

"Zbornik radova", Sveska 35, 2001.

## **OPLEMENJIVANJE SUNCOKRETA NA OTPORNOST PREMA HERBICIDIMA**

*Jocić, S., Škorić, D., Malidža, G.<sup>1</sup>*

### **IZVOD**

Ispitivana je mogućnost oplemenjivanja suncokreta na otpornost prema herbicidima iz grupe imidazolinona, način nasleđivanja otpornosti i efikasnost preparata na bazi imidazolinona prema dominantnim korovima u suncokretu. Kao donor gena za otpornost prema imidazolinonima, korišćena je populacija divljeg *Helianthus annuus* L. poreklom iz mesta Rossville (Kanzas, SAD). Otpornost prema imazetapiru, imizamoksu i imazapiru preneti je u tri B-linije i tri Rf-linije oca primenom metode povratnih ukrštanja uz stalnu kontrolu otpornosti prema ispitivanim herbicidima kod biljaka akceptora. Na osnovu ispitivanja načina nasleđivanja otpornosti prema ispitivanim herbicidima u F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> i F<sub>1</sub>BC<sub>1</sub> generacijama utvrđeno je da se radi o parcijalnoj dominaciji koja je kontrolisana jednim genom. Uvođenje NS-hibrida otpornih prema imidazolinonima u redovnu proizvodnju treba očekivati u 2003. godini.

Primenom herbicida iz grupe imidazolinona u usevima suncokreta otvoriće se mogućnost uspešnog suzbijanja većine problematičnih korova u usevu suncokreta: *Xanthium strumarium*, *Abutilon theophrasti*, *Solanum nigrum*, *Datura stramonium*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Sinapis arvensis* i dr. Istovremeno pomenuti herbicidi efikasni su u suzbijanju većeg broja uskolisnih korova i deluju depresivno na porast višegodišnjih korova kao što su *Sorghum halepense* iz rizoma, *Cirsium arvense* i *Convolvulus arvensis*.

KLJUČNE REČI: oplemenjivanje, suncokret, herbicidi, imidazolinoni, IMI-otpornost

### **Uvod**

Imidazolinoni su herbicidi inhibitori enzima acetolaktat sintetaze (ALS) koji je odgovoran za sintezu aminokiselina valin, leucin i izoleucin. Imidazolinoni se

---

1 Mr Siniša Jocić, istraživač saradnik, dr Dragan Škorić, redovni profesor, mr Malidža Goran, istraživač saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

odlikuju širokim spektrom delovanja u suzbijanju korova i povoljnim ekotoksikološkim osobinama. Iz ove grupe herbicida, u SR Jugoslaviji registrovan je preparat Pivot 100-E (aktivna materija imazetapir) za primenu u usevima soje, lucerke, graška i pasulja posle nicanja i preparat Arsenal (aktivna materija imazapir) kao totalni herbicid. Pored pomenutih, uskoro se očekuje registracija herbicida imazamoks (Bolero) i kombinacije imazamoks + imazapir (Euro-Lightning). Kompanija American Cyanamid jedina je razvila sintezu imidazolinona i nastavila u poslednjih deset godina sa razvojem novih jedinjenja šireg spektra delovanja i kraćom perzistentnošću u zemljištu. Takođe, u poslednjih nekoliko godina intenzivno se radi na stvaranju ekonomski značajnih kulturnih biljaka koje će posedovati otpornost prema imidazolinonima. Danas se kukuruz i uljana repica, otporni prema imidazolinonima u svetu gaje na značajnim površinama. Kompanija American Cyanamid je početkom 1999. godine promovisala na tržištu takozvani Clearfield<sup>®</sup> proizvodni sistem, koji podrazumeva zajedničko korišćenje specijalno dizajniranih biljaka otpornih prema imidazolinonima i većeg broja kombinacija herbicida iz ove grupe. U budućnosti se planira, pored postojećih, da obuhvati ekonomski najznačajnije gajene biljne vrste u svetu, uključujući pšenicu, šećernu repu i suncokret (Anon., 1999).

Al-Khatib i sar. (1998) prvi su konstatovali postojanje otpornosti divljeg suncokreta (*Helianthus annuus* L.) prema imidazolinonima. Oni su u severoistočnom Kansasu utvrdili da na parceli gde je gajena soja sedam godina u monokulturi uz primenu imazetapira, postoje biljke divljeg suncokreta otporne prema ovom herbicidu. Otpornost ovih biljaka poslužila je oplemenjivačima suncokreta u svetu za stvaranje kulturnog suncokreta otpornog prema imidazolinonima. Način nasleđivanja otpornosti suncokreta prema imidazolinonima još nije u potpunosti jasan. Miller i Al-Khatib (2000) smatraju da je otpornost prema imazetapiru i imazamoksu najverovatnije kontrolisana aditivno, sa najmanje dva gena uz prisustvo gena-modifikatora.

Imazamoks i imazetapir su efikasni u suzbijanju: *Datura stramonium*, *Abutilon theophrasti*, *Sinapis avensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Xanthium strumarium*, *Iva xanthifolia*, *Polygonum spp.* i *Chenopodium album* (Zollinger, 1997; Regehr i sar., 1999; Owen i Hartzler, 2000; Martin i sar., 2000). Alonso i sar. (1998) su utvrdili da je moguće efikasno suzbijanje i volovoda (*Orobancha cumana*) primenom imazetapira u suncokretu otpornom prema imidazolinonima.

Ciljevi rada bili su da se iz populacije divljeg *Helianthus annuus* L. poreklom iz Rossville, Kansas (SAD) prenesu geni za otpornost prema imidazolinonima u komercijalne samooplodne linije kulturnog suncokreta, da se utvrdi način nasleđivanja otpornosti suncokreta prema pomenutim herbicidima i da se utvrdi efikasnost preparata na bazi imidazolinona prema dominantnim korovima u suncokretu u našoj zemlji.

## Materijal i metod rada

Za ova istraživanja kao izvor otpornosti suncokreta prema imidazolinonima korišćen je divlji *H. annuus* L. iz Rossville, Kansas (SAD). Od genotipova kulturnog suncokreta korišćene su sledeće samooplodne linije: Ha-26, VL-A-8, UK-18, RHA-583, RHA-SES, RF-KV-2.

Od herbicida su korišćeni: imazetapir (Pivot 100 E), imazamoks (Bolero) i imazapir (Arsenal). Za izvođenje oglada u polju i stakleniku korišćeni su imazetapir i imazamoks. Oba herbicida korišćena su u dve doze. Imazetapir u količini od 70 i 140 grama aktivne materije po hektaru, a imazamoks u količini od 40 i 80 grama aktivne materije po hektaru (praktične i dvostruko veće količine od praktičnih). Imazapir je korišćen samo u poljskim ogledima u količini od 240 i 480 grama aktivne materije po hektaru.

Umnožavanje semena populacije divljeg *H.s annuus* L. iz Rossville, Kansas (SAD) obavljeno je u stakleniku u periodu januar-april 1998. godine. Testiranje divljeg suncokreta na otpornost prema imidazolinonima obavljeno je u poljskim uslovima u 1998. godini. Istovremeno u polju su urađena ukrštanja između divljeg suncokreta i odabranih restorera.

U periodu jesen/zima 1998/99 godine u stakleniku je proizvedeno seme  $F_2$  od interspecies hibrida. Istovremeno proizvedeno seme  $F_1BC_1$  sa restorer linijama, kao i  $F_1$  seme od ukrštanja divljeg suncokreta i odabranih B-linija.

Za vreme vegetacionog perioda u poljskim uslovima u 1999. godini urađeno je sledeće: 1. proizvedeno je seme od  $F_1BC_2$  generacije sa odabranim Rf-linijama; 2. proizvedeno je seme  $F_1BC_1$  sa odabranim B- linijama; 3. ispitivan je način nasleđivanja otpornosti prema dotičnim herbicidima korišćenjem semena  $F_2$  interspecies hibrida, kao i  $F_1BC_1$  sa linijama akceptorima gajenog suncokreta.

U stakleniku tokom jesen/zima 1999/2000. godina prizvedene su  $F_1BC_3$  kod restorer linija i  $F_1BC_2$  kod B-linija. Dok, 2000. godine u poljskim uslovima su proizvedene  $F_1BC_4$  kod restorer linija i  $F_1BC_3$  kod B-linija.

Koristeći staklenik u periodu septembar/decembar 2000. godine biće proizvedene  $F_1BC_5$  kod restorer linija i  $F_1BC_4$  kod B-linija.

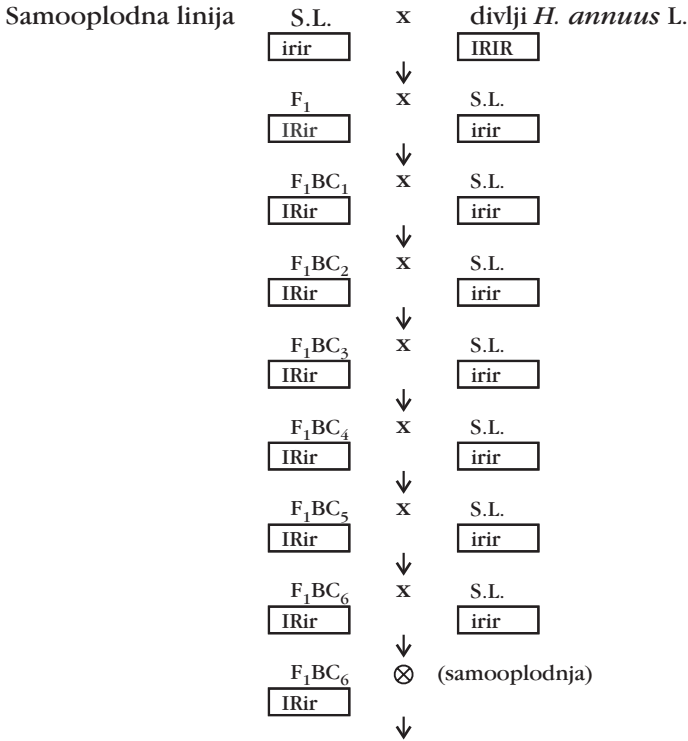
U svim generacijama povratnih ukrštanja korišćene su otporne biljke uz obaveznu njihovu veštačku kastraciju radi dobijanja novih BC-generacija.

Tretiranje herbicidima je izvođeno u fazi 4-6 listova korišćenjem ledne prskalice Solo, sa 300 l/ha vode i pritiskom od 2 bara. Nakon 20 dana od primene herbicida rađena je vizuelna ocena fitotoksičnosti po skali od 0-100 % (0%-bez simptoma fitotoksičnosti, 100 % - puno uginuće biljaka). Za dalji proces prevođenja samooplodnih linija (BC) putem povratnih ukrštanja korišćene su samo biljke koje su preživele tretman herbicidima ali sa simptomima hloroze na najmlađim listovima. Za određivanje načina nasleđivanja otpornosti prema imidazolinonima, biljke su bile podeljene na tri kategorije prema simptomima: osetljive koje nisu preživele tretman herbicidima, sa hlorozom najmlađih listova i bez ikakvih simptoma fitotoksičnosti.

## Rezultati istraživanja

### A) Prevođenje inbred linija u otpornu formu prema imidazolinonima

Poslednjih nekoliko godina očigledan je trend povećane primene herbicida posle nicanja kod većine ekonomski značajnih gajenih biljnih vrsta. Nažalost, ovaj trend nije prisutan kod suncokreta zbog nepostojanja selektivnih herbicida. Pronalaženjem izvora otpornosti prema imidazolinonima uz pomoć genetike omogućiće ovaj trend i kod proizvodnje suncokreta.



F <sub>2</sub> BC <sub>6</sub>	F <sub>2</sub> BC <sub>6</sub>	F <sub>2</sub> BC <sub>6</sub>	
IRIR - homozigotni otporni tj. bez simptoma fitotoksičnosti. Samo ova grupa ide na umnožavanje linija i prevođenje u sterilnu formu.	IRir - heterozigotni srednje otporni i koji će se odbaciti na osnovu hloroze	irir - homozigotni osetljivi i koji propadaju nakon tretiranja	
↓			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">S.L. IRIR</td> </tr> </table>			S.L. IRIR
S.L. IRIR			

Šema 1: Prevođenje samooplodnih linija u otpornu formu prema imidazolinonima

Prema ispitivanjima Al-Khatib i sar. (1998), biljke divljeg suncokreta iz Kanzasa rezistentne prema imazetapiru, poseduju 210 puta veću otpornost ključnog enzima prema ovom herbicidu u odnosu na osetljiv genotip. Znači da je rezistentnost rezultat promene osetljivosti ključnog mesta delovanja imidazolinona. Istovremeno, rezistentan suncokret prema imazetapiru rezistentan je i prema imazamoksu (novom herbicidu iste hemijske grupe), neznatno rezistentan prema sulfonilurea herbicidima tifensulfuronu i hlorimuronu i osetljiv prema herbicidu kloransulam iz grupe triazolopirimidina (Baumgartner i sar., 1999)

Koristeći izvor otpornosti iz populacije divljeg suncokreta poreklom iz Kanzasa u postupku je prevođenje određenog broja NS-komercijalnih linija suncokreta po šemi povratnih ukrštanja (Šema 1). U dosadašnjem radu uspešno je realizovan veći deo programa prevođenja dotičnih samooplodnih linija u otpornu formu prema imidazolinonima. Potpuno prevođenje samooplodnih linija biće završeno u toku 2001. godine i paralelno će biti proizvedene manje količine hibridnog semena za testiranje hibrida u poljskim uslovima u 2002. godini. Ukoliko se u potpunosti realizuje zacrtani program oplemenjivanja, u 2003. godini treba očekivati uvođenje u proizvodnju NS-hibrida suncokreta otpornih prema imidazolinonima.

### ***B) Način nasleđivanja otpornosti suncokreta prema imidazolinonima***

Da bi se utvrdio način nasleđivanja otpornosti prema imidazolinonima u  $F_1$  i  $F_2$  generaciji korišćeni su interspecies hibridi između biljaka otpornog divljeg suncokreta i osetljive linije Ha-26, kao i  $F_1BC_1$  potomstva. Na osnovu dobijenih rezultata u poljskim uslovima može se konstatovati sledeće:

- a/ Biljke izvorne populacije divljeg suncokreta bile su potpuno otporne prema imazetapiru, imazamoksu i imazapiru;
- b/ Samooplodna linija Ha-26 bila je u potpunosti osetljiva prema pomenutim herbicidima;
- c/ Biljke  $F_1$  generacije su se pokazale otporne, ali sa blagom hlorozom vegetativne kupe i novoformiranih listova uz usporen porast u odnosu na kontrolu, što dovodi do zaključka da se radi o parcijalnoj dominaciji u nasleđivanju otpornosti na imazetapir, imazamoks i imazapir;
- d/ Odnos razdvajanja u  $F_2$  generaciji nakon primene imazetapira je bio: 8 osetljivih biljaka (S), 24 srednje otporne biljke (PR) i 12 otpornih biljaka (R). Na osnovu hi-kvadrat testa može se konstatovati da je odnos razdvajanja bio: 1:2:1, odnosno da je način nasleđivanja otpornosti prema imidazolinonima parcijalna dominacija i da je za otpornost odgovoran jedan gen (Tabela 1). Zamerka ovoj tvrdnji može biti relativno mali broj biljaka koji je testiran s obzirom na veoma nisku autofertilnost inerspecies hibrida. Konačan odgovor o načinu nasleđivanja i broju gena koji kontrolišu ovu otpornost dobicemo kad nam na raspolaganju budu izogene (otporne i neotporne) samooplodne linije.

*Tab.1. Odnos razdvajanja u pogledu otpornosti na imazetapir u F<sub>2</sub> generaciji*  
*Tab. 1. Segregation ratio for resistance to imazethapyr in the F<sub>2</sub> generation*

Eksperimentalno razdvajanje u F <sub>2</sub> generaciji Experimental segregation in the F <sub>2</sub> generation	Testirani odnos Ratio	$\chi^2$	P
8 S : 24 PR : 12 R	1:2:1	1,09	0,50

U potpunosti povratnih ukrštanja sa osetljivom linijom Ha-26 dobijen je odnos razdvajanja 1:1 između tolerantnih i osetljivih genotipova i kod BC<sub>1</sub> i BC<sub>2</sub> generacija, što nam potvrđuje da je za rezistantnost odgovoran jedan gen (Tab.2.)

*Tab.2. Odnos razdvajanja u pogledu otpornosti na imazetapir u BC<sub>1</sub> i BC<sub>2</sub> generacijama*  
*Tab. 2. Segregation ratio for resistance to imazethapyr in the BC<sub>1</sub> and BC<sub>2</sub> generations*

Eksperimentalno razdvajanje u BC <sub>1</sub> i BC <sub>2</sub> generaciji Experimental segregation in the BC <sub>1</sub> and BC <sub>2</sub> generation	Testirani odnos Ratio	$\chi^2$	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

### ***C) Efikasnost herbicida iz grupe imidazolinona u suzbijanju korova***

Mogućnost primene herbicida iz grupe imidazolinona u suncokretu otvoriće novo polje u suzbijanju korova kod ove biljne vrste. Poznato je da osim herbicida bifenoks (Modown), nemamo na raspolaganju herbicide za suzbijanje širokolisnih korova posle nicanja u suncokretu. Imidazolinoni poseduju širok spektar delovanja na korove a deluju folijarno i preko zemljišta. Ovi herbicidi najširu primenu imaju u leguminozama, dok se takođe poslednjih godina u svetu koriste u kukuruzu i jaroj uljanoj repici otpornim prema ovim herbicidima. Pogodnost njihove primene u otpornim biljnim vrstama su višestruke. Povoljne ekotoksikološke osobine i rezidualno delovanje preko zemljišta navode se kao osnovne prednosti primene ovih herbicida (Shaner i sar., 1997). Želja proizvođača suncokreta da jednom intervencijom reše problem širokolisnih i većeg broja uskolisnih korova, a da produženi efekat preko zemljišta bude dovoljan da se usev održi bez korova do žetve. Predviđa se da će performanse imidazolinona zadovoljiti zahteve većine proizvođača suncokreta. Prihvatljivost zajedničke primene suncokreta otpornog prema imidazolinonima i ovih herbicida, zavisice od pomenutih pogodnosti u kontroli nekih korova i volovoda i cene koštanja ukupne tehnologije u odnosu na klasične mere suzbijanja korova.

Rezultati ovih ispitivanja sa novim preparatima na bazi imazamoksa i kombinacije imazamoksa i imazapira, ukazuju na širok spektar delovanja (Tabela 3), posebno na problematične korove koji danas otežavaju proizvodnju

suncokreta (*Xanthium strumarium*, *Abutilon theophrasti*, *Datura stramonium*, *Ambrosia artemisiifolia* i dr.).

Posedovanje visoke otpornosti kulturnog suncokreta prema ovim herbicidima omogućilo bi njihovu primenu u svim fazama porasta, od setve do faza kada pokrovnost od strane biljaka i faza porasta korova ne utiču na umanjeње efekta herbicida. Zbog nedostatka efikasnih i selektivnih herbicida za suzbijanje problematičnih korova posle nicanja u suncokretu, pretpostavlja se da će ovi herbicidi kod nas imati veći značaj u odnosu na njihovu primenu u drugim biljnim vrstama i na nepoljoprivrednim površinama.

Tab. 3. Spektar delovanja prepaprata na bazi imidazolinona prema dominantnim korovima u suncokretu na osnovu dosadašnjih rezultata ogleđa u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo\*

Tab. 3. Imidazolinone-based preparations and their range of action against dominant weeds in sunflower based on results of trials carried out by the Institute of Field and Vegetable Crops

Herbicidi Herbicides	Jednogodišnji širokolisni Annual broadleaved								Višegodišnji širokolisni Perennial broadleaved		Jednogodišnji uskolisni Annual narrowleaved			Sorghum halepense (riz.)	
	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Datura stramonium</i>	<i>Polygonum persicaria</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Solanum nigrum</i>	<i>Xanthium strumarium</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Setaria spp.</i>		<i>Sorghum halepense (sem.)</i>
Imazetapir (Pivot 100-E)	O-SO	O	SO	SO	O	O	O	O	SO-O	ST-T	ST	SO	SO	SO	ST-T
Imazamoks + imazapir (Euro-Lightning)	O	O	SO-O	O	O	O	O	O	O	ST-SO	ST-SO	O-SO	O-SO	O-SO	SO-ST
Imazamoks (Bolero)	O-SO	O	SO	O	O	O	O	O	SO-O	ST-T	ST	O-SO	SO	O-SO	ST

\* O efikasnost preko 90-100%; SO efikasnost od 80-90%; ST efikasnost od 65-80%; T efikasnost ispod 65%

## Diskusija

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. Glavni razlozi ustručavanja su mogućnost transfera gena u divlje srodnike i problem samoniklog suncokreta u drugim gajenim biljnim vrstama.

**Mogućnost transfera gena u divlje srodnike i konvencionalni suncokret rizik od stvaranja "super korova".** 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 i sar., 1998), ukrštenu rezistentnost (prema imazamoksu, hloriguronu i tifensulfuron-metil) i raširenost u području gde je prvi put registrovana (Baumgartner i sar., 1999 a,b), 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 enzima 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. Isto ključno mesto delovanja kao imidazolinoni imaju herbicidi sulfoniluree, triazolpirimidini i pirimidil oksibenzoati. 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 hloriguronu, i biotipa rezistentnog samo prema imazetapiru (Sprague i sar., 1997). Takođe, suncokret rezistentan prema sulfonilureama (hloriguronu i halosulfuronu) registrovan je u Misuriju. Do sada je registrovano više od 58 korovskih vrsta koje su razvile rezistentnost prema inhibitorima ALS-a u 14 država (Heap, 1999). Rezistentnost prema imazetapiru ukazuje na potencijalni problem primene ovog herbicida na 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, kao na primer preparat EU Lightning (imazamoks + imazapir) i efikasnije suzbiti korovi koji se ne mogu suzbiti sadašnjim hemijskim merama. Uzimajući u obzir sposobnost transfera gena na velike razdaljine, uvođenje takozvanog IMI ili Clearfield suncokreta u širu proizvodnju, usloviće da se i posle konvencionalnog suncokreta koji se gaji u blizini otpornog, planiraju herbicidi koji nisu iz grupe imidazolinona, a efikasni su u suzbijanju samoniklog suncokreta. Zbog periodičnosti nicanja, problem se može javiti i u drugoj godini, gde takođe prethodno treba uzeti u obzir. Divlji srodnici nisu problem kod nas u toj meri kao u zemljama porekla suncokreta, ali postoji mogućnost da se i kod nas ostvari transfer gena otpornosti prema herbicidima u divlji suncokret.

**Mogućnost suzbijanja samoniklog suncokreta sa genom za otpornost prema imidazolinonima.** Teško je prognozirati koliko će ovaj suncokret uticati da već postojeći problem suzbijanja samoniklog suncokreta u narednim usevima bude još veći. Ukoliko se pridržavamo koncepcije integralnog suzbijanja korova, potencijalni rizik od samoniklog suncokreta otpornog prema imidazolinonima



svešće se na minimum. Danas se imidazolinoni kod nas još ne koriste u kukuruзу, a većina herbicida koji se primenjuju posle nicanja u ovom usevu je efikasna u suzbijanju samoniklog suncokreta. U skoroj budućnosti kod nas se očekuje gajenje kukuruза otpornog prema imidazolinonima. U takvoj situaciji ne treba smenjivati useve koji su otporni na isti herbicid ili herbicid iste hemijske grupe. Divlji suncokret otporan prema imidazolinonima, osetljiv je prema praktičnim količinama herbicida hlorsulfuron (Glean 75DF), jodosulfuron (preparat Hussar), oksasulfuron (Dynam 75WG), prosulfuron (aktivna materija preparata Ring 80WG) i rimsulfuron (aktivna materija preparata Tarot 25DF i Grid 75WG). Ovo znači da će se ovi herbicidi u budućnosti moći koristiti za suzbijanje samoniklog suncokreta rezistentnog prema imidazolinonima (Malidža i sar., 2000).

**Problem povećane upotrebe imidazolinona.** Poslednjih godina sve je veći broj registrovanih herbicida inhibitora ALS-a (sulfoniluree, imidazolinoni i triazolopirimidini). Povećanom primene herbicida sa istim mehanizmom delovanja vodi bržem razvoju rezistentnih korova, što za posledicu može da skрати njihov vek primene u budućnosti. Kod nas je manja verovatnoća da se brzo razviju korovi otporni prema imidazolinonima, jer se u sadašnjoj, mada stihijskoj, primeni herbicida koriste u većini slučajeva "stare aktivne materije". Rezistentnost korova se može pre razviti prema njima nego prema novim herbicidima, koji su se poslednjih godina koristili u manjim količinama. Primena imidazolinona na većim površinama može ograničavati slobodnu smenu useva. Rizik od negativnog uticaja rezidua imidazolinona u zemljištu posebno je izražen na zemljištima kiselije reakcije i u našim uslovima za šećernu repu, krompir i neke osetljive povrtarske biljne vrste. Sintezom i korišćenjem novih herbicida iz grupe imidazolinona sa bržom razgradnjom u zemljištu (kao što je imazamoks), smanjiće se rizik od negativnog uticaja na neke osetljive naredne useve posle suncokreta.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu višegodišnjih rezultata u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema herbicidima i proučavanja efikasnosti herbicida iz grupe imidazolinona u suzbijanju korova, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Otpornost (gen) prema imidazolinonima iz populacije divljeg suncokreta *Helianthus annuus* L. (Rossville, Kaznas) preneti je u po tri B i Rf linije suncokreta metodom povratnih ukrštanja;
- Način nasleđivanja otpornosti prema imidazolinonima (imazetapiru, imazamoksu i imazapiru) je parcijalna dominacija, a otpornost je kontrolisana jednim genom.
- Primenom imidazolinona u usevu suncokretu moguće je suzbiti uspešno većinu dominantnih korova i volovod. Suzbijanje volovoda primenom imidazolinona ima veliki značaj, s obzirom na učestalu pojavu novih rasa.
- Za očekivati je da u 2003. godini uđu u redovnu proizvodnju NS-hibridi suncokreta otporni prema herbicidima iz grupe imidazolinona.

## 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., Rodrigez-Ojeda, M.I., Fernandez-Escobar, J., Lopez-Ruiz-Calero, G. (1988): Chemical control of broomrape (*Orobancha cernua* Loefl.) in sunflower (*Helianthus annuus* L.) resistant to imazethapyr herbicide. Helia, 29: 45-54
- Anonimus (1999): CLEARFIELD\* Production System. American Cyanamid Company
- Baumgartner, J.R., Al-Khatib, 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-Khatib, 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., Donnely-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
- Malidža, G., Škorić, D., Jocić, S. (2000): Imidazolinone-resistant sunflower (*Helianthus annuus*): Inheritance of resistance and response towards selected sulfonylurea herbicides. Proceedings of 15th International Sunflower Conference, 12-15 June 2000, Toulouse-France, 42-47
- 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 15 th International Sunflower Conference. TomeII: 0-37:42. June 12-\*15. Toulouse.
- Martin, A.R., F.W. Roeth, R.G. Wilson, G.A. Wicks, R.N. Klein, D.J. Lyon, S.Z. Knežević (2000): 2000 Guide for Weed Management in Nebraska. University of Nebraska, Nebraska Cooperative Extension EC 00-130-D, 3-106
- Owen, M.D.K., R.G. Hartzler (1999): 2000 Herbicide Manual for Agricultural Professionals. Iowa State University, WC-92, November 1999, 1-127
- Regehr, D.L., D.E. Peterson, P.D. Ohlenbusch, W.H. Fick, P.W. Stahlman, and D.K. Kuhlman (1999): Chemical Weed Control for Field Crops, Pastures, Rangeland, and Noncropland, 1999. Kansas State University, Report of progress 826, 1-72
- 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

Zollinger, R.K., 1997: 1997 North Dakota Weed Control Guide. NDSU- Extension Service Circular W-253. Revised p. 1-116.

## ***SUNFLOWER BREEDING FOR RESISTANCE TO HERBICIDES***

***Jocić, S., Škorić, D., Malidža, G.***

Institut of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

### **SUMMARY**

Used in this study as a donor of genes for resistance to the imidazolinone herbicides was a wild *Helianthus annuus* L. population collected at Rossville, Kansas, U.S.A. Resistance to imidazolinones/imazethapyr, imazamox, and imazapyr was transferred into three female B-lines and three male Rf-lines by the backcross method with constant control of resistance to these herbicides in the acceptor plants. Our study shown that the mode of inheritance of resistance to the imidazolinones is partial dominance and that this resistance is controlled by a single gene. The introduction of NS-hybrids with resistance to imidazolinones into large-scale production is expected to occur in the year 2003.

The use of herbicides from the imidazolinone group in sunflower crops will enable successful control *Xanthium strumarium*, *Abutilon theophrasti*, *Solanum nigrum*, *Datura stramonium*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Sinapis arvensis*, and a number of narrow-leaved weeds, and will also help counter the negative effects of *Sorghum halepense* (both the seed and rhizome form), *Cirsium arvense* and *Convolvulus arvensis*.

KEY WORDS: breeding, herbicides, imidazolinones, IMI-resistance, sunflower