade	Negaženo NG	1,132 cd*	1,286 e	1,043 ab
		Gaženo G	1,384 f	1,329 f	1,225 cd
	Isto-smerno	IS 1	1,036 ab	0,990 a	0,995 a
		IS 4	1,134 cd	1,117 c	1,038 a
	Suprotno-smerno	SS 1	1,015 a	1,050 b	1,045 ab
		SS 4	1,150 d	1,055 b	1,045 ab
5–10	Pre obrade	Negaženo NG	1,216 e	1,306 ef	1,114 b
		Gaženo G	1,433 fg	1,442 g	1,309 ef
	Isto-smerno	IS 1	1,081 bc	1,058 b	1,052 ab
		IS 4	1,182 de	1,051 b	1,066 ab
	Suprotno-smerno	SS 1	1,096 c	1,169 d	1,063 ab
		SS 4	1,186 de	1,151 cd	1,063 ab
10–15	Pre obrade	Negaženo NG	1,418 fg	1,431 g	1,225 c
		Gaženo G	1,459 g	1,535 h	1,340 f
	Isto-smerno	IS 1	1,453 g	1,519 h	1,310 ef
		IS 4	1,463 g	1,535 h	1,296 de
	Suprotno-smerno	SS 1	1,423 fg	1,521 h	1,245 cde
		SS 4	1,419 fg	1,519 h	1,245 cde

*Poređenje pomoću Duncan-ovog testa ($\alpha = 5\%$) izvedeno po kolonama a ne po redovima

Povećanjem radne dubine izmerene su statistički jednake ili statistički značajno više vrednosti zapreminske mase zemljišta na strništu i sojištu. Na oranom zemljištu nisu izmerene statistički značajne razlike zapreminske mase zemljišta na pragu značajnosti od 5% sa povećanjem dubine merenja (tabela 1).

Promenom smera obrtanja na strništu i oranom zemljištu nisu utvrđene statistički značajne razlike. Promenom smera obrtanja na sojištu za istosmerno obrtanje na dubini 0–5 cm utvrđene su statistički značajno više, a na dubini 5–10 cm statistički značajno niže vrednosti zapreminske mase u odnosu na suprotnosmerno obrtanje, što je u saglasnosti sa rezultatima koje navode Salokhe and Ramalingam (2001). Niža vrednost zapreminske mase posledica je prekomernog usitnjavanja zemljišta na većoj dubini do kojeg dolazi pri istosmernom obrtanju.

Na tvrdom i sabijenom zemljištu, merenjem zapreminske specifične mase može se precizno odrediti uticaj ispitivane mašine pre i nakon obrade zemljišta. Promene u kvalitetu obrade u zavisnosti od promene režima rada (radna brzina i smer obrtanja) ne mogu se precizno odrediti merenjem samo zapreminske mase zemljišta. Za određivanje kvaliteta obrade na rastresitom zemljištu, kao i za određivanje uticaja režima rada ispitivane mašine treba odrediti strukturu zemljišta i koeficijent strukturalnosti zemljišta.

ZAKLJUČAK

Zadata vrednost radne dubine rotacione sitnilice bila je 10 cm, a srednja ostvorena radna dubina kretala se od 8,10 cm na sojištu do 11,79 na oranom zemljištu. Momentalna vlažnost na dubini obrade izmerena na strništu kretala se od 22,2–23,7%, na sojištu od 19,9–21,1% i na oranom zemljištu od 17,2–20,7%.

Specifična zapreminska masa pre obrade na dubini do 10 cm kretala se od 1,132–1,433 g/cm³ na strništu, od 1,286–1,442 g/cm³ na sojištu i 1,043–1,309 g/cm³ na oranom zemljištu.

Specifična zapreminska masa na obrađenom zemljištu na dubini do 10 cm kretala se u granicama 1,015–1,186 g/cm³ na strništu, 0,990–1,151 g/cm³ na sojištu i 0,995–1,066 g/cm³ na oranom zemljištu.

Povećanjem radne brzine na strništu i sojištu izmerene su statistički jednake ili statistički značajno više vrednosti specifične zapreminske mase zemljišta. Na oranom zemljištu nisu izmerene statistički značajne razlike. Promenom smera obrtanja utvrđene su statistički značajne razlike jedino na sojištu, pri čemu je došlo do prekomernog usitnjavanja na dubini 5–10 cm pri istosmernom obrtanju rotora rotacione sitnilice.

LITERATURA

1. Bajkin A. (2006): Primena rotofreze u savremenoj proizvodnji povrća. *Savremeni povrtar*, 18: 20-21.
2. Birkás Márta (2008): Environmentally-sound adaptable tillage, *Akadémiai Kiadó*, 351.
3. Čirić V, Nešić Ljiljana, Belić M. (2008): Plastičnost i lepljivost u funkciji određivanja optimalne vlažnosti za obradu černozeza lesne terase, *Letopis naučnih radova*, 32(1); 43-50.
4. Marković D, Veljić M, Mitrović Z. (1995): Energetska analiza tehničkih sistema u obradi zemljišta. *Savremena poljoprivredna tehnika* 21(3): 121-128.
5. Nejgebauer V, Živković B, Tanasijević Đ, Miljković N. (1971): Pedološka karta Vojvodine, razmera 1:50.000, Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad.
6. Ponjičan O, Bajkin A, Nešić Ljiljana (2008): Uticaj različitih konstrukcija mašina za formiranje gredica na strukturu zemljišta kod proizvodnje mrkve. *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi*, 12(3): 164-167.
7. Ponjičan O, Bajkin A, Somer D. (2009): Uticaj predsetvene pripreme zemljišta na agrofizičke osobine i prinos korena mrkve, 35(1-2): 33-41.
8. Resulović Husinija, Čustvović H. (2002): *Pedologija*. Univerzitet u Sarajevu, Univerzitetski udžbenik, 318.
9. Salokhe M, Ramalingam N. (2001): Effect of direction of rotation of a rotary tiller on properties of Bangkok clay soil. *Soil & Tillage Research*, 63: 65-74.
10. Salokhe M, Ramalingam N. (2003): Effect of rotation direction of rotary tiller on draft and power requirements in a Bangkok clay soil. *Journal of Terramechanics*, 39: 195-205.
11. Škorić A, Filipovski G, Čirić M. (1985): *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga LXXVIII, Sarajevo.

TILLAGE USING A ROTARY TILLER AND ITS EFFECT ON SOIL VOLUME WEIGHT

by

Ponjičan, O., Bajkin, A., Nešić, Ljiljana, Belić, M., Vasin, J.

SUMMARY

In order to establish the optimum tillage method for root vegetables, we studied how soil volume weight was affected by cultivation using a rotary tiller and how these effects depended on the direction of the rotor's revolution. An adapted tiller was studied in field conditions on three plots (a stubble field, a soybean field, and ploughed land). The samples were taken in accordance with the ISO 7256/1 standard. Statistically significant differences among the treatments were determined by the F test ANOVA and Duncan's test with a significance threshold of 5%.

Prior to tillage, bulk density down to 10 cm depth was as follows: 1.132–1.433 g/cm³ for stubble field; 1.286–1.442 g/cm³ for soybean field; and 1.043–1.309 g/cm³ for ploughed field.

After tillage, the respective ranges were 1.015–1.186 g/cm³, 0.990–1.151 g/cm³, and 0.995–1.066 g/cm³.

In the stubble and soybean fields, an increase in the working speed of the machine either had no statistically significant effect on bulk density or increased it significantly. In the ploughed field, no statistically significant differences were observed.

The change of the rotor's directional movement brought about significant changes only in the stubble field. Co-directional rotation of the rotor resulted in overpulverization of the soil at the depth of 5-10 cm.

Key words: rotary tiller, soil tillage, bulk density, direction of rotor revolution

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu: „Izučavanje novog proizvodnog koncepta u cilju dobijanja zdravstveno bezbednog povrća za svežu potrošnju i čuvanje uz uštedu energije“, evidencioni broj 20147, koji finansira Ministarstvo nauke Republike Srbije.

Primljeno: 30.09.2009.

Prihvaćeno: 12.10.2009.