

Osetljivost kukuruza na interakciju sulfonilurea herbicida i zemljišnih insekticida

Goran Malidža¹, Ibrahim Elezović², Vaskrsija Janjić³, Sava Vrbničanin²

¹ Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

² Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija

³ Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Banatska 31 b, 11080 Beograd, Srbija

REZIME

U poljskim uslovima ispitivana je interakcija između sulfonilurea herbicida primisulfuron-metila, rimsulfurona, nikosulfurona, tifensulfuron-metila i prosulfurona sa zemljišnim insekticidima terbufos, forat, malation + fenitrotion, karbofuran i karbosulfan. Najveći intenzitet fitotoksičnosti usled interakcije bio je u ogledima sa više padavina posle primene insekticida, a neposredno pre primene herbicida. Interakcija nije potvrđena u slučajevima primene zemljišnih insekticida karbosulfan, karbofuran, kombinacije malation + fenitrotion sa setvom i herbicida primisulfuron-metil, rimsulfuron, nikosulfuron, tifensulfuron-metil i prosulfuron posle nicanja kukuruza. Međutim, značajna fitotoksičnost na biljkama kukuruza bila je u slučajevima primene insekticida terbufos i forat sa herbicidima primisulfuron-metil, rimsulfuron, nikosulfuron i tifensulfuron-metil. Prosulfuron je bio jedini predstavnik ispitivanih sulfonilurea koji nije izazavao značajnu fitotoksičnost prema kukuruzu u slučajevima zajedničke primene sa terbufosom i foratom.

Ključne reči: Sulfonilurea herbicidi; kukuruz; fitotoksičnost; interakcija; insekticidi

UVOD

Zbog različitog mehanizma delovanja, herbicidi i insekticidi deluju na gajene biljke uglavnom nezavisno jedan od drugog. Međutim, pri određenim okolnostima tolerantnost biljaka prema jednom pesticidu može biti značajno izmenjena prisustvom drugog pesticida. Chample i sardnici (1982) navode primer gde je folijarna primena bentazona sa organofosforinim insekticidima malation, paration i diazinon prouzrokovala značajnu fitotoksičnost na soji i pasulju. Slična pojava interakcije između propanila i parationa je potvrđena kod pirinča, a oštećenja biljaka povezana su sa inhibicijom enzima koji je odgovoran za detoksifikaciju propanila

(El-Refai i Movafy, 1973). Pojedini insekticidi iz grupe karbamata inhibiraju detoksikaciju monurona u pamuku, pojačavajući njegovu fitotoksičnost (Swanson, 1964). Nasuprot prethodnim autorima i negativnom delovanju insekticida, prema Ferhatoglu i saradnika (2005) primenom forata može se značajno umanjiti fitotoksičnost klomazona prema pamuku. Kod soje je potvrđen sinergizam tifensulfuron-metila i organofosforinih insekticida. Folijarna primena tifensulfuron-metila sa karbarilom, hlörpirifosom, malationom i metomilom, prouzrokuje jači intenzitet fitotoksičnosti na soji u odnosu na njihovu pojedinačnu primenu (Ahrens, 1990; Ahrens i Panaram, 1997).

Zbog ekonomskog značaja sulfonilurea i insekticida kod kukuruza, najveća pažnja posvećena je njihovoj interakciji kod ove biljne vrste. Takođe, najviše primera interakcije između pojedinih sulfonilurea herbicida i organofosforinih insekticida opisano je kod kukuruza (Kapusta i Krausz, 1992; Morton i sar., 1991, 1993, 1994; Kreuz i Fonne-Pfister, 1992; Diehl i sar., 1995; Baerg i sar., 1996; Siminszky i sar., 1995; Koeppe i sar., 2000). U domaćim literaturnim izvorima, takođe se navode primeri interakcije pojedinih sulfonilurea i terbufosa (Malidža i sar., 1996) i ograničenja u vezi sa primenom pojedinih sulfonilurea sa organofosforinim insekticidima (Janjić i Elezović, 2008).

U slučaju sinergističke interakcije između pojedinih sulfonilurea herbicida i pojedinih insekticida u kukuruзу, objašnjenje ove pojave nalazi se u zajedničkom enzimatskom sistemu odgovornom za njihovu razgradnju. Ukoliko je insekticid prisutan u biljci kukuruza u dovoljnoj koncentraciji da inhibira enzime odgovorne za procese prve faze metabolizma sulfonilurea, dolazi do usporavanja detoksikacije herbicida i nagomilavanja u toksičnoj koncentraciji u biljci. Citohrom P450 oksidaze u biljkama katališu prvu fazu metabolizma velikog broja pesticida, uključujući brojne sulfonilurea herbicide i insekticide (Moreland i sar., 1993; Werck-Reichhart, 1995). 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. Dokazano je da pojedini organofosforini insekticidi i karbamati inhibiraju *in vitro* hidrosilaciju nikosulfurona u kukuruзу (Kreuz i Fonne-Pfister, 1992; Diehl i sar., 1995; Baerg i sar., 1996; Koeppe i sar., 2000). Inhibiciju hidrosilacije nikosulfurona u mikrozomima kukuruza u prisustvu terbufosa, potvrdili su Diehl i saradnici (1995). Prema Baerg i saradnicima (1996) fonofos i malation su bili jači inhibitori hidrosilacije nikosulfurona od terbufosa, forata, karbofurana, hlörpirifosa i karbarila u ogledima *in vitro*, dok permetrin nije inhibirao prvu fazu metabolizma nikosulfurona. Slični rezultati dobijeni su u ogledima sa drugim herbicidima, kao što su slučajevi inhibitornog delovanja malationa na hidrosilaciju primisulfuron-metila *in vivo* i *in vitro* (Kreuz i Fonne-Pfister, 1992) i terbufosa na hidrosilaciju rimsulfurona u klijancima kukuruza (Koeppe i sar., 2000). Da bi se opisala priroda ovog fenomena, odnosno da je inhibicija citohroma P450 ključna u usporavanju brzine metabolizma sulfonilurea herbicida, bilo je potrebno ispitati brzinu metabolizma pojedinih herbicida u prisustvu više inhibitora i aktivatora. Supstance koje prouzrokuju najjaču inhibiciju citohroma P450 u ogledima *in vitro* ne znači da u interakciji sa herbicidom prouzrokuju najjača oštećenja biljaka u poljskim uslovima. Malation usporava metabolizam primisulfuron-metila inhibicijom citohroma P450

i umanjuje tolerantnost kukuruza prema ovom herbicidu. Međutim, metabolit malationa – malaokson, ne utiče na metabolizam primisulfuron-metila (Kreuz i Fonne-Pfister, 1992).

Interakcija između nekih sulfonilurea i organofosfornih insekticida u kukuruзу je kompleksna pojava, koja zavisi od velikog broja klimatskih i edafskih činilaca, osobina insekticida i načina njihove primene, herbicida i nasledne osnove hibrida kukuruza. Kapusta i Krausz (1992) i Morton i saradnici (1991) ističu značaj povećane vlažnosti zemljišta u smanjenju prinosa kukuruza, usled interakcije terbufosa primenjenog sa setvom i nikosulfurona primenjenog posle nicanja. U vezi sa prethodnim, Bailey i Kapusta (1994) ističu da je u intenzitetu oštećenja biljaka i smanjenju prinosa zrna, vlažnost zemljišta u vreme primene herbicida od većeg značaja nego faza porasta kukuruza.

Sadržaj organske materije u zemljištu ima takođe veliki značaj za ispoljavanje interakcije između pojedinih sulfonilurea herbicida i zemljišnih organofosfornih insekticida. Kao primer navodi se da je adsorpcija terbufosa na česticama organske materije zemljišta veoma značajna i da utiče na dinamiku i količinu koju će usvojiti biljke (Felsot i Dahm, 1979). U vezi sa ovim, stepen oštećenja biljaka kukuruza usled sinergističke interakcije, značajno može biti određen ovim činiocem, jer na zemljištima sa manjim sadržajem organske materije, biljke mogu da usvoje više insekticida u odnosu na biljke uzgajane na zemljištima sa manjim sadržajem organske materije. Prema rezultatima Diehl i sardnika (1995) primena terbufosa u brazde na zemljištima od 1-5% organske materije i naknadnom primenom nikosulfurona, prouzrokovalo je značajniju inhibiciju porasta biljaka kukuruza na zemljištu sa manjim sadržajem organske materije. Takođe, terbufos je uticao na smanjenje depozita epikutikularnog voska na listovima kukuruza na zemljištu sa manje organske materije, čime se prema prethodnim autorima indirektno pospešuje usvajanje nikosulfurona.

Način primene insekticida takođe utiče na intenzitet oštećenja biljaka i smanjenje prinosa zrna kukuruza. Primenom organofosfornih insekticida terbufos, disulfoton, forat, fonofos i isazofos u brazde sa setvom, a herbicida primisulfuron-metil posle nicanja, nastaju oštećenja lista i korena, smanjenje visine biljaka i prinosa zrna kukuruza. Međutim, interakcija nije zabeležena ukoliko je isti herbicid bio primenjen posle hlorporifosa, diazinona, karbofurana, teflutrina i karbarila (Biediger i sar., 1992; Reynolds i sar., 1991). Iako prema Baergu i sardnika (1996) karbofuran i karbaril inhibiraju hidrosilaciju nikosulfurona *in vitro*, Biediger i saradnici (1992) nisu potvrdili interakciju ovih pesticida u poljskim uslovima. Takođe, oštećenja biljaka proukovanana primenom organofosfornog insekticida tebupirimifosa sa nikosulfuronom i primisulfuron-metilom bila su zanemarljiva u odnosu na interakciju pomenuatih herbicida sa terbufosom (Kroll i sar., 1996).

Literaturni izvori ukazuju na složenost problematike selektivnosti sulfonilurea prema kukuruзу, a posebno u slučajevima uzajamnog dejstva sulfonilurea herbicida i organofosfornih insekticida. Brojna prethodna istraživanja dala su veliki doprinos u upoznavanju sa osnovnim mehanizmima nastanka ove interakcije. Kada je u pitanju interakcija pesticida sa štetnim posledicama po gajenu biljku i na čije ispoljavanje utiče mnoštvo činilaca, potrebno je istaći značaj budućih ispitivanja i potrebu dopunjavanja postojećih saznanja sa novim informacijama u našim agroekološkim uslovima.

MATERIJAL I METODE

Ispitivano je postojanje interakcije između pet herbicida iz grupe sulfonilurea (nikosulfuron, primisulfuron-metil, rimsulfuron, tifensulfuron-metil i prosulfuron) sa insekticidima iz grupa organofosfata (terbufos, forat, malation + fenitrotion) i karbamata (karbosulfan i karbofuran) radi ukazivanja na posledice i mogućnosti njihove zajedničke primene u kukuruзу (Tabela 1). Ova ispitivanja izvedena su tokom dve godine (1996. i 1997.) na dva lokaliteta (Rimski Šančevi i Srbobran).

Ogledi su bili postavljeni po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja i površinom osnovne parcele 14 m². U ogledima su primenjene uobičajene agrotehničke mere za proizvodnju merkantilnog kukuruza, a osim ispitivanih herbicida i insekticida, nisu primenjivani drugi pesticidi. Setva hibrida NS 420 obavljena je ručno u optimalnom agrotehničkom roku. Prethodno su u pravcu pružanja redova kukuruza, napravljene brazde (širine oko 10 cm i dubine oko 8 cm) na rastojanju 70 cm, u kojima su primenjeni insekticidi. Insekticidni preparati u obliku granula primenjeni su ručno, a tečne formulacije prskalicom tipa Solo (sa jednim rasprskivačem tip TeeJet XR11003) na celoj površini brazde. Potom je nanešen sloj zemljišta oko 2-3 cm, na koji je na 12,5 cm rastojanja raspoređeno seme, a potom su brazde u potpunosti pokrivenne zemljištem. 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). Da bi se eliminisao negativni uticaj korova, obavljene su dve međuredne obrade i okopavanja. Herbicidi su primenjeni u preporučenim količinama posle nicanja u fazi 4-6 listova kukuruza, odnosno 14-16 BBCH skale (Tabela 2). Primena herbicida je obavljena leđnom prskalicom tipa Solo (sa rasprskivačima TeeJet XR11003 i radnim zahvatom 2 m) uz radni pritisak 2 bara i utrošak 300 L/ha vode.

Tabela 1. Ispitivani herbicidi i insekticidi

Table 1. Investigated herbicides and insecticides

Herbicidi Herbicides	Preparat Product	Količina aktivne materije (g/ha) Rate of active ingredient (g/ha)	Količina preparata po ha Product rate per ha
Kontrola - Check	-	-	-
Primisulfuron-metil	Tell 75-WG*	30	40 g
Rimsulfuron	Tarot 25-WG**	15	60 g
Nikosulfuron	Motivell	50	1,25 L
Tifensulfuron-metil	Harmony 75-WG**	11,25	15 g
Prosulfuron	Peak 75-WG*	15	20 g
Insekticidi - Insecticides			
Kontrola - Check	-	-	-
Terbufos	Counter G-5	1250	25 kg
Malation+fenitrotion	Galition G-5	75+1175	25 kg
Forat	Timet G-5	1250	25 kg
Karbofuran	Furadan 350-F	2100	6 L
Karbosulfan	Posse 25-EC	1000	4 L

* Primenjen uz dodatak 0,1% nejonskog okvašivača Extravon (1000 g/L etoksi-oktilfenol)

** Primenjen uz dodatak 0,1% nejonskog okvašivača Citowett (1000 g/L etoksilirani alkilfenol)

U oglecima su ocenjivani i mereni sledeći parametri:

- vizuelna ocena fitotoksičnosti herbicida na osnovu skale od 0-100% (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 parcele.
- 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.

Tabela 2. Osnovni podaci o oglecima
Table 2. Main information about trials

Godina: Year:	1996		1997	
Lokalitet: Location:	Rimski šančevi	Srbobran	Rimski šančevi	Srbobran
Predusev: Previous crop:	Soja Soybean	Kukuruz Maize	Jara pšenica Spring wheat	Ozima pšenica Winter wheat
Datum setve i primene insekticida: Date of sowing and insecticide application:	24.04.	26.04.	03.05.	07.05.
Datum primene herbicida: Date of herbicide application:	24.05.	31.05.	09.06.	10.06.
Faza kukuruza u momentu primene herbicida (po BBCH skali): Maize growth stage (BBCH):	15	14-16	15-16	15-16
Datum prve ocene fitotoksičnosti i merenja nadzemne mase biljaka: Date of the 1st evaluation of crop injury and measurement of aboveground biomass:	17.06.	14.06.	25.06.	28.06.
Datum druge ocene fitotoksičnosti i merenja nadzemne mase biljaka: Date of the 2nd evaluation of crop injury and measurement of aboveground biomass:	11.07.	29.06.	11.07.	21.07.
Datum berbe: Date of harvest:	24.10.	18.10.	24.10	01.11.

Tabela 3. Osobine zemljišta (0-30 cm)
Table 3. Soil properties (0-30 cm)

Osobine zemljišta Soil properties	Rimski šančevi		Srbobran	
	1996	1997	1996	1997
pH (KCl)	7,12	7,23	7,24	7,36
pH (H ₂ O)	7,96	7,93	7,90	8,04
CaCO ₃ (%)	6,33	8,44	11,40	13,51
Humus (%)	2,31	2,31	3,31	3,13
N (%)	0,15	0,15	0,22	0,16
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	19,2	17,6	54,2	17,7
K ₂ O (mg/100 g)	17,5	17,5	36,0	17,0
CEC (meq/100 g)	31,25	32,50	32,50	32,50

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

Tokom prve dve dekade aprila 1996. godine, preovladavalo je hladnije i vlažnije vreme, što je pomerilo rok setve kukuruza. Prve dve dekade maja odlikovale su se višim temperaturama, dok je treća dekada bila hladnija od višegodišnjeg proseka. U prve dve dekade juna, zabeležene su više temperature i deficit padavina u poređenju sa višegodišnjim prosekom. Međutim, zahvaljujući rezervama vlage iz maja, visoke majske i junske temperature uticale su na intenzivan porast biljaka kukuruza. Tokom juna meseca preovladavalo je toplo vreme, sa znatno manjim količinama padavina od višegodišnjeg proseka. Posmatrano u celini, u julu su bili povoljni toplotni uslovi, praćeni izraženim deficitom padavina u prvoj dekadi i suficitom padavina u drugoj i trećoj dekadi. Glavna odlika vegetacionog perioda 1997. godine bilo je značajno hladnije vreme od višegodišnjeg proseka. U aprilu je zabeleženo znatno hladnije vreme od uobičajenog, sa prosečnim temperaturama koje nisu prelazile 10°C. Hladan april odlikovao se i izuzetno vlažnim vremenom, što je imalo za posledicu pomeraanje datuma setve kukuruza. Nasuprot aprilu, maj se odlikovao hladnijim i suvljim vremenom od prosečnog. Iako su prva i druga dekada bile toplije, treća dekada je bila značajno hladnija od proseka. Sredinom maja temperature vazduha su bile na nivou letnjih meseci, omogućujući za kratko vreme ubrzan porast kukuruza. Međutim, brzo je usledio period usporenog porasta, jer su pojedinih dana treće dekade minimalne temperature vazduha padale ispod 10°C. Istovremeno sa kolebanjima temperature vazduha, u maju je zabeležen značajan deficit padavina, što je značajno iscrpelo zemljišne rezerve vlage. Vreme u junu je bilo toplije i suvlje od uobičajenog. Prva dekada juna je bila hladnija, za razliku od naredne dve značajno toplije dekade od proseka. Takođe i u junu je registrovan deficit padavina u odnosu na višegodišnji prosek. Za razliku od prethodna dva meseca, učestale kiše u julu ublažile su nepovoljne uslove u prethodnom periodu. Jul se odlikovao prosečno nižom srednjom dnevnom temperaturom vazduha i suficitom padavina u odnosu na višegodišnji prosek (128,4 mm).

REZULTATI

Sinergistička interakcija i fitotoksičnost herbicida nisu potvrđeni u slučajevima primene insekticida karbosulfan, karbofuran, kombinacije malation + fenitrotion i ispitivanih sulfonilurea herbicida. Međutim, značajna fitotoksičnost na biljkama kukuruza ustanovljena je u slučajevima zajedničke primene herbicida primisulfuron-metil, rimsulfuron, nikosulfuron i tifensulfuron-metil sa insekticidima terbufos i forat. Prosulfuron je bio jedini predstavnik ispitivanih sulfonilurea koji nije izazvao jači intenzitet fitotoksičnosti u slučajevima zajedničke primene sa sinergistima terbufosom i foratom.

Vremenski uslovi u periodu pre i posle primene herbicida, značajno su uticali na intenzitet fitotoksičnosti usled interakcije sa terbufosom i foratom. U oba ogleda izvedena tokom 1996. godine, primisulfuron-metil, rimsulfuron, nikosulfuron i tifensulfuron-metil su ispoljili jači intenzitet fitotoksičnosti kada je njihovoj primeni prethodila primena terbufosa i forata

(Tabele 4 i 5). Primena ostalih insekticida nije imala značajan uticaj na povećan intenzitet fitotoksičnosti ispitivanih herbicida. Za razliku od prethodno pomenutih herbicida, primena ispitivanih insekticida nije uticala na promenu selektivnosti prosulfurona. Na lokalitetu Rimski Šančevi, ispitivani herbicidi i njihove kombinacije sa zemljišnim insekticidima, nisu ispoljili negativan uticaj na svežu masu i visinu biljaka kukuruza. Međutim, značajno smanjenje prinosa u odnosu na netretiranu kontrolu bilo je kod kombinacija terbufos + rimsulfuron (14,3%), terbufos + tifensulfuron-metil (21,1%) i forat + tifensulfuron-metil (14,8%) (Tabela 4). U istoj godini na lokalitetu Srbobran, slična zakonitost i značajno smanjenje prinosa u

Tabela 4. Uticaj zemljišnih insekticida na selektivnost sulfonilurea herbicida prema kukuruzu (lokalitet Rimski Šančevi, 1996)

Table 4. Effect of soil-incorporated insecticides on the selectivity of sulfonilurea herbicide for maize (Rimski Šančevi locality, 1996)

Insekticid Insecticide	Herbicide Herbicide	OF I* (%)	OF II (%)	SVM I (g/biljci (g/plant)	SVM II (g/biljci (g/plant)	VB (cm)	Prinos zrna Grain yield (t/ha)
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	228,0	552,7	252,3	11,44
Terbufos	Bez herbicida	0,0	0,0	206,0	524,7	255,8	10,69
Malation+fenitrotion	Without herbicides	0,0	0,0	193,7	530,3	257,6	10,66
Forat		0,0	0,0	192,0	581,0	262,0	11,68
Karbofuran		0,0	0,0	201,7	524,0	262,7	10,89
Karbosulfan		0,0	0,0	197,0	521,3	266,8	10,28
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	198,3	549,0	260,6	11,57
Terbufos	Primisulfuron-metil	4,0	1,3	196,3	586,0	257,7	10,92
Malation+fenitrotion	Primisulfuron-methyl	0,7	0,0	230,7	592,3	258,1	11,20
Forat	(30 g/ha)	3,0	1,3	225,0	544,3	249,4	10,76
Karbofuran		0,0	0,0	227,3	599,0	256,5	11,56
Karbosulfan		0,0	0,0	211,0	575,3	263,2	10,94
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	220,0	601,0	253,3	11,22
Terbufos	Rimsulfuron	3,0	1,3	189,0	585,0	259,2	9,80
Malation+fenitrotion	(15 g/ha)	0,0	0,0	236,3	566,0	260,7	10,34
Forat		4,0	1,3	194,3	599,7	260,6	11,13
Karbofuran		0,7	0,0	211,0	620,7	265,4	10,88
Karbosulfan		0,0	0,0	200,3	558,0	262,6	11,19
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	254,0	616,7	246,4	11,63
Terbufos	Nikosulfuron	3,0	0,7	248,3	630,3	261,9	10,63
Malation+fenitrotion	Nicosulfuron	0,0	0,0	221,7	619,0	262,5	11,51
Forat	(50 g/ha)	3,0	0,3	206,3	598,7	263,9	12,08
Karbofuran		0,7	0,0	242,7	633,3	262,7	11,28
Karbosulfan		0,0	0,0	249,3	642,0	266,7	11,88
Bez insekticida Without insecticides		0,7	0,0	216,0	613,3	244,5	10,45
Terbufos	Tifensulfuron-metil	6,0	0,7	210,3	514,3	247,8	9,03
Malation+fenitrotion	Thifensulfuron-methyl	0,7	0,0	234,0	652,0	263,7	11,50
Forat	(11,25 g/ha)	4,0	0,7	190,7	513,3	254,9	9,75
Karbofuran		0,7	0,0	216,0	597,7	253,4	10,98
Karbosulfan		0,0	0,0	224,7	559,0	261,3	10,30

Insekticid Insecticide	Herbicid Herbicide	OF I* (%)	OF II (%)	SVM I (g/biljci) (g/plant)	SVM II (g/biljci) (g/plant)	VB (cm)	Prinos zrna Grain yield (t/ha)
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	265,0	624,0	252,0	10,86
Terbufos	Prosulfuron (15 g/ha)	0,0	0,0	203,7	594,0	256,9	10,61
Malation+fenitrotion		0,0	0,0	276,0	593,7	265,2	11,47
Forat		0,0	0,0	226,7	594,7	261,0	11,62
Karbofuran		0,0	0,0	258,3	574,3	261,1	12,37
Karbosulfan		0,0	0,0	268,0	602,7	267,6	11,52
LSD 5%		1,5	0,9	63,6	111,6	12,6	1,18
LSD 1%		2,0	1,1	84,4	148,2	16,7	1,57

OF I* – prva ocena fitotoksičnosti (OF I - the first assessment of crop injury), OF II – druga ocena fitotoksičnosti (OF II - the second assessment of crop injury), SVM I i II - prvo i drugo merenje sveže mase nadzemnog dela biljaka (SVM I and SVM II – The first and second measurement of aboveground plant biomass), VB – visina biljke (VB - plant height).

Tabela 5. Uticaj zemljišnih insekticida na selektivnost sulfonilurea herbicida prema kukuruzu (lokalitet Srbobran, 1996)

Table 5. Effect of soil-incorporated insecticides on the selectivity of sulfonylurea herbicide for maize (Srbobran locality, 1996)

Insekticid Insecticide	Herbicid Herbicide	OF I* (%)	OF II (%)	SVM I (g/biljci) (g/plant)	SVM II (g/biljci) (g/plant)	VB (cm)	Prinos zrna Grain yield (t/ha)
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	237,0	643,3	265,9	11,19
Terbufos	Bez herbicida Without herbicides	0,0	0,0	213,3	630,7	272,4	11,55
Malation+fenitrotion		0,0	0,0	216,0	663,3	267,2	10,50
Forat		0,0	0,0	208,3	604,0	269,1	10,77
Karbofuran		0,0	0,0	198,3	590,0	275,6	10,50
Karbosulfan		0,0	0,0	208,7	634,3	273,8	10,96
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	213,0	640,7	259,1	11,19
Terbufos	Primisulfuron-metil Primisulfuron-methyl (30 g/ha)	4,0	1,3	185,0	582,7	260,5	11,29
Malation+fenitrotion		0,0	0,0	216,7	601,3	256,5	10,09
Forat		5,0	1,3	201,0	552,0	258,6	10,43
Karbofuran		0,0	0,0	213,7	581,7	263,1	10,48
Karbosulfan		0,0	0,0	207,3	574,0	263,0	10,31
Bez insekticida Without insecticides		0,7	0,0	218,0	635,0	267,8	11,29
Terbufos	Rimsulfuron (15 g/ha)	6,0	3,0	192,0	691,0	257,1	9,51
Malation+fenitrotion		1,3	0,0	225,7	623,3	263,5	10,01
Forat		7,7	2,0	182,3	604,3	261,1	9,81
Karbofuran		0,7	0,0	218,3	606,3	266,4	10,10
Karbosulfan		1,3	0,0	191,7	580,7	267,6	10,51
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	239,7	637,7	265,0	11,86
Terbufos	Nikosulfuron Nicosulfuron (50 g/ha)	3,7	0,7	231,3	581,3	260,2	10,30
Malation+fenitrotion		1,0	0,0	227,0	576,7	262,4	10,37
Forat		6,0	1,0	208,7	622,3	262,8	10,39
Karbofuran		0,0	0,0	243,8	601,3	265,8	10,85
Karbosulfan		0,0	0,0	213,0	577,7	266,3	10,64

Insekticid Insecticide	Herbicid Herbicide	OF I* (%)	OF II (%)	SVM I (g/biljci) (g/plant)	SVM II (g/biljci) (g/plant)	VB (cm)	Prinos zrna Grain yield (t/ha)
Bez insekticida Without insecticides		2,0	0,0	207,7	670,0	261,3	11,59
Terbufos	Tifensulfuron-metil	8,3	2,3	189,3	565,0	258,4	10,02
Malation+fenitrotion	Thifensulfuron-methyl	3,0	0,0	209,0	588,3	251,6	10,07
Forat	(11,25 g/ha)	9,3	2,0	195,3	571,3	254,2	9,66
Karbofuran		2,3	0,0	204,7	569,0	257,9	10,55
Karbosulfan		0,7	0,0	199,0	582,3	258,3	10,17
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	226,3	629,3	268,2	11,36
Terbufos	Prosulfuron	0,0	0,0	203,0	666,3	257,1	10,05
Malation+fenitrotion	(15 g/ha)	0,7	0,0	227,0	618,3	261,8	9,89
Forat		0,7	0,0	212,3	668,3	254,9	10,36
Karbofuran		0,7	0,0	219,3	614,7	261,1	9,94
Karbosulfan		0,0	0,0	207,0	672,0	261,5	10,27
LSD 5%		2,0	1,0	36,4	127,5	19,3	1,35
LSD 1%		2,6	1,3	48,4	169,2	25,6	1,79

OF I* – prva ocena fitotoksičnosti (OF I - the first assessment of crop injury), OF II – druga ocena fitotoksičnosti (OF II - the second assessment of crop injury), SVM I i II - prvo i drugo merenje sveže mase nadzemnog dela biljaka (SVM I and SVM II – The first and second measurement of aboveground plant biomass), VB – visina biljke (VB - plant height).

odnosu na netretiranu kontrolu, ostvareno je kod tretmana: terbufos + rimsulfuron (15,0%), forat + rimsulfuron (12,3%) i forat + tifensulfuron-metil (13,7%). Rezultati prvog merenja mase biljaka potvrdili su smanjenje vrednosti ovog parametra u odnosu na kontrolu kod kombinacija: terbufos + primisulfuron-metil (22%), terbufos + rimsulfuron (19,0%), forat + rimsulfuron (23,1%), terbufos + tifensulfuron-metil (20,1%) i forat + tifensulfuron-metil (17,6%). Kod prethodno pomenutih tretmana, fitotoksičnost je bila značajna i u vreme druge ocene, ali bez uticaja na masu biljaka u drugom merenju i visinu biljaka (Tabela 4).

Od svih oglada, posebno zaslužuje da se izdvoji ogled na lokalitetu Rimski Šančevi u 1997. godini, a u kojem je ostvaren najveći intenzitet fitotoksičnosti usled interakcije pojedinih sulfonilurea i insekticida. Deset dana pre primene herbicida preovladavalo je hladnije vreme sa učestalim kišama, a posle primene herbicida usledio je period sa izrazito visokim temperaturama vazduha. Pomenuti uslovi su potencirali pojavu značajnih oštećenja biljaka kukuruza usled interakcije većine ispitivanih sulfonilurea sa terbufosom i foratom (Tabela 6). U ovom ogledu, pojedinačne primene ispitivanih herbicida i insekticida, nisu značajno umanjile masu nadzemnog dela biljaka, visinu i prinos zrna u odnosu na kontrolu. Međutim, primena primisulfuron-metila, rimsulfurona, nikosulfurona i tifensulfuron-metila u kombinaciji sa terbufosom, prouzrokovali su smanjenje mase biljaka u odnosu na kontrolu bez primene terbufosa i herbicida za 44,1, 51,7, 36,9 i 42,9% u prvom merenju i 32,7, 41,5, 25,0 i 33,9% u drugom merenju. Početna fitotoksičnost ostavila je negativne posledice na visinu biljaka, koja je značajno smanjena za 8,8, 7,7 i 6,6% kod tretmana terbufos + primisulfuron-metil, terbufos + rimsulfuron i terbufos + tifensulfuron-metil u odnosu na netretiranu kontrolu (Tabela 6). Za razliku od prethodnih tretmana, nije bilo smanjenja visine biljaka kod primene kombinacije

nikosulfurona i prosulfurona sa terbufosom. U odnosu na kontrolu bez primene herbicida i insekticida, prinos zrna je bio značajno umanjen za 29,7, 22,0, 14,5 i 17,2% kod tretmana sa primisulfuron-metilom, rimsulfuronom, nikosulfuronom i tifensulfuron-metilom uz prethodnu primenu terbufosa.

Slično terbufosu, forat je takođe umanjio selektivnost ispitivanih herbicida, izuzev prosulfurona. U 1997. godini na lokalitetu Rimski Šančevi, kombinacije herbicida primisulfuron-metil, rimsulfuron, nikosulfuron i tifensulfuron-metil sa insekticidom forat, prouzrokovale su smanjenje mase biljaka (28,4, 30,7, 27,2 i 43,8% u vreme prvog merenja, odnosno 17,4, 31,2, 7,6 i 16,8% u vreme drugog merenja) i prinosa zrna (12,5, 14,0, 10,0 i 21,4%) u poređenju sa netretiranom kontrolom (Tabela 6). Posmatrano u celini, kombinacije ispitivanih sulfonilurea i forata prouzrokovale su slabija oštećenja biljaka u odnosu na kombinacije sa terbufosom. U istoj godini na lokalitetu Srbobran, ustanovljena je slična zakonitost kao na lokalitetu Rimski Šančevi. Za razliku od prethodnog, na lokalitetu Srbobran je ostvarena fitotoksičnost slabijeg intenziteta usled interakcije pojedinih sulfonilurea sa terbufosom i foratam. Na ovom lokalitetu, terbufos je takođe bio jači sinergist od forata, a primena drugih insekticida nije uticala na promenu selektivnosti ispitivanih herbicida. Najveći intenzitet fitotoksičnosti prouzrokovali su tretmani terbufos + primisulfuron-metil i terbufos + rimsulfuron (19,3 i 20% u prvoj oceni i 11,7 i 13,3% u drugoj oceni). Od svih ispitivanih tretmana na lokalitetu Srbobran u 1997. godini, jedino je kombinacija terbufos + primisulfuron-metil značajno umanjila prinos zrna (za 8,4%) u odnosu na netretiranu kontrolu (Tabela 7).

DISKUSIJA

Dobijeni rezultati ukazuju na kompleksnost fenomena interakcije pojedinih sulfonilurea i organofosforinih insekticida, koja zavisi od više činilaca i ne ispoljava se u svakom slučaju zajedničke primene pomenutih pesticida. Značajna fitotoksičnost, smanjenje mase biljaka, visine biljaka i prinosa zrna kukuruza bili su u slučajevima zajedničke primene herbicida primisulfuron-metil, rimsulfuron, nikosulfuron i tifensulfuron-metil sa insekticidima terbufos i forat. U našim komparativnim ispitivanjima, najveći intenzitet oštećenja biljaka kukuruza dobijen je kod tretmana sa primenom ispitivanih sulfonilurea posle terbufosa, što je u saglasnosti sa rezultatima Reynolds i saradnika (1991), Rahman i James (1993) i Morton i saradnika (1994). Prema prethodnim autorima, do pomenute interakcije dolazi samo u slučajevima kada je primeni sulfonilurea prethodila primena sistemskih organofosforinih insekticida. Prema njihovim ispitivanjima, najveća oštećenja biljaka usled interakcije primisulfuron-metila i nikosulfurona sa organofosforinim insekticidima, ostvarena su primenom pomenutih herbicida posle terbufosa, a slabija oštećenja posle primene forata i fonofosa.

U našim ogledima nije bilo negativnih posledica usled primene ispitivanih sulfonilurea sa insekticidima karbosulfan, karbofuran i malation + fenitrotion. Ovo je u saglasnosti sa rezultatima Morton i saradnika (1994), koji takođe nisu registrovali povećanu fitotoksičnost nikosulfurona primenjenog posle zemljišnih insekticida hlorporifos, hloretoksifos, teflutrin i

karbofuran. Takođe, u oglecima Biediger i saradnika (1992) nije inhibiran rast biljaka kukuruza kada je primeni primisulfuron-metila prethodila primena hlorthirifosa, diazinona, karbofurana i karbarila. Iako je prema Baerg i saradnicima (1996) potvrđeno da karbofuran inhibira hidrosilaciju nikosulfurona *in vitro*, prema Biediger i saradnicima (1992) u poljskim oglecima nisu konstatovana oštećenja biljaka kukuruza u slučaju primene kombinacije nikosulfurona i karbofurana. Primena kombinacije malation + fenitrotion nije izazvala značajnu fitotoksičnost ispitivanih sulfonilurea u našim oglecima, iako prema rezultatima Fonnie-Pfister i saradnika (1990) i Baerg i saradnika (1996) primena malationa inhibira *in vitro* hidrosilaciju nikosulfurona i primisulfuron-metila. U našim oglecima, ispitivane sulfoniluree i kombinacija malation + fenitrotion su primenjeni u različito vreme, dok su prethodno pomenuti autori ispitivali istovremenu primenu nikosulfurona i primisulfuron-metila sa malationom.

Na povećanje intenziteta fitotoksičnosti sulfonilurea usled interakcije sa terbufosom, vlažnost zemljišta neposredno pre primene nikosulfurona ima veći značaj od faze porasta kukuruza kada je primenjen herbicid (Bailey i Kapusta, 1994). Oni takođe navode da su fitotoksičnost i usporavanje rasta biljaka bili značajnije izraženi 10 dana u odnosu na 45 dana posle primene herbicida, ukazujući da je fitotoksičnost prolaznog karaktera. Kapusta i Krausz (1992) i Morton i saradnici (1991) takođe ističu značaj povećane vlažnosti zemljišta u smanjenju prinosa kukuruza izazvanog primenom nikosulfurona i terbufosa. Ovu konstataciju potvrđuju i naši rezultati, posebno u ogledu sa povoljnim rasporedom i količinom kiše za aktiviranje insekticida.

Jači intenzitet oštećenja biljaka usled interakcije pojedinih sulfonilurea sa terbufosom i foratom, bio je na lokalitetu Rimski Šančevi (2,3% humusa) u odnosu na lokalitet Srbobran (3,1 - 3,3% humusa). Sadržaj organske materije u zemljištu ima veliki značaj u objašnjenju interakcije sulfonilurea i pojedinih organofosforinih insekticida. U poređenju sa mehaničkim sastavom zemljišta, organska materija ima veći uticaj na perzistentnost insekticida u zemljištu i absorpciju insekticida korenom biljaka. Adsorpcija terbufosa česticama organske materije zemljišta je jaka i značajno utiče na količinu koju će usvojiti biljke (Felsot i Dahm, 1979). U vezi sa ovim, stepen oštećenja biljaka kukuruza zbog interakcije značajno može biti određen ovim činiocem, jer na zemljištima sa manjim sadržajem organske materije intenzivnije je usvajanje insekticida i obrnuto. Prema Diehl i saradnicima (1995) primena terbufosa u brazde na zemljištima od 1-5% organske materije i naknadna primenom nikosulfurona, prouzrokovali su jaču inhibiciju rasta biljaka kukuruza na zemljištu sa manjim sadržajem organske materije.

Prosulfuron je bio jedini predstavnik ispitivanih sulfonilurea, čija se selektivnost u našim ispitivanjima nije promenila usled primene terbufosa i forata. Dobijene rezultate potvrđuju radovi drugih autora, koji ukazuju na brz metabolizam prosulfurona u biljkama kukuruza i odsustvo negativnog uticaja interakcije sa terbufosom na prinos zrna kukuruza (Schulte i sar. 1993; Smart i Bradford, 1995). Prema rezultatima Schulte i saradnika (1993) ne postoje značajne razlike u brzini metabolizma prosulfurona između prethodno tretiranih i netretiranih biljaka terbufosom. Isti autori navode da su poljski ogleci u Evropi potvrdili prethodne rezultate, ukazujući da ne postoji veći rizik od fitotoksičnosti usled interakcije terbufosa i prosulfurona.

Tabela 6. Uticaj zemljišnih insekticida na selektivnost sulfonilurea herbicida prema kukuruzu (lokalitet Rimski Šančevi, 1997)**Table 6.** Effect of soil-incorporated insecticides on the selectivity of sulfonilurea herbicide for maize (Rimski Šančevi locality, 1997)

Insekticid Insecticide	Herbicid Herbicide	OF I* (%)	OF II (%)	SVM I (g/biljci) (g/plant)	SVM II (g/biljci) (g/plant)	VB (cm)	Prinos zrna Grain yield (t/ha)
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	180,3	440,0	233,5	10,85
Terbufos	Bez herbicida	0,0	0,0	192,7	480,0	232,5	10,54
Malation+fenitrotion	Without herbicides	0,0	0,0	144,7	441,3	233,5	10,61
Forat		0,0	0,0	173,3	523,3	233,4	11,72
Karbofuran		0,0	0,0	145,3	466,7	230,5	11,50
Karbosulfan		0,0	0,0	158,0	434,7	222,9	10,02
Bez insekticida Without insecticides		7,0	4,3	142,0	416,7	230,3	10,94
Terbufos	Primisulfuron-metil	55,0	41,7	100,7	296,0	212,9	7,63
Malation+fenitrotion	Primisulfuron-methyl (30 g/ha)	13,0	5,7	132,7	394,7	222,2	9,83
Forat		28,3	26,0	129,0	363,3	225,0	9,49
Karbofuran		6,0	1,7	166,7	412,7	231,9	10,58
Karbosulfan		6,0	3,3	144,7	436,0	224,0	10,15
Bez insekticida Without insecticides		7,0	5,0	153,3	421,3	226,7	11,13
Terbufos	Rimsulfuron	59,3	43,3	87,0	257,3	215,6	8,46
Malation+fenitrotion	(15 g/ha)	8,0	5,0	164,0	393,3	227,0	11,41
Forat		36,7	25,0	125,0	302,7	226,1	9,33
Karbofuran		6,7	5,0	150,3	444,0	224,9	10,93
Karbosulfan		3,3	3,3	135,0	440,0	224,1	10,18
Bez insekticida Without insecticides		1,3	0,0	183,7	463,3	231,9	11,12
Terbufos	Nikosulfuron	35,0	26,7	113,7	330,0	229,1	9,28
Malation+fenitrotion	Nicosulfuron	0,0	0,0	175,3	476,0	230,6	10,63
Forat	(50 g/ha)	25,7	17,7	131,3	406,7	230,0	9,76
Karbofuran		0,0	1,7	195,3	463,3	230,9	11,25
Karbosulfan		0,0	1,7	158,3	435,3	228,0	9,92
Bez insekticida Without insecticides		8,7	4,0	142,7	381,3	224,7	10,38
Terbufos	Tifensulfuron-metil	48,7	28,3	103,0	290,7	218,0	8,98
Malation+fenitrotion	Thifensulfuron-methyl	11,7	5,7	138,7	382,7	222,0	10,33
Forat	(11,25 g/ha)	48,3	26,7	101,3	366,0	222,1	8,53
Karbofuran		11,7	6,0	133,3	406,0	226,1	10,95
Karbosulfan		9,3	5,0	105,3	393,3	222,4	9,72
Bez insekticida Without insecticides		0,7	1,0	144,0	450,7	228,4	10,75
Terbufos	Prosulfuron	2,7	2,7	152,0	413,3	226,3	10,61
Malation+fenitrotion	(15 g/ha)	1,7	1,0	158,3	408,0	230,7	10,51
Forat		0,7	1,0	154,3	389,3	231,4	10,21
Karbofuran		0,0	1,7	149,3	418,0	228,3	10,57
Karbosulfan		0,7	0,0	145,7	420,0	227,5	9,77
LSD 5%		6,8	6,8	41,4	81,9	8,0	2,06
LSD 1%		9,0	9,1	55,0	108,7	10,7	2,73

OF I* – prva ocena fitotoksičnosti (OF I - the first assessment of crop injury), OF II – druga ocena fitotoksičnosti (OF II - the second assessment of crop injury), SVM I i II - prvo i drugo merenje sveže mase nadzemnog dela biljaka (SVM I and SVM II - The first and second measurement of aboveground plant biomass), VB – visina biljke (VB - plant height).

Tabela 7. Uticaj zemljišnih insekticida na selektivnost sulfonilurea herbicida prema kukuruzu (lokalitet Srbobran, 1997)**Table 7.** Effect of soil-incorporated insecticides on the selectivity of sulfonilurea herbicide for maize (Srbobran locality, 1997)

Insekticid Insecticide	Herbicide Herbicide	OF I* (%)	OF II (%)	SVM I (g/biljci) (g/plant)	SVM II (g/biljci) (g/plant)	VB (cm)	Prinos zrna Grain yield (t/ha)
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	371,3	806,7	266,9	12,36
Terbufos	Bez herbicida	0,0	0,0	312,3	714,7	267,2	13,51
Malation+fenitrotrion	Without herbicides	0,0	0,0	316,7	754,7	264,1	13,33
Forat		0,0	0,0	318,0	749,3	264,6	13,11
Karbofuran		0,0	0,0	292,7	828,0	262,1	12,88
Karbosulfan		0,0	0,0	295,0	781,3	266,8	13,51
Bez insekticida Without insecticides		0,7	0,0	320,0	709,3	258,3	12,93
Terbufos	Primisulfuron-metil	19,3	11,7	234,7	638,7	250,2	11,28
Malation+fenitrotrion	Primisulfuron-methyl	0,7	0,0	308,7	802,7	265,7	12,74
Forat	(30 g/ha)	6,3	4,0	313,0	721,3	264,9	12,57
Karbofuran		1,3	0,0	326,7	701,3	259,4	12,76
Karbosulfan		1,7	0,0	309,3	782,7	261,9	12,77
Bez insekticida Without insecticides		0,7	0,0	302,7	702,0	258,8	12,99
Terbufos	Rimsulfuron	20,0	13,3	220,7	636,0	253,7	12,08
Malation+fenitrotrion	(15 g/ha)	3,0	0,0	217,3	732,0	263,1	13,21
Forat		13,3	7,0	330,0	666,7	264,4	12,98
Karbofuran		1,7	0,0	300,0	768,0	264,8	13,65
Karbosulfan		4,3	0,0	298,0	698,7	260,8	12,98
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	359,0	779,3	261,6	12,83
Terbufos	Nikosulfuron	7,0	4,0	315,3	704,0	267,0	13,46
Malation+fenitrotrion	Nicosulfuron	0,0	0,0	276,0	778,7	266,0	12,91
Forat	(50 g/ha)	6,0	3,3	312,7	745,3	266,6	13,10
Karbofuran		0,0	0,0	361,3	825,3	264,9	13,86
Karbosulfan		1,7	0,0	323,3	794,7	271,3	13,42
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	292,7	724,0	258,4	13,36
Terbufos	Tifensulfuron-metil	13,3	7,7	244,7	766,7	254,0	12,98
Malation+fenitrotrion	Thifensulfuron-methyl	0,7	0,0	284,0	809,3	262,7	13,18
Forat	(11,25 g/ha)	6,0	4,0	286,0	834,7	261,4	12,93
Karbofuran		0,0	0,0	303,3	761,3	262,1	13,39
Karbosulfan		0,0	0,0	307,3	796,0	261,8	12,24
Bez insekticida Without insecticides		0,0	0,0	300,7	720,0	261,1	13,07
Terbufos	Prosulfuron	1,7	0,0	257,3	601,3	255,3	13,05
Malation+fenitrotrion	(15 g/ha)	0,0	0,0	270,7	812,0	261,3	12,82
Forat		0,7	0,0	292,0	840,0	257,4	13,00
Karbofuran		0,0	0,0	288,7	732,0	263,4	13,36
Karbosulfan		0,0	0,0	260,7	697,3	258,8	13,22
LSD 5%		3,5	1,7	81,9	192,5	11,9	1,03
LSD 1%		4,7	2,2	108,8	255,6	15,8	1,37

OF I* – prva ocena fitotoksičnosti (OF I - the first assessment of crop injury), OF II – druga ocena fitotoksičnosti (OF II - the second assessment of crop injury), SVM I i II - prvo i drugo merenje sveže mase nadzemnog dela biljaka (SVM I and SVM II – The first and second measurement of aboveground plant biomass), VB – visina biljke (VB - plant height).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja osetljivosti kukuruza na interakciju sulfonilurea herbicida i zemljišnih insekticida, mogu se doneti sledeći zaključci:

- Selektivnost ispitivanih sulfonilurea herbicida zavisila je od primenjenog herbicida, prethodne primene terbufosa i forata, sadržaja humusa u zemljištu i vremenskih uslova.
- Dobijeni rezultati ukazuju na složenost interakcije između pojedinih sulfonilurea i organofosfornih insekticida, koja se ne ispoljava u svakom slučaju zajedničke primene ovih pesticida.
- Interakcija i povećan intenzitet fitotoksičnosti izostali su u slučajevima primene ispitivanih herbicida posle nicanja kukuruza koji je prethodno tretiran zemljišnim insekticidima karbosulfan, karbofuran i malation + fenitrotion.
- Fitotoksičnost jačeg intenziteta potvrđena je u slučajevima primene primisulfuron-metila, rimsulfurona, nicosulfurona i tifensulfuron-metila sa terbufosom i foratom.
- Prosulfuron je bio jedini predstavnik ispitivanih sulfonilurea koji nije izazvao značajnu fitotoksičnost u slučajevima zajedničke primene sa sinergistima terbufosom i foratom.

LITERATURA

- Ahrens, W. H.:** Enhancement of soybean (*Glycine max.*) injury and weed control by thifensulfuron insecticide mixtures, *Weed Technology*, 4, 524-528, 1990.
- Ahrens, W. H., Panaram, W. R.:** Basis for thifensulfuron-insecticide synergism in soybeans (*Glycine max.*) and corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 45, 648-653, 1997.
- Bailey, J. A., Kapusta, G.:** Soil insecticide and placement influence corn (*Zea mays*) tolerance to nicosulfuron. *Weed Technology*, 8, 598-606, 1994.
- Baerg, R. J., Barrett, M., Polge, N. D.:** Insecticide and Insecticide Metabolite Interactions with Cytochrome P450 Mediated Activities in Maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 55, 10-20, 1996.
- Biediger, D. L., Baumann, P. A., Weaver, D. N., Chandler, J. M., Merkle, M. G.:** Interactions between primisulfuron and selected soil-applied insecticides in corn. *Weed Technology*, 6, 807-812, 1992.
- Chample, J. R., Shaner, D.:** Enchaced phytotoxicity of bentazon with organophosphate and carbamate insecticides. *Weed Science*, 30, 324-326, 1982.
- Diehl, K. E., Taylor, S. L., Simpson, D. M., Stoller, E. W.:** Effect of soil organic matter on the interaction between nicosulfuron and terbufos in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 43, 306-311, 1995.
- Diehl, K. E., Stoller, E. W., M. Barrett:** *In vivo* and *in vitro* inhibition of nicosulfuron metabolism by terbufos metabolites in maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 51, 137-149, 1995.
- El-Refai, Movafy:** Interaction of propanil with insecticides absorbed from soil and translocated into rice plants. *Weed Science*, 21, 246-248, 1973.
- Felsot, A. S., Dahm, P. A.:** Sorption of organophosphorus and carbamate insecticides by soil. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 27, 557-563, 1979.
- Ferhatoglu, Y., Avdiushko, S., Barrett, M.:** The basis for the safening of clomazone by phorate insecticide in cotton and inhibitors of cytochrome P450s. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 81, 59-70, 2005.
- Fonne-Pfister, R., Gaudin, J., Kreuz, K., Ramsteiner, K., Ebert, E.:** Hydroxylation of primisulfuron by an inducible cytochrome P450-dependent monooxygenase system from maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 37, 165-173, 1990.

- Kapusta, G., Krausz, R. F.:** Interaction of terbufos and nicosulfuron on corn. *Weed Technology*, 6, 999-1003, 1992.
- Koeppel, M. K., Hirata, C. M., Brown, H. M., Kenyon, W. H., O'Keefe, D. P., Lau, S. C., Zimmerman, W. T., Green, J. M.:** Basis of selectivity of the herbicide rimsulfuron in maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 66, 170-181, 2000.
- Kreuz, K., Fonne-Pfister, R.:** Herbicide-Insecticide Interaction in Maize: Malathion Inhibits Cytochrome P450-Dependent Primisulfuron Metabolism. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 43, 232-240, 1992.
- Kroll, T. K., Deall, M. W., Mahlstedt, J.:** Field trial results in the U.S. using Aztec 2.1 GR for various soil pests in corn. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 49, 215-230, 1996.
- Malidža, G., Glušac, D., Čirović, M., Janjić, V., Stefanović, L., Živanović, M.:** Reakcija samooplodnih linija i hibrida kukuruza prema sulfonilurea herbicidima. *Zbornik radova V kongresa o korovima*, Banja Koviljača, 540-554, 1996.
- Janjić, V., Elezović, I.:** Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu, Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd, 2008.
- Moreland, D. E., Corbin, F. T., McFarland, J. E.:** Oxidation of multiple substrates by corn shoot microsomes, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 47, 206-214, 1993.
- Morton, C. A., Harvey, R. G., Kells, J. J., Lueschen, W. E., Fritz, V. A.:** Effect of DPX-V9360 and terbufos on field and sweet corn under three environments. *Weed Technology*, 5, 130-136, 1991.
- Morton, C. A., R. G. Harvey, J. J. Kells, D. A. Landis, W. E. Lueschen, V. A. Fritz :** In-furrow terbufos reduces field and sweet corn (*Zea mays*) tolerance to nicosulfuron, *Weed Technology*, 7, 934-939, 1993.
- Morton, C. A., Harvey, R. G., Wedberg, J. L., Kells, J. J., Landis, D. A., Lueschen, W. E.:** Influence of corn rootworm insecticides on the response of field corn (*Zea mays*) to nicosulfuron, *Weed Technology*, 8, 289-295, 1994.
- Rahman, A., James, T.K.:** Enhanced activity of nicosulfuron in combination with soil-applied insecticides in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 7, 824-829, 1993.
- Reynolds, D.B., Burris, E., Leonard, B. R.:** In-furrow insecticide interactions with Accent and Beacon. *Louisiana Agriculture*, 34, 3-4, 1991.
- Schulte, M., Kreuz, K., Nelgen, N., Hudetz, M., Meyer, W.:** CGA 152'005 – A new herbicide for control of broad-leaved weeds in European maize. *Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, 53-59, 1993.
- Siminszky, B., Corbin, F. T., Sheldon, Y.:** Nicosulfuron resistance and metabolism in terbufos- and naphthalic anhydride-treated corn. *Weed Science*, 43, 163-168, 1995.
- Smart, J. R., Bradford, J. M.:** CGA-152005 and terbufos in corn and grain sorghum. *Proceedings Southern Weed Science Society*, „Herbicide-Resistant Crops: A Bitter or Better Harvest?“ 48th Annual Meeting, Memphis, Tennessee, 77-81, 1995.
- Swanson, C. R., Swanson, H. R.:** Inhibition of degradation of monuron in cotton leaf tissue by carbamate insecticides, *Weed Science*, 16, 481-485, 1964.
- Werck-Reichhart, D.:** Herbicide metabolism and selectivity: Role of cytochrome P450. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, 813-821, 1995.

Maize Susceptibility to Interaction Between Sulfonylurea Herbicides and Soil Applied Insecticides

SUMMARY

A field experiment was carried out to determine the presence of interaction between the insecticides terbufos, phorate, malathion+fenitrothion, carbofuran, and carbosulfan and the sulfonylurea herbicides primisulfuron-methyl, rimsulfuron, nicosulfuron, thifensulfuron-methyl and prosulfuron. 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. No interaction or plant damage were recorded with the application of the soil insecticides carbosulfan, carbofuran, and malathion + fenitrothion at planting and the application of the herbicides primisulfuron-methyl, rimsulfuron, nicosulfuron, thifensulfuron-methyl and prosulfuron after the emergence of maize. However, the use of the soil insecticides terbufos and phorate and the herbicides primisulfuron-methyl, rimsulfuron, nicosulfuron, thifensulfuron-methyl resulted in significant phytotoxicity being found on maize plants. Prosulfuron was the only sulfonylurea that did not cause significant phytotoxicity when used in conjunction with terbufos or phorate.

Keywords: Sulfonylurea herbicides; maize; phytotoxicity; interaction; insecticides

Primljen: 13.12.2009.

Odobren: 28.12.2009.