

Bibliid: 0350-2953 (2010)36, 1: 1-9
UDK: 631.372

Originalni naučni rad
Original scientific paper

UTICAJ AGROTEHNIČKIH MERA NA ZAPREMINSKU MASU ZEMLJIŠTA
THE INFLUENCE OF SCIENTIFIC FARMING MEASURES ON SOIL BULK
DENSITY

Lazar Savin¹, Mirko Simikić¹, Timofej Furman¹, Milan Tomić¹, Radojka Gligorić¹,
Simonida Đurić¹, Jovica Vasin²

¹Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8,

²Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Maksima Gorkog 30.

E-mail: savlaz@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati ispitivanja uticaja agrotehničkih mera na sabijenost zemljišta, odnosno zapreminsku masu zemljišta na uvratini i unutrašnjem delu parcele. Za proizvodnju ozimog ječma primenjena je klasična tehnologija kod koje se osnovna obrada obavlja plugovima i ona je primenjena na prvom, odnosno kontrolnom polju. Nakon ubiranja suncokreta, a pre oranja zemljišta primenjene su odgovarajuće agrotehničke mere. Agrotehničke mere obuhvatile su primenu razrivača, svinjskog stajnjaka, mineralnog đubriva i mikrobiloškog đubriva na 7 različitih polja u tri ponavljanja. Zapreminska masa merena je pre prihrane i nakon ubiranja ozimog ječma. Sabijenost zemljišta na uvratinama pre prihrane bila je za 9,66% veća u odnosu na unutrašnji deo, dok je nakon ubiranja razlika bila veća i iznosi 17,30%.

Najmanje vrednosti zapreminske mase zemljišta izmerene su pre prihrane i posle ubiranja na poljima 3 i 5, gde je unet stajnjak, što jasno ukazuje da je unošenje stajnjaka prava agrotehnička mera za smanjenje sabijenosti zemljišta. Uticaj ostalih agrotehničkih mera ne može da dovede do značajnih promena u zapreminskoj masi zemljišta ako se primene jednu godinu.

Cljučne reči: uvratina, unutrašnji deo parcele, agrotehničke mere, sabijenost zemljišta

1. UVOD

Uvođenjem mehanizacije u ostvarivanju tehnoloških operacija u ratarstvu, počele su da se javljaju simptomatične i karakteristične negativne promene osobina zemljišta, što je uticalo na smanjenje prinosa i povećanje otpora obrade, Križnar (1991). Prve reakcije na prekomerno sabijanje zemljišta utvrđene su u Americi, neposredno posle završetka II svetkog rata, kada se uvidelo kakve opasnosti krije sve efikasnija mehanizacija širih zahvata i veće produktivnosti, ali istovremeno i većih masa. Odnos mehanizacija-zemljište-biljka-prinos zahteva interdisciplinarna istraživanja. Nauka koja se bavi odnosom točak-podloga naziva se teramehanika za čiji je razvoj značajan doprinos dao Terzahi u knjizi „Soil Mechanics in Engineering practice“.

Teramehanika suštinski daje korelativne odnose i tumači posledice dejstva sila na zemljište s aspekta, Milović (1982):

- veličine napona u zemljištu,
- rasporeda pritisaka u podlozi/zemljištu,
- deformacije zemljišta,
- nosivosti podloge i
- smicanja u dubini zemljišta.

Söhne (1951), (1953) i (1956) dao je veliki doprinos razjašnjavanju odnosa zemljište-točak/gusenica-biljka. Križnar (1993) navodi da određeni rezultati u borbi protiv sabijanja zemljišta mogu da se postignu sa interdisciplinarnim timskim radom relevantnih stručnjaka, pri čemu dominantan uticaj na razvoj i realizaciju mašina u razvojnim sektorima fabrika trebalo bi da imaju stručnjaci poljoprivrednih struka, kako bi se njihovom primenom smanjila degradacija zemljišta.

Degradacija zemljišta, bilo da je uzrokovana prirodnim procesima ili ljudskom aktinošću, može da se definiše kao smanjenje sposobnosti zemljišta da obavi svoju ulogu kao sredina pogodna za gajenje biljaka, zatim kao regulator vodnog režima i najzad kao filter značajan za očuvanje životne sredine, Hadžić et al. (1996). Nikolić et al. (1996) ukazuje na to da su osnovni uzroci prekomernog sabijanja zemljišta: veliki pritisci točkova i gusenica na zemljište, veliko klizanje pogonskih točkova, ispiranje sitnih frakcija zemljišta u dublje slojeve navodnjavanjem, rušilačko dejstvo kišnih kapi, slabe vučne sposobnosti traktora i loša oruđa za obradu zemljišta.

U svetu su obavljena brojna istraživanja u kontrolisanim laboratorijskim uslovima sa ciljem da se obavi modeliranje sabijanja poljoprivrednog zemljišta.

Ispitivanje sabijenosti poljoprivrenog zemljišta teže je obaviti zbog dinamičkih procesa, koji se odvijaju u njemu. Ronai i Shmulevich (1995) navode da kretanje traktora i mobilnih sistema po parceli tokom osnovne obrade zemljište, pripreme, setve, prskanja i ubiranja, kao i pri transportu dovodi do sabijenosti zemljišta. Poseban uticaj imaju transportna sredstva, pošto je veliko opterećenje po osovinaama prikolica i visok pritisak u pneumaticima, tako da nakon ubiranja zemljište ostaje visoko sabijeno, a naročito uvratine u odnosu na unutrašnji deo parcele. Autori su istraživali karakteristike otiska kao funkciju osobina zemljišta i pneumatika.

Güclü Yavuzcan et al. (2002) istraživali su uticaj tri metoda obrade na otpor smicanja, otpor konusa, zapreminsku masu zemljišta i varijaciju vlažnosti pri proizvodnji pšenice i kukuruza. Izmerene vrednosti navedenih parametara nisu prevazišle kritične vrednosti osim otpora konusa na dubini od 20-30 cm koji je iznosio 2 MPa. Do povećanja otpora konusa došlo je usled velikih opterećanja zemljišta tokom ubiranja kombajnima. U periodu od 2003. do 2007. u Republici Srbiji obavljena su istraživanja uticaja sabijenosti zemljišta na prinos pšenice, kukuruza, soje, suncokreta i šećerne repe na uvratinama i unutrašnjem delu parcele, Jarak et al. (2004) i (2006), Nikolić et al. (2003), (2004), (2006 i (2007), Savin et al. (2008) i Simikić et al. (2005). Istraživanja su pokazala da je kod pšenice prosečno povećanje sabijenosti zemljišta na uvratinama u odnosu na unutrašnji deo parcele 30,56% u fazi nicanja i 37,65% u fazi ubiranja, a smanjenje prinosa na uvratinama za oko 26% u odnosu na unutrašnji deo parcele.

Savin et al. (2008) i (2009a) navode da je utvrđeno prosečno povećanje sabijenosti zemljišta na uvratinama u odnosu na unutrašnji deo parcele iznosilo 67,70% i smanjenje prinosa suncokreta na uvratinama za oko 9% u odnosu na unutrašnji deo parcele, dok uzorci

zemljišta s uvratina i u unutrašnjem delu parcele imaju približno isti sadržaj humusa, azota i ostalih makrohraniva.

Cilj ovog istraživanja bio je da se sagleda uticaj pojedinih agrotehničkih mera na sabijenost zemljišta, odnosno zapreminsku masu zemljišta. Primena takve agrotehničke mere omogućila bi povećanje produktivnosti i smanjenje sabijenosti zemljišta.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Pomoću Kopečkih cilindara određena je zapreminska masa zemljišta izražena u Mg m^{-3} (g/cm^3). Zapreminska masa koristila se za određivanje sabijenosti zemljišta, jer je u direktnoj vezi sa poroznošću zemljišta. Uzorci zemljišta uzimani su u vreme prihrane na 1 m udaljeni sa leve strane od stalnih tragova, a nakon ubiranja 1 m sa desne strane traga točkova i to u centralnom delu uvratine. Isti metod korišćen je i u unutrašnjem delu parcele. Zapreminska masa zemljišta određena je na dubini 0-30 cm.

Uzorci zemljišta uzimani su cilindrima (Kopečki) zapremine 100 cm^3 . Uzeti uzorci stavljeni su u sušnice gde su se sušili na temperature od $105 \text{ }^\circ\text{C}$ četiri dana, tj. do konstatne mase. Nakon sušenja uzorci su ponovo mereni, da bi nakon pražnjenja cilindara bila izmerena masa praznih cilindara. Na osnovu izmerenih parametara određena je vlažnost zemljišta u težinskim procentima (%). Sva merenja su obavljena sa tehničkom vagom tačnosti od 0,01 g.

Merenje je obavljeno u proleće pre prihrane i na kraju vegetacije, tj. nakon ubiranja ozimog ječma.

Za proizvodnju ozimog ječma primenjena je klasična tehnologija kod koje se osnovna obrada obavlja plugovima i ona je primenjena na prvom, odnosno kontrolnom polju. Pretkulutra je bio suncokret. Nakon ubiranja suncokreta, a pre oranja zemljišta primenjene su odgovarajuće agrotehničke mere.

Širina svakog oglednog polja je 18 m, a dužina 100 m. Na uvratini i u unutrašnjem delu parcele postavljeno je po 7 oglednih polja u 3 ponavljanja i to:

- prvo polje je bilo kontrolno i na njemu se nisu primenjivale nikakve dodatne mere.
- na drugom polju se umesto pluga za osnovnu obradu koristio razrivač,
- na trećem polju, ali je rasturen stajnjak u normi od 50 t/ha,
- na četvrtom polju primenjen je plug i rastureno je 200 kg/ha mineralnog đubriva,
- na petom polju korišćen je razrivač i rasturen je stajnjak 50 t/ha,
- na šestom korišćen je razrivač i rastureno je mineralno đubrivo 200 kg/ha i
- na sedmom polju korišćen je plug, a zemljište je tretirano sa mikrobiološkim đubrivom.

Radni zahvat traktorskih sistema odabran je tako da se tragovi točkova traktora poklapaju.

U tu svrhu odabrane su širine polja od 18 m, pošto je radni zahvat žitne sejalice 6 metara, a rasipača mineralnog đubriva i prskalice 18 m.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Rezultati

Rezultati istraživanja pokazuju da je zapreminska masa pre prihrane veća na uvratini i iznosi u proseku 1,38 Mg m⁻³, dok je u unutrašnjem delu manja i iznosi 1,25 Mg m⁻³, tab. 1 i sl. 1. Ako se razlika izrazi u procentima, dobija se da je zapreminska masa zemljišta na uvratini veća u odnosu na unutrašnji deo parcele za 9,66% što nije velika vrednost, ukoliko se uzme u obzir okretanje na uvratini. Na unutrašnjem delu najveća zapreminska masa je na polju 4 i iznosi 1,31 Mg m⁻³, dok je najmanji na polju 3, gde se uneo stajnjak i iznosi 1,18 Mg m⁻³. Na uvratini najmanja zapreminska masa izmerena je isto na polju 3 i iznosi 1,28 Mg m⁻³, a najveća na kontrolnom polju 1 i polju 4 i iznosi 2,67 MPa. Standardna devijacija je manja u unutrašnjem delu parcele i iznosi $\sigma=0,052$, dok na uvratini iznosi $\sigma=0,062$. Veći broj okretanja na uvratini prilikom setve, ali i pripremi zemljišta uticao je na to da zapreminska masa bude veća na uvratini, zbog čega je veća standardna devijacija, odnosno veće odstupanje od aritmetičke sredine.

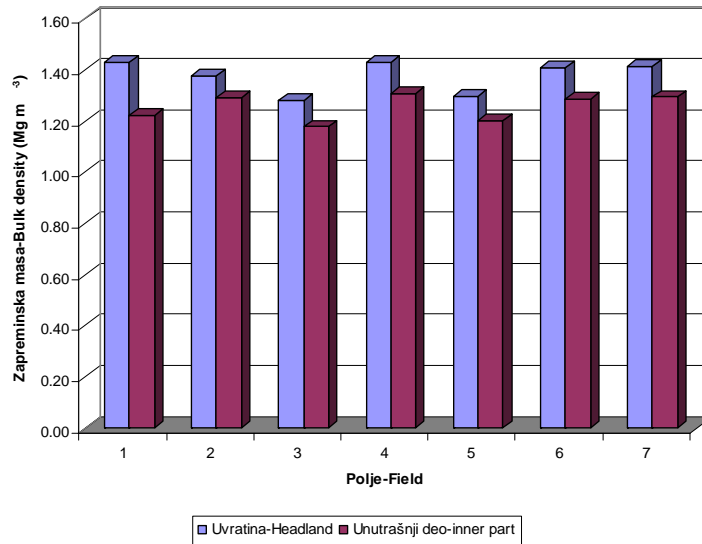
Vlažnost zemljišta po dubini iznosila je: 25,34%, na dubini 0 - 10 cm, 27,65% na dubini 10-20 cm, 27,34% na dubini 20-30 cm, 28,24% na dubini 30 - 40 cm i 26,87% na dubini 40 - 50 cm.

Tab. 1. Zapreminska masa pre prihrane
Tab. 1. Bulk density before fertilizing

Mesto uzorka Place of soil sample	Polje - Field							Prosek Average
	1	2	3	4	5	6	7	
Unutrašnji deo – Inner part (MPa)	1,22	1,29	1,18	1,31	1,20	1,29	1,29	1,25
Uvratina – Headland (MPa)	1,43	1,37	1,28	1,43	1,30	1,41	1,42	1,38
Povećanje – Increasing (%)	16,62	6,54	8,68	9,31	8,04	9,27	9,30	9,66

Rezultati merenja nakon ubiranja pokazuju da je zapreminska masa kao i pre prihrane veća na uvratini i iznosi u proseku 1,57 Mg m⁻³, dok je u unutrašnjem delu manja i iznosi 1,34 Mg m⁻³, tab. 2 i sl. 2. Ako se razlika izrazi u procentima dobija se da je zapreminska masa na uvratini veća u odnosu na unutrašnji deo parcele za 17,30%, što se objašnjava povećanim brojem prolaza na uvratini, naročito tokom ubiranja.

Na unutrašnjem delu parcele najveća zapreminska masa je na polju 6 i iznosi 1,40 Mg m⁻³, dok je najmanja na polju 5, gde je unet stanjak i koristio razrivač i iznosi 1,28 Mg m⁻³. Na uvratini najmanja zapreminska masa izmerena je na polju 5 i iznosi 1,52 Mg m⁻³, a najveća na kontrolnom polju i iznosi 1,62 Mg m⁻³.



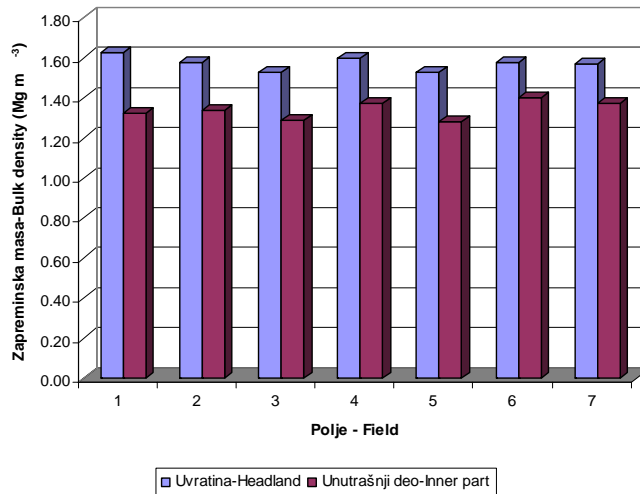
Sl. 1. Zapreminska masa pre prihrane
Fig. 1. Bulk density before fertilizing

Standardna devijacija je manja u unutrašnjem delu parcele i iznosi $\sigma=0,044$, dok je na uvratini $\sigma=0,036$.

Tab. 2. Zapreminska masa nakon ubiranja
Tab. 2. Bulk density after harvesting

Mesto uzorka Place of soil sample	Polje - Field							Prosek Average
	1	2	3	4	5	6	7	
Unutrašnji deo – Inner part (MPa)	1,32	1,34	1,29	1,37	1,28	1,40	1,37	1,34
Uvratina – Headland (MPa)	1,62	1,58	1,53	1,60	1,52	1,58	1,57	1,57
Povećanje – Increasing (%)	22,88	18,04	18,40	16,64	18,97	12,58	14,10	17,30

Vlažnost zemljišta po dubini iznosila je: 18,32% na dubini 0 - 10 cm, 20,54% na dubini 10-20 cm, 20,98% na dubini 20-30 cm, 20,78% na dubini 30 - 40 cm i 19,34% na dubini 40 - 50 cm.



Sl. 2. Zapreminska masa nakon ubiranja
Fig. 2. Bulk density after harvesting

3.1. Diskusija

Primena razrivača nije imala efekta na smanjenje zapreminske mase zemljišta, pa se kao rešenje nameće meliorativna obrada, na šta ukazuje Molnar (1993) koji tvrdi da je ispitivanjem različitih varijanti meliorativne obrade došlo do promene odnosa čvrste, tečne i gasovite faze zemljišta, tj. da je dobijeno značajno smanjenje zapreminske mase zemljišta.

Unošenjem stajnjaka organska materija direktno se vraća u zemljište, dok primena mineralnog đubriva povećava količinu nadzemne i korenove mase. Najmanje vrednosti zapreminske mase zemljišta izmerene pre prihrane i posle ubiranja su na poljima 3 i 5 gde je unet stajnjak, što jasno ukazuje na to da je unošenje stajnjaka prava agrotehnička mera za smanjenje sabijenosti zemljišta. Monar et al. (1981) navodi da dugogodišnje đubrenje organskim đubrivom po pravilu povećava opštu poroznost, a smanjuje zapreminsku masu i zbijenost zemljišta, prvenstveno u oraničnom sloju.

Uticaj ostalih agrotehničkih mera ne može da dovede do značajnih promena u zapreminskoj masi zemljišta ako se primene jednu godinu, što se slaže sa rezultatima merenja otpora konusa, Savin et al. (2009b).

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu da se izvedu sledeći zaključci:

- zapreminska masa zemljišta pre prihrane na uvratini bila je za 9,66% veća u odnosu na unutrašnji deo parcele,
- zapreminska masa zemljišta posle ubiranja na uvratini bila je za 17,30% veća u odnosu na unutrašnji deo,

- potrebno je primenjivati stajnjak duži niz godina kako bi se sprečilo veće sabijanje zemljišta
- dobijeni rezultati pokazuju da ostale agrotehničke mera ne mogu da dovedu do značajnih promena u zapreminskoj masi, ako se primene tokom jedne godine.

5. LITERATURA

- [1] Güçlü Yavuzcan H, Vatandas M, Gürhan R. (2002). Soil strength as affected by tillage system and wheel traffic in wheat-corn rotation in central Anatolia. *Journal of Terramechanics*, 39(1): 23-34.
- [2] Hadžić V, Nešić LJiljana, Belić M. (1996). Problemi sabijanja zemljišta kod nas i u svetu, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 22(7): 388-395.
- [3] Jarak Mirjana, Đurić Simonida, Najdenovska O. (2004). Uticaj sabijanja zemljišta na mikrobiološku aktivnost pod različitim biljnim vrstama, *Traktori i pogonske mašine*, 9(4): 88-92.
- [4] Jarak Mirjana, Hajnal T. (2006). Ukupan broj mikroorganizama, broj gljiva i azotobaktera u sabijenom i rastresitom zemljištu, *Traktori i pogonske mašine*, 11(5): 37-40.
- [5] Križnar M. (1991). Potreba sistematskog prilaza u sprečavanju posledica sabijanja zemljišta, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 17(1-2): 15-20.
- [6] Križnar M. (1993). O interdisciplinarnosti problema sabijanja poljoprivrednog zemljišta, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 19(3-4): 161-166.
- [7] Milošev D, Molnar I, Govedarica M. (2001). Neke agrotehničke mere za smanjenje sabijanja i pogoršanja strukture zemljišta. *Traktori i pogonske mašine*, 6(2): 64-69.
- [8] Milović D. (1982). *Mehanika tla*, Univerzitet u Novom Sadu.
- [9] Molnar I, Stevanović M, Belić B, Džilitov S. (1981). Promene nekih fizičkih osobina černozema u zavisnosti od sistema iskorišćavanja zemljišta, *Zemljište i Biljka*, 30(2): 207-215.
- [10] Molnar I. (1993). Uticaj podricanja na zemljište i biljku, *Podrivači i podrivanje zemljišta*, Novi Sad: 80-100.
- [11] Nikolić R, Furman T, Gligorić Radojka, Popović Z, Savin L. (1996). Uzroci i posledice prekomernog sabijanja zemljišta, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 22(7): 396-404.
- [12] Nikolić R, Savin L, Gligorić Radojka. (2003). Uticaj sabijanja zemljišta na prinos suncokreta i soje, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 29(4): 229-233.
- [13] Nikolić R, Gligorić Radojka, Tomić M, Hadžić V, Sekulić P, Simikić M, Vasin J. (2004). Analiza sabijanja zemljišta na prinos soje i suncokreta, *Traktori i pogonske mašine*, 9(4): 105-110.
- [14] Nikolić R, Savin L, Furman T, Tomić M, Gligorić Radojka, Simikić M, Sekulić P, Vasin J, Kekić M, Bertok Z. (2006). Uticaj sabijanja na promene u zemljištu i prinos kukuruza, suncokreta, soje i šećerne repe, *Traktori i pogonske mašine*, 11(5): 25-31.
- [15] Nikolić R, Savin L, Furman T, Tomić M, Gligorić Radojka, Simikić M, Sekulić P, Vasin J, Kekić M, Bertok Z. (2007). Uticaj sabijanja na promene u zemljištu i prinos kukuruza, suncokreta, soje i šećerne repe na uvratinama i unutrašnjem delu parcele, *Traktori i pogonske mašine*, 12(3): 42-48.
- [16] Ronai D, Shmulevich I. (1995). Tire footprint characteristics as a function of soil properties and tire operations. *Journal of Terramechanics*, 32(6): 311-323.
- [17] Savin L, Nikolić R, Simikić M, Furman T, Tomić M, Gligorić Radojka, Jarak Mirjana, Đurić Simonida, Sekulić P, Vasin J. (2008). Istraživanje uticaja sabijenosti zemljišta na prinos suncokreta i promene u zemljištu na uvratinama i unutrašnjem delu parcele, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 34(1-2): 87-96.

- [18] Savin L, Nikolić R, Simikić M, Furman T, Tomić M, Gligorić Radojka, Jarak Mirjana, Đurić Simonida, Sekulić P, Vasin J. (2009). Uticaj sabijenosti zemljišta na promene u zemljištu i prinos suncokreta, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 35(1-2): 26-32.
- [19] Savin L, Nikolić R, Simikić M, Furman T, Tomić M, Gligorić Radojka, Jarak Mirjana, Đurić Simonida, Sekulić P, Vasin J. (2009). Uticaj agrotehničkih mera na otpor konusa, Traktori i pogonske mašine, 34(1-2): 87-96.
- [20] Simikić M, Nikolić R, Savin L, Hadžić V, Sekulić P, Jarak Mirjana, Furman T, Tomić M, Vasin J. (2005). Uticaj traktora i mobilnih sistema na sadržaj hraniva u zemljištu, Traktori i pogonske mašine, 10(1): 21-98.
- [21] Söhne W. (1951). Das mechanische Verhalten des Ackerbodens bei Belastungen unter rollender Rädern sowie bei Bodenbearbeitung, *Grundlagen der Landtechnik*, 1(9).
- [22] Söhne W. (1953). Druckverteilung unter Schlepperreifen, *Grundlagen der Landtechnik*, 5(3): 49-63.
- [23] Söhne W. (1956). Grundlagen für eine Landtechnische Bodenmechanik, *Grundlagen der Landtechnik*, 7(6): 11-27.

THE INFLUENCE OF SCIENTIFIC FARMING MEASURES ON SOIL BULK DENSITY

Lazar Savin, Mirko Simikić, Timofej Furman, Milan Tomić, Radojka Gligorić, Simonida Đurić, Jovica Vasin

SUMMARY

The aim of this research was to consider the influence of certain farming measures on soil compaction that is on the soil volume. The implementation of this farming measure would enable an increase in production and reduction of soil compaction.

The soil volume expressed in Mg m^{-3} was determined by Kopecky cylinder. The soil volume was used for determining soil compaction due to its indirect relation to soil porosity. The soil samples were taken in the period of fertilization at the distance of 1m from the left side of the permanent tracks, and after the period of harvest they were taken at the distance of 1m from the right side of the wheel tracks, and from the central part of the headland. The same method was used for the inner part of the parcel. The soil volume was determined at the depth of 0-30 cm.

The measurement was conducted in spring, prior to fertilization and at the end of vegetation, that is, after the harvest of winter barley. Standard technology, employing plows for the basic soil tillage, was used in the production of winter barley and was applied in the first, control field. The pre-cultivar was sunflower. Certain farming measures were applied upon sunflower harvesting and before soil plowing.

Every experimental field was 18 m wide and 100 m long. There were seven experimental fields, in three replicates, on the headland and inner part of the parcel:

- the first field was the control one without any applied measures,
- in the second field, subsoiler was used for the basic soil tillage instead of a plow,
- in the third field, the plow was used but 50 t/ha of manure was spread out,
- in the fourth field, the plow was used and 200 kg/ha of mineral fertilizer was spread out,

- in the fifth field, subsoiler was used and 50 t/ha of manure was spread out,
- in the sixth field, subsoiler was used and 200 kg/ha of mineral fertilizer was spread out,
- in the seventh field, the plow was used and the soil was fertilized with microbiological fertilizer.

Tractor system was designed in such a way so that tractor wheels could overlap on the parcel. Accordingly, 18 m wide field was chosen since the working area of wheat seed drill was 6 m, and working area for mineral fertilizer spreading machine and field sprayer was 18 m.

The soil compaction on the headlands prior to fertilization was 9.66% higher in comparison to the inner part, while after the harvest, this difference was 17.30%.

The lowest soil volume was measured on the third and fifth field, before fertilization and after the harvest. These fields were fertilized by manure, which clearly indicates that the spreading the manure is an appropriate farming measure for the reduction of soil compaction.

If applied for a year, the influence of other farming measures cannot lead to significant changes in soil volume.

Key words: headland, inner part of a field, scientific farming measures, soil compaction

Napomena: Rad predstavlja deo istraživanja na projektu „Unapređenje energetske i ekološke efikasnosti traktora i mobilnih sistema“, evidencioni broj TR – 20078, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Primljeno: 04. 01. 2010.

Prihvaćeno: 06. 01. 2010.