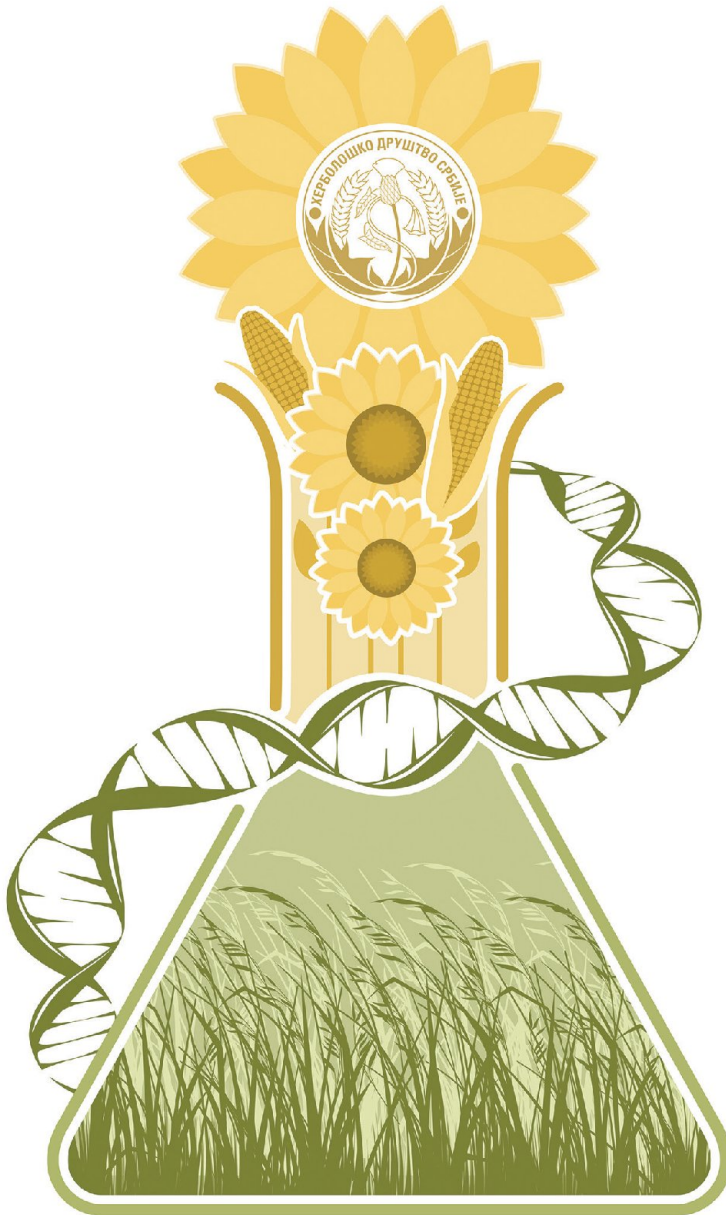


HERBOLOŠKO DRUŠTVO SRBIJE

**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

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

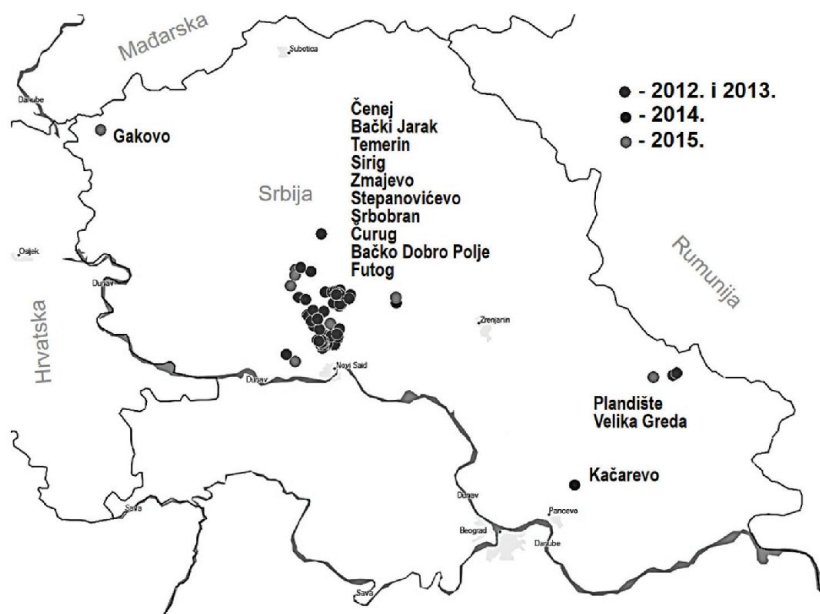
pojedine herbicide inhibitore acetil koenzim A karboksilaze (ACC-aze) (Malidža i Rajković, 2017, 2018). Ovi nalazi su svojevrsna opomena da je potrebno više nego ikad dosledno sprovođenje antirezistentne strategije na celoj teritoriji Srbije. To podrazumeva edukaciju, praćenje rezistentnosti korova prema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

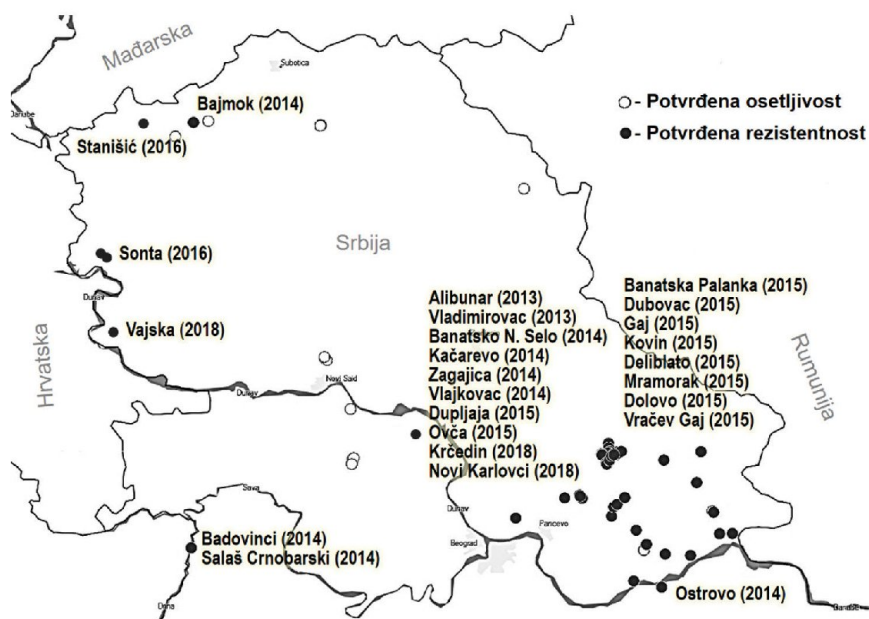


Mapa 1. Rasprostranjenost štira običnog (*A. retroflexus*) rezistentnog na ALS inhibitore u severnom delu R. Srbije (Malidža i sar., 2015)

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

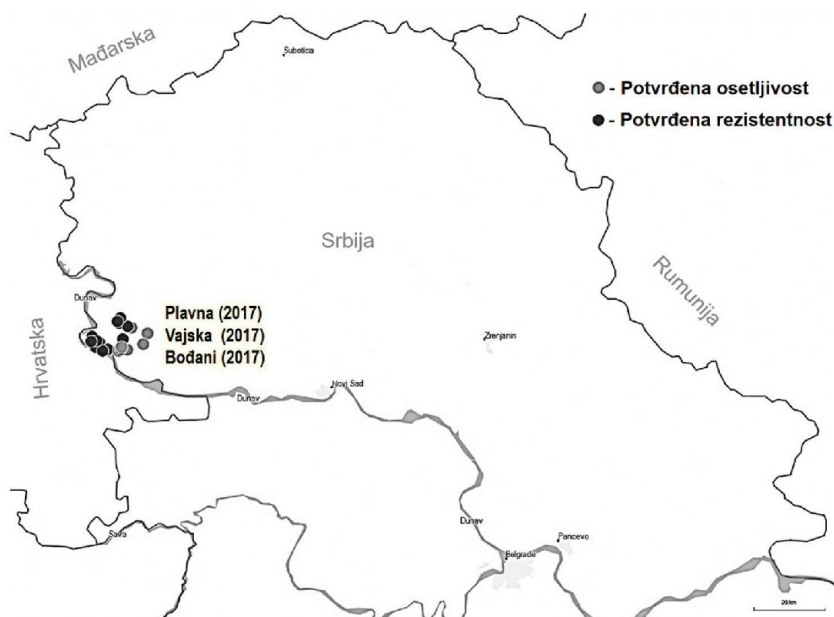
bile su od nekoliko stotina do nekoliko hiljada puta. Rezultati biotestova na nivou cele biljke (za svežu masu) su potvrdili visok nivo rezistentnosti populacije *S. halepense* iz Južnog Banata na nikosulfuron ($IR = ED_{50R} / ED_{50S} > 985$), rimsulfuron ($IR > 2000$) i imazamoks ($RI > 800$) (Malidža 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 ariloksifenoksipropionata (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 sprovesti 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.
- Vrbnicanin, 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.

**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 Mačoš, 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