



UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET
AGRONOMIJA



EFEKTI INSEKTICIDA PRIRODNOG POREKLA NA
***Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae)**
I KVALITET USKLADIŠTENIH STRNIH ŽITA

Doktorska disertacija

Mentor:
Prof. dr Slavica Vuković

Kandidat:
MSc Vesna M. Perišić

Novi Sad, 2018.



UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF AGRICULTURE
AGRONOMY



**EFFECTS OF INSECTICIDES OF NATURAL ORIGIN
ON LESSER GRAIN BORER
(*Rhyzopertha dominica* Fabricious; Coleoptera: Bostrichidae)
AND QUALITY OF STORED SMALL GRAINS**

Doctoral Dissertation

Novi Sad, 2018.

Zahvalnica

Ova doktorska disertacija je rezultat pokazanog velikog strpljenja svih članova komisije u radu sa mnom. Poštovani, veliko hvala.

Mojoj dragoj mentorki prof. dr Slavici Vuković ukazujem veliku zahvalnost na datoj slobodi prilikom rada, ali i na stalnom i odlučnom ukazivanju na krajnji cilj. Ovom prilikom želim, pre svega, da joj iskažem poštovanje i zahvalim na trudu, vremenu i znanju koje mi je prilikom rada prenela.

Brzina ne bi trebala da krasi jednog naučnog radnika, i zato me je dr Goran Andrić strpljivo vraćao, da zajedno, korak po korak, naučničkom preciznošću, osvojimo reč po reč ove disertacije. Neizmerno sam mu zahvalna na trudu, uloženom vremenu i strpljenju, i na svakom otkrivenom saznanju koje je podelio samnom.

Za mene, kao inženjera agronomije, je i sama "azbuka" reologije bila potpuna nepoznanica. Dr Miroslav Hadnađev je uz puno razumevanja i strpljenja komentarisao rezultate reoloških ispitivanja koji čine značajan deo ove disertacije. Takođe, značajan doprinos za izradu ovog dela disertacije imala je i dr Tamara Dapčević Hadnađev koja mi je nesebično približila saznanja o novim, ali i mnogobrojnim tehnologijama ispitivanja. Čast mi je što sam upoznala upravo ovo dvoje naučnika i od srca im se zahvaljujem.

Ceo proces izrade doktorata, sa mudrošću pravog profesora, pratio je i dr Petar Kljajić, koji je, kako prilikom osmišljavanja samog ogleđa, tako i prilikom pisanja same disertacije, bio permanentno prisutan. Veliko hvala na uloženom vremenu, trudu i prenesenom znanju. Neizmerno sam zahvalna i na svakom komentaru i sugestiji.

Kroz različite ispite, razgovore i pisanije, prof. dr Sanja Lazić pomogla mi je da jasnije sagledam probleme u savremenoj zaštiti i ovom prilikom joj se zahvaljujem.

Osećam veliku obavezu da iskažem i duboko poštovanje i zahvalnost prof. dr Dušanki Indić koja je sa mnom započela celu ovu priču. Veliko hvala prof. dr Snežani Pešić na pomoći i trudu da sve bude razjašnjeno. Ogromnu zahvalnost upućujem i MSc Filipu Vukajloviću i MSc Dragani Predojević na podršci, savetima i pomoći tokom izrade ogleđa. Veliko hvala dr Vladimiru Perišiću kako na korisnim savetima o problematici proizvodnje strnih žita, tako i na nesebičnoj pomoći prilikom pripreme uzoraka u ledenom Centru za strna žita. Neadekvatni uslovi rada nisu sprečili ni dr Jelenu Milivojević, Ljiljanu Živković i Snežanu Mikić da mi pomognu u obimnom poslu, zbog čega im se ovom prilikom zahvaljujem. Mom bratu Dejanu, hvala od srca.

Mojim preminulim roditeljima koji me od Boga dobiše ovakvu, mom voljenom suprugu koji me baš takvu zavole, a zbog Sofije i Marka...

HVALA

UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Ključna dokumentacijska informacija

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumenacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada: VR	Doktorska disertacija
Autor: AU	Vesna M. Perišić
Mentor: MN	Prof. dr Slavica Vuković , vanredni profesor
Naslov rada: NR	Efekti insekticida prirodnog porekla na <i>Rhyzopertha dominica</i> (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) i kvalitet uskladištenih strnih žita
Jezik publikacije: JP	Srpski
Jezik izvoda: JI	Srpski/Engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	AP Vojvodina
Godina: GO	2018
Izdavač: IZ	Autorski reprint

Mesto i adresa: MA	Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za fitomedcinu i zaštitu životne sredine, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad
Fizički opis rada FO	(br.poglavlja/stranica/slika/grafikona/referenci/priloga) 8 poglavlja / 133 stranice / 2 slike / 16 grafikona / 40 tabela / 183reference / 3 priloga
Naučna oblast: NO	Biotehničke nauke
Naučna disciplina: ND	Fitofarmacija
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Strna žita, <i>R. dominica</i> , spinosad, abamektin, diatomejska zemlja, insekticidna efektivnost, tehnološki kvalitet žita.
UDK:	
Čuva se: ČU	Biblioteka Poljoprivrednog fakulteta, Novi Sad
Važna npomena: VN	Nema

Izvod:

IZ

Ispitivan je insekticidni potencijal sintetisanih insekticida prirodnog porekla spinosada, abamektina i tri diatomejske zemlje (komercijalni preparat Protect-It i dve poreklom iz Srbije S-1 i S-2) na *R. dominica* u strnim žitima (pšenica, ječam, ovas, raž i tritikale). Ispitivanja su vršena u tri doze/količine za svaki insekticid. Ispitivan je efekat njihove primene i efekat infestacije *R. dominica* na pojedine fizičke i hemijske osobine strnih žita. Primenom Glutopik-a i Miksolab-a ispitane su i reološke osobine brašna pšenice, raži i tritikalea dobijenog meljavom zrna koje je tretirano DZ, infestirano i tretirano DZ i netretirano žito, ali infestirano *R. dominica*.

Primenom sintetisanih prirodnih insekticida spinosada i abamektina, u dozi 0,25, 0,5 i 1,0 mg/kg, procenat smrtnosti *R. dominica*, , nakon 21 dana bio je 100% u svim ispitivanim vrstama žita. Takođe, nije zabeležena pojava potomstva, kao ni uticaj na određene hemijske osobine (sadržaj vlage, proteina i pepela).

Efikasnost primenjenih DZ (DZ S-1, DZ S-2 i Protect-It) na procenat smrtnosti *R. dominica* razlikovao se u odnosu na period ekspozicije, vrstu žita i količinu primene. U odnosu na vrstu žita efikasnost sve tri DZ je najmanja u tritikaleu i raži tretiranim sa 0,5 g/kg. Prašivo iz Srbije DZ S-1 je, pri najvećoj količini primene 1,5 g/kg, u svim žitima nakon 21 dana izlaganja *R. dominica* ostvarilo visoku efikasnost (94-100%), koja nije značajno manja u odnosu na efikasnost DZ Protect-it primenjene u količini 1g/kg. Takođe, drugo prašivo iz Srbije, DZ S-2 je bilo na istomnivou efikasnosti, ali samo u pšenici i ječmu. Procenat redukcije potomstva bio je $\geq 95\%$ nakon tretiranja žita sa 1,0 i 1,5 g/kg DZ Protect-It i 1,5 g/kg DZ iz Srbije.

U svim vrstama žita najmanji sadržaj oštećenog zrna bio je nakon tretiranja ispitivanim DZ u količini 1,0 i 1,5 g/kg, a najveći u pšenici i raži tretiranim sa 0,5 g/kg DZ iz Srbije. Najveća adhezivnost DZ zabeležena je u pšenici i ovsu (95-83%), a

najmanja u raži i tritikaleu (77-59 %). Primena sve tri DZ značajno je redukovala hektolitarsku masu, posebno DZ Protect-It, 3,6-8,8%. Ne postoji negativan efekat primene DZ na sadržaj vlage, proteina i pepela u žitu. Promena ovih hemijskih osobina je nastala usled prisustva *R. dominica*.

Vrednosti vlažnog glutena i gluten indeksa ne menjaju se kod ispitivanih sorti pšenice, dok je kod tritikalea došlo do promene ovih vrednosti usled primene DZ. U slučaju određivanja reološkog ponašanja uzoraka primenom Glutopik-a nije ustanovljen značajniji uticaj DZ na vrednost maksimalnog otpora, dok se uticaj DZ na vreme obrazovanja maksimuma pika razlikovao se u odnosu na vrstu (pšenica i tritikale), ali i u odnosu na sortu.

Miksolab ispitivanja testa uzoraka žita su pokazala da se uticaj primena DZ razlikuje u odnosu na vrstu, ali i sortu unutar iste vrste. Kod uzoraka sa manjom količinom i lošijim kvalitetom glutena, izraženiji je uticaj DZ na Miksolab parametre koji određuju reološke osobine proteina. Za razliku od drugih ispitivanih sorti i vrsta, samo kod pšenice sorte Planeta nije utvrđen uticaj primene DZ na parametre koji određuju reološke osobine skroba.

Netretirani, a infestirani uzorci sa *R. dominica*, u odnosu na druge ispitivane uzorke, pokazali su najveću promenu u tehnološkim osobinama ispitivanih vrsta i sorti.

Datum prihvatanja teme od strane NN:
DP

03.04.2017

Datum odbrane:
DO

Članovi komisije:
KO

dr Slavica Vuković, vanredni profesor Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu, mentor

dr Sanja Lazić, redovni profesor Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu, član

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

dr Goran Andrić, naučni saradnik, Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd-Zemun, član

dr Miroslav Hadnađev, viši naučni saradnik, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad, član

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF AGRICULTURE**

Key words dokumentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD thesis
Author AU	Vesna M. Perišić
Menthor: MN	PhD Slavica Vuković, associated profesor, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad
Title: TI	Effets of insecticides of natural origin on lesser grain borer (<i>Rhyzopertha dominica</i> Fabricious; Coleoptera: Bostrichidae) and quality of stored small grains
Lenguage of publication: LP	Serbian
Leguage of text: LT	Serbian/English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality pf publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2018
Publisher: PU	Author's reprint

Publication place: PP	University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovica 8, 21000 Novi Sad
Physical description: PD	8 chapters / 133 pages in total / 2 pictures / 40 tables / 16 figures / 183 references/ 3 annexes
Scientific field: SF	Biotechnical Science
Scientific discipline SD	Phytopharmacy
Subjec, Key words: SKW	Small grains, <i>R. dominica</i> , spinosad, abamectin, diatomaceous earth, grain properties.
UDC:	
Holding data: HD	Library of the Faculty of Agriculture, University of Novi Sad
Note: N	-
Abstract: AB	<p>In this study was examined the potential of synthetic insecticides of the natural origin of spinosad, abamectin and three diatomaceous earths - DEs (two originated from Serbia designated as S-1 and S-2 and one commercial formulation Protect-It) on <i>Rhyzopertha dominica</i> in small grains. The research was conducted in three rates/doses for every tested insecticide and the effect of their application, as well as the effect of infestation of <i>R.dominica</i> on certain physical and chemical traits of small grains, was also examined. Moreover, rheological properties of flours of wheat, triticale and rye obtained from three groups of grains (treated with DEs; treated and infested; non treated, but infested with <i>R. dominica</i>) were evaluated through the application of Glutopic and Mixolab.</p> <p>With an application of synthetic natural insecticides spinosad and abamectin in doses of 0.25, 0.5 and 1.0 mg/kg, the percentage of mortality <i>R. dominica</i> was 100%, after 21 days exposure. In addition, it wasn't noted the emergence of progeny, as well as no impact on particular chemical traits (moisture, protein and ash contents).</p> <p>The efficacy of applied DEs (S-1, S-2 and Protect-It) on the mortality percentage of <i>R. dominica</i> has differed according to exposure period, type of grain and application rate. In the relation to the type of grain, the lowest efficacy was recorded in triticale and rye treated with 0.5 g/kg. The present study showed that DEs from Serbia achieved efficacy of 94-100% against <i>R. dominica</i> exposed for 21 days to the highest application rate of 1.5 g/kg in alltest grains, and that efficacy was either not significantly different or only slightly different from the efficacy of 1 g/kg of Protect-It, such that DE S-1 may be considered as having good insecticidal potential. Efficacy of DE S-2 was at the same significance level, but only in wheat and barley. High levels of progeny reduction of $\geq 95\%$ were found in small grains treated with 1.0 and 1.5 g/kg of Protect-It, and 1.5 g/kg of DEs from Serbia.</p> <p>The lowest dockage weight were found in all grains at treatment rates of of 1.0 and 1.5 g/kg of three DEs, and the highest in wheat and rye treated with 0.5 g/kg DEs from Serbia. The highest adherence on kernels of all three DEs was found in wheat and oats, from 95 to 83%, while the lowest adherence was found in rye and triticale,</p>

from 77 to 59%. Significant reduction in hectolitre mass after treatments with DEs was detected in all grains. Protect-It caused the highest reduction (3,6%-8,8%). The changes in grain moisture, protein or ash contents are not caused by DEs, these are due to the activity of *R. dominica*.

Values of the wet gluten and the gluten index were unchangeable within tested wheat varieties, while these values were changed for triticale because of application of DEs.

In case of determination of rheological behavior of samples applied to Glutopic, is not established significant impact of DEs on value of maximum resistance, while the impact of DEs on time forming maximum peak was different in relation to the species (wheat and triticale grains), but also in a relation to the variety.

Dough testing of grain samples with Mixolab has shown that the effect of usage of DEs was different in relation to the species, as in relation to variety within the same species. In samples with a smaller quantity and lower quality of gluten, the impact of DEs is more pronounced on Mixolab parameters which determine rheological characteristics of proteins. The effect of the application of DEs on parameters which determine rheological traits of starch is not recorded for the wheat variety Planeta, unlike other tested varieties and species.

Untreated grain samples, infested with *R. dominica*, in relation to the other tested samples, had shown the biggest change in technological features of tested species and varieties.

Accepted on Scientific Board on: ASB	07.04.2017.
Defended: DE	
Thesis Defended Board: DB	<p>PhD Slavica Vuković, associated profesor, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, mentor</p> <hr/> <p>PhD Sanja Lazić, Full profesor Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, member</p> <hr/> <p>PhD Petar Kljajić, Principal Research Fellow, Institute of Pesticides and Environmental Protection, Zemun, member</p> <hr/> <p>PhD Goran Andrić, Principal Research Fellow, Institute of Pesticides and Environmental Protection, Zemun, member</p> <hr/> <p>PhD Miroslav Hadnadev, Principal Research Fellow, Institute of Food Technology, Novi Sad, member</p>

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	4
2.1. <i>Rhyzopertha dominica</i> F. (Coleoptera: Bostrichidae)	4
2.2. Insekticidi prirodnog porekla	5
2.2.1. Spinosad	5
2.2.2. Abamektin	7
2.2.3. Diatomejska zemlja	9
2.3. Uticaj primene diatomejske zemlje na kvalitet uskladištenih strnih žita i brašna...	12
3. RADNA HIPOTEZA	19
4. MATERIJAL I METODE RADA	20
4.1. Test insekt	20
4.2. Testirane vrste strnih žita	20
4.3. Testirani insekticidi prirodnog porekla	22
4.4. Utvrđivanje uticaja insekticida na <i>R. dominica</i> i osobine različitih sorti strnih žita.....	23
4.4.1. Utvrđivanje efikasnosti insekticida u suzbijanju <i>R. dominica</i>	23
4.4.2. Utvrđivanje uticaja insekticida na hemijske osobine zrna žita.....	24
4.4.3. Utvrđivanje uticaja diatomejske zemlje na hektolitarsku masu zrna žita	24
4.4.4. Utvrđivanje adhezivnosti diatomejske zemlje na zrna žita	25
4.5. Utvrđivanje uticaja diatomejske zemlje na reološke osobine brašna	25
4.5.1. Priprema uzoraka za mlevenje	25
4.5.2. Određivanje sadržaja vlage i proteina	26
4.5.3. Određivanje sadržaja vlažnog glutena i gluten indeksa	26
4.5.4. Određivanje reoloških osobina testa uređajem Brabender Glutopik-a	27
4.5.5. Određivanje reoloških osobina testa uređajem Mixolab	28
4.6. Obrada podataka	31
5. REZULTATI	32
5.1. Efekti spinosada i abamektina na <i>R. dominica</i> i hemijske osobine strnih žita.....	32
5.1.1. Efikasnost spinosada i abamektina na <i>R.dominica</i> u različitim vrstama strnih žita	32
5.1.2. Uticaj spinosada, abamektina i <i>R. dominica</i> na hemijske osobine strnih žita.....	38
5.2. Efekti diatomejske zemlje na <i>R. dominica</i> i fizičke i hemijske osobine strnih žita.....	41
5.2.1. Insekticidni potencijal diatomejske zemlje na <i>R.dominica</i>	41
5.2.2. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na fizičke i hemijske osobine strnih žita	48
5.3. Efekti diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na kvalitet brašna od pšenice, tritikalea i raži	52
5.3.1. Efikasnost diatomejske zemlje na <i>R. dominica</i> u različitim sortama pšenice, tritikalea i raži	52
5.3.2. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na fizičke i hemijske osobine različitih sorti pšenice, tritikalea i raži	56

5.3.3. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na kvalitet brašna od različitih sorti pšenice, tritikalea i raži	59
5.3.3.1. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na sadržaj vlažnog glutena i gluten indeksa u testu od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži	59
5.3.3.2. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na vrednosti reoloških osobina testa određene primenom Brabender Glutopika-a	61
5.3.3.3. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na reološke osobine testa od brašna različitih sorti pšenice, tritikale i raži određene primenom Miksolab-a	63
6. DISKUSIJA	77
6.1. Efekti insekticida prirodnog porekla na <i>R. dominica</i>	77
6.1.1. Efekti spinosada	77
6.1.2. Efekti abamektina.....	79
6.1.3. Efekti diatomejske zemlje	80
6.2. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na osobine različitih sorti strmih žita.....	84
6.3. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na kvalitet brašna od pšenice, tritikalea i raži	85
6.3.1. Efekasnost diatomejske zemlje na <i>R. dominica</i> u različitim sortama pšenice, tritikalea i raži	85
6.3.2. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na fizičke i hemijske osobine pšenice, tritikalea i raži.....	87
6.3.3. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na sadržaj vlažnog glutena i gluten indeksa u testu od brašna pšenice, tritikale i raži.....	89
6.3.4. Efekti diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na reološke osobine testa od brašna pšenice, tritikale i raži određene primenom Brabender Glutopika-a.....	91
6.3.5. Uticaj diatomejske zemlje i <i>R. dominica</i> na reološke osobine testa od brašna pšenice, tritikale i raži određene primenom Miksolab-a	92
7. ZAKLJUČCI	99
8. LITERATURA	101
PRILOZI	119
BIOGRAFIJA	133

1. UVOD

Od vremena prvih sakupljača semena do danas, žitarice predstavljaju osnov ishrane ljudi i stoke. Postepena promena od lovačkih sakupljača do poljoprivrede, kao i pojava više sedentarnih zanimanja, dovela je do pojave setve i žetve različitih vrsta žitarica koje su brzo postale glavni katalizator za povećanje, ali i blagostanje ljudske populacije (Egli, 2017). Pšenica, ječam, raž, a sve češće i tritikale su strna žita, koja se u velikim količinama koriste u Evropi za ishranu ljudi (George, 2011). U našoj zemlji strna žita, posebno pšenica, predstavljaju glavni izvor ugljenih hidrata u ishrani, a proizvodi od njihovog brašna su široko i svakodnevno zastupljeni na našim trpezama.

Tri najvažnija pitanja danas za opstanak čovečanstva jesu rast ljudske populacije, raspoloživost hrane i energije i usko su vezana za žitarice. Pred nama je izazov da poboljšamo kvalitet života kroz povećanje proizvodnje žitarica koje imaju veliku prednost u odnosu na ostale biljne vrste – nakon žetve, zrno nije kvarljivo i može se skladištiti u dužem vremenskom periodu kako bi se postepeno koristilo za proizvodnju hrane ili kao seme za buduću setvu. Međutim, njihovo skladištenje, predstavlja složen tehnološko-tehnički proces jer uskladištena zrnasta roba u kombinaciji sa sredinom, skladištem u kome je smeštena, predstavlja jedan “bio-region“ u kome važe i imaju uticaj mnogobrojni fizički, hemijski i tehnološki zakoni (Reichmuth i sar., 2007; Kljajić, 2008).

Više od jednog veka u Centru za strna žita u Kragujevcu, u programu oplemenjivanja, stvoreno je na desetine sorti ozime pšenice, ječma, ovsu, tritikalea. Iz ove oplemenjivačke ustanove mnogobrojne sorte strnih žita bile su standard u proizvodnji, a prva domaća sorta raži i tritikalea potekla je iz kragujevačkog Centra (Perišić i sar., 2009a). Međutim, u Srbiji je poslednjih petnaest godina prinos strnih žita padao prosečnom stopom 2,4% godišnje zbog različitih sociopolitičkih situacija. Razmere ovih gubitka su veće, ako sagledamo i gubitak od 5-10% od štetnih insekata u skladištima.

Rizoperta, *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) je vrlo opasna primarna štetočina na uskladištenim žitima (Edde, 2012). Vrlo često su štete, uzrokovane prisustvom ovog insekta, toliko velike da dolazi do delimičnog ili potpunog uništenja uskladištenog žita, zbog čega se moraju izbaciti iz dalje upotrebe (Rees, 2004; Stadler i sar., 2010). U brzom i efikasnom suzbijanju ove, ali i drugih štetočina, primena hemijskih insekticida ima važnu ulogu, ali ona može dovesti do pojave rezidua u žitu i pojave

rezistentnosti kod pojedinih populacija skladišnih insekata (Kljajić i Perić, 2005; 2006; Kljajić, 2008; Andrić i sar., 2010).

Navedeni aktuelni problemi iziskuju potrebu čoveka da pronađe alternativna, druga sredstva, koja su svojim sastavom bliža prirodi, a ne prouzrokuju ili znatno ublažavaju negativna dejstva primene sintetisanih insekticida. Insekticidi prirodnog porekla kao što su spinosad, abamektin i prirodni materijali kao što su diatomit, odnosno diatomejske zemlje (DZ) doprinose ili bi u perspektivi mogli doprineti rešavanju ove problematike. Spinosad je trenutno registrovan za upotrebu kod preko 100 vrsta useva u SAD i u 24 drugih zemalja protiv skladišnih štetočina. Iako postoje pozitivni izveštaji o njegovoj efikasnosti (Subramanyam i sar., 1999; Fang i sar., 2002a; Athanassiou i sar., 2005; Chitzoglou i sar., 2008) upotreba ovog insekticida još uvek nije zaživela u praksi kod nas. Inertno prašivo kao što je diatomejska zemlja, materijal prirodnog porekla, izdvaja se kao obećavajuće u alternativnoj kontroli (Andrić i sar., 2012; Athanassiou i sar., 2008a; 2014, 2016; Kavallieratos i sar., 2012, 2015; Korunić, 2013, 2016). Prednost primene ovog materijala u odnosu na druge metode suzbijanja zasniva se na nemogućnosti pojave rezistentnosti jer se njihovo delovanje odvija nezavisno od metaboličkih procesa u insektima (Korunić, 1998) i/ili značajno manji broj vrsta pripada kategoriji tolerantnih (Shah i Khan, 2014).

Međutim, primenom ovih insekticida u žitu, jako je važno da se očuva tehnološki kvalitet žita, koji određuje tržišnu cenu, a definisan je fizičkim i hemijskim osobinama zrna, reološkim pokazateljima kvaliteta brašna i pecivnim osobinama. Takođe, kao što Edde (2012) navodi, *R. dominica* svoj životni ciklus provodi uglavnom u zrnu hraneći se endospermom zrna što dovodi, ukoliko je efikasnost insekticida niska, do određenih promena kako u fizičkom, tako i u hemijskom sastavu zrna, ali utiče i na reološka svojstva brašna dobivena meljavom zaraženih zrna.

Program istraživanja ove doktorske disertacije osmišljen je sa željom da se sagleda mogućnost praktične primene insekticida prirodnog porekla u skladištu strnog žita. Odrediće se efikasnost ispitivanih insekticida i njihov uticaj na pojedine fizičke i hemijske osobine zrna, kao i uticaj prisustva *R. dominica* u zrnu strnih žita. Posebna pažnja biće usmerena na "efekat zrna" (tj. varijacija u osetljivosti insekata u odnosu na različite vrste strnih žita). Uporediće se efikasnost DZ poreklom iz Srbije sa standardom DZ Protect-It i preporučiti njihova moguća upotreba u integralnoj zaštiti od *R. dominica*. Kao sveobuhvatna celina, a zbog značaja u mlinskoj industriji, ispitaće se i reološke osobine brašna pšenice, raži i tritikalea dobijenog meljavom zrna koje je tretirano DZ i koje je bilo infestirano ovom primarnom štetočinom.

Sagledavanjem svih dobijenih rezultata će se dobiti neophodna saznanja o optimizaciji primene sintetisanih i mogućoj upotrebi novih, prirodnih, insekticida, kao važnih mera za ublažavanje problema rezistentnosti i unapređenje kvaliteta i bezbednosti hrane. Ovim se daje prednost alternativnim merama suzbijanja, kao što je primena insekticida prirodnog porekla.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae)

Rhyzopertha dominica je jedna od najvažnijih primarnih štetočina u skladištima, i sposobna je da infestira sve vrste strnih žita (Rees, 2004; Mason i McDonough, 2012). Adult rizoperte je 2-3 mm dugačak, 0.8-1 mm širok, prosečne telesne težine 1,2 mg (Edde i Filips, 2006) i u stanju je da nanese velike štete. Insekti su sjajno smeđi, poneki skoro crni. Rizoperta živi dugo, oko 6 meseci, i za to vreme se intenzivno hrani. Optimalna temperatura za razviće je iznad 30°C, ali ispod 39°C. Na temperaturi od 34°C i 70% relativne vlažnosti vazduha razviće traje oko 35 dana (Birch, 1950; *cit. loc* Edde, 2012). Ceo ciklus razvića ove vrste se odvija u unutrašnjosti zrna, a zanimljivo je da se rizoperta znatno brže razvija unutar zrna nego na supstratu dobivenom lomljenjem istih zrna (Vukasović i sar., 1972). Imago i larva se intenzivno hrane. Jedno zrno je dovoljno za celokupno razviće larve. U jednom zrnu može biti nekoliko larvi, tako da pojedju svu unutrašnjost zrna (Almaši, 2008)

Ekonomski značaj ove vrste je veliki jer po štetnosti dolazi odmah iza žiška (*Sytophilus granarius* F.). Razvija se u proizvodima sa malim procentom vlage, pa se ni sušenjem zrna ne može sprečiti njena pojava i razmnožavanje. Može se naći svuda gde ima zrnaste robe, najčešće na pirinču, pšenici i ječmu, ali se hrani i mahunarkama, kao i sušenim biljnim materijalom. Može se naći i na sušenom testu. Naglo se razvija samo u suvim, toplim skladištima (Pires i sar., 2016).

Bilo transportom, mešanjem zaraženih sa nezaraženim proizvodima ili doletanjem adulta u skladišni prostor, insekti se postepeno kreću kroz zrnenu masu i sporo napreduju ka unutrašnjosti. Ova štetočina se može kretati unutar rasutog zrna čak i 12m u dubinu. Shodno tome, insekt se kreće naviše u zrnoj masi koja se nalazi u nekom sudu. Sposobnost da se kreće duboko u zrnoj masi, kao i skrivena ishrana unutar zrna otežava pravovremeno otkrivanje infestacije zrna ovim insektom (Flinn i sar., 2010). Oštećeno zrno se odlikuje hodnikom nepravilnog oblika (~1mm u prečniku) koji se prostire od ulaza adulta u zrno, oko ivice omotača zrna, sve do mesta gde larva prelazi u lutku. (Hagstrum, 2001).

Svojom ishranom stvara veliku količinu „prašine“, koja predstavlja brašnasti endosperm zrna, pomešan ekskrementima (Edde, 2012) i mnogim drugim nus-produktima.

Kod jakog napada, pšenica dobija neprijatan, slatkast miris koji podseća na miris meda. Ovaj miris je miris muških feromona (Khorramshahi i Burkholder, 1981). Takođe, uočene su brojne alergijske reakcije kod ljudi koji su bili u kontaktu sa napadnutim i oštećenim biljnim proizvodima. U uslovima povoljnim za razviće, ova vrsta tako ošteti zrno pšenice da od njega ostane samo tanka izbušena semenska opna (Almaši, 2008). Stepenn oštećenja zrna izazvan rizopertom varira u odnosu na razvojnu fazu ove štetočine. Mlađi adulti izazivaju veće štete (Rao i Wilbur, 1972; *cit. loc.* Edee, 2012). Za razliku od žita naseljenog moljcima, kod žita napadnutog rizopertom ne dolazi do zagrevanja i pojave plesnivosti (Almaši, 2008).

2.2. Insekticidi prirodnog porekla

2.2.1. Spinosad

Spinosad je prirodni produkt fermentacije zemljišne aktinomicete *Saccharopolyspora spinosa* Mertz&Yao (Mertz i Yao, 1990). Mehanizam delovanja spinosada je alosterična aktivacija nikotinskih receptora acetilholina (Kramer i Schirmer, 2007). Toksično delovanje spinosada ostvaruje se relativno sporo u odnosu na neke druge insekticide, kao što su piretroidi i organofosfati (Hertlein i sar., 2011) zbog čega bi ispitivanja o količini oštećenog zrna i prašine bila vredan pokazatelj u efektivnosti spinosada. Odlikuje se izuzetno povoljnim toksikološkim svojstvima u odnosu na sisare, ptice i vodene organizme. Zbog izrazito malog ili zanemarljivog negativnog delovanja na korisne organizme, u svetu se široko primenjuje u programima integralne zaštite, kao i u organskoj proizvodnji (Bret i sar., 1997).

Spinosad je toksičan za brojne skladišne insekte, ali osetljivost varira između vrste štetočina. Toews i Subramanyam (2003) su ispitivanjem efikasnosti spinosada (0,05 mg i 0,1 mg/cm² uskladištenog prostora, SC formulacije) na osam skladišnih insekata nakon 24^h ekspozicije utvrdili sledeći redosled osetljivosti *R. dominica* > *Cryptolestes ferrugineus* > *Tribolium variable* > *Oryzaephilus mercator* > *Sitophilus oryzae* > *Oryzaephilus surinamensis* > *Tribolium confusum* > *Tribolium castaneum* (od najosetljivije do najotpornije vrste). Kod svih vrsta insekata ostvarena je smrtnost od 99-100% u dozi od 0,05mg/cm², osim kod vrsta *T. confusum* i *T. castaneum* (78-100% i 72-100%, u zavisnosti od tretirane površine).

Dosadašnja ispitivanja su pokazala da osetljivost insekata na spinosad zavisi od uslova životne sredine i metodologije ispitivanja efikasnosti (Hertlein i sar., 2011). Ustanovljena je veća efikasnost spinosada pri višim temperaturama (Athanassiou i sar., 2008a; Vayias i sar., 2010). Athanassiou i sar. (2008b) su ustanovili uticaj relativne vlažnosti vazduha (RH) na efikasnost spinosada, dok Daglish i Nayak (2006) nisu ustanovili razlike u toksičnosti spinosada kod *R. dominica* u rasponu RH od 55-70%. Duža ekspozicija štetočina povećava toksičnost spinosada kako prema odraslim insektima, tako i prema mlađim razvojnim stadijumima (Athanassiou i sar., 2008b).

U odnosu na vrstu žita, utvrđena je različita efikasnost spinosada u suzbijanju pojedinih skladišnih insekata. Prvi istraživači koji su prepoznali uticaj vrste zrna na insekticidna svojstva spinosada bili su Huang i Subramanyam (2003). Ovi autori su ustanovili da je suzbijanje *Corcyra cephalonica* spinosadom znatno efikasnije u skladištenom kukuruzu nego na zrnu suncokreta. Od tada su urađena mnogobrojna istraživanja sa početnom idejom o ispitivanju efikasnosti spinosada za određenu skladišnu štetočinu na pšenici, kukuruzu, ječmu, pirinču, sirku i zrnu uljarica. Međutim, objedinjena istraživanja o suzbijanju *R. dominica* spinosadom u različitim vrstama strnih žita (pšenici, ječmu, raži, ovsu i tritikaleu) nisu urađena.

Fang i sar. (2002) su ispitivali efikasnost spinosada kod četiri vrste pšenice za pet vrsta skladišnih insekata. Rezultati tih istraživanja su pokazali da spinosad u dozi 1mg a.s./kg na različitim sortama meke pšenice uspešno suzbija vrste *R. dominica* i *P. interpunctella*. U istoj količini primene, samo na tvrdoj pšenici, spinosad je bio efikasan za vrste *S. oryzae*, *O. surinamensis* i *T. castaneum*. Kavallieratos i sar. (2010a) su ispitivali uticaj sorti hlebnih pšenica na efikasnost spinosada u suzbijanju *R. dominica* i *S. oryzae*. Ovi autori nisu zabeležili korelaciju između smrtnosti ili produkcije potomstva sa fizičkim karakteristikama zrna kao što su težina, oblik, tvrdoća zrna i masa. Takođe, ni količina vlakna i proteina u zrnu nisu uticale na efikasnost spinosada. Međutim, ova ispitivanja su obuhvatila samo vrste pšenice za različite namene.

Upoređujući efikasnost spinosada u različitim vrstama žita, Athanassiou i Kavallieratos (2014) su ustanovili da i pored visoke efikasnosti ovog insekticida, postoje određene razlike u zaštiti pšenice, ječma, raži i kukuruza. U ovim istraživanjima kod rizoperte, posle 7 i 14 dana ekspozicije, ustanovljena je visoka smrtnost (>97%) i veoma mala produkcija potomstva u svim vrstama žita. Kod *S. oryzae*, pojavila se značajna razlika u smrtnosti u ječmu posle 7 dana ekspozicije, dok je produkcija potomstva ovog insekta bila veća u ječmu i raži, u odnosu na pšenicu i kukuruz. Ovo je u skladu sa istraživanjima

Athanassiou i sar. (2008c) koji su, posle sedam dana ekspozicije spinosadom, utvrdili najmanju smrtnost *R. dominica* u kukuruzu, dok posle 14 dana ekspozicije, ta razlika nije postojala. Međutim, efikasnost spinosada u suzbijanju *S. oryzae* bila je mnogo veća u pšenici nego u drugim ispitivanim vrstama. Uticaj vrste žita na efikasnost spinosada ispitivali su i Vayas i sar. (2009a). Ovi autori su utvrdili da je pojava potomstva ispitivanih vrsta insekata bila najveća u kukuruzu, a najmanja u pirinču. Subramanyum i sar. (2012) su ustanovili da se značajne razlike u efikasnosti spinosada u odnosu na vrstu zrna ne javljaju u suzbijanju *R. dominica*, dok kod drugih ispitivanih vrsta insekata, efikasnost spinosada je različita u odnosu na vrstu žita, primenjenu dozu i vreme ekspozicije.

Navedena istraživanja su pokazala da samo u prvim danima ekspozicije uticaj vrste žita na efikasnost spinosada u suzbijanju *R. dominica* postoji, ali nisu objedinjena istraživanja za sva strna žita. "Efekat zrna" (tj. varijacija u osetljivosti insekata u odnosu na različite tipove zrna) se najviše ispoljava kod insekata koji su manje osetljivi na spinosad, dok kod *R. dominica* kao vrlo osetljive vrste na spinosad, razlika između različitih vrsta zrna može biti "prikrivena" (Athanassiou i sar., 2008c). Dobijene rezultate navedenih istraživanja teško je generalizovati jer je "efekat zrna" ustvari specifičan odgovor vrste na ispitivanom zrnu. U pogledu efikasnosti spinosada za skladišne štetočine u različitim uskladištenim strnim žitima može se konstatovati da je u pšenici i ječmu efikasniji nego u kukuruzu i pirinču (Athanassiou i sar., 2008a, b; Chintzoglou i sar., 2008a, b), dok za tritikale i ovas nema dostupnih podataka (Hertlein i sar., 2011).

U zaštiti pšenice od rizoperte, spinosad ima veliki značaj, a s obzirom na njegovu visoku toksičnost prema mnogim larvama skladišnih insekata i na njegovu kompatibilnost sa prirodnim neprijateljima istih (Phillips i Throne, 2010), preporučuje se kako za konvencionalnu, tako i za organsku proizvodnju.

2.2.2. Abamektin

Abamektin je insekticid iz grupe avermektina, sintetiše se iz prirodnih produkata fermentacije zemljišne bakterije *Streptomyces avermitilis* (Kim i Godfellow, 2002) i koristi se u zaštiti velikog broja gajenih biljaka od štetnih insekata i grinja. Stimuliše aktivnost transmitera u nervnom sistemu, što dovodi do poremećaja u protoku nervnih impulsa kod štetočina (Tomlin, 2009). Upravo taj mehanizam delovanja se razlikuje od većine insekticida i akaricida i omogućuje visoku efikasnost u suzbijanju štetočina.

Značajno je manji broj publikovanih radova o delovanju abamektina na skladišne insekte u poređenju sa spinosadom. Jedno od prvih istraživanja o efikasnosti abamektina na skladišne insekte, izveli su Beeman i Speirs (1984). Ovi autori su koristili kristalni avermektin B₁ (mikstura 4:1 avermektin_{1a} i avermektin_{1b}) u suzbijanju *R. dominica* u pšenici. U ovom istraživanju, procenat smrtnosti i redukcija potomstva rizoperte zavisila je od primenjene količine avermektina. Nakon tri nedelje ekspozicije u pšenici, u količini od 0,01; 0,02; 0,04; 0,08; 0,16 i 0,32 mg/kg avermektina B₁ utvrđena je smrtnost/redukcija potomstva *R. dominica* 6/53; 23/98; 61/100; 92/100; 96/100% i 100/100%, respektivno, što ukazuje da se povećanjem doze primene povećava i efikasnost. Autori ovog istraživanja su nakon 28 nedelja ponovo infestirali uzorak. Utvrđena smrtnost/redukcija potomstva *R. dominica* ukazala je na dobru perzistentnost ispitivanog insekticida i na dobar potencijal u suzbijanju *R. dominica*.

Kavallieratos i sar. (2009) su utvrdili da je za efikasnost abamektina na nivou >95% potrebno 14 dana izlaganja imaga *R. dominica* i *S. oryzae* u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 1,0 mg/kg, odnosno 21 dan izlaganja za imaga *T. castaneum* u pšenici tretiranoj sa količinom abamektina od 1 mg/kg zrna. U ovim dozama primene, efikasnost abamektina bila je veća u kukuruzu nego u pšenici, što ukazuje da uticaj vrste žita može biti značajan pri određivanju efikasnosti abamektina i navodi na potrebu ispitivanja primene ovog insekticida na različitim vrstama strnih žita, kao i uticaj njegove primene na najvažnije hemijske osobine strnih žita, koje između ostalog određuju upotrebnost kvaliteta skladištenog žita.

Andrić i sar. (2011) su naveli da količina abamektina od 2 mg/kg zrna skladištene pšenice efektivno suzbija različite populacije *S. oryzae*, dok su Andrić i sar. (2013) utvrdili da se sa povećanjem doza i intervala izlaganja povećava efikasnost spinosada i abamektina, s tim da je abamektin značajno efikasniji od spinosada za sve testirane populacije *T. castaneum*. Ovi autori nisu ispitivali uticaj abamektina na *R. dominica*.

U svetu se ispituju i novi preparati na bazi abamektina u kombinaciji sa diatomejskom zemljom (DZ). Kavallieratos i sar. (2015) ispitivali su efikasnost preparata DEA (CAS br.71751-41-2), koji predstavlja kombinaciju abamektina (0,25%) i DZ (90%). Ovaj preparat pokazao je visoku efikasnost prilikom suzbijanja više vrsta skladišnih insekata, pa i *R. dominica*. Iako su dosadašnja istraživanja pokazala da abamektin ispoljava visoku efikasnost u suzbijanju skladišnih insekata, za sada nijedan preparat na bazi ove aktivne supstance nije registrovan za primenu u skladišnim objektima (Andrić i sar., 2013).

2.2.3. Diatomejska zemlja

Pored spinosada i abamektina, diatomejske zemlje kao prirodni insekticidi, su dobra alternativa sintetisanim insekticidima i sve više se koriste u svetu (Andrić i sar., 2012; Athanassiou i sar., 2014; 2016; Kavallieratos i sar., 2012; 2015; Korunić, 2013; 2016; Korunić i sar., 2016). Diatomejska zemlja je supstanca prisutna u prirodi koja je sertifikovana kao organski insekticid, ekološki prihvatljiv (Korunić, 1997; 1998). Diatomejske zemlje su neorganske prašine hemijski stabilne, visoko perzistentne i netoksične za toplokrvne organizme. Za razliku od sintetisanih pesticida, DZ ne penetrira kroz kožu i odeću (Desmarchelier i Allen, 2000).

Čestice DZ adhezuju za površinu tela insekata dok se oni kreću kroz žito. Zbog toga je DZ efikasnija kod insekata čija su tela prekrivena dlakama i grube površine. Danas je opšte prihvaćeno objašnjenje da se mehanizam delovanja DZ zasniva na razlaganju ili adsorbovanju lipidnog sloja epikutikule insekata, izazivajući prekomerni gubitak vode kroz kutikulu (Mewis i Ulrichs 1999; Fields i Korunć, 2000; Korunić, 2016). Svi ostali efekti koji se pojavljuju primenom ovih prirodnih prašiva jesu uzrok njihovog fizičkog prisustva (Korunić, 2016).

Različiti preparati na bazi DZ pokazali su visoku efikasnost za različite vrste skladišnih insekata, uključujući i njihovu kombinaciju sa nižim koncentracijama hemijskih insekticida (Athanassiou i sar., 2009), ali u Srbiji nije registrovan nijedan preparat za ovu namenu. Takođe je značajno napomenuti i da DZ poreklom iz Srbije ispoljavaju značajan insekticidni potencijal na *T. castaneum* i *S. oryzae* (Kljajić i Andrić, 2010; Kljajić i sar., 2010; Andrić i sar., 2012), međutim nije ispitivana njihova efikasnost na *R. dominica*.

Efikasnost DZ varira u zavisnosti od vrste žita, odnosno osobina zrna na koje se nanosi (Athanassiou i Kavallieratos, 2005; Kavallieratos i sar., 2005), razlike između sorti istih vrsta žita (Kavallieratos i sar., 2010a), vrste insekata i stadijuma razvića insekata (Kavallieratos i sar., 2007), od geografskog porekla same DZ (Athanassiou i sar., 2011b; Andrić i sar., 2012), ali i od karakteristika DZ (Rojht i sar., 2010a; Andrić i sar., 2012; Kavallieratos i sar., 2015). Značajno je što DZ ispoljava dugu perzistentnost. Athanassiou i sar. (2005) potvrdili su da DZ može zaštititi uskladištenu pšenicu i ječam od vrste *S. oryzae* duže od 8 meseci. Takođe je konstatovano da DZ može zaštititi pšenicu duže od 12 meseci od vrste *T. confusum* (Vayias i sar., 2006).

Efikasnost primenjene DZ zavisi od uslova spoljašnje sredine, kao što su relativna vlažnost (RH) i temperatura (T) vazduha. Generalno je prihvaćeno da, ukoliko su ove

vrednosti visoke (posebno iznad 14% vlažnosti zrna i 70% RH) smanjuje se efikasnost DZ (Korunić, 1994). Prisustvo vlage smanjuje razlaganje lipidnog sloja epikutikule insekta jer čestice DZ absorbuju vlagu i smanjuju svoju disperziju, dok insekti mogu lakše redukovati svoj gubitak vode u uslovima veće vlažnosti (Shah i Khan, 2014; Korunić, 2013; Korunić i sar., 2016). Međutim, promenom drugih uslova skladištenja, kao što je povećanje temperature, efikasnost DZ raste. Rast temperature, povećava kretanje insekata što obezbeđuje bolji kontakt sa česticama DZ i veće oštećenje kutikule (Fields i Karunić 2000), a takođe i povećava gubitak vode preko stigmi insekata, što poboljšava efekte DZ. Značajno je napomenuti i da su prašiva DZ inertna i, za razliku od sintetičkih insekticida, njihova degradacija nije uslovljena promenom temperature (Shah i Khan, 2014).

Jedan od faktora koji determiniše efikasnost DZ za skladišne štetočine jeste vrsta zrna (Athanassiou i Kavallieratos, 2005; Athanassiou i sar., 2007; 2008g; Kavallieratos i sar., 2005; 2010b; Doumbai i sar., 2014). Athanassiou i sar. (2009) su ispitivanjem DZ 'SilicoSec' protiv *S. oryzae* ustanovili značajnu razliku u efikasnosti ovog preparata kod ječma, kukuruza, oljuštenog i neoljuštenog pirinča. Potvrđena je i slična razlika u smrtnosti *T. confusum* (Vayias i Athanassiou, 2004). Isti preparat pokazao je različitu efikasnost u suzbijanju *R. dominica* kod pšenice, gde je efikasnost bila najveća, u odnosu na pirinač i kukuruz (Wakil i sar., 2013). Efekat zrna različitih vrsta (oljušteni i samleveni pirinač, sirak, raž, kukuruz i različite sorte i vrste pšenice) na efikasnost DZ, Protect-It za *S. oryzae* ispitivao je i Korunić (2007) i potvrdio da postoji značajna razlika u efikasnosti i pojavi potomstva.

U prethodno navedenim istraživanjima ispitivan je jedan preparat DZ, međutim Kavallieratos i sar. (2005) ispitivali su dva komercijalna preparata na bazi DZ, Insecto i SilicoSec, za imaga *R. dominica* u pšenici, ječmu, golozrnom ječmu, ovsu, raži, tritikaleu, pirinču i kukuruzu. Značajna razlika ustanovljena je kako između primenjenih preparata, tako i između pojedinih ispitivanih vrsta žita, s tim što je razlika između vrsta bila u pozitivnoj korelaciji sa povećanjem količine primene preparata i dužine ekspozicije. Slična razlika u efikasnosti između ovih vrsta zrna ustanovljena je i primenom preparata PyruSec (Athanassiou i Kavallieratos, 2005). S obzirom na navedeno, značajan uticaj vrste žita kod primenjenih komercijalnih preparata DZ postoji, stoga bi značajno bilo utvrditi insekticidni potencijal DZ poreklom iz Srbije kod svih vrsta strnih žita.

Razlike između vrsta insekata na dejstvo DZ su vrlo značajne (Kljajić i sar., 2010). Najosetljivije su vrste roda *Cryptolestes*, manje osetljive *Sitophilus spp.*, potom *Oryzaephilus spp.*, a određenu tolerantnost pokazuju vrste roda *Ryzopertha* i *Tribolium*

(Fields i Korunić, 2000; Korunić, 2013). Osetljiva vrsta *C. ferrugineus* na svojoj kutikuli zadržava veću količinu DZ od tolerantne *T. castaneum* (Fields i Korunić, 2000), što može objasniti razliku u osetljivosti, ali i sposobnost ekonomisanja vodom takođe ima veliku ulogu u tome. Ostali faktori koji utiču na različitu osetljivost vrsta su veličina (odnos zapremine i površine tela), kvantativna ili kvalitativna razlika u kutikularnim lipidima, brzina kretanja kroz zrna i promena u ponašanju pri upotrebi DZ (Shah i Khan, 2014; Korunić, 2013; Korunić i sar., 2016). Athanassiou i sar. (2014) tvrde da je DZ generalno efikasna protiv svih glavnih, primarnih štetočina u skladištima, uključujući i *R. dominica*, ali i navode da su dostupni rezultati koji su često i kontradiktorni. Ovi autori navode istraživanja Flinn i Hagstrum (2011), Korunić (1998) i Fields i Korunić (2000) u kojima je utvrđeno da je *R. dominica*, kao odrasla vrsta, tolerantna na DZ.

Nevedena istraživanja ukazuju na postojanje različite osetljivosti vrsta. S obzirom da DZ poreklom iz Srbije ispoljavaju značajan insekticidni potencijal na *T. castaneum* i *S. oryzae* (Kljajić i Andrić, 2010; Kljajić i sar., 2010; Andrić i sar., 2012), značajno bi bilo ispitati njihovu efikasnost na *R. dominica*.

Međusobno upoređivanje efikasnosti DZ je teško jer DZ poreklom iz različitih geoloških izvora ili čak i iz iste lokacije imaju drugačije fizičke osobine (sadržaj SiO_2 , gustina formulacije, kapacitet za adsorpciju lipida, uniformnost i veličina čestica i pH) koje su u korelaciji sa njihovim insekticidnim delovanjem (Athanassiou i sar., 2011b; Andrić i sar., 2012; Rojht i sar., 2010b; Korunić 2013). Prisutna količina SiO_2 jedan je od najvažnijih pokazatelja insekticidne efikasnosti DZ (Korunić, 1997), ali i veličina čestica prisutnih u DZ ima istu ulogu, tj. DZ sa manjim česticama pokazuje veću efikasnost (Vayias i sar., 2009b; Rojht i sar, 2010a). Ispitujući DZ poreklom iz Srbije (Kljajić i Andrić, 2010; Kljajić i sar., 2010; Andrić i sar., 2012) utvrdili su njihov međusobni različiti sadržaj SiO_2 i veličinu čestica.

Navedena istraživanja ukazuju da je DZ prirodna inertna supstanca, netoksična za okolinu, efikasan insekticid, sa fizičkim mehanizmom delovanja, dugo perzistentan, koji ne ostavlja opasne rezidue. Za komercijalnu upotrebu i direktno mešanje sa zrenom masom DZ ni do danas nije široko prihvaćena upravo zbog prethodno navedenih specifičnosti. Pored toga, mešajući DZ sa uskladištenim žitom u količini od 0,5 do 3,5 g/kg, pojedine fizičke i mehaničke osobine zrna su promenjene: prohodnost i hektolitarska masa se smanjuju, prisutne su vidljive rezidue na zrnu, menja se vlaga zrna i prilikom rukovanja robom, stvara se prekomerna količina prašine koja ukoliko radnici nisu adekvatno zaštićeni zaštitnim odelom i maskama, utiče na respiratorne funkcije radnika. Sagledavajući

problematiku upotrebe DZ, Korunić (2016) je ukazao na mogućnost prevazilaženja istih i upućuje kako na internu upotrebu DZ od strane poljoprivrednika, tako i na upotrebu DZ u zaštiti različitih skladišnih objekata i površina u industriji hrane.

2.3. Uticaj primene diatomejske zemlje na kvalitet uskladištenih strnih žita i brašna

Tehnološki kvalitet žita definisan je fizičkim, hemijskim i reološkim pokazateljima kvaliteta i pecivnim osobinama. Iako pripadaju istom rodu *Triticum* strna žita se razlikuju kako u fizičkim, tako i u hemijskim osobinama zrna. Od ovih osobina zavisi razvoj, opstanak, ali i produkcija potomstva skladišnih insekta.

Fizičke i hemijske osobine zrna određuju sposobnost zrna da zadrži čestice DZ na svojoj površini (adhezivnost). Sposobnost adhezivnosti je jedna od ključnih osobina zrna za visoku efikasnost primenjene DZ (Korunić, 1997), pa se utvrđena veća efikasnost DZ u ječmu u odnosu na pšenicu (Athanassiou i sar., 2008g; 2009; Kavallieratos i sar., 2005) može objasniti upravo ovom osobinom zrna. Sposobnost adhezivnosti tretiranog zrna varira u zavisnosti od vrste zrna, njegove veličine, tipa DZ i primenjene količine prašiva (Korunić i Ormesher, 2000). Svaka primenjena DZ pokazuje različitu adhezivnost u odnosu na vrstu zrna, pa čak i na sortu jedne iste vrste. Visoko prisustvo ulja i lipida u zrnu kukuruza povećava adsorpciju istih od strane čestica DZ što smanjuje njenu efikasnost (Vayias i sar., 2006). Upoređujući sposobnost adhezivnosti različitih vrsta zrna Athanassiou i Kavallieratos (2005) navode da vrlo malo čestica DZ ostaje na zrnu tritikalea, oljuštenog ječma, a posebno kukuruza. Ovo je u skladu sa istraživanjima Kavallieratos i sar. (2005) koji su takođe utvrdili i da nema razlike u adhezivnosti DZ između ječma, raži i tritikalea. Sve ovo navodi na značajnost utvrđivanja adhezivnosti DZ iz Srbije na vrste strnih žita.

Hektolitarska masa (HM) je u pozitivnoj korelaciji sa pravom gustinom zrna i zavisi od zdravstvenog stanja zrna, njegove teksture, pa čak i od količine proteina u zrnu. Usled prisustva insekata, plesni, polomljenih ili oštećenih zrna HM se smanjuje. S druge strane, staklasta zrna sa malo većom količinom proteina su obično gušća (Serna-Saldivar, 2010a). Ispitujući efikasnost određenih preparata na bazi DZ u suzbijanju štetnih insekata u skladištima, mnogobrojni autori su utvrdili negativno dejstvo DZ na HM zrna pšenice (Korunić i sar., 1996; 1998; 2016; Korunić, 2013; 2016; Vayias i sar., 2009b; Kavallieratos

i sar., 2010a; Rumbos i sar., 2016; Ashraf i sar., 2016). Bodroža-Solarov i sar. (2012) potvrđuju značajno smanjenje HM primenom DZ, ali ukazuju da je procenat redukcije manji kod sorti pšenice sa većom staklavošću, u odnosu na brašnavu sortu pšenice. U skladu sa tim su rezultati autora Korunića (2007) koji ukazuje na veće smanjenje HM kod vrste pšenice za hleb u odnosu na vrstu tvrde pšenice. Međutim, u odnosu na druge vrste i odnos njihove čvrstoće zrna, ovaj autor ustanovio je suprotno. Manje smanjenje HM ustanovljeno je kod ječma, raži i ovasa (redno) iako je tvrdoća njihovog zrna manja u odnosu na ispitivane vrste pšenice. Takođe je utvrđeno da je redukcija HM u proporciji sa povećanjem količine primene DZ (Korunić i sar., 1996). Ustanovljena je i veća redukcija HM pri većem sadržaju vlage u zrnu (15% u odnosu na 12%), kao i da primena DZ u praškastom obliku uzrokuje veće smanjenje HM (Korunić i sar., 1998). Autori koji su ispitivali DZ poreklom iz Srbije (Kljajić i Andrić, 2010; Kljajić i sar., 2010; Andrić i sar., 2012; Bodroža-Solarov, 2012) nisu ispitivali uticaj njihove primene na HM tretiranog žita.

Druga važna fizička osobina zrna strnih žita jeste apsolutna masa (AM, masa 1000 zrna) zato što je usko povezana sa veličinom zrna i proporcijom između endokarpa-klice-perikarpa (Serna-Saldivar, 2010a) što utiče na procenat infestiranosti zrna rizopertom (Kavallieratos i sar., 2010b). Tritikale ima značajno veću AM (≈ 45 g) u odnosu na ovas (≈ 29 g) i raž (≈ 36 g) (Perišić i sar., 2009b).

Količina nutritijenta u zrnu se razlikuje između vrsta, ali i sorti iste vrste i utiče, kako na nutritivnu i organoleptičku vrednost, tako i na sklonost određenih štetnih insekata da se njima hrane (Bock, 2000). Zrna strnih žita sadrže ugljene hidrate, proteine, lipide, vitamine, minerale i antioksidativne fitonutritiente. Sve vrste su klasifikovane kao skrobna zrna jer sadrže najmanje 60% ugljenih hidrata (Serna-Saldivar, 2010b). Ovas i ječam imaju veliku količinu vlakna jer su to obuvena zrna, dok gola zrna pšenice, raži i tritikalea imaju više skroba skoncentrisnog u endospermu zrna (Kulp i Ponte, 2000). Ispitujući posledice infestacije deset sorti pšenice sa *S. granarius*, Mebarkia i sar. (2010) ustanovili su smanjenje sadržaja ugljenih hidrata, a povećanje sadržaja proteina.

Proteini su druga važna hemijska komponenta zrna. Glutenski proteini čine 85% proteina endosperma zrna pšenice (Horvat i sar., 2013). Nalaze se u endospermu zrelog zrna pšenice gde formiraju kontinualni matriks oko skrobnih granula. Sastoje se od dva različita tipa proteina: monomernih glijadina i polimernih glutenina. Ova kompleksna jedinjenja su najodgovornija za visokoelastične osobine testa i pecivni kvalitet pšenice (Panozzo i sar., 2001). Pri dodavanju vode u brašno, mešenju i formiranju testa i naknadnim ispiranjem skroba dobija se vlažni gluten, čija količina je karakteristika

genotipa pšenice i u pozitivnoj je korelaciji sa sadržajem proteina u zrnju (Varga i sar., 2003). Kod intenzivne razgradnje molekula proteina, gluten gubi elastičnost, postaje jako rastegljiv, mekan, lepljiv i lako se razilazi. Ovakva brašna su neodgovarajućeg tehnološkog kvaliteta (Đaković, 1997).

Generalno je prihvaćeno da veća količina ukupnog proteina u brašnu daje i veći sadržaj glutena u testu zbog čega je sadržaj proteina važan kvalitativni parametar za procenu brašna (Singh i Singh, 2013). Najsiromašniji u sadržaju proteina jeste ovas ($\approx 12\%$), dok je najbogatija raž ($\approx 16\%$). Međutim, ovas u odnosu na druge vrste, sadrži najveću količinu albumina i globulina, proteina sa najboljim amino kiselinskim sastavom i kvalitetom (Ames i sar., 2014). Korunić i sar. (1996) nisu ustanovili značajne razlike između uzoraka u sadržaju proteina kod pšenice tretirane preparatom Protect-It u količini 0,05 g/kg i 0,3 g/kg.

Različiti tipovi proteinskih frakcija distribuirani su u različitim anatomskim delovima zrna. Najveća koncentracija proteina nalazi se u klici i aleuronskom omotaču, ali s obzirom da je endosperm anatomski najveći deo zrna, najveći procenat ukupnih proteina (70-80%) nalazi se upravo u endospermu (Serna-Saldivar, 2003). S obzirom da se rizoperta hrani uglavnom endospermom zrna, ali i klicom zrna i da može svesti zrno žita samo na perikarp (Edde, 2012) usled povećane infestacije i većeg oštećenja zrna, mogu se očekivati određene promene u sadržaju proteina. Jood i Kapoor (1993) su utvrdili smanjenje ukupnih proteina u semenu pšenice, ali samo pri većoj infestaciji (75%) *R. dominica*, dok su Ozkaya i sar., (2009) usled infestacije pšenice *R. dominica* zabeležili značajno povećanje proteina, ali i sadržaja vlage i pepela. Ove suprotnosti objašnjavaju autori Jood i Kapoor (1993) koji su utvrdili povećan sadržaj ukupnih proteina, ali usled prisustva nečistoća i mokraćne kiseline, dok se pravi sadržaj proteina iz žitarica smanjuje sa 11,8% na 9-11% zbog ishrane *R. dominica*.

Zrna strnih žita predstavljaju adekvatni izvor određenih minerala i vitamina. Klica i aleuronski omotač sadrže najveću količinu ovih nutritijenta. Određujući sadržaj pepela određujemo količinu mineralne materije, određene posle spaljivanja u peći za žarenje. Za razliku od drugih strnih žita, obuvana zrna ovasa i ječma, imaju višećelijski aleuronski omotač, pa se očekuje da su bogatiji u sadržaju mineralnih materija (Stone, 2006). Korunić i sar. (1996) nisu ustanovili veće vrednosti pepela kod pšeničnog zrna tretiranog DZ, međutim kada su DZ dodali direktno u pšenično brašno, sadržaj pepela se povećao. Suprotno ovom istraživanju, Freo i sar. (2014) su utvrdili povećanje pepela primenom DZ na zrno pšenice, ali je to povećanje uslovljeno primenom veće količine (2 i 4 g/kg) i

vremenom koje prođe od same primene (60, 120 i 180 dana). Ispitujući uticaj *R. dominica* na mineralne materije zrna ustanovljeno je povećanje istih, ali kod infestacije u procentu od 75%, (Jood i sar., 1992). Ozkaya i sar. (2009) su utvrdili da je *R. dominica*, u odnosu na infestaciju *T. confusum*, izazvala ozbiljnije i značajnije promene, kako u fizičkim tako i u hemijskim osobinama tvrde i meke pšenice. Ovi autori su ustanovili značajno povećanje sadržaja proteina, pepela i vlage u zrnu usled infestacije *R. dominica*. Nije utvrđen uticaj infestacije *R. dominica* na hemijske osobine drugih strnih žita kao što su ječam, ovas, raž i tritikale.

Količina i odnos ovih nutritijenta u endospermu određuju i staklavost/brašnavost zrna (Serna-Saldivar, 2010b). Na osnovu ove osobine možemo odrediti čvrstoću zrna pa možemo reći da pšenica ima najveću staklavost, dok je tritikale brašnava vrsta što njeno zrno klasifikuje kao najmekše (Đekić i sar., 2011) i utiče na procenat prouzrokovane štete od strane štetnih insekata. Bodroža-Solarov i sar. (2011) ispitivali su uticaj upotrebe inertnih prašiva (prirodni zeolit i dve DZ poreklom iz Srbije, kao i komercijalni preparat Protect-It) na sorte pšenice različite u pogledu staklavosti, infestiranu i neinfestiranu pirinčanim žiškrom kroz parametre tehnološkog kvaliteta. PCA (principal component analysis) je potvrdila uticaj prašiva na poboljšanje parametra koji određuju kvalitet. Analiza glavnih komponenti ukazala je da staklavost pšenice ima značajan uticaj na efekat inertnih prašiva. Pri istoj staklavosti endosperma pšenice, taj uticaj je bio sličan kod različitih inertnih prašiva. Uticaj inertnih prašiva na vrste strnih žita različite po hemijskim i fizičkim osobina, kao ni uticaj infestacije *R. dominica*, kroz parametre tehnološkog kvaliteta, nije ispitivan.

Odnos biohemijskih konstituenta zrna, određuju kvalitet brašna, reološke i funkcionalne karakteristike testa. Najveći značaj pšenice jeste činjenica da se njenim mlevenjem dobija brašno i griz koji čine osnovne sastojke hleba, drugih pekarskih proizvoda i testenina. Iako u znatno manjoj količini, za proizvodnju brašna za ljudsku ishranu koriste se i raž i tritikale, s tim da je njihova podobnost za prehrambene proizvode različita. Po svom sastavu brašno je vrlo kompleksan prirodni materijal, čiji sastav i osobine variraju zavisno od vrste žita, klimatskih uslova, primenjenih agrotehničkih mera, načina meljave, ali i pravilnog skladištenja i čuvanja zrna.

Brašno određenih žita s vodom formira testo jedinstvenih fizičko–hemijskih osobina. Tokom mešenja testa dolazi do hidratacije proteina brašna i formiranja glutenskog kompleksa koji je direktno odgovoran za stvaranje testa određene strukture (Dobraszczyk i Morgenstern, 2003). Vrednostima reoloških pokazatelja dobijaju se podaci o kvalitativnim

osobinama brašna i testa. Upravo zbog toga, istraživanje o mogućnosti primene DZ u zaštiti skladištenog žita, ne bi bilo sveobuhvatno bez određivanja reoloških osobina testa dobijenog od brašna ispitivanih sorti pšenice, tritikalea i raži koje su tretirane DZ, infestirane *R. dominica* i tretirane DZ, kao i infestirane *R. dominica*, ali netretirane DZ.

Utvrđeno je da primena inertnih prašiva poseduje sposobnost poboljšanja nekih osobina koje određuju tehnološki kvalitet brašna pšenice, kao što su farinografski pokazatelji kvaliteta (moć upijanja vode, stepen omekšanja) (Bodroža-Solarov i sar., 2012). Freo i sar. (2014) tvrde da primena većih količina DZ (2,0 i 4,0 g/kg) menja fizičke i hemijske karakteristike uskladištenog zrna pšenice, što umanjuje tehnološki kvalitet brašna. Istraživanja ovih autora ukazuju da se menja intenzitet komponenti koje određuju boju pšeničnog brašna, tako se intenzitet bele komponente povećava, dok se intenzitet žute komponente smanjuje. Gluten indeks pokazuje manje vrednosti usled primene DZ. Sadržaj pepela u pšeničnom brašnu se povećava, dok se HM, sadržaj vlažnog glutena i sadržaj glutena smanjuje proporcionalno primeni veće količine DZ.

Korunić i sar. (1996) ispitivali su reološke osobine brašna i kvalitet testa dobivenog od zrna pšenice tretirane preparatom Protect-It. Ispitivali su tri uzoraka uzeta iz tri različita skladišta prethodno tretirana DZ, tri uzoraka pšenice u koju su pre mlevenja dodali DZ (0,05 g/kg i 0,3 g/kg) i uzorak brašna kome su dodali DZ 0,3 g/kg. Nisu ustanovljene značajne razlike između uzoraka u sledećim parametrima: sadržaj proteina, broj padanja po Hagbergu, sedimentacija (Zeleny i SDS koja označava jačinu glutena) i boji. U ovom istraživanju osobine ispitivane na miksografu (razvoj testa i visina "pika") nisu pokazale različitost između ispitivanih uzoraka. Međutim, ispitivanja brašna farinografom (vreme razvoja testa, moć upijanja vode i indeks mesivosti) i ekstenzografom (rastegljivost testa, otpor na rastezanje i količnik otpora posle 45 i 90 min.), a kome je dodata količina DZ od 0,3 g/kg, pokazuje veću otpornost pri mešenju testa što je posledica izmerenog dužeg vremena razvoja testa i povećanog otpora na rastezanje (posle 45 i 90 min.). Autori komentarišu da je ova promena bila u granicama dozvoljenog i nije uticala na zapreminu ispečenog hleba.

Tretirajući pšenicu sa 3,5 g DZ/kg, čak i nakon godinu dana skladištenja Fifield (1970; *cit. loc.* Shah i Khan, 2014) nije ustanovio njen uticaj na tehnološke osobine (sadržaj proteina, sedimentaciju, pH lipida, sadržaj pepela, diastatičku aktivnost i fizičke osobine testa). Dodajući 0,05 g DZ Dracid u brašno utvrđeno je da se količina CO₂ u testu nije menjala, kao ni obim i tekstura hleba (Desmarchelier i Dines, 1987; *cit. loc.* Shah i Khan, 2014). Međutim, brašno u kome je bila prisutna količina od 0,1 g DZ, dalo je hleb

grublje teksture čija je zapremina bila manja za 71% u odnosu na testo od "čistog" brašna. S obzirom da se u praksi čišćenjem i mlevenjem pšenice, otkloni preko 98% primenjene DZ, da bi brašno u praksi sadržalo 0,1 g DZ, potrebno je tretirati pšenicu sa 5 g/kg, što je značajno više od preporučene količine za upotrebu koja je 1 g/kg.

Pored određenog uticaja DZ na tehnološke parametre žita, takođe se uticaj na iste može očekivati i usled prisustva štetnih insekata. Brašna samlevena od pšenice sa većim udelom zrna oštećenog insektima ili plesnima ne formiraju gluten normalnih osobina jer imaju veliki sadržaj proteolitičkih enzima i njihovih aktivatora. Brašna dobijena od oštećenih zrna pšenice daju testa koja su previše rastegljiva, neelastična i izrazito tečna (žitka). Takvo testo ne zadržava gas, loše je strukture i oblika, a pecivo je spljošteno i nedovoljno naraslo (Cortezrocha i sar., 1997).

Usled infestacije pšenice sa *S. granarius* Keskin i Ozkaya (2015) utvrdili su promenu u tehnološkim osobinama. Usled povećane infestacije ovim insektom, masa zrna i HM, kao i količina lipida smanjena je, dok je sadržaj proteina i pepela, kao i kiselost povećana. Uzorci brašna dobijeni od infestirane pšenice, imali su povećani sadržaj pepela, proteina i veću vrednost kiselosti, dok je sadržaj lipida i glutena bio smanjen. Takođe su smanjene i vrednosti gluten indeksa i sedimentacije.

S obzirom da se u endospermu u najvećoj količini nalaze proteini glutena (Serna-Saldivar, 2010b) mogu se očekivati i određene promene u reološkim osobinama testa usled prisustva rizoperte upravo zbog njenog načina ishrane. Ozkaya i sar. (2009) utvrdili su da je *R. dominica*, u odnosu na infestaciju *T. confusum*, izazvala veću redukciju kvaliteta brašna meke i tvrde pšenice: sadržaj proteina i pepela je povećan, dok je sadržaj glutena i vrednost sedimentacije smanjen. Farinografske i ekstenziografske vrednosti bile su značajno više promenjene usled ishrane *R. dominica*. Moć upijanja vode i stabilnost testa je smanjena, ali ne značajno. Vreme razvoja testa je značajno smanjeno, dok je stepen omekšanja povećan. Smanjenje ekstenzografskih pokazatelja (rastegljivost, otpor na rastezanje i energija) bilo je u proporciji sa proteklim vremenom infestacije. Nakon dva meseca od infestacije, dobijeno je brašno koje je dalo hleb manje zapremine. Vrsta insekata značajno je uticala i na miris i ukus hleba, ali ne i na unutrašnje karakteristike hleba (teksturu). Jak intenzitet neprijatnog ukusa i nepoželjnog mirisa hleba ustanovljen je nakon perioda infestacije od 4 meseca.

Uticaj na reološke osobine brašna od strane insekata zavisiće i od procenta oštećenja zrna. Domenichini i sar. (1994) su ispitivali uticaj infestacije *R. dominica* i *S. granarius* na tvrdu pšenicu i njihov uticaj na reološke osobine brašna (griza). U

eksperimentalnim uslovima, infestacija je bila limitirana, procenat oštećenja zrna bio je manji od 1%, s toga nije ustanovljen uticaj na ispitivane reološke osobine griza. Jood i sar. (1993) nisu ustanovili uticaj *T. granarium* i *R. dominica*, kao i zajednički uticaj ovih vrsta (nivo infestacije bio je 25%, 50% i 75%), na organoleptička svojstva indijskog kolača (chapatis) dobijenog od infestiranog brašna pšenice, kukuruza i sirka. Boja, miris, tekstura i izgled bili su nepromenjeni u odnosu na neinfestirano brašno, jedino se gorak ukus pojavio kod infestacije brašna na nivou 50% i 75%. Dobijena farinografska i ekstenzografska svojstva ukazuju da insekti, posebno *R. dominica*, utiču na kvalitet proteina i smanjuju sposobnost glutena da formiraju jaku i kontinuiranu mrežu, razvijenu po čitavoj masi testa.

3. RADNA HIPOTEZA

Program istraživanja zasnovan je na dosadašnjim istraživanjima da primena insekticida prirodnog porekla može da doprinese rešavanju problema vezanih za zaštitu uskladištenih žita, od najznačajnijih štetočina, među kojima je i *Rhyzopertha dominica*. Najvažnija metoda u okviru programa integralne zaštite je upotreba sintetisanih insekticida koja ima svoje dobre strane kao što je brzo i efikasno suzbijanje štetnih insekata, ali može dovesti do pojave rezidua u žitu i pojave rezistentnosti kod pojedinih populacija skladišnih insekata. Primena insekticida prirodnog porekla doprinosi ili bi u perspektivi mogli doprineti rešavanju navedenih, aktuelnih problema u zaštiti uskladištenih proizvoda od štetnih insekata.

Otuda se pošlo od stanovišta da određivanje efikasnosti insekticida prirodnog porekla (spinosad, abamektin i diatomejska zemlja) u suzbijanju *R. dominica* na uskladištenim strnim žitima (pšenica, ječam, ovas, raž i tritikale), čini osnov uspešne zaštite. Određujući njihovu efikasnost možemo dati određenu preporuku u odnosu na količinu primene i vrstu žita i tako upotpuniti dosadašnja istraživanja. Upoređiće se efikasnost komercijalnog preparata na bazi DZ, Protect-It sa DZ poreklom iz Srbije (DZ S-1 i DZ S-2). Na osnovu njihovog insekticidnog potencijala u suzbijanju rizoperte i uticaja na određene osobine zrna, utvrdiće se mogućnost praktične primene u zaštiti uskladištenog strnog žita. Takođe, očekuje se da primenjeni insekticidi/prašiva diatomejske zemlje mogu uticati na pojedine fizičke osobine zrna, a da nemaju uticaja na hemijske osobine žita. S obzirom na razlike u fizičkim i hemijskim osobinama između vrsta strnih žita, potrebno je potvrditi ili opovrgnuti uticaj insekticida prirodnog porekla na iste. Uticaj DZ na pojedine reološke osobine brašna pšenice postoji, ali nema rezultata o uticaju na ove osobine kod brašna raži i tritikalea.

Da bi se radna hipoteza potvrdila potrebno je utvrditi da li primena insekticida prirodnog porekla može da zaštiti uskladištena strna žita od *R. dominica*, kao i da li njihova primena utiče na fizičke i hemijske osobine zrna pšenice, ječma, ovsa raži i tritikalea, kao i na reološke osobine brašna pšenice, raži i tritikalea.

4. MATERIJAL I METODE RADA

Ispitivanja efikasnosti insekticida prirodnog porekla u suzbijanju *R. dominica*, na uskladištenim strnim žitima (pšenica, ječam, ovas, raž i tritikale), kao i uticaj istih na kvalitet strnih žita i na reološke osobine brašna, obavljena su u laboratorijama Centra za strna žita, Kragujevac i laboratorijama Naučnog instituta za prehrambene tehnologije u Novom Sadu, tokom 2016. godine.

4.1. Test insekt

U eksperimentu su korišćeni adulti *R. dominica* gajeni na celim zrnima pšenice u laboratorijskim uslovima na temperaturi $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ i RH $60\pm 5\%$. Korišćena su imaga dve do četiri nedelje starosti.

4.2. Testirane vrste strnih žita

Za određivanje efikasnosti spinosada, abamektina i tri diatomejske zemlje u suzbijanju *R. dominica* kao i njihovog uticaja na fizičke osobine i hemijski sastav zrna korišćeno je pet komercijalno dostupnih vrsta strnih žita (pšenica, ječam, ovas, raž i tritikale). Od svake vrste po jedna sorta, sorta pšenice Vizija, sorta ječma Rekord, sorta ovsa Vranac, sorta raži Raša i sorta tritikalea Favorit koje su selekcionisane u Centru za strna žita u Kragujevcu, Srbija.

Za određivanje uticaja tri diatomejske zemlje na tehnološki kvalitet brašna korišćene su vrste strnih žita čija je jedna od osnovnih namena proizvodnja hleba i drugih vrsta peciva (pšenica, raž i tritikale). Ispitivane su dve sorte pšenice Planeta i Krana, jedna sorta raži Raša, kao i dve sorte tritikalea Bingo i KG-20. Sve sorte selekcionisane su u Centru za strna žita u Kragujevcu, Srbija.

U testiranjima su korišćena strna žita sa vlažnošću zrna 11-12%. Sadržaj vlage određen je Motomco vlagometrom (Motomco Inc, 919, Canada) prema AACC metodi 44-11 (AACC, 1995).

Tabela 1. Tehnološke osobine sorti pšenice i tritikalea selekcionisane u Centru za strna žita u Kragujevcu, Srbija

Obeležje*	Vizija	Planeta	Kruna	Favorit	Bingo	KG-20	Raša
Prinos zrna (kg ha ⁻¹)	7425	8491	6775	6062	8016	7734	5927
Visina biljke (cm)	74	92,5	77,4	95,7	114	90	145,3
Otpornost prema poleganju (0-9)	2,9	1,9	1,6	2,2	1,15	2,9	2,0
Otpornost prema bolestima (0-99)							
a) <i>Puccinia graminis</i>	43,3	64,2	47,5	60,0	60,0	65,0	50,0
b) <i>Puccinia recondita</i>	48,3	22,5	35,0	25,0	30,0	30,0	40,0
c) <i>Erysiphe graminis</i>	33,3	0,0	56,7	25,0	25,0	20,0	0,0
Fizičke osobine zrna							
HM očišćenog zrna (kg/hl)	85,1	86,5	85,8	80,9	77,28	76,0	73,7
Masa 1000 zrna (g/s.m.)	35,2	39,1	43,0	44,1	41,4	42,4	30
Staklavost (%)	53,2	73,5	29,9	/	/	/	/
Krupnoća zrna (%)	45,5	66,4	39,7	34,5	62,3	66,4	4,3
Hemijsko-tehnološke osobine							
Sadržaj vlage u zrnu (%)	12,1	12,7	12,2	12,2	12,9	12,1	11,1
Sadržaj proteina u zrnu (%)	13,0	13,5	11,3	12,4	13,0	13,7	15,8
Sadržaj pepela u zrnu (%)	1,78	1,87	1,70	1,67	1,65	2,18	1,59
Broj padanja po Hagbergu(s)	394	392	399	270	245	176	220
Sedimentaciona vrednost	32	67	30	/	/	/	/
Sadržaj vlažnog glutena	28,0	35,5	25	/	/	/	/
Sadržaj suvog glutena	9,0	11,5	10	/	/	/	/
Ukupno izbrašnjavanje	74,5	77,9	80,3	/	/	/	/
Farinogram							
Moć upijanja vode (%)	62,0	61,8	57,2	/	/	/	/
Vreme razvoja testa	2,2	4,5	1,5	/	/	/	/
Stabilitet	2,8	7,5	1,0	/	/	/	/
Stepen omekšanja testa	55	15	35	/	/	/	/
Kvalitetni broj i kvalitetna grupa	65,6 B1, I	90,7 A1, I	68,3; B1,II	/	/	/	/
Ekstenzogram							
Energija u 135 min	108	102	114	/	/	/	/
Otpor rastezanja	330	230	438	/	/	/	/
Rastegljivost	144	194	143	/	/	/	/
Odnos (O/R)	2.32	1,2	3,1	/	/	/	/
Amilogram							
Maksimalni viskozitet	/	/	/	160	165	175	480
Ocena hleba	5,6	6,6	2,0	/	/	/	/

*Rezultati sortnih komisija urađene od strane referentne laboratorije Ministarstva za poljoprivredu

Tabela 2. Tehnološke osobine sorti ječma i ovsa selekcionisane u Centru za strna žita u Kragujevcu, Srbija

Rekord, dvoredi ječam						
Suva materija	Sadržaj proteina	AM	HM	Viskozitet	Kolbachov broj	Hartongov broj
> 80%	11,9 %	39 g	71,5 kg/hl	1,53	30,1%	43,9%
Vranac, ovas						
Sadržaj celuloze	Sadržaj proteina	AM	HM	Sadržaj minerala	Sirova mast	BEM
12,7%	13-14%	29 g	50,0 kg/hl	3.6	5,2%	57

*Rezultati sortnih komisija urađene od strane referentne laboratorije Ministarstva za poljoprivredu

4.3. Testirani insekticidi prirodnog porekla

Za ispitivanje efikasnosti u suzbijanju *R. dominica* u različitim vrstama strnih žita, korišćena su dva sintetisana insekticida prirodnog porekla prikazana u tabeli 3.

Tabela 3. Insekticidi korišćeni za ispitivanje efikasnosti

Preparat	Sadržaj aktivne supstance	Proizvođač
Hemijska grupa spinozini		
Laser 240 SC	240 g/L spinosada	Dow AgroSciences, Austrija
Hemijska grupa makrolidi		
Abastate EC	18 g/L abamektina	Galenika-Fitofarmacija, Srbija

Za ispitivanje efekata diatomejske zemlje korišćena su dva prašiva diatomejske zemlje obeležene kao DZ S-1 i DZ S-2, koje su poreklom iz Srbije. Dobijene su u postupku prerade rude diatomita (sa lokaliteta Kolubara) u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina iz Beograda gde je utvrđen i hemijski sastav i zastupljenost čestica prašiva (tabela 4). Kao standard za ova ispitivanja korišćen je preparat na bazi DZ Protect-It (Hedley Technologies Inc., Kanada). Sve tri DZ sadrže dva roda diatomejskih algi – *Actinocyclus sp.* i *Aulacoseira sp.* (fosilne forme).

Tabela 4. Hemijski sastav diatomejskih zemlji sa zastupljenošću čestica

Diatomejska zemlja	Sadržaj (%)									
	Hemijski sastav									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	TiO ₂	TiO ₃	P ₂ O ₃
<i>Poreklom iz Srbije</i>										
DZ S-1	79,7	9,41	1,11	0,79	0,08	0,14	0,63	0,21	-	-
DZ S-2	63,15	10,31	1,67	0,91	0,08	0,31	1,01	0,31	-	-
<i>Standard</i>										
DZ Protect-It™*	83,7%**	3%	1%	<1	<1	<1	<1	-	1	1
	Zastupljenost čestica									
	>53 μm	53-40 μm	40-28 μm	28-18 μm	18-13 μm	<13 μm				
<i>Poreklom iz Srbije</i>										
DZ S-1	0,43	0,47	0,87	1,10	1,80	95,33				
DZ S-2	1,13	2,20	4,07	4,80	6,77	81,33				
<i>Standard</i>										
DZ Protect-It™***	0,17	0,03	0,13	0,60	1,27	97,79				

*Arnaud i sar., 2005

**+10% silica aerogela

***preuzeto sa deklaracije

4.4. Utvrđivanje uticaja insekticida na *R. dominica* i osobine različitih sorti strnih žita

4.4.1. Utvrđivanje efikasnosti insekticida u suzbijanju *R. dominica*

Efikasnost ispitivanih preparata posle aplikacije na strna žita određivana je prema modifikovanoj metodi koju je opisao Collins (1990) i metodama za ocenu biološke efikasnosti insekticida u suzbijanju skladišnih insekata (OEPP/EPPO, 2004a,b). U staklene tegle zapremine 1000 ml stavljano je po 500 g pšenice, ječma, raži, ovsa i tritikalea izmereno na analitičkoj vagi (Mettler 609-B6, Zurich, Switjeleand). Potom je naneto po 5 ml vodenih rastvora insekticida u količini 0,25; 0,5 i 1,0 g a.s./kg žita, odnosno po 0,50; 1,0 i 1,5 g prašiva DZ/kg žita. Žito koje je korišćeno kao kontrola A za ispitivanje efikasnosti insekticida tretirano je sa 5 ml čiste vode, dok žito koje je korišćeno kao kontrola A za ispitivanje efikasnosti DZ nije tretirano. Posle ručnog protresanja tretiranih žita u trajanju od 30 sekundi, uzorci su mešani na obrtnoj mešalici u trajanju od 10 minuta. Nakon toga u plastične posude od 200 ml sipano je po 50 g tretiranog, odnosno netretiranog žita, postavljano je u termostat u kome su kontrolisani uslovi, T 26±1°C i RH

60±5% (Inkubator XO 1450 special, Iskra, Loka, Slovenia). Posle 24h u svaku posudu, stavljano je po 25 imaga *R. dominica* i posude su zatvarane pamučnom krpom i pričvršćene gumicom. Za svaku varijantu postavljane su po četiri plastične posude, to jest četiri ponavljanja. Smrtnost izlaganih jedinki utvrđivana je isejavanjem posle 7, 14 i 21 dana ekspozicije. Posle 21 dana izlaganja svi insekti su isejavani i uzorci su vraćani u termostat. Nakon sedam nedelja u termostatu sa konstantnom temperaturom i vlagom vazduha, posude sa žitima su prosejavane kako bi se utvrdila pojava potomstva i procenat redukcije potomstva. Prilikom brojanja F1 populacije, iz svake posude odvajano je celo zrno, oštećeno zrno i prašina i mereno je na analitičkoj vagi (Mettler, Švajcarska). Ceo ogled je ponavljen dva puta.

4.4.2. Utvrđivanje uticaja insekticida na hemijske osobine zrna

Celo i oštećeno zrno, kao i prašina su, nakon merenja, vraćeni u posudu. Za ova ispitivanja kao standard korišćeni su netretirani, neinfestirani uzorci iz iste godine proizvodnje obeleženi kao kontrola B. Svi uzorci su mlevenjem pripremani za hemijsku analizu sadržaja vlage, ukupnih proteina i sadržaja pepela. Sadržaj vlage određen je na osnovu gubitka težine uzorka koji se suši na T 130-133 °C (ICC Standard No. 109/1, 1976). Ukupan sadržaj azota određen je prema Kjeldahl metodi (ICC standard method No.105/2, 1994). Množenjem ovog rezultata sa faktorom korekcije 5,7 (za pšenicu, raž i tritikale) i 6,25 (za ječam i ovas) dobijen je sadržaj ukupnih, sirovih proteina. Sadržaj pepela određen je merenjem nakon postavljanja uzoraka u peć za žarenje dva sata na T=900 °C (ICC standard method No.104/1, 1990). Rezultati su izraženi kao procenat (%) po masi uzorka i predstavljeni na bazi suve materije.

4.4.3. Određivanje uticaja diatomejske zemalje na hektolitarsku masu strnih žita

Pre određivanja hektolitarske mase, metodom 44-11 koju je propisao AACC (1995) određen je sadržaj vlage strnih žita na aparatu za određivanje vlage (Motomco Inc, no. 919, Canada). Hektolitarska masa određena je pomoću Šoperove vage (Schopper, Technica-Železniki, Mo.4259, Slovenia) u deset ponavljanja za svaki uzorak. Nakon tretiranja diatomejskom zemljom u količini 1 g/kg žita, po isteku 24 sata, ponavljan je ceo postupak merenja.

4.4.4. Određivanje adhezivnosti diatomejske zemalje na zrna žita

Proceduru za određivanje adhezivnosti DZ prašiva/preparata opisao je Korunić (1997). Pola kilograma svake ispitivane vrste i sorte žita, prethodno ručno prosejane kroz sito promera veličine 2 mm, stavljano je u staklene tegle od 2 kg. Svaki uzorak tretiran je sa 0,5 g DZ (1g DZ/kg žita) u šest ponavljanja. Potom su tegle zatvarane poklopcem i ručno mešane jedan minut. Nakon toga žito je stavljano u labaratorijsko sito, promera 2 mm, koje ima poklopac sa obe strane. Žito je ručno prosejavano jedan minut, kako bi se odvojila prašina od zrna i nakon toga je ostavljano na stolu oko jedan minut. Sva prašina u donjem poklopcu sita je sakupljena i merena je na analitičkoj vagi. Dobijena težina oduzimana je od 500 mg, i vrednost je prikazana kao procentualna adhezivnost DZ na zrnima strnih žita.

4.5. Utvrđivanje uticaja diatomejske zemlje na reološke osobine brašna

4.5.1. Priprema uzoraka za mlevenje

Za ispitivanje osobina glutena i reoloških osobina brašna korišćena je pšenica sorte Planeta i Kruna, tritikale sorte Bingo i KG-20 i raž sorta Raša. Za ispitivanje uticaja primene diatomejske zemlje korišćena su dva prašiva obeležene kao DZ S-1 i DZ S-2, poreklom uz Srbije i preparat Protect-It kao standard.

Izmereno je po 6 x 250 g zrna svake sorte i postavljano u staklene tegle zapremine 1l. Kod svake vrste i sorte ispitivane su sledeće kombinacije – netretirana, neinfestirana kontrola - kontrola B, uzorci tretirani DZ, uzorci tretirani DZ i nakon 24h infestirani sa 50 imaga *R. dominica* i uzorci netretirani, infestirani *R. dominica* - kontrola A. Svi uzorci postavljani su u termostat sa konstantnom T od 27 °C i RH 55-60%.

Za poslednje dve kombinacije nakon 21 dana izvršena je ocena smrtnosti *R. dominica* i njihovo isejavanje i tegle su vraćane u termostat gde su, u kontrolisanim uslovima, čuvane još sedam nedelja. Nakon ovog vremena, u uzorcima je određen broj potomstva i procenat redukcije potomstva. Potom su imaga isejavana i određen je broj oštećenog zrna insektima, masa oštećenog zrna i neoštećenog zrna, kao i masa prašine na analitičkoj vagi (Mettler 609-B6, Zurich, Switjeleand). Izračunat je procenat oštećenja zrna.

Nakon ovih merenja, uzorci su mlevenjem homogenizovani (mlin Blabender, Duisburg). Brašno je ostavljano minimalno 20 dana da “odleži” pre ispitivanja tehnoloških osobina.

4.5.2. Određivanje sadržaja vlage i proteina

Određivanje sadržaja vlage i proteina u uzorcima pšenice obavljeno je metodom bliske infracrvene spektroskopije, NIR (*Infratec 1241 Grain Analyzer, Foss Analytical AB, Hillerød, Denmark*) uz primenu kalibracija validovanih u sklopu akreditovane Laboratorije za tehnologiju, kvalitet i bezbednost hrane FINSLab (Naučni institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu, Univerzitet u Novom Sadu). Podatak o sadržaju vlage je iskorišćen da bi se izračunao sadržaj vode potreban za kondicioniranje pšenice pre mlevenja. Sadržaj proteina automatski je preračunat na suhu materiju.

4.5.3. Određivanje sadržaja vlažnog glutena i gluten indeksa

Sadržaj glutena određen je ispiranjem testa sa 2% slanim rastvorom čime se testo oslobađa rastvorljivih sastojaka i skroba, a zaostaje gumasta masa glutena. Određivanje sadržaja vlažnog glutena izvedeno je prema metodi SRPS EN ISO 21415-2:2016.

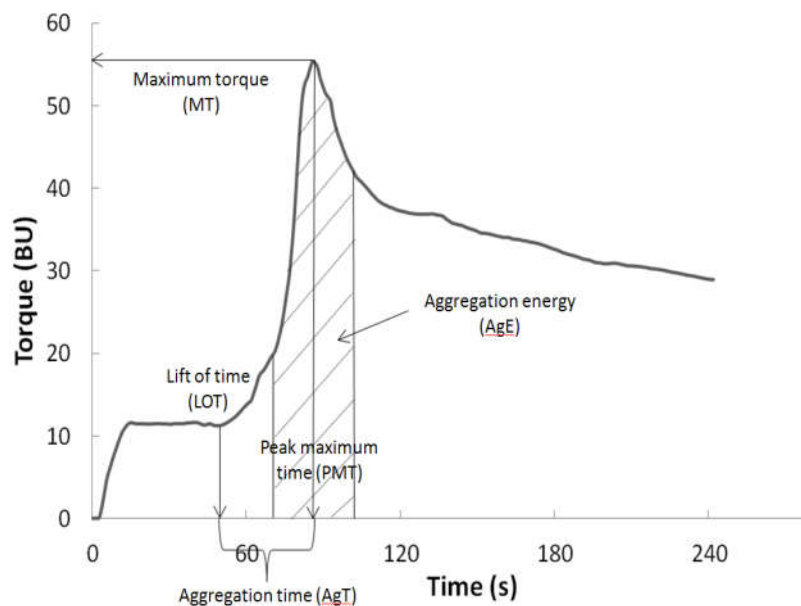
Gluten indeks je relativno nova metoda za određivanje kvaliteta glutena, koja je u korelaciji sa parametrima empirijskih osobina testa, kao što su otpor i energija koje se određuju ekstenzografom. Metoda je potpuno automatizovana, tako da se smanjuje uticaj ljudske greške pri određivanju ovog pokazatelja (Dowell i sar., 2008; Har Gil i sar., 2011). Istovremeno, ovom metodom dobijaju se podaci o sadržaju vlažnog glutena iz brašna i kvalitativnim osobinama glutena preko vrednosti gluten indeksa (procentualno izražena masa ostatka glutena na situ nakon centrifugiranja).

Gluten indeks je pokazatelj koji se brzo određuje i ukazuje na osobine vlažnog glutena. On pokazuje da li je gluten slab ili jak. Isprani gluten je pod standardizovanim uslovima propušten kroz specijalno konstruisano rešeto centrifuge (*Perten Instruments, Huddinge, Sweden, 2015*). Količina vlažnog glutena izražena u procentima, koja nije prošla kroz rešeto centrifuge u odnosu na ukupnu masu vlažnog glutena, predstavlja gluten indeks.

4.5.4. Određivanje reoloških osobina testa uređajem Brabender Glutopik-a (C.W. Brabender, Duisburg, Germany)

GlutoPeak je dodatna brza metoda pomoću koje dobijemo „otisak prsta“ kvaliteta glutena. Ova metoda opisuje kvalitet i ponašanje glutena i opisali su je Chandi i Seetharaman (2012). Na temperaturi od 36 °C brzinom od 2700 rpm GlutoPeak meša 8,5 g brašna i 9,5 g 2% rastvora NaCl, računato na 14% vlage brašna i meri otpor mešenju tokom agregacije glutena. Brašno dolazi u kontakt s vodom i usled mešenja nastaje gluten, a otpor suspenzije se povećava. Uređaj pomoću mernog tela (lopatica za mešanje) meri promene otpora i na monitoru se prikazuje dijagram promene otpora u zavisnosti od vremena. Nakon određenog vremena gluten postiže svoj maksimalni otpor, nakon čega daljim mešenjem dolazi do razrušavanja glutenske mreže i otpor opada. Iz merenja se vidi pik, koji označava maksimalnu vrednost otpora u brabenderovim jedinicama (BU) i vreme postizanja maksimuma pika.

Izgled Glutopik krive:



Slika 1. Izgled Glutopik krive (preuzeto od Marti i sar., 2015)

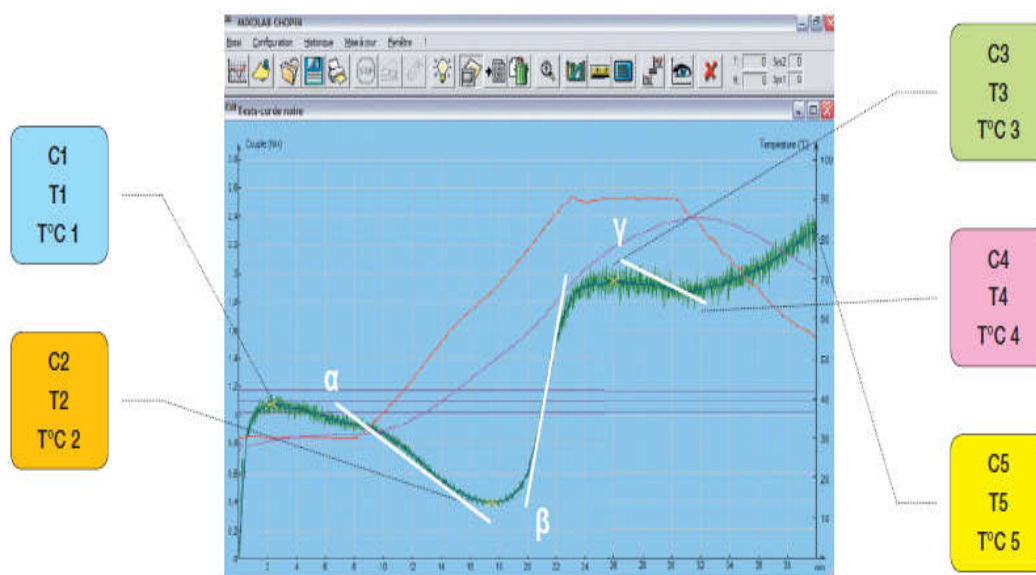
Rezultati koji su očitani sa krive bili su:

- maksimalna torzija (otpor, MT) – indikator jačine glutenske mreže
- vreme obrazovanja maksimuma pika (PMT) – indikator kinetike agregacije glutena.

4.5.5. Određivanje reoloških osobina testa uređajem Mixolab

Mixolab je relativno nov uređaj koji služi za ispitivanje reoloških osobina testa pri zamesu, praćenje promena koje nastaju pod kontrolisanim temperaturnim uslovima i pri porastu temperature do 90 °C, nakon čega sledi hlađenje. Ovim uređajem određuju se važne osobine testa pri zamesu: moć upijanja vode, razvoj i stabilitet testa, ali i druge koje ukazuju na proteolitičku i amilolitičku aktivnost, na osnovu kojih se određuje potencijalna namena ispitivanog brašna u prehrambenoj industriji (Dapčević-Hadnađev i sar., 2011; Dapčević-Hadnađev, 2013)

Određivanje reoloških osobina primenom Chopin Miksolab-a (*Chopin, Paris, France*), korišćen je Chopin+ protokol i merenje na konstantnu konzistenciju (Chopin Technologies Application Team, 2009; Dapčević-Hadnađev, 2013; Marti i sar., 2015). Samo u slučaju raži zbog nemogućnosti merenja na konstantnoj konzistenciji korišćen je pristup konstantne hidratacije (moć upijanja vode fiksirana na 57%) (*ICC standard method 173*).



Slika 2. Miksolab profil testa (preuzeto od Dubat i Boinot, 2012)

Parametri miksolab krive koji ukazuju na reološke osobine proteina:

- *MUV* - moć upijanja vode (%);
- vreme razvoja (min);
- stabilitet testa (min);

- $C1$ - inicijalna maksimalna konzistencija koja služi za određivanje moći upijanja vode;
- $C2$ - minimalna vrednost otpora na početku zagrevanja;

Parametri miksolab krive koji ukazuju na reološke osobine skroba:

- $C3$ - maksimalna vrednost (pik) otpora u fazi zagrevanja;
- $C4$ - minimum otpora nakon perioda zagrevanja;
- $C5$ - maksimum otpora nakon perioda hlađenja na $50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- $C4/C3$ - stabilnost skrobne paste, tj. odnos minimuma otpora nakon perioda zagrevanja i maksimuma otpora u fazi zagrevanja;
- $C5-C4$ - iznos retrogradacije skroba tj. razlika između maksimuma otpora nakon perioda hlađenja na $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ i minimuma otpora nakon perioda hlađenja;
- ugao α - nagib krive između $C2$ i kraja perioda na kome je T od 30°C - ukazuje na brzinu slabljenja proteinske mreže tokom zagrevanja;
- ugao β - nagib krive između $C2$ i $C3$ - definiše brzinu želatinizacije skroba;
- ugao γ - nagib krive između $C3$ i $C4$ - definiše brzinu enzimske degradacije.

Svi rezultati su iskazani u Miksolab jedinicama - Nm.

Tabela 6. Parametri koji utiču na Miksolab indekse

Indeks	Glavne tačke	Uticaj na finalni proizvod	Interpretacija indeksa
Apsorpcija	Sadržaj vode Količina i kvalitet proteina Nativni skrob Oštećenje skroba Vlakna	Veća apsorpcija: > prinos testa > želatinizacija > zapremina dizanja > mekoća sredine hleba > rizik od lepljivosti < starenje hleba	> indeks Veća apsorpcija vode
Mesivost	Gluten (glijadini/glutenini) Viskozitet, elastičnost, plastičnost, lepljivost i relaksacija Skrob (nativni i oštećeni) Rastvorljivi i nerastvorljivi pentozani	Zapremina zadržavanja gasova Lepljivost testa	> indeks Testo stabilnije i tolerantnije na mešanje
Gluten +	Gluteninske molekularne veze Tip hemijske veze	Viskozitet tokom prve faze zagrevanja Raskidanje veza između glutenskih molekula Zapremina	> indeks Manje slabljenje testa pri prvom zagrevanju, što ukazuje na jake gluteninske veze
Viskozitet	Struktura skroba Oštećenje skroba Aktivnost amilaze Dostupnost vode Proteini (interakcija) Prisustvo lipida	Lepljivost Zapremina dizanja Stvaranje sredine hleba Mekoća sredine hleba Retrogradacija (starenje hleba) Stvaranje korice Hrskava tekstura	> indeks Veći viskozitet zagrevanja, što je posledica osobina skroba ili aktivnosti amilaze
Amilaza	Amilaza (α i β) Skrob Hidratacija	Zapremina hleba Lepljivost sredine hleba Boja korice Starenje hleba Mekoća sredine hleba Ukus	< indeks Veća aktivnost amilaze
Retrogradacija	Amilopektin (kristalizacija) Lipidi Amiloza (ograničen) Gluten (ograničen) Interakcije	Mekoća sredine hleba Čvrstoća korice	> indeks Veća retrogradacija ukazuje na brže starenje hleba

*Tabela preuzeta od Dubat, A. (2013).

4.6. Obrada podataka

Ostvareni podaci u ispitivanju efikasnosti insekticida posle aplikacije na različite vrste žita, su izraženi u procentima (%) mortaliteta sa izračunatom standardnom greškom (SG). Pre analize, transformacija \arcsin upotrebljena je za procenat smrtnosti, dok je rezultat broja potomaka transformisan formulom $\log(x+1)$, a rezultati količine oštećenog zrna i prašine formulom \sqrt{x} . Rezultati ispitivanja kvaliteta brašna i reoloških osobina dati su kao srednja vrednost dva ponavljanja.

U zavisnosti od dizajna ogleada ovi podaci su, softverskim paketom StatSoft version 7.1 (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma), obrađeni jednofaktorijalnom ili višefaktorijalnom analizom varijanse, a značajnost razlika srednjih vrednosti je određena prema Tukey-Kramer (HSD) testu ($P=0,05$), odnosno za produkciju potomstva i analize reoloških osobina brašna korišćen je Dankan test (za $P=0,05$), po principima koje su opisali Sokal i Rohlf (1995).

Redukcija potomstva određena je formulom:

$\% RP = (K_n - T_n) \times 100 / K_n$ (Tapondjou i sar., 2002) gde je K_n broj imaga F_1 generacije u kontroli, T_n broj imaga F_1 generacije u tretiranom žitu.

Procenat gubitka težine zrna usled oštećenja, izazvanog aktivnošću rizoperte određena je prema matematičkoj formuli koju je propisao FAO (1992):

$$\% \text{ gubitka težine} = \frac{(T_n \times B_o) - (T_o \times B_n)}{T_n(B_o + B_n)} \times 100$$

gde je T_n -težina neoštećenog zrna, T_o -težina oštećenog zrna, B_n -broj neoštećenog zrna, B_o -broj oštećenog zrna.

Pearsonov koeficijent (za $P=0,005$) korišćen je da determiniše linearnu korelaciju između količine oštećenog zrna i parametara hemijske analize (sadržaja vlage, količine proteina i pepela).

5. REZULTATI

5.1. Efekti spinosada i abamektina na *R. dominica* i hemijske osobine strnih žita

5.1.1. Efikasnost spinosada i abamektina na *R. dominica* u različitim vrstama stnih žita

Na procenat smrtnosti *R. dominica* primenom insekticida spinosada i abamektina značajno je uticao period ekspozicije ($F_{2,630}=8415,55$; $P<0,0001$). Između perioda ekspozicije, uticaj svih faktora i njihove međusobne interakcije na smrtnost rizoperte bio je značajan na nivou $P=0,01$ (tabela 6). Pored toga, uticaj svih ostalih ispitivanih faktora i njihove interakcije bio je značajan na nivou $P<0,01$ u odnosu na period ekspozicije.

Tabela 6. MANOVA parametri za ispitivane faktore i njihove interakcije za procenat smrtnosti *R. dominica* primenom dva insekticida spinosada i abamektina u tri doze

Faktori	df	F	P
Između perioda ekspozicije			
Vrsta žita	4	59,7	<0,01
Insekticid	1	13058,8	<0,01
Doza	2	186,9	<0,01
Vrsta žita x insekticid	4	64,0	<0,01
Vrsta žita x doza	8	6,6	<0,01
Insekticid x doza	2	146,7	<0,01
Vrsta žita x insekticid x doza	8	7,0	<0,01
Greška	210		
U okviru perioda ekspozicije			
Period ekspozicije	2	8451,5	<0,01
Period ekspozicije x vrsta žita	8	42,7	<0,01
Period ekspozicije x insekticid	2	7835,8	<0,01
Period ekspozicije x doza	4	64,7	<0,01
Period ekspozicije x vrsta žita x insekticid	8	44,6	<0,01
Period ekspozicije x vrsta žita x doza	16	8,4	<0,01
Period ekspozicije x insekticid x doza	4	45,7	<0,01
Period ekspozicije x vrsta žita x insekticid x doza	16	8,4	<0,01
Greška	420		

Upotrebom spinosada, posle 7 dana izlaganja, primenom doza od 0,5 i 1 mg a.s./kg žita ostvarena je visoka smrtnost *R. dominica* ($\geq 98\%$) kod svih vrsta žita. Najmanja doza

primene izazvala je smrtnost od 94,5% (kod pšenice) do 100% (kod ječma). Primenom spinosada u količini od 1 mg/kg prouzrokovana je 100% smrtnost imaga rizoperte, osim kod vrste tritikalea gde je taj procenat bio neznatno niži (99,5%).

Abamektin je u odnosu na spinosad, u svim dozama primene posle 7 dana ekspozicije, bio značajno manje efikasan. Razlike u efikasnosti između doza primene postoje, naročito između najveće (1 mg/kg) i manjih doza (0,25 i 0,5 mg/kg) primene, ali s obzirom na nisku efikasnost abamektina te razlike su zanemarljive. Smrtnost je bila značajno niža od 50%, izuzev kod pšenice u dozi od 1 mg/kg (56,5%) (tabela 7.)

U odnosu na vrstu žita, primenom 0,25 mg/kg, različita efikasnost spinosada ustanovljena je kod pšenice, ovsa i tritikalea u odnosu na raž i na ječam, kod koga je efikasnost najveća (100%). Ostale doze primene nisu ispoljile značajne razlike u smrtnosti *R. dominica* u odnosu na vrstu žita, osim doza od 0,5 mg/kg kod tritikalea (grafikon 1). Efikasnost najmanje doze primene abamektina se značajno razlikovala između vrsta strnih žita, osim između ječma i raži (6,5% kod obe vrste). Primenom doze od 0,5 mg/kg ove razlike su umanjene, pa razlika u efikasnosti ne postoji između pšenice, ječma i ovsa (22,0; 23,5 i 24,0%, respektivno), dok je značajno manja smrtnost *R. dominica* prouzrokovana u raži i tritikaleu (7,5% i 14,5%). Primenom najveće doze abamektina efikasnost je značajno veća samo kod pšenice u odnosu na ostale vrste žita (56,5% u odnosu na 30,5; 27,5; 28,5 i 26,5%, respektivno).

U svim količinama primene kod svih vrsta žita, spinosad je bio visoko efikasan (100%) 14 dana posle tretiranja žita. Posle ovog perioda izlaganja rizoperte, efikasnost abamektina je značajno povećana (od 54,0% do 96,5%), a najveća smrtnost zabeležena je primenom najveće doze primene (85,0%, 78,5%, 81,0%, 96,5% i 79,0%, respektivno) (tabela 7). Kod svih ispitivanih vrsta, primenom 1 mg/kg smrtnost je bila značajno veća u odnosu na druge dve primenjene doze između kojih nije ustanovljena značajna razlika u efikasnosti.

Posle 14 dana izlaganja, nije zabeležena razlika u efikasnosti spinosada kod primene sve tri doze u ispitivanim vrstama žita. Primenom abamektina od 1 mg/kg najveća smrtnost zabeležena je kod ovsa (96,5%), a najmanja kod tritikalea i ječma (79,0% i 78,5%). Kod ovsa je ostvarena i najveća smrtnost rizoperte primenom 0,25 i 0,5 mg/kg (87,5% i 89,0%) u odnosu na ostale ispitivane vrste žita gde je, primenom ove dve doze, smrtnost bila značajno manja (ispod 70%). Primenom najmanje doze abamektina značajna razlika u efikasnosti nije postojala samo između raži i tritikalea, dok je doza od 0,5 mg/kg pokazala razliku u efikasnosti između ovsa (gde je ostvarena najveća efikasnost od 89%) i

ječma (gde je ostvarena najmanja efikasnost od 54%), dok između pšenice, raži i tritikalea razlike nisu zabeležene.

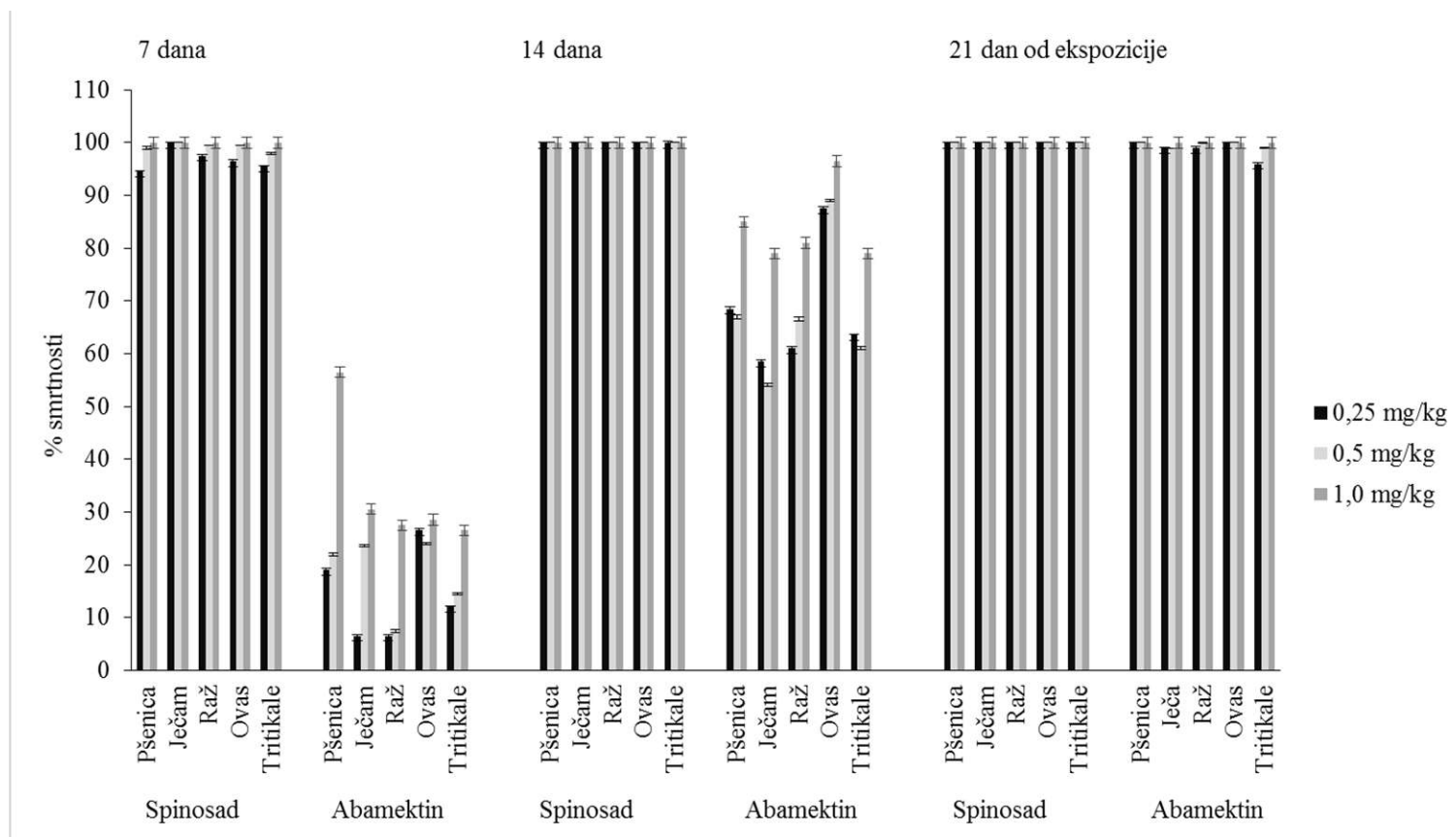
Značajno povećanje efikasnosti abamektina zabeleženo je posle 21 dana od ekspozicije. Kod svih ispitivanih vrsta nije utvrđena značajnost razlika između primene abamektina u količini od 0,5 mg/kg i 1,0 mg/kg. Kod pšenice je ostvarena smrtnost rizoperte od 100% u sve tri doze primene. Najmanja doza abamektina od 0,25 mg/kg ostvarila je statistički značajno manju smrtnost u odnosu na druge dve doze primene kod ječma, raži i tritikalea, ali je i kod ovih vrsta ostvarena visoka smrtnost (99%, 98,5% i 96,5%, respektivno) (tabela 7).

Značajne razlike kod ispitivanih vrsta žita u efikasnosti abamektina posle 21 dana izlaganja rizoperte nisu zabeležene pri primeni sve tri doze (smrtnost je bila >98,5%), osim kod tritikalea gde je primenom najmanje doze ostvarena smrtnost bila 96,5%.

Tabela 7. Smrtnost *R. dominica* (% ± SG) posle 7, 14 i 21 dana izlaganja u različitim vrstama žita tretiranim insekticidima spinosad i abamektin

Insekticid	Doza (mg/kg)	Smrtnost (%±SG) posle izlaganja u strnim žitima				
		Pšenica	Ječam	Raž	Ovas	Tritikale
Posle 7 dana izlaganja						
Spinosad	0,25	94,5±0,2b*	100,0±0,0a	97,5±0,2a	96,5±0,3b	96±0,2c
	0,5	99,0±0,2a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	98,0±0,2b
	1,0	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	99,5±0,1a
Abamektin	0,25	19,0±0,3d	6,5±0,2d	6,5±0,3c	26,5±0,3c	12,0±0,2e
	0,5	22,0±0,3d	23,5±0,2c	7,5±0,3c	24,0±0,2c	14,5±0,2e
	1,0	56,5±0,3c	30,5±0,3b	27,5±0,3b	28,5±0,3c	26,5±0,2d
Kontrola A	0	2,0±0,1e	1,0±0,1e	2,0±0,1d	1,0±0,1d	3,0±0,1f
<i>F</i>		545,11	4486,11	33,83	367,20	357,91
<i>P</i>		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Posle 14 dana izlaganja						
Spinosad	0,25	100,0±0,0a	100,0±0,0a	99,5±0,1a	99,5±0,1a	98,0±0,2a
	0,5	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a
	1,0	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a
Abamektin	0,25	68,5±0,4c	54,0±0,4c	61,0±0,4c	87,5±0,3c	63,5±0,2c
	0,5	67,0±0,4c	58,5±0,3c	66,5±0,3c	89,0±0,2c	61,0±0,3c
	1,0	85,0±0,2b	78,50±0,4b	81,0±0,3b	96,5±0,2b	79,0±0,3b
Kontrola A	0	2,0±0,1d	1,0±0,1d	2,0±0,1d	1,0±0,1d	3,0±0,1d
<i>F</i>		213,22	274,4	250,28	30,81	602,47
<i>P</i>		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Posle 21 dana izlaganja						
Spinosad	0,25	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	99,5±0,1a
	0,5	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a
	1,0	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a
Abamektin	0,25	100,0±0,0a	99,0±0,1b	98,5±0,2b	99,5±0,1a	96,5±0,2b
	0,5	100,0±0,0a	100,0±0,0a	99,0±0,1a	100,0±0,0a	99,0±0,1a
	1,0	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a	100,0±0,0a
Kontrola A	0	2,0±0,1b	1,0±0,1b	3,0±0,1b	1,0±0,1b	4,0±0,1c
<i>F</i>		No.var.	20,33	1,83	1,0	10,42
<i>P</i>		-	0,06	0,13	0,43	< 0,05

*Za svaki period ekspozicije, vrednosti po kolonama označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P>0,05$; $df=5,42$.



Grafikon 1. Smrtnost *R. dominica* u odnosu na vrstu žita posle 7, 14 i 21 dana izlaganja u različitim vrstama žita tretiranim insekticidima spinosad i abamektin

Posle deset nedelja od tretiranja strnih žita, oba ispitivana insekticida, u tri doze primene, sprečila su pojavu potomstva (tabela 8). Prijemčivost određene vrste žita za razvoj *R. dominica* je različit. Najveći broj potomaka u kontroli pojavio se u tritikaleu (432,5), potom u raži (177,1) i pšenici (128,5), a najmanje prijemčiv za razvoj ovog insekta je ovas (36,4).

Tabela 8. Prosečan broj potomaka ($\bar{X} \pm SG$) *R. dominica* u strnim žitima, sedam nedelja posle isejavanja roditelja, a deset nedelja posle tretiranja insekticidima spinosad i abamektin

Insekticid	Doza (mg/kg)	Prosečan broj potomaka ($\bar{X} \pm SG$) u strnim žitima				
		Pšenica	Ječam	Raž	Ovas	Tritikale
Spinosad	0,25	0	0	0	0	0
	0,5	0	0	0	0	0
	1,0	0	0	0	0	0
Abamektin	0,25	0	0	0	0	0
	0,5	0	0	0	0	0
	1,0	0	0	0	0	0
Kontrola A		128,5±1,0	82,1±0,8	177,1±0,8	36,4±0,3	432,5±0,8

* Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

Primenom spinosada u sve tri ispitivane doze nije došlo do oštećenja zrna. Kod primene abamektina doza nije uticala na masu oštećenog zrna, već je ta razlika ustanovljena između ispitivanih vrsta žita, s tim što iznos te mase nije prelazio 0,58 g. Najmanja masa oštećenih zrna konstatovana je u infestiranom ovsu (0,44g), ali ona nije statistički značajno veća u odnosu na masu nakon primene abamektina u dozi 0,5 mg/kg. Kod netretiranog, infestiranog tritikalea izmerena je najveća masa oštećenih zrna (10,26 g). Kod tritikalea tretiranog abamektinom u dozi 0,5 i 1,0 mg/kg ta masa je najmanja (0,11-0,11 g) u odnosu na druge vrste žita (0,44-0,5 g, 0,18-0,32 g, 0,24-0,36 g, 0,14-0,44 g, respektivno).

Između ispitivanih insekticida i doza primene nije utvrđena značajna razlika u masi prašine, s tim da je primenom abamektina (0,25 i 0,5 mg/kg) ta masa bila 0,01 g u odnosu na nepostojanje prašine primenom spinosada (tabela 8). U kontroli koja je infestirana rizopertom, izmerena je najveća masa prašine kod tritikalea (5,2 g), potom kod raži (3,8 g), a značajno manja kod pšenice (2,04 g), ječma (1,05 g) i najmanja kod ovsa (0,27 g).

Tabela 9. Masa oštećenih zrna i prašine (g±SG) posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz strnih žita tretiranim sa insekticidima spinosad i abamektin

Insekticid	Doza (mg/kg)	Masa oštećenih zrna i prašine (g±SG) u strnim žitima				
		Pšenica	Ječam	Raž	Ovas	Tritikale
Masa oštećenih zrna						
Spinosad	0,25	0±0,0a*	0±0,0a	0±0,0a	0±0,0a	0±0,0a
	0,5	0±0,0a	0±0,0a	0±0,0a	0±0,0a	0±0,0a
	1,0	0±0,0a	0±0,0a	0±0,0a	0±0,0a	0±0,0a
Abamektin	0,25	0,58±0,0b	0,15±0,0b	0,28±0,0b	0,22±0,0b	0,24±0,0b
	0,5	0,44±0,1b	0,18±0,0b	0,24±0,0b	0,41±0,1c	0,11±0,0b
	1,0	0,50±0,1b	0,32±0,1b	0,36±0,1b	0,14±0,0b	0,11±0,0b
Kontrola A	0	6,83±0,3c	3,04±0,2c	6,85±0,2c	0,44±0,1c	10,26±0,2c
<i>F</i>		47,51	24,64	122,96	44,36	187,00
<i>P</i>		> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Masa prašine						
Spinosad	0,25	0,00a	0,01±0,0a	0,05a	0,00a	0,01a
	0,5	0,00a	0,01a	0,00a	0,00a	0,00a
	1,0	0,00a	0,00a	0,01a	0,00a	0,00a
Abamektin	0,25	0,01±0,0a	0,01±0,0a	0,01±0,0a	0,01±0,0a	0,01±0,0a
	0,5	0,01±0,0a	0,01±0,0a	0,01±0,0a	0,01±0,0a	0,01±0,0a
	1,0	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
Kontrola A	0	2,04±0,1b	1,05±0,1b	3,80±0,2b	0,27±0,0b	5,20±0,2b
<i>F</i>		6,34	52,49	189,97	40,97	213,22
<i>P</i>		> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

* Za svaki parametar odvojeno, vrednosti unutar kolona označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P>0,05$; $df=8,49$. Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

5.1.2. Uticaj spinosada, abamektina i *R. dominica* na hemijske osobine strnih žita

Značajne razlike u sadržaju vlage ustanovljene su između kontrole A u odnosu na druge uzorke. U odnosu na kontrolu B koja je netretirana i nije izložena infestaciji, primena spinosada u sve tri doze nije izazvala promenu sadržaja vlage kod ječma, raži i tritikalea, kao ni kod pšenice i ovasa u dozi od 1 mg/kg. Primenom abamektina ustanovljena je značajna razlika u sadržaju vlage u odnosu na kontrolu B. Razlika u sadržaju vlage između doza primene abamektina nije ustanovljena kod pšenice (13,1%, 13,0% i 13,0%), dok kod ječma, raži i ovasa, postoji značajna razlika između doza primene od 0,25 i 0,5 mg/kg u odnosu na 1mg/kg, i kod tritikalea između doza od 0,25 i 1 mg/kg u odnosu na 0,5 mg/kg (tabela 10).

Poređenjem sadržaja vlage sa masom oštećenih zrna (tabela 9), analizom linearne korelacije Pearsonovim koeficijentom za $P<0,05$, $N=56$, utvrđeno je da postoji značajna pozitivna korelacija za pšenicu ($r=0,722$; $P<0,05$) i tritikale ($r=0,800$; $P<0,05$), manja

pozitivna korelacija za ječam ($r=0,598$; $P<0,05$) i raž ($r=0,675$; $P<0,05$), dok za ovas nema korelacije između ove dve vrednosti ($r=-0,720$; $P=0,598$).

Značajna razlika u sadržaju ukupnih proteina kod svih vrsta žita ustanovljena je kod kontrole A. Količina ove materije primenom ispitivanih insekticida, u odnosu na kontrolu B nije značajnije promenjena (tabela 10).

Poređenjem sadržaja proteina sa masom oštećenih zrna (tabela 9), analizom linearne korelacije Pearsonovim koeficijentom za $P<0,05$, $N=56$, utvrđeno je da postoji značajna negativna korelacija za raž ($r= -0,727$; $P<0,05$) i tritikale ($r=0,768$; $P<0,05$), slabija negativna korelacija za pšenicu ($r= -0,566$; $P<0,05$) i ječam ($r= -0,651$; $P<0,05$), dok za ovas nema korelacije između ove dve vrednosti ($r=0,274$; $P=0,087$).

Primena spinosada i abamektina nije prouzrokovala promenu sadržaja pepela kod ispitivanih vrsta žita. Izuzetak je primena abamektina u raži gde je sadržaj pepela povećan za 0,05%, 0,03% i 0,04% u odnosu na kontrolu B, ali je ta količina značajno manja u odnosu na povećanje sadržaja ove materije kod kontrole A (0,18%). Kod pšenice, raži i tritikalea u kontroli A utvrđen je značajno veći sadržaj pepela u odnosu na neinfestiranu kontrolu B i uzorke tretirane insekticidima. Kod ječma i ovasa nije izmerena značajnija promena ovog parametra.

Poređenjem sadržaja pepela sa masom oštećenih zrna (tabela 9), analizom linearne korelacije Pearsonovim koeficijentom za $P=0,05$, utvrđeno je da postoji značajna pozitivna korelacija za pšenicu ($r=0,662$, $P<0,05$), raž ($r=0,701$, $P<0,05$) i tritikale ($r=0,824$, $P<0,05$), dok za ječam i ovas nema korelacije između ove dve vrednosti ($r=0,189$; $P=0,242$; $r=0,170$; $P=0,293$).

Tabela 10. Sadržaj vlage, proteina i pepela (%± SE) posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz strnih žita tretiranim sa insekticidima spinosad i abamektin

Insekticid	Doza (mg/kg)	Sadržaj vlage, proteina i pepela (%±SG) u uzorcima različitih vrsta žita				
		Pšenica	Ječam	Raž	Ovas	Tritikale
Sadržaj vlage						
Spinosad	0,25	12,0±0,01a*	11,6±0,01a	11,7±0,01a	11,7±0,01cd	11,7±0,01a
	0,5	12,8±0,01c	11,5±0,01a	11,9±0,01a	11,2±0,01ab	11,6±0,01a
	1,0	12,4±0,01b	11,6±0,01a	11,9±0,01a	11,5±0,01bc	11,8±0,01a
Abamektin	0,25	13,1±0,02d	12,9±0,01c	12,9±0,03c	11,6±0,01cd	12,8±0,03c
	0,5	13,0±0,02cd	12,7±0,02c	12,8±0,02c	11,2±0,01ab	12,4±0,03b
	1,0	13,0±0,01cd	12,2±0,01b	12,3±0,03b	11,8±0,01d	12,7±0,02c
Kontrola A		14,6±0,05e	13,4±0,02d	13,6±0,06d	11,8±0,02d	14,4±0,07d
Kontrola B		12,4±0,01b	11,8±0,01a	11,7±0,01a	11,0±0,01a	11,8±0,01a
<i>F</i>		181	112,4	49,4	22,7	275,7
<i>P</i>		> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Sadržaj proteina						
Spinosad	0,25	13,21±0,01a	12,05±0,02a	15,80±0,02a	13,31±0,02ab	12,32±0,02a
	0,5	13,22±0,02a	12,05±0,02a	15,78±0,02a	13,30±0,02abc	12,32±0,02a
	1,0	13,22±0,01a	12,06±0,01a	15,78±0,02a	13,31±0,02abc	12,32±0,01a
Abamektin	0,25	13,12±0,02a	12,02±0,04a	15,76±0,02a	13,29±0,02abc	12,29±0,01a
	0,5	13,15±0,02a	12,00±0,03a	15,75±0,02a	13,29±0,02bc	12,28±0,02a
	1,0	13,15±0,01a	12,02±0,04a	15,75±0,02a	13,30±0,02abc	12,30±0,01a
Kontrola A		12,47±0,02b	11,72±0,02b	15,54±0,05b	13,28±0,02c	10,72±0,05b
Kontrola B		13,22±0,01a	12,05±0,02a	15,80±0,02a	13,31±0,01a	12,32±0,01a
<i>F</i>		69	19	305	4	562
<i>P</i>		> 0,05	> 0,05	> 0,05	0,0012	> 0,05
Sadržaj pepela						
Spinosad	0,25	1,73±0,03a	2,34±0,02a	1,90±0,1a	3,38±0,1a	2,25±0,02a
	0,5	1,73±0,03a	2,33±0,02a	1,90±0,1a	3,37±0,1a	2,24±0,02a
	1,0	1,72±0,02a	2,33±0,01a	1,91±0,1a	3,37±0,1a	2,25±0,02a
Abamektin	0,25	1,74±0,03a	2,33±0,02a	1,96±0,03b	3,38±0,06a	2,31±0,06a
	0,5	1,74±0,04a	2,33±0,02a	1,94±0,03ab	3,36±0,04a	2,29±0,02a
	1,0	1,73±0,04a	2,32±0,01a	1,95±0,03ab	3,38±0,06a	2,27±0,02a
Kontrola A		1,83±0,04b	2,44±0,04a	2,09±0,03c	3,40±0,03a	2,82±0,4b
Kontrola B		1,72±0,05a	2,34±0,05a	1,91±0,06ab	3,38±0,03a	2,25±0,05a
<i>F</i>		5,03	0,79	26,0	0,9	144,3
<i>P</i>		> 0,05	0,596	> 0,05	0,52	> 0,05

* Vrednosti unutar svake kolone označene istim slovima ukazuju da statistički značajna razlika ne postoji;

Tukey-Kramer (HSD) test za $P>0,05$; $df=7,56$;

-Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*;

- Kontrola B - ne tretirano, ne infestirano zrno.

5.2. Efekti diatomejske zemlje na *R. dominica* i fizičke i hemijske osobine strnih žita

5.2.1. Insekticidni potencijal diatomejske zemlje na *R. dominica*

Na procenat smrtnosti *R. dominica* primenom tri diatomejske zemlje (DZ) značajno je uticao period ekspozicije ($F_{2,630}=1270,47$; $P<0,0001$). Između perioda ekspozicije, uticaj svih faktora i njihova međusobna interakcija na smrtnost rizoperte bila je značajna na nivou $P=0,05$, osim uticaja interakcije vrsta žita x količina primene i vrsta žita x vrsta primenjene DZ x količina primene DZ (tabela 11). Pored toga, uticaj svih ostalih ispitivanih faktora i njihove interakcije bio je značajan na nivou $P<0,01$ u odnosu na period ekspozicije.

Tabela 11. MANOVA parametri za ispitivane faktore i njihove interakcije za procenat smrtnosti *R. dominica* primenom tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

Faktori	df	F	P
Između perioda ekspozicije			
Vrsta žita	4	53,3	<0,01
DZ	2	237,7	<0,01
Količina primene	2	412,5	<0,01
Vrsta žita x DZ	8	3,0	<0,01
vrsta žita x količina primene	8	1,1	0,38
DZ x količina primene	4	14,5	<0,01
Vrsta žita x DZ x količina primene	16	1,1	0,37
Greška			
U okviru perioda ekspozicije			
Period ekspozicije	2	1270,5	<0,01
Period ekspozicije x vrsta žita	8	2,5	0,01
Period ekspozicije x vrsta žita	4	27,2	<0,01
Period ekspozicije x DZ	4	4,3	<0,01
Period ekspozicije x rate	16	2,6	<0,01
Period ekspozicije x vrsta žita x DZ	16	3,2	<0,01
Period ekspozicije x vrsta žita x količina primene	8	13,2	<0,01
Period ekspozicije x DZ x količina primene	32	1,7	0,01
Period ekspozicije x vrsta žita x DZ x količina primene	32	1,7	0,01
Greška	630		

Smrtnost *R. dominica* u strnim žitima posle 7 dana od primene tri diatomejske zemlje je, u svim vrstama strnih žita, bila najniža primenom količine od 0,5 g DZ/kg. Primena DZ Protect-It je u sve tri količine, kod svih vrsta žita bila najefikasnija. DZ S-1 značajno je bila efikasnija od DZ S-2, koja je prouzrokovala najmanju smrtnost kod svih vrsta žita u svim ispitivanim uzorcima.

Najveću smrtnost od 98,5 i 99,5% je posle 7 dana izlaganja prouzrokovao preparat Protect-It primenjen u količini 1,5 g/kg kod ječma i ovsu, dok su, primenjene u istoj količini, DZ iz Srbije najveću smrtnost prouzrokovale na ječmu, DZ S-1 84,5% i DZ S-2 72,5%. U isto vreme, sva tri prašiva su sa količinom 0,5 g/kg kod tritikalea i raži prouzrokovale najmanju smrtnost *R. dominica*, 14-18%, 3-4% i 2-6% (respektivno).

Posle 14 dana ekspozicije, sve tri količine DZ u svim vrstama žita su prouzrokovale značajno veću smrtnost *R. dominica* u odnosu na prvih 7 dana izlaganja. Visoka smrtnost rizoperte (91,5-100%) ustanovljena je kod pšenice, ječma, raži i ovsu tretiranjem sa DZ Protect-It u dve najveće količine primene, kao i najvećom količinom ovog prašiva u tritikaleu.

Tretiranjem žita DZ poreklom iz Srbije, smrtnost rizoperte je značajno veća sa povećanjem količine primene. Najveća količina DZ S-1 prouzrokovala je najveću smrtnost u pšenici i ječmu, dok je prašivo DZ S-2 najveću smrtnost ispoljilo u ječmu, 82,5%. Iste količine DZ S-1 su prouzrokovale značajno veću smrtnost insekata nego DZ S-2 u pšenici (1,5 g/kg), ječmu (1g/kg), raži, ovsu i tritikaleu (1,0 i 1,5 g/kg). Najmanja smrtnost *R. dominica* utvrđena je u tritikaleu i raži tretiranim sa 0,5 g/kg Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2 (22-27%, 8-11,5% i 3,5-12%, respektivno). U odnosu na vrstu žita primenom sve tri DZ u svim količinama, efikasnost u tritikaleu i raži značajno je manja u odnosu na pšenicu, ječam i ovas (grafikon 2).

Posle 21 dana izlaganja visoka smrtnost (90-100%) je utvrđena izlaganjem imaga *R. dominica* dvema najvećim količinama prašiva Protect-It u svim žitima, zatim DZ S-1 u pšenici i ovsu i DZ S-2 u pšenici i ječmu. U istom intervalu visoka smrtnost *R. dominica* u rasponu 92,0 - 99,5% je utvrđena u ječmu, raži, tritikaleu i u ovsu tretiranim najvećom količinom DZ S-1 i S-2.

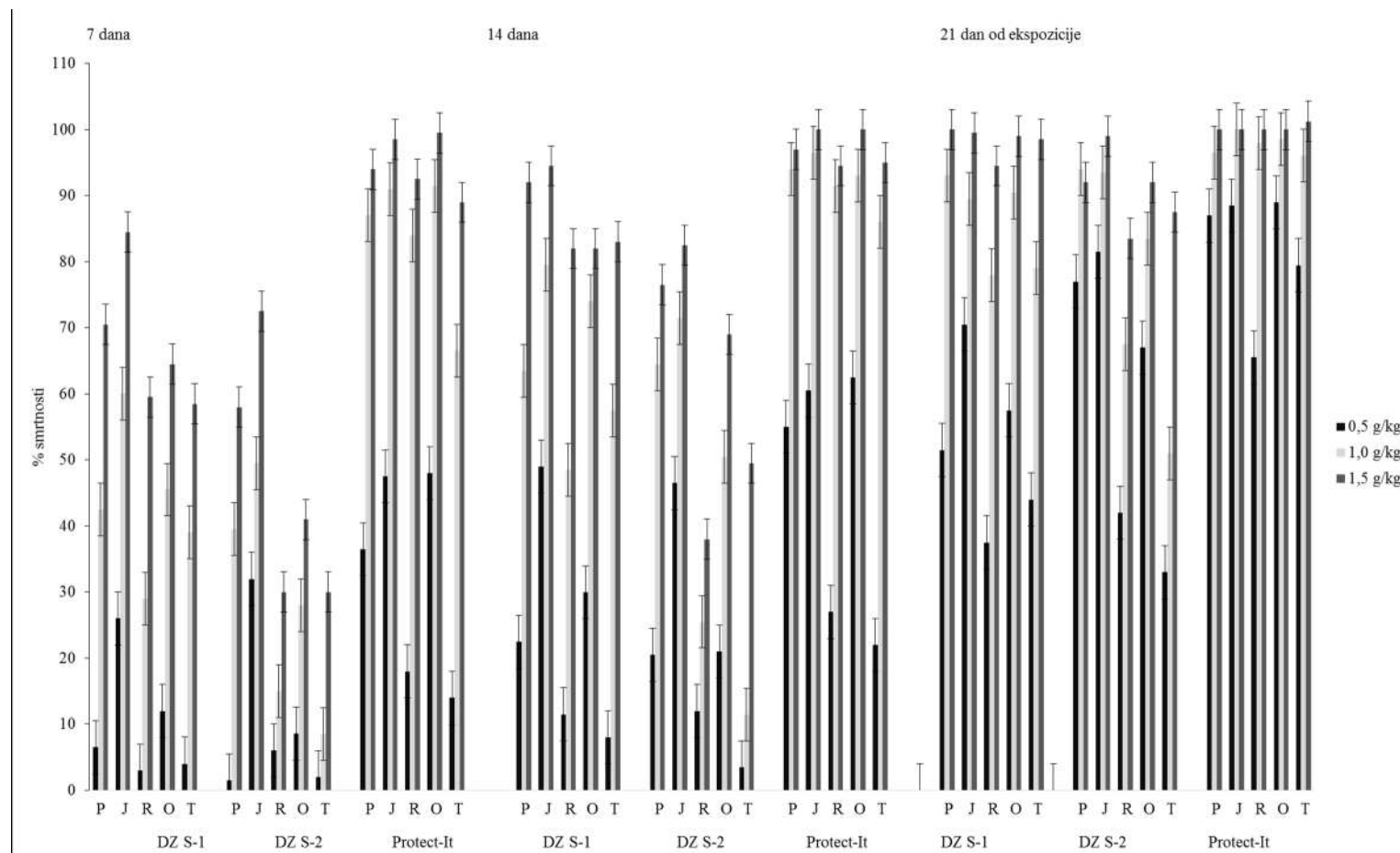
Najmanja smrtnost *R. dominica* posle 21 dana izlaganja, kao i posle 14 dana, utvrđena je u tritikaleu i raži tretiranim sa 0,5 g/kg Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2 (58,5-65,5%, 37,5-44% i 33-42%). Povećanjem količine primene, razlika između vrsta je značajno manja, pa je primenom najveće količine DZ S-1 smrtnost u tritikaleu i raži (98,5-94,5%) neznatno manja u odnosu na pšenicu, ječam i ovas (100-99,5-99,0%), dok primenom iste količine prašiva Protect-It razlika između vrsta žita ne postoji (100%) (grafikon 2).

Tabela 12. Smrtnost *R. dominica* (%±SG) posle 7, 14 i 21 dana izlaganja u različitim vrstama strnog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

DZ	Količina (g/kg)	Smrtnost (%±SG) posle izlaganja u strnim žitima				
		Pšenica	Ječam	Raž	Ovas	Tritikale
Posle 7 dana izlaganja						
DZ S-1	0,5	6,5±2,6 efg*	26,0±9,1 ef	3,0±0,7 cd	12,0±2,4 ef	4,0±1,7 f
	1,0	42,5±11,2 d	60,0±7,8 cde	29,0±6,2 cd	45,5±4,1 bc	39,0±7,0cd
	1,5	70,5±8,1 bc	84,5±4,9 abc	59,5±6,2 b	64,5±7,1 b	58,5±4,3 bc
DZ S-2	0,5	1,5±0,7 fg	32,0±9,9 ef	6,0±2,8 cd	8,5±2,6 ef	2,0±1,1 f
	1,0	39,5±4,5 de	49,5±7,4 de	15,0±6,8 cd	28,0±5,0 cde	8,5±3,2 ef
	1,5	58,0±4,6 cd	72,5±7,7 bcd	30,0±10,8 c	41,0±4,4 cd	30,0±7,5 de
Protect-It	0,5	36,5±5,0 def	47,5±11,4de	18,0±4,8 cd	48,0±8,4 bc	14,0±1,7 ef
	1,0	87,0±3,8 ab	91,0±2,2 ab	84,0±4,2 a	91,5±3,3 a	66,5±4,1 b
	1,5	94,0±3,4 a	98,5±0,7 a	92,5±1,2 a	99,5±0,5 a	89,0±3,1 a
Kontrola A	0	3,0±0,1g	1,0±0,1f	4,0±0,1d	3,0±0,1f	4,0±0,1f
	<i>F</i>	34,0	22,6	41,1	54,3	85,6
	<i>P</i>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Posle 14 dana izlaganja						
DZ S-1	0,5	22,5±6,6 d	49,0±11,7cd	11,5±3,9 d	30,0±4,8 d	8,0±2,1 d
	1,0	63,5±9,0 c	79,5±4,6 bcd	48,5±4,3 b	74,0±3,5 b	57,5±5,5 c
	1,5	92,0±2,4 ab	94,5±1,8 ab	82,0±2,5 a	82,0±6,7 b	83,0±4,8 b
DZ S-2	0,5	20,5±2,1 d	46,5±10,2 d	12,0±3,4 cd	21,0±4,3 d	3,5±1,4 d
	1,0	64,5±5,0 c	71,5±6,4 bcd	25,5±8,4 bcd	50,5±3,5 cd	11,5±3,7 d
	1,5	76,5±2,4 bc	82,5±7,8 abc	38,0±11,0 bc	69,0±5,4 bc	49,5±7,0 c
Protect-It	0,5	55,0±7,7 c	60,5±12,4 cd	27,0±7,0 bcd	62,5±7,6 bc	22,0±2,7 d
	1,0	94,0±3,1 a	96,5±1,4 ab	91,5±3,6 a	93,0±2,9 a	86,0±3,2 b
	1,5	97,0±1,6 a	100,0±0,0 a	94,50±1,3 a	100,0±0,0 a	95,0±1,8 a
Kontrola A	0	3,0±0,1e	1,0±0,1e	4,0±0,1e	3,0±0,1e	4,0±0,1e
	<i>F</i>	42,5	9,2	35,1	41,2	61,5
	<i>P</i>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Posle 21 dana izlaganja						
DZ S-1	0,5	51,5±10,3 d	70,5±9,9 b	37,5±9,1 e	57,5±2,1 d	44,0±7,5 cd
	1,0	93,0±1,8 ab	89,5±4,5 ab	78,0±3,8 bc	90,5±2,6 bc	79,0±3,7 b
	1,5	100,0±0,0 a	99,5±0,5 a	94,5±0,7 ab	99,0±0,7 ab	98,5±0,7 a
DZ S-2	0,5	77,0±3,4 cd	81,5±5,7 b	42,0±3,5 de	67,0±2,9 d	33,0±5,0 d
	1,0	94,0±2,5 ab	93,5±2,0 ab	67,5±7,8 cd	83,5±5,1 c	51,0±5,4 cd
	1,5	92,0±3,5 ab	99,0±0,7 a	83,5±5,0 bc	92,0±2,8 abc	87,5±2,4 b
Protect-It	0,5	87,0±3,8 bc	88,5±5,0 ab	65,5±8,3 cd	89,0±5,3 bc	58,5±4,4 c
	1,0	96,5±2,1 ab	100,0±0,0 a	98,0±1,3 a	98,5±1,0 ab	96,5±1,6 a
	1,5	100,0±0,0 a	100,0±0,0 a	100,0±0,0 a	100,0±0,0a	100,0±0,0 a
Kontrola A	0	3,0±0,1e	1,0±0,1c	4,0±0,1f	4,0±0,1e	5,0±0,1e
	<i>F</i>	42,0	28,5	42,9	45,8	86,6
	<i>P</i>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

* Za svaki period ekspozicije, vrednosti po kolonama označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P>0,05$; $df=8,70$;

- Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*.



*P-pšenica, J-ječam, R-raž, O-ovas, T-tritikale.

Grafikon 2. Smrtnost *R. dominica* (% ± SG) u odnosu na vrstu žita posle 7,14 i 21 dana izlaganja u različitim vrstama strnog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

Uticaj svih ispitivanih faktora i njihove međusobne interakcije bile su značajne ($P < 0,05$) za pojavu potomstva *R. dominica* sa izuzetkom uticaja interakcije vrsta žita x DZ x količina primene (tabela 13).

Tabela 13. ANOVA parametri za uticaj ispitivanih faktora i njihova interakcija za broj potomaka *R. dominica* na ispitivanim vrstama žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

Faktori	df	F	P
Vrsta žita	4	124,8	<0,01
DZ	2	45,8	<0,01
količina primene	2	212,0	<0,01
Vrsta žita x DZ	8	3,2	<0,01
vrsta žita x količina primene	8	8,6	<0,01
DZ x količina primene	4	3,9	<0,01
Vrsta žita x DZ x količina primene	16	1,5	0,08
Greška	315		

Generalno, najmanja brojnost potomaka je utvrđena u žitima tretiranim prašivom Protect-It, dok razlike između prašiva DZ S-1 i DZ S-2 praktično nema, jer je samo kod prašiva DZ S-1 primenjenog u količini 0,5 g/kg žita bilo statistički značajno manje potomaka (tabela 14). Visoka redukcija potomstva ≥ 95 % je utvrđena u ječmu i ovsu tretiranim sa sve tri količine prašiva Protect-It i dve najveće količine prašiva iz Srbije, kao i u pšenici, raži i tritikaleu tretiranim sa 1,0 i 1,5 g/kg prašiva Protect-It, odnosno sa 1,5 g/kg DZ S-1 (osim u tritikaleu 92,2%) i DZ S-2. Najmanja redukcija potomstva je utvrđena u pšenici i tritikaleu tretiranim sa 0,5 g/kg sve tri DZ (52,3-77,9% i 38,3-86,1%).

Tabela 14. Prosečan broj potomaka ($\bar{X} \pm SG$) i redukcija potomstva (%) *R. dominica* u strnim žitima, sedam nedelja posle isejavanja roditelja, a deset nedelja posle tretiranja sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

DZ	Količina (g/kg)	Prosečan broj potomaka ($\bar{X} \pm SG$) i redukcija potomstva (RP,%) u strnim žitima									
		Pšenica		Ječam		Raž		Ovas		Tritikale	
		($\bar{X} \pm SG$)	RP	($\bar{X} \pm SG$)	RP	($\bar{X} \pm SG$)	RP	($\bar{X} \pm SG$)	RP	($\bar{X} \pm SG$)	RP
DZ S-1	0,5	46,7±5,0b*	72,8	15,0±3,1b	85,0	26,6±7,8c	90,0	0,9±0,3cd	97,3	101,6±15,0bc	76,3
	1,0	15,7±6,3d	90,9	4,2±1,7c	95,8	22,9±7,0c	91,4	0,6±0,4cd	98,2	65,5±8,8bc	84,7
	1,5	4,2±1,1e	97,5	0,4±0,4d	99,6	9,7±4,0d	96,3	0,5±0,3cd	98,5	15,0±4,5d	92,2
DZ S-2	0,5	81,9±9,9b	52,3	20,4±1,3b	79,6	56,2±3,6b	78,8	2,5±0,8b	92,6	264,1±85,9b	38,3
	1,0	17,5±1,9c	89,8	5,0±0,8c	95,0	22,1±1,0c	91,7	1,5±0,4bcd	95,6	87,0±30,1c	79,7
	1,5	4,6±1,8ef	97,3	0,4±0,3de	99,6	6,4±2,7de	97,6	0,7±0,5cd	97,9	33,2±14,0d	96,5
Protect-It	0,5	37,9±4,9bc	77,9	4,4±1,7c	95,6	20,0±2,9c	92,5	0,5±0,3cd	98,5	59,5±11,8bc	86,1
	1,0	2,1±0,8ef	98,8	1,9±1,4d	98,1	0,7±0,2e	99,7	0,0±0,0e	100,0	12,0±2,5d	97,2
	1,5	0,9±0,4f	99,5	0,0±0,0e	100	0,9±0,4e	99,7	0,0±0,0e	100,0	2,9±1,1e	99,3
Kontrola A	0	171,9±19,7a	-	100,1±8,7a	-	265,7±43,6a	-	33,9±8,1a	-	428,2±14,5a	-
<i>F</i>		23,71		22,08		18,10		3,31		12,09	
<i>P</i>		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05	

*Vrednosti unutar svake kolone označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Dankan test za $P > 0,05$; $df = 8,63$.

Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

Kod svih vrsta žita najveće oštećenje zrna je utvrđeno u kontroli A, koje je u odnosu na sve varijante primenjenih DZ značajno veće (tabela 15). Ustanovljene su razlike između tretiranih vrsta za sve testirane DZ. Najmanje oštećenje zrna ispitivanih žita je utvrđeno u varijantama gde su primenjeni Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2 u količini 1,0 i 1,5 g/kg, sa masom oštećenih zrna od 0,1–0,4 g, 0,1–0,9 g i 0,1–1,9 g, respektivno, a najveće u tritikaleu primenom 0,5 g/kg Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2, sa masom 1,2 g, 1,3 g i 5,5 g.

Masa prašine, koja je izmerena posle brojanja potomaka, je značajno veća u kontroli A u odnosu na uzorke gde su primenjene sve tri DZ. Najveća masa prašine od 3,2 g je utvrđena u tritikaleu tretiranom sa 0,5 g/kg DZ S-1, a najmanja kod svih žita pri primeni Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2 u količini od 1,0 i 1,5 g/kg sa prašinom mase 0,02–0,09 g, 0,03–0,94 g i 0,05–0,72 g (respektivno) (tabela 15).

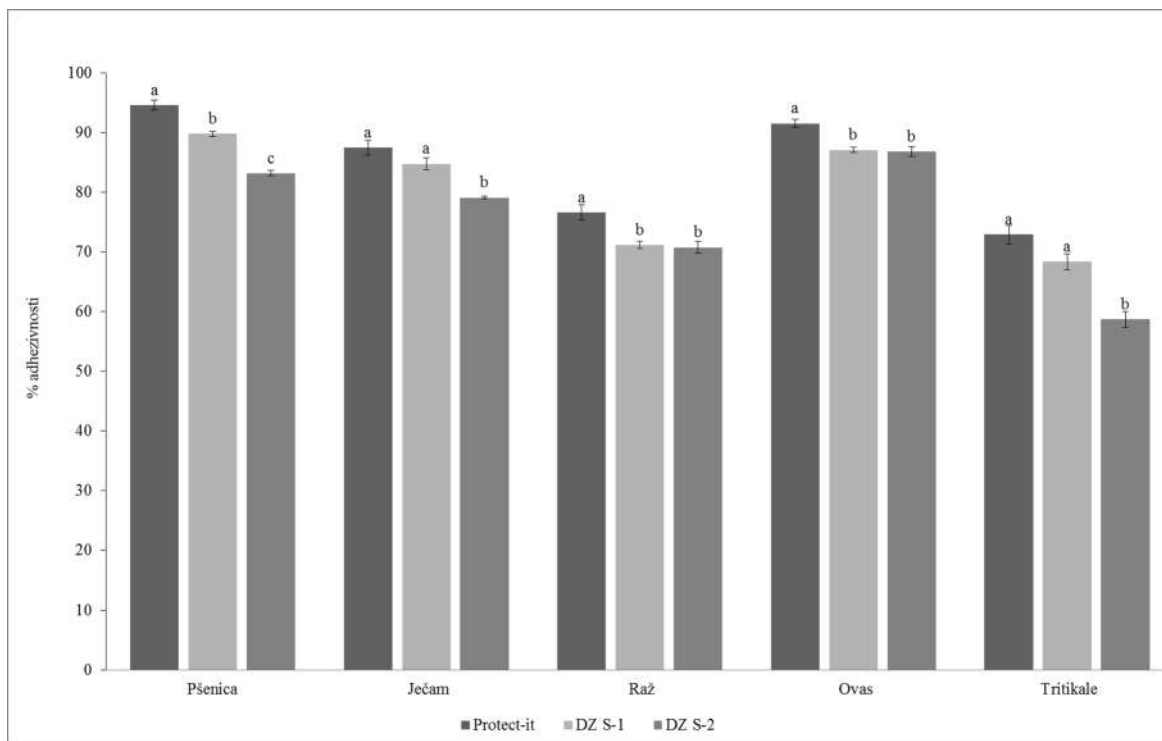
Table 15. Masa oštećenih zrna i prašine (g±SG) posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz strnih žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

DZ	Količina (g/kg)	Oštećena zrna i prašina (g±SG) u strnim žitima				
		Pšenica	Ječam	Raž	Ovas	Tritikale
Masa oštećenih zrna						
DZ S-1	0,5	1,1±0,2b*	0,6±0,2b	1,2±0,3c	0,1±0,0a	1,3±0,4b
	1,0	0,6±0,1ab	0,2±0,0ab	0,9±0,2bc	0,2±0,1ab	0,9±0,3ab
	1,5	0,4±0,1a	0,1±0,0a	0,5±0,1abc	0,1±0,0a	0,4±0,1ab
DZ S-2	0,5	2,5±0,3c	0,2±0,1ab	1,0±0,3bc	0,1±0,0a	5,5±1,5c
	1,0	0,8±0,2ab	0,1±0,0ab	0,6±0,1abc	0,1±0,0a	1,9±0,5bc
	1,5	0,5±0,0ab	0,1±0,0a	0,3±0,1ab	0,2±0,0ab	0,9±0,2ab
Protect-It	0,5	0,9±0,1b	0,1±0,0a	0,5±0,1abc	0,2±0,1a	1,2±0,0ab
	1,0	0,2±0,0a	0,1±0,0a	0,3±0,1ab	0,1±0,0a	0,4±0,1ab
	1,5	0,3±0,1a	0,3±0,1ab	0,2±0,0a	0,1±0,0a	0,2±0,1a
Kontrola A	0	4,0±0,3d	2,2±0,6c	3,5±0,4d	0,5±0,1b	8,9±1,0d
<i>F</i>		33,77	14,08	18,04	3,53	23,29
<i>P</i>		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Masa prašine						
DZ S-1	0,5	0,60±0,08b	0,19±0,05b	0,55±0,12c	0,06±0,02a	3,18±1,08bc
	1,0	0,13±0,04ab	0,03±0,01a	0,34±0,06abc	0,05±0,02a	0,94±0,29ab
	1,5	0,05±0,02ab	0,03±0,01a	0,15±0,05ab	0,04±0,01a	0,39±0,12a
DZ S-2	0,5	0,24±0,09c	0,04±0,01ab	0,45±0,14bc	0,07±0,01a	1,13±0,45ab
	1,0	0,10±0,03ab	0,06±0,01ab	0,18±0,05abc	0,07±0,01a	0,72±0,26a
	1,5	0,47±0,03cd	0,04±0,02a	0,14±0,02ab	0,05±0,01a	0,28±0,07a
Protect-It	0,5	0,19±0,03b	0,13±0,05ab	0,35±0,05abc	0,06±0,01a	0,94±0,25ab
	1,0	0,04±0,00ab	0,02±0,01a	0,09±0,02ab	0,03±0,01a	0,18±0,03a
	1,5	0,02±0,01ab	0,02±0,01a	0,09±0,04a	0,03±0,01a	0,11±0,06a
Kontrola A	0	1,35±0,21d	0,86±0,16c	2,86±0,88d	0,16±0,03b	5,20±0,66c
<i>F</i>		29,8	24,4	47,8	10,5	11,0
<i>P</i>		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

*Za svaki parametar odvojeno, vrednosti unutar kolona označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P>0,05$; $df=8,70$. Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

5.2.2. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na fizičke i hemijske osobine strnih žita

Najveća adhezivnost na zrnju sve tri DZ je utvrđena kod pšenice i ovasa, od 95,0% do 83,0%, a najmanja kod raži i tritikalea, od 77,0% do 58,7% (grafikon 3). U svim vrstama žita značajno najveću adhezivnost je ispoljio preparat Protect-It, osim kod ječma i tritikalea, gde nije bilo razlike u odnosu na DZ S-1. Takođe, u pšenici, ječmu i tritikaleu, prašivo DZ S-1 je ispoljilo statistički značajno veću adhezivnost u odnosu na DZ S-2.



*Vrednosti između jedne vrste žita i primenjenih diatomejskih zemlji označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P > 0,05$; u svim slučajevima $df=2,15$, $P < 0,05$.

Grafikon 3. Sposobnost adhezivnosti (%±SG) tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2) na strna žita

Značajna redukcija hektolitarske mase posle nanošenja DZ je utvrđena kod svih vrsta žita, s tim da je najveću promenu prouzrokovao preparat Protect-It, posebno u pšenici, tritikaleu i raži, 8,8% (sa 80,8 na 73,7), 8,1% (sa 79,6 na 73,2) i 8,0% (sa 71,0 na 65,3), dok je najniža redukcija hektolitarske mase koju je ovo prašivo izazvalo zabeležena u ječmu i ovsu, 5,0% i 3,6% (sa 70,5 na 66,9, odnosno sa 50,0 na 48,2). Signifikantno različita redukcija hektolitarske mase je zabeležena između sve tri vrste prašiva primenjene na ječmu i raž, dok je redukcija hektolitarske mase pšenice, ova i tritikalea značajno različita samo između prašiva Protect-It i obe DZ iz Srbije. Najmanju redukciju hektolitarske mase su prouzrokovala prašiva DZ S-1 i DZ S-2, u ječmu i ovsu, 3,8 i 2,5%, odnosno 0,1 i 1,4% (tabela 16).

Tabela 16. Uticaj tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2) na hektolitarsku masu strnih žita (HM) i procenat redukcije (PR) u količini primene od 1 g/kg žita

Strna žita	Početna HM (kg/hl ± SG)	Hektolitarska masa (kg/hl ± SG) i procenat redukcije (PR, %)						F	P
		DZ S-1	PR	DZ S-2	PR	Protect-It	PR		
Pšenica	80,81±0,06a*	75,11±0,08b	7,1	75,17±0,08b	6,9	73,69±0,06c	8,8	800	<0.01
Ječam	70,48±0,10a	67,76±0,08c	3,8	68,72±0,08b	2,5	66,92±0,08d	5,0	101,8	<0.01
Raž	70,97±0,11a	67,65±0,12b	4,7	66,48±0,08c	6,3	65,30±0,10d	8,0	121,6	<0.01
Ovas	49,97±0,08a	49,42±0,07b	0,1	49,25±0,08b	1,4	48,16±0,08c	3,6	34,6	<0.01
Tritikale	79,61±0,44a	74,26±0,07b	6,7	74,39±0,09b	6,5	73,16±0,08c	8,1	428,1	<0.01

*Vrednosti unutar iste vrste žita i tri diatomejske zemlje označene istim slovima se statistički ne razlikuju, u svim slučajevima $df=3,36$. Tukey-Kramer (HSD) test za $P>0,05$

U svim vrstama žita u kontroli A utvrđen je značajno najveći sadržaj vlage u odnosu na druge ispitivane varijante, osim u ovsu gde nije bilo značajnih razlika ni između jedne ispitivane varijante (tabela 17). Sadržaj vlage u kontroli B kod svih vrsta žita se nije statistički značajno razlikovao u odnosu na uzorke tretirane prašivima Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2, osim kod tritikalea tretiranim sa DZ iz Srbije u količini od 0,5g/kg.

Poređenjem sadržaja vlage sa masom oštećenih zrna (tabela 15.) analizom linearne korelacije Pearsonovim koeficijentom za $P=0,05$, utvrđeno je da postoji značajna pozitivna korelacija za pšenicu ($r=0,795$, $P<0,05$), tritikale ($r=0,739$, $P<0,05$), ječam ($r=0,714$, $P<0,05$) i najmanja za raž ($r=0,439$, $P<0,05$), dok za ovas nema korelacije između ove dve vrednosti ($r=0,877$, $P=0,017$).

Sadržaj ukupnih proteina je značajno smanjen u kontroli A kod svih vrsta žita, u odnosu na netretirana, neinfestirana zrna i uzorke tretirane DZ, osim kod ovasa kod kog nisu ustanovljene značajne razlike (tabela 17). Kod svih vrsta žita, nisu utvrđene značajne razlike u sadržaju proteina između kontrole B i tretiranih žita, osim kod raži i tritikalea tretiranih sa 0,5 i 1,0 g/kg prašivom DZ S-2.

Pearsonov koeficijent korelacije pokazuje da između sadržaja proteina i mase oštećenih zrna postoji statistički značajna ($P<0,05$) negativna korelacija za pšenicu ($r=-0,637$, $P<0,05$), ječam ($r=-0,583$, $P<0,05$), raž ($r=-0,676$, $P<0,05$) i tritikale ($r=-0,709$, $P<0,05$), dok za ovas nema korelacije između ove dve vrednosti ($r=-0,255$, $P=0,017$).

Analiza sadržaja pepela prikazana u tabeli 17. pokazuje da značajna razlika između ispitivanih varijanti postoji samo kod tritikalea i raži. Značajno povećanje sadržaja pepela u odnosu na kontrolu B, utvrđeno je kod DZ S-2 primenom 0,5 g/kg u raži i primenom 0,5 i 1,0 g/kg prašiva DZ S-2 u tritikaleu. Kod raži i tritikalea utvrđen je i najveći sadržaj pepela u kontroli A. Pearsonov koeficijent linearne korelacije između količine pepela i mase oštećenog zrna (tabela 15) ukazuje da kod raži ($r=0,508$, $P<0,05$) i tritikalea ($r=0,769$, $P<0,05$) postoji značajna, pozitivna korelacija, dok kod pšenice ($r=0,220$,

$P=0,040$), ječma ($r=0,159$, $P=0,140$) i ovsa ($r=0,204$, $P=0,056$) nema značajne korelacije između sadržaja pepela i mase oštećenog zrna.

Tabela 17. Sadržaj vlage, proteina i pepela ($\% \pm$ SG) posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz strnih žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

DZ	Količina (g/kg)	Sadržaj vlage, proteina i pepela ($\% \pm$ SG) u tretiranim strnim žitima				
		Pšenica	Ječam	Raž	Ovas	Tritikale
Sadržaj vlage						
DZ S-1	0,5	11,8 \pm 0,2a*	11,6 \pm 0,1a	12,0 \pm 0,4a	10,7 \pm 0,1a	12,4 \pm 0,2bc
	1,0	11,8 \pm 0,1a	11,5 \pm 0,1a	11,8 \pm 0,2a	10,7 \pm 0,1a	12,1 \pm 0,3ab
	1,5	11,8 \pm 0,1a	11,5 \pm 0,2a	11,8 \pm 0,2a	10,7 \pm 0,2a	11,8 \pm 0,2a
DZ S-2	0,5	12,1 \pm 1,1a	11,6 \pm 0,1a	12,4 \pm 0,4ab	10,7 \pm 0,2a	12,8 \pm 0,4c
	1,0	11,9 \pm 1,0a	11,5 \pm 0,2a	12,2 \pm 0,2a	10,7 \pm 0,3a	12,2 \pm 0,3ab
	1,5	11,8 \pm 0,9a	11,5 \pm 0,2a	11,9 \pm 0,4a	10,7 \pm 0,1a	12,0 \pm 0,3ab
Protect-It	0,5	11,8 \pm 0,0a	11,5 \pm 0,0a	11,8 \pm 0,1a	10,7 \pm 0,1a	12,0 \pm 0,1ab
	1,0	11,8 \pm 0,0a	11,5 \pm 0,1a	11,8 \pm 0,4a	10,7 \pm 0,1a	11,9 \pm 0,1a
	1,5	11,8 \pm 0,1a	11,5 \pm 0,1a	11,8 \pm 0,2a	10,7 \pm 0,1a	11,8 \pm 0,2a
Kontrola A	0	14,2 \pm 1,4b	12,2 \pm 0,2b	13,1 \pm 0,9b	10,8 \pm 0,2a	14,0 \pm 0,7d
Kontrola B	0	11,8 \pm 0,1a	11,5 \pm 0,1a	11,8 \pm 0,1a	10,7 \pm 0,1a	11,8 \pm 0,1a
F		30,7	20,5	8,2	0,5	35,4
P		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sadržaj proteina						
DZ S-1	0,5	13,12 \pm 0,13a	11,97 \pm 0,03a	15,64 \pm 0,04abc	13,28 \pm 0,03a	12,12 \pm 0,13cde
	1,0	13,13 \pm 0,15a	11,96 \pm 0,07a	15,73 \pm 0,05ab	13,28 \pm 0,04a	12,24 \pm 0,03abc
	1,5	13,17 \pm 0,03a	11,96 \pm 0,05a	15,74 \pm 0,04ab	13,29 \pm 0,04a	12,28 \pm 0,06abc
DZ S-2	0,5	13,06 \pm 0,04a	11,97 \pm 0,03a	15,49 \pm 0,06c	13,26 \pm 0,05a	11,96 \pm 0,08e
	1,0	13,09 \pm 0,04ab	11,96 \pm 0,05a	15,53 \pm 0,04cd	13,26 \pm 0,05a	12,08 \pm 0,13de
	1,5	13,11 \pm 0,1ba	11,96 \pm 0,0a	15,56 \pm 0,15abc	13,26 \pm 0,05a	12,19 \pm 0,13bcd
Protect-It	0,5	13,15 \pm 0,09a	11,96 \pm 0,05a	15,68 \pm 0,05abc	13,28 \pm 0,05a	12,21 \pm 0,06abc
	1,0	13,17 \pm 0,06a	11,96 \pm 0,05a	15,71 \pm 0,04ab	13,28 \pm 0,05a	12,34 \pm 0,03ab
	1,5	13,18 \pm 0,06a	11,98 \pm 0,05a	15,72 \pm 0,06ab	13,30 \pm 0,00a	12,38 \pm 0,03a
Kontrola A	0	12,60 \pm 0,18b	11,74 \pm 0,12b	15,20 \pm 2,8d	13,23 \pm 0,03a	11,08 \pm 0,25f
Kontrola B	0	13,24 \pm 0,05a	12,03 \pm 0,05a	15,76 \pm 0,02a	13,29 \pm 0,04a	12,36 \pm 0,05ab
F		25,0	12,0	20,0	2,0	87,0
P		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sadržaj pepela						
DZ S-1	0,5	1,75 \pm 0,10a	2,39 \pm 0,05a	1,98 \pm 0,04ab	3,39 \pm 0,04a	2,35 \pm 0,03ab
	1,0	1,71 \pm 0,05a	2,38 \pm 0,04a	1,94 \pm 0,02ab	3,39 \pm 0,07a	2,30 \pm 0,02ab
	1,5	1,71 \pm 0,04a	2,38 \pm 0,01a	1,94 \pm 0,03ab	3,38 \pm 0,02a	2,28 \pm 0,02ab
DZ S-2	0,5	1,79 \pm 0,05a	2,38 \pm 0,06a	2,00 \pm 0,04bc	3,38 \pm 0,07a	2,49 \pm 0,13c
	1,0	1,75 \pm 0,15a	2,38 \pm 0,07a	1,95 \pm 0,02ab	3,39 \pm 0,03a	2,38 \pm 0,06b
	1,5	1,72 \pm 0,11a	2,37 \pm 0,04a	1,92 \pm 0,04a	3,39 \pm 0,03a	2,33 \pm 0,03ab
Protect-It	0,5	1,72 \pm 0,03a	2,37 \pm 0,52a	1,93 \pm 0,02a	3,39 \pm 0,02a	2,32 \pm 0,04ab
	1,0	1,71 \pm 0,26a	2,39 \pm 0,02a	1,94 \pm 0,03ab	3,38 \pm 0,10a	2,27 \pm 0,01 a
	1,5	1,71 \pm 0,07a	2,38 \pm 0,07a	1,91 \pm 0,05a	3,38 \pm 0,05a	2,26 \pm 0,02 a
Kontrola A	0	1,83 \pm 0,09a	2,46 \pm 0,11a	2,06 \pm 0,08c	3,41 \pm 0,07a	2,79 \pm 0,14d
Kontrola B	0	1,71 \pm 0,29a	2,37 \pm 0,08a	1,91 \pm 0,05a	3,38 \pm 0,10a	2,25 \pm 0,07a
F		0,7	0,2	9,3	0,2	43,7
P		0,8	1,0	<0,01	1,0	<0,01

* Vrednosti unutar svake kolone označene istim slovima ukazuju da statistički značajna razlika ne postoji; Tukey-Kramer (HSD) test za $P>0,05$; $df=10,76$.

Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*.

Kontrola B - ne tretirano, ne infestirano zrno.

5.3. Efekti diatomejske zemlje i *R. dominica* na kvalitet brašna od pšenice, raži i tritikalea

5.3.1. Efikasnost diatomejske zemlje na *R. dominica* u različitim sortama pšenice, tritikalea i raži

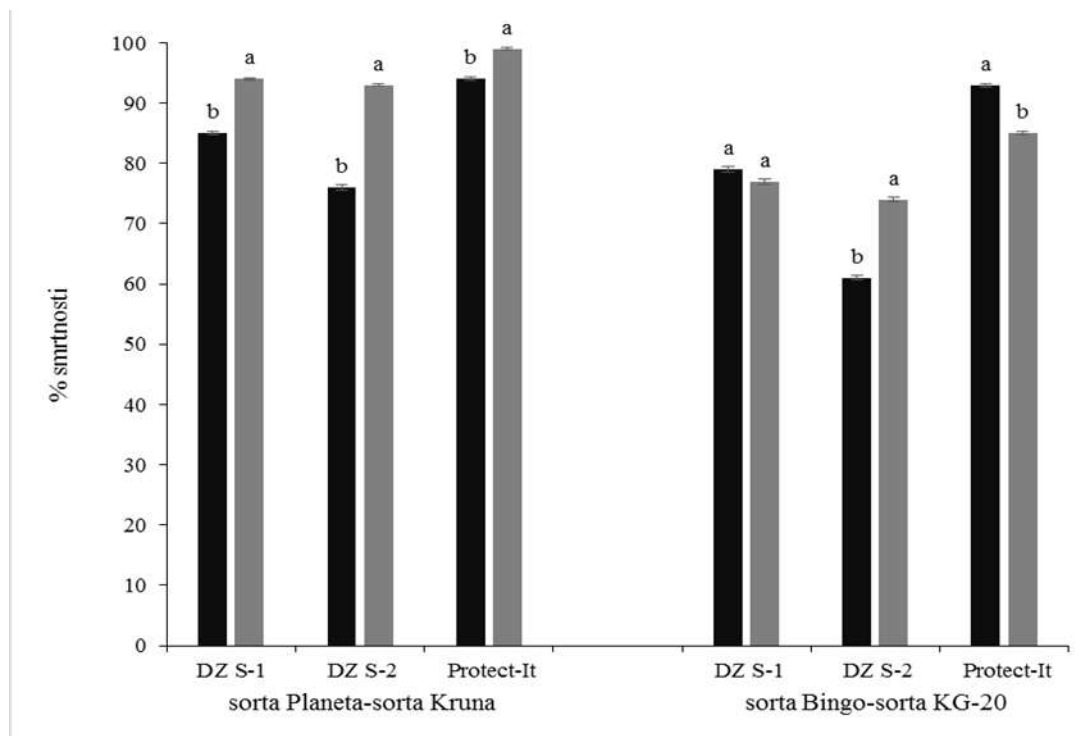
Tri ispitivane DZ ispoljile su razlike u suzbijanju adulata *R. dominica* posle 21 dana izlaganja diatomejskom zemljom u količini primene od 1 g/kg žita. Primenom DZ Protect-It ostvarena je najveća efikasnost u zaštiti svih ispitivanih vrsta i sorti žita (kod Planete 93,7%, Krune 99,3%, Binga 93,3%, KG-20 85,3% i Raše 94,7%) u odnosu na DZ poreklom iz Srbije (tabela 18). DZ S-2 je bila najmanje efikasna kod svih vrsta žita (76,3%, 93,3%, 61,0%, 66,7% i 64,3%, respektivno).

Tabela 18. Smrtnost *R. dominica* (% ± SG) posle 21 dana izlaganja u različitim sortama pšenice, tritikalea i raži tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2) u količini 1 g/kg

DZ (1g/kg)	Smrtnost <i>R. dominica</i> (%±SG) u pšenici, tritikaleu i raži				
	pšenica Planeta	pšenica Kruna	tritikale Bingo	tritikale KG-20	raž Raša
DZ S-1	85,3±0,3b*	94,0±0,2b	79,0±0,4b	76,7±0,5b	83,0±0,3b
DZ S-2	76,3±0,4c	93,3±0,2b	61,0±0,4b	66,7±0,4c	64,3±0,5c
Protect-It	93,7±0,3a	99,3±0,2a	93,3±0,3a	85,3±0,3a	94,7±0,3a
Kontrola A	3,0±0,1d	4,0±0,1c	4,0±0,1c	5,0±0,1d	4,0±0,1d
<i>F</i>	28,87	31,57	59,79	17,97	65,19
<i>P</i>	< 0,05	< 0,05	< 0,05	=0,0001	< 0,05

*Vrednosti u koloni označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P > 0.05$; $df = 2, 15$.

Efikasnost DZ Protect-It, S-1 i S-2 se razlikovala između sorti iste vrste, pa je veća smrtnost ostvarena kod pšenice sorte Kruna (99,3%, 94,0% i 93,3%, respektivno) u odnosu na sortu Planeta (93,7%, 85,3% i 76,3%, respektivno). Primenom preparata Protect-It kod tritikalea sorta Bingo ostvarena je veća smrtnost (93,3% prema 85,3% kod sorte KG-20), dok se efikasnost DZ poreklom iz Srbije nije razlikovala u ispitivanim sortama tritikalea. Najmanja smrtnost *R. dominica* je ostvarena u vrsti tritikale u odnosu na pšenicu i raž (grafikon 4).



*Vrednosti unutar iste DZ označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P > 0.05$, $df = 2, 15$.

Grafikon 4. Smrtnost *R. dominica* (% \pm SG) posle 21 dana izlaganja u odnosu na sortu pšenice i tritikalea tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

U svim ispitivanim uzorcima tretiranim DZ Protect-It ostvarena je visoka redukcija potomstva (>99,5%). DZ poreklom iz Srbije ostvarile su najmanju redukciju potomstva kod pšenice sorte Kruna (86,9% i 50,0%) u odnosu na druge ispitivane sorte i vrste žita. Kod primene DZ S-2, kao najmanje efikasne, utvrđen je najveći broj potomaka i najmanja redukcija u odnosu na primenu druga dva prašiva. U netretiranoj, infestiranoj kontroli kod svih vrsta značajno je veći broj potomstva u odnosu na sve primenjene DZ (tabela 19).

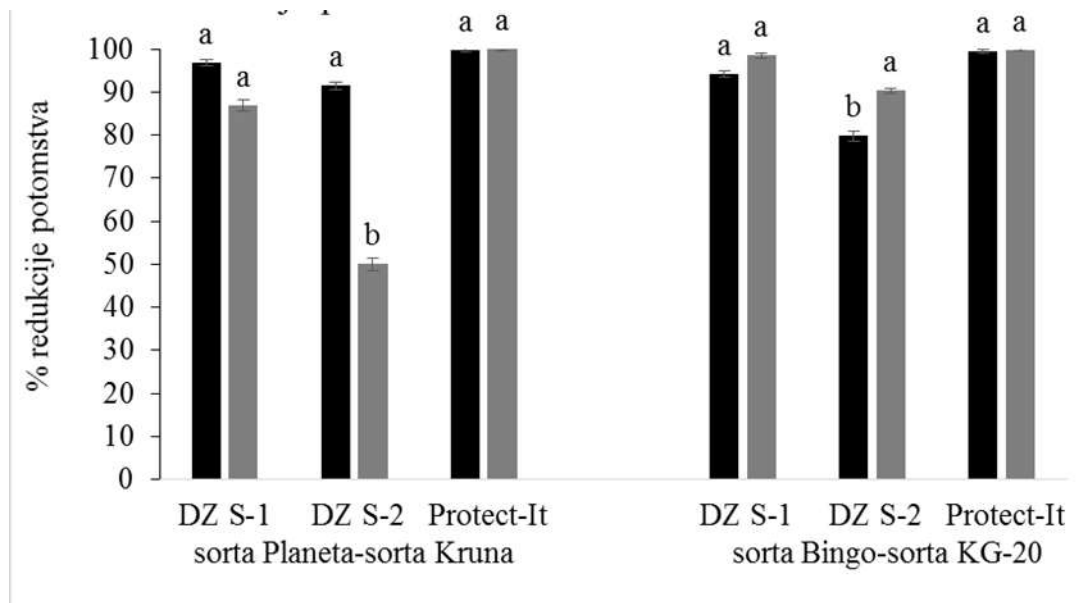
Tabela 19. Prosečan broj potomstva ($\bar{X} \pm SG$) i redukcija potomstva (%) kod *R. dominica* u pšenici, tritikaleu i raži sedam nedelja posle isejavanja roditelja, a deset nedelja posle tretiranja sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

DZ (1 g/kg)	Prosečan broj potomaka ($\bar{X} \pm SG$) i redukcija potomstva (RP, %) u pšenici, tritikaleu i raži									
	pšenica Planeta		pšenica Kruna		tritikale Bingo		tritikale KG-20		raž Raša	
	($\bar{X} \pm SG$)	RP	($\bar{X} \pm SG$)	RP	($\bar{X} \pm SG$)	RP	($\bar{X} \pm SG$)	RP	($\bar{X} \pm SG$)	RP
DZ S-1	37,5±0,7b*	96,8	54,3±1,3b	86,9	32,8±0,6b	94,2	13,5±0,6b	98,5	42,2±0,5b	95,9
DZ S-2	99,5±0,9c	91,5	207,7±1,4c	50,0	114,8±1,1c	79,8	86,2±0,5c	90,3	79,2±1,3b	92,3b
Protect-It	2,0±0,4a	99,8	0,5±0,2a	99,9	2,7±0,4a	99,5	1,7±0,3a	99,8	0,0±0,0a	100
Kontrola A	1165,8±2,6d	/	415,8±2,6c	/	567,3±2,2d	/	885,3±4,7d	/	1035,0±2,6c	/
<i>F</i>	121,9		23,4		80,7		54,5		318,2	
<i>P</i>	> 0,05		> 0,05		> 0,05		> 0,05		> 0,05	

*Vrednosti unutar svake kolone označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Dankan test za $P > 0,05$; $df=2,20$.

Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

Razlike između sorti iste vrste posebno su izražene primenom DZ S-2, gde je pojava većeg broja potomstva, kao i manja redukcija potomstva, ostvarena kod pšenice sorte Kruna u odnosu na sortu Planeta (207,7/50,0 prema 99,5/91,5) i kod tritikalea sorte Bingo u odnosu na sortu KG-20 (114,8/79,8% prema 86,2/90,3).



* Vrednosti unutar iste DZ označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P > 0.05$, $df=2,15$

Grafikon 5. Redukcija potomstva (%±SG) *R. dominica* u odnosu na sortu pšenice i tritikalea sedam nedelja posle isejanja roditelja, a deset nedelja posle tretiranja sa tri diatomske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

Kod uzoraka tretiranih DZ Protect-It ustanovljen je najmanji broj oštećenih zrna kod svih ispitivanih vrsta i sorti (28; 34,5; 12,7; 32,2; 32,7). Primena DZ S-2 je najmanje zaštitila ispitivane vrste žita od oštećenja (4,6 g, 5,5 g, 4,3 g, 2,4 g, 4,7 g oštećenog žita). Kod raži sorte Raša je zabeležen najveći broj oštećenih zrna u kontroli (1795,2) čija je masa iznosila 54,3g (tabela 20).

Najveći procenat oštećenja zrna ustanovljen je kod primene DZ S-2 (Planeta 0,8%, Kruna 1%, Bingo 0,7%; KG-20 0,6%, Raša 0,7%). Kod svih ispitivanih vrsta i sorti, procenat oštećenih zrna je statistički značajno veći u kontroli (7,5%, 3,1%, 3,3%, 4% i 6,1%, respektivno) u odnosu na vrste i sorte žita tretirane sa DZ prašivima.

Masa prašine kod svih sorti je bila najmanja primenom DZ Protect-It, osim kod sorte KG-20 gde je ispitivani parameter pokazao najmanju vrednost primenom DZ S-1. Značajna razlika u masi prašine je utvrđena u kontroli (12,9g, 5,5g, 5,5g, 17,1g i 16,1g) u odnosu na uzorke gde su primenjene DZ (tabela 20).

Tabela 20. Prosečan broj ($\bar{X} \pm SG$) i masa oštećenog zrna ($g \pm SG$), procenat oštećenih zrna (%) i masa prašine ($g \pm SG$) posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz pšenice, tritikalea i raži tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

DZ (g/kg)	Prosečan broj ($\bar{X} \pm SG$), masa oštećenog zrna ($g \pm SG$), procenat oštećenih zrna (%) i masa prašine ($g \pm SG$) u pšenici, tritikaleu i raži				
	pšenica Planeta	pšenica Kruna	tritikale Bingo	tritikale KG-20	raž Raša
	Broj oštećenih zrna				
DZ S-1	71,5±0,7b*	67,8±1,2a	48,7±0,7a	51,5±0,7a	73,5±0,8a
DZ S-2	147,5±1,0c	190,3±1,6b	148,2±1,4b	95,3±0,4a	161,0±1,4b
Protect-It	28±0,4a	34,5±0,5a	12,7±0,5a	32,2±0,5a	32,7±0,6a
Kontrola A	1644,5±1,8d	659,0±2,8c	809,5±2,8c	842,0±5,2b	1795,2±3,3c
F	928,82	39,43	77,80	10,65	224,30
P	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Masa oštećenih zrna				
DZ S-1	2,5±0,1b	1,9±0,2a	1,5±0,1b	1,4±0,1a	2,2±0,2a
DZ S-2	4,6±0,2c	5,5±0,3b	4,3±0,3c	2,4±0,1a	4,7±0,2b
Protect-It	1,0±0,1a	1,0±0,1a	0,4±0,1a	0,9±0,1a	0,9±0,1a
Kontrola A	53,7±0,4d	20,4±0,5c	24,6±0,5d	22,0±0,8b	54,3±0,5c
F	597,38	43,09	73,81	11,55	225,03
P	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Procenat oštećenja zrna				
DZ S-1	0,3±0,1b	0,4±0,1a	0,2±0,1a	0,3±0,1a	0,3±0,1ab
DZ S-2	0,8±0,1c	1,0±0,1b	0,7±0,1b	0,6±0,1a	0,7±0,1b
Protect-It	0,1±0,0a	0,1±0,0a	0,1±0,1a	0,2±0,1a	0,2±0,1a
Kontrola A	7,5±0,2d	3,1±0,2c	3,3±0,2c	4,0±0,4b	6,1±0,2c
F	266,16	30,72	61,41	8,25	74,32
P	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Masa prašine				
DZ S-1	0,4±0,1b	0,5±0,1a	0,4±0,1b	0,3±0,1a	0,8±0,1b
DZ S-2	0,8±0,1c	1,7±0,1b	0,7±0,1b	0,5±0,1a	1,2±0,1b
Protect-It	0,2±0,1a	0,2±0,1a	0,1±0,0a	0,5±0,1a	0,4±0,1a
Kontrola A	12,9±0,2d	5,5±0,2c	5,5±0,2c	17,1±0,5b	16,1±0,2c
F	426,11	53,02	194,78	39,12	447,86
P	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

*Za svaki parametar odvojeno, vrednosti unutar kolona označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Dankan test za $P > 0,05$; u svim slučajevima je $df = 3,20$.

Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

5.3.2. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na fizičke i hemijske osobine različitih sorti pšenice, tritikalea i raži

Posle nanošenja DZ u količini od 1 g/kg žita, utvrđena je značajna redukcija hektolitarske mase (tabela 21). Najveću promenu prouzrokovao je Protect-It, kod pšenice sorte Planeta 9,87% (sa 81,06 na 73,61), sorte Kruna 9,27% (sa 76,81 na 69,69), tritikalea sorte Bingo 8,99% (sa 67,27 na 61,22), sorte KG-20 8,87% (sa 72,23 na 65,82) i kod raži

sorte Raša 8,12% (sa 71,07 na 65,30). Prašivo DZ S-2 je kod svih ispitivanih vrsta i sorti izazvalo najmanju redukciju hektolitarske mase u odnosu na prašiva DZ S-1 i Protect-It, osim kod sorte Planeta gde se procenat redukcije ne razlikuje u odnosu na primenu DZ S-1. Najveća redukcija HM primenom ispitivanih DZ ustanovljena je kod pšenice, dok je najmanja redukcija hektolitarske mase ostvarena kod raži primenom sve tri DZ (8,12%, 6,46% i 4,67%).

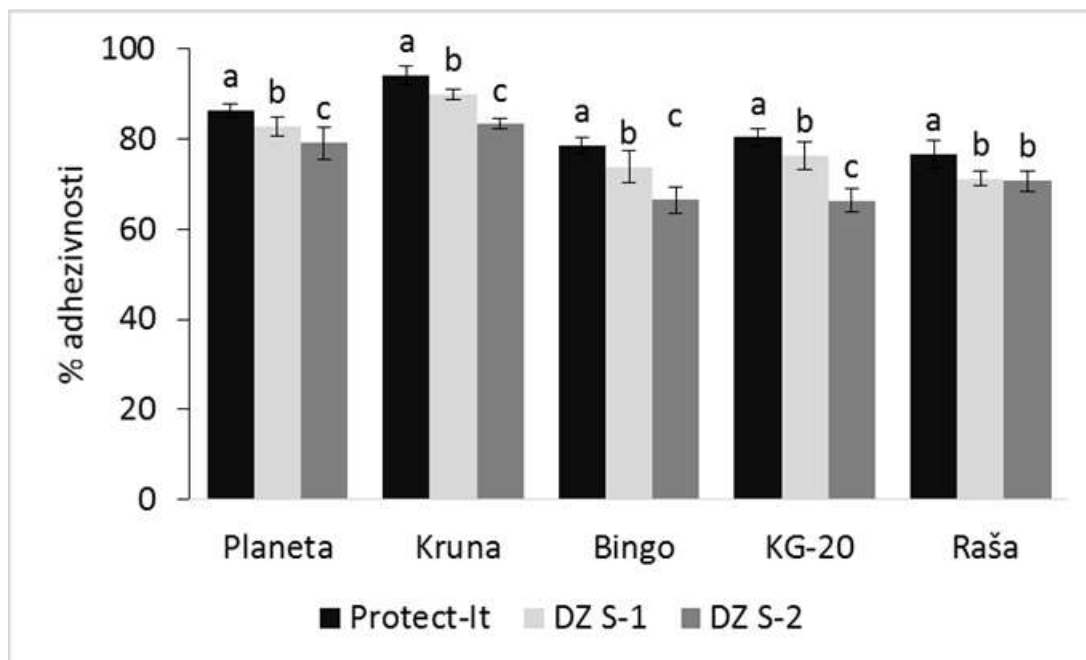
Primena DZ Protect-It i DZ S-2, izazvala je veću redukciju kod sorte Planeta u odnosu na sortu Kruna (9,87% prema 9,21% i 7,83% prema 7,42%). Kod primene DZ u tritikaleu jedino je primena DZ S-2 izazvala veću redukciju HM kod sorte KG-20 (7,11) u odnosu na sortu Bingo (6,44%).

Tabela 21. Uticaj primene tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2) na hektolitarsku masu (HM, kg/hl \pm SG) pšenice, tritikalea i raži i procenat redukcije (PR, %) u količini primene od 1 g/kg žita

Vrsta /sorta	Početna HM (kg/hl \pm SG)	Hektolitarska masa (kg/hl \pm SG) i procenat redukcije (%)						F
		DZ S-1	PR	DZ S-2	PR	Protect-It	PR	
pšenica Planeta	81,1 \pm 0,05a	74,4 \pm 0,06b	8,18	74,7 \pm 0,06b	7,83	73,6 \pm 0,06c	9,87	1153
pšenica Kruna	76,8 \pm 0,05a	70,4 \pm 0,12c	8,38	71,1 \pm 0,07b	7,42	69,7 \pm 0,05d	9,27	199,6
tritikale Bingo	67,3 \pm 0,05a	61,9 \pm 0,06c	8,01	62,9 \pm 0,05b	6,44	61,2 \pm 0,05d	8,99	707,0
tritikale KG-20	72,2 \pm 0,05a	66,5 \pm 0,05c	7,92	67,1 \pm 0,05b	7,11	65,8 \pm 0,06d	8,87	809,0
raž Raša	71,1 \pm 0,08a	66,5 \pm 0,06c	6,46	67,7 \pm 0,08b	4,67	65,3 \pm 0,08d	8,12	167,9

* Vrednosti u redovima označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Tukey-Kramer HSD test za $P>0,05$; u svim slučajevima je $df=3,36$, $P<0,05$;

Najveća adhezivnost na zrnju sve tri DZ je utvrđena kod pšenice sorte Kruna (94,1%, 89,8% i 83,2%), a najmanja kod tritikalea sorte Bingo (78,5%, 73,8% i 66,4%). U svim vrstama žita značajno najveću adhezivnost je ispoljio Protect-It. Prašivo DZ S-1 je ispoljilo značajno veću adhezivnost u odnosu na DZ S-2 kod svih ispitivanih sorti pšenice i tritikalea (kod Planete 82,8% prema 79,1%, Krune 89,8% prema 83,2%, Binga 73,8% prema 66,4% i KG-20 76,3% prema 66,4%), dok kod raži sorte Raša ne postoji značajna razlika u adhezivnosti DZ iz Srbije (71,2% prema 70,6%) (grafikon 9). U odnosu na sortu, kod pšenice nije ustanovljena različita adhezivnost primenjenih DZ. Kod tritikalea primena DZ Protect-It ostvarila je veću adhezivnost kod sorte Bingo, dok su DZ poreklom iz Srbije ostvarile veću adhezivnost kod sorte KG-20.



* Vrednosti za svaku sortu označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P > 0.05$; $df = 3, 36$.

Grafikon 6. Spособnost adhezivnosti ($\% \pm SG$) tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2) na različite sorte pšenice, tritikalea i raži

Sadržaj vlage u zrnu, primenom DZ nije značajno promenjen. U kontroli A je kod svih ispitivanih vrsta žita došlo do značajnog povećanja sadržaja vlage. Povećanje u sadržaju vlage zabeleženo je i kod infestiranih uzoraka koji su tretirani DZ (tabela 22).

Primenom DZ nije utvrđena promena u sadržaju proteina kod ispitivanih uzoraka. Kod tretiranih, infestiranih uzoraka pšenice i tritikale promena sadržaja proteina zabeležena je kod primene DZ S-2, dok je kod raži zabeležena promena kod infestiranih uzoraka tretiranih diatomejskom zemljom poreklom iz Srbije. Najveći sadržaj proteina zabeležen je u kontroli A kod svih ispitivanih vrsta. Najveća promena u ispitivanom parametru zabeležena je kod pšenice sorte Krna (sa 12,9% na 14,1%) i kod raži sorte Raša (sa 15,3% na 16,5%).

Tabela 22. Sadržaj vlage i proteina (%± SG) u pšenici, tritikaleu i raži posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog, netretiranog žita, posle tretiranja žita sa tri diatomejske zemlje i posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

Vrsta uzorka	DZ	Sadržaj vlage i proteina (%± SG) u pšenici, tritikaleu i raži				
		pšenica Planeta	pšenica Kruna	tritikale Bingo	tritikale KG-20	raž Raša
Sadržaj vlage (%±SG)						
Kontrola A	/	14,30±0,06a*	13,85±0,05a	13,20±0,05a	15,80±0,04a	15,70±0,03a
Kontrola B	/	12,82±0,02bc	12,77±0,01d	12,54±0,01b	13,85±0,01c	12,80±0,01cd
Tretirani uzorak	DZ S-1	12,80±0,01c	12,73±0,01d	12,55±0,03b	13,90±0,01c	12,85±0,01cd
	DZ S-2	12,80±0,01c	12,76±0,01d	12,54±0,03b	13,90±0,02c	12,88±0,01bcd
	Protect-It	12,82±0,01bc	12,77±0,01d	12,55±0,01b	13,90±0,01c	12,76±0,01d
Tretirani, infestirani uzorak	DZ S-1	12,86±0,03bc	12,95±0,02bc	12,80±0,01ab	14,10±0,01c	13,30±0,02bc
	DZ S-2	12,89±0,03b	13,00±0,03b	12,95±0,03ab	14,35±0,02b	13,40±0,02b
	Protect-It	12,83±0,02bc	12,88±0,01c	12,65±0,01b	14,00±0,01c	12,95±0,01bcd
F		541	184	2,89	98,6	43,04
P		< 0,05	< 0,05	= 0,08	< 0,05	< 0,05
Sadržaj proteina (%±SG)						
Kontrola A	/	14,1±0,03c	11,8±0,06c	13,9±0,05d	14,7±0,04c	16,5±0,05d
Kontrola B	/	12,9±0,01a	11,2±0,01a	13,0±0,01a	13,8±0,01a	15,3±0,02a
Tretirani uzorak	DZ S-1	12,9±0,01a	11,2±0,02a	13,1±0,01a	13,8±0,02a	15,3±0,02a
	DZ S-2	12,9±0,01a	11,2±0,02a	13,0±0,01a	13,8±0,01a	15,3±0,01a
	Protect-It	12,9±0,01a	11,2±0,01a	13,0±0,01a	13,8±0,01a	15,3±0,01a
Tretirani, infestirani uzorak	DZ S-1	12,9±0,01a	11,2±0,02a	13,3±0,02b	14,0±0,02b	15,4±0,02b
	DZ S-2	13,1±0,01b	11,3±0,01b	13,5±0,03c	14,1±0,02b	15,6±0,03c
	Protect-It	12,9±0,01a	11,2±0,01a	13,1±0,02a	13,8±0,02a	15,3±0,02a
F		86,7	60,0	324,0	306,0	314,0
P		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

* vrednosti u redovima označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Dankan test za $P>0.05$; $df=1,7$;

- Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

- Kontrola B - ne tretirano, ne infestirano zrno

5.3.3. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na kvalitet brašna od različitih sorti pšenice, tritikalea i raži

5.3.3.1. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na sadržaj vlažnog glutena i gluten indeksa u testu od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži

Kod obe testirane sorte pšenice vrednosti vlažnog glutena (VG) nisu se značajno promenile posle tretiranja prašivima DZ. Takođe ni kod uzoraka pšenice tretirane DZ Protect-It, u kome je bilo prisustvo *R. dominica* nisu ustanovljene razlike u vrednosti ovog parametra (tabela 23). Najveći sadržaj VG kod pšenice sorte Planeta ustanovljen je kod infestiranog uzorka, tretiranog DZ S-1 (23,5%) i DZ S-2 (22,8%), dok je najmanji sadržaj VG zabeležen kod kontrole A (19,85%). Sadržaj ovog parametra kod pšenice sorte Krune,

koja sadrži manju količinu VG (18,6%), nije se značajno menjao kod svih ispitivanih uzoraka, osim kod kontrole A (18,10%).

Kod ispitivanih sorti tritikalea primena DZ utiče na sadržaj VG. Kod tretiranih, neinfestiranih uzoraka i tretiranih, infestiranih uzoraka, značajno je povećan sadržaj VG u odnosu na kontrolu B (30,6% sorta Bingo i 23,20% sorta KG-20). Kod sorte Bingo povećanje VG je veće kod tretiranih, neinfestiranih uzoraka (33,35%, 33,15% i 33,10%) i infestiranog uzorka tretiranog DZ Protect-It (33,35%) u odnosu na infestirane uzorke tretirane DZ S-1 (32,6%) i DZ S-2 (30,8%). U odnosu na sortu Bingo čiji je sadržaj VG 30,6%, sorta KG-20 je sa znatno manjim sadržajem VG (23,20%) i promena sadržaja VG kod ove sorte nije pokazala ovu korelaciju, već je blago, ali statistički značajno povećanje ustanovljeno kod svih uzoraka. Kod tretiranih, neinfestiranih uzoraka sadržaj VG iznosio je 24,15%, 24,35%, 23,90% i kod infestiranog uzorka tretiranog DZ Protect-It 23,75%, s tim što je kod infestiranih uzoraka tretiranih DZ S-1 i DZ S-2 povećanje sadržaja VG bilo najveće (25,05 i 24,85%) u odnosu na sve ispitivane uzorke. Kod obe ispitivane sorte tritikalea ustanovljen je najmanji sadržaj VG kod kontrole A (28,95% i 19,45%).

Gluten indeks (GI) bio je najmanji kod infestirane kontrole (tabela 23). Kod sorte Planeta, kod svih ispitivanih uzoraka, vrednost GI je smanjena u odnosu na kontrolu B (99%), ali ne značajno (96,0%-97,5%), osim kod kontrole A gde je smanjenje na 85,0% bilo značajnije. Kod sorte Krana, konstatovano je značajno manje smanjenje GI kod kontrole A (97%) u odnosu na kontrolu B i ispitivane uzorke (97,5-99,5%).

Tretiranjem tritikalea diatomejskom zemljom, ustanovljeno je smanjenje GI (41,5%, 41% i 38% kod sorte Bingo i 32,5%, 33% i 33,5% kod sorte KG-20) u odnosu na kontrolu B (47,5% Bingo i 36% KG-20). Takođe je ustanovljeno smanjenje GI kod tretiranih, infestiranih uzoraka tritikalea (Bingo 34,5%, 33,0% i 33,0%, KG-20 35,0%, 33,0% i 32,0%), s tim što kod sorte Bingo postoje značajne razlike u vrednosti GI između tretiranih i tretiranih, infestiranih uzoraka. Ispitivane sorte tritikalea, pokazale su najmanju vrednost sadržaja GI kod kontrole A (14,5% Bingo i 30,5% KG-20).

Prethodne metode nisu bile primenjive za uzorak raži, jer se nije obrazovala elastična masa glutenskog kompleksa. Prema Osbornovoj klasifikaciji, raž sadrži sekalini i sekalini, a ne glijadini i glijadini.

Tabela 23. Sadržaj vlažnog glutena i gluten indeksa (%±SG) u testu od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži.

Vrsta uzorka	DZ	Sadržaj vlažnog glutena i gluten indeksa (%)				
		pšenica Planeta	pšenica Kruna	tritikale Bingo	tritikale KG-20	raž Raša
Vlažni gluten (%±SG)						
Kontrola A	/	19,85±0,13d*	18,10±0,18b	28,95±0,29e	19,45±0,35f	nd
Kontrola B	/	20,90±0,18c	18,60±0,18a	30,60±0,32c	23,20±0,18e	nd
Tretirani uzorak	DZ S-1	21,40±0,26c	18,70±0,29a	33,15±0,13ab	24,35±0,23bc	nd
	DZ S-2	20,95±0,26c	18,70±0,29a	33,10±0,18ab	23,90±0,18ce	nd
	Protect-It	21,30±0,18c	18,80±0,18a	33,35±0,13a	24,15±0,23ce	nd
Tretirani, infestirani uzorak	DZ S-1	23,50±0,26a	18,60±0,35a	32,60±0,26b	25,05±0,13a	nd
	DZ S-2	22,80±0,26b	18,40±0,13a	30,80±0,26c	24,85±0,23ab	nd
	Protect-It	21,05±0,13c	18,70±0,26a	33,35±0,23a	23,75±0,23e	nd
F		34,46	3,95	81,4	107,1	-
P		< 0,05	0,004	< 0,05	< 0,05	-
Gluten indeks (%±SG)						
Kontrola A	/	85,0±1,03b	97,0±0,59c	14,5±0,94e	30,5±0,42e	nd
Kontrola B	/	99,0±0,00a	98,5±0,42abc	47,5±0,42a	36,0±0,59a	nd
Tretirani uzorak	DZ S-1	95,0±0,59a	98,5±0,42abc	41,0±0,59b	33,0±0,00cd	nd
	DZ S-2	97,5±0,42a	97,5±0,42bc	38,0±0,59bc	33,5±0,42cd	nd
	Protect-It	96,5±0,73a	98,5±0,42abc	41,5±0,42b	32,5±0,42de	nd
Tretirani, infestirani uzorak	DZ S-1	96,0±0,84a	99,0±0,00ab	33,0±0,59d	33,0±0,59cd	nd
	DZ S-2	96,0±0,59a	99,5±0,42a	33,0±0,00d	32,5±0,42cd	nd
	Protect-It	96,0±0,59a	98,5±0,42abc	34,5±0,42cd	35,0±0,59b	nd
F		7,87	2,0	76,67	9,68	-
P		0,005	0,176	< 0,05	0,002	-

* vrednosti u redovima označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Dankan test za $P > 0,05$; $df=1,8$;

- Brašno je dobiveno meljavom pšenice, tritikalea i raži posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog, netretiranog žita, posle tretiranja žita sa tri diatomejske zemlje i posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

- Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

- Kontrola B - ne tretirano, ne infestirano zrno

5.3.3.2. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na vrednosti reoloških osobina testa određene primenom Brabender Glutopika-a

U slučaju određivanja reološkog ponašanja uzoraka primenom Glutopik-a nije ustanovljen statistički značajan uticaj DZ na vrednost maksimalne torzije, osim kod pšenice sorte Kruna primenom DZ S-2 (sa 38,0 na 36,5 BU) i tritikalea sorte Bingo gde je smanjenje bilo statistički značajno primenom DZ S-1 i DZ S-2 (sa 57,0 BU na 54,0 BU i 54,5 BU). Kod sorte Planeta jačina glutena bila je veća u odnosu na ispitivanu sortu Kruna (48,5 BU u odnosu na 38,0 BU), dok je kod tritikalea sorta Bingo pokazala značajno "jači" gluten u odnosu na sortu KG-20 (57,0 BU u odnosu na 36,5 BU).

Do pada parametra maksimalne torzije kod infestiranog uzorka netretiranog (kontrola A) i tretiranog DZ došlo je kod sorti sa većim sadržajem glutena (Planeta i Bingo). Kod pšenice sorte Planeta od 48,5 BU na 40,5 BU, 37,0 BU i 36,5 BU kod tretiranih, infestiranih uzoraka i 37,0 BU kod kontrole A. Kod tritikalea sorte Bingo smanjenje maksimalne torzije bilo je od 57,0 BU na 47,0 BU, 47,5 BU i 47,5 BU kod tretiranih, infestiranih uzoraka i 46,0 BU kod kontrole A (tabela 24).

Razlike u vremenu obrazovanja pika postojale su između vrsta, ali i ispitivanih sorti. Kod pšenice period postizanja pika u kontrolnom netretiranom, neinfestiranom uzorku bio je duži kod sorte Kruna u odnosu na sortu Planeta (201,0 min u odnosu na 144,0 min), dok je kod tritikalea taj period bio duži kod sorte KG-20 u odnosu na sortu Bingo (73,0 min u odnosu na 45,0 min).

Utjecaj DZ na vreme obrazovanja maksimuma pika razlikovao se u odnosu na vrstu (pšenica i tritikale), ali i u odnosu na sortu. Tako je kod sorte Planeta zabeleženo da je vreme za obrazovanje maksimuma pika smanjeno primenom DZ (sa 144,0 min na 129,5 min, 125,0 min i 137,5 min), dok je kod sorte Kruna ova vrednost povećana primenom DZ Protect-It i DZ S-2 (sa 201,0 min na 209,5 min i 235,0 min). Kod tritikalea, veće promene u vremenu obrazovanja maksimuma pika kod sorte Bingo nisu zabeležene, dok je kod sorte KG-20 smanjeno vreme obrazovanja pika primenom DZ sa 73,0 min na 71,5 min, 66,5 min i 63,5 min.

Međutim, kod svih infestiranih uzoraka tretiranih DZ došlo je do većeg ili manjeg skraćivanja vremena obrazovanja maksimuma pika, osim kod KG-20 tretiranog DZ Protect-It. Kod ispitivanih sorti pšenice to smanjenje je bilo značajno veće primenom DZ S-2, dok kod tritikalea nisu ustanovljene razlike u smanjenju ovog parametra primenom DZ poreklom iz Srbije. Samo je kod kontrole A došlo do pada vremena obrazovanja pika, u odnosu na ostale grupe uzoraka (tabela 24).

Tabela 24. Vrednosti reoloških osobina testa od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži: maksimalna torzija (MT, BU) i vreme obrazovanja maksimuma pika (PMT, min) određene primenom Brabender Glutopika-a.

Vrednosti reoloških osobina testa ($\bar{X} \pm SG$) određene primenom Brabender Glutopika-a						
Vrsta uzorka	DZ	pšenica	pšenica	tritikale	tritikale	raž
		Planeta	Kruna	Bingo	KG-20	Raša
MT (BU)						
Kontrola A	/	37,0±0,59c*	39,5±0,42a	46,0±0,00d	35,5±0,42ab	nd
Kontrola B	/	48,5±0,42a	38,0±0,59ab	57,0±0,00a	36,5±0,42ab	nd
Tretirani uzorak	DZ S-1	48,0±0,00a	38,0±0,00ab	54,0±0,59c	35,0±0,59ab	nd
	DZ S-2	47,5±0,42a	36,5±0,42b	54,5±0,42bc	35,5±0,42ab	nd
Tretirani, infestirani uzorak	Protect-It	48,5±0,42a	37,5±0,42ab	56,5±0,42ab	36,0±0,59ab	nd
	DZ S-1	37,0±0,59c	37,5±0,42ab	47,5±0,42d	38,0±0,59a	nd
uzorak	DZ S-2	36,5±0,42c	37,0±0,59b	47,5±0,59d	37,0±0,59ab	nd
	Protect-It	40,5±0,42b	38,5±0,42ab	47,0±0,59d	34,0±0,59b	nd
F		79,55	2,10	44,33	2,13	-
P		< 0,05	0.16	< 0,05	0,15	-
PMT (min)						
Kontrola A	/	85,5±0,42	123,0±0,84	40,5±0,73	49,0±0,59	nd
Kontrola B	/	144,0±0,59	201,0±0,84	45,0±0,59	73,0±0,59	nd
Tretirani uzorak	DZ S-1	125,0±0,59	200,0±1,03	46,5±0,73	66,5±0,73	nd
	DZ S-2	137,5±0,73	235,0±0,84	46,0±0,59	63,5±0,73	nd
Tretirani, infestirani uzorak	Protect-It	129,5±0,73	209,5±0,73	44,5±0,73	71,5±0,42	nd
	DZ S-1	113,0±0,84	198,5±0,42	37,0±0,59	54,0±0,84	nd
uzorak	DZ S-2	89,0±0,84	158,0±0,84	41,0±0,59	55,0±0,59	nd
	Protect-It	126,5±0,73	183,5±0,42	39,5±0,73	73,0±0,59	nd

*vrednosti u kolonama označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Džankov test za $P > 0.05$; u svim slučajevima $df=1,8$;

- Brašno je dobiveno meljavom pšenice, tritikalea i raži posle isejanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog, netretiranog žita, posle tretiranja žita sa tri diatomejske zemlje i posle isejanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

- Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

- Kontrola B - ne tretirano, ne infestirano zrno

5.3.3.3. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na reološke osobine testa od brašna različitih sorti pšenice, tritikale i raži određene primenom Miksolab-a

Miksolab ispitivanja uzoraka žita su pokazala da se moć upijanja vode (MUV) povećao kod netretiranog, infestiranog uzoraka u odnosu na kontrolne netretirane, neinfestirane uzorke sorte pšenice Planeta i sorte tritikalea Bingo (59,29% u odnosu na 57,45% i 60,6% u odnosu na 57,05 %, respektivno). Takođe, MUV kod pšenice sorte Planeta tretirane DZ nije značajno promenjena, dok je kod tretiranih i tretiranih, infestiranih uzoraka sorte Kruna, MUV statistički smanjena, osim primenom DZ Protect-It kod neinfestiranog uzorka. Kod svih ispitivanih uzoraka tritikalea sorte Bingo MUV je povećana, naročito kod kontrole A. Kod tritikalea sorte KG-20 takođe postoji određeno

povećanje ovog parametra, osim kod infestiranog uzorka tretiranog DZ Protect-It. Kod raži je moć upijanja vode fiksirana na 57% (tabela 25).

Vreme razvoja testa, odnosno vreme koje je potrebno da se postigne konzistencija od 1,1 Nm, kod ispitivanih sorti pšenice bilo je najduže kod kontrole A (kod Planete 1,21 min na 2,70 min, kod Krune 1,13 min na 1,54 min). Primena DZ nije uticala na vreme razvoja pšeničnog testa. Kod tritikalea sorte Bingo, u odnosu na kontrolu B, ovaj ispitivani parametar bio je različit kod svih ispitivanih kombinacija i ne može se ustanoviti zajednička korelacija na osnovu rezultata iz tabele 25. Specifično je da se vreme razvoja testa kod kontrole A tritikalea Bingo smanjilo. Kod tritikalea sorte KG-20 vreme razvoja testa se povećavalo kod svih uzoraka u odnosu na kontrolu B, osim kod uzorka tretiranog DZ Protect-It. Kod infestiranih uzoraka raži tretiranih DZ S-1 i DZ S-2, kao i kod kontrole A povećava se vreme razvoja testa u odnosu na kontrolu B.

Kod svih ispitivanih uzoraka brašna, stabilnost testa se smanjivala usled prisustva *R. dominica* (kod Planete sa 7,01 min na 3,33 min, kod Krune 4,49 min na 4,07 min, kod Binga sa 2,06 min na 1,42 min, kod KG-20 sa 2,73 min na 1,67 min, kod Raše 0,65 min na 0,59 min). Kod uzoraka tretiranih DZ S-1 i DZ S-2 infestiranih *R. dominica*, stabilnost testa bila je manja u odnosu na infestirane uzorke tretirane DZ Protect-It. Ovo nije bio slučaj kod uzoraka raži, gde je najveća stabilnost ustanovljena kod infestiranih uzoraka tretiranih DZ S-1 i DZ S-2.

Tabela 25. Reološke osobine proteina testa od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži: moć upijanja vode (MUV, %±SG), vreme razvoja testa (min) i stabilitet testa (min) određene primenom Chopin Miksolab-a.

Vrednosti reoloških osobina proteina određene primenom Chopin Miksolab-a						
Vrsta uzorka	DZ	pšenica	pšenica	tritikale	tritikale	raž
		Planeta	Kruna	Bingo	KG-20	Raša
MUV (%±SG)						
Kontrola A	/	59,29±0,15b	55,90±0,18b	60,60±0,46d	55,10±0,18b	57,00±0,00a
Kontrola B		57,45±0,13a	56,49±0,06b	57,05±0,13a	55,02±0,09ab	57,00±0,00a
Tretirani	DZ S-1	57,55±0,13a	55,95±0,13a	59,50±0,18c	56,87±0,20e	57,00±0,00a
uzorak	DZ S-2	57,40±0,18a	55,92±0,16a	59,40±0,18c	55,75±0,13d	57,00±0,00a
	Protect-It	57,45±0,13a	56,40±0,18b	58,45±0,23b	56,90±0,18e	57,00±0,00a
Tretirani,	DZ S-1	57,48±0,09a	56,00±0,18a	59,90±0,18bc	55,80±0,26d	57,00±0,00a
infestirani	DZ S-2	57,44±0,15a	55,95±0,13a	59,75±0,13c	55,45±0,13c	57,00±0,00a
uzorak	Protect-It	57,35±0,23a	55,65±0,23a	59,85±0,23bc	54,65±0,13a	57,00±0,00a
	F	72,0	11,0	21,8	182,0	no.var.
	P	< 0,05	0,002	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Vreme razvoja testa (min)						
Kontrola A	/	2,70±0,07	1,54±0,06	1,48±0,07	1,89±0,09	0,64±0,06
Kontrola B		1,21±0,07	1,13±0,04	1,88±0,08	1,01±0,06	0,61±0,07
Tretirani	DZ S-1	1,22±0,08	1,07±0,08	1,37±0,08	1,21±0,08	0,59±0,06
uzorak	DZ S-2	1,21±0,06	1,08±0,06	1,55±0,08	1,80±0,08	0,59±0,07
	Protect-It	1,26±0,08	1,15±0,07	1,79±0,06	0,94±0,07	0,67±0,09
Tretirani,	DZ S-1	1,20±0,08	1,08±0,07	1,88±0,07	2,25±0,09	0,77±0,09
infestirani	DZ S-2	1,23±0,08	1,16±0,08	1,65±0,09	2,22±0,09	0,71±0,06
uzorak	Protect-It	1,26±0,06	1,15±0,08	2,10±0,09	1,75±0,07	0,61±0,07
Stabilitet testa (min)						
Kontrola A	/	3,33±0,22	4,07±0,22	1,42±0,20	1,67±0,17	0,59±0,06
Kontrola B		7,01±0,08	4,49±0,21	2,06±0,17	2,73±0,17	0,65±0,07
Tretirani	DZ S-1	6,06±0,24	4,51±0,17	2,02±0,21	2,78±0,18	0,59±0,06
uzorak	DZ S-2	7,04±0,11	4,59±0,17	1,96±0,20	2,77±0,20	0,59±0,08
	Protect-It	6,12±0,14	5,36±0,22	1,97±0,10	2,80±0,18	0,59±0,09
Tretirani,	DZ S-1	5,69±0,21	5,12±0,20	1,94±0,18	2,33±0,21	0,89±0,09
infestirani	DZ S-2	5,34±0,21	4,28±0,18	2,11±0,22	2,31±0,33	0,76±0,07
uzorak	Protect-It	7,44±0,19	5,23±0,20	2,15±0,13	2,76±0,24	0,59±0,08

* vrednosti u redovima označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Dankan test za $P>0.05$; $df=1,8$;

- Brašno je dobiveno meljavom pšenice, tritikalea i raži posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog, netretiranog žita, posle tretiranja žita sa tri diatomejske zemlje i posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

- Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

- Kontrola B - ne tretirano, ne infestirano zrno

Uticao DZ na vrednosti C1 (inicijalna maksimalna konzistencija) i C2 (minimalna vrednost torzije na početku zagrevanja) postoji, međutim određena korelacija nije ustanovljena, pa možemo reći da pozitivno ili negativno dejstvo zavisi od vrste, sorte, ali i DZ (tabela 26). Naime, Protect-It je na jačinu glutena u brašnu tritikalea (Bingo) i raži (Raša) delovao negativno, a pozitivno kod brašna pšenice (Kruna), dok njegova primena nije imala uticaja na brašno pšenice Planeta i tritikalea KG-20. Primena DZ S-1 ojačala je

glutensku mrežu i time i stabilnost testa kod sorti slabijeg glutena (Kruna, KG-20 i Raša), dok je kod sorti sa jačim glutenom znatno oslabila nastalu mrežu glutena (Planeta i Bingo). DZ S-2 je pokazala pozitivan uticaj na jačinu glutena u brašnu svih žita, osim tritikalea KG-20 (tabela 26).

Kontrola A ispitivanih sorti pšenice i tritikalea imala je najmanju vrednost parametra C2, kao i najveću vrednost parametra C1-C2. Uzorci sa većim sadržajem glutena su, posebno u slučaju uzoraka tritikalea, pokazali izraženiji pad vrednosti C2, što je rezultiralo većim vrednostima parametra C1-C2. Kod infestiranih uzoraka pšenice, tretiranih DZ S-2 ustanovljen je veći pad C2, u odnosu na iste uzorke tretirane DZ Protect-It i DZ S-1.

Miksolab raži je zbog specifičnosti uzorka rađen na drugačiji način. Dok su uzorci pšenice i tritikalea mereni održavajući konstantnu konzistenciju ($C1 = 1,1 \pm 0,05$ Nm), kod uzoraka raži bilo je teško odrediti trenutak obrazovanja "glave" te su merenja vršena fiksirajući moć upijanja vode na 57%. Stoga, kod tih uzoraka merilo slabljenja glutenske mreže nije vrednost C2, već C1-C2 koja je pokazala slabljenje jedino kod kontrole A, dok su sve tri primenjene DZ sprečile promenu parametra, dok je primena DZ iz Srbije pozitivno uticala na jačinu glutenske mreže kod raži (tabela 26; prilog 3, tabela 38).

Tabela 26. Miksolab parametri testa od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži koji ukazuju na reološke osobine proteina: C1 - inicijalna maksimalna konzistencija (Nm) i C2 - minimalna vrednost torzije na početku zagrevanja (Nm), C1-C2 - ukazuje na slabljenje glutenske mreže (Nm).

Miksolab parametri testa koji ukazuju na reološke osobine proteina ($\bar{X} \pm SG$)						
Vrsta uzorka	DZ	pšenica Planeta	pšenica Kruna	tritikale Bingo	tritikale KG-20	raž Raša
C1-C2 (Nm)						
Kontrola A	/	0,965±0,04e	0,945±0,04f	1,015±0,04e	0,935±0,04e	1,255±0,04f
Kontrola B	/	0,725±0,04c	0,755±0,04d	0,825±0,04b	0,805±0,04b	0,925±0,04c
Tretirani uzorak	DZ S-1	0,765±0,07d	0,725±0,04c	0,845±0,04c	0,745±0,04a	0,665±0,04a
	DZ S-2	0,690±0,00b	0,700±0,00b	0,785±0,04a	0,825±0,04c	0,795±0,04b
	Protect-It	0,730±0,00c	0,670±0,06a	0,885±0,04d	0,805±0,04b	1,080±0,08e
Tretirani, infestirani uzorak	DZ S-1	0,715±0,04c	0,730±0,00c	0,895±0,04d	0,905±0,07d	0,935±0,04c
	DZ S-2	0,725±0,04c	0,795±0,04e	0,855±0,04c	0,835±0,04c	1,035±0,04dc
	Protect-It	0,660±0,06a	0,790±0,06e	0,795±0,04a	0,830±0,00c	1,080±0,06eb
F		163,9	190,8	212,3	76,0	415,9
P		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

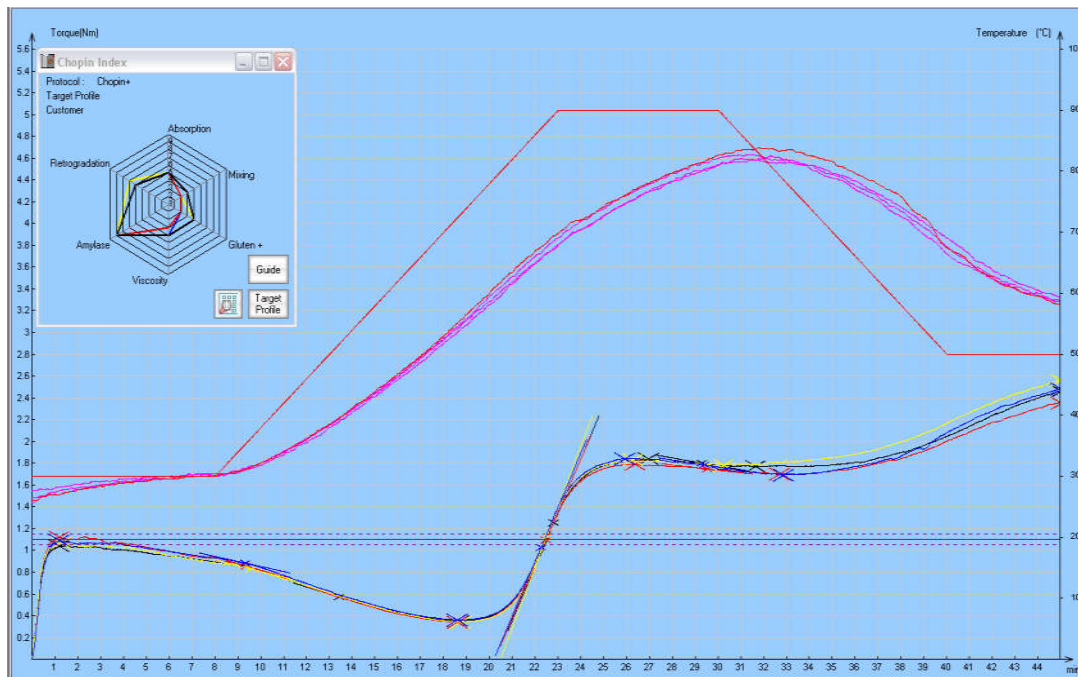
* vrednosti u redovima označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Džankanov test za $P > 0,05$; u svim slučajevima $df=1,8$; $P < 0,05$.

- Brašno je dobiveno meljavom pšenice, tritikalea i raži posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog, netretiranog žita, posle tretiranja žita sa tri diatomejske zemlje i posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

- Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

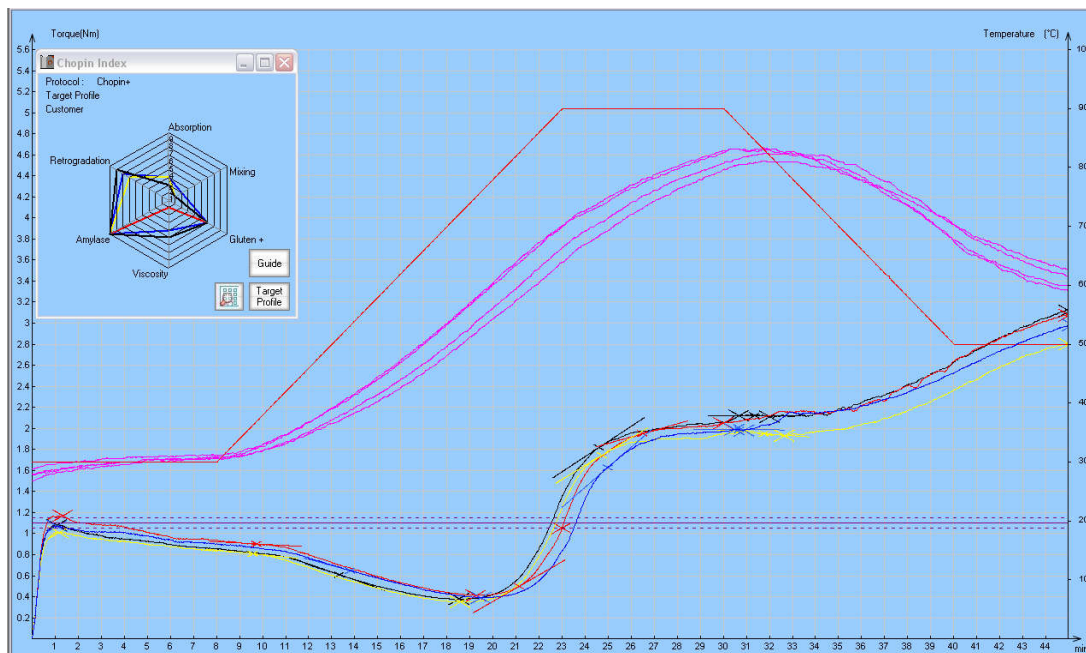
- Kontrola B - ne tretirano, ne infestirano zrno

Usled daljeg zagrevanja testa, reološke osobine, koje uglavnom potiču od sposobnosti želatinizacije skroba kao i od prisustva α -amilazne aktivnosti, kod pšenice sorte Planeta se ne menjaju tretiranjem žita DZ. Ne uočava se uticaj primene DZ na ove osobine, osim da primena DZ Protect-It povećava, a DZ S-1 smanjuje vrednost otpora testa u tački C5 (grafikon 7).



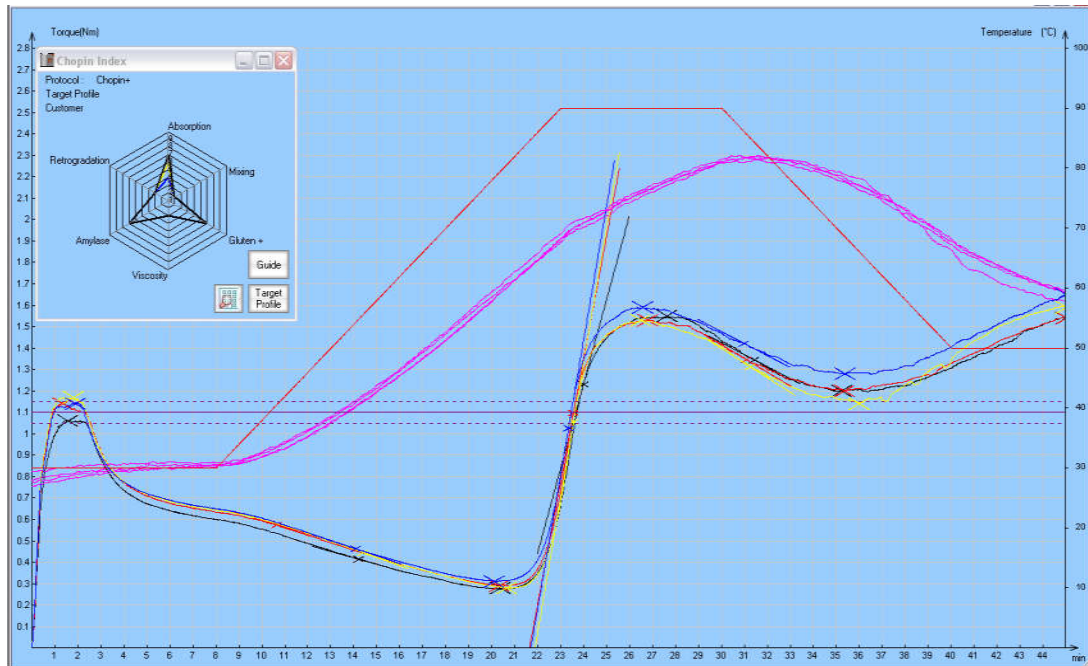
Grafikon 7. Miksolab kriva pšenice sorte Planeta: netretirana pšenica - kontrola B ■, tretirana pšenica sa Protect-It ■, tretirana pšenica sa DZ S-1 ■, tretirana pšenica sa DZ S-2 ■ i temperaturni profil —

Pšenica sorta Kruna je podložnija uticaju primene DZ. Primena DZ Protect-It i DZ S-2 utiče, kako na formiranje glutena, tako i na stabilnost glutenske mreže, dok sve tri primenjene DZ imaju određeni uticaj na želatinizaciju skroba. Posebno jači uticaj na skrob i viskozitet imale su DZ poreklom iz Srbije. Aktivnost amilaze i retrogradacija skroba su blago povećane primenom DZ iz Srbije, dok se primenom DZ Protect-It vrednost otpora testa u tački C5 smanjuje (grafikon 8).



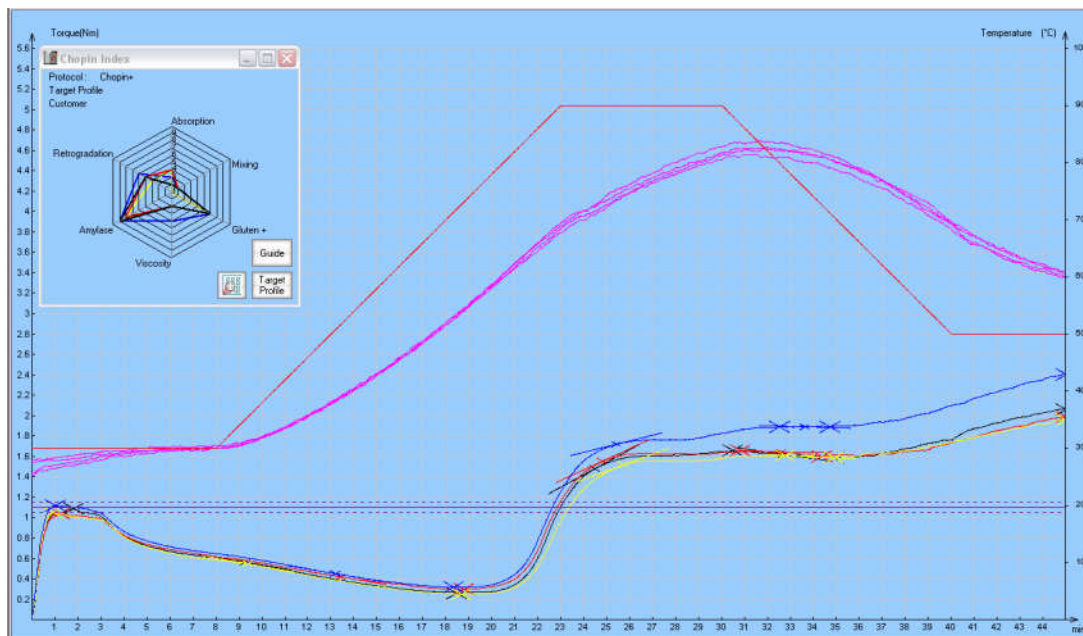
Grafikon 8. Miksolab kriva pšenice sorte Kruna: netretirana pšenica - kontrola B ■, tretirana pšenica sa DZ Protect-It ■, tretirana pšenica sa DZ S-1 ■, tretirana pšenica sa DZ S-2 ■ i temperaturni profil —

Kod tritikalea sorte Bingo primena sve tri DZ smanjila je viskozitet testa, indeks amilaze, kao i vrednosti C3, C4 i C5 (grafikon 9).



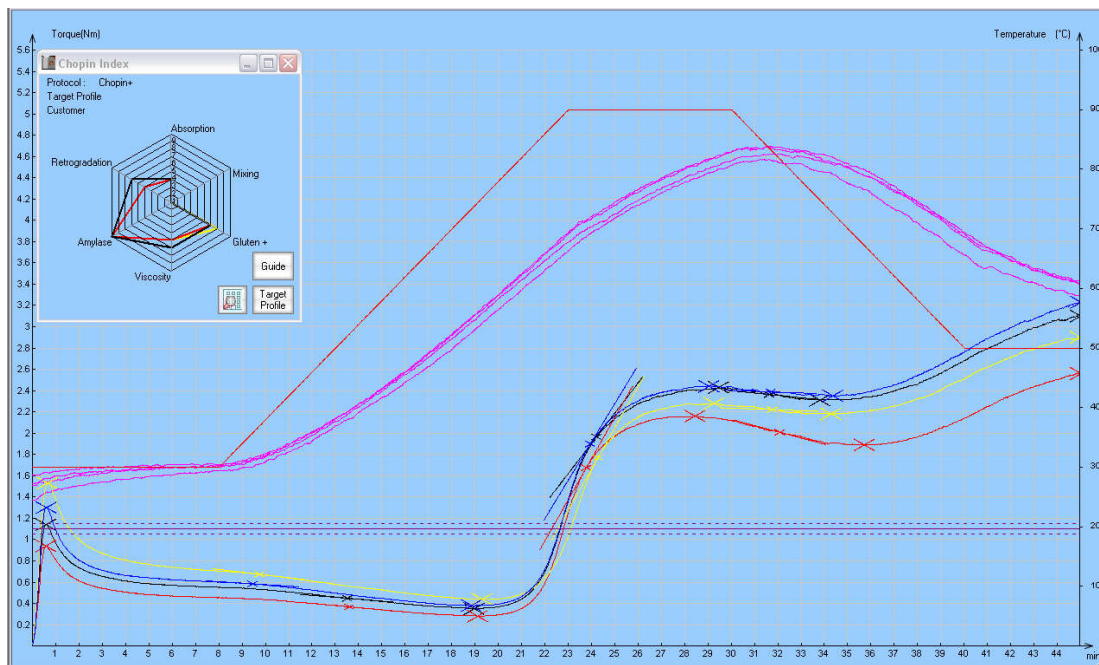
Grafikon 9. Miksolab kriva uzoraka tritikale sorte Bingo: netretiran tritikale - kontrola B █, tretiran tritikale sa DZ Protect-It █, tretiran tritikale sa DZ S-1 █, tretiran tritikale sa DZ S-2 █ i temperaturni profil —

Na parametre, koji ukazuju na reološke osobine proteina, ne utiče značajnije primena DZ kod tritikalea sorte KG-20. Međutim, uticaj na reološke osobine skroba je znatno izraženiji, posebno na parametre C3, C4 i C5 koji su značajno smanjeni u odnosu na kontrolu, a samim tim su i sekundarni parametri pokazali određeno odstupanje. Vrednost maksimalnog otpora je smanjena, proces želatinizacija se odigrao pri višim temperaturama, smanjen je viskozitet testa, stabilnost skrobne paste je značajno manja, kao i proces retrogradacije (grafikon10).



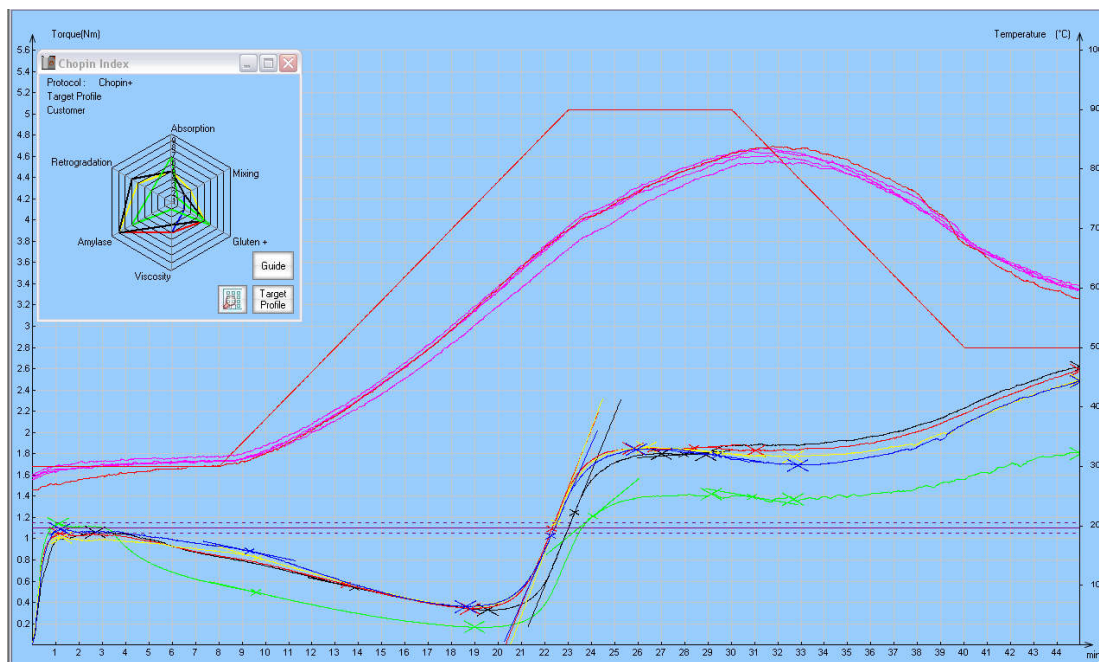
Grafikon 10. Miksolab kriva uzoraka tritikale sorte KG-20: netretiran tritikale - kontrola B ■, tretiran tritikale sa DZ Protect-It ■, tretiran tritikale sa DZ S-1 ■, tretiran tritikale sa DZ S-2 ■ i temperaturni profil —

U raži je primena DZ Protect-It dovela do povećanja vrednosti torzije u tački C1, a samim tim i vrednosti C2, odnosno formirano je testo izraženije konzistencije pri konstantnoj moći upijanja vode, dok su DZ iz Srbije delovale potpuno suprotno. Međutim, primena DZ Protect-It i DZ S-1 smanjile su vrednosti C3, C4 i C5. Vrednost maksimalnog otpora je smanjena, povećan je indeks amilaze, stabilnost skrobne paste je značajno manja, kao i proces retrogradacije (grafikon 11).

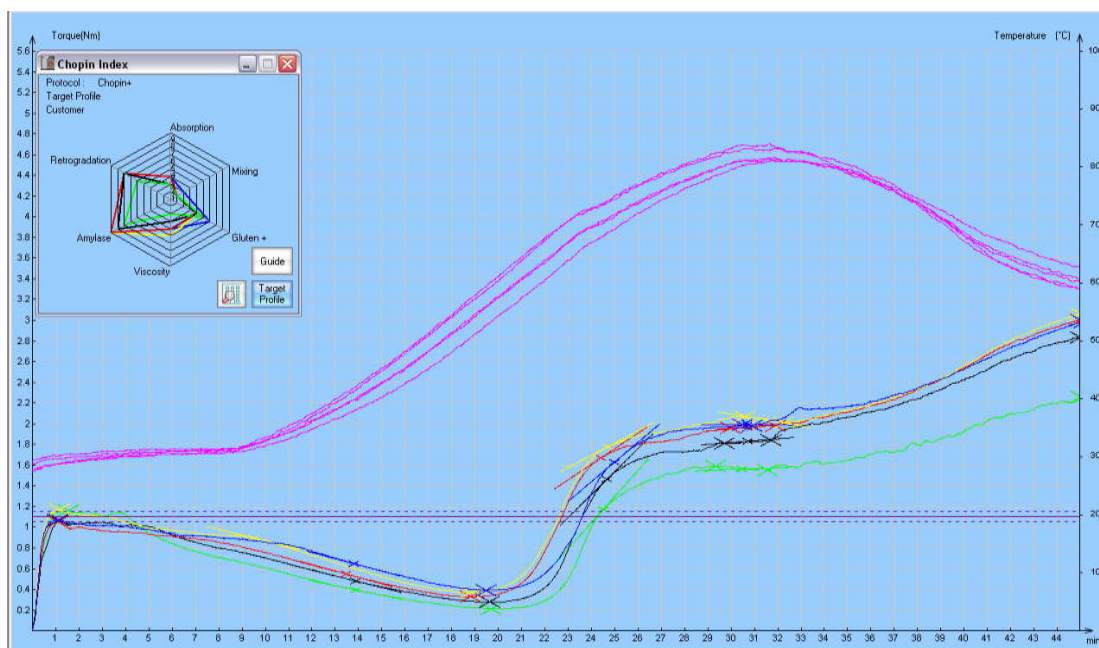


Grafikon 11. Miksolab kriva uzoraka raži sorte Raša: netretirana raž - kontrola B ■, tretirana raž sa DZ Protect-It ■, tretirana raž DZ S-1 ■, tretirana raž DZ S-2 ■ i temperaturni profil —

Kod pšenice obe sorte (Planeta i Kruna), u odnosu na ostale uzorke, netretirani uzorak infestiran *R. dominica* pokazao je značajna odstupanja u parametrima određenim Miksolab protokolom, s tim što su odstupanja u prve dve faze razvoja testa značajno izraženija kod sorte Planeta (grafikon 12 i 13). Prisustvo *R. dominica* dovelo je do određenog, blagog poboljšanja vrednosti C1 kod netretiranog uzorka u odnosu na kontrolu, međutim svi ostali parametri od C2 do C5 su u značajnoj meri oslabljeni i pogoršani u odnosu na druge ispitivane uzorke. Netretirani, infestirani uzorak pokazao je manji indeks mesivosti, slabiji gluten i veće razrušavanje glutenske mreže. Slabljenje istih parametra, ali u manjoj meri, zabeleženo je i kod infestiranih uzoraka sorte Kruna tretiranih DZ iz Srbije. Kod netretiranog uzorka obe ispitivane sorte naročito negativan uticaj prisustva *R. dominica* pokazao se kod reoloških parametara koji utiču na kvalitet skroba (manji je viskozitet, manja stabilnost skrobne paste, veća je aktivnost amilaze, ali je manja vrednost retrogradacije). Parametri C3, C4 i C5 pokazuju značajno manju vrednost. Određena odstupanja postoje i kod tretiranih, infestiranih uzoraka, naročito kod uzoraka tretiranih DZ S-2, ali u značajno manjoj meri. Kod sorte Kruna primećuje se pozitivan uticaj DZ Protec-It i DZ S-1 na viskozitet i stabilnost skrobne paste, koji je primećen i kod tretiranih, ali neinfestiranih uzoraka.

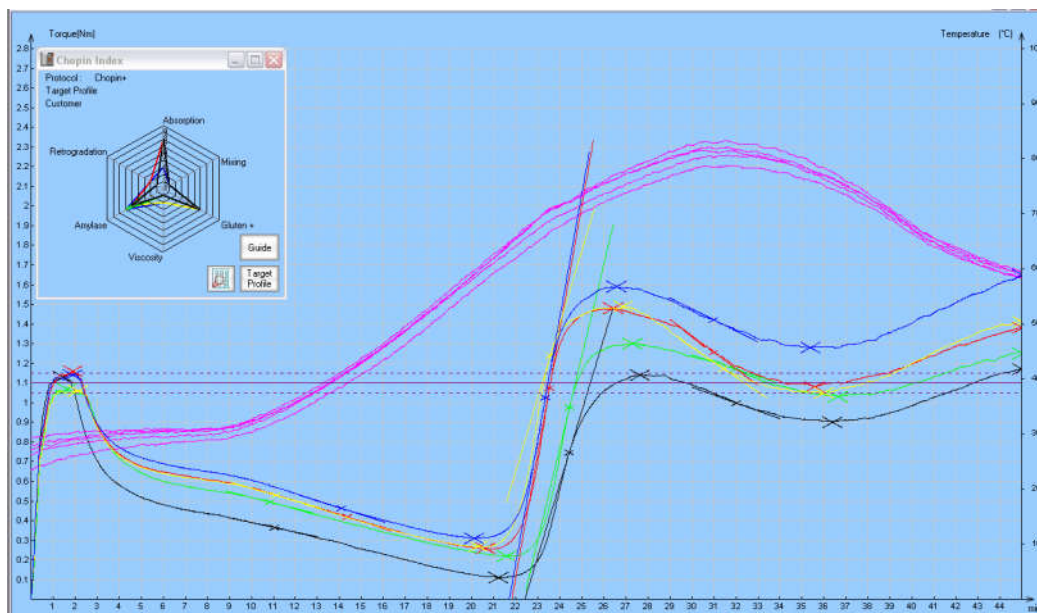


Grafikon 12. Miksolab kriva pšenice sorte Planeta: infestirana pšenica sa *R. dominica* - kontrola A ■, netretirana, neinfestirana pšenica - kontrola B ■, tretirana pšenica sa DZ Protect-It i infestirana sa *R. dominica* ----, tretirana pšenica sa DZ S-1 i infestirana sa *R. dominica* ■, tretirana pšenica sa DZ S-2 i infestirana sa *R. dominica* ■, i temperaturni profil —



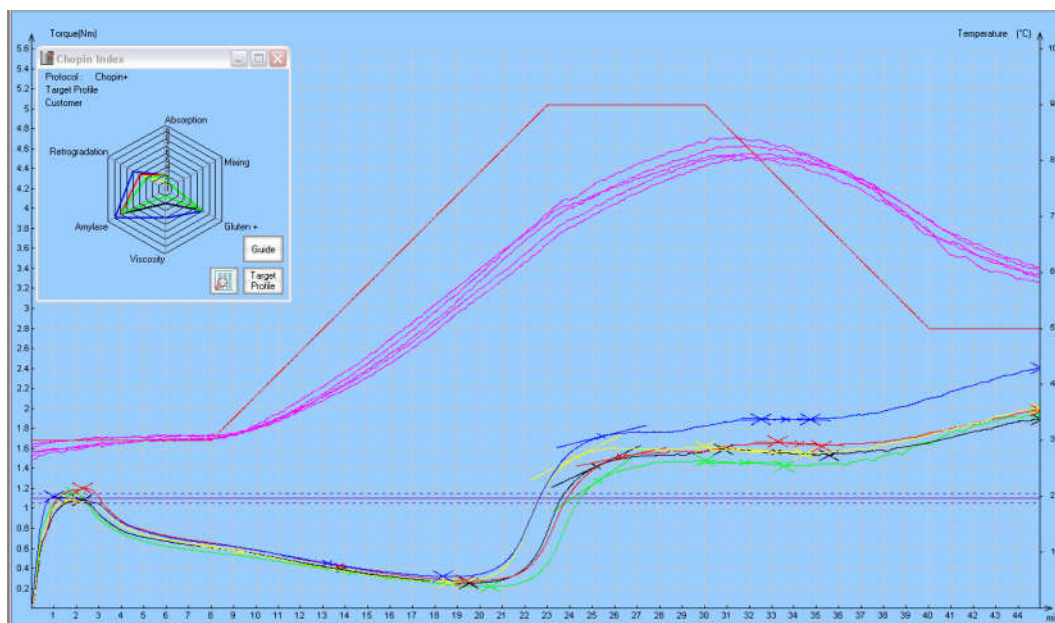
Grafikon 13. Miksolab kriva pšenice sorte Kruna: infestirana pšenica sa *R. dominica* - kontrola A ■, netretirana, neinfestirana pšenica - kontrola B ■, tretirana pšenica sa DZ Protect-It i infestirana sa *R. dominica* ----, tretirana pšenica sa DZ S-1 i infestirana sa *R. dominica* ■, tretirana pšenica sa DZ S-2 i infestirana sa *R. dominica* ■, i temperaturni profil —

Kod infestiranog uzorka Bingo tretiranog DZ S-2 svi ispitivani Miksolab parametri bili su značajno slabiji, kako u odnosu na kontrolu, tako i u odnosu na netretirani, infestirani uzorak. Kod infestiranih uzoraka tretiranih DZ Protect-It i S-1 svi ispitivani parametri bili su slabiji u odnosu na kontrolu, ali bolji u odnosu na netretirani, infestirani uzorak.



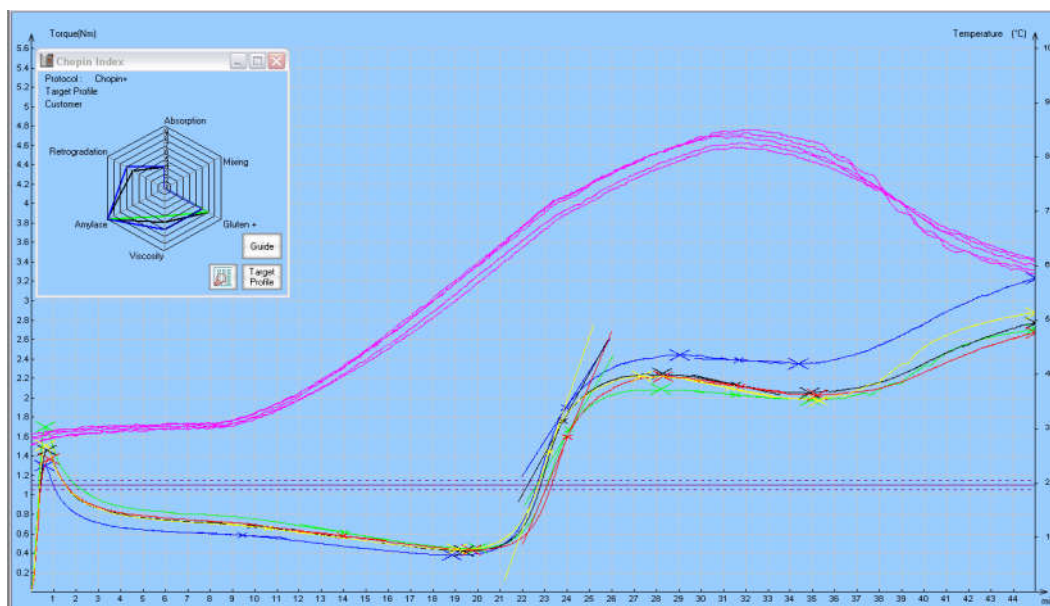
Grafikon 14. Miksolab kriva uzoraka tritikale sorte Bingo: infestiran tritikale sa *R. dominica* - kontrola A ■, netretiran, neinfestiran tritikale - kontrola B ■, tretiran tritikale sa DZ Protect-It i infestiran sa *R. dominica* ■, tretiran tritikale sa DZ S-1 i infestiran sa *R. dominica* ■, tretiran tritikale sa DZ S-2 i infestiran sa *R. dominica* ■, i temperaturni profil —

Kod tritikalea sorte KG-20 negativan uticaj prisustva *R. dominica* ogleda se u slabijoj tolerantnosti na mešanje, ali je najveći uticaj od treće do pete faze razvoja testa gde su želatinizacija i viskozitet manji, manja je stabilnosti skrobne paste, veća aktivnost amilaze, manja vrednost retrogradacije. Ovakav uticaj je najveći kod netretiranog uzorka.



Grafikon 15. Miksolab kriva uzoraka tritikale sorte KG-20: infestiran tritikale sa *R. dominica* - kontrola A ■, netretiran, neinfestiran tritikale - kontrola B ■, tretiran tritikale sa DZ Protect-It i infestiran sa *R. dominica* ■, tretiran tritikale sa DZ S-1 i infestiran sa *R. dominica* ■, tretiran tritikale sa DZ S-2 i infestiran sa *R. dominica* ■, i temperaturni profil —

Kod uzorka raži, na reološke osobine proteina prisustvo *R. dominica* imalo je pozitivan uticaj. Povećan je indeks mesivosti, stabilnost testa, jačina glutenske mreže, parametri C1 i C2. Međutim svi parametri od treće do pete faze razvoja testa kod svih ispitivanih uzoraka smanjeni su u odnosu na kontrolni uzorak. Značajnije razlike u ovim parametrima između tretiranih i netretiranog uzorka nisu uočene, osim da je parametar C3 najniži kod netretiranog, infestiranog uzorka (grafikon 16).



Grafikon 16. Miksolab kriva uzoraka raži sorte Raša: infestirana raž sa *R. dominica* - kontrola A ■, netretirana, neinfestirana raž - kontrola B ■, tretirana raž sa DZ Protect-It i infestirana sa *R. dominica* ■, tretirana raž sa DZ S-1 i infestirana sa *R. dominica* ■, tretirana raž sa DZ S-2 i infestirana sa *R. dominica* ■ i temperaturni profil —

6. DISKUSIJA

6.1. Efekti insekticida prirodnog porekla

6.1.1. Efekti spinosada

U radu je efikasnost spinosada bila u interakciji sa periodom ekspozicije, vrstom žita i dozom primene, pa su se određene razlike između ispitivanih vrsta žita javile kod manjih doza primene i kraćoj ekspoziciji. Upotrebom spinosada u dozi od 0,5 i 1 mg a.s./kg žita, posle 7 dana ekspozicije, ostvarena je visoka smrtnost *R. dominica* ($\geq 98\%$) kod svih vrsta žita. Primenom 0,25 mg/kg zabeležena je niža smrtnost kod pšenice, ovasa i tritikalea u odnosu na druge dve doze. Rezultati su u skladu sa istraživanjima Athanassiou i sar. (2008c) i Vajas i sar. (2009a). Ispitujući efikasnost spinosada u odnosu na vrstu žita (pšenica, dve vrste pirinča i kukuruz; kao i pšenica, ječam, pirinač i kukuruz) ovi autori su utvrdili da je smrtnost rizoperte bila najmanja u kukuruzu, takođe samo posle sedam dana ekspozicije. Uticaj strnih žita nije ispitivan, osim između pšenice i ječma (Vajas i sar., 2009a, 2010) gde nije ustanovljena razlika.

"Efekat zrna" se najviše ispoljava kod insekata koje su manje osetljivi na spinosad, dok kod *R. dominica*, kao vrlo osetljive vrste na insekticidno dejstvo spinosada, razlika između različitih vrsta zrna može biti "prikrivena" (Athanassiou i sar., 2008a, b). U istraživanju je spinosad, u svim dozama primene, posle 14 dana ostvario 100%-nu smrtnost *R. dominica* u svim ispitivanim vrstama žita. Dobijeni rezultati su u skladu sa rezultatima mnogobrojnih autora koji su utvrdili potpunu kontrolu *R. dominica* spinosadom posle 14 dana ekspozicije (Fang i sar., 2002a; Nayak i sar., 2005; Daglish i sar., 2008; Athanassiou i sar., 2008b; 2011a; Vayias i sar., 2009a; Vayias i sar., 2010; Subramanyam i sar., 2012). Suprotno dobijenim rezultatima, ispitujući efikasnost spinosada primenjenog u dozi 1 mg/kg u pšenici, ječmu, raži i kukuruzu Athanassiou i Kavallieratos (2014) su posle sedam i 14 dana ekspozicije *R. dominica*, zabeležili jedino u pšenici 100% smrtnost, dok je u ostalim vrstama žita smrtnost bila $< 97\%$.

U istraživanju nije utvrđena pojava potomstva *R. dominica* deset nedelja posle izlaganja spinosadom. U skladu sa dobijenim rezultatima su istraživanja autora Nayak i

sar. (2005), Subramanyam (2006), Vayas i sar. (2009a) i Athanassiou i sar. (2011a) koji nisu ustanovili pojavu potomstva *R. dominica* primenom spinosada u dozi od 0,1; 0,5 i 1 mg/kg, 10 nedelja posle ekspozicije žita. Pojavu potomstva nisu zabeležili ni Subramanyam i sar. (2007), Daglish i sar. (2008) i Daglish i Nayak (2006) koji su potvrdili efikasnost spinosada za *R. dominica* tokom šest, sedam i devet meseci skladištenja pšenice u silosima, dok su Bonjour i sar. (2006) iste rezultate dobili i posle 22 meseca skladištenja.

Suprotno dobijenim rezultatima, Fang i sar. (2002) zabeležili su pojavu potomstva, međutim broj potomaka razlikovao se u odnosu na vrstu pšenice i dužinu ekspozicije roditelja *R. dominica*. Kod primene spinosada u dozi od 1 mg/kg pšenice broj potomaka nije prelazio 1 jedinka/uzorku. Pojava potomstva posle primene spinosada zabeležena je i u istraživanjima Athanassiou i Kavallieratos (2014), s tim što je broj potomaka bio $\leq 0,4$ jedinki/uzorku ječma, raži i kukuruza, dok je kod pšenice pojava potomstva izostala. Značajno je napomenuti da se, u istraživanjima ovih autora, broj potomaka u netretiranoj kontroli razlikovao u odnosu na vrstu žita, u kukuruza je zabeleženo 14,4, u pšenici 20, u raži 67,8 i u ječmu 120 jedinki/uzorku, što je slično sa dobijenim rezultatima u istraživanju gde je naveći broj potomaka zabeležen u netretiranom, infestiranom uzorku tritikalea (432,5), a najmanji u istom uzorku ovsa (36,4). Upoređujući vrste zrna, Baker i sar. (1991) su zabeležili značajno veću količinu oštećenog zrna i prašine u pšenici i tritikaleu, nego u pirinču infestiranim *R. dominica*.

U radu nije ustanovljen sadržaj oštećenih zrna i prisustvo prašine kod tretiranih vrsta žita spinosadom, što predstavlja najidealniju zaštitu strnog žita i potpuno ispunjava uslove prema pravilniku o kvalitetu žita u Srbiji (Službeni glasnik RS, 68/16), a posebno u svetu gde je dozvoljen prag oštećenja od 2,5 oštećenih zrna/100g pšenice (Hertlien i sar., 2011).

Utvrđeno je da, *R. dominica* infestirajući zrno, dovodi do promena u sadržaju mineralnih materija, skroba, proteina, vitamina i sadržaja pepela kod pšenice, kukuruza i sirka. Kod ovih vrsta žita su ustanovljene promene u sadržaju minerala (Jood i sar., 1992), redukcija ukupnih lipida, fosfolipida i galaktolipida (Jood i sar., 1996), smanjenje sadržaja vitamina (Jood i Kapoor, 1994), smanjenje sadržaja ukupnih proteina i vezanog, proteinskog azota (Jood i Kapoor, 1992; 1993). U skladu sa navedenim rezultatima su i rezultati istraživanja. Ako posmatramo sadržaj vlage, proteina i pepela kod netretiranih, infestiranih uzoraka u ogledu, ustanovićemo promene u sadržaju ovih parametara, dok kod infestiranih uzoraka, tretiranih spinosadom uticaj na hemijske osobine zrna (sadržaj vlage,

proteina i pepela) nije zabeležen što ukazuje na pozitivno delovanje spinosada i mogućnost njegove primene u strnim žitama za zaštitu od *R. dominica*.

6.1.2. Efekti abamektina

Značajno je manji broj publikovanih radova o delovanju abamektina na skladišne insekte u poređenju sa spinosadom. U eksperimentu je posle 7 dana ekspozicije, smrtnost *R. dominica* bila veoma niska (<56,5%) primenom sve tri ispitivane doze abamektina. Razlike između vrsta žita bile su izraženije kod najmanje doze 0,25 mg/kg u odnosu na dozu od 0,5 mg/kg. Primenom abamektina u najvećoj dozi, kod pšenice je ostvarena smrtnost od 56,5%, dok je kod ostalih vrsta žita zabeležena smrtnost $\leq 30,5\%$. Posle 14 dana efikasnost abamektina se povećala, pa je smrtnost *R. dominica* bila najveća u ovsu (od 87,5% do 96,5%), a najmanja smrtnost ostvarena je u ječmu (od 54,0% do 78,5%). Posle 21 dana ekspozicije, kod svih ispitivanih vrsta, nije utvrđena značajnost razlika između vrsta žita primenom abamektina u dvema najvećim dozama (smrtnost je bila >98,5%), a efikasnost pri primeni 0,25 mg/kg bila je najmanja u tritikaleu (96,5%) u odnosu na druge vrste žita.

Navedeni rezultati ukazuju da se povećanjem doze primene i dužine ekspozicije *R. dominica* povećava efikasnost abamektina i smanjuje razlika između vrsta žita (pšenice, ječma, raži, ovsu i tritikalea). Rezultati su u skladu sa istraživanjima Kavallieratos i sar. (2009) koji ukazuju da uticaj vrste žita može biti značajan pri određivanju efikasnosti abamektina. Ovi autori su utvrdili veću smrtnost *R. dominica* i *S. oryzae* u kukuruzu nego u pšenici i navode da je za efikasnost abamektina na nivou > 95% potrebno 14 dana izlaganja adulta *R. dominica* u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 1,0 mg/kg abamektina.

Dobijeni rezultati su u skladu i sa jednim od prvih istraživanja o efikasnosti abamektina na skladišne insekte, u kome su Beeman i Speirs (1984) koristili kristalni avermektin B₁ (mikstura 4:1 avermektin_{1a} i avermektin_{1b}) u suzbijanju *R. dominica* u pšenici. U ovim istraživanjima, procenat smrtnosti i redukcija potomstva rizoperte zavisila je od primenjene količine avermektina i dužine ekspozicije.

Vrlo važan parametar koji pokazuje potencijal za dužu zaštitu uskladištenog žita jeste uticaj insekticida na pojavu potomstva štetnih insekata (Subramanyam i Roesli, 2000; Athanassiou i Kavallieratos, 2005). U radu nije zabeležena pojava potomstva 10 nedelja od stavljanja roditelja u kontakt sa različitim vrstama žita tretiranim abamektinom. Ove rezultate potvrđuju, pored prethodno navedenog istraživanja Beemana i Speirsa (1984) i

Kavallieratos i sar. (2009) koji su u svojim istraživanjima zabeležili pojavu potomstva *R. dominica* u pšenici i kukuruzi samo pri primeni doze od 0,01 i 0,1 mg/kg, dok je pri primeni doze od 0,5 i 1,0 mg/kg pojava potomstva *R. dominica* izostala.

U radu je ustanovljen je sadržaj oštećenog zrna u vrednosti < 1% (0,5 g), osim kod pšenice tretirane abamektinom u dozi od 0,25 mg/kg (0,58 g). Ova masa oštećenja ukazuje na povoljnu efektivnost abamektina u zaštiti uskladištenog žita. Sve izmerene količine oštećenog žita bile su značajno manje od netretirane i infestirane kontrole. Sadržaj prašine, kao nusprodukta koji nastaje usled ishrane larvi i adulta *R. dominica* kod ispitivanih vrsta žita se nije razlikovao u odnosu na netretiranu, neinfestiranu kontrolu i uzorke tretirane spinosadom.

Povećanje vlage kod svih vrsta strnih žita, u svim dozama primene abamektina, u odnosu na netretiranu, neinfestiranu kontrolu i uzorke tretirane spinosadom jeste statistički značajno povećano, ali u praksi toliko povećanje sadržaja vlage nije značajno. Pearsonov koeficijent ukazuje na značajnu pozitivnu korelaciju između oštećenja zrna i sadržaja vlage kod svih vrsta žita, osim kod ovasa kod koga je oštećenje zrna bilo minimalno. Sadržaj proteina i pepela nije promenjen kod uzoraka tretiranim abamektinom. Nisu pronađene reference koje su ispitivale uticaj primene abamektina na hemijske osobine strnih žita. u istraživanjima su najveće promene u sadržaju vlage, proteina i pepela ustanovljene kod netretirane, infestirane kontrole i kod uzoraka sa 0,25 mg/kg abamektina gde je smrtnost *R. dominica* bila nešto manja, naročito u prvim danima ekspozicije. Pearsonov koeficijent linearne korelacije ukazuje da su nastale promene usled oštećenja zrna.

6.2.3. Efekti diatomejske zemlje

Poznato je da su danas mnoge DZ širom sveta komercijalno dostupne i da su efikasne protiv štetočina u skladištima žita (Athanassiou i sar., 2005; 2008a; 2009; 2014; 2016; Korunić, 1998; 2013; 2016; Subramanyam i Roesli, 2000; Kavalieratos i sar., 2005; 2010a; 2010b; 2015; Campolo i sar., 2014; Doumbia i sar., 2014; McLaughin, 2012). Međutim, Athanassiou i sar. (2014) uz isticanje da su DZ efikasne protiv svih primarnih štetočina u skladištima, uključujući i *R. dominica*, navode da su dostupni rezultati često i kontradiktorni, kao i da se na osnovu rezultata istraživanja do kojih su došli Korunić (1998), Fields i Korunić (2000), i Flinn i Hagstrum (2011), može konstatovati da su u odnosu na druge skladišne insekte adulti *R. dominica* tolerantniji na DZ.

Utvrđena efikasnost DZ S-1 i DZ S-2 poreklom iz Srbije na *R. dominica* je niža u odnosu na efikasnost istih prašiva protiv *S. oryzae* i *T. castaneum* (Andrić i sar., 2012), a do slične konstatacije su došli i Athanassiou i sar. (2011b), upoređujući efikasnost DZ različitog geografskog porekla na *R. dominica* u odnosu na *S. oryzae*. Jedan od razloga koji utiče da je *R. dominica* tolerantnija na DZ je što su imaga ove vrste znatno manje mobilna od drugih skladišnih insekata i s toga je njihov kontakt sa česticama DZ manji (Athanassiou i Kavallieratos, 2005). Prema podacima koje su prikazali Subramanyam i Roesli (2000) geografsko poreklo depozita prašiva može značajano uticati na efikasnost, gde su, generalno, DZ iz mora ili iz reka efikasnija od sedimenata sa kopna. Rezultati ovih istraživanja to potvrđuju, jer je Protect-It koji je značajno efikasniji od DZ poreklom iz Srbije dobijen iz vodenih sedimenata, dok su DZ-S1 i DZ-S2 iz kopnenih sedimenata. Prema istraživanjima do kojih su došli Korunić (1997) i Vayias i sar. (2009b) se od karakteristika DZ koje utiču na efikasnost inertnih prašiva izdvaja sadržaj SiO₂ i zastupljenost sitnijih čestica. Slični zaključci proizilaze i iz ovih istraživanja, jer preparat Protect-It sadrži 83,7% SiO₂ (sa 10% silica aerogelom), a DZ S-1 i DZ S-2 79,8% i 63,2% SiO₂. Takođe, udeo čestica < 13 µm je najveći u prašivu Protect-It 98% (Arnaud i sar., 2005) nešto je manji u prašivu DZ-S1 95,3%, a najmanji u DZ-S2 81,0% (Andrić i sar., 2012). Na osnovu iznetog, ne postoji velika razlika u sadržaju SiO₂ i veličini čestica između DZ Protect-It i DZ S-1. Međutim, u formulaciji DZ Protect-It dodato je 10% silicijum gela, pa se njena veća efikasnost može objasniti upravo ovom činjenicom.

Prašivo iz Srbije DZ S-1 je, u istraživanju pri najvećoj količini primene 1,5 g/kg, u svim žitima nakon 21 dana izlaganja *R. dominica* ostvarilo visoku efikasnost (94-100%), koja nije značajno manja u odnosu na efikasnost DZ Protect-It primenjene u količini 1g/kg, tako da možemo da kažemo da prašivo DZ S-1 pokazuje dobar insekticidni potencijal. Takođe, drugo prašivo iz Srbije, DZ S-2 je bilo na tom nivou efikasnosti, ali samo u pšenici i ječmu.

Jedan od faktora koji determinišu efikasnost DZ protiv štetnih insekata je vrsta žita (Athanassiou i Kavallieratos, 2005; Athanassiou i sar., 2008g; 2009; Doumbai i sar., 2014; Kavallieratos i sar., 2005; 2010b). Athanassiou i sar. (2008g) su ispitivanjem efekata preparata DZ SilicoSec za *S. oryzae* utvrdili značajnu razliku u efikasnosti u ječmu, kukuruzu, oljuštenom i neoljuštenom pirinču, dok je prema rezultatima koje su dobili Wakil i sar. (2013) ovaj preparat za *R. dominica* najefikasniji u pšenici, značajno više nego u pirinču i kukuruzu. U istraživanjima je značajna razlika u efikasnosti svih ispitivanih DZ u odnosu na vrstu žita bila izraženija kod nižih količina primene. Tako je kod količine od

0,5 i 1,0 g/kg, veća efikasnost zabeležena kod pšenice, ječma i ovsu nego kod raži i tritikalea, dok kod količine od 1,5 g/kg razlike u efikasnosti prašiva Protect-It nije bilo, dok je kod DZ S-1 i DZ S-2 značajna razlika u efikasnosti konstatovana samo kod raži i tritikalea, gde je bila i najniža. Ovo je u skladu sa rezultatima istraživanjima koje su dobili Kavallieratos i sar. (2005) koji su ispitivanjem dve komercijalne DZ Insecto i SilicoSec za *R. dominica* u pšenici, ječmu, golozrnom ječmu, ovsu, raži, tritikaleu, pirinču i kukuruzu dobili razlike između primenjenih preparata DZ i između pojedinih ispitivanih vrsta zrna, s tim što je razlika između zrna bila u pozitivnoj korelaciji sa povećanjem količine primene preparata i dužinom ekspozicije.

Prašivo Protect-It je u istraživanjima posle sedam dana ekspozicije prouzrokovalo smrtnost *R. dominica* u rasponu od 89% kod tritikalea do 99% kod ovsu, dok je posle 21 dana efikasnost bila još veća i dostigla 100% u svim ispitivanim vrstama žita, pri najvećoj količini primene, 1,5 g/kg. Kod DZ poreklom iz Srbije se efikasnost za *R. dominica* povećava sa dužinom ekspozicije, što je u skladu sa navodima i rezultatima testiranja brojnih istraživača (Korunić, 2007; Athanassiou i sar., 2005, 2008g, 2011b, 2014, 2016; Kavallieratos i sar., 2010, 2012, 2015; Wakill i sar., 2010, 2013; Fields i Korunić, 2000; Vayias i Athanassiou, 2004; Kljajić i sar., 2011; Andrić i sar., 2012; Campollo i sar., 2014).

Uticaj inertnih prašiva na pojavu potomstva skladišnih insekata je vrlo važan parametar koji može da pokaže da li postoji potencijal za dugu zaštitu uskladištenog žita (Subramanyam i Roesli, 2000; Athanassiou i Kavallieratos, 2005). U ovom istraživanju Protect-It je ostvario 100% smrtnost posle 21 dana ekspozicije (1,5 g/kg), ali se ipak pojavio određen broj potomaka u pojedinim vrstama žita, prosečno 2,9 jedinki kod tritikalea, 0,9 kod pšenice i 0,9 kod raži. Ovo je u skladu sa istraživanjima Athanassiou i sar. (2014) koji navode da se pojava potomstva ove vrste, čak i u slučajevima 100% smrtnosti roditelja, nije mogla izbeći. Takođe, kod netretiranog, infestiranog zrna najveći broj potomaka utvrđen je kod tritikalea (prosečno 428), zatim kod raži (prosečno 266), pšenice (prosečno 171), a najmanji kod ječma (prosečno 100) i posebno kod ovsu (prosečno 34). U žitu tretiranom DZ takođe je u tritikaleu i raži utvrđen najveći broj potomaka, a najmanji u ovsu. Nasuprot ovim istraživanjima, Kavallieratos i sar. (2005) nisu utvrdili značajniju razliku između vrsta žita i pojave potomstva, osim kod oljuštenog ječma, koji nije ispitivan u ovom radu. Međutim, Kavallieratos i sar. (2010b) tvrde da postoji razlika u odnosu na sortu pšenice, dok Keskin i Ozkaya (2013) i Bodroža-Solarov i sar. (2012) tvrde da tvrdoća zrna predstavlja jedan od glavnih razloga jače ili slabije

infestacije zrna, što može biti jedan od razloga najveće infestacije zrna tritikalea koja je brašnava vrsta što njeno zrno klasifikuje kao najmekše (Đekić i sar., 2011) i zrna raži koji je značajno mekše u odnosu na pšenicu (Serna-Saldivar, 2010a) i najmanje infestacije ječma i ovsa koji u odnosu na pšenicu imaju značajno tvrđe zrno (Serna-Saldivar, 2010a).

Mehanizam otpornosti zrna na infestaciju je kompleksan i zavisi od fizičko-hemijskih i biohemijskih osobina zrna, kao i od biohemijske i fizičke adaptacije skladišnih insekata na ove osobine (Nawrot i sar., 2006). Ovom činjenicom, objašnjava se pojava većeg broja potomaka kod raži koja, u odnosu na druge ispitivane vrste, poseduje znatno veću količinu proteina, kao i manji broj potomaka kod ovsa koji, kako navodi Serna-Saldivar (2010b) poseduje veću količinu vlakana u odnosu na druge ispitivane vrste. Takođe, prisustvo plevice kod ovsa može imati određenu ulogu u pojavi manjeg broja potomaka. U prilog ovoj tvrdnji su i istraživanja Nawrot i sar. (2006) koji su razliku u osetljivosti vrste pšenice na infestaciju *T. granarium*, pored fizičkih osobina, objasnili i većim sadržajem proteina i vlakana, kao i staklavošću, tj, tvrdoćom zrna.

Masa oštećenih zrna, kao i masa prašine u korelaciji je sa efikasnošću DZ, s tim što su sve izmerene mase bile značajno manje od netretirane i infestirane kontrole. S obzirom da je najmanja efikasnost ostvarena kod tritikalea, naročito posle prvih sedam dana ekspozicije, sasvim je očekivano da je najveća masa ovih parametara upravo u tritikaleu. Ovi rezultati ukazuju na značajnost brzine toksičnog delovanja DZ. Nisu pronađena istraživanja koja su se bavila ovom problematikom uticaja primene DZ na oštećenje zrna i količinu prašine. Mebarkia i sar. (2009) ispitivali su uticaj vrste žita (meka i tvrda pšenica, ječam, pirinač, kukuruz) na razvoj i ishranu *R. dominica* i, slično dobijenim rezultatima, ustanovili razlike u odnosu na ispitivano žito u broju potomstva, dužini razvoja i gubitku suve materije nastale ishranom ove štetočine. Najduži razvoj rizoperte (od jaja do adulta) bio je u kukuruzu, (55,1 dan) u odnosu na meku pšenicu, ječam, tvrdu pšenicu, pirinač (49,2; 47,0; 44,3 i 42,2 dana, respektivno). Prosečan broj potomaka (po danu) bio je najmanji u kukuruzu (0,12), pirinču (1,89), značajno veći u tvrdoj pšenici (3,02), ali najveći u ječmu i mekoj pšenici (5,28 i 5,81). Takođe, gubitak suve materije izazvan razvojem potomstva *R. dominica* bio je najveći u mekoj pšenici (6,09%), značajno manji u ječmu (3,97%), a najmanji u pirinču, tvrdoj pšenici i kukuruzu (2,31%, 1,95% i 0,26%, respektivno).

6.2. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na osobine različitih sorti strnih žita

Kod tritikalea je, u odnosu na ostale vrste, utvrđena najniža adhezivnost, 73% za Protect-It, 89,8% za DZ S-1 i 59% za DZ S-2, dok je kod pšenice ova vrednost najviša, 95% za Protect-It, 90% za DZ S-1 i 83% za DZ S-2. Do istih rezultata došli su Athanassiou i Kavallieratos (2005) navodeći da vrlo malo čestica DZ ostaje na zrnju tritikalea, oljuštenog ječma i posebno kukuruza, kao i da je adhezivnost u pozitivnoj korelaciji sa efikasnošću DZ.

Ispitujući efikasnost određenih DZ u suzbijanju štetnih insekata u skladištima, mnogobrojni su autori utvrdili negativno dejstvo DZ na hektolitarsku masu (HM) zrna pšenice (Korunić i sar., 1996, 1998; Korunić, 2013, 2016; Vayias i sar., 2009b; Kavallieratos i sar., 2007; Bodroža-Solarov i sar., 2012; Rumbos i sar., 2016; Ashraf i sar., 2016). Primenom preparata Protect-It smanjenje HM je značajnije u odnosu na primenu DZ S-1 i DZ S-2. Takođe, Protect-It ima i najveću sposobnost adhezivnosti, ali i najveću efikasnost u suzbijanju *R. dominica*. Ovi rezultati su u saglasnosti sa ispitivanjem Korunić i sar. (1998) koji su ustanovili korelaciju između efikasnosti DZ, redukcije hektolitarske mase i adhezivnosti na zрно, jer ukoliko DZ prouzrokuje manju redukciju hektolitarske mase, istovremeno je njena adhezivnost i efikasnost niža.

Ako izuzmemo netretirano, infestirano žito, tretirani uzorci sa DZ nisu pokazali veliku promenu u sadržaju vode, osim kod uzoraka kod kojih je primenjena DZ S-2 u količini 0,5 g/kg. S obzirom da je kod ovih uzoraka utvrđena i veća masa oštećenog zrna, konstatovano povećanje vlage, iako nije veliko, je očekivano. Na povezanost ova dva parametra ukazuje Pearsonov koeficijent korelacije.

S obzirom da se *R. dominica* hrani uglavnom endospermom zrna, ali i klicom zrna i da može svesti zрно žita samo na perikarp (Edde, 2012) usled povećane infestacije i većeg oštećenja zrna, smanjenje ukupnog sadržaja proteina je očekivano kod netretiranih, infestiranih žita. Smanjenje ovog parametra u tretiranim uzorcima nije veliko ($\leq 0,5\%$) upravo zbog efikasnosti DZ, i manjeg oštećenja zrna. Autori Jood i Kapor (1992, 1993) zabeležili su smanjenje ukupnih proteina u pšenici u zrnju, ali samo pri jakoj infestaciji *R. dominica*, od 75 %.

Značajna razlika u sadržaju pepela pojavila se kod tritikalea gde je najveći sadržaj izmeren u netretiranom uzorku infestiranom rizopertom, potom u uzorku tretiranom sa DZ S-2, u količini od 0,5 g/kg. Svaka promena u sadržaju pepela nije nastala primenom DZ već usled ishrane *R. dominica* što je potvrđeno Pearsonovim koeficijentom korelacije. Ovi rezultati su u saglasnosti sa ispitivanjem Korunić i sar. (1996) koji nisu ustanovili povećanje količine pepela kod pšeničnog zrna tretiranog sa DZ, ali jesu u pšeničnom brašnu, direktnim dodavanjem DZ. Freo i sar. (2014) su došli do drugačijih zaključaka, s tim da povećanje pepela može biti posledica primene veće količine DZ (2 i 4 g/kg) i dužeg vremena proteklog od aplikacije, 60, 120 i 180 dana.

Dobijeni rezultati su u skladu sa ispitivanjima Jood i sar. (1992) koji su utvrdili da *R. dominica* utiče na sadržaj mineralnih materija u zrnu, tako što se on povećava, ali najčešće kod jačih infestacija (od 75%), dok su Keskin i Ozkaya (2013) potvrdili identičan uticaj *S. granarius* na mineralne materije zrna, koji se takođe hrani u najvećoj meri endospermom i klicom zrna. Povećanje sadržaja vlage i smanjenje suve materije (povećanje pepela) je u skladu sa rezultatima Silva i sar. (2003) koji su ustanovili da je 64 adulata/kg pšenice *R. dominica* potrebno, za količinu od 1,5% oštećenih zrna/kg (što je prag za "ispod standarda" u Brazilu). Navedeni autori su zabeležili da ova količina oštećenog zrna povećava vlagu za 0,07%, redukuje HM za 0,5 kh/hl i smanjuje sadržaj suve materije za 0,5%.

6.3. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na kvalitet brašna od pšenice, raži i tritikalea

6.3.1. Efikasnost diatomejske zemlje na *R. dominica* u različitim sortama pšenice, tritikalea i raži

Efikasnost diatomejske zemlje u količini od 1g/kg bila je različita u odnosu na vrstu žita i sortu. Primena DZ Protect-It pokazala je najveću efikasnost u zaštiti svih ispitivanih vrsta i sorti žita, dok je najslabiju zaštitu ostvarila DZ S-2 kod svih vrsta žita. Najveća efikasnost svih DZ (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2) ostvarena je kod pšenice sorte Kruna (99,3%, 94,0% i 93,3%, respektivno) koja u odnosu na sortu Planeta, pored veće efikasnosti, ima i veću sposobnost u adhezivnosti (94,1%, 89,8% i 83,2%, u odnosu na

86,2%, 82,8%, 79,1%,) što je u skladu sa istraživanjima Korunić i sar. (1998), Athanassiou i Kavallieratos (2005), Athanassiou i sar. (2008g).

U odnosu na sve ispitivane sorte i vrste žita, najmanja zaštita ostvarena je u tritikaleu. Kod tritikalea sorte Bingo primenom DZ Protec-It konstatovan je veći procenat smrtnosti *R. dominica* (93,3%) u odnosu na sortu KG-20 (85,3%), dok je primena DZ poreklom iz Srbije ostvarila statistički istu smrtnost kod obe sorte.

Objašnjenje za različitu smrtnost između sorti iste vrste, treba tražiti u fizičkim i hemijskim osobinama samog zrna koje je, kao takvo, manje ili više prijemčivo za ishranu i razvoj *R. dominica* (Toews i sar., 2000; Watts i Dunkel, 2003). Upoređujući efikasnost tri DZ u tri sorte pšenice, Kavallieratos i sar. (2010b) su utvrdili manju efikasnost primenjenih DZ kod sorte Ponos sa najvećim, najtežim i najdužim zrnom, kod koga je veći gluten indeks. Ovi autori su utvrdili da se na manjim zrnima bolje raspoređuje DZ. Sa druge strane, povezali su sadržaj proteina sa najvećom efikasnošću. Bodroža-Solarov i sar. (2012) su utvrdili veće oštećenje zrna kod pšenice sa manjom staklavošću (25,7% u odnosu na 15,7%). Navedena istraživanja su u suprotnosti sa dobijenim rezultatima. Sorta Kruna u odnosu na sortu Planeta ima veće zrno (43,0 g apsolutna masa (A.M) prema 39,1 g A.M.), manju količinu proteina (11,3% s.m. prema 13,5% s.m.), manju staklavost (29,9% prema 73,5%). Procenat glutena je manji kod sorte Kruna u odnosu na sortu Planeta (18,6% prema 20,9%), dok je jačina glutena ista (98,5% prema 99,0%). Navedene osobine, na osnovu prethodnih istraživanja, ukazuju na mogućnost manje efikasnosti DZ u pšenici sorte Kruna, međutim, istraživanja su pokazali suprotno. Dobijeni rezultati se objašnjavaju većom adhezivnošću sorte Kruna i konstatacijom autora Kavallieratos i sar. (2010a) koji navode mogućnost negativnih interakcija navedenih osobina i upućuju na dodatna, posebna istraživanja za ovu složenu problematiku.

6.3.2. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na fizičke i hemijske osobine pšenice, tritikalea i raži

Najveća adhezivnost na zrnju sve tri DZ je utvrđena kod pšenice sorte Kruna, a najmanja kod tritikalea sorte Bingo. U svim vrstama žita značajno najveću adhezivnost je ispoljio Protect-It. Rezultati su u skladu sa rezultatima u poglavlju 4.2. Korunić (1998) navodi da je stepen adhezivnosti u pozitivnoj korelaciji sa efikasnošću primenjenih DZ, ali da se insekticidni potencijal ne može vezati samo sa ovom osobinom. U skladu sa tim su i dobijeni rezultati i razlike između vrsta i sorti. U odnosu na sortu, značajno veća

adhezivnost ostvarena je kod sorte Krune u odnosu na sortu Planeta, primenom sve tri DZ. Protect-It i DZ S-1 su veću adhezivnost ostvarile kod tritikalea sorte KG-20 u odnosu na sortu Bingo, dok je adhezivnost DZ S-2 kod obe sorte tritikalea bila jednaka. Kavallieratos i sar. (2005) su utvrdili različitu adhezivnost primenjenih DZ na različite vrste žita, ali visok nivo adhezivnosti nije bio uvek u skladu sa visokom efikasnošću (kod pirinča je adhezivnost bila visoka, a efikasnost DZ niža). Do istih rezultata došli su i Kavallieratos i sar. (2010a) utvrđujući efikasnost DZ i nivo adhezivnosti u odnosu na tri sorte pšenice. Navedeni i dobijeni rezultati navode na neophodnost poznavanja kako fizičko-hemijskih karakteristika zrna, tako i bioloških procesa.

Posle nanošenja DZ u količini od 1 g/kg žita, utvrđena je značajna redukcija hektolitarske mase. Najveću promenu prouzrokovao je Protect-It, kod sorti pšenice (sa 81,1 na 73,6 kod Planete i sa 76,8 na 69,7 kod sorte Krune), potom kod sorti tritikalea (sa 67,3 na 61,2 kod sorte Bingo i sa 72,0 na 65,8 kod sorte KG-20). DZ S-2 je kod svih ispitivanih sorti izazvala najmanju redukciju hektolitarske mase u odnosu na DZ S-1 i DZ Protect-It. Najmanja redukcija hektolitarske mase ostvarena je kod raži primenom sve tri DZ (8,12% Protect-it, 6,46% DZ S-1 i 4,67% DZ S-2). Ovi rezultati su u saglasnosti sa prethodno navedenim rezultatima u poglavlju 4.2 ove disertacije i time su potvrđena ispitivanja Korunića i sar. (1998) koji su ustanovili korelaciju između efikasnosti DZ, redukcije hektolitarske mase i adhezivnosti na zrno. Ukoliko DZ prouzrokuje manju redukciju hektolitarske mase, istovremeno je njena adhezivnost i efikasnost niža. Redukcija HM kod obe sorte pšenice primenom DZ Protect-It bila je > od 9%, primenom DZ S-1 > od 8%, DZ S-2 > od 7%, dok su se razlike u redukciji HM kod sorti tritikalea javile samo primenom DZ S-2 (6,44% kod Binga i 7,11% kod KG-20). S obzirom na ustanovljene razlike između sorti, potvrđen je uticaj sortnih osobina na efikasnost DZ što je u skladu sa istraživanjima Kavallieratos i sar. (2010a).

Sedam nedelja posle isejavanja roditelja *R. dominica* utvrđeno je prisustvo potomaka u ispitivanim sortama pšenice, tritikalea i raži. Prosečan broj potomaka razlikovao se u odnosu na vrstu i sortu ispitivanog žita, ali i u odnosu na primenjenu DZ. Zbog visoke efikasnosti u svim ispitivanim uzorcima tretiranim DZ Protect-It ostvaren je visok procenat redukcije potomstva (>99,5%). Primena DZ S-2 je najmanje zaštitila ispitivane vrste i sorte jer je kod svih uzoraka tretiranih ovom DZ utvrđen najveći broj potomaka i najmanji procenat redukcije (207,7/50,0% kod Krune u odnosu na 99,5/91,5% kod Planete, i 114,8/79,8% kod Binga u odnosu na 86,2/90,3% kod KG-20). Primenom ove DZ kod raži broj potomstva je bio najmanji, a redukcija najveća (79,2/92,3%) u

odnosu na druge vrste i sorte. Obe sorte pšenice su u ovom delu ispitivanja bile prijemčivije za pojavu potomstva *R. dominica*, u odnosu na ispitivane dve sorte tritikalea i sortu raži.

Razlog neusaglašenosti ovih rezultata sa rezultatima navedenim u poglavlju 4.2 gde je najveći broj potomaka ustanovljen kod vrste tritikale, je posledica različitih karakteristika ispitivanih vrsta i sorti žita.

Najmanja količina oštećenog zrna i prašine, kao i najmanji procenat oštećenja žita ustanovljen je kod svih ispitivanih vrsta i sorti tretiranih DZ Protect-It koja je pokazala najveću efikasnost u zaštiti od *R. dominica* (najveći % smrtnosti adulata i najmanji broj potomaka) što je skladu sa istraživanjima Arthur i sar. (2012). Odnos ovih parametra kod primene DZ S-1 i DZ S-2, kod svih ispitivanih vrsta i sorti, osim kod tritikalea sorte Bingo, bio je u korist DZ S-1 koja je pokazala i bolju efikasnost u zaštiti žita od *R. dominica* u odnosu na DZ S-2. Procenat oštećenja zrna bio je najveći kod sorte Kruna tretirane DZ S-2 i iznosio je 1%. Kod svih ostalih tretiranih uzoraka taj procenat bio je manji od 1%. U odnosu na tretirano žito diatomejskim zemljama, u netretiranom, infestiranom uzorku sadržaj ispitivanih parametra bio je značajno veći (Planeta 7,5%, Kruna 3,1%, Bingo 3,1%, KG-20 4% i Raša 6,1%). Prema El-Haramein i sar. (1984) potrebno je prisustvo od 2% oštećenih zrna da brašno pšenice postane neodgovarajuća sirovina za pekarsku proizvodnju, s toga se očekuju promene u reološkim osobinama pre svih, kod netretiranih, infestiranih uzoraka.

Sadržaj vlage primenom DZ nije značajno promenjen. Povećanje vlage zabeleženo je kod infestiranih uzoraka tretiranim DZ, kod kojih je ustanovljena i manja efikasnost, dok je infestirani, netretirani uzorak kod svih ispitivanih vrsta i sorti pokazao značajno povećanje sadržaja vlage. Rezultati su u skladu sa istraživanjima Sanchez-Marinez i sar. (1997), Bodroža-Solarov-Solarov i sar. (2012), Ozkaya i sar. (2009), Keskin i Ozkaya (2015) u kojima je takođe zabeleženo da prisustvo *R. dominica* dovodi do povećanja sadržaja vode u uzorcima.

Primenom DZ nije utvrđena promena u sadržaju proteina kod ispitivanih uzoraka što je u skladu sa ispitivanjima Korunić i sar. (1996). Kod tretiranih, infestiranih uzoraka promena sadržaja proteina zabeležena je uglavnom kod primene DZ S-2 koja je pokazala najslabiju efikasnost u zaštiti od *R. dominica*. S obzirom da se veći sadržaj proteina pojavio kod infestiranih uzoraka, ali ne i kod neinfestiranih, tretiranih uzoraka ova promena se vezuje za prisustvo i razvoj *R. dominica*. Sanchez-Marinez i sar. (1997) su u brašnu kod

koga nisu izdvojene mekinje utvrdili povećanje sadržaja proteina, dok se u brašnu bez mekinja sadržaj smanjio usled ishrane *R. dominica*.

U istraživanjima o uticaju *R. dominica* na sadržaj proteina (Jood i Kapoor, 1992, 1993; Ozkaya i sar., 2009; Keskin i Ozkaya, 2015) infestirani uzorci pšenice pokazuju povećanje ukupnog azota zbog gubitka velike količine endosperma usled ishrane i prisustva određenih „nečistoća“ i mokraćne kiseline, kao nus efekta razvoja *R. dominica*. Nečistoće sadrže fragmente nerazvijenih insekata, jaja, larve, košuljice larvi i druge nus-produmente koje mogu uticati na krajnji kvalitet infestiranog zrna (Seitz i Ram, 2004; Park i sar., 2008). Ozkaya i sar. (2009) navode da uzrok povećanja, pored sadržaja proteinskog azota u ekskrecijama insekata i delovima tela insekata, može biti i proteolitički metabolizam samog insekta. Ovo je u skladu sa istraživanjima, gde je utvrđeno određeno povećanje sadržaja proteina usled infestacije *R. dominica*.

Međutim, ovi rezultati su u suprotnosti sa rezultatima u poglavlju 4.2. gde je utvrđeno određeno smanjenje ukupnih proteina usled ishrane rizoperte. Nastale razlike mogu biti posledica razlike u količini ispitivanih sorti i vrsta žita po ponavljanju (6 x 250 g u odnosu na 8 x 50g) i broju insekata po ponavljanju (50 adulata na 250 g žita u odnosu na 25 adulata na 50g žita). Manipulacija sa manjom količinom je bila lakša, pa se isejavanje roditelja, kao i njihovo prebrojavanje, moglo većim delom odraditi lakše i preciznije. U skladu sa ovim rezultatima su i istraživanja autora Jood i Kapoor (1993) koji su utvrdili povećan sadržaj ukupnih proteina, ali usled prisustva nečistoća i mokraćne kiseline, dok se pravi sadržaj proteina iz žitarica smanjio sa 11,8% na 9-11% zbog ishrane *R. dominica*.

6.3.3. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na sadržaj vlažnog glutena i gluten indeksa u testu od brašna pšenice, tritikale i raži

Vrednosti vlažnog glutena (VG) nisu se značajno promenile usled tretiranja pšenice sorte Planeta i Kruna diatomejskom zemljom što je u skladu sa istraživanjima Korunić i sar. (1996). Međutim, kod sorte Planeta koja se odlikuje većim sadržajem glutena (20,9%) u odnosu na sortu Kruna (18,6%), ustanovljen je veći sadržaj glutena kod tretiranih, infestiranih uzoraka. Kod ove sorte ustanovljen je i manji gluten indeksa (GI) usled tretiranja DZ i infestacije *R. dominica* (96% za sve tri DZ), u odnosu na sortu Kruna (98,5% za Protect-It, 99,0% za DZ S-1 i 99,5% za DZ S-2). Freo i sar. (2014) su ustanovili da pri primeni većih količina DZ (2,0 i 4,0 g/kg) gluten indeks pokazuje manje vrednosti, a sadržaj vlažnog glutena i sadržaj glutena smanjuje se proporcionalno primeni veće količine

DZ. Suprotno ovim ispitivanjima, Ćurić i sar. (2001) su utvrdili linearnu korelaciju ($r = -0,528$) između sadržaja vlažnog glutena i gluten indeksa. U istraživanjima je utvrđeno da se vrednosti GI primenom DZ smanjuju samo kod sorte bogatije glutenom, sorte Planeta, dok se sadržaj vlažnog glutena nije značajno promenio. Ovo objašnjava činjenicu da kvantitativne osobine glutena ne moraju uvek da podrazumevaju i kvalitativne osobine.

Povećanje sadržaja VG i smanjenje GI kod tretiranih DZ, neinfestiranih uzoraka tritikalea objašnjava se kvalitetom glutena, tj. stvorene glutenske mreže. Freo i sar. (2014) navode da ostaci DZ dovode do promene dielektrične konstante ili promene jonske sile u vodenom rastvoru brašna, što utiče na svojstvo proteina da gradi glutensku mrežu. Gluten indeks definiše kvalitativni sastav proteina, uglavnom alelne kombinacije podjedinica glutenina visoke i niske molekularne težine, koje Torbica i sar. (2007) smatraju najvažnijim za visukoelastična svojstva pšeničnog brašna. Gluten brašna dobijenog izmeljavanjem tritikalea je značajno slabije jačine u odnosu na jačinu glutena pšenice što česticama DZ omogućava lakše inkorporiranje u glutenski matriks tokom mešanja i povećanja temperature. Ovim se količina glutena povećava, ali jačina ove glutenske mreže je znatno slabija i tokom mešanja, brže i lakše se razrušava. Bodroža-Solarov i sar. (2012) su utvrdili da se kod brašna slabijeg glutenskog kompleksa - strukture ne mogu detektovati ostaci inertnih prašiva (zeolita i DZ) iako njihov uticaj na reološke osobine i sadržaj glutena postoji.

Kod svih ispitivanih vrsta i sorti ustanovljen je najmanji sadržaj VG i procenat GI kod netretiranih, infestiranih uzorka i infestiranih uzoraka kod kojih je ustanovljena manja efikasnost DZ što ukazuje da je uzrok prisustvo *R. dominica*. Aja i sar. (2004) navode da je smanjenje vrednosti GI posledica aktivnosti prisutnih nativnih proteolitičkih enzima ili oštećenja zrna infestacijom insekta. Egzogeni proteolitički enzimi iz insekata se unose u zrno. Nakon zamesa brašna dobijenog od oštećenog zrna sa vodom i formiranja testa, proteolitička aktivnost se povećava, što dovodi do degradacije proteina i promene strukture glutena. Od pšeničnog brašna oštećenog zrna dobija se lepljivo testo, male snage, a vekne hleba imaju umanjenu zapreminu i neodgovarajuću teksturu (Hariri i sar., 2000). Potvrda ove konstatacije su i ispitivanja Ozkaya i sar. (2009) koji su utvrdili da je *R. dominica*, u odnosu na infestaciju *T. confusum*, izazvala veću redukciju kvaliteta brašna meke i tvrde pšenice: sadržaj proteina i pepela je povećan, dok je sadržaj glutena i vrednost sedimentacije smanjena. Usled infestacije pšenice *S. granarius* Keskin i Ozkaya (2015) utvrdili su da su uzorci brašna dobijeni od infestirane pšenice, imali smanjene vrednosti gluten indeksa i sedimentacije, smanjen sadržaj lipida i glutena, dok je sadržaj pepela i

proteina bio povećan. U skladu sa dobijenim rezultatima su i rezultati Sanchez-Marinez i sar. (1997) koji konstatuju da naročito *R. dominica* može uticati na kvalitet proteina i redukciju sposobnosti glutena da stvori jaku i kontinuiranu mrežu u testu.

Gluten indeks kao merilo kvaliteta glutena (veći broj - jači gluten) pokazao je takođe da je primena sve tri ispitivane DZ u određenom stepenu efikasna, jer je infestirani uzorak imao nižu vrednost u odnosu na tretirane, infestirane uzorke. Ovaj pad je znatno manje izražen kod uzoraka sa malim sadržajem glutena (Kruna i KG-20), nego kod uzoraka sa većim sadržajem glutena (Planeta i Bingo) jer metoda nije bila dovoljno osetljiva za uzorke sa malim sadržajem glutena. Potrebno je navesti i konstatacije Đaković-a (1997) koji ukazuje da kvalitet brašna u većoj meri zavisi od kvaliteta glutena. Ovaj autor navodi da tek veće razlike u količini vlažnog glutena (naprimer 4%, a nekad i veće) mogu nešto više da znače i za tehnološki kvalitet brašna.

6.3.4. Efekti diatomejske zemlje i *R. dominica* na reološke osobine testa od brašna pšenice, tritikale i raži određene primenom Brabender Glutopika-a

U slučaju određivanja reološkog ponašanja uzoraka primenom Glutopik-a nije ustanovljen statistički značajan uticaj DZ na vrednost maksimalne torzije, što je u skladu sa ispitivanjem Korunića i sar. (1996) i Bodroža-Solarov i sar. (2012) koji su svoja ispitivanja obavili farinografom i ekstenzografom. Visokokvalitetno brašno pokazuje veću vrednost maksimalne torzije (MT) i kraće vreme postizanja maksimuma pika (PMT), dok je kod slabije kvalitetnog brašna, odnos ovih parametra obrnut (Amoriello i sar., 2016). Kod pšenice sorte Planeta, jačina glutena bila je veća u odnosu na sortu Kruna, dok je kod tritikalea sorta Bingo pokazala značajno "jači" gluten u odnosu na sortu KG-20. Do pada parametra maksimalne torzije kod infestiranog uzorka netretiranog i tretiranog DZ došlo je kod sorti sa većim sadržajem glutena (Planeta i Bingo) što znači da je *R. dominica*, svojim proteolitičkim enzimima i svojom ishranom, uticala na strukturu glutena i „oslabila“ ga, tj. došlo je do enzimske razgradnje glutena, što je uočljivo kod sorti sa većom količinom glutena. Enzimska hidroliza je jedan od osnovnih postupaka kojim se menjaju osobine proteina u sirovinama (Hrckova i sar., 2002). Tokom procesa enzimske hidrolize proteini se cepaju na manje molekule, tj. manje peptide i slobodne amino kiseline, koji utiču na nutritivni kvalitet brašna (Panyam i Arun, 1996).

Razlike u vremenu obrazovanja pika postojale su između vrsta, ali i ispitivanih sorti. Kod sorti Kruna i KG-20 period postizanja pika u kontrolnom uzorku bio je duži u

odnosu na druge dve ispitivane sorte jer je njihov gluten slabiji. Uticaj DZ na vreme obrazovanja maksimuma pika razlikovao se u odnosu na vrstu (pšenica i tritikale), ali i u odnosu na sortu. Rezultati su u skladu sa istraživanjima Amoriello i sar. (2016) koji su zaključili da period od 15 s do postizanja "pika" zavisi od sorte i utvrdili su da se na sličan način ponašaju uzorci koji imaju različit sadržaj proteina, iako je brašno od iste sorte. Kod sorte Planeta vreme za obrazovanje maksimuma pika smanjeno je primenom DZ, dok je kod sorte Kruna ova vrednost povećana primenom DZ Protect-It i DZ S-2. Kod tritikalea, veće promene u vremenu obrazovanja maksimuma pika kod sorte Bingo nisu uočene, dok je kod sorte KG-20 smanjeno vreme obrazovanja pika primenom DZ. Korunić i sar. (1996) nisu utvrdili promenu u vremenu obrazovanja pika, ali ovi rezultati nisu obuhvatili više vrsta i sorti.

Kod svih infestiranih uzoraka tretiranih DZ došlo je do većeg ili manjeg skraćenja vremena obrazovanja maksimuma pika, osim kod KG-20 tretiranog DZ Protect-It. Kod ispitivanih sorti pšenice to smanjenje je bilo najveće primenom DZ S-2 (89,0 BU u odnosu na 144,0 BU kod Planete i 158,0 BU u odnosu na 201,0 BU kod Krune), dok kod tritikalea nisu ustanovljene razlike u smanjenju ovog parametra primenom DZ poreklom iz Srbije. Kod svih ispitivanih sorti pšenice i tritikalea u netretiranim uzorcima, infestiranim *R. dominica* došlo je do pada vremena obrazovanja pika, što je u suprotnosti sa tvrdnjom Amoriello i sar. (2016) da je vreme maksimalne torzije u negativnoj korelaciji sa osobinama koje određuju dobar kvalitet brašna. Istraživanja Lu i Seetharaman (2014) i Marti i sar. (2015) ukazuju da brašna tvrde (staklave) pšenice često ispoljavaju duži PMT i veći maksimalni otpor nego brašna mekih sorti pšenice, dok brašna za peciva pokazuju znatno odloženo formiranje vrha i mnogo niži otpor. Autori Goldstein i sar. (2010) zaključili su da se brašna slabog tehnološkog kvaliteta karakterišu brzim razvojem konzistencije i oštro definisanim vrhom koji je praćen ubrzanim padom, dok jaka brašna imaju mnogo sporiji razvoj konzistencije testa i zahtevaju mnogo više vremena za dostizanje vrha konzistencije. Ova istraživanja su u korelaciji sa dobijenim rezultatima.

6.3.5. Uticaj diatomejske zemlje i *R. dominica* na reološke osobine testa od brašna pšenice, tritikale i raži određene primenom Miksolab-a

Određeni uticaj DZ na MUV pšenice postoji i razlikuje se u odnosu na sortu, pa je kod sorte Kruna primenom DZ iz Srbije, kao i infestacijom ove sorte MUV neznatno smanjen, dok kod sorte Planeta ovaj parametar nije promenjen. Dobijeni rezultati za

pšenicu su u saglasnosti sa rezultatima Korunić i sar (1996) koji su takođe utvrdili neznatno smanjenje MUV, a u suprotnosti sa rezultatima Bodroža-Solarov i sar. (2012) koji su utvrdili da primena inertnih prašiva poseduje sposobnost poboljšanja nekih osobina koje određuju tehnološki kvalitet brašna pšenice, kao što su farinografski pokazatelji kvaliteta (moć upijanja vode, stepen omekšanja).

Kod svih ispitivanih uzoraka tritikalea sorte Bingo MUV je povećana, naročito kod infestiranog uzorka, tretiranih i netretiranih DZ. Kod tritikalea sorte KG-20 takođe postoji određeno povećanje ovog parametra, osim kod infestiranog uzorka tretiranog DZ Protect-It. Kod raži nije ustanovljena promena u ovoj osobini testa jer su merenja rađena pri konstantnoj moći upijanja vode.

Moć upijanja vode, kao procenat vode koji može da apsorbuje brašno kako bi se dobilo testo željene konzistencije, se prema rezultatima povećao kod netretiranih, infestiranih uzoraka sorte pšenice Planeta i sorte tritikalea Bingo. Ovo su uzorci sa većem sadržajem glutena i ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima određivanja VG - sa povećanjem sadržaja glutena raste moć vezivanja vode, vreme razvoja testa, rastegljivost i energija, dok se stepen omekšanja testa smanjuje. Rezultati su u skladu sa ispitivanjima Cortezrocha i sar. (1997) koji su utvrdili povećanu moć upijanja vode i veći stepen omekšanja kod testa od zaraženog brašna. Suprotno ovim rezultatima, Ozkaya i sar. (2009) farinografskim ispitivanjima ustanovili su blago, ali neznatno smanjenje MUV i stabilneta testa usled infestacije *R. dominica* meke i tvrde pšenice.

Prema Dubatu (2013) moć upijanja vode zavisi od sadržaja vlage u brašnu, kvaliteta i sadržaja proteina, sadržaja očuvanog i oštećenog skroba, kao i sadržaja pentozana, veličine čestica brašna itd. U skladu sa ovim, možemo reći da veća moć upijanja vode, koja je uočena kod netretiranih, infestiranih uzoraka sorti sa većom količinom glutena, može biti posledica preteranog usitnjenja pšenice. Veća MUV je poželjna od strane mlinara i pekara, međutim potrebno je uravnotežiti vrednosti absorpcije vode uspostavljanjem određenih granica, kao što su sadržaj proteina i vlage u brašnu, oštećenje skroba i sadržaj pepela (Dubat i sar., 2013) što u slučaju eksperimenta ukazuje da je povećanje ovog parametra usled infestacije zrna nepovoljno i nepoželjno.

Ne postoji dostupna literatura o uticaju DZ, kao i o uticaju infestacije insekata na brašno tritikalea i raži.

Primena DZ nije uticala na vreme razvoja pšeničnog testa. Razvoj testa, kao vreme koje je potrebno da protekne od početka mešenja do postizanja konzistencije testa od 1,1 Nm, kod ispitivanih sorti pšenice bio je najduži kod netretiranih, infestiranih uzoraka. Kod

tritikalea sorte Bingo, u odnosu na kontrolu, ovaj ispitivani parametar bio je različit kod svih ispitivanih kombinacija i ne može se ustanoviti zajednička korelacija na osnovu dobijenih rezultata. Kod tritikalea sorte KG-20 vreme razvoja testa se povećavalo kod svih uzoraka, osim kod uzorka tretiranog DZ Protect-It. Kod infestiranih uzoraka tretiranih DZ S-1 i DZ S-2, kao i netretiranog, infestiranog uzoraka raži povećava se vreme razvoja testa.

Stabilnost testa ukazuje na tolerantnost glutena na prekomerno mešanje, kao i na jačinu testa uopšte. Uticaj primene DZ na ovaj parametar nije uočen, osim što je blago smanjena stabilnost testa kod sorte Planet primenom DZ Protect-It i S-1. Razliku između sorti pšenice o uticaju DZ na stabilnost testa utvrdili su i Bodroža-Solarov i sar. (2012). Ovi autori su ispitujući uticaj DZ na brašno dve sorte pšenice različite staklavosti na farinografu i ekstenziografu utvrdili da testo od tvrde pšenice pokazuje veće, vidljivije promene u stabilnosti i otporu na rastezanje. Freo i sar. (2014) su ispitujući farinografske osobine testa pšenice tretirane sa 2 i 4 g/kg DZ (KeepDry) MaxEgger promilografom (model T6, Austria) utvrdili da ostaci DZ dovode do taloženja proteina koji formiraju gluten i na taj način smanjuju stabilnost testa i snagu glutena. Suprotno ovim istraživanjima Korunić i sar. (1996) su ispitivanjem brašna kome je dodato 0,3 g/kg DZ zabeležili veću stabilnost testa i duže vreme razvoja u odnosu na brašno od pšenice tretirane sa 0,05 i 0,3 g/kg DZ Protect-It.

Kod svih ispitivanih netretiranih, infestiranih uzoraka brašna, stabilnost testa se smanjivala, što ukazuje na enzimski aktivno brašno i nestabilno testo. Enzimska aktivnost uslovljava degradaciju glutenske mreže i/ili promene ugljenohidratnog kompleksa, što se odražava na smanjenje moći zadržavanja inicijalno vezane količine vode, a zbog čega testo omekšava. Infestacija ovim insektom, s obzirom da se *R. dominica* hrani pre svega endospermom u kome je i najveća količina ugljenih hidrata, ali i najveći procenat sveukupno prisutnih proteina, izazvala je gore navedene promene. Tvrdnju potkrepljuje i činjenica da je kod uzoraka tretiranih DZ S-1 i S-2, kod kojih je ustanovljena slabija efikasnost zaštite, stabilnost testa bila manja u odnosu na infestirane uzorke tretirane DZ Protect-It. Ovo nije bio slučaj kod uzoraka raži, gde je najveća stabilnost ustanovljena kod infestiranih uzoraka tretiranih DZ S-1 i S-2.

Rezultati su u skladu sa ispitivanjima Cortezrocha i sar. (1997) koji su ispitujući reološke osobine brašna i hleba od pšenice zaražene *R. dominica*, ustanovili da brašno ima veću sposobnost upijanja vode, manju stabilnost testa pri mešanju. Ozkaya i sar. (2009) utvrdili su da su usled ishrane *R. dominica* farinografske vrednosti, kao što su moć upijanja vode i stabilnost testa smanjene, ali ne značajno. Navedeni autori su utvrdili da je usled

ishrane *R. dominica* vreme razvoja testa značajno smanjeno, dok je stepen omekšanja povećan.

Brašno pšenice sa manjom količinom i lošijim kvalitetom glutena sorte Kruna je podložnije uticaju primene DZ u odnosu na brašno sorte Planeta, međutim značajno veće promene ustanovljene su kod infestiranih uzoraka. Netretirani, infestirani uzorci ispitivanih sorti pšenice i tritikalea pokazivali su najmanji stabilitet, najveće slabljenje glutenskog kompleksa tokom mešanja, a to slabljenje glutenskog kompleksa bilo je posebno izraženo tokom zagrevanja. Uzorci infestirani *R. dominica* imali su najmanju vrednost parametra C2, kao i najveću vrednost parametra C1-C2 što oboje ukazuje na razrušavanje glutenske mreže. Ponovo su, posebno u slučaju uzorka tritikalea, uzorci sa većim sadržajem glutena pokazali izraženiji pad vrednosti C2, što je u saglasnosti sa rezultatima određivanja gluten indeksa. Kod infestiranih uzoraka, tretiranih DZ S-2 ustanovljen je veći pad C2, u odnosu na iste uzorke tretirane DZ Protect-It i DZ S-1 što je u korelaciji sa efikasnošću ispitivanih DZ.

Rezultati su u suprotnosti sa rezultatima Domenichini i sar. (1994). Ovi autori su ispitivali uticaj *S. granarius* i *R. dominica* na reološka svojstva durum pšenice i krupice (vlaga, pepeo, boja, delovi proteina, gluten, farinogram, broj padanja, rastegljivost i elastičnost brašna) i nisu utvrdili značajne promene ovih parametra usled infestacije navedenih insekata. Objašnjenje za ove rezultate autori pronalaze u limitiranoj infestaciji pšenice ovim insektima.

Dobijeni rezultati su u skladu sa prethodno navedenim istraživanjima o uticaju štetnih insekata na farinografske (stabilitet, upijanje vode, vreme razvoja testa, stepen omekšanja, otpornost, kvalitetni broj) i ekstenzografske pokazatelje (energija, rastegljivost, otpor na rastezanje) (Cortezrocha i sar., 1997, Sanchez-Marinez i sar., 1997; Milošević i sar., 2005; Ozkaya i sar., 2009; Bodroža-Solarov i sar., 2012; Keskin i Ozkaya, 2013; 2015).

Miksolab raži je zbog specifičnosti uzorka rađen na drugačiji način. Stoga, kod tih uzoraka merilo slabljenja glutenske mreže nije vrednost C2, već C1-C2 koja je pokazala slabljenje jedino kod uzorka infestiranog *R. dominica*, dok su sve tri primenjene DZ sprečile promenu ispitivanih parametra, dok je kod primene DZ iz Srbije zabeležen i pozitivan uticaj na jačinu glutenske mreže kod raži. Ne postoje istraživanja o uticaju primene DZ, kao i uticaju infestacije rizoperte na ove parametre raži sa kojima se mogu uporediti rezultati istraživanja.

U istraživanju su, pored ovih osobina, primenom miksolaba određene i reološke osobine testa pri zagrevanju i naknadnom hlađenju koje potiču uglavnom od osobina skroba. Uticaj primene DZ postoji i različit je u odnosu na vrstu, sortu i primenjenu DZ. U trećoj i četvrtoj fazi na miksolab graficima očitavaju se vrednosti koje ukazuju na sposobnost želatinizacije, viskoznost testa i stabilnost skrobne paste u odnosu na temperaturu, tj. na ponašanje skroba i aktivnost amilaze. Iznad 55-65°C, viskoznost testa značajno raste usled želatinizacije skroba i denaturacije proteina (Ortolan i Steel, 2017).

Kod sorte Planete nije primećen uticaj primene DZ, dok kod sorte Kruna sve tri primenjene DZ ubrzavaju želatinizaciju skroba i povećavaju otpor testa, posebno jači uticaj na skrob i otpor imala je DZ S-1. Kod sorte Kruna aktivnost amilaze i retrogradacija skroba su blago povećane primenom DZ iz Srbije, dok se primenom DZ Protect-It sposobnost retrogradacije smanjuje. Kod tritikalea i raži zabeležen je pad parametra C3, C4 i C5, a samim tim i sekundarnih parametra (proces želatinizacija se odigrao pri višim temperaturama, viskoznost testa je smanjena, povećan je indeks amilaze, stabilnost skrobne paste je značajno manja, kao i proces retrogradacije). Uticaj primene DZ je vidljiviji kod sorte KG-20.

Ne postoje istraživanja o uticaju DZ na reološke osobine skroba s kojima se mogu uporediti dobijeni rezultati, osim ispitivanja Korunića i sar. (1996) koji nisu utvrdili uticaj primene DZ Protect-It na brašno pšenice i ječma na broj padanja po Hagbergu, koji ukazuje na aktivnost α -amilaze. Uticaj nije utvrđen ni u slučaju dodavanja u brašno ove DZ u količini 3 g/kg.

Značajnije smanjenje vrednosti parametra C2, C3 i C4, kao i sekundarnih parametra, zabeležen je kod infestiranih, netretiranih uzoraka, i infestiranih uzoraka kod kojih je ustanovljena slabija efikasnost primenjenih DZ. Otpor testa je smanjen, proces želatinizacije se odigrao pri nižim temperaturama, stabilnost skrobne paste je značajno manja, kao i proces retrogradacije. Ove promene su veće ili manje i jačina istih u zavisnosti je od vrste i sorte, kao i primenjene DZ.

Viskozitet zavisi od strukture skroba, oštećenja skroba, aktivnosti amilaze, količine vode, lipida, kao i interakcije skroba i proteina (Dubat i sar., 2013), manja stabilnost ukazuje na veću aktivnost enzima amilaze. Zbog navedenog, dobijene smanjene vrednosti C3, kao i C4 su očekivane, naročito kod infestiranog, netretiranog uzorka jer upravo ove vrednosti ukazuju na povećanu aktivnost amilaze usled prisustva *R. dominica*. Svojom ishranom ovaj insekt je oštetiо skrobne granule u endospermu čime je skrob postao podložniji delovanju α -amilaze, ali i uticao na enzimatske reakcije, što je rezultiralo

manjom stabilnošću testa. Međutim, istraživanja Mikulikova i sar. (2011) ukazuju da se sorte pšenice razlikuju kako u sadržaju amilaze, tako i u samoj aktivnosti α -amilaze, što nam može objasniti zašto se brašna ispitivanih sorti pšenice međusobno razlikuju u odnosu na uticaj DZ i infestacije. Tretirani, infestirani uzorci takođe imaju nešto niži položaj maksimuma amilografske krive, i ovde je intenzitet dejstva amilaze veći, tj. ovo brašno je bogatije enzimima, odnosno došlo je do većeg oštećenja skrobne granule od strane insekata što može da ima za posledicu povećanje likvefakcije skroba. Na grafikonima se primećuje uticaj infestacije *R. dominicom* na sposobnost retrogradacije skroba koja se u većini slučajeva smanjuje. Iako iznos manje retrogradacije ukazuje na dužu svežinu hleba, ne može se izvesti zaključak da će hleb napravljen od ovakvog brašna biti duže svežine. Dapčević Hadnađev (2013) u svojoj doktorskoj disertaciji ukazuje na problematiku uticaja skroba na ovu osobinu hleba.

Potrebno je napomenuti, da značajnije razlike u ovim parametrima između tretiranih, infestiranih i netretiranog, infestiranog uzorka kod raži nisu uočene, osim da je parametar C3 najniži kod netretiranog, infestiranog uzorka. Domenichini i sar. (1994) su utvrdili da se usled infestacije *S. oryzae* i *R. dominica* vrednost broja padanja menja u zavisnosti od sorte pšenice i jačine infestacije. Ovi autori su kod jedne sorte tvrde pšenice utvrdili povećanje broja padanja (koje je veće kod jače infestacije ovim štetočinama), dok su kod druge sorte, tvrde pšenice, utvrdili smanjenje vrednosti broja padanja kod jače infestacije (kod najslabije infestacije kod ove sorte nije bilo promene u ovom parametru).

Kod infestiranog uzorka Binga tretiranog DZ S-2 svi ispitivani Miksolab parametri bili su značajno slabiji, kako u odnosu na kontrolu, tako i u odnosu na netretirani, infestirani uzorak. Kod infestiranih, uzoraka tretiranih DZ Protect-It i S-1 svi ispitivani parametri bili su slabiji u odnosu na kontrolu. Ovaj izuzetak se može objasniti sledećim. Životni ciklus rizoperte u većem delu odvija se u unutrašnjosti zrna (tkz. skriveni način razvoja), a s obzirom na rezultate efikasnosti primenjenih DZ i pojavu potomstva, možemo pretpostaviti da su dobijeni parametri rezultat kombinacije upravo ovih faktora. Naime, u ovom uzorku tretiranom DZ S-2 određeni stadijumi rizoperte (jaja, larva i lutka), zbog slabije efikasnosti ove DZ, ostali su u zrnu tokom meljave brašn što je dovelo do značajno slabijeg kvaliteta od infestiranog uzorka. U infestiranom, netretiranom uzorku uslovi za razvoj insekta bili su idealni pa je razvoj od jaja do adulta bio brži. Adulti su tokom brojanja otklonjeni i to je pokazalo bolje parametre brašna u odnosu na uzorak tretiran DZ S-2.

Razlike u metodama Miksolab – Glutopik vezano za efikasnost tretmana posledica su toga što se metoda miksolab radi na koncentrovanom uzorku – testu, a Glutopik na razblaženom uzorku – suspenziji! Glutopik metoda nije bila primenjiva za uzorak raži!

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu izvedenih ispitivanja i ostvarenih rezultata o efektima insekticida prirodnog porekla na *Rhyzoperta dominica* i kvalitet uskladišenih strnih žita, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Primenom sintetisanih insekticida spinosada i abamektina, u dozi 0,25, 0,5 i 1,0 mg/kg, procenat smrtnosti *R. dominica*, nakon 21 dana bio je 100% u zrnju pšenice, ječma, raži, ovasa i tritikalea. Takođe, nije zabeležena pojava potomstva, značajnija masa oštećenih zrna, kao ni njihov uticaj na sadržaj vlage, proteina i pepela.
- Efikasnost primenjenih DZ (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2), u količini 0,5, 1,0 i 1,5 g/kg u suzbijanju *R. dominica* razlikovala se u odnosu na period ekspozicije, vrstu žita i količinu primene. Razlika u efikasnosti DZ, između vrsta žita, ali i primenjene DZ je manja primenom većih količina i dužom ekspozicijom. U odnosu na vrstu žita efikasnost sve tri DZ u tritikaleu se razlikuje u odnosu na pšenicu, ječam, raž i ovas.
- Prašivo iz Srbije DZ S-1 je, u količini 1,5 g/kg, u svim žitima nakon 21 dana izlaganja *R. dominica* ostvarilo visoku efikasnost (94-100%), koja nije značajno manja u odnosu na efikasnost DZ Protect-It primenjene u količini 1 g/kg.
- Pojava potomstva u uzorcima gde je ostvarena 100% smrtnost, nije izbegnuta. Redukcija potomstva je u korelaciji sa efikasnošću primenjenih DZ.
- Kod svih vrsta žita najveće oštećenje zrna je utvrđeno u kontroli A, koje je u odnosu na sve varijante primenjenih DZ značajno veće.
- Potvrđena je korelacija između efikasnosti DZ, redukcije hektolitarske mase i adhezivnosti na zrno: primenom preparata Protect-It smanjenje HM je značajnije u odnosu na primenu DZ S-1 i DZ S-2. Takođe, Protect-It ima i najveću sposobnost adhezivnosti, ali i najveću efikasnost u suzbijanju *R. dominica*.
- Povećanje sadržaja vlage i pepela, kao i smanjenje sadržaja proteina, povezano je sa masom oštećenog zrna, tj. sa efikasnošću primenjenih DZ.
- Ispitivane su reološke osobine brašna i testa od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži. Brašno je dobiveno meljavom pšenice, tritikalea i raži posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz netretiranog, infestiranog ispitivanog žita, posle tretiranja žita sa tri

diatomejske zemlje i posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2).

- Vrednosti vlažnog glutena i gluten indeksa se ne menjaju kod pšenice, dok je kod tritikalea utvrđena promena ovih vrednosti usled primene DZ. Kod netretiranih uzoraka infestiranih *R. dominica* ove vrednosti su niže.
- U slučaju određivanja reološkog ponašanja uzoraka primenom Glutopik-a nije ustanovljen značajniji uticaj DZ na vrednost maksimalne torzije, dok se uticaj DZ na vreme obrazovanja maksimuma pika razlikovao u odnosu na vrstu (pšenica i tritikale), ali i u odnosu na sortu. Značajnu promenu ispitivanih vrednosti Glutopik je pokazao kod infestiranih uzoraka, bilo da su netretirani ili tretirani DZ.
- Primena DZ nije uticala na reološke osobine proteina: moć upijanja vode i vreme razvoja testa kod sorti pšenice i raži (ovde je MUV fiksirana na 57%), ali je zabeležen različiti uticaj na stabilnost testa. Kod sorti tritikalea zabeležena je povećana vrednost moći upijanja vode, različit uticaj na vreme razvoja testa, dok primena DZ nije uticala na stabilnost testa. Kod svih ispitivanih uzoraka brašna, zabeležen je uticaj prisustva *R. dominica* na ispitivane vrednosti.
- Brašno sa manjom količinom i lošijim kvalitetom glutena, podložnije je uticaju DZ. Uticaj DZ na vrednosti C1 i C2 postoji, međutim određena korelacija nije ustanovljena, pa možemo reći da pozitivno ili negativno dejstvo zavisi od vrste, sorte, ali i DZ. Kod uzoraka raži sve tri DZ sprečile su promenu parametra C1 i C2, dok je primena DZ iz Srbije pozitivno uticala na jačinu glutenske mreže kod raži.
- Kod sorte Planeta nije primećen uticaj DZ na osobine skroba, dok kod sorte Kruna sve tri primenjene DZ ubrzavaju želatinizaciju skroba i povećavaju otpor testa. Posebno jači uticaj na skrob i otpor imala je DZ S-1. Kod tritikalea i raži zabeležen je pad parametra C3, C4 i C5, samim tim i sekundarnih parametra. Ovaj uticaj je vidljiviji kod sorte KG-20.
- Kod infestiranih, netretiranih uzoraka, i infestiranih uzoraka kod kojih je ustanovljena slabija efikasnost primenjenih DZ otpor testa je smanjen, manji je stabilitet, slabljenje glutenskog kompleksa tokom mešanja je najveće, proces želatinizacije se odigrao pri višim temperaturama, stabilnost skrobne paste je značajno manja, postoji pozitivan ili negativan uticaj na proces retrogradacije. Ove promene su veće ili manje i jačina istih u zavisnosti je od vrste žita i sorte, kao i primenjene DZ.

8. LITERATURA

1. AACC, Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (2003): AACCI Method 44-11.01. AACC, St. Paul, MN St. Paul, MN.
2. Aja, S., Perez, G., Rosell, C. M. (2004): Wheat damage by *Aelia spp.* and *Erygaster spp.*: effects on gluten and water-soluble compounds released by gluten hydrolysis. *Journal of Cereal Science*, 39, 187–193.
3. Almaši, R (2008): Štetne artropode uskladištenog žita i proizvoda od žita. **U:** Zaštita uskladištenih proizvoda od štetnih organizama. Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, pp. 9-38.
4. Ames, N., Rhymer, C., Storsley J. (2014): Food Oat Quality Throughout the Value Chain. In: Chu, Y.F. (eds.): *Oats Nutrition and Technology*, pp. 33-77.
5. Amoriello, T., Turfani, V., Galli, V., Mellara, F., Carcea, M. (2016): Evaluation of a new viscometer performance in predicting the technological quality of soft wheat flour. *Chemistry Cereal Journal*, 93, 4, 364-368.
6. Andrić, G., Kljajić, P., Pražić-Golić, M. (2010): Susceptibility of red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) populations from Serbia to contact insecticides. 10th International Working Conference on Stored Product Protection, 869-873.
7. 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.
8. Andrić, G. (2012): Osetljivost populacija kestenjastog brašnara, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) na sintetisane i prirodne insekticide u interakciji sa efektima ekstremne temperature. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
9. 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, 2, 670-678.
10. Andrić, G., Kljajić, P., Pražić-Golić, M. (2013): Effects of spinosad and abamectin on different populations of of red flour beetle (*Tribolium castaneum* Herbst) in treated wheat grain. *Pesticides and Phytomedicine*, 28, 2, 103-110.

11. Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G. (2005): Insecticidal effect and adherence of PyriSec in different grain commodities. *Crop Protection*, 27, 703–710.
12. Athanassiou, C., Vayias, B., Dimizas, C., Kavallieratos, N., Papagregoriou, A., Buchelos, C. (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.
13. Athanassiou, C., Kavallieratos, G., Meletsis, M. (2007): Insecticidal effect of three diatomaceous earth, applied alone or in combination, against three store-product beetle species on wheat and maize. *Journal of Stored Products Research*, 43, 4, 330-334.
14. Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Chintzoglou, G. (2008a): Effectiveness of spinosad dust against different European populations of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. *Journal of Stored Products Research*, 44, 47-51.
15. Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Yiailis, A., Vayias, B., Mavrotas, K., Tomanović, Ž. (2008b): Influence of temperature and humidity on the efficacy of spinosad against four stored-grain beetle species. *Journal of Insect Science*, 8, 60-69.
16. Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Chintzoglou, G., Peteinatos, G., Boukouvala, M., Petrou, S., Panoussakis, E. (2008c): Effect of temperature and commodity on insecticidal efficacy of spinosad dust against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Economic Entomology*, 101, 3, 976-981.
17. Athanassiou, C., Kavallieratos, Vayias, B., Stephou, V. (2008d): Evaluation of a new, enhanced diatomaceous earth formulation for use against the stored products pest, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae). *International Journal of Pest Management*, 54, 1, 43-49.
18. Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Vayias, B., Panoussakis, E. (2008g): 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.

19. Athanassiou, C., Kavallieratos N., Tsaganou, F., Vayias, B., Dimizas, C., Buchelos, C. (2009): Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Crop Protection*, 22, 1141-1147.
20. Athanassiou, C., Arthur, F., Kavallieratos, N., Throne, J. (2011a): Efficacy of spinosad and methoprene, applied alone or in combination, against six stored-product insect species. *Journal of Pest Science*, 84, 61-67.
21. Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Vayias, B., Tomanovic, Z., Petrovic, A., Rozman, V., Adler, C., Korunić, Z., Milovanovic, D. (2011b): Laboratory evaluation of diatomaceous earth deposits mined from several locations in central and south eastern Europe as potential protectants against coleopteran grain pests. *Crop Protection*, 30, 329-339.
22. Athanassiou, C., Kavallieratos, N. (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* 87, 3, 469-483.
23. Athanassiou, C., Arthur, F., Kavallieratos, N., Lazzari, F. (2014): Insecticidal effect of Keepdry® for the control of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) on wheat under laboratory conditions. *Journal of Stored Products Research*, 59, 133-139.
24. Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Chiriloaie, A., Vassilakos, T., Fatu, V., Drosu, S., Ciobanu, M., Dudoiu, R. (2016): Insecticidal efficacy of natural diatomaceous earth deposits from Greece and Romania against four stored grain beetles: the effect of temperature and relative humidity. *Bulletin of Insectology*, 69, 1, 25-34.
25. Arthur, F. (2012): Lethal and sub-lethal effects from short-term exposure of *Rhyzopertha dominica* on wheat treated with Storicide II. *Journal of Pest Science*, 85, 261–265.
26. Arnaud, L., Huong, T. L., Brostaux, Y., Haubruge, E. (2005): Efficacy of diatomaceous earth formulations admixed with grain against populations of *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research*, 41, 121-130.
27. Ashraf, M., Wakil, W., Hafeez, F., Farooq, M. (2016): Persistence and insecticidal efficacy of a diatomaceous earth formulation, Inert-PMS, in stored wheat grain against *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *Liposcelis paeta* Pearman,

- Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). Turkish journal of entomology, 40, 2, 107-115.
28. Baker, J.E., Arthur, F., Bruckner, P. (1991): Susceptibility of twelve genotypes of triticale to the rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) and the lesser grain borer (Coleoptera: Bostrichidae). Journal of Entomological Science, 26, 339–344.
 29. Beeman, R., Speirs, W. (1984): Toxicity, persistence and antagonism of avermectin B1 against stored-product insects. In: Proceedings of the 3th International Working Conference on Stored Product Entomology, Manhattan, US, 246-255.
 - 30.
 31. Bock, M.A. (2000): Minor constituents of cereals. In: Kulp, K., Ponte, J.G. (eds.): Handbook of Cereal Science and Technology. Marcel Dekker, New York. pp.685-692.
 32. Bodroža-Solarov, M., Kljajić, P., Andrić, G., Filipčev, B., Šimurina, O., Pražić Golić, M., Adamović, M. (2011): Application of principal component analysis in assessment of relation between the parameters of technological quality of wheat grains treated with inert dusts against rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). Pesticides and Phytomedicine, 26, 385-391.
 33. Bodroža-Solarov M., Kljajić P., Andrić G., Filipčev B., Dokić, Lj. (2012): Quality parameters of wheat grain and flour as influenced by treatments with natural zeolite and diatomaceous earth formulations, grain infestation status and endosperm vitreousness. Journal of Stored Products Research, 51, 61-68.
 34. Bonjour, E., Phillips, T., Pitts, J. (2006): Spinosad provides long-term protection for stored wheat. Proceedings of the 9th International Working Conference for Stored-Product Protection, pp.1189-1193.
 35. Bret, B., Larson, L., Schoonover, J., Sparks, T., Thompson, G. (1997): Biological properties of spinosad. Down to Earth, 52, 6-13.
 36. Campolo, O., Romeo, F., Malacrino, A., Laudani, F., Carpinteri, G., Fabroni, S., Rapisarda, P., Palmeri, V. (2014): Effects of inert dusts applied alone and in combination with sweetorange essential oil against *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) and wheat microbial population. Industrial Crops and Products, 61, 361–369.
 37. Chandi, G. K., Seetharaman, K. (2012): Optimization of gluten peak tester: a statistical approach. Journal of Food Quality, 35, 69-75.

38. Chintzoglou, G., Athanassiou, C., Markoglou, A., Kavallieratos, N. (2008a): Influence of commodity on the effect of spinosad dust against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *International Journal of Pest Management*, 54, 277–285.
39. Chintzoglou, G., Athanassiou, C., Arthur, F. (2008b): Insecticidal effect of spinosad dust, in combination with diatomaceous earth, against two stored-grain beetle species. *Journal of Stored Products Research*, 44, 347-353.
40. Collins, P. (1990): A new resistance to pyrethroids in *Tribolium castaneum* (Herbst). *Pesticide Science*, 28, 101–115.
41. Cortezrocha, M.O., Sanchezmarinez, R.I., Ortegadorame, F., Moralevaldes, M., Silveira, M.I. (1997): End-use quality of flour from *Rhyzopertha dominica* infested wheat. *Proceedings Cereal chemistry*, 74, 4, 481 – 483.
42. Daghli, 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.
43. Daghli, G., Head, M., Hughes, P. (2008): Field evaluation of spinosad as a grain protectant for stored wheat in Australia: efficacy against *Rhyzopertha dominica* (F.) and fate of residues in whole wheat and milling fractions. *Australian Journal of Entomology*, 47, 70-74.
44. Dapčević, T., Hadnađev, M., Pojić, M. (2009): Evaluation of the possibility to replace conventional rheological wheat flour quality control instruments with the new measurement tool – Mixolab. *Agriculture Conspectus Scientificus*, 74, 169-174.
45. Dapčević Hadnađev, T., Torbica, A., Pojić, M., Hadnađev, M. (2011): The role of empirical rheology in flour quality control. INTECH Open Access Publisher.
46. Dapčević Hadnađev, T. (2013): Uticaj dodatka emulgjućih skrobova na tehnološke karakteristike testa i kvalitet hleba. Doktorska disertacija. Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
47. Dobraszczyk, B., Morgenstern, M. (2003): Rheology and the Breadmaking Process. *Journal of Cereal Science*, 38, 3, 229-245.
48. Desmarchelier, M. Allen, E. (2000): Diatomaceous earth: health, safety, environment, residues and regulatory issues. In: *Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-Product Protection*, 309-312.

49. Domenichini, G., Pagani, M., Fogliazza, D. (1994): Infestations of *Sitophilus granarius* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.) on durum wheat, and their influence on the rheological characteristics of the semolina. Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Product Protection, Canberra, Australia, 2, 689-694.
50. Doumbia, M., Douan, B., Kwadjo, K., Kra, D., Martel, V., Dagnogo, M. (2014): Effectiveness of diatomaceous earth for control of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* and *Palorus subdepressus* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research, 57, 1-5.
51. Dowell, F., Maghirang, E., Pierce, R., Lookhart, G., Bean, S., Xie, F., Caley, M., Wilson, J., Seabourn, B., Ram, M. (2008): Relationship of bread quality to kernel, flour, and dough properties. Cereal Chemistry, 85, 82–91.
52. Dubat, A., Boinot, N. (2012): Mixolab applications handbook. Rheological and enzyme analyses. CHOPIN Technologies, Marcellin Berthelot, France, pp. 12.
53. Dubat, A. (2013): The mixolab. In: Dubat, A., Rosell, C.M., Gallagher, E., (edc): Mixolab. A new approach to rheology. AACC Internacional, Minesota, USA, p.p. 3-13.
54. Dubat, A., Le Brun, O., Geoffroy, S., Tulbek, M., Hall C., Freier, A. (2013): Factors Affecting Mixolab Performance. In: Dubat, A., Rosell, C.M., Gallagher, E., (edc): Mixolab. A new approach to rheology. AACC Internacional, Minesota, USA, p.p. 15-22.
55. George, R. (2011): From landrace to modern plant breeding. In: George, R. (edc.): Agricultural Seed Production. CAB International, Wallingford, Oxfordshire, UK, pp.1-17.
56. Getchell, A., Subramanyam, B. (2008): Immediate and delayed mortality of *Rhyzopertha dominica* and *Sitophilus oryzae* adults exposed to spinosad-treated commodities. Journal of Economic Entomologist, 101, 1022–1027.
57. Goldstein, A., Ashrafi, L., Seetharaman, K. (2010): Effects of cellulosic fibre on physical and rheological properties of starch, gluten and wheat flour. International Journal of Food Science and Technology, 45, 1641-1646.
58. Đaković, Lj. (1980): Pšenično brašno. Tehnološki fakultet, Novi Sad, pp. 7-120.
59. Đaković, Lj. (1997): Faktori kvaliteta pšeničnog brašna, Pšenično brašno (4th ed.). Novi Sad, Srbija: Zavod za tehnologiju žita i brašna, Tehnološki fakultet.

60. Đekić, V., Milovanovic, M., Staletic, M., Milivojevic, J., Djuric, N. (2011): Chemical composition of different varieties of grain triticale. International Scientific Symposium of Agriculture "Agrosym Jahorina 2011", 351-355.
61. Edde, P., Phillips, T. (2006): Potential host affinities for the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae): behavioral responses to host odors and pheromones and reproductive ability on non-grain hosts. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 119, 255–263.
62. Edde, P. (2012): A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. *Journal of Stored Products Research*, 48, 1-18.
63. Egli, D.B. (2017): Seeds as a food source. In: Egli, D.B. (edc.): *Seed Biology and Yield of Grain Crops*. CAB International, Wallingford, Oxfordshire, UK, pp.1-17.
64. El-Haramein, F. J., Williams, P. C., Rashwani, A. (1984): A simple test for the degree of damage caused in wheat by suni bug (*Eurygaster spp.*) infestation. *Rachis*, 3, 11–17.
65. FAO (1992): *Towards integrated commodity and pest management in grain storage: A training manual for application in humid tropical storage*.
66. Fang, L., Subramanyam, B., Arthur, F. (2002): Effectiveness of spinosad on four classes of wheat against five stored product insects. *Journal of Economic Entomology*, 95, 640–650.
67. 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, 113-118.
68. Flinn, P., Hagstrum, D., Reed C., Phillips, T. (2010): Insect population dynamics in commercial grain elevators. *Journal of Stored Products Research*, 46, 43–47.
69. Flinn, P., Hagstrum, D. (2011): Movement of *Rhyzopertha dominica* in response to temperature gradients in stored wheat. *Journal of Stored Products Research*, 47, 407-410.
70. Freo, J.D., Rosso, N.D., Mores, L.B., Dias, A.R., Elias, M.C., Gutkoski, L.C. (2014): Physicochemical properties and silicon content in wheat flour treated with diatomaceous earth and conventionally stored. *Journal of Stored Products Research*, 47, 4, 316-320.
71. Hagstrum, D. (2001): Immigration of insects into bins storing newly harvested wheat on 12 Kansas farms. *Journal of Stored Products Research*, 37, 221–229.

72. Har Gil, D., Bonfil, D., Svoraya, T. (2011): Multi scale analysis of the factors influencing wheat quality as determined by Gluten Index. *Field Crops Research*, 123, 1–9.
73. Hariri, G., Williams, P., El-Haramein, F. (2000): Influence of pentatomid insects on the physical dough properties and two-layered flat bread baking quality of syrian wheat. *Journal of cereal science*, 31, 2, 111–118.
74. Horvat, D., Đukić, N., Magdić, D., Mastilović, J., Šimić, G., Torbica, A., Živančev, D. (2013): Characterization of bread wheat cultivars (*Triticum aestivum L.*) by glutenin proteins. *Cereal Research Communications*, 41, 1, 133–140.
75. 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.
76. Hrckova, M., Rusnakova, M., Zemanovic, J. (2002): Enzymatic hydrolysis of defatted soy flour by three different proteases and their effect on the functional properties of resulting protein hydrolysates. *Czech Journal of Food Science*, 2, 7–14.
77. Huang, F., Subramanyam, B. (2003): Responses of *Corcyra cephalonica* (Stainton) to primiphos-methyl, spinosad, and combinations of pirimiphos-methyl and synergized pyrethrins. *Pest Management Science* 60, 191-198.
78. 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.
79. 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.
80. Ozkaya, H., Ozkaya, B., Colakoglu, A. S. (2009): Technological properties of variety of soft and hard bread wheat infested by *Rhyzoperta dominica* (F.) and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7, 2-3, 166-172.
81. ICC Standard methods, International association for cereal science and technology (1976): Determination of the Moisture Content of Cereals and Cereal Products (Practical method). ICC standard method No. 110/1. ICC, Vienna, Austria.

82. ICC Standard methods, International association for cereal science and technology (1990): Determination of Ash in Cereals and Cereal Products. ICC standard method No. 104/1. ICC, Vienna, Austria.
83. ICC Standard methods, International association for cereal science and technology (1994): Determination of Crude Protein in Cereals and Cereal Products for Food and for Feed. ICC standard method No. 105/2. ICC, Vienna, Austria.
84. ICC Standard methods, International association for cereal science and technology (1994): Determination of Wet Gluten Quantity and Quality (Gluten Index ac. to Perten) of Whole Wheat Meal and Wheat Flour (*Triticum aestivum*). ICC standard method No. 155. ICC, Vienna, Austria.
85. ICC Standard methods, International association for cereal science and technology (2011): Whole Meal and Flour from *T. aestivum* – Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase. ICC standard method No. 173. ICC, Vienna, Austria.
86. Jood, S., Kapoor, A., Singh, R. (1992): Mineral content of cereal grains as affected by storage and insect infestation. *Journal of Stored Products Research*, 28, 3, 147-151.
87. Jood, S., Kapoor, A. (1992): Effect of storage and insect infestation on protein and starch digestibility of cereal grains. *Food Chemistry*, 44, 3, 209-212.
88. Jood, S., Kapoor, A. (1993): Protein and uric acid contents of cereal grains as affected by insect infestation. *Food Chemistry*, 46, 143-146.
89. Jood, S., Kapoor, A., Singh, R. (1993): Effect of insect infestation on the organoleptic characteristics of stored cereals. *Postharvest Biology and Technology*, 2, 4, 341-348.
90. Jood, S., Kapoor, A. (1994): Vitamin contents of cereal grains as affected by storage and insect infestation. *Plants Foods for human nutrition*, 46, 3, 237-43.
91. Jood, S., Kapoor, A., Singh, R. (1996): Effect of insect infestation and storage on lipids of cereal grains. *Journal of agriculture and food chemistry*, 44, 1502-1506.
92. Kavallieratos, N., Athanassiou, G., Pashalidou, F., Andris, N., Tomanovic, Z. (2005): Influence of grain type on the insecticidal efficacy of two diatomaceous earth formulations against *Rhyzopertha dominica* (F) (Coleoptera: Bostrychidae). *Pest Management Science*, 61, 660–666.
93. Kavallieratos, N., Athanassiou, G., Mrakou, F. (2007): Factors affecting laboratory bioassays with diatomaceous earth on stored wheat: Effect of insect density, grain

- quantity, and cracked kernel containment. *Journal of Economic Entomology*, 100, 5, 1724-1731.
94. Kavallieratos, N., Athanassiou, C., Vayias, B., Mihail, B., 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.
95. Kavallieratos, N., Athanassiou, C., Vayias, B., Kotzamanidis, S., Synodis, S. : (2010a): Efficacy and adherence ratio of diatomaceous earth and spinosad in three wheat varieties against three stored-product insect pests. *Journal of Stored Products Research*, 46, 73–80.
96. Kavallieratos, N., Athanassiou, C., Vayias, B., Boukouvala, M. (2010b): Mortality and suppression of progeny production of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) in seven different grains treated with an enhanced diatomaceous earth formulation. 10th International Working Conference on Stored Product Protection, 923-929.
97. Kavallieratos, N., Athanassiou, C., Mpassoukou, A., Mpakou, F., Tomanović, Ž., Manessioti, T., Papadopoulou, S. (2012): Bioassays with diatomaceous earth formulations: Effect of species co-occurrence, size of vials and application technique. *Journal of Stored Products Research*, 42, 170–179.
98. Kavallieratos, N., Athanassiou, C., Korunić, Z., Mikeli, N. (2015): Evaluation of three novel diatomaceous earths against three stored grain beetle species on wheat and maize. *Crop Protection*, 75, 132-138.
99. Kim, S.B., Goodfellow M. (2002): *Streptomyces avermitilis* sp. nov. nom. rev., a taxonomic home for the avermectin-producing streptomycetes. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52, 2011–2014.
100. Keskin, S., Ozkaya, H., (2013): Effect of sStorage and insect infestation on the mineral and vitamin contents of wheat grain and flour. *Journal of Economic Entomology*, 106,2, 1058-1063.
101. Keskin, S., Ozkaya, H. (2015): Effect of storage and insect infestation on the technological properties of wheat. *CyTA - Journal of Food*, 13, 1, 134-139.
102. Khorramshahi, A., Burkholder, W. (1981): Behavior of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) male - produced aggregation pheromone attracts both sexes. *Journal of Chemical Ecology*, 7, 33–38.

103. Korunić, Z. (1994): Dijatomejska zemlja prirodni insekticid. Diatomaceous Earth as Natural Insecticide. In: Proceedings of ZUPP 94, 136-148.
104. Korunić, Z., Fields, P., Kovač, M., Noll, J., Lukow, O., Demianyk, C., Shibley, K. (1996): The effect of diatomaceous earths on grain quality. *Post harvest Biology and Technology*, 9, 373-383.
105. Korunić, Z. (1997): Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. *Journal of Stored Products Research*, 34, 1-11.
106. Korunić, Z. (1998): Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 34, 87-97.
107. Korunić, Z., Cenkowski, S., Fields, P. (1998): Grain bulk density as affected by diatomaceous earth and application method. *Postharvest Biology and Technology*, 13, 81-89.
108. Korunić, Z., Ormsher, P. (2000): Evaluation of standardised testing of diatomaceous earth. Proceedings of the 7th international conference on stored-product protection. Sichuan Publishing House of Science and Technology, 738-744.
109. Korunić, Z. (2007): The effect of different types of grain and wheat classes on the effectiveness of diatomaceous earth against grain insects. In: Proceedings Seminar DDD and ZUPP 2007-Disinfection, Disinfestation, Deratization and Protection of Stored Agricultural Products, Zagreb, Croatia, 361-373.
110. Korunić, Z. (2013): Diatomaceous Earths - Natural Insecticides. *Pesticides and Phytomedicine*, 28, 2, 77-95.
111. Korunić, Z., Rozman, V., Halamić, J., Kalinović, I., Hamel, D. (2015): Insecticide potential of diatomaceous earth from Croatia. <https://www.researchgate.net/publication/268405536>
112. Korunić, Z. (2016): Overview of undesirable effects of using diatomaceous earths for direct mixing with grains. *Pesticides and Phytomedicine*, 31, 1-2, 9-18.
113. Korunić, Z., Rozman, V., Liška, A., Lucić, P. (2016): A review of natural insecticides based on diatomaceous earths. *Poljoprivreda/Agriculture*, 22, 1, 10-18.
114. Kljajić, P., Perić, I. (2005): Rezistentnost skladišnih insekata prema insekticidima. *Pesticidi i fitofarmacija*, 20, 9-28.
115. Kljajić, P., Perić, I. (2006): Susceptibility to contact insecticides of granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) originating from different

- locations in the former Yugoslavia. *Journal of Stored Products Research*, 42, 149-161.
116. Kljajić, P. (2008): Suzbijanje štetnih insekata uskladištenog žita. U: Kljajić, P. (urednik): *Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama*. Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, pp. 67-101.
117. Kljajić, P., Andrić, G. (2010): Physical measures for storage insects control. *Proceedings of XIV International Symposium of food technology*, Novi Sad, Serbia, 168-182.
118. Kljajić P., Andrić, G., Adamović, M., Bodroža-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 Product Research*, 46, 1-6.
119. Kljajić, P., Andrić, G., Adamović, M., Pražić-Golić, M. (2011): Possibilities of the application of natural zeolites in stored wheat grain protection against pest insects. *Second International Conference Sustainable Postharvest and Food Technologies (INOPTEP 2011 – Journal on Processing and Energy in Agriculture)*, 15, 12-16.
120. Kljajić, P., Andrić, G., Pražić Golić, M., Inđić, D., Vuković, S. (2014): The effects of cold pre-treatment on the toxicity of several contact insecticides on adults of three *Sitophilus granarius* (L.) populations. *Journal of Pest Science*, 87, 301-308.
121. Kramer, W., Schirmer, U. (2007): *Modern Crop Protection Compounds*. WILEY – VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim, Germany.
122. Kulp, K., Ponte, J.G. (2000): *Handbook of Cereal Science and Technology*. Marcel Dekker, New York.
123. Limonta., L., Locatelli, D.P. (2016): Effect of flour and pasta debris on larval development of *Rhyzopertha dominica*. *Bulletin of Insectology*, 69, 1, 127-130.
124. Lu, Z., Seetharaman, K. (2014): Suitability of Ontario grown hard and soft wheat flour blends for noodle-making. *Cereal Chemistry*, 91, 482-488.
125. Marti, A., Augst, E., Cox, S., Koehler, P. (2015): Correlations between gluten aggregation properties defined by the GlutoPeak test and content of quality-related protein fractions of winter wheat flour. *Journal of Cereal Science*, 66, 89-95.

126. Mason, L.J., Mc Donough, M. (2012): Biology, behavior, and ecology of stored grain and legume insects. In: D.W. Hagstrum i sar. (edc.): Stored product protection. Kansas State University, pp. 7-20.
127. Mikulikova, D., Horvathova, V., Ruckschloss, L., Sona Gavurnikova, S., Kraic, J. (2011): Differences between wheat cultivars in grain parameters related to ethanol production. *Poljoprivreda/ Agriculture*, 17, 2, 3-7.
128. Milošević, S., Kalinović, I., Rozman, V., Liška, A. (2005): Utjecaj štetne entomofaune na kakvoću merkantilne pšenice i brašna. *Poljoprivreda/Agriculture*, 632-633.
129. McLaughlin, A. (2012): Laboratory trials on dessicant dust insecticides. Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Product Protection, 638-345.
130. Mebarkia, A., Guechi, A., Mekhalif, S., Mekhalif, M. (2009): Biochemical composition effect of the some cereal species on the behavior of *Sitophilus granarius* L. and *Rhyzoperta dominica* F. species in semi-arid zone of Setif, Algeria. *Journal of Agronomy*, 8, 2, 60-66.
131. Mebarkia, A., Rahbé Y., Guechi A., Bouras A., Makhlof, M. (2010): Susceptibility of twelve soft wheat varieties (*Triticum aestivum*) to *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1, 4, 571-578.
132. Mertz, P.P., Yao, R.C., (1990): *Saccharopolysporaspinoso* sp. new isolated from soil collected in a sugar rum still. *International Journal of Sustainable Bacteriology*, 40, 34–39.
133. Mewis, I., Ulrich, Ch. (2001): Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. *Journal of Stored Products Research*, 37, 153-164.
134. Nayak, M., Darglish, G., Byrne, V. (2005): Effectiveness of spinosad as a grain storage protectant against resistant beetle and psocid pests of stored grain in Australia. *Journal of Stored Products Research*, 41, 455-467.
135. Nawrot, J., Warchalewski, J.R., Piasecka-Kwiatkowska, D., Niewiada, A., Gawlak, M., Grundas, S.T., Fornal, J. (2006): The effect of some biochemical and technological properties of wheat grain on granary weevil (*Sitophilus granarius*

- L.) (Coleoptera: Curculionidae) development. 9th International Working Conference on Stored Product Protection, 400-407.
136. NIR metod, Foss Analytical AB (2016): Infratec 1241 Grain Analyzer. Foss Analytical AB, Hillerød, Denmark. www.fossanalytics.com/en/products/infratec-1241.
137. Ortolan, F., Steel C.J. (2017): Protein Characteristics that Affect the Quality of Vital Wheat Gluten to be Used in Baking: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 369-381.
138. Ozkaya, H., Ozkaya, B., Colakoglu, A. (2009): Technological properties of a variety of soft and hard bread wheat infested by *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7, 3-4, 166-172.
139. Park, S., Arthur, F., Bean, S., Schober, T. (2008): Impact of differing population levels of *Rhyzopertha dominica* (F.) on milling and physicochemical properties of sorghum kernel and flours. *Journal of Stored Products Research*, 44, 322– 327.
140. Panyam, D., Arun, K. (1996): Enhancing the functionality of food protein by enzymatic modification. *Trends in Food Science and Technology*, 7, 120–125.
141. Panozzo, J. F., Eagles, H. E. (2000): Cultivar and environmental effects on quality characters in wheat. II. Protein. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51, 629–636.
142. Panozzo, J. F., Eagles, H. A., Wootton., M. (2001). Changes in protein composition during grain development in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52, 485–493.
143. Perišić, V., Milovanović, M., Čulaković, B., Janković, S., Staletić, M. (2009a): Produktivnost kragijevačkih sorata ozime pšenice, ječma i jarog ovs. *Пољопривредне актуелности*, 3-4, 5-14.
144. Perišić, V., Milovanović, M., Staletić, M., Nikolić, O. (2009): Delija- new spring triticales cultivar. *The IV congress of the Serbian genetic society*, Tara, 285-289.
145. Pires, M., Nogueira, R., Pina, D., Manica, C., Faroni, R., Moreira, P. (2016): Walking stability of *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae). *Brazilian Journal of Biology*, 76, 3, 568-576.
146. Phillips, T.W., Throne, J.E. (2010): Biorational approaches to managing stored-product insects. *Annual Review of Entomology*, 55, 375-395.

147. Reichmuth, C., Scholler, M., Ulrich, C. (2007): Stored Product Pest in Grain (Morphology-Biology-Damage-Control). AgroConcept, Germany.
148. Rees, D.P. (2004): Insects of Stored Products. (Edc). Manson Publishing, Ltd., UK.
149. Rojht, H., Horvat, A., Athanassiou, C.G., Vayias, B.J., Tomanovic, Z., Trdan, S. (2010a): Impact of geochemical composition of diatomaceous earth on its insecticidal activity against adults of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Pest Science, 83, 429-436.
150. Rojht, H., Athanassiou, C., Vayias, B., Kavallieratos, N., Tomanović, Z., Vidrih, M., Kos, K., Trdan, S. (2010b). The effect of diatomaceous earth of different origin, temperature and relative humidity against adults of rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in stored wheat. Acta Agriculture Slovenia, 95, 13-20.
151. Rumbos, C.I., Sakka, M., Berillis, P., Athanassiou, C. (2016): Insecticidal potential of zeolite formulations against three stored grain insects, particle size effect, adherence to kernels and influence on test weight of grains. Journal of Stored Products Research, 68, 93-101.
152. Seitz, L., Ram, M. S. (2004): Metabolites of Lesser Grain Borer in Grains. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 898-908.
153. Sanches-Marines, R.I., Cortez-Rocha, M.O., Ortega-Dorame, F., Morales-Valdes, M., Silveira, M.I. (1997): End-use quality of flour from *Rhyzopertha dominica* infested wheat. Cereal Chemistry, 74, 481-483.
154. Serna-Saldivar, O. (2003): Cereals: Dietary importance. In: Caballero, B., Trugo, L., Finglas, P. (sec.eds.): Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. Academic Press, London, pp. 1027–1033.
155. Serna-Saldivar, O. (2010a): Physical Properties, Grading, and Specialty Grains. In: Serna-Saldivar, O. (eds.): Cereal Grains: Properties, Processing and Nutritional Attributes. Press Taylor & Francis Group, 43-80.
156. Serna-Saldivar, O. (2010b): Chemical composition of cereal grains. In: Serna-Saldivar, O. (eds.): Cereal Grains: Properties, Processing, and Nutritional Attributes. Press Taylor & Francis Group, 92-108.
157. Singh, S., Singh, N. (2013): Relationship of polymeric proteins and empirical dough rheology with dynamic rheology of dough and gluten from different wheat varieties. Food Hydrocolloids, 33, 342-348.
158. Shah M. A., Khan A. A. (2014): Use of diatomaceous earth for the management of

159. 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.
160. SRPS metod, Institut za standarizaciju Srbije (2016): *Pšenica i pšenično brašno. Sadržaj glutena. Deo 2: Određivanje vlažnog glutena i gluten indeksa mehaničkim načinima. Metod SRPS EN ISO 21415-2:2016*, Beograd, Srbija.
161. Stone, B.A. (2006): Cell walls of cereal grains. *Cereal Foods World*, 51, 2, 62–65.
162. Subramanyam, B., Roesli, R. (2000): Inert dusts. In: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. (Eds.), *Alternatives to Pesticides in Stored-product IPM*. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, pp. 321-380.
163. Subramanyam, Bh. (2006): Performance of spinosad as a stored-grain protectant. *Proceedings of the 9th International Working Conference for Stored-Product Protection*, pp. 250-257.
164. Subramanyam, B., Toews, M., Ileleji, K., Maier, D., Thompson, G., Pitts, T. (2007): Evaluation of spinosad as a grain protectant on three Kansas farms. *Crop Protection*, 26, 1021–1030.
165. Subramanyam, B., Hartzler, M., Boina, R.D. (2012): Performance of pre-commercial release formulations of spinosad against five stored-product insect species on four stored commodities. *Journal of Pest Science*, 85, 331–339.
166. Stadler, T., Buteler, M., Weaver, K. (2010): Novel use of nanostructured alumina as an insecticide. *Pest Management Science*, 66, 577-579.
167. Službeni glasnik Republike Srbije (2016): Pravilnik o kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda. *Službeni glasnik Republike Srbije*, 68/16.
168. Tapondjou, L., Adler, C., Bouda, H., Fontem, D. (2005): 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.
169. Toews, M., Cuperus, G., Phillips, T. (2000): Susceptibility of eight US wheat cultivars to infestation by *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). *Environment Entomology*, 29, 250-255.
170. Toews, M., Subramanyam, B. (2003): Contribution of contact toxicity and wheat condition to mortality of stored product insects exposed to spinosad. *Pest Management Science*, 59, 538–544.
171. Tomlin, C.D.S. (2009): *Pesticide Manual (A World Compendium)*, 15th Edc. British Crop Protection Council (BCPC), Hampshire, UK.

172. Torbica, A., Antov, M., Mastilović, J., Knežević, D. (2007): The influence of changes in gluten complex structure on technological quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Research International*, 40, 8, 1038–1045.
173. Varga, B., Svečnjak, Z., Jurković, Z., Kovačević, J., Jukić, Ž. (2003): Wheat Grain and Flour Quality. *Food Technology and Biotechnology*, 41, 4, 321–329.
174. Vayias, B.J., Athanassiou, C.G., (2004): Factors affecting efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec against adults and larvae of the confused beetle *Tribolium confusum* Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Crop Protection*, 23, 565–573.
175. Vayias, B., Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Tsesmeli, K., Buchelos, C. (2006): Persistence and efficacy of two diatomaceous earth formulations and a 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.
176. Vayias, B., Athanassiou, C., Milonas, D.N., Mavrotas C. (2009a): Activity of spinosad against three stored-product beetle species on four grain commodities. *Crop Protection*, 28, 561–566.
177. Vayias, B., Athanassiou, C., 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.
178. Vayias, B., Athanassiou, c, Milonas, D.N., Mavrotas C. (2010): Persistence and efficacy of spinosad on wheat, maize and barley grains against four major stored product pests. <http://agris.fao.org/agris-search>.
179. Vukasović, P., Stojanović, T., Šenborn, A. (1972): Štetočine u skladištima. *Biologija i suzbijanje sa osnovama uskladištenja poljoprivrednih proizvoda*. Institut za zaštitu bilja Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu.
180. Wakil, W., Ashfaq, M., Ghazanfar, M., Riasat, T. (2010): Susceptibility of stored-product insects to enhanced diatomaceous earth. *Journal of Stored Products Research*, 46, 248-249.
181. Wakil, W., Riasat, T., Lord, J. (2013): Effects of combined thiamethoxam and diatomaceous earth on mortality and progeny production of four Pakistani populations of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on wheat, rice and maize *Journal of Stored Products Research*, 52, 28-35.

182. Watts, V., Dunkel, F. (2003): Postharvest resistance in hard spring and winter wheat varieties of the Northern Great Plains to the lesser grain borer (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Economic Entomology*, 96, 220-230.
183. Ćurić, D., Karlović, D., Tusak, D., Petrović, B., Dugum J. (2001): Gluten as a standard of wheat flour quality. *Food Technology and Biotechnology*, 39, 353-361.

PRILOZI

Prilog 1.

Tabela 1. Smrtnost *R. dominica* (% \pm SG) posle 7,14 i 21 dana izlaganja u pšenici sorte Vizija tretiranim insekticidima spinosad i abamektin

VRSTA		Smrtnost (%) <i>R. dominica</i> u pšenici sorte Vizija						
Insekticid	Doza	Nobservd	Mean	Min.	Max.	Variance	s.d.	s.e.mean
		mg/kg						
		Posle 7 dana izlaganja						
Spinosad	0.25	8	94.5	88	96	8.90	2.98	1.05
	0.5	8	99	96	100	3.40	1.85	0.66
	1.0	8	100	100	100	0.00	0.00	0.00
Abamektin	0.25	8	19	12	24	17.10	4.14	1.46
	0.5	8	22	8	32	54.90	7.41	2.62
	1.0	8	56.5	48	64	24.90	4.99	1.76
		Posle 14 dana izlaganja						
Spinosad	0.25	8	100	100	100	0	0	0
	0.5	8	100	100	100	0	0	0
	1.0	8	100	100	100	0	0	0
Abamektin	0.25	8	68.50	52	76	61.40	7.84	2.77
	0.5	8	67.00	56	88	108.60	10.42	3.68
	1.0	8	85.00	80	88	8.00	2.83	1.00
		Posle 21 dan od tretiranja						
Spinosad	0.25	8	100	100	100	0	0	0
	0.5	8	100	100	100	0	0	0
	1.0	8	100	100	100	0	0	0
Abamektin	0.25	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	0.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	1.0	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00

Tabela 2. Smrtnost *R. dominica* (% \pm SG) posle 7,14 i 21 dana izlaganja u ječmu sorte Rekord tretiranim insekticidima spinosad i abamektin

VRSTA		Smrtnost <i>R. dominica</i> (% \pm SG) u ječmu sorte Rekord						
Insekticid	Doza	Nobservd	Mean	Min.	Max.	Variance	s.d.	s.e.mean
	mg/kg		Posle 7 dana izlaganja					
Spinosad	0.25	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	0.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	1.0	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
Abamektin	0.25	8	6.50	0	12	13.40	3.67	1.30
	0.5	8	23.50	20	28	11.10	3.34	1.18
	1.0	8	30.50	24	40	31.70	5.63	1.99
			Posle 14 dana izlaganja					
Spinosad	0.25	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	0.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	1.0	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
Abamektin	0.25	8	58.50	48	68	40.90	6.39	2.26
	0.5	8	54.00	44	76	114.30	10.69	3.78
	1.0	8	78.50	68	88	63.70	7.98	2.82
			Posle 21 dana izlaganja					
Spinosad	0.25	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	0.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	1.0	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
Abamektin	0.25	8	99.00	96	100	3.43	1.85	0.66
	0.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	1.0	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00

Tabela 4. Smrtnost *R. dominica* (% ± SG) posle 7,14 i 21 dana izlaganja u ovsu sorte Vranac tretiranim insekticidima spinosad i abamektin

VRSTA		Smrtnost <i>R. dominica</i> (% ± SG) u ovsu sorte Vranac						
Insekticid	Doza	Nobservd	Mean	Min.	Max.	Variance	s.d.	s.e.mean
		mg/kg	Posle 7 dana izlaganja					
Spinosad	0.25	8	96.50	88	100	20.30	4.50	1.59
	0.5	8	99.50	96	100	2.00	1.41	0.50
	1.0	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
Abamektin	0.25	8	26.50	20	32	18.00	4.24	1.50
	0.5	8	24.00	20	28	9.10	3.02	1.07
	1.0	8	28.50	16	36	38.60	6.21	2.20
			Posle 14 dana izlaganja					
Spinosad	0.25	8	100	100	100	0	0	0
	0.5	8	100	100	100	0	0	0
	1.0	8	100	100	100	0	0	0
Abamektin	0.25	8	87.50	84	100	29.40	5.43	1.92
	0.5	8	89.00	84	92	8.00	2.83	1.00
	1.0	8	96.50	92	100	15.70	3.96	1.40
			Posle 21 dana izlaganja					
Spinosad	0.25	8	100	100	100	0	0	0
	0.5	8	100	100	100	0	0	0
	1.0	8	100	100	100	0	0	0
Abamektin	0.25	8	99.50	96	100	2.00	1.41	0.50
	0.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
	1.0	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00

Tabela 5. Smrtnost *R. dominica* (% ± SG) posle 7,14 i 21 dana izlaganja u tritikaleu sorte Favorit tretiranim insekticidima spinosad i abamektin

VRSTA	Smrtnost <i>R. dominica</i> (% ± SG) u tritikaleu sorte Favorit							
Insekticid	Doza	Nobservd	Mean	Min.	Max.	Variance	s.d.	s.e.mean
	mg/kg		Posle 7 dana izlaganja					
Spinosad	0.25	8	95.50	92	100	11.10	3.34	1.18
	0.5	8	98.00	96	100	4.60	2.14	0.76
	1.0	8	99.50	96	100	2.00	1.41	0.50
Abamektin	0.25	8	12.00	4	16	13.70	3.70	1.31
	0.5	8	14.50	12	16	4.30	2.07	0.73
	1.0	8	26.50	24	28	4.30	2.07	0.73
			Posle 14 dana izlaganja					
Spinosad	0.25	8	100	100	100	0	0	0
	0.5	8	100	100	100	0	0	0
	1.0	8	100	100	100	0	0	0
Abamektin	0.25	8	63.50	60	68	11.10	3.34	1.18
	0.5	8	61.00	52	68	44.60	6.68	2.36
	1.0	8	79.00	68	84	30.90	5.56	1.96
			Posle 21 dana izlaganja					
Spinosad	0.25	8	100	100	100	0	0	0
	0.5	8	100	100	100	0	0	0
	1.0	8	100	100	100	0	0	0
Abamektin	0.25	8	96.50	92	100	6.57	2.56	0.91
	0.5	8	99.00	96	100	3.43	1.85	0.66
	1.0	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00

Tabela 6. Smrtnost *R. dominica* (% ± SG) posle 7,14 i 21 dana izlaganja u pšenici sorte Vizija tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S- i DZ S-2)

VRSTA		Smrtnost <i>R. dominica</i> (% ± SG) u pšenici sorte Vizija						
Insekticid	Konc.	Nobservd	Mean	Min.	Max.	Variance	s.d.	s.e.mean
	g/kg							
Posle 7 dana izlaganja								
Protect-It	0.5	8	36.5	16	60	203.10	14.25	5.04
	1.0	8	87	68	100	113.10	10.64	3.76
	1.5	8	94	72	100	91.40	9.56	3.38
DZ S-1	0.5	8	6.5	0	16	54.60	7.39	2.61
	1.0	8	42.5	8	80	100.90	31.64	11.19
	1.5	8	70.5	44	96	525.40	22.92	8.10
DZ S-2	0.5	8	1.5	0	4	4.30	2.07	0.73
	1.0	8	39.5	28	56	162.00	12.73	4.50
	1.5	8	58	40	76	169.10	13.01	4.60
Posle 14 dana izlaganja								
Protect-It	0.5	8	55.00	16	76	474.30	21.78	7.70
	1.0	8	94.00	80	100	77.70	8.82	3.12
	1.5	8	97.00	88	100	21.70	4.66	1.65
DZ S-1	0.5	8	22.50	0	52	347.10	18.63	6.59
	1.0	8	63.50	24	96	651.10	25.52	9.02
	1.5	8	92.00	80	100	45.70	6.76	2.39
DZ S-2	0.5	8	20.50	12	32	34.00	5.83	2.06
	1.0	8	64.50	44	88	212.30	14.57	5.15
	1.5	8	76.50	68	88	47.70	6.91	2.44
Posle 21 dana izlaganja								
Protect-It	0.5	8	87.00	72	96	113.14	10.64	3.76
	1.0	8	96.50	84	100	34.00	5.83	2.06
	1.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
DZ S-1	0.5	8	51.50	12	88	843.14	29.04	10.27
	1.0	8	93.00	88	100	26.29	5.13	1.81
	1.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
DZ S-2	0.5	8	77.00	60	88	90.29	9.50	3.36
	1.0	8	94.00	80	100	50.29	7.09	2.51
	1.5	8	92.00	76	100	96.00	9.80	3.46

Tabela 8. Smrtnost *R. dominica* (% ± SG) posle 7,14 i 21 dana izlaganja u raži sorte Raša tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S- i DZ S-2)

VRSTA			Smrtnost <i>R. dominica</i> (% ± SG) u raži sorte Raša					
Insekticid	Konc.	Nobservd	Mean	Min.	Max.	Variance	s.d.	s.e.mean
	g/kg		Posle 7 dana izlaganja					
Protect-It	0.5	8	18.00	4	40	187.40	13.69	4.84
	1.0	8	84.00	68	100	141.70	11.90	4.21
	1.5	8	92.50	88	96	11.10	3.34	1.18
DZ S-1	0.5	8	3.00	0	4	3.40	1.85	0.66
	1.0	8	29.00	16	64	309.70	17.60	6.22
	1.5	8	59.50	36	88	303.70	17.43	6.16
DZ S-2	0.5	8	6.00	0	20	64.00	8.00	2.83
	1.0	8	15.00	0	52	373.70	19.33	6.84
	1.5	8	30.00	0	76	928.00	30.46	10.77
			Posle 14 dana izlaganja					
Protect-It	0.5	8	27.00	4	52	392.00	19.80	7.00
	1.0	8	91.50	76	100	102.60	10.13	3.58
	1.5	8	94.50	88	100	13.40	3.67	1.30
DZ S-1	0.5	8	11.50	0.00	36	120.90	10.99	3.89
	1.0	8	48.50	36.00	72	148.30	12.18	4.31
	1.5	8	82.00	72.00	96	50.30	7.09	2.51
DZ S-2	0.5	8	12.00	0	24.00	91.40	9.56	3.38
	1.0	8	25.50	0	68.00	566.60	23.80	8.42
	1.5	8	38.00	4	88.00	1065.10	32.64	11.54
			Posle 21 dana izlaganja					
Protect-It	0.5	8	65.50	36	92	552.86	23.51	8.31
	1.0	8	98.00	92	100	13.71	3.70	1.31
	1.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
DZ S-1	0.5	8	37.50	8	76	667.14	25.83	9.13
	1.0	8	78.00	64	96	114.29	10.69	3.78
	1.5	8	94.50	92	96	4.29	2.07	0.73
DZ S-2	0.5	8	42.00	28	56	96.00	9.80	3.46
	1.0	8	67.50	28	88	491.14	22.16	7.84
	1.5	8	83.50	52	100	203.14	14.25	5.04

Tabela 9. Smrtnost *R. dominica* (% \pm SG) posle 7,14 i 21 dana izlaganja u ovsu sorte Vranac tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S- i DZ S-2)

VRSTA		Smrtnost <i>R. dominica</i> (% \pm SG) u ovsu sorte Vranac						
Insekticid	Konc.	Nobservd	Mean	Min.	Max.	Variance	s.d.	s.e.mean
	g/kg							
Posle 7 dana izlaganja								
Protect-It	0.5	8	48.00	24	88	562.30	23.71	8.38
	1.0	8	91.50	76	100	88.90	9.43	3.33
	1.5	8	99.50	96	100	2.00	1.41	0.50
DZ S-1	0.5	8	12.00	4	24	45.70	6.76	2.39
	1.0	8	45.50	28	68	132.30	11.50	4.07
	1.5	8	64.50	36	84	404.30	20.11	7.11
DZ S-2	0.5	8	8.50	0	20	34.00	5.83	2.06
	1.0	8	28.00	16	60	201.10	14.18	5.01
	1.5	8	41.00	24	56	154.30	12.42	4.39
Posle 14 dana izlaganja								
Protect-It	0.5	8	62.50	32	92	456.90	21.37	7.56
	1.0	8	93.00	80	100	67.40	8.21	2.90
	1.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
DZ S-1	0.5	8	30.00	12.00	40	96.00	9.80	3.46
	1.0	8	74.00	60.00	100	187.40	13.69	4.84
	1.5	8	82.00	48.00	100	356.60	18.88	6.68
DZ S-2	0.5	8	21.00	8	40.00	149.70	12.24	4.33
	1.0	8	50.50	36	64.00	100.30	10.01	3.54
	1.5	8	69.00	48	96.00	232.00	15.23	5.39
Posle 21 dana izlaganja								
Protect-It	0.5	8	89.00	56	100	222.86	14.93	5.28
	1.0	8	98.50	92	100	8.86	2.98	1.05
	1.5	8	100.00	100	100	0.00	0.00	0.00
DZ S-1	0.5	8	57.50	48	68	36.29	6.02	2.13
	1.0	8	90.50	80	100	54.57	7.39	2.61
	1.5	8	99.00	96	100	3.43	1.85	0.66
DZ S-2	0.5	8	67.00	52	76	67.43	8.21	2.90
	1.0	8	83.50	60	100	207.71	14.41	5.10
	1.5	8	92.00	80	100	64.00	8.00	2.83

Prilog 2

Tabela 11. Uticaj tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1, DZ S-2) na hektolitarsku masu strnih žita (HM) i procenat redukcije (PR)

Vrsta žita	Početna HM (kg/hl ± SD)	Hektolitarska masa (kg/hl ± SD) i procenat redukcije (%)						F	P
		DZ S-1	PR	DZ S-2	PR	Protect-It	PR		
pšenica Vizija	80,81±0,06a*	75,11±0,08b	7,1	75,17±0,08b	6,9	73,69±0,06c	8,8	800	<0.01
pšenica Planeta	81.1±0.05a	74.4±0.06b	8,18	74.7±0.06b	7,83	73.6±0.06c	9,87	1153	<0.01
pšenica Kruna	76.8±0.05a	70.4±0.12c	8,38	71.1±0.07b	7,42	69.7±0.05d	9,27	199,6	<0.01
ječam Rekord	70,48±0,10a	67,76±0,08c	3,8	68,72±0,08b	2,5	66,92±0,08d	5,0	101,8	<0.01
raž Raša	70,97±0,11a	67,65±0,12b	4,7	66,48±0,08c	6,3	65,30±0,10d	8,0	121,6	<0.01
ovas Vranac	49,97±0,08a	49,42±0,07b	0,1	49,25±0,08b	1,4	48,16±0,08c	3,6	34,6	<0.01
tritikale Favorit	79,61±0,44a	74,26±0,07b	6,7	74,39±0,09b	6,5	73,16±0,08c	8,1	428,1	<0.01
tritikale Bingo	67.3±0.05a	61.9±0.06c	8,01	62.9±0.05b	6,44	61.2±0.05d	8,99	707,0	<0.01
tritikale KG-20	72.±0.05a	66.5±0.05c	7,92	67.1±0.05b	7,11	65.8±0.06d	8,87	809,0	<0.01

*Vrednosti između sorte i tri DZ označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za $P>0,05$; u svim slučajevima $df=3,36$.

Prilog 3

Tabela 12. Miksolab parametri testa od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži koji ukazuju na reološke osobine proteina: *C1* - inicijalna maksimalna konzistencija (Nm) i *C2* - minimalna vrednost torzije na početku zagrevanja (Nm).

		Vrednosti parametra miksolab krive koji ukazuju na reološke osobine proteina				
Vrsta zorka	DZ	Planeta pšenica	Kruna pšenica	Bingo tritikale	KG-20 tritikale	Raša raž
<i>C1</i>						
Kontrola A	/	1,12a	1,14a	1,12ab	1,15ab	1,69a
Kontrola B	/	1,09abc	1,11ab	1,12a	1,11bc	1,31e
Tretirani	Protect-It	1,08bcd	1,03d	1,15a	1,07cd	1,51b
uzorak	DZ S-1	1,11ab	1,09bc	1,12a	1,05d	0,95d
	DZ S-2	1,04de	1,07bc	1,07c	1,09cd	1,16f
Tretirani, infestirani	Protect-It	1,03e	1,15a	1,07c	1,10bc	1,52b
uzorak	DZ S-1	1,06cde	1,06cd	1,15a	1,17a	1,37d
	DZ S-2	1,06cde	1,08bc	1,08bc	1,09cd	1,45c
<i>F</i>		8,82	10,94	6,9	8,28	296,62
<i>P</i>		0,000	0,002	0,007	0,004	0,000
<i>C2</i>						
Kontrola A	/	0,16c	0,20d	0,10e	0,21d	0,44a
Kontrola B	/	0,37a	0,35ab	0,30a	0,31a	0,39e
Tretirani	Protect-It	0,35ab	0,36ab	0,27bc	0,26c	0,43b
uzorak	DZ S-1	0,34ab	0,37a	0,28ab	0,30ab	0,29g
	DZ S-2	0,35ab	0,37a	0,28abc	0,27bc	0,36f
Tretirani, infestirani	Protect-It	0,37a	0,36ab	0,28abc	0,27bc	0,44b
uzorak	DZ S-1	0,34ab	0,33b	0,25c	0,27bc	0,44c
	DZ S-2	0,33b	0,28c	0,22d	0,25c	0,41d
<i>F</i>		76,77	57,14	63,09	8,48	296,62
<i>P</i>		0,000	0,000	0,000	0,004	0,000

* rezultati predstavljaju srednju vrednost dva ponavljanja; vrednosti u redovima označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Džankan test za $P > 0,05$; $df = 1,8$.

- Brašno je dobiveno meljavom pšenice, tritikalea i raži posle isejanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog, netretiranog žita, posle tretiranja žita sa tri diatomejske zemlje i posle isejanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2)

- Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*

- Kontrola B - ne tretirano, ne infestirano zrno

Tabela 13. Miksolab parametri testa od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži koji ukazuju na reološke osobine skroba: *C3* - maksimalna vrednost (pik) otpora u fazi zagrevanja, *C4* - minimum otpora nakon perioda zagrevanja (Nm) i *C5* - maksimum otpora nakon perioda hlađenja na 50 °C.

Vrednosti parametra miksolab krive koji ukazuju na reološke osobine skroba						
Vrsta uzorka	DZ	Planeta pšenica	Kruna pšenica	Bingo tritikale	KG-20 tritikale	Raša raž
<i>C3</i> (Nm)						
Kontrola A	/	1,41d	1,58g	1,13e	1,47e	2,08e
Kontrola B	/	1,85ab	1,99cd	1,58a	1,88a	2,45a
Tretirani uzorak	DZ S-1	1,79c	2,02c	1,52b	1,66b	2,17d
	DZ S-2	1,84ab	2,11a	1,55a	1,67b	2,44a
	Protect-It	1,84b	1,99cd	1,52b	1,62cd	2,26b
Tretirani, infestirani uzorak	DZ S-1	1,85ab	1,96d	1,47c	1,66b	2,23c
	DZ S-2	1,80c	1,81e	1,30d	1,59d	2,24bc
	Protect-It	1,87a	2,06b	1,50bc	1,63bc	2,22c
<i>F</i>		375.1	463.4	368.2	122.1	184.6
<i>P</i>		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
<i>C4</i> (Nm)						
Kontrola A	/	1,35d	1,54f	0,89e	1,41d	1,90e
Kontrola B	/	1,70c	2,00b	1,26a	1,88a	2,36a
Tretirani uzorak	DZ S-1	1,71c	1,80e	1,18b	1,61b	1,89f
	DZ S-2	1,78b	2,10a	1,21b	1,60b	2,32b
	Protect-It	1,78b	1,93c	1,12c	1,60b	2,08c
Tretirani, infestirani uzorak	DZ S-1	1,84a	1,99b	1,07d	1,60b	2,04cd
	DZ S-2	1,78b	1,85d	1,04d	1,52c	2,04d
	Protect-It	1,78b	2,02b	1,06d	1,55c	1,98e
<i>F</i>		207.7	269.4	85.0	117.6	206.5
<i>P</i>		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
<i>C5</i> (Nm)						
Kontrola A	/	1,79f	2,25f	1,16g	1,83f	2,70e
Kontrola B	/	2,49cd	2,93d	1,64a	2,39a	3,24a
Tretirani uzorak	DZ S-1	2,35e	2,99c	1,53c	1,99cd	2,57f
	DZ S-2	2,46d	3,11a	1,54c	2,07b	3,11b
	Protect-It	2,57b	2,81e	1,58b	1,97d	2,74d
Tretirani, infestirani uzorak	DZ S-1	2,59ab	3,00c	1,37e	1,97d	2,68e
	DZ S-2	2,60a	2,83e	1,25f	1,89f	2,76d
	Protect-It	2,50c	3,07b	1,42d	2,01c	2,87c
<i>F</i>		1146	1202	441.6	230.7	603.2
<i>P</i>		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

* rezultati predstavljaju srednju vrednost dva ponavljanja; vrednosti u redovima označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Džankan test za $P=0,05$; $df=1,8$.

- Brašno je dobiveno meljavom pšenice, tritikalea i raži posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog, netretiranog žita, posle tretiranja žita sa tri diatomejske zemlje i posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2);

- Kontrola A - ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*;

- Kontrola B - ne tretirano ne infestirano zrno

Tabela 14. Miksolab parametri testa od brašna različitih sorti pšenice, tritikalea i raži koji ukazuju na reološke osobine skroba - C4/C3 - stabilnost skrobne paste, tj. odnos minimuma otpora nakon perioda i C5-C4 - iznos retrogradacije skroba tj. razlika između maksimuma otpora nakon perioda hlađenja na 50 °C i minimuma otpora nakon perioda hlađenja

Vrednosti parametra miksolab krive koji ukazuju na reološke osobine skroba						
Vrsta zorka	DZ	Planeta pšenica	Kruna pšenica	Bingo tritikale	KG-20 tritikale	Raša raž
Stabilnost skrobne paste (C4/C3, Nm)						
Kontrola A	/	0,96bc	0,97c	0,79bc	0,96de	0,94b
Kontrola B	/	0,92d	1,0a	0,80a	1,00a	0,96a
Tretirani	Protect-It	0,97b	0,97c	0,74d	0,99b	0,92c
uzorak	DZ S-1	0,95c	0,89d	0,78c	0,97c	0,87f
	DZ S-2	0,97b	0,99ab	0,78c	0,96cd	0,95b
Tretirani,	Protect-It	0,95c	0,98bc	0,71e	0,95e	0,89e
infestirani	DZ S-1	0,99a	1,0a	0,73d	0,96cd	0,91c
uzorak	DZ S-2	0,99a	1,0a	0,80ab	0,96cd	0,91d
<i>F</i>		48,7	63,5	52,7	22,5	181,0
<i>P</i>		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Iznos retrogradacije skroba (C5-C4, Nm)						
Kontrola A	/	0,44h	0,71g	0,27f	0,42c	0,74d
Kontrola B	/	0,79b	0,93e	0,38b	0,51a	0,80b
Tretirani	Protect-It	0,79b	0,88f	0,46a	0,37d	0,66e
uzorak	DZ S-1	0,64g	1,19a	0,35cd	0,38d	0,68e
	DZ S-2	0,68f	1,01c	0,33d	0,47b	0,79c
Tretirani,	Protect-It	0,72e	1,05b	0,36c	0,46b	0,89a
infestirani	DZ S-1	0,75d	1,01c	0,30e	0,37de	0,64f
uzorak	DZ S-2	0,82a	0,98d	0,21g	0,37e	0,72d
<i>F</i>		804,9	780,6	202,0	105,1	374,9
<i>P</i>		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

* rezultati predstavljaju srednju vrednost dva ponavljanja; vrednosti u redovima označene istim slovima se statistički značajno ne razlikuju; Džankov test za $P=0,05$; $df=1,8$.

-Brašno je dobiveno meljavom pšenice, tritikalea i raži posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog, netretiranog žita, posle tretiranja žita sa tri diatomejske zemlje i posle isejavanja potomaka *R. dominica* iz infestiranog žita tretiranim sa tri diatomejske zemlje (Protect-It, DZ S-1 i DZ S-2);

- Kontrola A- ne tretirano, infestirano zrno sa *R. dominica*;

- Kontrola B - ne tretirano ne infestirano zrno

BIOGRAFIJA

Vesna Perišić je rođena 17.10.1976. u Kragujevcu u porodici Stevanović. Srednju medicinsku školu završila je u svom rodnom gradu. Agronomski fakultet u Čačku upisala je 1995. godine na kome je diplomirala sa prosečnom ocenom 7,95 i stekla stručni naziv – Diplomirani inženjer agronomije.

Diplomske akademske studije - master, studijski program Fitofarmacija, završila je na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu 27.04.2009. godine – sa prosečnom ocenom 9,17 i ocenom na odbrani diplomskog rada 10 (deset).

Upisala je doktorske akademske studije, smer Agronomija na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu školske 2009/2010. godine. U svom dosadašnjem naučnom radu objavila je 48 radova, od kojih je kao prvi autor na 9 radova. Radi u „Centru za strna žita“, u Kragujevcu od 2006. godine kao istraživač saradnik. Bila je učesnik tehnološkog projekta „Razvoj novih tehnologija za unapređenje proizvodnje strnih žita“, TP 20063, od januara 2010 do maja 2014.

Udata je za dr Vladimira Perišića, i majka je Sofije i Marka.