

# PRIMJENA DIJATOMEJSKE ZEMLJE ZA SUZBIJANJE RIŽINOG ŽIŠKA (*Sitophilus oryzae* L.) I ŽITNOG KUKULJIČARA (*Rhizopertha dominica* Fab.)

---

Stanić, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:657393>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-06**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Josip Stanić, apsolvent

Diplomski studij: Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja

**PRIMJENA DIJATOMEJSKE ZEMLJE ZA SUZBIJANJE RIŽINOG ŽIŠKA  
(*Sitophilus oryzae* L.) I ŽITNOG KUKULJIČARA (*Rhizopertha dominica* Fab.)**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2015.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Josip Stanić, absolvent

Diplomski studij: Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja

**PRIMJENA DIJATOMEJSKE ZEMLJE ZA SUZBIJANJE RIŽINOG ŽIŠKA  
(*Sitophilus oryzae* L.) I ŽITNOG KUKULJIČARA (*Rhizopertha dominica* Fab.)**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Vlatka Rozman, predsjednik
2. Doc. dr. sc. Anita Liška, mentor
3. Prof. dr. sc. Renata Baličević, član

**Osijek, 2015.**

**Zahvala:**

Zahvaljujem se svojoj mentorici doc. dr. sc. Aniti Liški koja je sa svojim znanstvenim i stručnim savjetima oblikovala ideju i pomogla mi u izradi ovoga diplomskog rada. Također zahvalu upućujem i Hrvatskoj zakladi za znanost HRZZ (IP-11-2013-5570), u sklopu čijeg projekta („Razvoj formulacija novih prirodnih insekticida na osnovi inertnih prašiva i botaničkih insekticida te njihovih kombinacija kao zamjena za sintetske konvencionalne insekticide“) je i temeljen moj diplomski rad. Posebno se želim zahvaliti svojoj cijeloj obitelji, osobito roditeljima, koji su me tijekom čitavog mog školovanja podupirali i poticali moju težnju k ostvarivanju sve viših i viših ciljeva te upućivali na pravi put.

I na kraju želim se zahvaliti svim kolegama koji su mi vrijeme provedeno na fakultetu uljepšali svojim prisustvom i pomogli da to vrijeme smatram najljepšim dijelom svoga života.

## SADRŽAJ

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Važnost štetnika u skladištima.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Najvažniji štetnici u skladištima.....</b>	<b>4</b>
1.2.1. Primarni štetnici.....	6
1.2.2. Sekundarni štetnici.....	12
1.2.3. Mikofagne vrste.....	15
<b>1.3. Zaštita uskladištenih poljoprivrednih proizvoda.....</b>	<b>16</b>
1.3.1. Higijenske mjere.....	16
1.3.2. Fizikalne i mehaničke mjere.....	16
1.3.3. Biološke mjere.....	17
1.3.4. Kemijske mjere.....	18
1.3.4.1. Fumigacija.....	19
1.3.5. Zakonske mjere.....	20
<b>2. Pregled literature.....</b>	<b>21</b>
2.1. Dijatomejska zemlja.....	21
2.2. Opće napomene o dijatomejskoj zemlji kao sastavnom dijelu integrirane zaštite uskladištenih proizvoda.....	23
<b>3. Materijali i metode rada.....</b>	<b>24</b>
3.1. Materijal rada.....	24
3.2. Metode rada.....	25
<b>4. Rezultati.....</b>	<b>28</b>
4.1. Rezultati insekticidnog djelovanja uzoraka dijatomejske zemlje na <i>Sitophilus oryzae</i> .....	28
4.2. Rezultati insekticidnog djelovanja uzoraka dijatomejske zemlje na <i>Rhizopertha dominica</i> .....	28
4.3. Rezultati djelovanja uzoraka dijatomejske zemlje na potomstvo <i>Sitophilus oryzae</i> i <i>Rhizopertha dominica</i> .....	29
<b>5. Rasprava.....</b>	<b>31</b>
<b>6. Zaključak.....</b>	<b>32</b>
<b>7. Popis literature.....</b>	<b>33</b>
<b>8. Sažetak.....</b>	<b>35</b>
<b>9. Summary.....</b>	<b>36</b>

<b>10. Popis tablica.....</b>	<b>37</b>
<b>11. Popis slika.....</b>	<b>38</b>
<b>Temeljna dokumentacijska kartica</b>	
<b>Basic documentation card</b>	

## 1. UVOD

Prema podacima iz Međunarodnog instituta za politiku hrane i istraživanja (IFPRI) iz 2013. godine (Grebmer i sur., 2013.) svaka osma osoba u svijetu je gladna odnosno 900 milijuna osoba gladije, a dvije milijarde su pothranjene. Stoga je potreban još veći trud i zalaganje od strane svih stručnjaka kako bi se povećala proizvodnja hrane te kako bi se poljoprivredni proizvodi na polju i u skladištu dobro zaštitili od potencijalnih štetnika i bolesti. Na taj način moguća je bolja i intenzivnija proizvodnja hrane, skladištenje s manje gubitaka te je to jedini ispravan put prema rješavanju ovog globalnog problema. Povećanjem intenziteta poljoprivredne proizvodnje povećava se i osjetljivost usjeva na štetnike, korove i bolesti. Procjenjuju se gubitci uslijed napada štetnika od 16% bez zaštite usjeva, te u prosjeku 7% uz zaštitu.

Skladištenje, čuvanje ili spremanje proizvoda predstavlja krajnji ili završni zahvat u cjelokupnom procesu proizvodnje pojedinog ratarskog proizvoda. Za vrijeme skladištenja dolazi do promjene biokemijskih, fizikalnih i kemijskih procesa u zrnu, a čimbenici koji utječu na uskladišteni proizvod mogu biti biološkog podrijetla (disanje, kukci i grinje, štete od glodavaca, ptica, mikroorganizmi i dr.) i mehaničkog porijekla (ozljede, lom zrna, rasipavanje). Djelovanjem ovih čimbenika dolazi do promjena kakvoće odnosno kvalitete, a u većini slučajeva i do promjene kvantitete odnosno težine uskladištenih proizvoda. Na kakvoću (kvalitetu) više utječu biološki čimbenici jer su nastali kao rezultat nepravilnog skladištenja.

Osnovni zadaci skladištenja su:

- Uskladištiti proizvod bez gubitka kakvoće-kvalitete.
- Uskladištiti proizvod bez gubitka kvantitete-težine.
- Povećati kakvoću proizvoda.
- Troškove rada i sredstava po jedinici težine proizvoda smanjiti što više.

Uporaba insekticida širokog spektra djelovanja daje jednostavnu i efektivnu kontrolu u zaštiti uskladištenih proizvoda. Prekomjerno oslanjanje na insekticide dovodi do problema koji se mogu direktno odraziti na proizvodnju, održivost, zdravlje i okoliš. U zaštiti

uskладиštenih proizvoda, kao i u polju, treba primjenjivati načela integrirane zaštite bilja te koristiti sve raspoložive mjere, a kemijske načine borbe upotrijebiti kao krajnju mjeru. U sklopu integrirane zaštite uskladištenih proizvoda pesticidi igraju kritičnu ulogu. Kao vrlo prihvatljivom grupom insekticida, naročito za kukce koji razvijaju rezistentnost na konvencionalne sintetičke insekticide, ističu se neonikotinoidi. Osim neonikotinoida koji spadaju u kemijske mjere postoji i dijatomejska zemlja koja pripada fizikalnim i mehaničkim mjerama borbe.

Dijatomejska zemlja (DZ) je vjerojatno jedan od najdjelotvornijih prirodnih insekticida s gotovo zanemarujućom otrovnošću za toplokrvne organizme. Najvažnija karakteristika dijatomejske zemlje je ogromna moć upijanja i apsorpcije, pa se zato koristi za filtriranje voda, pića, ulja i raznih kemikalija te kao insekticid. Kao insekticid, najviše se koristi u čuvanju uskladištenih poljoprivrednih proizvoda (poput žitarica u silosima). DZ je geološki depozit nastao taloženjem mrtvih tijela jednostaničnih biljnih organizama u slatkoj i slanoj vodi. Lomljenjem, mrvljenjem, sušenjem i meljavom depozit prelazi u fini prah, koji sadrži porozne čestice sa slabim abrazivnim svojstvom i izraženom mogućnošću apsorpcije lipida. Sitne čestice, odnosno dijatomi ili dijelovi dijatoma, se zalijepe na tijelo kukca te sorpcijom, abrazijom i fizikalnim snagama oštećuju voštani sloj na tijelu koji štiti kukca od gubitka vlage iz tijela. Kukci gube vodu iz tijela kroz oštećeni sloj i ugibaju zbog dehidracije. Dijatomejska zemlja je stabilna, inertna supstancija koja ne stupa u kemijske reakcije niti s jednom supstancijom u prirodi pa tako ne stvara opasne ili otrovne rezidue (Korunić, 2007.).

U ovom diplomskom radu prikazan je insekticidni učinak dva uzorka hrvatske dijatomejske zemlje, OP-4 i D-01, te američke DZ: Celatom® Mn 51, na dvije vrste skladišnih kukaca: rižinog žižka *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) i žitnog kukuljičara *Rhyzopertha dominica* (Fabricius).



## 1.1. Važnost štetnika u skladištima

Dva osnovna uzroka mogu dovesti do gubitaka količine i pogoršavanja kakvoće uskladištenih poljoprivrednih proizvoda:

- a) skladištenje proizvoda s povećanom vlagom, zbog čega dolazi do razvoja procesa zagrijavanja uskladištene mase
- b) napad štetnika (kukaca, grinja, gljivica, glodavaca) na uskladištene proizvode, bilo da su oni već zaraženi ili je do zaraze odnosno infestacije došlo tijekom čuvanja proizvoda.

Štete i gubici uskladištenih proizvoda zbog napada štetnika mogu biti isto značajni kao i štete koje izazivaju štetnici na poljoprivrednom bilju za vrijeme vegetacijske sezone. Međutim, šteta koju izazivaju kukci tijekom vegetacije obično je jasna, a šteta na uskladištenim poljoprivrednim proizvodima često je prikrivena. Biljke oštećene za vrijeme vegetacije mogu se djelomično oporaviti od šteta, štoviše, određenim mjerama zaštite može doći do povećanja prinosa, a s druge strane štete nastale od štetočinja u skladištu konačne su i bez mogućnosti za oporavak ili nadoknadu.

Procjenu gubitaka na uskladištenim proizvodima od štetnika, osobito kukaca, u bivšoj Jugoslaviji obavili su pojedini stručnjaci, gubici u skladištima bili su od 3 do 6 %.

Stručnjaci Food and Agricultural Organization (FAO) ocjenjuju da kukci u skladištima u Salvadoru i Guatemali unište oko 23% kukuruza i riže, u Hondurasu oko 50%, u Nikaragvi oko 30% kukuruza, u Kostariki oko 45% uskladištenog žita godišnje. Na Haitima su godišnji gubici od štetnika na uskladištenoj pšenici, kukuruzu, zobi i riži procijenjeni na 14 posto. Nadalje, u Poljskoj je u periodu od 1941. do 1945. gubitak uzrokovan štetnicima i bolestima bio 5-10%; na Cipru gubitak iznosi 2-5%, u Turskoj su štete veće od 10%, u SAD i SR Njemačkoj oko 5% (Korunić, 1997.).

Veoma teško je prikazati čak i približno točne podatke o štetama u svijetu, pa tako i štete u Republici Hrvatskoj. Postoji nekoliko razloga a neki od njih su: nedovoljno sustavno proučavanja šteta, štete od kukaca isprepliću sa štetnim radom mikroorganizama, s mehaničkim oštećivanjem (lom, oštećivanja, rasipanje), s disanjem zrna, s prokljavanjem itd.

Kukci uzrokuju ove osnovne tipove šteta na uskladištenoj zrnatoj robi:

- 1) gubitak težine uslijed ishrane kukca dijelovima zrnja
- 2) onečišćavanje robe svojim tijelima, dijelovima tijela te ekskrecijskim produktima
- 3) prenošenje bakterija i virusa potencijalno štetnih zdravlju čovjeka i domaćih životinja
- 4) prenošenje u masi zrnja spora gljivica i širenje zaraze
- 5) povećavanje vlage i temperature zrnja te omogućavanje brzog razvoja gljiva
- 6) proizvode opasne alergene.

## 1.2. Najvažniji štetnici u skladištima

Štetni kukci uskladištenih poljoprivrednih proizvoda uglavnom pripadaju redovima *Lepidoptera*, *Coleoptera*, *Blatoptera*, *Hemiptera*, *Diptera*, *Hymenoptera*, *Tysanura* i *Psocoptera*. Međutim, među važnije štetnike ubrajamo pripadnike samo iz dva reda i to: *Lepidoptera* (leptiri) i *Coleoptera* (tvrdokrilci, kornjaši). Kao što je poznato, brzina razvoja ovih kukaca ovisi o temperaturi. Ženka polaže jaja i nakon određenog vremena inkubacije iz jajeta se razvije ličinka ili larva. Ličinke kornjaša, štetnici u skladištima, imaju dobro razvijena tri para prsnih nogu. Izuzetak su ličinke žižaka iz *Curculionidae*, koje nemaju razvijene noge. Trajanje razvoja ličinki ovisi o temperaturi, RVZ, o sadržaju vode u hranjivom supstratu i o vrsti hranjivog supstrata. Kad odrastu, ličinke formiraju kukuljicu, tj. prelaze u stadij mirovanja. Kukuljice kornjaša i leptira vrlo se razlikuju u građi. Dok ličinke kornjaša formiraju tzv. slobodnu kukuljicu, na kojoj se jasno vide ticala, dijelovi usnog stroja, noge i krila, gusjenice formiraju pokrivenu kukuljicu na kojoj se samo naziru pojedini dijelovi tijela. Obično je takva kukuljica zapredena u pređu koju prave gusjenice pred kraj svog razvoja. Nakon stanovitog vremena iz kukuljice izlazi odrasli kukac – imago. Postoje podaci da je u skladištima u svijetu dosad otkriveno nekoliko stotina vrsta kukaca i grinja. Međutim, sve te vrste nisu jednako važne kao štetnici hrane.

Podjela štetnika prema štetama koje čine na uskladištenim proizvodima :

Primarne vrste:

- vrše primarnu zarazu uskladištenog proizvoda
- napadaju zdrava i neoštećena zrna
- ekonomski najznačajniji štetnici

- mogu u potpunosti uništiti proizvod izjedajući sadržaj i razvijajući se u unutrašnjosti zrna
- posebno opasni za sjemenski materijal (izjedanje klice)
- svojim metabolizmom zagrijavaju zrnatu masu i iniciraju proces samozagrijavanja
- najčešći predstavnici: pšenični, kukuruzni i rižin žižak, grahov, graškov, bobov i kavin žižak, žitni kukuljičar, trogoderma žita, duhanar, brašnena i sirna grinja, bakrenasti, žitni i hambarski moljac i dr.

#### Sekundarne vrste:

- vrše sekundarnu zarazu uskladištenog proizvoda
- napadaju lomljena i oštećena zrna, brašnene prerađevine i smjese
- razvijaju se u međuzrnatom prostoru uskladištene mase
- ekonomski manje značajni štetnici od primarnih vrsta
- javljaju se u masovnom broju
- zagađuju proizvod svojim ekskrementima i fragmentima tijela
- najčešći predstavnici: kestenjasti brašnar, mali brašnar, surinamski brašnar, hrđasti brašnar, veliki brašnar, brašneni moljac, duhanov moljac

#### Mikofagne vrste:

- indirektni štetnici uskladištenih proizvoda
- ne napadaju direktno proizvod
- hrane se sporama skladišnih gljivica
- indikatori su vlažne i zagađene robe mikroorganizmima
- šire zarazu gljivicama unutar uskladištenog proizvoda
- zagađuju proizvod svojim metabolizmom, ekskrementima i fragmentima
- razvijaju se u međuzrnatom prostoru uskladištene mase
- ekonomski manje značajni štetnici od primarnih i sekundarnih vrsta
- najčešći predstavnici: prašne uši te razne vrste gljivara

#### Slučajne vrste:

- dolaze u skladište s polja
- nisu ekonomski značajni štetnici
- indikatori napada proizvoda prije žetve
- zagađuju proizvod svojim uginulim tijelima
- najčešće su to razne vrste stjenica

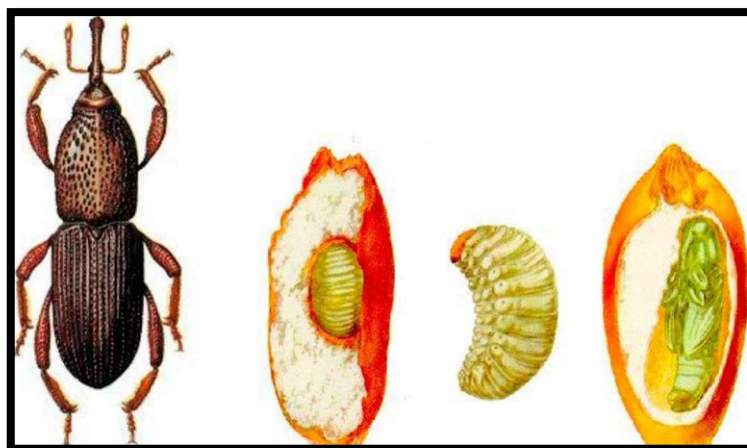
### 1.2.1. Primarni štetnici

U primarne štetnike ubrajamo kukce koji oštećuju čitava i neoštećena zrna. Najmanja skupina obzirom na broj vrsta, najznačajnija obzirom na ekonomsku važnost. Izazivaju oko 90% svih šteta koje nastaju na zrnatim poljoprivrednim proizvodima u skladištima, oštećuju potpuno čitava i zdrava zrna žitarica i leguminoza.

Žitni žižak - *Sitophilus granarius* L. (*Curculionidae*)

Imago: Žitni žižak dugačak je 3-4,5 mm, tamno smeđe je boje, ispod pokrivanja nema krila – ne leti. Glava mu je produžena u rilo na kojem su koljenasta ticala (Slika 1.).

Ličinka: Bijele je boje sa smeđom glavom, bez nogu, savinuta i naborana tijela. Duga je do 3 mm. Živi isključivo u skladištima, ženka odlaže jaja (do 200) na temperaturi od 8 °C do 34 °C (brojnije je na vlažnosti >70%; pri vlažnosti od 40% odlaganje jaja prestaje). Ženka izbuši rupu u zrnu i u nju odloži jaje, a zatim otvor zatvori sluzastom tvari koja se stvrdne. Ličinka provede čitav svoj život u zrnu (1 ličinka u jednom zrnu). Optimalna temperatura je od 21 °C – 25 °C. Brzina razvoja ovisi o vlažnosti i vrsti supstrata. Broj generacija godišnje je od 6 do 8 u zagrijanim žitaricama; od 2 do 4 u nezagrijanim skladištima. Vrlo su otporni na gladovanje (pri 13 °C žive bez hrane 65 dana; pri 30 °C 19 dana). Veća vlažnost zraka povećava otpornost na hladnoću, najčešće se nalaze u malim skladištima privatnih proizvođača.



Slika 1. *Sitophilus granarius* – imago i prikaz ličinke u zrnu

(izvor: <http://www.bahcesel.net/forumsel/depolanmis-urun-zararlilari-kitabi/32808-dryophthoridae-sitophilus-granarius-l-bugday-biti/>)

Štete: Gubitak zrna na težini (zrno teško 48 mg nakon izlaska žiška teži samo 28 mg); smanjenje kakvoće proizvoda; povećava se vlaga žitarica; masa se zagrijava te dolazi do razvoja drugih štetnika i plijesni.

#### Rižin žižak - *Sitophilus oryzae* L. (*Curculionidae*)

Sličan je pšeničnom žišku ali je manji od njega, dužine je 2,5-4 mm. Na pokrilju se nalaze dvije široke crvenkaste pjege (Slika 2.). Ispod pokrilja ima drugi par krila te može letjeti. Izgledom i načinom života vrlo je sličan žitnom žišku. Broj položenih jaja iznosi od 300 do 600. Rižin žižak je štetnik koji za svoj razvoj zahtijeva nešto više temperature nego pšenični žižak. Optimalna temperatura za razvoj ovog štetnika je 24-28°C. Mortalitet ličinke znatno ovisi o vlazi zrna: kod sadržaja vlage od 14% a temperature od 25,5 °C, mortalitet je najmanji – samo 7%. Donja temperaturna granica razvoja ličinke je oko 13 °C. Zbog nešto veće osjetljivosti rižinog žiška na niže temperature ovaj je štetnik više proširen u solidno građenim građevinama, silosima, skladištima i sl., a žitni žižak dominira u skladištima privatnih proizvođača.

U jednom zrnu može se naći više od jedne ličinke. Ličinke su sposobne hraniti se i u oštećenom zrnu. U našim uvjetima ovaj štetnik ima najviše 3-4 generacije godišnje, ali u zagrijanoj masi zrnja i znatno više. Kod temperature od -1 °C do -4 °C ugiba za osam dana, kod -6,5 °C do -9 °C za tri dana. Povećanje vlage zrna povećava otpornost žiška na hladnoću. Kod 4,5 °C u žitu koje sadrži 12% vlage ugiba nakon 16 dana, u žitu sa 14% vlage nakon 24 dana, a u žitu sa 17% vlage nakon 30 dana.



Slika 2. Imago *S. oryzae* na zrnu pšenice (izvor:

<http://www.abgenternasyonel.com/ilac.php?dilkod=EN&ilacid=140&kat=yongphos-tb>)

Iako određen broj odraslih jedinki rižinog žiška napravi znatno manje štete od istog broja odraslih jedinki žitnog žiška, zbog vrlo brzog razmnožavanja šteta može biti vrlo velika. Štetnost rižinog žiška, a i žitnog, pri temperaturi od 20 °C pokazuju podaci T. Stojanovića u tablici 1. Ličinka je izgledom i načinom života vrlo slična žitnom žišku. Dugačka je do 3 mm, okruglastog oblika i bijele boje. Ličinka je apodna odnosno bez nogu.

Tablica 1. Postotak izgubljene težine i izbušenosti zrna pšenice ovisno o početnoj gustoći populacije imaga pri temperaturi od 20 °C (Stojanović, 1963., u: Korunić, (1990.). Štetnici uskladištenih proizvoda)

Vrsta	Broj parova početne populacije	Poslije 106 dana		Poslije 200 dana		Poslije 288 dana	
		Gubitak težine %	Izbušena zrna %	Gubitak težine %	Izbušena zrna %	Gubitak težine %	Izbušena zrna %
<i>S. granarius</i>	1	3,8	2,2	11,0	17,1	44,3	100
	2	3,9	2,0	16,5	35,9	61,1	100
	3	5,5	3,7	33,8	100		
<i>S. oryzae</i>	1	3,5	0,6	5,9	11,1	10,1	16,1
	2	3,8	1,9	17,5	17,3	36,4	70,3
	3	3,1	2,8	18,1	63,0	52,6	100

*Razlike između žitnog i rižinog žiška:*

Rižin žižak: Termofilna je vrsta (optimalna temperatura 24-28 °C), plodniji je od žitnog žiška (300-600 jaja), ličinka svoj razvoj može završiti i u oštećenom zrnju te ima veći potencijal razmnožavanja. *S. oryzae* dominira u silosima i velikim skladištima.

Žitni žižak: Optimalna temperatura 21-25 °C, ženka odlaže do 200 jaja, ličinka se razvija samo u neoštećenom zrnju te dominira u skladištima privatnih proizvođača (podnosi niske temperature). U jednom zrnju može se naći više od jedne ličinke. U našim uvjetima ima 3-4 generacije godišnje, a u zagrijanoj masi zrnja i više. Kornjaš kod -1 °C do -4 °C ugiba za 8 dana. Povećanje vlage zrna povećava otpornost žiška na hladnoću. Radi vrlo brzog razmnožavanja štete mogu biti velike.

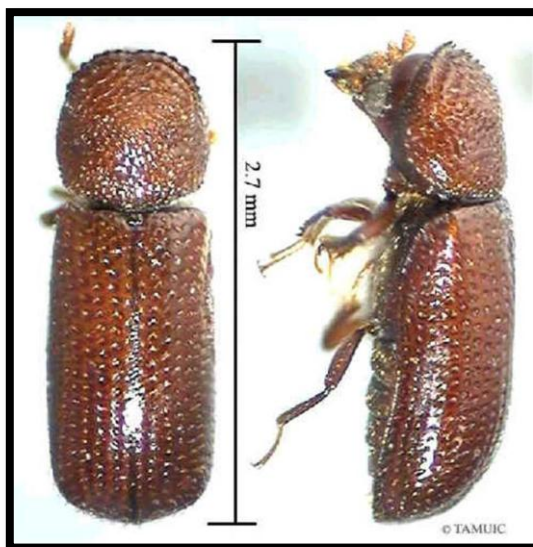


Slika 3. Razlika u izgledu imaga između *S. oryzae* i *S. granarius*

(Izvor:[http://www.uky.edu/Classes/ENT/574/insects/stored\\_products/weevils/weevil.htm](http://www.uky.edu/Classes/ENT/574/insects/stored_products/weevils/weevil.htm))

#### Žitni kukuljičar - *Rhyzopertha dominica* F. (*Bostrichidae*)

Imago je dug je 2,3-3,0 mm, valjkasta oblika, tamnosmeđe do hrđaste boje (Slika 4.). Ima svojstveno građen vratni štit koji potpuno pokriva glavu okrenutu prema dolje. Prednji rub vratnog štita zaobljen je i prilično jako nazubljen, a cijela površina je pokrivena vrlo izraženim točkastim udubinama. Ličinka je bijele boje, blago savijena, pokrivena kratkim dlačicama, ima dobro razvijena tri para nogu. Vlaga zraka i supstrata nema većeg utjecaja na razvoj. Zaražena pšenica ima „slatkast miris“. Krila su im dobro razvijena te se zaraza širi i letom. Za 30 do 40 dana ženka položi 100-500 jaja pojedinačno ili u grupicama na zrnje žita, obično na oštećena mjesta ili u brazdice. Ličinke se ubušuju u zrna te izgrizaju endosperm sve do ljuske. Mlade ličinke se ubušuju u oštećena zrna, a starije su sposobne ubušiti se i u zdrava zrna. Ima 2 generacije godišnje. Na temperaturi od 34 °C cjelokupni razvoj traje oko 25 dana. Na temperaturi od 25 °C razvoj se produžava na oko 37 dana. Žitni kukuljičar je termofilni kukac pa za razvoj treba više temperature, optimalna temperatura za razvoj je oko 30 °C. Razvoj prestaje kod temperature niže od 15-18 °C. Pri povoljnim uvjetima za razvoj, taj štetnik u tolikoj mjeri ošteti zrno pšenice da u razdoblju od 20-30 dana ostane samo tanka ljuska.



Slika 4. Imago *Rhyzopertha dominica*

(Izvor: [http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/maize\\_pests/key/maize\\_pests/Media/Html/Rhyzopertha\\_dominica\\_%28Fabricius%29\\_-\\_Lesser\\_Grain\\_Borer.htm](http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/maize_pests/key/maize_pests/Media/Html/Rhyzopertha_dominica_%28Fabricius%29_-_Lesser_Grain_Borer.htm))

Mauritanski brašnar - *Tenebrioides mauritanicus* L. (*Ostomidae*)

Imago: Tijelo je dugo 6-11 mm, spljošteno, s gornje strane crne ili tamnosmeđe boje; prsište je jasno odvojeno od zatka (Slika 5.).

Ličinka: Bijele je boje, s tamnim prednjim i stražnjim segmentom te s dvjema tamnim izraslinama poput kliješta na kraju zatka. Odrasla ličinka naraste do 19 mm.



Slika 5. Imago i ličinka *Tenebrioides mauritanicus*

(Izvor: <http://www.bahcesel.net/forumsel/depolanmis-urun-zararlilari-kitabi/32797-tenebroides-mauritanicus-l-ekin-kara-bocegi/>)



Štete: Hrani se brašnom i brašnenim proizvodima, nalazi se i u žitu, mlijeku u prahu, mesu i u drugim proizvodima. Čini veće štete i na ambalaži i raznim drvenim dijelovima, koje ličinke mogu pregristi. Izmetom i svlakovima onečišćuju proizvode i brašno.

#### Žitni moljac - *Sitotroga cerealella* Oliv. (*Gelechiidae*)

Leptir: prednja krila žućkasta, a zadnja sivkasta; oba para krila su uska i zašiljena te na donjim rubovima imaju duge rese. Stražnja krila su zašiljena u oštro zasječeni klinasti dio (važno za determinaciju). Gusjenica: žućkaste je boje sa smeđom glavom; naraste do 7 mm. Ženke odlaži jaja (oko 150) na zrnje. Gusjenica se ubuši u zrno te se hrani njegovim sadržajem dok ne izjede čitav sadržaj; razvoj traje 30-50 dana.

Zarazu uzrokuje u skladištima, ali i na polju, posebice u toplijim klimatima (kukuruz). Izaziva velike gubitke u težini sjemena (pšenica do 36% težine; kukuruz do 24% težine). Izaziva veliko onečišćenje proizvoda; osobito je opasan za sjemensku robu (uništava klicu).

#### Hambarski moljac - *Nemapogon granella* L. (*Tineidae*)

Leptir: ima bjeličasta prednja krila sa smeđim ili crnim šarama; stražnja krila su kratka, uska i jednobožno siva. Tijelo je dugačko 5-8 mm, a raspon krila 10-14 mm.

Gusjenica: žućkasto-bijele je boje s crvenkastosmeđom glavom. Naraste do 10 mm. Gusjenica se vrlo intenzivno hrani zadržavajući se u površinskom sloju hrpe zrnja; izgriza klicu i upreda nekoliko zrnja zajedno. Cjelokupni razvoj traje 2-3 mjeseca; ima 2-3 generacije godišnje; prezimi u stadiju gusjenice.

Štete: napadnuta roba obilno je isprepletena paučinom, pređom i onečišćena izmetom; žito poprima loš miris; gubi se kakvoća proizvoda. Prisutni u malim skladištima.

### 1.2.2. Sekundarni štetnici

Tu spadaju kukci koji infestiraju slomljena i oštećena zrna i brašno.

**Moljci:** Pretežno napadaju i oštećuju brašno i brašnene proizvode, hrane se oštećenim, vlažnim zrnima te zrnima napadnutih od primarnih štetnika. Gusjenice zapredaju robu, a neke vrste izazivaju i začepljenje cijevi u mlinskim postrojenjima.

**Kornjaši:** Hrane se oštećenim i slomljenim zrnima, napadaju brašno i proizvode od brašna. Pojedine vrste ličinki se ubušuju u drvo, oštećuju vreće i sita u mlinovima.

Mali brašnar - *Tribolium confusum* Du Val.

Pripada najčešćim sekundarnim štetnicima žitarica u nas. Ima spljošteno tijelo, dužine 2,6 do 5,2 mm (Slika 6.). Ličinke su žućkaste boje, okrugla tijela, dužine oko 6mm. Termofilan je štetnik (već pri 7 °C ugiba nakon 25 dana); bez hrane izdrži od 20-40 dana; obično ima dvije generacije godišnje. Oštećuje i zdrava zrna, ali s 12,2% vlage i više, kada oštećuje i pojede klicu, a nakon toga i čitavo zrno.



Slika 6. Imago *Tribolium confusum*

(izvor: <http://www.kerbtier.de/cgi-bin/enFSearch.cgi?Fam=Tenebrionidae>)

Veliki brašnar - *Tenebrio molitor* L. (Tenebrionidae)

Najveći štetni kornjaš u našim skladištima, javlja se često i u mlinovima. Tijelo je dugo 12-17 mm, gotovo crne boje (Slika 7.). Ličinka ima valjkasto žuto tijelo, dugo do 28 mm sa snažnim usnim ustrojem; ima jednu generaciju godišnje, iako se razvoj može protegnuti i na dvije. Optimalna temperatura je oko 25 °C. Ličinke su vrlo otporne na niske temperature (žive 48 sati na -18 °C). Ženka odlaže oko 1000 jaja; razvoj ličinke traje 4-12 mjeseci. Godišnje ima jednu generaciju. Osobitu štetu može učiniti na uskladištenoj sjemenskoj robi (prvo pojede klicu). Kod 20 °C izdrži bez hrane oko 50 dana, a kod niskih temperatura i cijelu godinu. Ličinke oštećuju drvene dijelove mlinskih postrojenja, buše ambalažu od papira, jute, drveta i slično.



Slika 7. Imago *Tenebrio molitor*

(izvor: <http://carnivoraforum.com/topic/10178742/1/>)

*Cryptolestes pusillus* Schön.

Pripada najraširenijim sekundarnim štetnicima u nas. Tijelo je sitno i spljošteno (1-2 mm); crvenosmeđe boje; ima duga ticala. Ličinke su bjeličaste, a starenjem dobivaju prljavu boju. Na kraju tijela nalaze se dva izraštaja – analni cerci. Ženke odlažu 100-500 jaja; ličinke se ubušuju u oštećena zrna, hrane klicom i endospermom. Pri povišenoj vlazi zrnja i povoljnim temperaturama, štete nanose i neoštećenom zrnju. U našim uvjetima ima više generacija godišnje. Po zastupljenosti i brojnosti kukaca u našim skladištima dolaze neposredno iza žižaka.

### *Lophocateres pusillus* (Klug) (Trogossitidae)

Spljoštenog je tijela; dužine 3 mm; smeđe do tamnosive boje; Pokrilje je uzdužno izbrazdano. Optimalni uvjeti razvoja su pri 30 °C i iznad 10% vlage zraka. Ekonomska važnost: štetnik je žitarica (ostaci i oštećena zrna); naročito riže, hrani se i grahom. Štete čine i imago i ličinka. Često se javlja u prisutnosti s drugim štetnicima u skladištima (*Rhyzopertha*, *Sitophilus* i *Tribolium* vrste). Najviše je raširen u tropskim krajevima.

### Brašneni moljac - *Ephestia (Anagasta) kuhniella* Zell. (Pyralidae)

Leptir je dužine tijela 10-14 mm; prednji par krila je sive boje s crnim prugama; stražnja su prljavo bijela. Gusjenica je prljavo bijele, tj. ružičaste boje s tamnom glavom dužine do 20 mm. Ženka odlaže nekoliko stotina jaja. Gusjenice se hrane pretežno brašnom i zapredaju ga predom – «filt», koji može izazvati začepljenje mlinskih postrojenja. Godišnje ima 3-5 generacija.

Štete: Gusjenica se hrani brašnom u mlinovima ili skladištima brašna; više voli praškastu hranu iako napada i zrnatu robu. Opasan je štetnik u mlinovima gdje može izazvati začepljenje cijevi i dijelova strojeva.

### Bakrenasti moljac - *Plodia interpunctella* Hbn. (Pyralidae)

Leptir: dvije trećine prednjeg para krila su izrazito bakrenaste boje, a preostali je dio sivkast; tijelo je dugo 7-9 mm, raspon krila 15-18 mm. Gusjenica: bijelo-žućkaste je boje ili prljavo-sive sa crnim točkama i dlačicama na tijelu, glava je tamne boje. Gusjenice se zadržavaju u površinskom dijelu hrpe i proizvode zapredaju zajedno s izmetom. Optimalna temperatura je 20-24 °C i razvoj traje 2-7 mjeseci. Ima do 3 generacije godišnje. Štete: napada najčešće zrnate proizvode (žitarice), napada i suho povrće, suho voće, orahe, kakaovac, lješnjake u čokoladi; zapreda paučinom cijeli površinski sloj zrnja i čitave vreće, rado izgriza klicu.

### *Ptinidae*

Kornjaši oblikom tijela podsjećaju na paukove. Ne izazivaju ozbiljne štete u našim skladištima. Češće se javljaju u tvornicama stočne hrane. Vrlo su tolerantni na niske

temperature, a najčešće se razmnožavaju u vlažnim uglovima i pukotinama zidova. Njihova prisutnost u velikom broju ukazuje na nedovoljnu sanitaciju objekata. Aktivni su noću, tijekom dana se skrivaju u pukotinama zidova. Značajnije vrste su: *Ptinus ocellus*, *P. clavipes*, *P. villiger*, *P. fur*, *Niptus hololeucus*, *Mezium americanum*, *Gibbium psylloides*, *Trigonogenius globulum*.

### 1.2.3. Mikofagne vrste

Prašne uši - Red *Psocoptera*

Dužine tijela 1-2 mm, svijetlo sive do smeđe boje (Slika 8.). Odrasli oblici su beskrilni, s rudimentiranim krilima ali ima i krilnih oblika (mogu imati 2 para jednostavnih krila). Imaju tanka duga ticala i dosta duge noge. Ličinke su slične odraslim kukcima. U našim skladištima je otkriveno 18 vrsta iz nekoliko rodova: *Liposcelis*, *Trogium*, *Lepinotus*, *Lachesilla*.



Slika 8. Prašne uši

(izvor: <http://www.eden-azores.com/apps/photos/photo?photoid=124885003>)

Ne čine značajnije ekonomske štete; ne oštećuju izravno proizvod. Hrane se plijesnima te različitim proizvodima biljnog i animalnog podrijetla u stanju raspadanja te jajima drugih kukaca. Jača pojava upozorava na loše stanje robe (stupanj onečišćenja i povećana vlaga –

iznad 16%). Štetne su vrste jer prenose mikroorganizme direktno svojim tijelom, tj. dlavicama. Mikroorganizme prenose i indirektno putem fekalija, iz kojih se regeneriraju putem konzervacijskih oblika – spora, koje se u povoljnim ekološkim sredinama ponovno regeneriraju i mikrobiološki zagađuju napadnuti proizvod. Svojim masovnim prisustvom u proizvodima (brašno, riža, griz i sl.) zagađuju proizvode te ih je potrebno suzbijati (Kalinović i Ilić, 1995).

### **1.3. Zaštita uskladištenih poljoprivrednih proizvoda**

Sve mjere zaštite koje se provode u skladišnim objektima mogu se podijeliti na preventivne i kurativne mjere. U preventivne mjere ubrajamo sve radnje i postupke kojima se sprječava pojava nametnika i uništava prisutna malobrojna populacija koji još nije izazvala neku značajniju štetu. Kurativnim mjerama se uništava postojeća štetna populacija štetočinja u skladišnim objektima. Ove dvije skupine je teško strogo podijeliti jer ih veže mnoštvo dodirnih točaka.

#### **1.3.1. Higijenske mjere**

Kako bi izbjegli jaču pojavu nametnika potrebno je održavati skladišni objekt čistim i urednim. Skladišne objekte treba redovito čistiti, iznositi otpad iz objekta, obavljati građevinsko-tehničke popravke, krečiti zidove, upotrebljavati usisavače, itd. U ove mjere se može ubrojiti i povremeno čišćenje uskladištenih žitarica od raznih primjesa i nametnika. To čišćenje se obavlja pomoću aspiracije pri prebacivanju žitarica iz jednog prostora iz drugi. Opća higijena skladišta ima osnovnu svrhu da oteža razvoj nametnika odnosno da stvori nepovoljne uvjete za njihovo razmnožavanje.

#### **1.3.2. Fizikalne i mehaničke mjere**

U ovu skupinu mjera ubraja se primjena visoke i niske temperature, čuvanje proizvoda u hermetički zatvorenim prostorima, skladištenje u podzemnim objektima, gama zračenje, primjenu inertnih prašiva, oštećivanje nametnika prilikom premještanja uskladištene zrnate mase, perkusije, primjena visoko frekventnih zvukova, itd. Primjena visoke temperature a osobito niske temperature je poznata metoda i već dugo vremena je u uporabi. Od mehaničkih metoda u primjeni je aparat „Entoleter“ (slika 9.) kroz koji prolazi struja brašna, te uslijed sudaranja, trešnje, dolazi do uništavanja jaja kukaca i drugih razvojnih stadija kukaca i grinja. Primjena ovog aparata je ograničena zbog oštećivanja zrna.



Slika 9. Aparat Entoleter

(izvor: <http://www.entoleter.com/impactfg.htm>)

U zemljama koje imaju topla ljeta i hladne zime jednostavno je regulirati temperaturu i vlagu uskladištenih proizvoda. Hlađenjem proizvoda recirkulacijom može se izvanredno djelotvorno sačuvati proizvode od napada nametnika. Primjena inertnih prašiva smatra se jednom od najstarijih metoda suzbijanja štetnika uskladištenih žitarica. Prije 6 000 godina žitarice u Egiptu posipale su se zemljanom prašinom i pepelom. Inertna prašiva poput dijatomejske zemlje i silicijskog aerogela oštećuju kutikulu kukaca, dolazi do oštećivanja voštanog sloja na tijelu koji štiti kukca od gubitka vlage iz tijela te uslijed toga dolazi do isušivanja, a zatim i ugibanja kukca.

### 1.3.3. Biološke mjere

Pod biološkim mjerama se smatra suzbijanje nametnika pomoću njihovih prirodnih neprijatelja, predatora, parazita životinjskog porijekla te primjenom bakterija, gljivica, protozoa i virusa.

Biološka borba u skladištima ima gotovo beznačajnu ulogu. Da bi došlo do primjene parazita i predatora u skladištima potrebna je znatna populacija štetnika. Ako takva znatna populacija i postoji, štetnici su već izazvali nenadoknadivu štetu na proizvodima te primjena predatora i parazita nema nikakav značaj. Ovi kukci, iako mogu biti korisni, mogu doprinijeti onečišćenju uskladištenih proizvoda svojim uginulim tijelima i

ekstremitetima. Time im smanjuju ekonomsku vrijednost i uzrokuju neizravnu štetu u skladišnim objektima.

Određenu perspektivu ima primjena grinje *Cheyletus eruditus* za suzbijanje štetnih grinja uskladištenih proizvoda, i to *Acarus siro* i *Glycyphagus destructor*.

#### **1.3.4. Kemijske mjere**

Jedna od najčešći mjera za zaštitu uskladištenih proizvoda je primjena kemijskih preparata. Kod pesticida treba biti iznimno oprezan, naime osim što su pesticidi otrovni za štetnike, otrovni su i za čovjeka. U prometu se nalazi veliki broj pesticida različitih formulacija koji se mogu primjenjivati prskanjem, orošavanjem, kao aerosol, u obliku prašiva i dr.

##### **1.3.4.1. Fumigacija**

Fumigacija je važna kao mjera kojom se učinkovito mogu suzbiti štetnici u zrnju, drvu, prostoru punom robe ili u praznom prostoru. Važno je da se velike količine robe ili veliki prostori mogu tretirati radi suzbijanja štetnika, a često pri tom nije potrebno premještati robe i postiže se visoka učinkovitost (Hamel, 2012.).

Posebnu skupinu pesticida čine fumiganti. U prometu se nalaze u obliku krutih i tekućih formulacija koje u dodiru sa zrakom kod određene temperature i vlage prelaze u plin i u tom obliku djeluju letalno na štetnike. Fumigacija se ubraja u najuspješnije mjere borbe protiv štetnika u skladištima. Gledano toksikološki, fumiganti su najopasniji pesticidi jer najlakše i najbrže prodiru u ljudski organizam. Važno je naglasiti da je potrebno veliko znanje, pažnja i oprez kako bi se primjena fumiganata odvijala bez neželjenih posljedica. Zbog visokog rizika odnosno otrovnosti fumiganata, fumigaciju mogu provoditi samo posebno ovlaštene tvrtke s educiranim i tehnički osposobljenim kadrom. Prednosti fumigacije su vrlo visoka učinkovitost, djelovanje na sve razvojne oblike kukaca (jajašca, ličinke, imago), najbrži postupak uništavanja štetnika i zaštite robe i predmeta, može se tretirati upakirana roba, nema oštećenja robe ili predmeta. Osim nabrojanih prednosti postoje i nedostaci fumigacije. Fumiganti su toksični za ljude i toplokrvne životinje. Nakon fumigacije s većinom fumiganata zaostaju rezidue u tretiranoj robi. Cijena fumigacije za tretiranje jedinice robe je veća nego kod tretiranja insekticidima za suzbijanje štetnika, zatim potrebne su posebne mjere opreza pri radu te zaštitna oprema (Slika 10.), potrebno je



mnogo rada na hermetizaciji prostora, neposredno nakon provjetravanja roba može biti napadnuta od štetnika koji dolaze sa strane, o fumigaciji treba obavijestiti najbližu zdravstvenu ustanovu i protupožarnu službu. Veliku pozornost treba obratiti i na rezistentnost štetnika. Do rezistentnosti može doći ukoliko je fumigacija obavljena nepravilno odnosno ukoliko neki od uvjeta fumigacije (npr. hermetizacija prostora) nije ispunjen. Jedinke preživjele tretmane fumigacije kroz nekoliko generacija stvaraju otporne, te zatim i rezistentne populacija štetnika na fosfin.



Slika 10. Primjena fumigacije

(izvor: <http://dir.indiamart.com/impcat/prophylactic-treatment-services.html>)

Fumigacija se provodi u zatvorenom prostoru uz obvezatnu hermetizaciju prostora kako u tijeku ekspozicije ne bi došlo do gubitka plina iz tretiranog prostora. Fumigacija se može provoditi i pod plastičnim plin – nepropusnim folijama u ili izvan objekta. Najčešći odnosno najviše korišteni fumigant u svijetu, pa tako i kod nas je Fosforovodik ( $\text{PH}_3$ ). Taj plin razvija se djelovanjem vlage i temperature iz aluminijevog ili magnezijevog fosfida, a nakon završene kemijske reakcije zaostaje neotrovni aluminijev ili magnezijev disulfid. Proizvodi koji se nalaze u objektu ili u skladištu, mogu se staviti u promet 48 sati nakon izvršenog provjetravanja objekta. Bitno je istaknuti da fumiganti nikada ne smiju biti zamjena za ostale mjere u skladištu (čišćenje sjemena, sušenje, zračenje, higijenske mjere, itd.) već se samo uklapaju u cijeli sustav integrirane zaštite bilja.

U kemijske mjere zaštite uskladištenih proizvoda, osim primjene akaricida i insekticida, dakle preparata koji izravno ubijaju štetnike ubraja se i primjena kemosterilizanata te

primjena hormona. Kemosterilizanti ne ubijaju kukce već steriliziraju mužjake. Hormoni kukaca su kemijske tvari koje ubrzavaju ili usporavaju, ili na bilo koji drugi način ometaju normalan rast, razvoj i preobrazbu kukca. Također, koriste se i feromoni koji privlače mužjake i time je moguće pratiti pojavu i veličinu populacije vrste.

### **1.3.5. Zakonske mjere**

Osnovna svrha zakonskih mjera sastoji se u sprečavanju ulaza pojedinih vrlo štetnih vrsta nametnika u našu zemlju. Provedba nadzora je pod ingerencijom inspeksijskih službi. U objektima koji su pod sanitarnim nadzorom prema Zakonu o sanitarnoj inspekciji (NN 113/08) i Zakonu o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti (NN 79/07) provodi sanitarna inspekcija. U objektima u kojima se proizvodi, priprema i skladišti bilje i biljni proizvodi prema Zakonu o biljnom zdravlju (NN 75/05) nadzor provodi poljoprivredna i fitosanitarna inspekcija. U objektima u kojima se proizvodi, priprema i skladišti hrana animalnog podrijetla prema Zakonu o veterinarstvu (NN 82/13) nadzor provodi veterinarska inspekcija.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Dijatomejska zemlja

Dijatomejska zemlja geološki je depozit kojeg čine mrtva tijela (fosili) jednostaničnih biljnih organizama, dijatoma, najčešće algi. Mrtva tijela (skeleti) sastavljena su potpuno od amorfnog silicijskog dioksida, veoma malene, zanemarujuće, otrovnosti za sisavce. U brojnim je zemljama amorfnu silicijski dioksid dozvoljen kao dodatak u ljudskoj i stočnoj hrani. DZ vjerojatno je najdjelotvornije prirodno prašivo koje se rabi kao insekticid. Sitne čestice, odnosno dijatomi ili dijelovi dijatoma zalijepe se na tijelo kukca i fizikalnim snagama, pretežito sorpcijom, a donekle i abrazijom, oštećujući voštani sloj na tijelu kukca koji štiti kukca od gubitka vlage iz tijela. Kroz oštećena mjesta kukci gube vlagu iz tijela te nakon određenog vremena, zbog isušivanja, ugibaju. (Ebeling, 1971.) Također, poznato je da DZ ima i repelentna svojstva za kukce, što također katkad zaštićuje uskladištene proizvode. (White i sur., 1966.) DZ već desetljećima ima primjenu u zaštiti zrnate robe prvenstveno, što je njezina uporaba sigurna i bezopasna, što ne mijenja kakvoću finalnih proizvoda žitarica, osigurava dugotrajnu zaštitu od infestacije kukcima i ovisno o postupku uporabe, usporediva je u troškovima zaštite zrnate robe s drugim insekticidima. Najopsežnija istraživanja s dijatomejskom zemljom provedena su upravo u području zaštite uskladištenih poljoprivrednih proizvoda.

Utjecaj DZ dobivene iz raznih geoloških depozita, na štetnike skladišta istraživali su brojni znanstvenici (Korunić, 1998.). Analiza rezultata pokazuje određene pravilnosti s obzirom na osjetljivost vrsta kukaca na DZ. Općenito, rezultati su u suglasnosti s rezultatima istraživanja koje su dobili pojedini autori. Redoslijed osjetljivosti kukaca na DZ na istoj vrsti zrnate robe (npr. pšenici), od najosjetljivijeg do najotpornijeg je: *Cryptolestes* spp. > *Oryzaephilus surinamensis* > *Sitophilus granarius* > *Sitophilus oryzae* > *Tribolium castaneum* > *Rhyzopertha dominica* > *Prostephanus truncatus*. Najlakše je suzbiti istu vrstu kukaca na pšenici pa na ječmu i zobi, zatim na riži u ljusci te na kukuruзу i sirku. Najteže se suzbijaju kukci (treba upotrijebiti veoma visoke koncentracije) na suncokretu, na mješavini sjemena za prehranu ptica i na riži bez ljuske (Korunić, 1994., Fields i Korunić, 2000.). Žišci, štetnici uskladištenog graha i ostalih mahunjača dosta su osjetljivi na DZ te se mogu suzbiti, odnosno infestacija se može spriječiti uporabom dosta niskih koncentracija (preventivna uporaba).

Međutim, šira uporaba DZ za zaštitu zrnate robe još uvijek je ograničena zbog potrebne uporabe visokih koncentracija formulacija DZ koje se danas nalaze u prometu u svijetu (od 0,5 g do više od 1 g/kg zrnate robe). DZ upotrijebljena u spomenutim koncentracijama znatno smanjuje hektolitarsku masu zrnate robe i sipkost, a tretirana zrnata masa ima prašnjav izgled i prilikom rukovanja s robom, odnosno transporta dosta prašine lebdi u zraku.

Kanadska kompanija Hedley Technologies Inc. u suradnji s Agriculture and Agri-Food Canada je razvila novu formulaciju DZ pod nazivom Protect-It®, koja se zbog pojačane djelotvornosti na kukce rabi u nižim koncentracijama te je tako negativni utjecaj DZ na masu zrnate robe donekle smanjen (Korunić i Fields, 1995.). Protect-It je registrirani insekticid za zaštitu zrnate robe u Kanadi, SAD, Kini, Hrvatskoj i još u nekim drugim zemljama. U pojedinim zemljama pojačana DZ Protect-It razvrstana je izvan skupine otrova što isto tako potvrđuje sigurnost i bezopasnost njegove uporabe.

Brojne europske države kao što su Francuska, Njemačka, Rumunjska, Španjolska, Češka, Italija, Island i dr. imaju nalazišta DZ i koriste ih za vlastite potrebe i kao izvozni proizvod za druge države. U Hrvatskoj su poznata nalazišta dijatomejske zemlje kod Vrapča i u Milni na otoku Braču. Međutim, ovoj nemetalnoj sirovini dosad se u RH nije poklanjala pozornost (Crnički i Šinkovec, 1993.).

Istražujući utjecaj pojedinih fizikalnih značajki DZ, Korunić (1997.) je utvrdio da su kod pojedinih dijatomejskih zemalja čestice promjera 0 do 30 mikrona djelotvornije na kukce u odnosu na veće čestice. Stoga prilikom istraživanja djelotvornosti pojedine DZ korisno je utvrditi utjecaj veličine čestica na insekticidnu djelotvornost.

Obzirom na brojne korisne uporabe dijatomejske zemlje a posebice u sigurnom i ekološki prihvatljivom suzbijanju brojnih nametnika na čovjeku i domaćim životinjama, sve više se istražuju mogućnosti iskorištavanja poznatih postojećih nalazišta i otkrivanja novih nalazišta DZ u Hrvatskoj (Korunić i sur., 2009.).

Tako su iz poznatih geoloških nalazišta DZ s lokaliteta Markuševac (Medvednica) i Podsusedsko Dolje (Medvednica) uzeta 2 uzorka DZ; M-6.9 i PD-2 pripremljena u nekoliko frakcija (Korunić i sur., 2009.). Rezultati učinkovitosti DZ M-6.9, frakcije koja je sadržavala čestice promjera do 45 mikrona, na 3 vrste skladišnih štetnika vrlo su dobri i u

pojednim slučajevima nakon produžene izloženosti obrađenoj pšenici u usporedbi s rezultatima učinkovitosti koje daju najučinkovitije DZ iz svijeta. Rezultati su potvrdili da u Hrvatskoj postoje nalazišta DZ sa povoljnim insekticidnim svojstvima i da je moguće razviti našu učinkovitu, prirodnu i ekološki prihvatljivu formulaciju dijatomejske zemlje.

## **2.2. Opće napomene o dijatomejskoj zemlji kao sastavnom dijelu integrirane zaštite uskladištenih proizvoda**

Kukci uzrokuju gospodarske štete ovisno o brojnosti njihove populacije. Viši stupanj infestacije uzrokuje i veću gospodarsku štetu. Osnovni cilj svih mjera integriranog suzbijanja štetnika je smanjenje gospodarske štete na minimum. Troškovi svakog programa suzbijanja štetnika trebaju dati punu ekonomsku korist pa tako i uporaba DZ kao sastavnog dijela integrirane zaštite. Primjerice, doze uporabe DZ u svakoj zemlji gdje se DZ koristi trebaju se odrediti zavisno o robi i lokalnim uvjetima skladištenja s ciljem da se populacija kukaca smanji na nivo koji ne izaziva gospodarski mjerljivu štetu.

U namjeri da se negativni efekti DZ bitno smanje stručnjaci su uporabili DZ u kombinaciji s drugim mjerama ili kombinacija te s drugim insekticidima prirodnog ili sintetskog podrijetla poput kombinacije DZ s povišenom temperaturom, hlađenjem zrnate mase i DZ, u mješavini DZ s fitopatogenim gljivicama, u mješavini DZ sa sintetskim insekticidima te u mješavini DZ s biljnim insekticidima.

DZ općenito, može postati važan dio integrirane zaštite od štetnika u žitnoj i prehrambenoj industriji. Ima više načina kako se nove i djelotvornije formulacije DZ mogu integrirati u učinkoviti sustav zaštite uskladištene robe. DZ se može izravno miješati sa zrnatom robom, može se obraditi samo površina zrnate robe ili obrada slojeva robe, zatim DZ se upotrebljava za tretiranje raznih površina u objektima ili pak u kombiniranim tretmanima (DZ s povišenom temperaturom, DZ s hlađenjem robe, DZ u fumigaciji s fosfinom). Najviše se preporuča uporaba DZ za zaštitu manjih količina uskladištene robe na privatnim poljoprivrednim gospodarstvima, za zaštitu stočne hrane i kao dodatak stočnoj hrani.

### 3. MATERIJALI I METODE RADA

#### 3.1. Materijal rada

Uzorci dijatomejske zemlje

U testiranju su korištena dva uzorka hrvatske dijatomejske zemlje (DZ): OP-4 i D-01, te jedan standardni uzorak: Celatom® Mn 51, proizveden u SAD-u.

Uzorak D-01 uzet je iz bušotine na lokalitetu Podsusedsko Dolje koji se nalazi se na južnim obroncima Zagrebačke gore, dok je uzorak OP-4 (Slika 11.) uzet s područja Slavonije na lokalitetu Opatovac. Dijatomejska zemlja Celatom® Mn 51, proizvedena je u SAD-u i registrirana je kao insekticid za zaštitu uskladištenih poljoprivrednih proizvoda. Pripada grupi DZ sa srednjom do povišenom djelotvornosti na skladišne kukce i u široj je uporabi u pojedinim zemljama u svijetu.



Slika 11. Uzorak DZ OP-4 s lokaliteta Opatovac

(Foto: Hrvatski geološki institut)

Sakupljeni uzorci DZ s lokaliteta su najprije tijekom 10 dana sušeni na sobnoj temperaturi te nakon toga u pećnici tijekom 24 sata na temperaturi od 40 °C. Nakon sušenja uzorci su samljeveni u laboratorijskom mlinu Tube Mill control IKA (slika 12.) i prosijani serijom sita različitih promjera otvora, 45 do 150 µm. U testiranju je korištena samo frakcija DZ sa česticama manjim od 45 µm.



Slika 12. Mlin Tube Mill control IKA  
(izvor: J. Stanić)

Korištene su dvije vrste test kukaca: rižin žižak *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) i žitni kukuljičar *Rhizopertha dominica* (Fabricius). Kukci su uzgajani u kontroliranim uvjetima na 28 do 30°C i RVZ 60-70% u Laboratoriju za posliježetvene tehnologije na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. U testovima su korišteni odrasli kukci starosti 7-21 dan pomiješanoga spola.

### 3.2. METODE RADA

#### Priprema pšenice

Pšenica za potrebe pokusa je očišćena od pljevica i ostalih primjesa te je sterilizirana na 65-70°C u trajanju od 60 minuta. Nakon toga je ohlađena na sobnoj temperaturi tijekom 12 sati a zatim stavljena u klima komoru na 2 dana radi aklimatizacije na iste uvjete pod kojima je i postavljen pokus. Vlagomjerom DICKEY-john GAC 2100 (slika 13.) Određena je vlaga pšenice od 12,6%, temperatura od 27,6° i hektolitarska težina od 80,2 kg/hl.



Slika 13. Vlagomjer DICKEY-john GAC 2100  
(izvor: J. Stanić)

#### Testiranje djelotvornosti dijatomejske zemlje

Staklenke volumena 210 ml napunjene su sa 100 g pšenice. Nakon toga pšenica je tretirana s uzorcima DZ (OP-4, D-01 i Mn-51) odvage 0,05 g/100 g pšenice (500 ppm). Nakon toga, hermetički zatvorene staklenke su se ručno snažno protresle u trajanju od 30 sekundi kako bi se DZ ravnomjerno rasporedila po zrnu. Nakon što se prah DZ slegnuo, dodani su test kukci; po 50 odraslih jedinki u svaku staklenku posebno. Staklenke su zatvorene mlinskim platnom kako bi se osigurao dovoljan pristup zraka. Netretirana pšenica poslužila je kao kontrola. Svi tretmani postavljeni su u 4 ponavljanja, te su tijekom cijelog praćenja držani u kontroliranim uvjetima na temperaturi od  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  i vlazi zraka od  $65\pm 10\%$ . Djelotvornost uzoraka DZ procijenjena je kroz mortalitet testiranih odraslih kukaca nakon 7 i 14 dana za obje vrste kukaca, te kroz pojavu potomstva nakon 49 (za *S. oryzae*) i 63 dana (za *R. dominica*).

#### Procjena mortaliteta i potomstva

Nakon 7 dana čitav sadržaj staklenke je isipan na preglednu podlogu, te je utvrđen broj uginulih jedinki. Nakon toga uginule jedinke su uklonjene, dok je preostali sadržaj (žive jedinke kukaca, pšenica i prah DZ) vraćen u staklenke. Nakon 14 dana od postavljanja pokusa, ponovljen je isti postupak pregleda, ali tada su uz uginule uklanjene i žive jedinke, dok je u staklenke vraćen preostali sadržaj (pšenica i prah DZ) do procjene potomstva. Nakon 49 dana za rižinog žiška te nakon 63 dana za žitnog kukuljičara, sadržaj staklenki je



ponovno prosijan kako bi se odvojilo zrno od kukaca. Bilježene i su žive i uginule jedinke potomstva tretiranih vrsta kukaca.



Slika 14. Pregled i uklanjanje uginulih jedinki nakon 7 dana

(foto: J. Stanić)

#### Statistička obrada podataka

Rezultati djelotvornosti testiranih uzoraka DZ obrađeni su programom SAS/STAT Software 9.3. (2013. - 2014.). Jednosmjerna analiza varijance svih ispitivanih varijabli napravljena je u modulu SAS Analyst i korištena je procedura ANOVA. Utvrđene značajne razlike između tretmana su ispitane Tukey's Studentized Range (HSD) testom na razini vjerojatnosti 0,05.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Rezultati insekticidnog djelovanja uzoraka dijatomejske zemlje na *Sitophilus oryzae* (L.)

Sedam dana nakon izlaganja odraslih jedinki *S. oryzae* tretiranoj pšenici uzorcima DZ zabilježene su vrijednosti mortaliteta u rasponu od 55,75% (OP-4) do 94,5% (Mn-51) (Tablica 2.). Djelotvornost uzorka D-01 je bila u istom rangu kao i djelotvornost standarda Mn-51. Nakon 14 dana, maksimalni mortalitet postignut je s uzorcima Mn-51 i D-01. Iako je s uzorkom OP-4 postignut nešto niži mortalitet (97,25%), nalazi se u istom rangu učinkovitost kao i uzorci Mn-51 i D-01.

Tablica 2. Učinkovitost uzoraka dijatomejske zemlje na *Sitophilus oryzae* (L.) nakon 7 i 14 dana izloženosti tretiranoj pšenici dozom od 500 ppm

DZ uzorak	Mortalitet* <i>S. oryzae</i> (%) ± SD	
	Nakon 7 dana	Nakon 14 dana
Mn-51	94.50±6.11 a	100.00±0.00 a
OP-4	55.75±26.00 c	97.25±3.40 a
D-01	72.25±9.59 a	100.00±0.0 a
Kontrola	0.00±0.00 b	3.50±4.12 b

\*srednje vrijednosti s istim slovom nemaju statistički značajne razlike za nivo  $p < 0,05$ ; usporedba je po kolonama

### 4.2. Rezultati insekticidnog djelovanja uzoraka dijatomejske zemlje na *Rhyzopertha dominica* (Fab.)

Slabije djelovanje testiranih uzoraka DZ uočeno je na odraslim jedinkama vrste *R. dominica* (Tablica 3.). Naime, u odnosu na kontrolu samo su se uzorci Mn-51 i D-01 značajno razlikovali (29,75%, odnosno 42%), dok kod uzorka OP-4 niti nakon 14 dana ekspozicije nije bilo značajne razlike. Vrijednosti mortaliteta *R. dominica* u tretmanima s

uzorcima Mn-51 i D-01 su nakon 14 dana bile nešto više nego nakon 7 dana (42,5%, odnosno 57,75%) međutim niti te vrijednosti nisu opravdane obzirom da je razina mortaliteta iznosila tek nešto više od 50% populacije.

Tablica 3. Učinkovitost uzoraka dijatomejske zemlje na *Rhizopertha dominica* (Fab.) nakon 7 i 14 dana izloženosti tretiranoj pšenici dozom od 500 ppm

DZ uzorak	Mortalitet* <i>R. dominica</i> (%) ± SD	
	Nakon 7 dana	Nakon 14 dana
Mn-51	29.75±11.52 a	42.50±11.09 a
OP-4	2.00±4.00 b	3.50±5.74 b
D-01	42.00±19.35 a	57.75±18.99 a
Kontrola	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b

\*srednje vrijednosti s istim slovom nemaju statistički značajne razlike za nivo  $p < 0,05$ ; usporedba je po kolonama

#### 4.3. Rezultati djelovanja uzoraka dijatomejske zemlje na potomstvo *Sitophilus oryzae* (L.) i *Rhizopertha dominica* (Fab.)

Značajno smanjenje potomstva *S. oryzae* (Tablica 4.) zabilježeno je u sva tri tretmana (98,85% Mn-51; 89,5% OP-4 i 99,1% D-01). Iz tablice 4. je vidljivo da je HR DZ D-01 jače djelovala na smanjenje potomstva nego standard Mn-51, međutim između ta dva tretmana nije bilo statistički značajne razlike.

Također je i kod vrste *R. dominica* vidljivo značajno smanjenje potomstva u svim tretmanima, a kretalo se od 32,6% (OP-4) do 96,43% (D-01). Između HR DZ D-01 i standarda Mn-51 nije bilo značajne razlike u učinkovitosti.

Tablica 4. Učinkovitost različitih uzoraka dijatomejske zemlje na potomstvo *Sitophilus oryzae* (L.) nakon 49 i potomstvo *Rhyzopertha dominica* (Fab.) nakon 63 dana izloženosti tretiranoj pšenici dozom od 500 ppm

<b>DZ uzorak</b>	<i>Sitophilus oryzae</i>		<i>Rhyzopertha dominica</i>	
	<b>Broj živih ± SD</b>	<b>Broj uginuli ± SD</b>	<b>Broj živih ± SD</b>	<b>Broj uginuli ± SD</b>
Mn-51	7,00± 13,34 b	14,00±11,74 a	95,75±31,03 c	2,75±2,06 ba
OP-4	64,00± 43,66 b	3,25±1,50 a	1015,50±97,12 b	6,50±4,79 a
D-01	5,25± 8,50 b	15,50±17,31 a	53,75±25,39 c	8,00±2,94 a
Kontrola	609,50± 94,29 a	2,00±0,81 a	1506,25±40,01 a	0,00±0,00 b

\*srednje vrijednosti s istim slovom nemaju statistički značajne razlike za nivo  $p < 0,05$ ; usporedba je po kolonama

## 5. RASPRAVA

Najviša djelotvornost testiranih uzoraka DZ postignuta je nakon 14 dana ekspozicije i to kod obje vrste štetnika. Osim u ekspoziciji, razlika u djelotvornosti uzoraka DZ bila je uočljiva i ovisno o vrsti štetnika. Tako je senzibilnija vrsta bila *S. oryzae* i to u svim tretmanima s DZ. Maksimalni mortalitet *S. oryzae* nakon 14 dana postignut je u tretmanima s uzorcima Mn-51 i D-01, s tim da je i uzorak OP-4 s nešto nižim mortalitetom, bio u istom rangu učinkovitosti. Djelotvornost uzoraka D-01 i Mn-51 je kod vrste *R. dominica* smanjena za 1,8 puta, odnosno za 2,4 puta, dok je djelotvornost uzorka OP-4 smanjena za čak 28 puta.

Rezultati istraživanja i drugih autora ukazuju na različitu osjetljivost skladišnih štetnika na tretmane s dijatomejskom zemljom. Općenito, najsenzibilnije vrste pripadaju rodu *Cryptolestes*, dok su vrste roda *Sitophilus* manje osjetljive, zatim *Oryzaephilus*, *Rhyzopertha* i rod *Tribolium* koji se smatra najotpornijim (Korunić i Fields, 1995., Fields i Muir, 1996.). Fields i Korunić (2000.) su objavili slijedeći redoslijed tolerancije vrsta na DZ: *C. ferrugineus* > *O. surinamensis* = *S. oryzae* > *R. dominica* > *T. castaneum*, što je u skladu i s našim rezultatima.

Postoji nekoliko različitih čimbenika koji uvjetuju razlike u osjetljivosti među vrstama skladišnih štetnika. Nakon introdukcija štetnika na tretiranu zrno, redovito više prašiva DZ prijanja za kutikulu osjetljivih vrsta (Fields i Korunić, 2000.). Drugi čimbenici kao što su bolje zadržavanje tjelesne tekućine te bolja obnova vlage iz vanjske sredine, također mogu biti odgovorni za različitu osjetljivost (Shah i Khan, 2014.). Osim toga autori Shah i Khan (2014.) navode druge moguće odgovorne čimbenike kao što su veličina tijela, razlike u lipidima kutikule, razlike u kretanju štetnika kroz zrnatu masu, reakcije ponašanja na DZ ili isušivanje.

Obzirom na općenito slabije djelovanje testiranih uzoraka DZ na vrstu *R. dominica* bilo bi potrebno postaviti testove s višim dozama DZ, kao i proširiti istraživanje na druge vrste skladišnih kukaca. Učinkovitost hrvatskog uzorka DZ D-01 se nije značajno razlikovala od učinkovitosti američkog standarda Mn-51 i to kod obje testirane vrste kukaca. Stoga možemo reći da Hrvatska ima perspektivna nalazišta učinkovite dijatomejske zemlje koja bi mogla naći svoje mjesto u integriranoj zaštiti uskladištenih žitarica protiv skladišnih kukaca.

## 6. ZAKLJUČAK

Prema dobivenim rezultatima testiranja insekticidne djelotvornosti uzoraka dijatomejske zemlje Mn-51, OP-4 i D-01 za suzbijanje rižinog žiška *S. oryzae* i žitnog kukuljičara *R. dominica*, mogu se donijeti slijedeći zaključci:

1. Hrvatski uzorci dijatomejske zemlje (OP-4 i D-01), kao i američki standard Mn-51 pri dozi od 500 ppm pokazali su insekticidnu djelotvornost ovisno o vrsti kukca i ekspoziciji. Najviša djelotvornost testiranih uzoraka DZ postignuta je nakon 14 dana ekspozicije i to kod obje vrste štetnika.
2. Hrvatski uzorak dijatomejske zemlje D-01 je u svim tretmanima pokazao visoko insekticidno djelovanje i to u istom rangu djelotvornosti kao i standard Mn-51. Nakon 14 dana ekspozicije postignut je 100% - tni mortalitet kod *S. oryzae*, odnosno 57,75% kod *R. dominica*.
3. Hrvatski uzorak dijatomejske zemlje OP-4 je pokazao opravdano djelovanje samo za vrstu *S. oryzae* (mortalitet od 55,75% nakon 7 dana, odnosno 97,25% nakon 14 dana ekspozicije), dok je za vrstu *R. dominica* doza od 500 ppm nedostatna za učinkovito suzbijanje.
4. Obzirom na osjetljivost vrsta kukaca, u svim tretmanima s dijatomejskom zemljom senzibilnija vrsta je bila *S. oryzae*. Kod vrste *R. dominica*, djelotvornost uzoraka D-01 i Mn-51 je smanjena za 1,8 puta, odnosno za 2,4 puta, dok je djelotvornost uzorka OP-4 smanjena za čak 28 puta.
5. Svi testirani uzorci dijatomejske zemlje značajno su smanjili broj potomstva kod obje vrste kukaca, s tim da je najveće smanjenje zabilježeno u tretmanu s uzorkom D-01 također kod obje vrste kukaca.

Ovim rezultatima pokusa dokazano je da u Hrvatskoj postoje nalazišta DZ s povoljnim insekticidnim svojstvima i da je moguće razviti našu učinkovitu, prirodnu i ekološki prihvatljivu formulaciju dijatomejske zemlje koja je zanemarujuće otrovnosti na toplokrvne organizme. Naročito učinkovit i vrlo dobar pokazao se uzorak D-01 s bušotine na lokalitetu Podsusedsko Dolje koji se nalazi se na južnim obroncima Zagrebačke gore.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Crnički J., Šinkovec, B., (1993.) Nemetalne mineralne sirovine Hrvatske. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, Zagreb, Vol. 5; 21-37
2. Ebeling, W., (1971.) Sorptive dust for pest control. *Annals Review Entomology. Stored Product Research* 35, 175-182
3. Fields, P.G., Korunić, Z., (2000.) The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-products beetles. *Journal of Stored Product Research* 36, 1-13
4. Hamel, D. (2012): Što je to fumigacija? Zbornik predavanja. DDD Trajna edukacija. Zagreb, 37-58
5. Kalinović, I., Ilić, V., (1995.): Noviji postupci u čuvanju i zaštiti uskladištenih proizvoda. 2. Zbornik radova, Umag, 113-121
6. Korunić, Zlatko. (1990.). Štetnici uskladištenih proizvoda, Zagreb
7. Korunić, Z. (1994.) Dijatomejska zemlja prirodni insekticid. In *Proceedings of ZUPP94*, ed Z. Korunić, 136-148
8. Korunić, Z., Fields, P.G., (1995.) Diatomaceous Earth Insecticidal Composition. Canadian and U.S.A. Patent Pending, 1995.
9. Korunić, Z. (1997.): Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. *J. Stored. Prod. Res.* 33: 219-229
10. Korunić, Z. (1998.): Diatomaceous Earth, a Group of Natural Insecticides; *J. Stored Prod. Res.* Vol. 34, No. 2/3, 87-97.
11. Korunić, Z. (2007.): Joint action of ready to use insecticide mixture of plant extract bitterbarkomycin and diatomaceous earth to control stored grain insects. *Proceedings Seminar DDD i ZUPP 2007 – Disinfection, Disinfestation and Deratization and Protection of Stored Agricultural Products.* Dubrovnik, 375-387
12. Korunić, Z., Rozman, V., Halamić, J. (2009.): Dijatomejska zemlja u Hrvatskoj. Zbornik radova seminara. DDD i ZUPP slijedimo li svjetski razvoj. Zadar, 325-333

13. Korunić, Z. (2010.): Rezultati istraživanja i novine u uporabi dijatomejske zemlje u zaštiti uskladištenih proizvoda. Zbornik radova seminara. DDD i ZUPP prvo desetljeće u novom stoljeću. Pula, 325-339

14. Liška, A. (2009.) Noviji insekticidi i tehnologije u zaštiti uskladištenih poljoprivrednih proizvoda. Zbornik radova 21. seminara s međunarodnim sudjelovanjem o novinama u djelatnosti dezinfekcije, dezinsekcije, deratizacije (DDD) i zaštite uskladištenih poljoprivrednih proizvoda (ZUPP) – DDD i ZUPP 2009 - slijedimo li svjetski razvoj, 25.-27.03.2009. Zadar, Hrvatska, str. 301-313.

15. White G.D., Berndt W.L. and Wilson J.L., (1976.) Evaluating diatomaceous earth, silicaerogel dusts and malathion to protect stored wheat from insects. *USDA/ARS Marketing Research Report* 1038, 18

Jedinica s interneta:

Zakon o službenim kontrolama koje se provode sukladno propisima o hrani, hrani za životinje, o zdravlju i dobrobiti životinja. Datum nastanka dokumenta: 29.6.2013. <http://narodne-novine.nn.hr/> Datum pristupa: 11.6.2015.

Grebmer, K., Headey, D.D., Olofinbiyi T., Wiesmann D., Yin S., Yohannes Y., Foley C., Oppeln C., Iseli B., Béné C., Haddad L. J.. 2013 Global Hunger Index: The Challenge of Hunger. Datum nastanka dokumenta: kolovoz, 2013. <http://www.ifpri.org/publication/2013-global-hunger-index-challenge-hunger-building-resilience-achieve-food-and-nutrition> Datum pristupa: 23.6.2015

Rozman V. Prepoznavanje insekata u skladištima prema nastalim štetama.

[https://bib.irb.hr/datoteka/508537.vlatka\\_rozman\\_prepoznavanje\\_5.5.1.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/508537.vlatka_rozman_prepoznavanje_5.5.1.pdf) Datum pristupa: 2.6.2015.

Novaković M. Dijatomejska zemlja (kremena zemlja). Datum nastanka: 4.8.2013. <http://www.sveznan.com/zdravlje/dijatomejska-zemlja-kremena-zemlja/> Datum pristupa: 23.6.2015.



## 8. SAŽETAK

Dijatomejska zemlja (DZ) je vjerojatno najdjelotvornije prirodno prašivo koje se rabi kao insekticid. Djeluje pretežito sorpcijom, a donekle i abrazijom, oštećujući voštani sloj na tijelu kukca koji štiti kukca od gubitka vlage iz tijela. Kroz oštećena mjesta kukci gube vlagu iz tijela te nakon određenog vremena, zbog isušivanja, ugibaju. U radi je prikazan insekticidni učinak dva uzorka hrvatske DZ, OP-4 i D-01, te američke DZ: Celatom® Mn 51, na dvije vrste skladišnih kukaca: rižinog žižka *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) i žitnog kukuljičara *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). Uzorak DZ D-01 je u svim tretmanima pokazao visoko insekticidno djelovanje i to u istom rangu djelotvornosti kao i standard Mn-51. Nakon 14 dana ekspozicije postignut je 100% - tni mortalitet kod *S. oryzae*, odnosno 57,75% kod *R. dominica*. Uzorak DZ OP-4 je pokazao opravdano djelovanje samo za vrstu *S. oryzae* (mortalitet od 55,75% nakon 7 dana, odnosno 97,25% nakon 14 dana ekspozicije), dok je za vrstu *R. dominica* doza od 500 ppm nedostatna za učinkovito suzbijanje. U svim tretmanima s DZ senzibilnija vrsta je bila *S. oryzae*. Kod vrste *R. dominica*, djelotvornost uzoraka D-01 i Mn-51 je smanjena za 1,8 puta, odnosno za 2,4 puta, dok je djelotvornost uzorka OP-4 smanjena za čak 28 puta. Svi testirani uzorci DZ značajno su smanjili broj potomstva kod obje vrste kukaca. Ovim rezultatima pokusa dokazano je da u Hrvatskoj postoje nalazišta DZ s povoljnim insekticidnim svojstvima i da je moguće razviti našu učinkovitu, prirodnu i ekološki prihvatljivu formulaciju dijatomejske zemlje.

**Ključne riječi:** dijatomejska zemlja, mjere suzbijanja, skladišni štetnici, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica*

## 9. SUMMARY

Diatomaceous earth (DE) is probably the most effective natural tracking powder, which is used as an insecticide. It works mainly by sorption and limited abrasion, damaging the wax coating on the insect's body that protects the insect from losing moisture from the body. Through the damaged areas insects lose moisture from the body, and after some time, due to drying they die. The work has shown insecticidal effect of two samples DE, OP-4 and D-01, and US DE: Celatom® Mn 51, on two types of storage insects: rice weevil *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) and lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). Sample D-01 in all treatments showed high insecticidal activity in the same range efficiency as the standard Mn-51. After 14 days of exposure it was achieved 100% - percent mortality of *S. oryzae*, or 57.75% for *R. dominica*. Sample OP-4 showed a significant influence of the type of *S. oryzae* (mortality of 55.75% after 7 days and 97.25% after 14 days of exposure), while the other *R. dominica* dose of 500 ppm is insufficient for effective combat. In all treatments with DE more sensitive species was *S. oryzae*. In the *R. dominica*, the effectiveness of the samples D-01 and Mn-51 was reduced by 1.8 times, or 2.4 times, while the effectiveness of the sample OP-4 reduced by as much as 28 times. All samples tested DE significantly reduce the number of offspring in both types of insects. These results have proven that in Croatia there are sites DE with low insecticide properties and that it is possible to develop our effective, natural and environmentally friendly formulation of diatomaceous earth.

**Keywords:** diatomaceous earth, control measures, stored product pests, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica*

## 10. POPIS TABLICA

<b>Red. br.</b>	<b>Naziv tablice</b>	<b>Str.</b>
Tablica 1.	Postotak izgubljene težine i izbušenosti zrna pšenice ovisno o početnoj gustoći populacije imaga pri temperaturi od 20 °C (prema Stojanoviću, 1963)	8
Tablica 2.	Učinkovitost uzoraka dijatomejske zemlje na <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) nakon 7 i 14 dana izloženosti tretiranoj pšenici dozom od 500 ppm	28
Tablica 3.	Učinkovitost uzoraka dijatomejske zemlje na <i>Rhyzopertha dominica</i> nakon 7 i 14 dana izloženosti tretiranoj pšenici dozom od 500 ppm	29
Tablica 4.	Učinkovitost različitih uzoraka dijatomejske zemlje na potomstvo <i>Sitophilus oryzae</i> nakon 49 i potomstvo <i>Rhyzopertha dominica</i> nakon 63 dana izloženosti tretiranoj pšenici dozom od 500 ppm	30

## 11. POPIS SLIKA

<b>Red. br.</b>	<b>Naziv slike</b>	<b>Str.</b>
Slika 1.	<i>Sitophilus granarius</i> – imago i prikaz ličinke u zrnu	6
Slika 2.	Imago <i>S. oryzae</i> na zrnu pšenice	7
Slika 3.	Razlika u izgledu imaga između <i>S. oryzae</i> i <i>S. granarius</i>	9
Slika 4.	Imago <i>Rhyzopertha dominica</i>	10
Slika 5.	Imago i ličinka <i>Tenebrioides mauritanicus</i>	10
Slika 6.	Imago <i>Tribolium confusum</i>	12
Slika 7.	Imago <i>Tenebrio molitor</i>	13
Slika 8.	Prašne uši	15
Slika 9.	Aparat Entoleter	17
Slika 10.	Primjena fumigacije	19
Slika 11.	Uzorak DZ OP-4 s lokaliteta Opatovac	24
Slika 12.	Mlin Tube Mill control IKA	25
Slika 13.	Vlagomjer DICKEY-john GAC 2100	26
Slika 14.	Pregled i uklanjanje uginulih jedinki nakon 7 dana	27

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Diplomski rad  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Sveučilišni diplomski studij, smjer Zaštita bilja

**PRIMJENA DIJATOMEJSKE ZEMLJE ZA SUZBIJANJE RIŽINOG ŽIŠKA (*Sitophilus oryzae* L.) I ŽITNOG KUKULJIČARA (*Rhyzopertha dominica* Fab.)**

**Josip Stanić**

**Sažetak:** Dijatomejska zemlja (DZ) je vjerojatno najdjelotvornije prirodno prašivo koje se rabi kao insekticid. Djeluje pretežito sorpcijom, a donekle i abrazijom, oštećujući voštani sloj na tijelu kukca koji štiti kukca od gubitka vlage iz tijela. Kroz oštećena mjesta kukci gube vlagu iz tijela te nakon određenog vremena, zbog isušivanja, ugibaju. U radi je prikazan insekticidni učinak dva uzorka hrvatske DZ, OP-4 i D-01, te američke DZ: Celatom® Mn 51, na dvije vrste skladišnih kukaca: rižinog žiška *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) i žitnog kukuljičara *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). Uzorak DZ D-01 je u svim tretmanima pokazao visoko insekticidno djelovanje i to u istom rangu djelotvornosti kao i standard Mn-51. Nakon 14 dana ekspozicije postignut je 100% -tni mortalitet kod *S. oryzae*, odnosno 57,75% kod *R. dominica*. Uzorak DZ OP-4 je pokazao opravdano djelovanje samo za vrstu *S. oryzae* (mortalitet od 55,75% nakon 7 dana, odnosno 97,25% nakon 14 dana ekspozicije), dok je za vrstu *R. dominica* doza od 500 ppm nedostatna za učinkovito suzbijanje. U svim tretmanima s DZ senzibilnija vrsta je bila *S. oryzae*. Kod vrste *R. dominica*, djelotvornost uzoraka D-01 i Mn-51 je smanjena za 1,8 puta, odnosno za 2,4 puta, dok je djelotvornost uzorka OP-4 smanjena za čak 28 puta. Svi testirani uzorci DZ značajno su smanjili broj potomstva kod obje vrste kukaca. Ovim rezultatima pokusa dokazano je da u Hrvatskoj postoje nalazišta DZ s povoljnim insekticidnim svojstvima i da je moguće razviti našu učinkovitu, prirodnu i ekološki prihvatljivu formulaciju dijatomejske zemlje.

**Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku**

**Mentor:** Doc. dr. sc. Anita Liška

**Broj stranica:** 40

**Broj grafikona i slika:** 14

**Broj tablica:** 4

**Broj literaturnih navoda:** 14

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Gljučne riječi:** dijatomejska zemlja, mjere suzbijanja, skladišni štetnici, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica*

**Datum obrane:** 16.9.2015.

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Prof. dr. sc. Vlatka Rozman, predsjednik
2. Doc. dr. sc. Anita Liška, mentor
3. Prof. dr. sc. Renata Baličević, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Graduate thesis**

**Faculty of Agriculture**

**University Graduate Studies, Plant production, course Plant Protection**

### **APPLICATION OF DIATOMACEOUS EARTH FOR SUPPRESSION OF RICE WEEVIL(*SITOPHYLUS ORYZAE* L.) AND LESSER GRAIN BORER (*RHYZOPERTHA DOMINICA* FAB.)**

**Josip Stanić**

**Abstract:** Diatomaceous earth (DE) is probably the most effective natural tracking powder, which is used as an insecticide. It works mainly by sorption and limited abrasion, damaging the wax coating on the insect's body that protects the insect from losing moisture from the body. Through the damaged areas insects lose moisture from the body, and after some time, due to drying they die. The work has shown insecticidal effect of two samples DE, OP-4 and D-01, and US DE: Celatom® Mn 51, on two types of storage insects: rice weevil *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) and lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). Sample D-01 in all treatments showed high insecticidal activity in the same range efficiency as the standard Mn-51. After 14 days of exposure it was achieved 100% - percent mortality of *S. oryzae*, or 57.75% for *R. dominica*. Sample OP-4 showed a significant influence of the type of *S. oryzae* (mortality of 55.75% after 7 days and 97.25% after 14 days of exposure), while the other *R. dominica* dose of 500 ppm is insufficient for effective combat. In all treatments with DE more sensitive species was *S. oryzae*. In the *R. dominica*, the effectiveness of the samples D-01 and Mn-51 was reduced by 1.8 times, or 2.4 times, while the effectiveness of the sample OP-4 reduced by as much as 28 times. All samples tested DE significantly reduce the number of offspring in both types of insects. These results have proven that in Croatia there are sites DE with low insecticide properties and that it is possible to develop our effective, natural and environmentally friendly formulation of diatomaceous earth.

**Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek**

**Mentor:** Doc. dr. sc. Anita Liška

**Number of pages:** 40

**Number of figures:** 14

**Number of tables:** 4

**Number of references:** 14

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Keywords:** diatomaceous earth, control measures, stored product pests, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica*

**Thesis defended on date:** 16.9.2015.

#### **Reviewers:**

1. Prof. dr. sc. Vlatka Rozman, chairman
2. Doc. dr. sc. Anita Liška, mentor
3. Prof. dr. sc. Renata Baličević, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.