

**PRIMJENA INERTNOG PRAŠIVA DIJATOMEJSKE ZEMLJE  
U KONTROLI ŽITNOG KUKULJIČARA *RHYZOPERTHA  
DOMINICA* FAB. (COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE)  
NA SORTAMA PŠENICE, RAŽI I ZOBI**

APPLICATION OF INERT DUST DIATOMACEOUS EARTH  
IN CONTROL OF LESSER GRAIN BORER *RHYZOPERTHA  
DOMINICA* FAB. (COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE)  
ON VARIETIES OF WHEAT, RYE AND OATS

**I. Paponja, Anita Liška, Vlatka Rozman, P. Lucić**

**SAŽETAK**

Laboratorijski je ispitan insekticidni učinak dijatomejske zemlje na skladišnog štetnika, žitnog kukuljičara *Rhyzopertha dominica* Fab. zaprašivanjem tri različite sorte pšenice (Divana, Kraljica i Vulkan), zobi (BC Marta, Winnipeg i Winsent) i raži (Albedo, Marcelo i Picasso). Cilj je bio utvrditi ima li dijatomejska zemlja jednaku djelotvornost kod različitih sorti žitarica, te utvrditi utjecaj prašiva na fizikalna svojstva sorata. Pri dozi od 500 ppm nakon 7 dana ekspozicije, najviši prosječni mortalitet kukuljičara je postignut kod raži (98,5%), zatim kod pšenice (95,9%), te najniži kod zobi (84,2%). Značajna razlika u djelotvornosti uočena je jedino kod zobi; između sorti Winsent i BC Marta, te u vremenu ekspozicije (između 7 i 21 dan kod sorata BC Marta i Winnipeg, te između 7 i 14 dana kod sorte Winsent). Dijatomejska zemlja je kod svih ispitivanih sorti žitarica djelovala na sniženje hektolitarske mase, posebice kod sorti pšenice (za 4,3-5,0 kg hl<sup>-1</sup>). Najmanje sniženje hektolitarske mase uočeno je kod raži, kod sorte Marcelo (za 0,3 kg hl<sup>-1</sup>). Također je kod tretiranih sorti žitarica (osim kod sorte zobi Winsent) zabilježeno blago sniženje vlage zrna (za 0,2 do 1,0%), kao i promjena temperature zrna od ± 0,1 do 0,4 °C. Temeljem dobivenih rezultata, vidljivo je da djelotvornost dijatomejske zemlje značajno varira ovisno o sorti žitarica.

Ključne riječi: dijatomejska zemlja, *Rhyzopertha dominica* Fab., sorte žitarica, hektolitarska masa

## ABSTRACT

Insecticidal effect of the commercial inert dust based on diatomaceous earth was tested in laboratory conditions against stored product pest, lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* Fab. on three different varieties of wheat (Divana, Kraljica i Vulkan), oats (BC Marta, Winnipeg i Winsent) and rye (Albedo, Marcelo i Picasso). The aim of this study was to determine whether diatomaceous earth has the same efficacy at different varieties of cereals, and to determine the impact of dust on physical properties of varieties. At dose of 500 ppm after 7 days of exposure, the highest average mortality of lesser grain borer was achieved in rye (98.5%), followed by wheat (95.9%), and oats (84.2%). A significant difference in efficacy was observed only in oats; between varieties Winsent and BC Marta, and in the exposure time (between 7 and 21 days in BC Martha and Winnipeg, and between 7 and 14 days at variety Winsent). Diatomaceous earth reduced test weight of all tested varieties of cereals, especially of wheat varieties (by 4.3 to 5.0 kg hl<sup>-1</sup>). A minimum test weight reduction was observed in rye, at Marcelo variety (by 0.3 kg hl<sup>-1</sup>). Further, reduction in grain moisture (0.2 to 1.0%) and oscillation in grain temperature ( $\pm$  0.1 to 0.4 °C) was noticed in all treated varieties of cereals (except for varieties Winsent). Results of this study showed that the efficiency of diatomaceous earth significantly depend on variety of cereals which is treated.

Keywords: inert dust, *Rhyzopertha dominica* (Fab.), cereal varieties, test weight

## UVOD

Dijatomejska zemlja (DZ), kao alternativa sintetskim insekticidima, sama ili u kombinaciji s drugim djelatnim tvarima, koristi se veći niz godina (Ebeling, 1971.; Quarles, 1992.; Banks i Fields, 1994; Korunić, 1994.). Uz visoku učinkovitost suzbijanja i dugotrajno djelovanje na štetnike i pri nižim dozama, ima niz prednosti nad uporabom kemijskih sredstava s obzirom da ne uzrokuje rezistentnost štetnika, ne ostavlja štetne rezidue, lako se odvaja od zrna te ima vrlo nisku toksičnost za toplokrvne organizme (Quarles, 1992.; Athanassiou i Korunić, 2007.; Shah i Khan, 2014.). U svijetu su u uporabi brojne formulacije DZ (Insecto, Perma-Guard<sup>™</sup>, Dryacide<sup>®</sup>, Keep Dry, Protector, SilicoSec<sup>®</sup>, itd.) (Korunić, 1998.; Subramanyam i Roesli, 2000.). Dijatomejska zemlja ima dvostruko djelovanje na skladišne štetnike. Čestice od kojih je sastavljena DZ, dijatomi, hvataju se za tijelo kukca i pretežito

adsorpcijom, a djelomice i abrazijom, oštećuju zaštitni voštani sloj na tijelu kukaca; kroz oštećeni sloj kukci gube vodu iz tijela i ugibaju zbog dehidracije (Korunić, 2013.; Liška, 2009.). DZ ima i repelentno djelovanje na štetnike, odnosno mijenja prehrambene navike kukaca onemogućavajući im hranjenje, te rast i razvoj na uskladištenoj robi. Unatoč brojnim prednostima, DZ u izravnoj primjeni miješanjem sa zrnom ima nekoliko negativnih učinaka koji ograničavaju njenu primjenu. Primjena veće količine DZ s povećanim udjelom čestica silicija može uzrokovati respiratorne probleme radnicima koji rukuju takvim zaštitnim sredstvima (Korunić i Rozman, 2010.). Također, DZ i pri nižim dozama od 10 do 50 ppm, ima značajan negativni utjecaj na sniženje hektolitarske mase i kakvoću zrnate robe (Korunić i sur., 1998.). Postoji velika razlika učinkovitosti DZ na istog štetnika kod primjene na različitoj zrnatoj robi te različitim sortama iste vrste žitarica (Korunić, 2007.). Nedostatak DZ je i u različitoj učinkovitosti na različite štetnike. Pojedini štetnici su osjetljiviji od drugih s obzirom na razliku u morfološkim, fiziološkim i ekološkim osobinama svake vrste. Razlike u osjetljivosti kukaca na DZ temelje se, između ostalog, na različitoj sposobnosti održavanja optimalnog sadržaja vode u organizmu (Fields i Korunić, 2000.). Navedene razlike predstavljaju veliki nedostatak s obzirom da bi trebalo ispitati učinkovitost pojedinih prašiva DZ na različitoj zrnatoj robi kako bi se utvrdile potrebne doze za pojedinu vrstu zrna i vrstu štetnika. Vlažnost i temperatura imaju značajan limitirajući učinak na djelovanje DZ. Povećanje vlažnosti tretiranog zrna i relativne vlažnosti zraka značajno smanjuje učinkovitost DZ. Najbolja učinkovitost je na zrnju s manje od 14,5% vlage, i na relativnoj vlažnosti zraka ispod 70% (Korunić, 1994.). Veća temperatura povećava učinkovitost DZ, osim na štetnike iz roda *Tribolium* (*Tribolium castaneum* Herbst i *Tribolium confusum* Jacq. du Val), koji su pokazali veću tolerantnost na DZ pri temperaturi od 30 °C nego 22-24 °C (Aldryhim, 1990.). Cilj istraživanja je utvrditi postoje li razlike u djelotvornosti prašiva dijatomejske zemlje na mortalitet žitnog kukuljičara *Rhyzopertha dominica* Fab. (Coleoptera Bostrichidae), kod primjene na različitim sjemenskim sortama pšenice, zobi i raži te ispitati utjecaj dijatomejske zemlje na kvalitetu tretiranih sorata; hektolitarsku masu, vlagu i temperaturu zrna.

## MATERIJAL I METODE

### Test kukci

U istraživanju su korišteni odrasli kukci žitnog kukuljičara, *R. dominica*, starosti od 2 do 4 tjedna, pomiješanog spola. Uzgajani su u laboratoriju pri temperaturi od  $28 \pm 2$  °C, i relativnoj vlazi zraka od  $65 \pm 5\%$ .

### Inertno prašivo na bazi dijatomejske zemlje

Testirano je inertno prašivo na bazi dijatomejske zemlje s oko 90% SiO<sub>2</sub> kao osnovnom djelatnom tvari. Obzirom da preporučene doze DZ (500 do 3500 ppm) za uspješno suzbijanje većine skladišnih štetnika, imaju negativan utjecaj na fizikalne i mehaničke karakteristike zrnate robe, uključujući narušavanje sipkosti i sniženje hektolitarske mase (White i sur., 1966.), te ostavljaju vidljive ostatke prašiva na tretiranoj robi (Jackson i Webley, 1994.), za testiranje je odabrana najniža preporučena doza od 500 ppm.

### Sorte žitarica

Ispitivane sjemenske sorte pšenice, raži i zobi dio su gen kolekcije Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, od čega je dio prikupljen na Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo u Osijeku, a dio na Poljoprivrednom institutu u Osijeku. Kod pšenice su korištene sorte Divana, Kraljica i Vulkan, kod raži sorte Albedo, Marcelo i Picasso, te kod zobi sorte BC Marta, Winnipeg i Winsent, kod kojih pljevice potpuno prekrivaju sjeme.

### Test insekticidne djelotvornosti dijatomejske zemlje

Po 100 g sjemena svake ispitivane sorte odvaga je i stavljeno u staklenke. Prašivo dijatomejske zemlje pri dozi od 500 ppm (500 g na 1000 kg sjemena) dodano je u svaku staklenku sa sjemenom koje su hermetički zatvorene protresene ručno u trajanju od 60 sekundi kako bi se prašivo ravnomjerno rasporedilo po sjemenu. Nakon (cca 1 min) što se prašivo sleglo, dodano je po 30 odraslih jedinki *R. dominica*, nakon čega su staklenke zatvorene perforiranim poklopcem kojim je osiguran dovoljan pristup zraka tijekom cijelog pokusa. Staklenke su tijekom pokusa držane u kontroliranim uvjetima na  $28 \pm 2$  °C i  $65 \pm 5\%$  rvz. Kontrolni uzorci pripremljeni su na isti način, ali bez dodavanja DZ. Pokus je postavljen u tri ponavljanja. Insekticidna djelotvornost procijenjena je mortalitetom odraslih kukaca *R. dominica* i to 7., 14. i 21. dan izloženosti kukaca tretiranom sjemenu.

### Test procjene utjecaja dijatomejske zemlje na kvalitetu sjemena

Odvaga i miješanje sjemena testiranih sorata žitarica s DZ su pripremljeni na isti način kao i kod pripreme testa za procjenu insekticidne djelotvornosti, osim što u tretirano sjeme nisu dodani kukci. Utjecaj DZ na kvalitetu sjemena procijenjen je kroz razliku hektolitarske mase, vlage i temperature tretiranog sjemena u odnosu na netretirano sjeme pojedine sorte žitarica. Hektolitarska masa, vlaga i temperatura sjemena određene su na uređaju Dickey John GAC® 2100 Agri.

## Statistička obrada podataka

Statistička obrada prikupljenih podataka provedena je programom SAS (2012.). Mortalitet odraslih jedinki žitnog kukuljičara *R. dominica* izražen je u postotku i prikazan vremenskim serijama, u danima (7, 14 i 21). Jednosmjerna analiza varijance ispitivanih varijabli napravljena je u modulu SAS Analyst po proceduri ANOVA. Utvrđene značajne razlike između svih tretmana su ispitane Tukey's Studentized Range (HSD) testom na razini vjerojatnosti 0,05. U slučaju gdje je mortalitet kontrolnih jedinki iznosio više od 10%, obavljena je korekcija mortaliteta prema Schneider-Orelli formuli (Püntener, 1981.).

## REZULTATI

### Insekticidna djelotvornost dijatomejske zemlje

Insekticidno djelovanje DZ na žitnog kukuljičara, u dozi od 500 ppm, u svim tretmanima je bilo zadovoljavajuće, a mortalitet je općenito bio u rasponu od 68,6% do 100%, ovisno o vrsti i sorti žitarice, te o vremenu ekspozicije (Tablica 1.). Prosječno najviši mortalitet nakon 7 dana ekspozicije, zabilježen je kod raži (98,5%), zatim kod pšenice (95,8%), te kod zobi (84,2%). Kod raži nisu zabilježene statistički značajne razlike u mortalitetu među sortama, kao niti u vremenu ekspozicije. Maksimalni mortalitet (100%) kod sve tri sjemenske sorte raži postignut je nakon 14 dana ekspozicije. Sličan učinak postignut je i kod pšenice. Nakon 7 dana ekspozicije, među sortama je najslabije insekticidno djelovanje zabilježeno kod sorte Divana, ali bez statistički značajnih razlika ( $F=0,68$ ;  $df=2$ ;  $P=0,5399$ ). Produženjem ekspozicije na 14 dana kod sve tri sorte pšenice postignut je maksimalan mortalitet žitnog kukuljičara. Za razliku od raži i pšenice, kod zobi su zabilježene statistički značajne razlike u mortalitetu žitnog kukuljičara između sorata BC Marta (68,6%) i Winsent (95,5%), kao i u vremenu ekspozicije i to kod sorte BC Marta između 7. (68,6%) i 21. dana (97,7%), kod sorte Winnipeg također između 7. (88,7%) i 21. dana (98,8%), te kod sorte Winsent između 7. (95,5%) i 14. dana (100,0%) (Tablica 1.).

**Tablica 1. Mortalitet žitnog kukuljičara *R. dominica* (%) nakon 7, 14 i 21 dana ekspozicije na tretiranim sortama pšenice, zobi i raži s dijatomejskom zemljom pri dozi od 500 ppm**

**Table 1 Mortality of *R. dominica* (%) 7, 14 and 21 days post exposure to treated varieties of wheat, oats and rye with diatomaceous earth at 500 ppm**

Žitarica <i>Cereal</i>	Sorta <i>Variety</i>	Ekspozicija (dani) <i>Exposition (days)</i>			
		7 (Prosjek ± S.E.* <i>Mean ± S.E.*</i> )	14 (Prosjek ± S.E.* <i>Mean ± S.E.*</i> )	21 (Prosjek ± S.E.* <i>Mean ± S.E.*</i> )	F; <i>P</i>
Pšenica <i>Wheat</i>	Divana	93,3 ± 3,33 aA	100,0 ± 0,00 aA	100,0 ± 0,00 aA	4,0; 0,0787 4,0; 0,0787 1,0; 0,4219
	Kraljica	97,7 ± 1,11 aA	100,0 ± 0,00 aA	100,0 ± 0,00 aA	
	Vulkan	96,6 ± 3,33 aA	100,0 ± 0,00 aA	100,0 ± 0,00 aA	
	F	0,68	-	-	
	<i>P</i>	0,5399	-	-	
Zob <i>Oat</i>	BC Marta	68,6 ± 7,78 bB	91,1 ± 7,29 aAB	97,7 ± 2,22 aA	5,79; 0,0397 5,96; 0,0375 16,0; 0,0039
	Winnipeg	88,7 ± 3,04 abB	96,6 ± 1,92 aAB	98,8 ± 1,11 aA	
	Winsent	95,55 ± 1,11 aB	100,0 ± 0,00 aA	100,0 ± 0,00 aA	
	F	8,12	1,07	0,60	
	<i>P</i>	0,0197	0,4019	0,5787	
Raž <i>Rye</i>	Albedo	100,0 ± 0,00 aA	100,0 ± 0,00 aA	100,0 ± 0,00 aA	-;- 1,00; 0,4219 -;-
	Marcelo	95,5 ± 4,44 aA	100,0 ± 0,00 aA	100,0 ± 0,00 aA	
	Picasso	100,0 ± 0,00 aA	100,0 ± 0,00 aA	100,0 ± 0,00 aA	
	F	1,00	-	-	
	<i>P</i>	0,4219	-	-	

\*Srednje vrijednosti mortaliteta u istom stupcu za pojedinu vrstu žitarica s istim malim pisanim slovom nisu značajno različite; Srednje vrijednosti mortaliteta u istom redu za pojedinu sortu žitarica s istim velikim tiskanim slovom nisu značajno različite; (Tukey's HSD,  $P < 0.05$ )

Means in the same column within each cereal type followed by the same low letters are not significantly different; Means in the same row within each cereal variety followed by the same upper letters are not significantly different (Tukey's HSD,  $P < 0.05$ )

### Utjecaj DZ na kvalitetu sjemena

Primjena DZ pri dozi od 500 ppm utjecala je na promjenu hektolitarske mase i vlage sjemena kod svih, te temperature sjemena kod gotovo svih ispitivanih sorti žitarica (Tablica 2.). U prosjeku najviše sniženje hektolitarske mase zabilježeno je kod pšenice, i to najviše kod sorte Vulkan (za  $-5,0 \text{ kg hl}^{-1}$ ), zatim kod raži, najviše kod sorte Albedo (za  $-3,4 \text{ kg hl}^{-1}$ ), te kod zobi, sorte Winnipeg (za  $-1,9 \text{ kg hl}^{-1}$ ). Također, kod tretiranog sjemena uočeno je blago sniženje vlage sjemena u odnosu na netretirano sjeme, a prosječno sniženje se kretalo u rasponu od 0,2% do 1,0%, ovisno o vrsti i sorti žitarica. Najslabije je bila uočljiva promjena temperature tretiranog sjemena, koja je kod sorata

I. Paponja i sur.: Primjena inertnog prašiva dijatomejske zemlje u kontroli žitnog kukuljičara *Rhyzopertha dominica* Fab. (Coleoptera: Bostrichidae) na sortama pšenice, raži i zobi

raži imala blagi porast u odnosu na netretirano sjeme (od +0,1 °C do +0,4 °C), kod pšenice blago sniženje (za -0,1 °C), dok je kod zobi promjena temperature sjemena bila neznatna. Uočeno blago sniženje vlage predstavlja pozitivno djelovanje na uskladišteno sjeme, obzirom da je za sigurne skladišne uvjete neophodna niža vlaga proizvoda (<14,5%) kako bi se izbjeglo intenziviranje fizioloških procesa unutar zrna (Magan i sur., 2014.).

**Tablica 2. Razlika u hektolitarskoj masi, vlazi i temperaturi sjemena između tretiranih i netretiranih sorti pšenice, raži i zobi s dijatomejskom zemljom pri dozi od 500 ppm**

**Table 2 Differences in test weight, moisture and seed temperature among treated and untreated varieties of wheat, rye and oat with diatomaceous earth at 500 ppm**

Žitarica Cereal	Sorta Variety	Hektolitarska masa (kg hl <sup>-1</sup> ) Test weight (kg hl <sup>-1</sup> )	Razlika hektolitarske mase (kg hl <sup>-1</sup> ) Test weight difference (kg hl <sup>-1</sup> )	Vlaga sjemena (%) Seed moisture (%)	Razlika vlage sjemena (%) Seed moisture difference (%)	Temperatura sjemena (°C) Seed temperature (°C)	Razlika temperature sjemena (°C) Seed temperature difference (°C)
Raž Rye	Marcelo	70,5		13,0		24,1	
	Marcelo*	70,2	-0,3	12,3	-0,7	24,5	+0,4
	Picasso	71,8		13,0		24,1	
	Picasso*	68,6	-3,2	12,3	-0,7	24,2	+0,1
Pšenica Wheat	Albedo	73,4		12,7		24,1	
	Albedo*	70,0	-3,4	12,1	-0,6	24,2	+0,1
	Kraljica	82,3		12,5		24,4	
	Kraljica*	77,6	-4,7	11,5	-1,0	24,3	-0,1
Zob Oat	Vulkan	81,8		12,7		24,5	
	Vulkan*	76,8	-5,0	11,8	-0,9	24,4	-0,1
	Divana	81,0		12,3		24,4	
	Divana*	76,7	-4,3	11,3	-1,0	24,3	-0,1
Zob Oat	BC Marta	54,4		11,1		24,1	
	BC Marta*	53,8	-0,6	10,9	-0,2	24,2	+0,1
	Winnipeg	53,5		11,4		24,2	
	Winnipeg*	51,6	-1,9	11,0	-0,4	24,2	0
Zob Oat	Winsent	50,8		10,6		24,1	
	Winsent*	49,6	-1,2	10,9	+0,3	24,1	0

\*Tretirano sjeme s dijatomejskom zemljom s dozom od 500 ppm  
Treated seed with diatomaceous earth at the dose of 500 ppm

## RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja ukazuju da se inertno prašivo DZ može primijeniti za uspješno suzbijanje žitnog kukuljičara *R. dominica*, međutim visina učinkovitosti značajno ovisi o nekoliko čimbenika kao što su vrsta žitarica, sorta žitarica te dužina ekspozicije. Ovisno o vrsti žitarica, najbolja inicijalna učinkovitost postignuta je kod raži, zatim kod pšenice, a najslabija kod zobi. Produženjem ekspozicije na 14 dana, 100%-tni mortalitet zabilježen je i kod raži i kod pšenice, i to na svim testiranim sortama. Kod zobi je općenito zabilježeno najslabije djelovanje, a isto tako je kod zobi uočen značajan utjecaj sorti, te ekspozicije na djelotvornost DZ protiv žitnog kukuljičara. Razlike u učinkovitosti inertnog prašiva na bazi DZ među žitaricama (Ziaee i sur., 2016.) i različitim sortama žitarica moguće su zbog razlike u fizikalnim i kemijskim karakteristikama zrna, kao što su tvrdoća i težina sjemena, količina bjelančevina, debljina perikarpa, vlažnost zrna (Siwale i sur., 2009.), te ponašanje štetnika u doticaju s tretiranim zrnom. Uzrok slabijoj inicijalnoj djelotvornosti inertnog prašiva DZ kod zobi u odnosu na pšenicu i raž je najvjerojatnije pokrivenost sjemena pljevicama zbog kojih čestice prašiva nisu bile u direktnom kontaktu sa sjemenom, pa su stoga istovremeno i odrasle jedinke *R. dominica* hraneći se sjemenom bile zaštićenije i u manjem direktnom kontaktu s prašivom. Upravo iz toga razloga se može objasniti i potrebna duža ekspozicija za postizanje približno istog mortaliteta kao kod pšenice i zobi pri kraćoj ekspoziciji. Razlike u djelovanju inertnog prašiva na bazi DZ na 8 različitih žitarica zabilježili su Kavallieratos i sur. (2005.) navodeći da je najveći mortalitet štetnika postignut na zrnju pšenice i pšenoraži, a najmanji na oljuštenom ječmu. Različit utjecaj inertnog prašiva na bazi DZ na mortalitet štetnika među tri sorte pšenice navode i autori Kavallieratos i sur. (2010.), ukazujući kako je veća učinkovitost inertnog prašiva na bazi DZ postignuta kod sorti s manjim zrnom u odnosu na veća zrna, s objašnjenjem bolje distribucije prašiva. Iako bez značajnih razlika, slični rezultati dobiveni su i našim istraživanjem gdje je niži mortalitet uočen kod sorte Divana s krupnijim zrnom (masa 1000 zrna iznosi oko 45 g) u odnosu na sorte Kraljica (masa 1000 zrna iznosi 40 g) i Vulkan (masa 1000 zrna iznosi 37 g). Jedan od značajnih čimbenika koji uvjetuju djelotvornost bilo koje formulacije DZ je jačina adhezije čestica prašiva za tijelo kukaca i brzina kojom one dođu u neposredan kontakt s kukcem (Aldryhim, 1993.). Količina ulja u sastavu sjemena također može utjecati na jačinu insekticidne djelotvornosti DZ, pa tako veća zauljenost perikarpa sjemena smanjuje apsorpcijski kapacitet čestica DZ, te time i njenu insekticidnu djelotvornost (Wakil i sur., 2013.).



Rezultati testa utjecaja inertnog prašiva na bazi DZ na kvalitetu tretiranog sjemena u ovome istraživanju ukazuju na promjenu fizikalnih svojstava, i to najviše promjenu hektolitarske mase, kod svih testiranih sorti žitarica. Kada se uzme u obzir insekticidna djelotvornost, može se zaključiti da je najveće smanjenje u hektolitarskoj masi zabilježeno kod onih sorti na kojima je zabilježen i najviši mortalitet žitnog kukuljičara *R. dominica*. Upravo to je u prijašnjem istraživanju utvrdio i Korunić (1998.) zaključivši da DZ s većom učinkovitosti na štetnike uvjetuje značajnije sniženje hektolitarske mase. Također više doze DZ su snizile hektolitarsku masu pšenice za više od 6 kg hl<sup>-1</sup> odnosno ječma za 4,7 kg hl<sup>-1</sup>. (Korunić i sur., 1998.). Sniženje hektolitarske mase zrna pšenice pri primjeni inertnog prašiva na bazi DZ Protect-It<sup>®</sup> te drugih formulacija DZ uočili su i Bodroža-Solarov i sur. (2011.). U našem istraživanju, najmanji utjecaj na sniženje hektolitarske mase zabilježen je kod sorti zobi. Slične rezultate navode Korunić i sur. (2016.) prema kojima DZ značajno slabije utječe na smanjenje hektolitarske mase zobi i kukuruza u odnosu na pšenicu. Problematika značajnog sniženja hektolitarske mase tretiranjem zrnate robe dijatomejskom zemljom općenito, ogleda se sniženjem ranga kvalitete odnosno tržišne cijene takve robe što predstavlja glavni razlog limitirajuće primjene inertnih prašiva u industriji žitarica.

Pored utjecaja na hektolitarsku masu, potrebno je utvrditi da li testirana DZ pri istoj dozi ima utjecaja na sjetvene karakteristike tretiranih sorti. Tek nakon što se provede test klijavosti mogla bi se donijeti objektivna preporuka za praktičnu primjenu DZ u zaštiti uskladištene sjemenske robe.

## ZAKLJUČAK

Rezultati pokusa pokazali su da inertno prašivo na bazi dijatomejske zemlje pri dozi od 500 ppm ima zadovoljavajuće djelovanje na suzbijanje žitnog kukuljičara *R. dominica*, ali djelotvornost ovisi o vrsti i sorti žitarica koja se tretira, te o vremenu ekspozicije. Najveći učinak zabilježen je na raži i pšenici, a najmanji na zobi pri početnoj ekspoziciji. U ovom slučaju, ne preporuča se primjena viših doza DZ jer je i pri testiranoj dozi od 500 ppm zabilježeno znatno sniženje hektolitarske mase i to kod svih tretiranih sorti.

## LITERATURA

1. Aldryhim, Y.N. (1990.): Efficacy of the amorphous silica dust, Dryacide, against *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, 26(4): 207-210. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X\(90\)90023-L](http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X(90)90023-L)
2. Aldryhim, Y.N. (1993.): Combination of classes of wheat and environmental factors affecting the efficacy of amorphous silica dust, dryacide against *Rhyzopertha dominica* (F.). *Journal of Stored Products Research*, 29: 271-275. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X\(93\)90010-2](http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X(93)90010-2)
3. Athanassiou, C.G., Korunić, Z. (2007.): Evaluation of two new diatomaceous earth formulations, enhanced with abamectin and bitterbarkomycin, against four stored-grain beetle species. *Journal of Stored Products Research*, 43(4): 468-473. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2006.12.008>
4. Banks, H.J., Fields, P.G. (1994.): Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: D.S. Jayas, H.J., N.D.G. White and W.E. Muir (Edt), *Stored-Grain Ecosystems*, pp. 353-409.
5. Bodroža-Solarov, M., Kljajić, P., Andrić, G., Filipčev, B., Šimurina, O., Pražić Golić, M., Adamović, M. (2011.): Application of principal component analysis in assessment of relation between the parameters of technological quality of wheat grains treated with inert dusts against rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). *Pesticides & Phytomedicine*, 26: 385-391. <http://dx.doi.org/DOI:10.2298/PIF1104385B>
6. Ebeling, W. (1971.): Sorptive dusts for pest control. *Annu. Rev. Entomol.*, 16: 123-158.
7. Fields, P., Korunić, Z. (2000.): The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research* 36: 1-13. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(99\)00021-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(99)00021-1)
8. Jackson, K., Webley, D. (1994.): Effects of Dryacide® on the physical properties of grains, pulses and oilseeds. In: E. Highley, E.J. Wright, H.J. Banks and B.R. Champ (Eds.), *Proceedings of the 6th International Conference on Stored-Product Protection*, Canberra, Australia, 17-23 April 1994. CABI, London, pp. 635-637.
9. Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Pashalidou, F.G., Andris, N.S., Tomanović, Z. (2005.): Influence of grain type on the insecticidal efficacy of two diatomaceous earth formulations against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). *Pest Management Science*, 61: 660-666. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.1034>

10. Kavallieratos, N.G, Athanassiou, C.G., Vayias, B.J., Kotzamanidis, S., Synodis, S.D. (2010.): Efficacy and adherence ratio of diatomaceous earth and spinosad in three wheat varieties against three stored-product insect pests. *J Stor Prod Res*, 46: 73–80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2009.10.003>
11. Korunić, Z. (1994.): Dijatomejska zemlja prirodni insekticid (Diatomaceous earth as natural insecticide). U: *Proceedings of ZUPP'94*. Zagreb, Croatia: Korunić d.o.o. 136-148.
12. Korunić, Z. (1998.): Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 34(2-3): 87-97. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(97\)00039-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(97)00039-8)
13. Korunić, Z. (2007.): Joint action of ready to use insecticide mixture of plant extract bitterbarkomycin and diatomaceous earth to control stored grain insects. *In: Z. Korunić (Ed), Proceedings Seminar DDD i ZUPP 2007 – Disinfection, Disinfestation and Deratization and Protection of Stored Agricultural Products*, 28-30 March 2007, Dubrovnik, Croatia, Published by “Korunić” d.o.o, Zagreb, Croatia: 375-387.
14. Korunić, Z. (2013.): Diatomaceous earth- natural insecticides. *Pestic. Phytomed. (Belgrade)*, 28(2): 77–95. <http://dx.doi.org/10.2298/PIF1302077K>
15. Korunić Z., Cenkowski, S., Fields P. (1998.): Grain bulk density as affected by diatomaceous earth and application method. *Postharvest Biology and Technology*, 13: 81-89. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(97\)00076-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(97)00076-8)
16. Korunić, Z., Rozman, V. (2010.): A synergistic mixture of diatomaceous earth and deltamethrin to control stored grain insects. *Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored Product Protection / Carvalho, M.O., Fields, P.G., Adler, C.S. (Eds.)*. Berlin, Germany: Julius Kühn-Institut, Federal Research Centre for cultivated plants (JKI), 2010. 894-898 [doi://http://dx.doi.org/10.5073/jka.2010.425.073](http://dx.doi.org/10.5073/jka.2010.425.073)
17. Korunić, Z., Rozman, V., Liška, A., Lucić, P. (2016.): A review of natural insecticides based on diatomaceous earth, *Poljoprivreda/Agriculture*, 22(1): 10-18. [doi://http://dx.doi.org/10.18047/poljo.22.1.2](http://dx.doi.org/10.18047/poljo.22.1.2)
18. Liška, A. (2009.): Noviji insekticidi i tehnologije u zaštiti uskladištenih poljoprivrednih proizvoda, U: *Zbornik radova DDD i ZUPP 2009 - slijedimo li svjetski razvoj*, Korunić, Z. (ur.), Zagreb: Korunić d.o.o., 301-313.
19. Magan, N., Aldred, D., Baxter, E.S. (2014.): Good postharvest Storage practices for wheat grain. *In: Mycotoxin Reduction in Grain Chain* (Leslie, J.F. and Logrieco, A.F.), John Wiley & Sons, Inc., Wiley Blackwell. ISBN 978-0-8138-2083-5.
20. Püntener, W. (1981.): *Manual for field trials in plant protection* second edition. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited

21. Quarles, W. (1992.): Diatomaceous earth for pest control. IPM Practitioner, 14: 1-11.
22. SAS Enterprise Guide 5.1. Copyright© 2012 by SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. Licensed to Poljoprivredni fakultet Osijek t/R. Site 0070119033
23. Siwale, J., Mbata, K., Mrobert, J., Lungu, D. (2009.): Comparative resistance of improved maize genotypes and landraces to maize weevil. Afr Crop Sci J., 17: 1-16.
24. Subramanyam, Bh., Roesli, R. (2000.): Inert dusts. In: Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM. EdS: Subramanyam Bh and Hagstrum D. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 321-373.
25. Shah, M.A., Khan, A.A. (2014.): Use of diatomaceous earth for the management of stored-product pests. International Journal of Pest Management, 60(2): 100-113. <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2014.918674>
26. Wakil, W., Riasat, T., Lord, J.C. (2013.): Effects of combined thiamethoxam and diatomaceous earth on mortality and progeny production of four Pakistani populations of *Rhizopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on wheat, rice and maize. J Stor Prod Res, 52: 28-35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2012.09.002>
27. White, G.D., Berndt, W.L., Schesser, J.H., Wilson, J.L. (1966.): Evaluation of four inert dusts for the protection of stored wheat in Kansas from insect attack. USDA/ARS Report No. 51-58.
28. Ziaee, M., Atapour, M., Marouf, A. (2016.): Insecticidal efficacy of Iranian diatomaceous earth on adults of *Oryzaephilus surinamensis*, J Agr Sci Tech, 18: 361-370.

**Adrese autora – Author's addresses:**

Ivan Paponja, mag.ing.agr.  
student Poslijediplomskog doktorskog studija,  
Izv.prof.dr.sc. Anita Liška,  
e-mail: [aliska@pfos.hr](mailto:aliska@pfos.hr)  
prof.dr.sc. Vlatka Rozman,  
Pavo Lucić, mag.ing.agr.

**Primljeno-received:**

25.02.2017.

Sveučilište J.J. Strossmayer, Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska