

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Marijana P. Pražić Golić, dipl. inž.

EFEKTI INSEKTICIDA, INERTNIH PRAŠIVA I
EKSTREMNIH TEMPERATURA NA RAZLIČITE
POPULACIJE PIRINČANOG ŽIŠKA
Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera: Curculionidae)

doktorska disertacija

Beograd, 2015.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Marijana P. Pražić Golić, BSc

EFFECTS OF INSECTICIDES, INERT DUSTS AND
EXTREME TEMPERATURES ON DIFFERENT
POPULATIONS OF RICE WEEVIL
Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera: Curculionidae)

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015.

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET
UNIVERZITET U BEOGRADU**

Mentor

dr Petar Vukša, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet

Drugi mentor

dr Petar Kljajić, naučni savetnik
Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd

Članovi komisije:

dr Radoslava Spasić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet

dr Novica Miletić, docent
Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet

dr Draga Graora, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet

Program ove doktorske disertacije realizovan je u Laboratoriji za primenjenu entomologiju Instituta za pesticide i zaštitu životne sredine u Beogradu.

Želim da se zahvalim svom mentoru prof.dr Petru Vukši koji me je na početku doktorskih studija usmerio na pravi put, a zatim i na pomoći, korisnim sugestijama i savetima u završnim korekcijama teksta doktorske disertacije.

Posebnu zahvalnost želim da uputim dr Petru Kljajiću koji mi je pružio neizmerno mnogo podrške, znanja i iskustva, ne samo u toku realizacije ovog programa, nego i u naučnom radu uopšte.

Veliku zahvalnost dugujem i prof.dr Radoslavi Spasić na pomoći oko determinacije žižaka u toku realizacije istraživanja kao i na pomoći u završnim korekcijama teksta.

Zahvaljujem se i ostalim članovima komisije, prof.dr Dragi Graora i dr Novici Miletiću.

Takođe, zahvaljujem se:

Kolegi dr Goranu Andriću na pomoći, znanju i iskustvu koje mi je nesebično pružao u svim fazama realizacije ove disertacije.

Jeli Drči na stalnoj brizi o insektima i zato što je bila aktivni učesnik u svim eksperimentima tokom realizacije ovog programa.

*Veljku i Cviji Mrđenu, Višeslavu Jovanoviću i Ivanu Kočeviću na pomoći oko prikupljanja populacija *S. oryzae*.*

Svim kolegama iz Laboratorije za primenjenu entomologiju na prijatnoj atmosferi svakog radnog dana.

Izuzetnu zahvalnost dugujem porodici na beskrajnoj podršci, razumevanju i strpljenju.

**EFEKTI INSEKTICIDA, INERTNIH PRAŠIVA I EKSTREMNIH TEMPERATURA NA RAZLIČITE
POPULACIJE PIRINČANOG ŽIŠKA
Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera: Curculionidae)**

REZIME

Sa ciljem da se sagleda stanje osetljivosti populacija pirinčanog žiška u Srbiji na kontaktne insekticide, pomoću diskriminativnih doza ispitana je osetljivost 16 prikupljenih populacija ove skladišne vrste. Metodom aplikacije na filter papir i pšenicu u zrnu ispitana je toksičnost insekticida: organofosfata (malationa, hlorthirifos-metila i pirimifos-metila) i piretroida (deltametrina sa PBO i bifentrina), kao i efekti tri nova insekticida: spinosada iz grupe spinozina, abamektina iz grupe makrolida i tiametoksama iz grupe neonikotinoidea. Takođe, ispitivani su i samostalni efekti inertnih prašiva na bazi prirodnog zeolita i diatomejske zemlje poreklom iz Srbije, zatim samostalni efekti ekstremnih temperatura (5 i 50 °C) kao i efekti ekstremnih temperatura u interakciji sa insekticidima i diatomejskom zemljom.

Na osnovu dobijenih rezultata, može se konstatovati da nijedna populacija nije pokazala promenjenu osetljivost na ispitivane insekticide. Posle aplikacije insekticida na filter papir, za adulte pirinčanog žiška iz laboratorijske populacije na nivou LD₅₀ najtoksičniji insekticid je bio bifentrin, a najmanje toksičan malation. Međutim posle aplikacije na pšenicu u zrnu, posle sedam dana izlaganja žižaka, najtoksičniji insekticid je bio hlorthirifos-metil, a najmanje toksičan tiametoksam. Takođe, najnižu MED dozu imaju hlorthirifos-metil (F₁) i deltametrin sa PBO (F₂) a najvišu spinosad (F₁ i F₂) i tiametoksam (F₂). Ispitivanja su pokazala da je posle 14 dana ekspozicije adulta iz različitih populacija *S. oryzae* u tretiranoj pšenici, za postizanje efikasnosti > 95 % potrebno >0,5 mg/kg abamektina, a > 1 mg/kg spinosada i tiametoksama.

Za pirinčanog žiška je utvrđeno da je komercijalni preparat na bazi diatomejske zemlje (Protect-It) značajno efektivniji od prašiva na bazi zeolita i diatomejske zemlje poreklom iz Srbije, kao i da insekticidi i inertna prašiva u interakciji sa 5 °C ispoljavaju niži, a u interakciji sa 50 °C značajno viši nivo efektivnosti za pirinčanog žiška.

Ključne reči: *S. oryzae*, pirinčani žižak, insekticidi, inertna prašiva, ekstremne temperature, interakcija

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Fitofarmacija

UDK: 632.9:632.7Sitophilus oryzae(043.3)

**EFFECTS OF INSECTICIDES, INERT DUSTS AND EXTREME TEMPERATURES ON DIFFERENT
POPULATIONS OF RICE WEEVIL
Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera: Curculionidae)**

ABSTRACT

To study the status of susceptibility of rice weevil *Sitophilus oryzae* populations from Serbia to contact insecticides, discriminatory dose tests were performed to examine 16 collected populations of that stored-product insect species. Using the methods of application to filter paper and wheat grain, we tested the toxicity of different insecticides: organophosphates (malathion, chlorpyrifos-methyl and pirimiphos-methyl) and pyrethroids (deltamethrin with PBO and bifenthrin), as well as three new insecticides: spinosad of the spinosyn group, abamectin of macrolides and thiamethoxam of neonicotinoids. Individual effects of inert dusts based on naturally-occurring zeolite and diatomaceous earth originating from Serbia, and individual effects of extreme temperatures (5 and 50°C), and effects of extreme temperatures interacting with insecticides and diatomaceous earth were also tested.

Our data show that none of the populations has changed its susceptibility to the insecticides tested. After application to filter paper, the most toxic insecticide to rice weevil adults of the laboratory population at the LD₅₀ was bifenthrin, and the least toxic was malathion. However, chlorpyrifos-methyl was the most toxic insecticide at the end of 7-day tests with application to wheat grain, while thiamethoxam was the least toxic. Chlorpyrifos-methyl (F₁) and deltamethrin with PBO (F₂) had the lowest MED values, and spinosad (F₁ and F₂) and thiamethoxam (F₂) the highest. After 14 days of exposure of adults from different *S. oryzae* populations to treated wheat, the level of >95% efficacy required >0.5mg/kg of abamectin, and >1 mg/kg of spinosad and thiamethoxam.

A commercial product based on diatomaceous earth (Protect-It) was found to be significantly more effective against rice weevils than zeolite and diatomaceous earth dusts originating from Serbia. The insecticides and inert dusts interacting with 5°C temperature showed lower effectiveness against rice weevils, and their interaction with 50°C temperature resulted in a significantly higher level of effectiveness.

Keywords: *S. oryzae*, rice weevil, insecticides, inert dusts, extreme temperatures, interaction

Field of science: Biotechnical science

Branch of science: Chemical plant protection

UDC 632.9:632.7Sitophilus oryzae(043.3)

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Efekti insekticida	3
2.2. Efekti inertnih prašiva	8
2.3. Efekti ekstremnih temperatura	10
2.4. Efekti insekticida i inertnih prašiva u interakciji sa ekstremnim temperaturama	14
3. MATERIJAL I METODE RADA	16
3.1. Testirane populacije <i>Sitophilus oryzae</i>	16
3.2. Insekticidi i inertna prašiva korišćeni u eksperimentima	17
3.3. Utvrđivanje toksičnosti insekticida	20
3.3.1. Utvrđivanje toksičnosti insekticida na filter papiru	20
3.3.2. Utvrđivanje toksičnosti insekticida na pšenici u zrnu	21
3.3.3. Utvrđivanje efekata spinosada, abamektina i tiametoksama na <i>S. oryzae</i> iz prikupljenih populacija	22
3.4. Utvrđivanje efekata inertnih prašiva	22
3.5. Utvrđivanje efekata ekstremnih temperatura	23
3.6. Utvrđivanje efekata insekticida u interakciji sa 5 °C i 50 °C	24
3.7. Utvrđivanje efekata inertnih prašiva u interakciji sa 5 °C i 50 °C	25
3.8. Obrada podataka	25
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	26
4.1. Toksičnost insekticida na filter papiru	26
4.2. Toksičnost insekticida na pšenici u zrnu	28

4.3. Efekti spinosada, abamektina i tiametoksama na prikupljene populacije <i>S. oryzae</i>	30
4.4. Efekti prirodnog zeolita i diatomejske zemlje na adulte <i>S. oryzae</i>	33
4.5. Efekti temperatura 5 °C i 50 °C	36
4.6. Efekti insekticida u interakciji sa 5 °C i 50 °C	37
4.7. Efekti diatomejske zemlje u interakciji sa 5 °C i 50 °C	52
5. DISKUSIJA	55
5.1. Efekti insekticida	55
5.2. Efekti inertnih prašiva	59
5.3. Efekti temperatura 5 °C i 50 °C	62
5.4. Efekti insekticida u interakciji sa 5 °C i 50 °C	63
5.5. Efekti diatomejske zemlje u interakciji sa 5 °C i 50 °C	67
6. ZAKLJUČCI	70
7. LITERATURA	72
8. PRILOZI	85
9. BIOGRAFIJA AUTORA	90
10. IZJAVA O AUTORSTVU	91
11. IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE DOKTORSKE DISERTACIJE	92
12. IZJAVA O KORIŠĆENJU	93

1. UVOD

Pirinčani žižak, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) je jedna od ekonomski najznačajnijih primarnih štetočina uskladištenog žita (oštećuje cela zrna žita) usled čije aktivnosti, u zrnenj masi dolazi do zagrevanja i povećanja vlage čime se stvaraju povoljni uslovi za razvoj sekundarnih štetočina i mikroorganizama. Tako infestirani proizvodi gube vrednost i/ili postaju neupotrebljivi za ljudsku i životinjsku ishranu. Žišci su rasprostranjeni u svim skladištima žita u svetu. U našoj zemlji pirinčani žižak se prvenstveno nalazi u skladištima tipa silosa (Hill, 1990; Rees, 1996, 2004; Almaši, 2008).

U okviru hemijskih mera suzbijanja ove i drugih štetnih insekata u skladištu najčešće se pored fumiganta (fosfina) primenjuju kontakti (rezidualni) insekticidi iz grupe organofosfatnih jedinjenja (dihlorvos, malation, hlorspirifos–metil i pirimifos–metil) i piretroida (deltametrin, bioresmetrin). U Srbiji je za zaštitu uskladištenih proizvoda registrovano 12 preparata na bazi četiri aktivne materije: dihlorsosa, malationa, pirimifos–metila i deltametrina (Kljajić, 2008; Janjić i Elezović, 2010).

Glavni limitirajući faktori njihove dalje široke primene su pre svega ostaci insekticida u tretiranim proizvodima, ali i promenjena osetljivost odnosno rezistentnost pojedinih populacija štetnih insekata (Busvine, 1980; Metcalf, 1989; Perić, 1990; Soderland and Bloomquist, 1990; Reichmuth, 1996; Subramanyam and Hagstrum, 1996; Opit et al., 2012). Do 1976. godine izražena rezistentnost populacija pirinčanog žiška utvrđena je na lindan i malation, a kasnije i na DDT, fenitrotrion, pirimifos–metil i deltametrin, s tim da u Srbiji još uvek nije precizno utvrđivano stanje osetljivosti populacija ove skladišne vrste (Subramanyam and Hagstrum, 1996; Kljajić i Perić, 2005).

Sa ciljem prevazilaženja problema rezistentnosti skladišnih insekata na insekticide, ali i očuvanja životne sredine i bezbednosti hrane nameće se potreba za uvođenjem novih insekticida u suzbijanju skladišnih insekata, kao što su spinosad, abamektin i tiametoksam. Spinosad se dobija fermentacijom zemljišne bakterije *Saccharopolyspora spinosa* Mertz i Yao (Bacteria: Actinobacteridae), a zahvaljujući povoljnim ekotoksikološkim svojstvima je 2003. godine registrovan za zaštitu uskladištenog žita u Keniji, a početkom 2005. godine i u SAD (Hertlein et al., 2011). Abamektin je insekticid iz grupe avermektina, sintetiše se iz prirodnih produkata fermentacije zemljišne bakterije *Streptomyces avermitilis* (Kim i Godfellow) i koristi se u zaštiti velikog broja gajenih biljaka od štetnih insekata i grinja. Iako je u istraživanjima utvrđeno da abamektin ispoljava visoku efektivnost u suzbijanju skladišnih

insekata, za sada nijedan preparat nije registrovan za primenu u skladišnim objektima (Andrić et al., 2011). Tiametoksam iz grupe neonikotinoida sa širokim spektrom insekticidnog delovanja, zauzima značajno mesto u programu suzbijanja različitih vrsta insekata širom sveta (Maienfisch et al., 2001a,b; Arthur et al., 2004; Tomlin, 2009; MacBean, 2012).

U istraživanjima je utvrđeno da upotreba inertnih prašiva i ekstremnih temperatura, kao fizičkih mera suzbijanja skladišnih insekata, predstavlja dobru alternativu rezidualnim insekticidima (Korunić, 1997, 1998; Kljajić and Andrić, 2010). Najveća prednost primene inertnih prašiva je što su nisko toksična za sisare i nemaju štetan uticaj na životnu sredinu, a s obzirom da prašiva deluju nezavisno od metaboličkih procesa smatra se da nije moguća pojava rezistentnosti (Ebeling, 1971; Golob, 1997).

Ekstremne temperature (visoke i niske) primenjene samostalno ili u interakciji sa drugim merama suzbijanja narušavaju normalno odvijanje osnovnih fizioloških i biohemijskih procesa, a negativno utiču na reprodukciju i razviće insekata kao poikilotermnih organizama. Ovakva primena ekstremnih temperatura kao fizičke mere suzbijanja skladišnih insekata ima niz prednosti: nema rezidua na proizvodima, efektivne su za populacije rezistentne na kontaktne insekticide i rizik za operatere je minimalan, zbog čega je u suzbijanju skladišnih insekata u razvijenim zemljama sveta njihova primena sve aktuelnija (Fields, 1992, 2001; Burks et al., 2000; Beckett and Morton, 2003; Hagstrum and Subramanyam, 2006; Beckett et al., 2007).

Cilj naših istraživanja bio je da se u laboratorijskim uslovima, primenom insekticida na filter papir i na zrnju pšenice, utvrde parametri toksičnosti (LD parametri i *ld-p* linije) za adulte laboratorijske populacije i nivoi osetljivosti prikupljenih populacija *S.oryzae* iz skladišta u Srbiji. Zadatak je bio da se ispituju i efekti spinosada, abamektina i tiametoksama na *S. oryzae* iz laboratorijske i odabranih prikupljenih populacija, kao i efekti inertnih prašiva na bazi prirodnog zeolita i diatomejske zemlje poreklom iz Srbije. Takođe, cilj je bio i da se ispituju efekti samih ekstremnih temperatura (5°C i 50°C) na populacije žižaka, kao i u kombinaciji sa insekticidima i diatomejskom zemljom.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Efekti insekticida

Izražena inicijalna toksičnost, perzistentnost, širok spektar delovanja i jednostavna primena u praksi su važne prednosti zbog kojih se smatra da je primena insekticida najlakši, najbrži i najekonomičniji način za suzbijanje štetnih insekata (White and Leesch, 1996; Hagstrum and Subramanyam, 2006). Da bi se što preciznije utvrdio insekticidni potencijal neke supstance, neophodno je da se odgovarajućim metodama ispita njegova efektivnost, što se vidi i iz brojnih rezultata ispitivanja od strane velikog broja istraživača.

Metodom nanošenja insekticida na filter papir, Toppozada et al. (1969) su utvrdili da je za *S.oryzae* iz laboratorijske populacije, posle 24 sata izlaganja, najtoksičniji malation, koji je na nivou LC_{50} bio toksičniji od lindana, karbarila, dihlorvosa, DDT-ja i piretrina: 2, 3, 4, 76 i 170 puta. Williams et al. (1978) su nakon ispitivanja toksičnosti insekticida iz grupe organofosfata (malationa, hlorspirifosa i hlorspirifos-metila) na filter papiru, zaključili da je na nivou LC_{50} , posle sedam sati izlaganja, za *S.oryzae* iz laboratorijske populacije najtoksičniji hlorspirifos-metil (0,14 %) a najmanje toksičan hlorspirifos (0,31 %), dok je na nivou $LC_{99,9}$ najtoksičniji malation (0,80 %) a najmanje toksičan hlorspirifos-metil (1,25 %). Kljajić i sar. (2006) su, posle 24 sata izlaganja na tretiranom filter papiru, konstatovali da je za adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije najtoksičniji insekticid hlorspirifos-metil ($LD_{50}= 4,61 \mu g/cm^2$ i $LD_{95}= 22,12 \mu g/cm^2$), a posle 48 sati dihlorvos ($LD_{50}= 0,97 \mu g/cm^2$ i $LD_{95}= 3,38 \mu g/cm^2$). Isti autori su utvrdili da je za adulte laboratorijske populacije žitnog žiška, *Sitophilus granarius* (L.) najtoksičniji hlorspirifos-metil ($LD_{50}=0,94 \mu g/cm^2$ i $LD_{95}=1,56 \mu g/cm^2$) a najmanje toksičan cipermetrin ($LD_{50}=14,82 \mu g/cm^2$ i $LD_{95}=135,19 \mu g/cm^2$). Lorini and Galley (1998) su posle 24 sata izlaganja adulta rizoperte, *Rhyzopertha dominica* (F.) iz dve populacije normalne osetljivosti na insekticide na tretiranom filter papiru, utvrdili srednje letalne koncentracije (LC_{50}) deltametrina na nivou $0,012 \mu g/cm^2$ i $0,055 \mu g/cm^2$. Metodom mikroaplikacije, Andrić et al. (2010) su ispitivali toksičnost dihlorvosa, malationa, hlorspirifos-metila, pirimifos-metila, deltametrina i bifentrina za kestenjastog brašnara, *Tribolium castaneum* (Herbst) iz laboratorijske populacije, i utvrdili da je na nivou LD_{50} najtoksičniji deltametrin ($0,0069 \mu g/insekt$), a najmanje toksičan malation ($0,28 \mu g/insekt$), dok je na nivou LD_{95} najtoksičniji pirimifos-metil ($0,018 \mu g/insekt$) a najmanje toksičan, takođe, malation ($5,97 \mu g/insekt$).

Metodom aplikacije insekticida na proizvode u zrnju, dobija se precizniji odgovor o njihovoj efikasnosti u praktičnim uslovima. Takođe, na ovaj način se efektivnost insekticida može oceniti i sagledavanjem njihovog uticaja na redukciju potomstva u F_1 i F_2 generaciji, što se prikazuje kao "minimalna efektivna doza" (MED). Williams et al. (1978) su ispitivanjem efekata malationa, hlorthirifosa i hlorthirifos-metila u pšenici u zrnju utvrdili da je za *S.oryzae* najtoksičniji hlorthirifos-metil koji istovremeno najuspešnije redukuje potomstvo. Slično ovome, Daglish (1998) ukazuje da se, tokom 30 nedelja skladištenja pšenice, sa 10,0 mg/kg hlorthirifos-metila postiže visoka redukcija brojnosti potomaka *S.oryzae* (96,3 %). Takođe, nakon praćenja efikasnosti insekticida tokom tri meseca skladištenja pšenice, Wilkin et al. (1999) su utvrdili da se primenom bifentrina u količini od 1,0 mg/kg kao i pirimifos-metila u količini od 4,0 mg/kg ostvaruje efikasnost na nivou 100 %, a primenom deltametrina u količini od 1,0 mg/kg, 61 %.

Nakon opsežnih ispitivanja efekata deltametrina i hlorthirifos-metila primenjenih samostalno i u kombinaciji, za period skladištenja pšenice dug 10 meseci, Arthur (1994) je zaključio da se za adulte *S.oryzae* visoka efikasnost postiže primenom 6 ppm hlorthirifos-metila i > 1 ppm deltametrina. Takođe, autor navodi da u pšenici tretiranoj dvema kombinovanim varijantama deltametrina (0,5 i 1 ppm) i hlorthirifos-metila (6 ppm) nije bilo potomaka, dok je u pšenici tretiranoj najnižom količinom deltametrina (0,5 ppm) utvrđen veliki broj potomaka izlaganih roditelja.

Daglish et al. (1995) su ispitivali interakcije između različitih insekticida na skladišne insekte u kukuruzu. Autori su utvrdili da hlorthirifos-metil (10,0 mg/kg) u kombinaciji sa fenotrinom (1,0 mg/kg) i piperonil butoksidom (8,5 mg/kg) tokom 29 nedelja skladištenja prouzrokuje smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 91 %, kao i da ova kombinacija insekticida redukuje potomstvo ovog žiška na nivou 95 %. Takođe, ovi autori su utvrdili da 10,0 mg/kg hlorthirifos-metila u kombinaciji sa 1,0 mg/kg metoprena prouzrokuje smrtnost 87 % adulta pirinčanog žiška i redukciju potomstva izlaganih roditelja na nivou 95 %.

U pirinču u zrnju tretiranom sa 0,625 mg/kg hlorthirifos-metila, 2,0 mg/kg deltametrina i 0,25 mg/kg deltametrina sa 8,0 mg/kg piperonil butoksida postiže se zanemarljiva smrtnost *S.oryzae*. Međutim, kada se primene u kombinaciji, hlorthirifos-metil sa deltametrinom i hlorthirifos-metil sa sinergizovanim deltametrinom, u navedenim količinama, prouzrokuju smrtnost adulta *S.oryzae* preko 60 %. Istovremeno, utvrđeno je da deltametrin i deltametrin sa

piperonil butoksidom nisu značajno uticali na redukciju brojnosti potomaka (Daglish et al., 1996).

Athanassiou et al. (2004) su nakon ispitivanja insekticidnih i rezidualnih efekata deltametrina, beta-ciflutrina i alfa-cipermetrina na *S.oryzae* u pšenici u zrnju, utvrdili da je smrtnost adulta izlaganih depozitu starom 3,5 meseca, posle nanošenja ovih insekticida u količini od 0,25 ppm, bila niža od 50 %.

Nakon ispitivanja efekata pirimifos-metila i sinergizovanog piretrina kao i kombinacije ova dva insekticida na *S.oryzae*, *T.castaneum*, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *R.dominica* i *Plodia interpunctella* (Hübner) Huang and Subramanyam (2005) su utvrdili da je, za razliku od sinergizovanog piretrina, pirimifos-metil primenjen u količinama od 4,0; 6,0 i 8,0 mg/kg visoko efektivan za skladišne vrste, kao i da sinergizovani piretrin u kombinaciji sa pirimifos-metilom ne ispoljava viši nivo efektivnosti u odnosu na samostalno delovanje pirimifos-metila.

Kljajić i Perić (2007) su ispitivali efekte dihlorvosa, malationa, hlorspirifos-metila, pirimifos-metila, deltametrina i deltametrina sa sinergistom piperonil butoksidom na različite populacije *S.granarius*. Posle dva dana izlaganja u tretiranoj pšenici, konstatovali su da je za adulte iz laboratorijske populacije žitnog žiška najtoksičniji insekticid deltametrin sa piperonil butoksidom ($LD_{50} = 0,10$ mg/kg i $LD_{95} = 0,25$ mg/kg), a najmanje toksičan dihlorvos ($LD_{50} = 1,80$ mg/kg i $LD_{95} = 5,35$ mg/kg), pri čemu najnižu minimalnu efektivnu dozu ima deltametrin sa piperonil butoksidom (0,2 mg/kg), a najvišu malation ($> 5,0$ mg/kg). Samson et al. (1990) su utvrdili da 1,0 mg/kg deltametrina sa 8,0 mg/kg piperonil butoksida sprečava pojavu F_2 generacije kukuruznog žiška, *Sitophilus zeamais* Motsch., tokom 24 nedelje, odnosno 48 nedelja posle primene dva puta veće doze piperonil butoksida (16,0 mg/kg). Collins (1990) navodi da je za osetljive adulte *T.castaneum* minimalna efektivna doza pirimifos-metila $< 0,25$ mg/kg, hlorspirifos-metila 0,2 mg/kg, deltametrina 0,15 mg/kg i deltametrina sa piperonil butoksidom 0,05 mg/kg.

Ispitivanjem efekata pirimifos-metila na *S.oryzae*, *S.granarius*, *R.dominica*, *Tribolium confusum* i *O.surinamensis*, Rumbos et al. (2013) su konstatovali da je *S.oryzae* najosetljivija na ovaj insekticid. U pšenici tretiranoj sa 1 ppm pirimifos-metila posle sedam dana ostvarena je smrtnost 100 % adulta, dok je doza > 3 ppm u potpunosti redukovala brojnost potomaka (100 %).

Dugogodišnja primena insekticida prouzrokovala je pojavu rezistentnih populacija skladišnih insekata, i samim tim dovela do povećanja količine primene u praksi i negativnog uticaja na bezbednost hrane.

Sumirajući podatke iz literature, Subramanyam and Hagstrum (1996) navode da je rezistentnost *S.oryzae* do sada potvrđena na DDT, lindan, fenitrothion, malation, pirimifos-metil, a da je najizraženija na deltametrin (2633,7x). Istraživanjima koja su sprovedi Kljajić i Perić (2006) i Andrić i sar. (2010) je utvrđeno prisustvo populacija *S.granarius* i *T.castaneum* sa promenjenom osetljivošću na kontaktne insekticide u Srbiji. Za tri od ukupno 12 populacija *S.granarius*, diskriminativne doze dihlorvosa, malationa, hlorspirifos-metila, pirimifos-metila i deltametrina su bile dovoljne za postizanje smrtnosti preko 92 %. Međutim, ostalih devet populacija su posedovale određen nivo promenjene osetljivosti na jedan ili više ispitivanih insekticida. Andrić i sar. (2010) su od 12 populacija *T.castaneum* prikupljenih iz različitih skladišnih objekata u Srbiji, kod sedam populacija, posle kontakta sa diskriminativnim dozama kontaktnih insekticida, utvrdili promenjenu osetljivost samo na malation.

Sa ciljem da se prevaziđe rezistentnost insekata, poslednjih godina se ispituju mogućnosti uvođenja u primenu novih, spinosada i abamektina, kao i jedinjenja iz grupe neonikotinoida, tiametoksama i imidakloprida. Spinosad, efikasno suzbija veći broj vrsta štetnih insekata uključujući i skoro sve glavne štetočine uskladištenog žita iz redova Coleoptera i Lepidoptera, međutim, brojna istraživanja pokazuju da osetljivost insekata na spinosad varira pre svega u zavisnosti od vrste i primenjene doze.

Subramanyam et al. (1999) su istakli da je najosetljivija vrsta *R.dominica* a najotpornija *T.castaneum*. Posle osam dana ekspozicije u pšenici tretiranoj sa 1,0 mg/kg spinosada, smrtnost adulta *R.dominica* bila je 100 %, dok je nakon primene serije količina (1,0-20,0 mg/kg) utvrđena smrtnost adulta *S.oryzae* u rasponu 91-100 %, *O.surinamensis* 66-98 % i *T.castaneum* 22-26 %. Autori su istakli da primenjene količine spinosada kod svih ispitivanih vrsta značajno redukuju brojnost potomaka: *R.dominica* (99-100 %), *S.oryzae* (71-95 %), *O.surinamensis* (68-100 %) i *T.castaneum* (63-100 %).

Flinn et al. (2004) su konstatovali da spinosad primenjen u količini od 1,0 mg/kg obezbeđuje potpunu zaštitu žita od *C.ferrugineus* i *R.dominica*, ali ne i od *T.castaneum*. Do sličnih rezultata došli su i Nayak et al. (2005) koji su zaključili da ova količina spinosada obezbeđuje potpunu zaštitu žita čak i od rezistentnih populacija *R.dominica*. Međutim, za

normalno osetljive adulte *S.oryzae* efikasnost spinosada posle sedam dana je bila svega 66 %, a za rezistentne populacije ove vrste samo 19 %, pored toga spinosad nije značajno redukovao potomstvo izlaganih roditelja. Saglasno ovome, Daglish (2008) je konstatovao da spinosad nije efikasan za rezistentne populacije *S.oryzae*, i ukazao da je za ove populacije pirinčanog žiška jedino visoko efikasan hlorspirifos-metil koji istovremeno značajno redukuje brojnost potomaka izlaganih roditelja, za razliku od spinosada koji je za adulte *S.oryzae* u ovom slučaju bio efikasan < 30 % i neznatno je uticao na produkciju/redukciju potomstva. Takođe, Vayias et al. (2009a) su nakon ispitivanja efekata spinosada na skladišne insekte zabeležili veliki broj potomaka *S.oryzae* posle primene nižih količina, 0,01 ppm i 0,1 ppm, ovog insekticida.

Za razliku od prethodnih autora, Huang and Subramanyam (2007) su utvrdili visoku efikasnost (100 %) dva puta niže količine spinosada (0,5 mg/kg) za adulte *S.oryzae* posle 12 dana izlaganja u tretiranom kukuruzu, kao i potpunu redukciju brojnosti potomaka posle primene 1,0 i 2,0 mg/kg ovog insekticida. Athanassiou et al. (2008b) su posle sedam dana izlaganja adulta *S.oryzae* u pšenici tretiranoj sa 1 ppm spinosada konstatovali smrtnost žižaka na nivou 86,4 %. Athanassiou et al. (2010) su nakon ispitivanja rezidualne efikasnosti spinosada u pšenici, kukuruzu i ječmu na adulte *S.oryzae*, *R.dominica*, *T.confusum*, *C.ferrugineus* i larve *T.confusum* u laboratorijskim uslovima, zaključili da spinosad (1 ppm) može da obezbedi zadovoljavajuću zaštitu žita tokom šest meseci skladištenja od *S.oryzae* i *R.dominica*, ali ne i od *T.confusum* i *C.ferrugineus*. Hertlein et al. (2011) su ukazali da je od skladišnih insekata na spinosad najosetljivija *R.dominica* (čak i rezistentne populacije ove vrste su veoma osetljive) značajno manje osetljiva je *S.oryzae*, dok su najmanje osetljive vrste iz roda *Tribolium*, posebno *T.castaneum*.

U poređenju sa spinosadom, značajno je manji broj publikovanih radova o delovanju abamektina i tiametoksama na skladišne insekte. Kavallieratos et al. (2009) su naveli da je za efikasnost abamektina na nivou > 95 % potrebno 14 dana izlaganja adulta *S.oryzae* i *R.dominica* u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 1,0 mg/kg, odnosno 21 dan izlaganja za adulte *T.castaneum* u pšenici tretiranoj sa 1,0 mg/kg abamektina.

Abamektin je, u istraživanjima koja su realizovali Andrić et al. (2013), za ispitivane populacije *T.castaneum* (laboratorijska i populacije iz Nikinaca i Jakova), bio značajno efikasniji od spinosada. Posle 21 dan izlaganja u pšenici tretiranoj najvišom količinom spinosada (5,0 mg/kg) utvrđena je smrtnost adulta iz laboratorijske populacije na nivou 97,3

%, dok je u istom periodu dva puta manja količina abamektina prouzrokovala smrtnost 94,7 % adulta.

Arthur et al. (2004) su pokazali da efikasnost tiametoksama takođe zavisi od vrste insekta i primenjene doze. Oni su zaključili da je od skladišnih insekata (*S.zeamais*, *O.surinamensis*, *T.castaneum*, *S.oryzae* i *R.dominica*) tiametoksam najmanje bio efikasan za *T.castaneum*, gde je posle šest dana ekspozicije u pšenici tretiranoj sa 4 ppm efikasnost ovog insekticida bila oko 60 %, dok je istovremeno za *S.oryzae* utvrđen nešto viši nivo efikasnosti, 80 %.

Wakil et al. (2013) su nakon ispitivanja efekata tiametoksama na različite populacije *R.dominica* prikupljene sa više lokaliteta u Pakistanu, bez prethodne provere osetljivosti na insekticide, utvrdili da je posle sedam dana izlaganja u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg tiametoksama smrtnost adulta bila u rasponu od 48 % do 74 %. Autori su kod prikupljenih populacija konstatovali različit nivo osetljivosti na tiametoksam.

2.2. Efekti inertnih prašiva

Diatomejska zemlja i prirodni zeolit se ubrajaju u grupu prašiva koja sadrže prirodne silikate, a od svih inertnih prašiva diatomejska zemlja ima najveći praktični značaj i u mnogim zemljama je sastavni deo programa zaštite uskladištenih proizvoda od štetnih insekata (Golob, 1997; Korunić, 1998; Subramanyam and Roesli, 2000).

Čestice prašiva oštećuju zaštitni voštani sloj kutikule insekta, a zatim vezujući ili apsorbujući epikutikularne lipidne slojeve prouzrokuju prekomeran gubitak vode, te do uginuća dolazi usled desikacije. Zato su efekti inertnih prašiva uslovljeni i morfološkim karakteristikama insekata, jer su sa velikom površinom u odnosu na zapreminu, sa tanjim i mekšim voštanim slojem i čekinjastom i reljefnom kutikulom, osetljiviji na inertna prašiva. Kada su u pitanju skladišni insekti iz reda Coleoptera, najosetljivija vrsta je *O.surinamensis*, zatim slede *C.ferrugineus*, *S.granarius*, *S.oryzae*, *T.castaneum* i *R.dominica* (Fields and Korunić, 2000; Subramanyam and Roesli, 2000).

Efikasnost diatomejske zemlje i prašiva uopšte, u velikoj meri zavisi i od niza abiotičkih i biotičkih faktora, kao što je relativna vlažnost vazduha, temperatura, sadržaj vlage u zrnju, vrsta supstrata, gustina populacije, geografsko poreklo i dr. Tako su, na primer, Fields and Korunić (2000) posle pet dana izlaganja adulta *S.oryzae* u pšenici tretiranoj sa 300

ppm preparata na bazi diatomejske zemlje (Protect-It) utvrdili da smanjenje sadržaja vlage u zrnu za samo 3,2 % utiče na povećanje smrtnosti za čak 42 %.

Efekti diatomejske zemlje i prašiva uopšte, zavise i od fizičko-hemijskih svojstva samih prašiva. Diatomejska zemlja je sačinjena od fosilnih ostataka jednoćelijskih algi poznatih kao diatomi (po čemu je i dobila naziv) u čijem sastavu dominira amorfnog silicijum-dioksid (SiO_2). Efikasnost prašiva je upravo uslovljena sadržajem SiO_2 što je kod *S.oryzae* i *T.castaneum* potvrdio Korunić (1997) ispitivanjem efikasnosti 43 uzorka diatomejske zemlje iz različitih delova sveta. Takođe, Kljajić et al. (2011) su nakon ispitivanja efikasnosti tri uzorka diatomejske zemlje poreklom iz Srbije na *Acanthoscelides obtectus* (Say) utvrdili, da je uzorak diatomejske zemlje S-1 sa 78,8 % SiO_2 značajno efektivniji za adulte od uzoraka S-2 sa 63,1 % SiO_2 i S-3 sa 46,5 % SiO_2 . Zato, komercijalni preparati na bazi diatomejske zemlje sadrže više od 85 % amorfnog SiO_2 , a radi poboljšanja efikasnosti često sadrže i oko 10 % silika gela (Korunić, 1997).

Svi fosilni diatomi su porozni, i poroznost ili specifična površina (kvadratni metar po gramu) određuje njihov insekticidni potencijal (Ebeling, 1971). Diatomi se razlikuju po obliku i veličini (Korunić, 1998). Kada se primenjuje kao insekticid, diatomejska zemlja se melje do veličine čestica prečnika od 1 do 50 μm . Međutim, procenat čestica određene veličine varira od uzorka do uzorka i od prašiva do prašiva (Subramanyam and Roesli, 2000).

Vayias et al. (2009b) su konstatovali da su uzorci diatomejske zemlje poreklom iz Srbije ispoljili najviši nivo efikasnosti za adulte *S.oryzae*, *C.ferrugineus* i *R.dominica* kao i to da su uzorci sa veličinom čestica < 45 μm bili efikasniji od uzoraka sa sadržajem čestica prečnika 45-150 μm . Međutim, nakon ispitivanja efekata diatomejske zemlje poreklom iz Grčke, Srbije, Slovenije, Makedonije i Nemačke na *S.oryzae*, *R.dominica* i *T.castaneum* Athanassiou et al. (2011) su konstatovali da je najefektivnija diatomejska zemlja poreklom iz Makedonije, a da je najmanje efektivna diatomejska zemlja poreklom iz Grčke.

Istraživanja pokazuju da je efikasnost prašiva u velikoj meri uslovljena dužinom ekspozicije insekata u tretiranoj pšenici (Kljajić et al., 2010; Andrić et al., 2012). Ispitujući dva uzorka prirodnog zeolita (Prirodni zeolit i Modifikovani prirodni zeolit) i dva uzorka diatomejske zemlje (DZ S-1 i DZ S-2) poreklom iz Srbije, najviši procenat smrtnosti adulta *T.castaneum* (94-100 %) utvrđen je posle najdužeg intervala izlaganja, 21 dan. Do sličnih zaključaka došli su i Athanassiou et al. (2005) koji su u svim ispitivanim varijantama efekata komercijalnog preparata na bazi diatomejske zemlje SilicoSec, najviši nivo smrtnosti adulta

S.oryzae i *T.confusum* utvrdili posle najduže ekspozicije, 14 dana, u pšenici tretiranoj različitim količinama ovog prašiva (0,25-1,5 g/kg).

Athanassiou et al. (2003, 2008a) su istakli da svojstva žita takođe mogu uticati na ispoljavanje efikasnosti inertnih prašiva. Autori su na osnovu rezultata dobijenih u svojim istraživanjima zaključili da je efikasnost diatomejske zemlje za *S.oryzae* niža u kukuruzu nego u pšenici i ječmu.

Pored značaja abiotičkih faktora, Arthur (2002) je ukazao da na efekte diatomejske zemlje utiče i gustina populacije. Posle sedam dana izlaganja u pšenici tretiranoj sa 300 ppm komercijalnog preparata Protect-It najveći procenat preživelih zabeležen je pri najvećoj gustini populacije. Takođe, Athanassiou et al. (2006) navode da za razliku od gustine populacije, starost insekata nema značajan uticaj na efikasnost prašiva.

Ipak, pored niza prednosti primene proizvoda na bazi inertnih prašiva, glavni nedostatak koji ograničava njihovu široku primenu u zaštiti žita jesu visoke količine primene (često preko 800 ppm) neophodne za uspešno suzbijanje skladišnih insekata (Subramanyam and Roesli, 2000; Vayias et al., 2006). Visoke količine mogu negativno uticati na neke osobine zrna (zapreminska težina) što može umanjiti komercijalnu vrednost proizvoda (Korunić, 1998; Subramanyam and Roesli, 2000). Sa ciljem prevazilaženja ovog problema, istraživači se poslednjih godina sve više bave ispitivanjem efekata nižih količina diatomejske zemlje u kombinaciji sa drugim merama: visokim temperaturama, niskim dozama piretroida, spinosada, biljnim produktima (Dowdy and Fields, 2002; Vayas and Athanassiou, 2004; Vayias et al., 2006; Chintzoglou et al., 2008; Athanassiou et al., 2009).

2.3. Efekti ekstremnih temperatura

Razvoj skladišnih insekata kao poikilotermnih organizama u velikoj meri zavisi od temperature u okolnoj sredini. Fields (1992) je u zavisnosti od odgovora skladišnih insekata, temperature podelio na optimalne (25-33 °C), suboptimalne (33-35 °C i 25-13 °C) i letalne (45-60 °C i < 5 °C). Temperature između 50 i 60 °C prouzrokuju letalne efekte u minutima a temperature između 43 i 46 °C u satima. Međutim, temperature između 5 i 15 °C usporavaju razviće insekata i mogu biti letalne samo posle dužeg perioda izlaganja, dok temperature između -1 i 3 °C prouzrokuju uginuće u satima ili danima, a ispod -1 °C još brže. Istraživanja pokazuju da su najtolerantnije skladišne vrste na niske temperature iz reda Coleoptera

S.granarius i *Trogoderma granarium* (Everts), a najosetljivije *Oryzaephilus mercator* (Fauvel), *T.castaneum* i *T.confusum* (Hagstrum and Subramanyam, 2006).

Pojedini autori su ispitivali uticaj niskih temperatura na fiziološke procese skladišnih insekata. Zavisnost trajanja pojedinih razvojnih stadijuma *S. oryzae* od temperature istakli su Ryoo and Cho (1988), koji su utvrdili da je za ukupno razviće ove vrste na 20 °C potrebno 55 dana a na 28 °C 28 dana. Takođe, ispitivanja Nakakita and Ikenaga (1997) pokazala su da je *S.oryzae* osetljivija od *S.zeamais* kao i da su na 5 °C adulti *S.oryzae* paralizovani.

Evans (1987) je ispitivao uticaj temperatura 13,5 °C i 9 °C na preživljavanje razvojnih stadijuma *S.oryzae*, *C.ferrugineus*, *O.surinamensis*, *R. dominica*, *S.granarius* i *T.castaneum*, i utvrdio da izlaganjem na 9 °C u trajanju od 52 nedelje ne preživljava ni jedna vrsta.

Kljajić i sar. (1996) su ispitivali letalne efekte temperatura -25 i -5 °C na *S.granarius*, i utvrdili da je za smrtnost 95 % izlaganih adulta na -5 °C potrebno 20 dana, a na -25 °C 70 minuta.

Međutim, mali broj autora je ispitivao letalne efekte temperature 5 °C na vrste *Sitophilus sp.* Istovremeno, sumirajući rezultate istraživanja efekata ekstremnih temperatura na skladišne insekte, Fields (1992) navodi da je na 4,4 °C za smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 100 % potrebno 14 dana izlaganja. Pražić Golić i sar. (2013) su ispitivali efekte 5 °C na adulte *S.oryzae*, *S.granarius* i *S.zeamais* u dve varijante: sa i bez aklimatizacije na 15 °C u trajanju od sedam dana. U obe ispitivane varijante, posle 11 dana izlaganja na 5 °C i sedam dana oporavka u laboratorijskim uslovima (na 25 °C) utvrđena je smrtnost preko 96 % adulta *S.oryzae* i ispod 10 % adulta *S.granarius* i *S.zeamais*.

U skladištima zrnenih proizvoda i semenske robe za suzbijanje štetnih insekata se primenjuju temperature iznad 0 °C, uglavnom od 5 do 15 °C (Maier et al., 1997; Mason et al., 1997; Rulon et al., 1999). U većini slučajeva žito se hladi samo do praga razvoja insekata (na oko 15 °C) čime se cena tretmana svodi na minimum. Samo manji broj vrsta može ostvariti porast populacije na temperaturama < 18 °C, izuzetak je *S.granarius* koja se reprodukuje i na temperaturama < 15 °C (Beckett et al., 2007). Suzbijanje populacija *S.zeamais* u skladištu se ostvaruje primenom niskih temperatura, a kao najefektivnije se navode temperature ≤ 15 °C (Maier et al., 1996, 1997; Mason et al., 1997; Ileleji et al., 2007). Isti autori navode, da se date temperature uspešno postižu pomoću tzv. „chilled aeration“ tj. aeracije „ledenog“ vazduha, gde se postignute temperature u supstratu kreću u opsegu od 5 do 15 °C, a primena rezidualnih insekticida i fumigacije u tom slučaju nije neophodna.

Visoke temperature narušavaju metaboličke procese i disanje, a negativan uticaj se ispoljava i na nervni i endokrini sistem, usled čega nastupaju promene u ponašanju i razviću (Neven, 2000). Za razliku od niskih, visoke temperature prouzrokuju letalne efekte u kratkom periodu. Zagrevanje objekata na $\geq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ u trajanju od 28 do 35 časova prouzrokuje uginuće na nivou od 95-99 % većine vrsta skladišnih insekata (Roesli et al., 2003).

Beckett et al. (1998) su ispitivali letalne efekte visokih temperatura ($42\text{--}53\text{ }^{\circ}\text{C}$) na *S.oryzae* i *R.dominica*. Autori su utvrdili da se sa povećanjem sadržaja vlage u pšenici povećava procenat preživljavanja svih razvojnih stadijuma ovih vrsta, kao i da je najotporniji drugi larveni stadijum *S.oryzae* a treći larveni stadijum *R.dominica*. Autori navode da je za postizanje smrtnosti 99 % izlaganih adulta *S.oryzae* na $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ potrebno 26,3 sata, a na $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ manje od jednog časa.

Kljajić i sar. (1996) su nakon ispitivanja efekata temperature $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ na adulte *S.granarius* iz različite gustine populacije, utvrdili da se vrednosti LT_{50} u zavisnosti od gustine populacije kreću od 19 minuta (2000 adulta/1500 g zrna) do 26 minuta (500 adulta/1500 g zrna).

Istraživanja pokazuju da se letalni efekti temperature $59\text{ }^{\circ}\text{C}$, odnosno $62\text{ }^{\circ}\text{C}$, na *R.dominica* i *S.oryzae* ispoljavaju posle 12 odnosno šest minuta, dok je za postizanje 100 % smrtnosti adulta *T.castaneum* na $54\text{ }^{\circ}\text{C}$ potrebno 10 minuta, 99,99 % smrtnosti adulta *R.dominica* na $55,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 3 sata, a na $53,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ četiri sata (Hagstrum and Subramanyam, 2006).

Arthur (2006) je ispitivao efekte visokih temperatura ($36\text{--}54\text{ }^{\circ}\text{C}$) na različite razvojne stadijume (jaja, larve, adulti) *T.castaneum* i *T.confusum* i konstatovao da se smrtnost adulta obe vrste na nivou 100 % postiže pri ekspoziciji od 4 sata na $48\text{ }^{\circ}\text{C}$, ali da je za uginuće svih stadijuma na $48\text{ }^{\circ}\text{C}$ potrebno čak 12 sati izlaganja, na $51\text{ }^{\circ}\text{C}$ dva sata, a na $54\text{ }^{\circ}\text{C}$ jedan sat.

Na osnovu LT-parametara dobijenih posle izlaganja adulta *S.oryzae*, *S.granarius* i *S.zeamais* na $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ u pšenici u zrnu, Pražić Golić et al. (2011) su zaključili da je najtolerantnija vrsta *S.zeamais*, zatim sledi *S.oryzae*, dok je najmanje tolerantna *S.granarius*. Za smrtnost 99 % adulta *S.zeamais* bilo je potrebno 298,43 minuta, za *S.oryzae* 173,34 minuta i za *S.granarius* 158,87 minuta. Takođe, ova temperatura je posle najkraćeg intervala izlaganja (90 minuta) najmanje redukovala potomstvo *S.zeamais* (29,3 %), zatim *S.oryzae* (43,9 %) i najviše *S.granarius* (67,9 %).

Efikasno suzbijanje štetnih insekata u skladišnim objektima postiže se povećanjem temperature u skladištu na $50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$ i njenim održavanjem tokom 24-36 sati (Fields, 1992;

Dowdy, 1999; Dowdy and Fields, 2002; Wright et al., 2002). Autori navode da je za uspešno suzbijanje štetnih vrsta skladišnih insekata neophodna minimalna temperatura $\geq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, tako da u delovima objekta gde je temperatura ispod $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ postoji mogućnost da insekti prežive (Wright et al., 2002; Mahroof et al., 2003; Roesli et al., 2003). Međutim, ravnomerna raspodela toplote unutar objekta se teško postiže, tako da su tokom tretmana neki delovi u objektu zagrejani više, a neki manje. Opit et al. (2011) su ispitujući efikasnost primene visokih temperatura u praktičnim uslovima u praznom silosu, utvrdili da temperatura nije bila ujednačena u svim delovima silosa (od najnižih do najviših delova), ali da je temperatura $\approx 50^{\circ}\text{C}$ u trajanju od 6 sati prouzrokovala visoku smrtnost *R.dominica* i *T.castaneum* (98-100 %). U eksperimentu koji su realizovali Campolo et al. (2013) takođe je utvrđena neravnomerna raspodela toplote u objektu. Za postizanje temperature iznad $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ na svim nivoima objekta je bilo potrebno 36 sati. Otuda je ocenjena i različita smrtnost adulta *S.oryzae* koja se 12 tj. 24 časa od početka tretmana, u zavisnosti od spratova, kretala od 0-65%, tj. od 68-100 %.

Brijwani et al. (2012 a,b) su ispitivali mogućnosti primene visoke temperature za suzbijanje štetnih insekata u mlinu i ukazali na faktore koji mogu da utiču na uspešnost njene primene kao što su: stepen čistoće objekta, vreme za koje se postiže željena temperatura (50°C), kao i period održavanja temperature ($\geq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$) koji može varirati u zavisnosti od spratova. Međutim, na smanjenu osetljivost različitih razvojnih stadijuma *T.castaneum* uticalo je prisustvo ostataka brašna (nečistoće) samo na spratovima gde temperatura nije dostigla $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Autori navode da se tretman primenom visoke temperature može ostvariti u roku od 24 časa, gde je za postizanje temperature $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ na svim spratovima mlina bilo potrebno 8 do 12 sati, a da je za uspešno suzbijanje neophodna kontinuirana temperatura $\geq 50^{\circ}\text{C}$ tokom 10 do 14 sati.

Beckett and Morton (2003) su utvrdili da se povećanjem temperature ulaznog vazduha od 80 do $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ značajno smanjuje vreme potrebno za 99 % smrtnosti adulta *R.dominica*, dok dalje povećanje do $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ nema značajan uticaj. Na temperaturi zrna pšenice od $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ potrebno je manje od jednog minuta za smrtnost na nivou 99,9 %, dok je na $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ potrebno 24 minuta. Sa stanovišta efikasnosti i cene, temperatura zrna $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ se pokazala kao najefikasnija iako je za LT_{99} potrebno oko 22 sata.

2.4. Efekti insekticida i inertnih prašiva u interakciji sa ekstremnim temperaturama

Busvine (1971) ukazuje da temperatura u velikoj meri utiče na toksičnost insekticida tj. na njihovo usvajanje i širenje hemolimfom. Na višim temperaturama, zbog promena u fiziološko-biohemijskim procesima, insekti brže usvajaju insekticide što značajno povećava i brzinu njihovog delovanja.

Višegodišnja istraživanja u oblasti interakcije između insekticida i temperature uglavnom su se bazirala na ispitivanju temperatura u rasponu od 10 do 30 °C. Istraživanja su pokazala da su jedinjenja iz grupe organofosfata toksičnija na višim temperaturama (≥ 30 °C), za razliku od piretroida koji su toksičniji na nižim temperaturama (≤ 20 °C) (Tyler and Binns, 1982; Watters et al., 1983; Thaung and Collins, 1986; Subramanyam and Cutkomp, 1987; Longstaff, 1988; Subramanyam and Hagstrum, 1996; Fleurat-Lessard et al., 1998). Poslednjih godina, istraživanja efekata novijih insekticida (tiametoksam i spinosad) u zavisnosti od temperature takođe su bila bazirana na uticaj temperatura u rasponu od 20 do 30 °C. Istraživanja su pokazala da se efektivnost tiametoksama i spinosada za skladišne insekte povećava sa povećanjem temperature (Arthur et al., 2004; Athanassiou et al., 2008a, 2014).

Međutim, mnogo manje je podataka o uticaju ekstremnih temperatura (5 i 50 °C) na efekte insekticida. Wilkin et al. (1999) su posle pet dana izlaganja adulta *S.oryzae* u tretiranoj pšenici utvrdili da je pirimifos-metil (4,0 mg/kg) na 5 °C ostvario efikasnost na nivou 64 %, a na 10 °C 100 %. Kljajić i sar. (2014) su ispitivali i uticaj prethodnog izlaganja (LT_{20} i LT_{50}) adulta *S.granarius* niskoj temperaturi (-5 °C) na ispoljavanje toksičnosti dihlorvosa, malationa, hlorspirifos-metila, pirimifos-metila i deltametrina. Poredeći efekte sa i bez prethodnog izlaganja na -5 °C, autori nisu konstatovali značajno povećanje toksičnosti insekticida za laboratorijske žiške, dok je za populaciju *S.granarius* iz Kikinde i populaciju selekcionisanu sa pirimifos-metilom jedino deltametrin bio značajnije toksičan posle prethodnog izlaganja na -5 °C, u trajanju od LT_{20} .

Merenjem brzine delovanja hlorspirifos-metila i deltametrina sa istovremenim delovanjem visokih temperatura (45, 50, 55 i 60 °C) Kljajić i sar. (1994) su utvrdili da je na 50 °C hlorspirifos-metil ($0,03 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) ispoljio 5,4 puta, a deltametrin 4,5 puta brže delovanje nego u varijanti bez izlaganja visokoj temperaturi.

Kljajić i sar. (2009) su ispitivali uticaj prethodnog izlaganja adulta *S.granarius* temperaturi 50 °C na ispoljavanje toksičnosti insekticida. Nakon 24 časa oporavka od izlaganja na PT_{20} (vreme potrebno za paralizu 20 % adulta) i 24 časa kontakta sa tretiranim

filter papirom za adulte *S.granarius* najtoksičniji insekticid je bio hlorspirifos-metil, zatim deltametrin, pirimifos-metil i dihlorsvos a najslabiji malation. Posle 24 časa oporavka od izlaganja (PT₅₀) na temperaturi 50 °C i 24 časa kontakta sa tretiranim filter papirom najtoksičniji insekticidi su bili hlorspirifos-metil, dihlorsvos i deltametrin, zatm sledi pirimifos-metil i najmanje toksičan malation.

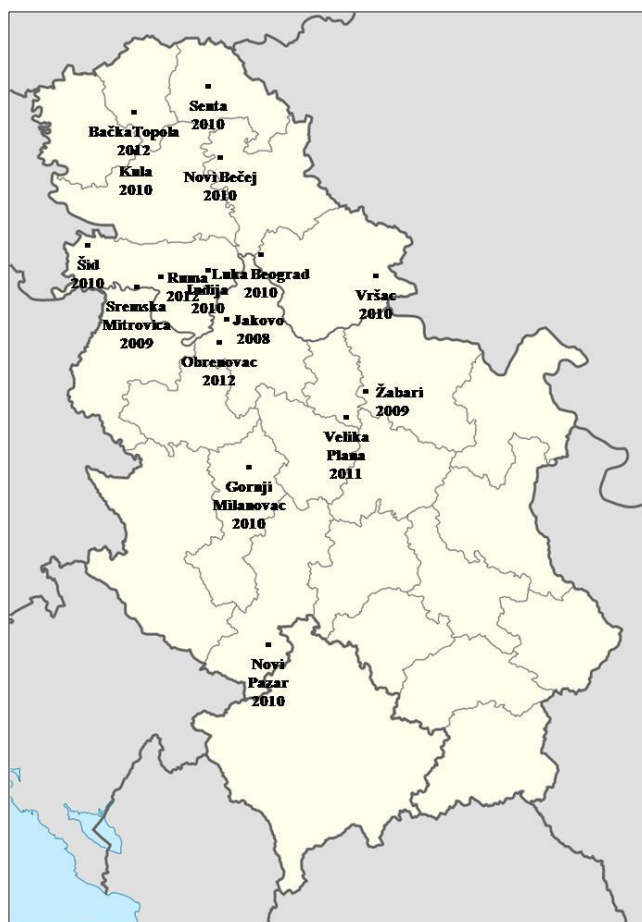
Istraživanja o uticaju temperature na efekte inertnih prašiva do sada su se bazirala, slično kao kod insekticida, na uticaj temperatura u rasponu od 20 do 30 °C. Athanassiou et al. (2005) su utvrdili da je za postizanje smrtnosti adulta *S.oryzae* na nivou 100 % na 27 i 30 °C potrebno sedam, a na 22 i 25 °C 14 dana izlaganja insekata u pšenici tretiranoj sa 1,0 g/kg preparata na bazi diatomejske zemlje SilicoSec. Međutim, Fields and Korunić (2000) su konstatovali da je efikasnost prašiva uslovljena i vrstom insekta i preparatom. Autori su ispitivali uticaj temperatura 20 °C i 30 °C na efikasnost šest insekticidnih preparata na bazi diatomejske zemlje za *C.ferrugineus*, *S.oryzae* i *T.castaneum*, i utvrdili da je *C.ferrugineus* otpornija na 20 °C, a *T.castaneum* na 30 °C, dok su za *S.oryzae* neka ispitivana prašiva bila efektivnija na 20 °C, a neka na 30 °C.

Mali broj istraživača se bavio ispitivanjem efekata inertnih prašiva u interakciji sa temperaturom 50 °C, dok o uticaju temperature 5 °C nema dostupnih literaturnih podataka. Dowdy (1999) je, kombinovanom primenom preparata na bazi diatomejske zemlje i temperature 50 °C na *T.castaneum*, utvrdio povećanje smrtnosti adulta za 8-100 %.

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Testirane populacije *Sitophilus oryzae*

U eksperimentima su kao test-insekti korišćeni adulti laboratorijske populacije pirinčanog žiška gajeni u insektarijumu Instituta za pesticide i zaštitu životne sredine u Zemun, prema metodama koje su opisali Harein and Soderstrom (1966) i Davis and Bry (1985). Žišci su gajeni na celom zrnu meke pšenice sa sadržajem vlage od 12 %, u staklenim teglama zapremine 2,5 l, u uslovima temperature 25 ± 1 °C i relativne vlažnosti vazduha 60 ± 5 %. Ista procedura gajenja je primenjena i na žiške prikupljene iz različitih skladišnih objekata u Srbiji. Populacije pirinčanog žiška su prikupljene i testirane u periodu od 2008. do 2012. godine iz 15 silosa i jednog podnog skladišta (Gornji Milanovac), sa lokaliteta prikazanih na slici 1. Testiranje toksičnosti insekticida i utvrđivanje nivoa osetljivosti navedenih populacija žižaka na sintetisane insekticide je utvrđivano sa jedinkama F_3 generacije. U svim varijantama ispitivanja korišćeni su adulti starosti dve do pet nedelja sa neodređenim odnosom polova.



Slika 1. Lokaliteta sa kojih su u periodu od 2008. do 2012. godine prikupljene i testirane populacije *Sitophilus oryzae*

3.2. Insekticidi i inertna prašiva korišćeni u eksperimentima

U ispitivanjima toksičnosti insekticida korišćeno je ukupno osam aktivnih supstanci iz pet različitih hemijskih grupa (Tabela 1), s tim da su za testiranja na filter papiru korišćeni tehnički koncentracije insekticida, a na pšenicu u zrnu komercijalni preparati.

Tabela 1. Pregled insekticida korišćenih u ispitivanjima toksičnosti posle nanošenja na filter papir i pšenicu u zrnu

Insekticid/ Preparat	Sadržaj aktivne supstance	Proizvođač
<i>Primena na filter papir</i>		
<i>Grupa organofosfati</i>		
Malation	96%	Cheminova, Danska
Hlorpirifos-metil	96%	DowElanco, Velika Britanija
Pirimifos-metil*	50%	Galenika-Fitofarmacija, Srbija
<i>Grupa piretroidi</i>		
Deltametrin	98%	Veterinarski zavod, Srbija
Bifentrin	94,7%	FMC, SAD
<i>Primena na pšenicu u zrnu</i>		
<i>Grupa organofosfati</i>		
Etiol EC	600 g/l malationa	Galenika-Fitofarmacija, Srbija
Reldan 40 EC	400 g/l hlorpirifos-metila	Dow AgroSciences, Austrija
Actellic 50 EC	500 g/l pirimifos-metila	Galenika-Fitofarmacija, Srbija
<i>Grupa piretroidi</i>		
K-Obiol EC 25	25 g/l deltametrina +	Bayer CropScience, Nemačka
Talstar 10 EC	250 g/l piperonil butoksida 100 g/l bifentrina	FMC, SAD
<i>Grupa neonicotinoidi</i>		
Actara 25 WG	250 g/kg tiametoksama	Syngenta Agro, Nemačka
<i>Grupa spinozini</i>		
Laser 240 SC	240 g/l spinosada	Dow AgroSciences, Austrija
<i>Grupa makrolidi</i>		
Abastate EC	18 g/l abamektina	Galenika-Fitofarmacija, Srbija

*Uzet iz komercijalnog preparata Actellic 50 EC ca 50% a.m.

Za ispitivanje efekata prirodnih insekticida korišćena su četiri inertna prašiva poreklom iz Srbije - dva prašiva na bazi prirodnog zeolita: Prirodni zeolit i Modifikovani prirodni zeolit, i dva prašiva na bazi diatomejske zemlje DZ S-1 i DZ S-2. Kao standard za poredenje korišćen je preparat na bazi diatomejske zemlje iz Kanade, Protect-It. Prašiva na bazi prirodnog zeolita i diatomejske zemlje iz Srbije su dobijena u postupku prerade rude zeolita iz Vranja i diatomita iz Kolubare u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina iz Beograda. Preparat Protect-It je proizvod firme Hedley Technologies

Inc. iz Kanade, registrovan u više zemalja u svetu za suzbijanje štetnih insekata u skladištima. Hemijski sastav i zastupljenost čestica prašiva utvrđeni su u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina iz Beograda (Tabela 2). Sadržaj Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , MgO , Na_2O , K_2O i TiO_2 je utvrđen atomskom apsorpcionom spektrometrijom, a sadržaj SiO_2 standardnom gravimetrijskom metodom. Zastupljenost čestica veličine 0-63 μm određena je pomoću aparature Cyclosizer (model M4; Weir, Tormorden, United Kingdom), dok je zastupljenost čestica veličine 0,6 nm–6,0 μm utvrđena pomoću aparature Zeta-sizer Nano ZS (Malvern, UK). Prašivo Modifikovani prirodni zeolit za razliku od Prirodnog zeolita sadrži NH_4^+ jon koji poboljšava prijemčivost za supstrat. Vrednosti pH (10% suspenzije) prašiva DZ S-1, DZ S-2 i preparata Protect-It su: 8,27; 7,14 i 5,5-5,7.

Tabela 2. Hemijski sastav inertnih prašiva sa zastupljenošću čestica

Inertno prašivo	Sadržaj (%)									
	Hemijski sastav									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	TiO ₃	P ₂ O ₃
<u>Poreklom iz Srbije</u>										
Prirodni zeolit*	63,69	14,03	1,39	1,41	1,09	3,57	2,34	0,17	-	-
Diatomejska zemlja DZ S-1	79,78	9,41	0,79	0,08	0,14	0,63	1,11	0,21	-	-
Diatomejska zemlja DZ S-2	63,15	10,31	0,91	0,08	0,31	1,01	1,67	0,31	-	-
<u>Standard</u>										
Diatomejska zemlja Protect-It™**	90	3,0	-	<1	<1	<1	1	-	1	1
Zastupljenost čestica										
	>53 μm	53-40 μm	40-28 μm	28-18 μm	18-13 μm	<13 μm				
<u>Poreklom iz Srbije</u>										
Prirodni zeolit*	3,50	6,80	11,83	13,63	15,20	49,04				
Modifikovani prirodni zeolit	30,00	9,77	9,23	7,60	6,73	51,87				
Diatomejska zemlja DZ S-1	0,43	0,47	0,87	1,10	1,80	95,33				
Diatomejska zemlja DZ S-2	1,13	2,20	4,07	4,80	6,77	81,33				
<u>Standard</u>										
Diatomejska zemlja Protect-It™**	0,17	0,03	0,13	0,60	1,27	97,79				

* Sva prašiva prirodnog zeolita imaju isti hemijski sastav

** Preuzeto sa deklaracije

3.3. Utvrđivanje toksičnosti insekticida

Toksičnost insekticida za adulte laboratorijske i prikupljenih populacija pirinčanog žiška je, u laboratorijskim uslovima (24 ± 1 °C i 55-65 % r.v.), utvrđivana pomoću dva metodološka postupka: 1) posle nanošenja na filter papir i 2) posle nanošenja na pšenicu u zrnu.

3.3.1. Utvrđivanje toksičnosti insekticida na filter papiru

Toksičnost insekticida za adulte pirinčanog žiška iz laboratorijske populacije utvrđena je posle nanošenja serija koncentracija malationa (ukupno deset u rasponu $2,6-32,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), hlorthirifos-metila (ukupno devet u rasponu $0,65-10,4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), deltametrina (ukupno deset u rasponu $1,3-32,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), bifentrina (ukupno deset u rasponu $0,65-26 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) i komercijalnog preparata na bazi pirimifos-metila (ukupno deset u rasponu $1,3-13 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) (Tabela 1) na filter papir, prema metodama koje su dali Haliscak and Beeman (1983) i Busvine (1980). Kao rastvarač, pri pravljenju različitih koncentracija ispitivanih insekticida, korišćena je smeša heksana, acetona i suncokretovog ulja u odnosu 3:1:1.

Serije koncentracija svakog insekticida su nanošene pipetom sa po 0,5 ml, u četiri ponavljanja na diskove filter papira (Whatman No.1) prečnika 7 cm i površine $38,465 \text{ cm}^2$, prethodno postavljene u Petri posude prečnika 8 cm. Posle 12 sati preko filter papira su stavljeni stakleni prstenovi (dimenzije $5,5 \times 2,5 \text{ cm}$), na koje je sa unutrašnje strane premazivana parafinska smesa da bi se sprečilo kretanje insekata van filter papira. Na diskove filter papira namenjene kontroli nanošeno je po 0,5 ml smeše heksana, acetona i suncokretovog ulja.

U svaku Petri posudu sa staklenim prstenom ubacivano je po 25 adulta pirinčanog žiška, a ocena smrtnosti je vršena posle 24 i 48 sati od početka izlaganja.

Diskriminativne doze insekticida su određivane prema izračunatim vrednostima LD_{99} i dozama koje u eksperimentima prouzrokuju 100 % smrtnost žižaka posle 24 časa izlaganja na tretiranom filter papiru. Dobijene diskriminativne doze su poslužile za testiranja osetljivosti žižaka prikupljenih iz različitih skladišnih objekata u Srbiji.

3.3.2. Utvrđivanje toksičnosti insekticida na pšenici u zrnu

Toksičnost insekticida posle nanošenja na pšenicu u zrnu je utvrđivana prema modifikovanoj metodi koju je opisao Collins (1990) i metodama za ocenu biološke efikasnosti insekticida u suzbijanju skladišnih insekata (OEPP/EPPO, 2004a, b). Insekticidi su primenjeni u rasponu količina: malation 0,5-4 mg/kg (ukupno devet količina), hlorthirifos-metil 0,025-0,5 mg/kg (ukupno 11 količina), pirimifos-metil 0,1-1 mg/kg (ukupno 10 količina), deltametrin sa PBO 0,025-0,8 mg/kg (ukupno 14 količina), bifentrin 0,05-2,5 mg/kg (ukupno 11 količina), tiametoksam 0,02-30 mg/kg (ukupno devet količina), spinosad 0,05-20 mg/kg (ukupno 11 količina) i abamektin 0,01-3 mg/kg (ukupno 15 količina). Pomoću uređaja za merenje sadržaja vlage u zrnu pšenice (Dickey–John Mini GAC Dickey–John Co., USA) je utvrđeno da je sadržaj vlage u zrnu pšenice neposredno pre postavljanja eksperimenta bio $11,0 \pm 0,5$ %.

Na po 500 g pšenice u zrnu, prethodno stavljene u staklene tegle od 1000 ml, nanošeno je po 5 ml vodenih rastvora insekticida, dok je na pšenicu namenjenu kontroli nanošeno po 5 ml vode. Posle ručnog protresanja tretirane pšenice u trajanju od 30 sekundi vršeno je i mešanje na obrtnoj mešalici u trajanju od 10 minuta. Posle mešanja svakih 500 g tretirane pšenice je deljeno u tri jednaka dela (tri ponavljanja) i stavljano u tegle zapremine 720 ml. Sutradan je u sve tegle ubacivano po 50 adulta pirinčanog žiška iz laboratorijske populacije, posle čega su tegle zatvarane pomoću pamučne tkanine i gumice.

Ocena smrtnosti žižaka je vršena posle dva, sedam i 14 dana od početka njihovog izlaganja u tretiranoj pšenici. Posle poslednje ocene smrtnosti žižaka insekti su izbacivani iz pšenice prosejavanjem pomoću sita (prečnika otvora 2,0 mm) kako bi se posle ukupno osam, odnosno 14 nedelja od stavljanja insekata u kontakt sa tretiranom pšenicom utvrdila brojnost potomstva u F_1 , odnosno u F_2 generaciji. Određene su minimalne efektivne doze (MED) za koje se smatra da su najniže ispitivane doze insekticida koje sprečavaju pojavu potomstva (Kljajić and Perić, 2007).

Na osnovu dobijenog odgovora u ovom eksperimentu, po tri doze svakog insekticida su odabrane za ispitivanje efekata u interakciji sa 5 °C i 50 °C.

3.3.3. Utvrđivanje efekata spinosada, abamektina i tiametoksama na *S.oryzae* iz prikupljenih populacija

Efekti spinosada i abamektina primenjenih u količinama 0,25; 0,5; 1,0 i 2,0 mg/kg ispitivani su na žiške iz laboratorijske populacije i populacija iz Gornjeg Milanovca, Žabara, Šida i Novog Pazara, dok su efekti istih količina tiametoksama ispitivani na adulte iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara.

Insekticidi su naneti na pšenicu u zrnju prema postupku opisanom u poglavlju 3.3.2. U plastične posude zapremine 200 ml odmeravano je po 50 g tretirane pšenice. Sutradan je u posude sa pšenicom ubacivano po 25 adulta u četiri ponavljanja za svaku ispitivanu varijantu. Da bi se sprečio izlazak žižaka posude su zatvarane pomoću pamučne tkanine i gumice. Isti postupak je primenjen sa netretiranom pšenicom namenjenoj kontroli.

Letalni efekti su utvrđivani posle dva, sedam i 14 dana izlaganja adulta u tretiranoj pšenici. Nakon poslednje ocene smrtnosti insekti su izbacivani iz pšenice prosejavanjem pomoću sita (prečnika otvora 2,0 mm), kako bi se posle šest nedelja utvrdila brojnost potomstva u F_1 generaciji.

3.4. Utvrđivanje efekata inertnih prašiva

Utvrđivanje efekata inertnih prašiva (prirodnog zeolita i diatomejske zemlje) je, u laboratorijskim uslovima (24 ± 1 °C i 55-65 % r.v.), urađeno prema prilagođenim metodama za ocenu biološke efikasnosti insekticida u skladištima (OEPP/EPPO 2004a, b) i metodama koje su koristili Collins (1990) i Chanbang et al. (2007). Prašiva na bazi prirodnog zeolita (Prirodni zeolit i Modifikovani prirodni zeolit) primenjena su u količinama 0,5; 0,75 i 1,0 g/kg, a prašiva na bazi diatomejske zemlje poreklom iz Srbije (DZ S-1 i DZ S-2) u količinama 0,25; 0,5; 0,75 i 1,0 g/kg, dok je standardni preparat iz Kanade (Protect-It) primenjen u količini od 0,15 g/kg.

Pre nanošenja inertnih prašiva, pomoću uređaja za određivanje vlažnosti zrna pšenice (Dickey–John Mini GAC, Dickey–John Co., USA) utvrđeno je da je prosečna vlažnost zrna pšenice u ovim testiranjima $11,3 \pm 0,4$ %. U staklene posude od 1000 ml je stavljano po 500 g pšenice, a zatim su nanošene određene količine inertnih prašiva. Posle ručnog mešanja u trajanju od 30 sekundi i mešanja na obrtnoj mešalici u trajanju od 10 minuta tretirana pšenica je odlagana oko jedan sat da bi se čestice prašiva potpuno spustile na zrna. Nakon toga je u plastične posude od 200 ml sipano po 50 g tretirane pšenice, a sutradan je u četiri ponavljanja

za svaku ispitivanu varijantu, ubacivano po 25 adulta pirinčanog žiška. Isti postupak je urađen i sa netretiranom pšenicom koja je korišćena kao kontrola.

Smrtnost izlaganih jedinki je utvrđivana posle sedam, 14 i 21 dan ekspozicije. Posle svakog intervala izlaganja preživeli insekti iz tretmana i kontrole su prebacivani u čiste plastične posude (200 ml) sa 1,5 g netretirane lomljene pšenice, da bi se posle sedam dana oporavka utvrdila ukupna smrtnost. Uticaj inertnih prašiva na produkciju/redukciju potomstva je utvrđivan posle osam nedelja od stavljanja roditelja u kontakt sa tretiranom pšenicom i pšenicom namenjenoj kontroli.

3.5. Utvrđivanje efekata ekstremnih temperatura

Efekti ekstremnih temperatura, 5 °C i 50 °C, utvrđeni su prema modifikovanoj metodi koju su koristili Mahroof et al. (2003b), u dve varijante: sa lomljenom pšenicom i pšenicom u zrnju.

U testu sa lomljenom pšenicom, na sobnoj temperaturi (24 ± 1 °C) u plastične posude od 200 ml je stavljeno po 1,5 g lomljene pšenice u četiri ponavljanja i u svaku posudu je ubacivano po 25 adulta. Tako pripremljene posude sa supstratom i insektima za sve intervale izlaganja su istovremeno stavljene u termostat (LE-519, M.R.C, Izrael) prethodno podešen na 5 ± 1 °C, odnosno 50 ± 1 °C. Adulti koji su izlagani na 5 °C su prethodno aklimatizovani u frižideru na 15 ± 1 °C u trajanju od 24 sata. Insekti su u ovoj varijanti u skladu sa preliminarnim rezultatima izlagani temperaturi 5 °C u trajanju od: 1, 2, 3, 6 i 7 dana, odnosno temperaturi 50 °C u trajanju od: 7, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24 i 26 minuta. Posle svakog intervala izlaganja u termostatu, insekti su prebacivani u laboratorijske uslove (24 ± 1 °C i 55-65 % r.v.), a letalni efekti su utvrđivani posle jedan, dva i sedam dana oporavka adulta.

Efekti ekstremnih temperatura u pšenici u zrnju, su utvrđivani tako što je u plastične posude stavljano po 50 g pšenice sa vlažnošću zrna $11,5 \pm 0,5$ %, u četiri ponavljanja za svaki interval izlaganja. Adulti koji su izlagani na 5 °C su prethodno aklimatizovani u frižideru na 15 ± 1 °C u trajanju od 24 sata. Adulti su u ovoj varijanti ispitivanja izlagani na 5 °C u trajanju od: 5, 6, 7, 8, 9 i 11 dana, odnosno na 50 °C u trajanju od: 55, 65, 75, 85, 95 i 105 minuta.

3.6. Utvrđivanje efekata insekticida u interakciji sa 5 °C i 50 °C

U skladu sa dobijenim rezultatima u ispitivanju toksičnosti insekticida u pšenici u zrnu, odabrane su po tri količine malationa (1,25; 2,5 i 5,0 mg/kg), hlorpirifos-metila (0,08; 0,12 i 0,16 mg/kg), pirimifos-metila (0,125; 0,19 i 0,25 mg/kg), deltametrina sa piperonil butoksidom (0,125; 0,25 i 0,5 mg/kg), bifentrina (0,125; 0,25 i 0,5 mg/kg), tiametoksama (0,25; 0,5 i 1,0 mg/kg), spinosada (0,25; 0,5 i 1,0 mg/kg) i abamektina (0,125; 0,25 i 0,5 mg/kg) koje su nanošene na pšenicu u zrnu prema postupku opisanom u poglavlju 3.3.2. U plastične čaše od 200 ml je odmeravano po 50 g tretirane pšenice i netretirane pšenice namenjene kontroli. Sutradan je u posude sa pšenicom ubacivano po 25 adulta iz laboratorijske populacije, nakon čega su one zatvarane pomoću pamučne tkanine i gumice. Posude sa pšenicom i insektima su u četiri ponavljanja za svaku dozu insekticida i interval izlaganja, stavljane u termostat prethodno podešen na 5 ± 1 °C u trajanju od 5, 6, 7 i 8 dana, odnosno na 50 ± 1 °C u trajanju od 65, 75 i 85 minuta. Adulti koji su izlagani na 5 °C su pre ubacivanja prethodno aklimatizovani u frižideru na 15 °C u trajanju od 24 sata. Sa ciljem dobijanja što preciznijeg odgovora o efektima kombinovane primene istovremeno su praćeni samostalni efekti insekticida na 24 ± 1 °C.

Posle svakog intervala izlaganja, posude su iz termostata prenošene na 24 ± 1 °C, a letalni efekti su utvrđivani posle jedan, dva, sedam i 14 dana. Nakon poslednje ocene, insekti su izbacivani iz pšenice prosejavanjem pomoću sita (prečnika otvora 2,0 mm) kako bi se posle ukupno osam nedelja od stavljanja insekata u kontakt sa tretiranom pšenicom utvrdila brojnost potomstva u F_1 generaciji.

Na osnovu dobijenih rezultata efekata insekticida u interakciji sa 5 °C odnosno 50 °C na laboratorijske žiške, odabrani su insekticidi i intervali izlaganja za ispitivanje efekata interakcije na žiške iz Novog Pazara. Prema opisanom postupku, utvrđivani su efekti deltametrina sa PBO i bifentrina u interakciji sa 5 °C pri ekspoziciji od šest dana, kao i sa 50 °C u trajanju od 65 i 75 minuta. Sa ciljem što preciznijeg dobijanja odgovora i u ovoj varijanti su istovremeno ispitivani efekti na laboratorijske žiške kao i samostalni efekti insekticida. Svi eksperimenti su ponovljeni dva puta.

3.7. Utvrđivanje efekata inertnih prašiva u interakciji sa 5 °C i 50 °C

U interakciji sa temperaturom 5 °C, za žiške iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara, ispitivani su efekti komercijalnog preparata na bazi diatomejske zemlje Protect-It koji je primenjen u količinama 0,25; 0,5 i 0,75 g/kg. Posle nanošenja prašiva na pšenicu u zrnu na isti način kako je opisano u poglavlju 3.4., posude sa pšenicom i žiškama su stavljane u termostatski prethodno podešen na 5 ± 1 °C u trajanju od šest dana. Efekti interakcije su praćeni na isti način kako je opisano u poglavlju 3.6. Sa ciljem što preciznijeg poređenja rezultata, istovremeno su praćeni samostalni efekti prašiva na žiške na 24 ± 1 °C. Eksperiment je ponovljen dva puta.

Pri utvrđivanju efekata prašiva u interakciji sa 50 °C na žiške iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara u potpunosti je ponovljen postupak kao pri utvrđivanju efekata interakcije sa 5 °C. Pre stavljanja posuda sa pšenicom i žiškama, termostatski je bio podešen na 50 ± 1 °C, a intervali izlaganja su bili 65 i 75 minuta.

3.8. Obrada podataka

Podaci dobijeni u testiranjima toksičnosti insekticida posle aplikacije na filter papir i pšenicu u zrnu, kao i podaci dobijeni za direktno delovanje 5 i 50 °C na adulte u lomljenoj pšenici i pšenici u zrnu su izraženi u procentima mortaliteta i korigovani za smrtnost u kontroli po formuli Abbott-a (1925). Rezultati su obrađeni metodom probit analize koju je dao Finney (1971), korišćenjem kompjuterskog programa Raymond-a (1985).

Podaci dobijeni u ispitivanjima efekata inertnih prašiva, kao i interakcija temperatura 5 i 50 °C i insekticida su u tabelama prikazani u procentima sa izračunatom standardnom devijacijom (SD). Za obradu rezultata korišćena je jednofaktorijalna analiza varijanse (ANOVA), a značajnost razlika srednjih vrednosti je određena prema Fisher-ovom LSD testu ($P < 0,05$), na principima koje su opisali Sokal and Rohlf (1995) korišćenjem softverskog paketa Statistika for Windows 6.0 (Stat Soft Italia, 1997).

Redukcija potomstva *S.oryzae* u pšenici u zrnu je utvrđivana prema formuli $RP(\%) = (K - T)100/K$ (Tapondjou et al., 2002), gde je K- broj potomaka u kontroli, a T- broj potomaka u tretmanu.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Toksičnost insekticida na filter papiru

Dobijeni rezultati toksičnosti kontaktnih insekticida malationa, hlorthirifos-metila, pirimifos-metila, deltametrina i bifentrina, za adulte laboratorijske populacije *S. oryzae*, (Tabela 3, Prilog 1) pokazuju da su posle 24 časa izlaganja žižaka na nivou LD₅₀ najtoksičniji bifentrin (3,25 µg/cm²) i hlorthirifos-metil (3,77 µg/cm²), a najmanje toksičan malation (12,10 µg/cm²). Istovremeno, na nivou LD₉₅ najtoksičniji insekticid bio je hlorthirifos-metil (5,99 µg/cm²), a najmanje toksičan malation (29,68 µg/cm²). Posle 48 časova izlaganja, na nivou LD₅₀, utvrđeno je da su hlorthirifos-metil (1,96 µg/cm²), pirimifos-metil (2,17 µg/cm²) i bifentrin (2,30 µg/cm²) bili 2,4; 2,2 i 2,0 puta toksičniji od najmanje toksičnog malationa (4,78 µg/cm²).

U Tabeli 3 su prikazane diskriminativne doze insekticida malationa, hlorthirifos-metila, pirimifos-metila, deltametrina i bifentrina određene na osnovu njihove toksičnosti za adulte laboratorijske populacije *S. oryzae*.

Nakon testiranja pomoću diskriminativnih doza nijedna od prikupljenih populacija pirinčanog žiška nije ispoljila promenjenu osetljivost u poređenju sa normalno osetljivom laboratorijskom populacijom. Kod svih prikupljenih populacija smrtnost adulta nakon izlaganja diskriminativnim dozama bila je na nivou 100 % (Tabela 4).

Tabela 3. Toksičnost insekticida za adulte laboratorijske populacije *S.oryzae* u različitim intervalima izlaganja na tretiranom filter papiru sa diskriminativnim dozama utvrđenim posle 24 časa izlaganja

Insekticid	Ocena posle (sati)	LD ₅₀ (µg/cm ²) sa intervalima pouzdanosti (0,05)	LD ₉₅ (µg/cm ²) sa intervalima pouzdanosti (0,05)	LD ₉₉ (µg/cm ²) sa intervalima pouzdanosti (0,05)	Nagib <i>ld-p</i> linije (±SG)*	Diskriminativna doza (µg/cm ²)
Malation	6	-	-	-	-	39,0
	24	12,10 (11,56-12,67)	29,68 (27,26-32,77)	43,04 (38,49-49,09)	4,22±0,19	
	48	4,78 (4,57-5,00)	11,19 (10,36-12,27)	15,91 (14,34-17,98)	4,45±0,19	
Hlorpirifos-metil	6	-	-	-	-	10,4
	24	3,77 (3,63-3,93)	5,99 (5,59-6,52)	7,25 (6,65-8,08)	8,19±0,49	
	48	1,96 (1,88-2,04)	3,43 (3,23-3,68)	4,33 (4,01-4,74)	6,71±0,31	
Pirimifos-metil	6	-	-	-	-	13,0
	24	5,07 (4,90-5,24)	8,85 (8,41-9,39)	11,15 (10,42-12,06)	6,83±0,30	
	48	2,17 (2,08-2,26)	4,04 (3,81-4,34)	5,25 (4,84-5,78)	5,96±0,32	
Deltametrin	6	6,71 (6,32-7,12)	25,49 (22,52-29,53)	-	-	39,0
	24	5,64 (5,26-6,02)	22,96 (20,58-26,08)	41,09 (35,33-49,09)	2,70±0,12	
	48	3,97 (3,73-4,22)	14,60 (13,19-16,42)	25,03 (21,76-29,50)	2,91±0,13	
Bifentrin	6	5,72 (5,39-6,01)	14,32 (13,17-15,88)	-	-	13,0
	24	3,25 (3,09-3,41)	7,98 (7,39-8,73)	11,58 (10,42-13,11)	4,09±0,22	
	48	2,30 (2,18-2,41)	5,17 (4,80-5,64)	7,33 (6,59-8,33)	4,62±0,25	

*Standardnagreška

Tabela 4. Efekti diskriminativnih doza insekticida na adulte *S.oryzae* iz prikupljenih populacija posle nanošenja na filter papir

Populacija	Smrtnost (%)				
	Malation (39,0 µg/cm ²)	Hlorpirifos-metil (10,4 µg/cm ²)	Pirimifos-metil (13,0 µg/cm ²)	Deltametrin (39,0 µg/cm ²)	Bifentrin (13,0 µg/cm ²)
Jakovo	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Žabari	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Sremska Mitrovica	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Vršac	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Gornji Milanovac	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Indija	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Kula	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Luka Beograd	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Novi Bečej	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Novi Pazar	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Senta	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Šid	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Velika Plana	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Bačka Topola	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Obrenovac	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
Ruma	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0

4.2. Toksičnost insekticida na zrnju pšenice

Dobijeni rezultati toksičnosti insekticida (malationa, hlorpirifos-metila, pirimifos-metila, deltametrina sa piperonil butoksidom, bifentrina, tiametoksama, spinosada i abamektina) primenjenih posle nanošenja serija vodenih rastvora insekticida na pšenicu u zrnju za adulte pirinčanog žiška iz laboratorijske populacije su prikazani u Tabeli 5 (neobrađeni podaci prikazani su u Prilogu 2).

Na osnovu utvrđenih parametara toksičnosti može se zaključiti da je toksičnost svih testiranih insekticida veća posle sedam dana nego posle dva dana. U ispitivanom intervalu na nivou LD₅₀ najizraženije povećanje toksičnosti je utvrđeno kod abamektina (130,7 puta), zatim kod tiametoksama (70,2 puta) i deltametrina sa piperonil butoksidom (46 puta), dok je na nivou LD₉₅ tiametoksam bio čak 969,0 puta toksičniji, deltametrin sa piperonil butoksidom 215,9 i abamektin 96,1 puta. Posle sedam dana najtoksičniji insekticid za pirinčanog žiška bio je hlorpirifos-metil koji je na nivou LD₅₀ i LD₉₅ (0,13 i 0,19 mg/kg), od najmanje toksičnog tiametoksama, bio toksičniji 12,9, odnosno 89,6 puta (LD₅₀=1,68 i LD₉₅=17,02 mg/kg).

Parametri toksičnosti posle 14 dana pokazuju da je trend povećanja toksičnosti značajno nastavljen kod sintetisanih insekticida prirodnog porekla. U ovom periodu tiametoksam je bio na nivou LD₅₀ i LD₉₅ 2,9 i 6,8 puta toksičniji, abamektin 2,6 i 5,4 puta i spinosad 2,6 i 5,4 puta u odnosu na zabeleženu toksičnost posle sedam dana. Poređenjem vrednosti dobijenih posle dva, sedam i 14 dana izlaganja uočava se da insekticidi iz grupe organofosfata (malation, hlorpirifos-metil i pirimifos-metil) posle dva dana prouzrokuju

letalne efekte koji se značajno ne menjaju u funkciji vremena, dok je insekticidima iz grupa piretroida (deltametrin i bifentrin), neonikotinoida (tiametoksam) kao i sintetisanim insekticidima prirodnog porekla (spinosad i abamektin) potrebno više vremena za ispoljavanje letalnih efekata.

Tabela 5. Toksičnost insekticida za adulte laboratorijske populacije *S.oryzae* u različitim intervalima izlaganja u tretiranoj pšenici u zrnu

Insekticid	Ocena posle (dani)	LD ₅₀ (mg/kg) sa intervalima pouzdanosti (0,05)	LD ₉₅ (mg/kg) sa intervalima pouzdanosti (0,05)	Nagib <i>ld-p</i> linije (±SG)**
Malation	2	2,99 (2,84-3,18)	7,06 (6,08-8,68)	4,42±0,37
	7	1,26 (1,20-1,32)	3,22 (2,96-3,56)	4,02±0,19
	14	1,11 (1,05-1,17)	2,65 (2,42-2,94)	4,36±0,23
Hlorpirifos-metil	2	0,36 (0,34-0,37)	0,56 (0,52-0,62)	8,40±0,61
	7	0,13 (0,11-0,16)	0,19 (0,13-0,27)	11,84±2,59
	14	0,13 (0,10-0,15)	0,17 (0,12-0,26)	12,12±3,27
Pirimifos-metil	2	0,43 (0,42-0,44)	0,59 (0,56-0,62)	12,20±0,95
	7	0,21 (0,19-0,22)	0,32 (0,28-0,37)	8,63±0,90
	14	0,18 (0,16-0,19)	0,26 (0,22-0,30)	10,13±1,07
Deltametrin +PBO*	2	8,28 (7,22-9,65)	71,24 (49,64-116,02)	1,76±0,14
	7	0,18 (0,17-0,19)	0,33 (0,31-0,36)	6,29±0,35
	14	0,17 (0,16-0,18)	0,33 (0,30-0,36)	5,66±0,32
Bifentrin	2	0,64 (0,51-0,83)	1,49 (0,88-2,65)	4,51±0,58
	7	0,16 (0,16-0,17)	0,29 (0,27-0,31)	6,56±0,33
	14	0,16 (0,15-0,16)	0,26 (0,25-0,28)	7,47±0,44
Tiametoksam	2	-	-	-
	7	1,68 (1,44-2,02)	17,02 (11,50-28,56)	1,64±0,12
	14	0,58 (0,40-0,85)	2,51 (1,02-6,30)	2,60±0,46
Spinosad	2	5,74 (5,08-6,63)	33,92 (24,53-52,76)	2,13±0,17
	7	0,52 (0,48-0,56)	1,61 (1,45-1,82)	3,39±0,19
	14	0,33 (0,31-0,35)	0,71 (0,65-0,79)	4,93±0,31
Abamektin	2	23,53(20,19-31,69)	98,97 (59,10-294,48)	2,64±0,48
	7	0,18 (0,17-0,20)	1,03 (0,86-1,26)	2,20±9,98
	14	0,07 (0,06-0,07)	0,19 (0,18-0,22)	3,63±0,17

*piperonil butoksid

** Standardna greška

U Tabeli 6 su prikazane izvedene vrednosti minimalnih efektivnih doza (MED) insekticida malationa, hlorpirifos-metila, pirimifos-metila, deltametrina sa piperonil butoksidom, bifentrina, tiametoksama, spinosada i abamektina za *S. oryzae* iz laboratorijske populacije.

Tabela 6. Minimalna efektivna doza (MED) insekticida za adulte pirinčanog žiška iz laboratorijske populacije

Insekticid	Minimalna efektivna doza (mg/kg)	
	F_1 generacija	F_2 generacija
Malation	>4,0	>4,0
Hlorpirifos-metil	>0,5	>0,5
Pirimifos-metil	>1,0	>1,0
Deltametrin + PBO*	0,6	0,4
Bifentrin	2,0	0,5
Tiametoksam	>10,0	5,0
Spinosad	>20,0	10,0
Abamektin	>3,0	2,5

*piperonil butoksid

Najnižu MED koja redukuje F_1 generaciju laboratorijskog žiška imaju hlorpirifos-metil i deltametrin sa piperonil butoksidom (> 0,5 i 0,6 mg/kg), a najvišu spinosad (> 20,0 mg/kg), što je 40 i 33 puta više od prethodna dva insekticida. Međutim, kada je u pitanju redukcija žižaka F_2 generacije, najnižu MED imaju deltametrin sa piperonil butoksidom i bifentrin (0,4 i 0,5 mg/kg) a najvišu spinosad (10,0 mg/kg) - 25 i 20 puta više od prethodna dva insekticida (Prilog 3).

4.3. Efekti spinosada, abamektina i tiametoksama na prikupljene populacije *S.oryzae*

Efikasnost spinosada i abamektina posle dva dana izlaganja adulta u tretiranoj pšenici bila je veoma niska, a nominalno najviša za žiške iz Žabara u pšenici tretiranoj sa 2,0 mg/kg spinosada (14 %).

Posle sedam dana izlaganja smrtnost adulta, > 92 %, iz laboratorijske populacije, populacije Gornji Milanovac, Žabari i Šid, utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 2,0 mg/kg spinosada, kao i adulta iz Žabara u pšenici tretiranoj sa 2,0 mg/kg abamektina.

Posle 14 dana izlaganja, visoka efikasnost, > 95 %, u pšenici tretiranoj sa 1,0 mg/kg spinosada utvrđena je za laboratorijske žiške, žiške iz Gornjeg Milanovca i Žabara, kao i za žiške iz Šida u pšenici tretiranoj sa 2,0 mg/kg ovog insekticida. Istovremeno, smrtnost žižaka iz Gornjeg Milanovca i Žabara > 92 % utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,25 mg/kg abamektina, a žižaka iz laboratorijske populacije i Šida u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg abamektina.

U svim ispitivanim varijantama, abamektin je značajnije redukovao brojnost potomaka od spinosada. Redukcija potomstva > 90 % utvrđena je posle primene 0,25 mg/kg abamektina kod žižaka iz Gornjeg Milanovca i Šida tj. od 0,5 do 2,0 mg/kg kod žižaka iz laboratorijske populacije i populacije iz Žabara. Spinosad je redukovao brojnost potomaka > 90 % samo

posle primene najveće količine (2,0 mg/kg) kod žižaka iz laboratorijske populacije i populacija iz Gornjeg Milanovca i Žabara (Tabela 7).

Tabela 7. Efekti spinosada i abamektina na *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacija Gornji Milanovac, Žabari i Šid u tretiranoj pšenici u zrnu

Insekticid	Količina (mg/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja			Prosečan broj potomaka (±SD)	RP# (%)
		2	7	14		
Laboratorijska populacija						
Spinosad	0,25	0,0±0,0a*	11,0±1,3a	18,0±1,5b	602,0±45,5f**	28,4
	0,50	0,0±0,0a	48,0±2,0bc	66,0±1,4c	485,5±35,4f	42,2
	1,00	0,0±0,0a	79,0±0,7e	96,0±0,4e	160,3±22,8e	80,8
	2,00	5,0±0,6a	92,0±0,8f	100f	70,0±13,8c	91,6
Abamektin	0,25	0,0±0,0a	31,0±0,8b	83,0±0,7d	96,7±9,3d	88,4
	0,50	0,0±0,0a	41,0±1,5b	100f	66,2±2,0c	92,0
	1,00	0,0±0,0a	62,0±1,4cd	100f	22,5±2,8b	97,2
	2,00	3,0±0,2a	70,0±0,8de	100f	12,2±1,5a	98,4
Kontrola	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	840,7±18,7g	-
Populacija Gornji Milanovac						
Spinosad	0,25	0,0±0,0a	10,0±0,9a	26,0±0,6b	603,5±34,9g	16,6
	0,50	0,0±0,0a	47,0±1,7b	69,0±1,1c	382,2±41,5f	46,7
	1,00	0,0±0,0a	69,0±1,5c	95,0±0,5de	179,2±23,5e	74,3
	2,00	2,0±0,3ab	95,0±0,5d	100f	44,2±7,3d	92,6
Abamektin	0,25	0,0±0,0a	32,0±0,7b	92,0±0,6d	55,0±7,8d	91,2
	0,50	0,0±0,0a	48,0±1,2b	98,0±0,3ef	49,0±6,5d	92,0
	1,00	0,0±0,0a	50,0±0,6b	99,0±0,2f	20,7±2,9c	95,8
	2,00	3,0±0,5b	74,0±2,2c	100f	6,0±0,9b	97,8
Kontrola	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	725,5±34,0g	-
Populacija Žabari						
Spinosad	0,25	0,0±0,0a	17,0±0,7a	27,0±0,6b	381,7±40,0g	1,6
	0,50	0,0±0,0a	43,0±1,6b	64,0±1,1c	293,7±24,9g	24,1
	1,00	0,0±0,0a	89,0±1,1d	99,0±0,2e	84,2±14,1f	77,8
	2,00	14,0±0,7b	97,0±0,5e	100e	26,5±2,5e	92,5
Abamektin	0,25	0,0±0,0a	53,0±1,3b	94,0±0,8d	50,0±5,0f	86,5
	0,50	0,0±0,0a	75,0±0,5c	98,0±0,5e	21,7±6,3ed	93,8
	1,00	0,0±0,0a	88,0±0,4d	100e	15,0±2,6d	95,5
	2,00	5,0±0,5a	99,0±0,2e	100e	6,2±0,8c	97,7
Kontrola	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	2,0±0,3a	388,0±79,8g	-
Populacija Šid						
Spinosad	0,25	0,0±0,0a	2,0±0,3a	2,0±0,6a	494,5±50,9g	-1,3
	0,50	0,0±0,0a	42,0±1,5b	59,0±5,2b	408,2±82,4g	16,3
	1,00	0,0±0,0a	63,0±2,3c	77,0±2,9c	219,0±53,5f	54,9
	2,00	4,0±0,6b	92,0±1,1d	100f	50,2±12,6e	89,3
Abamektin	0,25	0,0±0,0a	33,0±1,6b	89,0±0,7d	41,7±5,8e	91,1
	0,50	0,0±0,0a	63,0±1,1c	97,0±0,5e	17,2±1,8d	96,1
	1,00	0,0±0,0a	52,0±1,8bc	100f	9,2±1,8c	97,7
	2,00	5,0±0,5b	88,0±1,2d	100f	5,0±1,4b	98,6
Kontrola	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	488,2±29,3g	-

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

**Vrednosti u kolonama za svaku populaciju posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

[#] Redukcija potomstva

Tabela 8. Efekti spinosada, abamektina i tiametoksama na *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije Novi Pazar u tretiranoj pšenici

Insekticid	Količina (mg/kg)	Smrtnost (%±SD) posle izlaganja			Prosečan broj potomaka (±SD)	RP# (%)
		2	7	14		
Laboratorijska populacija						
Spinosad	0,25	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	1,0±0,5a	586,3±82,3g**	-9,9
	0,5	0,0±0,0a	16,0±2,2cde	32,0±4,7b	503,0±97,8f	5,7
	1,0	0,0±0,0a	32,0±3,3f	79,0±3,1e	319,5±86,3e	40,1
	2,0	8,0±1,4b	85,0±2,1k	100g	95,3±20,3bc	82,1
Abamektin	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	36,0±1,4b	155,5±58,0cd	70,8
	0,5	0,0±0,0a	35,0±1,9fg	79,0±1,7e	68,0±7,4ab	87,3
	1,0	0,0±0,0a	52,0±2,5h	96,0±0,8g	42,5±21,5ab	92,0
	2,0	2,0±1,0ab	67,0±2,1i	99,0±1,3g	16,3±9,9a	96,9
Tiametoksam	0,25	0,0±0,0a	13,0±1,0bcde	57,0±5,6d	180,5±80,9d	66,2
	0,5	0,0±0,0a	21,0±2,9e	60,0±3,3d	105,5±26,2bcd	80,2
	1,0	0,0±0,0a	45,0±3,0gh	80,0±2,2ef	48,0±27,3ab	91,0
	2,0	2,0±1,0ab	80,0±0,8jk	98,0±1,0g	13,8±6,2a	97,4
Kontrola	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	533,5±52,2fg	-
Populacija Novi Pazar						
Spinosad	0,25	0,0±0,0a	3,0±0,5ab	8,0±0,8a	461,3±55,5g	3,5
	0,5	0,0±0,0a	17,0±1,5de	42,0±2,1bc	505,8±87,8g	-5,9
	1,0	0,0±0,0a	52,0±1,6h	91,0±2,1fg	241,8±30,8f	49,4
	2,0	11,0±1,7c	90,0±1,3k	100g	79,8±1,3bc	83,3
Abamektin	0,25	0,0±0,0a	10,0±3,1abcd	43,0±2,2bc	158,3±50,8de	66,9
	0,5	0,0±0,0a	37,0±2,2fg	90,0±1,3fg	74,8±2,9bc	84,3
	1,0	0,0±0,0a	52,0±1,8h	100g	28,0±12,4bc	94,1
	2,0	1,0±0,5ab	83,0±1,0k	100g	16,5±6,6b	96,5
Tiametoksam	0,25	0,0±0,0a	6,0±1,3abc	39,0±1,5b	216,5±19,1ef	54,7
	0,5	0,0±0,0a	12,0±2,2bcde	53,0±1,7cd	91,8±28,9cd	80,8
	1,0	0,0±0,0a	34,0±1,7f	75,0±2,5e	45,5±17,9bc	90,5
	2,0	11,0±2,4c	70,0±2,4ij	98,0±0,6g	12,8±3,9b	97,3
Kontrola	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	2,0±1,0a	477,8±120,3g	-

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

**Vrednosti u kolonama za svaku populaciju posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

Redukcija potomstva

Posle dva dana izlaganja žižaka iz laboratorijske i populacije iz Novog Pazara u pšenici tretiranoj spinosadom, abamektinom i tiametoksamom utvrđena je vrlo niska smrtnost adulta, koja je nominalno bila najviša za žiške iz Novog Pazara (11 %) u pšenici tretiranoj najvećom količinom spinosada (2,0 mg/kg) i tiametoksama (2,0 mg/kg) (Tabela 8).

Posle sedam dana izlaganja najviša efikasnost (90 %) utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 2,0 mg/kg spinosada za adulte iz Novog Pazara, a najniža (0 %) za laboratorijske žiške u pšenici tretiranoj sa 0,25 mg/kg spinosada i abamektina.

Posle 14 dana izlaganja smrtnost žižaka > 90 % je utvrđena u pšenici tretiranoj sa 1,0 mg/kg (Novi Pazar) i 2,0 mg/kg spinosada (laboratorijska populacija), zatim sa 0,5 mg/kg (Novi Pazar) i 1,0 mg/kg abamektina (laboratorijska populacija) i 2,0 mg/kg tiametoksama (za obe populacije).

Abamektin je najviše redukovao brojnost potomaka žižaka iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara, 67-97 %, a najmanje spinosad čije su najmanje količine 0,25 mg/kg i 0,5 mg/kg stimulisale potomstvo laboratorijskih žižaka (9,9 %) i žižaka iz Novog Pazara (5,9 %).

4.4. Efekti prirodnog zeolita i diatomejske zemlje na *S.oryzae*

Rezultati efekata prirodnog zeolita na *S.oryzae* prikazani su u Tabeli 9. Posle sedam dana izlaganja adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije u pšenici tretiranoj prirodnim zeolitom u zavisnosti od količine primene (0,5-1,0 g/kg) utvrđena je smrtnost adulta u rasponu 17-35 % (Prirodni zeolit) odnosno 2-22 % (Modifikovani prirodni zeolit).

Posle 14 i 21 dan kontakta adulta pirinčanog žiška sa najvećom količinom prašiva Prirodni zeolit (1,0 g/kg) utvrđen je i najviši nivo smrtnosti insekata 88 i 96 %, dok je u isto vreme prašivo Modifikovani prirodni zeolit prouzrokovalo smrtnost na nivou 36 i 45 %.

Posle sedam dana oporavka adulta na netretiranoj pšenici, u svim ispitivanim varijantama je zabeležena veća smrtnost i kod Prirodnog zeolita i kod Modifikovanog prirodnog zeolita.

Tabela 9. Smrtnost adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije posle 7, 14 i 21 dana izlaganja u tretiranoj pšenici i sedam dana oporavka na netretiranoj pšenici

Inertno prašivo	Količina primene (g/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja		
		7 dana	14 dana	21 dan
Pre oporavka				
Prirodni zeolit	0,50	17,0±1,5b*	54,0±1,3d	58,0±1,9c
	0,75	31,0±1,5c	79,0±1,7e	84,0±2,9d
	1,00	35,0±2,7c	88,0±1,2f	96,0±1,2e
Modifikovani prirodni zeolit	0,50	2,0±0,6a	17,0±2,2b	26,0±1,7b
	0,75	14,0±0,6b	40,0±3,2c	34,0±1,3b
	1,00	22,0±1,3b	36,0±1,2c	45,0±2,6bc
Kontrola	0	0,0±0,0a	1,0±0,5a	2,0±0,6a
Posle oporavka				
Prirodni zeolit	0,50	39,0±3,3c	62,0±1,3d	62,1±1,4d
	0,75	58,0±3,1d	86,0±0,6e	88,4±2,4e
	1,00	66,0±1,7d	92,0±1,8f	100f
Modifikovani prirodni zeolit	0,50	9,0±1,3ab	23,0±1,7b	31,6±1,3b
	0,75	20,0±3,4bc	53,0±2,5cd	46,3±1,5c
	1,00	33,0±2,9c	42,0±3,0c	55,8±2,4cd
Kontrola	0	0,0±0,0a	1,0±0,5a	5,0±1,3a

** Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

U Tabeli 10 su prikazani i rezultati uticaja prašiva Prirodni zeolit i Modifikovani prirodni zeolit na redukciju brojnosti potomaka izlaganih roditelja. Sa povećanjem količine primene i dužine izlaganja, povećava se i uticaj prašiva na produkciju/redukciju potomstva. Posle 21 dan izlaganja roditelja, u zavisnosti od primenjene količine, prašivo Prirodni zeolit je redukovalo brojnost potomaka u rasponu od 63 do 81 %, a Modifikovani prirodni zeolit u rasponu od 47 do 62 %.

Tabela 10. Efekti Prirodnog zeolita i Modifikovanog prirodnog zeolita na produkciju/redukciju potomstva laboratorijske populacije *S.oryzae*

Inertno prašivo	Količina primene (g/kg)	Efekti posle					
		7 dana		14 dana		21 dan	
		Prosečan broj potomaka (± SD)	RP** (%)	Prosečan broj potomaka (± SD)	RP (%)	Prosečan broj potomaka (± SD)	RP (%)
Prirodni zeolit	0,50	46,0±8,6b*	51,9	40,7±5,9bc	60,7	41,7±7,8b	63,1
	0,75	35,5±5,5a	62,9	30,7±3,0b	70,3	23,3±12,2a	79,4
	1,0	32,7±6,8a	65,8	19,3±9,1a	81,4	20,5±10,7a	81,8
Modifikovani prirodni zeolit	0,50	66,3±13,1c	30,8	62,7±7,7d	39,6	59,5±10,1b	47,5
	0,75	57,7±8,3bc	39,7	49,5±11,7cd	52,3	51,5±8,7b	54,6
	1,0	47,7±6,0b	50,1	48,5±19,7bcd	53,3	43,0±2,9b	62,0
Kontrola	0	95,7±6,4d	-	104,0±18,1e	-	113,5±24,6c	-

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

**Redukcija potomstva

U Tabeli 11 su prikazani efekti diatomejske zemlje na *S.oryzae*. Najviši nivo smrtnosti adulta *S.oryzae* posle sedam dana izlaganja u tretiranoj pšenici, utvrđen je u pšenici tretiranoj sa 1,0 g/kg diatomejske zemlje DZ S-1 (86 %). Posle 14 dana izlaganja smrtnost iznad 90 % utvrđena je posle primene 0,75 g/kg DZ S-1 i 1,0 g/kg DZ S-2, dok je posle 21 dan izlaganja smrtnost iznad 90 % utvrđena posle primene 0,25 g/kg DZ S-1 i 0,5 g/kg DZ S-2. Istovremeno, efikasnost komercijalnog preparata Protect-It (0,15 g/kg) bila je 100 %.

U svim ispitivanim varijantama ukupna smrtnost ocenjena posle sedam dana oporavka žižaka na netretiranoj pšenici bila je veća od smrtnosti ocenjene pre stavljanja insekata na oporavak.

Ukupna smrtnost na nivou 100 % utvrđena je posle oporavka adulta *S.oryzae* prethodno izlaganih u pšenici tretiranoj prašivom DZ S-1 u količinama od 0,5 do 1,0 g/kg i DZ S-2 od 0,75 do 1,0 g/kg tokom 21 dana, dok je najniži nivo ukupne smrtnosti (76 %) utvrđen sa 0,25 g/kg DZ S-2.

Tabela 11. Efekti diatomejske zemlje DZ S-1, DZ S-2 i Protect-It na adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije pre i posle sedam dana oporavka u netretiranoj pšenici

Diatomejska zemlja	Količina primene (g/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja		
		7 dana	14 dana	21 dan
Pre oporavka				
DZ S-1	0,25	13,0±1,9ab*	48,0±2,9b	90,0±1,7c
	0,50	39,0±2,7c	88,0±1,4cd	99,0±0,5d
	0,75	72,0±1,8e	96,0±1,3ef	100d
	1,00	86,0±1,3f	99,0±0,5f	100d
DZ S-2	0,25	7,0±1,3a	18,0±0,6a	52,0±3,6b
	0,50	21,0±1,7b	76,0±2,5c	95,0±0,5c
	0,75	51,0±2,5cd	91,0±1,7de	99,0±0,5d
	1,00	55,0±2,7d	97,0±1,0ef	98,0±1,0d
Protect-It	0,15	69,0±1,5e	100f	100d
Kontrola	0	0,0±0,0 a	1,0±0,5a	3,0±1,0 a
Posle oporavka				
DZ S-1	0,25	16,0±2,7ab	75,0±1,9c	95,0±1,5c
	0,50	55,0±2,6c	94,0±0,6e	100d
	0,75	78,0±0,6e	100f	100d
	1,00	90,0±1,7f	100f	100d
DZ S-2	0,25	11,0±1,0ab	36,0±1,8b	76,0±3,9b
	0,50	25,0±2,4b	84,0±2,2d	99,0±0,5cd
	0,75	56,0±4,2cd	100f	100d
	1,00	71,0±1,0de	100f	100d
Protect-It	0,15	87,0±1,7ef	100f	100d
Kontrola	0	0,0±0,0 a	1,0±0,5a	3,0±1,0 a

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

Redukcija brojnosti potomaka > 90 % utvrđena je posle sedam dana ekspozicije roditelja u pšenici tretiranoj sa 0,75-1,0 g/kg DZ S-1, odnosno sa 0,5-1,0 g/kg posle 14 i 21 dan ekspozicije roditelja. Diatomejska zemlja DZ S-2 je redukovala brojnost potomaka > 90 % posle sedam, 14 i 21 dan izlaganja roditelja u pšenici tretiranoj sa 0,75 i 1,0 g/kg, dok je preparat Protect-It redukovao brojnost potomaka na nivou 98 % već posle sedam dana izlaganja roditelja (Tabela 12).

Tabela 12. Efekti DZ S-1, DZ S-2 i Protect-It na produkciju/redukciju potomstva laboratorijske populacije *S.oryzae*

Inertno prašivo	Količina primene (g/kg)	Efekti posle					
		7 dana		14 dana		21 dan	
		Prosečan broj potomaka ($\pm$ SD)	RP** (%)	Prosečan broj potomaka ($\pm$ SD)	RP (%)	Prosečan broj potomaka ($\pm$ SD)	RP (%)
DZ S-1	0,25	52,5 $\pm$ 12,4c*	63,4	73,3 $\pm$ 9,4fg	78,9	78,0 $\pm$ 14,0f	79,0
	0,50	22,3 $\pm$ 3,1d	84,9	25,3 $\pm$ 9,4e	92,1	24,0 $\pm$ 4,1e	96,0
	0,75	10,3 $\pm$ 2,7cd	92,8	12,7 $\pm$ 4,1cd	96,1	8,7 $\pm$ 5,0d	97,7
	1,00	7,0 $\pm$ 2,0ab	95,1	7,3 $\pm$ 1,9d	97,7	9,0 $\pm$ 4,1d	97,6
DZ S-2	0,25	85,7 $\pm$ 6,1g	40,2	114,7 $\pm$ 12,9g	67,1	142,3 $\pm$ 25,7g	61,6
	0,50	42,3 $\pm$ 11,9f	70,5	57,0 $\pm$ 5,9f	83,5	55,7 $\pm$ 19,8f	85,0
	0,75	7,5 $\pm$ 1,3bc	94,8	22,0 $\pm$ 3,7e	93,5	30,0 $\pm$ 8,8e	91,9
	1,00	11,5 $\pm$ 2,6d	92,0	21,3 $\pm$ 8,3de	93,7	22,7 $\pm$ 11,6e	93,9
Protect-It	0,15	1,5 $\pm$ 0,6a	98,9	1,8 $\pm$ 1,5a	99,5	1,3 $\pm$ 1,0a	99,6
Kontrola	0	143,5 $\pm$ 29,8h	-	350,2 $\pm$ 51,3h	-	370,5 $\pm$ 75,7h	-

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

***Redukcija potomstva

4.5. Efekti temperatura 5 °C i 50 °C

Na 5 °C u varijanti testiranja u lomljenoj pšenici dobijeni LT-parametri, posle sedam dana oporavka, prikazani u Tabeli 13 (Prilog 4) pokazuju da je za 50 % i 99 % smrtnosti žižaka iz laboratorijske populacije bilo potrebno 2 i 7 dana, odnosno 3 i 9 dana za žiške iz Novog Pazara, ali te razlike nisu statistički značajne.

U drugoj varijanti testiranja u zrnu pšenice, na istoj temperaturi od 5 °C, je utvrđeno da je za 50 % i 99 % smrtnosti žižaka iz laboratorijske populacije bilo potrebno 6 i 11, odnosno 7 i 12 dana za žiške iz Novog Pazara, bez statistički značajnih razlika.

Tabela 13. Letalni efekti temperature 5 °C na adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara izlaganih u lomljenoj pšenici i pšenici u zrnu

Ocena posle oporavka (dani)	LT ₅₀ (dani) sa intervalima pouzdanosti (0,05)	LT ₉₉ (dani) sa intervalima pouzdanosti (0,05)	Nagib <i>lt-p</i> linije (±SG)
U lomljenoj pšenici			
<i>Laboratorijska populacija</i>			
1	4,45 (3,46-5,70)	10,42 (6,58-16,66)	6,30±1,09
2	3,52 (2,31-5,34)	10,62 (3,95-29,59)	4,85±0,97
7	2,23 (2,06-2,40)	6,77 (5,81-8,30)	4,83±0,37
<i>Populacija Novi Pazar</i>			
1	4,61 (4,33-4,89)	10,85 (9,81-12,34)	6,25±0,43
2	3,86 (3,61-4,13)	10,30 (9,00-12,26)	5,47±0,40
7	3,09 (1,95-4,90)	8,72 (2,99-26,10)	5,17±1,20
U pšenici u zrnu			
<i>Laboratorijska populacija</i>			
1	7,30 (7,05-7,58)	14,40 (12,81-17,03)	7,89±0,75
2	6,71 (6,49-6,93)	12,23 (11,20-13,80)	8,94±0,76
7	6,32 (6,12-6,51)	10,68 (9,96-11,73)	10,21±0,81
<i>Populacija Novi Pazar</i>			
1	8,14 (7,22-9,19)	15,65 (11,06-22,67)	8,19±1,21
2	7,46 (6,52-8,54)	13,46 (9,34-19,62)	9,08±1,6
7	6,67 (5,92-7,52)	11,77 (8,58-16,37)	9,45±1,59

Na 50 °C u prvoj varijanti u lomljenoj pšenici dobijeni LT-parametri posle sedam dana oporavka, prikazani u Tabeli 14 (Prilog 5), pokazuju da je za 50 % i 99 % smrtnosti žižaka iz laboratorijske populacije bilo potrebno 12 i 38, odnosno 13 i 36 minuta za žiške iz Novog Pazara, ali te razlike između ispitivanih populacija nisu statistički značajne.

U drugoj varijanti testiranja, u zrnu pšenice, istovremeno je utvrđeno da je za 50 % i 99 % smrtnosti žižaka iz laboratorijske populacije bilo potrebno 67 i 92, odnosno 69 i 89 minuta za žiške iz Novog Pazara, bez statistički značajnih razlika.

Tabela 14. Letalni efekti temperature 50 °C na adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara izlaganih u lomljenoj pšenici i pšenici u zrnu

Ocena posle oporavka (dani)	LT ₅₀ (minuti) sa intervalima pouzdanosti (0,05)	LT ₉₉ (minuti) sa intervalima pouzdanosti (0,05)	Nagib <i>lt-p</i> linije (±SG)
U lomljenoj pšenici			
<i>Laboratorijska populacija</i>			
1	17,16 (16,33-18,08)	55,90 (47,66-68,86)	4,54±0,32
2	15,10 (14,23-15,98)	54,44 (46,10-67,87)	4,18±0,31
7	12,46 (10,67-14,45)	38,49 (25,43-60,21)	4,75±0,69
<i>Populacija Novi Pazar</i>			
1	16,02 (15,31-16,75)	39,84 (35,78-45,63)	5,88±0,37
2	16,28 (15,70-16,89)	39,21 (35,46-44,49)	6,1±0,38
7	13,42 (12,79-14,05)	36,03 (32,07-41,83)	5,43±0,37
U pšenici u zrnu			
<i>Laboratorijska populacija</i>			
1	76,81 (74,88-78,80)	114,14 (108,20-122,21)	13,53±0,93
2	73,35 (71,65-75,01)	109,00 (103,97-115,74)	13,52±0,90
7	67,49 (66,07-68,89)	91,51 (87,64-96,92)	17,60±1,39
<i>Populacija Novi Pazar</i>			
1	79,48 (78,08-80,84)	102,32 (98,87-107,00)	21,20±1,58
2	73,03 (73,74-76,29)	94,07 (90,98-98,39)	23,69±1,94
7	69,49 (68,19-70,77)	89,45 (86,30-93,79)	21,22±1,65

4.6. Efekti insekticida u interakciji sa 5 °C i 50 °C

Na osnovu rezultata dobijenih u ispitivanjima toksičnosti insekticida u pšenici u zrnu odabrane su po tri količine svakog insekticida koje su korišćene u ispitivanjima efekata u kombinaciji sa 5 i 50 °C (Tabela 15).

Posle jedan i dva dana izlaganja u tretiranoj pšenici smrtnost žižaka preko 50 % je utvrđena samo u pšenici tretiranoj sa 5,0 mg/kg (62 %), odnosno sa 2,5 i 5,0 mg/kg (52 % i 87 %). U pšenici tretiranoj ostalim insekticidima, izuzev u pšenici tretiranoj sa 1,0 mg/kg tiametoksama (7 %) posle jedan i 0,25 mg/kg pirimifos-metila (5 %) i 0,5 i 1,0 mg/kg tiametoksama (7 % i 15 %) posle dva dana izlaganja, nisu zabeleženi letalni efekti.

Posle sedam dana izlaganja, smrtnost adulta na nivou 100 % utvrđena je samo u pšenici tretiranoj sa 5,0 mg/kg malationa. Posle najduže ekspozicije (14 dana) visok procenat smrtnosti (≥ 90 %) utvrđen je posle primene 2,5 i 5,0 mg/kg malationa (92 % i 100 %); 0,25 mg/kg pirimifos-metila (91 %); 0,5 mg/kg deltametrina sa PBO (94 %); 0,5 mg/kg bifentrina (92 %) i 0,5 mg/kg abamektina (90 %).

Tabela 15. Efekti insekticida na *S.oryzae* bez izlaganja na 5 °C

Insekticid	Količina (mg/kg)	Smrtnost (%±SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP*** (%)
		1	2	7	14		
Malation	1,25	0,0±0,0a*	6,0±0,6a	57,0±3,0a	72,0±1,8a	255,0±43,6c**	57,0
	2,50	6,0±0,6b	52,0±0,8b	82,0±0,6b	92,0±1,4b	104,5±61,0b	82,4
	5,00	62,0±3,5c	87,0±1,3c	100c	100c	17,2±3,9a	97,1
Hlorpirifos-metil	0,08	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	2,0±1,0a	530,0±123,6d	10,5
	0,12	0,0±0,0a	0,0±0,0a	43,0±2,1b	46,0±1,9b	227,5±159,5c	61,6
	0,16	0,0±0,0a	1,0±0,5b	78,0±3,0c	87,0±2,6c	207,5±44,2b	65,0
Pirimifos-metil	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	4,0±1,4a	9,0±2,6a	402,5±213,3c	32,1
	0,19	0,0±0,0a	0,0±0,0a	40,0±0,8b	61,0±2,4b	375,0±118,5c	36,7
	0,25	0,0±0,0a	5,0±1,3b	87,0±1,7c	91,0±3,3c	232,5±61,8b	60,8
Deltametrin+PBO	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	11,0±1,3a	15,0±2,1a	83,5±62,9c	85,9
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	48,0±1,8b	63,0±0,5b	13,0±9,2b	97,8
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	89,0±1,3c	94,0±0,6c	2,0±1,4a	99,7
Bifentrin	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	2,0±0,6a	5,0±0,5a	352,5±80,2c	40,5
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	25,0±2,1b	44,0±0,8b	36,0±1,4b	93,9
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	85,0±1,0c	92,0±1,1c	8,0±0,8a	98,6
Tiametoksam	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	8,0±2,2a	35,0±4,5a	120,0±54,8c	79,7
	0,50	0,0±0,0a	7,0±1,5b	26,0±2,1b	48,0±2,2b	34,0±14,3b	94,3
	1,00	7,0±1,3b	15,0±1,7c	51,0±2,1c	87,0±1,5c	12,8±8,2a	97,8
Spinosad	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	1,0±0,5a	597,5±20,6d	-0,8
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	16,0±2,2b	32,0±4,7b	220,0±54,8c	62,9
	1,00	0,0±0,0a	0,0±0,0a	32,0±3,3c	79,0±3,1c	65,0±12,9b	89,0
Abamektin	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	7,0±1,0a	25,0±1,0a	240,0±43,2c	59,5
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	21,0±1,7b	49,0±1,3b	90,0±16,3b	84,8
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	46,0±3,1c	90,0±1,3c	68,0±7,4b	88,5
Kontrola	0,00	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	592,5±149,1d	-

* za svaki insekticid posebno vrednosti po kolonama označene istim slovima statistički značajno se ne razlikuju LSD test (p>0.05)

** za svaki insekticid posebno u odnosu na kontrolu vrednosti po kolonama označene istim slovima statistički značajno se ne razlikuju LSD test (p>0.05)

***Redukcija potomstva

Redukcija brojnosti potomaka izlaganih roditelja > 90 % utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 5,0 mg/kg malationa (97 %); 0,25 i 0,5 mg/kg deltametrina sa PBO (97 i 99 %); 0,25 i 0,5 mg/kg bifentrina (93 i 98 %) i 0,5 i 1,0 mg/kg tiametoksama (94 i 97 %).

U tabelama 16, 17 i 18 su prikazani rezultati efekata samostalnog delovanja 5 °C i u kombinaciji sa insekticidima. Smrtnost insekata u pšenici bez insekticida ocenjena prvog dana oporavka, bila je u rasponu od 15 % (posle pet dana izlaganja na 5 °C), do 83 % (posle osam dana), pa se povećavala u funkciji vremena, tako da posle 14 dana oporavka bila u rasponu od 42 % (posle pet dana ekspozicije) do 96 % (posle osam dana ekspozicije).

Posle najdužeg perioda oporavka od izlaganja na 5°C (14 dana) malation je, izuzev ekspozicije od 8 dana u svim ispitivanim varijantama, prouzrokovao statistički značajno viši nivo smrtnosti adulta u odnosu na samostalne efekte temperature gde je visoka smrtnost (preko 90 %) utvrđena posle primene 5,0 mg/kg malationa, i pet i šest dana ekspozicije na 5 °C, odnosno posle primene 1,25-5,0 mg/kg, i sedam dana ekspozicije na 5 °C. Takođe, posle primene najveće količine malationa (5,0 mg/kg) u svim varijantama testiranja u kombinaciji sa

5 °C, utvrđen je visok procenat redukcije brojnosti potomaka (preko 95 %) u odnosu na netretiranu pšenicu (Tabela 16).

Posle 14 dana oporavka od izlaganja na 5 °C, u odnosu na samostalno delovanje temperature, statistički značajna razlika utvrđena je posle najkraće ekspozicije (pet dana) u pšenici tretiranoj sa 0,16 mg/kg hlorthirifos-metila, zatim posle ekspozicije od šest dana u pšenici tretiranoj sa 0,12 i 0,16 mg/kg, i posle sedam dana ekspozicije u pšenici tretiranoj hlorthirifos-metilom u rasponu količina od 0,08 mg/kg do 0,16 mg/kg. Redukcija brojnosti potomaka izlaganih roditelja na nivou 100 %, utvrđena je samo posle primene 0,16 mg/kg hlorthirifos-metila i najduže ekspozicije (osam dana) (Tabela 16).

U istom periodu, 0,25 mg/kg pirimifos-metila pri ekspoziciji od pet i 0,19 mg/kg i 0,25 mg/kg pri ekspoziciji od šest i sedam dana, prouzrokovali su smrtnost na statistički značajnom nivou u odnosu na samostalno delovanje 5 °C. Međutim, izuzev najduže ekspozicije (osam dana) u pšenici tretiranoj pirimifos-metilom, nijedna druga ispitivana varijanta nije redukovala potomstvo na nivou 100 % u odnosu na izlaganje u netretiranoj pšenici (Tabela 16).

Deltametrin sa PBO je izuzev u slučaju najduže ekspozicije (osam dana), kao i u slučaju najmanje količine (0,125 mg/kg) pri ekspoziciji od 5 i 7 dana, u svim ostalim varijantama prouzrokovao smrtnost na statistički značajnom nivou u odnosu na samostalno delovanje temperature, gde je u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg pri najkraćoj ekspoziciji (pet dana) utvrđena smrtnost na nivou 100 %, odnosno 2,4 puta viša u odnosu na smrtnost u netretiranoj pšenici (42 %). U odnosu na netretiranu pšenicu izlaganu na 5 °C visoka redukcija potomstva (preko 99 %) utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg deltametrina sa PBO i pri ekspozicijama od pet, šest i sedam dana kao i u pšenici tretiranoj sa 0,25 mg/kg ovog insekticida pri ekspoziciji od osam dana (Tabela 17).

Slično deltametrinu sa PBO, bifentrin je istovremeno, izuzev u slučaju najniže količine (0,125 mg/kg) i ekspozicije od šest dana kao i u slučaju najduže ekspozicije od osam dana u tretiranoj pšenici, prouzrokovao smrtnost adulta na nivou statistički značajnih razlika u odnosu na smrtnost u netretiranoj pšenici, gde je posle najkraće ekspozicije (pet dana) u netretiranoj pšenici utvrđena smrtnost na nivou 42 %, a u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg bifentrina 100 %. Takođe, redukcija brojnosti potomaka na nivou preko 93 % utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg deltametrina u svim ispitivanim varijantama ekspozicije kao i u slučaju primene 0,125 mg/kg i 0,25 mg/kg deltametrina sa PBO i najduže ekspozicije od osam dana (Tabela 17).

Izuzev u kombinaciji sa najdužom ekspozicijom na 5°C (osam dana) u svim ostalim varijantama ispitivanja, tiametoksam je prouzrokovao smrtnost adulta na nivou statistički značajnih razlika u odnosu na samostalno delovanje 5 °C, gde je pri najkraćoj ekspoziciji (pet dana) u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg tiametoksama utvrđena dva puta veća smrtnost (84 %) u odnosu na smrtnost u netretiranoj pšenici (42 %). Takođe, redukcija brojnosti potomaka preko 95 % je utvrđena posle primene najveće količine tiametoksama (1,0 mg/kg) pri ekspoziciji na 5 °C od pet i šest dana, potom 0,5 mg/kg pri ekspoziciji od sedam dana i 0,25 mg/kg pri najdužoj ekspoziciji od osam dana (Tabela 18).

Posle najdužeg perioda oporavka (14 dana), u pšenici tretiranoj spinosadom u rasponu količina od 0,25 do 1,0 mg/kg pri najkraćoj ekspoziciji (pet dana), kao i u pšenici tretiranoj sa 1,0 mg/kg pri ekspoziciji od šest dana i u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg i 1,0 mg/kg pri ekspoziciji od sedam dana, smrtnost adulta se na statistički značajnom nivou razlikovala u odnosu na smrtnost u netretiranoj pšenici. Ni u jednoj ispitivanoj varijanti spinosad nije značajano redukovao brojnost potomaka izlaganih roditelja u odnosu na netretiranu pšenicu izlaganu na 5 °C (Tabela 18).

U pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg abamektina pri najkraćoj ekspoziciji (pet dana), zatim 0,25 mg/kg i 0,5 mg/kg pri ekspoziciji od šest dana i u pšenici tretiranoj abamektinom u količinama od 0,125 mg/kg do 0,5 mg/kg, pri ekspoziciji od sedam dana na 5 °, utvrđene vrednosti smrtnosti su se statistički značajno razlikovale u odnosu na vrednosti utvrđene u netretiranoj pšenici. Takođe, samo u pšenici tretiranoj najvećom količinom abamektina (0,5 mg/kg) u kombinaciji sa ekspozicijom na 5 °C od šest, sedam i osam dana, utvrđena je redukcija brojnosti potomaka preko 90 % (Tabela 18).

Tabela 16. Efekti malationa, hlorthirifos-metila i pirimifos-metila u interakciji sa 5 °C na laboratorijsku populaciju *S.oryzae* u tretiranoj pšenici u zrnu

Dužina ekspozicije (dani)	Količina (mg/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP# (%)	RP## (%)
		1	2	7	14			
Malation								
5	0,00	15,0±2,6a*	26,0±2,4a	41,0±3,6a	42,0±4,0a	226,0±27,2e	-	61,9
	1,25	14,0±0,6a	36,0±2,8b	65,0±3,7b	69,0±3,4b	118,5±98,6d	47,6	80,0
	2,50	21,0±2,2ab	70,0±3,0e	86,0±1,0c	89,0±1,1c	73,2±5,4cd	67,6	87,6
	5,00	70,0±0,6f	91,0±1,3fg	100d	100d	0,0±0,0a	100	100
6	0,00	20,0±0,0ab	29,0±1,5ab	46,0±3,3a	49,0±2,6a	219,2±11,1e	-	63,0
	1,25	27,0±1,9bc	48,0±1,4c	73,0±3,0b	75,0±2,5b	99,7±17,3d	54,5	83,2
	2,50	34,0±0,6cd	59,0±0,5d	86,0±1,29c	88,0±0,8c	73,0±18,6dc	66,7	87,7
	5,00	55,0±1,9e	88,0±0,8fg	100d	100d	11,0±12,8ab	95,0	98,1
7	0,00	43,0±2,6d	56,0±1,8cd	74,0±1,0b	74,0±1,0b	119,5±52,0d	-	79,8
	1,25	58,0±1,3e	76,0±0,8e	91,0±1,5cd	90,0±1,3c	42,0±41,2abc	64,8	92,9
	2,50	63,0±2,1ef	87,0±1,3f	95,0±1,3cd	94,0±1,7cd	48,7±34,4bc	59,2	91,8
	5,00	85,0±0,5g	97,0±0,5g	100d	100d	0,0±0,0a	100	100
8	0,00	83,0±2,5g	86,0±2,4f	96,0±0,8cd	96,0±0,8cd	47,5±33,6abc	-	92,0
	1,25	91,0±1,0g	92,0±0,0fg	100d	100d	0,0±0,0a	100	100
	2,50	89,0±0,5g	89,0±1,3fg	100d	100d	0,0±0,0a	100	100
	5,00	92,0±1,6g	97,0±1,0g	100d	100d	0,0±0,0a	100	100
Hlorpirifos-metil								
5	0,00	15,0±2,6ab	26,0±2,4bc	41,0±3,4bc	42,0±4,0bc	226,0±27,2c	-	61,9
	0,08	22,0±1,3cd	27,0±1,3bc	35,0±1,0ab	38,0±1,3ab	285,7±36,7d	-26,4	51,8
	0,12	14,0±1,0ab	20,0±1,4ab	25,0±1,7a	31,0±1,9a	313,5±75,3d	-38,7	47,1
	0,16	26,0±2,6cd	41,0±2,5d	76,0±1,8e	83,0±1,5ef	128,7±31,3b	43,0	78,3
6	0,00	20,0±0,0ab	29,0±1,5bc	46,0±3,3c	49,0±2,6c	219,2±11,1c	-	63,0
	0,08	18,0±2,6ab	15,0±1,3a	40,0±0,8abc	46,0±2,1bc	213,7±50,2c	2,5	63,9
	0,12	9,0±2,6a	24,0±1,4bcd	64,0±1,6d	65,0±1,7d	190,0±29,4c	13,3	67,9
	0,16	21,0±1,3c	31,0±1,0c	84,0±0,8ef	92,0±0,8fg	45,5±16,7a	79,2	92,3
7	0,00	43,0±2,6d	56,0±1,8e	74,0±1,0de	74,0±1,0de	119,5±52,0b	-	79,8
	0,08	55,0±1,3e	61,0±1,3ef	89,0±2,7fg	92,0±1,8fg	30,0±24,6a	74,9	95,0
	0,12	79,0±1,3e	79,0±1,0g	97,0±1,0gh	100g	20,0±37,4a	83,3	96,6
	0,16	64,0±1,6e	66,0±2,1f	89,0±2,2fg	93,0±1,3g	38,0±39,5a	67,6	93,5
8	0,00	83,0±2,5f	86,0±2,4gh	96,0±0,8gh	96,0±0,8g	47,5±33,6a	-	92,0
	0,08	94,0±0,6f	95,0±0,5h	99,0±0,5gh	100g	8,0±16,0a	83,2	98,6
	0,12	83,0±2,7f	83,0±2,7g	97,0±1,0gh	100g	27,0±31,3a	43,2	95,4
	0,16	88,0±0,8f	92,0±0,8h	100h	100g	0,0±0,0a	100	100
Pirimifos-metil								
5	0,00	15,0±2,6a	26,0±2,4b	41,0±3,6bc	42,0±4,0bc	226,0±27,2de	-	61,9
	0,125	12,0±0,8a	12,0±0,0a	26,0±3,1a	29,0±2,6a	293,7±138,0e	-30,0	50,4
	0,19	12,0±0,8a	16,0±0,8a	33,0±3,2ab	35,0±2,9ab	220,2±111,4de	2,5	62,8
	0,25	16,0±1,1a	26,0±1,7b	87,0±2,5fg	95,0±1,0gh	90,7±45,1bc	59,8	84,7
6	0,00	20,0±0,0a	29,0±1,5bc	46,0±3,3c	49,0±2,6c	219,2±11,1de	-	63,0
	0,125	16,0±2,2a	20,0±0,8ab	45,0±1,3c	48,0±1,8c	152,2±30,1cd	30,6	74,3
	0,19	21,0±2,4a	37,0±1,7cd	62,0±2,4d	66,0±1,7d	163,7±56,2cd	25,3	72,4
	0,25	19,0±1,0a	41,0±1,9d	91,0±1,7gh	93,0±1,3fgh	43,0±54,9ab	80,4	92,7
7	0,00	43,0±2,6b	56,0±1,8ef	74,0±1,0e	74,0±1,0de	119,5±52,0bc	-	79,8
	0,125	47,0±1,0b	52,0±0,8e	78,0±2,1ef	83,0±3,5ef	152,2±46,3cd	-27,4	74,3
	0,19	60,0±1,6c	63,0±2,1f	85,0±1,5efg	86,0±1,7fg	102,0±55,4bc	14,6	82,8
	0,25	63,0±1,7c	73,0±2,2g	92,0±0,8gh	92,0±0,8fgh	43,0±7,5ab	64,0	92,7
8	0,00	83,0±2,5d	86,0±2,4h	96,0±0,8gh	96,0±0,8gh	47,5±33,6ab	-	92,0
	0,125	93,0±1,3d	91,0±1,3h	99,0±0,5h	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,19	89,0±2,1d	91,0±2,2h	100h	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,25	87,0±1,0d	88,0±0,8h	100h	100h	0,0±0,0a	100	100

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

Redukcija potomstva u odnosu na netretiranu pšenicu u termostatu

Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 5°C

Tabela 17. Efekti deltametrina sa PBO i bifentrina u interakciji sa 5 °C na laboratorijsku populaciju *S.oryzae* u tretiranoj pšenici u zrnu

Dužina ekspozicije (dani)	Količina (mg/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP [#] (%)	RP ^{##} (%)
		1	2	7	14			
Deltametrin sa PBO								
5	0	15,0±2,6ab*	26,0±2,4b	41,0±3,6a	42,0±4,0a	226,0±27,2e	-	61,9
	0,125	5,0±1,9a	15,0±1,3a	44,0±1,4a	44,0±1,4a	269,0±43,6f	-19,0	54,6
	0,25	12,0±1,6ab	28,0±2,3b	81,0±1,3c	81,0±1,3bcd	51,7±30,6bc	77,1	91,2
	0,50	21,0±1,0bc	41,0±0,5c	94,0±0,6e	100f	0,5±0,6a	99,8	99,9
6	0	20,0±0,0b	29,0±1,5b	46,0±3,3a	49,0±2,6a	219,2±11,1e	-	63,0
	0,125	32,0±1,8d	50,0±1,9d	69,0±1,9b	72,0±2,0b	192,2±38,7e	12,3	67,5
	0,25	31,0±1,0cd	56,0±0,8d	81,0±1,0c	86,0±1,3de	58,5±33,7bc	73,3	90,1
	0,50	40,0±1,8de	78,0±1,9f	100e	100f	0,0±0,0a	100	100
7	0	43,0±2,6e	56,0±1,8d	74,0±1,0bc	74,0±1,0bc	119,5±52,0d	-	79,8
	0,125	50,0±2,4e	67,0±1,0e	82,0±1,7c	82,0±1,3cd	79,5±34,2c	33,5	86,6
	0,25	61,0±1,0f	84,0±0,0fgh	98,0±0,6de	98,0±0,6f	20,2±23,2ab	83,0	96,6
	0,50	61,0±0,5f	80,0±0,0fg	100e	100f	0,0±0,0a	100	100
8	0	83,0±2,5gh	86,0±2,4fghi	96,0±0,8de	96,0±0,8f	47,5±33,6bc	-	92,0
	0,125	83,0±1,0gh	87,0±0,5ghi	91,0±0,5d	92,0±0,8ef	42,5±25,6bc	10,5	92,8
	0,25	77,0±3,3g	93,0±1,3i	100e	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,50	91,0±1,3h	92,0±1,8h	100e	100f	0,0±0,0a	100	100
Bifentrin								
5	0,00	15,0±2,6a	26,0±2,4a	41,0±3,6a	42,0±4,0a	226,0±27,2ef	-	61,9
	0,125	19,0±1,7ab	30,0±1,9ab	52,0±0,8bc	51,0±0,5b	184,2±56,7cde	18,5	68,9
	0,25	16,0±1,8a	35,0±1,3bc	78,0±1,3de	80,0±0,8cd	75,5±5,4ab	66,6	89,5
	0,50	14,0±2,4a	49,0±0,5de	94,0±1,7gh	100g	15,7±4,3a	93,0	99,0
6	0,00	20,0±0,0abc	29,0±1,5ab	46,0±3,3ab	49,0±2,6ab	219,2±11,1def	-	63,0
	0,125	27,0±1,5bcd	41,0±1,0cd	56,0±1,1c	56,0±1,2ab	266,5±19,9f	-21,5	55,0
	0,25	30,0±0,6cd	46,0±0,6d	70,0±1,3d	76,0±0,0cd	162,2±64,9cde	26,0	72,6
	0,50	32,0±0,8d	62,0±2,1fg	95,0±1,5gh	98,0±0,6g	0,0±0,0a	100	100
7	0,00	43,0±2,6e	56,0±1,8ef	74,0±1,0d	74,0±1,0c	119,5±52,0bc	-	79,8
	0,125	52,0±1,4e	68,0±0,8g	83,0±0,5ef	83,0±0,5de	150,7±156,9cd	-26,1	74,6
	0,25	52,0±0,8e	67,0±1,7g	89,0±1,3fg	90,0±1,0ef	13,7±23,6ab	88,5	97,7
	0,50	65,0±0,5f	82,0±1,3h	98,0±0,6h	98,0±1,0g	0,0±0,0a	100	100
8	0,00	83,0±2,5g	86,0±2,4hi	96,0±0,8gh	96,0±0,8fg	47,5±33,6ab	-	92,0
	0,125	89,0±1,5g	94,0±1,3i	99,0±0,5h	100g	0,0±0,0a	100	100
	0,25	88,0±2,2g	93,0±1,3i	99,0±0,5h	100g	0,0±0,0a	100	100
	0,50	91,0±2,1g	94,0±1,3i	100h	100g	0,0±0,0a	100	100

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

[#] Redukcija potomstva u odnosu na netretiranu pšenicu u termostatu

^{##} Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 5°C

Tabela 18. Efekti tiametoksama, spinosada i abamektina u interakciji sa 5 °C na laboratorijsku populaciju *S.oryzae* u tretiranoj pšenici u zrnu

Dužina ekspozicije (dani)	Količina (mg/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP# (%)	RP## (%)
		1	2	7	14			
Tiametoksam								
5	0,00	15,0±2,6ab*	26,0±2,4a	41,0±3,6a	42,0±4,0a	226,0±27,2e	-	61,9
	0,25	10,0±2,4a	23,0±2,9a	60,0±6,1b	77,0±1,7bcd	68,7±29,5c	69,6	88,4
	0,50	19,0±3,1ab	30,0±2,4ab	71,0±2,1bc	84,0±4,2cde	48,2±39,1c	78,6	91,9
	1,00	13,0±0,5ab	20,0±2,1a	66,0±2,9bcd	92,0±1,6efg	11,0±9,2ab	95,1	98,1
6	0,00	20,0±0,0ab	29,0±1,5ab	46,0±3,3a	49,0±2,6a	219,2±11,1e	-	63,0
	0,25	23,0±1,0b	30,0±1,3ab	61,0±1,7bc	72,0±0,8b	55,0±21,1c	74,9	90,7
	0,50	23,0±1,3b	31,0±1,0ab	65,0±2,6bcd	77,0±2,6bcd	40,0±21,5bc	81,8	93,2
	1,00	23,0±1,7b	37,0±1,7b	77,0±1,3de	96,0±0,0fg	6,5±6,1a	97,0	98,9
7	0,00	43,0±2,6c	56,0±1,8c	74,0±1,0cde	74,0±1,0bc	119,5±52,0d	-	79,8
	0,25	48,0±0,8cd	66,0±1,3cd	81,0±0,5ef	86,0±0,6def	13,0±15,6ab	89,1	97,8
	0,50	55,0±1,0d	68,0±0,8d	91,0±0,5fg	96,0±1,2fg	3,2±6,5a	97,3	99,4
	1,00	55,0±2,4d	67,0±1,0d	92,0±0,8fg	100g	0,0±0,0a	100	100
8	0,00	83,0±2,5ef	86,0±2,4ef	96,0±0,8g	96,0±0,8fg	47,5±33,6c	-	92,0
	0,25	77,0±0,5e	79,0±1,0e	98,0±1,0g	100g	0,0±0,0a	100	100
	0,50	88,0±1,4f	92,0±0,0f	98,0±0,6g	100g	0,0±0,0a	100	100
	1,00	84,0±2,9ef	85,0±2,6ef	98,0±1,0g	100g	0,0±0,0a	100	100
Spinosad								
5	0	15,0±2,6bcd	26,0±2,4bc	41,0±3,4b	42,0±4,0ba	226,0±27,2ef	-	61,9
	0,25	4,0±1,1a	8,0±0,8a	12,0±0,8a	12,0±0,0c	440,7±72,1g	-95,0	25,6
	0,50	12,0±0,0abc	25,0±1,9b	44,0±1,1bc	55,0±2,1d	241,5±34,0f	-6,9	59,2
	1,00	7,0±0,5ab	10,0±0,6a	41,0±1,9b	68,0±1,1bc	276,7±50,1f	-22,5	53,3
6	0	20,0±0,0cd	29,0±1,5bc	46,0±3,3bc	49,0±2,6bc	219,2±11,1e	-	63,0
	0,25	23,0±0,5d	33,0±1,0bc	50,0±1,0bc	51,0±1,3c	234,5±52,9f	-7,0	60,4
	0,50	20,0±1,4cd	31,0±1,7bc	51,0±1,5c	54,0±1,3c	264,5±30,6f	-20,6	55,4
	1,00	24,0±0,8d	35,0±1,3c	71,0±1,7d	92,0±1,6fghi	118,0±45,4cd	46,2	80,1
7	0	43,0±2,6e	56,0±1,8d	74,0±1,0de	74,0±1,0de	119,5±52,0cd	-	79,8
	0,25	58,0±0,6g	71,0±1,0e	82,0±0,6ef	83,0±0,5efg	118,0±63,8cd	1,3	80,1
	0,50	56,0±0,8fg	70,0±0,6e	85,0±0,5fg	87,0±1,0fgh	166,2±83,8de	-39,1	71,9
	1,00	48,0±3,4ef	62,0±2,6de	95,0±1,9h	95,0±1,9ef	110,7±39,4bcd	7,3	81,3
8	0	83,0±2,5h	86,0±2,4f	96,0±0,8h	96,0±0,8hi	47,5±33,6ab	-	92,0
	0,25	83,0±1,0h	88,0±1,4f	93,0±1,3gh	93,0±1,3ghi	54,5±40,5abc	-14,7	90,8
	0,50	86,0±2,4h	91,0±1,0f	98,0±0,6h	99,0±0,5i	10,0±20,0b	78,9	98,3
	1,00	86,0±1,9h	88,0±2,2f	96,0±1,1h	100i	5,7±8,5a	87,9	99,0
Abamektin								
5	0	15,0±2,6bcd	26,0±2,4bc	41,0±3,4b	42,0±4,0ab	226,0±27,2e	-	61,9
	0,125	4,0±0,0a	13,0±1,5a	26,0±1,3a	34,0±1,3a	292,0±75,8f	-29,2	50,7
	0,25	11,0±1,0abc	13,0±1,5a	27,0±3,5a	45,0±4,3ab	127,0±18,2d	43,8	78,6
	0,50	9,0±0,5ab	20,0±1,6ab	43,0±3,8b	69,0±3,3cd	62,0±17,1c	72,6	89,5
6	0	20,0±0,0de	29,0±1,5c	46,0±3,3b	49,0±2,6b	219,2±11,1e	-	63,0
	0,125	23,0±1,5de	33,0±0,5c	52,0±0,0bc	63,0±2,6c	160,2±33,5d	26,9	72,9
	0,25	19,0±1,3cd	33,0±1,0d	59,0±1,3c	76,0±0,8de	75,2±22,9c	65,7	87,3
	0,50	28,0±1,1e	48,0±1,4d	78,0±0,6de	94,0±0,6f	11,0±7,7ab	95,0	98,1
7	0	43,0±2,6f	56,0±1,8e	74,0±1,0d	74,0±1,0cd	119,5±52,0d	-	79,8
	0,125	56,0±1,1g	67,0±1,7e	87,0±1,7ef	88,0±2,0ef	119,5±17,2d	0,0	79,8
	0,25	52,0±1,6g	73,0±1,0e	88,0±0,8ef	93,0±1,0f	46,7±18,3bc	60,9	92,1
	0,50	58,0±1,3g	66,0±1,0e	86,0±1,7ef	95,0±1,0f	2,0±2,2a	98,3	99,7
8	0	83,0±2,5hi	86,0±2,4f	96,0±0,8f	96,0±0,8f	47,5±33,6bc	-	92,0
	0,125	83,0±1,0hi	90,0±1,3f	95,0±1,3f	96,0±0,8f	6,0±9,5ab	87,4	99,0
	0,25	79,0±1,7h	82,0±1,7f	92,0±0,8f	96,0±1,1f	14,7±11,2ab	68,9	97,5
	0,50	89,0±1,3h	89,0±1,3f	95,0±1,0f	97,0±1,0f	3,7±7,5a	92,1	99,4

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

Redukcija potomstva u odnosu na netretiranu pšenicu u termostatu

Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 5°C

Kao kod laboratorijske populacije, slični efekti interakcije deltametrina sa PBO i bifentrina sa 5 °C ispoljili su se i kod populacije iz Novog Pazara. Posle sedam dana oporavka od izlaganja na 5 °C, u pšenici tretiranoj sa 0,25 mg/kg deltametrina sa PBO u kombinaciji sa 5 °C utvrđena je 1,7, odnosno 2,4 (73 %) puta veća smrtnost adulta iz laboratorijske populacije u odnosu na izlaganje na 5 °C u netretiranoj pšenici, 42 %, odnosno 30 % u odnosu na varijantu bez ekspozicije na 5 °C. Istovremeno u pšenici tretiranoj sa 0,25 mg/kg ovog piretroida, u kombinaciji sa 5 °C, utvrđena je 2,8 i 2,7 puta veća smrtnost adulta iz Novog Pazara (76 %), nego na 5 °C (27 %) i u odnosu na varijantu bez izlaganja na 5 °C (28 %) (Tabela 19).

Tabela 19. Efekti deltametrina sa PBO u varijanti bez i sa izlaganjem na 5 °C pri ekspoziciji od 6 dana na *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije Novi Pazar u tretiranoj pšenici

Količina (mg/kg)	Smrtnost (%±SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP [#] (%)	RP ^{##} (%)
	1	2	7	14			
U varijanti bez izlaganja na 5 °C							
Laboratorijska populacija							
0	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	407,8±64,6c**	-	-
0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	1,0±0,5a	4,0±1,2a	420,8±39,0c	-3,2	-
0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	30,0±1,3b	35,0±2,5b	224,8±47,6b	44,9	-
0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	79,0±0,5c	79,0±0,5c	61,0±19,6a	85,0	-
Populacija Novi Pazar							
0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	489,0±86,5c	-	-
0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	4,0±0,8a	5,0±1,3a	513,5±41,8c	-5,0	-
0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	28,0±1,4b	35,0±2,4b	244,8±33,2b	49,9	-
0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	85,0±1,9d	89,0±1,5c	51,5±23,9a	89,5	-
U varijanti sa izlaganjem na 5 °C							
Laboratorijska populacija							
0	26,0±1,0ab	32,0±1,4b	42,0±1,9b	43,0±1,7b	433,3±69,7d	-	-6,3
0,125	31,0±1,0bc	46,0±0,6c	61,0±0,5c	60,0±0,8c	332,5±55,8c	23,3	18,5
0,25	34,0±1,3cd	53,0±1,5cd	73,0±1,3d	76,0±0,8d	168,5±36,2b	61,1	58,7
0,50	37,0±0,5cde	66,0±1,7e	97,0±0,5e	97,0±0,5e	31,0±26,1a	92,8	92,4
Populacija Novi Pazar							
0	19,0±0,5a	22,0±0,6a	27,0±1,3a	28,0±1,4a	446,3±129,6c	-	8,7
0,125	33,0±2,9bcd	47,0±0,5b	54,0±3,4c	55,0±3,1c	293,5±73,9b	34,2	40,0
0,25	43,0±1,0e	47,0±2,9c	76,0±0,8d	74,0±1,7d	168,3±114,9b	62,3	65,6
0,50	39,0±1,3de	59,0±1,3de	97,0±0,5e	96,0±0,8e	15,0±18,5a	96,6	96,9

* Vrednosti u kolonama za svaku varijantu posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

**Vrednosti u kolonama za svaku populaciju posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

[#] Redukcija potomstva u odnosu na potomstvo u netretiranoj pšenici

^{##} Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 5°C

Tabela 20. Efekti bifentrina u varijanti bez i sa izlaganjem na 5 °C pri ekspoziciji od šest dana na *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije Novi Pazar u tretiranoj pšenici

Količina (mg/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP [#] (%)	RP ^{##} (%)
	1	2	7	14			
U varijanti bez izlaganja na 5 °C							
Laboratorijska populacija							
0	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	407,8±64,6b**	-	-
0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	1,0±0,5a	3,0±0,5a	523,0±64,1c	-28,2	-
0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	40,0±1,4b	50,0±2,0b	380,8±61,5b	6,6	-
0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	90,0±2,1c	97,0±1,5c	47,8±36,5a	88,3	-
Populacija Novi Pazar							
0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	489,0±86,5c	-	-
0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	3,0±0,5a	4,0±0,8a	612,5±100,5d	-25,3	-
0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	46,0±3,1b	52,0±3,6b	327,3±78,8b	33,1	-
0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	97,0±1,5c	99,0±0,5c	24,8±16,6a	94,9	-
U varijanti sa izlaganjem na 5 °C							
Laboratorijska populacija							
0	26,0±1,0ab	32,0±1,4b	42,0±1,9b	43,0±1,7b	433,3±69,7c	-	-6,3
0,125	35,0±0,5cde	43,0±1,0c	57,0±1,3c	58,0±1,0c	317,3±66,1b	26,8	22,2
0,25	33,0±1,3bcd	43,0±1,0c	61,0±1,3c	63,0±1,0c	273,0±58,3b	37,0	33,1
0,50	38,0±1,3de	61,0±2,1d	95,0±1,0ed	97,0±0,5d	37,0±12,2a	91,5	90,9
Populacija Novi Pazar							
0	19,0±0,5a	22,0±0,6a	27,0±1,3a	28,0±1,4a	446,3±129,6d	-	8,7
0,125	30,0±2,4bc	34,0±0,6b	47,0±2,9b	48,0±2,8b	381,3±45,4cd	14,6	22,0
0,25	35,0±0,5cde	45,0±0,5c	58,0±2,1c	60,0±2,2c	286,0±69,2b	35,9	41,5
0,50	42,0±2,1e	61,0±2,2d	97,0±0,5d	97,0±0,5d	8,8±16,2a	98,0	98,2

* Vrednosti u kolonama za svaku varijantu posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

** Vrednosti u kolonama za svaku populaciju posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

Redukcija potomstva u odnosu na potomstvo u netretiranoj pšenici

Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 5 °C

Posle sedam dana oporavka od izlaganja na 5 °C, u pšenici tretiranoj sa 0,25 mg/kg bifentrina u kombinaciji sa 5 °C, utvrđena smrtnost adulta iz laboratorijske populacije bila je 1,4 (61 %) odnosno iz populacije iz Novog Pazara 2,1 (58 %) puta veća u odnosu na samostalne efekte temperature i 1,5 odnosno 1,3 puta veća u odnosu na samostalne efekte insekticida (40 % i 46 %). Redukcija brojnosti potomaka izlaganih roditelja u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti bez izlaganja na 5 °C bila je > 90 % posle primene bifentrina u količini od 0,5 mg/kg (Tabela 20).

Posle dva dana oporavka od izlaganja na 50 °C u netretiranoj pšenici smrtnost adulta je u zavisnosti od dužine ekspozicije (65, 75 i 85 minuta) bila u rasponu od 7 % do 74 % i povećavala se u funkciji vremena gde se posle najdužeg perioda oporavka (14 dana) procenat smrtnosti kretao od 11 do 86 %.

Rezultati prikazani u tabeli 21 pokazuju da je, posle sedam dana izlaganja, iz grupe organofosfata malation ispoljio najviši nivo efikasnosti u interakciji sa 50 °C, koji je posle primene u količinama od 1,25 mg/kg do 5,0 mg/kg u svim ispitivanim varijantama ekspozicije (65, 75 i 85 minuta) prouzrokovao smrtnost adulta preko 93 % i redukovao brojnost potomaka

na nivou > 90 %. Visoka smrtnost adulta (> 90 %), kao i redukcija brojnosti potomaka pri najkraćoj ekspoziciji na 50 °C (65 minuta) utvrđeni su u pšenici tretiranoj najvećim količinama hlorthirifos-metila (0,16 mg/kg) i pirimifos-metila (0,25 mg/kg), kao i u svim ostalim varijantama izlaganja u pšenici tretiranoj hlorthirifos-metilom i pirimifos-metilom pri dužim ekspozicijama (75 i 85 minuta), izuzev u pšenici tretiranoj najmanjom količinom hlorthirifos-metila (0,08 mg/kg).

Istovremeno, u svim ispitivanim varijantama kombinovane primene sa 50 °C, deltametrin sa PBO primenjen u količinama od 0,125 do 0,5 mg/kg prouzrokovao je smrtnost adulta i redukciju brojnosti potomaka izlaganih roditelja na nivou 100 %, dok je isti nivo efektivnosti utvrđen u pšenici tretiranoj sa 0,25 i 0,5 mg/kg bifentrina (Tabela 22).

Na osnovu rezultata ispitivanja prikazanih u tabeli 23 može se zaključiti da je visok nivo smrtnosti (100 %) pri najkraćoj ekspoziciji od 65 minuta utvrđen samo u pšenici tretiranoj najvećom količinom tiametoksama (1,0 mg/kg), dok je pri ekspoziciji od 75 minuta isti nivo smrtnosti utvrđen posle primene 0,25; 0,5 i 1,0 mg/kg tiametoksama, 0,5 i 1,0 mg/kg spinosada i 0,25 i 0,5 mg/kg abamektina. U svim ispitivanim varijantama interakcije, u odnosu na netretiranu pšenicu, tiametoksam je redukovao brojnost potomaka na visokom nivou (preko 97 %), dok je isti nivo redukcije brojnosti potomaka utvrđen posle primene 0,25 i 0,5 mg/kg abamektina pri ekspoziciji od 65 i 75 minuta i 0,125 mg/kg spinosada pri ekspoziciji od 85 minuta, kao i posle primene 0,5 i 1,0 mg/kg spinosada pri ekspoziciji od 75 i 85 minuta.

Tabela 21. Efekti malationa, hlortpirifos-metila i pirimifos-metila u interakciji sa 50 °C na laboratorijsku populaciju *S.oryzae* u tretiranoj pšenici u zrnu

Dužina ekspozicije (minuti)	Količina (mg/kg)	Smrtnost (%±SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP# (%)	RP## (%)
		1	2	7	14			
Malation								
0	0	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	592,5±149,1d	-	-
	1,25	0,0±0,0a	6,0±0,6b	57,0±3,0c	72,0±1,8c	255,0±43,6c	57,0	-
	2,5	6,0±0,6ab	52,0±0,8d	82,0±0,6e	92,0±1,4e	104,5±61,0b	82,4	-
	5,0	62,0±3,5d	87,0±1,3g	100g	100f	17,2±3,9a	97,1	-
65	0	4,0±0,0ab	7,0±0,5b	11,0±0,5b	11,0±0,5b	225,0±22,7c	-	62,0
	1,25	14,0±1,0b	44,0±1,6c	93,0±1,0f	94,0±1,3e	20,2±3,3a	91,0	96,6
	2,5	51,0±1,3cd	93,0±1,0h	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
	5,0	88,0±3,2ef	100i	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
75	0	55,0±1,7cd	68,0±1,6e	73,0±1,0d	73,0±1,0c	46,7±7,1ab	-	92,1
	1,25	55,0±2,9cd	77,0±1,0f	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
	2,5	77,0±2,5e	100i	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
	5,0	90,0±1,7ef	100i	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
85	0	50,0±0,6cd	74,0±1,3f	86,0±1,3e	86,0±1,0d	19,5±4,1a	-	96,7
	1,25	48,0±4,7c	95,0±1,3gi	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
	2,5	54,0±2,4cd	100i	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
	5,0	78,0±1,7ef	100i	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
Hlorpirifos-metil								
0	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	592,5±149,1c	-	-
	0,08	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	2,0±1,0a	530,0±123,6c	10,5	-
	0,12	0,0±0,0a	0,0±0,0a	43,0±2,1d	46,0±1,9c	227,5±159,4b	61,6	-
	0,16	0,0±0,0a	1,0±0,5a	78,0±3,0fg	87,0±2,6f	207,5±44,2b	65,0	-
65	0	4,0±0,0ab	7,0±0,5a	11,0±0,5b	11,0±0,5b	225,0±22,7b	-	62,0
	0,08	8,0±2,3ab	19,0±3,9b	32,0±2,5c	39,0±2,9c	46,0±30,7a	79,6	92,2
	0,12	11,0±2,1ab	26,0±3,4b	58,0±3,1e	64,0±1,6d	38,0±37,1a	83,1	93,6
	0,16	14,0±2,4b	22,0±0,6b	90,0±1,3hi	90,0±2,1f	7,0±6,2a	96,9	99,1
75	0	55,0±1,7cde	68,0±1,6cd	73,0±1,0d	73,0±1,0e	46,7±7,1a	-	92,1
	0,08	45,0±3,0c	61,0±2,5c	72,0±1,4f	73,0±1,3e	85,0±36,7a	-81,8	85,6
	0,12	53,0±3,4cde	75,0±1,5de	94,0±1,3hij	100g	2,2±3,9a	95,2	99,6
	0,16	64,0±1,6e	86,0±0,5f	100j	100g	0,0±0,0a	100	100
85	0	50,0±0,6cd	74,0±1,3de	86,0±1,3e	86,0±1,0f	19,5±4,1a	-	96,7
	0,08	45,0±4,0c	68,0±2,3cd	96,0±1,1hij	96,0±1,1g	23,2±15,5a	-19,2	96,1
	0,12	52,0±2,7cd	78,0±1,7def	94,0±2,4hij	94,0±2,4g	0,0±0,0a	100	100
	0,16	57,0±2,2de	79,0±1,9ef	100j	100g	0,0±0,0a	100	100
Pirimifos-metil								
0	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	592,5±149,1e	-	-
	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	4,0±1,4a	9,0±2,6b	402,5±213,3d	32,1	-
	0,19	0,0±0,0a	0,0±0,0a	40,0±0,8d	61,0±2,4c	375,0±118,5d	36,7	-
	0,25	0,0±0,0a	1,0±0,5a	87,0±1,7f	91,0±3,3ef	232,5±61,8c	60,8	-
65	0	4,0±0,0a	7,0±0,5a	11,0±0,5b	11,0±0,5b	225,0±22,7c	-	62,0
	0,125	2,0±1,0a	2,0±1,0a	22,0±2,1c	100f	150,0±35,6bc	33,3	74,7
	0,19	2,0±0,6a	6,0±1,0a	89,0±2,1fg	100f	18,2±17,2a	91,9	96,9
	0,25	4,0±0,8a	19,0±1,3b	100h	100f	2,0±0,8a	99,1	99,7
75	0	55,0±1,7c	68,0±1,6c	73,0±1,0e	73,0±1,0e	46,7±7,1ab	-	92,1
	0,125	54,0±1,7c	74,0±2,4c	95,0±1,5gh	100f	21,0±6,4a	55,1	99,2
	0,19	55,0±2,1c	89,0±2,4d	100h	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,25	52,0±1,4c	93,0±1,0de	100h	100f	0,0±0,0a	100	100
85	0	50,0±0,6c	74,0±1,3c	86,0±1,3f	86,0±1,0e	19,5±4,1a	-	96,7
	0,125	63,0±2,6d	85,0±1,9d	100h	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,19	39,0±4,9b	67,0±3,3c	100h	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,25	73,0±1,9e	100e	100h	100f	0,0±0,0a	100	100

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

Redukcija potomstva u odnosu na netretiranu pšenicu u termostatu

Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 50°C

Tabela 22. Efekti deltametrina sa PBO i bifentrina u interakciji sa 50 °C na laboratorijsku populaciju *S.oryzae* u tretiranoj pšenici u zrnu

Dužina ekspozicije (minuti)	Količina (mg/kg)	Smrtnost (%±SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP# (%)	RP## (%)
		1	2	7	14			
Deltametrin sa PBO								
0	0	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	592,5±149,1d	-	-
	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	11,0±1,3b	15,0±2,1c	83,5±62,9b	85,9	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	48,0±1,8c	63,0±0,5d	13,0±9,2a	97,8	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	89,0±1,3e	94,0±0,6g	2,0±1,4a	99,7	-
65	0	4,0±0,0ab	7,0±0,5a	11,0±0,5b	11,0±0,5b	225,0±22,7c	-	62,0
	0,125	14,0±0,6c	24,0±0,8b	100f	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,25	9,0±1,7bc	29,0±2,4b	100f	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	9,0±1,0bc	51,0±2,2c	100f	100h	0,0±0,0a	100	100
75	0	55,0±1,7d	68,0±1,6d	73,0±1,0d	73,0±1,0e	46,7±7,1ab	-	92,1
	0,125	65,0±1,3e	81,0±1,0e	100f	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,25	88,0±1,6h	94,0±1,7fg	100f	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	100g	100g	100f	100h	0,0±0,0a	100	100
85	0	50,0±0,6d	74,0±1,3de	86,0±1,3e	86,0±1,0f	19,5±4,1a	-	96,7
	0,125	84,0±1,8h	92,0±1,7f	100f	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,25	89,0±1,5h	93,0±0,5fg	100f	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	100g	100g	100f	100h	0,0±0,0a	100	100
Bifentrin								
0	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	592,5±149,1d	-	-
	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	2,0±0,6a	5,0±0,5b	352,5±80,2c	40,5	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	25,0±2,1c	44,0±0,8d	36,0±1,4a	93,9	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	85,0±1,0f	92,0±1,1g	8,0±0,8a	98,6	-
65	0	4,0±0,0ab	7,0±0,5b	11,0±0,5b	11,0±0,5b	225,0±22,7b	-	62,0
	0,125	7,0±1,5b	11,0±2,7b	45,0±1,3d	48,0±2,2d	262,5±47,9b	-16,7	55,7
	0,25	14,0±1,3c	41,0±1,9c	100g	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	68,0±0,8e	89,0±1,0f	100g	100h	0,0±0,0a	100	100
75	0	55,0±1,7d	68,0±1,6d	73,0±1,0e	73,0±1,0e	46,7±7,1a	-	92,1
	0,125	77,0±1,3f	82,0±1,3e	98,0±0,6g	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,25	96,0±0,8h	100g	100g	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	100h	100g	100g	100h	0,0±0,0a	100	100
85	0	50,0±0,6d	74,0±1,3d	86,0±1,3f	86,0±1,0f	19,5±4,1a	-	96,7
	0,125	84,0±1,4g	95,0±1,3fg	99,0±0,5g	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,25	96,0±0,8h	96,0±0,8g	100g	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	100h	100g	100g	100h	0,0±0,0a	100	100

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

Redukcija potomstva u odnosu na netretiranu pšenicu u termostatu

Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 50°C

Tabela 23. Efekti tiametoksama, spinosada i abamektina u interakciji sa 50 °C na laboratorijsku populaciju *S.oryzae* u tretiranoj pšenici u zrnu

Dužina ekspozicije (minuti)	Količina (mg/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP# (%)	RP## (%)
		1	2	7	14			
Tiametoksam								
0	0	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	592,5±149,1d	-	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	8,0±2,2ab	35,0±4,5c	120,0±54,8b	79,7	-
	0,50	0,0±0,0a	7,0±1,5ab	26,0±2,1c	48,0±2,2d	34,0±14,3a	94,3	-
	1,00	7,0±1,3abc	15,0±1,7bc	51,0±2,1d	87,0±1,5f	12,8±8,2a	97,8	-
65	0	4,0±0,0ab	7,0±0,5ab	11,0±0,5b	11,0±0,5b	225,0±22,7c	-	62,0
	0,25	12,0±2,4bc	20,0±2,4c	55,0±1,3d	84,0±1,4f	6,7±6,4a	97,0	98,9
	0,50	16,0±2,2c	32,0±2,4d	81,0±3,7ef	97,0±1,0g	0,0±0,0a	100	100
	1,00	11,0±1,8c	36,0±2,2d	100g	100g	0,0±0,0a	100	100
75	0	55,0±1,7d	68,0±1,6ef	73,0±1,0e	73,0±1,0e	46,7±7,1a	-	92,1
	0,25	50,0±2,4d	79,0±2,9g	96,0±1,4g	100g	0,0±0,0a	100	100
	0,50	56,0±1,4d	71,0±2,9efg	97,0±0,5g	100g	0,0±0,0a	100	100
	1,00	70,0±0,6e	91,0±1,7h	100g	100g	0,0±0,0a	100	100
85	0	50,0±0,6d	74,0±1,3efg	86,0±1,3f	86,0±1,0f	19,5±4,1a	-	96,7
	0,25	55,0±1,5d	64,0±2,2e	100g	100g	0,0±0,0a	100	100
	0,50	58,0±2,4d	72,0±2,7fg	100g	100g	0,0±0,0a	100	100
	1,00	52,0±2,9d	69,0±2,5efg	100g	100g	0,0±0,0a	100	100
Spinosad								
0	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	592,5±149,1e	-	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	1,0±0,5a	7,0±1,0a	240,0±43,2d	59,5	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	16,0±2,2b	32,0±4,7c	90,0±16,3c	84,8	-
	1,0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	32,0±3,3c	79,0±3,1de	68,0±7,4c	88,5	-
65	0	4,0±0,0a	7,0±0,5ab	11,0±0,5b	11,0±0,5a	225,0±22,7c	-	62,0
	0,25	4,0±0,8a	6,0±1,3ab	28,0±1,4c	32,0±2,2b	300,0±81,6d	-33,3	49,3
	0,50	2,0±0,6a	11,0±1,3b	58,0±3,0d	71,0±2,7d	76,7±56,0b	65,9	87,0
	1,0	3,0±1,0a	21,0±1,3c	85,0±1,3f	98,0±0,6g	27,0±17,7ab	88,0	95,4
75	0	55,0±1,7de	68,0±1,6ef	73,0±1,0e	73,0±1,0d	46,8±7,1abc	-	92,1
	0,25	47,0±2,1bcd	56,0±0,8d	64,0±1,4d	71,0±1,3d	157,0±22,4c	-235,8	73,5
	0,50	57,0±0,5e	80,0±2,7gh	96,0±1,0h	99,0±0,5g	0,0±0,0a	100	100
	1,0	55,0±3,1de	81,0±2,1h	99,0±0,5h	100g	0,0±0,0a	100	100
85	0	50,0±0,6cde	74,0±1,3fgh	86,0±1,3fg	86,0±1,0ef	19,5±4,1ab	-	96,7
	0,25	52,0±1,6cde	72,0±0,8efg	92,0±1,4fgh	96,0±0,8fg	4,7±2,4a	75,6	99,2
	0,50	43,0±4,1bc	65,0±3,5e	95,0±1,5gh	100g	0,0±0,0a	100	100
	1,0	41,0±2,6b	68,0±0,8ef	100h	100g	0,0±0,0a	100	100
Abamektin								
0	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	592,5±149,1e	-	-
	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	7,0±1,0ab	25,0±1,0c	240,0±43,2d	59,5	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	21,0±1,7c	56,0±1,3d	90,0±16,3c	84,8	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	46,0±3,1d	90,0±1,3fg	68,0±7,4c	88,5	-
65	0	4,0±0,0a	7,0±0,5ab	11,0±0,5b	11,0±0,5b	225,0±22,7d	-	62,0
	0,125	0,0±0,0a	2,0±0,6a	43,0±1,7d	64,0±2,8de	70,3±2,9bc	68,8	88,1
	0,25	1,0±0,5a	7,0±1,0ab	70,0±1,9e	92,0±1,4fgh	4,5±1,9a	98,0	99,2
	0,50	10,0±1,3a	10,0±1,3b	84,0±1,4f	100h	0,0±0,0a	100	100
75	0	55,0±1,7c	68,0±1,6ef	73,0±1,0e	73,0±1,0e	46,8±7,1abc	-	92,1
	0,125	45,0±1,0b	53,0±1,5c	76,0±1,4e	84,0±0,5f	5,8±6,9a	87,7	99,0
	0,25	52,0±1,6bc	65,0±2,9de	97,0±1,0g	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	71,0±2,6d	87,0±1,0h	99,0±0,5g	100h	0,0±0,0a	100	100
85	0	50,0±0,6bc	74,0±1,3fg	86,0±1,3f	86,0±1,0fg	19,5±4,1ab	-	96,7
	0,125	44,0±0,8b	60,0±1,6cd	87,0±1,0f	96,0±1,4gh	0,0±0,0a	100	100
	0,25	42,0±2,4b	60,0±2,4cd	100g	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	47,0±0,5bc	79,0±0,5g	100g	100h	0,0±0,0a	100	100

* Vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

Redukcija potomstva u odnosu na netretiranu pšenicu u termostatu

Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 50°C

U pšenici tretiranoj sa 0,25 mg/kg deltametrina sa PBO pri ekspoziciji na 50 °C u trajanju od 65 minuta, posle sedam dana smrtnost adulta iz laboratorijske populacije (81 %) bila je 2,7 i 2,3 puta veća u odnosu na smrtnost u netretiranoj pšenici izlaganoj na 50 °C (36 %) i u tretiranoj pšenici u varijanti bez izlaganja na 50 °C. Istovremeno, u pšenici tretiranoj istom količinom (0,25 mg/kg) ovog piretroida u kombinaciji sa najkraćom ekspozicijom na 50 °C (65 minuta) smrtnost adulta iz Novog Pazara (90 %) bila je 2,6 i 3,2 puta veća u odnosu na samostalno delovanje temperature (34 %) i iste količine insekticida (30 %) (Tabela 24).

Tabela 24. Efekti deltametrina sa piperonil butoksidom u interakciji sa 50 °C na adulte *S.oryzae* iz laboratorijske i populacije iz Novog Pazara u tretiranoj pšenici u zrnu

Dužina izlaganja (minuti)	Količina (mg/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP [#] (%)	RP ^{##} (%)
		1	2	7	14			
Laboratorijska populacija								
0	0	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	407,8±64,6g**	-	-
	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	1,0±0,5a	4,0±1,1a	420,8±39,0g	-3,2	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	30,0±1,3b	35,0±2,5b	224,8±47,6f	44,9	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	79,0±0,5d	79,0±0,5d	61,0±19,6bcd	85,0	-
65	0	20,0±1,1def	21,0±0,8bcd	36,0±1,6b	41,0±2,5b	83,3±24,5cd	-	79,6
	0,125	7,0±0,5abc	22,0±0,6bcd	51,0±3,4c	51,0±3,9c	177,0±21,7e	-112,5	56,6
	0,25	16,0±1,8cde	25,0±0,5cde	81,0±1,0de	81,0±1,0d	91,5±29,0d	-9,8	77,6
	0,50	11,0±0,5bcd	31,0±3,0ef	95,0±1,5fg	96,0±1,2ef	19,0±22,1ab	77,2	95,3
75	0	47,0±2,1j	61,0±3,3ij	82,0±1,7de	82,0±1,7d	40,5±22,4abc	-	90,1
	0,125	38,0±1,9hij	47,0±3,0gh	85,0±1,7def	80,0±3,2d	50,0±31,0abcd	-23,5	87,7
	0,25	25,0±2,1efg	62,0±1,3ij	97,0±1,5g	97,0±1,5f	3,8±7,5a	90,6	99,1
	0,50	40,0±4,2hij	63,0±1,7ij	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
Populacija Novi Pazar								
0	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	489,0±86,5e	-	-
	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	4,0±0,8a	5,0±1,3a	513,5±41,8e	-5,0	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	28,0±1,4b	35,0±2,4b	244,8±33,2d	49,9	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	85,0±1,9def	89,0±1,5def	51,5±23,9ab	89,5	-
65	0	9,0±1,0abc	24,0±2,9bcde	34,0±3,1b	36,0±3,2b	128,5±81,8c	-	73,7
	0,125	7,0±1,5abc	14,0±1,3b	52,0±3,6c	55,0±3,3c	216,8±80,0cd	-68,7	55,7
	0,25	5,0±0,5ab	17,0±2,4bc	90,0±1,0efg	90,0±1,0def	47,0±27,5ab	63,4	90,4
	0,50	22,0±1,9efg	41,0±2,9fg	100g	100f	0,0±0,0a	100	100
75	0	48,0±3,2j	65,0±3,6j	83,0±4,4de	85,0±3,8de	51,8±38,2ab	-	89,4
	0,125	32,0±2,9ghi	36,0±1,6f	94,0±0,6fg	94,0±0,6ef	85,3±84,5d	-64,7	82,6
	0,25	30,0±2,4fgh	54,0±3,1hi	97,0±1,0g	97,0±1,0f	0,0±0,0a	100	100
	0,50	42,0±3,1ij	60,0±2,9ij	98,0±1,0g	99,0±0,5f	0,0±0,0a	100	100

* Vrednosti u kolonama za svaku varijantu posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

** Vrednosti u kolonama za svaku populaciju posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

[#] Redukcija potomstva u odnosu na potomstvo u netretiranoj pšenici

^{##} Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 50°C

Posle sedam dana oporavka od izlaganja na 50 °C, visoka smrtnost žižaka iz laboratorijske populacije, kao i populacije iz Novog Pazara (preko 90 %), utvrđena je posle primene 0,25 i 0,5 mg/kg bifentrina pri ekspoziciji na 50 °C u trajanju od 65 i 75 minuta. Redukcija brojnosti potomaka na nivou 100 % utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg bifentrina pri ekspoziciji od 65 minuta, odnosno 0,25 i 0,5 mg/kg pri ekspoziciji od 75 minuta za žiške iz laboratorijske populacije, odnosno u pšenici tretiranoj sa 0,25 i 0,5 mg/kg bifentrina u svim ispitanim varijantama izlaganja na 50 °C za žiške iz Novog Pazara (Tabela 25).

Tabela 25. Efekti bifentrina u interakciji sa 50 °C na adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara u tretiranoj pšenici u zrnju

Dužina izlaganja (minuti)	Količina (mg/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP# (%)	RP## (%)
		1	2	7	14			
Populacija Laboratorija								
0	0	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	407,8±64,6e**	-	-
	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	1,0±0,5a	3,0±0,5a	523,0±64,1f	-28,2	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	40,0±1,4bc	50,0±2,0c	380,8±61,5e	6,6	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	90,0±2,1fg	97,0±1,5h	47,8±36,5abc	88,3	-
65	0	20,0±1,1bc	21,0±0,8b	36,0±1,6b	41,0±2,5c	83,3±24,5cd	-	79,6
	0,125	23,0±1,0c	36,0±1,4cd	73,0±2,1d	73,0±1,9e	109,7±47,6d	-50,1	69,3
	0,25	28,0±3,9c	46,0±1,7de	93,0±0,5gh	93,0±0,5gh	26,8±37,3ab	67,8	93,4
	0,50	48,0±4,3e	74,0±3,5hi	100h	100h	0,0±0,0a	100	100
75	0	47,0±2,1e	61,0±3,3fg	82,0±1,7def	82,0±1,7ef	66,5±22,4abc	-	90,1
	0,125	40,0±2,8de	53,0±2,5ef	81,0±2,5	81,0±2,5ef	68,8±37,2bcd	-69,9	83,1
	0,25	62,0±0,6f	63,0±1,0fgh	100h	99,0±0,5h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	99,0±0,5h	99,0±0,5k	100h	100h	0,0±0,0a	100	100
Populacija Novi Pazar								
0	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	489,0±86,5f	-	-
	0,125	0,0±0,0a	0,0±0,0a	3,0±0,5a	4,0±0,8a	612,5±100,5g	-25,3	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	46,0±3,1c	52,0±3,6cd	327,3±78,8e	33,1	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	97,0±1,5gh	99,0±0,5h	24,8±16,6ab	94,9	-
65	0	9,0±1,0ab	24,0±2,9b	34,0±3,1b	36,0±3,2b	128,5±81,8d	-	73,7
	0,125	24,0±2,2c	37,0±3,0cd	82,0±1,7def	82,0±1,7ef	87,3±31,8bcd	32,1	82,1
	0,25	22,0±4,4c	38,0±3,9cd	97,0±1,0gh	98,0±1,0h	0,0±0,0a	100	98,1
	0,50	66,0±3,7f	81,0±2,5ij	100h	100h	0,0±0,0a	100	100
75	0	48,0±3,2e	65,0±3,6gh	83,0±4,4ef	85,0±3,8fg	51,8±38,2abc	-	89,4
	0,125	30,0±2,0cd	39,0±1,3cd	76,0±2,2de	77,0±2,1ef	119,0±19,4cd	-129,7	75,7
	0,25	80,0±2,2g	87,0±2,4j	100h	100h	0,0±0,0a	100	100
	0,50	100h	100k	100h	100h	0,0±0,0a	100	100

* Vrednosti u kolonama za svaku varijantu posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

** Vrednosti u kolonama za svaku populaciju posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$)

Redukcija potomstva u odnosu na potomstvo u netretiranoj pšenici

Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 50°C

4.7. Efekti diatomejske zemlje u interakciji sa 5 °C i 50 °C

Posle jedan i dva dana izlaganja adulta obe populacije *S.oryzae* u pšenici tretiranoj diatomejskom zemljom, u varijanti bez izlaganja na 5 °C, nisu utvrđeni letalni efekti. Visok procenat smrtnosti u ovoj varijanti, utvrđen je posle 14 dana izlaganja laboratorijskih žižaka u pšenici tretiranoj sa 0,75 g/kg (100 %) i žižaka iz Novog Pazara u pšenici tretiranoj sa 0,50 g/kg (92 %) i 0,75 g/kg (100 %) diatomejske zemlje (Tabela 26).

Tabela 26. Efekti diatomejske zemlje (Protect-It) u tretiranoj pšenici na *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije Novi Pazar u varijanti bez i sa izlaganjem na 5 °C

Količina (g/kg)	Smrtnost (%±SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP [#] (%)	RP ^{##} (%)
	1	2	7	14			
U varijanti bez izlaganja na 5°C							
Laboratorijska populacija							
0	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	407,8±64,6c**	-	-
0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	22,0±1,7b	421,8±74,2c	-3,4	-
0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	8,0±0,8a	87,0±1,5c	183,5±29,3b	55,0	-
0,75	0,0±0,0a	0,0±0,0a	57,0±3,3d	100d	85,0±18,5a	79,2	-
Populacija Novi Pazar							
0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	489,0±86,5c	-	-
0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	29,0±3,7b	291,0±105,2b	40,5	-
0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	18,0±0,6b	92,0±1,4c	178,8±27,4a	63,4	-
0,75	0,0±0,0a	0,0±0,0a	46,0±3,1c	100d	79,8±39,5a	83,7	-
U varijanti sa izlaganjem na 5°C							
Populacija Laboratorija							
0	26,0±1,0a	32,0±1,4a	42,0±1,9b	43,0±1,7b	433,3±69,7d	-	-6,3
0,25	45,0±1,3b	53,0±2,1b	64,0±1,6c	64,0±1,8c	144,5±8,0c	66,7	64,6
0,50	48,0±3,2b	69,0±3,0c	89,0±1,7e	96,0±1,2e	33,0±10,2b	92,4	91,9
0,75	49,0±1,3b	90,0±1,3d	100f	100e	0,0±0,0a	100	100
Populacija Novi Pazar							
0	19,0±0,5a	22,0±0,6a	27,0±1,3a	28,0±1,4a	446,3±129,6d	-	42,7
0,25	30,0±2,4bc	34,0±0,6b	47,0±2,9b	48,0±2,8b	381,3±45,4cd	14,6	72,2
0,50	35,0±0,5cde	45,0±0,5c	58,0±2,1c	60,0±2,2c	286,0±69,2b	35,9	100
0,75	42,0±2,1e	61,0±2,2d	97,0±0,5d	97,0±0,5d	8,8±16,2a	98,0	100

* Vrednosti u kolonama za svaku varijantu posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

** Vrednosti u kolonama za svaku populaciju posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

Redukcija potomstva u odnosu na potomstvo u netretiranoj pšenici

Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 5°C

U varijanti sa izlaganjem na 5 °C, visoka smrtnost adulta iz laboratorijske populacije, utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,75 g/kg diatomejske zemlje posle dva (90 %) i sedam dana (100 %) oporavka od izlaganja na 5 °C, odnosno u pšenici tretiranoj sa 0,5 g/kg (96 %) i 0,75 g/kg (100 %) posle 14 dana oporavka. Istovremeno, smrtnost adulta iz Novog Pazara na nivou 97 % utvrđena je posle sedam i 14 dana oporavka od izlaganja na 5 °C u pšenici tretiranoj najvećom količinom diatomejske zemlje (0,75 g/kg).

Visoka redukcija brojnosti potomaka u odnosu na netretiranu pšenicu, utvrđena je kod žižaka iz laboratorijske populacije u pšenici tretiranoj sa 0,5 g/kg (92 %) i 0,75 g/kg (100 %),

odnosno kod žižaka iz Novog Pazara u pšenici tretiranoj sa 0,75 g/kg diatomejske zemlje (98 %) (Tabela 26).

Tabela 27. Efekti diatomejske zemlje (Protect-It) u tretiranoj pšenici u zrnu na *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije Novi Pazar u interakciji sa 50 °C

Dužina izlaganja (min)	Količina (g/kg)	Smrtnost (% ± SD) posle izlaganja				Prosečan broj potomaka (±SD)	RP [#] (%)	RP ^{##} (%)
		1	2	7	14			
Laboratorijska populacija								
0	0	0,0±0,0a*	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	272,8±19,8e**	-	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	3,0±0,5a	48,0±1,6cd	211,5±47,8d	22,5	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	48,0±4,3c	95,0±0,5f	111,5±42,1c	59,1	-
	0,75	0,0±0,0a	0,0±0,0a	77,0±3,6e	99,0±0,5f	55,0±7,6b	79,8	-
65	0	22,0±1,3d	40,0±2,9c	51,0±1,3c	51,0±1,3d	25,0±1,6a	-	90,8
	0,25	16,0±1,4cd	45,0±3,2c	94,0±1,3f	95,0±1,0f	10,3±12,7a	58,8	96,2
	0,50	19,0±1,7cd	75,0±2,1de	100f	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,75	20,0±2,5cd	75,0±2,9de	100f	100f	0,0±0,0a	100	100
75	0	55,0±1,3ef	79,0±1,0ef	95,0±1,0f	95,0±1,0f	5,0±4,9a	-	98,2
	0,25	58,0±3,1ef	84,0±1,4efg	100f	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,50	45,0±1,7e	91,0±1,0gh	100f	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,75	56,0±0,8f	93,0±1,5gh	100f	100f	0,0±0,0a	100	100
Populacija Novi Pazar								
0	0	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	263,8±57,7e	-	-
	0,25	0,0±0,0a	0,0±0,0a	4,0±1,4a	42,0±3,3c	227,8±54,5de	13,6	-
	0,50	0,0±0,0a	0,0±0,0a	50,0±2,5c	96,0±0,8f	84,8±15,4c	67,9	-
	0,75	0,0±0,0a	0,0±0,0a	71,0±3,4de	98,0±0,6f	51,3±9,3bc	80,6	-
65	0	11,0±1,5bc	26,0±3,1b	31,0±1,7b	31,0±1,7b	209,8±42,4d	-	20,5
	0,25	4,0±0,8ab	21,0±3,0b	65,0±3,3d	68,0±2,6e	35,0±22,5ab	83,3	86,7
	0,50	19,0±3,3cd	69,0±2,6d	100f	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,75	20,0±2,5cd	77,0±1,3def	100f	100f	0,0±0,0a	100	100
75	0	70,0±3,4g	85,0±2,1fg	97,0±1,0f	98,0±1,0f	2,8±4,9a	-	98,9
	0,25	64,0±0,8fg	93,0±1,3gh	100f	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,50	59,0±3,3f	90,0±1,3gh	100f	100f	0,0±0,0a	100	100
	0,75	60,0±3,6fg	97,0±1,0h	100f	100f	0,0±0,0a	100	100

* Vrednosti u kolonama za svaku varijantu posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

** Vrednosti u kolonama za svaku populaciju posebno označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05)

Redukcija potomstva u odnosu na potomstvo u netretiranoj pšenici

Redukcija potomstva u odnosu na varijantu bez izlaganja na 50 °C

U varijanti ispitivanja efekata diatomejske zemlje u interakciji sa 50 °C (Tabela 27), smrtnost adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije preko 90 % utvrđena je već posle dva dana izlaganja u pšenici tretiranoj sa 0,5 g/kg (91 %) i 0,75 g/kg (93 %) diatomejske zemlje pri dužini ekspozicije od 75 minuta, odnosno posle sedam i 14 dana izlaganja u pšenici tretiranoj diatomejskom zemljom u količinama od 0,25 g/kg do 0,75 g/kg u svim ispitivanim varijantama izlaganja na 50 °C. Istovremeno, smrtnost adulta iz Novog Pazara preko 90 %, utvrđena je posle dva, sedam i 14 dana izlaganja u svim ispitivanim varijantama pri ekspoziciji na 50 °C od 75 minuta, kao i pri ekspoziciji od 65 minuta u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 0,75 g/kg diatomejske zemlje. Takođe, redukcija brojnosti potomaka izlaganih roditelja iz laboratorijske

populacije i populacije iz Novog Pazara na nivou 100 %, utvrđena je u pšenici tretiranoj diatomejskom zemljom u količinama od 0,25 do 0,75 g/kg pri ekspoziciji od 75 minuta i u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 0,75 g/kg diatomejske zemlje pri ekspoziciji od 65 minuta.

5. DISKUSIJA

5.1. Efekti insekticida

Ispitivanjem toksičnosti insekticida na filter papiru, posle 24 sata izlaganja utvrđeno je da su za adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije na nivou LD₅₀ najtoksičniji insekticidi bifentrin (3,25 µg/cm²) i hlorpirifos-metil (3,77 µg/cm²), a zatim slede pirimifos-metil (5,07 µg/cm²) i deltametrin (5,64 µg/cm²) i najmanje toksičan insekticid malation (12,10 µg/cm²). Istovremeno, na nivou LD₉₅, najtoksičniji insekticid bio je hlorpirifos-metil (5,99 µg/cm²), zatim bifentrin (7,98 µg/cm²), pirimifos-metil (8,85 µg/cm²), deltametrin (22,96 µg/cm²) i najmanje toksičan malation (29,68 µg/cm²). Posle 48 sati izlaganja, kod svih insekticida je utvrđena povećana toksičnost, a najveće povećanje toksičnosti u odnosu na 24 sata izlaganja utvrđeno je kod malationa (2,5 puta na nivou LD₅₀ odnosno 2,6 puta na nivou LD₉₅), dok je najmanje povećanje toksičnosti utvrđeno kod deltametrina i bifentrina (1,4 puta na nivou LD₅₀ odnosno 1,5 puta na nivou LD₉₅).

Toppozada et al. (1969) su ispitivali toksičnost insekticida na filter papiru za adulte laboratorijske populacije *S.oryzae* i posle 24 sata izlaganja utvrdili srednju letalnu koncentraciju malationa (LC₅₀) 0,01 %, dok su Williams et al. (1978) posle 7 sati izlaganja adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije na tretiranom filter papiru, utvrdili srednju letalnu koncentraciju malationa (LC₅₀) 0,23 % koja je bila 1,6 puta manja u odnosu na LC₅₀ hlorpirifos-metila (0,014 %). U poređenju sa ovim rezultatima, u našem eksperimentu je toksičnost hlorpirifos-metila, posle 24 sata izlaganja adulta, na nivou LD₅₀, slabija 26,9 puta, a malationa 52,6 puta. Poredeći parametre toksičnosti (LD₅₀) utvrđene posle 24 sata izlaganja na tretiranom filter papiru u našem eksperimentu sa vrednostima LD₅₀ bifentrina (4,07µg/cm²), hlorpirifos-metila (4,61µg/cm²), deltametrina (5,81µg/cm²), malationa (14,64µg/cm²) i pirimifos-metila (17,57µg/cm²) koje su ranije utvrdili Kljajić i sar. (2006a), takođe posle 24 sata izlaganja adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije na tretiranom filter papiru, može se zaključiti da je laboratorijska populacija *S.oryzae* zadržala isti nivo osetljivosti na insekticide („normalna“ osetljivost). Ispitivanjem toksičnosti insekticida na filter papiru za laboratorijsku populaciju *S. granarius*, Kljajić i sar. (2006b) su posle 24 sata izlaganja, na nivou LD₅₀, konstatovali 4 puta veću toksičnost hlorpirifos-metila (0,94µg/cm²), 5 puta veću toksičnost deltametrina (1,10 µg/cm²), 1,5 puta veću toksičnost malationa (8,32 µg/cm²), a 1,5 puta manju toksičnost pirimifos-metila (7,67 µg/cm²) u odnosu na naša ispitivanja toksičnosti insekticida za laboratorijsku populaciju *S.oryzae*. Lorini and Galley

(1998) su posle 24 sata izlaganja adulta *R.dominica* iz dve populacije normalne osetljivosti na insekticide na tretiranom filter papiru, utvrdili srednje letalne koncentracije (LC₅₀) deltametrina na nivou 0,012 µg/cm² i 0,055 µg/cm². U poređenju sa ovim rezultatima, u našem eksperimentu, je toksičnost deltametrina, posle 24 sata izlaganja adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije, na nivou LD₅₀, slabija 482 odnosno 103 puta.

Prema izračunatim vrednostima LD₉₉ i dozama koje u eksperimentima prouzrokuju 100 % smrtnost adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije posle 24 časa izlaganja na tretiranom filter papiru, određene su diskriminativne doze malationa (39,0 µg/cm²), hlorthirifos-metila (10,4 µg/cm²), pirimifos-metila (13,0 µg/cm²), deltametrina (39,0 µg/cm²) i bifentrina (13,0 µg/cm²). Dobijene diskriminativne doze su poslužile za testiranja osetljivosti populacija *S.oryzae* prikupljenih iz različitih skladišnih objekata u Srbiji. Međutim, nijedna od 16 prikupljenih populacija *S.oryzae* (Jakovo, Žabari, Sremska Mitrovica, Vršac, Gornji Milanovac, Indija, Kula, Luka Beograd, Novi Bečej, Novi Pazar, Senta, Šid, Velika Plana, Bačka Topola, Obrenovac i Ruma) nije ispoljila promenjenu osetljivost na ispitivane insekticide (malation, hlorthirifos-metil, pirimifos-metil, deltametrin i bifentrin), što pokazuje da u Srbiji za sada nema populacija *S.oryzae* sa promenjenom osetljivošću (rezistentnošću) na insekticide. Nasuprot našim istraživanjima, u svetu je rezistentnost *S.oryzae* potvrđena na DDT, lindan, fenitrothion, malation, pirimifos-metil a najizraženija na deltametrin (Subramanyam and Hagstrum, 1996; Boyer et al., 2012; Opit et al., 2012). U Srbiji je do sada istraživana promenjena osetljivost/rezistentnost na insekticide kod dve vrste skladišnih insekata iz reda Coleoptera, *S.granarius* i *T.castaneum*. Kljajić i Perić (2006b) su ukazali na promenjenu osetljivost populacija *S.granarius* na više insekticida (dihlorvos, malation, hlorthirifos-metil, pirimifos-metil i cipermetrin) i izraženu rezistentnost ove skladišne vrste na deltametrin (populacija poreklom iz Kikinde), dok su Andrić i sar. (2010) utvrdili promenjenu osetljivost odnosno izraženu rezistentnost populacija *T.castaneum* samo na malation (populacije poreklom iz Nikinaca i Jakova).

Ispitivanjem efekata insekticida (malationa, pirimifos-metila, hlorthirifos-metila, bifentrina, deltametrina sa PBO, spinosada, abamektina i tiametoksama) na adulte laboratorijske populacije *S.oryzae* posle primene na pšenicu u zrnju, utvrđeno je da su posle dva dana izlaganja, najtoksičniji insekticidi bili hlorthirifos-metil (LD₅₀=0,36 mg/kg i LD₉₅=0,56 mg/kg) i pirimifos-metil (LD₅₀=0,43 mg/kg i LD₉₅=0,59 mg/kg) a najmanje toksičan insekticid abamektin (LD₅₀=23,53 mg/kg i LD₉₅=98,97 mg/kg). Posle 14 dana

izlaganja, u svim ispitivanim varijantama zabeležena je veća smrtnost adulta, a najznačajnije povećanje toksičnosti utvrđeno je kod abamektina koji je na nivou LD₅₀ bio 336,1 (0,07 mg/kg) a na nivou LD₉₅ 520,89 (0,19 mg/kg) puta toksičniji u odnosu na ekspoziciju od dva dana, dok je najmanje povećanje smrtnosti utvrđeno u pšenici tretiranoj insekticidima iz grupe organofosfata, gde je na nivou LD₅₀ i LD₉₅ utvrđena 2-3 puta veća toksičnost pirimifos-metila, malationa i hlorthirifos-metila u odnosu na dva dana. Rumbos et al. (2013) su konstatovali smrtnost adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije na nivou 100 % posle sedam dana izlaganja u pšenici tretiranoj sa 1,0 mg/kg pirimifos-metila, dok su Huang and Subramanyam (2005) isti nivo smrtnosti adulta utvrdili u pšenici tretiranoj sa 4,0 mg/kg pirimifos-metila. U poređenju sa ovim rezultatima, u našem eksperimentu je toksičnost pirimifos-metila, posle sedam dana izlaganja adulta u tretiranoj pšenici, na nivou LD₉₅ (0,32 mg/kg), veća 3 odnosno 12 puta, što ukazuje na veću osetljivost naše laboratorijske populacije *S.oryzae*. Kljajić i Perić (2007) su posle dva dana izlaganja adulta *S.granarius* iz laboratorijske populacije u tretiranoj pšenici utvrdili vrednosti LD₅₀ malationa (1,93 mg/kg), hlorthirifos-metila (0,34 mg/kg), pirimifos-metila (0,30 mg/kg) i deltametrina sa PBO (0,102 mg/kg). U poređenju sa ovim rezultatima, u našem eksperimentu je posle dva dana izlaganja adulta iz laboratorijske populacije *S.oryzae* u tretiranoj pšenici, na nivou LD₅₀ utvrđen isti nivo toksičnosti hlorthirifos-metila (0,36 mg/kg) i pirimifos-metila (0,43 mg/kg) a 1,5 puta slabija toksičnost malationa (2,99 mg/kg) i 81,2 puta slabija toksičnost deltametrina sa PBO (8,28 mg/kg).

Naša istraživanja pokazuju da najniže minimalne efektivne doze (MED) koje sprečavaju pojavu *F*₁ generacije izlaganih roditelja *S.oryzae* iz laboratorijske populacije imaju hlorthirifos-metil (> 0,5 mg/kg) i deltametrin sa PBO (0,6 mg/kg), a *F*₂ generacije deltametrin sa PBO (0,4 mg/kg) i bifentrin (0,5 mg/kg). Huang and Subramanyam (2005) i Rumbos et al. (2013) su naveli da je za redukciju *F*₁ generacije *S.oryzae* potrebno > 3,0 mg/kg pirimifos-metila, dok je u našem eksperimentu za redukciju *F*₁ generacije izlaganih roditelja *S.oryzae* potrebno 3 puta manje ovog insekticida (> 1,0 mg/kg). Athanassiou et al. (2004) su konstatovali da je za redukciju brojnosti potomaka u *F*₂ generaciji *S.oryzae* potrebno 0,25 mg/kg deltametrina, dok je u našem eksperimentu 1,6 puta manja doza deltametrina sa PBO (0,4 mg/kg) redukovala potomstvo *F*₂ generacije izlaganih roditelja. Kljajić i Perić (2007) su utvrdili da najnižu minimalnu efektivnu dozu koja redukuje potomstvo *F*₁ generacije izlaganih roditelja *S.granarius* iz laboratorijske populacije ima deltametrin sa piperonil butoksidom (0,2

mg/kg), a najvišu malation ($> 5,0$ mg/kg). U poređenju sa ovim rezultatima, u našem eksperimentu je za redukciju brojnosti potomaka u F_1 generaciji *S.oryzae* potrebno tri puta više deltametrina sa PBO (0,6 mg/kg) i 1,25 puta manje malationa ($>4,0$ mg/kg). Samson et al. (1990) su konstatovali da je za potpunu redukciju potomstva F_2 generacije laboratorijske populacije *S.zeamais* potrebno od 0,25 do 1,0 mg/kg deltametrina sa sinergistom piperonil butoksidom, što je od 1,6 do 4 puta manje u odnosu na količinu ovog insekticida koja redukuje potomstvo F_2 generacije *S.oryzae* u našem eksperimentu (0,4 mg/kg). U poređenju sa rezultatima u našem eksperimentu u kome je za redukciju F_1 generacije *S.oryzae* potrebno 0,6 mg/kg deltametrina sa PBO i $> 1,0$ mg/kg pirimifos-metila, Collins (1990) navodi da je za redukciju potomstva F_1 generacije izlaganih roditelja *T.castaneum* iz laboratorijske populacije potrebna 12 puta manja količina deltametrina sa piperonil butoksidom (0,05 mg/kg) a 4 puta manja količina pirimifos-metila ($< 0,25$ mg/kg).

Ispitivanjem efekata spinosada, abamektina i tiametoksama na prikupljene populacije *S.oryzae* u pšenici u zrnju, smrtnost na nivou 100 % utvrđena je posle 14 dana izlaganja adulta u pšenici tretiranoj sa 2,0 mg/kg spinosada (sve testirane populacije) i 0,5 mg/kg (laboratorijska populacija i Žabari) i 1,0 mg/kg (Gornji Milanovac, Novi Pazar i Šid) abamektina. Redukcija brojnosti potomaka, >95 %, utvrđena je posle izlaganja roditelja u pšenici tretiranoj sa 1,0 i 2,0 mg/kg abamektina (sve testirane populacije) i 2,0 mg/kg tiametoksama (laboratorijska populacija i Novi Pazar). Saglasno našim istraživanjima, Nayak et al. (2005) su posle 14 dana izlaganja u pšenici tretiranoj sa 1,0 mg/kg utvrdili smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 89 %, međutim Attanassiou et al. (2008b) i Vayias et al. (2009) su posle sedam dana izlaganja u pšenici tretiranoj istom količinom spinosada utvrdili smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 86 i 94 %, što je sličan odgovor koji je, u ovoj varijanti, ispoljila naša populacija iz Žabara (89 %). Suprotno našim rezultatima, Huang and Subramanyam (2007) su u svojim istraživanjima, posle 12 dana izlaganja, konstatovali smrtnost na nivou 100 % adulta *S.oryzae* u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg spinosada. Kavallieratos et al. (2009) su izlaganjem žižaka u pšenici tretiranoj sa 0,5 mg/kg abamektina utvrdili smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou > 98 %, što je u skladu i sa našim istraživanjima, dok su Andrić i sar. (2013) posle najduže ekspozicije (21 dan) normalno osetljivih adulta *T.castaneum* u pšenici tretiranoj istom količinom abamektina utvrdili značajno niži nivo smrtnosti (40 %). Istraživanja Arthur et al. (2004) koji su posle šest dana izlaganja adulta *S.oryzae* u pšenici tretiranoj sa 2,0 mg/kg tiametoksama utvrdili smrtnost adulta na nivou 80 %, su saglasna

našim istraživanjima efekata ovog insekticida na *S.oryzae*. Međutim, ističući rezultate dobijene u ispitivanjima efekata tiametoksama na populacije *R.dominica* iz Pakistana, Wakil et al. (2013) su naveli da sedam dana izlaganja u pšenici tretiranoj sa 0,75 mg/kg ovog insekticida prouzrokuje smrtnost adulta *R.dominica*, u zavisnosti od prikupljene populacije, u rasponu od 69 % do 86 %. Saglasno sa konstatacijom drugih autora, i naša istraživanja su pokazala različit nivo osetljivosti populacija *S.oryzae*, što se može objasniti genetskom raznovršnošću, različitom sposobnošću preživljavanja kao i stepenu prilagođenosti životu u skladišnim uslovima.

5.2. Efekti inertnih prašiva

Ispitivanjem efekata inertnih prašiva na bazi zeolita, u laboratorijskim uslovima (24 ± 1 °C i 55-65 % r.v.), u varijanti pre oporavka posle sedam dana izlaganja adulta iz laboratorijske populacije *S.oryzae*, najveća smrtnost (35,0 %) utvrđena je u pšenici tretiranoj najvećom količinom Prirodnog zeolita (1,0 g/kg). Posle 21 dan izlaganja najveća smrtnost, 96,0 %, utvrđena je takođe u pšenici tretiranoj sa 1,0 g/kg Prirodnog zeolita, dok je istovremeno u pšenici tretiranoj istom količinom Modifikovanog prirodnog zeolita (1,0 g/kg) konstatovan 2,13 puta niži nivo smrtnosti (45,0 %). U varijanti posle oporavka adulta u netretiranoj pšenici, smrtnost na nivou 100 % utvrđena je samo u pšenici tretiranoj sa 1,0 g/kg Prirodnog zeolita posle 21 dan izlaganja, dok je istovremeno u pšenici tretiranoj istom količinom Modifikovanog prirodnog zeolita smrtnost bila 1,8 puta manja (55,8 %). Redukcija brojnosti potomaka bila je najveća posle najduže ekspozicije (21 dan) roditelja u pšenici tretiranoj sa 1,0 g/kg Prirodnog zeolita (81,8 %). Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Kljajić i sar. (2010) koji su, u ranijim istraživanjima, konstatovali veću efikasnost Prirodnog zeolita u odnosu na Modifikovani prirodni zeolit za *S.oryzae*, *R.dominica* i *T.castaneum*. U ovim istraživanjima značajno povećanje efikasnosti Prirodnog zeolita (za 6-30 %) u zavisnosti od primenjene količine (0,25-0,75 g/kg) u odnosu na Modifikovani prirodni zeolit utvrđeno je posle 21 dan izlaganja adulta *R.dominica* u tretiranoj pšenici. Autori su najveću redukciju brojnosti potomaka, 95,5 %, slično našim istraživanjima, utvrdili posle najduže ekspozicije (21 dan) u pšenici tretiranoj najvećom količinom Prirodnog zeolita (0,75 g/kg). Nižu efikasnost prašiva Modifikovani prirodni zeolit autori su objasnili prisustvom NH_4^+ jona koji zbog vezivanja za aktivna mesta na površini čestica prašiva, smanjuju njihovu apsorpcionu

površinu i na taj način onemogućavaju vezivanje većeg broja molekula lipida iz epikutikularnog sloja insekata.

Ispitivanjem efekata inertnih prašiva na bazi diatomejske zemlje poreklom iz Srbije, DZ S-1 i DZ S-2, u laboratorijskim uslovima (24 ± 1 °C i 55-65 % r.v.), u varijanti bez oporavka posle sedam dana izlaganja adulta iz laboratorijske populacije *S.oryzae*, najveća smrtnost (86,0 %) utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 1,0 g/kg DZ S-1. Posle najduže ekspozicije (21 dan) u svim ispitivanim varijantama konstatovana je veća smrtnost adulta, a smrtnost na nivou 100 %, u pšenici tretiranoj sa 0,5-1,0 g/kg DZ S-1 i 0,75-1,0 g/kg DZ S-2. U varijanti ispitivanja posle oporavka adulta u netretiranoj pšenici, smrtnost na nivou 100 % utvrđena je već posle 14 dana izlaganja u pšenici tretiranoj istim količinama prašiva DZ S-1 i DZ S-2 (0,75 i 1,0 g/kg). Najznačajniji uticaj na redukciju brojnosti potomaka izlaganih roditelja utvrđen je posle najduže ekspozicije (21 dan), gde je redukcija brojnosti potomaka na nivou ≥ 95 % konstatovana u pšenici tretiranoj sa 0,5-1,0 g/kg DZ S-1.

Autori ukazuju da je dužina ekspozicije insekata jedan od ključnih faktora za efikasnost prašiva, što potvrđuju i naša istraživanja. U svim ispitivanim varijantama značajno veća smrtnost adulta utvrđena je posle najduže ekspozicije (21 dan), gde je smrtnost adulta *S.oryzae* u pšenici tretiranoj sa 1,0 g/kg Prirodnog zeolita i Modifikovanog prirodnog zeolita bila 2,7 (96,0 %) i 2,0 (45,0 %) puta veća u odnosu na smrtnost utvrđenu posle najkraće ekspozicije (sedam dana), 35,0 i 22,0 %. Kljajić i sar. (2010) su ranije, izlaganjem adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije u pšenici tretiranoj sa 0,25 g/kg Prirodnog zeolita posle najduže ekspozicije (21 dan) utvrdili 3,3 puta veću smrtnost (100 %) u odnosu na smrtnost ocenjenu posle sedam dana izlaganja (30,0 %), a istovremeno izlaganjem adulta iz laboratorijskih populacija *T.castaneum* i *R.dominica* u pšenici tretiranoj sa 0,75 g/kg ovog prašiva, posle 21 dan konstatovali 1,89 puta (100 %) veću smrtnost adulta *T.castaneum* i 2,95 puta (73,75 %) veću smrtnost adulta *R.dominica* u odnosu na sedam dana izlaganja (25,0 % i 53,0 %). Slično ovim rezultatima, Andrić i sar. (2012) su posle izlaganja laboratorijske populacije *T.castaneum* u pšenici tretiranoj sa 1,0 g/kg Prirodnog zeolita u laboratorijskim uslovima, utvrdili 4,3 puta veću smrtnost (100 %) posle ekspozicije od 21 dan, u odnosu na smrtnost konstatovanu posle ekspozicije od sedam dana (23,0 %). Takođe, u svim ispitivanim varijantama efekata diatomejske zemlje, značajno veća smrtnost adulta utvrđena je posle najduže ekspozicije (21 dan), gde je smrtnost adulta u pšenici tretiranoj najmanjom količinom DZ S-1 i DZ S-2 (0,25 g/kg) posle 21 dan izlaganja bila 7 puta veća (90,0 i 52,0 %) u odnosu

na najkraću ekspoziciju od sedam dana (13,0 i 7,0 %). Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Athanassiou et al. (2005) koji su posle 14 dana izlaganja adulta *S.oryzae* u pšenici tretiranoj sa 0,5 g/kg preparata na bazi diatomejske zemlje (SilicoSec) na 25 °C, utvrdili 3 puta veću smrtnost (100 %) u odnosu na smrtnost ocenjenu posle dva dana (30 %).

Athanassiou et al. (2003) ističu veliki značaj sadržaja SiO₂ za efikasnost prašiva. Oni su posle sedam dana izlaganja adulta *S.oryzae* u ječmu tretiranom sa 1,0 g/kg preparata na bazi diatomejske zemlje SilicoSec sa 92,0 % SiO₂, utvrdili smrtnost na nivou 100 %. U poređenju sa ovim, u našim istraživanjima posle sedam dana izlaganja adulta *S.oryzae* smrtnost je bila za 14 i 45 % manja u pšenici tretiranoj istom količinom (1,0 g/kg) prašiva na bazi diatomejske zemlje, DZ S-1 i DZ S-2, što se može objasniti i nižim sadržajem SiO₂ (79,8 i 63,2 %). U ranijim istraživanjima, Kljajić i sar. (2011) su posle sedam dana izlaganja adulta *A.obtectus* iz laboratorijske populacije u pasulju tretiranom sa 1,5 g/kg prašiva na bazi diatomejske zemlje poreklom iz Srbije (DZ S-1, DZ S-2 i DZ S-3), utvrdili najveću smrtnost (57,5 %) kod DZ S-1 sa najvećim sadržajem SiO₂ (78,8 %) i dva puta manju smrtnost (27,5 %) kod DZ S-3 sa najnižim sadržajem SiO₂ (46,5 %). U skladu sa ovim su i naši rezultati koji pokazuju da DZ S-1 sa većim sadržajem SiO₂ (79,8 %) posle sedam dana izlaganja adulta *S.oryzae* u tretiranoj pšenici prouzrokuje smrtnost na nivou 86,0 % dok istovremeno DZ S-2 sa manjim sadržajem SiO₂ (63,2 %) prouzrokuje za 31,0 % manju smrtnost (55,0 %).

Vayias et al. (2009b) su posle šest dana izlaganja adulta *C.ferrugineus* u pšenici tretiranoj istom količinom (0,6 g/kg) većeg broja uzoraka diatomejske zemlje utvrdili za 2,7-54,4 % veću smrtnost u pšenici tretiranoj uzorcima diatomejske zemlje sa sadržajem čestica veličine <45µm u odnosu na smrtnost utvrđenu u pšenici tretiranoj diatomejskom zemljom sa sadržajem čestica veličine 45-150 µm. Autori navode da čestice manjeg prečnika imaju veću površinu u odnosu na zapreminu, zbog čega je sadržaj čestica u datoj količini prašiva veći, što omogućava pokrivanje veće površine zrnene mase čime se ostvaruje veća kontaktna površina između kutikule i čestica prašiva, stoga su prašiva sa većim procentom čestica manjeg prečnika efikasnija. Naša istraživanja u kojima je DZ S-1 sa procentualno većim sadržajem čestica prečnika < 13 µm (95,3 %), u zavisnosti od primenjene količine (0,25-1,0 g/kg), prouzrokovala veću smrtnost adulta *S.oryzae* za 6-31 % u odnosu na DZ S-2 sa manjim sadržajem ovih čestica (81,33 %), potvrđuju ove navode.

Fields and Korunić (2000) su posle pet dana izlaganja adulta *S.oryzae* u pšenici tretiranoj sa 0,4 g/kg preparata na bazi diatomejske zemlje (Protect-It), utvrdili smrtnost

adulta, koja se na 20 °C kretala od 60 % (pri sadržaju vlage u zrnju 14 %) do 99 % (sadržaj vlage u zrnju 12 %) odnosno na 30 °C, od 41 % (pri sadržaju vlage u zrnju 14 %) do 97 % (sadržaj vlage u zrnju 12 %). U našim ispitivanjima na 25 °C i pri sadržaju vlage u zrnju 11,3±0,4 %, smrtnost adulta *S.oryzae* posle sedam dana izlaganja u pšenici tretiranoj 2,6 puta manjom količinom preparata Protect-It (0,15 g/kg) bila je na nivou 69,0 %. Sa druge strane, Arthur (2002) je posle sedam dana izlaganja u pšenici tretiranoj sa dva puta većom količinom preparata Protect-It (0,3 g/kg) na 27 °C, u zavisnosti od relativne vlažnosti vazduha, 57 % i 75 %, utvrdio smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 97,5 i 82,5 %, što je za 28,5 i 13,5 % više nego u našim istraživanjima. Athanassiou et al. (2007) su na 27 °C i 60-70 % r.v. posle sedam dana izlaganja u pšenici tretiranoj sa 0,25 g/kg preparata na bazi diatomejske zemlje Protect-It, utvrdili smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 98,5 %, što je za 29,5 % više nego što je u istom periodu utvrđeno u našim istraživanjima (69,0 %) u pšenici tretiranoj sa 0,15 g/kg ovog preparata.

5.3. Efekti temperatura 5 °C i 50 °C

Ispitivanjem efekata temperature 5 i 50 °C na adulte iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara, u ovim eksperimentalnim uslovima, utvrđene vrednosti LT parametara za obe populacije su se nominalno razlikovale, ali te razlike nisu statistički značajne, što dokazuje da ove temperature mogu biti jednako efikasne za različite populacije.

U varijanti sa lomljenom pšenicom, jedan dan posle oporavka adulta u laboratorijskim uslovima, utvrđeno je da je za smrtnost 99 % adulta (LT₉₉) potrebno 11 dana izlaganja na 5 °C, a 40-60 minuta izlaganja na 50 °C. U varijanti sa pšenicom u zrnju, utvrđeno je da je za postizanje istog nivoa smrtnosti (LT₉₉) potrebno 16 dana izlaganja na 5 °C, a 103-115 minuta izlaganja na 50 °C, što je 30 %, odnosno 40-50 % više vremena nego u prvoj varijanti. Rezultati naših istraživanja efekata ekstremnih temperatura su u skladu sa konstatacijom Hagstrum and Subramanyam (2006) da temperature od -1 do 3 °C prouzrokuju uginuće u satima ili danima, a visoke temperature između 50 i 60 °C u minutima. Slično našim rezultatima, Fields (1992) navodi da je na 4,4 °C za smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 100 % potrebno 14 dana. Pražić Golić i sar. (2013) su konstatovali da je za smrtnost > 95 % na 5 °C za *S.oryzae* potrebno 11 dana izlaganja, a za *S.zeamais* i *S.granarius* ≥ 35 dana. Nešto ranije Pražić Golić i sar. (2011) su konstatovali da je za smrtnost 99 % adulta *S.oryzae* na 50 °C potrebno 173 minuta, odnosno 82 minuta više nego u našim istraživanjima što se može

objasniti time da su u prvom slučaju žišci bili izlagani u 100 g pšenice u znu, a u drugom u 50 g. Beckett et al. (1998) su nakon ispitivanja efekata visokih temperatura na *S.oryzae* konstatovali da je za smrtnost 99 % adulta na 50 °C potrebno manje od jednog sata, što je u saglasnosti sa našim istraživanjima, dok Hagstrum and Subramanyam (2006) navode da na 62 °C letalni efekti nastupaju za samo šest minuta. Arthur (2006) ukazuje da je za uginuće svih razvojnih stadijuma (jaje, larva, adult) *T.castaneum* i *T.confusum* na 48 °C potrebno 12 sati izlaganja, a na 51 °C dva sata. Za postizanje visokog nivoa smrtnosti (98-100 %) adulta *R.dominica* i *T.castaneum* na 50 °C Opit et al. (2011) navode da je potrebno 6 sati, dok Beckett and Morton (2003) ukazuju da je za smrtnost 99,9 % adulta *R.dominica* na 55 °C neophodno 24 minuta, a na 60 °C manje od jednog minuta.

5.4. Efekti insekticida u interakciji sa 5 °C i 50 °C

S obzirom da su ovo prva istraživanja i da, koliko je nama poznato, nema literaturnih podataka ovakve vrste, u tekstu su razmatrana sopstvena istraživanja. Generalno, u interakciji svih insekticida sa 5 °C, smrtnost adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije se u svim ispitivanim varijantama povećavala sa povećanjem vremena oporavka od izlaganja na 5 °C. Takođe, u svim ispitivanim varijantama, najduža ekspozicija (osam dana) na 5 °C je prouzrokovala visoku smrtnost (96,0 %) i redukciju brojnosti potomaka na nivou 92,0 % i u netretiranoj pšenici.

U interakciji insekticida iz grupe organofosfata (malation, hlorthirifos-metil i pirimifos-metil) sa 5 °C, smrtnost na nivou 100 % utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 5,0 mg/kg malationa posle sedam dana oporavka od niske temperature što se pokazalo i u redukciji brojnosti potomaka (100 %). U interakciji hlorthirifos-metila sa 5 °C smrtnost na nivou 100 % utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,12 i 0,16 mg/kg ovog insekticida posle 14 dana oporavka, gde je ova interakcija u odnosu na netretiranu pšenicu u laboratorijskim uslovima prouzrokovala i redukciju brojnosti potomaka izlaganih roditelja na nivou > 96 %. U varijanti sa najkraćom ekspozicijom na 5 °C (pet dana) u odnosu na netretiranu pšenicu, najmanje količine ovog insekticida (0,08 i 0,12 mg/kg) su uticale na povećanje brojnosti potomaka izlaganih roditelja (26,4 i 38,7 %). U interakciji pirimifos-metila sa 5 °C, najveća smrtnost (> 92,0 %) je utvrđena posle sedam dana oporavka u pšenici tretiranoj najvećom količinom ovog insekticida (0,25 mg/kg) gde je u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti bez izlaganja na 5 °C, utvrđen i isti nivo redukcije brojnosti potomaka (> 92,0 %). Slično kao i kod hlorthirifos-

metila, najmanja količina pirimifos-metila (0,125 mg/kg) je u interakciji sa 5 °C, pri kraćim ekspozicijama (pet i sedam dana) u odnosu na netretiranu pšenicu stimulisala brojnost potomaka na nivou 27,0-30,0 %.

U interakciji insekticida iz grupe piretroida (deltametrin sa PBO i bifentrin) sa 5 °C, smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 100 % je utvrđena posle sedam i 14 dana oporavka u pšenici tretiranoj najvećom količinom deltametrina sa PBO (0,5 mg/kg), što je u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti bez izlaganja na 5 °C, uslovalo i potpunu redukciju brojnosti potomaka izlaganih roditelja (100 %), dok je u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti sa izlaganjem na 5 °C, najmanja količina deltametrina sa PBO (0,125 mg/kg) stimulisala potomstvo izlaganih roditelja na nivou 19,0 %. Slično kao kod deltametrina sa PBO, u varijantama interakcije bifentrina sa 5 °C, najveća smrtnost (>94,0 %) je utvrđena u pšenici tretiranoj najvećom količinom bifentrina (0,5 mg/kg) posle sedam i 14 dana oporavka, gde je istovremeno u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti bez izlaganja na 5 °C, ova interakcija prouzrokovala redukciju brojnosti potomaka na nivou 100 %. Takođe, kao kod deltametrina sa PBO, najmanja količina bifentrina je u interakciji sa 5 °C u odnosu na netretiranu pšenicu, stimulisala potomstvo izlaganih roditelja na nivou 21,5-26,1 %.

U interakciji tiametoksama, spinosada i abamektina sa 5 °C, smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 100 % utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 1,0 mg/kg tiametoksama posle 14 dana oporavka, gde je utvrđena i potpuna redukcija brojnosti potomaka izlaganih roditelja (100 %). U varijantama interakcije spinosada sa 5 °C, najveća smrtnost (95,0 %) utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 1,0 mg/kg ovog insekticida posle 14 dana, međutim u ovoj varijanti ispitivanja redukcija brojnosti potomaka je bila < 85 %. Za razliku od tiametoksama kod koga nije utvrđena stimulacija potomstva, sve ispitivane doze spinosada (0,25-1,0 mg/kg) u interakciji sa 5 °C su u odnosu na netretiranu pšenicu prouzrokovale stimulaciju potomstva izlaganih roditelja na nivou 6,9-95,0 %. U varijantama interakcije abamektina sa 5 °C, najveća smrtnost (95,0 %) utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,25 i 0,5 mg/kg ovog insekticida posle 14 dana oporavka, gde je redukcija brojnosti potomaka bila na nivou > 92,0 %. Kao kod spinosada, najmanja količina abamektina (0,125 mg/kg) je u interakciji sa 5 °C, u odnosu na netretiranu pšenicu, stimulisala potomstvo izlaganih roditelja na nivou 29,2 %.

Ispitivanjem efekata interakcije insekticida iz grupe piretroida (deltametrina sa PBO i bifentrina) sa 5 °C na adulte *S.oryzae* iz Novog Pazara nisu utvrđene značajne razlike u odnosu na efekte interakcije ovih insekticida sa ovom temperaturom na adulte *S.oryzae* iz

laboratorijske populacije. Posle 14 dana oporavka, u pšenici tretiranoj deltametrinom sa PBO u zavisnosti od primenjene količine (0,125-0,5 mg/kg), utvrđena je smrtnost adulta na nivou 60,0-97,0 % (laboratorijska populacija) odnosno 55,0-96,0 % (Novi Pazar), dok je istovremeno u pšenici tretiranoj bifentrinom, u zavisnosti od količine (0,125-0,5 mg/kg) smrtnost adulta iz laboratorijske populacije bila u rasponu 58,0-97,0 % odnosno adulta iz Novog Pazara 48,0-97,0 %. Kod obe populacije, najveće količine (0,5 mg/kg) ovih insekticida (deltametrina sa PBO i bifentrina) su u odnosu na netretiranu pšenicu, redukovale brojnost potomaka izlaganih roditelja na nivou > 90,0%.

Generalno, u interakciji svih insekticida sa 50 °C, smrtnost adulta *S.oryzae* iz laboratorijske populacije se povećavala sa povećanjem ekspozicije na 50 °C (65, 75 i 85 minuta) kao i u svim ispitivanim varijantama sa povećanjem vremena oporavka od izlaganja na 50 °C (jedan, dva, sedam i 14 dana).

U interakciji insekticida iz grupe organofosfata (malation, hlorspirifos-metil i pirimifos-metil) sa 50 °C, smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 100 %, utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 2,5 i 5,0 mg/kg malationa posle dva, odnosno 0,125-0,5 mg/kg ovog insekticida posle sedam dana oporavka, što je u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti sa i bez izlaganja na 50 °C uslovalo i potpunu redukciju brojnosti potomaka izlaganih roditelja (100 %). Za razliku od malationa, smrtnost adulta na nivou 100 % utvrđena je samo u pšenici tretiranoj najvećom količinom (0,16 mg/kg) posle sedam dana oporavka, odnosno u pšenici tretiranoj količinama 0,08-0,16 mg/kg ovog insekticida posle 14 dana oporavka, u kojima je u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti bez izlaganja na 50 °C konstatovana i redukcija brojnosti potomaka na nivou > 96,0 %. Takođe, za razliku od malationa, najmanja količina hlorspirifos-metila (0,08 mg/kg) je u interakciji sa 50 °C, u odnosu na netretiranu pšenicu, stimulisala brojnost potomaka na nivou 19,2-81,8 %. U interakciji pirimifos-metila, smrtnost na nivou 100 %, utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,25 mg/kg posle dva; 0,19 mg/kg posle sedam i 0,125 mg/kg posle 14 dana oporavka, međutim u zavisnosti od primenjene količine pirimifos-metila (0,125-0,25 mg/kg) redukcija brojnosti potomaka je u odnosu na netretiranu pšenicu bila na nivou 74,7-100 %. Za razliku od hlorspirifos-metila, u pšenici tretiranoj pirimifos-metilom u ovoj varijanti ispitivanja nije bilo stimulacije potomstva izlaganih roditelja.

U interakciji insekticida iz grupe piretroida (deltametrin sa PBO i bifentrin) sa 50 °C, smrtnost adulta *S.oryzae* na nivou 100 % utvrđena je već posle jedan dan oporavka u pšenici tretiranoj najvećom količinom (0,5 mg/kg) deltametrina sa PBO, zatim posle dva dana

oporavka u pšenici tretiranoj sa 0,25 i 0,5 mg/kg ovog insekticida, dok je posle sedam dana oporavka u svim ispitivanim varijantama interakcije deltametrina sa PBO (0,125-0,5 mg/kg) i temperature 50 °C utvrđena smrtnost 100 % izlaganih adulta i istovremeno potpuna redukcija brojnosti potomaka (100 %). Slično kao kod deltametrina sa PBO, najveće količine bifentrina (0,25 i 0,5 mg/kg) su u interakciji sa 50 °C prouzrokovale smrtnost na nivou 100 % već posle jedan dan oporavka, dok je posle dva dana oporavka isti nivo smrtnosti zabeležen i u pšenici tretiranoj najmanjom količinom ovog insekticida (0,125 mg/kg). Istovremeno, bifentrin je u interakciji, u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti bez izlaganja na 50°C, prouzrokovao potpunu redukciju brojnosti potomaka (100 %). Za razliku od deltametrina sa PBO, najmanja količina bifentrina (0,125 mg/kg) je u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti sa izlaganjem na 50 °C, povećala brojnost potomaka izlaganih roditelja, 16,7 %.

U interakciji tiametoksama, spinosada i abamektina sa 50 °C, smrtnost adulta na nivou 100 % utvrđena je posle sedam dana oporavka u pšenici tretiranoj tiametoksamom u količinama 0,25-1,0 mg/kg, gde je u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti sa i bez izlaganja na 50 °C utvrđena i potpuna redukcija brojnosti potomaka (100 %). Slično kao kod tiametoksama, visoka smrtnost (> 96,0 %) utvrđena je posle sedam dana oporavka u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 1,0 mg/kg spinosada odnosno 0,125-1,0 mg/kg ovog insekticida posle 14 dana oporavka. Međutim, najmanja količina ovog insekticida (0,25 mg/kg) je u interakciji, u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti sa izlaganjem na 50 °C, uticala na povećanje brojnosti potomaka u rasponu 33,3-235,8 %. Kao kod prethodna dva insekticida (tiametoksam i spinosad), abamektin je u interakciji sa 50 °C prouzrokovao smrtnost 100 % adulta u pšenici tretiranoj sa 0,25 i 0,5 mg/kg posle sedam i 14 dana oporavka, što je prouzrokovalo i visoku redukciju brojnosti potomaka (100 %).

Ispitivanjem efekata interakcije insekticida iz grupe piretroida (deltametrina sa PBO i bifentrina) sa 50 °C na adulte *S.oryzae* iz Novog Pazara nisu utvrđene značajne razlike u odnosu na efekte interakcije ovih insekticida sa ekstremnim temperaturama na adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije. Posle 14 dana oporavka, u pšenici tretiranoj deltametrinom sa PBO u zavisnosti od primenjene količine (0,125-0,5 mg/kg), utvrđena je smrtnost adulta na nivou 80,0-100 % (laboratorijska populacija) odnosno 94,0-99,0 % (Novi Pazar), dok je istovremeno u pšenici tretiranoj bifentrinom, u zavisnosti od količine (0,125-0,5 mg/kg) smrtnost adulta iz laboratorijske populacije bila u rasponu 81,0-100 % odnosno adulta iz Novog Pazara 77,0-100 %. Kao kod laboratorijske populacije, i kod adulta iz Novog Pazara je

najmanja količina ovog insekticida uticala na povećanje brojnosti potomaka izlaganih roditelja u odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti sa izlaganjem na 50 °C (25,3-129,7 %).

Rezultati dobijeni u ispitivanjima interakcije insekticida sa 5 i 50 °C, pokazuju da su svi insekticidi u svim ispitivanim varijantama količina i dužina ekspozicije, bili efektivniji u interakciji sa visokom temperaturom (50 °C). U poređenju sa novijim insekticidima (tiametoksam, spinosad i abamektin) insekticidi iz grupe organofosfata i piretroida su pokazali značajno veću efikasnost u interakciji sa ovom temperaturom. Iz grupe organofosfata najznačajniju interakciju sa 50 °C pokazali su malation i pirimifos-metil, koji su posle ukupne ocene (14 dana) u svim ispitivanim varijantama bili 100 % efikasni, dok se u interakciji sa 5 °C, u zavisnosti od primenjenih količina i dužine ekspozicije (5, 6, 7 i 8 dana), efikasnost malationa (1,25-5,0 mg/kg) i pirimifos-metila (0,125-0,25 mg/kg) u ovom periodu bila u rasponu 69,0-100 % odnosno 29,0-100 %. Za razliku od organofosfata, deltametrin sa PBO (0,125-0,5 mg/kg) i bifentrin (0,25-0,5 mg/kg) iz grupe piretroida su u svim ispitivanim varijantama u interakciji sa 50 °C, već posle sedam dana prouzrokovali smrtnost izlaganih adulta na nivou 100 %, dok je u interakciji sa 5 °C, u svim ispitivanim varijantama, smrtnost adulta u ovom periodu bila značajno niža, 44,0-100 % (deltametrin sa PBO) i 52,0-100 % (bifentrin).

5.5. Efekti diatomejske zemlje u interakciji sa 5 °C i 50 °C

S obzirom da su ovo prva istraživanja i da, koliko je nama poznato, nema literaturnih podataka ovakve vrste, u tekstu su razmatrana sopstvena istraživanja. U ispitivanjima efekata interakcije preparata na bazi diatomejske zemlje (Protect-It) sa 5 °C na adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara, najveća smrtnost, 100 % (laboratorijska populacija) i 97,0 % (Novi Pazar) utvrđena je u pšenici tretiranoj najvećom količinom ovog prašiva (0,75 g/kg) posle sedam dana oporavka. U poređenju sa ovim, u varijanti bez izlaganja na 5 °C u pšenici tretiranoj istom količinom prašiva (0,75 g/kg) je posle sedam dana utvrđena 1,7 (57,0 %) i 2,1 (46,0 %) puta manja smrtnost adulta iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara. Posle 14 dana, smrtnost adulta iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara je u svim ispitivanim varijantama bila veća, dok je smrtnost na nivou > 96,0 % utvrđena u pšenici tretiranoj sa 0,75 g/kg (laboratorijska populacija i Novi Pazar) i 0,5 g/kg (laboratorijska populacija). Veća smrtnost adulta iz laboratorijske populacije (96,0 %) u pšenici tretiranoj sa 0,5 g/kg diatomejske zemlje u

varijanti sa izlaganjem na 5 °C u odnosu na smrtnost adulta iz Novog Pazara (60,0 %) može se objasniti većom osetljivošću adulta iz laboratorijske populacije na nisku temperaturu, kod kojih je smrtnost u netretiranoj pšenici bila za 15 % veća (43,0 %) od smrtnosti adulta iz Novog Pazara (28,0 %). U odnosu na netretiranu pšenicu u varijanti bez izlaganja na 5 °C, redukcija brojnosti potomaka izlaganih roditelja iz obe ispitivane populacije, na nivou > 90,0 % utvrđena je u pšenici tretiranoj većim količinama diatomejske zemlje (0,75 i 0,5 g/kg).

Ispitivanjem efekata diatomejske zemlje u interakciji sa 50 °C na adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara, smrtnost adulta se povećavala sa povećanjem ekspozicije na 50 °C i povećanjem vremena oporavka. Duža ekspozicija (75 minuta) na 50 °C bila je dovoljna za postizanje visoke smrtnosti adulta iz ispitivanih populacija *S.oryzae* u netretiranoj pšenici, gde je posle sedam dana oporavka utvrđena smrtnost adulta iz laboratorijske populacije na nivou 95,0 % odnosno adulta iz Novog Pazara 97,0 %. Posle sedam dana oporavka, u varijanti sa kraćom ekspozicijom na 50 °C (65 minuta) smrtnost na nivou 100% utvrđena je u pšenici tretiranoj sa 0,25-0,75 g/kg ovog prašiva (laboratorijska populacija) odnosno u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 0,75 g/kg (Novi Pazar). U poređenju sa ovim rezultatima, smrtnost adulta u varijanti bez izlaganja na 50 °C posle sedam dana, u zavisnosti od količine prašiva (0,25-0,75 g/kg), je bila 1,3-31,3 puta manja (laboratorijska populacija) odnosno 1,4-16,25 puta manja (Novi Pazar) u odnosu na varijantu sa izlaganjem na 50 °C. Posle 14 dana, u varijanti sa izlaganjem na 50 °C, smrtnost adulta iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara bila je 100 % u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 0,75 g/kg, dok je u pšenici tretiranoj najmanjom količinom diatomejske zemlje (0,25 g/kg) smrtnost adulta iz laboratorijske populacije bila za 27 % veća (95,0 %) u odnosu na smrtnost adulta iz Novog Pazara (68,0 %), što se može objasniti većom osetljivošću laboratorijske populacije na 50 °C, gde je u netretiranoj pšenici smrtnost ovih adulta bila za 20 % veća (51,0 %) u odnosu na smrtnost adulta iz Novog Pazara (31,0 %). Izuzev Dowdy-a (1999) koji je, nakon ispitivanja efekata kombinovane primene preparata na bazi diatomejske zemlje i visoke temperature (50 °C) na *T.castaneum*, utvrdio da je temperatura 50 °C uticala na povećanje smrtnosti adulta za 8-100 %, što je slično kao u našim istraživanjima, nema drugih podataka o ovakvoj vrsti istraživanja.

U odnosu na varijantu ispitivanja efekata interakcije diatomejske zemlje sa 5 °C, smrtnost adulta iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara u varijanti sa izlaganjem na 50 °C, posle sedam dana oporavka, u zavisnosti od količine diatomejske zemlje

(0,25-0,75 g/kg), bila je za 11-30 % odnosno za 3-42 % veća. Takođe, redukcija brojnosti potomaka u odnosu na netretiranu pšenicu u laboratorijskim uslovima je bila veća u varijanti interakcije sa 50 °C, u odnosu na varijantu interakcije sa 5 °C, za 8,1-31,6 % (laboratorijska populacija) odnosno za 14 % (Novi Pazar).

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu dobijenih rezultata u ovoj doktorskoj disertaciji, može se zaključiti sledeće:

- Metodom nanošenja insekticida: malationa, hlorthirifos-metila, pirimifos-metila, deltametrina i bifentrina na filter papir, utvrđeno je da su za adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije najtoksičniji insekticidi hlorthirifos-metil i bifentrin, a najmanje toksičan malation;
- Ispitivanjem osetljivosti svih 16 prikupljenih populacija sa lokaliteta: Jakovo, Žabari, Sremska Mitrovica, Vršac, Indija, Kula, Luka Beograd, Novi Bečej, Novi Pazar, Senta, Šid, Velika Plana, Bačka Topola, Obrenovac, Ruma (silosi) i Gornji Milanovac (podno skladište), metodom nanošenja insekticida (malationa, hlorthirifos-metila, pirimifos-metila, deltametrina i bifentrina) na filter papir, utvrđeno je da nijedna populacija nije ispoljila promenjenu osetljivost u odnosu na normalno osetljivu laboratorijsku populaciju, što znači da u Srbiji za sada nije utvrđeno prisustvo rezistentnih populacija *S.oryzae* na insekticide;
- Metodom nanošenja insekticida na pšenicu u zrnu, utvrđeno je da je za adulte *S.oryzae* iz laboratorijske populacije od insekticida koji se primenjuju za suzbijanje skladišnih insekata najtoksičniji hlorthirifos-metil, a najmanje toksičan malation, dok je od novijih insekticida najtoksičniji abamektin, a najmanje toksičan tiametoksam;
- Ispitivanjem efekata insekticida na potomstvo izlaganih roditelja u tretiranoj pšenici, utvrđeno je da su od insekticida koji se primenjuju za suzbijanje skladišnih insekata za *S.oryzae* iz laboratorijske populacije najefektivniji hlorthirifos-metil i deltametrin sa piperonil butoksidom, dok je od novijih insekticida najefektivniji abamektin;
- Ispitivanjem efekata novijih insekticida abamektina, spinosada i tiametoksama na laboratorijsku i prikupljene populacije *S.oryzae* sa lokaliteta: Gornji Milanovac, Šid, Žabari i Novi Pazar, metodom nanošenja na pšenicu u zrnu, utvrđeno je da se ovi insekticidi mogu uspešno primenjivati za suzbijanje *S.oryzae*, i da se najviši nivo efektivnosti (efikasnost na nivou ≥ 98 % i redukcija potomstva ≥ 82 %) postiže njihovom primenom u količini ≥ 2 mg/kg pšenice u zrnu;
- Ispitivanjem efekata abamektina, spinosada i tiametoksama na različite populacije *S.oryzae*, metodom nanošenja na pšenicu u zrnu, utvrđeno je da niske količine (0,25-0,5 mg/kg) spinosada utiču na povećanje brojnosti potomaka izlaganih roditelja (1,3-9,9 %);

- Ispitivanjem efekata prašiva na bazi prirodnog zeolita i diatomejske zemlje poreklom iz Srbije, utvrđeno je da prašivo Prirodni zeolit primenjeno u količini 1,0 g/kg i prašiva diatomejske zemlje, DZ S-1 i DZ S-2, sa količinom 0,75 g/kg i 1,0 g/kg pšenice u zrnju ispoljavaju visok insekticidni potencijal za suzbijanje *S. oryzae* (efikasnost na nivou 100 % i redukcija potomstva ≥ 82 %);
- Ispitivanjem efekata inertnih prašiva na bazi prirodnog zeolita i diatomejske zemlje, metodom nanošenja na pšenicu u zrnju, utvrđeno je da su prašiva sa većim sadržajem silicijum dioksida, većom zastupljenošću sitnijih čestica ($\leq 45 \mu\text{m}$) i dužim intervalima izlaganja efektivnija za adulte laboratorijske populacije *S. oryzae*;
- Ispitivanjem efekata insekticida u interakciji sa 5 °C i 50 °C utvrđeno je da su svi insekticidi (malation, hlorthirifos-metil, pirimifos-metil, deltametrin sa PBO, bifentrin, abamektin, spinosad i tiametoksam) za laboratorijsku populaciju *S. oryzae* bili efektivniji (1,4-3,4 puta) u interakciji sa 50 °C, nego u interakciji sa 5 °C, a najznačajnije povećanje efektivnosti utvrđeno je kod deltametrina sa PBO, koji je primenjen u najnižoj količini (0,125 mg/kg) u interakciji sa 50 °C za *S. oryzae* iz laboratorijske populacije bio efektivna 100 %;
- Ispitivanjem efekata insekticida u interakciji sa 5 °C utvrđeno je da najniže primenjene količine insekticida hlorthirifos-metila, pirimifos-metila, deltametrina sa PBO i bifentrina utiču na povećanje brojnosti potomaka (19-30 %), pri čemu je ovaj uticaj najizraženiji kod spinosada (≤ 95 %), a da u interakciji sa 50 °C najniže primenjene količine hlorthirifos-metila i bifentrina utiču na povećanje brojnosti potomaka (16-82 %), pri čemu je, i u ovoj varijanti, taj uticaj najizraženiji kod spinosada (33-236 %);
- Ispitivanjem efekata insekticida, deltametrina sa PBO i bifentrina, u interakciji sa 5 °C i 50 °C utvrđeno je da su insekticidi u interakciji sa ovim temperaturama podjednako efektivni za adulte *S. oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara;
- Komercijalni preparat na bazi diatomejske zemlje, Protect-It, je za adulte *S. oryzae* iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara efektivniji u interakciji sa 50 °C nego u interakciji sa 5 °C, s tim što je efektivnost izraženija kod adulta iz laboratorijske populacije, gde je najniža primenjena količina ovog prašiva (0,25 g/kg) u interakciji sa 50 °C za *S. oryzae* iz laboratorijske populacije efektivna 100 %.

7. LITERATURA

- Abbott, W.S. (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Almaši, R. (2008): Štetne artropode uskladištenog žita i proizvoda od žita. U: *Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama* (urednik Kljajić, P.), Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, 9-39.
- Andrić, G., Kljajić, P., Perić, I., Pražić Golić, M. (2010): Susceptibility of Red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) populations from Serbia to contact insecticides. *Proceedings of the 10th INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION*, Estoril, Portugal, 868-872.
- Andrić, G., Kljajić, P., Pražić-Golić, M. (2011): Effects of Spinosad and Abamectin on different Populations of Rice Weevil *Sitophilus oryzae* (L.) in Treated Wheat Grain. *Pesticides and Phytomedicine*, 26, 377-384.
- Andrić, G., Kljajić, P., Pražić-Golić, M. (2013): Efficacy of spinosad and abamectin against different populations of red flour beetle (*Tribolium castaneum* Herbst) in Treated Wheat Grain. *Pesticides and Phytomedicine*, 28, 103-110.
- Andrić, G., Marković, M., Adamović, M., Daković, A., Pražić Golić, M., Kljajić, P. (2012): Insecticidal potential of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against Rice Weevil (Coleoptera: Curculionidae) and Red Flour Beetle (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, 105, 670-678.
- Arthur, F.H. (1994): Efficacy of unsynergised deltamethrin and deltamethrin + chlorpirifos-methyl combinations as protectants of stored wheat and stored corn (Maize). *Journal of Stored Products Research*, 30, 87-94.
- 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.
- Arthur, F.H., Yue, B., Wilde, G.E. (2004): Susceptibility of stored-product beetles on wheat and maize treated with thiamethoxam: effects of concentration, exposure interval and temperature. *Journal of Stored Products Research*, 40, 527-546.
- Arthur, F.H. (2006): Initial and delayed mortality of late-instar larvae, pupae, and adults of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed at variable temperatures and time intervals. *Journal of Stored Products Research*, 42, 1-7.

- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Tsaganou, F.C., Vayias, B.J., Dimizas, C.B., Buchelos, C.Th. (2003): Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Crop Protection*, 22, 1141-1147.
- Athanassiou, C.G., Papagregoriou, A.S., Buchelos, C.Th. (2004): Insecticidal and residual effect of three pyrethroids against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on stored wheat. *Journal of Stored Products Research*, 40, 289-297.
- Athanassiou, C.G., Vayias, B.J., Dimizas, C.B., Kavallieratos, N.G., Papagregoriou, A.S., Buchelos, C.Th. (2005): Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. *Journal of Stored Products Research*, 41, 47-55.
- Athanassiou, C.G., Korunić, Z., Kavallieratos, N.G., Peteinatos, G.G., Boukouvala, M.C., Mikeli, N.H. (2006): New trends in the use of diatomaceous earth against stored-grain insects. In: Lorini, I., Bacaltchuk, B., Beckel, H., Deckers, E., Sundfeld, E., dos Santos, J.P., Biagi, J.D., Celaro, J.C., Faroni, L.R.D.A., Bortolini, L. de O.F., Sartori, M.R., Elias, M.C., Guedes, R.N.C., da Fonseca, R.G., Scussel, V.M., (Eds.), *Proceedings of the Ninth International Conference on Stored-Product Protection*, Campinas, Brazil, pp. 730-740.
- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Meletsis, C.M. (2007a): Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against three stored-product beetle species on wheat and maize. *Journal of Stored Products Research*, 43, 330-334.
- 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, 468-473.
- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Vayias, B.J., Panoussakis, E. (2008a): Influence of grain type on the susceptibility of different *Sitophilus oryzae* (L.) populations, obtained from different rearing media, to three diatomaceous earth formulations. *Journal of Stored Products Research*, 44, 279-284.

- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Yiatilis, E., Vayias, B.J., Mavrotas, S.C., Tomanović, Ž. (2008b): Influence of temperature and humidity on the efficacy of spinosad against four stored-grain beetle species. *Journal of Insect Science*, 8, 1-9.
- Athanassiou, C.G., Korunić, Z., Vayias, B.J. (2009): Diatomaceous earths enhance the insecticidal effect of bitterbarkomycin against stored-grain insects. *Crop Protection* 28, 123-127.
- Athanassiou, C.G., Arthur, F.H., Throne, J.E. (2010): Effects of short exposures to spinosad-treated wheat or maize on four stored-grain insects. *Journal of Economic Entomology* 103, 197-202.
- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Vayias, B.J., Tomanović, Ž., Petrović, A., Rozman, V., Adler, C., Korunić, Z., Milovanović, D. (2011): Laboratory evaluation of diatomaceous earth deposits mined from several locations in central and southeastern Europe as potential protectants against coleopteran grain pests. *Crop Protection*, 30, 329-339.
- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G. (2014): Evaluation of spinetoram and spinosad for control of *Prostephanus truncatus*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, and *Tribolium confusum* on stored grains under laboratory tests. *Journal of pest science*, doi 10.1007/s 10340-014-0563-9.
- Beckett, S.J., Morton, R., Darby, J.A. (1998): The mortality of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) at moderate temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 34, 363-376.
- Beckett, S.J., Morton, R. (2003): Mortality of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) at grain temperatures ranging from 50°C to 60°C obtained at different rates of heating in a spouted bed. *Journal of Stored Products Research*, 39, 313-332.
- Beckett, S.J., Fields P.G., Subramanyam BH. (2007): Disinfestation of stored product and associated structures using heat. In: Heat treatments for postharvest pest control (Eds. Tang, J., Mitcham, E., Wang, S., Lurie, S.), CAB International, U.S.A., pp. 182-237.
- Boyer, S., Zhang, H., Lemperiere, G. (2012): A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bulletin of Entomological Research*, 102, 213-229.

- Brijwani, M., Subramanyam, Bh., Flinn, P.W. (2012a): Impact of varying levels of sanitation on mortality of *Tribolium castaneum* eggs and adults during heat treatment of a pilot flour mill. *Journal of Economic Entomology*, 105, 703-708.
- Brijwani, M., Subramanyam, Bh., Flinn, P.W., Langemeier, R.M., Hartzler, M., Hulasare R. (2012b): Susceptibility of *Tribolium castaneum* life stages exposed to elevated temperatures during heat treatments of a pilot flour mill: influence of sanitation, temperature attained among mills floors, and costs. *Journal of Economic Entomology*, 105, 709-717.
- Burks, C.S., Johnson, J.A., Maier, D.E., Heaps, J.W. (2000): Temperature. In: *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM* (Eds. Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W.), Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, pp. 73-104.
- Busvine, J.R. (1971): *A Critical Review of the Tehniques for Testing Insecticides*. Comowearth Agricultural Bureaux, London.
- Busvine, J.R. (1980): Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides. *FAO plant production and protection paper* 21, 77-90.
- Campolo, O., Verdone, M., Laudani, F., Malacrino, A., Chiera, E., Palmeri, V. (2013): Response of four stored products insects to a structural heat treatment in a flour mill. *Journal of Stored Products Research*, 54, 54-58.
- Chanbang, Y., Arthur, F.H., Wilde, G.E., Throne, J.E. (2007): Efficacy of diatomaceous earth to control *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: *Bostrichidae*) in rough rice: impact of temperature and relative humidity. *Crop Protection*, 26, 923-929.
- Chintzoglou, G., Athanassiou, C.G., Arthur, F.H. (2008): Insecticidal effect of spinosad dust, in combination with diatomaceous earth, against two stored-grain beetle species. *Journal of Stored Products Research*, 44, 347-353.
- Collins, P.J. (1990): A new resistance to pyrethroids in *Tribolium castaneum* (Herbst). *Pesticide Science*, 28, 101-115.
- Daglish, G.J., Eelkema, M., Harrison, L.M. (1995): Chlorpirifos-methyl plus either methoprene or synergized phenothrin for control of Coleoptera in maize in Queensland, Australia. *Journal of Stored Products Research*, 31, 235-241.

- Daglish, G.J., Eelkema, M., Harrison, L.M. (1996): Control of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in paddy rice using chlorpyrifos-methyl or fenitrothion in combination with several other protectants. *Journal of Stored Products Research*, 32, 247-253.
- Daglish, G.J. (1998): Efficacy of six grain protectants applied alone or in combination against three species of Coleoptera. *Journal of Stored Products Research*, 34, 263-268.
- Daglish, G.J., Nayak, M.K. (2006): Long-term persistence and efficacy of spinosad against *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae) in wheat. *Pest Management Science*, 62, 148-152.
- Daglish, G.J. (2008): Impact of resistance on the efficacy of binary combinations of spinosad, chlorpyrifos-methyl and s-methoprene against five stored-grain beetles. *Journal of Stored Products Research*, 44, 71-76.
- Davis, R., Bry, R.E. (1985): *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus zeamais*; *Tribolium confusum* and *Tribolium castaneum*. In: *Handbook of Insect Rearing* (Eds. Singh, P., Moore, R.F.), Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, pp. 287-293.
- Dowdy, A.K. (1999): Mortality of red four beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to high temperature and diatomaceous earth combinations. *Journal of Stored Products Research*, 35, 175-182.
- Dowdy, A.K., Fields, P.G. (2002): Heat combined with diatomaceous earth to control the confused flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) in a flour mill. *Journal of Stored Products Research*, 38, 11-22.
- Ebeling, W. (1971): Sorptive dusts for pest control. *Annual Review of Entomology*, 16, 123-158.
- Evans, D.E. (1987): The survival of immature grain beetles at low temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 23, 79-83.
- Finney, D.J. (1971): *Probit Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge, 3rd ed.
- Fields, P.G. (1992): The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 28, 89-118.
- 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.

- Fleurat-Lessard, F., Vidal, M., Budzinski, H. (1998): Modelling biological efficacy decrease and rate of degradation of chlorpyrifos-methyl on wheat stored under controlled conditions. *Journal of Stored Products Research*, 34, 341-354.
- Flinn, P.W., Subramanyam, Bh., Arthur, F.H. (2004): Comparison of aeration and spinosad for suppressing insects in stored wheat. *Journal of Economic Entomology*, 97, 1465-1473.
- Golob, P. (1997): Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insect. *Journal of Stored Products Research*, 33, 69-80.
- Ileleji, K.E., Maier, D.E., Woloshuk, C.P. (2007): Evaluation of different temperature management strategies for suppression of *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) in stored maize. *Journal of Stored Products Research*, 43, 480-488.
- Hagstrum, D.W., Subramanyam B. (2006): Extreme temperatures. In: *Fundamentals of stored-product entomology* (Eds. Hagstrum, D.W., Subramanyam, B.), AACC International, U.S.A., pp. 169-175.
- Haliscak, J.P., Beeman, R.W. (1983): Status of malathion resistance in five genera of beetles infesting farm-stored corn, wheat and oats in the United States. *Journal of Economic Entomology*, 76, 717-722.
- Harein, C.R., Soderstrom, E.L. (1966): Coleoptera infesting stored products. In: *Insect Colonization and Mass Production* (Ed. Smith, C.N.), Academic Press, New York and London, pp. 241-257.
- Hertlein, M.B., Thompson, G.D., Subramanyam, B., Athanassiou, C.G. (2011): Spinosad: A new natural product for stored grain protection. *Journal of Stored Products Research*, 47, 131-146.
- Hill, D.S. (1990): *Pests of Stored Products and their Control*. Belhaven Press, London.
- Huang, F., Subramanyam, Bh. (2005): Management of five stored-product insects in wheat with pirimiphos-methyl and pirimiphos-methyl plus synergized pyrethrins. *Pest Management Science*, 61, 356–362.
- Huang, F., Subramanyam, Bh. (2007): Effectiveness of spinosad against seven major stored-grain insects on corn. *Insect Science*, 14, 225-230.
- Janjić, V., Elezović, I. (2010): *Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji*. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd.

- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Vayias, B.J., Mihail, B.S., Tomanović, Ž. (2009): Insecticidal efficacy of abamectin against three stored-product insect pests: influence of dose rate, temperature, commodity and exposure interval. *Journal of Economic Entomology*, 102, 1352-1360.
- Kljajić, P., Perić, Ž., Perić, I. (1994): Interakcije ekstremnih temperatura i delovanja insekticida na adulte žitnog žiška, *Sitophilus granarius* (L.). *Pesticidi*, 9, 57-63.
- Kljajić, P., Perić, Ž., Perić, I. (1996): Letalni efekti ekstremnih temperatura na adulte žitnog žiška, *Sitophilus granarius* (L.). *Pesticidi*, 11, 195-202.
- Kljajić, P., Perić, I. (2005): Rezistentnost skladišnih insekata prema insekticidima. *Pesticidi i fitomedicina*, 20, 9-28.
- Kljajić, P., Andrić, G., Perić, I. (2006a): Effects of several contact insecticides on adults of three *Sitophilus* species. *Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection*, Campinas, Brazil, pp. 338-343.
- Kljajić, P., Perić, I. (2006b): Susceptibility to contact insecticides of granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: *Curculionidae*) originating from different locations in the former Yugoslavia. *Journal of Stored Products Research*, 42, 149-161.
- Kljajić, P., Perić, I. (2007): Effectiveness of wheat-applied contact insecticides against *Sitophilus granarius* (L.) originating from different populations. *Journal of Stored Products Research*, 43, 523-529.
- Kljajić, P. (2008): Suzbijanje štetnih insekata uskladištenog žita. U: *Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama* (urednik Kljajić, P.), Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, str. 67-101.
- Kljajić, P., Andrić, G., Perić, I. (2009): Impact of short-term heat pre-treatment at 50 °C on the toxicity of contact insecticides to adults of three *Sitophilus granarius* (L.) populations. *Journal of Stored Products Research*, 45, 272-278.
- Kljajić, P., Andrić, G., Adamović, M., Bodroza-Solarov, M., Marković, M., Perić, I. (2010): Laboratory assessment of insecticidal effectiveness of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against three stored-product beetle pests. *Journal of Stored Products Research*, 46, 1-6.
- Kljajić, P., Andrić, G. (2010): Physical measures for storage insects control. *Proceedings of XIV International Symposium FEED Technology*, Novi Sad, Serbia, pp. 168-182.

- Kljajić, P., Andrić, G., Adamović, M., Marković, M., Pražić, M. (2011): Effects of Serbian-origin diatomaceous earths on *Acanthoscelides obtectus* (Say) adults in treated beans. Proceedings of the IOBC/WPRS (OILB/SROP) Conference Working Group Integrated Protection of Stored Products, Campobasso, Italy – IOBC/wprs Bulletin, 69, 409-414.
- Kljajić, P., Andrić, G., Pražić Golić, M., Indić, D., Vuković, S. (2014): Effects of cold pre-treatment on the toxicity of several contact insecticides on adults of three *Sitophilus granarius* (L.) populations. Journal of Pest Science, 87, 301-308.
- Korunić, Z. (1997): Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths 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, 87-98.
- Loganathan, M., Jayas, D.S., Fields, P.G., White, N.D.G. (2011): Low and high temperatures for the control of cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in chickpeas. Journal of Stored Products Research, 47, 244-248.
- Longstaff, By.B. (1988): A modelling study of the effects of temperature manipulation upon the control of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) by insecticide. Journal of applied ecology, 25, 163-175.
- Lorini, I., Galley, D.J. (1998): Relative effectiveness of topical, filter paper and grain applications of deltamethrin, and associated behaviour of *Rhyzopertha dominica* (F.) strains. Journal of Stored Products Research, 34, 377-383.
- MacBean, C. (2012): The Pesticide Manual (A World Compendium). Sixteenth edition. British Crop Protection Council (BCPC), UK.
- Maier, D.E., Adams, W.H., Throne, J.E., Mason, L.J. (1996): Temperature management of the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae), in three locations in the United States. Journal of Stored Products Research, 32, 225-273.
- Maier, D.E., Rulon, R.A., Mason, L.J. (1997): Chilled versus ambient aeration and fumigation of stored popcorn Part 1: Temperature management. Journal of Stored Products Research, 33, 39-49.
- Maienfish, P., Huerlimann, H., Rindlisbacher, A., Gsell, L., Dettwiler H., Haettenschwiler J., Sieger, E., Walti M. (2001): The discovery of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. Pest Management Science, 57, 165-176.

- Maienfisch, P., Angst M., Brandl F., Fischer W., Hofer D., Kayser H., Kobel W., Rindlisbacher A., Senn R., Steinemann A., Widmer H. (2001): Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. *Pest Management Science*, 57, 906-913.
- Mason, L.J., Rulon, R.A., Maier, D.E. (1997): Chilled versus ambient aeration and fumigation of stored popcorn Part 2: Pest management. *Journal of Stored Products Research*, 33, 51-58.
- Mahroof, R., Subramanyam, B., Eustace, D. (2003a): Temperature and relative humidity profiles during heat treatment of mills and its efficacy against *Tribolium castaneum* (Herbst) life stages. *Journal of Stored Products Research*, 39, 555-569.
- Mahroof, R., Subramanyam, B., Throne, J.E., Menon, A. (2003b): Time-mortality relationships of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: *Tenebrionidae*) life stages exposed to elevated temperatures. *Journal of Economic Entomology*, 96, 1345-1351.
- Metcalf, R.L. (1989): Insect resistance to insecticides. *Pesticide Science*, 26, 333-358.
- Nakakita, H., Ikenaga, H. (1997): Action of low temperature on physiology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in rice storage. *Journal of Stored Products Research*, 33, 31-38.
- Nayak, M.K., Daglish, G.J., Byrne, V.S. (2005): Effectiveness of spinosad as a grain protectant against resistant beetle and psocid pests of stored grain in Australia. *Journal of Stored Products Research*, 41, 455-467.
- Neven, L.G. (2000): Physiological responses of insects to heat. *Postharvest Biology and Technology*, 21, 103-111.
- OEPP/EPPO (2004a): Admixture of plant protection products to stored plant products to control insects and mites, PP 1/203(1). In: *Efficacy Evaluation of Insecticides & Acaricides EPPO Standards PP1*, second ed., vol-3. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France, pp. 217-219.
- OEPP/EPPO (2004b): Laboratory testing of plant protection products against insect and mite pests of stored plant products, PP 1/204(1). In: *Efficacy Evaluation of Insecticides & Acaricides EPPO Standards PP1*, second ed., vol-3. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France, pp. 220-223.

- Opit, G.P., Arthur, F.H., Bonjour, E.L., Jones, C.L., Phillips, T.W. (2011): Efficacy of heat treatment for disinfestation of concrete grain silos. *Journal of Economic Entomology*, 104, 1415-1422.
- Opit, G., Collins, P.J., Daglish, G.J. (2012): Resistance management. In: *Stored product protection* (Eds. Hagstrum, D.W., Philips, T.W., Cuperus, G.), Kansas State University, p.p. 143-155.
- Perić, I. (1990): Rezistentnost štetnih organizama na pesticide. *Pesticidi*, 5, 151-158.
- Pražić Golić, M., Andrić, G., Kljajić, P. (2011): Effects of 50°C temperature on *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitophilus zeamais* (Motsch.). *Pesticides and Phytomedicine*, 26, 221-227.
- Pražić Golić, M., Andrić, G., Kljajić, P. (2013): Efekti temperature 5°C na skladišne insekte iz roda *Sitophilus* sp. Simpozijum entomologa Srbije sa međunarodnim učešćem, Tara, Plenarni referati i rezimei, pp. 68-68.
- Raymond, M. (1985): Presentation d'un programme "Basic" d'analyse log-probit pour micro-ordinateur. *Cahier ORSTOM, série. Entomologie, Médecine et Parasitologie*, 22, 117-121.
- Rees, D.P. (1996): Coleoptera. In: *Integrated Management of Insects in Stored Products* (Eds. Subramanyam, B., Hagstrum, D.W.), Marcel Dekker, Inc., New York-Basel-Hong Kong, pp. 1-41.
- Rees, D.P. (2004): *Insects of Stored Products*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Reichmuth, Ch. (1996): *Stored Protection and Post-harvest Treatment of Plant Products* (Edited by the Council of Europe), Strasbourg, France, pp. 129-135.
- Roesli, R., Subramanyam, Bh., Fairchild, F., Behnke, K. (2003): Trap catches of stored-product insects before and after heat treatment of a pilot feed mill. *Journal of Stored Products Research*, 39, 521-540.
- Rulon, R.A., Maier, D.E., Boehlje, M.D. (1999): A post-harvest economic model to evaluate grain chilling as an IPM technology. *Journal of Stored Products Research*, 35, 369-383.
- Rumbos, C.I., Dutton, A.C., Athanassiou, C.G. (2013): Comparison of two pirimiphos-methyl formulations against major stored-product insect species. *Journal of Stored Products Research*, 55, 106-115.

- Ryoo, M.L., Cho, K. (1988): A model for the temperature-dependent developmental rate of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) on rice. *Journal of Stored Products Research*, 24, 79-82.
- Samson, P.R., Parker, R.J., Hall, E.A. (1990): Synergised deltamethrin as a protectant against *Sitophilus zeamais* Motsch. and *S. oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) on stored maize. *Journal of Stored Products Research*, 26, 155-162.
- Soderland, D.M., Bloomquist, J.R. (1990): Molecular mechanisms of insecticide resistance. In: *Pesticide resistance in arthropods* (R.T. Rousch, B.E. Tabashnik, eds). Chapman and Hall Inc., New York and London, pp. 58-96.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J. (1995): *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*, 3rd edition. W.H. Freeman and Company, New York.
- Subramanyam, B.H., Cutkomp, L.K. (1987): Influence of posttreatment temperature on toxicity of pyrethroids to five species of stored-product insects. *Journal of Economic Entomology*, 80, 9-13.
- Subramanyam, B.H., Hagstrum, D.W. (1996): Resistance measurement and management. In: *Integrated Management of Insects in Stored Products*. (Eds. Subramanyam, B., Hagstrum, D.W.), Marcel Dekker, Inc., New York-Basel-Hong Kong, pp. 331-397.
- Subramanyam, Bh., Nelson, J.J., Meronuck, R.A., Flora, E.A. (1999): Evaluation of spinosad on stored-product insects. *Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored Product Protection*, Beijing, China, pp. 940-949.
- Subramanyam, B.H., Roesli, R. (2000): Inert dusts In: *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM* (Eds. Subramanyam, B., Hagstrum, D.W.), Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, pp. 321-380.
- Subramanyam, B.H. (2006): Performance of spinosad as a stored grain protectant. *Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection*, Campinas, Brazil, pp. 250-257.
- Tapondjou, L.A., Adler, C., Bouda, H. and Fontem, D.A. (2002): Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 38, 395-402.
- Thaung, M., Collins, P.J. (1986): Joint effects of temperature and insecticides on mortality and fecundity of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in wheat and maize. *Journal of Economic Entomology*, 79, 909-914.

- Tomlin, C.D.S. (2009): Pesticide Manual (A World Compendium), Fifteenth Ed. British Crop Protection Council (BCPC), Hampshire, UK.
- Toppozada, F., Ismail I., Eldefrawi, M.E. (1969): Susceptibility of local strains of *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) to insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 5, 393-397.
- Tyler, P.S., Binns, T.J. (1982): The influence of temperature on the susceptibility to eight organophosphorus insecticides of susceptible and resistant strains of *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis* and *Sitophilus granarius*. *Journal of Stored Products Research*, 18, 13-19.
- Vayias, B.J., Athanassiou, C.G. (2004): Factors affecting efficacy of diatomaceous earth formulation SilicoSec against adults and larvae of the confused beetle *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Crop Protection*, 23, 565-573.
- Vayias, B.J., Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Tsismeli, C.D., Buchelos, C.Th. (2006): Persistence and efficacy of two diatomaceous earth formulations and mixture of diatomaceous earth with natural pyrethrum against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on wheat and maize. *Pest Management Science*, 62, 456-464.
- Vayias, B.J., Athanassiou, C.G., Buchelos, C.T. (2009): Effectiveness of spinosad combined with diatomaceous earth against different European strains of *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae): Influence of commodity and temperature. *Journal of Stored Products Research*, 45, 165-176.
- Vayias, B.J., Athanassiou, C.G., Milonas, D.N., Mavrotas, C. (2009a): Activity of spinosad against three stored-product beetle species on four grain commodities. *Crop Protection*, 28, 561-566.
- Vayias, B.J., Athanassiou, C.G., Korunić, Z., Rozman, V. (2009b): Evaluation of natural diatomaceous earth deposits from south-eastern Europe for stored-grain protection: the effect of particle size. *Pest Management Science*, 65, 1118-1123.
- Vayias, B.J., Stephou, V.K. (2009c): Factors affecting the insecticidal efficacy of an enhanced diatomaceous earth formulation against three stored-product insect species. *Journal of Stored Products Research*, 45, 226-231.

- Vayias, B.J., Athanassiou, C.G., Milonas, D.N., Mavrotas, C. (2010): Persistence and efficacy of spinosad on wheat, maize and barley grains against four stored product pests. *Crop Protection*, 29, 496-505.
- Wakil, W., Ashfaq, M., Ghazanfar, M.U., Riasat, T. (2010): Susceptibility of stored-product insect to enhanced diatomaceous earth. *Journal of Stored Products Research*, 46, 248-249.
- 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. *Journal of Stored Products Research*, 52, 28-35.
- Watters, F.L., White, N.D.G., Cote, D. (1983): Effect of temperature on toxicity and persistence of three pyrethroid insecticides applied to fir plywood for the control of the red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, 76, 11-16.
- Williams, P., Amos, T.G., Du Guesclin, P.B. (1978): Laboratory evaluation of malathion, chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl for use against beetles infesting stored wheat. *Journal of Stored Products Research*, 14, 163-168.
- Wilkin, D.R., Fleurat-Lessard, F., Haubruge, E., Serrano, B. (1999): Developing a new grain protectant-efficacy testing in Europe. *Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-product Protection*, Beijing, P.R. China, Vol. 1, pp. 880-890.
- White, N.D.G., Leesch, J.G. (1996): Chemical control. In: *Integrated Management of Insects in Stored Products* (Eds. Subramanyam, B., Hagstrum, D.W.), Marcel Dekker, Inc., New York-Basel-Hong Kong, pp. 287-330.
- Wright, E.J., Sinclair, E.A., Annis, P.C. (2002): Laboratory determination of the requirements for control of *Trogoderma variabile* (Coleoptera: Dermestidae) by heat. *Journal of stored product research*, 38, 147-155.

8. PRILOZI

Prilog 1. Smrtnost (%) adulta pirinčanog žiška iz laboratorijske populacije posle različitih intervala izlaganja na filter papiru tretiranom malationom, hlorthirifos-metilom, pirimifos-metilom, deltametrinom i bifentrinom

Insekticid	Ocena posle (sati)	Količina insekticida ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)									
		Smrtnost adulta (%)									
		2,6	3,25	3,9	5,2	6,5	9,75	13,0	19,5	26,0	32,5
Malation	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	0	0	1,0	2,5	14,5	35,32	59,6	82,5	89,95	94,1
	48	14,5	23,5	28,28	38,6	73,63	93,0	97,0	99,5	100	100
Hlorpirifos-metil		0,78	1,04	1,3	2,6	3,25	5,2	6,5	8,125	10,4	
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	0	0	0	7,39	32,48	75,75	97,98	99,0	100	
Pirimifos-metil	48	1,0	3,5	10,0	78,32	94,4	100	100	100	100	
		1,3	2,6	3,328	4,16	5,2	6,5	8,32	10,4	13,0	
Deltametrin	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	0	3,0	13,0	19,19	46,0	76,76	95,26	98,48	100	
	48	11,0	66,16	88,26	95,92	100	100	100	100	100	
Bifentrin		1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	10,4	13,0	19,5	26,0
	6	0	12,0	22,61	41,32	45,0	80,0	76,5	77,88	89,5	93,0
	24	5,1	27,69	38,38	42,15	51,70	54,45	75,51	86,2	90,95	98,5
Bifentrin	48	7,57	29,79	53,29	61,69	71,06	80,0	86,22	95,0	98,5	100
		1,3	1,95	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	10,4	13,0	16,25
Kontrola	6	0	0	0	31,68	39,19	54,22	74,75	88,55	91,27	97,0
	24	-	15,0	39,0	62,37	78,11	92,0	90,0	99,0	100	100
	48	7,14	38,69	62,5	88,11	92,0	98,0	100	100	100	100

Prilog 2. Smrtnost (%) adulta pirinčanog žiška iz laboratorijske populacije posle 2, 7 i 14 dana izlaganja u pšenici tretiranoj malationom, hlorthirifos-metilom, pirimifos-metilom, deltametrinom sa PBO, bifentrinom, tiametoksamom, spinosadom i abamektinom

Insekticid	Ocena posle dana	Doza insekticida (mg/kg)														
		Smrtnost (%) adulta pirinčanog žiška														
		0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0						
Malation	2	0	0	0	0	9,33	26,0	28,0	53,33	72,0						
	7	3,33	16,0	43,33	50,0	62,0	76,0	90,0	92,0	98,0						
	14	5,33	22,0	50,0	72,0	67,33	84,67	94,0	91,33	100						
Hlorpirifos-metil		0,025	0,05	0,1	0,125	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	1,0				
	2	0	0	0	0	0	0	7,33	29,33	46,0	88,0	100				
	7	0	2,0	11,33	22,67	69,33	100	100	100	100	100	100				
	14	2,67	6,0	18,0	32,0	88,0	100	100	100	100	100	100				
		0,1	0,125	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1,0					
Pirimifos-metil	2	0	0	0	0	0	4,67	30,0	81,33	100	100					
	7	0	0	16,0	39,33	74,0	94,67	100	100	100	100					
	14	0,67	2,67	29,33	66,0	91,33	100	100	100	100	100					
Deltametrin + PBO		0,075	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,5	5,0	10,0	15,0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5,33	14,0	42,0	56,0	64,67		
	7	1,33	7,33	22,0	68,0	80,67	92,0	94,0	100	100	100	100	100	100		
	14	3,33	12,0	33,33	69,33	81,33	98,0	100	100	100	100	100	100	100		
		0,075	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	1,0	2,0	2,5				
Bifentrin	2	0	0	0	0	5,33	7,33	19,33	23,33	46,0	100	100				
	7	2,67	5,33	44,0	71,33	92,0	96,0	98,67	100	100	100	100				
	14	4,0	7,33	47,33	74,0	96,0	98,0	100	100	100	100	100				
Tiametoksam		0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,0	5,0	10,0						
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	7	0	0	0	9,33	10,0	28,0	40,0	78,0	100						
	14	0	0	0	58,0	23,33	60,0	78,0	100	100						
		0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	5,0	10,0	20,0				
Spinosad	2	0	0	0	0	0	10,0	12,0	29,33	43,33	69,33	100				
	7	0	14,0	46,0	71,33	82,0	95,33	96,0	99,33	100	100	100				
	14	1,33	24,0	84,67	96,0	98,67	100	100	100	100	100	100				
Abamektin		0,025	0,04	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	12,0	16,0	20,0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,67	24,0	34,0	41,33
	7	1,33	4,0	14,0	32,0	44,0	67,33	64,0	76,0	96,67	99,33	100	100	100	100	100
	14	5,33	24,0	31,33	63,33	88,0	98,0	99,33	100	100	100	100	100	100	100	100
		0														
Kontrola	7	0														
	14	0														

Prilog 3. Brojnost potomstva (F₁ i F₂) adulta pirinčanog žiška iz laboratorijske populacije posle izlaganja u pšenici tretiranoj malationom, hlorthirifos-metilom, pirimifos-metilom, deltametrinom sa PBO, bifentrinom, tiametoksamom, spinosadom i abamektinom

Insekticid	Generacija	Količina insekticida (mg/kg)														
		Brojnost adulta pirinčanog žiška														
		0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0						
Malation	F ₁	2404	2876	1873	1704	1520	951	540	637	200						
	F ₂	8320	10346	8307	8906	8410	5540	6401	7325	2450						
Hlorpirifos-metil		0,025	0,05	0,1	0,125	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	1,0				
	F ₁	3207	3463	2728	2290	1344	560	475	308	218	116	0				
	F ₂	13338	14347	14480	11094	15490	10027	10793	4933	2253	97	0				
		0,1	0,125	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1,0					
Pirimifos-metil	F ₁	3594	3812	3178	2727	1352	794	391	225	168	95					
	F ₂	15333	17200	14693	15997	13053	7693	5040	355	32	7					
Deltametrin + PBO		0,075	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,5	5,0	10,0	15,0	
	F ₁	3913	2729	1560	552	458	132	6	0	0	0	0	0	0	0	
	F ₂	11415	9406	4986	2328	921	293	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0,075	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	1,0	2,0	2,5				
Bifentrin	F ₁	3645	4189	2372	2060	496	270	90	42	15	0	0				
	F ₂	10750	11325	9236	6359	3441	1476	305	0	0	0	0				
Tiametoksam		0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,0	5,0	10,0						
	F ₁	5722	5052	3630	2476	1648	648	407	28	11						
	F ₂	1154	1138	1092	1023	866	2150	1031	0	0						
		0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	5,0	10,0	20,0				
Spinosad	F ₁	5266	4311	1999	1236	755	346	229	157	79	55	25				
	F ₂	12452	10919	9890	9011	3983	828	142	26	3	0	0				
Abamektin		0,025	0,04	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	12,0	16,0	20,0
	F ₁	1940	1361	961	482	242	188	141	72	45	25	99	38	33	20	24
	F ₂	7171	6055	5746	2147	573	274	107	19	5	0	0	0	0	0	0
Kontrola	F ₁	3865														
	F ₂	11580														

Prilog 4. Smrtnost (%) adulta pirinčanog žiška iz laboratorijke populacije i populacije iz Novog Pazara izlaganih na 5°C u lomljenom i celom zrnju pšenice

Populacija	Ocena posle (dani)	Interval izlaganja (dani)					
		Smrtnost (%) adulta pirinčanog žiška					
<i>U lomljenoj pšenici</i>							
		1	2	3	6	7	8
Laboratorijska	1	1	5	9	71	92	99
	2	1	11	40	78	99	100
	7	4	46	68	98	100	100
Novi Pazar	1	0	2	12	71	87	97
	2	0	7	26	82	95	100
	7	1	25	33	93	100	100
<i>U celom zrnju</i>		5	6	7	8	9	11
Laboratorijska	1	10	22	48	64	74	-
	2	12	34	55	79	85	-
	7	16	41	65	84	96	-
Novi Pazar	1	7	14	19	-	73	84
	2	10	20	25	-	86	93
	7	19	29	46	-	94	99

Prilog 5. Smrtnost (%) adulta pirinčanog žiška iz laboratorijske populacije i populacije iz Novog Pazara izlaganih na 50°C u lomljenom i celom zrnju pšenice

Populacija	Ocena posle (dani)	Interval izlaganja (minuti)									
		Smrtnost (%) adulta pirinčanog žiška									
<i>U lomljenoj pšenici</i>											
		7	10	12	14	16	18	20	24	26	30
Laboratorijska	1	3	18	19	35	52	37	54	73	83	100
	2	8	28	22	41	53	41	60	83	89	100
	7	18	51	39	55	64	66	89	95	100	100
Novi Pazar	1	3	9	23	23	54	48	63	90	89	
	2	3	12	22	26	52	52	67	90	93	
	7	9	26	35	38	62	68	89	95	100	
<i>U celom zrnju</i>											
		55	65	75	85	95	105				
Laboratorijska	1	1	18	48	59	84	99				
	2	2	24	65	78	90	99				
	7	6	36	84	94	96	100				
Novi Pazar	1	0	3	33	68	96	100				
	2	2	7	51	88	100	100				
	7	3	23	77	97	100	100				

9. BIOGRAFIJA AUTORA

Marijana P. Pražić Golić je rođena 28. avgusta 1983. godine u Beogradu. Nakon završetka Zemunske gimnazije, upisala je Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu školske 2002/2003. godine. Diplomirala je 2008. godine na Odseku za zaštitu bilja i prehrambenih proizvoda, sa prosečnom ocenom 8,95 u toku studija i ocenom 10 na diplomskom ispitu.

Doktorske studije na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, odsek za Fitomedicinu, grupa za Fitofarmaciju, upisala je 2008. godine. Kao stipendista Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije je od 2009. godine angažovana u Institutu za pesticide i zaštitu životne sredine u Zemunu. Od 2012. godine zaposlena je u Institutu za pesticide i zaštitu životne sredine – Laboratoriju za primenjenu entomologiju kao istraživač saradnik.

Kao stipendista učestvovala je na projektu sadašnjeg Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije: TR20060: Optimizacija primene aktuelnih i istraživanja novih fungicida i zoocida u funkciji njihove efikasnosti i bezbednosti hrane (2008-2011). U novom projektnom ciklusu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije kao istraživač saradnik angažovana je na projektu III 46008: Razvoj integrisanih sistema upravljanja štetnim organizmima u biljnoj proizvodnji sa ciljem prevazilaženja rezistentnosti i unapređenja kvaliteta i bezbednosti hrane.

Saopštila i objavila ukupno 37 naučnih radova.

Govori engleski jezik. Član je Društva za zaštitu bilja Srbije i Entomološkog društva Srbije.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Маријана Пражић Голић

Број индекса или пријаве докторске дисертације 07/58

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

Ефекти инсектицида, инертних прашива и екстремних температура на различите популације пиринчаног жишка *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена докторска дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, јануар 2015. године

Потпис докторанда

Маријана Пражић Голић

Прилог 2.

**Изјава о истовестности штампане и електронске
верзије докторске дисертације**

Име и презиме аутора Маријана Пражић Голић

Број индекса или пријаве докторске дисертације 07/58

Студијски програм Пољопривредне науке, Модул Фитомедицина

Наслов докторске дисертације Ефекти инсектицида, инертних прашива и екстремних температура на различите популације пиринчаног жишка *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)

Ментори проф.др Петар Вукша и др Петар Кљајић

Потписани/а Маријана Пражић Голић

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације истовестна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, јануар 2015. године

Потпис докторанда

Маријана Пражић Голић

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Ефекти инсектицида, инертних прашива и екстремних температура на различите популације пиринчаног жишка *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
- 3. Ауторство – некомерцијално – без прераде**
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на крају).

У Београду, јануар 2015. године

Потпис докторанда

Marijana Prozić

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода. __