

Bibliid: 0350-2953 (2015) 41(1): 35-48
UDK: 658.2

Originalni naučni rad
Original scientific paper

**UTICAJ SISTEMA OBRADE NA POSLEŽETVENO STANJE SABLJENOSTI I
VLAŽNOSTI ZEMLJIŠTA U 2011/2012 PROIZVODNOJ GODINI
TILLAGE SYSTEMS INFLUENCES ON SOIL COMPACTION AND SOIL
MOISTURE AFTER 2011/2012 GROWING SEASON**

Kostić Marko, Belić Milivoje, Nešić Ljiljana, Dedović Nebojša, Somer Deže
Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi
Sad,
e-mail: markok@polj.uns.ac.rs

U radu su predstavljeni jednogodišnji rezultati ispitivanja uticaja tehnologije obrade zemljišta na fizičke osobine u proizvodnoj 2011/2012. godini. Ogled je postavljen na zemljištu tipa livadska crnica u rejonu Južne Bačke. Parcela je podeljena na tri jednaka dela gde je na svakom primenjen različit sistem obrade u proizvodnji pšenice i to: tanjiranje, oranje i razrivanje. Dubina brade na tanjiranju iznosila je 10-15 cm, na razrivanju 18-20 cm i na oranju 20-25 cm. Nakon skidanja pšenice 2012. godine, obavljeno je poljsko merenje sabijenosti i uzorkovanje zemljišta radi utvrđivanja vlažnosti. Sabijenost je merena u zonama od po 3,5 cm, a uzorci u neporemećenom stanju uzeti su iz slojeva 0-15 cm i 15,1-30 cm.

Analiza podataka je pokazala da je najveća prosečna sabijenost bila na varijanti gde je obrada obavljena oranjem (2,11 MPa), a na varijanti tanjiranje najmanja (1,62 MPa), dok je na varijanti razrivanje iznosila 1,89 MPa. Maksimalne sabijenosti izmerene su u sloju od 15,1 do 30 cm na oranom tretmanu (5,47 MPa), nešto manja je bila na tanjiranom tretmanu (4,36 MPa) u odnosu na tretman razrivanje (5,04 MPa). Najmanja vlažnost zemljišta dobijena je na oranom tretmanu i iznosila je 17,4%, na tanjiranom tretmanu 18,01%, a na razrivnom tretmanu 18,55%. Između srednjih vrednosti utvrđena je statistički značajna razlika na nivou značajnosi od 95%. U zoni od 0-15 cm praktično nije bilo razlika po tretmanima, razlike su se pojavile tek u sloju od 15-30 cm. Tu je najmanja vlaga izmerena na oranom tretmanu (15,57%), zatim na tanjiranom tretmanu (16,75%) i najviše na razrivnom tretmanu (17,64%).

Ključne reči: sistem obrade, oranje, razrivanje, tanjiranje, osobine zemljišta

1. UVOD

Obrada zemljišta datira još iz perioda pojave prvih naseobina i sve do danas ima veliki uticaj na održivost biljne proizvodnje. U početnim stadijumima, obrada je uticala na drastično povećanje poljske produktivnosti. Međutim, usled dugogodišnje intenzivne, duboke obrade, primene teške mehanizacije došlo je do pogoršavanja fizičkog stanja zemljišta i smanjene plodnosti (Bronick i Lal, 2005; Hamza i Ierson, 2005). Plodnost zemljišta kao najvažniji faktor biljne proizvodnje, vremenski je promenljiva kategorija

pod dejstvom antropogenih i prirodnih činilaca, a ocenjuje se na osnovu stanja onih parametara i procesa koji imaju presudnu ulogu na ekonomičnost i održivost proizvodnje (Lal, 1993). Obrada zemljišta ima važnu ulogu u dinamici razgrađujućih i obnavljajućih procesa u zemljištu. Pravilnom obradom zemljišta može se povoljno uticati na revitalizaciju zemljišta i povećanje proizvodnog potencijala. Prema grupi autora Tolimir et al. (1998), pravilnom i pravovremenom obradom stvaraju se uslovi za nesmetan razvoj korenovog sistema biljke, bolje je usvajanje i zadržavanje vlage, popravljiva se vazdušni režim zemljišta, aktiviraju se hranive materije, lakša je kontrola korova, itd. Sa druge strane, nepravilnom obradom stimuliše se niz negativnih procesa kao što su kvarenje strukture, erozija, smanjenje organske materije i plodnosti, smanjen promet vode i hraniha prema biljkama, itd. Višegodišnja istraživanja strukture zemljišta u uslovima oranja i direktne setve u 5-poljnom plodoredu žitarica na crnici pokazala su da su se najnepovoljniji indeksi strukture zemljišta javili pri višegodišnjem oranju, dok su najpovoljniji indeksi dobijeni pri četvorstrukoj direktnoj setvi (Droese et al., 1988). Domžala et al. (1987) pokazali su u svojim rezultatima da struktura zemljišta uglavnom zavisi od vrste upotrebljenog oruđa. Istražujući vodni režim na oranim zemljištima i pri direktnoj setvi pod žitaricama, O'Sullivan i Ball (1982) zaključuju da se orana zemljišta isušuju brže u proleće, zbog veće difuzije vlage. Prema Bjelolipskom (1986) dublja obrada od 40 do 42 cm bez pluga osigurava bolje proceđivanje vode, pri čemu se smanjuje oticanje u poređenju sa oranjem za 24 do 46%. Paralelnim istraživanjem konvencionalne obrade zemljišta i direktne setve, uključujući i pet nivoa đubrenja mineralnim azotom pod kukuruzom kao testnom kulturom, sabijenost zemljišta povećala se 17 do 100%, zapreminska masa od 3 do 20%, vlažnost od 4 do 27% i kapacitet za vodu 10 do 23% pod uticajem direktne setve u poređenju sa konvencionalnom obradom na lakom zemljištu (Sosnowski, 1987). Biljna proizvodnja, prema rezultatima Holtea (1982) primenom "zero tillage" sistema izazvala je veće probleme na peskovitom nego na glinovitom zemljištu. Na peskovitom zemljištu jedva je nakon pet godina moguće gajiti useve, dok su problemi na glinovitim zemljištima bili manji, ali su prinosi korenastih kultura bili niži. Belić et al. (2014) navode u svom istraživanju da je koeficijent strukturnosti povoljniji na zemljištu obrađeno konvencionalnom tehnologijom ($K_S=5,68$) u odnosu na zemljište gde je obavljena direktna setva ($K_S=3,16$). Rezultati ovoga autora po pitanju distribucije mega, makro i mikroagregata u oraničnom sloju na zemljištu tima černoze, poklapaju se sa rezultatima autora D'Haene et al. (2008). Prema Meši et al. (2010) koji su pratili efekte konvencionalne i konzervacijske obrade na proizvodnju korena šećerne repe, sistem obrade utiče direktno na fizičku kondiciju zemljišta (sabijenost, strukturnost, valaga, itd) i time zemljište čine povoljnijim ili manje povoljnim za uzgoj određene biljne vrste, kao i na kvalitet obavljanja pojedinih operacija, što se na takođe odražava na prinos. Isti autori navode da na zemljištu koje je obrađeno konzervacijskim mašinama, procenat poljskog nicanja šećerne repe je bio veći za 1,5% u odnosu na konvencionalno obrađeno zemljište. Prethodno pomenuto je imalo reperkusije i na prinos korena, pa je prinos na konzervacijski obrađenom zemljištu bio za 7,4% veći u poređenju sa prinosom ostvarenim na konvencionalno obrađenom zemljištu. U svojim istraživanjima, Meši et al. (2011) zapažaju drastično veći broj kišnih glista u oraničnom sloju kod zemljišta koje nije obrađivano u odnosu na ono koje se intenzivno obrađuje. Malinović et al. (2011) ističu kako sistem obrade utiče na broj prohoda po parceli, time i na sabijanje zemljišta. Tolimir

et al. (2001) u svom radu prikazuju rezultate prinosa kukuruza na tri sistema obrade. Prema pomenutoj grupi autora, konvencionalna proizvodnja kukuruza dala je veći prinos u svim varijantama đubrenja u poređenju sa ostala dva sistema konzervacijske obrade i setve, ali da se manjak prinosa nastao usled smanjenog intenziteta obrade ipak može nadoknaditi povećanim dozama đubrenja zemljišta. Rezultati (Tebrügge i Düring, 1999) višegodišnjeg komparativnog oglada u kojem su praćene promene fizičkih osobina zemljišta na kome su primenjivani različiti sistemi obrade govore da je zapreminska masa na zemljištu gde je primenjena setva bez obrade bila veća u odnosu na konvencionalno obrađivano zemljište. Sa druge strane, zemljište koje je minimalno ili nimalo obrađivano imalo je veću otpornost na gaženje. Takođe, bolja je infiltracija vode zbog prisustva kontinualnih sistema kanala nastalih radom mikroorganizama, što nije slučaj kod permanentno obrađivanog zemljišta. Najnovija jednogodišnja istraživanja autora (Bogunović et al., 2014) pokazuju da je poroznost statistički različita na svim primenjenim sistemima obrade, a najmanja zabeležena je na sistemu bez obrade. Sabijenost zemljišta je takođe bila različita gledano u odnosu na sisteme i slojeve, s tim što, kako autori navode, značajne razlike u sabijenosti po slojevima nije bilo u uslovima suše (avgust mesec) i uslovima velike vlage zemljišta (decembar mesec). Kostić et al. (2013) upotreбили su savremenu metodologiju geopozicioniranja lokacija merenja sabijenosti zemljišta na parceli u cilju dobijanja tematskih karata.

Iz gore navedenog, može se zaključiti da se obradom nedvosmisleno menjaju vitalna svojstva zemljišta koja prema jednim doprinose povećanju plodnosti, dok prema drugim kvare prirodnu strukturu i dugoročno pogoršavaju kvalitet.




Cilj ovog istraživanja bio je da se u jednom kratkoročnom ogledu donekle sagledaju posledice primene različitih oruđa u osnovnoj obradi na fizička svojstva zemljišta.

2. MATERIJAL I METODE

Eksperiment je započeo 2011. godine odabiranjem parcele koja po konfiguraciji, obliku i veličini odgovara potrebama istraživanja. Odabrana parcela locirana je u rejonu južne Bačke, katastarska opština Ravno Selo ($45^{\circ}26'1''N$, $19^{\circ}37'47''E$). Površina parcele je bez nagiba i talasanja, površine od 0,8 ha, 200 m dužine. Predusev na parceli bila je merkantilna soja proizvedena konvencionalnom tehnologijom obrade i setve. Zemljište u području oglada se po pedološkoj klasifikaciji (<http://www.geosrbija.rs>) svrstava u tip livadske crnice karbonatne na lesnoj terasi. U jesen 2011. godine primenjena su tri različita sistema osnovne obrade zemljišta (oranje-O, tanjiranje-T i razrivanje-R) u proizvodnji pšenice (tab.1).

Tab. 1. Korišćene mašine tokom postavljanja ogleda

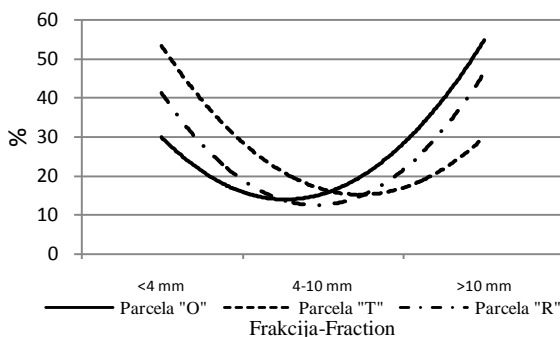
Tab. 1. Used machines during experiment

Slike mašina/ Picture of machines	Opis/Description
	<ul style="list-style-type: none"> • Dvobaterijska „V“ tanjirača sa 28 diskova/Two sections offset disc harrow with 28 discs • Radni zahvat 2,8 m/Working width 2,8 m • Masa 1400 kg/Mass 1400 kg • Prečnik diska 56 cm/Disc diameter 56 cm
	<ul style="list-style-type: none"> • Trobrazni raoni plug/Three furrow moldboard plow • Radni zahvat 1,05 m/Working width 1,05 m • Masa 450 kg/Mass 450 kg
	<ul style="list-style-type: none"> • Kombinovani razrivač/Compact cultivator • 9 radnih tela/9 bodies • Radni zahvat 2,5m/Working width 9 m

Tretmani (sistemi obrade) su primenjeni na jednakim površinama, tako što je parcela prethodno podeljena na tri jednaka dela. Zbog niskog sadržaja vlage u momentu obrade i grube strukture zemljišta, priprema zemljišta je obavljena u dva prohoda na delu parcele koji je tanjiran i razrivan, a u tri prohoda gde je obavljeno oranje (tab. 2). Pre operacije setve urađeno je poljsko merenje frakcionog sastava zemljišta do dubine 30 cm, po 10 ponavljanja na svakom tretmanu metodom prosejavanja, u tri ponavljanja za svaki tretman (sl. 1). Na sitima su razdvajane frakcije manje od 4 mm, od 4 mm do 10 mm i preko 10 mm. Jedna trećina parcele obrađena je plitkim tanjiranjem na 10-15 cm dubine (parcela T), druga trećina oranjem na dubini 28 cm (parcela O) i treća trećina razrivanjem na 18-20 cm dubine (parcela R).

Tab. 2. Primenjena agrotehnika na tretmanima
Tab. 2. Applied soil management on the treatments

Tretman/Treatment	Oranje/ Plowing	Razrivanje/ Cultivating	Tanjiranje/ Discing
Datum obrade/Date of tillage	09.10.2011.	10.10.2011.	
Dubina obrade/Depth of tillage	20-25 cm	18-20 cm	10-15 cm
Predsetvena priprema/ Soil preparation			
Datum/Date	11.10.2011.		
Broj prohoda/Number of passages	3	2	2
Struktura agregata/Structure of aggregates			
>10 mm	54,77	30	46,41
4-10 mm	15,35	16,67	12,44
<4 mm	29,87	53,33	41,15
Vlažnost zemljišta u momentu setve/Soil moisture during sowing	15%	18%	18%
Hemijska analiza/Chemical analysis			
pH u KCl	7,48		
pH u H ₂ O	8,07		
CaCO ₃ , %	11,26		
Humus, %	3,81		
N, %	0,26		
AL-P ₂ O ₅ mg/100g	11,60		
AL-K ₂ O mg/100g	20,90		
Đubrenje/FertilizationNP	135 / 90 kg/ha		
Datum/Date	17. 10. 2011.		
Norma/Norm	221 kg/ha		



Sl. 1. Udeo pojedinih frakcija po tretmanima nakon predsetvene pripreme
Fig. 1. Soil particle content on the treatments after soil preparation

U 2012. godini, nakon skidanja pšenice, na svakoj varijanti oglada, pozicionirane su kontrolne tačke (10 kontrolnih tačaka u pravilnom pravougaonom rasporedu), u kojima su naknadno obavljene poljske opservacije i uzorkovanja. Pravilan raspored lokacija uzorkovanja je u preciznoj poljoprivredi uobičajen pre svega jer je efikasan sa aspekta prikupljanja uzoraka postprocesne obrade i izrade karata (Viscarra-Rossel i McBratney 1998). Nakon obeležavanja, obavljeno je merenje sabijenosti zemljišta pomoću ručnog

penetrometra (Penetrologger 6.00) prema standardnoj metodi ASAE S313.3 (2004) u šest ponavljanja za svaku od obeleženih lokacija (ukupno 180 penetracija). Kao komunikacijski interfejs između penetrometra i PC-a korišćen je program "Penetroviewer 6.03".

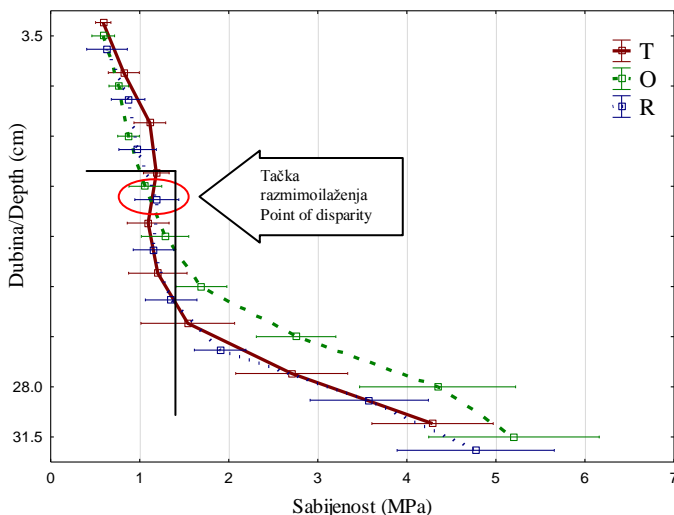
Ocena vlažnosti zemljišta rađena je na osnovu uzetih uzoraka u neporemećenom stanju. Za određivanje vlažnosti zemljišta uzeti su uzorci u slojevima 0-15 cm i 15-30 cm u tri ponavljanja za svaki sloj. Uzorci zemljišta u neporemećenom stanju uzeti su pomoću Kopecki cilindara, saglasno standardu ISO 7256/1 u slojevima od 0 do 15 cm i do 15 do 30 cm u tri ponavljanja za svaki sloj. Nakon uzimanja uzoraka sa parcele, uzorci su osušeni do konstantne mase (JDPZ, 1997). Trenutna vlažnost u odnosu na vlažnu osnovu određuje po obrascu:

$$Wz(\%) = \frac{\text{Masa vlažnog uzorka} - \text{Masa suvog uzorka zemljišta (g)}}{\text{Masa vlažnog uzorka (g)}} \cdot 100$$

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Sabijenost

Dijagram sabijenosti zemljišta (otpora konusa CI) po slojevima prikazan je na slici 2. Sa dijagrama se može zaključiti da je sabijenost na tretmanu „O“ manja do dubine 14 cm u odnosu na ostale tretmane, međutim na većim dubinama, tretman „O“ u odnosu na tretmane „T“ i „R“ ima veću vrednost. Slične rezultate u svojim istraživanjima dobili su i Filipović et al. (2006). Vertikalni diskontinuitet u sabijenosti se obično javlja između sloja koji se intenzivno obrađuje i neobrađivanog sloja (Glinski i Lipeć, 1990). Na dijagramu (sl. 2) se zapaža karakterističan momenat (tačka razmimoilaženja) na dubini od 14 cm, gde se linija sabijenosti tretmana „O“ i linija sabijenosti tretmana „T“ seku. U toj tački se istovremeno linija sabijenosti tretmana „R“ koja je u sloju 0-14 cm u potpunosti pratila liniju sabijenosti tretmana „O“, razdvaja i nastavlja dalje da prati liniju sabijenosti tretmana „T“. Na osnovu prethodnog zapažanja, može se konstatovati da je u datim uslovima testa razrivanje imalo „kombinovane efekte“ na zemljište. U plićim slojevima efekti razrivanja su bili slični efektima raonog pluga, dok su efekti u dubljim slojevima bili slični efektima tanjirače.



Sl. 2. Grafik sabijenosti zemljišta po slojevima za različite tretmane
Fig. 2. Chart of soil compaction in layers for different treatments

Poređenje sabijenosti posmatranih varijanti obavljeno je primenom Duncan-ovog testa sa pragom značajnosti od 5%. Iz tabele 3 se može konstatovati da postoji statistički značajna razlika u izmerenim prosečnim vrednostima sabijenosti zemljišta na tretmanu „O“ u odnosu na tretman „T“, a da su vrednosti tretmana „R“ slične sa vrednostima sabijenosti iz tretmana „O“ i „T“. Najveća prosečna sabijenost zemljišta izmerena je na oranom (2,21 MPa), manja sabijenost bila je na razrivanom (1,89 MPa), a najmanja na tanjiranom (1,62 MPa) delu parcele.

Tab. 3. Prosečan otpor konusa po tretmanima

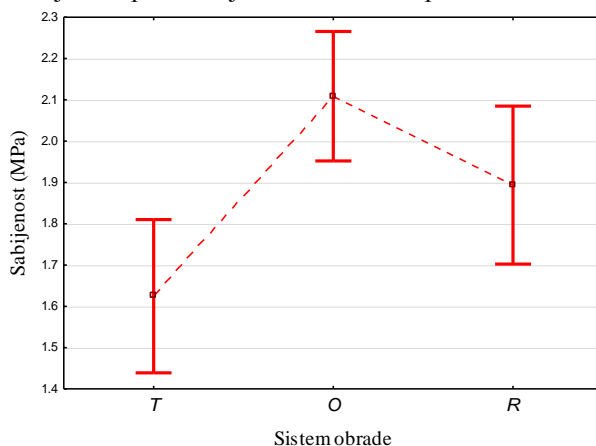
Tab. 3. The average cone resistance by treatments

Tretman Treatment	Otpor konusa/Cone resistance (MPa)				
	Sr. vred. Average	St. dev.	CV	Min	Max
T	1,62 ^a	0,26	15,97	1,21	2,16
O	2,11 ^b	0,22	10,39	1,64	2,39
R	1,89 ^{ab}	0,27	14,12	1,48	2,26

Najveća varijabilnost prosečne sabijenosti zabeležena je na tanjiranom delu parcele (15,97%), na razrivanom (14,12%), a najmanja na oranom (10,39%) suprotno poretku sabijenosti. Do istog zaključka su u svojim istraživanju došli autori Kostić et al. (2013).

Na slici 3 prikazane su srednje vrednosti sabijenosti sa intervalima poverenja na nivou značajnosti od 95% u odnosu na prethodnu obradu (tretmane). Sabijenost zemljišta po slojevima je poređena Duncan-ovim testom u odnosu na prethodnu obradu (tab. 4). Jednakost srednjih vrednosti sabijenosti za sve tretmane je potvrđena u sloju 3,5 cm, 7 cm, 14 cm i 17,5 cm, na dubini od 21 cm, 24,5 cm, 28 cm i 31,5 cm se po sabijenosti zemljišta

tretman oranje „O“ statistički značajno razlikuje od ostala dva tretmana. Na dubini 31,5 cm tretman tanjiranje „T“ je različit od druge dve obrade, dok se sabijenost na dubini 28 cm za sva tri načina obrade međusobno razlikuju. Prema ovim rezultatima može se doneti konstatacija da je sistem obrade imao uticaj na stanje zemljišta samo u sloju od 20 do 30 cm, dok je u plićem sloju bila primetna jednakost između posmatranih varijanti.



Sl. 3. Srednje vrednosti sabijenosti zemljišta po tretmanima sa intervalima poverenja
Fig. 3. Average values with confidence intervals of soil compaction under different treatments

Prema Kozic (1996), sabijenost zemljišta u sloju koji se intenzivno obrađuje je dvostruko pa i više manja od sabijenosti u podoraničnom sloju (dubina preko 25 cm). Kritična sabijenost od 3 do 4 MPa pri kojoj dolazi do redukcije rasta korena ili čak prestanka prema Lipiec (1996). U ovom eksperimentu sabijenost preko 4 MPa se javila na tretmanu „O“ na dubini od 28 cm, dok je na ostala dva tretmana na dubini od 31,5 cm.

Tab. 4. ANOVA – sabijenost po slojevima

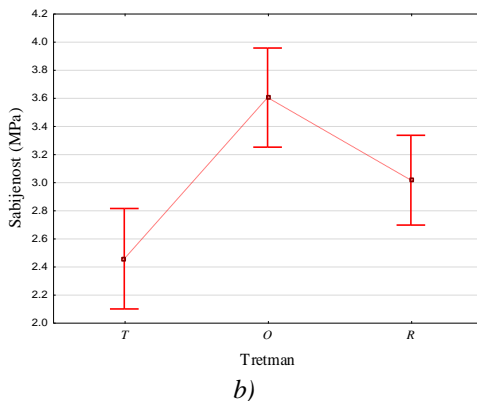
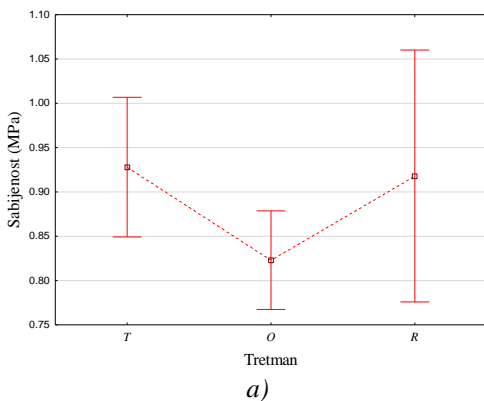
Tab. 4. ANOVA – soil compaction in layers

Sloj/Layer (cm)	Otpor konusa/Cone resistance (MPa)									
	3,5	7	10,5	14	17,5	21	24,5	28	31,5	
Tretmani Treatments	T	0,59 ^a	0,82 ^a	1,11 ^b	1,18 ^a	1,09 ^a	1,20 ^a	1,54 ^a	2,70 ^a	4,36 ^a
	O	0,59 ^a	0,76 ^a	0,87 ^a	1,06 ^a	1,28 ^a	1,69 ^b	2,75 ^b	4,48 ^c	5,47 ^b
	R	0,63 ^a	0,87 ^a	0,97 ^{ab}	1,19 ^a	1,32 ^a	1,35 ^a	1,90 ^a	3,74 ^b	5,04 ^b

Radi mogućeg poređenja sa parametrom vlažnosti zemljišta koji su određeni na osnovu uzoraka uzetih iz dva sloja, podaci o sabijenosti po slojevima su takođe objedinjeni i podeljeni u dva sloja. Poređenje srednjih vrednosti rađeno je pomoću Duncan-ovog testa na nivo značajnosti 95% (tab. 5).

Tab. 5. Poređenje sabijenosti zemljišta po tretmanima i po slojevima
Tab. 5. Comparison of soil compaction by treatments and the layers

		Otpor konusa/Cone resistance (MPa)	
Sloj/Layer (cm)		0-15 cm	15,1-30 cm
Tretmani Treatments	T	0,93 ^a	2,45 ^a
	O	0,82 ^a	3,60 ^c
	R	0,92 ^a	3,01 ^b



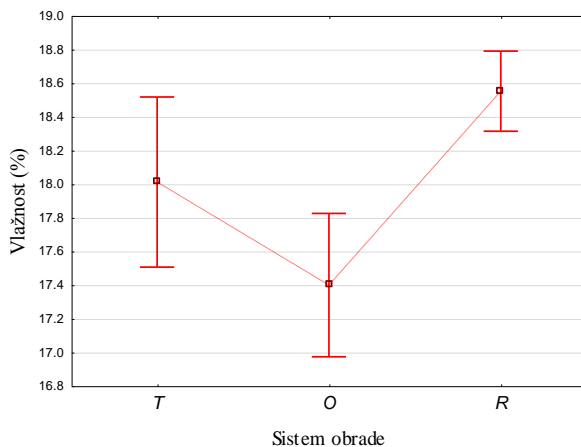
Sl. 4. Srednje vrednosti sa intervalima poverenja sabijenosti zemljišta po tretmanima:
a - sloj 0-15 cm; b - sloj 15,1-30 cm

Fig. 4. Average values with confidence intervals of soil compaction under different treatments:
a - 0-15 cm layer; b - 15,1-30 cm layer

Iz tabele 4 se može konstatovati da u sloju od 0-15 cm nema statistički značajnih razlika u sabijenosti u odnosu na tretmane. U sloju od 15,1-30 cm sabijenost je različita za sve tretmane. Najveća srednja vrednost otpora konusa je na tretmanu oranje (3,6 MPa) u sloju 15,1-30 cm, a najmanja na istom tretmanu (0,82 MPa) ali u sloju od 0-15 cm. Na slici 4 dat je prikaz srednjih vrednosti sabijenosti zemljišta sa intervalima poverenja na nivou značajnosti od 95%.

Vlaga

Poređenje vrednosti vlažnosti zemljišta iz uzoraka na varijantama ogleđa obavljeno je primenom Duncan-ovog testa sa pragom značajnosti od 5%. Iz tabele 6 se može zaključiti da postoji statistički značajna razlika u izmerenim prosečnim vrednostima vlažnosti između varijanti ogleđa. Najveća vlaga izmerena je na razrivanom zemljištu (18,55%), a najmanja na oranom (17,40%). Najveća varijabilnost vlažnosti zemljišta izmerena je na tanjiranom delu parcele (3,93%), a najmanja na razrivanom (1,79%) što se može primetiti i na grafiku 5 srednjih vrednosti sa intervalima poverenja.



Sl. 5. Srednje vrednosti vlažnosti zemljišta po tretmanima sa intervalima poverenja
Fig. 5. Average values with confidence intervals of soil moisture under different treatments

Tab. 6. Statistički pokazatelji vlažnosti zemljišta po tretmanima
Tab. 6. Statistical parameters of soil moisture for treatments

Tretman Treatment	Vlažnost zemljišta/Soil moisture (%)				
	Sr. vred. Average	St. dev.	CV	Min	Max
T	18,01 ^b	0,71	3,93	16,88	18,89
O	17,40 ^a	0,60	3,42	16,54	18,31
R	18,55 ^c	0,33	1,79	17,99	19,00

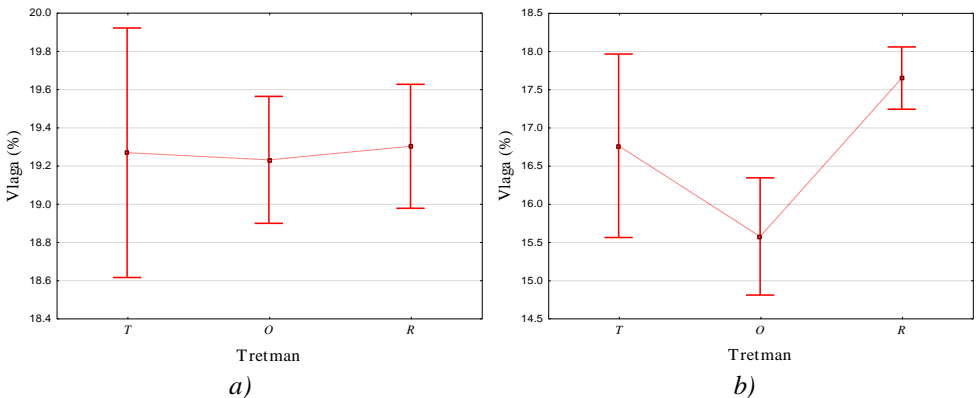
Poređenjem srednjih vrednosti vlažnosti u slojevima pomoću Duncan-ovog testa na nivou značajnosti 5% (tab. 7), može se konstatovati da u sloju 0-15 cm nema statistički značajnih razlika u sabijenosti u odnosu na tretmane.

Tab. 7. Vlažnost zemljišta po slojevima za svaki tretman
Tab. 7. Soil moisture by layers and treatments

Sloj/Layer (cm)		Vlažnost zemljišta/Soil moisture (%)	
		0-15 cm	15,1-30 cm
Tretmani Treatments	T	19,26 ^a	16,75 ^b
	O	19,23 ^a	15,57 ^a
	R	19,29 ^a	17,64 ^b

U sloju 15,1-30 cm postoji statistički značajna razlika između vlažnosti na oranom zemljištu u odnosu na tanjirano i razrívano. Najveća srednja vrednost je izmerena

na tretmanu razrivanje (19,29%) u sloju 0-15 cm, a najmanja na oranom (15,57%) u sloju od 15,1-30 cm. Ovde se uočava da je u sloju od 0 do 15 cm veća srednja vlažnost zemljišta nego u sloju od 15,1 do 30 cm. Ova nesvakidašnja pojava je posledica male količine padavina tokom vegetativnog perioda u 2012. godini kada je palo svega 212,2 mm padavina (prema izveštaju *Prognozo-izveštajne službe zaštite bilja*) i visokih srednjih temperatura (20,78°C) što je izazvalo prosušivanje dubljih slojeva. Veća vlažnost površinskog sloja je posledica manje količine padavina koje su se prethodile terminu poljskih opservacija. Na slici 6 su prikazane srednje vrednosti vlage u zemljištu sa intervalima poverenja. Obzirom da se konzeracijskim sistemima obrade zemljište ne prevrće i delimično ostaje pokriveno biljnim ostacima, potpuno je očekivano da na varijanti „O“ bude najmanji sadržaj vlage u zemljištu, što potvrđuju studije drugih autora (De Vita et al., 2007).



Sl. 6. Srednje vrednosti vlažnosti zemljišta po tretmanima:

a - sloj 0-15 cm; b - sloj 15,1-30 cm

Fig. 6. Average values with confidence intervals of soil moisture under different treatments:

a - 0-15 cm layer; b - 15,1-30 cm layer

4. ZAKLJUČAK

Rezultati analize fizičkog stanja zemljišta pokazali su da je različita obrada imala uticaj na sabijenost i vlažnost zemljišta nakon skidanja useva pšenice. Stvoreni su zemljišni uslovi koji nakon analize stanja ukazuju da se fizički pokazatelji statistički međusobom razlikuju. Najveća sabijenost bila na tretmanu „O“ (2,11 MPa), a na tretmanima „T“ i „R“ bila slična (1,62 MPa i 1,89 MPa). Posmatrano po zonama, sabijenost zemljišta bila je najveća na tretmanu „O“ (5,47 MPa) u sloju od 28 do 31,5 cm. Maksimalne sabijenosti na ostalim tretmanima su takođe postignute u istom sloju, s tim što je nešto manja bila na tretmanu „T“ (4,36 MPa) u odnosu na tretman „R“ (5,04 MPa). Ovo ukazuje na prisustvo pluznog đona u sloju ispod dubine obrade. Stanje vlažnosti zemljišta se razlikovalo kako po tretmanima tako i po dubini. Najmanja vlažnost zemljišta bila je na tretmanu „O“ i iznosila je 17,4%, na tretmanu „T“ 18,01%, a na tretmanu „R“

18,55%. Između vrednosti utvrđena je statistički značajna razlika na nivou značajnosti od 95%. U zoni od 0-15 cm praktično nije bilo razlika po tretmanima, razlike su se pojavile tek u sloju od 15-30 cm. Tu je najmanja vlaga izmerena na tretmanu „O“ (19,23%), zatim na tretmanu „T“ (19,26%) i najviše na tretmanu „R“ (19,29%). U sloju od 15,1 cm do 30 cm utvrđena je statistički značajna razlika u vlažnosti zemljišta tretmana „O“ u odnosu na tretmane „T“ i „R“. Najmanja je dobijena na tretmanu „O“ (15,57), potom na tretmanu „T“ (16,75%), a najveća na tretmanu „R“ (17,64%). Treba istaći da dobijeni rezultati jesu ishod primene različitih sistema obrade, ali da se dugoročne posledice primene nekog oruđa na fizičko stanje zemljišta ne mogu determinisati na osnovu jednogodišnjeg oglada. Potrebno je istraživanja proširiti na duge kulture, lokalitete uz višegodišnje trajanje.

5. LITERATURA

- [1] ASAE Standards, 2004. S313.3. Soil Cone Penetrometer. 50th ed., ASAE, St. Joseph, MI.
- [2] Belić M, Malinović N, Nešić Ljiljana, Ćirić V, Meši M, Kostić M, Pudar Đ. 2014. Uticaj konvencionalne obrade i direktne setve na strukturu zemljišta. Savremen poljoprivredna tehnika, 40(1): 9-18.
- [3] Belolipskij V.A. 1986. Stokoregulirujušćaja i počvozašćitnaja rolj bespluznih sposobov obrabotki počvi. Zemledelie, 10: 31-33.
- [4] Bogunović I, Kisić I, Aleksandra Jurišić. Soil Compaction under Different Tillage System on Stagnic Luvisols. Agriculturae Conspectus Scientificus. 79(1):57-63.
- [5] Bronick, C.J., Lal, R., 2005. Soil structure i management: a review. Geoderma 124, 3–22.
- [6] De Vita, P, Di Paolo E, Fecondo G, Di Fonzo N, Pisante M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil Till. Res. 92:69–78.
- [7] D'Haene K, Vermang J, Cornelis M. W, Leroy B. L. M, Schiettecatte W, De Neve S, Gabriels D, Hofman G. 2008. Reduced tillage effects on physical properties of silt loam soils growing root crops. Soil & Tillage Research, 99(2008):279-290.
- [8] Dolan M.S, Clapp C.E, Allmaras R.R, Baker J.M, Molina J.A.E. 2006. Soil organic carbon and nitrogen in a Minnesota soil as related to tillage, residue and nitrogen management. Soil Till. Res. 89, 221–231.
- [9] Domżał H, Stowinska–Jurkiewicz Anna, Palikot M. 1987. Changes in the structure and physical properties of soil as a result of the application of various methods of soil cultivation. Polish J. Soil Sci., 20: 9-16.
- [10] Droese H, Starczewski J, Radecki A, 1988. Oddziałwanie różnyh sposobów uprawy na strukture gruzelkowata roli. Zeszyty problemówe postepów rolniczyh, 356: 57-62.
- [11] Filipović D, Husnjak S, Košutić S, Gospodarić Z. 2006. Effects of tillage systems on compaction and crop yield of Albic Luvisol in Croatia. J. Terramech. 43:177–189.
- [12] Ginski J, Lipiec J. Soil physical conditions and plant roots. Boca Raton, FL: CRC Press; 1990.
- [13] Hamza, M.A., Ierson, W.K., 2005. Soil compaction in cropping systems review of the nature, causes i possible solutions. Soil Till. Res. 82, 121–148.

- [14] ISO 7256/1
- [15] JDPZ 1997. Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta, Komisija za fiziku zemljišta, Novi Sad, 70.
- [16] Kozicz J. Compacting soil with traction mechanisms of aggregates at cultivating cereals and root crops. *Pol Nauk Rol* 1996;4:51–64.
- [17] Lal R. 1993. Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality, i sustainability. *Soil i Tillage Research*, 27(1993):1-8.
- [18] Malinović N, Meši M, Kostić M, Isakov S, Sindić M. 2011. Ekonomska i energetska efikasnost u proizvodnji kukuruza tehnologijom direktne setve. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 37(1): 23-34.
- [19] Meši M, Malinović N, Kostić M, Anđelković S. 2010. Proizvodnja šećerne repe u uslovima konvencionalne i konzervacijske obrade zemljišta. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 36(2):129-137.
- [20] Meši M, Malinović N, Kostić M, Belić M, Isakov S. 2011. Proizvodnja kukuruza primenom mehanizacije za konvencionalnu obradu i direktnu setvu. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 37(4): 345-354.
- [21] O'Sullivan M.F. i Bal B.C. 1982. Water regimes in ploughed and direct drilled soils under cereals in Scotland. *Proc. 8th Conf. ISTRO*, Osijek, pp. 520-525.
- [22] Sosnowski A. 1987. Wplyw siewu bezpośredniego na fizyczne właściwości gleby lekkiej i plonowania kukurydzy. *Zeszyty nauk. abad. rol. w Szczecinie*, 131:131-144.
- [23] Tebrügge F, Düring R. A. 1999. Reducing tillage intensity—a review of results from a long-term study in Germany. *Soil Till. Res.* 53, 15–28.
- [24] Tolimir M, Branka Kresović, Jovanović Ž, Lidija Stefanović, Videnović Ž. 2001. Sistemi obrade i prinosa kukuruza na černozeu. *Zbornik naučnih radova*, 7 (2001):51 - 57.
- [25] Viscarra-Rossel R. A, McBratney A. B. 1998. Soil chemical analytical accuracy and costs: Implications from precision agriculture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38:765–775.
- [26] Tolimir M, Branka Kresović, Jovanović Ž, Lidija Stefanović, Videnović Ž. 2001. Sistemi obrade i prinosa kukuruza na černozeu. *Zbornik naučnih radova*, 7 (2001):51 - 57.
- [27] Kostić M, Soskić I, Crnobarac J, Benka P, Malinović N. 2013. Prostorno lociranje sabijenih zona u zemlišnom profilu primenom gps i gis tehnologije. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 39(3):187-196.
- [28] (http://www.pisvojvodina.com/PTR_2012/default.aspx)

TILLAGE SYSTEMS INFLUENCES ON SOIL COMPACTION AND SOIL MOISTURE AFTER 2011/2012 GROWING SEASON

Kostić Marko, Belić Milivoje, Nešić Ljiljana, Dedović Nebojša, Somer Deže

REZIME

Crop production was unthinkable without intensive tillage that affected multiple increase of field productivity. With utilization of modern machines and technology, there were problems which minimize or even cancel the positive effects of intensive soil tillage. It is the main reason why are many studies dedicate on researching of effects different soil treatments. Therefore, a large number of studies dedicates to studying the effects of various treatment technologies from the aspect of soil fertility.

In this paper are presented one-year experiment results of influence tillage management on soil physical properties in 2011/2012 growing season. The experiment was conducted on meadow chernozem soil type, in Južna Bačka region. The plot was splitted on three even parts where was applied different tillage treatments in winter wheat production: discing, plowing and chiseling. Tillage depth during discing was 10-15 cm, during chiseling soil was 18-20 cm, and during plowing was 20-25 cm. After winter wheat harvesting in 2012., there was conducted field observations of soil compaction and soil sampling to determine soil moisture content. The soil compaction was measured in zones with 3,5 cm increasing depth, and undisturbed soil samples are taken in soil layer of 0-15 cm and 15,1-30 cm.

Analysis of data has shown that the greatest average compaction was on treatment where tillage was performed by plow (2,11 MPa), than on treatment where tillage was performed by compact cultivator (1,89 MPa) and the lowest on treatment where tillage was performed by disc harrow (1,62 MPa). The maximum compaction was obtained on plowed soil in layer 15,1-30 cm, than on co-cultivated soil (5,04 MPa) and the lowest on discing soil (4,36 MPa). The lowest soil moisture content was obtained on plowed soil (17,4%), than on discing soil (18,01%) and the highest on co-cultivated soil (18,55%). Between obtained values of soil moisture content was achieved statistical significant difference on confidence level of 95%. In soil layer 0-15 cm depth wasn't achieved statistical difference between values in accordance to treatment. In soil layer 15,1-30 cm depth was achieved statistical difference between soil moisture of plowed treatment (15,57%) in comparison to discing treatment (16,75%) and co-cultivated treatment (17,64%).

Key words: tillage management, plowing, discing, cultivating, soil properties

Napomena: Rad je nastao kao rezultat ispitivanja na projektu TR31046, „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine“, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Primljeno: 04. 02. 2015. god.

Prihvaćeno: 28. 02. 2015. god.