

.....

Maja ŠČEPANOVIĆ

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet Zavod za herbologiju
mscepanovic@agr.hr

REZISTENTNOST NA HERBICIDE – PRIJETNJA RATARSKOJ PROIZVODNJI I MOGUĆI ODGOVORI

SAŽETAK

Rezistentnost korova na herbicide jedan je od najvećih izazova suvremene ratarske proizvodnje. Dugogodišnja primjena herbicida dovela je do selekcije rezistentnih populacija korova, što značajno smanjuje učinkovitost kemijske zaštite. Prema dostupnim globalnim podacima, više od 540 korovnih vrsta razvilo je rezistentnost na herbicide, a taj broj kontinuirano raste od 1980-ih godina. Ovaj problem sve je izraženiji i u Hrvatskoj, gdje su potvrđeni slučajevi rezistentnosti kod važnih korovnih vrsta, poput *Ambrosia artemisiifolia* i *Sorghum halepense*. S obzirom na važnost ove teme, na 68. Savjetovanju biljne zaštite održan je Okrugli stol radi analize uzroka, posljedica i mogućih pristupa upravljanju rezistentnošću kroz integrirane sustave suzbijanja korova.

Ključne riječi: korovi, IWM, selekcijski pritisak, održiva poljoprivreda

Okrugli stol

Okrugli stol „Rezistentnost na herbicide – prijetnja ratarskoj proizvodnji i mogući odgovori“ održan je 4. veljače 2026. godine u okviru 68. Savjetovanja biljne zaštite. Cilj skupa bio je prepoznati važnost ovog problema koji sve ozbiljnije ugrožava ratarsku proizvodnju, produbiti razumijevanje uzroka i posljedica te raspraviti o konkretnim mjerama koje su proizvođačima nužne u svakodnevnoj praksi. Iako se o rezistentnosti i prije raspravljalo, sada je prvi put organiziran okrugli stol posvećen isključivo toj temi, što jasno potvrđuje njezinu aktualnost i rastući značaj.

Rezistentnost korova na herbicide jedan je od najznačajnijih nedostataka njihove primjene. Uzastopnom primjenom istog herbicida ili različitih herbicida istog mehanizma djelovanja suzbijaju se osjetljivi biotipovi, dok se istodobno omogućuje nesmetan razvoj rezistentnih biotipova. Tako dolazi do selekcije unutar prirodne populacije korova sve dok ne prevladaju rezistentni biotipovi (Barić i Ostojić, 2017.). Prema definiciji HRAC-a, rezistentnost je nasljedna sposobnost pojedinih biotipova da prežive tretman koji bi u normalnim uvjetima bio učinkovit. Mehanizmi rezistentnosti mogu biti povezani s promjenama na ciljnom mjestu djelovanja herbicida ili s nespecifičnim procesima poput ubrzanog metabolizma i detoksikacije. Upravo ta složenost mehanizama dodatno otežava suzbijanje i zahtijeva sveobuhvatan pristup.



Od prve zabilježene pojave 1957. godine broj rezistentnih populacija kontinuirano raste te danas obuhvaća više od 540 vrsta korova u svijetu (Heap, 2026.). Posebno zabrinjava činjenica da se broj novih slučajeva ubrzano povećava od 1980-ih godina, paralelno s intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje. Problem je najizraženiji u glavnim ratarskim kulturama poput pšenice, kukuruza, riže, soje i uljane repice, gdje ima izravan utjecaj na ekonomiku proizvodnje.

Slični trendovi prisutni su i u Hrvatskoj. Istraživanja su potvrdila rezistentnost kod ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia*) i divljeg sirtka (*Sorghum halepense*) na ALS herbicide, pri čemu je kod ambrozije zabilježena visoka razina rezistentnosti u značajnom udjelu populacija (Ščepanović i sur., 2021.). Ovi podatci jasno ukazuju da problem više nije izoliran, već ima široke praktične posljedice na proizvodnju.

S obzirom na kompleksnost problema rezistentnosti korova, jasno je da ne postoji jedinstveno ni brzo rješenje, već je nužan sustavan i interdisciplinarni pristup. U tom je kontekstu osobito važno uključivanje stručnjaka koji povezuju znanstvena istraživanja, praktična iskustva iz poljoprivredne proizvodnje i perspektivu agrokemijske industrije, što je i ostvareno sudjelovanjem panelista na ovom okruglom stolu.

Panelisti su bili:

- **dr. sc. Goran Malidža**, znanstveni savjetnik iz Instituta za ratarstvo i povrtlarstvo u Novom Sadu i predsjednik Herbološkog društva Srbije, s 34 godine iskustva u proučavanju i suzbijanju korova. Posljednja dva desetljeća posvetio je istraživanju rezistentnosti korova na herbicide i razvoju antirezistentnih strategija
- **Antonia Topić, mag. ing. agr.**, voditeljica zaštite bilja u tvrtki Kutjevo d. d., koja donosi vrijedna i praktična iskustva s proizvodnih površina
- **Renata Dejanović, mag. ing. agr., Bayer d. o. o.**, EMEA Product Technical Manager za kukuruz, industrijske kulture i neselektivne herbicide, koja predstavlja perspektivu agrokemijske industrije i inovativna rješenja.

Dr. sc. Goran Malidža zahvalio je Hrvatskom društvu biljne zaštite na pozivu te istaknuo da interes za rezistentnost u regiji potvrđuje kako je riječ o globalnom i podmuklom problemu. Rezistentnost divljeg sirka u Srbiji potvrđena je 2013., a ambrozije 2018. godine. Procjenjuje se da se rezistentni divlji sirak na ALS inhibitore prostire na 250 000 do 300 000 hektara, dok se kod ambrozije radi o nekoliko desetaka tisuća hektara. Istaknuo je da visoka genska varijabilnost omogućuje ambroziji uspješnu prilagodbu različitim uvjetima i širenje na obradive i ruderalne površine. Slično vrijedi i za divlji sirak, čije se suzbijanje najčešće temelji na sulfonilurejama i graminicidima. Rezistentnost se može razviti relativno brzo – kod ALS inhibitora za oko četiri godine, a kod inhibitora ACC-aze za šest do osam godina, ovisno o intenzitetu selekcijskog pritiska. U usporedbi s drugim štetnim organizmima, rezistentnost se kod korova razvija sporije jer imaju jednu generaciju godišnje. Međutim, zbog njihove slabije mobilnosti problem se često podcjenjuje, pa ga proizvođači nerijetko doživljavaju kao tuđi, a ne vlastiti izazov. Naglasio je da oslanjanje isključivo na herbicide dugoročno vodi smanjenju njihove učinkovitosti. Posljedice su višestruke: povećanje troškova proizvodnje, smanjenje prinosa, ograničenje izbora sredstava te povećan rizik za okoliš zbog potencijalnog povećanja doza i učestalosti primjene.

Antonia Topic, mag. ing., naglasila je da se u praksi često događaju intervencije „u zadnji čas“, a posebice u okopavinskim usjevima poput soje, suncokreta, kukuruza i šećerne repe. Do zakašnjelih odluka o suzbijanju korova dolazi zbog vremenskih uvjeta, organizacijskih pritisaka ili pogrešne procjene pravodobnosti. Međutim, posljednjih godina uočava se da se korovi u žitaricama pojavljuju znatno ranije, često već potkraj siječnja i početkom veljače, i to u naprednim fenofazama. Zbog nedostatka ranog monitoringa, primjena herbicida u žitaricama također se često odgađa, što prije nije bilo uobičajeno. Među najproblematičnijim korovima ističu se vrste kod kojih se sumnja na rezistentnost, poput ambrozije i divljeg sirka, a sve veće poteškoće uzrokuju i pojedine travne vrste u žitaricama. Zabilježena je smanjena učinkovitost

herbicida kod nekih korova, što zahtijeva složenije kombinacije sredstava i može ograničiti plodored. Pojedine širokolisne vrste također sve češće preživljavaju standardne tretmane, zbog čega se sumnja na pojavu rezistentnosti. U praksi se zaštita od korova provodi sve ranije, često odmah nakon nicanja korova, neovisno o razvojnoj fazi kulture. Istaknula je da se rezistentnost sve više pokazuje kao ekonomski problem, ne samo potencijalna prijetnja, jer dolazi do povećanja troškova, učestalijih tretmana i smanjenja sigurnosti proizvodnje. Stoga se naglašava potreba za promjenom pristupa i napuštanjem ustaljenih strategija u suzbijanju korova.

Kao predstavnica agrokemijske industrije, Renata Dejanović naglasila je da je industrija svjesna važnosti problema rezistentnosti i njegova utjecaja na poljoprivrednu proizvodnju. Istaknula je kako je upravo zahvaljujući industriji u Hrvatskoj otkrivena rezistentnost divljeg sirka na ALS herbicide, o čemu se javno raspravljalo prije šest godina. Nakon toga provedene su edukacije proizvođača, testirana su različita rješenja i dane jasne preporuke za upravljanje tim problemom. Osnovni je cilj očuvanje učinkovitosti dostupnih aktivnih tvari različitih mehanizama djelovanja. Naglasak je na kontinuiranoj edukaciji i razvoju rješenja koja usporavaju razvoj rezistentnosti, čime se osigurava dugoročno održiva proizvodnja i stabilnost sektora. Posebno je upozorila na ograničenu dostupnost herbicida različitih mehanizama djelovanja u Europi zbog strože regulative, što otežava rotaciju herbicida kao ključnu antirezistentnu mjeru. Razvoj novih mehanizama djelovanja dugotrajan je i financijski zahtjevan, a dodatan je izazov njihova registracija u Europi. Stoga je istaknula potrebu za opreznim pristupom pri zabrani aktivnih tvari, osobito kada ne postoje adekvatne alternative, uz mogućnost odgode zabrane do pronalaska rješenja. Takvi stavovi sve su prisutniji u europskim raspravama, a industrija očekuje pozitivne pomake.

Dr. Malidža dodatno je naglasio da rezistentnost korova pričinjava goleme financijske gubitke i negativan utjecaj na životnu sredinu (milijarde dolara samo u sjevernoj Americi) pa znanost neprestano traga za najučinkovitijim rješenjima i plasira rezultate do krajnjih korisnika, ali je njihova implementacija skuplja i teža od jednostavne primjene herbicida. Jedino je rješenje integrirano suzbijanje korova kao proaktivna i reaktivna antirezistentna strategija. Poslovi poput preventive, uporabe čistog sjemena i poljoprivrednih kombajna, interakcija svih raspoloživih mjera s posebnim naglaskom na nekemijske mjere (plodored, mehaničke i termičke mjere, vrijeme i gustoća sjetve, kompetitivnije sorte i hibridi), rotacija i mješavine herbicida različitih mehanizama djelovanja, obilježavanje mehanizma djelovanja na ambalaži sredstava za zaštitu bilja, česti obilasci polja, nedopuštanje osjemenjivanja korova i osiromašenje banke sjemena, vođenje evidencije, bolja komunikacija, edukacija, poticaji i sl. Sve ove aktivnosti jesu skuplje i kompliciranije, ali dugoročno djelotvornije od oslanjanja samo na upotrebu herbicida. Integrirane mjere suzbijanja, čija je učinkovitost

znanstveno potvrđena, već su dobro opisane u literaturi te se temelje na prilagodbi globalnih iskustava lokalnim uvjetima. Stoga dr. Malidža ističe da ključnu ulogu ima promjena pristupa i povećanje svijesti o problemu, uz veću raznolikost mjera u suzbijanju korova. Odgovornost uvelike leži na korisnicima herbicida, koji svojim odlukama utječu na razvoj i ublažavanje rezistentnosti. Istaknuto je i da se pristupi u Europi razlikuju od onih u Sjevernoj i Južnoj Americi, gdje se naširoko koriste genetički modificirani usjevi tolerantni na herbicide. Međutim, iskustva pokazuju da i takve tehnologije mogu povećati selekcijski pritisak i ubrzati razvoj rezistentnosti. Jedini dugoročno održiv pristup je raznolik, integrirani sustav upravljanja korovima koji sprječava njihovu prilagodbu. Tako se može produljiti učinkovitost herbicida i usporiti razvoj rezistentnosti, održavajući je na prihvatljivoj razini.

U okviru rasprave o mogućim rješenjima otvoreno je pitanje dolazi li stručna potpora do poljoprivrednih proizvođača pravodobno. Iz perspektive proizvodnog ratarskog sektora, prema mišljenju panelistice, nameće se zaključak da reakcija struke često dolazi prekasno ili u pojedinim slučajevima izostaje. U takvim okolnostima edukativnu ulogu na terenu u velikoj mjeri preuzima industrija sredstava za zaštitu bilja, pri čemu je naglasak nerijetko stavljen na prodajne rezultate. U praksi se proizvođači često nalaze bez kontinuirane i neovisne stručne podrške, zbog čega se ističe potreba za snažnijim i sustavnijim uključivanjem savjetodavne službe, osobito u temama koje nameću značajan proizvodni rizik. Takvi izazovi nisu ograničeni isključivo na suzbijanje korova, već su prisutni i u zaštiti od bolesti i štetnika. Bez odgovarajuće edukacije i integriranog pristupa teško je osigurati održivu poljoprivrednu proizvodnju i očuvati učinkovitost postojećih aktivnih tvari. U samoj proizvodnji moguće je odmah primijeniti niz agrotehničkih mjera koje, uz kemijsku zaštitu, značajno pridonose učinkovitosti sustava suzbijanja korova. Posebno se ističe uvođenje širega plodoreda kao temeljne mjere. Jednako važnom smatra se i provedba higijene na proizvodnim površinama. Samonikle korove na strništima nakon žetve ozimih kultura potrebno je pravodobno uklanjati kemijskim ili mehaničkim putem kako bi se spriječilo njihovo osjemenjivanje i daljnje širenje. Također, preporučuje se redovito održavanje rubova parcela i kanala kako bi se smanjio unos korova u proizvodne površine. Iako se ove mjere često percipiraju kao sporedne, njihov je utjecaj na ukupnu zakorovljenost značajan. Odluke o primjeni herbicida ne bi se smjele donositi bez kontinuiranog praćenja razvoja korova jer se stanje na terenu može brzo mijenjati. U praksi se često zanemaruju i operativne mjere koje ne zahtijevaju velika ulaganja, ali imaju značajan dugoročni učinak, poput redovita monitoringa usjeva, pravodobna planiranja tretmana te temeljita čišćenja mehanizacije.

Agrokemijska industrija, prema mišljenju panelistice, značajno ulaže u edukaciju i razvoj rješenja za upravljanje rezistentnošću. Renata Dejanović ističe „smart“ sustave u proizvodnji šećerne repe i suncokreta, koji uključuju hibride

tolerantne na određene skupine herbicida (npr. ALS). Cilj je proizvođačima omogućiti jednostavnije i ekonomičnije suzbijanje korova uz upravljanje rizikom od rezistentnosti. Od uvođenja takvih sustava provodi se kontinuirana edukacija te se daju preporuke za pravilnu primjenu, uključujući obvezan plodored (najmanje četiri godine), izmjenu mehanizama djelovanja u sljedećim kulturama, primjenu mehaničkih mjera te korištenje digitalnih alata za procjenu rizika i odabir rješenja. Zbog očekivana smanjenja dostupnih aktivnih tvari, raste važnost ovih smart sustava, ali i rizik od rezistentnosti. Istodobno se ulaže u razvoj novih aktivnih tvari i mehanizama djelovanja, što je dugotrajan proces, s očekivanim novim rješenjima u voćarstvu, povrćarstvu i vinogradarstvu. Paralelno se razvijaju aplikacijske tehnologije poput ciljane (spot) i band primjene radi učinkovita suzbijanja korova uz manje doze herbicida. U Hrvatskoj se provode projekti integriranog suzbijanja korova, uključujući rješenja za rezistentni divlji sirak u kukuruзу i ambroziju u soji. Industrija također sudjeluje u edukaciji proizvođača o prepoznavanju rezistentnosti, uzimanju uzoraka i laboratorijskoj analizi, čime aktivno pridonosi podizanju svijesti i pruža potporu poljoprivrednicima.

Za kraj vrlo plodnosne rasprave, panelisti su se složili da je riječ o velikom problemu kojemu je potrebno pristupiti sustavno. Dr. Malidža zaključio je da se radi o nezaustavljivu prirodnom procesu u kojemu „ne opstaje najjača vrsta, već najprilagodljivija“ (Darwin). Ključna je promjena razmišljanja i povećanje svijesti o ovom izazovu, pri čemu poljoprivrednici trebaju mijenjati svoje postupke i povećati raznolikost mjera za suzbijanje korova. Pri tom je poljoprivrednicima zaželio bolji ambijent i zadovoljstvo u bavljenju ovom zahtjevnom, ali i lijepom djelatnošću, uz naglasak na važnost ulaganja u edukaciju. Kolegica Topic također je istaknula da su sve navedene mjere učinkovite i daju rezultate samo ako se primjenjuju zajedno, u kombinaciji s kemijskim suzbijanjem. Perspektiva agrokemijske industrije uključuje intenzivan rad na podizanju svijesti o problemu rezistentnosti te pružanje konkretne potpore poljoprivrednim proizvođačima u njegovu učinkovitu suzbijanju.

ZAKLJUČAK

Na temelju rasprave okruglog stola, moderatorica, prof. dr. sc. Maja Šćepanović, izdvojila je tri ključna zaključka:

1. Rezistentnost nije nastala preko noći niti se može riješiti jednostavno, već je posljedica nepoštovanja struke, nedovoljnog znanja i neodgovornog ponašanja korisnika, uz istodobno sve strožu EU regulativu i ograničenja dostupnih aktivnih tvari. Rješenje se može tražiti isključivo u znanju i kontinuiranoj edukaciji svih uključenih u sustav – od proizvođača do savjetodavnih i prodajnih službi.

2. Prevencija je jeftinija i učinkovitija od sanacije te mora postati pravilo u praksi, kroz dosljednu primjenu osnovnih mjera poput čišćenja mehanizacije, korištenja kvalitetnog sjemena i sadnog materijala te odgovornog upravljanja proizvodnjom.
3. Ključan je i snažan prijenos znanja te suradnja struke i proizvođača, uz odgovoran i sustavan pristup svih dionika – od institucija do poljoprivrednika. U konačnici, poljoprivrednici moraju biti aktivno uključeni i konkurentni na tržištu.

Zaključno, rezistentnost korova ne znači da herbicidi ne djeluju, već da ih se treba koristiti pametnije. Korovi se nisu promijenili – vrijeme je da se promijeni vlastiti pristup.



HERBICIDE RESISTANCE – A THREAT TO ARABLE CROP PRODUCTION AND POSSIBLE RESPONSES

ABSTRACT

Weed resistance to herbicides is one of the greatest challenges in modern arable crop production. The long-term use of herbicides has led to the selection of resistant weed populations, significantly reducing the effectiveness of chemical crop protection. According to available global data, more than 540

weed species have developed resistance to herbicides, and this number has been continuously increasing since the 1980s. This problem is becoming increasingly pronounced in Croatia as well, where cases of resistance have been confirmed in important weed species such as *Ambrosia artemisiifolia* and *Sorghum halepense*. Given the importance of this issue, a round table discussion was held at the 68th Croatian Plant Protection Seminar to analyse the causes, consequences, and possible approaches to resistance management through integrated weed management systems.

Keywords: weeds, IWM, selection pressure, sustainable agriculture.

LITERATURA

Heap, I. (2026.). The International Herbicide-Resistant Weed Database. dostupno na: www.weedscience.org, pristupljeno 24. ožujka 2026.

Šćepanović, M., Šoštarčić, V., Pintar, A., Lakić, J., Barić, K. (2020.). Pojava rezistentnih populacija korova na herbicide inhibitore acetolaktat-sintaze u Republici Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite, 6, 628-640

Barić, K., Ostojić, Z. (2017.). Opis problema rezistentnosti korova na herbicide. Glasilo biljne zaštite, 5, 486-493