

UDK: 631.53.04:633.15+633.34:631.461
Originalni naučni rad

INTERAKCIJA ĐUBRENJA I SISTEMA GAJENJA KUKURUZA I SOJE NA OČUVANJU BIOLOŠKE AKTIVNOSTI ZEMLJIŠTA I VISINU BILJAKA

Cvijanović Gorica¹, Stepić Vesna¹, Cvijanović Marija², Đukić Vojin³, Đurić Nenad¹, Dozet Gordana¹

¹Megatrend univerzitet u Beogradu, Fakultet za biofarming; Republika Srbija, Bačka Topola.

²Kompanija Dunav osiguranje a.d.o.; Republika Srbija, Beograd.

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo; Republika Srbija, Novi Sad.

Sažetak: Zduživanje useva je sistem gajenja biljaka koji u održivom načinu biljne proizvodnje sve više dobija na značaju. Pored niza prednosti združenih useva (agronomskih i ekoloških) veoma je važno da ishrana useva bude prilagođena potrebama biljaka i dinamici mikrobne populacije u zemljištu. Zato je za cilj rada postavljeno da se utvrdi značaj združivanja kukuruza i soje na parametre biogenosti zemljišta u odnosu na njihovu pojedinačnu setvu (faktor A). Faktor B primenjene su različite vrste đubriva (kontrola NPK 600 kg/ha 15:15:15 na celoj površini ogleđa; S-stajnjak 30 t/ha; MM-200 kg/ha AN 34,5%N; MB- 200 kg/ha AN 34,5%N+ tečni mikrobiološki preparat sa efektivnih mikroorganizama u zemljište 20 l/ha i Nitragin za soju. Ispitivane varijable su visoko značajno ($p<0,01$) uticale na dinamiku ispitivanih grupa rizosferne mikrobne populacije (ukupan broj mikroorganizama, brojnost amonifikatora) i njihovu biohemijsku aktivnost. Đubrenje je takođe visoko značajno uticalo na ispitivane parametre. Ukupan broj mikroorganizama je u proseku imao najveće vrednosti pri đubrenju u varijanti MM, dok je brojnost amonifikatora i dehidrogenazne aktivnosti imala najveće vrednosti u MB varijanti. Ispitivani faktori su različito uticali na intezitet vegetativnog porast biljaka na početku vegetacije. Način setve nije značajno uticao na visinu biljaka u početnim fazama razvoja biljaka, dok su đubrenje i interaktivna zavisnost faktora statistički značajano uticali na visinu biljaka. U pojedinačnoj setvi kod soje nisu utvrđene statistički značajne razlike u visini biljaka, kod kukuruza najveća visina ($p<0,01$) utvrđena pri đubrenju sa stajnjakom, dok je u združenom usevu najveća visina kukuruza i soje ($p<0,01$) uvrđena pri đubrenju u varijanti MB.

Ključne reči: združena setva, čist usev, đubrenje, visina biljaka, mikroorganizmi u zemljištu.

E-mail autora za kontakt: cvijagor@yahoo.com

Rad je nastao kao rezultat istraživanja projekta br. III 46006, koji je finansiran od strane Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije. Rad je primljen 14.01.2019. Recenziran je 26.01.2019. Prihvaćen je za objavljivanje 29.01.2019.

Uvod

Združivanje useva je sistem gajenja biljaka koji u održivim sistemima biljne proizvodnje sve više dobija na značaju. Ovaj sistem gajenja ima niz pozitivnih prednosti ne samo agronomskih, već i ekonomskih, ekoloških, socijalnih i antropoloških. Sa ekološkog aspekta prednost združenih useva je u efikasnijem korišćenju raspoloživih resursa i povećanja produktivnosti u poređenju sa svakom pojedinačnom kulturom. Međusobni mehanizmi i efekti se sastoje od konkurencije za korišćenje hraniva, oplemenjivanju zemljišta, modifikaciju rizosfere, povećanju bioraznovrsnosti. Ovaj način gajenja biljaka doprinosi smanjenju štete od korova, bolesti i štetočina, što je veoma važno sa aspekta zaštite useva i zaštite zemljišta od erozije, jer površine najvećim delom godine ostaju pokrivene. Združivanjem useva značajno se utiče na distribuciju vode u zemljištu, u zavisnosti od razlike u habitusu nadzemnih delova biljaka smanjuje se brzina vetra, povećava se infiltracije vode, poboljšava struktura zemljišta i drugo (Silon i sar., 2000). Postoji veliki broj istraživanja o izboru biljaka koje nisu konkurenti za svetlost, vodu (Willey i sar., 1990; Black i sar., 2000), ali još uvek postoji nedostatak izučavanja o interakcijama za pojedina makro i mikro hraniva. Zbog fiziološke i morfološke heterogenosti biljaka postoje brojne prednosti i nedostaci združivanja ratarskih biljnih vrsta. U zavisnosti od vrste biljaka zavisi i intezitet usvajanja hraniva. Leguminoze mogu da obezbede azot iz procesa biološke fiksacije azota, te nisu konkurenti žitima za azot, a isto tako obezbeđuju azot narednom usevu nakon raspada korena i nodula. Takođe, rizik od gubitka azota ispiranjem je znatno smanjen u odnosu na čist usev Neumann i sar., (2007). Izbor genotipa i prihrana N imaju veliki uticaj na visinu prinosa (Simić i sar., 2017; Živanović i sar., 2017; Simić i sar., 2017; Popović i sar., 2018; Ugrenović i sar., 2018; Spasić i sar., 2018). Prema istraživanjima Urbatzka i sar. (2009) u združenom usevu graška i žita distribucija azota u zemljištu i usvajanja bilo je značajno veći nego u čistom usevu graška. U združenom usevu leguminoza i žita intezivnije je usvajanje azota i fosfora nego u čistom usevu (Hauggaard-Nielsen i sar., 2009). Pored saznanja o prostornoj distribuciji habitusa biljaka u združenom usevu veoma je važno utvrditi distribuciju korena biljaka i njihov međusobni interakcijski odnos koji je veoma važan kod usvajanja hraniva. U združenim usevima efekat biljnih korenja zavisi od raspodele korena i njegove interakcije (Smith i sar., 2007). Prema istraživanju Li i sar. (2001) u združenom usevu kukuruz/pšenica (naizmenični redovi) koren pšenice se širio pod koren kukuruza, čime je bio otežan razvoj korena kukuruza. Koren kukuruza imao je manje razvijene bočne korenčice u odnosu na koren kukuruza u čistom usevu. Prema istim autorima koren kukuruza u usevu kukuruz/soja bio je bolje razvijen nego u usevu kukuruz/pšenica. Koren soje je imao plitku raspodelu najveće mase, dok se koren kukuruza nesmetano razvijao do dubine od 100 cm.

Zato je za cilj rada postavljeno da se utvrdi uticaj združene setve kukuruza i soje na visinu biljaka u početnim fazama razvika kao i mikrobiološku aktivnost u rizosferi združenih useva u fazi fiziološke zrelosti biljaka.

Materijal i metod rada

Ogledna parcela je bila u Bačkoj Palanci. Ogled je postavljen po split-plot sistemu u tri ponavljanja. Površina elementarne parcele po kulturi iznosi 1394 m². Površina ogledne parcele pod svakom kulturom u jednom ponavljanju iznosila je 464,8 m² (5,6 m x 83 m).. Na ogledu je primenjeno različito đubrenje. Površina parcela po đubrenju iznosila je 15 m x 51,2 m = 768 m².

Sve agrotehničke mere izvedene su u optimalnim rokovima. Na ukupnoj površini ogleda obavljeno je osnovno đubrenje kompleksnim NPK đubrivom 15:15:15. Đubrivo je zaorano u količini od 600 kg/ha i u tumačenju rezultata korišćeno je kao kontrolana ili referentna vrednost - (K)

Dalje đubrenje je obavljeno na sledeći način: Stajnjak-u količini od 40 t/ha (S); Mineralno - korišćeno je azotno đubrivo AN (34,5% čistog azota) u količini od 200 kg/ha (MM);

Mikrobiološko –neposredno pred setvu obavljena je inokulacija semena sa Nitraginom i uneto 20 lit/ha mikrobiološkog preparata EM Aktiv (MB).

1. Čist usev kukuruza (57143 biljaka/ha sklop biljaka 70cm x 25cm) i čist usev soje (460000 biljaka /ha 70cm x 3cm u redu).

2. Združena setva kukuruza i soje u redu. Kukuruz: 57000 biljaka/ha 70 cm×25 cm na dubini od 5 cm, i soja 230000 biljaka/ha bilo 70 cm×6,2cm.

Za setvu je korišćeno seme kukuruza hibrid NS 542 i soje sorte Vojvođanka. Prvo je obavljena setva kukuruza a zatim setva soje u istom redu. Setva je bila ujednačena.

U fenofazi razvoja za kukuruz 5-7 listova i soju drugi trolist uzeti su uzorci zemljišta iz rizosfera korena biljaka. U združenoj setvi sa korena biljaka pažljivo je skidan sloj zemljišta i u istim količinama izmešan.

Brojnost mikroorganizama određivana je zasejavanjem suspenzije zemljišta odgovarajućeg razređenja na selektivne hranjive podloge (Wollum, 1982): ukupan broj mikroorganizama na zemljišnom agaru (Poshon i Tardieux, 1962); broj amonifikatora na hranljivom agaru (Wollum, 1982). Dehidrogenazna aktivnost određivana je spektrofotometrijski, merenjem ekstinkcije obojenog 2, 3, 5 – trifenilformazana (TPF) koji nastaje redukcijom bezbojnog 2, 3, 5 – trifeniltetrazolium hlorida (TTC) i izražena TPF ($\mu\text{g g}^{-1}$ zemljišta) na 485 nm (Tabatabai, 1994).

Za statističku obradu podataka korišćen je softverskog paket Statistica 10. Razlike aritmetičkih sredina između tretmana testirane su dvo- i trofaktorijalnom analizom varijanse (ANOVA) i izračunata je najmanja statistički značajna razlika LSD ($p < 0,01$ i $p < 0,05$).

Rezultati istraživanja i diskusija

Obzirom na različit način i intezitet usvajanja hraniva veoma je važno utvrditi intezitet porasta nadzemnog dela biljaka kao i promene koje su uslovljene interakcijom koren zemljište.

Prema rezultatima u tabeli 1, u početnim fenofazama razvoja biljaka način setve nije statistički značajno uticao na visinu biljaka, dok su đubrivo i interakcija ova dva faktora statistički značajno uticali na visinu biljaka u oba načina setve.

Tabela 1. Uticaj načina setve i đubrenje na visinu biljaka kukuruza i soje (cm)
 Table 1. Effect of sowing and fertilization on the height of maize and soybean (cm)

Setva (A) Sowing (A)	Usev (B) Crop (B)	Đubrenje (C) Fertilizer (C)				AB	A
		K	MM	S	MB		
Čist usev Clean crop	Kukuruz/ Maize	37,00	42,33	33,33	36,67	37,33	27,13
	Soja / Soybean	13,67	18,33	18,33	17,33	16,92	
	AC	25,33	30,33	25,83	27,00		
Združena setva Intercropping	Kukuruz / Maize	27,33	33,67	42,00	48,00	37,75	27,17
	Soja / Soybean	14,00	15,67	17,00	19,67	16,58	
	AC	20,67	24,67	29,50	33,83		
BC	Kukuruz / Maize	32,16	42,16	29,58	42,34		27,15
	Soja / Soybean	13,84	17,00	17,67	18,50		
	C	23,00	27,50	27,67	30,42		
Prosek / Average							
F+test	A ^{az}	B**	C**	AB ^{az}	BC**	AC**	ABC**
	0,02	3830,78	55,04	1,25	7,77	55,47	38,28
LSD 5%	1,18	0,93	1,21	1,32	0,83	0,83	2,42
LSD 1%	1,26	1,55	1,64	2,19	1,71	1,71	3,27

Najveća visina biljaka bila je u varijanti MB kukuruza u združenoj setvi 48,00 cm i soje 19,67 cm. Primena mikrobioloških preparata u biljnoj proizvodnji sve više dobija na značaju, pogotovu u održivim sistemima proizvodnje. Prema Gholami i sar., (2009) klijavost semena, rast klijanaca i prinos kukuruza bio je u pozitivnoj korelaciji sa primenom inokulata u kojima su se nalazi efektivni sojevi bakterija iz roda *Pseudomonas*, *Azotobacter* i *Bacillus*.

Visina kukuruza u proseku po svim nivoima đubrenja u pojedinačnoj setvi bila je 37,33 cm, dok je združenoj setvi bila 37,75 cm. Kod soje je takođe utvrđena veoma mala razlika u visini biljaka u čistom usevu 16,92 cm, u združenom 16,58 cm, što nije bilo na nivou statističke značajnosti.

Na osnovu rezultata može se zaključiti da još uvek nije došlo do kompeticijskog odnosa korena soje i kukuruza. Koren biljaka ima veliki značaj na brojnost i raznovrsnost mikroba u zemljištu. Koren biljaka proizvodi različite materije koje se svrstavaju u rastvorljive materije (šećer, aminokiseline, hormone, aromatične aminokiseline). Kroz izlučivanje različitih jedinjenja koren menja hemijska i fizička svojstva zemljišta, utiče na brojnost i aktivnost mikroorganizama u zemljištu, stimuliše korisne simbioze, inhibira razvoj kompetitivnih biljnih vrsta (Nardi i sar., 2000). U zavisnosti od količine i sastava korenskih izlučevina menja se raznovrsnost autohtone mikrobne populacije. Li i sar. (2010) na osnovu proučavanja masnih kiselina i fosfolipida u rizosferi kukuruza i mahunarki (pasulj i detelina) su ustvrdili da se načinom setve može uticati na strukturu mikrobiološke zajednice u uslovima različite količine i oblika ishrane fosfora (KH_2PO_4 ili FePO_4) pogotovu u kiselim zemljištima. Promene mikrobiološke strukture rizosfere bile su izložene samo u rizosferi pasulja, a ne u rizosferi kukuruza i dateline.

Bioraznovrsnost i aktivnost mikrobne populacije u nišama korena kukuruza je veoma značajna sa aspekta kruženja materije, intenziteta mineralizacije organske materije, kolonizacije rizoplana korena i intenziteta oksidoredukcionih procesa pri čemu su hraniva biljkama dostupnija. Ukupan broj mikroorganizama je značajan indikator biogenosti zemljišta. Oni indiciraju visoke količine pristupačnih asimilativa biljkama. Prema rezultatima istraživanja prikazanih u tabeli 2 na dinamiku ukupnog broja mikroorganizmi način setve nije imao statistički značajan uticaj. Ukupan broj mikroba u rizosferi kukuruza ($461,82 \times 10^7$) i soje ($612,08 \times 10^7$) u čistom usevu bio je manji nego u rizosferi iz združene setve ($634,42 \times 10^7$). Na ovu razliku verovatno je uticao veći broj mikroba u rizosferi korena soje. Obzirom da je pri setvi soje seme inokulisano mikrobiološkim đubrivom sa kvržičnim bakterijama, može se pretpostaviti da je organska materija iz đubriva uticala na aktivnost ukupnog broja mikroorganizama koji su u mikrobni nišama u zemljištu (Cvijanović i sar., 2007).

Brojnost amonifikatora ukazuje na opštu biogenost zemljišta. Na osnovu enzimatske aktivnosti amonifikatora može se proceniti odnos C:N, a na osnovu broja amonifikatora može se ustanoviti da li je amonijačni azot dostupan biljkama ili je ugrađen u ćelije mikroorganizama. Obzirom na značaj procesa u kojima učestvuju amonifikatori veoma su značajne sve aktivnosti kojima se može njihov broj povećati. Združivanje kukuruza i soje je uticalo na povećanje brojnosti ove grupe mikroorganizama u rizosferi, na nivou statističke značajnosti od $p < 0,01$. Brojnost amonifikatora u združenom usevu bila je $268,75 \times 10^{-6}$, dok je u rizosferi pojedinačne setve brojnost bila manja (kukuruz $202,67 \times 10^{-6}$, soja $193,75 \times 10^{-6}$).

Đubrenje kao značajna mera u ishrani biljaka je različita za kukuruz i soju. Veliki problem je uskladiti ishranu biljaka u združenom usevu žita i leguminoza. Rešavanje problema racionalnog i efektivnog korišćenja hraniva moguće je na osnovu kompleksnog prilaza, u kome važno mesto pripada mikrobiološkim istraživanjima. Đubrenje u interakcijskom odnosu sa načinom gajenja biljaka je visoko značajno uticalo na dinamiku promene brojnosti ispitivanih grupa mikroorganizama. Najveći ukupan broj mikroorganizama utvrđen je pri varijanti MM u združenoj setvi ($889,00 \times 10^6$). U proseku ova varijanta đubrenja je i kod čistih useva uticala na značajno veći ukupan broj mikroorganizama ($826,89 \times 10^6$). Unošenje mineralnih đubriva naglo intezivira mikrobiološke procese u zemljištu. To se do određene granice može smatrati pozitivnim, međutim prekomerno aktiviranje zemljišnih mikroorganizama može biti i štetno pošto su biogeni elemnti dostupni i mikroorganizmima te može doći do gubitka istih za biljke. Na ukupnu brojnost amonifikatora u proseku statistički značajno veći uticaj je imala varijanta MB ($322,33 \times 10^6$). Najaveći broj amonifikatora utvrđen je u rizosferi soje u čistom usevu ($386,67 \times 10^6$). Obzirom da su u varijanti MB unete veće količine efektivnih mikroorganizama predpostavlja se da je došlo do brže mineralizacije organske materije u zemljištu, a time i uslova za razvoj većeg broja ove grupe mikroorganizama. Zato se može zaključiti da je ovo rezultat većeg kontakta organske materije nespecifične prirode, koja pogoduje razvoju ove veoma heterogene grupe mikroorganizama. Efektivni mikroorganizmi imaju ulogu rizomedijatora jer razlažu organsku materiju u zemljištu čime povećavaju dostupnost hraniva biljkama, pa se može reći da su i biofertilizatori. Sposobni su da proizvode materije koje su dobar stimulator za rast biljaka, kao i materije kojima kontrolišu razvoj fitopatogenih organizama. Ove supstance se direktno usvajaju od strane biljaka (Kim i Lee, 2000) a mogu biti i supstrati za povećanje diverziteta mikroflore.

Tabela 2. Uticaj načina setve i đubrenja na osnovne parametre biološke aktivnosti u rizosferi
 Table 2. Effect of sowing and fertilization on the parameters of biological activity in rhizosphere

Setva (A) Sowing (A)	Đubrenje (B) Fertilizer (B)				\bar{x} (A)	Faktor Factor	F-test F-test	LSD	
	K	MM	S	MB				5 %	1 %
Ukupan broj mikroorganizama 10^7 g zemljišta The total number of microorganisms in the rhizosphere 10^7 g soil									
Kukuruz Maize	242,67	772,33	294,00	538,33	461,83	A ^{ns}	6,64	143,1	237,3
Soja Soybean	415,67	819,33	466,67	746,67	612,08	B**	133,2	59,3	81,33
Združeni Intercropping	221,33	889,00	702,00	725,33	634,42	AxB**	9,68	102,8	140,8
Prosek (B) Average (B)	293,22	826,89	487,56	670,11	569,44	CV % = 10,52			
Brojnost amonifikatora 10^6 g zemljišta The total number of ammonifcators in the rhizosphere 10^6 g soil									
Kukuruz Maize	114,32	385,00	154,67	156,67	202,67	A**	41,07	24,69	40,9
Soja Soybean	67,00	127,67	164,67	423,67	195,75	B**	105,14	21,99	30,1
Združeni Intercropping	246,00	180,33	262,00	386,67	268,75	AxB**	91,36	38,08	52,2
Prosek (B) Average (B)	142,44	231,00	193,78	322,33	142,44	CV % = 9,98			

Za određivanje biološke aktivnosti zemljišta veoma je važno utvrditi i enzimatsku aktivnost. Koncentracija enzima u zemljištu zavisi od biomase i metaboličke aktivnosti zemljišnih organizama. Razgradnju organske materije u zemljištu, koja je u osnovi oksidoredukcionog procesa katalizuju enzimi dehidrogenaze i u zemljištu su najčešće mikrobiološkog porekla. Njihova aktivnost u zemljištu zavisi od ukupne fiziološke aktivnosti mikroorganizama, pri čemu veća aktivnost ukazuje na veći intenzitet mineralizacije organske materije u zemljištu (Tabatabai, 1982). Aktivnost dehidrogenaza kao unutarćelijskih enzima je veoma senzitivna indikator mikrobne oksidativne aktivnosti, jer su dehidrogenaze u zemljištu uglavnom mikrobiološkog porekla.

Način setve i đubrenje su visoko značajno uticali na intenzitet oksidoredukcionih procesa izraženih kao ukupna dehidrogenazna aktivnost. U rizosferi združenih useva intenzitet oksidoredukcionih procesa je bio najintenzivniji 288,75 $\mu\text{gTPF } 10 \text{ g}^{-1}$ zemljišta. Primena mikrobiološkog preparata u zemljište (varijanta đubrenja MB) imala je najveći uticaj na aktivnost ovih enzima. Intenzitet DHA u proseku bila je 254,11 $\mu\text{gTPF } 10 \text{ g}^{-1}$ zemljišta, što je bilo na nivou $p < 0,01$ statističke značajnosti veće od vrednosti utvrđenih kod primene drugih oblika đubriva (tabela 3). Veća aktivnost dehidrogenaze ukazuje na veći intenzitet disanja, odnosno na intenzivniju mineralizaciju sveže organske materije. Marinković i sar. (2016) su utvrdili da se ukupan broj mikroorganizama, broj slobodnih azotofiksatora i dehidrogenazna aktivnost imaju veću brojnost i aktivnost u sistemu organske proizvodnje pasulja.

Tabela 3. Dehidrogenazna aktivnost u rizosferi $\mu\text{gTPF } 10 \text{ g}^{-1}$ zemljišta
 Table 3. Dehydrogenase activity in the rhizosphere $\mu\text{gTPF } 10 \text{ g}^{-1}$ soil

Setva (A) Sowing (A)	Đubrenje (B) Fertilizer (B)				\bar{X} (A)	Faktor Factor	F-test F-test	LSD	
	K	MM	S	MB				5 %	1 %
Kukuruz Maize	127,33	145,67	178,00	185,67	159,17	A**	3117,89	5,17	8,58
Soja Soybean	153,67	131,33	152,00	217,33	163,58	B**	212,40	9,38	12,85
Združeni Intercropping	152,33	314,67	328,67	359,33	288,75	AxB**	73,82	16,24	22,25
Prosek (B) Average (B)	144,44	197,22	219,56	254,11	203,83	CV % = 4,64			

Obzirom da su ispitivani parametri bili značajno veći u rizosferi združenih useva može se reći da u početnim fazama razvoja biljaka značajan uticaj imao koren soje, jer su veće vrednosti ispitivanih parametara imale veće vrednosti u rizosferi korena soje u pojedinačnoj setvi. Ovo se može objasniti činjenicom da se inokulacijom semena soje unela izvesna količina organske materije (proteina bakterija kao i tresetnog nosača u mikrobiološkom đubrivu).

Zaključak

U početnim fenofazama razvoja biljaka način setve nije imao statistički značajan uticaj na visinu biljaka. Međutim, ispitivani elementi biološke aktivnosti zemljišta bili su statistički značajno veći kod ispitivanih faktora i njihovih interakcija.

Ukupan broj mikroorganizama, brojnost amonifikatora, kao i aktivnost oksidoredukcionih procesa bili su najdinamičniji u rizosferi združenih useva. Unošenje organskih đubriva statistički značajno ($p < 0,01$) je uticalo na dinamiku brojnosti i aktivnosti ispitivanih parametara. Najveće vrednosti su utvrđene kod primene efektivnih mikroorganizama u zemljište (đubrenje MB).

Na osnovu rezultata združivanje useva kukuruza i soje u redu može da se zaključiti da ovakav sistem setve može koristiti i za remedijaciju degradiranih zemljišta. Združeni usevi u početnim fazama razvoja mogu se zaorati čime bi se dodatno aktivirala mikrobna populacija. Povećanjem biološke aktivnosti zemljišta povećava se potencijal za održavanje i povećanje organske materije u zemljištu.

Literatura

1. Black, C, Ong, C.K, (2000): Utilisation of light and water in tropical agriculture, *Agricultural and Forest Meteorology*, 104(1)25–47, DOI:10.1016/S0168-1923(00)00145-3.
2. Cvijanović, G., Milošević, N., Jarak, M. (2007): The importance of diazotrophs as biofertilisers in the maize and soybean production, *Genetika* 39(3)395-404, DOI:10.2298/GENSR0703395C.
3. Gholami A, Shahsavani S, Nezarat S. (2009):The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 3(1)9-14. https://pdfs.semanticscholar.org/fb5c/a3bbfafa0db130cfd6f7a823a770bb6e624a.pdf?_ga=2.181008615.1757912886.1548571709-1648774866.1548571709.
4. Smith, F. A. (2007): Plant Roots: Growth, Activity and Interactions with Soil. *Annals of Botany*.100(1)151–152. DOI: 10.1093/aob/mcm099.
5. Hauggaard-Nielsen, H., Mundus, S., Jensen, E.S. (2009): Nitrogen dynamics following grain legumes and subsequent catch crop and the effects on succeeding cereal crops. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 84(3)281-291, DOI: 10.1007/s10705-008-9242-7.
6. Marinković, J., Šušnica, I., Bjelić, D., Tintor, B., Vasić, M. (2016): Soil microbial activity under conventional and organic production of bean and maize. *Matica Srpska Journal of Natural Sciences, Novi Sad*, 130(1)35-43, http://www.maticasrpska.org.rs/stariSajt/casopisi/ZMSPN_130.pdf
7. Kim, J.K., Lee, B.K. (2000): Mass production of *Rhodospseudomonas palustris* as diet for aquaculture, *Aquacultural Engineering*. 23(4)281–293, [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(00\)00057-1](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00057-1).
8. Li, H.G, Shen, J.B., Zhang, F.S, Marschner, P, Cawthray, G., Rengel, Z., 2010. Phosphorus uptake and rhizosphere properties of intercropped and monocropped maize, faba bean, and white lupin in acidic soil, *Biology and Fertility of Soils*.46(2)79–9. <https://doi.org/10.1007/s00374-009-0411-x>.
9. Li, L., Sun, J.H., Zhang, F.S., Li, X.L., Rengel, Z., Yang, S.C. (2001). Wheat/maize or soybean strip intercropping. I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients, *Field Crops Research* 71(2)123-137, [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00156-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00156-3).
10. Nardi, S., Concheri, G., Pizzeghello, D., Sturaro, A., Rella, R., Parvoli, G. (2000): Soil organic matter mobilization by root exudates, *Chemosphere*. 41(5)653–658, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653599004889>.
11. Neumann, A., Schmidke, K, Rauber, R. (2007): Effects of crop density and tillage system on grain yield and N uptake from soil and atmosphere of sole intercropped pea and oat. *Field Crops Research*, vol. 100 (2-3)285-293, DOI: 10.1016/j.fcr.2006.08.001.
12. Popović, V., Živanović, Lj., Kolarić, Lj., Ikanović, J., Popović, S., Simić, D., Stevanović, P. (2018): Efekat azotnih hraniva na komponentu prinosa soje (*Glycine max*). *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 23(1-2)101-111. XXXII Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomaista, 22.02.-23.02.2018. Beograd, Republika Srbija.
13. Sillon, J. F., Ozier-Lafontaine, H., Brisson, N. (2000). Modeling daily root interactions for water in a tropical shrub and grass alley cropping systems, *Agroforestry Systems*. 49(2)131-152, DOI: 10.1023/A:1006378708890.
14. Simić, D., Erić, N., Stojić P., Dolijanović Ž., Popović S., Tabaković, M. (2017): Domaći hibridi kukuruza u proizvodnim, pokaznim i makrodemonstracionim ogledima u proizvodnoj 2016. godini. *Zbornik radova, Instituta PKB Agroekonomik, Padinska Skela, Beograd*, 23(1-2)1-10. XXXI Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomaista, 21.02.-22.02.2017. Beograd, Republika Srbija.

<p>Cvijanović, G. i dr. <i>Interakcija đubrenja i sistema gajenja kukuruza i soje na očuvanju biološke aktivnosti zemljišta i visinu biljaka</i> XXXIII Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista <i>Zbornik naučnih radova 2019. Vol. 25 br. 1-2, str. 139-148</i></p>	<p>Cvijanović, G. et al. <i>Interaction Fertilization and Seeding System the Maize and Soybean for on Preserving Soil Biological Activity and Plant Height</i> XXXIII Conference of Agronomists, Veterinarians, Technologists and Agricultural Economist <i>Proceedings of Research Papers 2019. 25 (1-2) p 139-148</i></p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

15. Spasić, M., Glamočlija, Đ., Đurić, N., Maksimović, J., Mihajlović, B. (2018): Morfološke i proizvodne osobine različitih genotipova kukuruza. Zbornik radova Instituta PKB Agroekonomik, 24(1-2)41-48. XXXII Savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. 21.02.-22.02.2018. Beograd, Republika Srbija.
16. Tabatabai, M.A. (1994): Soil enzymes. In: Weaver RW, Angle JS, Bottomly PS. (eds.) Methods of soil analysis, Microbiological and Biochemical properties. Part 2, 775-833.
http://www.cenicana.org/investigacion/seica/imagenes_libros/2010/methods_of_soil_analysis_part2.pdf.
17. Urbatzka, P.; Graß, R.; Haase, T.; Schüller, C., Heß, J. (2009): Fate of legume-derived nitrogen in monocultures and mixtures with cereals. Agriculture, Ecosystems and Environment, 132(1-2)116-125. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880909000863>.
18. Willey, R.W. (1990): Resource use in intercropping systems, Agricultural Water Management, 17(1-3)215-231, DOI: 10.1016/0378-3774(90)90069-B.
19. Wollum, A.G. (1982): Cultural methods for soil microorganisms. Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological properties - Agronomy (Monograph), 9:781-820. American Soil Society, Madison, USA.
<https://dl.sciencesocieties.org/publications/books/abstracts/agronomymonogra/methodsofsoilan2/781>
20. Ugrenović, V., Bodroža Solarov, M., Pezo, L., Đisalov, J., Popović, V., Marić, B., Filipović, V. (2018): Analysis of spelt variability (*Triticum spelta* L.) grown in different conditions of Serbia by organic conditions. Genetika, 50(2)635-646. Beograd, Republika Srbija. DOI: 10.2298/GENSR1802635U.
21. Živanović, Lj., Savić, J., Ikanović, J., Kolarić, Lj., Popović, V., Novaković, M. (2017): Uticaj sorte i hibrida na prinos zrna pšenice, soje, kukuruza i suncokreta. Zbornik radova Instituta PKB Agroekonomik, 23(1-2)39-49. XXXI Savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. 21.02.-22.02.2017. Beograd, Republika Srbija.

UDC: 631.53.04:633.15+633.34:631:461
Original Scientific Paper

**INTERACTION FERTILIZATION AND SEEDING SYSTEM
THE MAIZE AND SOYBEAN FOR ON PRESERVING SOIL
BIOLOGICAL ACTIVITY AND PLANT HEIGHT**

Cvijanović Gorica¹, Stepić Vesna¹, Cvijanović Marija²,
Đukić Vojin³, Đurić Nenad¹, Dozet Gordana¹

¹Megatrend University in Belgrade, Faculty of Biofarming; Republic of Serbia, Bačka Topola.

²Company Dunav osiguranje a.d.o.; Republic of Serbia, Belgrade.

³Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad; Republic of Serbia, Novi Sad.

Summary: Intercropping is a plant breeding system that is gaining in importance for a sustainable way of plant production. In addition to the many benefits of intercropping crops (agronomic and ecological) it is very important that nutrition of crops is adapted to the needs of plants and the dynamics of the microbial population in the soil. Therefore, the aim of the paper was to determine the importance intercropping sowing maize and soybean for soil biogenic parameters relative to their individual planting (factor A). Factor B was applied to various types of fertilizers (control of NPK 600 kg / ha 15:15:15 on the entire surface of the experiment; S-manure 30 t / ha; MM-200 kg / ha AN 34.5% N; MB-200 kg / ha AN 34.5% N + liquid microbiological preparation with effective microorganisms in the soil of 20 l / ha and Nitragin for soybean). The variables examined were highly significant ($p < 0.01$) influencing the dynamics of the investigated groups of the microbial population in rhizosphere (total number of microorganisms, the number of microorganisms on average had the highest fertilization values in the MM variant, while the number of ammonification and dehydrogenase activity had the highest values in MB variants). The investigated factors differed influenced the intensity of vegetative growth of plants at the beginning of vegetation. The method of sowing did not significantly affect the height of plants in the initial stages of plant development, while fertilization and interactive dependence of factor A significantly influenced the height of the plants. In the single planting in the soybean, the significance of the difference in the height of the plants was not determined, while in the maize the highest height ($p < 0.01$) was determined during fertilization with the manure, while in the combined crop the maximum height of corn and soybean ($p < 0.01$) determined by fertilization in the MB variant.

Key words: intercropping, individual sowing, fertilization, plant height, microorganisms in soil.

Cvijanović, G. i dr. *Interakcija đubrenja i sistema gajenja
kukuruza i soje na očuvanju biološke aktivnosti
zemljišta i visinu biljaka*
XXXIII Savetovanje agronoma, veterinara,
tehnologa i agroekonomista
Zbornik naučnih radova 2019. Vol. 25 br. 1-2, str. 139-148

Cvijanović, G. et al. *Interaction Fertilization and Seeding
System the Maize and Soybean for on Preserving Soil
Biological Activity and Plant Height*
XXXIII Conference of Agronomists, Veterinarians,
Technologists and Agricultural Economist
Proceedings of Research Papers 2019. 25 (1-2) p 139-148
