



UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Urška PEVEC

**DIATOMEJSKA ZEMLJA V VARSTVU PRIDELKOV  
PRED SKLADIŠČNIMI ŠKODLJIVCI**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Urška PEVEC

**DIATOMEJSKA ZEMLJA V VARSTVU PRIDELKOV PRED  
SKLADIŠČNIMI ŠKODLJIVCI**

DIPLOMSKI PROJEKT  
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**DIATOMACEOUS EARTH IN CROP PROTECTION AGAINST  
STORED PRODUCT PESTS**

B. SC. THESIS  
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2012

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Stanislava Trdana.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Marina Pinter  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Stanislav Trdan  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Darja Kocjan Ačko  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 27.9.2012

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Urška Pevec

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du1
DK	UDK 632.76:632.936(043.2)
KG	diatomejska zemlja/skladiščni škodljivci/zatiranje/alternativni načini varstva rastlin
AV	PEVEC, Urška
SA	TRDAN, Stanislav (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2012
IN	DIATOMEJSKA ZEMLJA V VARSTVU PRIDELKOV PRED SKLADIŠČNIMI ŠKODLJIVCI
TD	Diplomski projekt (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
OP	IV, 14 str., 5 sl., 23 vir.
JI	sl/en
AI	Diatomejska zemlja (DZ) je inertno prašivo, katerega insekticidna učinkovitost v varstvu pridelkov pred skladiščnimi škodljivci predstavlja alternativo sintetičnim insekticidom. DZ deluje na žuželke na tri načine; prvič, prek absorpcije lipidov iz kutikule, kar povzroči izsušitev osebkov, drugič, z abrazivnim delovanjem na žuželčjo kutikulo ter tretjič, z zamašitvijo dihalnih poti in posledično zadušitvijo žuželk. Zaradi njenega mehanskega delovanja je pojav rezistence na DZ pri žuželkah majhen. Na učinkovitost DZ vplivajo njene različne fizikalne in morfološke lastnosti ter vrsta škodljivca. V ta namen je doslej že bilo izvedenih in še poteka veliko število raziskav, s katerimi želijo izboljšati učinkovitost in povečati uporabnost DZ v varstvu skladiščnega pridelka. DZ ne uporabljamo samo za zatiranje skladiščnih škodljivcev, ampak se pojavlja tudi v našem vsakdanjem življenju. S preučitvijo dostopne domače in tuje strokovne literature želimo predstaviti uspešnost dosedanje uporabe diatomejske zemlje v varstvu rastlin in na ta način prispevati k implementaciji te snovi v sisteme okoljsko sprejemljivega zatiranja skladiščnih škodljivcev v Sloveniji.

### KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 632.76:632.936(043.2)
- CX diatomaceous earth/stored product pests/control/alternative methods of crop protection
- AU PEVEC, Urška
- AA TRDAN, Stanislav (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2012
- TY DIATOMACEOUS EARTH IN CROP PROTECTION AGAINST STORED PRODUCT PESTS
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO V, 14 p., 5 fig., 23 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB Diatomaceous earth (DE) is an inert dust which insecticidal efficiency in crop protection against stored product pests presents an alternative to the use of synthetic insecticides. DE acts on insects in three ways; first, by the absorption of lipids from the cuticle, resulting in death through desiccation, second, with abrasive properties on the insect cuticle and third, by clogging the airways and consequently causing suffocation of the insect. Due to its mechanical action the resistance on DE by insects is small. The efficacy of DE depends greatly on its physical and morphological properties and the species of stored pests. For this purpose several studies were done and are still going on, that want to improve efficiency and maximize the usefulness of DE in stored crop protection. DE is not used only against stored pests, it is also present in our daily lives. By examining the available domestic and foreign literature we want to present current efficacy by using diatomaceous earth in the crop protection and in this way to contribute towards implementation of this substance in to systems environmentally acceptable suppression of stored product pests in Slovenia.

## KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO VSEBINE	IV
KAZALO SLIK	V
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 DIATOMEJSKA ZEMLJA</b>	<b>2</b>
2.1 NASTANEK IN PREDELAVA	2
2.2 UPORABA	3
<b>3 SKLADIŠČNI ŠKODLJIVCI</b>	<b>4</b>
3.1 SPLOŠNO	4
3.2 RAZVRSTITEV GLEDE NA TIP ŠKODLJIVOSTI	4
3.3 OPIS NEKATERIH SKLADIŠČNIH ŠKODLJIVCEV	5
<b>3.3.1 Rižev žužek (<i>Sitophilus oryzae</i> [L.] )</b>	<b>5</b>
<b>3.3.2 Fižolar (<i>Acanthoscelides obtectus</i> Say)</b>	<b>6</b>
<b>3.3.3 Krhljev molj (<i>Plodia interpunctella</i> Hübner)</b>	<b>7</b>
3.4 OBČUTLJIVOST SKLADIŠČNIH ŠKODLJIVCEV NA DIATOMEJSKO ZEMLJO	8
<b>4 INSEKTICIDNO DELOVANJE DIATOMEJSKE ZEMLJE</b>	<b>8</b>
4.1 INSEKTICIDNE LASTNOSTI DZ	8
4.2 INSEKTICIDNA UČINKOVITOST DZ	8
<b>4.2.1 Vpliv temperature in vlage</b>	<b>9</b>
<b>4.2.2 Vpliv vrste živeža in vrste aplicirane DZ</b>	<b>9</b>
<b>4.2.3 Vpliv načina aplikacije DZ</b>	<b>10</b>
<b>5 OMEJITVE PRI UPORABI DZ</b>	<b>11</b>
<b>6 SKLEP</b>	<b>11</b>
<b>7 VIRI</b>	<b>12</b>
<b>ZAHVALA</b>	<b>14</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Ostanki diatomej v vzorcu diatomita iz Grčije po mletju v diatomejsko zemljo	2
Slika 2:	Zmleta diatomejska zemlja	3
Slika 3:	Poškodba zrnja zaradi napada riževega žužka ( <i>Sitophilus oryzae</i> )	5
Slika 4:	Poškodbe fižola zaradi napada fižolarja ( <i>Acanthoscelides obtectus</i> )	6
Slika 5:	Krhljev molj ( <i>Plodia interpunctella</i> )	7

## 1 UVOD

V zadnjem času se v varstvu rastlin vse pogosteje poslužujemo različnih alternativnih metod varstva rastlin pred napadi ali okužbami škodljivih organizmov. V tej zvezi imajo velik pomen naravna odpornost rastlin, kolobar, različni privabilni in vmesni posevki ter nekateri drugi načini. Med slednjimi se v svetu uporabljajo tudi fizikalni načini zatiranja škodljivcev, med katere štejemo uporabo diatomejske zemlje (DZ) za zatiranje rastlinskih škodljivcev, zlasti tistih v skladiščih pridelkov. Njen pomen se je v zadnjih desetletjih močno povečal, tako da predstavlja DZ na različnih območjih sveta vse pomembnejši okolju prijazen ukrep varstva skladiščnih pridelkov. Gre za inertno prašivo, ki je nastalo z odlaganjem ostankov kremenitnih alg ali diatomej na dnu morja ali jezer. V primerjavi s kemičnimi insekticidi, s katerimi neposredno tretiramo živež, DZ zaradi svojega naravnega izvora ne ogroža zdravja ljudi in sesalcev (podgane  $LD_{50} > 5000$  mg/kg teže). DZ ne pušča toksičnih ostankov na pridelku in je na podlagi US EPA (Environmental Protection Agency) uvrščena v kategorijo GRAS (Generally Recognized As Safe) (Athanasioiu in sod., 2010).

V praksi DZ navadno uporabljajo v nizkih koncentracijah (0,1 %) (Rojht in sod., 2012). Tehnologija nanosa DZ je primerljiva klasičnemu nanosu sintetičnih insekticidov in predstavlja dolgotrajno varstvo pred škodljivci. Postopek odstranitve DZ z živeža je preprost in učinkovit (Rojht in sod., 2008).

Skladiščni škodljivci se hitro prilagodijo okolju ter lahko v razmeroma kratkem času razvijejo odpornost na insekticide. Zato je njihovo zatiranje težavno. Skladiščne škodljivce je potrebno zatirati preventivno, pogosto in dosledno, to pa posredno predstavlja velik strošek in vpliv na okolje. S kemičnim zatiranjem največkrat ne preprečimo morebitnega ponovnega vdora škodljivcev v skladišča.

Trenutno je v Sloveniji registriranih samo pet sintetičnih insekticidov za zatiranje naslednjih skladiščnih škodljivcev: riževega žužka (*Sitophilus oryzae*), žitnega žužka (*Sitophilus granarius*), žitnega kutarja (*Rhizopertha dominica*), mokaarjev (*Tribolium* spp.) in krhljevega molja (*Plodia interpunctella*) (Seznam registriranih fitofarmaceutskih sredstev, 2012).

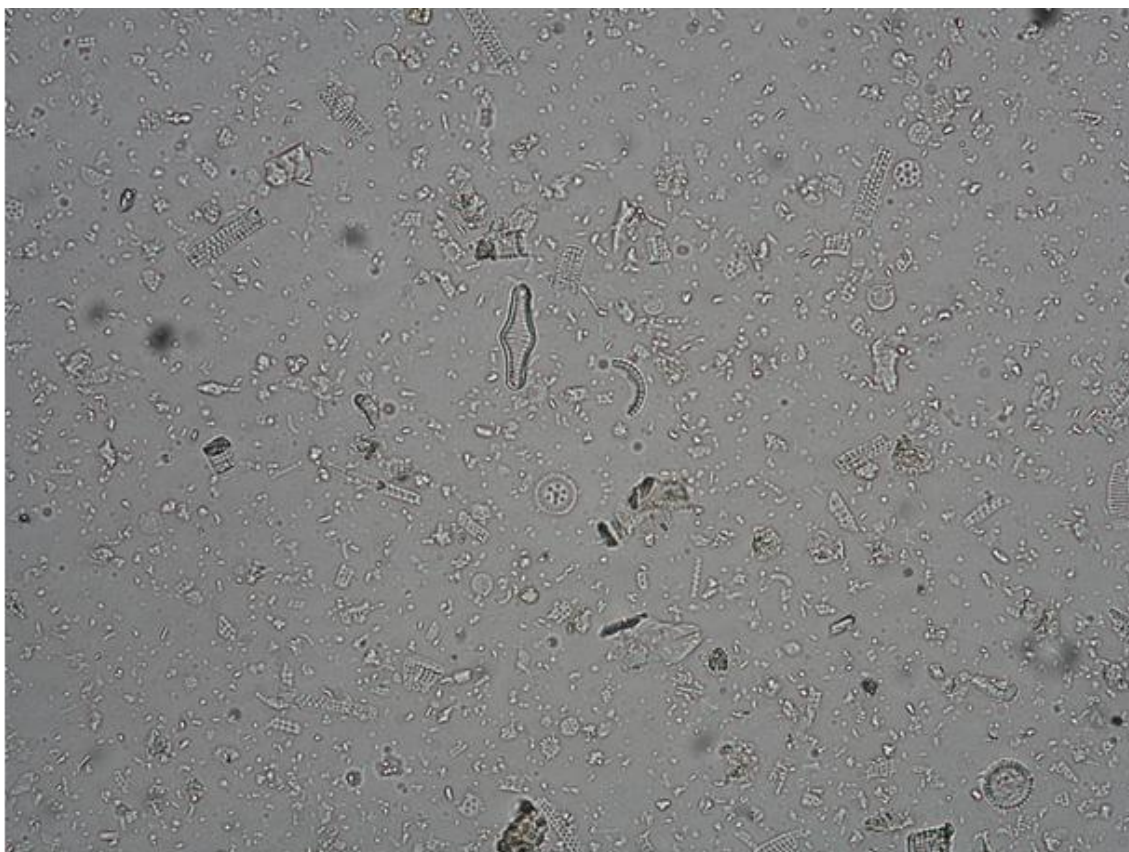


## 2 DIATOMEJSKA ZEMLJA

### 2.1 NASTANEK IN PREDELAVA

Diatomejsko zemljo (diatomejske sedimentne kamnine) sestavljajo fosilni ostanki mikroskopskih alg, imenovanih diatomeje. Skelet odmrlih enoceličnih kremenastih alg se je odlagal več tisoč let na dnu jezer, morja in kraterjev. S tem so se letno tvorile od 0,2 do 0,5 mm debele plasti sedimentov. Podobno kot pri drevesnem deblu, lahko tudi pri kremenitnih sedimentih, glede na število plasti (letnic), razberemo njihovo starost (Rojht in sod., 2008). Velika večina sedimentnih ostankov diatomejske zemlje je nastala v obdobju eocena oz. miocena (Korunić, 1997).

Kremenitne alge so različnih oblik, njihova lupina pa je zgrajena iz hidratizirane amorfne kremenice oziroma opala ( $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ ) ter je sestavljena iz različnih por. Hkrati pa vsebuje primesi elementov in spojin, kot so aluminij, železov oksid, kalcijev oksid, magnezij in natrij. Sama sestava in količina primesi določata barvo DZ, ki variira od belosive do rumene, lahko pa je tudi rdeča. DZ je brez vonja in se v vodi ne topi (Round in sod. 1990; Rojht in sod., 2012).



Slika 1: Ostanki diatomej v vzorcu diatomita iz Grčije po mletju v diatomejsko zemljo (foto: F. A. Celar)

Njena specifična masa znaša od 220 do 670 g/l. Vsebuje med 2 in 6 % vlage, njen pH pa variira od 4,4 do 9,2. Glede na nastanek in kemično sestavo poznamo več tipov DZ. Tako glede na nastanek ločimo morske in sladkovodne DZ. Razlika se kaže v vsebnosti

kristaliziranega silicija, katerega diatomeje iz morja pogosto vsebujejo več (od 2 do 7 %), diatomeje iz sladke vode pa okrog 1 % manj. Glede na mineraloške analize uvrščamo DZ v tri skupine, uvrstitev pa določa vsebnost kremenca, opala-A, glinenih mineralov, karbonatov ter tufske komponente (diatomejski meljevci, diatomejski laporovec oz. diatomejski karbonatni meljavec ter tufski diatomit) (slika 1) (Korunić, 1997; Horvat in Mišič, 2004; Rojht in sod., 2012).

## 2.2 UPORABA

Nahajališča diatomejske zemlje najdemo povsod, kjer je bila ali je še sladka voda. Najstarejša nahajališča sedimentov kremenastih alg so v Burgerheimu (Nemčija), vendar so izkopavanje zaradi predragega postopka pred desetimi leti opustili. Na svetu letno nakopljejo okrog 1,3 milijona ton diatomejske zemlje. Največje proizvajalke diatomejske zemlje so ZDA (620.000 t na leto), Kitajska (390.000 t na leto), Danska (233.000 t na leto), Japonska (130.000 t na leto), ki pa morajo za proizvodnjo izpolnjevati določene pogoje. Prav zaradi nastajanja v plasteh je pridobivanje za nadaljnjo uporabo pri filtraciji toliko lažje – sedimente odstranjujejo po slojih ter jih nato z majhno porabo energije zmeljejo v prah (Rojht in sod., 2008). Izkopano diatomejsko zemljo sušijo, meljejo in žarijo pri 1200 °C, da odstranijo organske ostanke (slika 2). Obdelana diatomejska zemlja se uporablja kot filtracijsko sredstvo za pripravo pijač ter kot polnilo za izdelovanje avtomobilskih gum, papirja, zdravil, stenskih barv, kartona daje mu trdnost in stabilnost zobnih in polirnih past, ... Alfred Nobel je z njeno pomočjo stabiliziral nitroglicerin in tako izdelal dinamit. V preteklosti so jo uporabljali za sijaj živalske dlake in čiščenje konjskih podkev (Rojht in sod., 2008).

Nahajališča DZ, ki so nam najbližje, so v osrednji Srbiji (okolica Valjeva) in na jugu Srbije (Vranje). Prave DZ v Sloveniji ne poznamo, diatomejski sedimenti pa se pri nas pojavljajo v Krški kotlini in Tuhinjskem gričevju (Trdan in sod., 2012).



Slika 2: Zmleta diatomejska zemlja

Teorija o načinu delovanja inertnih prašiv, kot je DZ, na žuželke, je bila razvita že v začetku leta 1931, ko sta Zacher in Kunike razložila »Zacherjev učinek«. Ugotovila sta, da prašivo deluje na podlagi dehidracije oz. izsušitve telesa (Korunić, 1997). Prvi komercialni pripravki DZ so se pojavili po letu 1950, v obdobju 1963-1970 so potekale zelo intenzivne raziskave v zvezi z zatiranjem skladiščnih škodljivcev. V obdobju 1980-1990 se pojavijo zelo učinkoviti pripravki, predvsem ker diatomeji dodajajo škrob, med,...

DZ, ki je registrirana kot insekticid, mora vsebovati manj kot 7 % kristalnega SiO<sub>2</sub>. Kristalizirano SiO<sub>2</sub> namreč povzroča silikozo in je pri inhalaciji rakotvoren (IARC, 1997, cit. po Rojht in sod. 2012). Trenutno DZ preučuje veliko znanstvenikov z namenom njene čim bolj učinkovite implementacije v skladišča z uskladiščenimi pridelki (Rojht in sod., 2012).

### 3 SKLADIŠČNI ŠKODLJIVCI

#### 3.1 SPLOŠNO

Ne le na prostem in v rastlinjakih, tudi v shrambah pridelki niso varni pred škodljivci. Skladiščni škodljivci so majhni organizmi, ki se zadržujejo v skritih mestih, razpokah, luknjah

in težko dostopnih delih skladišč, kjer je čiščenje omejeno. V Sloveniji najdemo v skladiščih do 40 vrst škodljivcev in povzročiteljev bolezni. Po večini izvirajo iz toplejših krajev, kjer živijo na prostem, pri nas pa so se prilagodili na življenje v zaprtih prostorih, kjer imajo lahko zaradi ugodnih razmer več rodov na leto. Širjenje skladiščnih škodljivcev se nadaljuje še danes. K temu največ doprinese vedno večja izmenjava kmetijskih pridelkov med državnimi z različnimi podnebnimi razmerami in posledično raznovrstnimi žuželčjimi vrstami. Skladiščni škodljivci so lahko škodljivi ne samo v skladiščih, ampak tudi na prostem. To velja za krilate oblike, ki v topli obdobju leta zapuščajo skladišča in na prostem iščejo hrano. Takšno vedenje pospešujejo visoke temperature, k sreči pa takšen vedenjski vzorec v Sloveniji ni pogost (razen pri metuljih) (Štetočine..., 1972).

#### 3.2 RAZVRSTITEV GLEDE NA TIP ŠKODLJIVOSTI

Poškodbe, ki nakazujejo zastopanost skladiščnih škodljivcev, so lahko vidne, kadar jih opazimo s prostim očesom in nevidne ali zakrite, kadar se žuželke zadržujejo v živežu. Nekatere vrste se prehranjujejo samo z eno vrsto hrane, kot na primer črni žitni žužek (*Sitophilus granarius*), spet druge napadajo različne gostitelje, kot na primer krljev molj (*Plodia interpunctella*). Zrnje poškodujejo z grizenjem, sesanjem, ga onesnažijo z iztrebki ali s svojimi telesnimi ostanki, ki nastanejo med razmnoževanjem. Posledice delovanja skladiščnih škodljivcev se kažejo kot zlomljena in poškodovana zrna, kot izguba vitalnosti zrnja, izguba mase zrna, itd. Hkrati pa se ob močnem napadu žuželk zrnje segreva, s čimer se povečuje vlaga v njem. S tem se ustvarjajo optimalne razmere za razvoj plesni. Napadenemu živežu se pogosto spremeni biokemična sestava, saj se poveča vsebnost dušika in prostih maščobnih kislin. Takšno zrnje ima neprijeten vonj in je slabše kalivo. Zrnje z ostanki škodljivcev in mikotoksini (produkti plesni), ogroža zdravje ljudi, saj lahko povzroči različne alergije (Štetočine..., 1972).

Glede na škodo, ki je na uskladiščenemu pridelku, delimo skladiščne škodljivce na:

- primarne (napadajo zdrava zrna): sem spadajo rižev žužek (*Sitophilus oryzae* [L.]), koruzni žužek (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), črni žitni žužek (*Sitophilus granarius* [L.]), žitni kruhar (*Rhyzopertha dominica* [F.]), žitni molj (*Nemapogon granella* [L.]), koruzni molj (*Sitotroga cerealella* Olivier), krljev molj (*Plodia interpunctella* Hübner), in indijski žitnik (*Trogoderma granarium* Everts);
- sekundarne (poškodujejo že napadena zrna): sem uvrščamo zobatega žitnika (*Oryzaephilus surinamensis* [L.]) in mokaerje (mali mokaer (*Tribolium confusum* Duval), rižev mokaer (*Tribolium castaneum* [Herbst], itd.))
- mikofagne (prehranjujejo se z micelijem gliv, ki se razvije na zrnju kot posledica visoke temperature in vlage),
- slučajne vrste (le-te so prinesene ob žetvi v skladišča in s časom poginejo), mednje spadajo žitne stenice (*Eurygaster* spp.), idr.

### 3.3 OPIS NEKATERIH SKLADIŠNIH ŠKODLJIVCEV

#### 3.3.1 Rižev žužek (*Sitophilus oryzae* [L.])

Rižev žužek (Insecta, Coleoptera, Curculionidae) je sorodnik črnega žitnega žužka. K nam so ga prinesli s pošiljkami žit iz južnih krajev. Gre za vrsto, ki je pri nas in v svetu zelo razširjena. V dolžino meri od 2,5 do 4 mm in je rjave do črne barve. V Sloveniji je najbolj pogost v zidanih skladiščih in silosih. Rižev žužek ima na pokrovkah po dve široki, nejasno omejeni rdečkasti pegi, ki skrivata opnasta krila, katera uporablja za letanje. To pa mu omogoča lažje širjenje. Ima rilček, s katerim samica v zrno zavrti luknjo, vanjo odloži jajčeca in jo zakrije s sluzasto snovjo (Vrabl, 1992).



Slika 3: Poškodovano zrnje pšenice zaradi napada riževega žužka (*Sitophilus oryzae*) (foto: T. Bohinc)

Samica v svoji življenjski dobi odloži od 300 do 500 jajčec. Poleg tega se lahko rižev žužek razvija v poškodovanih zrnih (slika 3), kar povzroča hitro večanje števila teh škodljivcev. V enem zrnju se lahko razvije tudi več ličink, ki so okroglaste, bele in velike do 3 mm. Rižev žužek je termofilna vrsta, saj je za njegov razvoj optimalna temperatura od 24 do 28 °C. Pri tej temperaturi traja celoten razvoj 24 dni, s tremi do štirimi rodovi letno (Vrabl, 1992).

### 3.3.2 Fižolar (*Acanthoscelides obtectus* [Say])

Fižolar (Insecta, Coleoptera, Chrysomelidae) je predvsem zaradi svoje hitre prilagodljivosti na okolje gospodarsko pomemben škodljivec fižola v Južni Ameriki (Alvarez, 2005) in na območju Sredozemlja (Papachristos in Stamopoulos, 2000; Alvarez, 2005).

Fižolar sicer napada predvsem fižol, tu in tam pa ga je mogoče najti tudi v semenih graha, boba in soje. Hrošček je dolg od 3 do 5 mm, je ovalne oblike, temno rjave barve, vratni ščit pa je obdan s finimi dlačicami sivorumene ali rumenozelene barve. Na pokrovcih ima podolgovate svetlejše ali temnejše proge, njegov zadnji del zadka pa gleda izpod pokrova. Ličinka je dolga od 4 do 5 mm, je belkasto rumene barve in ima v prvem stadiju tri pare tankih nog, ki pozneje izginejo (Vrabl, 1992).



Slika 4: Poškodbe fižola zaradi napada fižolarja (*Acanthoscelides obtectus*) (foto: T. Bohinc)

Škodo na fižolu in drugih stročnicah povzročajo ličinke, ki živijo v zrnju in se hranijo z njegovo vsebino. Da je zrnje napadel fižolar, opazimo po značilnih okroglih ali ovalnih luknjicah na površju zrnja (slika 4). Nekatere luknjice so še prekrivane z lupino, tako da na zrnju

vidimo nekakšna okenca. Močno napadeno zrnje je lahko znotraj skoraj popolnoma izjedeno (FITO-INFO, 2012).

V enem zrnju je lahko več lukenj, saj se v njem lahko razvije več ličink, celo do 25. Napadena fižolova zrna niso užitna in hkrati mnogo manj kaljiva. Fižolar se lahko pojavlja v enem rodu (na njivi) ali v več rodovih (v shrambi in na njivi) letno. Ena samica odloži od 20 do 90 jajčec. Dorasla ličinka se zabubi tik pod površjem zrnja, izleženi hroščki pa pregrizejo lupino in pridejo na prosto. Fižolar lahko prezimi v zrnju. Za samice so na njivi privlačni stroki. Samice odlagajo jajčeca v luknjico v šivu na hrbtne strani stroka, in sicer na mestu, kjer je znotraj priraslo zrno. Fižolar ne napada fižola vsako leto, pravzaprav je intenzivnost napada zelo različna in nikakor ne vsako leto (Vrabl, 1992).

### 3.3.3 Krhljev molj (*Plodia interpunctella* [Hübner])

Krhljev molj (Insecta, Lepidoptera, Pyralidae) je polifagna vrsta, ki poleg pšenice napada moko, oreh, čokolado, suho sadje, mleko v prahu, itd. Najdemo ga vsepovsod, kjer pridelujejo ali predelujejo žito. Najbolj pogost je v skladiščih ob večjih rekah ter v trgovinah s hrano. Največjo škodo povzročajo gosenice, ki velik delež zrna pojedo, mu izjedó kalček, ga uničijo z zapredenjem in onesnažijo z iztrebki (Štrbac, 2002).



Slika 5: Krhljev molj (*Plodia interpunctella*) (NMR, 2012)

Odrasel osebek ima od 7 do 9 mm dolgo telo, s premerom kril od 13 mm do 18 mm. Dve tretjini prvih kril sta bakrene barve, ostali del kril je sive barve (slika 5). Drugi par kril je sive barve z umazano zelenim prelivom. Njegova barva in velikost se spreminjata glede na razmere v katerih živi (hrana, temperatura, vlaga,...). Jajčeca so ovalna, pokrita z mrežasto lupino in belkaste barve. Gosenica je velika do 17 mm ter pokrita z dlačicami, ki izhajajo iz temnorjavih peg. Je rumenobelega, včasih sive barve. Njen vratni ščit in glava pa sta rjave barve. Samica izleže od 60 do 400 jajčec, število je prav tako odvisno od razmer, v katerih

živijo žuželke. Optimalne razmere za razvoj krljevega molja so pri 30 °C in pri 70 % vlažnosti hrane.

### 3.4 OBČUTLJIVOST SKLADIŠNIH ŠKODLJIVCEV NA DIATOMEJSKO ZEMLJO

Občutljivost posameznih škodljivcev na DZ je predvsem odvisna od razmerja površina telesa/prostornina telesa, zato so manjši škodljivci bolj dovzetni za izgubo vode od večjih. Glede na občutljivost osebkov na diatomejsko zemljo, si rodovi od najbolj dovzetnih do najbolj odpornih sledijo takole: *Cryptolestes* < *Sitophilus* < *Oryzaephilus* < *Rhyzopertha* < *Tribolium*.

Na DZ so najbolj tolerantni mokaarji (*Tribolium* spp.) (Rojht in sod., 2012), na splošno pa je bilo ugotovljeno, da so sesajoče žuželke in pršice na DZ veliko bolj odporne od grizočih. Seveda je njihova dovzetnost oz. tolerantnost odvisna od več dejavnikov, ki pogojujejo učinkovitost DZ. DZ deluje na žuželke fizikalno, zato je pojav rezistence žuželk nanjo majhna (Rojht in sod., 2008).

## 4 INSEKTICIDNO DELOVANJE DIATOMEJSKE ZEMLJE

### 4.1 INSEKTICIDNE LASTNOSTI DZ

Inertna prašiva, kot je DZ, delujejo na žuželke prek poškodb vrhnjega lipidnega sloja, ki pokriva kutikulo žuželk. Z absorpcijo DZ vodoodpornih epikutikularnih voskov, se pri žuželkah poveča izguba vlage; pri 60-odstotni izgubi vode oz. 30-odstotni izgubi telesne mase nastopi smrt žuželk. Dolžina obdobja, ki poteče od poškodbe do smrti, je odvisna od relativne zračne vlage in v primeru skladiščnega pridelka od vsebnosti vlage v zrnju. Nekatera prašiva delujejo tudi prek prebavnega trakta ali pa povzročijo zadušitev žuželk. Ta dva učinka pogosto delujeta v kombinaciji. V zadostnih količini lahko DZ deluje tudi kot kontaktni insekticid (Korunić, 1998; Rojht in sod., 2012).

### 4.2 INSEKTICIDNA UČINKOVITOST DZ

Učinkovitost DZ na skladiščne škodljivce je odvisna od različnih fizikalnih lastnosti diatomejskih delcev. Te karakteristike zajemajo tako velikostno razdelitev delcev, aktivno površino in absorpcijo lipidov, premer por inertnih delcev, vsebnost vlage v prašivu, vsebnost SiO<sub>2</sub>, premer delcev diatomej, zmožnost zmanjšanja hektolitrske mase zrnja ter sposobnost delcev DZ za vezavo na površje živeža. Popolna DZ naj bi imela višjo vsebnost amorfnega SiO<sub>2</sub> (nad 80 %), manj kristalnega SiO<sub>2</sub> (pod 7 %), uniformno velikost delcev (s premerom manj kot 10 µm), vsebovala naj bi čim manj gline ali ilovice ter ostalih primesi. Poleg tega, naj bi bil njen pH 8,5, gostota pa pod 300 g/l (Korunić, 1997).

Učinkovitost DE iz različnih nahajališč se razlikuje. Rezultati raziskav kažejo, da so z vidika učinkovitosti bistvene fizikalne in morfološke karakteristike DZ, ne pa to, ali so se diatomeje odložile na dnu jezer ali morij. Korunić (1997) ugotavlja, da se DZ iz različnih koncev sveta razlikujejo po stopnji učinkovitosti proti skladiščnim škodljivcem.

#### **4.2.1 Vpliv temperature in vlage**

V raziskavah (Arthur 2001; Athanassiou in sod., 2010) je bilo ugotovljeno, da na insekticidno učinkovitost DZ vpliva še vrsta drugih dejavnikov. Med pomembnejše štejemo temperaturo in relativno zračno vlago. Tako je bilo ugotovljeno, da se s povečevanjem relativne zračne vlage večja število preživelih osebkov riževega žužka. Manjša smrtnost je lahko posledica vzajemnega delovanja relativne zračne vlage in temperature na rast osebkov in razvoj populacije. Tako se ob povišani temperaturi in nizki zračni vlagi podaljša čas razvoja osebkov in zmanjša odstotek preživelih odraslih osebkov. Vpliv temperature na učinkovitost DZ je lahko spremenljiv in odvisen od posamezne obravnavane vrste ter od razmer, katerim so bili osebki izpostavljeni. Med drugim je bilo ugotovljeno, da se učinkovitost DZ ne zmanjša zaradi vlage zrnja, ampak zaradi vlage iz zraka, katero so delci DZ vezali nase. Preživetje osebkov je torej delno odvisno od temperature in vlage (tudi vlage zrnja), katerima so izpostavljeni. Do podobnega zaključka sta prišla tudi Trdan in Bohinc (2011), ki domnevata, da se je ob tretiranju z DZ smrtnost odraslih osebkov fižolarja z naraščanjem vlage zmanjševala predvsem zaradi zmanjševanja frekvence dihanja. Relativna zračna vlaga, ki je višja od 60 %, pa lahko privede do počasnejšega izsuševanja kutikule obravnavanega škodljivca.

Pri višji relativni zračni vlagi je potrebno uporabiti DZ v višjih koncentracijah ali pa podaljšati interval izpostavljenosti žuželk, da dosežemo želeno smrtnost. Znano pa je, da z višanjem temperature povečujemo učinkovitost DZ (Arthur, 2001; Athanassiou in sod., 2005).

Raziskave Rojhtove in sod. (2010b) so pokazale, da na smrtnost odraslih osebkov riževega žužka vpliva vzorec (lokacija) in koncentracija diatomejske zemlje, temperatura, relativna zračna vlaga ter zaporedni dan po tretiranju. Ugotovljeno je bilo, da smrtnost narašča s številom dni po tretiranju (najmanjša je bila 7. dan, največja pa 21. dan), z večanjem relativne zračne vlage (ki pa ne sme biti previsoka). Učinek temperature je odvisen predvsem od temperature, pri kateri smo namnoževali škodljivce. Znano je namreč, da so žuželke občutljive na nenadne spremembe temperature in stres povezan z njimi. Znano je namreč, da se smrtnost žuželk večja z višanjem temperature, saj se v takšnih razmerah premikajo in hranijo hitreje ter intenzivneje, kar poveča delovanje diatomejske zemlje. V omenjeni raziskavi so ugotovili, da je bilo delovanje diatomejske zemlje najboljše pri 30 °C in 75 % vlagi, najslabše pa pri 25 °C in 55 % vlagi. Učinkovitost diatomejske zemlje so ugotavljali pri treh temperaturah (15, 20 in 25 °C), dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %) in štirih koncentracijah vzorcev (100, 300, 500 in 900 ppm).

#### **4.2.2 Vpliv vrste živeža in vrste aplicirane DZ**

Učinkovitost DZ je odvisna tudi od tipa živeža in različnost zrnja, na katerega je bilo prašivo naneseno, predvsem kot posledica različnih fizikalnih in kemičnih lastnosti zrnja, sprememb obnašanja žuželk, ki so bile v stiku s tretiranim zrnjem ali v kombinaciji obeh. Tako je raziskava Athanassioua in sod. (2010) pokazala, da je DZ učinkovitejša na zrnju ječmena in pšenice kot na zrnju koruze in riža. Ugotovljeno je bilo, da imajo ključno vlogo pri razvoju osebkov in večanju njihove populacije nekatere fizikalne ter kemične lastnosti zrnja.



Tako so na primer s primerjavo različnih vrst žita ugotovili, da trdota zrnja določa (omejuje) razmnoževalno sposobnost riževega žužka (Athanassiou in sod., 2005).

Isti avtorji ugotavljajo tudi, da je stopnja vezave delcev DZ na zrnje odvisna od tipa zrnja in da interakcija med delci DZ in zrnjem močno vpliva na učinkovitost prašiva, saj lahko le-to absorbira lipide iz zrnja. Ta absorpcija je lahko hitrejša pri pšenici kot pri ječmenu, saj lahko lipidi pšeničnih semen negativno vplivajo na učinkovitost DZ. Kljub temu lahko rečemo, da je varstvo pšenice in ječmena z DZ pred riževim žužkom zadovoljivo kar 9 mesecev po nanosu, kar je generalno gledano nedosegljivo s sintetičnimi insekticidi.

Za zatiranje skladiščnih škodljivcev je bilo doslej uporabljenih veliko komercialnih in naravnih pripravkov na podlagi DZ. Med komercialne pripravke, ki imajo več SiO<sub>2</sub> kot naravni, štejemo SilicoSec, Protec-It, Insecto, PrySec, idr. V raziskavi Athanassioua in sod. (2005), kjer so primerjali tri različne komercialne pripravke, je bilo ugotovljeno, da so generalno gledano primerljivo učinkoviti proti riževemu žužku, v primerjavi z naravnimi, pa so bolj učinkoviti. Komercialni pripravki se razlikujejo tudi glede na to, ali delujejo bolje ob površinskem tretiranju ali ob tretiranju na zrnje.

Prišli so do zaključka, da ob uporabi DZ, primerne za površinsko tretiranje, lahko dosežemo popolno umrljivost hroščev, saj le-ti lažje »poberejo« delce DZ, dokler je le-ta enakomerno nanesena po površju petrijevk in ni vezana na žitno zrnje. S tem pa je zmanjšana možnost absorpcije lipidov iz perikarpa zrnja, kar zmanjšuje učinkovitost DZ. Ugotovili so še, da bi 5 g DZ predstavljalo zadostno količino za tretiranje 1 m<sup>2</sup>. Kakor koli že, omenjeno informacijo bi bilo potrebno še potrditi v poskusu v skladiščih in na različnih površinah.

#### 4.2.3 Vpliv načina aplikacije DZ

Poleg potresanja, lahko DZ uspešno nanašamo tudi s škropljenjem, predvsem s škropljenjem praznih skladišč. V raziskavi Athanassioua in sod. (2010), kjer so primerjali učinkovitost obeh načinov uporabe proti riževemu žužku in malemu mokažu (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val), je bilo ugotovljeno, da je škropljenje manj učinkovito od potresanja. To so si avtorji razlagali z dejstvom, da voda kljub temu, da po škropljenju hitro izhlapi, še vedno ostane absorbirana v delcih DZ, kar vpliva na slabše insekticidno delovanje DZ.

V isti raziskavi so avtorji preizkusili, kakšen učinek ima škropljenje na fizikalne lastnosti zrnja (Athanassiou in sod., 2010). Ugotovili so, da je bila relativna masa zrnja znatno manj zmanjšana pri škropljenju. To je pomembna ugotovitev, saj je ena od pomembnih neželenih lastnosti DZ negativen vpliv na fizikalne lastnosti zrnja. Aplikacija DZ s škropljenjem ima v tem pogledu veliko prednosti, saj vpliva na manjše trenje med zrnjem, na boljšo zdrso zmožljivost zrn ter manj zračnih delcev med transportom. Kljub pozitivnim rezultatom je potrebno to metodo še dodobra raziskati.

## 5 OMEJITVE PRI UPORABI DZ

Poleg vrste pozitivnih vplivov na okolje in visoko umrljivost izpostavljenih žuželk, ima uporaba DZ še veliko omejitev. Eno od glavnih težav pri njeni uporabi predpostavlja vpliv na zmanjšanje sipkosti in hektolitrske mase zrnja kot posledica vezave delcev DZ na površje zrn. S tem se poveča trenje med zrnji, kar zvišuje kot zdrsa in zmanjšuje nasipno gostoto tudi do 8 kg/hektoliter. Ob tem je opazen znaten padec kakovosti zrnja. Zato bi bilo potrebno v praksi uporabljati pripravke, ki imajo zadovoljivo učinkovitost tudi pri koncentraciji 0,2 oziroma 0,3 kg/tono zrnja (200-300 ppm). Z neposrednim nanosom na zrnje pa je zaradi možne absorpcije lipidov iz zrn zmanjšana učinkovitost DZ (Korunić, 1997; Rojht in sod., 2012).

Čeprav je tehnologija nanosa DZ na živež enaka nanosu ostalih FFS, je tretiranje neprijetno zaradi velike količine prahu. Z uporabo vodne aplikacije, pa je zmanjšana učinkovitost DZ. Različne raziskave so pokazale, kako močan vpliv ima vlaga na delovanje DZ. Vendar pa to ne velja za DZ z večjim odstotkom glinenih mineralov, saj je raziskava Rojhtove in sod. (2010b) pokazala znatno boljše rezultate pri 75-odstotni vlagi (v primrežavi s 55-odstotni vlago) pri tretiranju odraslih osebkov riževega žužka. Ker DZ nanašamo na površje zrn, njeni delci ne poškodujejo stadijev žuželk, ki se nahajajo v zrnju, za razliko od kemičnih fumigantov (Fields, 1999; Athanassiou in sod., 2005; Rojht in sod., 2012).

Rešitev negativnih posledic DZ na živežu bi lahko premostili z nanašanjem le po površju uskladiščenih pridelkov ali po plasteh, kot jo uporabljajo v ZDA. Prav tako bi lahko DZ mešali z nizkimi koncentracijami sintetičnih insekticidov (Rojht in sod., 2012).

## 6 SKLEP

Živimo v času, v katerem vse prevečkrat tudi zaradi hitrega razvoja obremenjujemo naravo. Zato želimo z ustreznimi kmetijskimi tehnologijami, kamor uvrščamo tudi alternativne načine varstva rastlin, ohraniti okolje ne samo za nas, ampak tudi za poznejše rodove. DZ, kljub temu, da vedenje o njenem insekticidnem učinku datira daleč v preteklost (4000 let nazaj), predstavlja za Slovenijo novo alternativo kemičnemu varstvu skladiščnega pridelka.

Doslej je bilo opravljenih veliko raziskav, ki so pokazale njeno zadovoljivo insekticidno učinkovitost. Kljub nekaterim omejitvam velja dejstvo, da zagotavlja DZ v primerjavi s kemičnimi insekticidi dolgotrajen in učinkovit način varstva skladiščnega živeža. Čeprav je dolgotrajnost v uporabi insekticidov neželena lastnost, predstavlja v primeru DZ eno od pglavitnih prednosti, saj je znano, da DZ zaradi svojega naravnega izvora ne predstavlja nevarnosti za okolje. Z implementacijo DZ v sisteme skladiščenja živeža bi zadovoljili potrebo po dolgotrajnem varstvu pridelka, saj je nevarnost odpornosti žuželk nanjo majhna.

Danes poznamo veliko komercialnih in naravnih pripravkov, ki so se v raziskavah dokazali kot učinkoviti proti skladiščnim škodljivcem. Ker pa je občutljivost za DZ pri žuželčjih vrstah različna, so za uporabnika pomembni vsi podatki, ki opisujejo lastnosti in učinkovitost različnih tipov DZ. Z njihovo pomočjo se namreč uporabnik lahko lažje odloči za najbolj učinkovit pripravek na podlagi DZ.

Zadovoljivo učinkovitost diatomejske zemlje pri zatiranju škodljivcev žit ali zrnja stročnic dosežemo pri 0,1-odstotni koncentraciji (1 kg zemlje na 1 tona zrnja/žita). Tam, kjer s to snovjo zatirajo tudi škodljivce v urbanem okolju (npr. ščurke, stenice), pa dosejajo dobro učinkovitost z uporabo 20 g praha na 1 m<sup>2</sup> tal ali stene. S koncentracijo 600 g/ha pri uporabi 300 l vode (2 g diatomejske zemlje/l vode) naj bi bilo po raziskavah nekaterih mogoče zadovoljivo zatreti tudi resarje (Thysanoptera) in listne uši (Aphididae) na rastlinah. Tako je na primer eden od pripravkov v Veliki Britaniji registriran kot dodatek v hrani, in ne kot insekticid, v navodilih za uporabo pa je navedena njegova ustreznost za zatiranje črnega žitnega žužka, zobatega žitnika, riževega mokaarja, močne večče (*Ephestia kuehniella* Zeller) in skladiščnih pršic (Acarina). Za preventivno uporabo je navedena koncentracija 200 g/m<sup>2</sup>, za kurativno pa 600 g/m<sup>2</sup>. Isti pripravek je na voljo tudi na hrvaškem trgu (preventivna koncentracija 1 kg/tono žita, za kurativno uporabo 2 kg/ tonno žita, za tretiranje praznih prostorov pa 10 g/m<sup>2</sup>) (Trdan in sod., 2012).

Kakor koli že, še vedno potekajo in so potrebna iskanja nahajališč DZ, z namenom najdbe DZ, ki bi bila kar najbolj učinkovita v manjših koncentracijah. Vsekakor je DZ ustrezna za varovanje uskladiščenega živeža pred skladiščnimi škodljivci, vendar pa jo je smiselno vključiti med ostale ukrepe integriranega varstva uskladiščenih pridelkov, prav tako pa je za uspešno varovanje živeža potrebno upoštevati tudi posredne in neposredne varstvene ukrepe (Rojht in sod., 2012).

## 7 VIRI

- Alvarez N., McKey D., Hossaert-McKey M., Born C., Mercier L., Benrey B. 2005. Ancient and recent evolutionary history of bruchid beetle, *Acanthoscelides obtectus* Say, a cosmopolitan pest of beans. *Molecular Ecology*, 24: 1015-1024
- Arthur F. H. 2001. Immediate and delayed mortality of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) exposed on wheat treated with diatomaceous earth: effects of temperature, relative humidity, and exposure interval. *Journal of Stored Products Research*, 37: 13-21
- Arthur F.H. 2002. Survival of *Sitophilus oryzae* (L.) on wheat treated with diatomaceous earth: impact of biological and environmental parameters on product efficacy. *Journal of Stored Products Research*, 38: 305-313
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N. G., Andris N.S. 2004. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations against adults of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on oat, rye and triticale. *Journal of Economic Entomology*, 97: 2160-2216
- Athanassiou C. G., Kavallieratos N. G., Economou L. P., Dimizas C. B., Vayias B. J., Tomanović Ž., Milutinović M. 2005. Persistence and efficacy of three diatomaceous earth formulations against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) on wheat and barley. *Journal of Economic Entomology*, 98: 1404-1412

- Athanassiou C.G., Kavallieratos N. G., Vayias B. J., Tomanović Ž., Petrović A., Rozman V., Adler C., Korunić Z., Milovanović D. 2010. Laboratory evaluation of diatomaceous earth deposits mined from several locations in central and southeastern Europe as potential grain protectants. *Crop protection*, 30: 329-339
- Barbarič M. 2012. Ukrepi proti skladiščnim škodljivcem. *Kmečki glas*, 69, 27: 8
- Fields P.G. 1999. Diatomaceous earth: advantages and limitations. V: *Proceedings 7<sup>th</sup> Int. Working Conf. Stored Products Protection*, Jin Z., Liang Q., Liang Y., Tan X., Guan L., (ur.) Sichuan Publishing House of Science & Technology: Chengdu: 781-784
- FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava RS  
<http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/> (18.7.2012)
- Horvat A., Mišič M. 2004. Mineralogy and sedimentology of diatomaceous sediments of Slovenia. *Rudarsko-metalurški Materials Geoenviron* 51: 2145–2161
- Korunić Z., 1997. Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earth without conducting bioassays. *Journal of Stored Products Research*, 33: 219-229
- Korunić Z., 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 34: 87-97
- NMR-Naturhistoriska riksmuseet. 2012  
[http://www.nrm.se/en/svenska\\_fjarilar/p/plodia\\_interpunctella.html](http://www.nrm.se/en/svenska_fjarilar/p/plodia_interpunctella.html) (5. sep. 2012)
- Papachristos D. P., Stamopoulos D. C. 2000. Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*. 38: 117-128
- Rojht H., Kos K., Trdan S. 2008. Preučevanje insekticidnega delovanja diatomejske zemlje na odrasle osebkke riževega žužka (*Sitophilus oryzae*, Curculionidae, Coleoptera). V: *Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu 2008*. Rogaška Slatina. Tanjšek A. (ur.) Slovensko agronomsko društvo: 263-270
- Rojht H., Athanassiou C.G., Vayias B.J., Kavallieratos N.G., Tomanović Ž., Vidrih M., Kos K., Trdan S. 2010a. The effect of diatomaceous earth of different origin, temperature and relative humidity against adults of rice weevil (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) in stored wheat. *Acta agriculturae Slovenica*, 95: 13-20
- Rojht H., Horvat A., Athanassiou C.G., Vayias B.J., Tomanović Ž., Trdan S. 2010b. Impact of geochemical composition of diatomaceous earth on its insecticidal activity against

adults of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Pest Science, 83, 4: 429-436

Rojht H., Horvat A., Trdan S. 2012. Značilnosti diatomejske zemlje kot naravnega insekticida za zatiranje skladiščnih škodljivcev. Acta agriculture Slovenica, 99–1: 99-105

Round F. E., Crawford R. M., Mann D. G. 1990. The diatoms. Cambridge University Press, Cambridge: 747 p.

Štetočine u skladištima biologija i suzbijanje sa osnovama uskladištenja poljoprivrednih proizvoda. 1972. 1. izd. Novi Sad, Institut za zaštitu bilja poljoprivrednog fakulteta u Novem Sadu: 540 str.

Štrbac P. 2002. Štetočine uskladišćenih proizvoda i kontrola. Novi Sad, Poljoprivredni fakultet Novi Sad: 495 str.

Trdan S., Bohinc T. 2011. Laboratorijsko preizkušanje insekticidnega delovanja diatomejske zemlje, prahu prave sivke in njivske preslice na fižolarja (*Acanthoscelides obtectus* [Say], Coleoptera, Bruchidae). V: Zbornik predavanj in referatov 10. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (ur. Maček, J., Trdan, S.), Podčetrtek, 1.-2. marec 2011. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 197-202

Trdan S., Bohinc T., Rojht, H. 2012. Uporabnost diatomejske zemlje za zatiranje škodljivih žuželk v skladiščih. Kmečki glas, 69, 33: 10

Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas: 142 str.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju, prof. dr. Stanislavu Trdanu, da mi je pomagal in usmerjal pri nastajanju tega diplomskega projekta in mi popravljaj napake. Zahvaljujem se Tanji Bohinc za vso pomoč pri izbiri literature in prijaznost.

Zahvaljujem se celotni družini, da so me podpirali pri študiju in mi stali ob strani.

Prav tako se zahvaljujem vsem, ki so na kakršen koli način sodelovali pri nastajanju tega diplomskega seminarja.