

UTICAJ TIPA I SABIJENOSTI ZEMLJIŠTA NA PRINOS KUKURUZA

**Milan O. Biberdžić^{1*}, Saša R. Barać¹, Dragana N. Lalević¹,
Jelena V. Stojilković², Branislav P. Knežević¹ i Dragoljub K. Beković¹**

¹Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet,
Kopaonička bb, 38219 Lešak, Srbija

²Poljoprivredna, stručna i savetodavna služba,
Jug Bogdanova 8A, 16000 Leskovac, Srbija

Sažetak: Cilj ovoga rada bio je da se utvrdi prinos različitih hibrida kukuruza (*Zea mays* L.) u zavisnosti od tipa i sabijenosti zemljišta. Oglad je postavljen tokom 2016. i 2017. godine na teritoriji opštine Leskovac, na tri različita tipa zemljišta (aluvijum, smonica i parapodzol). U ogledu je bilo uključeno 9 hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja (NS 4051, AGR DIAN, ZP 427, NS 5211, ZP 555, AS 534, NS 6030, ZP 666 i Bečar). Najveći prosečni prinosi dobijeni su na aluvijumu, potom parapodzolu, a najmanji na smonici. Najveći prosečan prinos za sve tipove zemljišta dobijen je gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 500, a najmanji gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 400. Na zemljištu tipa smonice, najveći prosečni prinos dobijen je gajenjem hibrida iz FAO grupa zrenja 500, na zemljištu tipa parapodzol gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 400, a na zemljištu tipa aluvijum, gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 600. Najveći prosečni prinos (11,90 t ha⁻¹) dobijen je gajenjem hibrida ZP 666 na zemljištu tipa aluvijum, a najmanji (4,60 t ha⁻¹) gajenjem hibrida NS 6030, na zemljištu tipa smonice. Najveća sabijenost zemljišta u orničnom sloju utvrđena je na smonici, potom na parapodzolu, a najmanja na aluvijumu. Ovi podaci o prosečnim prinosima govore o pogodnostima pojedinih tipova zemljišta za proizvodnju kukuruza i daju smernice proizvođačima za odabir najrodnijih hibrida koje žele gajiti na svojim njivama.

Cljučne reči: hibridi, FAO grupa zrenja, smonica, parapodzol, aluvijum.

Uvod

Zemljište predstavlja izuzetno dinamičnu sredinu, jedan je od najvažnijih elemenata biljne proizvodnje i osnovni je preduslov visokih i stabilnih prinosa. Sastav zemljišta i njegove osobine su osnove plodnosti zemljišta, pa su prinosi biljaka na različitim tipovima zemljišta promenjivi (Sekulić et al., 2004). Zemljište

* Autor za kontakt: e-mail: mbiberdzic@gmail.com

je osnovni supstrat ukorenjavanja biljaka, a rast korena zavisi od dubine sloja, biljne vrste, karakteristika korena, sabijenosti zemljišta, vlage i sl. (Navaz et al., 2013). Živanović (2012) proučavajući uticaj tipa zemljišta (černoziem i gajnjača), đubrenja i hibrida na prinos kukuruza ističe da je tip zemljišta imao vrlo značajan uticaj na prinos kukuruza, veći od hibrida i đubrenja. Jevtić (1986) ističe da prinos zrna kukuruza zavisi od hibrida (46–51%), agroekoloških uslova (9–23%) i nivoa primenjene tehnologije gajenja (31–40%).

Williamson i Neilsen (2000) ističu da se u modernoj poljoprivredi većina operacija od setve do žetve obavlja mehanizovano, pomoću teških traktora koji sabijaju zemljište u svakom prohodu. U takvim zemljištima vladaju nepovoljni uslovi za razvoj korenovog sistema, slabija je mikrobiološka aktivnost, što za posledicu ima smanjenje prinosa i povećanje troškova proizvodnje za 20–40%. Od svih oblika degradacije zemljišta, sabijanje učestvuje sa 11% i predstavlja jedan od glavnih oblika degradacije zemljišta (Lynden, 2000).

Radojević et al. (2006) i Mueller et al. (2010) ističu da teške mašine utiču na kvarenje strukture i degradaciju zemljišta u gornjem (površinskom) i donjem (dubokom) sloju čime se smanjuje njegova produktivnost i povećava potrošnja energije i opasnost od erozije. Nikolić et al. (2002) navode da veliki pritisci mehanizacije prouzrokuju prekomerno sabijanje zemljišta, što za posledicu ima smanjenje prinosa za 10–25%, dok Kuht and Reintam (2004) ističu i značajnije smanjenje prinosa, preko 40%. Ishaq et al. (2001) i Sakib et al. (2004a) ističu da je ukupni efekat sabijanja zemljišta na prinos biljaka negativan. Koliki je uticaj sabijenosti zemljišta na prinos kukuruza govore podaci do kojih su u svojim istraživanjima došli Barać et al. (2016) koji ističu da je prinos kukuruza na uvratinama, gde je veći broj prohoda mehanizacije, bio manji za 38,74% nego prinos u unutrašnjosti parcele. Zemljišta se razlikuju po sadržaju organske materije, vode, strukture i teksture i na njihovu sabijenost utiče broj prohoda mehanizacije, broj i dimenzija pneumatika, brzina kretanja mašina i sl. (Sakai et al., 2008). Smanjenjem broja operacija u obradi zemljišta čuvaju se fizičke osobine zemljišta čime se čuva sadržaj organske materije u zemljištu, poboljšava se biodiverzitet zemljišta i smanjuju troškovi proizvodnje (Morris et al., 2010; Soane et al., 2012). Sadržaj vode u zemljištu veoma je bitan u procesu sabijanja zemljišta i direktno utiče na opterećenje pri pritisku na zemljište (Hamza i Anderson, 2005). Posebno je bitan sadržaj vode u gornjem sloju. Na zemljištima koja se obrađuju sa manjim brojem prohoda smanjena je evapotranspiracija a povećan sadržaj vode, posebno u gornjim slojevima (Bescansa et al., 2006).

Sabijenost zemljišta zavisi od gajenja pojedinih biljaka. Tako Milošev et al. (2007) navode da proizvodnja šećerne repe i kukuruza najviše uzrokuje sabijanje zemljišta, dok to nije slučaj sa pšenicom.

Opšte posmatrano, sabijanje zemljišta dovodi do usporavanja apsorpcije vode i hranjivih materija, slabijeg razvoja korenovog sistema, njegove dužine i

prodiranja u dublje slojeve, usporen rast biljaka, što sve skupa ima za posledicu slabiji razvoj biljaka i umanjeње prinosa (Chen i Veil, 2011; Lipiec et al., 2012; Nosalevicz i Lipiec, 2014; Prakash et al., 2014; Dimitri i Destain, 2016).

Cilj ovoga rada bio je da se utvrdi prinos različitih hibrida kukuruza (*Zea mays* L.) u zavisnosti od tipa i sabijenosti zemljišta.

Materijal i metode

Ogled je postavljen tokom 2016. i 2017. godine na teritoriji opštine Leskovac (Južna Srbija), na tri različita tipa zemljišta (aluvijum, smonica i parapodzol). U ogledu je bilo uključeno 9 hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja (NS 4051, AGR DIAN, ZP 427, NS 5211, ZP 555, AS 534, NS 6030, ZP 666 i Bećar). Pre postavljanja ogleda sa parcela su uzeti uzorci zemljišta za hemijsku analizu. Ogled je postavljen po planu blok sistema u tri ponavljanja. Veličina elementarne parcele iznosila je 28 m². Sejana su po 4 reda svakog hibrida. Međuredno i rastojanje u redu je iznosilo: 70 cm x 25 cm (FAO grupa 400), 70 cm x 30 cm (FAO grupa 500) i 70 cm x 35 cm (FAO grupa 600), tako da bi hibridi imali optimalnu gustinu. Predusev je bila ozima pšenica. Priprema zemljišta podrazumevala je jesenje oranje na dubinu od 30 cm gde je unešeno i 250 kg ha⁻¹ NPK (16:16:16) đubriva. Predsetvena priprema je obavljena neposredno pred setvu setvospremačem. Setva je obavljena u drugoj polovini aprila meseca. Tretiranje protiv semenskih korova (*Echinochloa crus – galli*, *Solanum nigrum*, *Sorghum halepense*, *Chenopodium spp.*) obavljeno je dan nakon setve, preparatima *Basar* i *Rezon*. Tretiranje protiv širokolisnih i uskolisnih korova obavljeno je preparatima *Siran* i *Maton*. Prihrana KAN-om je obavljena u fazi 3–5 listova, nakon prve međuredne kultivacije, u količini od 350 kg ha⁻¹. Tokom vegetacije nije bilo prisutnih bolesti i štetočina. Berba kukuruza je obavljena u tehnološkoj zrelosti. Prinos je obračunat na svakoj parceli i sveden na 14% vlage u zrnu. Prinos različitih hibrida kukuruza u zavisnosti od tipa i sabijenosti zemljišta obrađen je statistički, analizom varijanse i Pearson-ovim koeficijentom korelacije, uz upotrebu softvera WASP 1.0.

Pošto se radi o različitim tipovima zemljišta određivali smo i njihovu sabijenost. Sabijenost je merena nakon setve i nakon berbe kukuruza, penetrologerom Eijkelkamp hardver verzije 6,0, softver verzije 6,03. Merenje sabijenosti je obavljeno u skladu sa standardom NEN 5140, brzinom penetracije od 2 cm sec⁻¹, pri čemu odstupanje nije bilo veće od 0,5 cm s⁻¹ a sve prema standardu (ASAE S313.1). Pre početka merenja postavljena je referentna ploča, određen položaj parcele (GPS) i vlažnost zemljišta. Vlažnost zemljišta u momentu merenja sabijenosti određivana je Theta sondom, a izražena je u % vol. Merenja su obavljena na unutrašnjem delu parcele na dubini od 0 do 40 cm u 5 ponavljanja. Rezultati sabijenosti su predstavljeni kao prosečni i prikazani su tabelarno.

Klimatske i zemljišne karakteristike

Leskovačka kotlina, mesto izvođenja oglada, dugačka je oko 50 km, a široka oko 45 km i ima nadmorsku visinu od oko 230 m. Odlikuje se plodnim zemljištima i povoljnim klimatskim uslovima za biljnu proizvodnju. Šušić (2000) ističe da su na ovom području najrasprostranjeniji tipovi zemljišta aluvijum (duž reke Veternice), smonice, deluvijumi i parapodzoli (u podnožju pobrđa).

U tabeli 1 prikazane su ukupne mesečne padavine i prosečne mesečne temperature u toku vegetacionog perioda kukuruza. U toku 2016. godine, koja je bila povoljnija za proizvodnju kukuruza, ukupna suma padavina u toku vegetacije iznosila je 438,8 mm. Posebno treba naglasiti količinu padavina u junu, julu i avgustu (207 mm) koja je veoma bitna za formiranje prinosa kukuruza. Sa aspekta ukupne količine padavina (308 mm), 2017. godina je bila lošija, posebno padavina u junu, julu i avgustu mesecu (73 mm) i može se smatrati nepovoljnom za biljnu proizvodnju.

Tabela 1. Padavine (mm) i prosečne temperature ($^{\circ}\text{C}$) za Leskovac.

Table 1. Precipitation (mm) and mean temperatures ($^{\circ}\text{C}$) in Leskovac.

	Apr.	Maj	Jun	Jul	Avg.	Sep.	Okt.	Apr./Okt.
<i>Sezona 2016/The 2016 growing season</i>								
mm	24,2	69,6	63	114	30	56	82	438,8
$^{\circ}\text{C}$	13,7	14,7	21,9	22,8	21,4	17,9	11,9	17,7
<i>Sezona 2017/The 2017 growing season</i>								
mm	69	82	19	34	20	20	64	308,0
$^{\circ}\text{C}$	11,3	16,7	21,9	23,5	23,3	18,7	12,5	18,2
<i>Višegodišnji prosek/Multi-year average 1985-2014</i>								
mm	48	46	37	25	24	30	36	246
$^{\circ}\text{C}$	12,5	16,5	19,5	22,0	22,5	18,0	14,0	17,8

U poređenju sa višegodišnjim prosekom (246 mm), obe godine su imale veću količinu padavina. Prosečne temperature u toku vegetacije kukuruza u 2017. godini bile su nešto veće nego u 2016. godini, posebno one u julu, avgustu i septembru. Prosečne temperature, u obe godine, mogu se smatrati povoljnim za proizvodnju kukuruza. U poređenju sa višegodišnjim prosekom, prosečne mesečne temperature u junu i julu bile su veće u obe godine, dok su prosečne mesečne temperature u oktobru bile niže. Ukupne padavine u toku vegetacije, u obe godine, bile su veće za 62, odnosno 192,8 mm u odnosu na višegodišnji prosek.

U tabeli 2 prikazane su hemijske osobine zemljišta. Kiselost zemljišta je određena metodom po Kapenu, humus je određen metodom po Kotzmanu, ukupni

azot metodom po Kjeldahlu, a dostupni fosfor i kalijum Engner-Riehm Al metodom.

Tabela 2. Hemijske osobine zemljišta.
Table 2. Chemical properties of the soil.

Tip zemljišta Type of soil	pH – pH		Humus Humus (%)	Azot Nitrogen (%)	Dostupno Available (mg/100g of soil)	
	H ₂ O	KCl			P ₂ O ₅	K ₂ O
Smonica – <i>Vertisol</i>	5,94	4,74	2,12	0,12	9,78	30,00
Parapodzol – <i>Parapodzol</i>	6,14	5,04	2,31	0,12	9,42	20,00
Aluvijum – <i>Alluvium</i>	7,74	5,78	2,65	0,13	17,56	34,00

Prema vrednostima pH u KCl-u smonica (5,78) i parapodzol (5,04) pripadaju grupi kiselih, a aluvijum (5,78) grupi umereno kiselih zemljišta. Po sadržaju humusa u ornichnom sloju, sva tri tipa zemljišta pripadaju grupi slabo humoznih zemljišta (Škorić, 1991). Sadržaj ukupnog azota, kod sva tri tipa zemljišta, bio je približno isti i zemljišta su srednje obezbeđena ovim elementom. Sadržaj fosfora kod smonice (9,78) i parapodzola (9,42) bio je nizak, dok je aluvijum (17,56) sa ovim elementom optimalno obezbeđen. Zemljišta smonica (30,00) i aluvijum (34,00) su visoko obezbeđena kalijumom, dok je parapodzol (20,00) optimalno obezbeđen. Iako ova zemljišta pripadaju grupi potencijalno plodnih zemljišta, njihovo intenzivno korišćenje uglavnom zahteva primenu meliorativnih mera.

Rezultati i diskusija

Odavno je poznato da su hibrid, agrotehnika i klima osnovni faktori za visoke prinose kukuruza. Zbog sigurnije proizvodnje, neophodno je gajiti nekoliko hibrida različite dužine vegetacije. Tako su u ovim istraživanjima odabrana po tri hibrida koja pripadaju FAO grupama zrenja 400, 500 i 600. U tabeli 3 dat je prikaz prinosa hibrida različitih FAO grupa zrenja u zavisnosti od tipa zemljišta.

Tip zemljišta je imao vrlo značajan uticaj na prosečni prinos kukuruza. Tako je prosečan prinos kukuruza na zemljištu tipa aluvijum iznosio 10,34 t ha⁻¹ i bio je vrlo značajno veći nego prosečan prinos kukuruza na zemljištima tipa smonica (5,68 t ha⁻¹) i parapodzol (7,61 t ha⁻¹). Takođe, vrlo značajno veći prinos ostvaren je na zemljištu tipa parapodzol u odnosu na smonicu. Sličnu tendenciju razlika u prinosu u zavisnosti od tipa zemljišta imali su i pojedinačni hibridi. Bekavac (2012) ističe da su zahtevi kukuruza prema zemljištu izraženi, s obzirom na to da je to visoko produktivna biljna vrsta. Ovako izražene razlike u prinosu mogu biti rezultat hemijskih osobina datih zemljišta, s obzirom na to da su smonica i parapodzol zemljišta kisele reakcije i da imaju nizak sadržaj fosfora za razliku od

aluvijuma. Uzrok mogu biti i drugi agroklimatski faktori bitni za formiranje prinosa. Tako su lokacije na kojima su se ispitivani tipovi zemljišta nalazili, na različitim nadmorskim visinama, međusobno udaljene od 20 do 25 km. Imajući u vidu lokalni karakter padavina, može se pretpostaviti da su neke lokacije imale više, a neke manje padavina tokom vegetacije. Tako Bekavac et al. (2010) ističu da u poslednjih 25 godina visina prinosa zrna u sve većoj meri zavisi od meteoroloških uslova tokom vegetacionog perioda kukuruza, a koji se vrlo često karakterišu pojavom „ekstremnih klimatskih događaja”.

Tabela 3. Uticaj tipa zemljišta i hibrida na prinos kukuruza ($t\ ha^{-1}$) (2016/2017).
Table 3. The impact of soil type and hybrids on maize yield ($t\ ha^{-1}$) (2016/2017).

B. Hibridi <i>Hybrids</i>	A. Tipovi zemljišta/ <i>Types of soil</i>				Prosek B <i>Average</i>	
	Smonica <i>Vertisol</i>	Parapodzol <i>Parapodzol</i>	Aluvijum <i>Alluvium</i>			
NS 4051	5,95	8,60	9,18		7,91	
AGR DIAN	5,45	8,55	10,49		8,16	
ZP 427	5,25	7,05	8,95		7,08	
Prosek za FAO 400 <i>Average for FAO 400</i>	5,55	8,07	9,54		7,72	
NS 5211	6,10	8,85	11,20		8,72	
ZP 555	6,65	8,55	10,10		8,43	
AS 534	5,70	5,60	10,15		7,15	
Prosek za FAO 500 <i>Average for FAO 500</i>	6,15	7,66	10,48		8,10	
NS 6030	4,60	6,30	10,05		6,98	
ZP 666	5,55	8,20	11,90		8,55	
Bečar	5,90	6,75	11,05		7,90	
Prosek za FAO 600 <i>Average for FAO 600</i>	5,35	7,08	11,00		7,81	
Prosek A <i>Average</i>	5,68	7,61	10,34		7,87	
	A		B		A x B	
	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LSD	0,184	0,245	0,319	0,422	0,552	0,736

Najveći prosečni prinos za sve tipove zemljišta ($8,10\ t\ ha^{-1}$) dobijen je gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 500, a najmanji ($7,72\ t\ ha^{-1}$) gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 400. Razlike u prosečnom prinosu između FAO grupa zrenja nisu bile statistički visoko značajne. Međutim, prosečni prinosi po FAO grupama zrenja razlikovali su se u zavisnosti od tipa zemljišta. Tako je na zemljištu tipa smonice, najveći prosečni prinos ($6,15\ t\ ha^{-1}$) dobijen gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 500 i on je bio statistički značajno veći nego prosečni prinosi hibrida

iz FAO grupa 400 i 600. Najveći prosečni prinos ($8,07 \text{ t ha}^{-1}$) na zemljištu tipa parapodzol, dobijen je gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 400 i on je bio statistički značajno veći nego prosečni prinosi hibrida iz FAO grupa 500 i 600. Ovo zemljište se nalazilo na nešto većoj nadmorskoj visini od ostalih tipova. Na zemljištu tipa aluvijum, najveći prosečni prinos ($11,00 \text{ t ha}^{-1}$) dobijen je gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 600 i on je bio statistički značajno veći nego prosečni prinosi hibrida iz FAO grupa zrenja 400 i 500.

Najveći prosečni prinos za sve tipove zemljišta u FAO grupi zrenja 400 imao je hibrid AGR DIAN ($8,16 \text{ t ha}^{-1}$), u FAO grupi zrenja 500 hibrid NS 5211 ($8,72 \text{ t ha}^{-1}$), a u FAO grupi zrenja 600 hibrid ZP 666 ($8,55 \text{ t ha}^{-1}$). Ako se analiziraju svi tipovi zemljišta i svi hibridi, vidljivo je da je najveći prosečni prinos ($11,90 \text{ t ha}^{-1}$) dobijen gajenjem hibrida ZP 666 na zemljištu tipa aluvijum, a najmanji ($4,60 \text{ t ha}^{-1}$) gajenjem hibrida NS 6030, na zemljištu tipa smonice. Prema ostvarenim prinosima, za preporuku je da se na smonici gaje hibridi iz FAO grupe zrenja 500, na parapodzolu hibridi iz FAO grupe zrenja 400, a na aluvijumu hibridi iz FAO grupe zrenja 600. Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Živanovića (2012) koji ističe da je tip zemljišta imao vrlo značajan uticaj na prinos kukuruza. Ovi podaci o prosečnim prinosima na različitim tipovima zemljišta upućuju proizvođače na odabir najrodnijih hibrida koje će gajiti na svojim njivama.

Sabijenost zemljišta

Gajenje pojedinih biljaka utiče na sabijenost zemljišta. Sabijanje zemljišta dovodi do usporavanja apsorpcije vode i hranjivih materija, slabijeg razvoja korenovog sistema, njegove dužine i prodiranja u dublje slojeve i usporen rast biljaka, što sve skupa ima za posledicu slabiji razvoj biljaka i umanjenje prinosa. U tabeli 4 dat je prikaz sabijenosti pojedinih tipova zemljišta, merene posle setve i posle berbe kukuruza.

Zemljišta su se međusobno razlikovala, kako po sabijenosti, tako i po vremenu merenja. Tako je najveća prosečna sabijenost (do 40 cm) izmerena na smonici, potom na parapodzolu a najmanja na aluvijumu. Naši rezultati su slični rezultatima koje navode Alakuku i Pavo (1994), gde ističu da sabijanje zemljišta nije isto po profilu, i najizraženije je do dubine od 50 cm.

Kod svih tipova zemljišta izmerena je veća sabijenost posle berbe nego posle setve kukuruza. Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima koje navode Nikolić et al. (2006) i Simikić et al. (2005), ističući da je otpornost merena na proleće manja od one merene u jesen, što je rezultat višestrukog prohoda mehanizacije tokom sezone.

Sa porastom dubine dolazi i do porasta sabijenosti zemljišta. Najveći porast sabijenosti zabeležen je na dubini od 30 do 40 cm. Kod smonice i parapodzola, na 40 cm dubine, posle setve, izmerena je sabijenost od 2,94 i 2,37 MPa, a kod

aluvijuma 2,12 MPa, što su vrednosti u kojima je otežan razvoj korenovog sistema. Kod svih zemljišta, u periodu posle berbe, izmerene su visoke vrednosti sabijenosti zemljišta (smonica 5,00 MPa; parapodzol 3,82 MPa i aluvijum 3,18 MPa), što pokazuje da je kukuruz u drugom delu vegetacije imao lošije zemljišne uslove. Da sabijenost zemljišta direktno utiče na smanjenje prinosa govore podaci koje navode Marinković et al. (1999), naglašavajući da to smanjenje kod kukuruza iznosi od 4,7 do 21,3% na našim zemljištima.

Sadržaj vlage u orničnom sloju, kod svih tipova zemljišta, bio je veći posle setve nego posle berbe. Tako je najveći sadržaj vlage (32%) bio kod parapodzola, dok je kod smonice (23%) i aluvijuma (24%) bio približno isti. Posle berbe, najveći sadržaj vlage (19%) bio je kod parapodzola, a najmanji (13%) kod aluvijuma. Tamo gde je sadržaj vlage bio veći, sabijenost je bila manja, što potvrđuju i rezultati do kojih su došli Savin et al. (2011a) i koji ističu da vlaga u zemljištu utiče na smanjenje sabijenosti.

Tabela 4. Sabijenost zemljišta (MPa).

Table 4. Soil compaction (MPa).

Period <i>Period</i>	Vlaga % <i>Moisture</i>	Dubina (cm)/ <i>Depth (cm)</i>					Prosek <i>Average</i>
		1	10	20	30	40	
<i>Smonica/Vertisol</i>							
Posle setve <i>After sowing</i>	23	0,35	0,79	1,22	1,61	2,94	1,38
Posle berbe <i>After harvesting</i>	17	0,39	1,52	3,32	4,01	5,00	2,69
<i>Parapodzol/Parapodzol</i>							
Posle setve <i>After sowing</i>	32	0,14	0,73	1,33	1,55	2,37	1,22
Posle berbe <i>After harvesting</i>	19	0,42	1,14	2,41	3,37	3,82	2,23
<i>Aluvijum/Alluvium</i>							
Posle setve <i>After sowing</i>	24	0,15	0,51	1,08	1,30	2,12	1,03
Posle berbe <i>After harvesting</i>	13	0,25	1,81	1,82	2,54	3,18	1,72
Pearson-ov koeficijent korelacije između prinosa i sabijenosti zemljišta <i>Pearson's coefficient of correlation between yield and soil compaction</i>							r = -0,99

Na osnovu koeficijenta korelacije ($r=-0,99$) utvrđeno je da postoji jaka negativna korelacija između prinosa kukuruza i sabijenosti zemljišta. Riedell et al. (2005) su utvrdili postojanje negativne korelacije između sabijenosti zemljišta i prinosa kukuruza, sa čime su saglasni i naši rezultati.

Ovi podaci o vezi prinosa i sabijenosti zemljišta upućuju proizvođače da na teškim i sabijenim zemljištima unose više organske materije i stajnjaka kako bi se popravili uslovi za bolji rast korenovog sistema čime bi i prinosi bili veći.

Zaključak

Na osnovu dvogodišnjih rezultata o uticaju hibrida, tipa i sabijenosti zemljišta na prinos kukuruza može se zaključiti sledeće: tip zemljišta je vrlo značajano uticao na prosečni prinos kukuruza. Najveći prosečni prinosi dobijeni su na aluvijumu, potom parapodzolu, a najmanji na smonici. Na zemljištu tipa smonice, najveći prosečni prinos dobijen je gajenjem hibrida iz FAO grupe zrenja 500, na zemljištu tipa parapodzol hibrida iz FAO grupe zrenja 400, a na zemljištu tipa aluvijum hibrida iz FAO grupe zrenja 600. Najveći prosečni prinos za sve tipove zemljišta u FAO grupi zrenja 400 imao je hibrid AGR DIAN, u FAO grupi zrenja 500 hibrid NS 5211, a u FAO grupi zrenja 600 hibrid ZP 666. Najveća sabijenost zemljišta u orničnom sloju bila je na smonici, potom na parapodzolu a najmanja na aluvijumu. Između sabijenosti zemljišta i prinosa kukuruza utvrđena je jaka negativna korelacija. Ovi podaci o prosečnim prinosima govore o značaju odabira hibrida i pogodnostima pojedinih tipova zemljišta za proizvodnju kukuruza.

Literatura

- Alakuku, L., & Elonen, P. (1994). Finnish experiments on subsoil compaction by vehicles with high axle load. *Soil and Tillage Research*, 29 (2-3), 151-155.
- Barać, S., Đikić, A., Milenković, B., Biberdžić, M., & Đokić, D. (2014). Results of exploring the impact of soil compaction on winter wheat and maize yields. *17th Scientific Conference Current problems and tendencies in agricultural engineering. Proceedings*, 7-13.
- Bekavac, G., Purar, B., Jocković, Đ., Stojaković, M., Ivanović, M., Malidža, G., & Đalović, I. (2010). Proizvodnja kukuruza u uslovima globalnih klimatskih promena. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 47, (2), 443-450.
- Bekavac, G. (2012). Vodič za organsku proizvodnju kukuruza. U *Katalogizacija u publikaciji*. Beograd: Narodna biblioteka Srbije. Priručnik 6. 630-15-114.
- Bescansa P., Imaz M.J., Virto I., Enrique A., & Hoogmoed W.B., (2006). Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain. *Soil and Tillage Research*, 87 (1), 19-27.
- Chen, G., & Weil, R.R. (2011). Root growth and yield of maize as affected by soil compaction and cover crops. *Soil and Tillage Research*, 117, 17-27.
- D'Or, D., & Destain, M. (2016). Risk Assessment of Soil Compaction in the Walloon Region in Belgium. *Mathematical Geosciences*, 48 (1), 89-103.
- Hamza, M.A., & Anderson, W.K. (2005). Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil and Tillage Research*, 82 (2), 121-145.
- Ishaq, M., Hassan, A., Saeed, M., Ibrahim, M., & Lal, R. (2001). Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan: I. Soil physical properties and crop yield. *Soil and Tillage Research*, 59 (1-2), 57-65.
- Jevtić, S. (1986). *Kukuruz*. Beograd: Naučna knjiga.

- Kuht, J., & Reintam, E. (2004). Soil compaction effect on soil physical properties and the content of nutrients in spring barley and spring wheat. *Agronomy Research*, 2 (2), 187-194.
- Lipiec, J., Horn, R., Pietrusiewicz, J., & Siczek, A. (2012). Effects of soil compaction on root elongation and anatomy of different cereal plant species. *Soil and Tillage Research*, 121, 74-81.
- Lynden, V.G. (2000). The assessment of the 56 (3-4): Status of human-induced degradation. *FAO Report*, 117-129, (37).
- Marinković, B., Ćirović, M., Hadžić, V., Đukić, D., & Balašević, S. (1999). Uticaj sabijenosti zemljišta na prinos poljoprivrednih kultura. U *Poglavlje, Sabijanje zemljišta*. 63-78.
- Milošev, D., Šeremešić, S., Kurjački, I., & Jaćimović, G. (2007). Smanjenje sabijanja zemljišta primenom nekih agrotehničkih mera. *Traktori i pogonske mašine*, 12:35.
- Morris, N.L., Miller, P.C.H., Orson, J.H., & Froud-Williams, R.J. (2010). The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment: A review. *Soil and Tillage Research*, 108 (1-2), 1-15.
- Mueller, L., Schindler, U., Mirschel, W., Shepherd, T.G., Ball, B.C., Helming, K., & Wiggering, H. (2010). Assessing the productivity function of soils. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30 (3), 601-614.
- Nawaz, M.F., Bourrié, G., & Trolard, F. (2013). Soil compaction impact and modelling. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33 (2), 291-309.
- Nikolić, R., Savin, L., Furman, T., Gligorić, R., & Tomić, M. (2002). Istraživanje problema sabijanja zemljišta. *Traktori pogonske mašine*, 7 (1), 5-13.
- Nikolić, R., Savin, L., Furman, T., Tomić, M., Gligorić, R., Simikić, M., & Bertok, Z. (2006). Uticaj sabijanja na promene u zemljištu i prinos kukuruza, suncokreta, soje i šećerne repe. *Traktori i pogonske mašine*, 5, 25-31
- Nosalewicz, A., & Lipiec, J. (2014). The effect of compacted soil layers on vertical root distribution and water uptake by wheat. *Plant and Soil*, 375 (1-2), 229-240.
- Prakash, K., Sridharan, A., & Prasanna, H.S. (2014). Compaction Induced Yield Stress. *Geotechnical and Geological Engineering*, 32 (2), 311-319.
- Radojević, R., Raičević, D., Oljača, M., Gligorević, K., & Pajić, M. (2006). Uticaj jesenje obrade na sabijanje teških zemljišta. *Poljoprivredna tehnika*, 2, 63-71.
- Riedell, W.E., Pikul, J.L., Osborne, S.L., & Schumacher, T. (2005). Soil Penetrometer Resistance and Corn Yield under Tilled and No-Till Soil Management. U *South Dakota State University Soil/Water Research Report*. Soil PR, 04-40.
- Savin, L., Simikić, M., Gligorić, R., Belić, M., Nešić, L., Ćirić, V., & Dedović, N. (2011). Stanje sabijenosti zemljišta u organskoj poljoprivredi. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 37 (4), 335-344.
- Sakai, H., Nordfjell, T., Suadican, K., Talbot, B., & Bøllehuus, E. (2008). Soil compaction on forest soils from different kinds of tires and tracks and possibility of accurate estimate. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 29 (1), 15-27.
- Saqib, M., Akhtar, J., & Qureshi, R.H. (2004). Pot study on wheat growth in saline and waterlogged compacted soil: I. Grain yield and yield components. *Soil and Tillage Research*, 77 (2), 169-177.
- Sekulić, P., Hadžić, V., Ubavić, M., & Nešić Lj. (2004). Zahtevi semenskih useva u odnosu na zemljište. U *Semenarstvo*. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo/Laboratorija za ispitivanje semena. 267-304.
- Simikić, M., Nikolić, R., Savin, L., Hadžić, V., Sekulić, P., Jarak, M., & Vasin, J. (2005). Uticaj traktora i mobilnih sistema na sadržaj hraniva u zemljištu. *Traktori i pogonske mašine*, 10 (1), 21-98.
- Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., & Roger-Estrade, J. (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*, 118, 66-87.
- Škorić, A. (1991). *Sastav i svojstva tla*. Fakultet poljoprivrednih znanosti. Zagreb.

- Šušić, V. (2000). *Geografske osnove poljoprivredne proizvodnje u Leskovačkoj kotlini*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu.
- Williamson, J.R., & Neilsen, W.A. (2000). The influence of forest site on rate and extent of soil compaction and profile disturbance of skid trails during ground-based harvesting. *Canadian Journal of Forest Research*, 30 (8), 1196-1205.
- Živanović Lj. (2012). *Uticaj tipa zemljišta i količine azota na produktivnost hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja*. Poljoprivredni fakultet u Zemunu. Doktorska disertacija.

Primljeno: 21. maja 2018.
Odobreno: 28. novembra 2018.

INFLUENCE OF SOIL TYPE AND COMPACTION ON MAIZE YIELD

Milan O. Biberdžić^{1*}, Saša R. Barać¹, Dragana N. Lalević¹,
Jelena V. Stojiljković², Branislav P. Knežević¹ and Dragoljub K. Beković¹

¹University in Priština, Faculty of Agriculture,
Kopaonička bb, 38232 Lešak, Serbia

²Agricultural Professional and Extension Service,
Jug Bogdanova 8A, 16000 Leskovac, Serbia

A b s t r a c t

The goal of this paper was to determine the yield of different maize hybrids depending on soil type and compaction. The experiment was carried out in 2016 and 2017 on the territory of the Leskovac municipality, including three different soil types (alluvium, vertisol, and parapodzol). The experiment comprised nine hybrids of different FAO maturity groups (NS 4051, AGR DIAN, ZP 427, NS 5211, ZP 555, AS 534, NS 6030, ZP 666 and Bećar). The highest average yields were achieved on alluvium, then on parapodzol, and the lowest yields were obtained on vertisol. The highest average yields on all examined soil types were achieved in the FAO 500 maturity group, and the lowest in the FAO 400 maturity group. The highest average yield on vertisol was achieved in the FAO 500 maturity group, on parapodzol in the FAO 400 maturity group, and on alluvium in the FAO 600 maturity group. The highest average yield (11.90 t ha⁻¹) was achieved with the ZP 666 hybrid on alluvium, and the lowest (4.60 t ha⁻¹) with the NS 6030 hybrid on vertisol. The largest soil compaction in the ploughing layer was determined in vertisol, then in parapodzol, and the smallest in alluvium. These data on average yields indicate the convenience of certain soil types for maize production, and provide guidelines for growers to select the most yielding hybrids for their fields.

Key words: hybrids, FAO maturity group, vertisol, parapodzol, alluvium.

Received: May 21, 2018

Accepted: November 28, 2018

*Corresponding author: e-mail: mbiberdzic@gmail.com