

NOVI HIBRIDNI SUNCOKRETA TOLERANTNI NA TRIBENURON-METIL

Siniša Jocić, Goran Malidža, Nada Hladni, Sandra Gvozdrenović

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Izvod: Otkrićem populacije divljeg *Helianthus annuus* L. (ANN-KAN) otporne prema tribenuron-metilu stvorena je mogućnost proširenja programa oplemenjivanja suncokreta na tolerantnost na herbicide. Cilj ovog rada je bio stvaranje hibrida suncokreta tolerantnih na tribenuron-metil. Stvaranje hibrida tolerantnih na tribenuron-metil proširilo bi paletu herbicida u suncokretu, omogućilo efikasnije suzbijanje palamide (*Cirsium arvense*) i ekonomski povoljnije suzbijanje nekih jednogodišnjih širokolisnih korova posle nicanja u suncokretu.

Izvorne populacije SURES-1 i SURES-2 su homozigotno tolerantne na tribenuron-metil. Dobijene F₁ generacije su u potpunosti tolerantne na tribenuron-metil što ukazuje na dominantan način nasleđivanja. Istraživanja tačnog broja gena koji kontrolišu ovu otpornost su u toku. Otpornost prema tribenuron-metilu je iz izvornih populacija prenet u veći broj majčinskih i restorer samooplodnih linija suncokreta. Na osnovu ovih linija moguće je stvaranje većeg broja hibrida tolerantnih na tribenuron-metil. Hibridi NS-H-2017-SU, NS-H-2018-SU i NS-H-2019-SU tolerantni su na dvostruku praktičnu koncentraciju po hektaru tribenuron-metila. Ovi hibridi su po svojim agronomskim karakteristikama na nivou vodećih hibrida koji se nalaze u širokoj proizvodnji.

ključne reči: suncokret, hibrid, tribenuron-metil, tolerantnost

Uvod

Osnovni cilj oplemenjivanja biljaka je stvaranje novih sorti i hibrida radi zadovoljenja potreba ljudi i domaćih životinja. Ubrzani porast humane populacije, gubitak obradivih površina, globalne klimatske promene i problem snabdevanja vodom ukazuju na težak zadatak obezbeđenja dovoljne količine hrane u budućnosti. Povećanje prinosa gajenih biljaka nije moguće ostvariti samo stvaranjem novih produktivnijih genotipova nego je potrebno i usavršavanje tehnologije proizvodnje. Oplemenjivanjem biljaka na tolerantnost prema herbicidima unapređuju se oba ova neophodna faktora.

Razvoj biljaka tolerantnih prema herbicidima omogućen je zahvaljujući novim saznanjima o mehanizmu i ključnom mestu njihovog delovanja na molekularnom nivou, kao i razvojem novih metoda biotehnologije. Kao rezultat toga krajem prošlog veka stvoren je veći broj genotipova otpornih na herbicide (Tab. 1). Teoretski je moguće stvoriti tolerantne biljke prema svim herbicidima, ali komercijalnu primenu imaju ekonomski važnije biljne vrste i herbicidi povoljnih svojstava (glifosat, glufosinat amonijum, sulfonil uree, imidazolinoni i dr.) (Malidža i sar., 1999).

Tab. 1. Godine prvih registracija gajenih biljaka tolerantnih prema herbicidima
 Tab. 1. Years of first registration of herbicide tolerant crops (Malidža i sar., 1999)

Godina – Year	Kompanija – Company	Biljna vrsta – Crop
1992	Cyanamid	Kukuruz tolerantan prema imidazolinonima IMI, IR, IT Maize
1992	Du Pont	Soja tolerantna prema sulfonilureama STS Soybeans
1995	Calgene	Pamuk tolerantan prema bromoksinilu BXN Cotton
1995	AgrEvo	Jara uljana repica tolerantna na glufosinat amonijum Liberty Link Canola
1996	Monsanto	Soja tolerantna prema glifosatu Roundup Ready Soybeans
1996	Monsanto	Jara uljana repica tolerantna prema glifosatu Roundup Ready Canola
1997	Monsanto	Pamuk tolerantan prema glifosatu Roundup Ready Cotton
1997	AgrEvo	Kukuruz tolerantan prema glufosinat amonijumu Liberty Link Maize
1997	AgrEvo	Soja tolerantna prema glufosinat amonijumu Liberty Link Soybeans
1999	Monsanto	Kukuruz tolerantan prema glifosatu Roundup Ready Maize

Suncokret kao biljna vrsta nije bio uključen u ispitivanja u početnim fazama oplemenjivanja gajenih biljaka na otpornost prema herbicidima. Sa druge strane, biljne vrste kod kojih su stvoreni genotipovi tolerantni na herbicide doživele su ekspanziju prvenstveno zbog ekonomičnije proizvodnje što je dovelo i do pada površina pod suncokretom u Južnoj i Severnoj Americi koje su prihvatile ove nove tehnologije bez zakonskih ograničenja. Osim toga, razvoj herbicida za suzbijanje korova u suncokretu sporiji je u odnosu na druge ratarske biljke. Korovi značajno umanjuju prinos suncokreta zbog nedostatka efikasnih herbicida za suzbijanje širokolisnih korova i za primenu posle nicanja useva. Postojeće hemijske mere nisu efikasne u suzbijanju krupnosemenih širokolisnih korova, a postojeći zemljišni herbicidi često ne daju zadovoljavajući efekat u suzbijanju sitnosemenih korova, a posebno u godinama sa deficitom padavina nakon njihove primene (Malidža i sar., 2004). Ovo je nametnulo zadatak oplemenjivačima suncokreta da započnu rad na oplemenjivanju ove biljne vrste na tolerantnost prema herbicidima. Osnovni preduslov za to ostvaren je kada su Al-Khatib i sar. (1998) otkrili populaciju divljeg *Helianthus annuus* L. (ANN-PUR) poreklom iz Rossville, Kansas (SAD) otpornu prema herbicidima iz grupe imidazolinona. To je dovelo, nakon ispitivanja genetike otpornosti (Miller i Al-Khatib, 2000; Jocić i sar., 2001) do stvaranja prvih hibrida suncokreta tolerantnih prema herbicidima iz grupe imidazolinona u SAD 2003. i Srbiji i Turskoj 2004. godine (Jocić i sar., 2004).

Nakon otkrića populacije divljeg *Helianthus annuus* L. (ANN-KAN) Kansas (SAD) (Al-Khatib i sar., 1999) otporne prema sulfonilurea herbicidima tj. tribenuron-metil stvorena je mogućnost proširenja programa oplemenjivanja sunco-

kreta na tolerantnost prema herbicidima. Cilj ovog rada je bio stvaranje hibrida suncokreta tolerantnih na tribenuron-metil. Stvaranje hibrida tolerantnih na tribenuron-metil proširilo bi paletu herbicida u suncokretu, omogućilo efikasnije suzbijanje palamide (*Cirsium arvense*) i ekonomski povoljnije suzbijanje nekih jednogodišnjih širokolisnih korova posle nicanja u suncokretu (Zollinger, 2003 i Malidža i sar., 2006).

Materijal i metod rada

U izvođenju ovog rada korišćen je preparat Granstar 75 WG i to u praktičnoj dozi od 30 g/ha i duploj dozi od 60 g/ha. U poslednjim godinama ovog programa za testiranje tolerantnosti novostvorenih hibrida u rad je uključen i preparat Express 50-SX (500 g/kg tribenuron-metila) nova poboljšana formulacija preparata na bazi tribenuron-metila proizvođača Du Pont. Ovaj preparat je primenjivan u praktičnoj dozi od 45 g/ha i dvostrukoj dozi od 90 g/ha.

Kao izvor gena za tolerantnost prema tribenuron-metilu u ovom istraživanju korišćene su populacije SURES-1 i SURES-2. SURES-1 je populacija B linija dobijena iz ukrštanja HA 424/3HA 406 // HA 89/ ANN-KAN, a SURES-2 populacija restorer linija dobijena iz ukrštanja RHA377/3 RHA 392 // RHA 376/ ANN-KAN (Miller and Al-Khatib, 2004). Od genotipova gajenog suncokreta korišćene su samooplodne B-linije Ha-26, VL-A-8 i Ha-48 za ukrštanja sa populacijom SURES-1 i restorer linije RHA-583, RHA-SES i RHA-N-49 za ukrštanja sa populacijom SURES-2.

Testiranje tolerantnosti populacija SURES-1 i SURES-2 prema tribenuron-metilu urađeno je u stakleniku u periodu septembar-decembar 2000. Istovremeno su urađena i početna ukrštanja između ovih populacija i odabranih samooplodnih linija. Za vreme vegetacionog perioda u poljskim uslovima u 2001. godini testirana je tolerantnost dobijenih F₁ generacija uz korišćenje duple doze tribenuron-metila. Nakon utvrđivanja načina nasleđivanja pristupilo se pedigre metodu selekcije, s tim što je svaka generacija inbreedinga tretirana duplom dozom preparata Granstara 75-WG (60 g/ha) i za dalji rad su selekcionisane najtolerantnije biljke od najtolerantnijih potomstava. Tretiranje herbicidima je izvođeno u fazi 2-6 listova korišćenjem ledne prskalice Solo, sa 350 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). Zahvaljujući korišćenju staklenika dobijane su tri generacije inbreedinga godišnje, što je omogućilo stvaranje prvih eksperimentalnih hibrida već 2004. godine, odnosno ispitivanje opštih (OKS) i posebnih (PKS) kombinacionih sposobnosti novostvorenih restorer linija. Ispitivanja su rađena primenom metode linija x tester (Singh and Choudhary, 1976). Komparativni ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, a posejan je u optimalnom roku na dobro pripremljenom zemljištu tipa černoziem na Oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima. Tokom vegetacionog perioda primenjivana je intenzivna agrotehnika, a berba je obavljena ručno. Odabrane najbolje hibridne kombinacije su u toku 2005. godine testirane u mreži mikroogleda u pogledu tolerantnosti na tribenuron-metil i proizvodne karakteristike.

Rezultati i diskusija

Tribenuron-metil je herbicid inhibitor enzima acetolaktat sinteaze (ALS) koji je odgovoran za sintezu aminokiselina valin, leucin i izoleucin. Tribenuron-metil je jedan od najstarijih predstavnika grupe sulfonilurea herbicida (Ferguson i sar., 1985). Već dve decenije se ubraja u najznačajnije herbicide strnih žita, a u Srbiji se primenjuje na usevu pšenice i aktivna je materija preparata Granstar 75-WG (75% tribenuron-metila) (Mitić, 2004). Prema rezultatima Kolkman et al. (2004) kod populacija SURES-1 i SURES-2 utvrđena je mutacija Pro197. Ova mutacija je jedna od najčešćih mutacija pronađena kod drugih biljnih vrsta tolerantnih na herbicide inhibitore ALS-a i ona obezbeđuje višestruku tolerantnost na ove herbicide u odnosu na osetljive genotipove. U toku vegetacione sezone 2001. utvrđena je puna tolerantnost potomstva izvornih populacija, što znači da su ove populacije u potpunosti homozigotne na ispitivano svojstvo. Osim toga, potvrđena je i potpuna osetljivost inbred linija klasičnog tipa. F₁ generacije su pokazale punu tolerantnost sa blagom hlorozom, ali bez ikakvog zaostajanja u porastu u odnosu na kontrolu, što ukazuje na dominantan način nasleđivanja tolerantnosti na Granstar 75-WG. Utvrđivanje genetičke osnove tolerantnosti prema herbicidima je izuzetno osetljivo istraživanje. Kao prvi preduslov, ispitivanja se moraju raditi na dvostruku dozu aktivne materije. Faktori spoljne sredine imaju veliki uticaj na ispoljavanje tolerantnosti kao i genetska osnova linija koje se koriste kao akceptori gena tolerantnosti. Pošto donorske populacije poseduju mnoga svojstva karakteristična za izvornu populaciju divljeg *Helianthus annuus* za utvrđivanje genetike tolerantnosti prvo je neophodno stvoriti inbred linije tolerantne na tribenuron-metil. Pedigre metodom selekcije stvoreno je 52 inbred linija poreklom iz ukrštanja SURES-2 sa restorer linijama RHA-583, RHA-SES i RHA-N-49, kao i 46 inbred linija majke iz ukrštanja populacije SURES-1 i linija Ha-26, VL-A-8 i Ha-48. Sve ove samooplodne linije su tolerantne na dvostruku dozu tribenuron-metila, jer je u svakoj generaciji njihovog stvaranja primenjivan tretman u fazi od 2-6 listova. Pored tolerantnosti na primenjeni herbicid novostvorene samooplodne linije se odlikuju i povoljnim drugim agronomskim svojstvima, jer su i ovi kriterijumi primenjeni u procesu njihovog stvaranja, a prvenstveno tolerantnost prema *Phomopsis helianthi*.

Stvaranje ovih linija omogućilo je i stvaranje prvih hibrida tolerantnih na tribenuron-metil. Nakon ispitivanja OKS i PKS novostvorenih linija proizvedeni su eksperimentalni hibridi u toku 2004. godine. Svi hibridi osim testiranja na proizvodne osobine i na otpornost na dominantne bolesti svake godine tretirani su dvostrukom dozom tribenuron-metila. Na osnovu dobijenih rezultata odabrana su tri hibrida suncokreta za komercijalnu proizvodnju.

S obzirom na obimnost ovog istraživanja u ovom radu prikazani su samo rezultati vezani za novostvorene SU-hibride: NS-H-2017-SU, NS-H-2018-SU i NS-H-2019-SU. U tabeli 2 prikazani su dobijeni rezultati ispitivanja ovih hibrida nakon dvogodišnjih ispitivanja. Osnovni preduslov koji ovi hibridi moraju da zadovolje je svakako zadovoljavajući nivo tolerantnosti prema tribenuron-metilu. Naime, neophodno je da ovi hibridi mogu bez znakova fitotoksičnosti ili smanjenja u pogledu prinosa i njegovih glavnih komponenti da podnesu dvostruku praktičnu dozu aktivne materije po jedinici površine. Dobijeni rezultati su

pokazali da novostvoreni hibridi poseduju zadovoljavajući nivo tolerantnosti, jer nije došlo do statistički značajnog smanjenja prinosa i drugih ispitivanih svojstava kod tretmana sa duplom dozom tribenuron-metila u odnosu na varijantu bez tretmana herbicidom (Tab. 2). Osim toga nije bilo ni vidljivih znakova fitotoksičnosti. Došlo je samo do pojave blage hloroze nedelju dana nakon tretmana koja se u potpunosti izgubila nakon dve nedelje. Drugi neophodan uslov koji ovi hibridi treba da ispune je svakako zadovoljavajući proizvodni nivo. Ovi hibridi pored tolerantnosti na tribenuron-metil moraju se odlikovati i visokim potencijalom za prinos, sadržajem ulja, otpornošću na dominantne hibride kako bi bili konkurentni standardnim hibridima koji se već nalaze u proizvodnji. Zato su kao kontrole u pogledu produktivnosti odabrani hibridi NS-H-111 koji je vodeći hibrid u proizvodnji u našoj zemlji i NS-H-43 hibrid koji je već duži niz godina prisutan u proizvodnji i dobro je poznat našim proizvođačima. Dobijeni rezultati su pokazali da su novostvoreni SU hibridi suncokreta u potpunosti na nivou standardnih hibrida. Hibridi NS-H-2017-SU i NS-H-2019-SU su u pogledu prinosa semena, sadržaja ulja i prinosa ulja u potpunosti na nivou najzasupljenijeg hibrida u našoj proizvodnji, dok je hibrid NS-H-2018-SU na nivou hibrida NS-H-43 iako ima dve nedelje kraću vegetaciju (Tab. 2).

Tab. 2. Srednje vrednosti nekih svojstava hibrida tolerantnih prema tribenuron-metilu
Tab. 2. Mean value of some traits of tribenuron tolerant sunflower hybrids

Hibrid <i>Hybrid</i>	Tretman <i>Treatment</i>	Visina biljaka (cm) <i>Plant height</i>	Dužina vegetacije (dani) <i>Maturity (days)</i>	Prinos semena <i>Seed yield (kg/ha)</i>	Sadržaj ulja <i>Oil content (%)</i>	Prinos ulja <i>Oil yield (kg/ha)</i>
NS-H-2017	Netretirano <i>Untreated</i>	176,43	122,5	4265,33	46,36	1976,43
	Tribenuron-metil <i>Tribenuron-methyl (45 g/ha)</i>	178,29	123	4230,57	46,25	1956,20
NS-H-2018	Netretirano <i>Untreated</i>	161,40	110,4	3702,26	47,18	1747,45
	Tribenuron-metil <i>Tribenuron-methyl (45 g/ha)</i>	162,30	109,9	3806,34	48,53	1847,28
NS-H-2019	Netretirano <i>Untreated</i>	189,55	127,8	3926,57	48,30	1896,53
	Tribenuron-metil <i>Tribenuron-methyl (45 g/ha)</i>	188,75	127,5	4157,52	49,25	2046,11
NS-H-43	Netretirano <i>Untreated</i>		129	3938,04	46,49	1830,35
NS-H-111	Netretirano <i>Untreated</i>		123	4258,12	48,53	2066,36
			LSD	476,93	4,27	260,65

Na osnovu dobijenih rezultata smatramo da će hibridi NS-H-2017-SU, NS-H-2018-SU i NS-H-2019-SU veoma brzo naći svoje mesto u širokoj proizvod-

nji, što potvrđuju i rezultati Sortne komisije Srbije na osnovu kojih su ovi hibridi upisani u Sortnu listu Srbije.

Zaključak

Na osnovu višegodišnjih rezultata u oplemenjivanju suncokreta na tolerantnost prema tribenuron-metil mogu se izvesti sledeći zaključci:

Izorne populacije SURES-1 i SURES-2 su homozigotno tolerantne na tribenuron-metil

Dobijene F₁ generacije su u potpunosti tolerantne na tribenuron-metil što ukazuje na dominantan način nasleđivanja. Istraživanje tačnog broja gena koji kontrolišu ovu otpornost su u toku.

Otpornost prema tribenuron-metil je iz izvornih populacija preneti u veći broj majčinskih i restorer samooplodnih linija suncokreta. Na osnovu ovih linija moguće je stvaranje većeg broja hibrida tolerantnih na tribenuron-metil.

Hibridi NS-H-2017-SU, NS-H-2018-SU i NS-H-2019-SU su tolerantni na dvostruku praktičnu koncentraciju po hektaru tribenuron-metila. Ovi hibridi su po svojim agronomskim karakteristikama na nivou vodećih hibrida koji se nalaze u širokoj proizvodnji.

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
- Al-Khatib K., Baumgartner J.R. and Currie R.S. (1999): Survey of common sunflower (*Helianthus annuus*) resistance to ALS inhibiting herbicides in northeast Kansas. In: Proceedings of 21th sunflower research workshop. National Sunflower Association, Bismark, N.D., pp 210-215.
- Ferguson D.T., Schehl S.E., Hageman, L.H., Lepone, G.E. (1985): DPX-L5300 – A new cereal herbicide. The 1985 British Crop Protection Conference – Weeds. 43-48.
- Malidža G., Ivanović Dragica, Bekavac G., Jasnić S. (1999): Značaj genetički modifikovanih biljaka u suzbijanju štetnih organizama, *Pesticidi* 14, 125-152.
- Malidža G., Jocić S., Škorić D., Orbović, Branka (2004): Clearfield sistem proizvodnje suncokreta, *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 40, 279-290
- Malidža G., Jocić S., Škorić D., Orbović, Branka (2006): Suzbijanje korova u suncokretu tolerantnom prema tribenuron-metil, *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 42, 323-331.
- Jocić S., Škorić D., Malidža, G. (2001): Oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema herbicidima. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 35: 223-233
- Jocić S., Malidža G., Škorić D. (2004): Suncokret tolerantan na herbicide iz grupe imidazolinona, *J.Sci.Agric. Research/Arh. poljopr. nauke* Vol. 65, No 229, 81-89.
- Kolkman M.Judith, Slabaugh B. Mary, Bruniard M.J., Berry S., Bushman B.S., Olungu Christine, Maes N., Abratti G., Zambelli A., Miller F.J., Leon A., Knapp J.S. (2004): Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone or sulfonyleurea herbicides in sunflower. *Theor Appl Genet* 109, 1147-1159.
- Miller F.J., Al-Khatib K. (2000): Development of herbicide resistant germplasm in sunflower. *Proc. of 15 th International Sunflower Conference*. Toulouse, Tome II: 0-37:42. June 12-15.
- Miller F.J., Al-Khatib K. (2004): Registration of two oilseed sunflower genetic stock, SURES-1 and SURES-2, resistant to tribenuron herbicide. *Crop Sci* 39: 301-302.

- Mitić, N. (2004): Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji i Crnoj Gori, Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd
- Singh, R.K. and Chouduary, B. D., 1976: Biometrical Techniques in Genetics and Breeding. Int. Bioscience Publishers. Hisar. India
- Zollinger, R. (2003): Innovaciones en Control de Malezas en Girasol, 2o Congreso Argentino de Girasol, 12-13 de agosto de 2003, Buenos Aires, 20-28.

NEW SUNFLOWER HYBRIDS TOLERANT TO TRIBENURON-METHYL

Siniša Jocić, Goran Malidža, Nada Hladni, Sandra Gvozdrenović

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

Summary: Discovery of tribenuron-methyl resistant wild *Helianthus annuus* L. population (ANN-KAN) created an opportunity for expansion of sunflower herbicide resistance breeding program. The aim of this work was creation of sunflower hybrids resistant to tribenuron-methyl. Creation of tribenuron-methyl resistant hybrids would enable the use of a wider palette of herbicides for sunflower, more efficient chemical control of *Cirsium arvense* and more economically profitable post-emergence control of some annual broad-leaved weeds in sunflower.

Original populations SURES-1 and SURES-2 are homozygous for resistance to tribenuron-methyl. F₁ generations produced from the crossings are completely resistant to tribenuron-methyl, pointing out to dominant way of inheritance of this trait. Studies on the exact number of genes controlling the resistance are in progress. Tribenuron-methyl resistance was transferred from original populations into a number of female and restorer inbred lines of the cultivated sunflower. These inbred lines could enable creation of a number of hybrids resistant to tribenuron-methyl. Hybrids NS-H-2017-SU, NS-H-2018-SU and NS-H-2019-SU are resistant to doubled application dose of tribenuron-methyl. Agronomical characteristics of these hybrids are on par with the leading conventional sunflower hybrids.

Key words: sunflower, hybrid, tribenuron-methyl, tolerance