

Kompeticija – najčešći oblik interakcija između useva i korova

Milena Simić, Lidija Stefanović

Institut za kukuruz Zemun Polje, 11080 Beograd, Slobodana Bajića 1, Srbija

REZIME

Odnosi (interakcije) između biljaka mogu biti pozitivni, negativni i neutralni. Kompeticija je najzastupljeniji oblik negativnih interakcija u agroflocenoza. Jedna od opšte prihvaćenih definicija kompeticije je: „Međusobno suprotstavljanje organizama (vrste, populacije) prilikom iskorišćavanja prirodnih resursa u uslovima njihovog deficita”. Kompeticija je dinamičan proces i pored interspecijske (usev-korov), uvek dolazi i do intraspecijske kompeticije (usev-usev ili korov-korov). Kompetitivna sposobnost biljaka se može ispoljiti na dva načina. Prvi način je sposobnost useva da kompeticijski deluje na korove, smanjujući njihovu biomasu i produkciju semena. Drugi način je sposobnost useva da toleriše kompeticijsko delovanje korova dajući istovremeno visoke prinose.

Kompeticija kao najčešći oblik interakcija između useva i korova zavisi od mnogih faktora i može imati široku praktičnu primenu u sistemu mera za kontrolu zakorovljenosti. Mere kontrole korova su jedan od prirodnih ili alternativnih načina rešavanja problema zakorovljenosti jer je u poslednjih desetak godina poraslo interesovanje za mere suzbijanja korova koje se manje oslanjaju na primenu herbicida. Kao rezultat, primena mera gajenja kojima se deluje na interakcije usev-korov kao što su kompetitivniji genotipovi, gustina gajenja useva, prostorni raspored gajenih biljaka, količina i mesto primene mineralnih đubriva i dr., uticala je na stvaranje novog prostora za istraživanja u oblasti interakcija između useva i korova. Intenzitet kompeticijskog delovanja useva, posebno širokoredih kao što je kukuruz, je uglavnom određen gustinom i prostornim rasporedom biljaka.

Ključne reči: Kompeticija; usev; korovi

UVOD

Korovi su nepoželjni članovi agroekosistema koji konkurišu gajenoj biljci za ograničene životne resurse, smanjuju prinos useva i iziskuju primenu velike količine ljudskog rada i tehnologije za njihovo suzbijanje (Liebman, 2001). U agroflocenoza koje su sastavljene od dve komponente – gajene biljke i korova, redovna je pojava smanjenje prinosa kao rezultat različitih interakcija između useva i korova, na čemu se zasniva i moderna nauka o korovima (Radoshevic i sar., 1997).

Intenziviranje sistema gajenja useva je, zahvaljujući velikoj sposobnosti prilagođavanja kojom se odlikuju korovi, stvorilo otpornost korova na pojedine mere gajenja. To je dalje uslovalo veću upotrebu herbicida što je povećalo troškove proizvodnje, dovelo do pojave rezistentnih biotipova korova, prouzrokovalo kontaminaciju zemljišta i voda i mesta koja nisu predmet tretiranja, a takođe prouzrokovalo akutne i hronične posledice po ljudsko zdravlje.

Proučavanje uticaja korova na visinu i kvalitet prinosa useva suština je svih istraživanja u oblasti suzbijanja korova tokom više godina. Danas se ipak teži usklađivanju stanovišta o negativnom delovanju korova na usev i njihovoj pozitivnoj ulozi u agroekosistemu. U tom smislu je i uveden termin kontrola korova.

Mere kontrole korova su jedan od prirodnih ili alternativnih načina rešavanja problema zakorovljenosti jer je u poslednjih desetak godina poraslo interesovanje za mere suzbijanja korova koje se manje oslanjaju na primenu herbicida. Proučavaju se posebni sistemi zemljoradne i sve više primenjuju alternativne mere suzbijanja korova – ekološke mere kontrole korova. Ove mere, koje se baziraju na kompetitivnim svojstvima biljaka, podrazumevaju gajenje združenih useva, upravljanje interakcijama usev-korov, i dr. (Kovačević, 2008; Dolijanović, 2008). Primena ekoloških mera borbe može značajno da smanji upotrebu herbicida, a rezultat je agroekosistem sa ograničenim, kontrolisanim delovanjem korova.

KONKURENTSKI ODNOSI IZMEĐU BILJAKA – POJAM KOMPETICIJE

Konkurentski odnosi između gajene biljke i korova u agrofitorocenoza su naročito izraženi jer je životni prostor ograničen, a životni uslovi na koje utiče čovek prilagođeni gajenoj biljci (Vrbničanin i Kojić, 2000). Neki odnosi (interakcije) između useva i korova u agrofitorocenozi su okarakterisani na način prikazan u tabeli 1.

Među navedenim interakcijama, čak tri su negativne: kompeticija, amensalizam i parazitizam. Barbour i sar. (1987) su kompeticiju definisali kao „Međusobno suprotstavljanje organizama (vrste, populacije) prilikom iskorišćavanja prirodnih resursa u uslovima njihovog deficita”. Sličan ovome je i amensalizam, samo što je u tom slučaju ugrožen samo jedan učesnik u interakciji, dok drugi ostaje stabilan. Parazitizam je najoštrij oblik suprotstavljanja organizama, ali je kompeticija najzastupljeniji oblik negativnih interakcija u agrofitorocenoza. Jedan od oblika amensalizma je aleopatija (Simić i Uludag, 2007). Aleopatija je tip interakcije u kojoj jedna biljna vrsta inhibira ili stimuliše rasteenje i razvike druge biljne vrste izlukujući u spoljašnju sredinu određene metaboličke produkte. Nekada je teško u poljskim uslovima razlikovati kompeticijsko delovanje korova na gajenu biljku od aleopatskog; ipak, aleopatski efekat korova je moguće preciznije utvrditi u *in vitro* uslovima. Divlji sirak (*Sorghum halepense*) i zubača (*Cynodon dactylon*) se često sreću u usevima kukuruza i pamuka i poznato je da imaju aleopatsko delovanje koje je uzrok smanjenja prinosa ovih useva. Eksudati korena divljeg ovsu (*Avena spp.*) sadrže supstance koje inhibitorno deluju na rasteenje i razvike pšenice. U našim uslovima je utvrđeno da aleohemikalije koje luči kukulj (*Agrostema githago*) stimulatino deluju na rasteenje i razvike pšenice. Dikotiledone vrste *Ambrosia artemisiifolia*, *Abuthilon theophrasti*, *Datura stramonium*, *Cirsium arvense*, *Iva xanthifolia* i *Asclepis syriaca* su jaki kompetitori u usevu suncokreta. Osim kompetitivnog delovanja, ove vrste su u suncokretu i drugim usevima ispoljile i aleopatske inhibitorne efekte, zbog čega su u prednosti u kompeticiji za životni prostor, što ih i čini invazivnim.

Kompeticijom između korova i useva se tradicionalno označava proces određen limitiranim životnim elementima (svetlost, voda, mineralne materije). Na osnovu toga, gubitak prinosa useva se pripisuje nedovoljnoj obezbeđenosti ovim elementima. Alternativan način posmatranja kompeticije je da su ograničeni životni resursi rezultat kompeticije a ne njen uzrok (Swanton i sar., 2007).

Kompeticija je dinamičan proces i pored interspecijske (usev-korov), uvek dolazi i do intraspecijske kompeticije (usev-usev ili korov-korov). Ovi oblici kompeticije se u praksi javljaju kod združenih useva i direktno određuju produktivnost takvog načina gajenja useva (Dolijanović, 2008). Sa proizvodnog aspekta najinteresantnija je interspecijska kompeticija (usev-korov), koja se najčešće ispoljava preko konkurencije za vodu, svetlost i hranljive

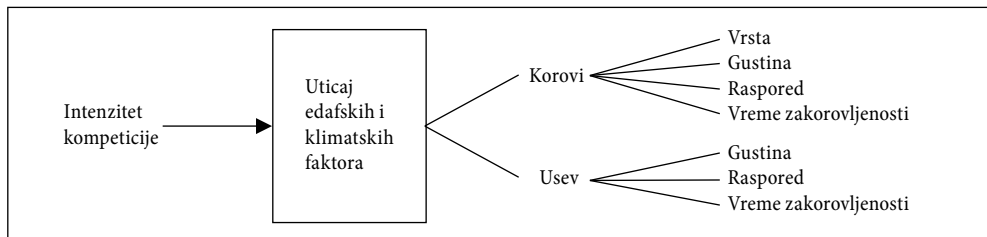
Tabela 1. Tipovi interakcija između biljaka u zajednici, Burkholder, 1952

Table 1. Types of interaction between plants within a community, Burkholder, 1952

Naziv interakcije	Biljka A	Biljka B
Neutralizam	0	0
Kompeticija	-	-
Mutualizam	+	+
Protokooperacija	+	+
Komensalizam	+	0
Amensalizam	0	-
Parazitizam	+	-

+ - stimulatino efekat; 0 - neutralni efekat; - negativni efekat

materije u zemljištu, kada su u deficitu. Intenzitet kompeticije će odrediti sadržaj onog faktora koji je u deficitu. U uslovima sa optimalnom obezbeđenošću zemljišta vodom i na površinama sa primenom dovoljne količine azota, kompeticija za svetlost između kukuruza i vrste *Abutilon theophrasti* je faktor koji će odrediti visinu prinosa useva (Lindquist i Mortensen, 1999). Ispitujući faktore koji utiču na konverziju usvojene svetlosti u suhu materiju kod soje i vrste *Abutilon theophrasti* koji su gajeni po metodu zamenjujućih serija, Akey i sar. (1990) su utvrdili da abutilon ima veću efikasnost apsorpcije svetlosti i njenog prevođenja u suhu materiju, što mu daje prednost nad sojom u kompeticiji za svetlost. Intenzitet kompeticije zavisi od mnogo faktora (Slika 1) (Chisaka, 1977, cit. Radoshevic i sar., 1997).



Slika 1. Faktori koji utiču na intenzitet kompeticije (Chisaka, 1977, cit. Radoshevic i sar., 1997)

Figure 1. Factors affecting competition intensity (from Chisaka, 1977, cit. Radoshevic et al., 1997)

S jedne strane, klimatski i edafski uslovi utiču na stanje useva i zastupljenost korova, a sa druge strane čovek utiče na interakcije između useva i korova gajenjem kompetitivnijih genotipova u izmenjenoj gustini i prostornom rasporedu. Praktični aspekti proučavanja interakcija korov-gajena biljka podrazumevaju primenu mera kao što su namenski selekcionisani, kompetitivniji genotipovi, izmenjen prostorni raspored gajenih biljaka, količina i mesto primene mineralnih đubriva, kojima se povećava konkurentna sposobnost useva u borbi sa korovima. U novije vreme delovanje gustine gajenja i prostornog rasporeda na zakorovljenost useva su predmet posebnih istraživanja.

KOMPETICIJSKO DELOVANJE USEVA NA KOROVE

Kompetitivna sposobnost biljaka se može ispoljiti na dva načina. Prvi je sposobnost useva da kompeticijski deluje na korove, smanjujući njihovu biomasu i produkciju semena (weed suppressive ability), a drugi način je sposobnost useva da toleriše kompeticijsko delovanje korova dajući istovremeno visoke prinose (crop tolerance), (Bussan i sar., 1997; Williams i sar., 2007). Intenzitet kompeticijskog delovanja useva, posebno širokoredih kao što su kukuruz i soja, je uglavnom određen njihovom gustinom (brojem biljaka useva po ha) i prostornim rasporedom biljaka (međuredno i rastojanje između biljaka u redu), (Murphy i sar., 1996; Mohler, 2001; Knežević i sar., 2003; Simić i Stefanović, 2007).

U uslovima deficita nekog od faktora sredine kao što su svetlost, voda, dostupnost mineralnih materija i toplota, korovi su vrlo često kompetitivniji u odnosu na usev (Tomaso di, 1995). Oni osvajaju više vegetacionog prostora direktno utičući na smanjenje prinosa kukuruza (Vengris i sar., 1955; Tollenaar i sar., 1994a; Kojić i sar., 1994; Patterson, 1995; Holt, 1995). Među svim faktorima, nedostatak vode, tj. kompeticija između kukuruza i korova za vodu, izaziva najveće smanjenje prinosa (Norris, 1996). Veoma je značajna i kompeticija za svetlost. Sem u početnim fazama rasteenja, kukuruz je, zahvaljujući svom visokom rastu u kompeticiji za svetlost, u prednosti u odnosu na korove niskog rasta. Međutim, postoje korovi kao što su *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp. i drugi, koji rastu do visine preko metra i ometaju kukuruz u snabdevanju svetlošću (Lindquist i sar., 1998). Vrste kao što su *Cirsium arvense*, *Setaria* spp., *Sorghum halepense*, *Panicum crus-galli* i druge, ometaju snabdevanje biljke kukuruza svetlošću u donjoj polovini, ili do dve trećine visine stabla. Morfološko i fiziološko prilagođavanje genotipova u vezi sa reakcijama na svetlost, veličinu vegetativnog prostora i druge uslove, potencijalni je način

kontrole odnosa usev-korov radi smanjenja zakorovljenosti. U tom smislu, gustina useva, prostorni raspored i izbor genotipa su deo integralnog sistema kontrole korova (Integrated Weed Management – IWM), koje mogu doprineti povećanju kompetitivne sposobnosti useva u sprečavanju rasta korova (Swanton i Weise, 1991; Tollenaar i sar., 1994a; Murphy i sar., 1996).

Gustina useva

Za usev je neophodno da bude posejan u optimalnoj gustini s obzirom na agroekološke uslove podneblja. U tom slučaju mogu se očekivati dobri prinosi i pozitivan kompeticijski efekat u odnosu na korove. Optimalna gustina je ona gustina pri kojoj dalje povećanje količine semena ima veću vrednost nego zarada od ostvarenog povećanja prinosa (Mohler, 2001). Bolja iskorišćenost gustine setve kukuruza i međurednog rastojanja može biti način da se poveća njegova kompetitivna sposobnost u odnosu na korove (Swanton i Waise, 1991; Teasdale, 1995; Swanton i Murphy, 1996; Simić, 2003; Simić i sar., 2007; Simić i Stefanović, 2007). Rezultati mnogih ispitivanja su pokazali da se masa korova i drugi parametri koji ilustruju nivo zastupljenosti korova u usevu najčešće smanjuju sa povećanjem gustine useva (Mohler, 1996). Prema analizi rezultata istraživanja ove problematike, od ukupno 91 publikovanog rada kod samo njih 6 nije potvrđena navedena pravilnost (Mohler, 1996).

Dalja analiza istraživanja u ovoj oblasti je nametnula pitanje: da li je gajenje useva u povećanoj gustini i time ostvarenje viših prinosa u prisustvu korova efikasnije za useve koji su loši ili dobri kompetitori (Mohler, 2001). Smatra se da:

- kombinovana primena povećane gustine gajenja useva sa ostalim merama kontrole korova može biti vrlo efikasna za useve koji su loši kompetitori;
- primena smanjene gustine gajenja useva može takođe biti korisna ako je usev dobar kompetitor;
- prilagođena, tj. izmenjena gustina gajenja se čini da može biti efikasna mera u mnogim programima integralne kontrole zakorovljenosti;
- koliko treba povećati (promeniti) gustinu useva zavisi od vrste useva i zastupljenosti korova:
 - a) umereno povećanje gustine iznad utvrđenog optimuma za uslove bez prisustva korova je obično korisno za useve čiji prinos nije osetljiv na gustinu,
 - b) povećanje gustine 20-100% merljivo doprinosi kontroli zakorovljenosti,
 - c) povećanje gustine za više 50-100% će verovatno dovesti do poleganja, pojave bolesti i drugih problema.

Gustina useva i prostorni raspored gajenih biljaka utiču na kompetitivnu sposobnost useva prema korovima (Mohler, 2001; Simić i sar., 2004; Olsen i sar., 2005). Prema važećoj hipotezi, kada su klijanci korova niži nego klijanci useva, što je obično slučaj, delovanje useva na smanjenje zakorovljenosti se povećava sa ravnomernijim rasporedom i većom gustinom useva (Weiner i sar., 2001). Mehanizam kompeticijskog delovanja kod gajenja useva u većoj gustini nije dovoljno istražen. Verovatno je kompeticija za svetlost važan faktor (Weiner i Thomas, 1986). Ako gajene biljke mogu da nadrastu korove, veća gustina će doprineti da se to javi ranije u sezoni, što usevu daje prednost u odnosu na korove (Blackshaw, 1993). Pojedine vrste korova različito podnose zasenjivanje, pa su neke otporne a druge osetljive na povećanje gustine useva. Hakansson (1983) je utvrdio da iako ukupna biomasa korova opada sa povećanjem gustine pšenice, sastav korovske zajednice se menja. Učestalije vrste koje su pužavice (*Calystegia sepium* i *Galium aparine*) i dobro podnose zasenu se povećava, dok se zastupljenost vrsta *Soncus asper* i *Brasica napus* smanjuje. Analizirajući korovsku zajednicu na osnovu indeksa za svetlost i toplotu u zavisnosti od gustine gajenja useva, slične rezultate je za usev kukuruza dobila Simić (2003).

O ulozi gustine gajenja useva u kontroli korova govore rezultati istraživanja Tollenaar i sar. (1994a), koji su pokazali da je povećanje gustine gajenja kukuruza sa 4 na 10 biljaka po m² uticalo na smanjenje biomase korova do 50%. Rezultati istraživanja su pokazali da je gajenje kukuruza u povećanim gustinama i pri smanjenom međurednom razmaku uticalo na smanjenje biomase kasnoprolećnih vrsta korova (Murphy i sar., 1996), kao i vrste *Amaranthus retroflexus* (McLachlan i sar, 1993), a pri povećanju gustine za 1,5 do 2 puta smanjila se brojnost, biomasa, pa i produkcija semena vrste *Abutilon theophrasti* (Teasdale, 1998). Proučavanje kompeticijskog delovanja povećane gustine gajenja na nivo zakorovljenosti kukuruza u našim uslovima, takođe je pokazalo da se sveža masa

korova smanjuje sa povećanjem gustine gajenja kukuruza (Stanojević, 1999; Simić, 2003). Prema rezultatima četvorogodišnjeg ispitivanja u našim uslovima, sveža masa korova se značajno smanjivala sa povećanjem gustine, i to za 38,7% u drugoj, a za 50,8% u trećoj gustini gajenja u odnosu na početnu (Tabela 2).

Tabela 2. Uticaj gustine kukuruza (br. biljaka po ha) na svežu masu korova (g m^{-2}) (Simić, 2003)

Table 2. Effects of maize density (number of plants per ha) on weed fresh weight (g m^{-2}) (Simić, 2003)

Gustina kukuruza	Godina				Prosek
	1996	1997	1998	1999	
40,816	755,04a	952,54a	1012,70a	1292,18a	1003,11a
69,686	553,92b	463,98b	573,48b	408,59b	499,99b
98,522	397,45c	315,28b	315,34c	291,01b	329,77c
	F = 25,55**	F = 52,86**	F = 42,78**	F = 54,15**	F = 166,27**
	LSD _{0,01} = 133,0	LSD _{0,01} = 172,0	LSD _{0,01} = 202,2	LSD _{0,01} = 279,0	LSD _{0,01} = 99,63

Vrednosti označene istim slovima u svakoj godini ne razlikuju se statistički značajno na osnovu LSD testa na nivou 0,01

Povećanje gustine gajenja useva uticalo je na smanjenje zakorovljenosti i kod drugih useva – kod pšenice (de Lucas Bueno i Froud-Williams, 2002), ječma (Hansen, 2002), soje (Stoller i sar., 1987., cit. Buhler i Hatzler, 2004), krompira (Petroviene, 2002), i drugih.

Uspešnoj primeni odgovarajuće gustine gajenja useva u kontroli zakorovljenosti može značajno da doprinese i primena drugih mera gajenja kao što su đubrenje, navodnjavanje, primena herbicida i dr. Kombinovana primena povećane gustine gajenja kukuruza i primene herbicida u agroekološkim uslovima Zemun Polja dovela je do značajnog smanjenja suve mase korova (Tabela 3).

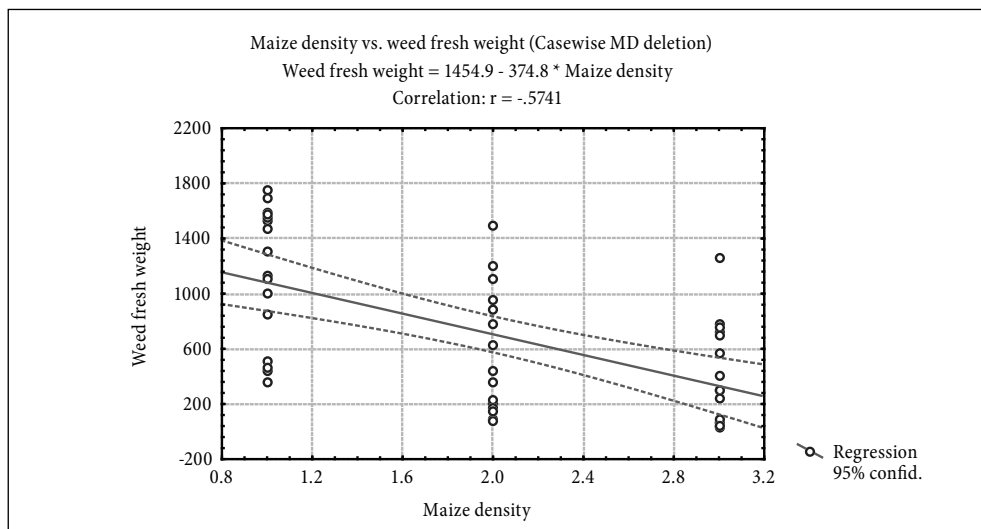
Tabela 3. Suva masa korova (g m^{-2}) u zavisnosti od gustine kukuruza i primene herbicida (Simić i sar., 2002)

Table 3. Weed dry weight (g m^{-2}) in relation to maize density and herbicide application (Simić et al., 2002)

Herbicid	Gustina kukuruza			Prosek
	40 816	69 686	98 522	
Bez herbicida	426,8 a	195,3 b	190,7 b	270,9**
Tretirano	137,5 c	39,0 d	16,1 d	64,2**
Prosek	282,1 a	117,2 b	103,4 b	
	LSD _{0,01} (gustina) = 15,35			T-test _{0,01} = 6,33
	LSD _{0,01} (gustina × herbicid) = 25,81			

Vrednosti označene istim slovima u svakoj godini ne razlikuju se statistički značajno na osnovu LSD testa na nivou 0,01

Zastupljenost korova u usevu kukuruza u zavisnosti od gustine gajenja i prostornog rasporeda, različita je tokom vegetacionog perioda (Simić i sar., 2006; Dolijanović, 2008). Gajenje kukuruza u različitim gustinama je imalo najveći uticaj na smanjenje zakorovljenosti u letnjem aspektu, što je i razumljivo jer je tada u vreme formiranja biljnog sklopa najizraženije kompeticijsko delovanje useva (Slika 2). Prema statističkoj analizi, koeficijent korelacije je negativan, što znači da se sveža masa korova, prosečno za sve četiri godine, smanjivala sa povećanjem gustine kukuruza, i to mnogo izraženije u letnjem nego u prolećnom aspektu. Regresiona linija na grafikonu ima oštiri nagib nego na grafikonu iz prolećnog aspekta, a i vrednost koeficijenta korelacije je veća ($r = 0,5741$), (Simić i sar., 2006). Slično ovim, i rezultati istraživanja Dolijanovića (2008) su pokazali da je efekat delovanja prostornog rasporeda i hibrida kukuruza u združenom usevu kukuruza i soje uočljiviji u letnjem aspektu korovske zajednice.



Slika 2. Sveža masa korova u zavisnosti od gustine useva kukuruza u letnjem aspektu (Simić i sar., 2006)

Figure 2. Weed fresh weight over maize densities in summer period (Simić et al., 2006)

Prostorni raspored gajenih biljaka

I teoretska i praktična istraživanja su pokazala da prostorni raspored gajenih biljaka ima bitan uticaj na balans u kompetitivnom delovanju između useva i korova (Fisher i Miles, 1973). Većina useva se seje u redove, što podrazumeva variranje u gustini, tj. broju biljaka po ha i variranje u prostornom rasporedu gajenih biljaka. Kod uniformnog biljnog sklopa, gde je razmak između biljaka u redu i redova jednak, kompeticijsko delovanje useva na korove će otpočeti ranije nego kod klasičnog gajenja u redove, dok će se intraspecijska kompeticija javiti kasnije (Fisher i Miles, 1973; Olsen i sar., 2005). Isto tako, kada su klijanci korova manji od klijanaca useva, što je obično slučaj, konkurentno delovanje useva na korove će biti izraženije ukoliko je prostorni raspored biljaka useva ujednačeniji a gustina veća (Weiner i sar., 2001). Kada bi korovi bili odsutni iz useva koji se gaji u redovima, biljke useva bi zauzimale uglavnom međuredni prostor i intraspecijska kompeticija ne bi bila toliko izražena kao i nedostaci takvog rasporeda gajenja biljaka. Međutim, kada su korovi prisutni, usled interspecijske, povećava se i intraspecijska kompeticija tako da sve negativne strane gajenja useva u redove sa dosta međurednog prostora i slabom ujednačenošću useva dolaze do izražaja (Weiner i sar., 2001).

Procenat površine u polju na kojoj su zastupljeni korovi raste sa povećanjem „pravougaonog rasporeda” (rectangularity) useva, a zavisi i od gustine useva, vremena nicanja useva i korova i intenziteta porasta useva i korova (Fisher i Miles, 1973). S obzirom da je rastojanje između biljaka u redu uglavnom određeno u zavisnosti od gajene vrste, u praksi se kod većine useva pri promeni prostornog rasporeda menja međuredno rastojanje. Teoretski, zastupljenost korova u usevu je obrnuto proporcionalna međurednom rastojanju i praktično većina eksperimenata u polju je pokazala da gajenje useva pri smanjenom međurednom rastojanju smanjuje zakorovljenost, dok su neki pokazali da nema uticaja, a neki da nema pravilnosti (Mohler, 2001). Brojna istraživanja pokazuju da smanjenje međurednog razmaka često ima za posledicu smanjenje biomase korova (Anderson, 1986; Murphy i sar., 1996; Blackshaw, 1993; Mulugeta i Boerboom, 2000; Knežević i sar., 2003). Ispitujući efekte navedenih parametara na zakorovljenost i prinos jare pšenice, Olsen i sar. (2005) su tokom 2002-2003. godine sejali pšenicu u tri prostorna rasporeda: klasično, u redove sa međurednim razmakom od 12,8 cm; vrlo ujednačeno sa smanjenim razmakom između redova i istim rastojanjem između biljaka u redu, i po random sistemu, tj. omašnom setvom. Svaki od rasporeda biljaka je sejan u više gustina (204, 449 i 721 semena po m²). Utvrđeno je da su gustina useva i prostorni raspored biljaka vrlo značajno uticali na masu korova (Tabela 4).

Tabela 4. Uticaj ispitivanih faktora na ukupnu nadzemnu suhu masu korova u jaroj pšenici za dve godine (Olsen i sar., 2005)
Table 4. Two-year effects of the studied factors on total weed above-ground dry weight in spring wheat (Olsen et al., 2005)

Faktori	F-vrednosti	P-vrednosti
Prostorni raspored	12,64	< 0,001
Gustina	88,15	< 0,001
Prostorni raspored × gustina	1,66	0,1728

Gajenje jare pšenice u povećanoj gustini i uz pravilniji raspored biljaka uticalo je na smanjenje mase korova za 60% u poređenju sa klasičnim načinom gajenja (Winer i sar., 2001). Smanjenje međurednog razmaka kod kukuruza i u usevu postrne soje u našim uslovima takođe je uticalo na smanjenu zakorovljenost ovih useva, kako u pogledu biomase korova, tako i u pogledu broja jedinki (Momirović i sar., 2004; Simić i sar., 2007, 2008). Sveža masa korova se smanjivala sa smanjenjem međurednog rastojanja i u proseku bila najmanja na varijanti 35 cm između redova kukuruza (1456,2 g m⁻²) (Simić i sar., 2007) (Tabela 5).

Tabela 5. Uticaj prostornog rasporeda biljaka kukuruza i primene herbicida na svežu masu korova (g m⁻²) (2004-2005) (Simić i Stefanović, 2007)

Table 5. Effect of maize plant arrangements and herbicide application on weed fresh weight (g m⁻²) (2004-2005) (Simić and Stefanović, 2007)

Količina herbicida (HR)	Prostorni raspored (SA)			Prosek
	70×25 cm	50×35 cm	35×50 cm	
Preporučena količina	127,9*	91,9*	83,4*	101,3*
½ preporučene količine	297,2*	324,7*	233,1*	285,0*
Bez herbicida	5147,7	5213,6	4052,1*	4804,5
LSD _{0,05} interakcija SA×HR = 698,8				
Prosek	1857,6	1876,7	1456,2	LSD _{0,05} HR = 413,3
LSD _{0,05} SA = 527,0				

*statistička značajnost na nivou 0,05

Dobijeni rezultati ukazuju da je gajenjem kukuruza u uslovima izmenjenog rasporeda biljaka i uz primenu herbicida moguće uspešno kontrolisati nivo zakorovljenosti. Pri takvom načinu gajenja biljke kukuruza su kompetitivnije u odnosu na korove, tako da je čak moguća primena i smanjenih količina herbicida. Sveža masa korova utvrđena na varijantama sa primenom herbicida u preporučenoj količini (101,3 g m⁻²) i polovini preporučene količine (285,0 g m⁻²) je bila značajno manja u poređenju sa kontrolom. Statistička analiza podataka je pokazala i da je interakcija prostornog rasporeda kukuruza i primene herbicida značajno uticala na svežu masu korova koja je bila najmanja na varijanti sa primenom herbicida u preporučenoj količini i na međurednom razmaku od 35 cm (83,4 g m⁻²). Kompeticijsko delovanje useva kukuruza na biljke tatule (*Datura stramonium*), u zavisnosti od njihovog prostornog rasporeda (u redu i međuredu kukuruza) i gustine (1, 3, 6 i 10 biljaka tatule po m), uticalo je na smanjenje suve mase, kao i broja čaura i semena po biljci tatule (Oljača i sar., 2000). U varijanti sa najmanjom gustinom tatule, naročito kod rasporeda između redova kukuruza, tatula je imala značajno veće vrednosti za parametre produktivnosti (Tabela 6).

Tabela 6. Morfološka i produktivna svojstva tatule u zajednici sa kukuruzom (Oljača i sar., 2000)

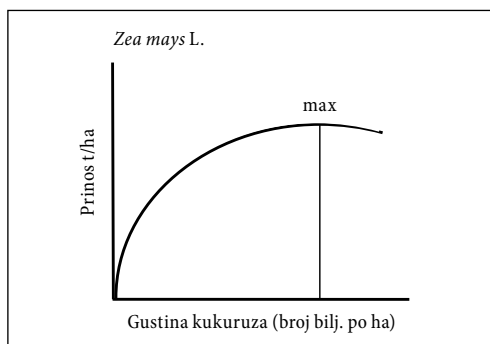
Table 6. Morphological and productive traits of jimsonweed in association with maize (Oljača et al., 2000)

Broj biljaka tatule	Raspored biljaka tatule	Visina biljke (cm)	Suva masa po biljci (g)	Broj čaura po biljci	Broj semena po biljci
10	u redu	123,0	13,3	6,5	1654,6
10	međuredno	141,7	12,8	6,6	2043,2
6	u redu	122,5	10,2	9,0	3011,0
6	međuredno	119,7	8,9	5,7	1551,9
3	u redu	115,5	20,0	8,7	2495,0
3	međuredno	117,7	19,5	7,9	2264,7
1	u redu	117,7	24,1	13,6	4005,5
1	međuredno	116,0	32,6	16,8	4856,2

Genotip

Svaka mera gajenja i nege useva čija primena obezbeđuje brzi početni rast i ujednačen sklop useva, obično utiče i na smanjenje zakorovljenosti. Međuredno rastojanje i rastojanje između biljaka useva u redu, odnosno sklop koji se dobija setvom kukuruza u određenoj gustini, kao i kompetitivnost samih hibrida koja je rezultat njihovih morfoloških i fizioloških karakteristika, mogu se iskoristiti kao mere koje smanjuju zakorovljenost. Kako biljke kukuruza rastu i povećavaju svoju lisnu površinu tokom vegetacione sezone, tako „sklapaju redove” i postaju kompetitivnije u odnosu na klijance korova ispod njih. Primena agrotehničkih mera kojima se obezbeđuje dobra plodnost i snabdevenost zemljišta vodom je neophodna radi povećanja vigora i brzine rastevanja useva. Niska obezbeđenost zemljišta mineralnim materijama i vodom stvara stres kod useva koji postaje slabiji kompetitor. Loše kompetitivne osobine useva mogu biti genetske prirode, ili su posledica primene mera gajenja i faktora spoljašnje sredine. Kompetitivan (konkurentan) je onaj usev koji ima krupnije seme i bolju energiju klijanja, bolji inicijalni rast u početnim fazama vegetacionog ciklusa, veću visinu, ranije sklapa redove i ima ujednačen biljni sklop. Na kompeticijsku sposobnost useva veliki uticaj, pored ostalog, imaju sledeće njegove osobine: brzi razvoj visoke lisnate strukture, veliki listovi, listovi sa mozaičnom nervaturom radi bolje intercepcije svetla, rapidno izduživanje izdanka i tolerantnost prema zaseni (Zimdahl, 1993). Neki usevi mogu značajno sprečavati rastevanje korova svojom sposobnošću da rastu brže, ili da dobro podnose setvu u većim gustinama. To su „gusti usevi” (Radosević i sar., 1997). Takvi su, pored ostalih, pirinač, suncokret, deteline, sudanska trava, gajeni sirak, silažni kukuruz. Ovi usevi se, radi uspešnije kontrole korova, mogu sejati pri vrlo malom međurednom razmaku, kao združeni usevi i u plodoredu sa drugim usevima, a njihovo gajenje time postaje sastavni deo sistema gajenja useva radi integralne kontrole korova.

Pri proučavanju efekata kompeticijskog delovanja useva na korove najčešće se prate sledeći parametri: visina biljke; lisna površina; indeks lisne površine; prinos biomase i zrna; produkcija semena; masa korena. Visina genotipa je njegova glavna osobina koja doprinosi većoj kompetitivnosti u odnosu na korove (Wicks i sar., 1986; Lemerle i sar., 1996). Pored visine, i intenzitet rastevanja u početnim fazama, vigor klijanaca i lisna površina biljke, su komponente konkurentskog delovanja useva na korove (Blackshaw, 1994). Rezultati ranijih istraživanja su ukazali na značaj genotipa u kompeticijskom delovanju useva na korove (Tollenaar i Aguilera, 1992; Tollenaar i sar., 1994a). Hibridi kukuruza koji se stvaraju u novije vreme su morfološki bolje oblikovani radi povećanja kompetitivne sposobnosti u odnosu na korove i boljeg prilagođavanja na gajenje u većim gustinama (Tollenaar, 1991; 1992). Noviji hibridi imaju veći indeks lisne površine i bolju intercepciju fotosintetski aktivne radijacije, što im omogućava veću akumulaciju suve materije tokom vegetacionog perioda kukuruza (Tollenaar and Aguilera, 1992). U našim uslovima, rezultati Simić i sar. (2002), kao i Stefanović i sar. (2002), ukazuju na razlike između genotipa koji, iako nisu namenski selekcionisani za gajenje u većim gustinama, različito podnose efekat gustine, što se odražava i na nivo zakorovljenosti (Tabela 7 i 8). Zastupljenost vrsta korova i njihovih jedinki u obe godine ispitivanja je



Slika 3. Uticaj gustine gajenja na prinos zrna kukuruza
Figure 3. Effects of plant density on maize grain yield

Tabela 7. Zastupljenost korova u zavisnosti od genotipa kukuruza (inbred linije) (Stefanović i sar., 2002)

Table 7. Distribution of weeds in relation to maize genotypes (inbred lines) (Stefanović et al., 2002)

Genotip	Broj vrsta korova		Broj jedinki korova		Broj višegodišnjih vrsta korova		Broj jednogodišnjih vrsta korova	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
L ₁	10,2	9,8	22,3	17,5	12,8	10,7	9,5	6,8
L ₂	12,2	10,6	33,2	22,4	17,7	11,4	15,5	11,0

bila veća kod L_2 Naime, linija L_1 se odlikovala većom površinom listova i većim habitusom u odnosu na L_2 , što je uslovalo i razlike u nivou zakorovljenosti.

Gustina useva se ne može povećavati beskonačno (Slika 3). Svaki genotip reaguje pozitivno na povećanje gustine do izvesne mere, a nakon toga sa povećanjem gustine gajenja dolaze do izražaja neke negativne strane primene ove mere, kao što su: smanjenje prinosa, poleganje, veća intraspecijska kompeticija, češća pojava bolesti i štetočina i druge (Mohler, 2001). Kod kukuruza se prinos povećava do izvesne gustine a zatim se sa njenim daljim povećanjem smanjuje i to se razlikuje u zavisnosti od hibrida (Slika 3).

KOMPETICIJSKO DELOVANJE KOROVA NA USEV

Drugi način ispoljavanja kompetitivnosti kod biljaka je sposobnost useva da toleriše kompeticijsko delovanje korova dajući istovremeno visoke prinose. Kod promene gustine i prostornog rasporeda u kojima se gaji usev, osim promene u nivou zakorovljenosti dolazi i do promene morfoloških i parametara rodosti samog useva. Ukoliko pođemo od pretpostavke da promenom tih parametara povećavamo konkurentnu sposobnost useva radi što manje upotrebe herbicida i kontrole a ne potpunog uništavanja korova, postavlja se pitanje kako korovi u tim uslovima deluju na usev i kolika je intraspecijska kompeticija.

Brojni modeli su razvijeni u cilju kvantifikovanja uticaja korova na visinu prinosa useva. Najčešće korišćeni modeli su: a) model baziran na brojnosti korova (weed density model) (Cousens, 1985), i model koji prati lisnu površinu useva i korova (relative leaf area model) (Kropff i Spitters, 1991). Pri primeni prvog modela se pokazalo da brojnost korova nije najbolji parametar za prognozu smanjenja prinosa jer korovi mogu dosta da variraju u veličini. Zbog toga je osmišljen drugi model, baziran na veličini lisne površine korova koji je nešto bolji i pouzdaniji u smislu predviđanja štete od korova. Nedostaci oba modela su da su više deskriptivni nego prognosni, a takođe i više specifični nego uopšteni, tj. primenljivi u različitim agroekološkim uslovima. Kasnije su razvijeni modeli koji simuliraju mehanizme interspecijske kompeticije za neophodne životne elemente kao što su svetlost i voda, i koji su bazirani na ekofiziologiji biljaka (Kropff i van Laar, 1993; Cousens, 1996; Lindquist i Mortensen, 1997).

Rezultati mnogih istraživanja su pokazali da gustina useva i prostorni raspored menjaju morfološke i produktivne osobine gajene biljke, što opet indirektno utiče na nivo zakorovljenosti. Sa povećanjem gustine gajenja kukuruza biomasa vrste *Amaranthus retroflexus* je smanjena za 89%, a gubitak prinosa kukuruza sa 26 na 13% (McLachlan i sar., 1993). Rezultati Murphy i sar. (1996) su pokazali da je povećanje gustine kukuruza i smanjenje međurednog razmaka smanjilo biomasu korova za 41%, a gubitak prinosa sa 15 na samo 2%. Sa povećanjem gustine gajenja povećava se i indeks lisne površine kukuruza, listovi se raspoređuju više u gornjem delu stabla i tako postižu bolju pokrovnost, istovremeno omogućujući usevu da bude tolerantniji na delovanje korova (Tollenaar i Agulera, 1992; Tollenaar i sar., 1994b). Slično su pokazali i rezultati istraživanja Lindquist i sar. (1998), u kojima je ispitivana konkurentna sposobnost više hibrida kukuruza prema vrsti *Abutilon theophrasti* u uslovima navodnjavanja. Rezultati su pokazali da povećanje indeksa lisne površine, stepena pokrovnosti ili visine biljke na kojoj se pojavljuje list kukuruza, mogu povećati tolerantnost useva u odnosu na kompeticijsko delovanje korova. Ove osobine useva mogu biti modifikovane primenom različitih mera gajenja, kao što su međuredni razmak, gustina kukuruza i izbor genotipa.

Razlike između hibrida kukuruza u pogledu morfoloških parametara su takođe bile osnova za veću konkurentnu sposobnost u odnosu na korove u našim uslovima (Tabela 8). Podaci pokazuju da je hibrid ZPSC 704 u prednosti u odnosu na hibrid ranije grupe zrenja ZPSC 42A u pogledu ispitivanih parametara (Tabela 8).

Sa povećanjem gustine gajenja kukuruza povećava se njegov indeks lisne površine, uz istovremeno smanjenje količine svetlosti koja dopire do korova (Walker i sar., 1988; Tetio-Kagho, 1988; Simić i sar., 2002, 2003) (Tabela 9).

I rezultati istraživanja Korres i Froud-Williams (2002) sa više genotipova pšenice su pokazali da je lisna površina biljke po jedinici površine zemljišta uvek bila signifikantno veća u većoj gustini, kao posledica povećane intercepcije svetla u povećanom biljnom sklopu. U svojim istraživanjima, de Lucas Bueno i Froud-Williams (2002) su ispitivali uticaj gustine gajenja pšenice na prinosa zrna i kod gajenja u zajednici sa korovima i pri gajenju čistih useva pšenice, i dobili rezultat da prinosa zrna raste sa povećanjem gustine useva, bez obzira na kompetitivni uticaj korova. Schnieders i sar. (1999) su upotreбили model da bi ispitali uticaj međurednog rastojanja na dve vrste koje

Tabela 8. Prosečne vrednosti parametara kompetitivnosti i rodnosti kukuruza u zavisnosti od hibrida (Simić, 2003)**Table 8.** Average values of competitive and productive parameters of maize over hybrids (Simić, 2003)

Hibrid	Parametri kukuruza			
	Visina biljke (cm)	Lisna površina (cm ²)	Indeks lisne površine (LAI)	Prinos zrna (t ha ⁻¹)
ZPSC 42A	261,81	6317,90	4,34	10,85
ZPSC 704	279,14	6981,16	4,80	12,08
F-test	F = 262,61**	F = 31,20**	F = 22,58**	F = 260,12**

**statistička značajnost na nivou 0,01

Tabela 9. Prosečne vrednosti indeksa lisne površine kukuruza u zavisnosti od hibrida i gustine gajenja (Simić i sar., 2002)**Table 9.** Average values of leaf area index of maize over hybrids and crop densities (Simić et al., 2002)

Hibrid	Gustina kukuruza			Prosek
	40 816	69 686	98 522	
ZPSC 42A	2,4 d	3,9 c	5,1 ab	3,8 nsz
ZPSC 704	2,8 d	4,4 bc	6,0 a	4,4 nsz
Prosek	2,6 c	4,1 b	5,5 a	
LSD _{0,01} (gustina) = 0,662				T-test _{0,01} = 1,54
LSD _{0,01} (gustina × hibrid) = 0,936				

Vrednosti označene istim slovima u svakoj godini ne razlikuju se statistički značajno na osnovu LSD testa na nivou 0,01; nsz-nije statistički značajno

su se razlikovale samo po visini. Kada je usev potencijalno duplo viši od korova, smanjenje međurednog razmaka dovodi do povećanja prinosa. Kada su usevi i korovi približno iste visine, međuredni razmak ima znatno manji uticaj, i na kraju, kada je usev niži od korova prinos se smanjuje sa smanjenjem rastojanja između redova, jer korovi svakako brže pokriju međuredni prostor.

U rezultatu četvorogodišnjeg ispitivanja uticaja povećane gustine gajenja na prinos zrna dva hibrida kukuruza utvrđeno je da je hibrid ZPSC 42A imao niži prinos u odnosu na hibrid ZPSC 704 u svim ispitivanim gustinama (Slika 4). Sa povećanjem gustine prinos ovog hibrida se povećavao do gustine 69,686 bilj. po ha, a zatim blago opadao. Hibrid ZPSC 704, koji je imao uvek veći prinos, bolje je reagovao na gajenje u povećanim gustinama, tako da je najveći prinos imao u najvećoj gustini. Prinos zrna se povećavao kod hibrida ZPSC 704 do najveće gustine. Iz ovoga je očigledno da je u ispitivanim agroekološkim uslovima, tokom četiri godine izvođenja ogleada, hibrid ZPSC 704 bolje reagovao na stres koji stvara povećana gustina gajenja u odnosu na nešto osetljiviji hibrid iz ranije grupe zrenja. To još jednom daje puni smisao važnosti pravilnog izbora hibrida i njihovog namenskog selekcionisanja radi boljeg reagovanja na primenu pojedinih mera gajenja, bilo pojedinačno bilo u sistemu mera.

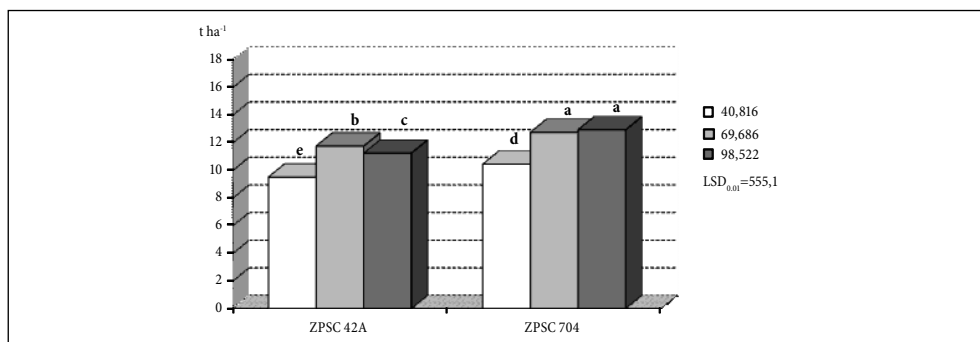
**Slika 4.** Uticaj interakcije faktora gustina useva i hibrid na prinos zrna kukuruza 1996-1999. (Simić, 2003)**Figure 4.** Effects of crop density x hybrid interaction on maize grain yield 1996-1999, (Simić, 2003)

Tabela 10. Morfološke i produktivne osobine kukuruza u zajednici sa tatulom i čistom usevu (Oljača i sar., 2000)
Table 10. Morphological and productive properties of maize in association with jimsonweed (Oljača et al., 2000)

Broj biljaka tatule	Raspored biljaka tatule	Visina biljke (cm)	LAI	Prinos zrna (kg/ha ⁻¹)	Žetveni indeks
10	u redu	236,5	3,81	8136,9	0,36
10	međuredno	234,7	4,06	9433,3	0,36
6	u redu	238,5	3,70	8820,2	0,38
6	međuredno	244,0	3,99	10105,9	0,37
3	u redu	239,7	3,94	9916,6	0,41
3	međuredno	254,2	3,92	8970,2	0,33
1	u redu	243,7	3,86	11325,0	0,42
1	međuredno	248,7	4,15	12690,5	0,33
0	-	256,0	4,39	12945,2	0,41

Kod proučavanja uticaja korova na prinos useva neophodno je poznavati kritični period kontrole korova i ekonomski prag štetnosti. Kritični period kontrole korova (critical period for weed control) je vreme u vegetativnom ciklusu useva u kome korovi moraju biti uklonjeni zbog sprečavanja gubitka prinosa (Swanton i Waise, 1991). Poznavanje kritičnog perioda kontrole korova i faktora koji na njega utiču je neophodno za donošenje pravilne odluke o pravom vremenu za uklanjanje korova i efikasnu primenu herbicida (Knežević i sar., 2002; Van Acker i sar., 1993).

Ekonomski prag štetnosti (economic weed threshold) predstavlja broj korova koji se može tolerisati u usevu. Ekonomski prag štetnosti predstavlja gustina korovskih biljaka, koje nesuzbijene prouzrokuju istu štetu koliko iznose troškovi zaštite, a mogu se tolerisati u usevu (Bačanović, 1986). Mnoga ispitivanja su sprovedena da bi se, u raznim usevima, utvrdio ekonomski prag štetnosti – u ozimoj pšenici (Zanin i sar., 1993), kukuruza (Zanin i sar., 1994; Knežević i sar., 1994; Oljača i sar., 2000), soji (Sartorato i sar., 1996). Smanjenje prinosa je variralo u zavisnosti od godine ispitivanja i brojnosti i položaja biljaka tatule (*Datura stramonium* (L.) u odnosu na usev u agroekološkim uslovima Zemun Polja. Prisustvo tatule je uticalo na akumulaciju suve materije i, u zavisnosti od brojnosti i rasporeda u odnosu na biljku useva (red ili međured), smanjilo prinos kukuruza, (Oljača i sar., 2000, 2007) (Tabela 10). Tako je u 2000. godini smanjenje prinosa iznosilo 27,25% kod položaja biljaka tatule u redu kukuruza, i 6,75% kod položaja tatule u međuredu. U 2002. godini smanjenje prinosa zrna kukuruza je bilo mnogo veće – 61,80% kod položaja tatule u redu i 38,25% u međuredu kukuruza. Za obe godine i agroekološke uslove Zemun Polja utvrđeno je da ekonomski prag štetnosti za kukuruz iznosi 1 biljka tatule po m², i to u varijanti međured gde je smanjenje prinosa iznosilo 2%. Sve druge varijante su dale značajno veći gubitak prinosa, i sa ekonomskog aspekta nisu prihvatljive.

Јасно је да је конкуренција врло чест облик интеракције између useva i korova i da zavisi od mnogih faktora. Moderna nauka o korovima se zasniva na iskorišćavanju kompeticijske sposobnosti useva u onemogućavanju porasta korova, što je osnova programa integralnog sistema kontrole korova. Primena mera gajenja kojima se deluje na interakcije usev-korov kao što su kompetitivniji genotipovi, gustina gajenja useva, prostorni raspored gajenih biljaka, količina i mesto primene mineralnih đubriva, i dr., utiče na stvaranje novog prostora za istraživanje u oblasti interakcija između useva i korova. Potrebno je detaljnije proučavanje kompeticijskog delovanja korova da bismo bolje razumeli njihovu ekologiju i suzbijali ih na načine manje štetne po životnu sredinu.

ZAHVALNICA

Rad je rezultat projekta TR20007 – Razvoj tehnologije gajenja kukuruza sa ekološkim pristupom, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

- Akey, W.C., Jurik, T.W., Dekker, J.:** Competition for light between velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and soybean (*Glycine max*). Weed Research, 30, 403-411, 1990.
- Anderson, B.:** Influence of crop density and spacing on weed competition and grain yield in wheat and barley. Proceeding EWRS Society – Economic Weed Control, Stuttgart-Hohenheim, Germany, 121-128, 1986.
- Baćanović, M.:** Uticaj populacije dominantnih korovskih vrsta u Mačvi na kvantitativne osobine soje. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 1986.
- Barbour, M.G., Burk, J.H., Pitts, W.D.:** Terrestrial plant ecology. Benjamin, Cummings, Menlo Park, CA, 1987.
- Blackshaw, R.E.:** Safflower (*Carthamus tinctorius*) density and row spacing effects on competition with green foxtail (*Setaria viridis*). Weed Science, 41, 403-408, 1993.
- Blackshaw, R.:** Differential competitive ability of winter wheat cultivars against downy brome. Agronomy Journal, 86, 649-654, 1994.
- Buhler, D.D., Hatzler, R.G.:** Weed biology and management. In: Soybeans: Improvement, production and uses (H.R. Boerma, J.E. Spech, eds.) 3rd ed. Agron. Monogr. 16. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, Wisconsin, 883-918, 2004.
- Burkholder, P.R.:** Cooperation and conflict among primitive organisms. American Science, 40, 601-631, 1952.
- Bussan, J.A., Burnside, C.O., Orf, H.J., Puettmann, J.K.:** Field evaluation of soybean (*Glycine max*) genotypes for weed competitiveness. Weed Science, 45, 31-37, 1997.
- Cousans, R.:** A simple model relating yield loss to weed density. Annual of Applied Biology, 107, 239-252, 1985.
- Cousans, R.:** Comparative growth of wheat, barley, and annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in monoculture and mixture. Australian Journal of Agriculture Research, 47, 449-464, 1996.
- de Lucas Bueno, C., Froud-Williams, R.J.:** Effect of crop density on the competitive ability of wheat cultivars. Proceeding of 12th EWRS Symposium, Wageningen, The Netherlands, 302-303, 2002.
- Dolijanović, Ž.:** Produktivnost združenog useva kukuruza i soje u zavisnosti od hibrida, prostornog rasporeda i režima vlaženja. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1-137, 2008.
- Fisher, R.A., Miles, R.E.:** The role of spatial pattern in the competition between crop plants and weeds. A theoretical analysis. Mathematical Biosciences, 43, 88-94, 1973.
- Hakansson, S.:** Competition and Production in Short-Lived Crop-Weed Stands: Density Effects. Department of Plant Husbandry, Report no 127. Upsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences, 1983.
- Hansen, P.K.:** A method to index competitiveness against weeds of spring barley varieties. Proceeding of 12th EWRS Symposium, Wageningen, The Netherlands, 296-297, 2002.
- Holt, S.J.:** Plant responses to light: A potential tool for weed management. Weed Science, 43, 474-482, 1995.
- Knežević, S.Z., Waise, F.S., Swanton, C.J.:** Threshold of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in corn (*Zea mays* L.). Weed Science, 42, 568-573, 1994.
- Knežević, S.Z., Evans, S.P., Blankenship, E., Van Acker, R.C., Lindquist, J.L.:** Critical period for weed control: the concept and data analysis. Weed Science, 50, 773-786, 2002.
- Knežević, S.Z., Evans, S.P., Mainz, M.:** Row Spacing Influences the Critical Timing for Weed Removal in Soybean (*Glycine max*). Weed Technology, 17, 666-673, 2003.
- Kojić, M., Stojanović, J., Ognjanović, R., Marković, A.:** Vodni režim korova i njegove specifičnosti u odnosu na gajene biljke. Acta herbologica, 13, 19-30, 1994.
- Korres, E.N., Froud-Williams, J.R.:** Effect of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora. Weed Research, 42, 417-428, 2002.
- Kovačević, D.:** Njivski korovi – biologija i suzbijanje. Beograd, 2008.
- Kropff, M.J., Spitters, C.J.T.:** A simple model of crop loss by weed competition from early observations on relative leaf area of the weed. Weed Research, 31, 97-105, 1991.
- Kropff, M.J., van Laar, H.H.:** Modelling Crop-Weed Interactions. CAB International and the International Rice Research Institute, Wallingford, UK, 1993.
- Lemerle, D.B., Verbeek, R.D., Cousens, N.E., Coombes:** The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. Weed Research, 36, 505-513, 1996.
- Liebman, M.:** Weed management: a need for ecological approaches. In: Ecological Management in Agricultural Weeds (M. Liebman, Ch.L. Mohler, Ch.P. Staver, eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1-39, 2001.
- Lindquist, J.L., Mortensen, D.A.:** A simulation approach to identifying the mechanisms of maize tolerance to velvetleaf competition for light. Proceeding Brighton Crop Protection Conference – Weeds, Brighton, UK, 503-508, 1997.
- Lindquist, L.J., Mortensen, A.D., Johnson, E.B.:** Mechanisms of corn tolerance and velvetleaf suppressive ability. Agronomy Journal, 90, 787-792, 1998.

- Lindquist, J.L., Mortensen, D.A.:** Ecophysiological characteristics of four maize hybrids and *Abutilon theophrasti*. Weed Research, 39, 271-285, 1999.
- McLahlan, S., Tollenaar, M., Swanton, C.J., Weise, S.F.:** Effect of corn – induced shading on dry matter accumulation, distribution and architecture of redroot pigweed. Weed Science, 41, 568-573, 1993.
- Mohler, C.L.:** Ecological bases for the cultural control of annual weeds. Journal of Production Agriculture, 9, 468-474, 1996.
- Mohler, C.L.:** Enhancing the competitive ability of crops. In: Ecological Management of Agricultural Weeds (M. Liebman, C.L. Mohler, C.P. Straver, eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 269-321, 2001.
- Momirović, N., Kovačević, D., Radošević, Ž., Lazarević, J.:** Uticaj načina gajenja postrnog useva soje na floristički sastav i građu korovske zajednice. Acta herbologica, 13, 417-426, 2004.
- Mulugeta, D., Boerboom, C.M.:** Critical time of weed removal in glyphosate-resistant *Glycine max*. Weed Science, 48, 35-42, 2000.
- Murphy, D.S., Yakubu, Y., Weise, E.S., Swanton, J.C.:** Effect of planting patterns and inter-row cultivation on competition between corn (*Zea mays*) and late emerging weeds. Weed Science, 44, 856-870, 1996.
- Norris, R.:** Water use efficiency as a method for predicting water use by weeds. Weed Technology, 10, 153-155, 1996.
- Olsen, J., Kristensen, L., Weiner, J., Griepentrog, H.W.:** Increased density and spatial uniformity increase weed suppression by spring wheat. Weed Research, 45, 316-321, 2005.
- Oljača, S., Stanojević, M., Vrbničanin, S., Stefanović, L., Kovačević, D.:** Kompetitivni odnosi između kukuruza i tatule (*Datura stramonium* L.). Acta herbologica, 9, 61-69, 2000.
- Oljača, S., Vrbničanin, S., Simić, M., Stefanović, L., Dolijanović, Ž.:** Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) interference in maize. Maydica, 52, 329-333, 2007.
- Patterson, T.D.:** Effects of Environmental Stress on Weed-Crop Interactions. Weed Science, 43, 483-490, 1995.
- Petroviene, I.:** Competition between potato and weeds on Lithuania's sandy loam soils. Proceeding of 12th EWRS Symposium, Wageningen, The Netherlands, 286-287, 2002.
- Radoshevich, S., Holt, J., Ghersa, C.:** Associations of Weeds and Crops. In: Weed Ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1997.
- Sartorato, I., Berti, A., Zanin, G.:** Estimation of economic thresholds for weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Crop Protection, 15, 63-68, 1996.
- Schnieders, B.J., van der Linden, M., Lotz, L.A.P., Rabbinge, R.:** A model for interspecific competition in row crops. In: A Quantitative Analysis of Inter-Specific Competition in Crops with a Row Structure (B.J. Schnieders, ed.). Wageningen, The Netherlands: Agricultural University Wageningen, 31-56, 1999.
- Simić, M., Stefanović, L., Rosulj, M.:** Weed interference with maize hybrid growth in relation to crop density. Proceeding of 12th EWRS Symposium, Wageningen, The Netherlands, 304-305, 2002.
- Simić, M.:** Sezonska dinamika korovske sinuzije, kompetitivnost i produktivnost kukuruza u integralnim sistemima kontrole zakorovljenosti. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 2003.
- Simić, M., Stefanović, L., Rosulj, M.:** Maize leaf area index under weed competition in different growing conditions. Proceeding of 7th EWRS Mediterranean Symposium, Adana, Turkey, 127-128, 2003.
- Simić, M., Stefanović, L., Kovačević, D., Šinžar, B., Momirović, N., Oljača, S.:** Integrated weed management system in maize weed control. Acta herbologica, 13, 437-442, 2004.
- Simić, M., Dolijanović, Z., Stefanović, L., Kovačević, D.:** Maize weed infestation under intensive cropping practices. Plant Science, 43, 529-532, 2006.
- Simić, M., Stefanović, L., Drinić, G., Filipović, M.:** Weed suppression by plant arrangement of maize. Proceeding of XIVth EWRS Symposium, Hamar, Norway, 44, 2007.
- Simić, M., Stefanović, L.:** Effects of maize density and sowing pattern on weed suppression and maize grain yield. Pesticides and Phytomedicine, 22, 93-103, 2007.
- Simić, M., Uludag, A.:** Interakcije korov-gajena biljka: kompeticija i alelopatija. Zbornik rezimea XIII simpozijuma sa savetovanjem o zaštiti bilja sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Srbija, 34-36, 2007.
- Simić, M., Momirović, N., Dolijanović, Ž., Radošević, Ž.:** Suzbijanje korova i prinosa zrna u postrnom usevu soje. Pesticidi i fitomedicina, 23, 107-114, 2008.
- Stanojević, M.:** Uticaj gustine useva i primene herbicida na floristički sastav i građu korovske zajednice kukuruza (*Zea mays* L.). Magistarski rad. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1999.
- Stefanović, L., Simić, M., Hojka, Z.:** Ekološka karakterizacija staništa u samooplodnim linijama kukuruza. Herbologija, 3, 87-98, 2002.
- Swanton, J.C., Weise, F.S.:** Integrated Weed Management: Rationale and Approach. Weed Technology, 5, 657-663, 1991.
- Swanton, J.C., Murphy, S.D.:** Weed science beyond weeds: The role of integrated weed management in agroecosystems health. Weed Science, 44, 437-445, 1996.

- Swanton, J.C., Liu, J., Sikkema, P.:** An alternative view of plant competition. Proceeding of 14th EWRS Symposium, Hamar, Norway, 85, 2007
- Teasdale, J.:** Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. *Weed Technology*, 9, 113-118, 1995.
- Teasdale, R.J.:** Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. *Weed Science*, 46, 447-453, 1998.
- Tetio-Kagho, F., Gardner, F.P.:** Responses of maize to plant population density. I. canopy development, light relationships and vegetative growth. *Agronomy Journal*, 80, 930-935, 1998.
- Tollenaar, M.:** Physiological basis of genetic improvement of maize hybrids in Ontario from 1959 to 1988. *Crop Science*, 31, 119-124, 1991.
- Tollenaar, M.:** Is low plant density a stress of maize? *Maydica*, 37, 305-311, 1992.
- Tollenaar, M., Aguilera, A.:** Radiation use efficiency of an old and a new maize hybrids. *Agronomy Journal*, 84, 536-541, 1992.
- Tollenaar, M., Nissaka, P.S., Aguilera, A., Weise, F.S., Swanton J.C.:** Effect of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrids. *Agronomy Journal*, 86, 596-601, 1994a.
- Tollenaar, M., Dibo, A.A., Aguilera, A., Weise, F.S., Swanton, J.C.:** Effect of crop density on weed interference in maize. *Agronomy Journal*, 86, 591-595, 1994b.
- Tomaso, di M.J.:** Approaches for Improving Crop Competitiveness Through the Manipulation of Fertilization Strategies. *Weed Science*, 43, 491-497, 1995.
- Van Acker, R.C., Swanton, J.C., Weise, S.F.:** The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Mer.). *Weed Science*, 41, 194-200, 1993.
- Vengris, J., Colby, G., Drake, M.:** Plant nutrient competition between weeds and corn. *Agronomy Journal*, 47, 213-216, 1955.
- Vrbničanin, S., Kojić, M.:** Biološka i ekološka proučavanja korova na području Srbije – Razvoj, današnje stanje, perspektive. Zbornik radova Šestog kongresa o korovima, Banja Koviljača, Srbija, 19-39, 2000.
- Walker, G.K., Blackshaw, E.R., Dekker, J.:** Leaf area and competition for light between plant species using direct sunlight transmission. *Weed Technology*, 2, 159-165, 1988.
- Weiner, J., Thomas, S.C.:** Size variability and competition in plant monocultures. *Oikos*, 47, 211-222, 1986.
- Weiner, J., Griepentrong, H.W., Kristensen, L.:** Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. *Journal of Applied Ecology*, 38, 784-790, 2001.
- Wicks, G.A., Ramsel, R.E., Norquist, P.T., Schmidt, J.W., Challaiah, A.:** Impact of wheat cultivars on establishment and suppression of summer annual weed. *Agronomy Journal*, 78, 59-62, 1986.
- Williams II, M.M., Boydston, R.A., Davis, A.S., Pataky, Y.S.:** Competitive interactions between sweet corn (*Zea mays*) hybrids differing in canopy architecture and wild proso millet (*Panicum miliaceum*). Proceeding of 14th EWRS Symposium, Hamar, Norway, 84, 2007.
- Zanin, G., Berti, A., Toniolo, L.:** Estimation of economic thresholds for weed control in winter wheat. *Weed Research*, 33, 459-467, 1993.
- Zanin, G., Berti, A., Sattin, M.:** Estimation of economic thresholds for weed control in maize in Northern Italy. Proceeding of 5th EWRS Mediterranean Symposium, Perugia, Italy, 51-58, 1994.
- Zimdahl, R.L.:** Fundamentals of weed science. Academic Press, Inc. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 1993.

Competition – the Most Common Interaction between Crops and Weeds

SUMMARY

Relations (interactions) between plants can be favourable, adverse or neutral. Competition is the most widespread form of adverse interaction in agrophytocoenoses. One generally accepted definition of competition is: „Mutual confrontation of organisms (species, populations) on an occasion of usage of natural resources under conditions of their deficit”. Competition is a dynamic process and besides interspecific competition (crop-weed) there always occurs intraspecific competition (crop-crop or weed-weed). The competitive ability of plants can be expressed in the following two ways: 1) a crop ability to competitively affect weeds by reducing their biomass and seed production and 2) a crop ability to tolerate competitive activities of weeds resulting at the same time in high yields.

Competition, as the most common interaction between a crop and a weed, depends on many factors and can be widely applied within weed control systems in practice. Weed control measures are one of natural or alternative methods of suppression of weed distribution as the interest in control measures based on reduced application of herbicides has increased during the last decade. The application of cultivation measures by which a crop-to-weed interaction is affected by inclusion of more competitive genotypes, crop densities, plant spatial patterns, ratios and locations of mineral fertiliser application, etc., has opened a new field of research of the crop-to-weed interaction. The intensity of crop competitive activities, especially of broadcast crops such as maize, is mainly determined by the density and spatial arrangement of plants.

Keywords: Competition; Crops; Weeds

Primljen 27.06.2008.

Odobren 10.07.2008.