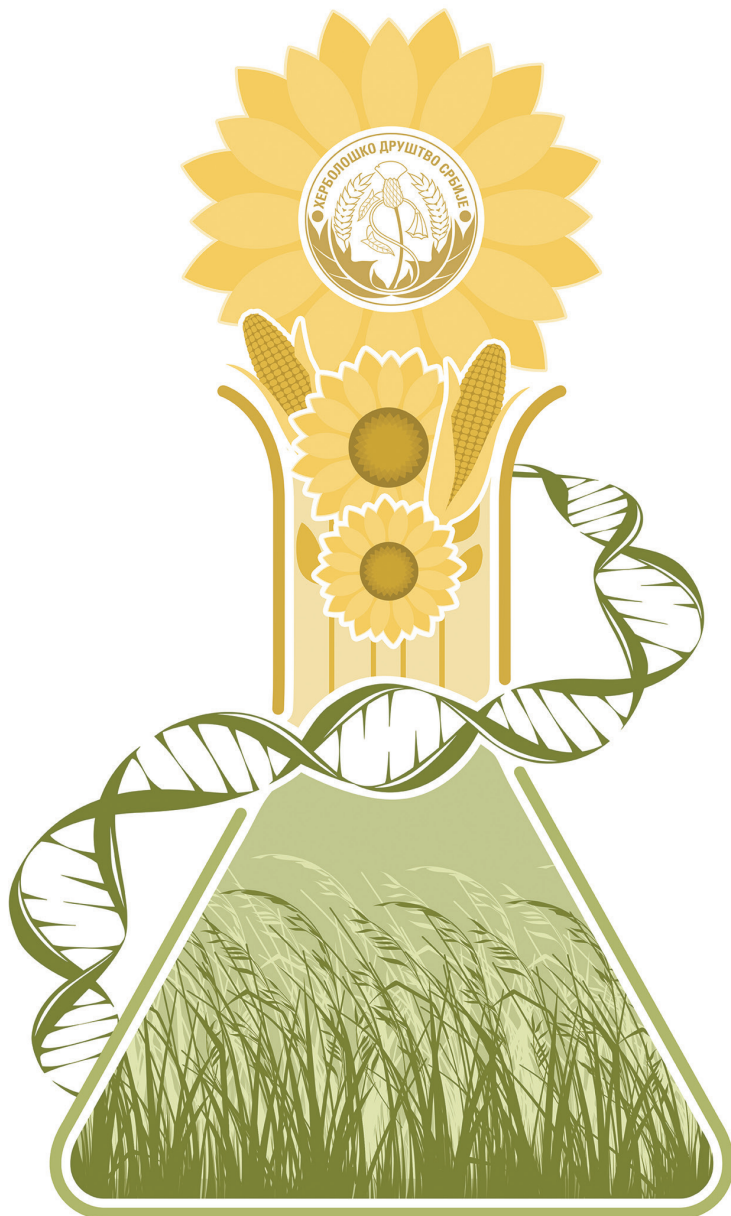


HERBOLOŠKO DRUŠTVO SRBIJE

REZISTENTNI KOROVI I TOLERANTNI USEVI NA HERBICIDE: STANJE I PERSPEKTIVE



ZBORNIK RADOVA

Novi Sad, 2. novembar 2018. godine

**ZBORNİK RADOVA SA SAVETOVANJA "REZISTENTNI KOROVI I
TOLERANTNI USEVI NA HERBICIDE: STANJE I PERSPEKTIVE"**

Novi Sad, 2. novembar 2018. godine

IZDAVAČ

HERBOLOŠKO DRUŠTVO SRBIJE
11080 Zemun, Banatska 31b
www.herboloskodrustvo.rs

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Dr Goran Malidža

REDAKCIONI ODBOR

Recenzenti radova
Prof. dr Sava Vrbničanin
Prof. dr Dragana Božić
Dr Ljiljana Radivojević
Dr Sandra Cvejić
Dr Marija Sarić-Krsmanović

GRAFIČKO REŠENJE NA KORICAMA

Nemanja Malidža

ŠTAMPA

FUTURA, Petrovaradin

TIRAŽ: 350 primeraka

**ORGANIZACIJU SAVETOVANJA I ŠTAMPANJE
ZBORNIKA POMOGLI SU:**

BASF Srbija d.o.o.

Bayer d.o.o.

Corteva Agriscience™ Agriculture Division of DowDuPont

Syngenta Agro d.o.o.

Agromarket d.o.o.

Arysta LifeScience Great Britain Limited

Belchim Crop Protection SRB d.o.o.

KWS Srbija d.o.o.

Galenika-Fitofarmacija a.d.

Institut za ratarstvo i povrtarstvo

Adama SRB d.o.o.

Agrimatco d.o.o.

Chemical Agrosava

Delta Agrar d.o.o.

Nufarm GmbH & Co.KG

Stockton d.o.o.

PROGRAMSKI ODBOR

Predsednik

Dr Goran Malidža, Institut za ratarstvo i povrtarstvo

Članovi

Prof. dr Sava Vrbničanin, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
Akademik Vaskrsija Janjić, Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Banja Luka

Dr Danijela Pavlović, Institut za zaštitu bilja, Beograd

Prof. dr Dragana Božić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Dr Milena Simić, Institut za kukuruz, Zemun Polje

Dr Ljiljana Radivojević, Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Zemun

Prof. dr Maja Meseldžija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet

Dr Miloš Rajković, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Dr Sandra Cvejić, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Dr Marija Sarić-Krsmanović, Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Zemun

Doc. dr Bojan Konstantinović, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet

Doc. dr Siniša Mitrić, Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet,

Dipl. inž. Vladimir Ljubičić, Bayer d.o.o., Beograd

Dipl. inž. Dragan Mačoš, BASF Srbija d.o.o., Beograd

Dr Miroslav Ivanović, Syngenta Agro d.o.o., Beograd

Dipl. inž. Srđana Petrović, Corteva Agriscience™, Agriculture Division of DowDuPont

Dipl. inž. Filip Vranješ, Galenika-Fitofarmacija a.d., Beograd

Dipl. inž. Dragan Đorđević, Agromarket d.o.o., Kragujevac

Dipl. inž. Dušica Tošić, Adama SRB d.o.o., Beograd

Dr Branislav Veljković, Chemical Agrosava, Beograd

Dipl. inž. Vladimir Vasojević, Belchim Crop Protection d.o.o., Beograd

SADRŽAJ

PREDGOVOR	7
 Vaskrsija Janjić OSNOVNI POJMOVI, ZNAČAJ I RAZVOJ REZISTENTNOSTI KOROVSkih BILJAKA NA HERBICIDE	9
 Goran Malidža, Miloš Rajković REZISTENTNOST KOROVA NA HERBICIDE U SRBIJI SA PREDLOGOM MERA ZA UPRAVLJANJE REZISTENTNOŠĆU	21
 Sava Vrbničanin, Dragana Božić TRANSFER GENA SA TOLERANTNIH USEVA NA DIVLJE SRODNIKE: PUT KA STVARANJU REZISTENTNIH KOROVA NA HERBICIDE	35
 Vladimir Ljubičić INTEGRALNE MERE KAO VID ODRŽIVE BORBE SA REZISTENTNIM KOROVIMA NA HERBICIDE	44
 Matthias Pfenning ANTIREZISTENTNA STRATEGIJA U CLEARFIELD® USEVIMA - EVROPSKI PROGRAM	52
 Maja Sudimac SAVETODAVNA SLUŽBA - DEO INTEGRISANOG SISTEMA UPRAVLJANJA REZISTENTNOŠĆU KOROVA NA HERBICIDE	54
 Tihomir Gujaničić CONVISO® SMART – NOVA TEHNOLOGIJA U PROIZVODNJI ŠEĆERNE REPE	64
 Goran Bekavac, Goran Malidža HIBRIDNI KUKURUZA TOLERANTNI PREMA CIKLOKSIDIMU - DESET GODINA POSLE	71

PREDGOVOR

Sagledavajući ekonomski značaj i interesovanje javnosti za fenomen rezistentnosti korova na herbicide i useve tolerantne na pojedine herbicide u Republici Srbiji, Glavni odbor Herbološkog društva Srbije je na sastanku održanom 5. decembra 2017. godine pokrenuo inicijativu za organizovanje savetovanja „Rezistentni korovi i tolerantni usevi na herbicide: stanje i perspektive“. Ovaj skup je održan u Novom Sadu, 2. novembra 2018. godine, u terminu koji je odredio Programski odbor na sastanku održanom 13. juna 2018. godine. Cilj ovog savetovanja je transfer najnovijih informacija o stanju i predlogu mera za upravljanje rezistentnošću korova na herbicide, uključujući najnovija saznanja o usevima tolerantnim na herbicide. Savetovanje je prvenstveno namenjeno predstavnicima krupnijih poljoprivrednih gazdinstava, njihovih udruženja, savetodavnih službi, proizvođača i prometnika herbicida i semena, naučnih instituta, fakulteta, nadležnih ministarstava i sekretarijata, medija, kao i drugih subjekata koji su povezani sa ovom problematikom. Više nego ikad potrebno je da poljoprivrednici počnu da razmišljaju izvan okvira starog modela suzbijanja korova ukoliko žele da sačuvaju upotrebljivost postojećih herbicida. U želji da im se u tome pomogne, za ovo savetovanje su odabrane aktuelne teme, autori radova su ukazali na osnovne pojmove, glavne uzroke nastanka rezistentnosti korova na herbicide, trenutno stanje ovog fenomena u R. Srbiji sa predlozima antirezistentne strategije. Potrebno je osmisliti i primeniti integralni sistem mera koji je “nepredvidiv” za korove, što podrazumeva promene dosadašnjeg ponašanja u suzbijanju korova. Nadamo se da nismo mnogo zakasnili, da postoji želja i činioci koji će da podstaknu neophodne promene. Upravljanje rezistentnošću korova na herbicide održivo je jedino zajedničkim naporom svih zainteresovanih aktera koji su se okupili na ovom savetovanju, a svako ignorisanje i odlaganje potrebnih mera može prouzrokovati nesagledive posledice po biljnu proizvodnju R. Srbije. Očekujemo da će informacije sa ovog savetovanja pomoći svim relevantnim subjektima u smanjenju šteta od rezistentnih korova na herbicide, odnosno implementiranju najbolje prakse u upravljanju rezistentnošću. Nadamo se da zbornik radova neće biti samo podsetnik na održano prvo savetovanje posvećeno ovoj problematici, već i koristan dodatni izvor informacija o rezistentnosti korova i tolerantnosti useva na pojedine herbicide.

U Novom Sadu, 2. novembra 2018. godine
Dr Goran Malidža

OSNOVNI POJMOVI, ZNAČAJ I RAZVOJ REZISTENTNOSTI KOROVSKIH BILJAKA NA HERBICIDE

Vaskrsija Janjić
Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske

Osnovne karakteristike i značaj rezistentnosti

Tolerantnost nekih štetnih organizama i osetljivost drugih na pesticide je predmet proučavanja velikog broja istraživača od prvih dana pojave pesticida. Takve razlike, koje se mogu uočiti između biotipova iste vrste, obično su uslovljene morfološkim i fiziološkim osobinama ili fitotoksičnošću metabolita nastalog u toku njegovog metabolizma i sl. Međutim, pored svega toga, pojavljuje se jedna nepoželjna pojava – pojava rezistentnosti štetnih organizama prema pesticidima. To je pojava povećane otpornosti pojedinih vrsta štetnih organizama koji su ranije bili osetljivi. Prema tome, tolerantnost predstavlja prirodnu i normalnu varijabilnost na pesticide i druge agense koja egzistira unutar jedne vrste. Prema definiciji FAO rezistentnost predstavlja pojavu opadanja reakcije životinjskih, biljnih vrsta i biljnih patogena na pesticide ili druge agense koje nastaju kao posledica njihove upotrebe. Rezistentnost nije pojava koja se podjednako brzo razvija kod svih organizama. Brzina razvijanja rezistentnosti zavisi od vrste organizma, broja generacija, dužine života, prirode i specifičnosti biohemijskih procesa u organizmu, prirode jedinjenja, učestalosti i dužine primene, mehanizma delovanja, sličnosti delovanja sa drugim jedinjenjima i dr. Sigurno je da se rezistentnost razvija najbrže kod fitopatogenih i drugih mikroorganizama, sporije kod insekata, a pogotovo biljaka. Fenomen rezistentnosti ima ogroman biološki i evolutivni značaj. Kada ne bi bilo rezistentnosti znači da ne bi bilo ni evolucije živog sveta. U mnogim zemljama i mnogim područjima rezistentnost prema pesticidima registrovana je kod mnogih organizama. Tako je registrovano 600 vrsta insekata i grinja koji su rezistentni na jedan ili više vrsta insekticida (Greene, 1994). Višestruka rezistentnost (eng. “multiple resistance”) naglo se povećava. Postoji više od 1000 vrsta insekata rezistentnih na kombinacije insekticida i više od 17 vrsta insekata rezistentnih na sve glavne grupe insekticida (Bellinger, 1996). Kako su insekti postali rezistentniji, tako su se primenjivale više doze insekticida. Rezistentnost predstavlja veliki problem za razvoj novih insekticida. Smatra se da su u toku prošlih decenija utrošena

ogromna sredstava za istraživanje i razvoj insekticida. Evolucija insekata nametnula je veliki ekonomski teret mnogim zemljama u svetu i povećanu opasnost za spoljnu sredinu od hemikalija koje mogu ugroziti ljudsko zdravlje i prirodne ekosisteme. Štaviše, neke vrste insekata koje su bile retke, postale su ozbiljne štetočine, jer su primenom insekticida uništeni njihovi prirodni neprijatelji. Oko 60% tih insekata pripada grupi poljoprivrednih štetočina, a mnogi od njih ugrožavaju ljudsko zdravlje. Takođe, danas je neosporno poznato 480 slučajeva (korovska vrsta x mehanizam delovanja herbicida) rezistentnosti korovskih vrsta biljaka na herbicide koji uključuju 255 vrsta korova (148 dikotiledonih i 107 monokotiledonih). Ova rezistentnost uključuje 23 od 26 poznatih grupa herbicida sa poznatim mestom delovanja i 163 različita herbicida. Rezistentnost je utvrđena u 92 useva u 70 zemalja u svetu (Heap, 2018).

Rezistentnost štetnih organizama prema pesticidima je fenomen prilagođavanja ovih vrsta izmenjenim uslovima sredine. Svojstvo prilagođavanja karakteriše sva živa bića. Tokom prilagođavanja menjaju se funkcionalne osobine ćelije i organizma u celini. No kako postoji veliki broj raznovrsnih pesticida koji se razlikuju u pogledu prirode i mehanizma delovanja to se u procesu evolucije obezbeđuju specijalni mehanizmi individualne adaptacije.

Dejstvo pesticida uslovljava znatnu promenljivost organizma. Stepenn promenljivosti zavisi od genotipa, etape ontogenetskog razvića i faktora spoljašne sredine. Iako se adaptivni efekti mogu postići na raznim nivoima organizacije, promene u građi i životnim funkcijama ćelije koje nastaju pod uticajem pesticida manifestuju se na organizam kao celinu. Sposobnost prilagođavanja štetnih organizama tokom individualnog razvića na delovanje pesticida, označena kao ontogenetska adaptacija, je slaba i jedva primetna. Ona dolazi do izražaja kao posledica dugotrajnog delovanja određenog pesticida u toku njegove višegodišnje i stalne primene. U današnje vreme kada se pesticidi u velikim količinama primenjuju u skoro svim zemljama sveta, fenomen rezistentnosti je od ogromnog praktičnog značaja. Rezistentnost dovodi do toga da se određeni štetni organizam, odnosno njegove niže sistematske kategorije, koje su varijabilnije i nestabilnije od vrste, ne mogu suzbijati pesticidima koji su do određenog vremena bili efikasni. Zato masovna pojava rezistentnosti štetnih organizama može da bude glavni ograničavajući faktor dalje primene pesticida. Samo zbog rezistentnosti troškovi suzbijanja štetnih organizama u svetu su povećani za par stotina miliona dolara godišnje. Rezistentnost štetnih organizama prema pesticidima stvara niz problema

od kojih se mogu navesti sledeći:

- za uništavanje rezistentnih biotipova pojedinih štetnih organizama, zavisno od stepena rezistentnosti, potrebno je upotrebiti 2, 5, 10, 50, 100, 1000 i više puta veće količine pesticida nego što se upotrebljavaju kada ova pojava nije razvijena;
- zbog upotrebe pesticida u većim količinama po jedinici površine dolazi do pojave povećane kontaminacije životne sredine i izraženijih štetnih posledica za prirodnu ravnotežu;
- povećana upotreba pesticida po jedinici površine radi postizanja zadovoljavajuće efikasnosti dovodi do poskupljenja proizvodnje i smanjenja ekonomske isplativosti primene pesticida;
- i na kraju, zbog te pojave javlja se potreba za iznalaženjem novih pesticida sa specifičnim i drugačijim mehanizmom dejstva, za čiji su pronalazak, sintezu, testiranja, poluindustrijsku i industrijsku proizvodnju potrebna ogromna sredstva, specijalne hemikalije i visokoobučeni kadrovi.

Biološke osnove rezistentnosti korovskih biljaka

Pored velikog broja istraživanja, još se uvek nedovoljno i malo zna o genetičkoj, fiziološkoj i biohemijskoj osnovi rezistentnosti živih organizama. U okviru vrste postoje jedinke koje prirodno poseduju drugačiji fenotip i genotip u odnosu na drugu grupu jedinki iste vrste, što dozvoljava sistematičarima izdvajanje podvrsta, varijeteta, formi, ekotipova, biotipova, itd. Imajući u vidu da se vrste unutar jedne takve populacije slabo ukrštaju, može se govoriti o jedinstvenom kompleksu gena ili genofondu. Mada iz generacije u generaciju dolazi do stalnih kombinacija postojećih gena u genskom kompleksu, vrste gena i njihov broj iz generacije u generaciju ostaje nepromenjen. U populaciji se iz generacije u generaciju ispoljava tendencija održavanja genetičke ravnoteže, odnosno tendencija da populacija ostaje nepromenjena. Ovakva tendencija bi mogla biti štetna u promenljivoj sredini, jer bi sprečavala prilagođavanje populacije na novu sredinu, što bi vodilo njenom odumiranju (Gressel, 1996).

Ravnoteža postoji sve dotle dok se jedinke svaka od njih slobodno, po slučajnom izboru međusobno ukrštaju, i dok se ne pojave faktori koji tu ravnotežu remete, što ukazuje da postoji stalna tendencija održavanja istih frekvencija u svim navedenim generacijama. Ako bi postojala stalna genetička ravnoteža onda bi ona delovala kao konzervativan faktor koji je

suprotan promenama, tj. evoluciji vrsta. Postoje pojave mutacija, selekcije i slučajnog razilaženja gena koji remete genetičku ravnotežu. Selekcija obuhvata sve one procese koji osiguravaju da individue sa određenim osobinama imaju više potomaka nego individue sa drugačijim osobinama (Begen and Mortimer, 1986). Otuda primena herbicida predstavlja jedan od krupnih faktora koji ruši genetičku ravnotežu populacije. U uslovima ravnoteže sve jedinke, ma koliko se genetički razlikovale, imaju podjednak udeo u stvaranju sledeće generacije. To se u prirodi praktično nikad ne dešava. Kao posledica selekcije nastale delovanjem herbicida pojavljuje se i diferencijalna frekvencija gena iz generacije u generaciju (Harper, 1977). Primenom herbicida osetljive jedinke iste vrste bivaju uništene, a rast i razvoj nastavljaju one otporne na delovanje herbicida. Tako se u jednoj zajednici u narednoj godini nalazi znatno veći broj jedinki otpornih na delovanje herbicida. Posle višegodišnje primene herbicida sa istim spektrom delovanja i sličnim mehanizmom dejstva, formira se zajednica koja se u celini odlikuje povećanom otpornošću na delovanje herbicida. Selekcioni pritisak nastao delovanjem herbicida je obično u početku dovoljno visok i tempo selekcije brz. Ukoliko frekvencija gena postaje niža tempo selekcije je sve sporiji. Međutim, ma kako taj tempo bio spor, kada se ima u vidu vreme može se shvatiti da i blaga selekcija deluje kao “neodoljiva” snaga evolucije koja favorizuje sve promene korisne za vrstu. Pođimo od primera da se u određenom lokalitetu pojavila jedna rezistentna korovska vrsta. Ako ona proizvodi 5.000 semena i ako u prvoj godini klijavost ispoljava samo 20% semena, u toj godini pojaviće se 1.000 rezistentnih biljaka, u sledećoj godini pri istim uslovima biće milion rezistentnih biljaka, a već naredne godine biće to skoro milijardu rezistentnih korovskih biljaka. To je jedan prost i hipotetičan primer koji ukazuje kako pojava rezistentnosti može brzo da se raširi u određenom području. Razlike između tolerantnosti i rezistentnosti teško je razumeti. Tolerantnost prema mnogim herbicidima je poligenetskog karaktera. Više od jednog alela na mnogim genima daje aditivnu tolerantnost (Gressel and Segel, 1982; Faulkner, 1982). Tolerantnost *Lolium* spp. na parakvat je poligeniska, a to je konstatovano i u drugim slučajevima kod gajenih i korovskih biljaka pri testiranju (Faulkner, 1982). Rezistentnost biljaka obično kontrolišu jedan ili najviše dva gena. To je slučaj kod rezistentnosti kukuruza prema triazinima (Faulkner, 1982), duvana prema pikloramu, fenmedifamu i bentazonu, soje prema metribuzinu (Faulkner, 1982) i mnogim drugim slučajevima. Priroda selektivnosti atrazina i simazina prema kukuruzu je bazirana na Mendelovim pravilima (Faulkner, 1982).

Sa druge strane, razvoj rezistentnosti korova prema triazinima je specifičan slučaj, jer se ne bazira na Mendelovim pravilima nasleđivanja. Ukrštanjem rezistentnog i osetljivog biotipa dobija se osetljivo potomstvo ukoliko je majka bila osetljiva, odnosno rezistentno ako je majka bila rezistentna (Souza-Machado, 1982). Iako i mitohondrije i plastidi sadrže DNK, pretpostavlja se da se rezistentnost na triazine nasleđuje preko DNK u hloroplastima. Ovo potkrepljuje činjenica da plastidi izolovani iz korova rezistentnih na triazine pokazuju rezistentnost na iste u in vitro uslovima (Arntzen et al., 1982; Radosevich and Holt, 1984). Ipak, *Senecio vulgaris* je specifičan slučaj. Na različitim lokalitetima u Engleskoj, pronađen je i tolerantan i rezistentan biotip (Gressel, 1982). Dok je tolerantan biotip imao tipično nuklearno nasleđivanje (Holliday and Putwain, 1980), rezistentni biotip je imao majčinsko nasleđivanje (Scott and Putwain, 1981). Rezistentnost na diuron nije nađena u uslovima polja, ali je konstatovana kod različitih algi u laboratorijskim uslovima (Boger et al., 1981; Galloway and Mets, 1984; Leval-Martin et al., 1983). Rezistentnost na metribuzin je konstatovana kod *Chlamidomonas* spp. (Janatova and Wildner, 1982). Rezistentnost pojedinih biotipova štetnih organizama rezultat je uticaja velikog broja faktora od kojih se jedan broj zasniva na biološkim karakteristikama, a drugi je vezan za prirodu delovanja herbicida i faktore spoljne sredine (Powles and Holtum, 1994; Powles et al., 1997; Powles and Shaner, 2001). Najčešće, rezistentnost može da nastane usled:

- smanjenja apsorpcije i translokacije herbicida u organizmu,
- intenzifikacije procesa razlaganja i smanjenja aktivacije herbicida u organizmu i specifičnosti fizioloških procesa i njihovih izmena pod uticajem herbicida,
- mutacijom gena u pojedinim enzimima i proteinima.

Smanjenje apsorpcije i translokacije od strane pojedinih biotipova istih biljnih vrsta pokazalo se kao jedan od mehanizama rezistentnosti. Tako su npr. Radosevich i Appleby (1973) konstatovali da su rezistentni biotipovi *Senecio vulgaris* apsorbovali manje količine simazina nego osetljivi. Posle 24 sata 18 biljaka rezistentnih biotipova *S. vulgaris* je apsorbovalo 44,7 µg simazina. Za isto vreme osetljivi biotipovi su apsorbovali 64,8 µg simazina. Jedan od najčešćih uzroka rezistentnosti korovskih biljaka je povećanje razlaganja i smanjenje aktivacije herbicida. Brzina i efekat dejstva ogromnog broja herbicida u tesnoj su vezi sa njegovim metabolizmom. Postoji veliki broj herbicida koji se i u organizmu pojedinih biotipova istih biljnih vrsta metabolišu različitom

brzinom, pa čak i različitim pravcem.

Kod osetljivijih i rezistentnih biotipova istih vrsta utvrđena je različita aktivnost pojedinih enzimskih sistema. U toku istraživanja mehanizma rezistentnosti pojedinih biotipova iste biljne vrste postajalo je sve jasnije da u osnovi postoji neka specifična reakcija koja je inhibirana ili stimulirana delovanjem herbicida. Inhibicija aktivnosti nekog važnog metaboličkog procesa remeti sam proces i na taj način vrši dubok uticaj na živu ćeliju i biljku u celini. Mnogobrojna ispitivanja prirode i mehanizma rezistentnosti pojedinih biotipova iste biljne vrste pokazuju da je delovanje herbicida zavisilo od narušavanja procesa prometa materija i da je različit odnos pojedinih biotipova prema jednom istom herbicidu uslovljen osobenostima razmene materije date biljke. Tako su Jansen i sar. (1982) konstatovali da se osetljivost nekih biotipova *Chenopodium album* prema atrazinu zasniva na jakoj inhibiciji elektronskog transporta u hloroplastima ove korovske biljke.

U tabeli 1. prikazani su rezultati Radosevich i Appleby (1973) eksperimenata osetljivog i otpornog biotipa *S. vulgaris* koji su gajeni u hranljivom rastvoru sa različitim koncentracijama triazinskih herbicida. Biljke osetljivog biotipa dobijale su potpunu hlorozu pri znatno nižim koncentracijama primenjenih herbicida. Rezistentni faktor (odnos između LD_{100} rezistentnog i osetljivog biotipa) se kretao između 8 i 80. Ovi rezultati sugerišu da je mehanizam rezistentnosti fiziološke prirode i da je zavisao od strukture triazinskog herbicida (Ryan, 1970; Radosevich and Appleby, 1973). Isto tako postoje ogromne razlike u specifičnoj aktivnosti ALS enzima (izraženoj u min/mg proteina) između osetljivih (S) i otpornih (R) biotipova *Kochia scoparia* (Tabela 2). Prema ovom parametru I_{50} za različita jedinjenja koja pripadaju herbicidima inhibitorima ALS odnos između otpornih i osetljivih biotipova *K. scoparia* se kreće od 2 do 28. To znači da je za postizanje istog stepena inhibicije ovog enzima kod otpornih biotipova ove korovske vrste, ključnog enzima za delovanje ove klase herbicida, bila potrebna mnogostruka veća koncentracija herbicida. Isto tako u ovom ogledu je pokazano da postoje ogromne razlike, za postizanje istog stepena inhibicije, između pojedinih herbicida iste klase jedinjenja, od 5 do 6.600 nM kod osetljivih i 19 do 13.000 nM kod otpornih biotipova *K. scoparia*. Faktor rezistentnosti (I_{50} rezistentnih / I_{50} osetljivih) bio je naročito veliki ako se posmatraju pojedini herbicidi iz različitih grupa herbicida (Tabela 3).

Tabela 1. Doze triazinskih herbicida koje izazivaju potpunu nekrozu (LD_{100}) biotipova *Senecio vulgaris* gajenih u stakleniku u hranljivom rastvoru (Radoshevich and Appleby, 1973)

Herbucid	LD_{100} (mg l ⁻¹)		Faktor rezistentnosti
	Osetljivi biotip	Rezistentan biotip	
Simazin	0,01-0,5	4	>8
Atrazin	0,1-0,05	30	>60
Sekbumeton	0,5-1,0	30	>30
Prometon	0,1-1,0	30	>30
Prometrin	1,0-4,0	30	>80

Tabela 2. Specifična aktivnost ALS enzima (minmg⁻¹ proteina) iz S i R biotipova *Kochia scoparia* (Saary et al., 1990)

Herbucid	I_{50}		Odnos (R/S)
	S (nM)	R (nM)	
Hlorimuron-etil	5	99	19
Hlorsulfuron	22	400	18
Metsulfuron-metil	26	130	5
Sulfometuron-metil	10	280	28
Tifensulfuron-metil	62	780	13
Tiasulfuron	40	460	12
2,4-dihlorosulfonamid	86	1.700	20
Imazapir	6.000	3.800	6
Imazametbenz	2.300	7.500	3
Imazetapir	6.600	13.000	2

Tabela 3. Faktor rezistentnosti (I_{50} rezistentnih / I_{50} osetljivih) korovskih

vrsta

Inhibitor	Faktor rezistentnosti
s-Triazini	100-1.000
Pirazon	90
Metribuzin	30-300
Bromacil	10-100
Karsil	9,3
Diuron	1,4
Nitrofenoli	0,1-0,4

Genetičke osnove kontrole rezistentnosti korovskih biljaka

Za promenu osetljivosti korovskih biljaka na delovanje herbicida odgovoran je jedan ili više gena. Monogenska rezistentnost utvrđena je kod rezistentnosti gljiva na benzimidazole i neke druge fungicide slične konfiguracije. Ova rezistentnost, kontrolisana jednim genom, brže dovodi do rezistentnosti u populaciji nego rezistentnost koja je kontrolisana većim brojem gena. Poligenska rezistentnost sporo se razvija, mada je stabilna nanosi i manje probleme u praksi. Mnogobrojna istraživanja su pokazala da je za postizanje rezistentnosti kod nekih vrsta korova potrebna pozitivna interakcija između nekoliko mutančnih gena. Na osnovu rezultata ukrštene rezistentnosti tvrdi se da se rezistentnost ne nasleđuje po Mendelovim pravilima nasleđa, jer u svemu tome značajnu ulogu imaju i geni modifikatori. Dominantnost rezistentnih gena nije ista za razne herbicide, niti za isti herbicid kod različitih vrsta korovskih biljaka. Pored toga što su složeni mehanizmi stvaranja rezistentnosti postoje i različiti tipovi rezistentnosti kao što su:

- ukrštena rezistentnost,
- multipla ili višestruka rezistentnost,
- dupla rezistentnost,
- simultana rezistentnost i dr.

Ukrštena rezistentnost (ili unakrsna rezistentnost) je rezistentnost na veći broj herbicida sa istim mehanizmom delovanja. To je rezistentnost kontrolisana istim genetskim faktorom. Kod ovog tipa rezistentnosti postoje pojave da se njome poveća otpornost prema jednom herbicidu, a smanji prema drugom i obratno. Za ovakav tip rezistentnosti koristi se

termin negativna unakrsna rezistentnost (ili kolateralna osetljivost) ili pozitivna unakrsna rezistentnost kada se upotrebom jednog herbicida povećava otpornost na drugi. Pozitivna unakrsna rezistentnost je skoro uvek recipročna. Simultana rezistentnost i nije prava rezistentnost, a pogotovo je ne treba mešati sa unakrsnom rezistentnošću. Ovde se ustvari radi o tome da dva jedinjenja ispoljavaju antagonizam jedan prema drugom pri čemu se ne menja njihova toksičnost. Multirezistentnost (ili višestruka rezistentnost) je pojava rezistentnosti na veći broj herbicida, ali različitog mehanizma delovanja, a termin dupla rezistentnost se koristi da označi rezistentnost na više od jedne grupe herbicida.

Faktori od kojih zavisi brzina razvoja rezistentnosti korovskih biljaka

Razvoj rezistentnosti na prvom mestu zavisi od spoljašnjih uslova koji mogu biti takvi da nisu povoljni za nastavak razvoja rezistentne korovske populacije. Nivo rezistentnosti može ostati u relativno usporenom intenzitetu tako da se herbicidima obezbeđuje kontinuirana primena. Ona ne predstavlja problem dok rezistentna populacija nema odgovarajuće učešće u populaciji korova. U nekim slučajevima to se dešavalo kratko posle uvođenja herbicida. Takav slučaj je bio sa sulfonilureama, a u drugim slučajevima za to je trebalo više godina. Od faktora koji utiču na brzinu razvoja rezistentnosti korovskih biljaka na herbicide mogu se navesti sledeći:

- prilagođenost rezistentne populacije za preživljavanje i dalji razvoj,
- priroda korovske biljke,
- selekcion pritisak herbicida dr.

Frekvencija rezistentne populacije može ostati na niskom nivou ako njihova svojstva i spoljni uslovi nisu pogodni za razvoj rezistentne populacije. Ili, rezistentnost može ostati na relativno značajnom nivou ako se nastavi sa primenom herbicida. Rezistentne jedinke korova mogu biti manje ili više prilagođene za dalji razvoj u određenim uslovima. Postoje takođe herbicidi koji izazivaju rezistentnost, a stvorene rezistentne populacije nisu manje prilagodljive na odgovarajuće uslove za svoj razvoj od normalnih populacija. Može se zaključiti da je prilagođenost za opstanak biotipova rezistentnog na herbicid važan mehanizam kojim se reguliše razvoj rezistentnosti na herbicide. Neke metaboličke promene kod rezistentnih biotipova umanjuju sposobnost prilagođavanja tih biotipova u odsustvu herbicida, a neke ne umanjuju tu sposobnost.

Na osnovu toga neki herbicidi spadaju u rizičnija jedinjenja za razvoj rezistentnosti nego drugi. Međutim, smanjuje se mogućnost razvoja rezistentnih biotipova korova sa smanjenom prilagođenošću za razvoj u odsustvu herbicida, a u isto vreme ova pojava se povećava u prisustvu herbicida. Svakako da u prirodi postoje složeni mehanizmi kojima se održava i razvija jedna stvorena rezistentna populacija korovskih biljaka. Svojim delovanjem herbicidi utiču na stvaranje rezistentnih populacija korovskih biljaka. Taj njihov uticaj ostvaruje se selekcijom organizama pa se i naziva selekcionim pritiskom. Brzina stvaranja rezistentnih biotipova ili selekcionim pritiskom zavisi od:

- količine herbicida koja se primenjuje,
- učestalosti primene herbicida,
- stabilnosti herbicida u zemljištu i na biljkama,
- površine koja se tretira,
- načina primene herbicida,
- introdukcije osetljivih biotipova.

Nivo rezistentnosti korovskih biljaka i mere za njeno sprečavanje ili prevazilaženje

Pored relativnog učešća rezistentnih biotipova u populaciji od velikog je značaja i poznavanje nivoa rezistentnosti. U uslovima niskog nivoa rezistentnosti herbicidi se i dalje mogu primenjivati, ali to je prvi signal da se mora krenuti na program za prevazilaženje njenog daljeg razvoja. Za održavanje jednom stečene rezistentnosti veliki značaj ima sposobnost prilagođavanja mutanata za preživljavanje. Slaba prilagođenost nije uvek proporcionalna nivou rezistentnosti. Nivo rezistentnosti biće ograničen u slučaju kada postoji inverzna relacija između rezistentnosti i prilagođenosti za razvoj. Mala prilagođenost rezistentnog biotipa nije garancija da je problem rezistentnosti rešen. U uslovima kontinuiranog selekcionog pritiska rezistentnost može da se dalje razvija i evoluirati i tako da kompenzira smanjenu prilagođenost za razvoj. Smanjena prilagođenost rezistentnih biotipova utvrđena je i kod nekih tipova rezistentnosti na herbicide. Zbog ogromnih posledica koje izaziva pojava rezistentnosti pojedinih korovskih biljaka u mnogim zemljama preduzimaju se veoma različite mere radi sprečavanja pojave ili prevazilaženja posledica rezistentnosti. Pri preduzimanju mera uvek se mora uzimati u obzir:

- tip herbicida,

- selekcionirani pritisak.
- Najjednostavniji postupci za sprečavanje pojave i prevazilaženje posledica rezistentnosti svode se na:
- primenu herbicida sa potpuno drugim mehanizmom delovanja,
- primenu analoga sa velikim afinitetom za promenjeno mesto delovanja, i
- dodavanje aditiva (npr. dimetilsulfoksida) i površinski aktivnih materija radi povećanja rastvorljivosti i dr.

Problemi rezistentnosti su izuzetno složeni i svakom od njih mora se prići sa najvećom pažnjom. Koliko se pojavi rezistentnosti pridaje pažnje u međunarodnim okvirima uočava se iz činjenice da je osnovan Međunarodni akcioni komitet za borbu protiv rezistentnosti na herbicide (Herbicide Resistance Action Committee–HRAC) u okviru koga postoje radne grupe za pojedine grupe herbicida.

Literatura

- Arntzen, C. J., Pfister, K., Steinback, K. (1982): The mechanism of chloroplast triazine resistance, alternations in the site of herbicide action. In: *Herbicides Resistance in Plants* (LeBaron, H. M., Gressel, J., Eds.), John Wiley and Sons, New York.
- Begon, M., Mortimer, M. (1986): *Population Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Borger, P., Sandmann, G., Miller, R. (1981): Herbicide resistant in a mutant of the microalga *Bumilleiopsis filiformis*. *Photosynthesis Research*, 2, 61-64.
- Faukner, J. S. (1982): Breeding herbicide-tolerant crop cultivars by conventional methods. In: *Herbicide Resistance in Plants* (LeBaron, H.M., Gressel, J., Eds.). John Wiley and Sons, New York.
- Galloway, R. R., Mets, L. J. (1984): Atrazine, bromacil and diuron resistance in *Chlamydomonas*. *Plant Physiology*, 74, 469–473.
- Gressel, J. (1982): Triazine herbicide interaction with a 32000 M, thylakoid-alternative possibility. *Plant Science Letters*, 25, 99.
- Gressel, J., Segel, L. A. (1982): Interaction factors controlling the fate of appearance of resistance. In: *Herbicide Resistance in Plants* (La Baron, H. M., Gressel, J., Eds.). John Wiley and Sons, New York.
- Harper, J. L. (1977): *Population Biology of Plants*. Academic Press, London.
- Heap, I. M. (1999): International survey of herbicide-resistant weeds: lessons and limitations. In the Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference-Weeds, 769–776.

- Heap, I. M. (2004): International survey of herbicide resistant weeds. Online Internet. Accessed on 10 April 2004. Available.
- Heap, I. M. (2018): International survey of herbicide resistant weeds. Online Internet. Accessed on 10 April 2018. Available: www.weedscience.com.
- Holliday, R. J., Putwain, P. D. (1980): Evolution of herbicide resistance in *Senecio vulgaris*, variation in suscepibility to simazine between and within population. *Journa of Applied Ecology*, 17, 779-782.
- Janatova, H., Wildner, G. P. (1982): Isolation and characterisation of metribuzin-resistant *Chlamydomonas renhardi* cells. *Biochimica et Biophysica Acta*, 682, 227-229.
- Jansen, K. I. N. (1982): The roles of uptake, translocation and metabolism in the differential intraspecific responses to herbicides. In: *Herbicide Resistance in Plants*(Le Baron, H. M., Gressell, J., Eds). John Wiley and Sons, New York.
- Leval-Martin, D., Grizeau, D., Calvayurac, R. (1983): Characterisation of diuron resistant *Euglena*. *Plant Science Letters*, 29, 155-159.
- Powles, S. B., Holtum, J. A. M. (1994): *Herbicide Resistance in Plants: Biology and Biochemistry*. Lewis Publishers/CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Powles, S. B., Preston, C., Bryan, I. B., Jutsum, A. R. (1997): Herbicide resistance: impact and management. *Advances in Agronomy*, 58, 57-93.
- Powles, S. B., Shaner, D. L. (2001): *Herbicide Resistance and World Grains*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Radosevich, S. R., Appleby, A. P. (1973): Relative susceptibility of two common groundsel (*Senecio vulgaris* L.) biotypes to six s-triazines. *Agronomy Journal*, 65, 553-556.
- Radosevich, S. R., Holt, J. S. (1984): *Weed Ecology–Implications for Management*. John Wiley and Sons, New York.
- Saari, L. L., Cotterman, J. S., Primiani, M. M. (1990): Mehanism of Sulfonylurea Herbicide Resistance in the Broadleaf Weed, *Kochia scoparia*. *Plant Physiology*, 93, 55-61.
- Scott, K. R., Putwain, P. D. (1981): Maternal inheritance of simazine resistance in a population of *Senecio vulgaris*. *Weed Research*, 21, 3-4, 137-140.
- Souza-Machado, V. (1982): Inheritance and breeding potential of triazine tolerance and resistance in plants. In *Herbicide Resistance in Plants*(Le Baron, H. M., Gressell, J., Eds). John Wiley and Sons, New York, pp 257-273.

REZISTENTNOST KOROVA NA HERBICIDE U REPUBLICI SRBIJI SA PREDLOGOM MERA ZA UPRAVLJANJE REZISTENTNOŠĆU

Goran Malidža, Miloš Rajković
Institut za ratarsvo i povrtarstvo, Novi Sad
e-mail: goran.malidza@ifvcns.ns.ac.rs

Uvod

Korovi rezistentni na pojedine herbicide zahtevaju brze i radikalne promene u suzbijanju korova i proizvodnji konkretnog useva, povećavaju troškove, ugrožavaju održivost upotrebe herbicida, dovode do gubitaka profita i zahtevaju mnogo znanja za sprovođenje antirezistentne strategije. Iako relativno slabo poznat široj agronomskoj javnosti u Republici Srbiji, ovaj fenomen poslednjih nekoliko godina pričinjava velike štete u proizvodnji nekoliko ekonomski najvažnijih ratarskih useva. Prvo proučavanje rezistentnosti korova na herbicide započeto je 1990-ih godina na vrstama *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* i *C. hybridum* u odnosu na herbicide inhibitore fotosistema II, tj. atrazin (Janjić i sar., 1994a,b, 1995). Do sada, u Srbiji je kod više korovskih vrsta potvrđena smanjena osetljivost na inhibitore fotosistema II (*A. retroflexus*, *Setaria viridis*, *Chenopodium album* i *Abutilon theophrasti*) i ALS inhibitore (*A. retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*, *Datura stramonium*, *Chenopodium album*, *Helianthus annuus* i *Sorghum halepense*) (Pavlović et al., 2006, 2007, 2008; Božić et al., 2007, 2015; Vrbnicanin et al., 2017).

Da bi pravilno potvrdili rezistentnost korova prema herbicidima (Heap, 2001), potrebno je pridržavati se definicije rezistentnosti. Na prvom mestu treba imati na umu da je to nasledna osobina, a informacije o njoj je potrebno potvrditi primenom naučno prihvaćenih metoda i pokazati praktični značaj rezistentnosti na polju. Ukoliko neki od preduslova nije ispunjen ne može se govoriti o rezistentnosti korova na herbicide. Uzimajući prethodno u obzir, ekonomski najznačajnije korovske vrste u Srbiji su *A. retroflexus* i *S. halepense* rezistentni na herbicide inhibitore ALS-aze. Na osnovu naših ispitivanja, procenjuje se da su ove dve vrste sa svojstvom rezistentnosti na pomenute dominantne herbicide za njihovo suzbijanje rasprostranjene na desetinama hiljada hektara pri čemu pričinjavaju najveće štete ratarima u severnom delu Srbije (Malidža i sar., 2014, 2015a, b). Takođe, u prošloj godini potvrđeni su prisustvo i značajne ekonomske štete od biotipova *S. halepense* rezistentnih na

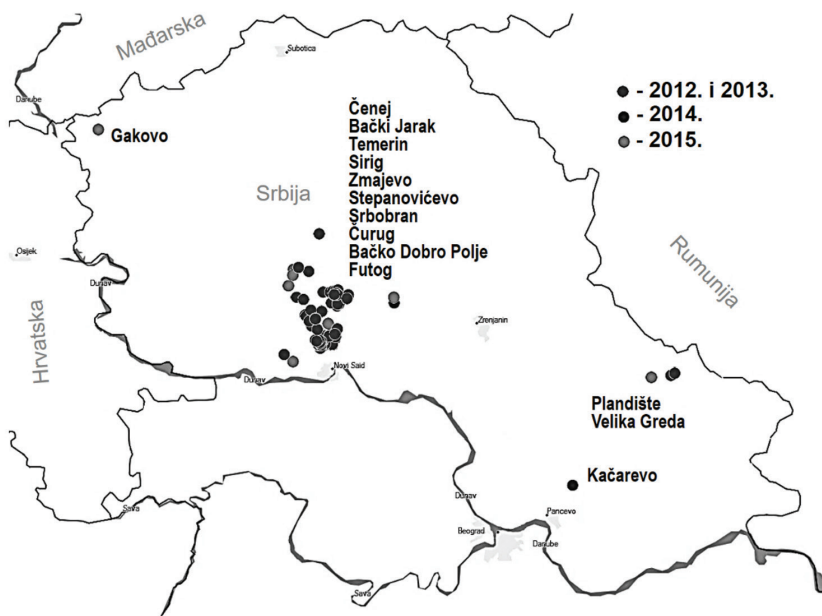
pojedine herbicide inhibitore acetil koenzim A karboksilaze (ACC-aze) (Malidža i Rajković, 2017, 2018). Ovi nalazi su svojevrsna opomena da je potrebno više nego ikad dosledno sprovođenje antirezistentne strategije na celoj teritoriji Srbije. To podrazumeva edukaciju, praćenje rezistentnosti korova prema dominantnim herbicidima i sprovođenje proaktivnog i aktivnog upravljanja rezistentnošću korova na herbicide.

Rezistentnost štira običnog na ALS inhibitore

Herbicidi inhibitori enzima acetolaktat-sintetaze (ALS inhibitori) pripadaju hemijskim grupama imidazolinona, sulfonilurea, triazolopirimidina, pirimidiniltio-benzoata i sulfonilamino-triazolinona. ALS enzim ima katalitičku ulogu u sintezi esencijalnih aminokiselina valina, leucina i izoleucina, a njegovom inhibicijom se zaustavlja sinteza pomenutih aminokiselina, tj. proteina, a što na kraju ima za posledicu uginuće biljaka (Ray, 1984; Tranel and Wright, 2012). ALS inhibitori se odlikuju povoljnim osobinama, primenjuju se u količinama od nekoliko grama do nekoliko desetina grama po hektaru i dominantni su herbicidi u ratarskoj proizvodnji u Srbiji i drugih evropskih zemalja. Zbog oslanjanja najviše na ove herbicide i dugogodišnjeg selekcionog pritiska, za naučnu javnost nije bila iznenađenje pojava rezistentnosti kod pojedinih vrsta korova. U poslednje dve decenije, rezultati domaćih autora ukazivali su na pojavu smanjene osetljivosti populacija nekih korovskih vrsta na ALS inhibitore (Božić et al., 2007, 2015; Vrbnicanin et al., 2017). Takođe, na osnovu analize aktivnosti ALS enzima prema imazetapiru Meseldžija i Konstantinović (2011) su potvrdili rezistentnost u populacijama *A. retroflexus* sa lokaliteta Kačarevo, Kikinda i Krivaja.

U poslednjih 6 godina na području Bačke i Južnog Banata utvrđena je povećana zastupljenost rezistentnih populacija štira običnog prema predstavnicima četiri hemijske grupe herbicida ALS inhibitora (sulfonilureama, imidazolinonima, triazolopirimidinima i sulfonilaminokarbonil-triazolinonima). Prisustvo rezistentnih populacija običnog štira na ALS inhibitore potvrđeno je na širem području Južne Bačke, čije granice se protežu od Čeneja na jugu do atara Srbobrana na severu, odnosno atara Bačkog Dobrog Polja i Futoga na zapadu do Čuruga i Temerina na istoku. U ovom području i uglavnom na poljima pod sojom tretiranim preparatima na bazi imazamoksa, oksasulfurona i tifensulfuron-metila, registrovane su pojedinačne biljke do nekoliko desetina biljaka po kvadratnom metru u manjim oazama ili većim

površinama u vidu traka na uvratinama širine od nekoliko metara. Takođe, u okolini mesta Čenej, Plandište, Velika Greda i Kačarevo, biljke običnog štira rezistentnog prema ALS inhibitorima bile su u pojedinim slučajevima rasprostranjene na celom polju i u velikoj brojnosti (Mapa 1). U biotestovima na nivou cele biljke sa preporučenim i višestruko uvećanim količinama odabranih herbicida ALS inhibitora, razlike u osetljivosti između biljaka osetljive i rezistentnih populacija običnog štira bile su od nekoliko stotina do nekoliko hiljada puta (Malidža i sar., 2015). Od poslednjih potvrđenih slučajeva, na više novih lokacija na teritoriji Vojvodine sporadično se javlja slaba efikasnost ALS inhibitora u suzbijanju *A. retroflexus*, što ukazuje na širenje areala rasprostranjenosti i nedoslednu primenu antirezistentne strategije.

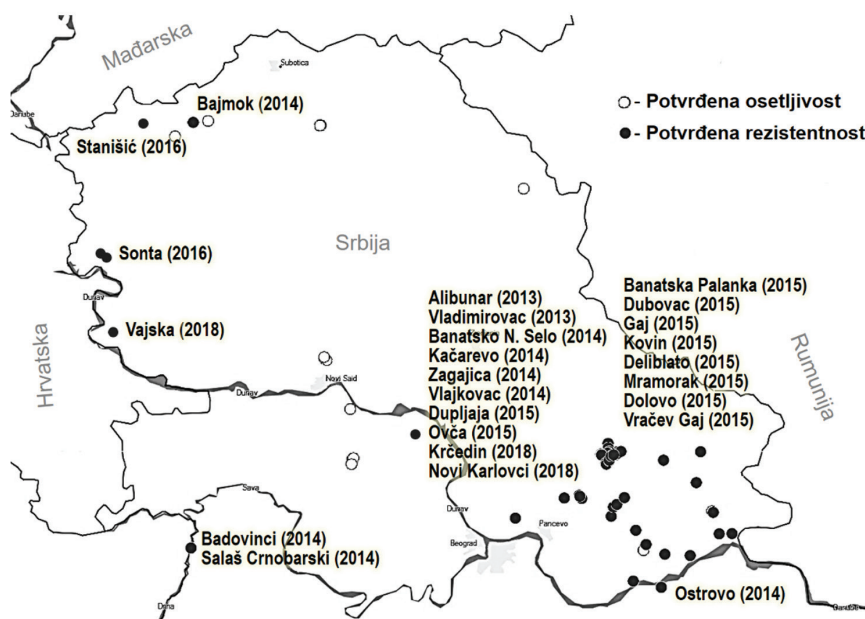


Mapa 1. Rasprostranjenost štira običnog (*A. retroflexus*) rezistentnog na ALS inhibitore u severnom delu R. Srbije (Malidža i sar., 2015)

Rezistentnost divljeg sirka na ALS inhibitore

Uvođenjem u praksu sulfonilurea herbicida 90-ih godina prošlog veka, započela je era efikasnog suzbijanja travnih korova posle nicanja u usevu kukuruza. Poseban doprinos ovih herbicida je u unapređenju suzbijanja divljeg sirka, koji je u mnogim regionima bio jedan od glavnih uzroka niskih prinosa kukuruza. U poslednje dve decenije u mnogim

državama je potvrđena rezistentnost *S. halepense* na ALS inhibitore (SAD, Čile, Italija, Mađarska Meksiko, Srbija, Španija i Venecuela) (Heap, 2018). U poslednjih nekoliko godina u pojedinim regionima Srbije registrovana je sve učestalija pojava slabe efikasnosti sulfonilurea herbicida u suzbijanju divljeg sirka u kukuruzu, uključujući višekratne primene različitih preparata registrovanih za ovu namenu. Na skoro celom području Južnog Banata i nekim lokalitetima u Mačvi (Badovinci, Salaš Crnobarski), Severnoj i Zapadnoj Bačkoj (Bajmok, Stanišić, Sonta), Sremu (Krčedin, Novi Karlovci) i Braničevskom okrugu (Ostrovo) u poslednjih pet godina potvrđeno je povećano prisustvo rezistentnih populacija divljeg sirka prema ALS inhibitorima (Mapa 2), od kojih su ekonomski najvažniji sulfonilurea herbicidi za suzbijanje ovog korova u kukuruzu. Kao u prethodnom slučaju kod običnog štira, ukrštena rezistentnost divljeg sirka je takođe potvrđena prema herbicidima iz četiri grupe ALS inhibitora.



Mapa 2. Rasprostranjenost divljeg sirka (*S. halepense*) rezistentnog na ALS inhibitore u severnom delu R. Srbije (Malidža et al., 2014, 2015a,b)

U biotestovima na nivou cele biljke sa preporučenim i višestruko uvećanim količinama odabranih herbicida ALS inhibitora, razlike u osetljivosti između biljaka osetljivih i rezistentnih populacija divljeg sirka

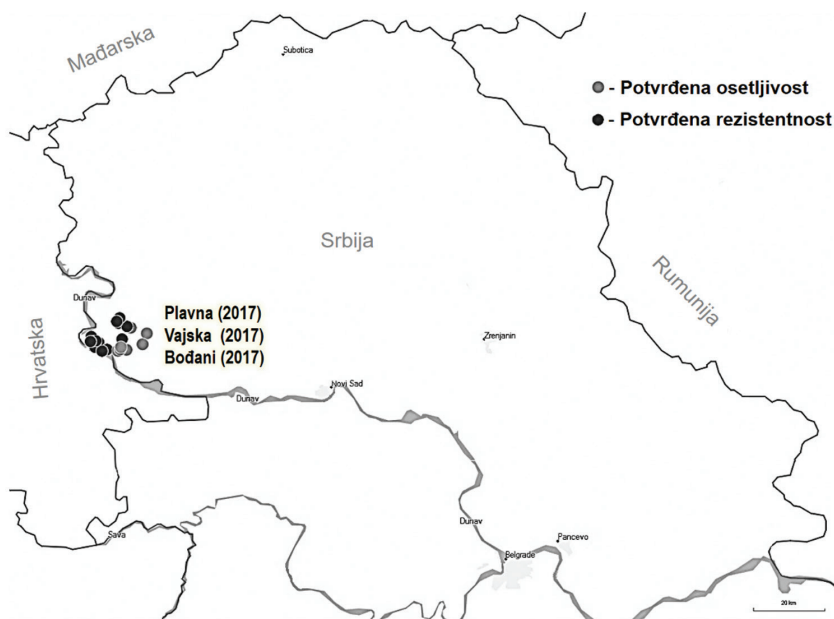
bile su od nekoliko stotina do nekoliko hiljada puta. Rezultati biotestova na nivou cele biljke (za svežu masu) su potvrdili visok nivo rezistentnosti populacije *S. halepense* iz Južnog Banata na nikosulfuron ($IR = ED_{50R} / ED_{50S} > 985$), rimsulfuron ($IR > 2000$) i imazamoks ($RI > 800$) (Malidža i sar., 2014, 2015a,b). Ove informacije ukazuju da je nemoguće i ujedno ekološki i ekonomski neprihvatljiv svaki pokušaj suzbijanja ovog korova višestrukim uvećanjem količina ovih herbicida u poljskim uslovima. Zbog slabe efikasnosti herbicida i neznanja, proizvođači su u pojedinim slučajevima bezuspešno izvodili 3-4 tretmana sa različitim preparatima na bazi nikosulfurona, foramsulfurona i rimsulfurona, a često u većim količinama od preporučenih.

Ispitivane populacije rezistentne na ALS inhibitore su osetljive na cikloksidim, što je od praktičnog značaja jer može biti privremeno i veoma efikasno rešenje do otkrića herbicida novog mehanizma delovanja.

Rezistentnost divljeg sirka na inhibitore ACC-aze

Herbicidi inhibitori enzima acetil koenzim A karboksilaze (ACC-aze) su tipični graminicidi, odnosno herbicidi za suzbijanje vrsta iz familije trava (*Poaceae*). Predstavnici ovih herbicida pripadaju hemijskim grupama ariloksifenoksiopionata (FOP), cikloheksandiona (DIM) i fenilpirazolina (DEN). Mehanizam delovanja ovih herbicida je inhibicija pomenutog enzima koji je odgovoran za biosintezu masnih kiselina (Rendina et al., 1990; Monaco et al., 2002). Inhibicija sinteze masnih kiselina i lipida dovodi do razaranja ćelijskih membrana, usled čega prestaje rast i na kraju rezultira propadanjem korovskih biljaka. Rezistentnost travnih korova na inhibitore ACC-aze je čest slučaj i do sada je u svetu potvrđena kod 48 korovskih vrsta (Heap, 2018). Preko tri decenije u Srbiji ovi herbicidi se koriste sa velikim uspehom u dikotiledonim gajenim biljkama za suzbijanje jednogodišnjih i višegodišnjih travnih korovskih vrsta, među kojima najznačajnije mesto zauzima divlji sirak. Rezistentnost *S. halepense* na pojedine inhibitore ACC-aze potvrđena je u Sjedinjenim Američkim Državama, Grčkoj, Italiji, Izraelu i Argentini (Heap, 2018). Prvi slučaj rezistentnosti ovog korova na inhibitore ACC-aze u Srbiji potvrđen je 2017. godine u zapadnom delu Vojvodine u opštini Bač (Malidža i Rajković, 2017, 2018). Najverovatniji uzrok ove pojave je preveliko oslanjanje i ponovljena primena nekih inhibitora ACCaze u višegodišnjoj monokulturi soje. Ovakvo ponašanje rezultiralo je selekcijom rezistentnih populacija divljeg sirka na

herbicide iz grupe ariloksifenoksiopionata (FOP) i neznatno smanjenje osetljivosti na herbicide iz grupe cikloheksandiona (DIM). Od ukupno 20 testiranih populacija ove vrste, rezistentnost (R) na fluazifop-p-butil utvrđena je u 13 populacija koncentrisanih na teritoriji oko 10 km u prečniku u blizini sela Bođani, Plavna i Vajska (Mapa 3). Sedam populacija *S. halepense* je bilo osetljivo (S) na preporučenu količinu fluazifop-p-butila i tri puta uvećanu količinu od preporučene. Biotestovi na nivou cele biljke su potvrdili da je indeks rezistentnosti ($IR = ED_{50R} / ED_{50S}$, odnos doza herbicida koje inhibiraju svežu masu biljaka rezistentne - R i osetljive - S populacije za 50% u odnosu na kontrolu) varirao od 3,1 (za kletodim i cikloksidim) do 91,2 (za fenoksaprop-P-etil). Bez obzira na smanjenu osetljivost populacija divljeg sirka sa lokaliteta Bođani, Vajska i Plavna na cikloksidim i kletodim, preporučene količine ovih herbicida iz grupe DIM-ova su efikasne u suzbijanju rezistentnih populacija divljeg sirka na tzv. FOP herbicide. Za razliku od DIM herbicida, primenom čak i nekoliko puta uvećanih količina FOP herbicida (fluazifop-P-butil, fenoksaprop-P-etil, haloksifop-P-metil, kvizalofop-P-etil, kvizalofop-P-tefuril i propakvizafop) nije moguće suzbiti populacije divljeg sirka iz pomenutih lokaliteta.



Mapa 3. Rasprostranjenost rezistentnosti divljeg sirka (*S. halepense*) na inhibitore ACC-aze u Srbiji (Malidža i Rajković, 2017, 2018)

Ove informacije su od velikog praktičnog značaja, jer je potvrđeno da je za suzbijanje ovog korova izbor herbicida veoma sužen ali i da se preostala dva herbicida iz grupe cikloheksandiona mogu koristiti za njegovo suzbijanje. Važno je istaći da ovaj fenomen treba da bude važna opomena da se ne ponovi greška, odnosno da se ratari previše ne oslone na cikloksidim i kletodim (DIM herbicide), jer je takav pristup doveo do selekcije rezistentnih populacija divljeg sirka na FOP herbicide i ponoviće se ukoliko se ponovi ponašanje korisnika ovih herbicida koje je i dovelo do pomenute rezistentnosti.

Upravljanje rezistentnošću korova na herbicide (Antirezistentna strategija)

Evolucija rezistentnosti korova na herbicide možda je najjača pokretačka snaga u traganju za herbicidima novih mehanizama delovanja, novih tehnologija u suzbijanju korova i promovisanje najbolje prakse za održivu biljnu proizvodnju (Norsworthy et al., 2012; Vencill et al., 2012). Ubediti poljoprivredne proizvođače da što ranije uvedu promene u upravljanje rezistentnošću korova, predstavlja izazov i dugoročni zadatak za sve savetodavce i druge relevantne činioce u poljoprivredi. Najvažniji istraživački napor u ovoj oblasti treba da budu usmereni ka razvoju ekonomski održivih strategija za odlaganje pojave i upravljanje rezistentnošću. Ovaj fenomen je udžbenički primer brzog prilagođavanja biljaka ljudskoj aktivnosti, jer je odavno potvrđeno da rezistentnost nije problem herbicida ili genetičkog inženjeringa, već je problem ponašanja korisnika herbicida (Ward, 2016).

Rana detekcija rezistentnosti u polju omogućuje rano suzbijanje, sprečavanje produkcije semena i organa za vegetativno razmnožavanje rezistentnih korova i samim tim smanjenje troškova i efikasnije suzbijanje u budućnosti. Za dijagnostiku rezistentnosti korova prema pojedinim herbicidima u poljskim uslovima, posebnu pažnju treba obratiti da li:

- a) su isključeni svi ostali uzroci za neuspeh herbicida u suzbijanju korova (da je herbicid pravilno i blagovremeno primenjen pri povoljnim vremenskim uslovima pre, tokom i nakon primene, itd.)?
- b) su efikasno suzbijene ostale vrste korova koje se nalaze na uputstvu za primenu herbicida?
- v) polje ima istoriju uzastopnog korišćenja istog herbicida ili herbicida sa istim mehanizmom delovanja?

g) su u prošlosti korovi koji sada ispoljavaju potencijalnu rezistentnost efikasno suzbijani upotrebom istih herbicida?

Ukoliko se registruje slabija efikasnost u suzbijanju jedne populacije/vrste korova, njeno značajnije prisustvo u oazama ili na celom polju, ukoliko je prethodila slaba efikasnost i ponovljena primena istog herbicida ili herbicida istog mehanizma delovanja, su dovoljni signali za “uzbunu” i brzo reagovanje. Posle zapažanja u polju i prikupljanja semena, izvode se uobičajeni testovi koji treba da potvrde prisustvo ili odsustvo rezistentnosti. Kada je na poljima dokazano prisustvo rezistentnosti kod pojedinih korova, mere antirezistentne strategije sprovode se u cilju suzbijanja biljaka rezistentnih biotipova korova, sprečavanje njihovog umnožavanja i širenja. U vezi sa prethodnim nameću se pitanja kako smanjiti rizik i odložiti pojavu rezistentnosti, kako reagovati u slučajevima kada se sumnja ili kada je potvrđeno prisustvo rezistentnih korova u polju? Opšte preporuke za upravljanje rezistentnošću odnose se na smanjenje selekcionog pritiska herbicidima i rizika raznovrsnošću mera u suzbijanju korova. Potrebno je osmisliti i primeniti integralni sistem mera koji je “nepredvidiv” za korove i gde osnovu čine preventivne i direktne nehemijske mere, uz konstantno istraživanje i razvoj novih metoda suzbijanja korova i edukaciju. Ovim merama smanjiti zakorovljenost pre primene herbicida kao poslednje opcije, obilaziti često polja i pratiti pojavu eventualne smanjene efikasnosti i razvoja rezistentnosti korova na pojedine herbicide uz obavezno vođenje detaljne evidencije. Ukoliko na poljima nije potvrđeno prisustvo rezistentnih korova, potrebno je proaktivno delovanje, odnosno primena mera antirezistentne strategije sa ciljem da odloži razvoj rezistentnosti. Jedna od veoma važnih mera je preventiva, odnosno sprečavanje širenja semena rezistentnih korova poljoprivrednom mehanizacijom (posebno kombajnima), semenom gajenih biljaka, organskim đubrivima i dr. Kao deo ove strategije, najčešće se preporučuje intenziviranje primene nehemijskih mera u sklopu integralnog sistema suzbijanja korova, korišćenje mešavina i smenjivanje herbicida različitog mehanizma delovanja tokom vegetacione sezone i godina. Treba često smenjivati herbicide različitih mehanizama delovanja, koristiti mešavine herbicida različitih mehanizama delovanja, primenjivati ih u preporučenim količinama, optimalnom uzrastu korova i kombinovati ih sa drugim merama (Beckie, 2006; Beckie and Reboud, 2009).

Programi za upravljanje rezistentnošću korova na herbicide moraju uzeti u obzir upotrebu svih dostupnih agrotehničkih, mehaničkih,

bioloških i hemijskih mera, odnosno koristiti sledeću najbolju praksu upravljanja rezistentnošću korova (Nosworthy et al., 2012):

- 1) Poznavati biološke osobine prisutnih korova.
- 2) Koristiti raznovrstan pristup usmeren na sprečavanje proizvodnje semena i smanjenje rezervi semena korova u zemljištu.
- 3) Sejati u polja bez poniklih korova, a zatim održavati čista polja što je moguće duže.
- 4) Koristiti čisto seme gajenih biljaka bez semena korova.
- 5) Često obilaziti polja.
- 6) Koristiti herbicide sa više mehanizama delovanja koji su efikasni protiv ekonomski najvažnijih korova ili onih koji su najviše skloni razvoju rezistentnosti.
- 7) Primenjivati preporučene količine herbicida u preporučenim fazama razvoja korova i useva.
- 8) Dati veći značaj upotrebi agrotehničkih mera koje povećavaju konkurentsku sposobnost useva koji time lakše potiskuju korove.
- 9) Koristiti mehaničke i biološke mere tamo gde je svrsishodno.
- 10) Sprečiti premeštanje semena korova ili vegetativnih organa za razmnožavanje između polja i u samom polju.
- 11) Upravlјati semenom korova u žetvi i nakon žetve, kako bi se sprečilo povećanje rezervi semena u zemljištu.
- 12) Sprečiti unošenje korova u polje i suzbijati korove u neposrednoj blizini polja.

Dve ključne preporuke moraju se šire implementirati: raznovrsna praksa upravljanja rezistentnošću korova i primena više različitih mehanizama delovanja herbicida. Potrebno je da se korisnici herbicida edukuju o mehanizmima delovanja i da budu svesni da je otkriće novih herbicida retko, da su postojeći resursi herbicida iscrpljivi i da nekontrolisana upotreba herbicida koja dovodi do brzog razvoja rezistentnosti, može dovesti do potpunog gubitka herbicida kao opcije u suzbijanju korova. Za rešavanje sve većeg problema rezistentnosti korova na herbicide, Nosworthy et al. (2012) preporučuju sledeće:

- 1) Primenjivati raznovrsne integralne programe mera koji minimiziraju proizvodnju semena korova.
- 2) Implementirati sistem označavanja mehanizama delovanja herbicida na ambalaži preparata i o značaju te mere sprovoditi edukaciju.
- 3) Ukazivati na činjenicu da je otkrivanje novih, efikasnih mehanizama delovanja herbicida retko i da je postojeći resurs herbicida iscrpljiv.

- 4) Prikazati prednosti i troškove proaktivnog raznovrsnog sistema upravljanja rezistentnošću korova na herbicide.
- 5) Uticati na razvoj podsticaja od države i industrije za usvajanje najbolje prakse upravljanja rezistentnošću korova sa ciljem da se sačuvaju najugroženiji mehanizmi delovanja herbicida.
- 6) Promovisati primenu preporučenih količina herbicida u odgovarajućim fazama razvoja useva i korova. Kada se zajedno koristi više herbicida za suzbijanje većeg broja korovskih vrsta, svaki proizvod treba koristiti u količini koja odgovara prisutnim korovima.
- 7) Identifikovati i promovisati pojedinačne mere najbolje prakse u upravljanju rezistentnošću korova na herbicide, koje odgovaraju specifičnim poljoprivrednim segmentima sa najvećim potencijalnim uticajem.
- 8) Uključiti javni i privatni sektor u promociju najbolje prakse upravljanja rezistentnošću korova.
- 9) Finansirati od strane države i industrije istraživanja koja će se baviti unapređenjem najbolje prakse upravljanja rezistentnošću korova na herbicide u cilju podrške savetodavnim službama kao ključnim činiocima u edukaciji korisnika herbicida o antirezistentnoj strategiji.

Prema Međunarodnom komitetu za rezistentnost korova na herbicide (Herbicide Resistance Action Committee, HRAC, www.hracglobal.com) herbicidi su prema mehanizmu delovanja podeljeni u 26 grupa, koje su pojednostavljeno obeležene velikim latiničnim slovima. Obeležavanje mehanizma delovanja herbicida na ambalaži preparata je od pre tri godine zakonska obaveza u Srbiji od koje se očekuje da bude od velike pomoći korisnicima herbicida i njihovim savetodavcima. Ovim se ne očekuje da svaki korisnik zna koji je mehanizam delovanja svakog herbicida, već je na ovaj način omogućeno da se koristi pojednostavljeno obeležavanje mehanizma delovanja koje se nalazi na ambalaži svakog herbicidnog preparata. Ukoliko na primer herbicidi iz grupe B nisu efikasni u suzbijanju rezistentnih populacija nekog korova (na primer sulfonilurea herbicidi u suzbijanju divljeg sirka koji je rezistentan na njih), zamenićemo ih ili koristiti u miksu sa herbicidima iz grupe A ili K i slično.

U nedostatku novih mehanizama delovanja herbicida, da bi se dobilo na vremenu i proširio izbor opcija u hemijskom suzbijanju korova, najčešće se pribegava stvaranju tolerantnih useva na pojedine

herbicide (Vencil et al., 2012). Na taj način proizvođači ovih gajenih biljaka nalaze nove namene starim herbicidima. Međutim, važnije je pomoći poljoprivrednicima da shvate da je mnogo korova već predisponirano na ove stare herbicide i da je dugotrajnost vrednosti ovakvog pristupa kompanija vrlo ograničena. Zbog brojnih prednosti, poljoprivredni proizvođači se sve više oslanjaju na useve tolerantne na pojedine herbicide, a zapostavljaju nehemijske mere u suzbijanju korova. Takođe, ovi usevi poljoprivrednim proizvođačima pružaju mogućnost da poboljšaju smenu herbicida i suzbijanje rezistentnih korova ali mogu dovesti do oslanjanja isključivo na herbicide na koje su tolerantni i njihove prekomerne upotrebe, uticati na promenu sastava korovske flore i selekciju rezistentnih korova (Owen, 2016). Pojedini korovi rezistentni na inhibitore ALS-aze predstavljaju najveću pretnju za održivu proizvodnju pojedinih ratarskih useva u Srbiji, a posebno useva tolerantnih na herbicide ovog mehanizma delovanja. Međutim, zahvaljujući hibridima tolerantnim na cikloksidim moguće je efikasno suzbijanje divljeg sirka iz rizoma rezistentnog na inhibitore ALS-aze u usevu kukuruza. Zbog ovog razloga, sa porastom površina sa prisustvom populacija divljeg sirka rezistentnih na inhibitore ALS-aze, povećava se značaj i porast površina zasejanih hibridima kukuruza tolerantnih na cikloksidim. Iako u ovom slučaju postoji privremeno rešenje, korišćenje ovog ili drugih useva i herbicida na koje su oni tolerantni, svrsishodno je isključivo ukoliko se koriste kao deo antirezistentne strategije bez preteranog oslanjanja u dužem periodu na herbicide istog mehanizma delovanja. Pored pomenutih opcija, preporučuje se smenjivanje useva koji onemogućuju rast divljeg sirka ili obezbeđuju smenjivanje herbicida drugačijeg mehanizma delovanja (kao npr. smena kukuruza sa strnim žitima, uz primenu preparata na bazi glifosata na strnjištu i gajenje drugih okopavina u plodoredu u kojima se mogu koristiti graminicidi koji nisu ALS inhibitori). Usevi tolerantni na pojedine ALS inhibitore (suncokret, uljana repica, šećerna repa) nude mnogo prednosti, ali preterano oslanjanje na njih može ugroziti njihovu dalju upotrebu i herbicide na koje su tolerantni. Korovi rezistentni na ALS inhibitore i dr, dovoljno su jaka opomena da je upotreba useva tolerantnih na herbicide i herbicida održiva samo kao dodatak drugim merama u raznovrsnom integralnom sistemu suzbijanja korova. Ukoliko je na polju prethodno potvrđeno prisustvo običnog štira u suncokretu tolerantnom prema imidazolinonima ili tribenuron-metilu, potrebno je osim preparata na bazi pomenute dve aktivne materije prethodno primeniti i preparate

na bazi aktivnih materija drugačijeg mehanizma delovanja (na primer fluorohloridona, dimetenamida i pendimetalina i dr.). Slično prethodnom, preparati na bazi imazamoksa, oksasulfurona i tifensulfuron-metila u usevu soje neće biti efikasni u suzbijanju ovog korova rezistentnog prema ovim ALS inhibitorima. U ovom slučaju preporučuje se primena herbicida efikasnih u suzbijanju običnog štira, kao što je većina zemljišnih herbicida i preparati na bazi bentazona za primenu posle nicanja.

Pored prethodnih slučajeva rezistentnosti štira običnog i divljeg sirka na ALS inhibitore, gajenjem hibrida suncokreta tolerantnih na herbicide ALS inhibitore, postoji rizik od ukrštanja sa hibridnim formama divljeg suncokreta (Božić et al., 2015). U ovom slučaju može doći do transfera gena odgovornog za tolerantnost na herbicide iz grupa sulfonilurea i imidazolinona, pri čemu bi nastale rezistentne populacije hibridnih formi divljeg suncokreta.

Za razliku od drugih država, koje su odavno prepoznale značaj ovog problema, u Srbiji ne postoji organizovano praćenje rasprostranjenosti populacija rezistentnih korova prema pojedinim herbicidima. Upravljanje rezistentnošću korova na herbicide održivo je jedino zajedničkim naporom svih zainteresovanih strana: uzgajivača biljaka i njihovih udruženja, industrije herbicida, univerziteta, instituta, nadležnih ministarstava i sekretarijata, savetodavaca, vlasnika zemljišta, prodavaca, profesionalnih udruženja, medija, nevladinih organizacije i dr. Nadamo se da će bolja medijska vidljivost ovog problema uticati na efikasnije zajedničke aktivnosti relevantnih subjekata, jer svako dalje ignorisanje i odlaganje mera za upravljanje rezistentnošću korova na herbicide može prouzrokovati nesagledive posledice po poljoprivredu Srbije.

Literatura

- Beckie, H. J. (2006): Herbicide-resistant weeds: management tactics and practices. *Weed Technology*, 20, 793–814.
- Beckie, H. J., Reboud, X. (2009): Selecting for weed resistance: herbicide rotation and mixture. *Weed Technology*, 23, 363–370.
- Božić, D., Vrbničanin, S., Barać, M., Stefanović, L. (2007): Determination of Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) level of sensitivity to nicosulfuron. *Maydica*, 52 (3), 271–277.
- Bozic, D., Pavlovic, D., Bregola, V., Di Loreto, A., Bosi, S., Vrbnicanin, S. (2015): Gene Flow from Herbicide-Resistant Sunflower Hybrids to Weedy Sunflower. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 122 (4), 183–188

- Heap, I. (2018): The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Friday, 28 September, 2018. Available www.weedscience.org
- Heap, I., LeBaron, H. (2001): Introduction and Overview of resistance. In: *Herbicide Resistance in World Grains* (Eds. Powles, S. B., Shanel, D. L.). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 1- 22.
- Janjić, V., Stanković-Kalezić, R., Radivojević, Lj., Marisavljević, D., Jovanović, Lj., Ajder, S. (1994a): Resistance of *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L. to atrazine. *Acta biologica Iugoslavica, series G: Acta herbologica*, 3 (1), 63-73.
- Janjić, V., Stanković-Kalezić, R., Radivojević, Lj., Ajder, S., Marisavljević, D., Jovanović, Lj. (1994b): Distribution of atrazine resistant population of *Amaranthus retroflexus* L. *Acta biologica Iugoslavica, series G: Acta herbologica*, 3 (1), 23-31.
- Janjić, V., Stanković-Kalezić, R., Radivojević, Lj., Marisavljević, D., Ajder, S., Jovanović, Lj. (1995): Detection some triazine resistant weeds using chlorophyll fluorescence. International symposium on weed and crop resistance to herbicides, Cordoba (Spain), p. 134.
- Malidža, G., Rajković, M., Vrbničanin, S., Božić, D. (2014): Cross-resistance of *Sorghum halepense* to ALS inhibitors in Serbia and implications for resistance management. VII Congress on Plant Protection "Integrated Plant Protection Knowledge-Based Step Towards Sustainable Agriculture, Forestry and Landscape Architecture", Zlatibor, Serbia. Book of Abstracts, p. 143-144.
- Malidža, G., Rajković, M., Vrbničanin, S., Božić, D. (2015a): Identification and distribution of ALS resistant *Sorghum halepense* populations in Serbia. In the Proceedings of 17th European Weed Research Society Symposium "Weed Management in Changing Environments", Montpellier, France. p. 98.
- Malidža, G., Rajković, M., Vrbničanin, S., Božić, D., Jurišić, J. (2015b): Suzbijanje divljeg sirka i običnog štira rezistentnih na ALS inhibitore. Zbornik rezimea radova XIII savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, p. 70-71.
- Malidža, G., Rajković, M. (2017): Rezistentnost divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L) Pers.) na herbicide inhibitore ACC-aze u Srbiji. XIV Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, Zbornik rezimea radova, p. 92-93.
- Malidža, G., Rajković, M. (2018): Johnsongrass (*Sorghum halepense*) resistance to ACCase inhibiting herbicides in Serbia. Book of Abstracts - 18th European Weed Research Society Symposium, Ljubljana, Slovenia.
- Meseldžija, M., Konstantinović, B. (2011): Activity of acetolactate synthase (ALS) of redroot pigweed in relation to imazethapyr application. African

- Journal of Biotechnology, 10 (47), 9577-9585.
- Monaco, T. J., Weller, S. C., Ashton, F. M. (2002): Weed Science, Principles and Practices. Fourth edition, John Wiley and Sons, Inc.
- Norsworthy, J. K., Ward, S. M., Shaw, D. R., Llewellyn, R. S., Nichols, R. L., Webster, T. M., Bradley, K. W., Frisvold, G., Powles, S. B., Burgos, N. R., Witt, W. W., Barrett, M. (2012): Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. Weed Science, 60, 31-62
- Owen, M. D. K. (2016): Diverse Approaches to Herbicide-Resistant Weed Management. Weed Science, 64 (sp1), 570-584.
- Pavlović, D., Vrbničanin, S., Elezović, I., Jovanović, Lj., Marisavljević, D. (2006): Alternations in amount of chlorophyll as indicator of resistance for *Chenopodium album* L. and *Amaranthus retroflexus* L. to atrazine. Journal of Plant Diseases and Protection, XX, 131-138.
- Pavlović, D., Vrbničanin, S., Božić, D., Simončić, A. (2007): *Abutilon theophrasti* Medic. Population Responses to Atrazine. Journal Central European Agriculture, 8 (4), 435-442.
- Pavlović, D., Vrbničanin, S., Božić, D., Fischer, A. (2008): Morphophysiological traits and triazine sensitivity in *Chenopodium album* L. Pest Management Science, 64 (2), 101-107.
- Ray, T. B. (1984): Site of action of chlorsulfuron. Inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. Plant Physiology, 75, 827-831.
- Rendina, A. R., Craig-Kennard, A. C., Beaudoin, J. D., Breen, M. K. (1990): Inhibition of acetyl-coenzyme A carboxylase by two classes of grass-selective herbicides. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38, 1282-1287.
- Taberner, P. A., Cirujeda Ranzenberger, A., Zaragoza, L. C. (2008): Management of herbicide-resistant weed populations. 100 questions on resistance. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 107.
- Tranel, P. J., Wright, T. R. (2002): Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: What have we learned? Weed Science, 50, 700-712.
- Vencill, W. K., Nichols, R. L., Webster, T. M., Soteris, J. K., Mallory-Smith, C., Burgos, N. R., Johnson, W. G., Clelland, M. R. (2012): Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. Weed Science, 60, 2-30.
- Vrbničanin, S., Pavlovic, D., Bozic, D. (2017): Weed Resistance to Herbicides. In: *Herbicide Resistance in Weeds and Crops* (ed. Z. Pacanoski). InTech open science/ open minds, pp. 7-36.
- Ward, S. (2016): Human Dimensions of Herbicide Resistance. Weed Science, 64 (sp1), 551-551.

TRANSFER GENA SA TOLERANTNIH USEVA NA DIVLJE SRODNIKE: PUT KA STVARANJU REZISTENTNIH KOROVA NA HERBICIDE

Sava Vrbničanin i Dragana Božić
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
e-mail: sava@agrif.bg.ac.rs

Uvod

Poznavanje mehanizma i primarnog mesta delovanja herbicida, kao i razvoj novih biotehnologija, jeste preduslov za stvaranje useva tolerantnih na herbicide. Stvaranje ovakvih useva započeto je nakon otkrića prvih korova rezistentnih na herbicide, a prvi tolerantni usevi su bili tolerantni na inhibitore biosinteze amino kiselina. Do sada je stvoren veći broj genotipova (hibrida), različitih gajenih vrsta, tolerantnih na herbicide inhibitore acetolaktat sintetaze (ALS). To su hibridi dobijeni klasičnim metodama oplemenjivanja, odnosno, kod njih nisu uneti geni poreklom iz drugih organizama (npr. iz mikroorganizama) kao kod genetički modifikovanih (GMO) useva, već su to geni poreklom iz iste ili srodne vrste te se takvi usevi smatraju nemodifikovanim (netransgenim) i njihovo gajenje je dozvoljeno u zemljama u kojima nije dozvoljeno gajenje GMO, uključujući i našu zemlju.

Međutim, i pored brojnih proizvodnih prednosti ovih useva njihovo gajenje je praćeno i izvesnim rizicima. Jedan od najvećih rizika je mogućnost transfera (prenosa) gena odgovornih za tolerantnost sa ovih useva na divlje srodnike ili biljke iste vrste koje ne poseduju svojstvo tolerantnosti na herbicide. Ukoliko dođe do transfera gena odgovornog za tolerantnost onda nastaju hibridi usev-korov rezistentni na herbicide čije suzbijanje može predstavljati veliki problem u biljnoj proizvodnji.

Rizici pri gajenju useva tolerantnim na herbicide

Kad govorimo o rizicima pri gajenju useva rezistentnih (GMO tj. transgeni), odnosno, tolerantnih (netransgenih) na herbicide onda je prvo i pravo pitanje da li postoji polna kompatibilnost između tolerantnog/rezistentnog useva i divljeg srodnika? Ukoliko ne postoji ta vrsta kompatibilnosti onda rizika ni nema. Međutim, ukoliko postoji polna kompatibilnost onda rizik postoji. Polazeći od ovog pitanja moramo se suočiti sa činjenicom, a to je da mnogi usevi uključujući: pirinač, gajeni

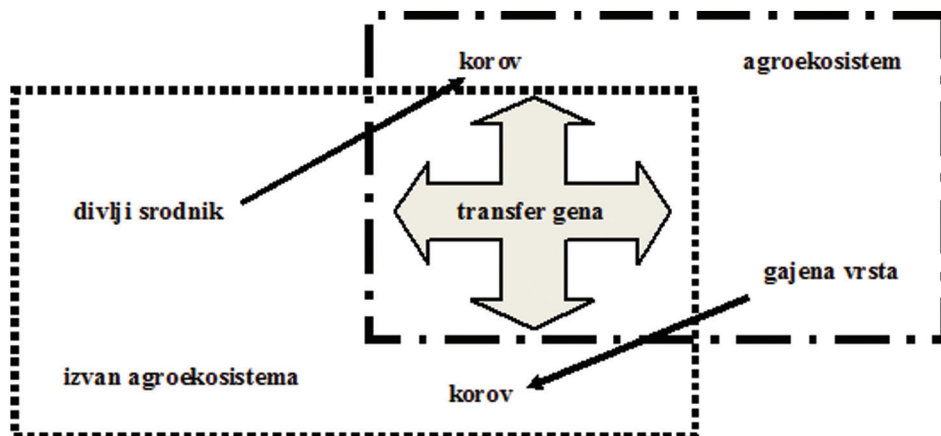
sirak, uljana repica, šećerna repa, ovas, tikva, mrkva, rotkvica, jagoda, detelina, kukuruz, suncokret i druge vrste mogu uspešno hibridizovati sa divljim srodnicima. Iako je plodnost hibridnog potomstva često manja nego roditelja, da bi izbegli transfer gena odgovornih za rezistentnost tj. tolerantnost na herbicide, plodnost F1 potomstva treba da bude nula, što nažalost nije čest slučaj. Kao rezultat polne kompatibilnosti tolerantnih useva i korovskih/drugih vrsta u biljnoj proizvodnji javljaju se sledeći problemi (Marshall et al., 2001):

- mogućnosti transfera gena odgovornih za tolerantnost sa useva na srodne korovske ili divlje vrste pri čemu mogu nastati »super korovi« tj. rezistentni biotipovi;
- rizik od pojave samoniklih biljaka poreklom od tolerantnih genotipova, koji takođe predstavljaju rezistentne korove;
- opasnost od povećanog selekcionog pritiska na korove usled upotrebe relativno malog broja herbicida u ovim usevima, što takođe vodi ka bržem razvoju rezistentnih korovskih biotipova;
- mogućnosti transfera gena odgovornih za tolerantnost sa ovih genotipova u netolerantne hibride i time izmenu osobina neciljanih biljnih vrsta;
- narušavanja biodiverziteta i životne sredine usled izmena u tehnologiji gajenja useva, izmene osobina zemljišta itd.

Navedeni rizici obavezuju naučnu javnost da se bavi sledećim pitanjima: praćenjem transfera gena sa tolerantnih useva na divlje srodnike, proučavanje njihove stabilnosti u divljim srodnicima koji u tom slučaju predstavljaju rezistentne korove, proučavanjem bioloških osobina hibrida usev-korov i kompetitivnih odnosa rezistentnih i osetljivih biotipova iste vrste (Marshall et al., 2001; Mercer et al., 2007; Lu and Yang, 2009) itd.

Transfer gena sa useva na divlje srodnike

Transfer gena je normalan proces koji se u prirodi neprekidno dešava kako između srodnih gajenih i korovskih/drugih vrsta, tako i između populacija korovskih i/ili divljih vrsta. Na relaciji usev - korov ovaj proces može da se odvija u oba smera, tj. sa useva na korov ili sa korova na usev, a kao posledica toga nastaju hibridne forme korovskih vrsta (Shema 1).



Shema 1. Transfer gena unutar vrste u sistemu divlji srodnik-korov-usev (Bartsch and Schmitz, 2002).

Kada geni npr. iz useva pređu u populacije divljih ili korovskih vrsta, skoro je nemoguće ukloniti ih iz životne sredine i to neminovno omogućava opstanak i širenje tako izmenjenih populacija. Proces introdukcije gena nije jednostavan i on po pravilu uključuje nekoliko generacija, a posledice ove pojave zavise od prirode -gena i fertilnosti hibrida i potomstva. F1 generacija hibrida usev-korov može imati bolji, isti ili slabiji biološki potencijal (fitnes) od roditelja. Pod fitnesom podrazumeva se adaptivna vrednost populacije (i vrste) da opstane u određenoj sredini, izražena brojem potomaka koje oni ostavljaju u narednoj generaciji. Dakle u slučaju jačeg fitnesa kod korovskog potomstva to vodi ka njihovoj većoj štetnosti i invazivnosti. Suprotno ovome, u slučaju slabljenja biološkog potencijala u potomstvu (npr. smanjene fertilnosti jedinki prve generacije, a ne retko i njihova potpuna sterilnost) smanjiće se i njihova invazivnost. Ovaj proces može biti ubrzan povratnim transferom gena i introdukcijom novih gena iz susednih useva, što na kraju dovodi do izumiranja polaznih populacija divljeg srodnika (Ellstrand and Elam, 1993).

Transfer gena sa tolerantnih useva na divlje srodnike zavisi od niza faktora kao što su:

- prisustvo tolerantnih useva i bliskih srodnika,
- biologija i fenologija tolerantnih useva i srodnika,
- stvaranje životno sposobne i fertilne F1 generacije hibrida usev-korov,
- produkcija uzastopnih fertilnih generacija,

- mogućnosti transfera gena,
- način nasleđivanja gena tolerantnosti na herbicide
- postojanost gena u samoniklim populacijama useva (Jenczewski et al., 2003).

Generalno, geni odgovorni za tolerantnost useva prema herbicidima u prirodi se najčešće šire na tri načina: (i) posredstvom polena, (ii) posredstvom semena i (iii) putem organa za vegetativno razmnožavanje.

Posredstvom polena moguć je transfer gena odgovornih za tolerantnost na herbicide između polno kompatibilnih individua (Massinga et al., 2003). Ova pojava zavisi od različitih faktora i to pre svega od:

- uslova spoljašnje sredine (vetar, vlaga, temperatura),
- vrste i brojnosti jedinki vektora (npr. insekti i druge životinje, vazдушna strujanja) koji vrše oprašivanje,
- poklapanje perioda cvetanja tolerantnog useva i divljeg srodnika i prisustva zajedničkih polinatora,
- fizičke razdaljine između tolerantog useva i divljeg srodnika,
- veličine populacija iz kojih polen potiče i onih u koje dospeva, gustine biljaka, broja cvetova po biljci i pozicije divljih srodnika u odnosu na usev itd. (Hvarleva et al., 2009).

U svetu je ne mali broj potvrđenih slučajeva transfera gena sa različitih tolerantnih useva na divlje srodnike, pri čemu procenat hibridnog potomstva zavisi od vrste i uslova pod kojima se taj proces dešava.

Uprkos tome što se transfer gena sa useva na divlje srodnike intezivno istražuje, nema detaljnih podataka o tome šta se dešava sa genima koji su introdukovani u divlje populacije nakon dužeg vremenskog perioda. Naime, većina ovih istraživanja se završila zaključno sa prvom generacijom hibrida. Ipak, Whitton i sar. (1997) su pokazali da geni poreklom iz gajenog suncokreta (*Helianthus annuus* L.) mogu da se održavaju u divljim populacijama preko 5 godina nakon hibridizacije. Ovo navodi na opravdanu sumnju da taj gen može biti i gen odgovoran za tolerantnost suncokreta na herbicide ALS inhibitore (a.s. imazamoks i tribenuron-metil) i u uslovima intenzivne hibridizacije introdukovani geni mogu da se održavaju kroz niz generacija i na taj način dolazi do širenja rezistentnih populacija hibridnih formi divlje suncokreta.

Posredstvom semena takođe je moguć transfer gena odgovornih za tolerantnost na herbicide sa tolerantnih useva na divlje srodnike koje se sastoji u prenošenju semena na nove površine gde nastaju

samonikle populacije. Sa novokolonizovanih populacija geni odgovorni za tolerantnost se prenose posredstvom polena na divlje srodnike. Takođe, hibridi nastali spontanijem ukrštanjem tolerantnog useva i divljeg srodnika posredstvom semena se mogu prenositi na nove površine, gde predstavljaju izvor polena koji je nosilac gena odgovornih za tolerantnost.

Generalno, rasprostiranje/rasipanje semena useva tolerantnih na herbicide ili hibrida nastalih usled njihovog spontanog ukrštanja sa divljim srodnicima zavisi od: biološko-ekoloških osobina useva, uslova životne sredine, tehnologije gajenja useva i agrotehničkih mera koje se primenjuju nakon žetve na parceli. Širenje ovih semena je moguće u prostoru i vremenu, pri čemu se njihovo spontano širenje u prostoru često smatra beznačajnim usled toga što je seme većine gajenih biljaka izgubilo ovu sposobnost. Ipak, rasprostiranje semena je moguće usled prosipanja tokom žetve, zatim transporta i skladištenja, što omogućava širenje na veoma velike razdaljine. Rasprostiranje semena koja su nosioci gena odgovornih za tolerantnost u vremenu zavisi od osobina dormantnosti i dugovečnosti semena u zemljištu, kao i od ekoloških zahteva za klijanje.

Takođe, značajnu ulogu u rasprostiranju biljaka ima i rezerva semena („seed bank“) u zemljištu (Raybould, 1999), koja tokom dužeg vremenskog perioda može da obezbedi biljke koje su izvor gena odgovornih npr. za tolerantnost na herbicide. U vezi sa ovim, iz rasutog semena ili semena koje je opalo prilikom žetve tolerantnih useva mogu nastati opasni korovi u narednim usevima. U tom slučaju to su korovi tj. samonikle biljke tolerantnog useva. Potomstvo biljaka tolerantnih useva može biti izvor polena, koji može da kontaminira useve koji nisu tolerantni prema herbicidima ili da prenese osobine tolerantnosti/rezistentnost na srodne korove. Problem je i taj što suzbijanje samoniklih biljaka koje potiču od useva tolerantnih na herbicide nije moguće u narednim usevima u kojima se ovi herbicidi koriste za suzbijanje korova. Na kraju, kao posledica širenja samoniklih biljaka sa poljoprivrednih na nepoljoprivredna zemljišta mogu se javiti različiti štetni efekti na neciljane organizme i ekosistem u celini.

Procena rizika od transfera gena

Opasnosti od transfera gena odgovornih za tolerantnost na herbicide i ekološke posledica ove pojave treba procenjivati pojedinačno za svaki konkretni slučaj tj. herbicid, genotip, divlje srodnike i dr. Procena rizika od „bekstva“ gena odgovornih za tolerantnost na herbicide i procena

ekoloških posledica te pojave obuhvata sledeće:

- transfer gena sa useva na divlje srodnike;
- ekspresija gena i nasleđivanje tolerantnosti na herbicide u hibridima koji su nastali kao rezultat transfera gena sa useva na divlje srodnike;
- promene biološkog potencijala divljih srodnika koje su nastala kao rezultat ugradnje gena u pojedinačne biljke;
- dinamiku prenošenja gena sa useva na divlje populacije.

Verovatnoća za transfer gena sa useva na njihove divlje srodnike zavisi od genetičkih karakteristika useva i divljeg srodnika, kao i od homologije između njihovih genoma (Jenczewski et al., 2003). Na osnovu potencijalne opasnosti od ugradnje transgena u divlje srodnike, Stewart et al. (2003) su useve prema nivou rizika grupisali u više nivoa: visok, srednji, nizak (Tabela 1).

Tabela 1. Nivo rizika od ugradnje (introgresije) gena iz useva u divlje srodnike.

Usev	Nivo rizika	Divlji srodnik kod kog je potvrđena introgresija gena
Sirak	V	<i>Sorghum halepense</i> , <i>S. alnum</i> , <i>S. propinquum</i>
Uljana repica	S	<i>Brassica rapa</i> , <i>B. juncea</i> , <i>B. oleraceae</i> , <i>B. campestris</i> <i>Sinapis arvensis</i> <i>Raphanus raphanistrum</i>
Šećerna repa	S	<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>maritima</i>
Pšenica	S	<i>Triticum turgidum</i> <i>Aegilops</i> spp. (<i>Aegilops cylindrica</i>)
Suncokret	S	<i>Helianthus</i> spp. (<i>H. annuus</i> i <i>H. petiolaris</i>)
Lucerka	S	<i>Medicago sativa</i>
Pirinač	N	<i>Oryza rufipogon</i>
Kukuruz	N	<i>Zea mexicana</i>

V-visok, S-srednji, N-nizak

Barijere za transfer gena

Da bi se sprečilo ili umanjilo neželjeno prenošenje polena sa useva tolerantnih na herbicide na srodne vrste preporučuju se:

- zaštitni pojasevi od biljaka iste ili različitih vrsta,
- izolaciona razdaljina između useva tolerantnih na herbicide i njihovih srodnika,
- muška sterilnost i sterilnost semena.

Zaštitni pojasevi od biljaka iste ili različitih vrsta mogu sprečiti transfer gena tako što će fizički zaustaviti polen u slučaju prenošenja vetrom. Takođe, efikasna mera može biti i setva konvencionalnih useva iste vrste koji su poznati kao „hvatači polena“ u blizini tolerantnih hibrida, a njihova uloga je da privuku insekte oprašivače kako bi na njima ostavili polen.

Izolacionom razdaljinom između useva i divljih srodnika smanjuje se prenošenje polena, odnosno, mogućnost hibridizacije. Arias i Rieseberg (1994) ističu da izolacioni pojas za suncokret mora da bude veći od 1 km. Takođe, ova razdaljina zavisi od prisustva lokalnih barijera, kao i od lokalne klime i reljefa.

Muška sterilnost i sterilnost semena spadaju u najefikasnije barijere u transferu gena koja su zasnovane na materinskom nasleđivanju. U slučaju suncokreta koristi se muška sterilnost (Hvarleva et al., 2009). Kontrolisanje plodnosti embriona i semena poznato je kao „Terminator tehnologija“ za koju se smatra da je bolja mera od produkcije sterilnog polena. Ipak ova tehnologija se smatra najkontraverznijom merom za ograničavanje transfera gena. Postoje i druge strategije za ograničavanje transfera gena kao što su: apomiksis (vegetativno razmnožavanje i aseksualno formiranje semena), kleistogamija (samooplodnja bez otvaranja cvetova), inkompatibilnost genoma, hemijske indukcije/delecije itd. (Daniell, 2002). Međutim, ni jedna od navedenih strategija nije univerzalna za sprečavanje transfera gena u svim usevima te se preporučuje kombinacija različitih mera shodno usevu i uslovima životne sredine.

Transfer gena sa tolerantnih hibrida suncokreta na divlje srodnike

Poznato je da između useva suncokreta (*Helianthus annuus*) i njegovih bliskih srodnika dolazi do inter- i intraspecijske hibridizacije (Massinga et al., 2003). Ovoj spontanoj hibridizaciji doprinosi (Hvarleva

et al., 2009):

- preklapanje perioda cvetanja gajenog i većine divljih vrsta suncokreta,
- zajednički polinatori,
- samoinkompatibilnost divljih vrsta, diploidnost i visok nivo stranooplodnje.

Ipak, hibridizacija između suncokreta i srodnika može i izostati zbog: nepoklapanja cvetanja, inkompatibilnosti, fizičke udaljenosti, razlika u hromozomskoj strukturi između vrsta i interspecijskoj konkurenciji polena (Arias and Rieseberg, 1994).

Rad je rezultat projekta III 46008.

Literatura

- Arias, D. M., Rieseberg, L. H. (1994): Gene flow between cultivated and wild sunflowers. *Theoretical and Applied Genetics*, 89, 655-660.
- Bartsch, D., Schmitz, G. (2002): Recent experience with biosafety research and role of post-market environmental monitoring in risk management of plant biotechnology derived crops. In: J. Thomas and R. Fuchs (Eds.) *Biotechnology and Safety Assessment 3rd Edition*. Academic Press.
- Daniell, H. (2002): Molecular strategies for gene containment in transgenic crops. *Nature Biotechnology*, 20, 581-586.
- Ellstrand, N. C., Elam, D. (1993): Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24, 217-42.
- Hvarleva, T., Hristova, M., Bakalova, A., Hristov, M., Atanassov, I., Atanassov, A. (2009): CMS lines for evaluation of pollen flow in sunflower relevance for transgene flow mitigation. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23, 1309-1315.
- Jenczewski, E., Ronfort, J., Chevre, A. M. (2003): Crop-to-wild gene flow, introgression and possible fitness effects of transgenes. *Environmental Biosafety Research*, 2, 9-24.
- Lu, B. R., Yang, C. (2009): Gene flow from genetically modified rice to its wild relatives: Assessing potential ecological consequences. *Biotechnology Advances*, 27, 1083-1091.
- Marshall, M. W., Al-Khatib, K., Loughin, T. (2001): Gene flow, growth, and competitiveness of imazethapyr-resistant common sunflower. *Weed Science*, 49, 14-21.

- Massinga, R. A., Al-Khatib, K., St. Amand, P., Miller, J. F. (2003): Gene flow from imidazolinone-resistant domesticated sunflower to wild relatives. *Weed Science*, 51, 854-862.
- Mercer, K. L., Andow, D. A., Wyse, D. L., Shaw, R. G. (2007): Stress and domestication traits increase the relative fitness of crop-wild hybrids in sunflower. *Ecology Letters*, 10, 383-393.
- Raybould, A. F. (1999): Transgenes and agriculture- going with the flow? *Trends in Plant Science*, 4, 247-248.
- Stewart, C. N., Halfhill, M. D., Warwick, S. I. (2003): Transgene introgression from genetically modified crops to their wild relatives. *Nature Reviews Genetics*, 4, 806-817.
- Whitton, D., Wolf, E., Arias, D. M., Snow, A. A., Rieseberg, L. H. (1997): The persistence of cultivar alleles in wild populations of sunflowers five generations after hybridization. *Theoretical and Applied Genetics*, 95, 33-40.

INTEGRALNE MERE KAO VID ODRŽIVE BORBE SA REZISTENTNIM KOROVIMA NA HERBICIDE

Vladimir Ljubičić
Bayer d.o.o. Crop Science, Beograd
e-mail: vladimir.ljubicic@bayer.com

Uvod

Poljoprivreda svakako predstavlja jednu od najkompleksnijih ljudskih aktivnosti i privrednih grana od izuzetnog uticaja na životnu sredinu i opstanak čoveka. Poznata su predviđanja da će na „plavoj planeti“ do 2050. godine živeti blizu deset milijardi ljudi, koje treba nahraniti sa postojećih obradivih površina, pri čemu postoji veliki broj izazova na koje bi savremena poljoprivredna proizvodnja trebalo da odgovori. Jedan od njih je i sve izraženija pojava rezistentnih populacija korovskih biljaka, što jasno pokazuje mapa rasprostranjenosti ovih populacija/biotipova (Mapa 1).



Mapa 1. Rasprostranjenost potvrđeno rezistentnih biotipova u svetu (Heap, 2015)

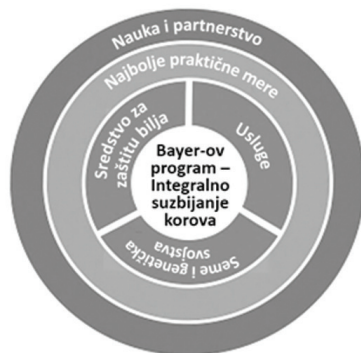
Uopšteno govoreći, upotreba i pravilna primena herbicida u preporučenim količinama jeste najdelotvorniji i najisplativiji način suzbijanja korova. Već sada, na godišnjem nivou razne vrste korova

uništavaju količinu hrane dovoljnu da se nahrani milijarda ljudi. Poljoprivrednicima su neophodni različiti raspoloživi proizvodi i pristupi u praksi kako bi se izborili sa sve otpornijim korovima. Ovaj cilj nije jednostavno postići jer kada određena praksa u suzbijanju korova dobro funkcioniše, a ekonomski je prihvatljiva, javlja se potreba da se ona stalno primenjuje, uprkos saznanjima da preterano oslanjanje na samo jednu meru znatno povećava selekциони pritisak što vodi ka pojavi rezistentnih korova. Upravo iz navedenog razloga, kompanija Bayer razvija i aktivno promoviše program integralnog suzbijanja korova (IWM) kao sveobuhvatan pristup u zaštiti od korova.

Integralno suzbijanje korova, Bayer-ov program (IWM), osnove i ciljevi

Integralno suzbijanje korova jeste osnovni program u poljoprivrednoj proizvodnji koji omogućava održivo suzbijanje korova na njivama pomoću različitih metoda koje se uzajamno dopunjavaju. To podrazumeva primenu čitavog niza različitih tehnika u suzbijanju korova koje udružuju fizičke, hemijske (herbicidi različitih načina delovanja) i biološke mere, bez preteranog oslanjanja na samo jedan od navedenih metoda. Bajerov program integralnog suzbijanja korova čine tri izbalansirane celine (Šema 1):

1. Najbolja rešenja za integralno suzbijanje korova
2. Lokalna primena najboljih praktičnih mera za uništavanje korovskih biljaka
3. Zasnivanje rešenja na najnovijim naučnim saznanjima i uključivanje referentnih spoljnih partnera



Šema 1. Bajerov program integralnog suzbijanja korova

Ciljevi integralnog suzbijanja korova mogu se prikazati na sledeći način:

1. Sprečiti rast korova i konkurentski odnos sa gajenim usevom kako bi se ograničio negativan uticaj na prinose,
2. Smanjiti na najmanju meru stvaranje semena korova kako bi se ograničila ponovna pojava ovih biljaka na poljoprivrednom zemljištu,
3. Smanjiti količinu semena u zemljištu kako bi se maksimalno umanjilo njegovo klijanje u narednim godinama,
4. Sprečiti ili ograničiti širenje korova čime izbegavamo buduće probleme na nezahvaćenim površinama.

Kada uopšteno govorimo o suzbijanju korova, svesno ili nesvesno zapravo uobličavamo koncept integralnog pristupa u najširem smislu. Suzbijanje korova može se podeliti na preventivnu zaštitu čiji cilj je smanjena pojava ili nicanje korova, i na korektivnu zaštitu koja podrazumeva uništavanje korova nakon njegovog nicanja. Preventivne tehnike obuhvataju plodored, smenjivanje prolećnih i jesenjih useva i agrotehničke mere kao što su preoravanje zemljišta, vreme setve, setva čistog (sertifikovanog) semena i upotreba tzv. pokrovnih useva(međuuseva) što nije rasprostranjena praksa u našoj zemlji. Tehnike korektivne zaštite obuhvataju ručno uklanjanje korova, mehaničku međurednu obradu, korišćenje fizičkih mera (plamen), bioloških mera zaštite i najzad, hemijsko suzbijanje korova. Koliko smo efikasni u tome, najčešće ocenjujemo na osnovu smanjenja nadzemne biomase, ali ne manje važno je i smanjenje podzemnih organa biljke, npr. rizoma. Međutim, smanjenje količine vitalnog semena koje se vraća u zemljište (zajedno sa dormantnim semenom i vegetativnim organima razmnožavanja) mnogo je važniji cilj suzbijanja korova. U prošlosti je naglasak stavljan na ekonomsku opravdanost tretmana, ali danas, zbog visoke konkurentnosti i sposobnosti nekih korovskih vrsta da proizvedu ogromnu količinu semena, usvojena je politika nulte tolerancije kao strateška mera koja služi da spreči preterano širenje korova na poljima (Norsworthy et al., 2012).

Da bi uspeh u suzbijanju korova bio potpun, neophodno je posedovati određen stepen stručnih znanja počev od prepoznavanja korovskih vrsta, razlika između njih, varijabilnost unutar samih vrsta, pa preko biologije i ekologije korova, sve do mehanizama delovanja herbicida. Karakteristike koje obuhvataju način i period klijanja, način rasta i optimalne uslove za rast, brzinu rasta, kompetitivnost, stvaranje

i širenje semena, važni su faktori koji daju uvid u to kako je najbolje pristupiti suzbijanju date vrste korova. Primera radi, ukoliko u periodu početnog rasta vrste *Chenopodium album* vladaju sušni uslovi, ova biljka će u cilju sprečavanja gubitka vode intenzivno stvarati voštanu prevlaku, tzv. pepeljak što uvećava njenu otpornost na usvajanje i delovanje herbicida te je u takvim slučajevima preporučljiva primena uljanih okvašivača radi potpunog učinka. Takođe, ako na polju sa ozimim žitaricama rastu jednogodišnjetravne vrste, lakše je izboriti se sa njima u prolećnim okopavinama, pa treba uvesti takav plodored gde ćemo imati priliku da pred prolećnu setvu primenimo i totalni herbicid kao dodatnu meru za smanjenje populacije problematičnih korova.

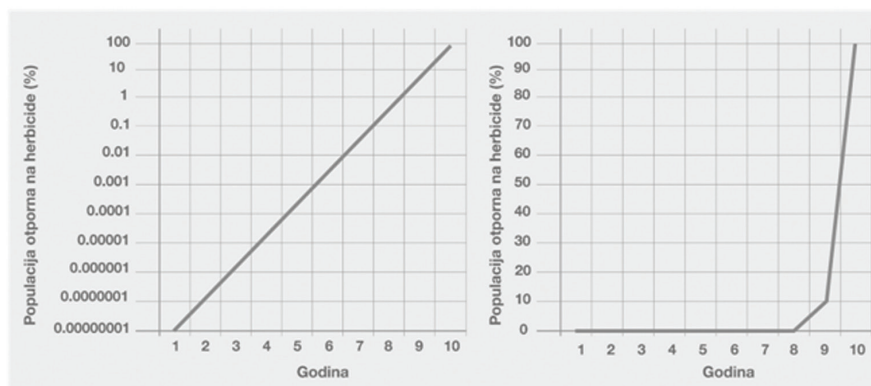
Razvoj rezistentnosti korova na herbicide

Što je veća proizvodnja semena, to je veća šansa da se pronađe individualni primerak sa mutacijom/mutacijama koje omogućavaju rezistentnost. Prema WSSA (1998) rezistentnost na herbicide se definiše kao „nasleđena sposobnost biljke da opstane i da se razmnožava posle izlaganja dozi herbicida koja bi inače bila smrtonosna po tu biljku u prirodi“. Rezistentnost na herbicide se razvija sasvim jednostavno. Ako uvek primenjujete isti način suzbijanja korova, na kraju će se razviti jedinke koje će ga preživeti. Pomenute mutacije su promene na genetskoj strukturi određenog broja biljaka koje nastaju kao prirodna pojava zahvaljujući kosmičkom i solarnom zračenju i nekim drugim uzročnicima. Procenjuje se da se takve mutacije javljaju kod mnogih korova po stopi od jedan u milion. Da bismo pokazali dinamiku preovladavanja korovskih biljaka rezistentnih na određeni herbicid, upotrebićemo umereniju procenu od 1 u 10 miliona, kao što je prikazano na grafiku 1.

Pod pretpostavkom da stalno primenjujemo isti herbicid u istom usevu (što uzgred, nije bilo neuobičajeno u pojedinim proizvodnim područjima naše zemlje gde se gaje kukuruz ili soja) i da nema nikakvih drugih mera suzbijanja korova, te da svaka preživela korovska biljka prenese otpornost na 10 potomaka koji će proklijati naredne godine, možemo videti povećanje broja otpornih jedinki koje dostiže 10% ukupne populacije za 9 godina, a 100% za deset godina. Ovo nam pokazuje da se rezistentnost može primetiti na poljima samo u završnim fazama – u poslednje 3 godine. Dokazano je na stvarnim pojavama rezistentnih korovskih populacija da je potrebno mnogo više vremena da se pojava rezistentnosti na herbicide smanji nego da nastane. Temeljna istraživanja

razvoja otpornosti koje kompanija Bayer sprovodi na manjoj površini u Nemačkoj sa korovskom vrstom *Alopecurus myosuroides* pokazuju da se širenje ove rezistentne vrste ne može objasniti samo kao kretanje polena ili semena. Distribucija rezistentnosti može poprimiti izgled šahovskog polja sa izrazito otpornim korovima u polju odmah uz polje koje ima vrlo osetljivu populaciju korova. To znači da poljoprivrednik ima priliku da spreči ili u znatnoj meri odloži rezistentnost korova na svom polju uz uvođenje raznovrsnosti u izboru mera suzbijanja korova.

Teoretski slučaj povećanja otpornosti kod populacije korova



Grafik 1. Procena dinamike razvoja rezistentnosti korova na herbicide na osnovu zastupljenosti rezistentnih individua u polaznoj populaciji

Upravo sve ovo potvrđuje neophodnost promene pristupa u smislu prihvatanja integralnog načina suzbijanja korova, pre svega kao preventive nastanka i širenja rezistentnih korova, ali i kao puta za „izlečenje“ poljoprivrednog zemljišta gde je rezistentnost već preovladala.

Bayer platforma kao najdelotvorniji način promovisanja integralnog pristupa u suzbijanju korova

Uopštene smernice za integralno suzbijanje rezistentnih korova koje su do sada navedene nisu dovoljno specifične u konkretnim situacijama, pa se moraju prilagoditi lokalnim uslovima. Najbolji načina se lokalni poljoprivrednici uvere u opravdanost integralnog pristupa i delotvornost smernica jeste demonstracija u polju. Sa takvim ubeđenjem, kompanija Bayer u Srbiji je osmislila strategiju suzbijanja korova, kojom možemo na lokalnom, konkretnom primeru pokazati kako prevazići problem

rezistentne korovske populacije.

Izbor mesta za našu IWM platformu (ogledno polje za sprovođenje demonstracionih ogleda) se sam po sebi nametnuo. Naime, s obzirom da na širem području južnog Banata postoje rasprostranjene populacije divljeg sarka (*Sorghum halepense*-SORHA) koje su rezistentne na herbicide iz grupe ALS inhibitora, Banatsko Novo Selo se pokazalo kao dobar lokalitet za našu zamisao. Uključivanje naučnog pristupa u Integralni program je obezbeđeno kroz saradnju sa našim herbologom dr Malidža Goranom počev od osmišljavanja IWM platforme. Prvi korak je podrazumevao izbor odgovarajuće parcele, ravnomerno zakorovljene divljim sirkom.

Ozbilnost u pristupu je zahtevao i dokazivanje rezistentnosti prisutne populacije, što je urađeno slanjem uzoraka u **Bayer Centar za proučavanje rezistentnosti korova (WRCC)** uz primenu odgovarajuće naučne metodologije. Osnovni detalji protokola za ogled su:

- Lokalitet: Banatsko Novo Selo
- Trajanje ogleda: 3 godine, 2018-2020.
- Raspoloživa ukupna površina je dimenzija 17 x 350m. U 2017. godini na ovoj površini je uzgajan kukuruz uz ekstremnu zakorovljenost divljim sirkom rezistentnim na ALS inhibitore (ravnomerna zakorovljenost na celoj površini, snimak dronom je potvrda).
- Raspoloživa površina je podeljena na 5 polja dimenzija 15m širine i 60 m dužine. Polje sa kukuruzom, kao jedno od pomenutih pet polja, podeljeno je na četiri različite varijante primenjenih herbicida.
- Parcele su odvojene zonom širine 10 m bez useva, a koja je neophodna za okretanje mašina prilikom izvođenja neophodnih operacija. Ova zona se kasnije obrađuje da bude bez korova ili se zaseje nekom strninom da bi bila travni pokrivač za Dan polja.

Integralne mere:

- 1. Plodosmena** (3-polje, 2-polje i monokultura kukuruza). Plodosmena odražava lokalnu praksu u pogledu useva zastupljenih u ogledu. To su usevi ozime pšenice, suncokreta i kukuruza
- 2. Obrada zemljišta** (sa i bez međurednog kultiviranja kukuruza i suncokreta)
- 3. Herbicidi** (bez ALS inhibitora osim jednog tretmana u monokulturi kukuruza, preferira se kombinacija herbicida najmanje dva mehanizma delovanja).

Parametri koji će se ocenjivati:

- Brojnost SORHA iz semena i rizoma pre i posle primene POSTEM

herbicida, kao i posle međurednog kultiviranja.

- Prinos zrna kukuruza



Šema 2. Prikaz Bayer platforme u Banatskom Novom Selu

Prva ogledna godina je završena, sa očiglednim vizuelnim razlikama različitih programa suzbijanja divljeg sirka u kukuruзу kao osnovnog problema ove poljoprivredne oblasti. U junu mesecu je organizovan i Dan polja sa prisustvom od preko 150 poljoprivrednih proizvođača, što je bila prilika za predstavljanje Bayer-ovog programa Integralnog suzbijanja korova (IWM). Naravno, na kraju perioda predviđenog za trajanje naše IWM platforme, očekujemo konačne, merljive i očigledne rezultate koji će ubedljivo pokazati da je integralni pristup u suzbijanju korova jedini mogući izbor za održivu poljoprivrednu proizvodnju.

Literatura

Collavo, A., Strek, H., Beffa, R., Sattin, M.(2013): Management of an ACCase-inhibitor-resistant *Lolium rigidum* population based on the use of ALS inhibitors: weed population evolution observed over a 7-year field-scale

- investigation. *Pest Management Science*, 69, 200–208.
- Heap, I. (2015): The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Accessed 11 July 2015, available: www.weedscience.org
- HRAC (2010): Herbicide Resistance Action Committee – The world of herbicides – according to HRAC classification on mode of action 2010, poster, available: <http://www.hracglobal.com/pages/world%20of%20herbicidi%20map.aspx>
- Malidža, G., Rajković, M., Vrbničanin, S., Božić, D., Jurišić, J. (2015): Suzbijanje divljeg sirka i običnog štira rezistentnih na ALS inhibitore. Zbornik rezimea radova XIII savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, 70-71.
- Norsworthy, J. K., Ward, S. M., Shaw, D. R., Llewellyn, R. S., Nichols, R. L., Webster, T. M., Bradley, K. W., Frisvold, G., Powles, S. B., Burgos, N. R., Witt, W.W., Barrett, M. (2012): Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science*, 60, 31–62.
- Weed Science Society of America - WSSA (1998): Herbicide resistance and herbicide tolerance defined. *Weed Technology*, 12, 789.

ANTIREZISTENTNA STRATEGIJA U CLEARFIELD®USEVIMA – EVROPSKI PROGRAM PRAĆENJA

Matthias Pfenning
BASF SE, 67117 Limburgerhof, Germany
e-mail: matthias.pfenning@basf.com

Usevi tolerantni na određene herbicide (Herbicide tolerant -“HT crops”) nude proizvođačima širok izbor mogućnosti u suzbijanju korova. U Evropi, korišćenje “herbicida bez genetički modifikovanih useva” jeste uobičajena praksa u suzbijanju korova. Herbicidi iz grupe ALS inhibitora su mnogo korišćeni u biljnoj proizvodnji zamenjujući zemljišne herbicide ili uz njihovu podršku u usevima kao što su suncokret ili uljana repica (“Clearfield”). Uz razvoj i unapređenje ove tehnologije moguća pojava korova rezistentnih na određene herbicide može izazvati zabrinutost. Redukovanjem plodoreda, ponovljeno korišćenje istih ili različitih aktivnih supstanci ali istog mehanizma delovanja aktivnih supstanci može uticati na selekciju rezistentnih korova ukoliko se ne uspostavi efikasan sistem praćenja (Stewardship). Uputstva za praćenje (Stewardship guidelines) postoje za oba faktora, seme useva i herbicid, jer zajedno obezbeđuju kvalitet semena kao i adekvatnu tolerantnost useva na određeni herbicid u preporučenoj količini primene. Program praćenja od strane kompanije BASF je integralni deo komunikacije sa korisnicima Clearfield programa kako bi se obezbedila dugoročna održivost i efikasnost ovog sistema biljne proizvodnje.

Kod Clearfield® suncokreta preporuke se sastoje od nekoliko važnih segmenata – plodored uz upotrebu herbicida koji ne pripadaju grupi ALS inhibitora. Ograničenje upotrebe herbicida ALS inhibitora ne više od 2 puta u toku 4 godine na istom polju, kao i korišćenje partnerskih herbicida sa različitim mehanizmom delovanja upotpunjuju preporuke za Clearfield sistem proizvodnje suncokreta i drugih useva. Izbegavanje polja sa velikom populacijom samoniklog i korovskog suncokreta smanjuje rizik od neželjenih ukrštanja i sigurno je značajan element naših preporuka.

Kod Clearfield® uljane repice sistem praćenja se odnosi pre svega na samoniklu uljanu repicu u drugim usevima u plodoredu. Samonikla uljana repica suzbija se herbicidima drugih hemijskih grupa, koje ne pripadaju ALS inhibitorima ili mehanički, obradom zemljišta nakon žetve kao deo dobre poljoprivredne prakse. Kao deo mera upravljanja

rezistentnošću svi herbicidi u Clearfield uljanoj repici poseduju najmanje dva mehanizma delovanja. Preporučuju se i različite mere koje pomažu borbu sa korovima kao što su: plodored, obrada zemljišta (međuredna kultivacija i obrada nakon žetve) i odložena setva. Poželjno je, tamo gde je to primenljivo da plodored u kojem učestvuju jesenji i prolećni usevi tolerantni na određene herbicide bude bez ovakvih useva dve i više godina kako bi se smanjio selekcionni pritisak na korove. Program praćenja podrazumeva da svi koji prodaju ili gaje useve tolerantne na ALS inhibitore sprovodi mere kojima se minimiziraju neželjeni efekti herbicida uključujući mogućnost razvoja rezistentnih korova. To je uvek veliki izazov, posebno u uslovima prisustva velikog broja generičkih preparata za zaštitu bilja.

SAVETODAVNA SLUŽBA – DEO INTEGRISANOG SISTEMA UPRAVLJANJA REZISTENTNOŠĆU KOROVA NA HERBICIDE

Maja Sudimac
PSS Institut Tamiš doo, Pančevo
e-mail: sudimacmaja@gmail.com

Uvod

Poljoprivredna savetodavna služba (PSS) pruža informacije i savete poljoprivrednim proizvođačima u skladu sa zakonom kojim se uređuju savetodavni poslovi u oblasti poljoprivrede. U radu sa poljoprivrednim proizvođačima, poljoprivredni savetodavci su prisutni na terenu i prate poljoprivrednu proizvodnju dajući preporuke i instrukcije za unapređenje ovog dela privrede. Značaj savetodavnih poslova prepoznat je u *Strategiji poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014-2024. godine* („Službeni glasnik PC”, broj 85/14). Jedan od 14 prioriteta jeste unapređenje sistema transfera znanja i razvoja ljudskog potencijala u kojima je neophodno preduzimati odgovarajuće mere radi realizacije koncepta održivog razvoja poljoprivrede i ostvarivanje postavljenih strateških ciljeva.

Uočavanje i praćenje korova, štetočina, patogeni itd., koji u određenom stepenu ugrožavaju biljnu proizvodnju, su deo rada poljoprivredne savetodavne službe, a dalja istraživanja realizuju naučne institucije (fakulteti, institute) ali delom i savetodavna služba shodno svojim mogućnostima i opremljenošću.

Pojava smanjene osetljivosti korova na herbicide

Jedan od velikih problema s kojima se trenutno suočavaju poljoprivredni proizvođači je razvoj rezistentnosti pojedinih korovskih vrsta na herbicide, odnosno, nedovoljna efikasnost primenjenih herbicida na neke korove. U svetu je taj problem uočen još 1954. godine kada je potvrđena rezistentnost konice obične (*Senecio vulgaris*) na triazine. Nakon prvih objavljenih podataka o rezistentnosti, broj novopotvrđenih slučajeva je rapidno rastao u razvijenim zemljama, posebno u Evropi, Severnoj Americi i Australiji. Danas se taj problem širi kako u razvijenim, tako i u zemljama u razvoju.

Rezultati domaćih istraživača su takođe ukazivali na pojavu

smanjene osetljivosti populacija nekih korovskih vrsta na triazine i ALS inhibitore. U poslednjih 5-6 godina su potvrđeni slučajevi visoko izražene rezistentnosti populacija štira običnog i divljeg sirka na području južne Bačke i južnog Banata. Naime, utvrđena je povećana zastupljenost rezistentnih populacija običnog štira (*Amaranthus retroflexus*) na predstavnike četiri hemijske grupe herbicida inhibitora ALS enzima (sulfoniluree, imidazolinoni, triazolopirimidini i sulfonil-aminokarbonil-triazolinoni) i to na širem području južne Bačke na poljima pod sojom. Takođe, u južnom Banatu, biljke rezistentnog običnog štira bile su u pojedinačnim slučajevima rasprostranjene po celim parcelama (Malidža i sar., 2015). Osim ove korovske vrste veliki problem se javio i u suzbijanju divljeg sirka (*Sorghum halepense*) skoro na celom području južnog Banata, nekim lokalitetima u Mačvi, severnoj Bačkoj i Braničevskom okrugu, što takođe indicira na rezistentnost ove vrste na herbicide ALS inhibitore (Malidža i sar., 2015).

Naučna potvrda fenomena rezistentnosti obavezala je poljoprivrednu savetodavnu službu da radi na edukaciji poljoprivrednih proizvođača kako bi se problem razvoja rezistentnosti bar donekle usporio i prevazišao. Takođe, zadatak službe je i praćenje ove pojave na terenu i evidentiranje parcela sa potencijalnim problemom. Saradnjom poljoprivredne savetodavne službe sa odabranim gazdinstvima dolazi se do informacija o problemima u pogledu suzbijanja korova. Naime, dugi niz godina poljoprivredni proizvođači su za slabu efikasnost herbicida krivili kvalitet i proizvođača preparata. Masovno su ponavljali tretmane i povećavali količine primene herbicida da bi navodno suzbili problematične korovske vrste, a što se pokazalo neopravdanim. Poljoprivredni proizvođači su verovali da menjajući preparate poštuju tzv. rotaciju herbicida a pri tome nemajući u vidu da su to najčešće herbicidi istog mehanizma delovanja.

Iako je savetodavna služba dugogodišnjim radom sa poljoprivrednim proizvođačima i permanentnom edukacijom predočavala sve aspekte ovog problema, kretanje cena na tržištu je bio jedini parameter koji su pojedini proizvođači poštovali kada su planirali setvenu strukturu za narednu godinu. Često loše navike (gajenje useva u monokulturi, dugogodišnja primena herbicida istog mehanizma delovanja na istoj parceli itd.) se u istom naseljenom mestu lako prepisuju što je rezultiralo masovnom pojavom rezistentnosti na pojedinim atarima, dok u drugim regionima gde je poštovan plodored nije zabeležena ova pojava. Tako na području južnog Banata, gde su kukuruz i suncokret bile jedine dve

kulture koje su se smenjivale i gde je sve delovalo lako, bez problema, sada je to jedno od najugroženijih područja po pitanju rezistentnosti korova na herbicide.

Put ka razvoju rezistentnosti korova na herbicide

Sagledavanjem istorijata parcele gde se u dužem periodu gaji usev u monokulturi do smanjenje osetljivosti korova na herbicide dolazi iz nekoliko razloga, a to se može ilustrovati sledećim primerima:

Na parceli gde se uzastopno u više godina uzgaja kukuruz kao osnovni usev, proizvođači primenjuju preparate za suzbijanje divljeg sirka u kukuruzu koji su istog mehanizma delovanja. Činjenica je da na tržištu nema mnogo herbicida sa drugačijim mehanizmom delovanja od herbicida ALS inhibitora za suzbijanje ove korovske vrste. Zbog toga bi divlji sirak u narednoj godini trebalo suzbijati u nekom drugom usevu, ukoliko se ispoštuje plodored, a ne ponovo u kukuruzu. U tom drugom usevu (suncokret, pšenica itd.) korov koji pokazuje rezistentnost npr. na herbicide ALS inhibitore se može suzbijati herbicidom drugog mehanizma delovanja, i jedino se tako može efikasno suzbiti. To bi značilo da se posle kukuruza seju ozima žita, uz primenu preparata na bazi glifosata na strnjištu i gajenje okopavina gde se mogu koristiti graminicidi koji nisu ALS inhibitori.

Da bi se lakše razumeo problem rezistentnosti korova na herbicide, poljoprivredni savetodavci proizvođačima predočavaju način na koji herbicid deluje na korove. Dakle, objašnjava se mehanizam delovanja herbicida, a koji je u vezi sa zaustavljanjem nekog od fiziološko-biohemijskih procesa u biljci. Tako neki herbicidi ometaju disanje, drugi deobu ćelija, zatim rast, razvoj itd.

U početku primene jednog herbicida osetljive korovske vrste bivaju uspešno suzbijene. Medjutim, u okviru iste korovske populacije, postoje individue (uveomamalombroju) koje su otporne na delovanje tog herbicida od samog početka njegove primene. Kada uzastopno koristimo grupu herbicida koja na neke individue neće delovati, mi u stvari pospešujemo selekciju rezistentnih individua u populaciji korova. Na takvoj parceli će mo suzbili sve osetljive korovske biljke, a ostaće one na koje herbicid ne deluje. Obzirom na veliku produkciju semena, korovske biljke koje su prirodno otporne će se širiti i na toj parceli vremenom ćemo imati sve veći broj biljaka na koje herbicid neće delovati. Ovaj proces se ne događa brzo, ali permanentno teče i nakon dužeg vremena dolazi do izražaja. Iz našeg

iskustva, uočili smo da prođe niz godina dok poljoprivredni proizvođač ne prepozna da ima problem. Nažalost najčešće kada uoči problem, on postupa pogrešno. U takvim slučajevima, za neuspješno suzbijanje korova se okrivljuje kvalitet herbicida, povećava se količina primene preparata ili se radi veći broj tretmana na istoj parceli. Naravno ni jedna od izabranih mera nije rešenje za ovaj problem. Rešenje je promeniti izbor herbicida (koristiti herbicid drugog mehanizma delovanja) kojim će se korovska biljka suzbijati u narednoj godini. Obeležavanje preparata sa zvanično priznatim oznakama mehanizma delovanja herbicida (kao i drugih pesticida) biće od velikog značaja da poljoprivrednici za naredne tretmane biraju herbicide različitog mehanizma delovanja.

Upućivanje poljoprivrednih proizvođača na mehaničko uništavanje preživelih korova ne daje rezultate zbog nedovoljno ozbiljnog shvatanja ovog problema od strane poljoprivrednih proizvođača, ali i zbog biologije korovskih vrsta kao što su višegodišnje rizomske korovske vrste koji se mahaničkim putem teže suzbijaju.

Prenošenje semena rezistentnih korova mehanizacijom je takođe jedna od mogućnosti širenja ove pojave. Čišćenje mehanizacije je jedan od činilaca na koje poljoprivredni proizvođači jednostavno ne obraćaju pažnju pravdajući se obimom poslova i nedostatkom vremena da se uspešno završi žetva. U razgovoru sa poljoprivrednicima ovakva ideja se odbacuje kao neostvariva. Naravno, mora se insistirati na ovim merama bar na područjima na kojima ima znakova rezistentnosti da se seme rezistentne populacije ne bi širilo sa njive na drugu njivu. Takođe, problem nastaje i prilikom pružanja mehanizacijskih usluga u poljoprivredi gde se ne poznaju parcele i potencijalno postoje rezistentni korovi.

Proizvođači uglavnom očekuju uvođenje u praksu pesticida sa novim mehanizmom delovanja. Veliki troškovi od sinteze do komercijalizacije novih herbicida nisu jedini problem. Čak i da se pojavi na tržištu takav herbicid, nepoštovanje plodoređa, nepoštovanje rotacije herbicida koja uključuje herbicide različitog mehanizma delovanja kao i izostavljanje drugih mera antirezistentne strategije će ponovo dovesti do razvoja rezistentnosti.

Jedna od opcija prevazilaženja problema rezistentnosti je gajenje useva tolerantnih na pojedine herbicide. Najzastupljeniji su hibridi suncokreta tolerantni na imidazolinone i tribenuron-metil, hibridi kukuruza tolerantni na cikloksidim i uljane repice na imidazolinone a uvode se i hibridi šećerne repe tolerantni na inhibitore ALS enzima (foramsulfuron i tienkarbazon-metil). Ovakva mogućnost dovela je do

porasta proizvodnih površina pod hibridima kukuruza, suncokreta i uljane repice tolerantnih na pojedine herbicide istog mehanizma delovanja.

Način rada savetodavne službe sa poljoprivrednim proizvođačima

Početak devedesetih godina prošlog veka donet je *Zakon o stručnoj poljoprivrednoj službi* (Sl. glasnik RS, br.61/91), kojim su propisani uslovi i način na koji se obavljaju stručni poslovi na unapređenju poljoprivredne proizvodnje kod zemljoradnika, poljoprivrednih gazdinstava i drugih proizvođača, zatim uslovi i način rada poljoprivredne službe, finansiranje, kao i ko vrši nadzor nad radom poljoprivredne službe. Obavljanje stručnih poslova na unapređenju poljoprivredne proizvodnje, prema ovom zakonu, Ministarstvo za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo Republike Srbije poverilo je poljoprivrednim stanicama, agrozavodima i institutima za poljoprivredu (označenim jednim imenom „Stručna poljoprivredna služba“). Takođe, 2006. godine Sekretarijat je na predlog Saveta za poljoprivredno savetodavstvo (osnovanog te godine) usvojio „*Pravilnik o organizaciji i radu PSS AP Vojvodine*“, a zatim *Pravilnik 2010. Zakonom o obavljanju savetodavnih poslova u poljoprivredi* (Sl. glasnik RS br. 30/10 od 07.05.2010) definisani su zakonski okviri mogućih organizacionih oblika bavljenja savetodavnim poslovima i stvoren je okvir koji daje mogućnost da se u R. Srbiji razvijaju savetodavne službe koje će biti kompatibilne sa službama u EU. Ovim zakonom su regulisana sva pitanja u vezi pružanja savetodavnih usluga poljoprivrednim proizvođačima. Njime se uređuju uslovi i način obavljanja savetodavnih i stručnih poslova u oblasti poljoprivrede, registar poljoprivrednih savetodavaca, obuka i usavršavanje poljoprivrednih savetodavaca i poljoprivrednih proizvođača, planiranje razvoja savetodavnih poslova u poljoprivredi, kao i druga pitanja od značaja za savetodavne poslove u poljoprivredi. Shodno tome poljoprivredna savetodavna služba je konstituisana tako da svojim aktivnostima doprinosi ekonomskom razvoju poljoprivrede, što se ostvaruje realizacijom niza konkretnih ciljeva kao što su: povećanje produktivnosti, ekonomičnosti i rentabilnosti proizvodnje, racionalizacija poslovanja, proizvodnje i rada, povećanje dobiti po jedinici kapaciteta, optimizacija proizvodne strukture, kao i njeno usklađivanje sa potrebama i zahtevima tržišta.

Sprovođenje zadatih ciljeva odvija se kroz sledeće aktivnosti poljoprivredne savetodavne službe (Janković i sar, 2010):

1) Primena individualnih metoda rada

- a) primenom individualnih metoda rada kroz rad sa odabranim gazdinstvima,
- b) primenom individualnih metoda rada kroz rad sa ostalim gazdinstvima,

Odabrana gazdinstva. Šire posmatrano razlika izmedju rada sa odabranim i ostalim gazdinstvima je u obimu obaveznih poslova i evidencija rada sa odabranim gazdinstvom. Ova aktivnost se ogleda i kroz praćenje agrotehnike poljoprivrednog gazdinstva i svih činilaca koji utiču na uspostavljanje dobre poljoprivredne prakse na gazdinstvu. Rad se dokumentuje redovnim monitoringom koji je zabeležen GPS koordinatama i popunjenim softverom na mestu monitoringa. Podaci o aktivnostima unose se na mestu davanja saveta i vezuju se za trenutnu poziciju savetodavca, a uneti podaci se prenose u bazu za praćenje. Takodje, za odabrana gazdinstva biraju se parcele koje su u redovnom monitoringu. Za takve parcele savetodavci vode elektronsku Knjigu polja. Osim toga, odabrano gazdinstvo je u bazi za slanje SMS poruka kojim se obaveštava o vremenu i mestu održavanja radionica, tribina, predavanja, dana polja i ostalih demonstracija oglada. U posebnim slučajevima, SMS porukama se šalju i informacije u vanrednim situacijama što je naročito važno u oblasti zaštite bilja. Odabrano gazdinstvo informacije dobija lakše i brže jer je u redovnoj komunikaciji sa svojim savetodavcem.

Ostala gazdinstva obuhvataju sve poljoprivredne proizvođače koji imaju određene zahteve i pitanja iz oblasti poljoprivrede. Sa ostalim gazdinstvima se radi ili u prostorijama PSS ili na terenu shodno situaciji i temi koja je predmet saradnje sa gazdinstvom. Savetodavci zaštitari u Poljoprivrednim savetodavnim službama sarađuju sa svojim odabranim gazdinstvima i sa odabranim gazdinstvima drugih savetodavaca te se informacije šire na veći broj poljoprivrednih gazdinstava.

2) Primena grupnih metoda rada

Kroz održavanje predavanja, radionica, tribina, dana polja izvođenjem demonstracionih oglada, kao i kroz rad sa zadrugama, udruženjima, asocijacijama i grupama poljoprivrednih proizvođača.

Predavanja su veoma važan vid prenošenja informacija, saveta i preporuka do poljoprivrednog proizvođača o kojima su savetodavci edukovani na seminarima, kongresima i stručnim skupovima od strane relevantnih naučnih institucija.

Predavanja obuhvataju aktuelne teme iz oblasti poljoprivrede (ratarstvo, povrtarstvo, voćarstvo, zaštita bilja, stočarstvo, ruralni razvoj,

podsticajne mere države za unapređenje poljoprivredne proizvodnje) i rezultati ispitivanja sprovedenih na Oglednim poljima PSS. Najčešće se teme za edukaciju biraju prema zahtevima poljoprivrednih proizvođača ili udruženja poljoprivrednika i odnose se na primenu mineralnih đubriva, navodnjavanje, očuvanje zemljišta tokom proizvodnje, poznavanje bioloških agenasa koji utiču na samu proizvodnju (bolesti, štetočine, korovi) i metoda izbora sredstava za zaštitu bilja. Predavanja prate i prezentacije koje uz pomoć slika, grafika, crteža na jednostavan način proizvođačima dočaravaju aktuelni problem i nude rešenje.

3) Primena masovnih medija

Televizija, radio, elektronski i štampani mediji su sredstva putem kojih se obavlja transfer znanja do poljoprivrednih proizvođača. Elektronski mediji koji su postali deo svakodnevnice zauzimaju značajno mesto komunikacije sa proizvođačima. Kreiranje savremenog portala i dovođenje u dizajn i funkciju kakav je sad obavili su savetodavci PSS Instituta Tamiš. Ideja da se formira portal koji konceptualno pokriva sve segmente poljoprivredne proizvodnje, ruralnog razvoja i ekologije.

4) Izvođenje demonstracionih oglada

Poljski ogledi u cilju ispitivanja osobina hibrida i sorti za potrebe Ministarstva poljoprivrede, domaćih i stranih semenskih kuća, organizovanje dana polja na kojima se predstavljaju ogledi je značajna podrška savetodavnom radu. Savetodavci iz ovih ogleda mogu prezentovati razlike i potencijalne prednosti nekih sorata/hibrida. Masovne metode rada obuhvataju: TV nastupe, radio nastupe, tekstove na portalu PSS, tekstove u novinama i tekstove za TV serijal „Zelena prognoza“.

Postojeće metode rada savetodavaca daju mogućnost za dalje širenje znanja o pojavi rezistentnosti korova na herbicide, kao i drugih štetnih organizama na pesticide. Intenzivno pojavljivanje u medijima, organizovanje radionica i predavanja je poželjno naročito u jesenjem periodu. Pogrešno je voditi računa o mehanizmu delovanja i pričati o rezistentnosti tokom izbora i primene herbicida u proleće tj. u jeku kada se tretiraju najveće površine pod ratarskim usevima. To jeste važan moment, ali daleko efikasnije je raditi edukaciju u jesenjem periodu, kada se planira setvena struktura na poljoprivrednom gazdinstvu, podsećati koliko je važno gajiti ozima strna žita i iskoristiti sve prednosti plodoređa.

Značaj implementacije integrisanog sistema mera u biljnoj proizvodnji

Sistem rada PSS baziran je na uspostavljanju integrisane poljoprivredne proizvodnje. To je skup integrisanih agrotehničkih mera prilagođenih lokalnim uslovima proizvodnje i životnoj sredini.

Poštovanje pravila razlikuje poljoprivrednog proizvođača od ostalih time što šire posmatra svoje gazdinstvo, za sve primenjene agrotehničke mere vodi se evidencija i obezbeđuje stalna dostupnost dokumenata za kontrolu i ocenjivanje. U zemljama u okruženju je i zakonski regulisana, a s obzirom da je potreban duži period od početka primene do sertifikacije, potrebno je na vreme početi sa uspostavljanjem proizvodnje prema načelima integrisane proizvodnje.

Zaštita bilja u okviru integrisane proizvodnje prema definiciji FAO predstavlja pažljivo razmatranje svih raspoloživih tehnika u borbi protiv štetočina i integraciju odgovarajućih mera koje će ometati razvoj štetočina i zadržati korišćenje pesticida i drugih mera zaštite na nivoima koji su ekonomski opravdani i sa redukovanim ili smanjenim rizikom po ljudsko zdravlje i životnu sredinu. Ovim se naglašava gajenje useva sa najmanjim mogućim poremećajima agro-ekosistema i podsticanje prirodnih mehanizama kontrole štetočina.

Evidencija biljne proizvodnje

Savremena poljoprivredna proizvodnja podrazumeva mogućnost uvida u svaku tačku proizvodnog procesa i to kroz sposobnost samokontrole i dozvolu kontrole ovlašćenim institucijama. Da bi se obezbedilo jednostavno praćenje svih tačaka u proizvodnom procesu prvi i osnovni korak je vođenje evidencije u toku proizvodnje.

Knjiga polja je najlakši način da se sistematično prati sopstvena proizvodnja i unosi svaka obavljena aktivnost.

Zakonske osnove za redovno vođenje evidencije su:

- *Regulativa EC 178/2002* – vođenje evidencije je neophodan činilac u obezbeđivanju sledljivosti i mogućnosti praćenja hrane u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije.
- *Direktiva EU 91/676/EEC* - o zaštiti voda od zagađenja nitratima iz poljoprivrednih izvora.
- *Zakon o poljoprivrednom zemljištu*
- *Direktiva 2009/128/EC*
- *Zakon o sredstvima za zaštitu bilja* - proizvođač je dužan da vodi evidenciju o svakom tretiranju bilja, biljnih proizvoda i propisanih

objekata.

- *Regulativa* (EC) No. 834/2007

Vođenjem evidencije tj. knjige (polja) obezbeđuje se uvid u sve elemente poljoprivredne proizvodnje na proizvodnoj jedinici (gazdinstvo, farma, prerađivački pogoni i druga). Proizvodnja u kojoj je obavezno vođenje evidencije, jeste organska i integralna poljoprivredna proizvodnja. Ova evidencija, između ostalih, obuhvata neke od sledećih informacija: (1) upotreba đubriva (datum primene, vrsta i količina đubriva za datu parcelu); (2) upotreba sredstava za zaštitu bilja: razlog i datum tretmana, vrsta proizvoda, način tretiranja; (3) kupovina poljoprivrednih sirovina: datum, vrsta i količina kupljenog proizvoda; (4) berba/žetva/vađenje: datum, vrsta i količina dobijenog organskog proizvoda ili proizvoda iz perioda konverzije.

Uvidom u prethodne godine, obezbeđuje se poštovanje plodoređa, što je od velikog značaja naročito za parcele koje se uzimaju u zakup i gde se češće menjaju vlasnici parcele. Planiranje setve, nabavka repromaterijala i sagledavanje ostvarenih rezultata su moguće kroz evidencije koje nudi Knjiga polja.

Sprovođenje ovih aktivnosti je naizgled jednostavno i lako. Da bi se potpuno usvojila navika kod poljoprivrednih proizvođača potrebno je dosta vremena, volje i pomoći u savladavanju teškoća. Jedan broj poljoprivrednih proizvođača je od Savetodavne službe dobio Knjige za vođenje evidencije, prošao niz edukacija o tome šta sadrži knjiga polja i koje je značenje i važnost svake rubrike koju treba popuniti.

Najveća uloga savetodavaca ogleda se u edukaciji poljoprivrednika da podignu nivo znanja i svest o značaju integrisanog sistema mera koji će odložiti ili svesti rezistentnost korova na herbicide na prihvatljiv nivo u cilju održive biljne proizvodnje.

Da bi se ovaj problem realno posmatrao, istražio i da bi mogli ponuditi rešenje koje će biti plasirano ali i prihvaćeno na terenu neophodno je postojanje integrisanog sistema. Samo zajedničkim delovanjem svih učesnika sistema možemo postići rezultate. Prvi u nizu tog sistema su institucije koje se bave istraživanjima. Predstavnici naučnih institucija dokazuju prisustvo problema, daju predloge za suzbijanje i sprečavanje širenja rezistentnih korovskih biotipova. Savetodavni poslovi u poljoprivredi su deo sistema transfera znanja i informacija čijim aktivnostima se vrši prenos znanja, informacija i tehnologije od istraživača do poljoprivrednih proizvođača. Savetodavna služba ima ulogu u prevenciji nastanka ali i sprečavanju širenja postojećih problema

na šira područja. Potrebno je uvođenje Zakona o integrisanoj proizvodnji i drugih formi obavezujućih akata koji bi doprineli uređenju sistema i implementaciji antirezistentne strategije. Pored svega navedenog, treba imati na umu da ključnu ulogu imaju oni koji primenjuju pesticide i vrše odabir parcela u okviru svoje setvene strukture, odnosno poljoprivredni proizvođači.

Literatura

- <http://ec.europa.eu> (preuzeto: 1.10.2018.)
<http://eur-lex.europa.eu> (preuzeto 2.10.2018.)
<http://weedscience.org> (preuzeto 1.10.2018.)
<http://www.fao.org> (preuzeto 1.10.2018.)
<http://www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs> (preuzeto 3.10.2018.)
 Janković, D., Petrović, Ž., Čikić J. (2010): Karakteristike savetodavnog procesa u radu sa odabranim gazdinstvima u Vojvodini. *Ekonomika poljoprivrede*, 57, 2, Beograd.
 Malidža, G., Rajković, M., Vrbničanin, S., Božić, D., Jurišić, J. (2015): Suzbijanje divljeg sirka i običnog štira rezistentnih na ALS inhibitore. *Zbornik rezimea radova XIII savetovanja o zaštiti bilja*, Zlatibor, 70-71.
 Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije (2009): *Strategija razvoja poljoprivrednog savetodavstva u Srbiji*.
 Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije (2010): *Zakon o obavljanju svatodavnih, stručnih poslova u oblasti poljoprivrede*.
 Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva, vodoprivrede Republike Srbije (2013): *Strategija poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije 2014-2024*.
 Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, šumarstvo, vodoprivredu (2010): *Pravilnik o organizaciji i radu poljoprivredne savetodavne službe AP Vojvodine*, Vršac, IV Seminar savetodavaca AP Vojvodine.
 Službeni glasnik Republike Srbije (2009): *Zakon o sredstvima za zaštitu bilja*.
 Službeni glasnik Republike Srbije (2014): *Uredba o utvrđivanju godišnjeg programa razvoja savetodavnih poslova u poljoprivredi za 2014*, Beograd.
 Službeni glasnik Republike Srbije br. 30/10 (2010): *Zakon o obavljanju savetodavnih poslova u poljoprivredi*.
 Službeni glasnik Republike Srbije, br.61/91 (1991): *Zakon o stručnoj poljoprivrednoj službi*.

CONVISO® SMART - NOVA TEHNOLOGIJA U PROIZVODNJI ŠEĆERNE REPE

Tihomir Gujaničić
Agroservis KWS Srbija d.o.o.
e-mail: tihomir.gujanicic@kws.com

Uvod

Suzbijanje korova u proizvodnji šećerne repe od suštinskog je značaja za održavanje visokih i pouzdanih prinosa, a odsustvo ove mere može da dovede do smanjenja prinosa od čak 50-95% (Petersen, 2003; Oerke and Dehne, 2004).

U praksi, korovi u šećernoj repi, uglavnom se suzbijaju uz pomoć ograničenog broja herbicida, a posebno treba istaći da se ni u budućnosti ne očekuje značajniji napredak. Herbicidi koji se danas koriste za ovu namenu imaju ograničeni spektar delovanja, tako da se najčešće kombinuju dva ili više preparata, kako bi se obezbedila potrebna efikasnost na širok spektar korovskih vrsta. Dodatni problem predstavljaju travni korovi, koji se dodatno suzbijaju specifičnim graminicidima. Za uspešno suzbijanje korova nakon nicanja šećerne repe potrebno je uraditi tri ili više tretmana, u tačno određenim vremenskim intervalima, a primenu herbicida treba započeti kada su korovi još u fazi kotiledona (Cioni and Maines, 2011).

I pored toga što preparati herbicida, koji se danas nalaze na tržištu, imaju visok nivo selektivnosti u odnosu na šećernu repu, u praksi fitotoksičnost primenjenih herbicida nije retka pojava. Prema podacima iz literature gubitak prinosa usled fitotoksičnosti herbicida može da dostigne i 5% (May and Wilson, 2006, Hamouzova et al., 2013).

Osnove CONVISO® SMART sistema

CONVISO® SMART je inovativni sistem za suzbijanje korova u šećernoj repi, koji se može primeniti u sortama koje su tolerantne prema herbicidima inhibitorima enzima acetolaktat sintetaze (ALS inhibitori). Sorte sa svojom specifičnom tolerancijom prema ALS inhibitorima čine okosnicu novog sistema za suzbijanje korova i omogućavaju uvođenje herbicida iz grupe ALS-inhibitora u tehnologiju zaštite šećerne repe od

korova. Tolerantnost na herbicid nije stvorena ni indukovana, niti se bazira na genetskoj modifikaciji. Ove promene se dešavaju prirodno tokom ćelijske deobe ili mejoze. Pošto je bila otkrivena, osobina tolerantnosti je uvedena na selekzione linije putem klasičnih metoda oplemenjivanja.

Ovaj inovativni sistem nudi veću fleksibilnost u primeni herbicida bez obzira na fazu razvoja šećerne repe. On omogućava jedinstven koncept u suzbijanju širokolisnih i osetljivih travnih vrsta korova, pri čemu je moguće efikasno suzbijati najdominantnije i najproblematičnije korovske vrste, uključujući i vilinu kosicu. U većini slučajeva dovoljna su samo dva tretmana, pri čemu su najraniji tretmani u periodu kada su korovi u fazi dva lista, bez obzira na fazu razvoja šećerne repe. Visoka tolerantnost sorata omogućava da primena herbicida bude nezavisna od uslova gajenja šećerne repe, a da pri tome ne dođe do gubitka prinosa. Dakle, ovaj sistem predstavlja nov i veoma efikasan napredak u suzbijanju korova u šećernoj repi.

Suzbijanje proraslica i samonikle repe u usevu šećerne repe

Dobra poljoprivredna praksa u šećernoj repi podrazumeva uklanjanje proraslica koje se razvijaju u samom usevu, kao i samoniklih (korovskih) biljaka repe koje se razvijaju iz semena proraslica iz prethodnih godina. Pojava proraslica u šećernoj repi može se, u velikoj meri, izbeći adekvatnim vremenom setve. Proraslice, kao i samonikla repa se ne mogu suzbijati klasičnim herbicidima za šećernu repu, jer poseduju tolerantnost prema ovim herbicidima. Za njihovo suzbijanje obično se koriste ručne, mehaničke ili agrohemijske mere, koje uključuju primenu nekog neselektivnog herbicida. Da bi se ograničio dalji rast rezervi semena u zemljištu, neophodno je sprečiti bilo kakvo unošenje semena repe sa proraslica u zemljište. Ručne mere (ručno uklanjanje) daju dobre rezultate u suzbijanju proraslica i samonikle repe, i preporučuje se da se uklone pre cvetanja, a najkasnije pre nego što prvo seme počne da sazreva. Mehaničke mere podrazumevaju međurednu kultivaciju pre nego što samonikla repa dođe u fazu četiri lista, nakon čega se uvek radi ručno uklanjanje. U poljima sa visokom brojnošću samonikle repe i proraslica, primena neselektivnih herbicida koji koriste „rotowiper“ (mašina koja nanosi visoko koncentrovan rastvor glifosata mazanjem dela biljaka koje su iznad listova šećerne repe) treba da bude mera koja doprinosi smanjenju šteta od proraslica. U poljima gde je populacija samonikle repe toliko brojna da se ona ne može suzbijati, klasične sorte

šećerne repe ne treba više gajiti. Izborom odgovarajućeg vremena setve, pojava proraslica se u velikoj meri može izbeći. Samonikla repa koja potiče od klasičnih sorata efikasno se može suzbiti pomoću CONVISO® SMART sistema, jer je klasična šećerna repa veoma osetljiva na herbicid CONVISO® ONE. Da bi prednosti ovog sistema mogle da se održe duži niz godina, neophodno je da se u praksi izbegne oprašivanje samonikle repe sa CONVISO® SMART proraslicama. Zbog toga, proraslice u poljima sa ovom tehnologijom moraju da se uništavaju u određenom periodu, poželjno je pre cvetanja, a najkasnije pre oslobađanja semena. Ručno uklanjanje je odgovarajući i najefikasniji način borbe sa proraslicama u poljima sa šećernom repom.

U usevima koji dolaze nakon šećerne repe u plodoredu, samonikla repa bi mogla da se razvije iz korenova repe zaostale nakon vađenja. Ove samonikle biljke mogu da se uoče nakon uzgoja klasične repe samo u retkim slučajevima, međutim neophodno ih je suzbijati kako bi se izbeglo narastanje rezervi semena u zemljištu.

Samonikle CONVISO® SMART biljke šećerne repe mogu da se pojave u usevima koji se u plodoredu gaje nakon repe i one se veoma efikasno mogu suzbijati uz pomoć herbicida koji nisu ALS inhibitori. Na tržištu postoji nekoliko preparata herbicida koji se mogu koristiti za suzbijanje širokolisnih korova uključujući i samoniklu repu u usevima žitarica.

Kako razlikovati CONVISO® SMART seme od klasičnog semena šećerne repe

Korišćenje CONVISO® SMART sistema zahteva izbegavanje mešanja klasičnog i CONVISO® SMART semena tokom logistike, setve i skladištenja šećerne repe. Postoji nekoliko načina koji obezbeđuju laku identifikaciju, a time i pouzdano razdvajanje ovog i klasičnog semena šećerne repe.

CONVISO® SMART sorte se mogu jasno razlikovati na osnovu imena sorte. Za razliku od klasičnog semena, ime CONVISO® SMART sorte uvek počinje terminom „SMART“. Primer imena jedne takve sorte: SMART „ime sorte“ KWS. Kod klasične sorte je samo „ime sorte“ sorte KWS.

Kutije sa semenom se jasno razlikuju od kutija sa klasičnim semenom šećerne repe. Velika zelena traka plus logotip CONVISO® SMART označavaju sa obe strane kutiju, što olakšava razlikovanje od kutija sa klasičnim semenom.

Korisnik će odmah videti da koristi CONVISO® SMART seme jer je poklopac kutije sa ovim sortama zelene boje, za razliku od bele boje kod

klasičnih sorti.

Pored toga, kutija sa semenom će na sebi imati informacije i poruke upozorenja, kao i deklaraciju za proizvođače, što će jasno razlikovati ovu novu tehnologiju proizvodnje seme od klasičnog semena.

Ambalaža preparata CONVISO® ONE, koji se koristi u ovoj tehnologiji, prati iste dizajnerske i informacione elemente kao i KWS kutija sa CONVISO® SMART semenom.

Na ovaj način omogućeno je svim korisnicima da sa visokim stepenom pouzdanosti identifikuju seme i herbicid iz sistema ove nove tehnologije.

Primena herbicida u CONVISO® SMART tehnologiji

U ovoj tehnologiji herbicidni tretman mora da se izvede kada je šećerna repa u fazi od kotiledona do 8 listova (faze 10-18 BBCH skale). Da bi se postigli optimalni efekti u primeni potrebno je ispuniti još jedan uslov, a to je faza razvoja korova.

Za primenu preparata CONVISO® ONE u šećernoj repi predložena su dva programa zaštite:

- **dvokratna primena: $2 \times 0,5 \text{ l ha}^{-1}$**

Prvi tretman se mora izvesti kada je šećerna repa u fazi od kotiledona do 4 lista (faze 10-14 BBCH skale). Kod drugog tretmana šećerna repa treba da bude u fazi 4-8 listova (faze 14-18 BBCH skale), a korovi 2-4 lista (faz 12-14 BBCH skale).

- **jednokratna primena: 1 l ha^{-1}**

Tretman se mora izvesti kada je šećerna repe u fazi od kotiledona do 8 listova (faze 10-18 BBCH skale). Jednokratna primena se izvodi bilo kada u ovom periodu u zavisnosti od vrste i uzrasta korova.

Tabela 1. Spektar delovanja preparata CONVISO® ONE

Bayer kod	Vrsta travnih korova	Količina preparata	
		$2 \times 0,5 \text{ l ha}^{-1}$	1 l ha^{-1}
ECHCG	<i>Echinochloa crus-galli</i> *	+++	+++
ALOMY	<i>Alopecurus myosuroides</i> *	+++	+++
AVEFA	<i>Avena fatua</i> *	+++	+++
POAAN	<i>Poa annua</i> *	+++	+++

* ALS osetljiv

Bayer kod	Vrsta širokolisnih korova	Količina preparata	
		2 × 0,5 l ha ⁻¹	1 l ha ⁻¹
AETCY	<i>Aethusa cynapium</i>	+++	+++
AMARE	<i>Amaranthus retroflexus*</i>	+++	+++
AMBEL	<i>Ambrosia elatior</i>	+++	+++
ANTAR	<i>Anthemis arvensis</i>	+++	+++
ATXPA	<i>Atriplex patula</i>	-	-
BRSNW	<i>Brassica napus</i>	+++	+++
CAPBP	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+++	+++
CHEAL	<i>Chenopodium album</i>	+++	+++
CHEHY	<i>Chenopodium hybridum</i>	+++	+++
CIRAR	<i>Cirsium arvense</i>	-	-
DATST	<i>Datura stramonium</i>	+++	+++
GASPA	<i>Galinsoga parviflora</i>	+++	+++
GALAP	<i>Galium aparine</i>	+++	+++
GERDI	<i>Geranium dissectum</i>	+++	+++
LAMPU	<i>Lamium purpureum</i>	+++	+++
MATCH	<i>Matricaria chamomilla*</i>	+++	+++
MATIN	<i>Matricaria inodora *</i>	+++	+++
MERAN	<i>Mercurialis annua</i>	+++	+++
POLAV	<i>Polygonum aviculare</i>	+++	+++
POLCO	<i>Polygonum convolvulus</i>	+++	+++
POLLA	<i>Polygonum lapathifolium</i>	+++	+++
POLPE	<i>Polygonum persicaria</i>	+++	+++
SINAR	<i>Sinapis arvensis</i>	+++	+++
SOLNI	<i>Solanum nigrum</i>	+++	+++
SONAR	<i>Sonchus arvensis</i>	+++	++
STEME	<i>Stellaria media*</i>	+++	+++
THLAR	<i>Thlaspi arvense</i>	+++	+++
VERAR	<i>Veronica arvensis</i>	+++	+++
VERPE	<i>Veronica persica</i>	-	-
VIOAR	<i>Viola arvensis</i>	+++	+++

* +++ - vrlo osetljivi korovi: 95-100% efikasnosti;

++ - osetljivi korovi: 85-94,9% efikasnosti;

+ - umereno osetljivi korovi: 70-84,9% efikasnosti.

-- tolerantni korovi: < 70 % efikasnosti

CONVISO® SMART tehnologija i plodored

Ukoliko dođe do ponovne setve useva, usled propadanja CONVISO® SMART sorata šećerne repe, na tretiranim površina mogu se sejati: CONVISO® SMART šećerna repa i kukuruz posle oranja.

Iste godine nakon primene CONVISO® SMART tehnologije na tretiranim površinama može se sejati:

- ozima pšenica, dok se sledeće vegetacione sezone, a naredne kalendarske godine na tretiranim površinama može se sejati:
- grašak
- pasulj
- klasična šećerna repa
- suncokret
- soja
- jari ječam
- jara pšenica
- uljana repica (godinu dana nakon tretiranja)
- krompir (godinu dana nakon tretiranja)
- slačica (kao zelenište đubrenje)

U slučaju nepovoljnih meteoroloških uslova, a ukoliko dozvola o registraciji to dozvoljava, za poboljšanje efikasnosti u rezervoar prskalice zajedno sa herbicidom CONVISO® ONE može se dodati okvašivač MERO u količini 1 l ha⁻¹.

Karakteristike sorata šećerne repe koje se gaje u CONVISO® SMART tehnologiji

Novostvorene CONVISO® SMART sorte šećerne repe imaju nešto niži prinos šećera u odnosu na klasične sorte. Međutim, najveća prednost ovog sortimenta je velika tolerantnost prema herbicidu koji se primenjuje u samoj tehnologiji. Ukoliko bi se poredila ova dva sistema gajenja šećerne repe, uočilo bi se da CONVISO® SMART sistem ne zaostaje mnogo u prinosima šećera u odnosu na klasičan. Prva registrovana CONVISO® SMART sorta u Srbiji je Smart Belamia KWS. To je „Nz“tip sorte sa odličnim karakteristikama. Sorta je visoko-tolerantna na sušu i vrlo visoko tolerantna na *Cercospora beticola*. Takođe, ova sorta daje visoke prinose korena sa zadovoljavajućim sadržajem šećera, tako da prinosi šećera mogu da budu vrlo visoki.

Literatura

- Cioni, F., Maines, G. (2011): Weed control in sugarbeet. Sugar Technology Review, 12, 243–255.
- Hamouzova, K., Jursik, M., Zabransky, P. (2013): Effect of various weather conditions on selectivity of post-emergence herbicides in sugar beet. Listy Cukrovarnické a Řepářské, 129(7), 224–228.

- May, M. J., Wilson, R. G. (2006): Weed and Weed Control. In: Draycott, A. P. (ed.): Sugar Beet, pp. 359-386. Oxford, Blackwell Publishing.
- Oerke, E. C., Dehne, H. W. (2004): Safeguarding production – losses in major crops and the role of crop protection, Crop Protection, 23, 275-285.
- Peterson, J. (2003): A Review on Weed Control in Sugarbeet: From tolerance zero to period threshold. In: Inderjit (ed.): Weed Biology and management, pp. 467-483. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

HIBRIDNI KUKURUZA TOLERANTNI PREMA CIKLOKSIDIMU – DESET GODINA POSLE

Goran Bekavac, Goran Malidža
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
e-mail: goran.bekavac@ifvcns.ns.ac.rs

Sažetak

Duži niz godina, Institut za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada radi na razvoju hibrida kukuruza tolerantnih prema cikloksidimu (CTM, Cycloxydim-Tolerant Maize). Gen odgovoran za ekspresiju ovog svojstva je ubačen u roditeljske komponente hibrida, a dobijeni genotipovi se po osnovnim agronomskim svojstvima ne razlikuju od originalnih hibrida. Jedina razlika između njih je tolerantnost prema cikloksidimu. Institut za ratarstvo i povrtarstvo je prvi u Srbiji tržištu ponudio ovu naprednu tehnologiju. Proizvođačima su na raspolaganju tri komercijalna hibrida: NS 444 Ultra, NS 5041 Ultra i NS 640 Ultra.

Uvod

Pojavom hibrida tolerantnih prema cikloksidimu (CTM) otvoreno je novo poglavlje u proizvodnji kukuruza. U agronomskom smislu, tehnologija se bazira na jedinstvenom i efikasnom suzbijanju jednogodišnjih i višegodišnjih uskolisnih korova u CTM hibridima kukuruza. Za stvaranje hibrida tolerantnih prema cikloksidimu (aktivnoj materiji herbicida Focus Ultra), korišćena je somaklonalna varijabilnost u kulturi tkiva kukuruza (Gengebach et al., 1999). Hibridi stvoreni na ovaj način ne spadaju u grupu genetički modifikovanih što značajno olakšava korišćenje tehnologije, posebno sa aspekta zakonske regulative koja je izuzetno zahtevna kod genetički modifikovanih biljaka.

Rad na CTM hibridima

Poslednjih dvadesetak godina je mnogo urađeno na polju stvaranja hibrida kukuruza tolerantnih prema herbicidima. Može se reći da su svi ovi projekti urađeni primenom moderne biotehnologije, ali se jasno razlikuju genetički modifikovani (GM) od nemodifikovanih (Non GM), odnosno konvencionalnih. Prvu grupu predstavljaju projekti nastali

insertovanjem jednog ili nekoliko gena iz drugih organizama. U ovoj grupi svakako su najpoznatiji hibridi kukuruza tolerantni prema glufosinat amonijumu ili tzv. Liberty Lynk (LL) i hibridi tolerantni prema glifosatu ili tzv. Roundup Ready (RR).

Drugu grupu predstavljaju hibridi kukuruza tolerantni prema herbicidima koji su nastali kao proizvod moderne tehnologije (kultura tkiva, mutageneza polena, itd.) ali bez kombinovanja gena nesrodnih organizama. U ovu grupu spadaju IMI hibridi, tolerantni prema herbicidima iz grupe imidazolinona (IR ili IT) i hibridi tolerantni prema cikloksidimu (CTM). U stvaranju hibrida kukuruza tolerantnih prema cikloksidimu iskorišćena je somaklonalna varijabilnost u kulturi tkiva. Cikloksidim je aktivna materija preparata Focus Ultra, izuzetno efikasnog u suzbijanju jednogodišnjih i višegodišnjih uskolisnih korova.

Tolerantnost prema cikloksidimu se u linije kukuruza unosi klasičnim ukrštanjem. Tehnika unošenja gena se bazira na klasičnoj oplemenjivačkoj proceduri – linije kukuruza se ukrštaju sa donorima pomenutog svojstva, a zatim se sprovodi procedura povratnog ukrštanja sa rekurentnim roditeljima (tzv. *back cross* procedura). Opšti princip povratnih ukrštanja je da genotip dobijen na kraju bude neizmenjen u odnosu na originalni, izuzev za svojstvo koje se prenosi sa donora (Fehr, 1993). Zbog toga se radi 6 do 9 povratnih ukrštanja sa rekurentnim roditeljima kako bi se u potpunosti restituisale roditeljske komponente novog hibrida. Tokom konverzionog programa, za testiranje *back cross* generaciju i eliminaciju genotipova koji ne nose gen tolerantnosti, korišćen je preparat Focus Ultra. Kako se tolerantnost prema cikloksidimu nasleđuje parcijalno dominantno (Gengebach et al., 1999), gen tolerantnosti je neophodno uneti u obe roditeljske komponente. Linije dobijene ovom procedurom se na kraju samooplode i ukrštaju sa odgovarajućom inbred linijom (heterotični partner) kako bi se dobili F1 hibridi čijim testiranjem će se utvrditi koji genotip predstavlja najverniju varijantu originalnog tj. konvencionalnog hibrida. Na kraju procedure dobijaju se genotipovi koji se po osnovnim agronomskim svojstvima ne razlikuju od originalnih hibrida. Jedina razlika između njih je tolerantnost prema cikloksidimu (Bekavac i sar., 2006; Slika 1,2).



Slika 1. NS 444 nakon tretmana herbicidom Focus Ultra



Slika 2. NS 444 Ultra nakon tretmana herbicidom Focus Ultra

Roditeljske komponente i F_1 CTM hibrid se zatim umnožavaju i šalju u sortnu komisiju radi testiranja i registracije. Uprkos kompletnoj *back-cross* proceduri, kod nekih genotipova mogu postojati određene razlike između originalne i konvertovane verzije. Razlike se mogu objasniti heterozigotnošću lokusa kao i fenomenom poznatim kao “linkage drag”. Naime, prilikom ukrštanja donora sa recipijentom, osim poželjnog gena prenosi se veći ili manji segment DNK donora (Young and Tanksley, 1989). Pomenuti segment vrlo često nosi gene odgovorne za ekspresiju nekih agronomski nepoželjnih svojstava koje je neophodno eliminisati tokom konverzionog procesa ili svesti na najmanju moguću meru. Cela procedura, uz korišćenje staklare ili zimske generacije traje najmanje 5 godina.

NS hibridi kukuruza tolerantni prema cikloksidimu

Rad na stvaranju CTM hibrida kukuruza u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo je otpočeo 1998. godine. Programom unošenja gena tolerantnosti obuhvaćene su roditeljske komponente komercijalnih NS hibrida kukuruza. Kako je u pitanju potpuno novi koncept u borbi protiv korova, odnosno primena herbicida prema kojem klasičan kukuruz ne poseduje tolerantnost, procedura testiranja u cilju priznavanja i stavljanja u promet je donekle specifična. Nakon nekoliko godina rada i testiranja, 2006. godine je registrovan NS 444 Ultra, prvi hibrid kukuruza otporan prema herbicidu Focus Ultra u Republici Srbiji. Koliko je ovo bila interesantna tehnologija govori i činjenica da je ovaj hibrid već 2008. godine registrovan u EU.

Dolaskom hibrida NS 444 Ultra proizvođači kukuruza su dobili mogućnost primene novog koncepta u gajenju kukuruza. Cikloksidim se koristi u suzbijanju travnih korova u dikotiledonim biljkama ali se zbog prirodne osetljivosti monokotiledonih biljaka ne može koristiti u suzbijanju istih u klasičnom (konvencionalnom) kukuruzu. DUO sistem, kako je nazvan ovaj koncept, podrazumeva gajenje hibrida u koji je ugrađena otpornost prema cikloksidimu i primena herbicida Focus Ultra. Osim hibrida NS 444 Ultra, proizvođačima su na raspolaganju NS 5041 Ultra i NS 640 Ultra. Pomenuti hibridi su za kratko vreme postali sinonim korišćenja napredne tehnologije u rešavanju ozbiljnih praktičnih problema u proizvodnji kukuruza.

Herbološki aspekt DUO sistema

Gajenje CTM hibrida kukuruza i primena preparata Focus Ultra, imaju niz prednosti u odnosu na konvencionalne hibride i klasične mere borbe protiv korova. Najznačajnije prednosti ove tehnologije, ogledaju se u većoj efikasnosti cikloksidima u suzbijanju travnih korova u kukuruzu (*Sorghum halepense* iz rizoma, *Echinochloa crus-galli*, *Panicum* spp., *Setaria* spp., *Digitaria sanguinalis*) u odnosu na sulfonilurea herbicide. Focus Ultra je superiorniji herbicid, a ova superiornost posebno dolazi do izražaja u stresnim uslovima za porast korova i usvajanje herbicida, kao i u slučaju primene kada su korovi razvijeniji od optimalne faze za primenu sulfonilurea. Cikloksidim se brzo translocira u rizome korovskih biljaka i smanjuje zakorovljenost narednih useva. Ovo je posebno značajno u suzbijanju zubače (*Cynodon dactylon*) i pirevine (*Agropyrum repens*). Ne postoje ograničenja u primeni ovog herbicida kada je kukuruz pod stresom ili kada su visoke temperature vazduha. Selektivnost postojećih herbicida za istu namenu ima ograničenje i kada je u pitanju primena organofosfornih insekticida, jer se u slučaju zajedničke primene povećava fitotoksičnost herbicida. Ovakvo ograničenje u slučaju primene herbicida Focus Ultra ne postoji (Malidža i Orbović, 2004). Osim njegove efikasnosti u suzbijanju travnih korova, posebno treba naglasiti fleksibilnost primene preparata Focus Ultra u ova tri hibrida jer nema ograničenja po pitanju vremena primene i faze razvoja useva.

Kako je preparat Focus Ultra namenjen suzbijanju travnih korova, za suzbijanje širokolisnih korova preporučuje se dodavanje herbicida partnera. U tom slučaju, herbicidi u tank-miksi se mogu primeniti do faze do koje je dozvoljena primena herbicida partnera. U slučaju primene

samo preparata Focus Ultra, nema ograničenja po pitanju faze razvoja kukuruza.

U poslednjih 10–15 godina u svetu je evidentno povećanje broja korova rezistentnih prema sulfonilurea herbicidima. U tom smislu, pojava rezistentnog divljeg sirka ima poseban agronomski i ekonomski značaj. Dešavalo se da su proizvođači bezuspešno pokušavali da suzbiju divlji sirak na svojim parcelama sa kukuruzom tretirajući iste čak 3-4 puta. Naravno, tretman herbicidima na bazi sulfonilurea nije uspevao pošto je divlji sirak razvio rezistentnost na nekoliko stotina puta veću dozu od praktično preporučene. To znači da se takav divlji sirak ne može suzbiti konvencionalnim herbicidima na bazi sulfonilurea. U takvim slučajevima, odnosno, ukoliko se zbog plodoređa na takvim parcelama mora sejati kukuruz, jedino ekonomski opravdano rešenje je gajenje Ultra hibrida i primena preparata Focus Ultra. Jedna o ključnih karakteristika ove tehnologije je to što cikloksidim poseduje drugačiji mehanizam delovanja i predstavlja ne samo dodatni herbicid za suzbijanje korova rezistentnih prema sulfonilurea herbicidima nego i efikasno sredstvo za usporavanje razvoja rezistentnosti korova prema herbicidima. Cikloksidim poseduje povoljne toksikološke i ekotoksikološke osobine, što predstavlja dodatnu prednost u odnosu na druge herbicide (Malidža i Orbović, 2004; Malidža i sar., 2005).

Deset godina posle

Inicijalna zainteresovanost za ovu tehnologiju je bila velika, pogotovo kod proizvođača koji su imali probleme sa zakorovljenim parcelama. Naravno, ovakvi problemi se mogu rešiti na više načina pa je potražnja za ovakvim hibridima na samom početku uvođenja tehnologije bila umerena. Pojava divljeg sirka rezistentnog prema sulfonilurea herbicidima i u našoj zemlji, ali i u brojnim zemljama Evrope, snažno je aktuelizovala ovu tehnologiju. Tehnologija je prepoznata ne samo sa aspekta efikasnog suzbijanja travnih korova nego i sa aspekta predupređenja razvoja rezistentnosti. Hibridi koji su u komercijalnoj ponudi, pokazali su odlične agronomске karakteristike i izuzetno visoku otpornost prema cikloksidimu tako da se u praksi do sada nije pojavio ni jedan slučaj fitotoksičnih efekata herbicida. U pripremi je set najnovijih NS Ultra hibrida koji će ući u proceduru registracije već sledeće godine. Komercijalna ponuda NS Ultra hibrida će u narednom periodu biti znatno šira i pokrivaće sva tri segmenta – hibride za kombajniranje u zrnu, berbu

u klipu i silažne hibride.

Uprkos visokoj efikasnosti DUO sistema, potrebno je pažljivo koristiti ovu tehnologiju kako bi dobili maksimum u smislu visine prinosa i borbe protiv korova, uz istovremeno obezbeđenje što dužeg perioda njenog trajanja. Neadekvatna i jednostrana upotreba tehnologije, bez obzira na to koliko superiorna bila, nosi sa sobom rizik razvoja rezistentnosti korova, što se u svakom slučaju mora preduprediti.

Literatura

- Bekavac, G., Malidža, G., Jocković, Đ., Stojaković, M., Ivanović, M., Vasić, N., Purar, B., Nastasić, A. (2006): Novosadski CTM hibridi kukuruza. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 42, 273-277.
- Fehr, W.R. (1993): Principles of cultivar development. Backcross Method. 360-376. ISU, USA.
- Gengebach, B.G., VanDee, K.L., Egli, M.A., Hildebrandt, K.M., Yun, S.J., Lutz, S.M., Marshall, L.C., Wyse, D.L., Somers, D.A. (1999): Genetic Relationships of Alleles for Tolerance to Sethoxydim Herbicide in Maize. Crop Science, 39, 812-818.
- Malidža, G., Orbović, B. (2004): Suzbijanje *Sorghum halepense* iz rizoma u kukuruzu tolerantnom prema cikloksidimu. Acta herbologica, 13 (2), 475-483.
- Malidža, G., Bekavac, G., Orbović, B. (2005): Suzbijanje travnih korova u kukuruzu tolerantnom prema cikloksidimu. Zbornik rezimea VII Savetovanja o zaštiti bilja, Soko Banja, Zbornik radova, 145-146.
- Young, N.D., Tanksley, S. D. (1989): RFLP analysis of the size of chromosomal segments retained around the *Tm-2* locus of tomato during backcross breeding. TAG 77, 353-359.

**PROGRAM SAVETOVANJA
„REZISTENTNI KOROVI I TOLERANTNI USEVI
NA HERBICIDE: STANJE I PERSPEKTIVE“**

Novi Sad, 2. novembar 2018.

9:30-10:00	Registracija učesnika	
10:00-10:10	Otvaranje savetovanja	
10:10-10:30	Osnovni pojmovi, značaj i razvoj rezistentnosti korovskih biljaka na herbicide	Vaskrsija Janjić, Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske
10:30-10:50	Rezistentnost korova na herbicide u Srbiji sa predlogom mera za upravljanje rezistentnošću	Goran Malidža, Institut za ratarstvo i povrtarstvo
10:50-11:10	Transfer gena sa tolerantnih useva na divlje srodnike: put ka stvaranju rezistentnih korova na herbicide	Sava Vrbničanin, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
11:10-11:30	Integralne mere kao vid održive borbe sa rezistentnim korovima na herbicide	Vladimir Ljubičić, Bayer
11:30-11:50	Antirezistentna strategija u Clearfield® usevima - Evropski program	Dragan Maćoš, BASF
11:50-12:20	Diskusija	
12:20-12:40	Pauza	
12:40-13:00	Promocija monografije „Rezistentnost korovskih biljaka na herbicide“, autora Vaskrsije Janjića i Siniše Mitrića	
13:00-13:20	Rano suzbijanje korova kao doprinos antirezistentnoj strategiji	Istvan Dancza, Syngenta
13:20-13:40	Savetodavna služba - deo integrisanog sistema upravljanja rezistentnošću korova na herbicide	Maja Sudimac, PSS Institut Tamiš
13:40-14:00	Conviso® Smart – nova tehnologija u proizvodnji šećerne repe	Tihomir Gujaničić, KWS
14:00-14:20	Hibridi kukuruza tolerantni prema cikloksidimu - deset godina posle	Goran Bekavac, Institut za ratarstvo i povrtarstvo
14:20-14:40	Diskusija	
14:40-15:00	Zatvaranje savetovanja	
15:00	Ručak	

CIP- Каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије

632.954.025.8(082)

632.51.017(082)

**САВЕТОВАЊЕ Резистентни корови и толерантни усеви на хербициде:
стање и перспективе (2018 ; Нови Сад)**

Zbornik radova / [Savetovanje] Rezistentni korovi i tolerantni usevi na
herbicide: stanje i perspektive, Novi Sad, 2. novembar 2018. godine ; [glavni i
odgovorni urednik Goran Malidža]. - Zemun : Herbološko društvo Srbije, 2018
(Petrovaradin : Futura). - 80 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 350. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-911965-4-7

a) Корови - Отпорност - Зборници

b) Хербициди - Дејство - Зборници

COBISS.SR-ID 269442316



Clearfield® Plus
Sistem Proizvodnje Suncokreta

Clearfield® Plus

Uvek stremimo najvišem.

Clearfield® Plus sistem proizvodnje - napravite korak dalje u proizvodnji suncokreta i iskoristite:

- ✓ Snažnu i pouzdanu kontrolu korova
- ✓ Fleksibilnost primene
- ✓ Odličnu toleranciju na herbicide
- ✓ Visoke prinose i visok sadržaj ulja

BASF
We create chemistry

www.agro.basf.rs

PREDNOSTI PRIMENE TEHNOLOGIJE Duo System®

- ✓ Brže, snažnije deluje na travne korove
- ✓ Superiornost u suzbijanju travnih korova, posebno u stresnim uslovima i u slučaju kada su korovi razvijeniji od optimalne faze (to posebno važi za muharike)
- ✓ Namenjen za efikasno i sigurno suzbijanje divljeg sorka (kako iz semena, tako i iz rizoma) u usevu CTM kukuruza
- ✓ Ovom tehnologijom se unapređuje suzbijanje zubače (*Cynodon dactylon*) i pivine (*Agropyrum repens*) za koje nije postojao efikasan herbicid u kukuruзу
- ✓ Ne ograničava smenu useva posle kukuruza
- ✓ Jedinstvena fleksibilnost primene preparata **Focus® Ultra** bez obzira na fazu porasta useva
- ✓ Potpuna selektivnost prema hibridima tolerantnim na cikloksidim (CTM hibridi) čak i u dozama znatno višim od propisanih
- ✓ Omogućava gajenje kukuruza u združenim usevima bez opasnosti po druge biljke (pasulj, tikve) što do sada nije bio slučaj (ovo se odnosi samo na primenu preparata **Focus® Ultra**, nikako ne važi za primenu herbicida **Arrat®**)

DUO System®

Priroda ide napred!

Focus® Ultra

Ultra zaštita od uskolisnih korova

BASF
We create chemistry

www.agro.basf.rs

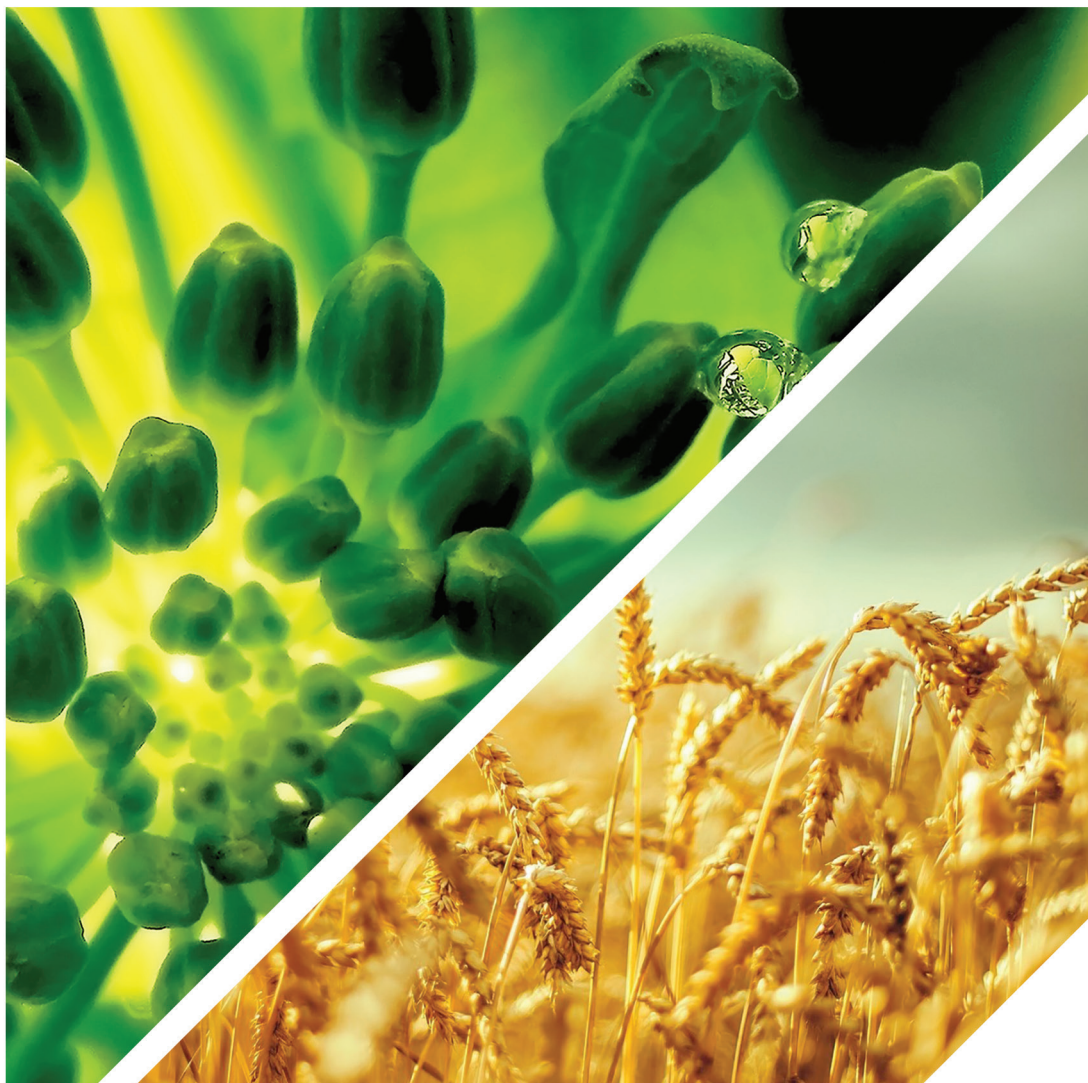


Како **интегрално** **сузбијање** **корова** доприноси **одрживој** **пољопривреди?**

Стална употреба хербицида са истим начином деловања неминовно води ка губитку њихове ефикасности. Укључивање што већег броја хербицида са различитим механизмом деловања помаже спречавање појаве резистенције коровских биљака. Ово је једна од основних мера Бајерове иницијативе под називом „Разноврсност представља будућност“, која укључује најбоље праксе за успешно сузбијање корова.

Бајерова иницијатива за промоцију
најбољих пракси у сузбијању корова

**РАЗНОВРСНОСТ
ПРЕДСТАВЉА
БУДУЋНОСТ**



Arylex™
active

Novi herbicid za kontrolu širokolisnih korova
u najzačajnijim ratarskim kulturama.



Zaštita pšenice i ječma

Axial[®] 50 EC

Pinoksaden 50 g/l

Herbicid za suzbijanje širokog spektra uskolisnih korova u ozimoj pšenici i ječmu



NOVO

HERBICID



Zaštita kukuruza

Camix[®] 560 SE

Dokazano bolje - član Callisto familije

*S-metolahlor (500 g/l) i mesotrione (60 g/l)
Suspo-emulzija (SE)*



Calaris[®] Pro

Brže, snažnije, duže

*Mezotrion (50 g/l) + Terbutilazin (326 g/l)
Koncentrovana suspenzija (SC)*



agromarket
nama veruju

PROIZVODNJA I FORMULISANJE SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA

Proizvodnja je koncipirana prema najnovijim standardima Evropske Unije na najsavremenijoj opremi, čime se obezbeđuje maksimalna zaštita čoveka i njegove okoline.

- › Bezbedna proizvodnja
- › Sigurni proizvodi
- › Zdravi plodovi
- › Zadovoljni kupci

INDUSTRIJSKA ZONA BB
21 470 BAČKI PETROVAC
TEL: 021 780 566

www.agromarket.rs www.agrosvet.rs [f_www.agrosvet.rs](https://www.agrosvet.rs)

Select[®] Super

Najbolji graminicid na srpskom tržištu

Proizvođač:



Zastupnik:

DELTA AGRAR

Autoput za Zagreb 35,
11070 Novi Beograd, Srbija
tel.: 011 201 2300



Profesionalna zaštita bilja

RAPSAN PLUS®

TEMSA

GRASSER® NOVO

Deluge® NOVO

Proman

MOTIVELL
Extra 6 OD

Lentagran®



Belchim Crop Protection SRB d.o.o.
Vladimira Popovića 6, 11000 Beograd | Tel: + 381 11 222 3656
Email: info@belchim.com | www.belchim.rs



Pravi put u zaštiti bilja



GALENIKA - FITOFARMACIJA

Batajnički drum bb, 11080 Zemun | tel: 011/ 3072 301; 011/ 3072 329 | fax: 011/ 3072 310; 011/ 3072 370
www.fitofarmacija.rs | www.facebook.com/fitofarmacija

BOGAT ASORTIMAN HIBRIDA TOLERANTNIH NA HERBICIDE ZA RAZLIČITE SISTEME PROIZVODNJE

  Clearfield Production System for Sunflower	  Clearfield Plus Production System for Sunflower	 	 DUO System®
-RIMI PR -PEGAZ -NS TAURUS	-NS SMARAGD CLP -NS SAMURAJ CLP	-SUMO SJAJ -ORFEJ -SUMO 1 PR -SUMO 2 OR	-NS 444 ULTRA -NS 5041 ULTRA -NS 640 ULTRA
ZA EFIKASNU BORBU PROTIV KOROVA I VOLOVODA	ZA EFIKASNIJU BORBU PROTIV KOROVA I VOLOVODA	NS SUMO HIBRID TOLERANTNI NA TRIBENURON-METIL – FORMULA ZA USPEŠNO SUZBIJANJE KOROVA	ZA JEDINSTVENU MOGUĆNOST SUZBIJANJA DIVLJEG SIRKA REZISTENTNOG NA SULFONILUREE I ZUBAČE.



INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO
 INSTITUT OD NACIONALNOG ZNAČAJA ZA REPUBLIKU SRBIJU
 Maksima Gorkog 30, 21101 Novi Sad, Srbija
 tel.: (021) 4898 100 (centrala) www.nsseme.com

**conviso®
SMART**

**Inovacija u kontroli korova
šećerne repe**

PR^oDUKTIVNOST

Pametan način da gajite šećernu repu

CONVISO® SMART je inovativni sistem, zajednički razvijen od strane Bayer i KWS SE. Sistem za kontrolu korova šećerne repe, visokih performansi pruža više pogodnosti, više fleksibilnosti, više održivosti i više efikasnosti. Probajte PAMETAN način pouzdane kontrole korova i započnite novu budućnost proizvodnje šećerne repe.

**SMART KWS seme +
Inovativni Bayer herbicid**

www.bayer.com | www.kws.com





ADAMA

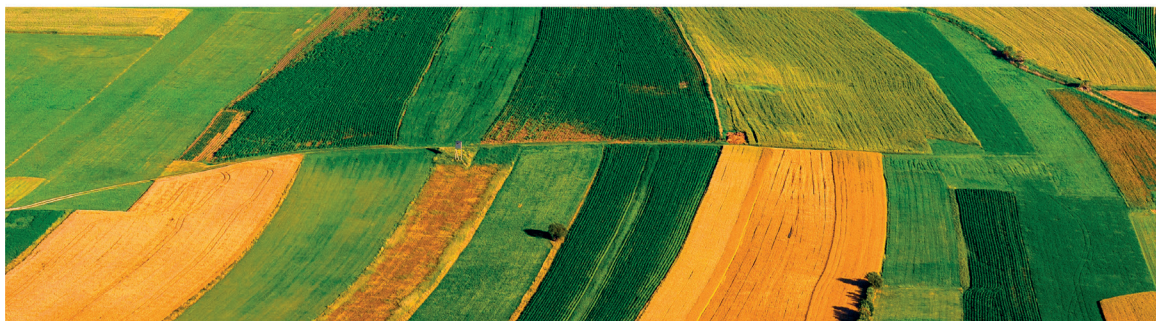
ZAŠTITA ULJANE REPICE

Adama SRB DOO, Bulevar Mihaila Pupina 6, PC Ušće, X sprat, 11070 Novi Beograd, Srbija,
www.adama.com



Agrimatco

agrimatco.rs



Zaštita bilja ■ Semena ratarskih useva ■ Veterina ■ Navodnjavanje i folije
Semena povrtarskih useva ■ Mineralna đubriva ■ Poljoprivredna mehanizacija



NE
MENJAM
ONO ŠTO
JE DOBRO



Palmira Toljatića 5/IV, 11070 Novi Beograd, www.agrosava.com

DELTA
AGRAR

Ljudi koji vole zemlju

www.deltaagrar.rs

Astral 40 OD	Butoxone DB	Clinic TF	Dicopur Top 464 SL	Duga OD	Estet	Ikanos 40 OD
nikosulfuron	2,4-DB	glifosat	2,4-D + dikamba	Mezotrion + bromoksinil	2,4-D	nikosulfuron
40 g/l	420 g/l	360 g/l	344 g/l + 120 g/l	100 g/l + 100 g/l	600 g/l	40 g/l
HRAC: B	HRAC: O	HRAC: G	HRAC: O	HRAC: F2 + C3	HRAC: O	HRAC: B

Zauvek ostaje u našim srcima

Dejan Jovanović

1969 - 2017



Ikanos Expert	Kyleo	Kideka	Lentemul D	Maton	Mezzo 60 WG	XINCA
bromoksinil + nikosulfuron	glifosat + 2,4-D	mezotrion	2,4-D	2,4-D	metsulfuron-metil	bromoksinil
80 g/l + 40 g/l	240 g/l + 160 g/l	100 g/l	450 g/l	600 g/l	600 g/kg	401,6 g/l
HRAC: C3 + B	HRAC: G + O	HRAC: F2	HRAC: O	HRAC: O	HRAC: B	HRAC: C3

Zlatno doba zaštite bilja



Zastupnik i distributer:

Stockton d.o.o.

11000 Beograd | Kapetan Mišina 16 | Srbija

Tel: +381 11 2180 967 | Fax: +381 11 3282 952

www.stk-ag.com

stk
bio-ag technologies