

Vlatka Rozman^{1*}, Zlatko Korunić², Darka Hamel³

¹ Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek, Republika Hrvatska

² Diatom Research and Consulting Inc., 14 Tidefall Dr. Toronto, ON, M1W 1J2, Kanada

³ Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska

Insekticidi uzročnici rezistentnosti štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane

Sažetak

*Pojava rezistencije štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane (prerađevine žitarica) na insekticide predstavlja sve veći izazov u izboru odgovarajućih metoda suzbijanja. Gledano u svjetskim razmjerima, gotovo da ne postoji skupina insekticida za koje nije dokazan neki oblik rezistencije, a transportom roba i širenjem tržišta po cijelom svijetu može se očekivati širenje rezistentnih populacija i u zemlje u kojima ih do sada nije bilo. Trenutno, najviše podataka o postojanju rezistencije kod štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane evidentirano je za bakrenastog moljca - *Plodia interpunctella* (Hbn.) i kestenjastog brašnara - *Tribolium castaneum* (Herbst). Bitno je da samo mudrom primjenom insekticida različitih mehanizama djelovanja iz različitih kemijskih skupina pokušamo rezistentnost spriječiti, odgoditi ili kontrolirati. U Hrvatskoj nije bilo istraživanja kojima bi se dokazala rezistentnost štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane te ne možemo sa sigurnošću tvrditi niti da imamo niti da nemamo rezistentnih populacija uzrokovanih čestom uporabom istog insekticida ili uporabom insekticida iz iste skupine.*

Ključne riječi: kukci, uskladišteni poljoprivredni proizvodi, hrana, insekticidi, rezistentnost.

Uvod

O sve većoj učestalosti pojave rezistencije na insekticide i fumigante u svijetu upućuje mnogo znanstvenih radova i publikacija pa se može reći da gotovo ne postoji skupina insekticida na koje kukci do sada nisu razvili neki oblik rezistencije (Korunić i Hamel, 2005.).

Subramanyam i Hangstrum još 1995. godine opisuju istraživanja u kojima su testirali sakupljene populacije štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane iz 86 zemalja svijeta i testirali ih na 29 insekticida i 2 fumiganta te ustanovili da postoje rezistentne populacije na lindan u 82 zemlje, na malation u 78 zemalja, na metil bromid u 21 te na fosfin u 33 zemlje svijeta. Također ustanovili su i rezistentne populacije kod pojedinih

* e-mail adresa: vrozman@pfos.hr

vrsta i na metopren (regulator rasta), modificiranu atmosferu te na različitu tolerantnost pojedinih vrsta kukaca i populacija na dijatomejsku zemlju. Autori Korunić (1998.), Rigaux *et al.* (2001.), Fields (2003.), Vayias *et al.* (2008.) dokazali su laboratorijskim pokusima da je mogući razvoj rezistentnosti skladišnih štetnika na dijatomejsku zemlju nakon njezine učestale primjene.

Stručna komisija koja prati pojavu rezistencije insekata u svijetu *Insecticide Resistance Action Commitee (IRAC)* opisuje insekticidnu rezistenciju kao nasljednu promjenu u osjetljivosti populacije štetnika, koja se očituje kao ponavljanje neuspješne primjene nekog insekticida, s ciljem postizanja željenog učinka djelotvornosti kad se sredstvo primjenjuje na osnovi preporučenih doza za suzbijanje određenog štetnika (IRAC, 2010.).

Pojava insekticidne rezistencije opisuje se kao postupni gubitak učinkovitosti jednog isprva vrlo učinkovitog insekticida. U primjeni se uočava da insekticid postupno gubi svoju učinkovitost, a nastaje nakon što je populacija štetnika bila tijekom dužeg razdoblja tretirana istim insekticidom ili insekticidom istog mehanizma djelovanja, čime se suzbija većina osjetljivih jedinki, dok rezistentne preživljavaju iz generacije u generaciju. Zapravo, govorimo o genetski uvjetovanoj pojavi pod regulacijom gena za rezistentnost kao posljedicom genetskih mutacija nastalih i prije uporabe insekticida. Ti mutirani geni čine jedinke u populaciji štetnika otpornijim na određeni insekticid te nakon nekoliko generacija, rezistentne jedinke u populaciji štetnika prevladaju i primjenjivani insekticid više nije učinkovit. Rezistentne jedinke u populaciji su obično izgledom jednake i imaju iste životne navike kao i normalno osjetljive jedinke, a razlikuju se po tolerantnosti na ekstremne koncentracije insekticida. Složeniji tipovi rezistencije su unakrsna rezistencija (eng. «cross resistance») kada se rezistentnost uzrokovana jednim insekticidom odnosi i na druge insekticide istog mehanizma djelovanja, makar oni nikada nisu bili korišteni te višestruka rezistencija (eng. “multiple resistance”) kao sposobnost toleriranja na više insekticida iz više od jedne kemijske skupine (Rozman, 2011.).

Različite kemijske skupine insekticida pokazuju i različite mehanizme stvaranja insekticidne rezistencije. Karbamati i organofosfati imaju isti mehanizam rezistencije, dok piretroidi imaju identificirana tri mehanizma stvaranja rezistencije što cijeli slučaj čini znatno složenijim (Lyon, 1991.).

Razvoj insekticidne rezistencije kod štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane

Kada govorimo o štetnicima uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane u pravilu mislimo na štetne kukce koji infestiraju sirovine u procesima prerade i gotove proizvode. Ako govorimo o njihovoj važnosti i o štetama koje uzrokuju, poznato je da se procjenjuju gubitci od 10-15% ukupne svjetske proizvodnje hrane u globalnom smislu.

Također se zna da ne postoji niti jedno domaćinstvo niti mali hranidbeni pogon u kojem se ove vrste štetnika nisu barem sporadično pojavile (Bakić, 2005., 2010.).

Najčešće govorimo o polifagnim vrstama štetnika koji su svoj areal prehrane proširili na veći broj sirovina i gotovih proizvoda (Rozman, 2005., 2010.), a transportom i trženjem šire se po cijelom svijetu. Samim tim objektivno je za očekivati da će se pojedine rezistentne populacije štetnika proširiti i u zemlje u kojima rezistentnih populacija nije bilo.

Najčešće vrste kod kojih je do sada utvrđena insekticidna rezistencija su predstavnici iz reda leptira (Lepidoptera) kao što su bakrenasti moljac - *Plodia interpunctella* (Hbn.), brašneni moljac - *Ephestia kuehniella* Zell., termofilni moljac - *Ephestia cautella* (Walk.) i žitni moljac - *Sitotroga cerealella* Olivier. Iz reda kornjaša (Coleoptera), žišci, žitni žižak - *Sitophilus granarius* (L.), kukuruzni žižak - *S. zeamais* Motsch., rižin žižak - *S. oryzae* (L.), četverotočkasti žižak - *Callosobruchus maculatus* (F.) i kineski žižak - *C. chinensis* (L.), zatim žitni kukuljičar - *Rhyzopertha dominica* (F.) te razne vrste brašnara kao što su kestenjasti brašnar - *Tribolium castaneum* (Herbst), mali brašnar - *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val), surinamski brašnar - *Oryzaephilus surinamensis* (L.) i trgovinski brašnar - *Oryzaephilus mercator* (Fauvel) koji pokazuju rezistentnost na razne insekticide. Rezistenciju pokazuju i populacije duhanara - *Lasioderma serricorne* (Fabricius), trogoderme žita - *Trogoderma granarium* Everts te brašnena grinja - *Acarus siro* (L.).

Tablica 1. Štetnici uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane kod kojih je registrirana rezistencija (prema APRD bazi)

Table 1. Stored products and food products pests with registered resistance (according APRD database)

Vrsta štetnika Pest species	Dokazana rezistencija na aktivne tvari* (<i>aktivne tvari navedene na hrvatskom jeziku</i>) Shown resistance to active ingredient(s)* (<i>active ingredient(s) in Croatian language</i>)	Zemlje s potvrđenom rezistencijom (<i>imena država na hrvatskom jeziku</i>) Countries where resistance is reported (<i>countries in Croatian language</i>)
moljci - moths		
<i>Plodia interpunctella</i> (Hbn.)	aldrin, <i>Bacillus thuringiensis</i> (var. nespecificirano), <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> HD-1, <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> , DDT, diazinon, diklorvos, dieldrin, fenitroton, <u>fosfin</u> , malation, <u>piretrini</u>	Australija, SAD
<i>Ephestia kuehniella</i> Zell.	DDT, dieldrin, malation	Australija
<i>Ephestia cautella</i> (Walk.)	aldrin, DDT, diazinon, dieldrin, endrin, fenitroton, <u>fosfin</u> , malation, <u>organofosfati</u> - nespecificirani, <u>pirimifos-metil</u>	Australija, Indija, SAD
<i>Sitotroga cerealella</i> Olivier	HCH-gama	Šri Lanka

* podcrtane aktivne tvari u stupcu registrirane su u insekticidima i fumigantima u Republici Hrvatskoj

* underlined active ingredient(s) in the column are registered in insecticides and fumigants in Croatia

Tablica 1. Štetnici uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane kod kojih je registrirana rezistencija (prema APRD bazi) - *nastavak tablice*

Table 1. Stored products and food product pests with registered resistance (according APRD database) - *continued*

Vrsta štetnika Pest species	Dokazana rezistencija na aktivne tvari* (aktivne tvari navedene na hrvatskom jeziku) Shown resistance to active ingredient(s)* (active ingredient(s) in Croatian language)	Zemlje s potvrđenom rezistencijom (imena država na hrvatskom jeziku) Countries where resistance is reported (countries in Croatian language)
kornjaši - beetles		
<i>Sitophilus granarius</i> (L.)	<u>karbamati</u> - nespecificirano, DDT, <u>deltametrin</u> , dimetrin, etilan, etilen dibromid, <u>fosfin</u> , HCH-gama, lindan, malation, metil bromid, <u>piretrini</u>	Australija, Cipar, Grčka, Južnoafrička Republika, Kanada, Poljska, Srbija
<i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.	karbaril, klorpirifos-metil, <u>cipermetrin</u> , DDT, <u>deltametrin + PBO</u> , HCH-gama, <u>fosfin</u> , malation, <u>permetrin</u>	Australija, Brazil, Filipini, Gvatemala, Kenija, Kina, Malezija, Meksiko, SAD, Salvador, Trinidad i Tobago, Uganda, Velika Britanija
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	aldrin, karbaril, kloropikrin, DDT, dieldrin, <u>fosfin</u> , HCH-gama, malation	Australija, Bangladeš, Brazil, Cipar, Etiopija, Filipini, Indija, Indonezija, Kina, Kenija, Portugal, SAD, Saudijska Arabija, Španjolska, Trinidad i Tobago, Velika Britanija
<i>Rhyzopertha dominica</i> (F.)	bioresmetrin, klorpirifos-metil, diklorvos, <u>fosfin</u> , fenitrotion, HCH-gama, malation	Argentina, Australija, Brazil, Centralnoafrička Republika, Grčka, Gvajana, Indija, Kina, Libija, Malezija, Meksiko, Nova Kaledonija, SAD
<i>Callosobruchus maculatus</i> (F.)	karbaril, HCH-gama	Egipat, Malavi, Senegal, Uganda
<i>Callosobruchus chinensis</i> (L.)	HCH-gama	Indija
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	bioresmetrin, karbaril, klorpirifos-metil, DDT, diklorvos, etilen diklorid, fenitrotion, <u>fosfin</u> , HCH-gama, malation, <u>pirimifos-metil</u> , <u>piretrini</u>	Australija, Bangladeš, Brazil, Cipar, Indija, Italija, Kenija, Kina, Nova Kaledonija, SAD, Velika Britanija
<i>Oryzaephilus mercator</i> (Fauvel)	bromofos, HCH-gama, jodofenfos, lindan, malation, tetraklorinfos	Australija, Gambija, Jamajka, Trinidad i Tobago, SAD, Senegal

* podcrtane aktivne tvari u stupcu registrirane su u insekticidima i fumigantima u Republici Hrvatskoj

* underlined active ingredient(s) in the column are registered in insecticides and fumigants in Croatia

Tablica 1. Štetnici uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane kod kojih je registrirana rezistencija (prema APRD bazi) - *nastavak tablice*

Table 1. Stored products and food product pests with registered resistance (according APRD database) - *continued*

Vrsta štetnika Pest species	Dokazana rezistencija na aktivne tvari* (<i>aktivne tvari navedene na hrvatskom jeziku</i>) Shown resistance to active ingredient(s)* (<i>active ingredient(s) in Croatian language</i>)	Zemlje s potvrđenom rezistencijom (<i>imena država na hrvatskom jeziku</i>) Countries where resistance is reported (<i>countries in Croatian language</i>)
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	BHC/ciklodieni - nespecificirani, bioesmetrin, <u>karbamati</u> - nespecificirani, karbaril, klorpirifos, klorpirifos-metil, cianofos, <u>ciflutrin</u> , cihalotrin, <u>cipermetrin</u> , DDT, <u>deltametrin</u> , diazinon, diklorvos, etilen dibromid, fenitroton, fenotrin-d, <u>fosfin</u> , foksim, HCH-gama, malation, metil bromid, <u>organofosfati</u> - nespecificirani, <u>permetrin</u> , <u>pirimifos-metil</u> , promekarb, propoksur, <u>piretrini</u> , sinergizirani piretrini, temefos, tetraklorinfos	Australija, Brazil, Centralnoafrička Republika, Cipar, Egipat, Etiopija, Filipini, Gambija, Grčka, Gvajana, Indija, Japan, Južnoafrička Republika, Kanada, Kenija, Kina, Kraljevina Bahrein, Malavi, Malezija, Nova Kaledonija, Nepal, Nigerija, SAD, Senegal, Sejšeli, Somalija, Sirija, Uganda, Velika Britanija, Zambija
<i>Tribolium confusum</i> (Jacquelin du Val)	diklorvos, <u>fosfin</u> , HCH-gama, malation, metil bromid	Argentina, Australija, Cipar, Etiopija, Finska, Grčka, Irak, Iran, Jamajka, Japan, Kanada, Kina, Meksiko, Njemačka, SAD, Španjolska, Uganda, Velika Britanija
<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)	<u>fosfin</u>	SAD
<i>Trogoderma granarium</i> Everts	<u>fosfin</u> , malation	Indija, Tunis
grinje - mites		
<i>Acarus siro</i> (L.)	<u>acetamiprid</u> , BHC/ciklodieni - nespecificirani, etrimfos, <u>pirimifos-metil</u>	Francuska, Velika Britanija

Uvidom u najnovije službene podatke *Arthropod Pesticide Resistance Database – APRD (Michigan State University)* (Tablica 1.) očigledno je da su *P. interpunctella* i *T.*

* podrtane aktivne tvari u stupcu registrirane su u insekticidima i fumigantima u Republici Hrvatskoj

* underlined active ingredient(s) in the column are registered in insecticides and fumigants in Croatia

castaneum vrste s dokazanom rezistencijom na najveći broj aktivnih tvari. S obzirom na rasprostranjenost rezistentnih populacija u svijetu najviše podataka do sada je evidentirano za vrste *T. castaneum* i *S. oryzae*. Očito je da se određen broj aktivnih tvari za koje postoji dokaz rezistencije nalazi registriran i u insekticidima i fumigantima koji su u uporabi i u našoj zemlji (podcrtane aktivne tvari u stupcu označenom sa *).

Kao što je vidljivo iz pokazanih podataka nigdje se ne spominju podatci iz Hrvatske. Naime, kod nas nikad nisu obavljena istraživanja kojima bi se odredila rezistentnost neke vrste štetnika na neku aktivnu tvar koja se koristi ili se koristila za tretiranje žitarica ili površina u skladištima poljoprivrednih proizvoda i hrane. Kod nas su se koristile iste aktivne tvari kao i u svijetu, npr. lindan, malation te fumigant metil bromid ili se koriste pirimifosmetil, deltametrin i neki drugi te fumigant fosfin na koje je dokazana rezistentnost štetnika uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane. Razlozi zašto nisu obavljena istraživanja kojima bi se odredila rezistentnost štetnika povezana je s nedovoljnim interesom gospodarstva, prerađivačke industrije, skladištara, izvođača tretiranja uključujući i DDD tvrtke te nedovoljni financijski izvori za znanstvena i stručna istraživanja.

Ipak, u istraživanjima koja su obavili Korunić i Hamel (1985.) određena je otpornost *T. confusum* (Jacquelin du Val) i *Tribolium madens* (Charpentier) na deltametrin. Budući da su obje vrste više godina uzgajane u laboratoriju tadašnjeg Instituta za zaštitu bilja u Zagrebu i nisu bile u dodiru s insekticidima, time je ukazano na postojanje prirodne otpornosti prema deltametrinu. Ovim istraživanjima nije dokazana rezistentnost korištenih vrsta već je pokazana mogućnost postojanja otpornosti na deltametrin te obvezu izmjenjivanja insekticida iz različitih skupina da bi se mogla postići potrebna učinkovitost na *Tribolium* vrste.

Istraživanja koja je obavila Hamel (1986.) pokazala su nedovoljnu učinkovitost pirimifosmetila na *R. dominica* (F.) te je podatak o nedovoljnoj učinkovitosti unesen i u naputak o primjeni i u popisu sredstava za zaštitu bilja (1987.). Kako su i za ova istraživanja korišteni kukci koji su generacijama uzgajani bez dodira s insekticidima i tu se može govoriti o vrsti prirodne otpornosti prema pirimifosmetilu, ali tim istraživanjima nije dokazana otpornost kao što je dokazana u istraživanjima Guides Raul *et al.* (1996.) o rezistentnosti na pirimifosmetil i druge insekticide.

Sukladno iznesenom obvezno je prilikom izvođenja tretiranja poznavati koju se vrstu štetnika želi suzbiti i postoji li prirodna otpornost ili postoji uzrokovana rezistentnost, koja kod nas nije dokazana, već je potrebno koristiti znanja i iskustva dostupna iz literature, pa je važno naizmjenično koristiti različite insekticide i metode suzbijanja kukaca.

Zaključak

U pravilu, da bi se spriječio razvoj rezistencije potrebno je insekticide primjenjivati samo kada populacija dosegne ekonomski prag štete, tj. tada je poželjno izmjenično rabiti insekticide iz različitih skupina i različitih mehanizama djelovanja, manje perzistentne insekticide uz postupno uvođenje drugih načina suzbijanja kao što su primjena visokih i niskih temperatura, modificirane atmosfere te sve što obuhvaća integrirane mjere zaštite.

Literatura

- Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD) Michigan State University:
<http://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=151>,
pristupljeno 1. prosinca 2013.
- Bakić J. 2005. Štetnici hrane u domaćinstvu i njihovo suzbijanje. Zbornik predavanja DDD radionica pod nazivom „Štetnici hrane, uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i predmeta opće uporabe te muzejski štetnici“, KORUNIĆ d.o.o. Zagreb, str. 77-84.
- Bakić J., 2010. Štetnici hrane u domaćinstvu i njihovo suzbijanje. Zbornik predavanja Trajne edukacije za izvoditelje obvezatnih DDD mjera pod nazivom „Cjelovito (integralno) suzbijanje štetnika hrane, uskladištenih poljoprivrednih proizvoda, predmeta opće uporabe te muzejskih štetnika“, KORUNIĆ d.o.o. Zagreb, str. 97-105.
- Fields P., 2003. Laboratory selection for resistance to diatomaceous earth. In: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E. (Eds.), *Advances in Stored Product Protection, Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection, York, UK, 22–26 July 2002*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 776–778.
- Glasnik zaštite bilja, 1987. Popis sredstava za zaštitu bilja. Urednik: Milan Macelj, Izdavač: Zadružna štampa, Zagreb.
- Guides C., Nariko R. *et al.*, 1996. Resistance to Chlorpyrifos-Methyl, Pirimiphos-Methyl, and Malathion in Brazilian and U.S. Populations of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) *J Econ Entomology*, Vol 89 No 1, pp 27-32
<http://www.ingentaconnect.com/content/esa/jee/1996/00000089/00000001/art00005#expand/collapse> (Abstract), pristupljeno 21. siječnja 2014.
- Hamel D., 1986. Izvješće o biološkoj učinkovitosti Actellic 50 EC za dobivanje dozvole za promet (nije objavljeno).
- Insecticide Resistance Action Committee – IRAC, 2010. Prevention and Management of Insecticide Resistance in Vectors of Public Health Importance.
http://www.afpmb.org/sites/default/files/whatsnew/2011/irac_manual.pdf,
pristupljeno 1. prosinca 2013.
- Korunić J., 2013. Insekticidi, fumiganti i rodenticidi u prometu u Republici Hrvatskoj, 14. izdanje, kolovoz 2013. Korunić d.o.o. Zagreb.
- Korunić Z., 1998. Diatomaceous earth, a group of natural insecticide. *Journal of Stored Product Research* Vol. 34, No. 2/3, pp 87-97.
- Korunić Z., Hamel D., 1985. Djelovanje deltametrina i pirimifosmetila na štetnike uskladištenih poljoprivrednih proizvoda, *Zaštita bilja*, Vol. 36(4) br. 174., str. 417 – 423.
- Korunić Z., Hamel D., 2005. Suzbijanje štetnika u skladištima poljoprivrednih proizvoda i hrane. Zbornik predavanja DDD radionica pod nazivom „Štetnici hrane, uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i predmeta opće uporabe te muzejski štetnici“, KORUNIĆ d.o.o. Zagreb, str. 121-130.
- Lyon W.F., 1991. Pet Pest Management, Bulletin 586, Insect Resistance.
http://ohioline.osu.edu/b586/b586_6.html, pristupljeno 1. prosinca 2013.

Rigaux M., Haubruge E., Fields, P.G. 2001. Mechanisms for tolerance to diatomaceous earth between strains of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 101, 33–39.

Rhyzopertha dominica (Fabricius) – Lesser Grain Borer

[http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/maize_pests/key/maize_pests/Media/HTML/Rhyzopertha_dominica_\(Fabricius\)_-_Lesser_Grain_Borer.htm](http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/maize_pests/key/maize_pests/Media/HTML/Rhyzopertha_dominica_(Fabricius)_-_Lesser_Grain_Borer.htm), pristupljeno 21. siječnja 2014.

Rozman V., 2005. Prepoznavanje štetnika u skladištima prema nastalim štetama. Zbornik predavanja DDD radionica pod nazivom „Štetnici hrane, uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i predmeta opće uporabe te muzejski štetnici“, KORUNIĆ d.o.o. Zagreb, str. 93-120.

Rozman V., 2010. Prepoznavanje štetnika u skladištima prema nastalim štetama. Zbornik predavanja Trajne edukacije za izvoditelje obvezatnih DDD mjera pod nazivom „Cjelovito (integralno) suzbijanje štetnika hrane, uskladištenih poljoprivrednih proizvoda, predmeta opće uporabe te muzejskih štetnika“, KORUNIĆ d.o.o. Zagreb, str. 63-88.

Rozman V., 2011. Rezistencija štetnika na pesticide. Zbornik predavanja DDD Trajna edukacija za izvoditelje obvezatnih mjera dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije i osobe u nadzoru pod nazivom „Osnovni principi provedbe DDD mjera u praksi“, KORUNIĆ d.o.o. Zagreb, str.: 61- 67.

Subramanyam Bh., Hangstrum D.W., 1995. *Integrated Management of Insects in Stored Products*. USA: 426.

Vayias B.J., Athanassiou C.G., Buchelos C.Th., 2008. Evaluation of resistance development by *Tribolium confusum* DuVal (Coleoptera: Tenebrionidae) to diatomaceous earth under laboratory selection. *Journal of Stored Products Research* 44 (2008) 162–168.

Vlatka Rozman^{1*}, Zlatko Korunić², Darka Hamel³

¹ Faculty of Agriculture in Osijek, Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek, Republic of Croatia

² Diatom Research and Consulting Inc., 14 Tidefall Dr. Toronto, ON, M1W 1J2, Canada

³ Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Republic of Croatia

Insecticides, agents causing resistance of stored products or food pests

Abstract

The emergence of insecticide resistance of food products pests represents a growing challenge in choosing the appropriate control method. Seen on a global scale, there is almost no group of insecticides for which no evidence of some kind of resistance is registered. It can be expected that resistant pest populations could be spread due to transport of goods and expanding trade around the world, in the countries where any insecticides had ever been used. Currently, most data on the existence of resistance was noted for *Plodia interpunctella* (Hbn.) - Indian meal moth and *Tribolium castaneum* (Herbst) - red flour beetle as stored product or food products pests. Therefore, it is essential that only the wise application of insecticides with different mechanisms of action of various chemical groups tries to prevent resistance, delay or control. In Croatia there has never been research performed to proof resistance of stored products and food pests. Therefore, it can't be asserted that resistant or not resistant populations due to the often use of same insecticide or insecticides from the same chemical group exist in Croatia.

Key words: *insects, stored products, food, insecticides, resistance.*

* e-mail address: vrozman@pfos.hr