

UTICAJ ZEMLJIŠNOG INSEKTICIDA TERBUFOS NA SELEKTIVNOST SULFONILUREA HERBICIDA PREMA KUKURUZU

Goran Malidža¹, Ibrahim Elezović², Vaskrsija Janjić³, Sava Vrbničanin²

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

²Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun

³Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd-Zemun

Izvod: U trogodišnjim poljskim ogledima, ispitivan je uticaj zemljišnog insekticida terbufos na selektivnost primisulfuron-metila, rimsulfurona i nikosulfurona prema tri hibrida kukuruza. Primena primisulfuron-metila, rimsulfurona i nikosulfurona posle primene zemljišnog insekticida terbufos, prouzrokovala je jaču fitotoksičnost, smanjenje sveže mase nadzemnog dela biljaka, visine biljaka i prinosa zrna tri hibrida kukuruza. Najosetljiviji hibrid bio je NS 420, dok su NS 375 i NS 640 ispoljili približan nivo tolerantnosti na interakciju ispitivanih sulfonilurea i terbufosa. Najveći intenzitet fitotoksičnosti usled interakcije bio je u ogledima sa više padavina posle primene insekticida, a neposredno pre primene herbicida.

Cljučne reči: sulfonilurea herbicidi, kukuruz, fitotoksičnost, interakcija, insekticidi, terbufos

Uvod

Primena većeg broja pesticida za suzbijanje različitih štetnih organizama uobičajena je praksa u proizvodnji kukuruza. Herbicidi i insekticidi deluju uglavnom nezavisno jedni od drugih, međutim, u nekim slučajevima, tolerantnost biljaka prema jednom pestocidu može biti znatno izmenjena prisustvom drugog. Najilustrativniji primer predstavlja interakcija između pojedinih sulfonilurea herbicida i organofosforinih insekticida u kukuruzu, pri čemu se značajno pojačava fitotoksičnost herbicida kao posledica njegovog usporenog metabolizma u biljkama. Pojedini insekticidi izazivaju kompetitivnu inhibiciju citohrom P450 oksidaza, na taj način što se povezuju na aktivni region enzima i sprečavaju povezivanje drugog supstrata – molekula sulfonilurea herbicida na koji enzim treba da deluje. Ukoliko je insekticid prisutan u biljci kukuruza u dovoljnoj koncentraciji da inhibira enzime odgovorne za procese prve faze metabolizma sulfonilurea herbicida, dolazi do usporavanja detoksikacije herbicida i njegovog nagomilavanja u toksičnoj koncentraciji u biljci. Dokazano je da pojedini organofosforini insekticidi i karbamati inhibiraju hidrosilaciju nikosulfurona i primisulfurona u biljci kukuruza (Kreuz i Fonne-Pfister, 1992; Diehl i sar., 1995; Baerg i sar., 1996; Koeppel i sar., 2000). Pomenuta interakcija je kompleksnog karaktera i zavisi od velikog broja klimatskih i edafskih činilaca, osobina insekticida i načina njihove primene, herbicida i genotipa kukuruza (Biediger i sar., 1992; Morton i sar., 1991; Bailey i Kapusta, 1994; Diehl i sar., 1995). Na površinama gde postoji potreba za suzbijanjem štetnih insekata i korova, pojava

interakcije između nekih sulfonilurea i organofosfornih insekticida dodatno sužava izbor efikasnih i po usev bezbednih pesticida.

Cilj istraživanja je bio da se ispita uticaj zemljišnog insekticida terbufos na selektivnost nikosulfurona, primisulfuron-metila i rimsulfurona prema kukuruzu.

Materijal i metod rada

Za ispitivanje selektivnosti nikosulfurona, primisulfuron-metila i rimsulfurona prema hibridima kukuruza u interakciji sa terbufosom, odabrana su tri hibrida različitih grupa zrenja (NS 375, NS 420 i NS 640). Ispitivan je uticaj jednokratne primene preporučenih i dvostruko uvećanih količina nikosulfurona, primisulfuron-metila i rimsulfurona, sa i bez prethodne primene insekticida terbufos (Tab. 1). Oglеди su izvedeni na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima, tokom vegetacionog perioda 1995–1997. godine, na zemljištu tipa černoze (2,31-2,43% humusa). Oglеди su bili postavljeni po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja. Površina osnovne parcele iznosila je 14 m², odnosno svaka parcela je imala 4 reda dužine 5 m. Setva ispitivanih hibrida obavljena je u optimalnom agrotehničkom roku sa međurednim rastojanjem biljaka od 70 cm i rastojanjem biljaka u redu od 12,5 cm. U fazi 3 razvijena lista kukuruza, obavljeno je proređivanje biljaka na konačno rastojanje u redu od 25 cm, radi dobijanja ujednačenog broja biljaka po jedinici površine (57 142 biljke po hektaru). Terbufos je primenjen u količini 1,25 kg/ha (preparat Counter G-5 u obliku granula sa 50 g/kg terbufosa, primenjen u količini 25 kg/ha) u brazde širine 10 cm i dubine 8 cm istovremeno sa setvom. Granule su deponovane na oko 2–3 cm udaljenosti od semena, a setva kukuruza je obavljena ručno na oko 5 cm dubine.

Tab. 1. Ispitivani herbicidi

Tab. 1. Investigated herbicides

Herbicidi <i>Herbicides</i>	Preparati <i>Preparations</i>	Količina herbicida <i>Rate of herbicide</i>	Količina preparata <i>Rate of preparations</i>
Kontrola - <i>Check</i>	-	-	-
Primisulfuron-metil <i>Primisulfuron-methyl</i>	Tell 75-WG + Extravon	30 g/ha 60 g/ha	40 g + 0,3 L/ha 80 g + 0,6 L/ha
Rimsulfuron <i>Rimsulfuron</i>	Tarot 25-WG + Citowett	15 g/ha 30 g/ha	60 g + 0,3 L/ha 120 g + 0,6 L/ha
Nikosulfuron <i>Nicosulfuron</i>	Motivell	50 g/ha 100 g/ha	1,25 L/ha 2,5 L/ha

Herbicidi su primenjeni na parcelama gde je prethodno primenjen terbufos, kao i na parcelama bez njegove primene. Primena herbicida je obavljena u fazi 5–7 listova kukuruza (15–17 BBCH skale) lednom prskalicom tipa „Solo“ (sa rasprskivačima TeeJet XR11003 i radnim zahvatom 2 m) uz radni pritisak 2 bara i utrošak 300 l/ha vode. Da bi se eliminisao negativni uticaj korova, obavljene su dve međuredne obrade i okopavanja. Osnovni podaci o ogledima prikazani su u Tab. 8.

Tab. 2. Osnovni podaci o ogledima
 Tab. 2. Main information about trials

Godina - Year	1995.	1996.	1997.
Predusev - Previous crop	Pšenica - Wheat	Soja - Soybean	Soja - Soybean
Datum setve kukuruza i primene insekticida: <i>Date of sowing and insecticide application</i>	25–27.04.	27.04.	29–30.04.
Datum primene herbicida: <i>Date of herbicide application:</i>	05.06.	05.06.	09.06.
Faza kukuruza u momentu primene herbicida (po BBCH skali): <i>Maize growth stage (BBCH scale):</i>	15	16–17	15–16
Datum prve ocene fitotoksičnosti i merenja nadzemne mase biljaka: <i>Date of 1st assessment of phytotoxicity and above-ground plant weight</i>	22.06.	21.06.	27.06.
Datum druge ocene fitotoksičnosti i merenja nadzemne mase biljaka: <i>Date of 2nd assessment of phytotoxicity and above-ground plant weight</i>	06.07.	12.07.	10–11.07.
Datum berbe: <i>Date of harvest:</i>	11–23.10.	28.10.	30.10.

U ogledima su ocenjivani i mereni sledeći parametri:

vizuelna ocena fitotoksičnosti herbicida na osnovu skale od 0 do 100% (0% – bez simptoma fitotoksičnosti, 100% – potpuno propadanje biljaka) posle 2–3 i 4–5 nedelja od vremena primene herbicida;

sveža masa nadzemnog dela 10 biljaka nakon 2–3 i 4–5 nedelja od vremena primene herbicida (uzorci su uzimani sa dva periferna reda osnovne pacele);

visina 10 biljaka merena od površine zemljišta do vrha metlice, oko 30 dana nakon oplodnje;

prinos zrna sa 14% vlage obračunat na osnovu prinosa sa dva centralna reda osnovne parcele.

Ocenjeni i izmereni parametri statistički su obrađeni analizom varijanse, a značajnost razlika je testirana na osnovu testa najmanje značajne razlike (Hadživuković, 1973).

U maju i junu 1995. i 1997. godine, preovladavalo je humidnije i hladnije vreme u odnosu na isti period period 1996. godine, što može biti od značaja za usvajanje insekticida, brzinu razgradnje insekticida i herbicida i njihovu selektivnost prema kukuruzu.

Rezultati i diskusija

U ogledima su ustanovljene značajne razlike u selektivnosti ispitivanih herbicida u zavisnosti da li su primenjeni sa ili bez prethodne primene terbufosa. Ispitivani herbicidi ispoljili su dobru selektivnost prema hibridima kukuruza ukoliko im nije prethodila primena terbufosa. Primenom preporučenih količina herbicida, oštećenja biljaka u vreme prve ocene kretala su se od 0 do 6% u zavisnosti od hibrida, vremenskih uslova, herbicida i primenjene količine. Dvostruko uvećane količine herbicida, prouzrokovala su oštećenja biljaka jačeg

intenziteta (0–10%) u zavisnosti od herbicida i hibrida. Poredeći herbicide, nikosulfuron se pokazao selektivnijim od rimsulfurona i primisulfuron-metila. Prema vizuelnoj oceni, rimsulfuron u količini 30 g/ha je izazvao najveću inhibiciju porasta biljaka kukuruza (Tab. 3).

Tab. 3. Prva ocena fitotoksičnosti herbicida i terbufosa (%)

Tab. 3. The first assessment of herbicides and terbufos phytotoxicity (%)

Tretman Treatment	Količina Rate (kg/ha)	NS 375				NS 420				NS 640			
		1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}
Kontrola - Check	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Primisulfuron	0,03	1,8	0,0	0,0	0,6	1,8	0,0	2,8	1,5	1,8	0,0	2,5	1,4
Primisulfuron	0,06	6,3	0,0	4,5	3,6	7,5	0,0	6,5	4,7	7,5	0,0	5,8	4,4
Rimsulfuron	0,015	5,0	0,0	1,3	2,1	6,3	0,0	1,8	2,7	5,0	0,0	1,3	2,1
Rimsulfuron	0,03	7,5	0,0	4,0	3,8	10,0	1,3	4,5	5,3	8,3	0,0	5,0	4,4
Nikosulfuron	0,05	1,8	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1,3	0,4	0,0	0,0	1,3	0,4
Nikosulfuron	0,1	5,0	0,0	3,5	2,8	5,0	0,0	3,5	2,8	5,0	0,0	4,3	3,1
Terbufos	1,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,03	13,8	1,3	15,8	10,3	35,0	2,5	17,0	18,2	21,3	0,0	15,8	12,3
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,06	27,5	6,3	32,5	22,1	58,8	8,8	26,3	31,3	42,5	5,5	23,3	23,8
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,015	22,5	0,0	26,3	16,3	48,8	2,5	25,8	25,7	25,0	0,0	17,8	14,3
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,03	38,8	3,8	53,8	32,1	66,3	7,5	47,0	40,3	51,3	5,5	33,8	30,2
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,05	15,0	0,0	12,5	9,2	32,5	0,0	12,5	15,0	22,5	0,0	8,8	10,4
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,1	26,3	3,8	31,3	20,4	52,5	4,8	27,0	28,1	55,0	2,8	22,5	26,8
LSD 5%		5,4	5,7	9,4	4,0	6,4	7,9	8,7	4,4	6,7	2,6	7,1	3,3
LSD 1%		7,2	7,7	12,6	5,3	8,6	10,6	11,7	5,8	9,0	3,5	9,5	4,4

Mesec dana posle pojedinačne primene herbicida, utvrđena minorna oštećenja biljaka nisu ostavila negativne posledice na njihov dalji rast. Međutim, u slučaju prethodne primene terbufosa sa setvom, selektivnost herbicida se značajno promenila, a posebno u prvoj i trećoj godini ispitivanja. U pomenutim godinama, interakcija između ispitivanih sulfonilurea i terbufosa prouzrokovala je značajnu inhibiciju rasta biljaka kukuruza. Nakon 2–3 sedmice od primene herbicida, na biljkama su se manifestovali prepoznatljivi simptomi hloroze, pojave antocijan boje, delimične nekroze i deformacija novoformiranih listova, zaustavljanje rasta biljaka i pojava sekundarnih stabala („zaperaka“).

U vreme druge ocene fitotoksičnosti (4–5 nedelja posle primene herbicida), takođe je ustanovljena značajna inhibicija rasta biljaka usled interakcije ispitivanih herbicida i terbufosa. U zavisnosti od herbicida i primenjene količine, simptomi fitotoksičnosti su se manifestovali u vidu deformacija novoformiranih listova, naboranosti ivica listova, usporenog rasta i slepljivanja susednih listova. Kod tretmana sa oštećenjima biljaka jačeg intenziteta, inducirana je pojava

zaperaka, koji su preuzeli ulogu značajno oštećenih ili suvih primarnih stabala kukuruza.

Tab. 4. Druga ocena fitotoksičnosti herbicida i terbufosa (%)

Tab. 4. The second assessment of herbicides and terbufos phytotoxicity (%)

Tretman Treatment	Količina Rate (kg/ha)	NS 375				NS 420				NS 640			
		1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}
Kontrola - Check	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Primisulfuron	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Primisulfuron	0,06	0,0	0,0	3,0	1,0	1,8	0,0	3,0	1,6	5,0	0,0	1,5	2,2
Rimsulfuron	0,015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	2,0	0,0	0,0	0,7
Rimsulfuron	0,03	1,8	0,0	4,0	1,9	4,3	0,0	3,5	2,6	5,0	0,0	0,5	1,8
Nikosulfuron	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nikosulfuron	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,8	2,3	0,0	0,0	0,8
Terbufos	1,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,03	15,0	0,0	13,8	9,6	25,0	0,0	8,5	11,2	17,5	0,0	5,0	7,5
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,06	26,3	0,5	22,8	16,5	42,5	1,3	20,0	21,3	40,0	1,8	13,3	18,3
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,015	20,0	0,0	16,0	12,0	37,5	0,0	14,5	17,3	19,5	0,0	10,0	9,8
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,03	32,0	0,5	28,8	20,4	47,5	2,0	21,3	23,6	47,5	1,3	13,5	20,8
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,05	15,0	0,0	9,0	8,0	25,0	0,0	5,5	10,2	17,5	0,0	1,8	6,4
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,1	20,0	0,5	22,8	14,4	37,5	1,3	13,8	17,5	36,3	0,5	11,3	16,0
LSD 5%		4,1	2,5	7,1	2,8	4,0	4,3	6,8	2,9	4,2	3,6	5,1	2,5
LSD 1%		5,5	3,3	9,5	3,7	5,3	5,8	9,1	3,9	5,7	4,8	6,8	3,2

U 1995. godini, sva tri hibrida su se pokazala osjetljivim na interakciju ispitivanih herbicida i terbufosa, a redosled osjetljivosti bio je sledeći NS 420 < NS 640 < NS 375. U 1997. godini, najosetljiviji hibrid bio je NS 375, zatim NS 420, a najtolerantniji je bio NS 640. Prema trogodišnjem proseku vrednosti vizuelne ocene fitotoksičnosti, najosetljiviji hibrid bio je NS 420, dok su NS 375 i NS 640 ispoljili približnu tolerantnost na interakciju ispitivanih sulfonilurea i terbufosa. Tokom ispitivanja u prvoj i trećoj godini, uključujući trogodišnji prosek, dobijene su značajne razlike u intenzitetu fitotoksičnosti između pojedinih herbicida u interakciji sa terbufosom. Primena terbufosa sa setvom i naknadna primena 15 i 30 g/ha rimsulfurona, izazvali su jači intenzitet fitotoksičnosti od primene terbufosa sa 30 i 60 g/ha primisulfuron-metila i 50 i 100 g/ha nikosulfurona. Posmatrano u celini, primena sva tri ispitivana herbicida posle primene zemljišnog insekticida terbufos, prouzrokovala je značajna oštećenja biljaka kukuruza u odnosu na kontrolu i tretmana sa pojedinačnom primenom terbufosa (Tab. 3 i 4). Simptomi fitotoksičnosti su bili isti kod sva tri herbicida, dok su razlike postojale u intenzitetu oštećenja biljaka između herbicida, njihovih količina i hibrida kukuruza. Za razliku od pomenute dve godine, deficit kiše u početku vegetacije kukuruza u 1996. godini, usloveli su slabiju pojavu fitotoksičnosti herbicida. Prolazna fitotoksičnost herbicida u ovoj godini ustanovljena je kod

primene dvostruko uvećanih količina herbicida i prethodne primene terbufosa (Tab. 3 i 4).

Pojedinačne primene herbicida i pojedinačna primena terbufosa, nisu negativno uticali na svežu masu nadzemnog dela biljaka kukuruza. Međutim, kada je primeni ispitivanih sulfonilurea prethodila primena terbufosa, značajno je smanjena sveža masa biljaka u prvoj i trećoj godini ispitivanja. Usled interakcije, smanjenje mase biljaka u prvoj oceni u 1995. godini iznosilo je 7–24% kod hibrida NS 375, 21–43% kod NS 420 i 22–49% kod NS 640 (Tab. 5). Iste godine, u drugom merenju su se povećale razlike u masi biljaka između netretirane kontrole i tretmana sa kombinacijom sulfonilurea i terbufosa. U zavisnosti od herbicida i primenjene količine, razlike u masi u odnosu na netretiranu kontrolu su se kretale od 21 do 43% kod NS 375, 36–56% kod NS 420 i 23–56% kod NS 640 (Tab. 6). U 1997. godini je takođe ostvareno značajno smanjenje mase biljaka usled sinergizma ispitivanih herbicida i terbufosa, a razlike u odnosu na kontrolu u prvoj oceni bile su 3–28% kod hibrida NS 375, 16–38% kod NS 420 i 5–28% kod NS 640 (Tab. 5). U drugoj oceni nije zabeležen intenzivniji oporavak biljaka, na šta ukazuju razlike u masi između kombinacija sulfonilurea herbicidi + terbufos i kontrole. Ove razlike su bile 10–53% kod NS 375, 9–39% kod NS 420 i 9–38% kod NS 640 (Tab. 6). Najveće smanjenje mase biljaka kod sva tri hibrida kukuruza prouzrokovala je kombinacija terbufosa (1,25 kg/ha) i rimsulfurona (30 g/ha).

Tab. 5. Sveža masa biljaka (prvo merenje, g/biljci)

Tab. 5. Fresh plant weight (the first measurement, g/plant)

Tretman Treatment	Količina Rate (kg/ha)	NS 375				NS 420				NS 640			
		1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}
Kontrola - Check	-	115	231	161	171	123	244	176	173	133	269	172	184
Primisulfuron	0,03	112	270	189	190	117	208	177	167	125	236	167	176
Primisulfuron	0,06	104	258	182	181	122	215	169	169	119	246	169	178
Rimsulfuron	0,015	107	253	169	176	125	208	168	167	140	246	166	184
Rimsulfuron	0,03	105	232	174	170	113	216	170	166	124	240	174	179
Nikosulfuron	0,05	113	239	172	174	117	232	164	171	136	242	166	181
Nikosulfuron	0,1	110	272	170	184	124	220	164	169	116	232	167	172
Terbufos	1,25	126	263	175	188	134	224	158	167	136	282	178	195
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,03	108	227	156	164	96	214	148	153	98	217	163	159
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,06	88	258	129	158	83	183	109	125	79	248	124	150
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,015	99	256	119	158	83	182	131	132	95	220	130	148
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,03	94	251	116	154	70	214	120	134	68	273	138	160
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,05	123	220	141	161	97	213	142	151	104	241	144	163
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,1	99	232	125	152	74	219	128	140	70	270	148	163
LSD 5%		28	48	36	24	24	46	37	22	24	65	39	27
LSD 1%		38	65	48	32	33	62	50	29	33	87	52	36

Tab. 6. Sveža masa biljaka (drugo merenje, g/biljci)

Tab. 6. Fresh plant weight (the second measurement, g/plant)

Tretman Treatment	Količina Rate (kg/ha)	NS 375				NS 420				NS 640			
		1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}
Kontrola - Check	-	299	502	332	373	309	477	365	373	359	630	397	449
Primisulfuron	0,03	287	510	277	358	284	429	344	352	352	602	344	433
Primisulfuron	0,06	297	450	255	334	282	464	336	360	361	631	309	434
Rimsulfuron	0,015	288	516	328	377	316	431	333	360	335	584	342	420
Rimsulfuron	0,03	292	412	284	329	305	465	333	368	357	530	358	415
Nikosulfuron	0,05	319	477	279	358	305	469	336	370	350	553	372	425
Nikosulfuron	0,1	302	446	281	343	288	415	328	343	352	603	373	442
Terbufos	1,25	303	473	328	363	304	547	320	361	364	637	363	438
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,03	211	472	287	323	173	415	274	287	231	545	313	363
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,06	171	375	253	266	138	393	236	255	203	544	293	346
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,015	206	465	261	310	161	429	272	287	241	606	322	389
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,03	167	399	155	240	134	415	224	249	157	555	248	320
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,05	237	389	298	308	198	555	332	353	277	530	360	389
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,1	201	430	194	275	146	421	286	284	168	539	316	341
LSD 5%		50	94	84	47	46	101	65	45	53	113	64	52
LSD 1%		67	126	112	62	62	135	86	60	71	152	85	69

Ukupna visina biljaka se nije razlikovala između tretmana sa pojedinačnom primenom herbicida i netretirane kontrole. Međutim, smanjenje ukupne visine biljaka u odnosu na netretiranu kontrolu utvrđeno je kod pojedinih tretmana kod kojih je primeni herbicida prethodila primena terbufosa. Od momenta druge vizuelne ocene fitotoksičnosti do momenta merenja konačne visine biljaka, došlo je do značajnijeg oporavka biljaka. Iako je početna fitotoksičnost kod mnogih tretmana ostavila trajne negativne posledice na visinu biljaka (Tab. 7), razlike između netretirane kontrole i tretmana sa kombinacijom ispitivanih sulfonilurea i terbufosa, nisu bile izražene u istoj meri kao što je to bio slučaj sa vizuelnom ocenom fitotoksičnosti i nadzemnom masom biljaka u početnim fazama porasta kukuruza. Najveće smanjenje visine biljaka u odnosu na kontrolu (17%) ostvareno je na hibridu NS 640 u 1995. godini kod tretmana terbufos (1,25 kg/ha) + nikosulfuron (100 g/ha). Takođe, isti tretman iste godine je izazvao najveću razliku u visini biljaka u odnosu na kontrolu (14%) kod hibrida NS 420. Za razliku od prethodnih slučajeva, najveće smanjenje visine biljaka (9%) kod hibrida NS 375, prouzrokovala je kombinacija terbufos (1,25 kg/ha) + rimsulfuron (30 g/ha) u 1997. godini (Tab. 7). Navedene relativne vrednosti smanjenja visine biljaka ne mogu pouzdano poslužiti za rangiranje hibrida prema osetljivosti na interakciju ispitivanih sulfonilurea i terbufosa, jer je najznačajnije smanjenje visine biljaka izmereno kod hibrida koji poseduje najveću visinu biljaka. Visina biljaka posle oplodnje je dodatni parametar koji posle vizuelnih ocena fitotoksičnosti i mase biljaka, pokazuje u kojoj meri su se

biljke oporavile od početne fitotoksičnosti pojedinih tretmana unutar jednog hibrida.

Tab. 7. Visina biljaka (cm)

Tab. 7. Plant height (cm)

Tretman <i>Treatment</i>	Količina <i>Rate (kg/ha)</i>	NS 375				NS 420				NS 640			
		1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}
Kontrola - <i>Check</i>	-	255	242	221	240	266	248	232	249	290	272	253	272
Primisulfuron	0,03	253	251	218	241	270	237	233	247	293	269	255	272
Primisulfuron	0,06	255	232	216	234	259	239	231	243	291	269	257	273
Rimsulfuron	0,015	259	248	223	243	272	242	234	249	290	266	251	269
Rimsulfuron	0,03	254	231	220	235	258	240	229	243	280	261	250	264
Nikosulfuron	0,05	265	245	220	244	270	246	231	249	296	268	255	273
Nikosulfuron	0,1	252	256	219	243	260	253	229	247	290	276	249	272
Terbufos	1,25	255	237	227	240	261	239	237	245	286	275	254	272
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,03	249	246	214	236	244	236	227	236	272	272	248	264
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,06	243	244	211	232	229	228	226	228	261	261	247	257
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,015	250	243	215	236	239	218	224	227	253	262	247	254
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,03	235	234	203	224	232	233	216	227	242	266	237	248
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,05	250	239	212	234	246	243	230	240	272	262	250	261
Terbufos + nikosulfuron	1,25 + 0,1	239	244	203	229	227	225	223	225	240	261	250	250
LSD 5%		11	13	16	10	13	22	11	11	14	11	9	8
LSD 1%		14	17	22	14	17	29	14	15	19	14	12	11

Tretmani koji su zbog interakcije sulfonilurea i terbufosa prouzrokovali jači intenzitet fitotoksičnosti, smanjenje mase i visine biljaka, takođe su umanjili prinos zrna sva tri hibrida (Tab. 8). Najveće smanjenje prinosa zrna utvrđeno je u 1995. i 1997. godini, u slučajevima primene terbufosa i dvostruko uvećanih količina herbicida. Prema trogodišnjem proseku, najveće negativne posledice na prinos zrna hibrida NS 375 (22%) imala je kombinacija 1,25 kg/ha terbufosa i 30 g/ha rimsulfurona. Najveće smanjenje prinosa hibrida NS 420 podjednako su prouzrokovale dvostruko uvećane količine primisulfuron-metila (60 g/ha), nikosulfurona (100 g/ha) i rimsulfurona (30 g/ha) u kombinaciji sa terbufosom (22, 24 i 23%). Kod hibrida NS 640 najveće smanjenje prinosa (16%) izazvala je kombinacija terbufosa (1,25 kg/ha) i nikosulfurona (100 g/ha). Na osnovu ostvarenog prosečnog prinosa zrna, NS 420 je bio najosetljiviji hibrid na interakciju ispitivanih sulfonilurea i terbufosa. Poređenjem efekata preporučenih količina ispitivanih herbicida u kombinaciji sa terbufosom, najveće smanjenje prinosa ostvareno je kod tretmana sa rimsulfuronom (15 g/ha). Posmatrano po godinama, u odnosu na kontrolu, kombinacija terbufos (1,25 kg/ha) + rimsulfuron (15 g/ha) smanjila je prinos zrna hibrida NS 375 za 16, 4 i 18%, odnosno 29, 19 i 9% hibrida NS 420. Za razliku od prethodnih hibrida, prinos NS 640 je značajno bio smanjen pod uticajem prethodnog tretmana samo u 1995. godini (za 14% u odnosu na kontrolu). Od svih ispitivanih

kombinacija sulfonilurea i terbufosa, najveće smanjenje prinosa (42%) izazvala je kombinacija terbufos (1,25 kg/ha) + nikosulfuron (100 g/ha) kod hibrida NS 640 u 1995. godini. U naredne dve godine, isti tretman kod ovog hibrida nije umanjio prinos zrna.

Tab. 8. Prinos zrna (t/ha)

Tab. 8. Grain yield (t/ha)

Tretman <i>Treatment</i>	Količina <i>Rate (kg/ha)</i>	NS 375				NS 420				NS 640			
		1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}	1995	1996	1997	\bar{X}
Kontrola - <i>Check</i>	-	11,63	11,10	10,15	10,95	11,99	11,09	10,79	11,29	11,85	10,96	10,61	11,14
Primisulfuron	0,03	11,58	11,36	9,99	10,97	11,98	10,44	10,33	10,92	12,56	11,15	10,93	11,55
Primisulfuron	0,06	11,10	10,40	9,59	10,36	11,54	10,35	10,52	10,80	12,24	12,17	10,90	11,77
Rimsulfuron	0,015	10,81	10,86	9,43	10,37	12,03	10,28	10,53	10,95	12,49	11,42	11,59	11,83
Rimsulfuron	0,03	11,25	10,48	9,79	10,51	12,70	10,84	10,62	11,39	12,01	11,45	10,60	11,35
Nikosulfuron	0,05	11,71	10,90	10,11	10,90	11,75	11,16	10,20	11,04	11,46	11,25	11,51	11,41
Nikosulfuron	0,1	12,17	10,81	10,44	11,14	12,11	11,75	10,47	11,44	12,05	12,16	11,08	11,76
Terbufos	1,25	11,54	11,37	9,81	10,91	12,62	11,55	10,24	11,46	12,84	10,73	10,44	11,33
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,03	11,13	10,87	8,44	10,15	9,80	10,63	9,94	10,12	11,39	10,76	10,12	10,76
Terbufos + primisulfuron	1,25+0,06	10,16	10,93	7,95	9,68	7,97	9,44	9,11	8,84	10,14	11,24	10,38	10,59
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,015	9,72	10,64	8,35	9,57	8,47	8,96	9,78	9,07	10,23	11,85	10,63	10,91
Terbufos + rimsulfuron	1,25+0,03	9,52	9,96	6,05	8,51	7,23	9,80	8,62	8,55	8,80	11,62	9,71	10,04
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,05	10,46	10,26	8,96	9,89	9,44	9,50	9,95	9,63	11,21	10,73	10,83	10,93
Terbufos + nikosulfuron	1,25+0,1	9,28	10,68	8,42	9,46	7,21	10,29	8,61	8,71	6,92	10,82	10,32	9,35
LSD 5%		1,34	0,79	1,44	0,81	1,59	0,81	1,23	0,76	1,28	1,32	1,07	0,75
LSD 1%		1,79	1,06	1,92	1,07	2,13	1,09	1,65	1,00	1,72	1,76	1,43	0,99

Dobijeni rezultati potvrđuju različitu reakciju hibrida kukuruza prema sulfonilurea herbicidima u zavisnosti od genotipa, primene terbufosa i vremenskih uslova. U odsustvu terbufosa, ispitivani herbicidi su ispoljili zadovoljavajuću selektivnost prema hibridima kukuruza NS 375, NS 420 i NS 640. Nikosulfuron se pokazao selektivnijim od rimsulfurona i primisulfuron-metila, a hibrid NS 420 je u proseku bio osetljiviji prema ovim herbicidima od hibrida NS 375 i NS 640. U slučaju prethodne primene terbufosa, utvrđeno je povećanje intenziteta fitotoksičnosti pomenutih sulfonilurea prema kukuruza. Brojni autori potvrđuju povećanje fitotoksičnosti prethodno pomenutih sulfonilurea, zbog njihove interakcije sa terbufosom i inhibicije enzima odgovornih za detoksikaciju herbicida (Frazier i sar., 1993; Diehl i sar., 1995; Baerg i sar., 1996; Koeppe i sar., 2000).

Na osnovu ocena svih parametara u trogodišnjim ogledima, hibrid NS 420 je ispoljio najveću osetljivost na interakciju ispitivanih sulfonilurea i terbufosa. Iako je kod hibrida NS 640 jedan tretman izazvao najveće smanjenje prinosa zrna u prvoj godini ispitivanja, na osnovu prosečnih vrednosti ostvarenog prinosa zrna u trogodišnjim ogledima, on se pokazao kao najtolerantniji hibrid prema interakciji ispitivanih sulfonilurea i terbufosa. Trogodišnjim ispitivanjima

interakcije nikosulfurona, primisulfuron-metila i rimsulfurona sa terbufosom, potvrđuje se kompleksan karakter ove pojave, čije izostajanje i posledice je teško predvideti. Ipak, dobijene prosečne vrednosti ocenjivanih parametara iz trogodišnjih ispitivanja, ukazuju na visok rizik od pojave negativnih posledica u slučajevima primene ispitivanih sulfonilurea i terbufosa. Različitu reakciju hibrida kukuruza i njihovu povećanu osetljivost na interakciju primisulfuron-metila, nikosulfurona i rimsulfurona i terbufosa, takođe potvrđuju Ketchersid i sar. (1989); Holshouser i sar. (1991); Morton i sar. (1991); Stall i Bewick (1992) i Williams i Harvey (1996).

Presudan uticaj na ispoljavanje značajne sinergističke interakcije herbicida i terbufosa, imali su vremenski uslovi u periodu između primene pomenutih pesticida. Tokom 1995. i 1997. godine, povoljan raspored i količina padavina su uticali na aktiviranje terbufosa i samim tim na njegovo intenzivnije usvajanje. Najveći intenzitet fitotoksičnosti usled interakcije ispitivanih sulfonilurea i terbufosa dobijen je u prethodno pomenutim godinama, za šta su prvenstveno odgovorne padavine posle primene insekticida, a neposredno pre primene herbicida. Na ovu zakonitost ukazuju rezultati Morton i sar. (1991); Kapusta i Krausz (1992); Bailey i Kapusta (1994) i Diehl i Stoller (1995), koji ističu veliki značaj povećane vlažnosti zemljišta posle primene terbufosa, a pre primene herbicida na povećanje fitotoksičnosti sulfonilurea herbicida i smanjenje prinosa zrna kukuruza.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja uticaja zemljišnog insekticida terbufos na selektivnost sulfonilurea herbicida prema kukuruzu, mogu se doneti sledeći zaključci:

Selektivnost ispitivanih sulfonilurea herbicida prema kukuruzu zavisila je od hibrida, herbicida, primenjene količine, prethodne primene zemljišnog insekticida terbufos i vremenskih uslova.

U odsustvu terbufosa, herbicidi nikosulfuron, primisulfuron-metil i rimsulfuron su ispoljili zadovoljavajuću selektivnost prema ispitivanim hibridima kukuruza. Nikosulfuron se pokazao selektivnijim od rimsulfurona i primisulfuron-metila, a hibrid NS 420 je bio osetljiviji prema ovim herbicidima od hibrida NS 375 i NS 640.

Selektivnost ispitivanih sulfonilurea značajno je bila smanjena ukoliko je sa setvom primenjen insekticid terbufos. Prema prosečnim vrednostima vizuelne ocene fitotoksičnosti, najosetljiviji hibrid bio je NS 420, dok su NS 375 i NS 640 ispoljili približan nivo tolerantnosti na interakciju ispitivanih sulfonilurea i terbufosa.

Intenzitet fitotoksičnosti se razlikovao između pojedinih herbicida u interakciji sa terbufosom. Primena rimsulfurona sa terbufosom, izazvala je jači intenzitet fitotoksičnosti od kombinacije primisulfuron-metila i nikosulfurona sa terbufosom. Posmatrano u celini, primena sva tri ispitivana herbicida sa terbufosom, prouzrokovala je značajnu fitotoksičnost, smanjenje mase biljaka, visine biljaka i prinos zrna kod sva tri hibrida.

Najveći intenzitet fitotoksičnosti usled interakcije sulfonilurea i terbufosa, dobijen je u ogledima sa više padavina u periodu između primene insekticida i herbicida.

Rezultati naših ispitivanja ukazuju na veliki značaj genotipa i primene insekticida terbufos na selektivnost sulfonilurea herbicida prema kukuruzu u našim agroekološkim uslovima. Zbog nepredvidivosti posledica interakcije između sulfonilurea i pojedinih insekticida, potrebno je ograničiti njihovu zajedničku primenu u kukuruzu. Takođe, potrebno je dopunjavati postojeća saznanja novim informacijama, a posebno interakcijama novih herbicida i insekticida u našim agroekološkim uslovima.

Literatura

- Bailey, J. A., Kapusta, G. (1994): Soil insecticide and placement influence corn (*Zea mays*) tolerance to nicosulfuron. *Weed Technology*, 8: 598-606.
- Baerg, R. J., Barrett, M., Polge, N. D. (1996): Insecticide and Insecticide Metabolite Interactions with Cytochrome P450 Mediated Activities in Maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 55: 10-20
- Biediger, D. L., Baumann, P. A., Weaver, D. N., Chandler, J. M., Merkle, M. G. (1992): Interactions between primisulfuron and selected soil-applied insecticides in corn. *Weed Technology*, 6: 807-812
- Diehl, K. E., Stoller, E. W. (1995): Effect of simulated rainfall, insecticide formulation, and insecticide application method on the interaction between nicosulfuron and terbufos in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 9: 80-85
- Diehl, K. E., Taylor, S. L., Simpson, D. M., Stoller, E. W. (1995): Effect of soil organic matter on the interaction between nicosulfuron and terbufos in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 43: 306-311
- Diehl, K. E., Stoller, E. W. and M. Barrett (1995): In vivo and in vitro inhibition of nicosulfuron metabolism by terbufos metabolites in maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 51: 137-149
- Frazier, T. L., Nissen, S. J., Mortensen, D. A., Meinke, L. J. (1993): The influence of terbufos on primisulfuron absorption and fate in corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 41: 664-668
- Hadživuković, S. (1973): Statistički metodi s primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima. Radnički univerzitet "Radivoj Čirpanov", Novi Sad
- Holshouser, D. L., Chandler, J. M., Smith, H. R. (1991): The influence of terbufos on the response of five corn (*Zea mays*) hybrids to CGA-136872, *Weed Technology*, 5: 165-168
- Kapusta, G., Krausz, R. F. (1992): Interaction of terbufos and nicosulfuron on corn. *Weed Technology*, 6: 999-1003
- Ketchersid, M. L., Chandler, J. M., Merkle, M. G. (1989): Factors affecting the phytotoxicity of CGA-136872 to corn. *Proceedings of the Southern Weed Science Society of America*, 42: 271
- Koeppe, M. K., Hirata, C. M., Brown, H. M., Kenyon, W. H., O'Keefe, D. P., Lau, S. C., Zimmerman, W. T., Green, J. M. (2000): Basis of selectivity of the herbicide rimsulfuron in maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 66: 170-181
- Kreuz, K., Fonne-Pfister, R. (1992): Herbicide-Insecticide Interaction in Maize: Malathion Inhibits Cytochrome P450-Dependent Primisulfuron Metabolism. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 43: 232-240
- Morton, C. A., Harvey, R.G., Kells, J. J., Lueschen, W. E., Fritz, V. A. (1991): Effect of DPX-V9360 and terbufos on field and sweet corn under three environments. *Weed Technology*, 5: 130-136
- Stall, W. M., Bewick, T. A. (1992): Sweet corn cultivars respond differentially to the herbicide nicosulfuron. *HortScience*, 27: 131-133.
- Williams, B.J., Harvey, R.G. (1996): Nicosulfuron tolerance in sweet corn (*Zea mays*) as affected by hybrid, rootworm insecticide, and nicosulfuron treatment. *Weed Technology*, 10: 488-494

INFLUENCE OF SOIL APPLIED INSECTICIDE TERBUFOS ON SELECTIVITY OF SULFONYLUREA HERBICIDES TOWARDS MAIZE

Goran Malidža¹, Ibrahim Elezović², Vaskrsija Janjić³, Sava Vrbničanin²

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad;

²Faculty of Agriculture, Belgrade;

³Institute for Pesticides and Environmental Protection, Zemun-Belgrade

Summary: A three-year field trial was set up to study the effect of the soil insecticide terbufos on the selectivity of primisulfuron-methyl, rimsulfuron, and nicosulfuron towards three maize hybrids. The use of primisulfuron-methyl, rimsulfuron, and nicosulfuron after the application of the soil insecticide terbufos resulted in significant plant damage and a decrease of the above-ground plant weight and height, plant height and grain yield in three maize hybrids. The most susceptible hybrid was NS 420, while NS 375 and NS 640 exhibited approximately the same levels of tolerance towards the interaction between terbufos and the sulfonylureas. The highest levels of phytotoxicity resulting from the terbufos by sulfonylurea interaction were observed in the treatments with the most precipitation after the application of the insecticide and just before that of the herbicide.

Key words: sulfonylurea herbicides, maize, phytotoxicity, interaction, insecticides, terbufos