

IZVORNI ZNANSTVENI RAD

Utjecaj konzervacijske obrade na poljski vodni kapacitet i gustoću pakiranja čestica tla u uvjetima klimatskih promjena

Vesna Vukadinović¹, Irena Jug¹, Boris Đurđević¹, Bojana Brozović¹, Larisa Bertić¹, Darko Miklavčić¹, Danijel Jug¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (vvukadin@fazos.hr)

Sažetak

Istraživanja u Čačincima i Križevcima tijekom 2021. godine imala su za cilj utvrditi utjecaj tipa tla (na lokalitetu Čačinci - Stagnosol i na lokalitetu Križevci - Gleysol), sustava obrade (ST – standardna obrada, CTD – konzervacijska obrada duboka i CTS – konzervacijska obrada plitka) i dubine tla (0 – 20 i 20 – 40 cm), kao i njihovih interakcija na poljski vodni kapacitet (PVK) i gustoću pakiranja (Gp). Sadržaj gline u Stagnosolu kretao se od 31,82 % (na dubini 0 – 20 cm) do 35,23 % (na dubini 20 – 40 cm), a u Gleysolu od 8,84 % (na dubini 0 – 20 cm) do 10,37 % (na dubini 20 – 40 cm). Tekstura tla u Stagnosolu je praškasto glinasta ilovača (PrGI), a praškasta (Pr) u Gleysolu. Na vrijednosti PVK je značajno utjecao tip tla, obrada i dubina, te su utvrđene značajne interakcije tipa tla s obradom i tipa tla s dubinom. Najveći PVK izmjeren je na Gleysolu na CTS tretmanu (46,14 %) i na dubini 20 – 40 cm (46,25 %), dok je najmanji PVK izmjeren na Stagnosolu na CTD tretmanu (30,34 %) i na dubini 20 - 40 cm (33,28 %). Gustoća pakiranja je bila pod značajnim utjecajem tipa tla. Utvrđene su značajne interakcije između tipa tla s obradom i tipa tla s dubinom. Najmanja gustoća pakiranja izmjerena je na Gleysolu na CTD tretmanu (1,42 g cm⁻³) i na dubini 20 - 40 cm (1,44 g cm⁻³). Najveća gustoća pakiranja izmjerena je na Stagnosolu na CTD tretmanu (2,02 g cm⁻³) i na dubini od 20 - 40 cm (1,93 g cm⁻³).

Ključne riječi: konzervacijska obrada, zbijanje, poljski vodni kapacitet, gustoća pakiranja

Uvod

Obrada tla, kao mehanička intervencija u tlo kako bi se proizvela dovoljna količina hrane za sve brže rastući broj stanovnika, značajno utječe na svojstva tla. Prema Busari i sur. (2015.) obrada tla utječe na smanjivanje rezervi vode u tlu, temperaturu tla, a posljedično i na infiltraciju i evaporaciju te u značajnoj mjeri na okoliš. Jug i sur. (2018.) ističu kako je jedan od najranjivijih aspekata sve izraženijih klimatskih promjena upravo proizvodnja hrane, odnosno poljoprivrede. Intenzivna obrada (Lal i sur., 2007.) uzrokuje eroziju izlažući tlo jakom intenzitetu oborina i utjecaju vjetera. Iz tog razloga su razvijeni konzervacijski sustavi obrade kako bi usporili, a u konačnici i zaustavili degradacijske procese fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tla. Zbijanje tla je degradacijski proces (Khan i sur., 2012.) koji direktno utječe na fizikalna, a indirektno i na ostala svojstva tla. U konvencionalnoj poljoprivredi najčešći uzrok je pojačani promet na oranicama (Ahmad i sur., 2009) i veliko vanjsko opterećenje mehanizacije ne samo na površini tla nego i dublje u solumu. Time se smanjuje volumen pora (Weisskopf i sur., 2009.) što znači i narušene vodno zračne odnose u tlu. U vlažnim razdobljima, prema Vukadinović i sur., (2013.), nastaje suficitno vlaženje oraničnih i podoraničnih slojeva zbog otežane perkolacije vode. Posljedica je niži pH tla i smanjenja pristupačnosti hraniva biljkama. Cilj istraživanja je utvrditi u kojoj mjeri tip tla, sustav obrade tla i dubina tla utječu na poljski vodni kapacitet i gustoću pakiranja kao jednog od indikatora zbijenosti tla.

Materijal i metode

U prvoj godini istraživanja (2021. god.) na projektu Hrvatske zaklade za znanost „Procjena konzervacijske obrade tla kao napredne metode uzgoja usjeva i prevencije degradacije tla - ACTIVEsoil“ organizirana su istraživanja na dvije lokacije: Čačinci (OPG Knežević) i Križevci (pokusno polje Visokog gospodarskog učilišta). Pokusno polje Čačinci predstavlja referentna grupa Stagnosol, a Križevce Gleysol (IUSS Working Group WRB, 2015.). Pokus je postavljen po split-split-plot pokusnoj shemi gdje je lokalitet, definiran tipom tla i agroekološkim pokazateljima, glavni faktor, kalcizacija – podfaktor, te gnojidba – podpodfaktor. Rezultati ovog rada samo su manji dio provedenih istraživanja te obuhvaćaju rezultate na istraživanim tipovima tala pri 3 različita sustava obrade tla (ST - standardna, konvencionalna uz obvezno duboko oranje i sve dodatne agrotehničke operacije u proizvodnji kukuruza, CTD - konzervacijska duboka, rahljenje do dubine 30 cm i CTS - konzervacijska plitka obrada uz površinsko rahljenje do 10 cm) i na dvije dubine (0 - 20 cm i 20 - 40 cm).

U proljeće 2021. godine zasijan je merkantilni kukuruz na oba lokaliteta. Uzorkovanja tla i biljke odvijala su se u fazi ranog porasta kukuruza (3 - 5 listova), svilanja i pune zriobe. Nenarušeni uzorci tla uzeti su u cilindre po Kopeckom volumena 100 cm³ na svim sustavima obrade tla. Uzorkovalo se u sloju 0 - 20 cm i 20 - 40 cm prema HRN ISO 11272:2004 (Pernar i sur., 2013.). U uzorcima je određen sadržaj vlage i volumna gustoća. Za potrebe izrade ovog rada odabrane su vrijednosti poljskog vodnog kapaciteta (PVK) i gustoće pakiranja (Gp) u fazi pune zriobe kukuruza.

Gustoća pakiranja izračunata je pomoću izraza: $Gp = \rho_v + (0,009 \times \text{glina, \%})$. Dobiveni podaci statistički su obrađeni pomoću programa Statistika 12.5 (StatSoft, Inc., 2014.).

Rezultati i rasprava

Lokaliteti pokusnih polja predstavljeni su s dva različita tipa tla u kojima je utvrđena razlika u sadržaju gline. Tekstura u Stagnosolu je praškasto glinasta ilovača sa sadržajem gline u površinskih 20 cm tla od 31,82 do 34,05 %, a u sloju 20 - 40 cm od 33,54 % do 35,23 %. (Tablica 1). U Križevcima Gleysol je praškaste teksture s 8,84 - 9,97 % gline u sloju do 20 cm dubine. U dubljem sloju (20 - 40 cm) prosječni sadržaj gline 10,10 %, a kreće se u granicama od 9,87 -10,37 %.

Tablica 1. Sadržaj gline i teksturna klasa u Stagnosolu (Čačinci) i Gleysolu (Križevci)

	Stagnosol		tekstura	Gleysol		tekstura
	0-20 cm	20-40 cm		0-20 cm	20-40 cm	
	glina, %			glina, %		
ST	31,82	33,54	PrGI	9,97	10,37	Pr
CTD	34,05	35,23	PrGI	9,73	9,87	Pr
CTS	33,81	34,22	PrGI	8,84	10,06	Pr
prosjek	33,23	34,33		9,51	10,10	
min	31,82	33,54		8,84	9,87	
max	34,05	35,23		9,97	10,37	
CV	3,68	2,48		6,26	2,50	

Tumač kratica: ST – standardna obrada, CTD – konzervacijska obrada duboka, CTS – konzervacijska obrada plitka, min – najmanja vrijednost, max – najveća vrijednost, CV – koeficijent varijabilnosti, PrGI – praškasto glinasta ilovača, Pr – prah

Sadržaj gline ima izravan utjecaj na zbijanje poljoprivrednih površina. U tlima s više gline odnos makro i mikropora je nepovoljan. Prevladavaju mikropore u kojima se uglavnom zadržava voda, pa su česti anaerobni uvjeti u vlažnim periodima tijekom godine. Zbijanje je intenzivnije izraženo upravo zbog malog udjela makropora.

Tablica 2. Prosječne vrijednosti PVK (%) i Gp (g cm^{-3}) na različitim tipovima tala (Stagnosol, Gleysol), pri različitim sustavima obrade (ST, CTD, CTS) i na dvije dubine (0 - 20 cm i 20 - 40 cm)

	Stagnosol			Gleysol			
	0 -20 cm	20-40 cm	prosjeak	0-20 cm	20-40 cm	prosjeak	prosjeak
PVK (%)							
ST	37,18	35,70	36,44	41,41	44,31	42,86	39,65
CTD	29,96	30,73	30,34	43,73	47,04	45,38	37,86
CTS	33,94	33,42	33,68	44,87	47,41	46,14	39,91
prosjeak	33,69	33,28	33,48	43,33	46,25	44,79	39,14
Gp (g cm^{-3})							
ST	1,82	1,94	1,88	1,53	1,46	1,50	1,69
CTD	2,01	2,03	2,02	1,42	1,42	1,42	1,72
CTS	1,91	1,96	1,93	1,47	1,43	1,45	1,69
prosjeak	1,91	1,98	1,94	1,47	1,44	1,46	1,70

Tumač kratica: ST – standardna obrada, CTD – konzervacijska obrada duboka, CTS – konzervacijska obrada plitka, PVK – poljski vodni kapacitet, %, Gp – gustoća pakiranja, g cm^{-3}

Poljski vodni kapacitet u prosjeku je iznosio 39,14 % i bio je pod značajnim utjecajem tipa tla i sustava obrade tla (Tablica 2). Utvrđene su statistički značajne interakcije između tipa tla i sustava obrade, kao i između tipa tla i dubine (Tablica 3). Porast vlažnosti s dubinom soluma u fazi pune zriobe kukuruza zabilježen je u Gleysolu koji je imao za 11,31 % veći PVK u odnosu na Stagnosol.

Pagliai i sur. (2004.) su istražujući utjecaj minimalne i konvencionalne obrade na fizikalna svojstva ustanovili povećanje volumena skladišnih (0,5 – 50 mm) i izduženih transportnih pora promjera 50 do 500 mm u sustavu minimalne obrade. Najveći PVK izmjeren je na Gleysolu na CTS tretmanu (46,14 %) i na dubini 20 – 40 cm (46,25 %), dok je najmanji PVK izmjeren (Tablica 2) na Stagnosolu na CTD tretmanu (30,34 %) i na dubini 20 - 40 cm (33,28 %).

Tablica 3. Utjecaj pojedinih istraživanih čimbenika i njihovih interakcija na poljski vodni kapacitet (PVK) za razinu značajnosti $P < 0,05$

	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
LSD _{0,05}	0,958	1,277	-	1,964	2,022	-	-
F test	593,561	6,845	ns	26,986	6,446	ns	ns

Tumač kratica: A – tip tla, B – obrada tla, C – dubina tla, AxB – interakcija tipa tla i obrade, AxC – interakcija tipa tla i dubine, BxC – interakcija obrade tla i dubine, AxBxC – interakcija tipa tla, obrade i dubine

Zbijenost tla može se izraziti kroz vrijednost volumne gustoće tla, ali Jug i sur. (2019.) navode da je Renger 1970. godine predložio gustoću pakiranja, naročito za procjenu u podoraničnim slojevima. U tlima koja sadrže više gline, čestice tla su gušće pakirane, ukupna poroznost je niža, prevladavaju mikropore pa je izražen i nedostatak zraka.

Na Gp, koja je u prosjeku iznosila $1,70 \text{ g cm}^{-3}$, statistički je značajno utjecao samo tip tla (Tablica 4). Utvrđene su statistički značajne interakcije između tipa tla i obrade, kao i tipa tla i dubine. Najveća gustoća pakiranja (Tablica 2) izmjerena je na Stagnosolu na CTD tretmanu ($2,02 \text{ g cm}^{-3}$) i na dubini od 20 - 40 cm ($1,93 \text{ g cm}^{-3}$). Najmanja gustoća pakiranja izmjerena je na Gleysolu na CTD tretmanu ($1,42 \text{ g cm}^{-3}$) i na dubini od 20 do 40 cm ($1,44 \text{ g cm}^{-3}$).

Povećana zbijenost tla usporava rast korijena, a ako se intenzitet zbijanja nastavi tijekom duljeg vremenskog perioda opada prinos i kvaliteta konačnog proizvoda. Prema Kaufmannu i sur. (2010.) optimalni uvjeti za rast biljaka su uz vrijednosti $G_p < 1,70 \text{ g cm}^{-3}$. U Križevcima, na Gleysolu zbijenost tla je bila niža (G_p je u prosjeku iznosio $1,46 \text{ g cm}^{-3}$), dok je u Čačincima, na Stagnosolu G_p iznosila $1,94 \text{ g cm}^{-3}$ što je rezultat jače zbijenosti tla.

Tablica 4. Utjecaj pojedinih istraživanih čimbenika i njihovih interakcija na gustoću pakiranja (G_p) za razinu značajnosti $P < 0,05$

	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
LSD _{0,05}	0,034	-	-	0,090	0,039	-	-
F test	852,236	ns	ns	7,725	15,249	ns	ns

Tumač kratica: A – tip tla, B – obrada tla, C – dubina tla, AxB – interakcija tipa tla i obrade, AxC – interakcija tipa tla i dubine, BxC – interakcija obrade tla i dubine, AxBxC – interakcija tipa tla, obrade i dubine

Zaključak

Rezultati istraživanih pedofizikalnih svojstava na različitim tipovima tala, pri različitim sustavima obrade i na dvije dubine ukazuju na prednost primjene konzervacijskih sustava obrade tla. Najveći PVK i najmanja G_p zabilježeni su u Gleysolu lagane praškaste teksture, na CTD tretmanu na dubini 20-40 cm.

Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta IP-2020-02-2647 kojeg financira Hrvatska zaklada za znanost „Procjena konzervacijske obrade tla kao nepredne metode uzgoja usjeva i prevencije degradacije tla - ACTIVEsoil“.

Literatura

- Busari, M.A., Kukul, S.S., Kaur, A., Bhatt, R., Dulazi, A.A. (2015). Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation research*. 3: 119-129.
- IUSS Working Group WRB (2015). World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports No. 106*. FAO, Rome.
- Jug, D., Đurđević, B., Birkás, M., Brozović, B., Lipiec, J., Vukadinović, V., Jug, I. (2019). Effect of conservation tillage on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Soil & Tillage Research*. 194: 1-15.
- Jug, D., Jug, I., Brozović, B., Vukadinović, V., Stipešević, B., Đurđević, B. (2018). The role of conservation agriculture in mitigation and adaptation to climate change. *Poljoprivreda*. 24(1): 35-44.
- Kaufmann, M., Tobias, S., Schulin, R., 2010. Comparison of critical limits for crop plant growth based on different indicators for the state of soil compaction. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 173(4), 573-583.
- Khan, S.R., Abbasi, M.K., Hussan, A. (2012). Effect of Induced Soil Compaction on Changes in Soil Properties and Wheat Productivity under Sandy Loam and Sandy Clay Loam Soils: A Greenhouse Experiment. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 43: 2550-2563.
- Lal, R., Reicosky, D.C., Hanson, J.D. (2007). Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil & Tillage Research*. 93: 1-12.
- Pagliai, M., Vignozzi, N., Pellegrini, S. (2004). Soil structure and the effect of management practices. *Soil & Tillage Research*. 79: 131-143.
- Pernar, N., Bakšić, D., Perković, I. (2013). Terenska i laboratorijska istraživanja tla, priručnik za uzorkovanje i analizu. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet. Zagreb.
- StatSoft, Inc. (2014). Statistica (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com

- Vukadinović, V., Jug, D., Jug, I., Đurđević, B., Cvjetković, S., Stipešević, B., Brozović, B. (2014). Impact of soil tillage at compaction physical parameters. Objavljeno u: Proceedings 7th International Soil Conference: Soil management in sustainable farming systems, Badalikova, B. (ed.), 151-154. Křtiny near Brno, Czech Republic.
- Vukadinović, V., Jug, D., Đurđević, B., Jug, I., Vukadinović, V., Stipešević, B., Lović, I., Kraljićak, Ž. (2013). Agricultural compaction of some soil types in eastern Croatia. Objavljeno u: Proceedings & Abstracts 2nd International Scientific Conference, Soil and Plant Management: Adaptation & Mitigation of Climate Changes, Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B. (ed.), 38-45. Osijek, RH.

Influence of conservation soil tillage on field water capacity and packing density under climate change

Abstract

The aim of the experiment (conducted on two localities in Cacinci and Krizevci) was to determine the impact of soil type (Cacinci – Stagnosol and Krizevci – Gleysol), soil tillage (ST – standard tillage, CTD – conservation tillage deep and CTS – conservation tillage shallow) and depth (0 -20 and 20 – 40), as well as their interactions, on field water capacity (FWC) and packing density (PD). Clay content in Stagnosol was from 31.82% (0 – 20 cm) to 35.23% (20 – 40 cm) and in Gleysol from 8.84% (0 – 20 cm) to 10.37% (20 – 40 cm). The soil texture in Stagnosol was silty clay loam and silty in Gleysol. FWC values were significantly influenced by soil type, tillage and depth, and significant interactions of soil type with tillage and soil type with depth were determined. The highest FWC values were measured on Gleysol on CTS (46.14%) and on soil depth 20 – 40 cm (46.25%), while the lowest FWC was measured on Stagnosol on CTD (30.34%) on soil depth 20 - 40 cm (33.28%). Packing density was significantly influenced by soil type. Significant interactions between soil type with tillage and soil type with depth, were determined. The lowest packing density was measured on Glaysol on CTD (1.42 g cm⁻³) and on depth 20 - 40 cm (1.44 g cm⁻³). The highest packing density was measured on Stagnosol on CTD (2.02 g cm⁻³) and on depth 20 - 40 cm (1.93 g cm⁻³).

Key words: conservation tillage, soil compaction, field water capacity, packing density