

Uticaj rasporeda biljaka u združenom usevu na prinos kukuruza i soje

- Originalni naučni rad -

Željko DOLIJANOVIĆ¹, Dušan KOVAČEVIĆ¹, Snežana OLJAČA¹ i
Života JOVANOVIĆ²

¹Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun

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

Izvod: Uticaj rasporeda biljaka u združenom usevu na prinos zrna kukuruza i soje ispitivan je na oglednom polju Poljoprivrednog fakulteta "Radmilovac", na zemljištu tipa izluženi černoziem. Ispitivane su varijante združenog i čistog useva obe vrste u uslovima prirodnog vodnog režima. Eksperimentom su obuhvaćena 4 dvoklipa eksperimentalna hibrida kukuruza iz različitih FAO grupa zrenja (EPH6, EPH2, EPH4 i EPH11) i sorta soje ZPS-015 (O grupa zrenja). Združena setva je obavljena u dva prostorna rasporeda: u trakama i u naizmeničnim redovima.

Analizirajući uticaj združivanja na prinos zrna kukuruza, uočeno je smanjenje prinosa kukuruza u združenim u odnosu na čiste useve, posebno u varijantama združivanja u trakama. U uslovima Radmilovca, prinos kukuruza u čistom usevu je bio niži kod kasnostasnijih hibrida, dok je obrnut trend uočeno u združenim usevima. Na osnovu rezultata prinosa zrna soje, može se zaključiti da su prinosi u čistom usevu na nivou prinosa u združenim. Nešto veći prinosi soje su dobijeni u varijantama združivanja u naizmeničnim redovima, posebno u kombinaciji sa prva dva hibrida kukuruza. Prinos zrna soje u združenim usevima je takođe bio manji ukoliko je ta vrsta združivana sa kasnostasnijim hibridima kukuruza. Na osnovu dobijenih rezultata u uslovima prirodnog vodnog režima, može se zaključiti da je u prednosti združivanje srednje ranih hibrida kukuruza (FAO 400 i 500) i soje u naizmeničnim redovima.

Ključne reči: Kukuruz, soja, prostorni raspored, prinos, čist usev, združeni usevi.

Uvod

Kukuruz je jedna od najvažnijih ratarskih biljaka u ishrani domaćih životinja. Pored kukuruza, soja je zahvalna biljka za proizvodnju stočne hrane i to

kako cela biljka, tako i njeno zmo. Odavno je poznato da prinos zrna gajenih biljaka veoma zavisi od njihove gustine odnosno oblika i veličine vegetacionog prostora. Posledica smanjenja gustine useva je skoro uvek smanjenje prinosa, pa se često kaže da propust učinjen prilikom određivanja količine semena za setvu se ne može nadoknaditi nijednom drugom agrotehničkom merom. Međutim, i povećanje gustine useva iznad optimuma negativno se odražava kako na rast i razviće, tako i na prinos useva. Kada su prednosti združenih useva postale prepoznatljivije i kada je započeto sejanje dve ili više različitih vrsta biljaka na istoj zemlji i u isto vreme, potreba za dubljim razumevanjem uticaja bioloških komponenti biljaka postala je vrlo važna. Pri ovakvom načinu gajenja useva, zbog povećanja broja biljaka na istoj površini, konkurentski odnosi su veoma izraženi i to kako unutar jedne vrste (intra-), tako i između različitih vrsta (interspecijski). Konkurentski odnosi su posebno izraženi u združenim usevima po sistemu aditivnih serija (*aditive series*) kada se jednom usevu (kukuruzu) konstantne gustine dodaje drugi usev (soja) u različitim gustinama, **Dolijanović**, 2002. Soja je u ovoj zajednici sporedni usev i dodaje se radi poboljšanja snabdevanja glavnog useva faktorima rasta i razvića (azotofiksacija), da zaštiti glavni usev od bolesti i štetočina ili da poboljša kvalitet stočne hrane. Ovakav način združivanja treba da odgovori na pitanje u kojim gustinama se soja može združivati sa kukuruzom. Kod združenih useva po sistemu zamenjujućih serija (*replacement series*) suština je da se umesto određenog broja redova kukuruza seje isti broj redova soje. **Yunusa**, 1989, navodi da je kod ovog načina združivanja mali broj biljaka po jedinici površine što dovodi do smanjenja prinosa, naročito kada su usevi iz različitih grupa. On preporučuje poluaditivni način združivanja po kome se usevi mogu združivati u gustini od po 67 % gustine preporučene za čiste useve. Nezavisno od načina združivanja, **Dolijanović i sar.**, 2003, navode da je prilikom kombinovanja useva važno da ne dođe do toga da jedan usev deluje negativno na drugi odnosno da se ne javi kompeticija.

Koristi kombinovanja leguminoza sa drugim usevima potiču od uticaja kao što su izlučivanje azota od strane leguminoza za potrebe neleguminoznih biljaka, stimulacije mikroorganizama zemljišta i vraćanje azota u zemljište, **Francis**, 1986. Da bi se postigli visoki prinosi pri združenoj setvi, veoma je značajno odabrati najpovoljniji oblik i veličinu vegetacionog prostora, pri kome će kompetitivni odnosi između i unutar vrsta biti svedeni na najmanju meru. Ovo istraživanje je preduzeto da bi se utvrdila odgovarajuća gustina biljaka i njihov raspored koji će obezbediti najveći prinos kukuruza i soje gajenih u smeši. Cilj je takođe, da se ispita uticaj različitih hibrida kukuruza na prinos zrna u čistim i združenim usevima.

Materijal i metode

Poljski ogled je postavljen po planu slučajnog blok sistema u tri ponavljanja, na oglednom polju Poljoprivrednog fakulteta - "Radmilovac". Ispitivanja su obavljena tokom 2002. i 2003. godine. Usevi su gajeni na zemljištu tipa izluženi černozeu u uslovima prirodnog vodnog režima. Veličina elementarne parcele iznosila je 12,60 m².

Setva je obavljena u čistim usevima i združeno. Združivanje useva je obavljeno po metodu zamenjujućih serija (*replacement series*). Kod združene setve primenjena su dva različita prostorna rasporeda: setva kukuruza i soje u trakama (po tri reda) i naizmeničnim redovima. Sejana su 4 eksperimentalna hibrida kukuruza (*Zea mays* L.) sa različitom dužinom vegetacije (EPH6-FAO 400, EPH2-FAO 500, EPH4-FAO 600 i EPH11-FAO 700) i sorta soje iz O grupe zrenja ZPS-015 (*Glycine hispida* Max). Seme soje je pre setve inokulisano azotofiksinom.

Kukuruz je u svim varijantama sejan u gustini od 35 962 biljke po hektaru, sa rastojanjem između redova 70 cm, a između biljaka u redu 40 cm. Rastojanje između redova u usevu soje je takođe iznosilo 70 cm, a gustina u kojoj je soja gajena je iznosila 500.000 biljaka po ha.

Ogled je bio postavljen u okviru dvopoljnog plodoreda kukuruz-pšenica. Posle žetve pšenice, klasičnim raoničnim plugom je obavljeno plitko zaoravanje strništa na 10 cm dubine. Oranje je obavljeno na dubinu od 25 cm, a predsetvena priprema setvospremačem u proleće, 10-15 dana pre setve. Pred osnovnu obradu u jesen, sve varijante ogleda su đubrene sa mineralnim đubrivom NPK (15:15:15) i to u količini od po 50 kg/ha aktivne materije N, P i K.

Merenje prinosa zrna kukuruza i soje u združenim i čistim usevima obavljeno je direktno na oglednom polju, u punoj zrelosti useva. Posebno je meren prinos zrna kukuruza a posebno prinos zrna soje sa elementarne parcele i kasnije obračunat konačan prinos. Za utvrđivanje efikasnosti korišćenja zemljišta, na kome su usevi gajeni, primenjuvan je analitički postupak izražen u formuli LER indeksa (*Land Equivalent Ratio*) po **Willey**, 1979, i **Riley**, 1984, *cit. Dolijanović*, 2002. $LER = (X_i / Y_i) + (X_j / Y_j)$ gde je: X_i - prinos i-te vrste po jedinici površine u združenom usevu, Y_i - prinos i-te vrste po jedinici površine u čistom usevu, X_j - prinos j-te vrste po jedinici površine u združenom usevu i Y_j - prinos j-te vrste po jedinici površine u čistom usevu.

Meteorološki uslovi: Za ovakve sisteme gajenja useva veoma su značajni meteorološki uslovi u vreme vegetacije, posebno količina i raspored padavina. Nedostatak padavina u početku vegetacionog perioda, kao i njihov nepovoljan raspored, u 2003. su glavni razlozi nižeg prinosa zrna u odnosu na 2002. godinu (Tabela 1).

Rezultati i diskusija

Biljke kukuruza i soje u punoj zrelosti sadrže oko 25 % vlage, što je uz povećan sadržaj celuloze u biljkama glavni razlog nemogućnosti spravljanja silaže od celih biljaka u punoj zrelosti. U ovom periodu biljke se koriste za ishranu nepreživara (siliranjem zrna), kao i za preživare (siliranjem klipa). Cele biljke kukuruza su u ekstenzivnim uslovima jedno od glavnih hraniva preživara. U intenzivnim uslovima stočarstva (kada se preživarima daju veće količine koncentrovanih hraniva), kukuruzovina ima ulogu da ispuni abrazivno dejstvo obroka (minimum kabastog celuloznog hraniva koje će izazvati preživanje).

Tabela 2. Prinose zrna kukuruza i soje u čistim i združenim usevima u punoj zrelosti useva (t/ha)
 Grain Yield of Maize and Soybean in Monocrops and Intercrops at Full Maturity (tha⁻¹)

Prostorni raspored Intercropping design	Hibridi kukuruza Maize hybrids	Združeni usevi Intercrops	Prinos - Yield		
			Kukuruz Maize	Soja Soybean	
2002					
setva u	EPH6	5,32	4,18	1,14	
trakama	EPH2	4,66	3,64	1,02	
band sowing	EPH4	6,10	5,12	0,98	
	EPH11	4,78	3,51	1,27	
setva u naizm.	EPH6	5,65	4,58	1,07	
redovima	EPH2	5,72	4,61	1,11	
sowing in	EPH4	6,13	4,84	1,29	
alternate rows	EPH11	6,20	5,23	0,97	
čisti usevi	EPH6	-	6,65	-	
kukuruz	EPH2	-	6,08	-	
maize	EPH4	-	6,72	-	
monocrops	EPH11	-	5,96	-	
Čist usev soje - Soybean monocrop		-	-	2,08	
2003					
setva u	EPH6	3,41	2,43	0,98	
trakama	EPH2	3,65	2,65	1,00	
band sowing	EPH4	3,89	2,83	1,06	
	EPH11	3,60	2,57	1,03	
setva u naizm.	EPH6	3,79	2,99	0,80	
redovima	EPH2	3,52	2,83	0,69	
sowing in	EPH4	4,22	3,36	0,86	
alternate rows	EPH11	3,69	3,02	0,67	
čist usev soje	EPH6	-	4,73	-	
soybean	EPH2	-	4,50	-	
monocrop	EPH4	-	5,11	-	
	EPH11	-	4,66	-	
Čist usev soje - Soybean monocrop		-	-	1,80	
LSD (kukuruz - maize)	0,05	0,01	LSD (soja - soybean)	0,05	0,01
hibridi - hybrids	1,295	1,775		0,283	0,388
raspored - design	1,057	1,449		0,231	0,317
interakcija - interaction	1,831	2,511		0,401	0,549

Na osnovu podataka u Tabeli 2 ustanovljeno je da su prinosi u 2002. godini bili statistički značajno veći od prinosa zrna u 2003. godini, i to kako u združenim, tako i u čistim usevima ovih kultura. Najčešće priznato objašnjenje za smanjenje prinosa u združenim usevima je povratna reakcija prema konkurenciji, posebno prema faktorima koji su u nedostatku. Razmatrajući rezultate u ovim istraživanjima možemo primetiti da je najviši prinos kukuruza ostvaren u čistom usevu, a najžiži u

zduženim usevima u trakama. Razlog leži u činjenicama da je u takvim varijantama pojačana intraspecijska kompeticija a i biljke soje su fizički udaljenije što otežava transfer azota do aleguminozne vrste.

Fisher, 1979, navodi da se efikasnost zduženih useva može povećati smanjenjem gustina i prostornog rasporeda biljaka, što je potvrđeno i u ovom istraživanju. Statističkom analizom dobijenih rezultata ustanovljen je statistički veoma značajan uticaj rasporeda biljaka na prinos kukuruza i soje. Prinos čistog useva kukuruza i zduženih useva se menjao sa promenama hibrida kukuruza, ali dobijene razlike nisu bile statistički značajne. Ispitivanja mnogih autora su pokazala da najveći prinos zrna kukuruza je dobijen pri gajenju kasnih i srednje - kasnih hibrida, **Mišković i sar.**, 1980, **Mijatović i sar.**, 1983, a posebno se to odnosi na redovni rok setve.

Posmatrajući posebno uticaj prostornog rasporeda u zduženim usevima, uočeno je da je veći prinos zrna kukuruza dobijen kod zduživanja u naizmeničnim redovima u obe godine istraživanja, ali je ta razlika u prinosu statistički značajna samo u 2003. godini. Kod zduživanja u trakama, posebno u sušnim godinama, izraženiji su odnosi intraspecijske kompeticije. Stoga je prinos soje u naizmeničnim redovima u navedenoj godini bio značajno niži, kako od prinosa u trakama u toj godini, tako i od prinosa u oba načina zduživanja u prethodnoj godini ispitivanja. Prinos zrna soje je značajno smanjen u oba prostorna rasporeda, usled efekta zasenjivanja od strane kukuruza i mogućih drugih interspecijskih kompeticija, naročito za zemljišnom vlagom. **Davis i sar.**, 1981, navodi da se u zduženim usevima raspored biljaka u naizmeničnim redovima pokazao boljim od rasporeda biljaka u trakama, što je u saglasnosti sa našim rezultatima, posebno u prvoj godini istraživanja.

Opšte je prihvaćeno (iako se o detaljima žestoko polemise) da kad dve vrste zauzimaju isto stanište i imaju iste potrebe za resursima, pa je malo verovatno da u životnoj sredini ima prostora za obe, **Vandermeer**, 1989. To je poznati *princip kompetitivnog isključivanja*, gde jači kompetitor istiskuje slabijeg. Međutim, u slučaju da dve biljne vrste imaju slične, ali ipak različite potrebe za najvažnijim resursima, one mogu opstati u zajednici uz slabiji intenzitet kompeticije - *princip kompetitivnog zajedništva*. Efikasnost zduženih u odnosu na čiste useve tih kultura se može oceniti različitim brojčanim pokazateljima od kojih je svakako najpouzdaniji indeks efikasnosti korišćenja zemljišta - LER (*land equivalent ratio*) - Tabela 3.

Na osnovu vrednosti LER indeksa iz tabele 3 uočena je prednost zduženih u odnosu na čiste useve u obe godine istraživanja. Povećanje prinosa u prvoj godini se kretalo u granicama od 9 -23 % (trake) i 20-35 % (naizmenični redovi), dok je u drugoj godini to povećanje bilo nešto niže: 5-15 % (trake) i 1-14 % (naizmenični redovi). Niže vrednosti LER-a iznose **Putnam i sar.**, 1985, koji su u zduženoj setvi kukuruza i soje ustanovili LER indeks od 1,18. Nasuprot tome, **Mišković i sar.**, 1980, ukazuju na jaku kompeticiju kukuruza i po njima je prinos u zduženom usevu manji ili približno jednak prinosu u čistim usevima. Kompeticija kukuruza je posebno izražena u uslovima suše, pa su manji relativni prinosi slabijeg kompetitora u zajednici (soje) razlog nižih vrednosti LER-a u naizmeničnim redovima u 2003.

Tabela 3. Indeks efikasnosti korišćenja zemljišta (LER) u punoj zrelosti useva
Land Equivalent Ratio (LER) at Full Maturity

Prostorni raspored Intercropping design	Hibridi kukuruza Maize hybrids	L _k relativni prinos kukuruza Relative Yield of Maize	L _s relativni prinos soje Relative Yield of Soyabean	LER
2002				
setva u trakama band sowing	EPH6	0,63	0,55	1,18
	EPH2	0,60	0,49	1,09
	EPH4	0,76	0,47	1,23
	EPH11	0,59	0,61	1,20
setva u naizm. redovima sowing in alternate rows	EPH6	0,69	0,51	1,20
	EPH2	0,76	0,53	1,29
	EPH4	0,72	0,62	1,34
	EPH11	0,88	0,47	1,35
	SE	0,0346	0,0207	0,031
2003				
setva u trakama band sowing	EPH6	0,51	0,54	1,05
	EPH2	0,59	0,56	1,15
	EPH4	0,55	0,59	1,14
	EPH11	0,55	0,57	1,12
setva u naizm. redovima sowing in alternate rows	EPH6	0,63	0,44	1,07
	EPH2	0,63	0,38	1,01
	EPH4	0,66	0,48	1,14
	EPH11	0,65	0,37	1,02
	SE	0,0194	0,0307	0,0201

SE - standardna greška - standard error

godini. *Midmore*, 1993, ističe da u uslovima suše združeni usevi bolje koriste vodu od čistih useva, što nije saglasno rezultatima ovih istraživanja.

Zaključak

Od dva prostorna rasporeda, na kukuruz je značajno povoljniji uticaj imalo združivanje useva u naizmeničnim redovima u obe ispitivane godine. Prinos zrna soje je u prvoj godini bio veći u naizmeničnim redovima, a u drugoj godini istraživanja prednost je na strani združivanja u trakama. U čistim usevima kukuruza i soje ostvareni su veći prinosi zrna u odnosu na prinos komponenti u združenim usevima.

Upoređujući produktivnost združenog, sa produkcijom čistih useva kukuruza i soje pomoću brojčanog pokazatelja (LER indeksa) dobili smo rezultate koji ukazuju na veću produkciju združenog useva. Prinos u združenim usevima, zavisno od načina združivanja i godine istraživanja, je za 1-35 % veći u odnosu na očekivani. Odnosno, potrebno je od 1-35% više površine zemljišta sa čistim usevima

da bi se dobio odgovarajući prinos dobijen u združenom usevu. Najveće vrednosti LER-a u 2002. godini su dobijene združivanjem kukuruza i soje u naizmeničnim redovima (1,20-1,35), a u 2003. nešto više vrednosti LER-a su dobijene združivanjem useva u trakama (1,05-1,15).

Soja, kao slabiji kompetitor u zajednici daje niže prinose u združenim usevima u naizmeničnim redovima, posebno u godinama sa nedovoljnom količinom i nepovoljnim rasporedom padavina.

Literatura

- Davis, H.C., M.C.Amezquita and J.E. Munoz** (1981): Border effects and optimum plot sizes for climbing beans (*Phaseolus vulgaris*) and maize in association and monoculture. *Exp. Agr.* 17: 127-135.
- Dolijanović, Ž.** (2002): Uticaj aditivnog načina združivanja i prihranjivanja na produktivnost kukuruza i soje. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd-Zemun.
- Dolijanović, Ž., S. Oljača, D. Kovačević i R. Cvetković** (2002): Interakcija između kukuruza i soje u združenom usevu. Zb. rad. Eko-konferencije 2002: Zdravstveno bezbedna hrana, Novi Sad, Srbija i Crna Gora II: 57-63.
- Dolijanović, Ž., S. Oljača i D. Kovačević** (2003): Uticaj aditivnog načina združivanja i prihranjivanja na prinos nadzemne biomase kukuruza i soje. *Arh. poljopr. nauke* 64 (225-226): 187-196.
- Fisher, N.M.** (1979): Studies in mixed cropping III. Further results with maize - bean mixtures. *Exp. Agr.* 15: 49-58.
- Francis, C.A.** (1986): Multiple-Cropping Systems, ed. Advances Macmillan Publishing Company, New York, USA.
- Midmore, D.J.** (1993): Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. *Field Crops Res.* 34 (3-4): 357-380.
- Mijatović, M., J. Pavešić-Popović i S. Katić** (1983): Produktivnost nekih hibrida kukuruza za proizvodnju silaže u brdskom području, Zb. rad. IV Jugoslovenskog simpozijuma o krmnom bilju, Novi Sad, Jugoslavija, str. 74-83.
- Mišković, B., Đ. Jocković, B. Belić i P. Erić** (1980): Proizvodnja zelene stočne hrane gajenjem kukuruza i soje u smeši. *Savrem. poljopr.* 28 (7-8): 337-348.
- Putnam, D.H., S.J.Herbet and A. Vargas** (1985): Intercropped corn-soybean density studies. II. Yield composition and protein. *Exp. Agr.* 22: 373-381.
- Vandermeer, J.H.** (1989): The Ecology of Intercropping, ed. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Yunusa, M.A.I.** (1989): Effect of planting density and plant arrangement pattern on growth and yields of maize (*Zea mays* L.) and soybean (*Glicine max* L.) grown in mixtures. *Y. Agric. Sci. Camb.* 112: 1-8.

Primljeno: 14.05.2004.

Odobreno: 04.06.2004.

The Effect of Plant Design in Intercropping System on Yield of Maize and Soyabean

- Original scientific paper -

Željko DOLIJANOVIĆ¹, Dušan KOVAČEVIĆ¹, Snežana OLJAČA¹ and
Života JOVANOVIĆ²

¹ Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun,

² Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade-Zemun

Summary

The effect of the plant pattern design in the intercropping system on grain yield of maize and soyabean was investigated at experimental field of Faculty of Agriculture "Radmilovac", on leached chernozem. Variants of intercrops and both monocrops were included in trial. Four experimental maize hybrids of different FAO maturity groups (EPH6, EPH2, EPH4 and EPH11) and the soybean ZPS - 015 cultivar (O maturity group) were included in the experiment. The plant arrangement pattern included two variants: band sowing and alternate rows sowing.

The results show that the intercropping system decreased maize yield comparing to monocrops, especially in band sowing. Lower maize yields in monocrops occurred in late maturity hybrids, and the opposite was recorded in the intercropping system. Regarding soybean yields, there were no significant differences between monocrops and intercrops. Comparing intercrops variants, higher yields occurred in alternate rows, particularly with EPH6, EPH2 hybrids. Intercropping of soybean with late maturity maize hybrids resulted in lower yields. According to results, the advantage should be given to the intercropping system of medium late maturity hybrids (FAO 400 and FAO 500) and soybean in alternate rows.

Received: 14/05/2004

Accepted: 04/06/2004

Adresa autora:

Željko DOLIJANOVIĆ

Poljoprivredni fakultet

Nemanjina 6

11080 Beograd-Zemun

Srbija i Crna Gora

e-mail: dolijan@agrifaculty.bg.ac.yu

J. Sci. Agric. Research/Arh. poljopr. nauke 65, 230 (2004/2), 81-89

89