

Darija LEMIĆ, Maja ČAČIJA, Zrinka DRMIĆ, Helena VIRIĆ GAŠPARIĆ, Renata BAŽOK

*Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju
dlemic@agr.hr*

PRAĆENJE REZISTENTNOSTI ŠTETNIKA

SAŽETAK

Problem rezistentnosti štetnika na insekticide star je više od 70 godina i pogađa sve dionike uključene u proces poljoprivredne proizvodnje. IRAC - međunarodna je radna grupa koja prati pojavu rezistentnosti kukaca u svijetu. Ključna uloga IRAC-a osiguravanje je dugoročne učinkovitosti insekticida, promicanje razvoja i provedba strategija upravljanja rezistentnošću te potpora održivoj poljoprivredi i javnom zdravstvu. U radu su prikazani organizacija i način rada IRAC-a te analiza osam ekonomski značajnih štetnika u RH u kojih postoji opasnost od pojave rezistentnosti i u Hrvatskoj kao i pripadajućih djelatnih tvari za njihovo suzbijanje. Da bi se pojava rezistentnosti usporila treba voditi računa o izmjeni u primjeni insekticida različitog mehanizma djelovanja, pri čemu u upozoravanju na to važna je savjetodavna uloga stručnjaka.

Ključne riječi: IRAC, rezistentnost kukaca

UVOD

Kao i u slučaju ostalih štetnih organizama, razvoj rezistentnosti štetnika na insekticide pogađa sve dionike uključene u proces poljoprivredne proizvodnje, ali i šire, potrošače poljoprivrednih proizvoda, cjelokupno stanovništvo i porezne obveznike. Smanjenje učinkovitosti nekog prije učinkovitog sredstva otežava njegovu prodaju, što utječe na poslovne rezultate tvrtki proizvođača sredstava za zaštitu bilja. Poljoprivredni proizvođači otežano suzbijaju štetnike koji su razvili rezistentnost pa primjenjuju veće doze, tretiraju više puta ili su prisiljeni koristiti skuplje insekticide. Osim negativnog utjecaja na rentabilnost proizvodnje javljaju se i problemi vezani za prekomjerne ostatke SZB u poljoprivrednim proizvodima ili nedopušteno onečišćenje okoliša. Time se utječe na potrošače, porezne obveznike i cjelokupno stanovništvo.

Problem rezistentnosti štetnika na insekticide postoji 70 i više godina. IRAC - Insecticide Resistance Action Committee međunarodna je radna grupa koja prati pojavu rezistentnosti kukaca u svijetu. Osnovan je u sklopu udruženja proizvođača sredstava za zaštitu bilja (Crop Life) (IRAC, 2017). Osnivanje IRAC-a bio je odgovor proizvođača SZB na povećane probleme i pojavu rezistentnosti štetnika sredinom 80-tih. IRAC radi kao specijalistička tehnička skupina koja osigurava koordinirani odgovor proizvođača sredstava za zaštitu bilja u

sprječavanju ili usporavanju razvoja rezistentnosti kukaca i grinja. Ključna uloga IRAC-a jest osiguravanje dugoročne učinkovitosti insekticida te promicanje razvoja i provedba strategija upravljanja rezistentnošću na insekticide radi održavanja njihove učinkovitosti te potpora održivoj poljoprivredi i javnom zdravlju. IRAC procjenjuje da su takve aktivnosti najbolji način za očuvanje ili ponovno stjecanje osjetljivosti na insekticide, ključne za učinkovito suzbijanje štetnika. Obično je lakše spriječiti nastanak rezistentnosti prije nego se pojavi nego povratiti osjetljivost nakon što se rezistentnost razvije. Takav pristup osnova je svih današnjih antirezistentnih strategija. U radnim skupinama IRAC-a djeluju eksperti zaposleni u vodećim svjetskim kompanijama, proizvođačima SZB, ali i brojne lokalne tvrtke i stručnjaci (IRAC, 2017a).

Cilj je ovog rada prikazati kako se na svjetskoj razini prati rezistentnost štetnika, objasniti organizaciju i način rada IRAC-a, navesti vrste informacija koje su putem IRAC-a dostupne poljoprivrednim proizvođačima. Analizirat će se štetnici od ekonomske važnosti u RH koji su razvili rezistentnost u drugim zemljama te procijeniti opasnost od pojave rezistentnosti u Hrvatskoj.

ORGANIZACIJA IRAC-A

IRAC okuplja eminentne stručnjake većinom zaposlene u tvrtkama proizvođačima pesticida, ali i predstavnike znanstvene zajednice. Rad je organiziran u nekoliko radnih skupina. Neke su administrativne, neke lokalne, a neke globalne. Globalne radne skupine koordiniraju tri osnovna područja djelovanja IRAC-a: zaštitu bilja, javno zdravlje i biotehnologiju. Ostale radne skupine bave se metodama utvrđivanja rezistentnosti, mehanizmima djelovanja, bazom podataka s dokazanim slučajevima rezistentnosti, a tri se skupine bave pojedinim redovima i/ili skupinama kukaca (Lepidoptera, Coleoptera, kukci koji sišu). Za sve koji se bave sredstvima za zaštitu bilja, bilo da ih istražuju, proizvode, distribuiraju ili primjenjuju, IRAC-ova web stranica sadrži iznimno korisne informacije vezane za problem rezistentnosti.

Radna skupina „metode“

Radna skupina „metode“ analizira i vrednuje laboratorijske metode koje su pogodne za detekciju rezistentnosti u najvažnijih štetnika. Jedinstvene i validirane metode za svakog štetnika i pojedinu djelatnu tvar (mehanizam djelovanja) ključne su za uspješno otkrivanje pojave rezistentnosti (IRAC, 2017b). Radna skupina provjerava pouzdanost metoda koje se objavljuju u znanstvenim radovima ili predlaže nove metode koje se primjenjuju u laboratorijima proizvođača SZB. U nekim je slučajevima za istu vrstu štetnika razvijeno više različitih metoda. One mogu biti specifične za različite razvojne stadije kukaca ili za grupe insekticida ovisno o mehanizmu djelovanja ili načinu prodora u tijelo kukca. Do danas su odobrene 34 metode, no radna skupina

navodi puno više metoda koje su prikazane u znanstvenim radovima i koje se mogu primijeniti u dokazivanju rezistentnosti (IRAC, 2017c).

Radna skupina „mehanizmi djelovanja“

Sustav klasifikacije mehanizama djelovanja (MoA) razvija i odobrava IRAC, a temelji se na podacima i rezultatima brojnih istraživanja o mjestu djelovanja i specifičnom proteinu na koji insekticid djeluje. Trenutno sustav sadrži 27 osnovnih grupa i dodatnu skupinu nepoznatog mehanizma djelovanja (ciljni protein odgovoran za biološku aktivnost nije poznat). Dvije skupine, skupina 26 i 27 ostale su slobodne za istraživanje novih mehanizama djelovanja koji će se otkriti u budućnosti. IRAC MoA Tim redovito održava i ažurira listu. Da bi se nova djelatna tvar uvrstila na listu, proizvođač nove djelatne tvari podnosi prijedlog IRAC MoA Timu. Prijedlog mora potkrijepiti rezultatima istraživanja objavljenim (ili pripremljenim za objavu) u recenziranim znanstvenim časopisima. Prilog prijedlogu jesu uvjerljivi dokazi koji podupiru hipotezu o mehanizmu djelovanja, što uključuje demonstraciju jasnog ciljanog učinka (aktivacija, inhibicija ili modulacija). Podatci trebaju biti potkrijepljeni fiziološkim i/ili simptomatološkim istraživanjima koji povezuju smrtnost kukaca s učinkovitošću djelatne tvari na ciljanom mjestu. Nakon što nova djelatna tvar bude registrirana za uporabu, IRAC MoA Tim uvrštava tu novu djelatnu tvar u neku od skupina postojećih mehanizama djelovanja ili ju klasificira u novi ili nepoznat mehanizam djelovanja.

Radna skupina „baza podataka o rezistentnosti“

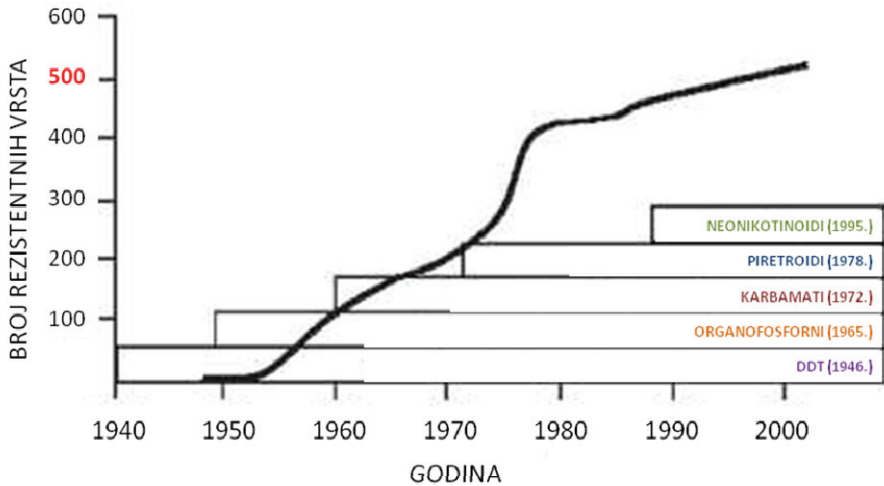
Baza podataka o rezistentnosti člankonožaca (Arthropod Pesticide Resistance Database – APRD, 2017) profesionalno je dizajniran sustav za online pregledavanje, pretraživanje i unos informacija o rezistentnosti člankonožaca na pesticide kao i procjenu trenutnog stanja rezistentnosti širom svijeta. Baza se pretražuje unosom jednog ili više parametara u padajuće izbornike kategorizirane prema taksonomiji, djelatnoj tvari, kratici za mehanizam djelovanja, godini u kojoj je utvrđena ili objavljena rezistentnost te prema zemlji nalaska. Cilj je baze kontinuirano dokumentirati slučajeve rezistentnosti u Sjedinjenim Državama, Europi i svijetu, održavati daljinski web sustav za brzu prijavu rezistentnosti, izrađivati mjesečne rutinske analize za objavljivanje statističkih podataka o broju rezistentnih slučajeva prema vrstama, zemljopisnim područjima, mehanizmu djelovanja, kemijskoj pripadnosti, primjeni i taksonomskoj važnosti (USDA, 2017). U bazi su navedene sljedeće ključne informacije: 1. istraživani člankonožac (razred, red, porodica, vrsta, naziv); 2. djelatna tvar ili mehanizam djelovanja; 3. podrijetlo rezistentne populacije (da li je populacija bila rezistentna kad je prikupljena u polju, da li je rezistentna populacija dobivena selekcijom/genetskom manipulacijom u laboratoriju, da li je rezistentna populacija izdvojena u laboratoriju nakon

prikupljanja u polju); 4. mehanizam rezistentnosti (neosjetljivo ciljno mjesto, metabolizam, smanjeni prodor u tijelo kukca, ponašanje, nepoznato, ostalo); 5. lokacija (država, grad/provincija, opis lokacije, poštanski broj, GPS koordinate); 6. mjesto uzimanja uzorka, biljka domaćin, datum prikupljanja; 7. korištena metodologija istraživanja, datum istraživanja, razvojni stadij i spol organizma; 8. vrijednosti LC_{50} , LD_{50} , LT_{50} , LC_{95} , LT_{95} , intervali pouzdanosti, omjeri rezistentnosti, diskriminirajuće doze; 9. utjecaj rezistentnosti (nema, niska, srednja, visoka, vrlo visoka, nepoznata); 10. referenca na dokument kojim se prijavljuje rezistentnost; 11. cross rezistentnost s drugim djelatnim tvarima te faktor skaliranja tih podataka u vremenu i prostoru. Sustav također omogućava analizu podataka i kreiranje sažetaka o rezistentnosti štetnika za objavu. U APRD sustav dodano je i obilježje koje omogućava unos mehanizma djelovanja pesticida rangiranih prema IRAC-ovim skupinama (Whalon i sur., 2008). APRD sustav uključuje obilježja koja zadovoljavaju potrebe sveobuhvatnog izvještavanja o rezistentnosti na pesticide. Koristan je alat u pripremi antirezistentnih strategija za suzbijanje štetnika, čime pridonosi svjetskim nastojanjima da se smanji glad, poboljša sigurnost hrane, zdravlje ljudi i životinja (USDA, 2017).

REZISTENTNI ŠTETNICI OD EKONOMSKE VAŽNOSTI U HRVATSKOJ

Maceljski je 1967. godine dokazao pojavu rezistentnosti krumpirove zlatice na klorirane ugljikovodike u Hrvatskoj i Sloveniji. Kasnije, za neka druga područja bivše države, to potvrđuju drugi autori (Šestović i sur., 1969, cit. Dobrinčić, 1996). Za mnoge štetne vrste prisutne u Hrvatskoj, u svijetu je dokazana rezistentnost na različite insekticide. Pojava rezistentnih populacija štetnika na insekticide sve je češća. Iako se u svijetu koristi sve više insekticida, više od 500 vrsta kukaca, grinja i pauka razvilo je određenu razinu rezistentnosti (IRAC, 2017). Ubrzano se povećava rezistentnost na više insekticida i na sredstva iz više kemijskih skupina. Rezistentnost se prema projekcijama IRAC-a javlja za 2 do 20 godina nakon stavljanja u promet djelatne tvari. Grafikonom 1. prikazani su brzina razvoja rezistentnosti kukaca na pojedine skupine insekticida te broj dokazanih slučajeva rezistentnosti.

Iako je u Hrvatskoj zabilježena pojava rezistentnosti krumpirove zlatice i repičinog sjajnika, a pri tom su korištene validirane IRAC metode, rezultati ipak nisu uvršteni u bazu podataka jer su objavljeni u domaćim, a ne međunarodnim znanstvenim časopisima. Veliki je broj drugih ekonomski važnih štetnika za koje je rezistentnost utvrđena u svijetu, ali nije utvrđena u Hrvatskoj. Za te štetnike postoji realan rizik i opasnost od pojave rezistentnosti i u Hrvatskoj. Najvažniji su takvi štetnici prikazani u tablici 1. zajedno s insekticidima koji se koriste za njihovo suzbijanje u RH, a posebno su označeni („bold“) oni od dozvoljenih insekticida za koje je u svijetu dokazana rezistentnost.



Grafikon 1. Razvoj rezistentnosti kukaca na različite skupine insekticida (Georghiou, 1990)

Tablica 1. Ekonomski važni štetnici za RH za koje je u svijetu dokazana rezistentnost te djelatne tvari dozvoljene za primjenu u RH (Bažok, 2017)

ŠTETNIK	INSEKTICIDI DOZVOLJENI U RH U 2017.
<i>Frankliniella occidentalis</i> Perg.	lambda-cihalotrin, tiametoksam , tiaklopid, acetamiprid , spinosad , abamektin , parafinsko ulje
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westw.	deltametrin , imidaklopid , acetamiprid
<i>Aphis fabae</i> Scop.	dimetoat, deltametrin, esfenvalerat, lambda-cihalotrin (+klorantraniliprol), tau-fluvalinat, imidaklopid, tiametoksam, spirotetramat
<i>Myzus persicae</i> Sulz.	klorpirifos , dimetoat , alfa-cipermetrin , deltametrin , esfenvalerat, lambda-cihalotrin , imidaklopid , tiametoksam , flonikamid, spirotetramat
<i>Cydia pomonella</i> L.	dimetoat, alfa-cipermetrin, deltametrin , lambda-cihalotrin , gama-cihalotrin, tiaklopid* , spinosad, emamektin benzoat, fenoksikarb , metoksifenzid , tebufenzid , klorantraniliprol, <i>Cydia pomonella granulovirus (CpGV)</i>
<i>Tuta absoluta</i> Meyrick	lambda-cihalotrin (+klorantraniliprol), abamektin , emamektin benzoat, metaflumizon
<i>Panonychus ulmi</i> Koch	abamektin , klofentezin , etoksazol, fenazakin , tebufenpirad , spirodiklofen , parafinsko ulje, bakarni oksid, bakarni hidroksid

*Posebno su označene („bold“) djelatne tvari za koje je u svijetu dokazana rezistentnost prema APRD (2017).

Osim krumpirove zlatice i repičina sjajnika, izdvojili smo osam štetnika za koje je dokazana rezistentnost na insekticide u svijetu, a koji se intenzivno suzbijaju i u Hrvatskoj. Jedino za crnu bobovu uš insekticidi koji se u nas primjenjuju nisu „rizični“, odnosno ne postoje zabilježeni slučajevi rezistentnosti tog štetnika na te insekticide. Ta uš rezistentna je na neke djelatne tvari koje se više ne primjenjuju (demeton, paration, propoxur i tiometon) no nema podataka o rezistentnosti na „novije“ insekticide.

Cvjetni štitasti moljac u svijetu je razvio rezistentnost na sve insekticide koji se koriste i u RH. Stoga je vrlo velik rizik od razvoja rezistentnosti tog štetnika i u RH. Svi ostali štetnici prikazani u tablici razvili su u svijetu rezistentnost na većinu insekticida koji se za njihovo suzbijanje koriste u RH. Zato bi proizvođači pri odabiru insekticida za suzbijanje tih štetnika trebali voditi računa o tome da insekticide koji su u tablici 1. ispisani tamnijim slovima ne koriste učestalo za suzbijanje tih štetnika.

Štetnicima prikazanim u tablici mogao bi se dodati duhanov štitasti moljac koji je u svijetu razvio rezistentnost na više od 50 djelatnih tvari. U RH taj štetnik nije prisutan na cijelom području, ali učestalo se suzbija zajedno s cvjetnim štitastim moljcem u objektima gdje je proširen. Stoga je i taj štetnik potencijalni kandidat u kojeg bi se problem rezistentnosti mogao uskoro javiti. Toj skupini pripadaju još i duhanov trips te repičine pipe, štetnici koji su u svijetu razvili rezistentnost, no u RH se nešto rjeđe ciljano suzbijaju. Naravno, pri suzbijanju štetnika treba se svakako voditi računa o tome da se izmjenjuje primjena insekticida različitog mehanizma djelovanja, ali i o svim ostalim pravilima kojih se treba pridržavati da bi se pojava rezistentnosti usporila. Za navedeno isključivu odgovornost snosi onaj tko primjenjuje insekticid. Ostali sudionici u procesu poljoprivredne proizvodnje, uključujući proizvođače SZB, savjetodavce i zakonodavce, imaju savjetodavnu ulogu.

PEST RESISTANCE MONITORING

SUMMARY

The insecticide pest resistance has been a problem for over past 70 years and affects all stakeholders involved in the process of agricultural production. IRAC is an international working group that monitors insect resistance in the world. The key role of IRAC is to ensure long-term effectiveness of insecticides, to promote the development and implementation of resistance management strategies and to support sustainable agriculture and public health. This paper presents the IRAC organization and mode of operation as well as the analysis of eight economically significant pests with risk of resistance in the Republic of Croatia and associated active substances for their suppression. In order to reduce the resistance, it is necessary to take account of amendments to

insecticides with different mode of action, with the emphasis to the advisory role of the experts.

Keywords: IRAC, pest resistance

LITERATURA

APRD (2017). Arthropod Pesticide Resistance Database, dostupno na: <https://www.pesticideresistance.org/search.php> (pristupljeno: 10.9.2017.)

Bažok, R. (2017). Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2017. godinu - zoocidi. Glasilo biljne zaštite, XVII (1-2).

Dobrinčić, R. (1996). Istraživanje interakcije različitih skupina insekticida u suzbijanju krumpirove zlatice (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). Poljoprivredna znanstvena smotra, 61(1/2), 23-43.

Georghiou, G. P. (1990). Overview of insecticide resistance. U: Green, M. B., LeBaron, H. M., Moberg, W. K. (ur.), Managing Resistance to Agrochemicals: From Fundamental Research to Practical Strategies. American Chemical Society, Washington, D.C. 18-41.

IRAC (2017). Introduction to IRAC. Insecticide Resistance Action Committee, dostupno na: <http://www.irc-online.org/about/irac/> (pristupljeno: 1.9.2017.)

IRAC (2017a). The IRAC Mode of Action Classification. Insecticide Resistance Action Committee, dostupno na: <http://www.irc-online.org/modes-of-action/> (pristupljeno: 1.9.2017.)

IRAC (2017b). Methods Team. Insecticide Resistance Action Committee, dostupno na: <http://www.irc-online.org/teams/methods/> (pristupljeno: 8.9.2017.)

IRAC (2017c). Test Methods. Insecticide Resistance Action Committee, dostupno na: <http://www.irc-online.org/methods/> (pristupljeno: 8.9.2017.)

Maceljki, M. (1967). Fitofarmacija, opći dio. Sveučilište u Zagrebu.

USDA (2017). United States Department of Agriculture: An Arthropod Pesticide Resistance Database Available on the World Wide Web, dostupno na: <https://portal.nifa.usda.gov/web/crisprojectpages/0212046-an-arthropod-pesticide-resistance-database-available-on-the-world-wide-web.html> (pristupljeno: 2.9.2017.)

Whalon, E. W., Mota-Sanchez, D., Hollingworth, R. M. (2008). Global Pesticide Resistance in Arthropods. CABI, 32-33.

Stručni rad