

OTPORNOST SUŠENIH PLODOVA ŠLJIVE, KAJSIJE I VIŠNJE NA INFESTACIJU *Plodia interpunctella* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

Filip Vukajlović¹, Dragana Predojević¹, Vesna Perišić², Sonja Gvozdenac³,
Snežana Tanasković⁴, Snežana Pešić¹

Izvod: Cilj ovog rada je da proceni otpornost sušenih plodova šljive, kajsije i višnje na infestaciju *Plodia interpunctella*, ekonomski najznačajnijom štetočinom sušenog voća u svetu. Izračunavanjem indeksa za ocenu pogodnosti supstrata za razviće insekta i stepena otpornosti hraniva na infestaciju utvrđivan je nivo otpornosti korišćenih plodova. Zaključeno je da su sve tri vrste sušenog voća otporne na infestaciju *P. interpunctella*, ali je sušena šljiva najmanje otporna. Najotpornije su sušene kajsije, na kojima nijedna jedinka *P. interpunctella* nije dostigla stadijum lutke.

Ključne reči: bakrenasti plamenac, sušeno voće, infestacija, indeks pogodnosti, procena otpornosti.

Uvod

Uskladišteno sušeno voće je vrlo često infestirano velikim brojem štetnih vrsta insekata, među kojima su najznačajnije *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813), *Cadra cautella* (Walker, 1863), *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) i vrste roda *Oryzaephilus*. Povremeno se na uskladištenom sušenom voću mogu naći i druge polifagne vrste, pre svega različiti moljci, tvrdokrilci i grinje (Simmons i Nelson, 1975; Hagstrum i Subramanyam, 2009; Johnson i sar., 2009). Sušeno voće najčešće sadrži više od 10% vlage, što izuzetno pogoduje razviću štetnih insekata. Ukoliko bi sušeno voće sadržalo manji procenat vlage od pomenutog, bilo bi otpornije na infestaciju, ali bi bilo i neprivlačno kupcima (Sood, 2011).

Pojedine štetočine mogu da prouzrokuju velike gubitke ili da izvesnu količinu sušenog voća učine potpuno nepodesnim za korišćenje (Štrbac, 2002). Ekonomski najznačajnija štetočina sušenog voća je bakrenasti plamenac, *P. interpunctella* (Johnson i sar., 2009). Larve *P. interpunctella* oštećuju sušene plodove voća tako što u njima izgrizaju bušotine nepravilnog oblika, obilno ih pokrivaju ekskrementima i prekrivaju svilom (Almaši, 2008). Drugim rečima, najveći gubici su u kvalitetu sušenog voća, a manji u kvantitetu.

Najčešće mere kontrole i suzbijanja štetočina uskladištenog sušenog voća su čuvanje u adekvatnim temperaturnim uslovima i primena mera zaštite fumigacijom metilbromidom (Štrbac, 2002). Međutim, metilbromid se u našoj zemlji ne primenjuje od 2013. godine, jer je utvrđeno da oštećuje ozonski omotač i dovodi do pojave rezistentnosti insekata, a prema odredbama Montrealskog protokola iz 1987. i dopunom

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Republika Srbija (fvukajlovic@kg.ac.rs)

²Centar za strna žita Kragujevac, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Republika Srbija.

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija.

⁴Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Republika Srbija.

Protokola iz 1995. godine. Iz tog razloga, neophodne su efikasne alternativne mere kontrole i suzbijanja štetočina, bezopasne po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Najznačajnije su preventivne i fizičke mere, koje uključuju korišćenje kvalitetnog voća, nenapadnutog od štetočina na polju, pravilno sušenje proizvoda, pakovanje u novu, čistu i insektima nezaraženu ambalažu (Štrbac, 2002). Cilj ovog rada je procena otpornosti sušenih plodova šljive, kajsije i višnje na infestaciju *P. interpunctella*, najvećom štetočinom sušenog voća u celom svetu.

Materijal i metode rada

Početni entomološki materijal potiče od populacije *P. interpunctella*, uzgajane tokom većeg broja generacija u laboratorijskim uslovima na PMF u Kragujevcu - u providnim plastičnim kutijama za masovni uzgoj zapremine 1,2 L, u klima komori na temperaturi $27 \pm 1^\circ\text{C}$, r.v.v. $60 \pm 10\%$ i pri fotoperiodu 14:10 (S:T), na standardnoj laboratorijskoj podlozi (SLP) za *P. interpunctella* (Silhacek i Miller, 1972). Oko 100 parova bakrenastog plamenca *in copuli* je aspirirano iz kutija za masovni uzgoj i preneto u tegle gde su ženke polagale jaja.

Za potrebe ogleda za ispitivanje otpornosti na infestaciju ovim insektom su izdvojena jaja starosti do 24 h. Po 50 jaja je ubacivano u staklene teglice, zapremine 250 mL, sa po 100 mL jedne od testirane tri vrste sušenog voća ili SLP. Testirani su sušeni plodovi šljive (*Prunus domestica* L. 1753), kajsije (*P. armeniaca* L. 1753) i višnje (*P. cerasus* L. 1753), kupljeni u prodavnici zdrave hrane, a SLP je korišćena kao pozitivna kontrola. Za svako od hraniva je bilo po 12 ponavljanja (teglica). Teglice su zatvorene tupferima od vate obmotane pamučnim platnom, a zatim su prebačene u klima komoru, u iste uslove sredine u kojima je odgajana roditeljska populacija, gde su držane do završetka celokupnog razvića *P. interpunctella*. Utvrđen je broj eklodiranih imaga i prosečno trajanje celokupnog razvića *P. interpunctella* na svim hranivima.

Procena otpornosti sušenih plodova šljive, kajsije i višnje na infestaciju *P. interpunctella* je izračunata na osnovu indeksa pogodnosti hraniva za razviće insekata po Dobie (1974), koji predstavlja modifikaciju istog indeksa po Howe (1971):

$$\text{Indeks pogodnosti (IP)} = \frac{\ln F_1}{D} \times 100$$

gde F_1 predstavlja ukupan broj eklodiranih imaga *P. interpunctella*, a D prosečno trajanje celokupnog razvića izraženo brojem dana. Na osnovu izračunatih IP, procena otpornosti sušenih plodova šljive, kajsije i višnje je utvrđena prema kategorizaciji po Mensah (1986):

- IP 0,0 – 2,5 = otporni,
- IP 2,6 – 5,0 = umereno otporni,
- IP 5,1 – 7,5 = umereno osetljivi,
- IP 7,6 – 10,0 = osetljivi i
- IP > 10 = veoma osetljivi.

Rezultati su statistički obrađeni u softverskom paketu IBM SPSS Statistics 21. Srednje vrednosti IP za hraniva upoređivane su ANOVA i Tukey's HSD testovima, sa intervalom poverenja od 95% ($p < 0,05$).

Rezultati istraživanja i diskusija

Ukupan broj eklodiranih imaga i prosečno trajanja celokupnog razvića *P. interpunctella* za četiri hraniva, kao i IP analiziranih hraniva na infestaciju ovog insekta, prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Broj eklodiranih imaga, prosečno trajanje celokupnog razvića i indeks pogodnosti hraniva na infestaciju *Plodia interpunctella*
 Table 1. Total number of emerged adults, mean developmental period and index of susceptibility of diet to infestation by *Plodia interpunctella*

Hranivo (Diet)	Parametri (Parameter)	Ponavljanja (Replicates)												Srednja vrednost ± SD (Mean ±SD)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Standardna laboratorijska podloga (Standard laboratory diet)	FI	11	11	5	7	5	4	2	13	13	9	4	7	7,58 ± 3,75
	D	31,18	31	33	28,29	28,6	31,75	33	29,08	30,08	29	28	28,86	30,15 ± 1,79
	IP	7,69	7,74	4,88	6,88	5,63	4,37	2,1	8,82	8,53	7,58	4,95	6,74	6,32 ± 1,98
Sušena šljiva (Dried plums)	FI	3	2	2	4	1	1	1	0	5	3	3	3	2,33 ± 1,44
	D	94,33	92	77,5	91,75	82	81	112	/	102,6	105,33	81,67	104,33	93,14 ± 11,71
	IP	1,17	0,75	0,89	1,51	0	0	0	0	1,57	1,04	1,35	1,053	0,78 ± 0,62
Sušena višnja (Dried cherries)	FI	0	3	4	2	2	0	8	1	0	3	6	2	2,58 ± 2,47
	D	/	65	77,5	75,5	91	/	90,12	67	/	83,67	76,17	74	77,77 ± 9,11
	IP	0	1,69	1,79	0,92	0,76	0	2,31	0	0	1,31	2,35	0,94	1,01 ± 0,89

FI – Ukupan broj eklodiranih imaga (Total number of emerged adults)

D – Prosečno trajanje celokupnog razvića (Mean developmental period)

IP – Indeks pogodnosti hraniva (Index of susceptibility of diet)

Na SLP je eklodirao najveći broj imaga, ukupno 91 od postavljenih 600 jaja (15,17%), a prosečno 7,58 ± 3,75 imaga po ponavljanju. Znatno manje imaga po ponavljanju je eklodiralo na sušenim višnjama (2,58 ± 2,47) i šljivama (2,33 ± 1,44), gde je celokupno razviće kompletirao 31 (5,17%), odnosno 28 imaga (4,67%). Na sušenim kajsijama, ni jedna jedinka nije dostigla stadijum imaga.

Poređenjem srednjih vrednosti ukupnog broja eklodiranih imaga po hranivima, utvrđene su statistički značajne razlike. Broj eklodiranih imaga je na SLP bio statistički značajno veći u odnosu na broj eklodiranih imaga na sušenoj šljivi (p < 0,0005) i višnji (p < 0,0005). Između oglada sa sušenom šljivom i višnjom nije bilo statistički značajnih razlika u broju eklodiranih imaga (p = 0,937).

Na SLP je prosečno trajanje celokupnog razvića *P. interpunctella* bilo najkraće ($30,15 \pm 1,79$ dana), dok je znatno duže trajalo na sušenim višnjama ($77,77 \pm 9,11$ dana) i više nego trostruko duže na suvim šljivama ($93,14 \pm 11,71$ dana). Poređenjem srednjih vrednosti prosečnog trajanja celokupnog razvića jedinki odgajanih na različitim hranivima, utvrđene su statistički značajne razlike između svih ispitivanih hraniva. Na SLP je celokupno razviće bilo statistički značajno kraće u odnosu na sušenu šljivu ($p < 0,0005$) i višnju ($p < 0,0005$), dok je razviće na višnjama bilo statistički značajno kraće nego na sušenim šljivama ($p = 0,001$).

Najveći IP na infestaciju *P. interpunctella* je bio na SLP ($6,32 \pm 1,98$), dok je značajno manji bio na sušenim višnjama ($1,01 \pm 0,89$) i šljivama ($0,78 \pm 0,62$). Na kajsijama IP nije mogao da bude utvrđen (odnosno, bio je nula), pošto ni jedna jedinka nije završila razviće. Poređenjem srednjih vrednosti IP hraniva na infestaciju *P. interpunctella* utvrđeno je da je indeks pogodnosti SLP statistički značajno veći u odnosu na indekse pogodnosti za sušene višnje ($p < 0,0005$) i šljive ($p < 0,0005$). Između IP sušenih vrsta voća nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Na osnovu dobijenih vrednosti IP, procenjena je otpornost analiziranih hraniva na infestaciju *P. interpunctella*, a rezultati su prikazani u Tabeli 2, iz koje se vidi da su sušene šljive, kajsije i višnje otporne na infestaciju *P. interpunctella*, dok je SLP umereno osetljiva.

Tabela 2. Prosečne vrednosti indeksa pogodnosti hraniva I procena otpornosti hraniva na infestaciju *Plodia interpunctella*

Table 2. Mean values of Index of susceptibility and Susceptibility rating of diet to infestation by *Plodia interpunctella*

Hranivo (Diet)	Indeks pogodnosti hraniva (Index of susceptibility)	Procena otpornosti hraniva (Susceptibility rating)
Standardna laboratorijska podloga (Standard laboratory diet)	$6,32 \pm 1,98$	umereno osetljiva (moderately susceptible)
Sušene šljive (Dried plums)	$0,78 \pm 0,62$	otporna podloga (resistant)
Sušene kajsije (Dried apricots)	0,00	otporna podloga (resistant)
Sušene višnje (Dried cherries)	$1,01 \pm 0,89$	otporna podloga (resistant)

Konstatovane razlike u ukupnom broju eklodiranih imaga i prosečnom trajanju celokupnog razvića *P. interpunctella* se mogu objasniti razlikama u nutritivnim svojstvima i procentu vlažnosti analiziranih hraniva. Nekoliko studija je već pokazalo da je kvalitativni sastav hraniva od primarne važnosti za uspešan razvoj *P. interpunctella*, dok je procenat vlažnosti hraniva od sekundarnog značaja (LeCato, 1976; Sambaraju i Phillips, 2008). Najpogodnija i ekonomski najisplativija podloga za laboratorijski uzgoj *P. interpunctella*, SLP, sadrži sve potrebne hranljive sastojke neophodne za brz i uspešan razvoj ovog moljca (Silhacek i Miller, 1972; Arbogast, 2007; Vukajlović, 2012). U ranijim istraživanjima je zabeležen procentualno veoma veliki ukupan broj eklodiranih imaga *P. interpunctella* na SLP, od 67% (Allotey i Goswami, 1990), pa sve do 100% (Sambaraju i sar., 2008), kao i veoma kratko prosečno trajanje celokupnog razvića. Allotey i Goswami (1990) su registrovali

prosečno trajanje celokupnog razvića *P. interpunctella* na SLP od prosečno 25,65 dana, a Arbogast (2007) navodi prosek od 23,5 dana. U našem istraživanju je zabeleženo nešto duže prosečno celokupno razviće u trajanju od $30,15 \pm 1,79$ dana. LeCato (1976) je, koristeći indeks pogodnosti hraniva prema Howe (1971), utvrdio da je SLP veoma pogodna za razvoj *P. interpunctella* (IP = 9,12). U našem eksperimentu SLP se pokazala kao umereno osetljiva, odnosno umereno pogodno hranivo (IP = $6,32 \pm 1,98$), na osnovu indeksa prema Dobie (1974), ali znatno pogodnija u odnosu na testirane vrste sušenog voća, koje su se pokazale kao otporne na infestaciju ovim insektom.

Određenim studijama je utvrđeno da je pojedino sušeno voće slabo pogodno hranivo za razvoj bakrenastog plamenca. Johnson (2004) zaključuje da razviće *P. interpunctella* na sušenim šljivama traje veoma dugo, a da je broj preživelih jedinki mali. Johnson i sar. (1995) su pokazali da su suve šljive u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) veoma nepogodna hrana za *P. interpunctella*, jer je svega 0,7% jedinki uspeo da eklodira, pri čemu je celokupno razviće trajalo veoma dugo, između 80 i 160 dana. Slične rezultate iz SAD su dobili i Sambaraju i sar. (2008), koji su pokazali da razviće *P. interpunctella* na seckanim sušenim šljivama traje prosečno oko 79,7 dana, ali je procenat jedinki koje su kompletirale razviće bio 67,5%. U našem eksperimentu su se celi plodovi sušene šljive pokazali kao nepogodno hranivo za razviće *P. interpunctella*, odnosno otporni na infestaciju (IP = $0,78 \pm 0,62$), s obzirom na veoma mali ukupan broj eklodiranih imaga, a veoma dugo trajanje celokupnog razvića.

Sušene kajsije su se u našem ogledu pokazale kao najotpornije na infestaciju *P. interpunctella*. Iako su u početnom delu eksperimenta primećene larve u teglicama sa sušenim kajsijama, ni jedna od tih jedinki nije preživela do stadijuma imaga. Drugi istraživači su uspeali da zabeleže uspešnu ekloziju imaga na seckanim sušenim kajsijama u velikom broju (90%), pri čemu je celokupno razviće trajalo veoma kratko, prosečno oko 29,7 dana (Sambaraju i Phillips, 2008). Iz svega navedenog, možemo zaključiti da su celi plodovi sušene šljive i kajsije mnogo otporniji na infestaciju *P. interpunctella*, nego seckani plodovi.

Naši rezultati su u saglasnosti sa podacima Almaši i Poslončec (2010). One navode da je procenat eklodiranih imaga na celim plodovima sušenih šljiva (1,3%), odnosno kajsija (5,6%) veoma mali, to jest da su ova dva hraniva veoma nepogodna za razviće *P. interpunctella*, odnosno otporna na infestaciju.

Nedostaju literaturni podaci o razviću *P. interpunctella* na sušenim višnjama, iako se ova štetočina navodi kao jedna od najčešćih insekatskih vrsta koja infestira upravo ovo sušeno voće (Hagstrum i Subramanyam, 2009; Sarwar, 2015). U našem eksperimentu se sušena višnja pokazala kao jednako otporno hranivo na infestaciju ovim moljcem, kao i sušene šljive. Ipak, na sušenim višnjama je zabeležen nešto veći ukupan broj eklodiranih imaga, a kraće trajanje celokupnog razvića *P. interpunctella*, nego na sušenim šljivama, ali bez statističke značajnosti.

Zaključak

Poslednjih nekoliko godina, trend sušenja plodova voća u Srbiji je u porastu, pa ovi proizvodi postaju jedan od važnijih izvoznih aduta naše zemlje. Otuda je od primarnog

značaja očuvanje kvaliteta i zdravstvene ispravnosti sušenog voća u skladu sa domaćim i međunarodnim zakonskim regulativama, zbog čega posebnu pažnju treba posvetiti monitoringu i kontroli skladišnih štetočina. Rezultati našeg istraživanja su pokazali da su analizirane vrste sušenog voća nepogodno hranivo za *P. interpunctella*, ali da usled životnih aktivnosti čak i malog broja jedinki ove vrste, dolazi do značajnih kvalitativnih gubitaka. Celi plodovi sušenog voća su mnogo otporniji na infestaciju *P. interpunctella*, nego seckani. Procenom otpornosti drugih vrsta sušenog voća na infestaciju *P. interpunctella* i drugim insektima skladišnim štetočinama, mogao bi se steći realan uvid u potreban nivo primene adekvatnih mera za zaštitu uskladištenog sušenog voća i tako preduprediti nastanak ekonomske štete.

Literatura

- Almaši R. (2008). Štetne artropode uskladištenog žita i proizvoda od žita. Objavljeno u *Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama*, Kljajić P. (ed.), 9-38. Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd.
- Almaši R., Poslončec D. (2010). Survival, reproduction and development of Indian meal moth (*Plodia interpunctella* Hbn.) on dried fruits. *Contemporary Agriculture/Savremena poljoprivreda* 59 (1-2), 72-80.
- Allotey J., Goswami L. (1990). Comparative biology of two phycitid moths, *Plodia interpunctella* (Hübner) and *Ephesia cautella* (Wlk.) on some selected media. *Insect Science and its Application* 11, 209–215.
- Arbogast R.T. (2007). A wild strain of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) from farm-stored maize in South Carolina: Development under different temperature, moisture, and dietary conditions. *Journal of Stored Product Research* 43, 160-166.
- Dobie P. (1974). The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais*. *Journal of Stored Product Research* 10, 183-197.
- Hagstrum D.W., Subramanyam B. (2009). *Stored-product insect resource*. AACC International, Inc., St. Paul, Minnesota, USA, pp. 509.
- Howe R.W. (1971). A parameter for expressing the suitability of environment for insect development. *Journal of Stored Product Research* 7, 63-65.
- Johnson J.A. (2004). Dried fruit and nuts: United States of America. Objavljeno u *Crop post-harvest: Science and technology, Volume 2: Durables*, Hodges R. i Farrell G. (eds), 226-234. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.
- Johnson J.A., Wofford P.L., Gill R.F. (1995). Development thresholds and degree-day accumulations of Indian meal moth (Lepidoptera: Pyralidae) on dried fruits and nuts. *Journal of Economic Entomology* 88, 734–741.
- Johnson J.A., Yahia E.M., Brandl D.G. (2009). Dried fruits and tree nuts. Objavljeno u *Modified and controlled atmospheres for storage, transportation, and packaging of horticultural commodities*, Yahia E.M. (ed.), 507-526. CRC Press, Taylor & Francis Group.

- LeCato G.L. (1976). Yield, development, and weight of *Cadra cautella* (Walker) and *Plodia interpunctella* (Hübner) on twenty-one diets derived from natural products. *Journal of Stored Product Research* 12, 43-47.
- Mensah G.W.K. (1986). Infestation potential of *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae) on cowpea stored under subtropical conditions. *International Journal of Tropical Insect Science* 7 (6), 718-784.
- Sambaraju K.R., Phillips T.W. (2008). Ovipositional preferences and larval performances of two populations of Indianmeal moth, *Plodia interpunctella*. *Entomologia Experimentatilis et Applicata* 128, 283-293.
- Sarwar M. (2015). Protecting dried fruits and vegetables against insect pests invasions during drying and storage. *American Journal of Marketing Research* 1 (3), 142-149.
- Silhacek D.L., Miller G.L. (1972). Growth and development of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Phycitidae), under laboratory mass-rearing conditions. *Annals of the Entomological Society of America* 65 (5), 1084-1087.
- Simmons P., Nelson H.D. (1975). Insects on dried fruits. USDA, Agricultural Handbook 464, Washington, DC, USA.
- Sood A.K. (2011). Diagnostics and assessment of losses due to insect-pests in stored dry fruits. Objavljeno u *Advances in diagnosis of arthropod pests damage and assessment of losses*, Saini R.K., Mrig K.K., Sharma S.S. (eds.), 105-109. Center of Advanced Faculty Training, Department of Entomology, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, India.
- Štrbac P. (2002). Štetočine uskladištenih proizvoda i njihova kontrola. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Vukajlović F. (2012). Zavisnost fekunditeta bakrenastog moljca (*Plodia interpunctella* Hbn.) od tipa ishrane. Master rad. Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac.

**SUSCEPTIBILITY OF DRIED PLUMS, APRICOTS AND CHERRIES
TO INFESTATION BY *Plodia interpunctella*
(LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)**

*Filip Vukajlović¹, Dragana Predojević¹, Vesna Perišić², Sonja Gvozdenac³,
Snežana Tanasković⁴, Snežana Pešić¹*

Abstract

The aim of this study was to assess the degree of resistance of dried plums, apricots and cherries to infestation caused by Indian meal moth (*Plodia interpunctella*), the major pest of dried fruits in the world. Based on the results of Index of susceptibility for insect development and the Susceptibility rating, we found that all three tested dried fruits were resistant to infestation by *P. interpunctella*, while dried plums were the least resistant. The most resistant were dried apricots, on which no *P. interpunctella* individual reached the pupal stage.

Key words: Indian meal moth, Dried fruits, Infestation, Index of susceptibility, Susceptibility rating.

¹University of Kragujevac, Faculty of Science, Institute of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Republic of Serbia (fvukajlovic@kg.ac.rs).

²Center for Small Grains Kragujevac, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Republic of Serbia.

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia.

⁴University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Republic of Serbia.