

Mogućnosti primene sulfonilurea i triketonskih herbicida u usevu samooplodnih linija kukuruza

Milan Brankov¹, Milena Simić¹, Sava Vrbničanin², Vesna Dragičević¹, Igor Spasojević¹

¹Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd, Srbija;

²Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

REZIME

Efikasnost prema korovima je jedna od najbitnijih osobina herbicida. Pored efikasnosti, herbicid bi trebalo da poseduje i odgovarajuću selektivnost prema usevu u kome se primenjuje. Ukoliko se selektivnost herbicida nedovoljno poznaje moguće je da dođe do oštećenja useva posle primene, što može dovesti i do gubitka prinosa. Tehnologija gajenja širokorednih useva, kakav je kukuruz, podrazumeva primenu herbicida, kao meru suzbijanja korova. Cilj ovog rada je bio da se ispita selektivnost sulfonilurea i triketonskih herbicida u usevu pet linija kukuruza, praćenjem vizuelnih promena na samim gajenim biljkama (EWRC) i prinosa zrna. Herbicidi su primenjeni u količinama preporučenim za proizvodnju hibridnog kukuruza, kao i u dvostruko većim. Triketonski herbicidi (mezotrion i topramezon) nisu izazvali značajna oštećenja na ispitivanim linijama, za razliku od sulfonilurea herbicida (rimsulfuron i foramsulfuron). Prinos zrna linija kukuruza pod uticajem sulfonilurea je značajno varirao, najviše kod linija ranih grupa zrenja. Triketonski herbicidi nisu imali uticaja na prinos zrna ispitivanih linija kukuruza.

Ključne reči: linije kukuruza, sulfoniluree, triketoni, vizuelne promene, prinos zrna

UVOD

Osnov za primenu određenog herbicida je tolerantnost useva i osetljivost korovskih biljaka. Prema definiciji selektivnost predstavlja svojstvo herbicida koje stoji u direk-

tnoj zavisnosti sa prirodom aktivne supstance (hemijski sastav i struktura) i morfološkim, fiziološkim i biohemijskim osobinama useva u kom se primenjuje (Sherman et al., 1996; de Carvalho i sar., 2009). Linije kukuruza se od hibrida razlikuju po homozigotnosti, koja se postiže procesom selekcije. Osobine linija kukuruza, poput sporijeg klijanja i nicanja, sporijeg rasta i manjeg habitusa daju ogromnu prednost korovima. Takođe, početne faze razvića linija znatno sporije teku u poređenju sa hibridima kukuruza. Zahvaljujući ovim karakteristikama, u sklopu samooplodnih linija, mikroklima se znatno razlikuje u poređenju sa sklopom hibridnog kukuruza. Poznato je da manji habitus linija kukuruza, dovodi do veće osvetljenosti, prozračnosti i zagrevanja zemljišta (Stefanović i sar., 2007). Takvi uslovi, posebno pogoduju korovima koji se i najbrže prilagođavaju. Pored navedenog, prema Stefanović i sar. (2010), generalno posmatrano, samooplodne linije su osetljivije na herbicide u odnosu na hibride kukuruza, a genotipovi se međusobno razlikuju u odgovoru na stres izazvan primenom herbicida. Iz navedenog proizilazi da uvođenje herbicida u tehnologiju proizvodnje kukuruza, pored efikasnog suzbijanja korova, zahteva posebnu pažnju koju je, pre svega, potrebno posvetiti uticaju herbicida na linije.

Nemogućnost suzbijanja travnih korova zbog nepostojanja selektivnih herbicida dovela je do dominacije višegodišnjih travnih korova u kukuruzu poput *Sorgum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Agropyrum repens* i jednogodišnjih travnih korova: *Panicum crus-galli*, *Setaria* sp., *Digitaria sanguinalis* (Stefanović i Šinžar, 1992), što je predstavljalo ogroman problem u tehnologiji gajenja kukuruza. Osamdesetih godina XX veka sintetisani su sulfonilurea herbicidi - prvi selektivni herbicidi za suzbijanje travnih korova u kukuruzu. Ovi herbicidi odmah su se istakli povoljnim ekotoksikološkim osobinama i znatno manjim količinama primene po jedinici površine u odnosu na dotadašnje herbicide (do 50 g ha⁻¹) (Budimir i sar., 2005). Sulfonilurea herbicidi su pokazali odlične rezultate u suzbijanju travnih (Foy i Witt, 1990; Stefanović i Simić, 2008), ali i širokolisnih korova (Božić i sar., 2011). Međutim, povećana osetljivost linija kukuruza je upravo konstantovana sa pojavom novih herbicida koji se primenjuju u toku vegetacionog perioda (Stefanović i sar., 2010). Cilj ovog rada je bio da se ispita uticaj herbicida iz grupe triketona i sulfonilurea na pet samooplodnih linija kukuruza.

MATERIJAL I METODE

Za ispitivanje uticaja herbicida na linije kukuruza postavljen je ogled na eksperimentalnom polju Instituta za kukuruz „Zemun Polje“ tokom tri vegetacione sezone

2010., 2011. i 2012. godine. Ispitivane su samooplodne linije kukuruza poreklom iz Instituta: PL38, PL39, L335/99, L375/25-6 i L155/18-4/1 RfVg. Primenjeni su herbicidi koji su registrovani za suzbijanje korova u hibridnom kukuruza: triketoni – mezotrion i topramezon i sulfoniluree - rimsulfuron i foramsulfuron. Herbicidi su primenjeni u količini koja je preporučena za primenu u hibridnom kukuruza i dvostruko uvećanoj, kada su biljke kukuruza razvile 5-6 listova (15-16 faza po BBCH skali). Ogljed je postavljen po planu podeljenih parcela u četiri ponavljanja. Reakcije samooplodnih linija kukuruza na primenjene herbicida ocenjivane su na osnovu vizuelnih simptoma oštećenja po EWRC skali od 1-9 (1-bez oštećenja, 9-potpuno uništenje (Feldfersuche manual, 1975)) i to u dva navrata: prvi put u proseku 17 dana posle primene herbicida i drugi put: u proseku 33 dana posle primene herbicida. Na kraju vegetacionog ciklusa izmeren je prinos zrna i obračunat na 14% vlage. Dobijeni rezultati su statistički obrađeni analizom varijanse, dok su razlike sredina testirane pomoću LSD testa. Meteorološki podaci za period izvođenja ogljeda su prikazani u tabeli 1. Prva godina (2010) je bila najpovoljnija za proizvodnju kukuruza sa ravnomernim rasporedom padavina i prosečnim temperaturama vazduha. Za razliku od prve, naredne dve su bile godine sa veoma izraženim sušnim periodom, praćene visokim temperaturama, naročito 2012. godina.

Tabela 1. Padavine i srednje dnevne temperature vazduha (2010-2012)

Meseci	Padavine (mm)			Temperature (°C)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
April	44,0	14,9	64,2	13,2	13,4	14,4
Maj	64,1	89,6	66,4	17,5	16,8	17,9
Jun	167,3	26,2	17,5	21,0	21,5	24,6
Jul	35,6	44,0	30,7	23,2	23,3	27,1
Avgust	68,2	66,0	5,8	23,1	23,9	26,2
Septembar	68,0	32,6	26,0	17,6	21,6	22,1
Prosek	447,2	273,3	210,6	19,3	20,1	22,0

REZULTATI I DISKUSIJA

Na ispoljavanje vizuelnih oštećenja linija kukuruza značajan uticaj su imali godina ispitivanja, primenjeni herbicidi, kao i njihova interakcija. Sve ispitivane linije su pokazale prosečno veća oštećenja kada su primenjene sulfoniluree u odnosu na triketonske

herbicide prilikom prve ocene fitotoksičnosti (Tabela 2). S obzirom na EWRC skalu u kojoj oznaka 1 označava biljke bez oštećenja i odnosi se na kontrolu na kojoj herbicidi nisu primenjeni, kod najosetljivije linije (PL38) prosečno su zabeležena umerena do snošljiva oštećenja kod preporučene, odnosno dvostruke količine foramsulfurona (ocena 5,6 – 6,4). Laka do umerena oštećenja kod iste linije su zabeležena kod obe količine rimsulfurona (4,4 – 5,6). Ista oštećenja su zabeležena i kod linije PL39 kod obe sulfoniluree (3,1 – 4,6). Ostale ispitivane linije imale su vrlo laka do laka oštećenja od herbicida u prvoj oceni, tako da u drugoj oceni nije zabeležena fitotoksičnost.

Tabela 2. Selektivnost herbicida sulfonilurea i triketona prema linijama kukuruza (vizuelna ocena)

I ocena										
Linija	Herbicidi									
	Mezotrion		Topramezon		Kontrola	Rimsulfuron		Foramsulfuron		
	PD	DD	PD	DD	-	PD	DD	PD	DD	
L1		1,33	1,83	1,83	1,75	1,00	4,42*	5,58*	5,58*	6,42*
L2		1,42	1,83	1,67	2,00	1,00	3,08*	3,67*	3,50*	4,58*
L3		1,50	1,75	1,75	1,83	1,00	2,42	2,25	2,58	2,75
L4		1,58	1,75	1,67	1,75	1,00	2,50	2,25	2,83	2,42
L5		1,67	1,50	1,42	1,50	1,00	2,33	2,17	2,50	2,25
II ocena										
Linija	Herbicidi									
	Mezotrion		Topramezon		Kontrola	Rimsulfuron		Foramsulfuron		
	PD	DD	PD	DD	-	PD	DD	PD	DD	
L1		1,17	1,50	1,17	1,50	1,00	4,33*	4,67*	4,92*	6,08*
L2		1,00	1,33	1,25	1,33	1,00	1,33	3,33	1,33	4,42*
L3		1,17	1,17	1,17	1,17	1,00	1,33	1,50	1,58	1,50
L4		1,00	1,17	1,00	1,17	1,00	1,33	1,33	1,33	1,50
L5		1,25	1,17	1,17	1,17	1,00	1,33	1,67	1,33	1,67

L1 - PL38; L2 - PL39; L3 - L335/99; L4 - L375/25-6; L5 - L155/18-4/1 RfVg; PD - preporučena količina herbicida; DD - dvostruka količina herbicida. * - statistički značajno na nivou značajnosti 0,05 level, (p<0,05).

Iz druge ocene se može uočiti da su sulfoniluree dugoročno pokazale veći uticaj na samooplodne linije kukuruza, tj. da je ova grupa herbicida izazvala trajniji stres u

odnosu na triketone. Linije L335/99 i L155/18-4/1 su uspele da se oporave od negativnog dejstva herbicida. Uočena oštećenja su se u određenom stepenu odrazila i na prinos zrna. Kod linije PL38 su uočena značajnija oštećenja, koja su bila slična onima u predhodnoj oceni (zaostajanje u porastu, uvijanje i nekroza listova). Kod iste linije su zabeleženi prosečno umereni do snošljivi simptomi. Kada su u pitanju godine, najjači simptomi fitotoksičnosti su zabeleženi u trećoj godini ispitivanja, kada je posle primene usledila suša, praćena visokim temperaturama vazduha.

Različita osetljivost linija prema herbicidima, posebno sulfonilureama je potvrđena rezultatima drugih autora. Prema podacima Malidže (2007) i Stefanović i sar. (2010) primena sulfonilurea je dovela do značajnijeg ispoljavanja fitotoksičnih simptoma u odnosu na ranije primenjivane herbicide. Isti autori navode da su najčešće linije ranih grupa zrenja bile osetljivije na sulfonilurea herbicide. Poznato je da je ispoljavanje fitotoksičnosti zavisno i od meteoroloških uslova (Stefanović i Zarić, 1991). U našim istraživanjima u toku prve dve godine (2010. i 2011.) zabeleženi su slabiji simptomi fitotoksičnosti u odnosu na 2012., koja je bila ekstremno sušna godina.

Prinos zrna je statistički značajno varirao pod uticajem herbicida, godine i njihove interakcije (tabela 3). Najveći uticaj na prinos zrna je ispoljio faktor godine. Tako je u trećoj godini, koja je bila ekstremno sušna, prinos bio umanjen za preko 90% u odnosu na predhodne dve godine. Na pojedinim tretmanima prinos je skoro potpuno izostao. Interakcija godine i herbicida se najjače odrazila u 2012. godini, kada je kod najosetljivije linije dvostruka količina foramsulfurona uzrokovala potpuno propadanje biljaka.

Prema rezultatima merenja prinosa zrna linija kukuruza, značajno smanjenje vrednosti ovog parametra, u odnosu na kontrolnu, zabeleženo je kod linija PL38, PL39, L335/99 i L155/18-4/1 RfVg. Kod linija PL38 i PL39 statistički značajno smanjenje prinosa zrna ostvareno je na svim tretmanima sa sulfonilureama. Dvostruka količina foramsulfurona smanjila je prinos zrna kod linije PL38 za 64% u odnosu na kontrolu. Sa druge strane, kod linije L335/99 na tretmanima sa dvostrukom količinom foramsulfurona, kao i na obe količine rimsulfurona prinos je statistički značajno smanjen. Takođe, dvostruke količine foramsulfurona značajno su uticale na smanjenje prinosa zrna linije L155/18-4/1 RfVg. Biljke linija kukuruza su bile većim delom vegetacije izložene stresu što se na kraju vegetacije odrazilo na prinos zrna. Sa druge strane, kod linije L375/25-6 nije zabeleženo variranje prinosa u odnosu na kontrolu. Na smanjenje prinosa zrna linija kukuruza pod uticajem sulfoniurea herbicida ukazuju Stefanović i sar., (2010), zatim Dragičević i sar., (2011) i Brankov i sar., (2012).

Tabela 3. Prinos zrna (t/ha) u ogledima selektivnosti herbicida sulfonilurea i triketona prema linijama kukuruza

Linija	Herbicidi								
	Mezotrion		Topramezon		Kontrola	Rimsulfuron		Foramsulfuron	
	PD	DD	PD	DD	-	PD	DD	PD	DD
L1	1,01	0,99	0,98	1,05	1,13	0,78*	0,69*	0,63*	0,51*
L2	1,92	1,83	1,82	1,95	1,90	1,59*	1,58*	1,58*	1,52*
L3	4,35	4,21	4,25	4,31	4,07	4,19	3,76*	4,26	3,63*
L4	3,97	3,93	3,97	3,93	3,90	3,64	3,82	3,76	4,02
L5	2,64	2,52	2,55	2,63	2,68	2,36	2,09*	2,44	2,15*

L1 - PL38; L2 - PL39; L3 - L335/99; L4 - L375/25-6; L5 - L155/18-4/1 RfVg; PD - preporučena količina herbicida; DD - dvostruka količina herbicida, * - statistički značajno na nivou značajnosti 0,05 level, (p<0,05).

ZAKLJUČAK

Na osnovu trogodišnjeg ispitivanja uticaja herbicida na linije kukuruza moguće je doneti sledeće zaključke: utvrđena je različita selektivnost primenjenih herbicida i osetljivost ispitivanih linija. Ispitivani herbicidi iz grupe triketona se mogu primenjivati za suzbijanje korova u semenskoj proizvodnji kukuruza. Sa druge strane, ispitivane linije se mogu podeliti na osetljive (PL38 i PL39), srednje osetljive (L335//99 i L155/18-4/1) i tolerantne (L375/25-6) u odnosu na sulfonilurea herbicide. Kod osetljivih linija se ne preporučuje primena ni rimsulfurona ni foramsulfurona. Kod srednje osetljivih je moguća primena preporučenih doza uz oprez, dok kod tolerantne linije ne postoji ograničenje u primeni sulfonilurea.

ZAHVALNICA

Ova istraživanja su pomognuta od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, projekti TR 31037 i III 46008.

LITERATURA

- Božić, D., Sarić, M., Elezović, I., Vrbničanin, S.:** Reakcije populacija *Xanthium strumarium* L. i *Helianthus annuus* L. na nikosulfuron. *Acta herbologica*, 20: 15-24, 2011.
- Brankov, M., Simić, M., Vrbničanin, S., Dragičević, V., Spasojević, I.:** The sensitivity of maize lines to different herbicides. *International Symposium on Current Trends in Plant Protection*, 25-28 September, Belgrade, Serbia, 2012.

- Budimir, M., Radivojević, Lj., Brkić D., Nešković, N.:** Ekotoksikološka svojstva herbicida: Sulfoniluree. Pesticidi i Fitomedicina, 20: 153-161, 2005.
- de Carvalho, J.P., Nicolai, M., Rodrigues Ferreira, R., de Oliveira Figueira, A.V., Christoffoleti, P.C.:** Herbicide selectivity by differential metabolism: Considerations for reducing crop damages. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), 66: 136-142, 2009.
- Dragičević, V., Simić, M., Stefanović, L., Sredojević, S., Brankov, M., Spasojević, I.:** The influence of nicosulfuron and foramsulfuron on maize inbred lines. Herbologia 12: 43-48, 2011.
- Feldfersuche Manual:** Ciba-Geigy AD, Basel. Switzerland, 1975.
- Foy C.L., Witt, H.L.:** Johnsongrass control with DPX-V9360 and CGA-136872 in corn (*Zea mays*) in Virginia. Weed Technol. 4: 615-619, 1990.
- Malidža, G.:** Selektivnost sulfonilurea herbicida prema kukuruзу u zavisnosti od genotipa i primene zemljišnih insekticida. Doktorska disertacija, 1-82, 2007.
- Sherman, T.D., Vaughn, K.C., Duke, S.O.:** Mechanisms of action and resistance to herbicides, Herbicide resistant crops (ed. Duke, S.O.), CRC Press, Boca Raton, Florida, 13-35, 1996.
- Stefanović L., Simić M., Dragičević V.:** Studies on maize inbred lines susceptibility to herbicides. Genetika, 42: 155-168, 2010.
- Stefanović, L., Simić, M.:** Suzbijanje korova u semenskoj proizvodnji kukuruза – efekti primene herbicida u toku vegetacije. Acta herbologica, 17: 57-65, 2008.
- Stefanović, L., Šinžar, B.:** Zastupljenost vrsta familije Poaceae u korovskim zajednicama useva kukuruза Srbije. Zbornik radova IV kongresa o korovima. Banja Koviljača, 292-302, 1992.
- Stefanović, L., Zarić, Lj.:** The effects of herbicides and low temperatures on certain maize genotypes. Plant Protection (Beograd), 42: 345-356, 1991.

Options and application of sulfonylurea and triketone herbicides in crop of maize inbred lines

SUMMARY

Herbicide efficacy is one of the most important herbicide properties. In addition to efficacy, the herbicide should possess certain selectivity for the crops. If there is not selectivity, it is possible to damage the plants after herbicide application, which can lead to loss of yield. The growing technology of broad row crops, such as maize, involves the application of herbicides as a measure of weed control. The aim of this study was to examine the selectivity of sulfonylurea and triketons herbicides applied in five lines, following visual plant changes (EWRC) and grain yield. Herbicides were applied at recommended doses for the production of hybrid maize, as well as in double doses. The applied triketons (mesotrione and topramezone) did not cause significant damage to the lines tested, unlike sulfonylureas (rimsulfuron and foramsulfuron). Sulfonylureas significantly influence of grain yield, the highest in early maturity group lines. Triketons had no effect on grain yield of maize lines examined.

Key words: maize lines, sulfonilureas, triketons, visual plant damages, grain yield