



UDK: 631.3

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

EFEKTI PRODUŽENOG DEJSTVA PRIMENE MELIORATIVNOG SISTEMA OBRADE ZEMLJIŠTA TEŠKOG MEHANIČKOG SASTAVA U PROIZVODNJI RATARSKIH KULTURA

**Miloš Pajić^{1*}, Zoran Dumanović², Đuro Ercegović¹, Kosta Gligorević¹,
Mićo Oljača¹, Vesna Dragičević²**

¹*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,
Beograd-Zemun*

²*Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun Polje*

Sažetak: U Srbiji ima oko 400.000 ha zemljišta teškog mehaničkog sastava, a najveći deo tih proizvodnih površina se nalazi pod ratarskim kulturama. Višegodišnja obrada zemljišta konvencionalnim metodama (pomoću raonog pluga) i velikog broja prolaza sredstava mehanizacije na ovom tipu zemljišta izaziva stvaranje podoraničnog vodonepropusnog sloja, sa puno negativnih posledica u ratarskoj proizvodnji.

Ovo istraživanje je usmereno ka definisanju uticaja meliorativne obrade zemljišta teškog mehaničkog sastava i produženog dejstva iste na distribuciju azota i vlage u zemljištu, kao i prinos glavnih ratarskih kultura u uslovima suvog ratarenja.

Primetna je veća prosečna vlažnosti zemljišta kod tretmana ATS, i to za 1,25% u odnosu na CT tretman. Najveća razlika u prinosima između ATS i CT tretmana je uočena 2009-10 godine u proizvodnji pšenice, gde je razlika iznosila 26,5% u korist ATS tretmana. Najveća razlika u prinosima je ostvarena u godini sa najvećom količinom padavina ostvarenih tokom vegetativnog perioda proizvodnje pšenice.

Ključne reči: *drenažni plug, vibracioni razrivač, raoni plug, vlažnost zemljišta, azot, prinos.*

* Kontakt autor. E-mail: paja@agrif.bg.ac.rs

Rad je rezultat istraživanja u okviru projekta "Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda", evidencioni broj TR 31051, koga finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

UVOD

Glinovita i hidromorfna zemljišta su karakteristična po suficitu vode, periodično ili tokom cele godine. Diferencijacija zemljišnog horizonta po mehaničkom sastavu kod ovih zemljišta daje uslove za periodično prevlaživanje [9]. Periodično prevlaživanje je rezultat slabe filtracione sposobnosti slojeva zemljišta koji se nalaze ispod orničnog horizonta. Problem zbijenosti pod-orničnog horizonta može se prevazići rastresanjem zemljišta u dubljim slojevima, čime se omogućuje infiltracija suficitne vode i odvođenje te vode u kolektore pomoću postavljene drenaže [10].

Kod zemljišta teškog mehaničkog sastava korenov sistem se sporo razvija u horizontima koji se nalaze ispod orničnog horizonta. Često se ne mogu ispoštovati optimalni rokovi za setvu. Nepovoljan je režim ishrane zbog manjeg sadržaja humusa i azota (N) u zoni korenovog sistema. Karakteristično je prisustvo teže pristupačnih oblika P_2O_5 , kao što su gvožđev fosfat i amonijumovi fosfati. Prisutno je nagomilavanje većih količina K_2O u iluvijalnom horizontu, koji je teže dostupan biljkama.

Zemljišta teškog mehaničkog sastava, zahtevaju odgovarajuće mere obrade, čime se obezbeđuje prirodni potencijal plodnosti i suzbijanje degradacionih procese u zemljištu [8]. Primenom mašina i oruđa za obradu zemljišta mora se obezbediti očuvanje bio-sistema zemljišta, regulacija vodnog-vazdušnog režima zemljišta, racionalnu potrošnju energije, očuvanje vlage i potencijalne plodnosti zemljišta [11].

Različiti postupci obrade zemljišta izazivaju i različito kretanje vlage kroz zemljišni profil, a sa tim se kretanje i dostupnost azotnih i drugih jedinjenja menja u velikoj meri. To za posledicu ima značajne razlike u količini apsorbovanog azota tokom različitih fenofaza razvoja biljaka, i naročito u ostvarenom prinosu gajenih kultura. Ovakav način poređenja distribucije N u zemljištu je još značajniji kada se proizvodnja vrši na zemljiština sa većim procentom gline [13]. Različiti sistemi obrade zemljišta takođe utiču na konzervaciju N [14], na gubitke N preko luženja, denitrifikacije i usvajanja od strane biljaka.

Meliorativni radovi na zemljištu, u širem smislu, izlaze iz okvira poljoprivredne proizvodnje, ali sadrže mnoge tehničko-tehnološke elemente koji su potrebni za uspešnu eksploataciju poljoprivrednog zemljišta. Korektivni karakter meliorativnih radova u poljoprivrednoj proizvodnji ističe i delimično rešava deformitete zemljišta po površini i dubini, stvorene dugogodišnjom neadekvatnom eksploatacijom [1]. Preventivni karakter meliorativnih radova se odnosi na sprečavanje stvaranja deformiteta zemljišta kroz preventivno plansko delovanje meliorativne tehnike [5]. Korektivni i preventivni aspekti primene meliorativnih radova u poljoprivrednoj proizvodnji se najbolje mogu sagledati na primerima gajenja poljoprivrednih kultura na zemljištima teškog mehaničkog sastava [7].

Različiti uslovi proizvodnje i agrotehničke mere utiču na prinos i kvalitet biljaka [6]. Primenom konzervacijskih metoda obrade zemljišta teškog mehaničkog sastava ostvaruju se promjenjivi rezultati (u zavisnosti od gajene kulture, rasporeda temperature i padavina tokom godine, primenjene tehnologije obrade) sa nestabilnim prinosima [12]. Kod većine ratarskih useva, uticaj vlažnosti zemljišta i prisustvo azota N imaju ključnu ulogu na prinos.

Ovaj rad ima za cilj da prikaže efekte produženog dejstvo primene meliorativne obrade zemljišta teškog mehaničkog sastava na distribuciju vlage i N u zemljištu, kao i na prinos glavnih ratarskih kultura.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su obavljena na proizvodnim poljima Instituta za kukuruz «Zemun Polje» Beograd, u periodu od 2007-2012 godine. Ogledi su postavljeni na proizvodnim poljima Instituta u Krnješevcima (nadmorska visina 72m, 44°54'N latitude, 20°08' E longitude), region Srem, Republika Srbija, sa prosečnim godišnjim padavinama od 630 mm godišnje (višegodišnji prosek 1990-2010) [16]. Tip zemljišta je livadski černozem i osnovne karakteristike zemljišta su date u tabelama 1 i 2.

Ogled je postavljen u oktobru 2007. godine, na parceli površine 20 ha. Ogledna parcela je podeljena na dva jednaka dela, gde je na svakom od delova izvršen zaseban tretman istraživanja. Ogledna parcela i oba njegova dela su sa jedne strane povezani sa otvorenim kanalom za odvodnjavanje, bez koga se ovaj tip meliorativne obrade i formiranja drenažnih kanala ne može ni ostvariti [4].

Na prvoj parceli veličine 10 ha primenjena je meliorativna obrada zemljišta ATS (*Ameliorative Tillage System* eng.), dok je na drugoj parceli primenjena konvencionalna obrada zemljišta CT (*Conventional Tillage* eng.). Ogled se sprovodi tokom pet uzastopnih proizvodne godine 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/11 i 2011/12. Svake proizvodne godine je gajena jedna ratarska kultura na oba tretmana kako bi se ustanovile razlike u distribuciji azota, vlage i prinosa pri različitim sistemima obrade zemljišta kod različitih ratarskih kultura. Proizvodne 2007/08 gajen je suncokret (*Helianthus annuus* L.), hibrid "ZP Albatre"; 2008/09 gajen je merkantilni kukuruz (*Zea mays* L.), hibrid "ZP360 Ultra"; 2009/10 gajena je pšenica (*Triticum aestivum* L.), sorta "Dragana"; 2010/11 gajen je kukuruz (*Zea mays* L.), hibrid "ZP 633"; a 2011/12 gajen je tritikale (*Triticosecale*), hibrid "ZP Zenit". Istraživanje je postavljeno u blok sistemu, gde su pored različitih tipova obrade u prvoj godini istraživanja (ATS i CT) svi ostali parametri proizvodnje identični.

Tokom istraživanja uzimani su uzorci zemljišta, izvršena je agrohemijska analiza prisustva N u zemljištu u oba tretmana, praćeni su klimatski i eksploatacioni parametri, kao i prinosi gajenih kultura.

Tretman (ATS) predstavlja primenu meliorativnog sistema obrade. Tretman (ATS) je izveden u dve faze. Prva faza tretmana je izvedena samo u prvoj godini postavljanja ogleda, u oktobru 2007. godine. Prva faza obuhvata primenu ATS, tj. tri agrotehničke mere (formiranje krtične drenaže, podrivanje orničnog sloja i stabilizaciju obrađenog zemljišta).

Formiranje krtične drenaže je izvedeno pomoću drenažnog pluga (DP-4) [4], tako što su formirani drenažni kanali na dubini 80-100 cm. Rastojanje između drenažnih kanala iznosi 5 m. Podrivanje orničnog sloja je izvedeno pomoću vibracionog podrivača (VR5/7) sa 5 radnih organa, na dubini 50-55 cm, gde je razmak između radnih organa podrivača bio 40 cm [4]. Nakon izvršenog podrivanja, stabilizaciju i poravnavanje zemljišta smo izveli pomoću teške tanjirače "Lemind", prečnik diskova 510 mm. U proleće 2008. godine izvršena je priprema zemljišta za setvu suncokreta i nastavljena

uobičajena (konvencionalna) tehnologija proizvodnje ratarskih kultura. Druga faza tretmana (ATS) je obrada zemljišta u svim narednim proizvodnim godinama po konvencionalnoj tehnologiji (CT).

Tretman (CT) predstavlja primenu konvencionalne obrade zemljišta koja se primenjuje u proizvodnji ratarskih kultura. CT se zasniva na obradi zemljišta pomoću raonog pluga "Lemken - EuroPal 8" na dubini 30-35 cm. Nakon oranja koje se obavlja tokom jeseni, u proleće se pre setve koristi teška drljača kako bi se zemljište dodatno usitnilo, stabilizovalo i pripremio za predsetvenu obradu (za pšenicu se ova operacija izvodi tokom jeseni). Sa oglednog polja su uzeti uzorci zemljišta standardnim metodama, gde je urađena analiza za osnovna agrohemijska svojstva zemljišta, vlažnost zemljišta i mehanički sastav zemljišta. Uzorci zemljišta su uzeti u poremećenom stanju, po tri uzorka po dijagonali parcele, sa neoštećenih delova zemljišta [2], za određivanje:

- Mehaničkog sastava (internacionalna pipet B metoda),
- Strukturne analize uzoraka (metoda N.I. Savinova),
- Specifične mase zemljišta (metoda piknometra sa ksilolom),
- Zapreminske mase (metoda cilindra Kopecky-og od 100 cm³),
- Ukupne poroznosti zemljišta, računskim postupkom (iz odnosa specifične i zapreminske mase),
- Vlažnosti zemljišta (gravimetrijska metoda),
- Određivanje koncentracije azota N u zemljištu [15].

Određivanje prinosa gajenih kultura je rađena metodom probnih površina [3], po dijagonali površine tretmana, sa tri ponavljanja. Prinos zrna je sveden na 12% vlage. Za analizu podataka korišćene su metode Analize varijanse – ANOVA i LSD test. Sve statističke analize rađene su u programskom paketu "SPSS Statistics", verzija 17.0.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Prema mehaničkom sastavu izdvojeni lokalitet pripada grupi glinuša, kod kojih sadržaj čestica ukupne gline u A horizontu iznosi 51-52%. Ovako homogen sadržaj glinenih čestica čini ovo zemljište posebno teškim, kada je u pitanju pravovremena obrada.

Vlažnost zemljišta praćena tokom vegetacionog perioda gajenih kultura na oba tretmana (Tabele 3, 4, 5, 6 i 7), ukazuje na često veći procenat vlažnosti zemljišta pod tretmanom AMS, prosečno veći za 1,25%. Ovaj efekat se objašnjava većim poljskim kapacitetom zemljišta pod AMS tretmanom u odnosu na CT tretman, ostvaren dubinskim rastresanjem profila obrađenog zemljišta. Prinos je veći u AT tretmanu za 9,3%.

U drugoj godini nakon primene meliorativne obrade zemljišta, proizvodna 2008/09, primetno je efikasnije usvajanje N tokom vegetacionog perioda kod ATS tretmana, što se objašnjava efikasnijim radom korenovog sistema u razrahljenom zemljištu (Tab. 4). Istovremeno, primetan je i veći gubitak N u dublje slojeve, što je izazvano lakšim spiranjem i distribucijom azotnih jedinjenja po dubini, kroz drenirani sloj zemljišta. Prinos kukuruza je tada bio veći u tretmanu ATS za 11%.

Tabela 1. Mehanički sastav i teksturna klasa zemljišta
Table 1. Mechanical composition and texture class of soil

Horizont Soil horizons	Dubina Soil layer (cm)	Pesak Sand 1,0-0,05 (mm)	Prah Powder 0,05-0,002 (mm)	Glina Clay <0,002 (mm)	Fizička glina Heavy clay <0,02 (mm)	Teksturna klasa zemljišta Class of soil
A _{h1}	0-20	1,53	47,18	51,29	48,68	Pr.glinuša Powder clay soil
A _{h2}	20-40	1,65	46,75	51,63	48,30	Pr.glinuša Powder clay soil
AC	40-60	1,61	47,09	51,30	48,70	Pr.glinuša Powder clay soil
CG	60-80	1,73	48,58	48,69	52,12	Glinuša Clay soil

Tabela 2. Osnovne fizičke osobine zemljišta
Table 2. The basic physical properties of soil

Horizont Soil horizons	Dubina Soil layer (cm)	Specifična masa Specific mass (g·cm ⁻³)	Zapreminska masa Volume mass (g·cm ⁻³)	Ukupna poroznost Total porosity (% vol)	Poljski kapacitet Field capacity (% vol)	Vazd. kapacitet Capacity of air (% vol)	Trenutna vlaga Current moisture (% vol)	Koef. filtracije Coeff. of filtration (cm·sec ⁻¹)
A _{h1}	0-20	2,64	1,25	52,65	42,80	9,85	20,14	1,13·10 ⁻³
A _{h2}	20-40	2,63	1,31	50,20	42,04	8,16	20,11	1,05·10 ⁻³
AC	40-60	2,68	1,43	46,64	40,45	6,19	17,45	6,35·10 ⁻⁴
CG	60-80	2,71	1,57	42,07	39,70	2,37	22,30	6,65·10 ⁻⁵

Tabela 3. Kretanje vlažnosti i N u zemljištu pri različitim sistemima obrade,
proizvodnja suncokreta 2007/08

Table 3. Soil moisture and N content for different tillage systems, sunflower production 2007/08

Suncokret Sunflower	Dubina Depth (cm)	Posle setve After sowing				Pre žetve Before harvest				Prinos Yield (kg·ha ⁻¹)
		Vlaga Moisture (%)	NO ₃ (kg·ha ⁻¹)	NH ₄ (kg·ha ⁻¹)	N total (kg·ha ⁻¹)	Vlaga Moisture (%)	NO ₃ (kg·ha ⁻¹)	NH ₄ (kg·ha ⁻¹)	N total (kg·ha ⁻¹)	
CT	0-30	13,64	66,44	59,72	137,39	9,65	46,93	70,06	127,90	2.753
	30-60	13,93	107,14	136,49	297,28	13,53	81,06	129,63	252,18	
	60-90	18,25	17,33	50,56	90,64	17,77	5,63	56,18	78,89	
ATS	0-30	14,05	47,67	71,90	130,54	10,71	38,04	25,81	68,94	3.011
	30-60	14,75	96,25	85,09	194,60	13,66	101,76	66,15	179,46	
	60-90	17,00	70,21	99,01	181,09	18,91	87,74	55,61	156,24	

Tabela 4. Kretanje vlažnosti i N u zemljištu pri različitim sistemima obrade, proizvodnja kukuruza 2008/09

Table 4. Soil moisture and N content for different tillage systems, corn production 2008/09

Kukuruz <i>Corn</i>	Dubina <i>Depth</i>	Posle setve <i>After sowing</i>				Pre žetve <i>Before harvest</i>				Prinos <i>Yield</i>
		Vlaga <i>Moisture</i>	NO ₃	NH ₄	N ukupni <i>N total</i>	Vlaga <i>Moisture</i>	NO ₃	NH ₄	N ukupni <i>N total</i>	
	(cm)	(%)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(%)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)
CT	0-30	20,27	179,89	53,43	186,90	17,14	102,20	3,99	127,54	6.380
	30-60	19,04	77,84	8,98	89,64	17,51	56,99	2,56	59,78	
	60-90	18,64	90,16	16,58	121,73	17,04	92,28	0,01	94,06	
ATS	0-30	20,17	172,20	3,47	177,83	18,28	91,77	2,80	95,83	7.083
	30-60	20,11	73,13	3,77	82,02	18,24	83,86	2,09	86,91	
	60-90	21,15	82,19	3,29	97,71	19,13	92,74	4,90	100,06	

Pun efekat primene meliorativne obrade zemljišta je uočljiv proizvodne 2009/10 godini, kada su obilne prolećne padavine usporile rast u razvoj pšenice, kao i usvajanje hraniva pod CT tretmanom, dok je ATS tretman omogućio odvođenje suficitne vlage u kritičnim periodima razvoja biljaka, što se na kraju proizvodnje i odrazilo na konačan prinos. Tada je razlika u prinosu bila u korist ATS tretmana za 26,5% (Tab. 5).

Tabela 5. Kretanje vlažnosti i N u zemljištu pri različitim sistemima obrade, proizvodnja pšenice 2009/10

Table 5. Soil moisture and N content for different tillage systems, wheat production 2009/10

Pšenica <i>Wheat</i>	Dubina <i>Depth</i>	Posle setve <i>After sowing</i>				Pre žetve <i>Before harvest</i>				Prinos <i>Yield</i>
		Vlaga <i>Moisture</i>	NO ₃	NH ₄	N ukupni <i>N total</i>	Vlaga <i>Moisture</i>	NO ₃	NH ₄	N ukupni <i>N total</i>	
	(cm)	(%)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(%)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)
CT	0-30	18,04	113,96	17,14	133,10	23,31	16,49	54,34	70,83	3.577
	30-60	19,23	80,58	2,58	86,18	20,92	7,59	27,39	34,98	
	60-90	18,30	29,32	2,34	39,11	20,77	21,93	27,90	49,83	
ATS	0-30	18,81	81,52	11,85	97,61	23,29	18,02	28,50	46,52	4.525
	30-60	19,49	86,98	4,36	98,40	21,14	-4,33	24,11	19,78	
	60-90	20,43	64,00	2,32	71,01	22,67	18,35	26,27	44,62	

U četvrtoj proizvodnoj godini nakon primene meliorativne obrade, 2010/11, primetan je manji rast prinosa u odnosu na prethodne godine. Prinos kukuruza je bio za 4,9% veći kod ATS u odnosu na CT tretman (Tab. 6). Smanjene su razlike u vlažnosti zemljišta kao i razlike u usvajanju N, što se objašnjava urušavanjem drenažnih kanala i sleganjem razrahljenog zemljišta usled višegodišnje eksploatacije, kao i usled klimatskih faktora koji utiču na smanjenje ukupne poroznosti zemljišta.

U izrazito sušnoj 2011/12 proizvodnoj godini efekti delovanja meliorativne obrade su skoro zanemarljivi (Tab. 7). Razlika u prinosima između posmatranih tretmana nije statistički značajna, kao ni ostali posmatrani efekti.

Tabela 6. Kretanje vlažnosti i N u zemljištu pri različitim sistemima obrade, proizvodnja kukuruza 2010/11

Table 6. Soil moisture and N content for different tillage systems, corn production 2010/11

Kukuruz Corn	Dubina Depth	Posle setve After sowing				Pre žetve Before harvest				Prinos Yield
		Vlaga Moisture	NO ₃	NH ₄	N ukupni N total	Vlaga Moisture	NO ₃	NH ₄	N ukupni N total	
	(cm)	(%)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(%)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)
CT	0-30	15,41	119,21	19,08	145,92	16,13	42,39	9,96	60,15	5.628
	30-60	15,45	52,21	5,76	63,62	14,39	24,77	8,24	38,10	
	60-90	16,17	30,54	5,36	40,28	14,13	36,14	6,86	47,07	
ATS	0-30	16,19	85,06	19,74	114,42	16,06	41,64	1,86	43,52	5.906
	30-60	15,86	47,78	9,23	65,67	15,84	53,70	5,11	58,84	
	60-90	16,35	47,14	4,84	56,71	15,12	76,63	0,49	79,45	

Tabela 7. Kretanje vlažnosti i N u zemljištu pri različitim sistemima obrade, proizvodnja tritikala 2011/12

Table 7. Soil moisture and N content for different tillage systems, triticale production 2011/12

Tritikale Triticale	Dubina Depth	Posle setve After sowing				Pre žetve Before harvest				Prinos Yield
		Vlaga Moisture	NO ₃	NH ₄	N ukupni N total	Vlaga Moisture	NO ₃	NH ₄	N ukupni N total	
	(cm)	(%)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(%)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)	(kg·ha ⁻¹)
CT	0-30	16,43	69,15	0,21	70,88	15,05	15,62	22,85	38,47	4.170
	30-60	15,99	56,25	8,33	64,61	18,54	27,08	38,82	65,90	
	60-90	14,87	80,77	9,88	93,24	14,71	2,76	17,09	19,85	
ATS	0-30	65,17	37,48	13,65	56,39	17,36	15,29	18,53	33,82	4.254
	30-60	15,57	44,46	8,82	60,10	17,68	13,98	28,13	42,11	
	60-90	14,38	62,15	8,09	73,65	17,20	32,14	31,00	63,14	

ZAKLJUČAK

Primena meliorativne obrade zemljišta, u cilju poboljšanja proizvodnih karakteristika proizvodnje ratarskih kultura, daje rezultate na zemljištima teškog mehaničkog sastava. Pozitivni efekti su vidljivi i statistički značajni u prve četiri godine od primene ove obrade.

Primetna je veća prosečna vlažnosti zemljišta kod tretmana ATS, i to za 1,25% u odnosu na CT tretman. Najveća razlika u prinosima između ATS i CT tretmana je uočena 2009/10 godine u proizvodnji pšenice, gde je razlika iznosila 26,5% u korist ATS

tretmana. Najveća razlika u prinosima je ostvarena u godini sa najvećom količinom padavina ostvarenih tokom vegetativnog perioda proizvodnje pšenice.

Korektivni i preventivni aspekti primene meliorativnih radova u poljoprivrednoj proizvodnji su vidljivi na zemljištima teškog mehaničkog sastava, u prve četiri godine eksploatacije. Najjači pozitivni efekti su direktno vezani za raspored i količinu padavina tokom vegetativnog perioda proizvodnje ratarskih useva. U godinama sa izraženim periodima prevlađivanja, na zemljištima teškog mehaničkog sastava, efekti primene meliorativne obrade zemljišta su najizraženiji.

LITERATURA

- [1] Abu-Hamdeh, N.H., 2003. Compaction and subsoiling effects on corn growth and soil bulk density. *Soil Science Society of America Journal*, 67:1213-1219.
- [2] Bošnjak, Đ., Dragović, S., Hadžić, V., Babović, D., Kostić, N., Burlica, Č., Đorović, M., Pejković, M., Mihajlović, D., Stojanović, S., Vasić, G., Stričević, R., Gajić, B., Popović, V., Šekularac, G., Nešić, Lj., Belić, M., Đorđević, A., Pejić, B., Maksimović, L., Karagić, Đ., Lalić, B., Arsenić, I., 1997. *Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta*. Komisija za fiziku zemljišta, Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Novi Sad: 1-278.
- [3] Dolijanović, Ž., Oljača, S., 2003. *Praktikum agroekologije*. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [4] Ercegović, Đ., Gligorević, K., Kovačević, D., Raičević, D., Vukić, Đ., Oljača, M., Pajić, M., Radojević, R. 2010. Research results of long-term use of new line of machines and tools for land surface and depth arrangement. *Journal of Agricultural Sciences*, 55-2: 165-181.
- [5] Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Oljača, M.V., Oljača, J. 2009. Uticaj meliorativne obrade na neke fizičke osobine zemljišta. *Poljoprivredna tehnika*, 34-2: 35-42.
- [6] Kovačević, D., Oljača, S., Dolijanović, Ž., Oljača, M. 2008. Uticaj savremenih sistema obrade zemljišta na prinos važnijih ratarskih useva. *Poljoprivredna tehnika*, 34-2: 73-80.
- [7] Kovačević, D., Oljača, S., Dolijanović, Z., Jovanović, Z., Jug, I., Jug, D., Stipešević, B., Milić, V. 2012. The effect of ameliorative tillage on some important soil physical properties and grain yield of sunflower, maize and winter wheat. *47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture*, Opatija, Croatia, 13-17 February 2012. Proceedings 2012: 497-501.
- [8] Molnar, I., Džilitov, S., Vučković, R. 1979. Uticaj meliorativne obrade na promene nekih fizičkih osobina beskarbonantne ritske crnice. *Zemljište i biljka*, 28-3: 177-190.
- [9] Petošić, D., Kovačević, V., Josipović, M. 2003. Phosphorus availability in hydromorphic soils of Eastern Croatia. *Plant, Soil and Environment*, 49-9: 394-401.
- [10] Radojević, R., Raičević, D., Oljača, M., Gligorićević, K., Pajić, M. 2006. Uticaj jesenje obrade na sabijanje teških zemljišta. *Poljoprivredna tehnika*, 31-2: 63-71.
- [11] Raičević, D., Ercegović, Đ., Marković, D., Oljača, M. 1997. *Primena oruđa i mašina sa vibracionim radnim telima u obradi zemljišta, efekti i posledice*. Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Novi Sad: 127-135.
- [12] Raičević, D., Radojević, R., Ercegović, Đ., Oljača, M., Pajić, M. 2005. Razvoj poljoprivredne tehnike za primenu novih tehnologija u procesima eksploatacije teških zemljišta, efekti i posledice. *Poljoprivredna tehnika*, 30-1: 1-8.
- [13] Reeves, D.W., Touchton, J.T. 1986. Subsoiling for nitrogen applications to corn grown in a conservation tillage system. *Agronomy Journal*, 78: 921-926.

- [14] Sainju, U.M., Whitehead, W.F., Singh, B.P., Wang, S. 2006. Tillage, cover crops, and nitrogen fertilization effects on soil nitrogen and cotton and sorghum yields. *European Journal of Agronomy*, 25:372–382.
- [15] Scharpf, H.C., Wehrmann, J. 1975. Die Bedeutung des Mineralstickstoffvorrates des Bodens zu Vegetationsbeginn für die Bemessung der N-Düngung zu Winterweizen. *Landwirtschaftlicher Forschung*, 32: 100–114.
- [16] <http://www.hidmet.gov.rs/> [datum pristupa: 18.10.2012.]

**LONG TERM EFFECTS OF THE APPLICATION OF AMELIORATIVE
TILLAGE SYSTEMS ON HEAVY MECHANICAL COMPOSITION SOILS IN
CROP PRODUCTION**

**Miloš Pajić¹, Zoran Dumanović², Đuro Ercegović¹, Kosta Gligorević¹,
Mićo Oljača¹, Vesna Dragičević²**

¹ *University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering,
Belgrade, Republic of Serbia*

² *Maize Research Institute „Zemun Polje“, Belgrade, Republic of Serbia*

Abstract: There are around 400,000 hectares of soils with heavy mechanical composition, and the greatest part of the production area is under crops. The long term soil tillage by conventional methods (using plough) and a large number of passages of mechanization in this type of soil causes a subarable waterproof layer, with a lot of negative consequences in a crop production.

This research aims at defining the impact of an ameliorative tillage of soils with heavy mechanical composition and its long term effects on distribution of nitrogen and moisture in the soil and yield of main crops in dry farming conditions.

There is an increased average soil moisture in the ATS treatment, by 1.25% compared to the CT treatment. The biggest difference in yields between the ATS and CT treatments was observed during 2009/10 in wheat production, where the difference was 26.5% in favor of the ATS treatment. The biggest difference in yield was achieved in the year with the highest rainfall during vegetative growth of wheat.

Key words: *drainage plough, vibratory subsoiler, plough, soil moisture, nitrogen, yield*

Datum prijema rukopisa: 18.11.2012.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama:

Datum prihvatanja rada: 21.11.2012.

