

**Vlatka ROZMAN, Anita LIŠKA**

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek  
vrozman@pfos.hr*

## **RAZVOJ REZISTENTNOSTI SKLADIŠNIH ŠTETNIKA NA FUMIGANTE**

### **SAŽETAK**

Učestala uporaba fumiganata u suzbijanju skladišnih štetnika diljem svijeta uzrokovala je i razvoj rezistentnosti u znatnog broja skladišnih vrsta kukaca. S obzirom da se trženjem robe i poljoprivrednih proizvoda može očekivati i širenje rezistentnih populacija, prijeko je potrebno i u nas razviti sustavni program monitoringa rezistentnosti skladišnih štetnika na fumigante.

**Ključne riječi:** skladišni kukci, fumiganti, fosfin

### **UVOD**

Skladišni štetnici stalna su prijetnja tijekom čuvanja poljoprivrednih proizvoda u silosima, skladišnim objektima, proizvodnim pogonima, a i u trgovinama s hranom, kod subjekata u poslovanju s hranom te u domaćinstvima (Rozman i sur., 2015). To su kozmopolitske vrste kukaca, evolucijski adaptirane na zatvorene prostore u kojima se nalaze sirovine, poljoprivredni prehrambeni proizvodi i sve ostalo što im je povoljna hrana. Suzbijanje u praksi često se svodi na uporabu fumigantima, koji osim pozitivnih učinaka sve više pokazuju i negativne strane, kao što je razaranje ozonskog omotača, pojava rezistentosti štetnika, zaostajanje rezidua u namirnicama te kontaminacija okoliša. S obzirom na to da je uporaba fumiganata u praksi i u svjetskim razmjerima vrlo učestala mjera suzbijanja skladišnih štetnika, razvoj rezistentnih populacija globalno je važan problem. Trženjem poljoprivrednih proizvoda i hrane diljem svijeta povećava se i rizik za širenje rezistentnih populacija skladišnih vrsta štetnika i u zemlje u kojima ih do sada nije bilo pa je stoga potrebno što prije detektirati to širenje.

Općenito, rezistentnost skladišnih štetnika na fumigante definira se kao otpornost jedinki u populaciji štetnika da prežive izloženost letalnim dozama. U praksi se rezistencija uočava kao postupni gubitak učinkovitosti fumiganta, a nastaje nakon što je populacija štetnika na terenu bila tijekom duljeg razdoblja tretirana istim fumigantom ili fumigantom istog načina djelovanja, čime se ubija većina osjetljivih jedinki, ali rezistentne jedinice preživljavaju. Nakon nekoliko generacija, rezistentne jedinice u populaciji prevladaju i primjenjivani fumigant nije više učinkovit za tu populaciju štetnika (Rozman i sur., 2017). Također, važno obilježje rezistentnih populacija jest i sposobnost toleriranja učinaka nekoliko fumiganata, što znači rezistentne populacije na jedan

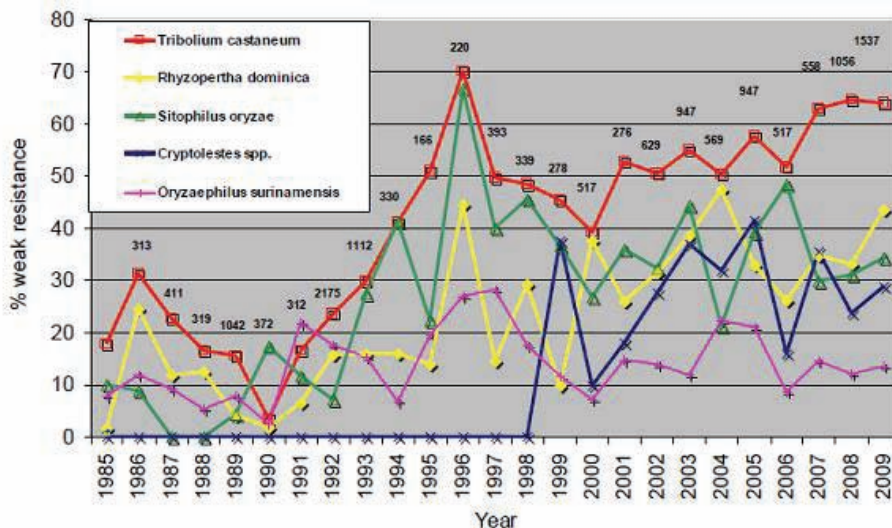
fumigant mogu biti, i u nekim slučajevima i jesu, rezistentne i na druge fumigante. Stoga je ključ uspješne borbe s rezistencijom upravo njezina rana detekcija.

Akcijski odbor za praćenje rezistentnosti na insekticide u svijetu (eng. - *Insecticide Resistance Action Committee* - IRAC) definira rezistentnost kao nasljednu promjenu u osjetljivosti populacija štetnika na određeni kemijski spoj, a nastaje kao posljedica genetskih mutacija zabilježenih u pojedinih jedinki u populaciji štetnika uzrokovanih raznim faktorima. Jedinke u populaciji koje sadrže takve mutirane gene razvijaju rezistentnost na primijenjeno sredstvo. Svakom daljnjom generacijom broj jedinki s mutiranim genom raste i uporaba istoga sredstva i iste doze, tj. koncentracije sredstva postaje sve više neučinkovita. Treba napomenuti da u nekim štetnika postoje prirodno rezistentne jedinke (radi prisutnosti enzima koji razgrađuju neke tvari) na pojedina sredstva i mnogo prije njihove prve primjene. No, te su jedinke tako malobrojne da se uopće ne zapažaju. Rezistentne jedinke u populaciji štetnika ne razlikuju se svojim vanjskim izgledom (fenotipom) u odnosu na normalno osjetljive jedinke, nego se razlikuju po tolerantnosti na iznadprosječne doze primijenjenog sredstva.

### STANJE RAZVOJA REZIDENTNOSTI NA FOSFIN (PH<sub>3</sub>) U SVIJETU I U NAS

Prvo globalno istraživanje prema podacima koje je objavila FAO 1972./1973. godine potvrđuje da 10 % prikupljenih populacija skladišnih štetnika sadrži na fosfin (PH<sub>3</sub>) rezistentne jedinke. Najveći svjetski izvoznici žitarica, kao što su Australija, Kina, SAD i Brazil, suočeni su sa sve većom pojavom rezistentnih populacija na fosfin. U Australiji je izrazita rezistentnost na fosfin prvi put otkrivena kod žitnog kukuljičara *Rhyzopertha dominika* (F.), potom kod rđastog brašnara *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Collins, 1998) te kasnije kod surinamskog brašnara, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) i kestenjastog brašnara *Tribolium castaneum* (Herbst.), a u novije vrijeme i kod prašnih uši (*Liposcelis bostrychophila* Badonnel), (Nayak, 2012). Da postoji uzlazni trend porasta rezistentnih populacija glavnih skladišnih štetnika najbolje govore podatci za Zapadnu Australiju (slika 1.), gdje je evidentno da je najveći broj rezistentnih populacija detektiran kod kestenjastog brašnara. Stoga je australska vlada u zakonskoj regulativi definirala modele strategije koji će limitirati razvoj i distribuciju rezistentnih vrsta na fosfin. Razvijen je nacionalni program monitoringa rezistencije još od 1980. godine. S pomoću ovoga programa industriji se daju informacije o novom razvoju rezistencije te se prati i godišnji trend frekvencije rezistentnosti na cijelom području Australije. Budući da postoje dvije razine rezistencije, „niska“ i „visoka“, od velike je važnosti na vrijeme otkriti postojanje „niske“ razine kod neke vrste štetnika na određenom lokalitetu. Naime, nakon što frekvencija „niske“ rezistencije prijeđe 80 %

populacije određene vrste štetnika na pojedinom lokalitetu, postoji velika mogućnost razvoja „visoke“ rezistencije te vrste (Newman, 2010). Također, treba spomenuti da su u Australiji, osim na fosfin, znanstveno dokazana tri slučaja rezistencije *Tribolium castaneum* Herbst. i na fumigant sulfuril florid (SF) (Jagadeesan i sur., 2015).



**Slika 1.** Razvoj rezistentnosti na fosfin na skladišnim vrstama štetnika Zapadne Australije od 1985. do 2009. (Izvor: Newman, 2010)

Prema podacima američke baze podataka APRD (Arthropod Pesticide Resistance Database, 2017) po broju znanstveno dokazanih slučajeva razvijene rezistencije na fosfin važni skladišni štetnici jesu *Rhyzopertha dominica* (Fab.) i *Tribolium castaneum* (Herbst.). Potom slijede vrste *Tribolium confusum* (du Val.), *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.), *Sitophilus zeamais* (Motsch.), *Sitophilus oryzae* (L.), a manji broj znanstveno dokazanih slučajeva rezistencije imaju: *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Plodia interpunctella* (Hbn.), *Cadra cautella* (Walker.), *Lasioderma serricornis* (Fab.), *Sitophilus granarius* (L.) i *Trogoderma granarium* (Everts). Uočljivo je da su rezistentne populacije štetnika najviše prisutne u Australiji, Brazilu, Kini i SAD-u, zemljama koje prednjače u proizvodnji i trženju poljoprivrednih proizvoda u svijetu. S obzirom da su sve navedene vrste skladišnih štetnika kozmopolitskog karaktera, odnosno, da se njihove populacije najčešće šire trženjem poljoprivrednih proizvoda u svijetu, može se pretpostaviti da bi mogle postojati rezistentne populacije i u Hrvatskoj. Stoga bi svakako trebalo sustavno ispitati postoje li rezistentne populacije i u nas.

Trenutno nema sustavnih spoznaja o tome da li u Hrvatskoj ima rezistentnih populacija među najčešćim kozmopolitskim skladišnim kukcima. Za sada postoje podaci jednogodišnjeg istraživanja koje se provodilo tijekom 2014. i 2015. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku o procjeni rezistentnosti

.....

kestenjastog brašnara *Tribolium castaneum* (Herbst.) na fosfin na populacijama prikupljenim sa šest lokacija s područja Slavonije i Baranje (Liška i sur., 2015). Cilj je bio testirati osjetljivost populacija kestenjastog brašnara na fosfin te ispitati da li među njima postoje indicije o razvoju rezistentnosti na fosfin. Nakon obavljenih istraživanja, uočena je velika varijabilnost u osjetljivosti među testiranim populacijama. Najmanja osjetljivost zabilježena je u populacija brašnara s lokaliteta Osijek I i Osijek II, s vrijednostima mortaliteta 10,0 %, odnosno 6,25 % te se smatra da postoje indicije da se radi o mogućoj pojavi rezistentnosti s obzirom na preporučenu diskriminativnu dozu prema preporuci FAO organizacije, ali da bi se sa sigurnošću moglo potvrditi da su ove populacije zaista rezistentne, potrebno je obaviti daljnja testiranja na potomstvu neosjetljivih populacija.

### **NAČINI IZBJEGAVANJA REZIDENTNOSTI NA FUMIGANTE**

Zasigurno je što bolja implementacija svih načela integriranih mjera zaštite uskladištenih proizvoda u praksu glavna smjernica za izbjegavanje razvoja rezistentnosti. Potrebno je što manje koristiti fumigante u praksi, odnosno valja ih koristiti samo ako ne postoji drugo adekvatno rješenje. Tamo gdje je nužna fumigacija, potrebno je provoditi temeljiti nadzor nad provedbom, da se ne bi dogodili propusti, posebice prilikom hermetizacije objekta jer je samo 100 % mortaliteta svih jedinki u populaciji jamstvo protiv nastanka i razvoja rezistentnosti. U fumigaciji s fosfinom poželjna je produžena ekspozicija uz potpunu hermetizaciju objekta, a ne preporučuje se povećanje doziranja pri rješavanju problema rezistentnosti jer svaka preživjela jedinka može razviti čak i viši stupanj rezistentnosti od one rezistentnosti koja bi se pojavila uz uobičajeno proveden postupak fumigacije.

### **ZAKLJUČAK**

Da bismo mogli imali valjani uvid u stanje o tome postoje li rezistentne populacije skladišnih štetnika u Hrvatskoj, s obzirom na aktualno stanje u svijetu, prijeko je potrebno razviti sustavni program monitoringa rezistentnosti skladišnih štetnika na fumigante.

### **DEVELOPMENT OF STORED PESTS RESISTANCE TO FUMIGANTS**

#### **SUMMARY**

Frequent use of fumigants in the control of storage pests around the world has also caused resistance development in a large number of insect species. Since the marketing of goods and agricultural products can be expected and the spread of resistant populations, it is necessary to develop a systematic

program of monitoring of resistance stored pests on fumigants and in our country.

**Keywords:** storage pests, fumigants, fosfin

#### LITERATURA

**APRD** (2017). Arthropod Pesticide Resistance Database, dostupno na: <https://www.pesticideresistance.org/search.php/> (pristupljeno: 27.4.2017.)

**Collins, P. J.** (1998). Resistance to grain protectants and fumigants in insect pests of stored products in Australia. U: *Stored Grain in Australia*. Banks, H. J., Wright, E. J., Damcevski, K. A. (ur.). Proceedings of the Australian Post-harvest Technical Conference. Canberra, Australia, 55–57.

**FAO** (1975). Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. 16: Tentative method for adults of some stored cereals, with methyl bromide and phosphine. *FAO Plant Protection Bulletin*, 23, 12-25.

**IRAC** - Insecticide Resistance Action Committee: Resistance Management for Sustainable Agriculture and Improved Public Health, dostupno na: <http://www.irac-online.org/about/resistance/> (pristupljeno: 27.4.2017.)

**Jagadeesan, R., Nayak, M. K., Pavic, H., Chandra, K. and Collins, P.** (2015). Susceptibility to sulfuryl fluoride and lack of cross-resistance to phosphine in developmental stages of the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Pest Management Science*, 71 (10), 1379–1386.

**Liška, A., Rozman, V., Lucić, P., Salha, H.** (2015). Procjena rezistentnosti kestenjastog brašnara *Tribolium castaneum* (Herbst) na fosfin. Zbornik radova 27. seminara DDD i ZUPP 2015 – važnost u izvanrednim okolnostima, Korunić d.o.o. Zagreb, Mošćenička Draga, 203-211.

**Nayak, M. K.** (2012). Managing resistance to phosphine in storage pests: Challenges and opportunities. U: *Proc 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products*. Navarro, S, Banks, H. J., Jayas, D. S., Bell, C. H., Noyes, R. T., Ferizli, A. G., Emekci, M., Isikber, A. A., Alagusundaram, K, (ur.). ARBER Professional Congress Services, Turkey, 609-619.

**Newman, C. R.** (2010). A novel approach to limit the development of phosphine resistance in Western Australia. Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored Product Protection – IWCSPP 2010. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, 1040-1046.

**Rozman, V., Korunić, Z., Liška A.** (2015). Kukci – gospodarski štetnici uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane te prepoznavanje prema nastalim štetama. Zbornik predavanja DDD Trajna edukacija za izvoditelje obvezatnih mjera dezinfekcije, dezinskcije i deratizacije i osobe u nadzoru – Cjelovito (integralno) suzbijanje štetnika hrane, uskladištenih poljoprivrednih proizvoda, predmeta opće uporabe te muzejskih štetnika, Zagreb, 21-49.

**Rozman, V., Korunić, Z., Liška, A.** (2017). Rezistentnost štetnika na fosfin i biotestovi. Zbornik predavanja DDD Trajna edukacija za izvoditelje obvezatnih mjera dezinfekcije, dezinskcije i deratizacije i osobe u nadzoru – Opasnosti tijekom provođenja mjera dezinfekcije, dezinskcije, deratizacije i fumigacije. Zagreb, 77- 83.

Pregledni rad