

Prof. dr. sc. Vlatka Rozman<sup>1</sup>, Dr. sc. Zlatko Korunić<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Poljoprivredni fakultet u Osijek

<sup>2</sup> Diatom Research and Consulting Inc., Toronto, Kanada

## Rezistencija kod muha

### Uvod

Rezistentnost je nasljedno uvjetovana pojava koja predstavlja sposobnost jedinki u populaciji muha da prežive izloženost letalnoj dozi primjenjenog insekticida. Posljedica je genetskih mutacija uzrokovanih dugotrajnom primjenom istog insekticida ili insekticida istog mehanizma djelovanja tijekom dužeg vremenskog razdoblja. Dakle, na terenu se uočava postupni gubitak učinkovitosti insekticida kroz duži period njegove primjene na jednom lokalitetu.

**Preživjele jedinke u populaciji muha imaju genetsku predispoziciju za razvoj rezistentnost koju prenose na buduće generacije.**

Ako se u populaciji muha pojavi rezistentnost na dvije vrste insekticida iz različitih kemijskih skupina istog mehanizma djelovanja govorimo o unakrsnoj rezistenciji (eng. «cross resistance»), odnosno na više insekticida iz više kemijskih skupina različitog mehanizma djelovanja, tada govorimo o višestrukoj rezistenciji (eng. «multiple resistance»).

### Pojava prve rezistencije (povijest)

Prva pojava rezistentnih populacija muha bilježi se u skandinavskim zemljama 50-ih godina prošlog stoljeća kod primjene DDT-a (op.a. koji danas više nije u upotrebi), tada najčešćeg insekticida za suzbijanje muha posebice na farmama u Švedskoj i Danskoj. Vrlo brzo se bilježi i pojava multi-rezistentnih populacija koje pokazuju visoku stopu rezistentnosti na sve klorirane ugljikovodike korištene u suzbijanju muha (uz DDT to uključuje i BHC- benzenheksaklorid, klordan i sl.). Posljedično klorirani ugljikovodici su ukinuti u Danskoj (Public Health, No.9).

### Opći pojmovi fenomena rezistencije kućne muhe

Općenito, od početka praćenja rezistentnosti na DDT-a 50-ih godina prošlog stoljeća, broj dokumentiranih slučajeva opće rezistentnosti na insekticide u kukaca naglo je porastao, a kućna muha je vrsta koja je pokazala najveću sposobnost razvoja rezistentnosti. Jedan od mogućih razloga je i način njezina suzbijanja. Naime, prema navodima dr. Rogera O. Drummond i njegovim praktičnim iskustvima, najraširenija metoda suzbijanja muha je **primjena insekticida na mjestu gdje muhe borave**. Kako su se isti insekticidi koristili godinama za suzbijanje muha, brojne populacije su sada rezistentne na mnoge od ovih sredstava. U nekim je slučajevima potvrđena rezistentnost nakon samo nekoliko aplikacija insekticida. Također, u prilog tome je i **visoka stopa reprodukcije** kod muha te se rezistentnost može čak i brže pojaviti u populaciji koje su izložene insekticidima u zatvorenim objektima. Rezistentne populacije muha raširene su po cijelom svijetu i poseban su problem tamo gdje su insekticidi korišteni dugi niz godina.

Mehanizmi preživljavanja insekticidnih tretmana kod rezistentnih populacija kućne muhe mogu se očitovati u izbjegavanju mjesta primjene tretmana, spriječavanju apsorpcije insekticida u organizam, odnosno suzbijanju djelovanja insekticida u organizmu tako da nije toksičan po njih. Primjerice, kućna muha je razvila čak pet mehanizama rezistentnosti na DDT koji su pod kontrolom mutiranih gena. Tako rezistentne populacije mogu imati živčani sustav otporan na toksičnost DDT-a; kutikulu slabije propusnu za DDT; mogu izbjegavati kontakt s DDT-om; mogu imati povećane količine lipida kojima se DDT izolira u mastima i odvoji od osjetljivih dijelova organizma; i imaju povećanu razinu enzima DDT-dehidroklorinaze koji detoksificira DDT na manje toksične dijelove.

Neke su populacije muha rezistentne na gotovo sve insekticide. Na nekim lokalitetima muhe su rezistentne i na nekoliko tipova insekticida. Ohrabrujuće je što selekcija jedinki s genima rezistentnosti na jedan tip insekticida ne ovisi o selekciji na ostale tipove, što može biti korisno u spriječavanju pojave rezistentnosti u praksi.

Mudrom primjenom insekticida različitih mehanizama djelovanja iz različitih kemijskih skupina rezistentnost se može spriječiti, odgoditi ili kontrolirati.

## Izbor metoda suzbijanja u sprječavanju pojavnosti rezistencije

Kako navodi američka komisija za praćenje razvoja rezistentnosti na insekticide – IRAC (Insecticide Resistance Action Committee), kućna muha ima sposobnost razviti rezistentnost na svaki insekticid koji se koristi za njezino suzbijanje kroz duže vremensko razdoblje, što ujedno predstavlja svjetski globalni problem.

Posebice je rezistentnost izražena kod primjene neurotoksičnih insekticida protiv odraslih stadija muha, jer se ovaj stadij i najčešće tretira.

Jedino je kod regulatora rasta zabilježen nizak stupanj razvoja rezistentnosti i daje mogućnost jedne od strateških metoda za smanjenje razvoja rezistentnosti. IRAC navodi da je važna kombinacija različitih metoda aplikacije (npr. mamci - muholovke i larvicidi) različitog načina djelovanja.

Nikako se ne preporuča kontinuirana primjena insekticida iz iste grupe i istog načina djelovanja. Dakle, neophodna je strategija rotacije insekticida u sprječavanju razvoja rezistentnosti kod muha.

Američki model **kako spriječiti rezistentnost u praksi** bazira se prvenstveno na dobrim sanitarnim mjerama kao „prvoj liniji obrane”, upotrebi ljepljivih traka, zatim upotrebi mamaka u kombinaciji s prostornim prskanjem za ranu sezonsku kontrolu muha, rezidualnom prostornom prskanju samo u nužnim slučajevima te upotrebi alternativnih insekticida različitog načina djelovanja za usporavanje razvoja rezistentnosti (primjerice, slijed tretmana: mamak > prostorno prskanje s piretrinom > mamak > rezidualno prskanje s permetrinom > rezidualno prskanje s organofosfatima). Najbolje bi bilo koristiti ne-kemijske metode suzbijanja (dobra sanitacija, biološko suzbijanje itd.), ali ako se moraju koristiti insekticidi, treba se postupiti na sljedeći način:

- ograničiti razmjere i učestalost primjene insekticida
- ograničiti primjenu rezidualnih raspršivača
- koristiti larvicide koji nisu kemijski srodni sredstvima za suzbijanje odraslih muha (adulticida) (npr. regulatori rasta)
- izmjenjivati insekticide koji nisu srodni
- izbjegavati primjenu larvicida kroz hranu
- napraviti procjenu rizika rezistentnosti u suradnji s korisnicima, proizvođačima i znanstvenicima.

## Strategije primjene biocida u suzbijanju moguće rezistencije

Ako se na nekom lokalitetu potvrdi postojanje rezistentnosti (što je moguće jedino posebnim laboratorijskim testovima) moguće je uvesti u praksu posebne strategije za sprječavanje ili odgodu pojave rezistentnosti. Prema dr. Rogeru O. Drummond, strategije suzbijanja moguće rezistentnosti su:

- **reduciranje leteće populacije muha sanitarnim i higijenskim mjerama**
- **naizmjenično rotiranje insekticida iz različitih grupa aktivnih tvari**
- **izbjegavanje kontinuirane upotrebe insekticida na bazi iste aktivne tvari**
- **upotreba insekticida samo kao dio integriranih mjera zaštite (IPM) radi veće uporabe sredstava biološke kontrole**
- **upotreba specijalnih grupa aktivnih tvari (larvicidi) za kontrolu stadija ličinki muhe**
- **upotreba insekticida kraćeg djelovanja (npr. aerosol tretman)**
- **izbjegavanje proizvoda s formulacijama produženog djelovanja**
- **upotreba insekticida s rezidualnim djelovanjem s prekidima i u minimalnim dozama.**

## Aktivne tvari za koje je dokazana rezistencija

Prema najnovijim službenim podacima *Arthropod Pesticide Resistance Database – APRD* (Michigan State University) detektirana je rezistentnost kod kućne muhe na više od 50 aktivnih tvari, tj.: azametifos, azinfos-metil, beta-cipermetrin, BHC/ciklodini (*nespecificirani u literaturi*), bioresmetrin+PBO, karbamati – (*nespecificirani u literaturi*), klorpirifos, klorpirifos-metil, ciflutrin, ciflutrin-beta, cipermetrin, cifenotrin, ciromazin, DDT, deltametrin, diazinon, diklorvos, dieldrin, diflubenzuron, dimetoat, DPX-MPO62, esfenvalerat, etion, fenitrotrion, fenvalerat, fipronil, HCH-gama, imidakoprid, indoksakarb, malation, metomil, metopren, metoksiklor, mevinfos, naled, organofosfati (*nespecificirani u literaturi*), paration-metil, permetrin, fenothrin-d, foksim, propetamfos, propoksur, piretrini, piretrini + PB, piretroidi (*nespecificirani u literaturi*), piretrum + PBO, resmetrin, ronel, spinosad, stirofos, tetraklorvinfos, tetrametrin, tiametoksam, triklorfon.

Ovi podaci su publicirani kroz 63 znanstvena rada čija istraživanja obuhvaćaju različit broj lokaliteta unutar slijedećih zemalja: Argentina, Australija, Austrija, Danska, Češka, Finska, Italija, Japan, Kanada, Kina, Mađarska, Nizozemska, Norveška, Njemačka, Poljska, SAD, Slovačka, Švedska, Švicarska, Turska, Velika Britanija.

Od navedenih aktivnih tvari u Republici Hrvatskoj registriran je niz formulacija na bazi: azametifosa, karbamata, ciflutrina, cipermetrina, cifenotrina, ciromazina, deltametrina, diklorvosa, diflubenzurona, fipronila, imidakoprida, organofosfata, permetrina, piretrina, piretrina + PB, piretroida, tetrametrina, tiametoksama.

S obzirom na navedeno može se očekivati, ako već i nije pristutna, pojava rezistentnih populacija kućne muhe i u Hrvatskoj.

## Literatura

- Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD) Michigan State University:  
<http://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=151>, provjereno 10. rujna 2013.
- Drummond R.O. *et al.* 1988. Control of arthropod pests of livestock. A review of technology. CRC Press, Boca Raton. ISBN 0-8493-6860-X.
- Korunić J. 2013. Insekticidi, fumiganti i rodenticidi u prometu u Republici Hrvatskoj, 14. izdanje, kolovoz 2013. Korunić, d.o.o. Zagreb
- IRAC - Insecticide Resistance Action Committee, 2007. House Flies: Control & Effective Resistance Management.
- WHO, 1986. Vector control series - The housefly - training and information guide. WHO library. [https://extranet.who.int/.../WHO\\_VBC\\_86.937\\_eng.pdf](https://extranet.who.int/.../WHO_VBC_86.937_eng.pdf)