

use of natural enemies, and agricultural measures which would negatively influence the survival of this species in the fields. Chemical control is still one of the most used suppression methods for the cereal leaf beetle. Adopting chemical control measures is only recommended when the threshold of 5-10 larvae per square meter is breached. Pyrethroid insecticides showed the highest efficacy and resistance occurrence has not been documented.

**Key words:** *Oulema* spp., control, insecticides, parasitoids

---

## ŠTETOCINE USKLADIŠTENOG ŽITA I NJIHOVO SUZBIJANJE

**Petar Kljajic<sup>1</sup>, Goran Andric<sup>1</sup>, Marijana Pražic Golic<sup>1</sup>,  
Goran Jokic<sup>1</sup>, Slavica Vukovic<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd

<sup>2</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

E-mail: petar.kljajic@pestring.org.rs

Rad primljen: 31.03.2017.

Prihvacen za štampu: 05.04.2017.

### Izvod

Uskladišteno žito i proizvode od žita napada i oštećuje veliki broj organizama kao što su insekti, grinje, mikroorganizmi, glodari i ptice. Smatra se da se u svetu, tokom skladištenja, godišnje izgubi oko 15% zrenih proizvoda, od čega oko 80% prouzrokuju štetni insekti, a oko 10% glodari i ptice. Skladišni insekti se prema načinu života svrstavaju u primarne i sekundarne, gde su primarne štetocine ekonomski najznačajnije, jer napadaju i oštećuju cela zrna i razvijaju se u njima. Najpoznatije vrste iz reda Coleoptera (tvrdokrilci) su: žišci (familija: Curculionidae) i rizoperta (familija: Bostrichidae), a iz reda Lepidoptera (leptiri) moljci iz familija Gelechiidae i Tineidae. Sekundarne štetocine napadaju samo oštećena žita u toku žetve, transporta ili čuvanja u neadekvatnim skladišnim uslovima, ali i proizvode od žita. Od tvrdokrilaca su najvažniji brašnari iz familija Tenebrionidae, Cucujidae i Silvanidae, a od leptira, moljci iz familija Phycitidae i Pyralidae. Pored insekata, značajne gubitke u skladištu, prouzrokuju svojom aktivnošću glodari, od kojih su najprisutnije štetne vrste u skladištima u našoj zemlji: sivi pacov (*Rattus norvegicus* Berck.), crni ili brodski pacov (*Rattus rattus* L.) i domaći miš (*Mus musculus* L.). Kod ptica su najznačajniji domaći vrabac (*Paser domesticus*), divlji golub (*Columba livia*) i gacac (*Corvus frugilegus*). Zaštita uskladištenog žita od štetocina je, danas, usaglašena sa zahtevima međunarodnih standarda kvaliteta i kodeksima: dobra poljoprivredna praksa,

dobra proizvodacka praksa, dobra praksa uskladištenja i standard HACCP, i dominantno se oslanja na primenu preventivnih mera i monitoring štetocina, dok se direktno suzbijanje (posebno korišćenje hemijskih metoda zaštite) preduzima samo kada je to neizbežno. Zato su u ovom radu uz prikaz najvažnijih štetocina uskladištenog žita i njihovih osobina date i mogućnosti primene različitih mera, metoda i postupaka suzbijanja koji pojedinačno ili zajedno mogu pozitivno uticati na očuvanje kvaliteta i kolicinu žita tokom skladištenja.

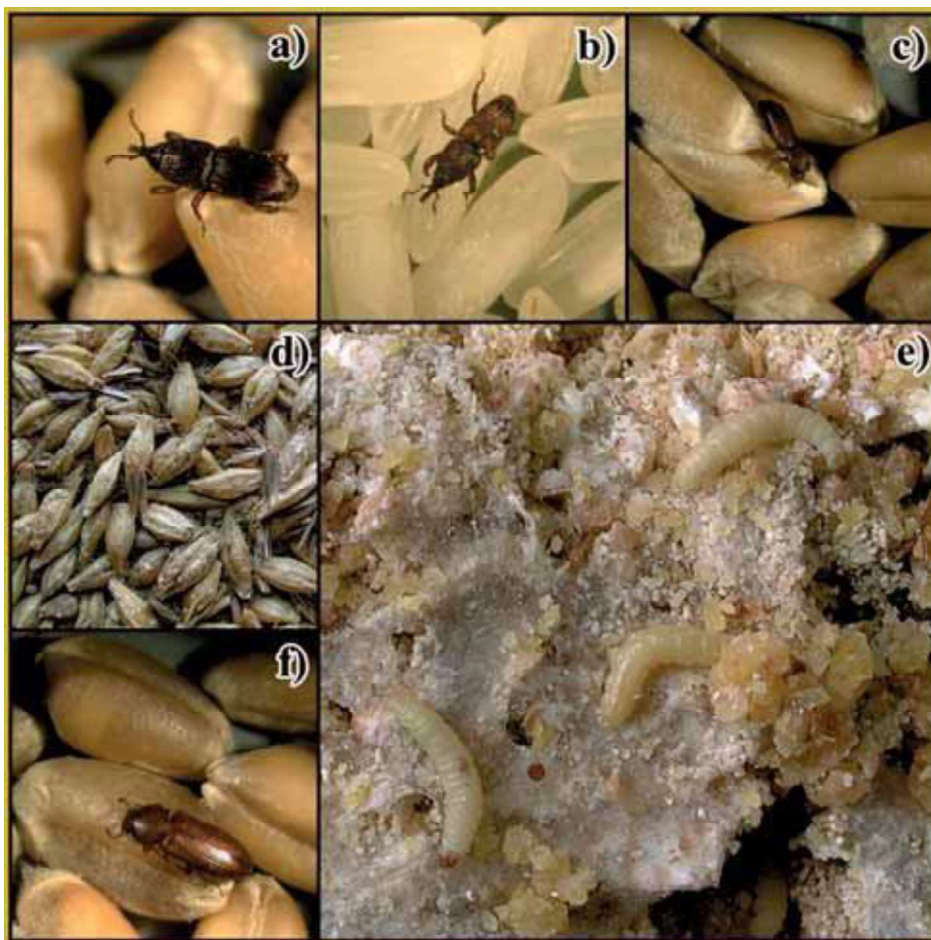
**Ključne reci:** štetocine uskladištenog žita, suzbijanje

### ŠTETNI INSEKTI I GRINJE

U objektima za skladištenje žita, pored štetnih mikroorganizama značajne štete pricinjavaju i štetne artropode (skladišni insekti i grinje), glodari i ptice. Važno je istaci, da štetni organizmi na uskladištenoj zrnoj masi nisu jednako rasprostranjeni i da se razlike u brojnosti i značaju javljaju ne samo između država već i između regiona u jednoj državi pa čak i između dva skladišta. U odnosu na glodare i ptice, skladišni insekti prouzrokuju najveće štete i gubitke pa su samim tim najvažnije štetocine uskladištenog žita. Gubici koji prouzrokuju skladišni insekti kreću se do 10% u razvijenim zemljama, dok u zemljama u razvoju prelaze i 20%. Pored gubitaka u masi, skladišni insekti značajno narušavaju kvalitet zrna, jer ishranom unište klicu i endosperm pa takva zrna nisu za setvu.

Uslovi (temperatura, vlažnost vazduha i zrna) u kojima se skladišti i čuva žito su presudni za očuvanje kvaliteta zrna, ali isto tako i za razvoj i štetnost skladišnih insekata i grinja. Insekti i grinje su poikilotermni organizmi i temperatura tela im zavisi od spoljne temperature. Optimalna temperatura za razvoj većine skladišnih insekata je 25-33 °C. Zahtevi skladišnih insekata za vodom su mali pa se pojedine vrste mogu razvijati i nanositi štete i pri niskoj vlažnosti vazduha ili zrna. Međutim, za razvoj većine skladišnih insekata i grinja optimalna vlažnost vazduha je 60-80%, a vlažnost zrna 13-15% (Hill, 1990; Jayas et al., 1995; Rees, 2004; Hagstrum and Subramanyam, 2006; Reichmuth et al., 2007; Almaši, 2008; Mason and McDonough, 2012; Mahroof and Hagstrum, 2012).

Prema štetama koje prouzrokuju skladišni insekti se dele u dve grupe, primarne i sekundarne štetocine. Primarne štetocine su sposobne da oštete cela zrna, da se u njima hrane i razvijaju, zbog čega nastaju gubici u masi i kvalitetu zrna. S druge strane, sekundarne štetocine ne mogu da oštete cela zrna, osim pri visokoj vlažnosti zrna ili vazduha, već se hrane na zrnima koja su oštećena prilikom žetve, berbe, transporta, ili na oštećenim zrnima od prisustva primarnih štetocina i mikroorganizama. U grupu primarnih štetocina svrstava se mali broj insekata, ali s obzirom na štete koje mogu da prouzrokuju ovo su ekonomski najznačajnije vrste. Procene su da ova grupa skladišnih insekata prouzrokuje oko 90% svih šteta na uskladištenim zrnastim proizvodima. U Srbiji su iz ove grupe skladišnih insekata najznačajniji žišci (žitni, pirincani i kukuruzni), rizoperta i žitni moljac (Slika 1).



**Slika 1.** a) Žitni žižak (*S. granaries*); b) Pirincani žižak (*S. oryzae*); c) Rizoperta (*R. dominica*); d) Žitni moljac (*S. cerealella*); e) Larve bakrenastog moljca (*P. interpunctella*); f) Mali brašnar (*T. confusum*) (Foto: Radmila i Šamuel Almaši)

Žitni žižak *Sitophilus granarius* (L.), pirincani žižak *Sitophilus oryzae* (L.) i kukuruzni žižak *Sitophilus zeamais* (Motsch) su vrlo opasne štetocine semena žita (pšenica, jecam, ovas, raž i tritikale) u našoj zemlji. Žišci se lako prepoznaju po rilici na glavi, mrke su boje, žitni žižak ne leti (u skladišta dospeva u infestiranoj robi), dok pirincani i kukuruzni žižak lete. Znacaj ovih vrsta proistice i zbog „skrivenog” načina života, jer se larve razvijaju u zrnju, a odrasle jedinice izbegavaju svetlost, tako da se lako šire i teško primećuju. Optimalne temperature za razvoj žitnog žižka su 20-25 °C, a za druge dve vrste su nešto više i iznose 24-28 °C. Zbog toga je žitni žižak uglavnom prisutan u hladnijim skladištima i kod individualnih proizvođača, dok su druge dve vrste najčešće prisutne u veli-

kim skladištima, silosima. Ako je vlaga uskladištene pšenice ispod 10% žišci posle dvadesetak dana uginu. Žitni žižak je najznacajnije štetcina žita kod nas, mada se poslednjih godina situacija promenila pa je pirincani žižak postao dominantnija vrsta. U toku godine žišci razvijaju 3-4 generacije, a u povoljnim uslovima i do sedam. Aktivnošću žižaka žito se zagreva, a prenošenjem toplote na hladnija zrna kondezuj se vlaga, zbog cega dolazi do prokljavanja zrna i pojave sekundarnih štetcina i mikroorganizama. Žito napadnuto žižcima se grudva, buda i dobija gorak ukus pa se ne može koristiti za ishranu ljudi i domaćih životinja.

Rizoperta *Rhyzopertha dominica* (F.) je u odnosu na žiške manjih dimenzija i zahteva više temperature (dobro podnosi i niske temperature) pa se uglavnom može naci u velikim silosima. Uspešno se razvija i u zrnima sa niskim sadržajem vlage (oko 8%) pa se sušenjem ne može spreciti njena pojava i nastanak štete. Larve se razvijaju i hrane u zrnima, kao i adulti koji se ubušuju u zrna i veci deo života provedu u zrnima, ali ne prouzrokuju zagrevanje žita. Na višim temperaturama adulti lete. Kod nas rizoperta najčešće napada pšenicu i jecam, ali se hrani i drugim žitima. Prouzrokuje značajne gubitke u masi i kvalitetu uskladištenog žita, a posle žižaka rizoperta je najznacajnije štetcina u našoj zemlji. Prisustvo rizoperte se prepoznaje po brašnastoj prašini nastaloj usled ishrane u zrnima i slatkastom mirisu koji podseca na med.

Žitni moljac *Sitotroga cerealella* (Olivier) je najopasnija primarna štetcina iz reda Lepidoptera. Odrasle jedinke (leptiri) su slamasto žute boje pa se stapaju sa zrnima kukuruza i pšenice, izbegavaju dnevnu svetlost i teško ih je primetiti osim ako se ne uznemire kada haotično lete. Štetu pricinjavaju samo larve (gusenice) koje se razvijaju u zrnima pšenice i jecma hraneci se endospermom i klicom, s tim da se u zrnima pšenice razvija samo jedna larva. Prezimljava kao larva, a u prolece iduce godine razvija prvu generaciju, u toku leta ima 1-2 generacije i jednu u toku jeseni.

Od sekundarnih štetcina prisutnih u našoj zemlji najveći ekonomski značaj imaju mali brašnar *Tribolium confusum* (du Val), kestenjasti brašnar *Tribolium castaneum* (Herbst), surinamski brašnar *Oryzaephilus surinamensis* (L.), vrste iz roda *Cryptolestes*, brašneni moljac *Ephestia kuehniella* (Zeller) i bakrenasti moljac *Plodia interpunctella* (Hübner). Zajednicko za sve sekundarne štetcine je da im se larve razvijaju van zrna i da su štetne i larve i adulti. Mali i kestenjasti brašnar se sreću u velikim skladištima žita. Napadaju vec oštećena ili lomljena zrna žita, mada pri vlažnosti zrna vecoj od 13% oštećuju i cela zrna. Vrste iz roda *Cryptolestes* su uglavnom prisutne u zapuštenim silosima, ali je poslednjih godina primećena masovnija pojava ovih vrsta u skladištima koja se pravilno održavaju. Surinamskom brašнару pogoduje veca vlažnost, a veca brojnost ukazuje da je poceo proces zagrevanja žita.

Brašneni i bakrenasti moljac su vrlo opasne štetcine iz reda Lepidoptera. Zajednicko za obe vrste je da štetu pricinjavaju samo larve (gusenice). Prisustvo ovih štetcina se lako prepoznaje po svilenkastim nitima nalik paucini koje is-

predaju larve povezujuci zrna ili cestice brašna u grudve. Larve brašnenog moljca su najveće štetcine u mlinovima, dok se larve bakrenostog moljca više sreću u skladištima. Gusenice se zadržavaju samo u površinskom sloju napadnutih proizvoda (do 40 cm), koju prekrivaju gustom paucinom. U našoj zemlji brašneni moljac ima 4-5 generacija, a bakrenasti moljac obično tri, a u povoljnim uslovima i do sedam. Pored insekata u grupu sekundarnih štetcina semena ubrajaju se i grinje, među kojima je najznacajnije *Acarus siro* (L.). Grinjama za razvoj pogoduju visoka temperatura i vlažnost kada se mogu javiti u velikom broju, ali ni tada nisu toliko ekonomski znacajne. Veći znacaj grinja se ogleda u tome što mogu prouzrokovati različite iritacije kože i disajnih puteva i ugroziti zdravlje kod ljudi koji rade u skladištima.

### GLODARI

Smatra se da Glodari (Rodentia) svojom aktivnošću prouzorkuju 5% gubitaka hrane u svetu. Pored toga što pricinjavaju ogromne materijalne gubitke, konzumiranjem i zagadivanjem hrane namenjene ljudskoj ishrani i ishrani domaćih i drugih korisnih životinja i oštećenjem ambalaže, instalacija i skladišnih objekata (Slika 2a, 2b), glodari prenose citav niz teških zaraznih oboljenja na čoveka, domaću životinje i plemenitu divljac. U skladišta dospevaju iz prirode ili okolnih objekata, a pogoduju im stariji i zapušteni objekti i objekti u kojima se žito drži u rasutom stanju. Najprisutnije štetne vrste glodara u skladištima u našoj zemlji su sivi pacov (*Rattus norvegicus* Berck.), crni ili brodski pacov (*Rattus rattus* L.) i domaći miš (*Mus musculus* L.). Sivi pacov (Slika 2c) je veći i teži u poređenju sa crnim pacovom, sa dužinom od glave do repa od 18 do 27 cm i repom dužine od 15 do 22 cm. Težina odraslog pacova je od 200 do 500 g, a od crnog pacova se razlikuje po nekim morfološkim osobinama, između ostalog po sitnijim ušima i ocima. Ima dve do sedam okota godišnje sa pet do 22 mladih po okotu, a polnu zrelost sticu sa dva meseca.

Ovaj pacov nanosi ogromne štete oštećenjem, prljanjem i zagadjenjem hrane sopstvenim izlucevinama (fecesom i urinom) i dlakama. Jedna odrasla jedinka može da pojede od 5 do 9 kg žita godišnje. Crni pacov je dug od 15 do 23 cm i težak od 150 do 200 g. Za razliku od sivog pacova rep mu je duži od tela, 18-25 cm. Ženke imaju 2 do 6 okota godišnje sa pet do 20 mladih po okotu, a polno sazrevaju sa 3-5 meseci. Deset pacova može prouzrokovati gubitak od 450 kg zrna godišnje. Za razliku od pacova, domaći miš je sitnija životinja sa dužinom tela oko 10 cm i masom oko 30 g. Od mladog sivog pacova se razlikuje po većim ušima i dužem repu. Imaju do šest okota godišnje sa oko četiri do osam mladih po okotu, a polnu zrelost sticu sa tri meseca. Zajedno sa sivim pacovom domaći miš se ubraja u najznacajnije štetcine iz grupe glodara, prouzrokujući znacajne ekonomske i materijalne štete glodanjem, konzumiranjem i zagadivanjem uskladištenih proizvoda (Reichmuth et al., 2007; Vukša, 2008; Kells, 2012).



**Slika 2.** a) Oštećenja na uskladištenim džakovima soje; b) Oštećenja na uskladištenim džakovima suncokretove sacme; c) Ulovljene jedinke sivog pacova; d) Klopka za izlovljavanje domaceg miša  
(Foto: Jokic G., 2016)

### **PTICE (Aves)**

U štetne ptice ubrajaju se domaci vrabac (*Paser domesticus*), divlji golub (*Columba livia*) i gacac (*Corvus frugilegus*). Ptice ulaze u skladišta kroz otvorena vrata, prozore, tehnološke i druge otvore. Sem direktnih gubitaka skupog semenskog materijala, ptice oštećuju ambalažu, prljaju i zagađuju prostor i seme sopstvenim izlucevinama što stvara dodatne uslove za razvoj drugih štetnih organizama u skladištima. Zaštita od ptica u skladištima se sprovodi preventivno postavljanjem mehanickih barijera i/ili stavljanjem metalnih mreža na otvore cime se sprečava njihov ulazak u objekte.

## SUZBIJANJE SKLADIŠNIH INSEKATA I GRINJA

U svetu je zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od skladišnih insekata usaglašena sa zahtevima međunarodnih standarda kvaliteta i kodeksima: dobra poljoprivredna praksa, dobra proizvodacka praksa, dobra praksa uskladištenja i standarda HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point). U prvi plan su stavljene preventivne mere i monitoring, dok se direktno suzbijanje insekata (upotreba kontaktnih insekticida i fumiganata) preduzima samo kada je to neizbežno. Ovakav koncept je poznat kao integralna zaštita od štetocina (Integrated Pest Management – IPM), prilagodena skladišnim ekosistemima (Fields and White, 2002; Kljajic, 2008; Arthur and Subramanyam, 2012).

Preventivne mere imaju za cilj da se spreči pojava insekata u skladišnim objektima odnosno da se kroz stvaranje što nepovoljnijih uslova za razvoj i razmnožavanje eliminišu insekti koji su već prisutni. Dobra praksa skladištenja žita zasnovana na permanentnom sprovođenju mera higijene, pre i u toku skladištenja i poštovanje standarda kvaliteta je jedna od najvažnijih preventivnih mera. Kao što je već više puta istaknuto za održavanje kvaliteta zrna žita, ali i za sprečavanje razvoja insekata i drugih štetnih organizama važno je pravilno održavanje uslova u skladištima (temperatura, vlažnost vazduha i zrna). U vezi sa tim, gradnja novih ili rekonstrukcija postojećih skladišta mora da obezbedi uslove za provetravanje zrnene mase, kroz sisteme aktivne ili kontrolisane ventilacije, kvalitetnog sušenja i hladenja, kao i primene fumiganata i gasova kontrolisane atmosfere (Maier and Montross, 1999; Hagstrum and Subramanyam, 2000; Reichmuth et al., 2007; Heaps, 2012). Monitoring prisustva insekata u skladišnim objektima je jedan od ključnih elemenata u okviru IPM-a, jer se pravovremenom detekcijom insekata određuje najbolji momenat za primenu insekticida čime se ostvaruju značajne uštede, ali i izbegava ugrožavanje zdravlja ljudi i bespoštedno zagađenje životne sredine (Chambers, 2003). Posebnu pažnju treba obratiti prilikom prijema i skladištenja žita i svaku sumnjivu pošiljku izolovati i tretirati insekticidima ili odbiti prijem (Jayas et al., 1995; Rees, 2004; Reichmuth et al., 2007). Pregled zrna može se uraditi klasičnom metodom prosejavanja za koju se koriste sita sa različitim precnicima otvora. Međutim, na ovaj način se ne može utvrditi prisustvo jaja i larvi (žičaka i rizoperte) u zrnima pa se za te namene koriste inkubacione metode, zatim utvrđivanje sadržaja urinske kiseline i koncentracije ugljen-dioksida, korišćenjem X-zraka, infracrvenih zraka i metoda kao što je ELISA test (Subramanyam and Hagstrum, 1996; Hagstrum, 2000; Brader et al., 2002; Boniecki et al., 2014).

Direktne mere suzbijanja skladišnih insekata obuhvataju fizičke i hemijske mere koje se preduzimaju sa ciljem da suzbiju prisutne insekte, a pojedine (rezidualni insekticidi) i da spreče infestaciju u dužem vremenskom periodu (Kljajic, 2008; Arthur and Subramanyam, 2012).

U fizičke mere suzbijanja skladišnih insekata ubrajaju se ekstremne temperature i inertna prašiva (Fields and Muir, 1996). Temperature izvan optimalnih vrednosti (25-33°C), se mogu koristiti kao jedan od načina za suzbijanje (Pražić

Golic i sar., 2011). Skladišni insekti prestaju da se hrane i razmnožavaju na sub-optimalnim temperaturama (13-25 °C i 33-35 °C), a na temperaturama nižim od 13 °C i višim od 35 °C uginjavaju. U zavisnosti od vrste, razvojnog stadijuma, vrednosti temperature i dužine izlaganja, brzina uginjavanja insekata se meri u minutima ili nedeljama. Prakticno, i niske i visoke temperature se u skladištima mogu primeniti ili aktivnom ventilacijom tokom hladnih i/ili toplih meseci u godini, ili uduvavanjem pomocu posebno konstruisanih uredaja i opreme. Nedostatak primene niskih temperatura može biti povecanje vlažnosti supstrata, a visokih (posebno > 50 °C) što suzbijaju samo trenutno prisutne insekte, kao i rizik od oštećenja opreme u skladištu. Treba istaci da pravilno izveden tretman ekstremnim temperaturama znacajno ne utice na klijavost semena (Fields, 1992; Fields and Muir, 1996; Kljajic and Andric 2010; Kljajic et al., 2009, 2014). Od inertnih prašiva najveći znacaj imaju prirodni silikati, diatomejske zemlje (DZ) i prirodni zeolit (Subramanyam and Roesli, 2000; Andric et al., 2012). U mnogim zemljama u svetu registrovani su preparati na bazi DZ za suzbijanje skladišnih insekata. Medutim, efikasnost prašiva se znacajno smanjuje sa povecanjem vlažnosti vazduha ili supstrata, a primenjena u kolicinama vecim od 1 g/kg mogu da smanje hektolitarsku masu žita i povecaju zaprašenosć zrna pa se zbog toga za sada veoma malo koriste u velikim skladišnim objektima, silosima (Korunic, 1998; Korunic et al., 1998; Fields and Korunic, 2000; Athanassiou and Korunic, 2007; Korunic, 2013, 2016).

Hemijske mere podrazumevaju primenu kontaktnih (rezidualnih) insekticida ili fumiganata. Primena ovih insekticida je i pored niza nedostataka koje nosi sa sobom i dalje najznacajni segment integralnog programa suzbijanja skladišnih insekata i grinja. Kontaktni insekticidi imaju niz prednosti u odnosu na fumigante, jer se primenjuju pomocu relativno jednostavnije opreme, u objektima koji su oštećeni ili ne ispunjavaju standarde za primenu fumiganata i manje su opasni po ljude koji ih primenjuju. Suzbijaju prisutne insekte i sprecaju nove infestacije uskladištenih proizvoda u dužem vremenskom periodu (od nekoliko meseci do godinu dana) (White and Leesch, 1996; Daglish, 2006; Kljajic, 2008; Arthur and Subramanyam, 2012; Jankov et al., 2013). Ovi insekticidi su namenjeni za tretman skladišnog prostora i/ili za tretman biljnih proizvoda pri unošenju u skladište ili pri premeštanju (eleviranju) tokom perioda njihovog cuvanja. Najcešće se primenjuju u tecnom obliku, prskanjem na trakama pri eleviranju ili prskanjem slojeva (tzv. „sendvic” metoda), dok je primena prašiva znacajno manja (White and Leesch, 1996; Arthur and Subramanyam, 2012). Danas se od kontaktnih insekticida najviše koriste jedinjenja iz grupe organofosfata i piretroidi, a izbor insekticida zavisi od propisa i potreba svake države. U Srbiji je za ove namene registrovano više preparata na bazi malationa i pirimifos-metila iz grupe organofosfata i deltametrina i cipermetrina iz grupe piretroida (Kljajic, 2008; Janjic i Elezovic 2010; Tim priredivaca, 2016).

Skladišni insekti ispoljavaju vecu ili manju prirodnu osetljivost na kontaktne insekticide pa su tako žišci iz roda *Sitophilus* znacajno osetljiviji na organofosfa-



te nego na piretroide. S druge strane, rizoperta je veoma osetljiva na piretroide, a manje na organofosfate posebno na pirimifos-metil. Isto tako kestenjasti brašnar je generalno osetljiviji na piretroide, a manje na organofosfate narocito na malation na koji brzo razvija rezistentnost. Rezistentnost skladišnih insekata je globalni problem i više je izražena kod kontaktnih insekticida nego kod fumiganata (Subramanyam and Hagstrum, 1996; Boyer et al., 2012). U Srbiji je kod nekoliko populacija žitnog žiška utvrđena jaka rezistentnost na deltametrin i slabija na pirimifos-metil, zatim kod više populacija kestenjastog brašnara na malation, dok kod pirincanog žiška nije utvrđena rezistentnost na insekticide koji su u primeni (Kljajic and Peric, 2006, 2007; Andric et al., 2010; Pražic Golic et al., 2014). Poslednjih godina sve više se ispituje mogućnost primene novih insekticida kao što su neonikotinoidi (imidakloprid, tiametoksam) i sintetisanih insekticida prirodnog porekla (abamektin i spinosad) u suzbijanju skladišnih insekata pa je za očekivati da se neka od ovih jedinjenja u skorijoj budućnosti registruju za primenu u skladištima (Arthur et al., 2004; Andric i sar., 2011, 2013). Takođe, novija istraživanja pokazuju da kombinovana primena insekticida, posebno deltametrina i tiametoksama, primenjenih u nižim kolicinama, i temperature 50°C može biti visoko efektivna u suzbijanju *S. oryzae* pa i drugih skladišnih insekata, čime se program zaštite uskladištenog žita može značajno proširiti i unaprediti (Pražic Golic et al., 2016).

Fumiganti i gasovi kontrolisane atmosfere su hemijska jedinjenja koja posle aktivacije u spoljnoj sredini prelaze u gasovito stanje i prodiru kroz materijal izložen fumigaciji prouzrokujući smrtnost svih prisutnih štetnih organizama (mikroorganizmi, insekti, grinje, glodari), ali bez produženog delovanja (Bond, 1984). Slično fumigantima i posebne formulacije insekticida kao što su dihlorvos, malation, deltametrin i piretrin mogu se primeniti u vidu dima i magle (aerosoli), tzv. toplim i hladnim zamagljivanjem, s tim da ovi insekticidi prouzrokuju smrtnost samo kod insekata koji su prisutni u skladištu, ali van zrna, dok klasični fumiganti prodiru kroz zrno i prouzrokuju smrtnost svih razvojnih stadijuma (jaja, larve i adulti) insekata. Za uspeh fumigacije neophodna je dobra hermetizacija objekta, dužina izlaganja (ekspozicija) i postizanje potrebne koncentracije gasa za datu količinu uskladištene robe. Takođe, za uspeh fumigacije potrebno je da temperatura bude niža od 30 °C i da vlažnost zrna bude adekvatna (2-3% niža od propisane za skladištenje) (Bond, 1984; Reichmuth et al., 2007; Arthur and Subramanyam, 2012; Philips et al., 2012). Zbog visoke toksičnosti i drugih osobina fumiganata (I grupa otrova), fumigaciju mogu da rade samo specijalizovane firme koje imaju posebno obučene ljude za rad sa ovim preparatima. Takođe, posle izvršene fumigacije potrebno je pažljivo pristupiti provetravanju objekata ili delova skladišta, jer i posle nekoliko dana od fumigacije rizik od trovanja po ljude i životinje je i dalje prisutan. Fumigacija može da se izvodi u celom objektu, delu objekta, u pokretnim ili stacionarnim komorama ili prekrivanjem žita folijom u rasutom stanju ili upakovanih u vreće. Od fumiganata se najviše koristi fosfin, ali i metil-bromid koji se i pored brojnih ograničenja još

uvek intezivno koristi u mnogim zemljama u svetu (Reichmuth et al., 2007; MacBean, 2012; Philips et al., 2012). U našoj zemlji je registrovan samo fosfin (aluminijum-fosfid i magnezijum-fosfid) formulisan u vidu tableta i peleta (Kljajic, 2008; Janjic i Elezovic, 2010; Tim priredivaca, 2016).

### SUZBIJANJE GLODARA

Suzbijanje glodara u skladištima je uskladen sa principima IPM-a. Pored preventivnih mera koje su slične kao i za skladišne insekte, preduzimaju se i direktne mere za suzbijanje glodara, a one podrazumevaju upotrebu rodenticida. S obzirom da su glodari sisari i da su najčešći preparati za njihovo suzbijanje antikoagulanti krvi, potrebno je rizike od trovanja ljudi i životinja svesti na minimum. Po pravilu pre primene rodenticida pristupa se utvrđivanju njihove brojnosti kao i utvrđivanju da li su prisutni miševi ili pacovi ili obe vrste, jer to utiče na izbor jedinjenja način postavljanja kao i kolicine rodenticida. Nakon toga se postavljaju rodenticidi na putevima najčešćeg kretanja glodara i na mestima gde su utvrđeni simptomi njihovog prisustva. Na tržištu su prisutne različite formulacije rodenticida (rasuti mamci, prašiva, granule, parafinirane pelete i blokovi i kesice) iz prve generacije (varfarin, kumatetralil) i druge generacije antikoagulanata (bromadiolon, brodifakum, difenakum). Takođe, fumiganti koji se koriste u skladištima su efikasni i za glodare. Sa ciljem smanjenja rizika od rezistentnosti glodara na antikoagulate u primenu se uvode novi rodenticidi kao na primer vitamin D3, a ispituje se i mogućnost upotrebe celuloze i selena (Mallis, 1982; Vukša, 2008; Jokic et al., 2014 a, b).

### Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan kao rezultat projekta TR 46008, Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

### LITERATURA

- Almaši R. (2008): Štetne artropode uskladištenog žita i proizvoda od žita. U: Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama (urednik Kljajic, P.) Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, 9-39.
- Andric G., Kljajic P., Peric I., Pražic Golic M. (2010): Susceptibility of red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) populations from Serbia to contact insecticides. In: Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored Product Protection (Eds. Carvalho M.O., Fields P.G., Adler C.S., Arthur F.H., Athanassiou C.G., Campbell J.F., Fleurat-Lessard F., Flinn P.W., Hodges R.J., Isikber A.A., et al.), 27 June-2 July 2010, Estoril, Portugal, Julius-Kühn-Archiv, Vol. 425. Berlin, Germany, pp. 868-872.
- Andric G., Kljajic P., Pražic-Golic M. (2011): Effects of spinosad and abamectin on different populations of rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) in treated wheat grain. *Pesticides & Phytomedicine* 26: 377-384.
- Andric G., Markovic M., Adamovic M., Dakovic A., Pražic Golic M., Kljajic P. (2012): Insecticidal potential of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against

- Rice Weevil (Coleoptera: Curculionidae) and Red Flour Beetle (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology* 105: 670-678.
- Andric G., Kljajic P., Pražic-Golic M. (2013): Efficacy of spinosad and abamectin against different populations of red flour beetle (*Tribolium castaneum* Herbst) in treated wheat grain. *Pesticides & Phytomedicine* 28: 103-110.
- Arthur F.H., Yueb B., Wildec G.E. (2004): Susceptibility of stored-product beetles on wheat and maize treated with thiamethoxam: effects of concentration, exposure interval, and temperature. *Journal of Stored Products Research* 40: 527-546.
- Arthur F.H., Subramanyam Bh. (2012): Chemical control in stored product. In: *Stored product protection* (Eds. Hagstrum D.W., Phillips T.W., Cuperus G.), Kansas State University, pp. 95-101.
- Athanassiou C.G., Korunic Z., (2007): Evaluation of two new diatomaceous earth formulations, enhanced with abamectin and bitterbarkomycin, against four stored-grain beetle species. *Journal of Stored Products Research* 43: 468-473.
- Bond E.J. (1984): *Manual of fumigation for insect control*. Preveo dr Zlatko Korunic za "Ekosan", Zagreb, 1989.
- Boniecki P., Piekarska-Boniecka H., Swierczynski K., Koszela K., Zaborowicz M., Przybyl J. (2014): Detection of the granary weevil based on X-ray images of damaged wheat kernels. *Journal of Stored Products Research* 56: 38-42.
- Boyer S., Zhang H., Lempérière G. (2012): A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bulletin of Entomological Research* 102: 213-229.
- Brader B., Lee R.C., Plarre R., Burkholder W., Kitto G.B., Kao C., Polston L., Dorneanu E., Szabo I., Mead B., Rouse B., Sullins D., Denning R. (2002): A comparison of screening methods for insect contamination in wheat. *Journal of Stored Products Research* 38: 75-86.
- Chambers J. (2003): Where does pest detection research go next? In: *Advances in Stored Product Protection* (Eds. P.F. Credland, D.M. Armitage, C.H. Bell, P.M. Cogan and E.Highley) (Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection). CAB International, York, UK, 103-109.
- Daglish G.J. (2006): Opportunities and barriers to the adoption of potential new grain protectants and fumigants. In: *Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection* (Eds. Lorini I., Bacaltchuk B., Beckel H., Deckers D., Sunfield E., dos Santos J.P., Biagi J.D., Celaro J.C., D'A.Faroni L.R., de O.F. Bortolini L., Sartori M.R., Elias M.C., Guedes v, da Fonseca R.G., Scussel V.M.). ABRAPOS-Brazilian Post-harvest Association, Campinas, Brazil, 209-216.
- Fields P. (1992): The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures, *Journal of Stored Product Research* 28: 89-118.
- Fields P., Muir W.E. (1996): Physical control, In: *Integrated Management of Insects in Stored Products*. (Eds. Subramanyam Bh., Hagstrum D.W.), Marcel Dekker, Inc. New York-Basel-Hong Kong, 195-221.
- Fields P., Korunic Z. (2000): The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research* 36: 1-13.
- Fields P.G., White N.D.G. (2002): Alternatives to methyl bromide treatments for stored-product and quarantine insects. *Annual Review of Entomology* 47: 331-359.
- Hagstrum D.W. (2000): Using five sampling methods to measure insect distribution and abundance in bins storing wheat. *Journal of Stored Products Research* 36: 253-262.

- Hagstrum D.W., Subramanyam B. (2000): Integration. In: Alternatives to Pesticides in Stored-product IPM (Eds. Subramanyam Bh, Hagstrum D.W.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 419-428.
- Hagstrum D.W., Subramanyam B. (2006): Fundamentals of stored-product entomology. AACC International, USA.
- Heaps J.W. (2012): Food plant sanitation, pest exclusion, and facility design. In: Stored product protection (Eds. Hagstrum D.W., Phillips T.W., Cuperus G.), Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 85-93.
- Hill, D.S. (1990): Pests of Stored Products and their Control. Belhaven Press, London.
- Jankov D., Indic D., Kljajic P., Almaši R., Andric G., Vukovic S., Grahovac M. (2013): Initial and residual efficacy of insecticides on different surfaces against rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Pest Science* 86: 211-216.
- Janjic V., Elezovic I. (2010): Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji. Sedamnaesto, izmenjeno i dopunjeni izdanje. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd.
- Jayas D.S., White N.D.G., Muir W.E. (1995): Stored-grain ecosystems, Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hong Kong.
- Jokic G., Vukša M., Uedovic S., Kljajic P. (2014a): Laboratory testing of wood mouse and common vole sensitivity to bromadiolone, sodium selenite, and cellulose. *Journal of Pest Science* 87: 309-314.
- Jokic G., Vukša M., Uedovic S., Stojnic B., Šcepovic T., Jacevic V., Stojnic B. (2014b): Sodium selenite as a new rodenticide. *Pesticides and Phytomedicine* 29: 169-176.
- Kells S.A. (2012): Vertebrates in stored product. In: Stored product protection (Eds. Hagstrum D.W., Phillips T.W., Cuperus G.), Kansas State University, pp. 69-85.
- Kljajic, P., Peric, I. (2006): Susceptibility to contact insecticides of granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) originating from different locations in the former Yugoslavia. *Journal of Stored Products Research* 42: 149-161.
- Kljajic, P., Peric, I. (2007): Effectiveness of wheat-applied contact insecticides against *Sitophilus granarius* (L.) originating from different populations. *Journal of Stored Products Research* 43: 523-529.
- Kljajic P. (2008): Suzbijanje štetnih insekata uskladištenog žita. U: Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama (urednik Kljajic, P.) Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, 67-101.
- Kljajic P., Andric G., Peric I. (2009): Impact of short-term heat pre-treatment at 50°C on the toxicity of contact insecticides to adults of three *Sitophilus granarius* (L.) populations. *Journal of Stored Products Research* 45: 272-278.
- Kljajic P., Andric G. (2010): Physical measures for storage insects control. Proceedings of XIV International Symposium FEED Technology, Novi Sad, Serbia, pp. 168-182.
- Kljajic P., Andric G., Pražic-Golic M., Indic D., Vukovic S. (2014): The effects of cold pre-treatment on the toxicity of several contact insecticides on adults of three *Sitophilus granarius* (L.) populations. *Journal of Pest Science* 87: 301-308.
- Korunic Z. (1998): Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research* 34: 87-98.
- Korunic Z., Cenkowski S., Fields P. (1998): Grain bulk density as affected by diatomaceous earth and application method. *Postharvest Biology and Technology* 13: 81-89.
- Korunic Z. (2013): Diatomaceous earths – natural insecticides. *Pesticides and Phytomedicine* 28: 77-95.

- Korunic Z. (2016): Overview of undesirable effects of using diatomaceous earths for direct mixing with grains. *Pesticides and Phytomedicine* 31: 9-18.
- Mallis A. (1982): *Handbook of Pest Control. The Behaviour, Life History, and Control of Household Pests*, sixth ed. Franzak & Foster Company, Cleveland, USA.
- Maier D.E., Montross M.D. (1999): Modelling aeration and storage management strategies. In: *Proceedings of the 7th International working conference on stored-product protection*, Beijing, P.R. China. (Eds. J. Zuxun, L. Quan, L. Youngsheng, T. Xianchang, G. Lianghua). Beijing, PR China, Sichuan Publishing House of Science and Technology, PR China, 1279-1300.
- MacBean C. (2012): *The Pesticide Manual*, 16th edition, British Crop Protection Council.
- Mason L.J., McDonough M. (2012): Biology, Behaviour and Ecology of Stored Grain and Legume Insects. In: *Stored Product Protection* (Eds. Hagstrum D.W., Phillips T.W., and Cuperus G.), Kansas State University, 7-32.
- Mahroof R.M., Hagstrum D.W. (2012): Biology, Behaviour and Ecology of Insects in Processed Commodities. In: *Stored Product Protection* (Eds. Hagstrum D.W., Phillips T.W., and Cuperus G.), Kansas State University, 33-43.
- Pražić Golić M., Andrić G., Kljajić P. (2011): Efekti temperature 50°C na *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) i *Sitophilus zeamais* (Motsch.). *Pesticidi i Fitomedicina* 26: 221-227.
- Pražić Golić M., Kljajić P., Andrić G. (2014): Susceptibility of *Sitophilus oryzae* (L.) populations collected from storage facilities in Serbian on contact insecticides. *Book of Abstracts VII Congress on Plant Protection*, Zlatibor, Serbia, 146-147.
- Pražić Golić M., Andrić G., Kljajić P. (2016): Combined effects of contact insecticides and 50°C temperature on *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in wheat grain. *Journal of Stored Products Research* 69: 245-251.
- Phillips T.W., Thoms E.M., DeMarc J., Walse S. (2012): Fumigation. In: *Stored product protection* (Eds. Hagstrum D.W., Phillips T.W., Cuperus G.), Kansas State University, 157-179.
- Rees D.P. (2004): *Insects of Stored Products*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Reichmuth C., Scholler M., Ulrichs C. (2007): *Stored Product Pest in Grain (Morphology-Biology-Damage-Control)*. AgroConcept Verlagsgesellschaft, Bonn, Germany.
- Subramanyam B., Hagstrum D.W. (1996): Resistance measurement and management. In: *Integrated Management of Insects in Stored Products*. (Eds. Subramanyam B., Hagstrum D.W.), Marcel Dekker, Inc., New York-Basel-Hong Kong, 331-397.
- Subramanyam B., Roesli R., (2000): Inert dusts. In: *Alternatives to Pesticides in Stored-product IPM* (Eds. Subramanyam B., Hagstrum D.W.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 321-380.
- Tim priredivaca (2016): *Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji. Osamnaesto, izmenjeno i dopunjeno izdanje*. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd.
- Vukša M. (2008): *Glodari u skladištima i njihovo suzbijanje*. U: *Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama* (urednik Kljajić, P.) Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, 215-228.
- White N.D.G., Leesch J.G. (1996): Chemical control. In: *Integrated Management of Insects in Stored Products* (Eds. Subramanyam, B., Hagstrum, D.W.), Marcel Dekker, Inc., New York-Basel-Hong Kong, 287-330.

## Abstract

### PESTS OF THE STORED GRAINS AND THEIR CONTROL

Petar Kljajic<sup>1</sup>, Goran Andric<sup>1</sup>, Marijana Pražic Golic<sup>1</sup>,  
Goran Jokic<sup>1</sup>, Slavica Vukovic<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of pesticides and environmental protection, Beograd

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad

E-mail: petar.kljajic@pestring.org.rs

Stored grain and grain products are attacked and damaged by a great number of organisms such as insects, mites, microorganisms, rodents and birds. It is believed that in the world, the annual loss is about 15% of grain products during storage, of which 80% of damages are caused by harmful insects, and about 10% by rodents and birds. According their lifestyle, storage insects are classified as primary and secondary, where primary pests are economically the most important for they attack and damage whole grains and develop in them. The best known species of the order Coleoptera (beetles) are weevils (family: Curculionidae) and grain borer (family: Bostrichidae), and from the order Lepidoptera (butterflies) worms from families Gelechiidae and Tineidae. Secondary pests attack only damaged grains during harvest, transport or storage in inadequate conditions, but also products from cereals. Among beetles, the most important are flour beetles from families Tenebrionidae, Cucujidae and Silvanidae and among butterflies, moths from families Phycitidae and Pyralidae. In addition to insects, significant losses in storage are caused by activity of rodents, of which the most present harmful species in warehouses in our country are: the gray rat (*Rattus norvegicus* Berck.), Black or ship rat (*Rattus rattus* L.) and domestic mouse (*Mus musculus* L.). Among birds the most important are domestic sparrow *Paser domesticus*, wood pigeon *Columba livia* and Rook *Corvus frugilegus*. Nowadays, protection of the stored grain from pests is in compliance with the requirements of international quality standards and codex: good agricultural practices, good agricultural practices, good storage practice and HACCP standard, and it is dominantly relied on use of preventive measures and monitoring of pests, while the direct control (especially use of chemical protection methods) are carried out only when it is inevitable. Therefore, with the outline of the main pests of stored grain and their properties in this paper are also presented possibilities of application of various measures, methods and procedures that individually or together can affect positively on the preservation of grain quality and quantity during storage.

**Key words:** pests of the stored grain, control