Bibliid: 0350-2953 (2014) 40 (1): 9-18
UDK: 631.317:631.4

Originalni naučni rad
Original scientific paper

UTICAJ KONVENCIONALNE OBRADE I DIREKTNE SETVE NA STRUKTURU ZEMLJIŠTA

INFLUENCE OF CONVENTIONAL TILLAGE AND DIRECT SOWING-NO TILL ON SOIL STRUCTURE

Belić M, Malinović N, Nešić Ljiljana, Ćirić V, Meši M, Kostić M, Pudar Đ

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8,
21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: belicm@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Održavanje dobre i stvaranje povoljne strukture zemljišta ima za cilj postizanje visokih i stabilnih prinosa gajenih biljaka. Nestabilna struktura smanjuje infiltraciju i brzinu vodopropustljivosti zemljišta, povećava evaporaciju, pogoršava aeraciju, omogućuje stvaranje pokorice i ukoliko postoje ostali uslovi intenzivira pojavu erozije. Cilj ovog istraživanja je bio da se na osnovu strukturne analize zemljišta sagleda uticaj konvencionalne obrade i sistema direktne setve - bez obrade na zastupljenost i stabilnost strukturnih makroagregata različitih dimenzija kod černoze i uticaj sadržaja humusa na stabilnost makrostrukturnih agregata u sloju 0-30 cm. Utvrđena je veća količina makrostrukturnih agregata >5 mm u zemljištu, kod sistema direktne setve (bez obrade) u odnosu na konvencionalnu obradu. Koeficijent strukturnosti je povoljniji pri konvencionalnoj obradi ($K_s = 5,68$) u odnosu na sistem bez obrade ($K_s = 3,16$). Veća količina stabilnih agregata >2000 μm je utvrđena u zemljištu kod direktne setve, dok su kod konvencionalne obrade agregati manji od <2000 μm bili stabilniji. Vrednosti srednjeg masenog dijameta stabilnih agregata (MWD) su statistički značajno veće u sistemu direktne setve - bez obrade (MWD = 2417 μm) u odnosu na konvencionalnu obradu zemljišta (MWD = 1512 μm). U našim zemljišnim i klimatskim uslovima direktnu setvu treba kombinovati sa konvencionalnom obradom kako bi se obezbedila povoljna struktura zemljišta.

Glavne reči: černoze, obrada, direktna setva, struktura zemljišta

1. UVOD

Sa agronomskog stanovišta struktura zemljišta zauzima centralno mesto u odnosu na ostale fizičke osobine zemljišta. Ima veliki uticaja na vodni, vazdušni, toplotni režim na hemijske i biološke osobine zemljišta, na porast korena i pogodnost zemljišta za obradu. Ona je indikator plodnosti zemljišta pokazatelj njegove produktivnosti. Održavanje dobre i stvaranje povoljne strukture zemljišta ima za cilj postizanje visokih i stabilnih prinosa gajenih biljaka. Zemljište dobre strukture pruža manji otpor pri obradi, zadržava veću količinu pristupačne vode za biljke, smanjuje gubitke vode, pruža veći otpor pri stvaranju pokorice.

Od svih tipova strukture, najpovoljnija je mrvičasta struktura čiji strukturni agregati, krupniji i sitniji, nemaju određeni geometrijski oblik, ali njihova rapava površina onemogućuje slepljivanje agregata u zbijenu masu i takva struktura održava rastresito stanje zemljišta. Bez obzira što se sa agronomске tačke gledišta ocena strukture ne može dati samo razmatranjem odnosa pojedinih frakcija strukturnih agregata, ipak je činjenica da najveća zastupljenost strukturnih agregata dimenzija od 0,25-7 mm, obezbeđuje najpovoljnija vodno-vazдушna svojstva zemljišta. Prema *Veršininu* (cit. *Vučić*, 1964) najmanje je isparavanje sa zemljišta kod kojih dominiraju makroagregati dimenzija od 2-3 mm, a najveće kada preovlađuju megaagregati od 10-15 mm. Pored zastupljenosti strukturnih agregata različitih dimenzija pri oceni strukture zemljišta analizira se i njihova stabilnost prema rasplinjavanju u vodi. Nestabilna struktura smanjuje infiltraciju i brzinu vodopropustljivosti zemljišta, povećava evaporaciju, pogoršava aeraciju, omogućuje stvaranje pokorice i ukoliko postoje ostali uslovi intenzivira pojavu erozije. U obradivom zemljištu agregatni sastav je promenljiv, kratkog je trajanja i stalno se menja (*Russell*, cit. *Vučić*, 1987), ali strukturnost zemljišta kao njegova karakteristika, ostaje u dužem trajanju sa znacima pogoršanja ili poboljšanja, u zavisnosti od intenziteta delovanja pojedinih činilaca - klime, plodoreda, agrotehničkih mera, sistema obrade i drugih faktora.

Struktura zemljišta se obično izražava kao stepen ukupne stabilnosti strukturnih agregata prema rasplinjavanju u vodi. Brojne studije su razmatrale efekte promene načina korišćenja zemljišta na agregatnu stabilnost (*Neufeldt et al*, 1999; *Williams i Petticrew*, 2009) i faktore koji utiču na nju. *Ćirić et al.* (2012) navode visoko signifikantne jednačine regresije za predviđanje srednjeg težinskog dijametra (MWD) dobijenog suvim prosejavanjem i ističu da je signifikantno povezan sa sadržajem gline i praha, dok je koeficijent strukturnosti (K_s) u značajnoj korelaciji sa sadržajem organske materije (OM).

Značaj organske materije u zemljištu je i u tome što deluje kao cementni agens između zemljišnih čestica i štiti strukturu od degradacije. Značaj OM - organske materije u kruženju ugljenika i globalnim klimatskim promenama je dobro objašnjen (*Smith*, 2004; *Leifeld*, 2006; *IPCC*, 2007. i *Lal*, et al, 2007.). Takođe, OM poboljšava vodopropustljivost zemljišta, vazdušni i vodni kapacitet, smanjuje sabijenost i deluje kao izvor hranljivih materija pa je stoga od velikog značaja za poljoprivredu. Imajući u vidu da OM sadrži oko 58% organskog ugljenika proizilazi da na teritorije AP Vojvodine u černozeu na površini od 933 920 ha u sloju od 0 do -100 cm dubine, količina organskog ugljenika variraju od 128 t ha⁻¹ do 203 t ha⁻¹, a srednji sadržaj iznosi 165 t ha⁻¹ (*Belić et al.*, 2013).

Cilj ovog istraživanja je bio da se na osnovu strukturne analize zemljišta sagleda uticaj konvencionalne obrade i sistema direktne setve - bez obrade na zastupljenost i stabilnost strukturnih makroagregata različitih dimenzija kod černozeu i uticaj sadržaja humusa na stabilnost makrostrukturnih agregata.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanje strukture zemljišta obavljena su na proizvodnim parcelama i T-22 i T-23A.D.“Neoplanta“, R.J.Čenej, na tipu zemljišta– černozeu, podtip – na lesu i lesolikim sedimentima, varijetet – karbonatno oglejeni i forma – srednje duboki (*Nejgebauer, i sar.*, 1971, *Škorić, i sar.*, 1985).

Ispitivano zemljište, parcela T-22, sa konvencionalnom obradom, je površine 28 ha, i nalazi se na pozicije N- 45° 39' 96" E- 19°80'85", a parcela T-23 sa direktnom setvom je

površine 11,5 ha i nalazi se na poziciji N-45°39'95" E-19°80'93", obe ispitivane parcele se graniče i na oko 80,80 m n.v. Obe parcele su u sistemu dvopolja soja i kukuruz. Prema rezultatima višegodišnjeg merenja na Meteorološkoj stanici Rimski Šančevi srednja godišnja temperatura vazduha na ovom području iznosi 11,1 °C. Najviša srednja mesečna temperaturu je u mesecu julu od 21,3°C, a najniža u januaru od -0,5 °C. Srednja višegodišnja količina padavina iznosi 608,5 mm.

Tehnologija konvencionalne obrade izvedena je po sistemu zasebnih prohoda. Osnovna obrada je obavljena četvorobrazdnim obrtnim plugom agregatiranim sa traktorom od 154 kW snage motora. Priprema zemljišta za setvu urađena je sa dva prohoda setvospremača radnog zahvata 8 m i sa traktorom snage 162 kW. Setva je obavljena 12-to rednom sejalicom koja je namenjena, pre svega za direktnu setvu, međutim istom sejalicom je posejan kukuruz i na zemljištu u konvencionalnoj obradi. Prvo je unošeno mineralno đubrivo u redove zajedno sa setvom, a drugo i treće u periodu vegetacije kukuruza primenom centrifugalnog rasipača, radnog zahvata 18 m. Hemijska zaštita je obavljena ratarskom prskalicom, radnog zahvata 18 m. Ubiranje, žetva kukuruza je obavljeno sa univerzalnim kombajnom sa 6-orednim adapterom.

U cilju ispitivanja uticaja konvencionalne obrade i sistema direktne setve - bez obrade na zastupljenost i stabilnost strukturnih makroagregata, početkom maja, 2012. god., na oglednim parcelama T-22 i T-23, pod merkantilnim kukuruzom, u fazi 3-5 lista, otvorene su po tri prikopke i to tri prikopke na varijanti sa konvencionalnom obradom i tri prikopke na varijanti bez obrade. Nakon otvaranja prikopi prikupljeni su uzorci zemljišta, od 0 do 30 cm, dubine, odnosno iz humusno akumulativnog horizonta.

U laboratoriji za ispitivanje vodno-fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu određena su sledeća svojstva:

- Mehanički sastav je određen pipet metodom, a priprema uzoraka za analizu sa Napirofosfatom (*Thun, 1955*),. Teksturna klasa zemljišta određena je po klasifikaciji (*Tommerup, 1934*).

- Specifična masa - gustina, pomoću piknometra; *Bošnjak, Priručnik JDPZ (1997)*

- Zapreminska masa, pomoću cilindara (100 cm³) Kopeckog; *Bošnjak Priručnik JDPZ (1997)*

- Ukupna poroznost, računski iz zapreminske i specifične mase; *Bošnjak, Priručnik JDPZ (1997)*

- Gustoća pakovanja čestica određena je iz odnosa % - tnog sadržaja frakcije gline i vednosti zapreminske mase zemljišta-računski. Prema *Beneckeu (1966)* i *Renggeru (1970.)*, Meliorativna pedologija cit., *Racz 1981*.

- Agregatni sastav i stabilnost strukturnih makroagregata prema rasplinjavanju u vodi po metodi *Savinov-a* postupkom suvog i mokrog prosejavanja.

- Suvo prosejavanje, u trajanju od 1 minuta je urađeno pomoću električne treskalice na seriji sita dimenzija: 10, 5, 3, 2, 1, 0,5 i 0,25 mm. Mokro prosejavanje je obavljeno pomoću električnog pribora i garniture sita dimenzija: 5, 3, 2, 1, 0,5 i 0,25 mm. Prosejavanje pod vodom, sa 10 hodova u dužini hoda sita od 3-4 cm kroz vodu.

- Zastupljenost strukturnih makroagregata u zemljištu je urađena standardnim postupkom za suvo prosejavanje. Ukratko, 500 g vazdušno-suvog uzorka je prosejano kroz seriju sita kvadratnih otvora promera 10, 5, 3, 2, 1, 0,5 i 0,25 mm i dobijeno je osam agregatnih klasa ili frakcija (> 10, 10 -5, 5-3, 3-2, 2-1, 1-0.5, 0.5-0.25 i <0,25 mm).

Ocena strukturnosti zemljišta prema vrednosti K-koeficijenta: $>1,5$ je dobra strukturnost, $1,5-0,67$ zadovoljavajuća i ukoliko je $<0,67$ strukturnost zemljišta je nezadovoljavajuća (Shein et al., 2001).

Koeficijent strukturnosti- K se izračunat iz odnosa:

$$K_s = a / b$$

a-sadržaj agregata (od 10 mm do 0,25 mm) , b-sadržaj agregata ($<0,25$ mm + >10 mm)

Stabilnosti strukturnih agregata je određena modifikovanom metodom po Elliot-u (1986). Odmereni uzorak od 100 g vazdušno suvog zemljišta se proseje kroz sito otvora 8000 μ m (mikrometara). Prosejani uzorak se zatim postavi na sito sa otvorima od 2000 μ m. Ovaj uzorak zemljišta sa sitom se potopi 2 minuta u dejonizovanu vodu, pri sobnoj temperaturi. Frakcija 8000-2000 μ m je dobijena pomeranjem sita kroz vodu, hodom od 3 cm gore-dole sa 30 ponavljanja u toku 2 minuta. Agregati se prikupe i prenesu mlazom vode u aluminijumske posude. Agregati manjih dimenzija od 2000 μ m se prenose na naredno sito sa manjim promerom sita. Prosejavanje se ponavlja sa smanjenim brojem vertikalnih pokreta (20 ponavljanja) za sito promera 250 μ m i 10 ponavljanja za sito promera 53 μ m. Dobijeni stabilni strukturni agregati se suše na 50 ° C a nakon sušenja izmeri njihova masa. Ovim postupkom su izdvojene četiri frakcije stabilnih strukturnih agregata različitih dimenzija: (8000-2000, 2000-250, 250-53 i <53 μ m).

Koristeći dobijene mase stabilnih agregata, srednji maseni dijametar (MWD) strukturnih agregata je izračunat po sledećoj jednačini (Hillel, 2004):

$$MWD = \sum_{i=1}^n x_i w_i, \quad (1)$$

gde je w_i maseni procenat klase stabilnih agregata u odnosu na ukupan uzorak, a x_i je srednji prečnik klase stabilnih agregata (μ m).

- Sadržaj humusa je određen u četiri frakcije stabilnih strukturnih agregata različitih dimenzija (8000-2000, 2000-250, 250-53 i <53 μ m), metodom mokrog spaljivanja po Tjurinu JDPZ (1966).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Osnovna svojstva zemljišta

Ispitivani humusno akumulativni, oranični sloj (0-30 cm) čeromezma je ujednačenog mehaničkog sastava. Srednji sadržaj frakcija krupnog peska zastupljen je sa 0,20%. Zatim po zastupljenosti sledi sitan pesak 26,51%, prah je najzastupljenija frakcija sa 41,59 %, srednji udeo frakcije gline u ovom sloju je 31,71 %. Na osnovu srednje vrednosti zastupljenosti mehaničkih frakcija, oranični sloj humusno akumulativnog horizonta ispitivanog čeromezma pripada klasi prašasta glina po Tommerup-u, 1934.god.

Zapreminska masa predstavlja masu apsolutno suvog zemljišta u prirodnom, nenarušenom stanju zajedno sa njegovim porama. Ona je direktni pokazatelj rastresitosti odnosno zbijenosti zemljišta. Srednja vrednosti zapreminske mase od $1,37 \text{ g cm}^{-3}$ utvrđena je u oranični sloj (0-30 cm) kod zemljišta sa konvencionalnom obradom. U istom sloju kod zemljišta bez obrade srednja vrednost zapreminske mase je bila $1,48 \text{ g cm}^{-3}$, što pokazuje da je zemljište u oraničnom sloju rastresitije kod konvencionalne obrade. Vrednosti ukupne poroznosti, prema klasifikaciji Miljković-a, 1996.god., pokazuju da je zemljište na obe varijante pripada klasi poroznih zemljišta. Razlike u ukupnoj poroznosti ipak postoje tako da je

niža vrednost utvrđena u zemljištu bez obrade 44,15%, u odnosu na 48,30 % koliko je bila kod zemljište sa konvencionalnom obradom.

Srednja vrednosti gustoće pakovanja čestica od $1,76 \text{ g cm}^{-3}$ kod zemljišta bez obrade ukazuje da je ovo zemljište jako sabijeno u odnosu na zemljište sa konvencionalnom obradom kod kojeg je gustoća pakovanja bila $1,64 \text{ g cm}^{-3}$ i pripada klasi srednje sabijenih zemljišta. Sa povećanjem vrednosti gustoće pakovanja čestica veća je sabijenost zemljišta i obrnuto (Racz, 1981).

Zastupljenost agregata

Distribucije strukturnih agregata (Slika 1) pokazuju znatno veću količinu agregata $>5 \text{ mm}$ u sistemu direktne setve - bez obrade u odnosu na konvencionalnu obradu. Formiranje mega i makroagregata je karakteristično za zemljišta koja su beskarbonatna, izložena sabijanju, sa malim sadržajem organske materije. Veća zastupljenost krupnih agregata u zemljištu ublažava eolsku eroziju (Colazo and Buschiazzo, 2010). Količina mega i makrostrukturnih agregata $>5 \text{ mm}$ koja se formirala u sistemu bez obrade se reflektovala na manju količinu svih frakcija strukturnih agregata $<5 \text{ mm}$ kod zemljišta u sistemu direktne setve. Direktnom setvom - bez obrade zemljišta nepovoljniji je odnos između mega, makro i mikrostrukturnih agregata u odnosu na zemljište sa konvencionalnom obradom.

Sl. 1. Distribucija mega, makro i mikrostrukturnih agregata kod černozema bez obrade i sa konvencionalnom obradom

Fig. 1. Distribution of mega, makro and microstructural aggregates in chernozem exposed to no till and conventional tillage systems

Odnos u zastupljenosti agregata različite krupnoće pokazuje i koeficijent strukturnosti (Slika 2). Statistički značajno veći koeficijent strukturnosti je ustanovljen pri konvencionalnoj obradi (5,68) u odnosu na sistam bez obrade (3,16). Ćirić et al. (2012) navode da su srednje vrednosti Ks- koeficijenta strukturnosti iznosile ($K_s=7,05$) za černozem pod uticajem različitih načina korišćenja (šuma $K_s=10,11$, livada $K_s=5,42$, oranica $K_s=5,62$). Utvrđene vrednosti koeficijenata strukturnosti, u oba ispitivana sistema, znatno su niže u odnosu na srednje vrednosti Ks koje je utvrdio navedeni autor. Može se zaključiti da direktna setva i konvencionalna obrada imaju veliki uticaj na promenu zastupljenosti i stabilnosti strukturnih agregata različitih dimenzija.

Sl. 2. Koeficijent strukturalnosti černoze u sistemu bez obrade i konvencionalnom sistemu. Vrednosti praćene različitim slovima se statistički značajno razlikuju pri $p < 0,05$ prema Fišerovom LSD testu.

Fig. 2. Structural coefficient of chernozem exposed to no till and conventional tillage systems. Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$ using Fischer's LSD

Stabilnost strukturalnih agregata

Rezultati, određivanja stabilnosti strukturalnih agregata, pokazuju da je za oko 20% više stabilnih strukturalnih agregata $>2000 \mu\text{m}$ prema rasplinjavanju u vodi bilo kod zemljišta gde je primenjena direktna setva. (Slika 3). U sistemu bez obrade zemljište je znatno sabijenije, krupniji strukturalni agregati nisu izloženi izmrzavanju i usitnjavanju obradom i zbog toga su više zastupljeni kod zemljišta sa direktnom setvom - bez obrade, što se odrazilo i na njihovu stabilnost. Kod frakcija agregata dimenzija $<2000 \mu\text{m}$ utvrđena je veća stabilnost kod zemljišta sa konvencionalnim načinom obrade što je znatno povoljnije sa agronomskog stanovišta. Konvencionalnom obradom se homogenizuje zemljište sa organskom materijom u oraničnom sloju, intenzivira se njena transformacija i povećava sadržaj organomineralnih koloida koji povećavaju prvenstveno stabilnost strukturalnim agregatima manjih dimenzija. Kod zemljišta sa direktnom setvom-bez obrade organska materija se nagomilava na površini zemljišta, zatim postepenom transformacijom i migracijom dospeva u dubinu. Tako da je stvaranje organomineralnog kompleksa usporenije u odnosu na zemljište sa konvencionalnom obradom a uticaj na stabilnost sitnijih frakcija strukturalnih agregata manji.

Slika 3. Stabile frakcije agregata černoze u sistemu bez obrade i konvencionalnom sistemu. Figure 3. Stable aggregate fractions of chernozem exposed to no till and conventional tillage systems.

Na veličinu MWD najviše utiče sadržaj krupnih makroagregata, čija zastupljenost je uslovljena načinom korišćenja zemljišta i načinom obrade zemljišta (osnovna, predsetvena i

dopunska obrada). Statističkom analizom vrednosti srednjeg masenog dijametra- MWD dobijene su značajno veće vrednosti ovog indeksa u sistemu bez obrade (2417 μm) u odnosu na konvencionalni sistem obrade (1512 μm), što pokazuje da je vrednost zbira svih stabilnih frakcija strukturnih agregata veća kod zemljišta sa direktnom setvom u odnosu na istu vrednost koja je dobijena kod zemljišta sa konvencionalnom obradom (Slika 4) što je posledica veće zastupljenosti stabilnih krupnijih frakcija strukturnih agregata kod zemljišta bez obrade. Šeremešić (2011) je ustanovio nešto manju stabilnosti strukturnih agregata - MWD (540-1180 μm) kod černoze pri različitim sistemima konvencionalne obrade u odnosu na vrednosti koje su utvrđene ovim istraživanjem što je posledica različite zastupljenosti stabilnih frakcija strukturnih agregata.

Slika 4. Vrednosti srednjeg masenog dijametara strukturnih agregata kod černoze u sistemu direktne setve i konvencionalne obrade. Vrednosti praćene različitim slovima se statistički značajno razlikuju pri $p < 0,05$ prema Fišerovom LSD testu.

Figure 4. MWD values of chernozem exposed to no till and conventional tillage systems. Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$ using Fischer's LSD.

Sadržaj humusa

Što se tiče uticaja sistema obrade na sadržaj humusa u zemljištu, može se konstatovati njegova veća količina u konvencionalnom sistemu obrade kako u različitim frakcijama stabilnih agregata, tako i ukupno (Slika. 5 i 6). Statistički značajno veći sadržaj humusa je kod zemljišta sa konvencionalnim sistemom (3,54%) u odnosu na zemljište na kojem se primenjuje direktna setva-bez obrade (3,36%) je verovatno posledica veće količine biomase kao i prinosa koji se formiraju pri konvencionalnoj obradi u odnosu na zemljište na kojem je primenjivana direktna setva, bez prethodne obrade.

Slika 5. Sadržaj humusa u frakcijama stabilnih agregata černoze u sistemu direktne setve- bez obrade i konvencionalnom sistemu sa obradom

Figure 5. Humus content in stable aggregate fractions of chernozem exposed to no till and conventional tillage systems

Veći sadržaj humusa je ustanovljen u agregatima 2000-250 i 250-53 μm nego u agregatima $>2000 \mu\text{m}$, što je u suprotnosti sa agregatnom hijerarhijom koju su postavili (Tisdall i Oades, 1982; Oades i Waters, 1991). Bossuyt et al. (2002) su takođe pronašli veću koncentraciju humusa i u sitnim makroagregatima i u mikroagregatima nego u krupnim makroagregatima. Najmanji sadržaj humusa je u frakciji praha i gline ($> 53 \mu\text{m}$).

Slika 6. Sadržaj humusa u černozeu u sistemu direktne setve- bez obrade i konvencionalnom sistemu sa obradom. Vrednosti praćene različitim slovima se statistički značajno razlikuju pri $p < 0,05$ prema Fišerovom LSD testu.

Figure 6. Humus content in chernozem exposed to no till and conventional tillage systems. Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$ using Fischer's LSD.

4. ZAKLJUČAK

Svaki od posmatranih sistema obrade ima svoje prednosti i nedostatke u kontekstu uticaja na kvalitet zemljišta.

Distribucija strukturnih agregata je bolja u zemljištu obrađivanom konvencionalnim sistemom u odnosu na sistem bez obrade, što potvrđuje i koeficijent strukturnosti.

Stabilnost strukturnih agregata je bolja u neobrađivanom zemljištu u odnosu na zemljište obrađivano konvencionalnim sistemom što potvrđuje i srednji težinski dijametar.

Sadržaj humusa je veći u svim frakcijama stabilnih agregata u zemljištu obrađivanom konvencionalnim sistemom u odnosu na sistem bez obrade.

5. LITERATURA

- [1] Belić, M., Manojlović, M., Nešić, Lj., Ćirić, V., Vasin, J., Benka, P., Šeremešić S. 2013. Pedoecological Significance of Soil Organic Carbon Stock in Southe-Eastern Panonnian Basin. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8 (1), 171-178.
- [2] Bossuyt, H., Six, J., Hendrix, P. F. 2002. Aggregate protected carbon in no-tillage and conventional tillage agroecosystems using ^{14}C labeled plant residue. *Soil Science Society of America Journal*, 66(6): 1965-1973.
- [3] Bošnjak, Đ., ur. 1997. Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Novi Sad: Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta / JDPZ, Priručnik za ispitivanje zemljišta.
- [4] Colazo, J. C., Buschiazzi, D. E. 2010. Soil dry aggregate stability and wind erodible fraction in a semiarid environment of Argentina. *Geoderma*, 159, 228-236.

- [5] Ćirić, V., Manojlović, M., Nešić, Lj., Belić M. 2012. Soil dry aggregate size distribution: effects of soil type and land use. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2012, 12 (4): 711-725.
- [6] Elliott, E.T. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Science Society of America Journal*, 50: 627-633.
- [7] Hillel, D. 2004. *Introduction to Environmental Soil Physics*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- [8] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. *Climate change: Mitigation*. In: B. Metz (Editor), *Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 841 pp.
- [9] JDPZ, 1966. *Priručnik za ispitivanje zemljišta*. Knjiga I. Hemijske metode ispitivanja zemljišta, Beograd.
- [10] Lal, R., Follett, R. F., Stewart B., Kimble, J. 2007. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change and Advance Food Security. *Soil Science*, 172: 943-956.
- [11] Leifeld, J., 2006. Soils as sources and sinks of greenhouse gases. *Geological Society London Special Publications*, 266: 23-44.
- [12] Miljković, N. 1996. *Osnovi pedologije*, Prirodno matematički fakultet, Novi Sad.
- [13] Nejgebauer, K. V., i sar. 1971. *Pedološka karta Vojvodine*, Novi Sad.
- [14] Neufeldt, H., Ayarza, M. A., Resck, D. V. S., Zech, W. 1999. Distribution of water-stable aggregates and aggregating agents in Cerrado Oxisols. *Geoderma*, 93, 85-99.
- [15] Oades, J.M., Waters, A.G. 1991. Aggregate hierarchy in soils. *Australian journal of Soil Research*, 29: 815-828.
- [16] Racz, Z. 1981. *Meliorativna pedologija II deo*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- [17] Savinov, N.O. 1936. *Soil Physics*. Sietchozgiz Press, Moscow (in Russian).
- [18] Shein, Y. V., Arhangel'skaya, T. A., Goncharov, V. M., Guber, A. K., Pochatkova, T. N., Sidorova, M. A., Smagin, A. V., Umarova, A. B. 2001. *Field and laboratory methods of physical properties and soil status investigations*. The University of Moscow, Russia, 199 p. (in Russian).
- [19] Smith, P., 2004. Carbon sequestration in croplands: The potential in Europe and the global context. *European Journal of Agronomy*, 20: 229-236.
- [20] Šeremešić S. 2011. *Uticaj sistema ratarenja na svojstva organske materije černoze*. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [21] Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. 1985. *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja knjiga LXXVIII, Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka Knjiga 13, Sarajevo.
- [22] Thun, R., Hermann, R., Knickmann, F. 1955. *Die Untersuchung von Böden*. Band I, *Methodenbuches des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungsund Forschungsanstalten*. 3. Aufl., Neumann Verlag, Radebeul und Berlin, 33: 141-163.
- [23] Tisdall, J.M., Oades, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of soil science*, 33(2): 141-163.
- [24] Tommerup, E. C. 1934. *The field description of the physical properties of Soils*, *Transactions of the first Commission of ISSS*, 155-158, Paris.
- [25] Vučić, N. 1964. *Vodne osobine černoze i livadske crnice i njihov značaj za navodnjavanje na irigacionom području Bačke*, *Savremna poljoprivreda*, br. 1, Novi Sad

[26] Vučić, N. 1987. Vodni, vazdušni i toplotni režim zemljišta. Vojvodjanska akademija nauka i umetnosti, Novi Sad.

[27] Williams, N. D., Petticrew, E. L. 2009. Aggregate stability in organically and conventionally farmed soils. *Soil Use Manage.*, 25, 284–292.

INFLUENCE OF CONVENTIONAL TILLAGE AND DIRECT SOWING-NO TILL ON SOIL STRUCTURE

Belić M, Malinović N, Nešić Ljiljana, Ćirić V, Meši M, Kostić M, Pudar Đ

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Trg D. Obradovića 8, Serbia

e-mail: belicm@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

Maintaining good and creating a favourable soil structure is a prerequisite for achieving high and stable yield of cultivated plants agricultural crops. Unfavourable structure reduces the infiltration rate and permeability of soil, increases evaporation, decreases aeration, enables crust formation and intensifies erosion processes. The aim of this study was to examine the impact of conventional tillage and direct sowing – no till on share and stability of macro aggregates in chernozem as well as impact of humus content on the stability of macro aggregates in a layer 0-30 cm. The higher amount of macro aggregates >5 mm in the soil was determined after direct sowing system – no till compared to conventional tillage. The structure coefficient was more favourable in the conventional tillage ($K_s = 5.68$) as compared to a no till system ($K_s = 3.16$). A larger amount of stable aggregates >2000 μm was found in direct sowing system, while in conventional tillage aggregates <2000 μm were more stable. The mean weight diameter of stable aggregates (MWD) were significantly higher in the direct sowing system - no till (MWD = 2417 μm) compared to conventional tillage (MWD = 1512 μm). In temperate climatic conditions direct sowing system should be combined with conventional tillage in order to ensure favourable soil structure.

Key words: chernozem, tillage, direct sowing, soil structure

Napomena: Rad predstavlja deo istraživanja na projektu Stanje, tendencije i mogućnosti povećanja plodnosti poljoprivrednog zemljišta u Vojvodini, evidencioni broj TR – 31072, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj (broj projekta 114-451-2668/2012).

Primljeno: 24.01.2014

Prihvaćeno: 02.03.2014.