

UDK 632.954:633.85
Originalni naučni rad

MOGUĆNOST KORIŠĆENJA REZISTENTNOSTI DIVLJEG SUNCOKRETA PREMA IMIDAZOLINONIMA

Goran MALIDŽA, Dragan ŠKORIĆ, Siniša JOCIĆ

Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo - Novi Sad

Malidža Goran, Dragan Škorić i Siniša Jocić (2002): *Mogućnost korišćenja rezistentosti divljeg suncokreta prema imidazolinonima*. - Acta herbologica, Vol. 11, No 1-2, 43-52, Beograd.

Cilj rada bio je da se ispita reakcija divljeg suncokreta poreklom iz Kanzasa prema herbicidima iz grupa imidazolinona i sulfonilurea, kao i da se utvrdi način nasleđivanja rezistentnosti prema imazetapiru, da bi se ovo svojstvo sa većom verovatnoćom prenelo u komercijalne inbred linije suncokreta.

Pored ranije registrovane otpornosti divljeg suncokreta iz Kanzasa prema imazetapiru i imazamoksu, dokazana je i rezistentnost ovog suncokreta prema imazapiru. Ovo svojstvo moguće je iskoristiti za stvaranje rezistentnog kulturnog suncokreta i samim tim omogućiti primenu ovih herbicida u suzbijanju korova. Rezistentan suncokret prema imidazolinonima osetljiv je prema većem broju sulfonilurea herbicida, a naročito prema hlorsulfuronu, prosulfuronu, rimsulfuronu i oksasulfuronu. Način nasleđivanja rezistentnosti prema imidazolinonima je parcijalna dominacija i za nju je odgovoran jedan gen.

Ključne reči: imidazolinoni, imazetapir, imazamoks, imazapir, IMI-suncokret, sulfonilurea herbicidi, rezistentnost, nasleđivanje, oplemenjivanje

UVOD

Divlji suncokret rezistentan prema imazetapiru (*Helianthus annuus* L.) prvi put je registrovan u severo-istočnom Kanzasu u usevu soje, gde je imazetapir primenjivan 7 uzastopnih godina (AL-KHATIB *et al.*, 1998). Nesmotrenost zbog primene imazetapira duži niz godina na jednom polju, sa jedne strane stvorilo je problem, a sa druge strane pobudilo je interesovanje oplemenjivača suncokreta i proizvođača herbicida za mogućnost korišćenja ovog svojstva u cilju unapređenja suzbijanja korova u ovom usevu (LILLEBOE, 1997). Imidazolinoni inhibiraju enzim acetolaktat sintetazu (ALS) koji je odgovoran za sintezu aminokiselina valin, leucin i izoleucin. Isto ključno mesto delovanja poseduju herbicidi sulfoniluree, triazolpirimidini i pirimidil oksibenzoati. Do sada je registrovano više od 58 korovskih vrsta koje su razvile rezistentnost prema inhibitorima ALS-e u 14 država (HEAP, 1999). Način nasleđivanja otpornosti suncokreta prema imidazolinonima još nije u potpunosti jasan. MILLER i AL-KHATIB (2000) smatraju da je otpornost prema imazetapiru i imizamoksu najverovatnije kontrolisana aditivno, sa najmanje dva gena uz prisustvo gena-modifikatora.

Česta je pojava ukrštene rezistentnosti korova prema herbicidima različitih grupa, a takođe postoje primeri da jedna rezistentna korovska vrsta prema jednom herbicidu, pokazuje različitu reakciju prema herbicidima iste grupe. Kao primer može se navesti postojanje rezistentnih biotipova *Xanthium strumarium* prema imazakvinu, imazetapiru i hlormuronu, i biotipa rezistentnog samo prema imazetapiru (SPRAGUE *et al.*, 1997). Prema ispitivanjima AL-KHATIB *et al.* (1998) rezistentan suncokret prema imazetapiru poseduje 210 puta veću otpornost ključnog enzima u odnosu na osetljiv genotip. Istovremeno, rezistentan suncokret prema imazetapiru je rezistentan i prema imizamoksu, neznatno rezistentan prema tifensulfuronu i hlormuronu i osetljiv prema kloransulamu (BAUMGARTNER *et al.*, 1999).

Korišćenje rezistentnosti korova prema nekim herbicidima, u cilju stvaranja rezistentnih gajenih biljaka klasičnim metodama oplemenjivanja, bila je ranija praksa. Tako je stvorena jara uljana repica - Canola (*Brassica napus*) rezistentna prema triazinima korišćenjem izvora otpornosti iz *Brassica campestris* (BEVERSDORF *et al.*, 1988) i *Lactuca sativa* rezistentna prema sulfonilurea herbicidima korišćenjem izvora otpornosti iz korova *Lactuca seriola* (MALORRY - SMITH *et al.*, 1991). Danas se kukuruz i uljana repica otporni prema imidazolinonima u svetu gaje na značajnim površinama. Takođe, kompanija Cyanamid je početkom 1999. godine lansirala na tržište takozvani Clearfield® Production System, koji podrazumeva zajedničko korišćenje specijalno dizajniranih biljaka otpornih prema imidazolinonima i herbicida iz ove grupe, posebno za svaku biljnu vrstu. U budućnosti se planira, pored postojećih, da obuhvati ekonomski najznačajnije gajene biljne vrste u svetu, uključujući i suncokret (ANONYMOUS, 1999). Prednosti korišćenja ovog svojstva kod suncokreta u budućnosti će omogućiti suzbijanje i volovoda, jer je na biljkama divljeg suncokreta rezistentnog prema imazetapiru potvrđena mogućnost

efikasnog i selektivnog suzbijanja ove parazitne cvetnice primenom imazetapira (ALONSO *et al.*, 1998).

Pre početka izvođenja naših oglada postojala su saznanja o rezistentnosti suncokreta poreklom iz Kanzasa samo prema imazetapiru. Iz tog razloga, cilj rada bio je da se ispita reakcija ovog suncokreta prema ostalim herbicidima iz grupa imidazolinona i sulfonilurea, da bi dobili odgovore koji se herbicidi mogu koristiti ukoliko se ovo svojstvo prenese na kulturni suncokret, kao i mogućnost suzbijanja samoniklog suncokreta u drugim usevima. Takođe, cilj je bio da se utvrdi način nasleđivanja rezistentnosti prema imazetapiru, kako bi se ovo svojstvo sa većom verovatnoćom prenelo u komercijalne inbred linije suncokreta.

MATERIJAL I METODE

Reakcija divljeg suncokreta rezistentnog prema imazetapiru poreklom iz Kanzasa ispitivana je prema većem broju odabranih herbicida inhibitora ALS-a u staklari i poljskim uslovima tokom 1999. godine. U 1998. godini u polju, izvršeno je testiranje otpornosti biljaka i potvrda homozigotnosti sa 140 g a.m./ha imazetapira. Ahenije ovog suncokreta prethodno su naklijavane, potom su klijanci presadeni u posude sa smešom zemlje i komposta, da bi se u fazi 4 lista presadile u polje na razmak u redu od 30 cm. Oglad u poljskim uslovima je postavljen po slučajnom blok rasporedu sa dimenzijama osnovne parcele 2,8x3 m (4 reda na 70 cm razmaka dužine 3 m) u tri ponavljanja. U fazi 4-6 listova primenjeni su herbicidi korišćenjem ledne prskalice Solo, sa 300 l/ha vode i pritiskom 2 bara.

Za ogled u staklari biljke su dobijene istim postupkom uz prethodno naklijavanje, i presađivanje 2 klijanca u posude prečnika 10 cm i zapremine 0,5 l u staklari pod dodatnim veštačkim osvetljenjem od 16 časova dnevno. Zalivanje i đubrenje je izvodeno po potrebi. U fazi 4 lista biljaka herbicidi su primenjeni korišćenjem laboratorijske prskalice. Ispitivani herbicidi prikazani su u tabeli 1, a svaki herbicidni tretman bio je zastupljen u 4 ponavljanja. U ogledima su ispitivani herbicidi koji su registrovani u Jugoslaviji, kao i herbicidi koji nemaju registraciju kod nas ali se primenjuju na značajnim površinama u drugim zemljama.

Za testiranje F1 generacije (dobijene ukrštanjem divljeg suncokreta iz Kanzasa i linije Ha-26) korišćeni su: imazetapir (70, 140 i 280 g a.m./ha), imizamoks (20, 40 i 80 g a.m./ha) i imazapir (120, 240 i 480 g a.m./ha).

Nakon 20 dana od primene herbicida u pomenutim ogledima izvršena je vizuelna ocena fitotoksicnosti po skali od 0-100% (0% - bez simptoma fitotoksicnosti, 100% - potuno uginuće biljaka) merena je sveža masa nadzemnog dela biljaka (2 biljke u staklari, 5 biljaka u polju). Za testiranje odnosa razdvajanja korišćen je 2 test.

Tab.1. - Ispitivani herbicidi
Investigated herbicides

Herbicid Herbicide	Preparat Product	Količina g a.m./ha Rate g a.i./ha	
		Ogled u staklari Trial in greenhouse	Poljski ogled Field trial
Imazetapir			
Imazethapyr	Pivot 100E	70 i 140	70 i 140
Imazamoks			
Imazamox	Bolero	40 i 80	40 i 80
Imazapir			
Imazapyr	Arsenal	-	240 i 480
Primisulfuron-metil			
Primisulfuron-methyl	Tell 75WG ¹	30 i 60	30
Rimsulfuron			
Rimsulfuron	Tarot 25DF ²	12,5 i 25	12,5
Prosulfuron			
Prosulfuron	CGA-152 005 75WG ¹	15 i 30	15
Tifensulfuron-metil			
Thifensulfuron-methyl	Harmony 75DF ²	7,5 i 15	7,5
Oksasulfuron			
Oxasulfuron	Dynam 75WG ¹	75 i 150	75
Hlorsulfuron			
Chlorsulfuron	Glean 75DF	15 i 30	-
Jodosulfuron-metil-Na			
Iodosulfuron-methyl-Na	Hussar	5 i 10	5
Triflusulfuron-metil			
Triflusulfuron-methyl	Safari 50DF ²	15 i 30	15 i 30

¹ - primenjeni uz dodatak 0,1% okvašivača Extravon
applied with addition of 0.1 % of nonionic surfactant Extravon

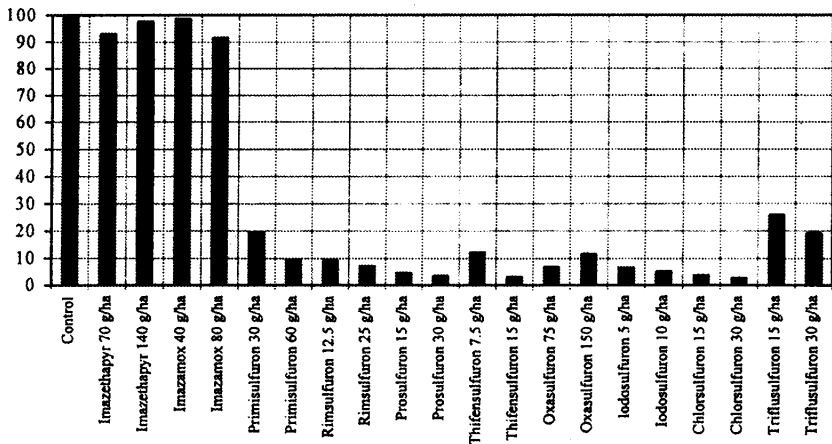
² - primenjeni uz dodatak 0,1% okvašivača Trend
applied with addition of 0.1 % of nonionic surfactant Trend

REZULTATI I DISKUSIJA

Pored potvrđene reakcije prema imazetapiru i imazamoksu, u našim ogledima ispitivana populacija divljeg suncokreta iz Kanzasa, ispoljila je potpunu rezistentnost i prema imazapiru do ispitivane količine od 480 g a.m./ha (Graf. 2). Zbog nedostatka semena osetljivog divljeg suncokreta prema imidazolinonima iz Kanzasa, nismo mogli utvrditi da li postoji ukrštena rezistentnost prema sulfonilurea herbicidima koji se primenjuju u kukuruzu (primisulfuron-metil, prosulfuron, rimsulfuron), strnim žitima (hlorsulfuron, jodosulfuron-metil-Na), soji (oksasulfuron), šecernoj repi (triflusulfuron-metil) i sirku (prosulfuron). Registrovana je samo reakcija divljeg suncokreta prema pomenutim herbicidima primenom praktičnih i dvostrukih količina, ali ne i poređenje sa genotipom iste populacije suncokreta osetljivim prema imidazolinonima. Pre preciznijeg

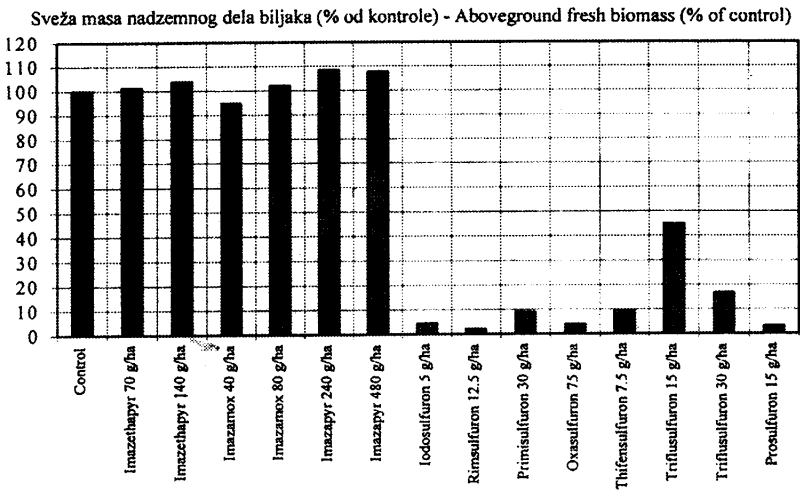
utvrđivanja postojanja ukrštene rezistentnosti i indeksa rezistentnosti prema pomenutim sulfonilurea herbicidima, rezultati naših ispitivanja ukazuju da rezistentnost prema imidazolinonima kod suncokreta nije istog tipa kao kod takozvanog IR kukuruza, koji poseduje veću rezistentnost prema nekim sulfonilureama i imidazolinonima do nekoliko stotina puta u odnosu na osetljiv kukuruz (SIEHL *et al.*, 1996). Divlji suncokret rezistentan prema imidazolinonima osetljiv je prema praktičnim količinama herbicida hlorsulfuron, jodosulfuron-metil-Na, oksasulfuron, prosulfuron i rimsulfuron (Graf. 1 i 2). Ovo znači da će se ovi herbicidi u budućnosti moći koristiti za suzbijanje suncokreta prema imidazolinonima u područjima gde nije registrovana rezistentnost prema sulfonilurea herbicidima. Približno delovanje pomenutim herbicidima ispoljio je i tifensulfuron-metil, ali je važno naglasiti da je prethodno potvrđeno postojanje slabe ukrštene rezistentnosti imazetapir-rezistentnog suncokreta prema ovom herbicidu (BAUMGARTNER *et al.*, 1999). Slabiju redukciju porasta u odnosu na druge sulfonilurea herbicide izazvao je triflusulfuron-metil, kod kojeg je posle zastoja u porastu, hloroze i nekroze vegetacione kupe, registrovano formiranje bočnih grana i regeneracija u poljskom ogledu. Primenom dvostruke količine ovog herbicida (preporučuje se dvokratna primena 30 g a.m./ha) ostvarena je redukcija porasta biljaka preko 80%. Primisulfuron u količini 30 g/ha, ispoljio je najpribližnije delovanje tifensulfuron-metilu, a za sigurnije zaključke potrebno je ispitati postojanje ukrštene rezistentnosti. Sigurno je da će se najprecizniji odgovori dobiti kada se stvore prve izogene inbred linije rezistentne prema imidazolinonima.

Sveža masa nadzemnog dela biljaka (% od kontrole) - Aboveground fresh biomass (% of control)



Graf. 1. - Reakcija divljeg suncokreta prema imazetapiru, imazamoksu i odabranim sulfonilurea herbicidima u ogledu u staklari

Reaction of wild imidazolinone-resistant sunflower towards imazethapyr, imazamox and selected sulfonilurea herbicides in greenhouse conditions



Graf. 2. - Reakcija divljeg suncokreta prema imazetapiru, imizamoksu, imazapiru i odabranim sulfonilurea herbicidima u ogledu u poljskim uslovima
 Reaction of wild imidazolinone-resistant sunflower towards imazethapyr, imazamox, imazapyr and selected sulfonylurea herbicides in field conditions

Populacija divljeg suncokreta poreklom iz Kanzasa, koja je otporna na herbicide iz grupe imidazolinona stavljena je u samooplodnju. Dobijena S1 generacija je tretirana sa 140 g a.m./ha imazetapira radi provere homozigotnosti. Dobijeni rezultati su pokazali da je ispitivana populacija homozigotna u pogledu ovog svojstva, odnosno da kod biljaka nisu registrovani simptomi fitotoksicnosti. Takođe tretirana je i komercijalna inbred linija suncokreta Ha-26 koja se pokazala kao potpuno neotporna na ovu grupu herbicida. U toku leta 1998. godine urađena su ukrštanja između S1 biljaka divljeg suncokreta i inbred linije Ha-26. U toku zime 1998./99. u uslovima staklare proizvedena je F2 generacija i urađena su dva povratna ukrštanja (BC1 i BC2). Za dobijanje F2 generacije i za izvođenje povratnih ukrštanja korišćene su biljke koje su bile otporne prema imazetapiru. U toku vegetacione sezone 1999 godine urađena su ispitivanja otpornosti u komparativnom ogledu: izvorne populacije divljeg suncokreta, inbred linije Ha-26, F1 i F2 generacija i BC2 potomstva (potomstvo BC1 je ispitano u uslovima staklenika) i dobijeni su sledeći rezultati:

- Potomstvo izvorne populacije pokazalo je potpunu otpornost što znači da je u potpunosti homozigotna na ispitivano svojstvo
- Inbred linija Ha-26 je u potpunosti osetljiva na imazetapir
- F1 generacija se pokazala se otpornom ali sa blagom hlorozom vegetacione kupe i vršnih listova i usporavanjem porasta u odnosu na kontrolu što nas upućuje da se radi o parcijalnoj dominaciji u nasleđivanju otpornosti na imazetapir, imizamoks i imazapir
- U F2 generaciji dobili smo nakon tretmana sa imazetapirom: 8

osetljivih biljaka (S), 24 biljke srednje osjetljive (PR) i 12 otpornih biljaka (R). Nakon rezultata hi-kvadrat testa možemo zaključiti da je odnos razdvajanja 1:2:1, odnosno da je način nasleđivanja parcijalna dominacija i da je za otpornost prema imazetapiru odgovoran jedan dominantan gen (Tab. 2).

Tab. 2. - Odnos razdvajanja u pogledu otpornosti na imazetapir u F2 generaciji
Segregation ratio for resistance to imazethapyr in the F2 generation

Eksperimentalno razdvajanje u F2 generaciji Experimental segregation in the BC1 and BC2 generations	Testirani odnos Ratio	χ^2	P
8 S : 24 PR : 12 R	1 : 2 : 1	1,09	0,50

U potomstvu povratnih ukrštanja sa osjetljivom linijom Ha-26 dobili smo odnos razdvajanja 1 : 1 između tolerantnih i osjetljivih genotipova i kod BC1 i BC2 generacija, što nam potvrđuje da je za rezistentnost odgovoran jedan gen (Tab. 3).

Tab. 3. Odnos razdvajanja u pogledu otpornosti na imazetapir
u BC1 i BC2 generacijama
Segregation ratio for resistance to imazethapyr
in the BC1 and BC2 generations

Eksperimentalno razdvajanje u BC1 i BC2 generaciji Experimental segregation in the F2 generations	Testirani odnos Ratio	χ^2	P
12 S : 23 PR	1 : 1	3,45	0,05
17 S : 23 PR	1 : 1	0,90	0,50
30 S : 27 PR	1 : 1	0,15	0,75
35 S : 24 PR	1 : 1	2,05	0,25
32 S : 30 PR	1 : 1	0,06	0,75
42 S : 33 PR	1 : 1	1,08	0,25
Ukupno - Total		7,69	0,25

Kao stranooplodna biljna vrsta, suncokret nije bio u prvom planu interesovanja za unošenje rezistentnosti prema pojedinim herbicidima, kao što je to bio slučaj kod drugih biljnih vrsta. Jedan od razloga ustručavanja je mogućnost transfera gena u divlje srodnike i problem samoniklog suncokreta u drugim gajenim biljnim vrstama. Informacija o registrovanoj rezistentnosti suncokreta prema imazetapiru pobudila je interesovanje herbologa, oplemenjivača suncokreta i proizvođača herbicida. Prvi su objasnili mehanizam otpornosti prema imazetapiru (AL-KHATIB *et al.*, 1998), ukrštenu rezistentnost (prema imazamoksu, hlorimuronu i tifensulfuron-metil) i raširenost u području gde je prvi put registrovana

(BAUMGARTNER *et al.*, 1999a, 1999b), dok drugi rade na unošenju ovog svojstva u kulturni suncokret, da bi omogućili u budućnosti korišćenje imidazolinona u cilju unapređenja suzbijanja korova u ovom usevu. Primeri registrovanih korova koji su razvili rezistentnost prema imidazolinonima i ukrštenu rezistentnost prema predstavnicima ostalih grupa herbicida inhibitora acetolaktat sintetaze, ukazuju na potencijalni rizik da se rezistentnost prenese na divlje srodnike, da se povećanom upotrebom imidazolinona vrši selekcionarni pritisak na druge korove povećavajući dalji rizik za razvoj rezistentnosti drugih korova i da se samonikli suncokret u drugim usevima ne može suzbiti herbicidima na koje poseduje otpornost. Rezistentnost prema imazapiru ukazuje na potencijalni problem primene ovog herbicidana nepoljoprivrednim površinama gde je prisutna rezistentna populacija ovog korova i divljih srodnika. Međutim, u kulturnom suncokretu sa unešenim genom otpornosti prema imidazolinonima moći će se primenjivati gotovi preparati koji sadrže imazapir i efikasnije suzbiti korovi koji se ne mogu suzbiti sadašnjim hemijskim merama. Radi preciznijeg pozicioniranja kulturnog suncokreta rezistentnog prema imidazolinonima, potrebno je uzeti u obzir sve prednosti i negativne posledice koje će doneti ova tehnologija u budućnosti.

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti sledeće:

- otpornost divljeg suncokreta prema imidazolinonima moguće je iskoristiti za stvaranje otpornog kulturnog suncokreta i samim tim omogućiti primenu ovih herbicida u suzbijanju korova
- pored ranije registrovane otpornosti divljeg suncokreta iz Kanazasa prema imazetapiru i imazamoksu, dokazana je i otpornost prema imazapiru.
- rezistentan suncokret prema imidazolinonima osetljiv je prema većem broju sulfonilurea herbicida, a naročito prema hlorsulfuronu, jodosulfuron-metil-Na, prosulfuronu, rimsulfuronu i oksasulfuronu.
- način nasleđivanja otpornosti prema imidazolinonima je parcijalna dominacija i za nju je odgovoran jedan gen.

LITERATURA

- AL-KHATIB, K., BAUMGARTNER, J. R., PETERSON, D. E., and CURRIE, R. S. (1998): Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Science*, 46:403-407.
- ALONSO, L. C., RODRIGUEZ-OJEDA, M. I., FERNANDEZ-ESCOBAR, J., LOPEZ-RUIZ-CALERO, G. (1988): Chemical control of broomrape (*Orobanche cernua* Loeffl.) in sunflower (*Helianthus annuus* L.) resistant to imazethapyr herbicide. *Helia*, 29: 45-54.
- ANONYMOUS (1999): Clearfield Production System. American Cyanamid Company
- BAUMGARTNER, J. R., AL-KATHIB, K., and CURRIE, R. S. (1999a): Cross-Resistance of Imazethapyr-Resistant Sunflower (*Helianthus annuus*) to Selected Imidazolinone, Sulfonylurea, and Triazolopyrimidine Herbicides. *Weed Technology*, 13:489-493.
- BAUMGARTNER, J. R., AL-KATHIB, K., and CURRIE, R. S. (1999b): Survey of Common Sunflower (*Helianthus annuus*) Resistance to Imazethapyr and Chlorimuron in Northeast Kansas. *Weed Technology*, 13:510-514.
- BEVERSDORF, W. D., HUME, D. J., DONNELLY-VANDERLOO, J. J. (1988): Agronomic performance of triazine-resistant and susceptible reciprocal spring Canola hybrids. *Crop Science*, 28: 932-934.
- HEAP, I. M. (1999): International survey of herbicide-resistant weeds: lessons and limitations. The 1999 Brighton Conference - Weeds, 769-776.
- LILLEBOE, D. (1997): Wild Opportunity? The Sunflower, April/May, 8-9.
- MALLORY-SMITH, C. A. THILL, D. C., DIAL, M. J. (1990): Development of sulfonylurea resistant lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Weed Sci. Soc. Am. Abstr.* 30: 65.
- MILLER, F. J., AL-KHATIB, K., (2000): Development of herbicide resistant germplasm in sunflower. Proc. of 15th International Sunflower Conference, June 12-15. Toulouse, Tome II: 37-42.
- SIEHL, D. L., BENGSTON, A. S., BROCKMAN, J. P., BUTLER, J. H., KRAATZ, G. W., LAMOREAUX, R. J., SUBRAMANIAN, M. V. (1996): Patterns of cross-tolerance to herbicides inhibiting acetohydroxyacid synthase in commercial corn hybrids designed for tolerance to imidazolinones. *Crop Science*, 36: 274-278.
- SPRAGUE, C. L., STOLLER, E. W., WAX, L. M. (1997): Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) resistance to selected ALS-inhibiting herbicides. *Weed Technology*, 11:241-247.

Primljeno 2. februara 2003.
Odobreno 21. avgusta 2003.

THE POSSIBILITY OF USING WILD SUNFLOWER'S RESISTANCE TO IMIDAZOLINONES

Goran MALIDŽA, Dragan ŠKORIĆ, Siniša JOCIC

Institute of Field and Vegetable Crops, M. Gorkog 30, 21000 Novi Sad

S u m m a r y

The objective of this investigation was to determine the reaction of wild sunflower to a number of acetolactate synthase (ALS) inhibitors. We used a wild sunflower (*Helianthus annuus* L.) population from Kansas known to be resistant to imazethapyr and tested it with other herbicides from the group of imidazolinones (imazamox, imazapyr) and sulfonylurea herbicides (primisulfuron - methyl, rimsulfuron, thifensulfuron - methyl, prosulfuron, oxasulfuron, iodosulfuron-methyl-Na, chlorsulfuron and triflusulfuron-methyl). Another aim of this piece of research was to determine the genes responsible for this resistance as well as the mode of inheritance. In order to achieve this aim, we crossed wild sunflower resistant to imazethapyr with susceptible inbred line Ha-26. In the greenhouse, we made the F2 generation of this interspecific cross as well as the BC1 and BC2.

The obtained results showed that the previously detected resistance includes not only imazethapyr but also imazamox and imazapyr. Imidazolinone-resistant wild sunflower is susceptible to the normal use rates of chlorsulfuron, iodosulfuron, oxasulfuron, prosulfuron and rimsulfuron. This means that it will be possible to use these herbicides in the future to control imazethapyr-resistant sunflowers in areas where no resistance to sulfonylurea herbicides has been registered. F1 progeny of wild sunflower crossed to the cultivated sunflower exhibited partial resistance to imazethapyr, imazamox and imazapyr in field conditions. The results showed that the resistance is semi-dominant in F1 generation. The segregation ratio in the F2 generation is 1:2:1 for semi-dominance. The incorporation of this trait into the cultivated sunflower would significantly improve the control of weeds in sunflower, since the currently used methods do not provide an efficient weed control in this crop species.

Received February 2, 2003

Accepted August 21, 2003

