

## VPLIV NAPADA MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål]) NA KAKOVOST IZBRANIH VRST SADJA IN ZELENJAVE

Tilen ZAMLJEN<sup>1</sup>, Ana SLATNAR<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

### IZVLEČEK

70 Invazivni polifag marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* [Stål]) predstavlja pomembnega škodljivca v pridelavi sadja in zelenjave, saj napada prek 100 različnih rastlinskih vrst. Zadnja leta poškodbe zaradi te stenice na kmetijskih rastlinah predstavljajo veliko gospodarsko škodo tudi v Sloveniji. S pomočjo več poskusov na različnih rastlinskih vrstah smo analizirali biokemijski odziv poškodovanega tkiva plodov jablane, jagode in feferonov. Analizirali smo sladkorje, organske kisline, fenolne snovi ter kapsaicinoide pri feferonih. Vsebnost kapsaicinoidov je bila za 95 % višja pri pekočih feferonih napadenih z *H. halys*. Pri nepekočih feferonih je imela *H. halys* negativen vpliv na vsebnosti sladkorjev v primerjavi s kontrolo. Jagoda, jabolana ter nepekoči feferoni so se odzvali z izrazitim povečanjem fenolnih snovi v primerjavi s kontrolo. Pri jagodi so se skupne hidroksicimnetne kisline ter antocianini povečali za 22,3 % in 38,4 % v primerjavi s kontrolo. Sladkorji so se zmanjšali za 22,6 % pri napadenih jagodah, v primerjavi s kontrolo. Pri napadenih plodovih jabolk je prišlo do izrazitega povečanja skupnih sladkorjev ter zmanjšanja organskih kislin. Poškodbe *H. halys* zaradi hranjenja, so povzročile močan odziv v vsebnosti skupnih fenolov pri plodovih jablane, s 117 % povečanjem v primerjavi s kontrolo. S poskusi smo pojasnili, kako napad stenice *H. halys* vpliva na metabolno sestavo plodov različnih vrst sadja in zelenjave.

**Ključne besede:** marmorirana smrdljivka, sadje, zelenjava, kakovost, kemična sestava

### ABSTRACT

#### IMPACT OF BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halyomorpha halys* [Stål]) FEEDING ON THE QUALITY OF SELECTED FRUITS AND VEGETABLES

The invasive polyphagous insect, the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål]), is a major problem in fruit and vegetable production, attacking more than 100 different plant species. The damage caused by their feeding causes massive economic losses also in Slovenia. In several experiments we studied the biochemical response of apples, strawberries, and peppers to *H. halys* feeding. We analyzed sugars, organic acids, phenols, and capsaicinoids. The total capsaicinoid content was 95 % higher in the *H. halys* attacked hot peppers compared to the control. In non-hot peppers, *H. halys*

---

<sup>1</sup> mag. inž. horti., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: tilen.zamljen@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> lzt. prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: ana.slatnar@bf.uni-lj.si

had a negative effect on total sugar content compared to the control. Strawberries, apples and non-hot peppers responded with increased phenolic content compared to control. In strawberries, the total content of hidroxicinnamic acids and antocianins increased by 22.3% and 38.4%, respectively, compared to the control. Total sugar contents decreased for 22.6 % in attacked strawberries, compared to control. In apples, *H. halys* caused an increase in total sugars and a decrease in total organic acids. Injuries caused by *H. halys* infestation increased phenolic content in apples by 117 % compared to the control. In the experiments, we determined how *H. halys* infestation affects the metabolic profile of different fruits and vegetables.

**Key words:** brown marmorated stink bug, fruits, vegetables, quality, chemical structure

## 1 UVOD

Polifagni škodljivec marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* [Stål]) v Evropi in Severni Ameriki predstavlja vedno večji problem, saj se prehranjuje s prek 100 rastlinskimi vrstami, od okrasnih rastlin do sadja in zelenjave (Wermelinger in sod., 2007). Spada v družino ščitastih stenic (Hemiptera, Heteroptera: Pentatomidae). Meri med 12 in 17 mm. Od ostalih stenic se loči po številu in poziciji svetlih prog (2 progi) na tipalkah (Cesari in sod., 2015). V Evropi razvije dva roda letno, v subtropskem pasu pa med 4 in 6 rodov letno (Wermelinger in sod., 2007). Odrasle samice se po prezimitvi preselijo na rastline v nasadih, kjer dosežejo spolno zrelost in po paritvi izležejo jajčeca, ki jih odlagajo v skupine po 20 do 30 jajčec. Razvoj od jajčeca do odrasle žuželke poteka v petih stadijih od 1 do 1,5 meseca, odvisno od temperature in razpoložljivosti hrane (Medal in sod., 2013).

Hitro širjenje marmorirane smrdljivke je posledica podnebnih sprememb, svetovne trgovine ter pomankanja njenih naravnih sovražnikov (Schumm in sod., 2020). Poškodbe na plodovih jagod, jablan in paprik so pogoste, ter se kažejo kot razbarvanja pri papriki, oplutenitev tkiva pri jabolkih, ter nabrekanje tkiva pri jagodi (Sagun in sod., 2016). Barva plodov ali rastlin ni najpomembnejši odraz napada marmorirane smrdljivke, ampak gre pri tem za mešanico kemičnih in vizualnih dejavnikov (Mensah-Bonsu in sod., 2020).

Naravni odziv rastline na poškodbe marmorirane smrdljivke je sinteza obrambnih snovi, kot so fenolne snovi, ki služijo rastlinam kot odvrčala, motijo razvojni krog škodljivca ali so za škodljivca toksične (Li in sod., 2019; Rehman in sod., 2020). Med fenolnimi snovmi so flavoni najbolj pogoste obrambne molekule (Waldron in sod., 2017). Flavonoidi in proantocianidini so za škodljivce citotoksični in imajo astringenten učinek (Salem in sod., 2018).

Cilj raziskav je bil ugotoviti, kako marmorirana smrdljivka vpliva na vsebnost primarnih ter sekundarnih metabolitov v plodovih jablane, jagode, ter pekočih in nepekočih feferonov.

## 2 MATERIALI IN METODE

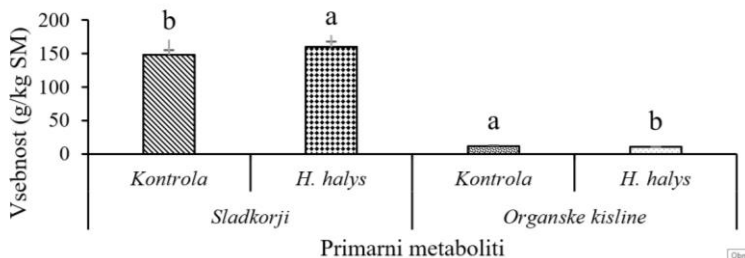
Poskusi so bili izvedeni leta 2020 na več lokacijah po Sloveniji. Poškodovane plodove jagod smo nabrali aprila, pekoče in nepekoče feferone avgusta in jabolka septembra. Jagode sorte 'Clery' so bile gojene na grebenih (na razdalji 0,25 m x 0,25 m v dvojnih vrstah) v visokih tunelih. Jabolka sorte 'Red Pinova' so bila gojene v intenzivnem sadovnjaku v Biljah pri Novi Gorici. Nepekoči feferoni sorte 'Lombardo tago' in pekoči feferoni sorte 'Eris F1' so bili gojeni v visokem tunelu na razdalji 0,4 m x 0,4 m. Natančne zasnove poskusov so dostopne v predhodnih objavah (Zamljen in sod., 2021a, Zamljen in sod., 2021b in Weber in sod., 2021).

Analiza metabolitov plodov jagod je predhodno zapisana v Weber in sod., 2021, analiza plodov jabolane v Zamljen in sod., 2021a in analiza plodov feferonov v Zamljen in sod., 2021b. Podatki so bili statistično ovrednoteni s pomočjo programa R.

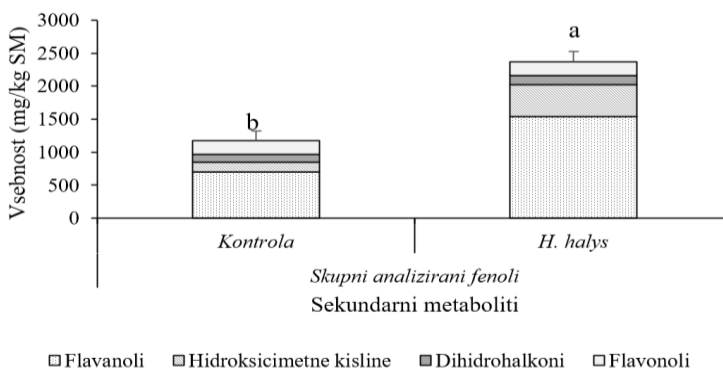
## 3 REZULTATI IN DISKUSIJA

### 3.1 Jablana

**A**



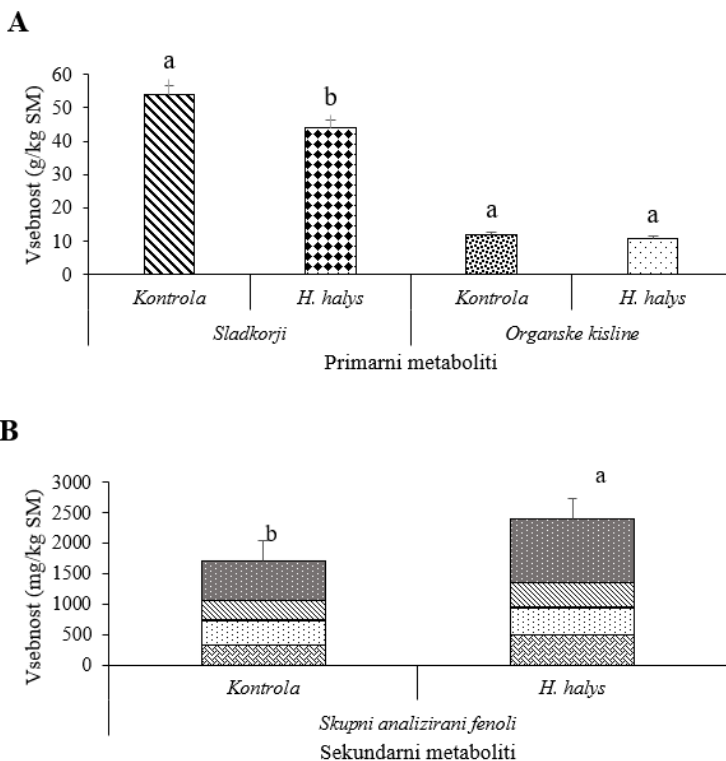
**B**



Slika 1: Vpliv napada stenice *H. halys* na vsebnost primarnih (A) ter sekundarnih (B) metabolitov pri jablani.

Napad *H. halys* je povečal skupne sladkorje za 11,9 g/kg sveže mase (SM) ter zmanjšal skupne organske kisline za 1,4 g/kg SM (Slika 1). Flavanoli ter hidroksicimетne kisline so se povečali pri napadu *H. halys* za 117 % in 237 %. Posledično so se povečali tudi skupni analizirani fenoli za 1192,1 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo.

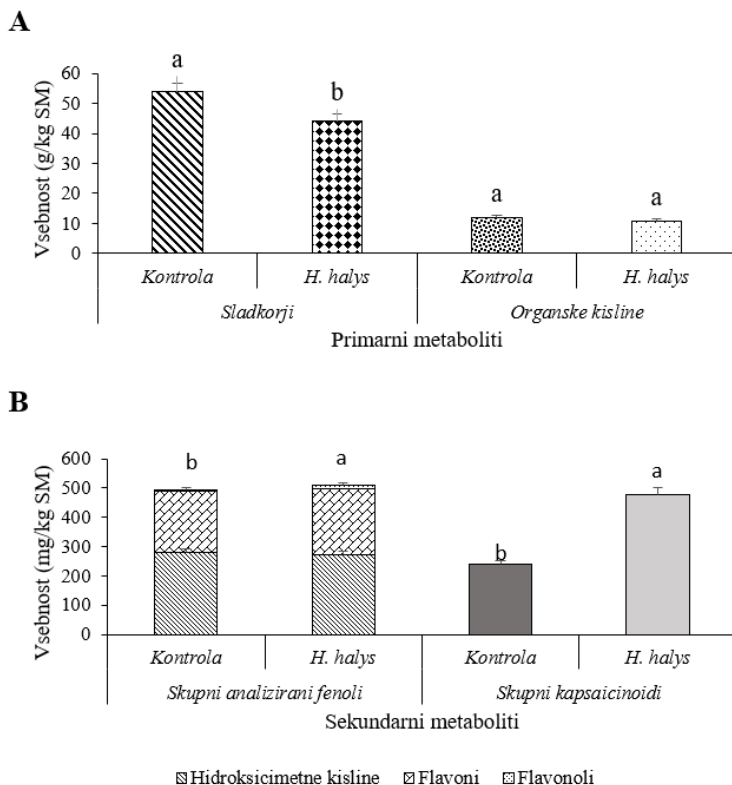
### 3.2 Jagoda



Slika 2: Vpliv napada stenice *H. halys* na vsebnost primarnih (A) ter sekundarnih (B) metabolitov pri jagodi.

*H. halys* je imela negativen vpliv na vsebnost sladkorjev v plodovih jagod. Vsebnost sladkorjev se je zmanjšala za 14,3 % v primerjavi s kontrolo (slika 2). Vsebnost organskih kislin se med obema obravnavanjema ni spremenila. Vsebnost derivatov elagnih kislin se je povečala za 161,8 mg/kg SM v napadenih jagodah. Povečanje zaradi napada *H. halys* je bilo zaznано tudi v vsebnosti skupnih analiziranih hidroksicimетnih kislin za 91,8 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo. *H. halys* je v jagodi sprožila povečano vsebnost skupnih analiziranih antocianinov za 400,1 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo.

### 3.3 Feferoni



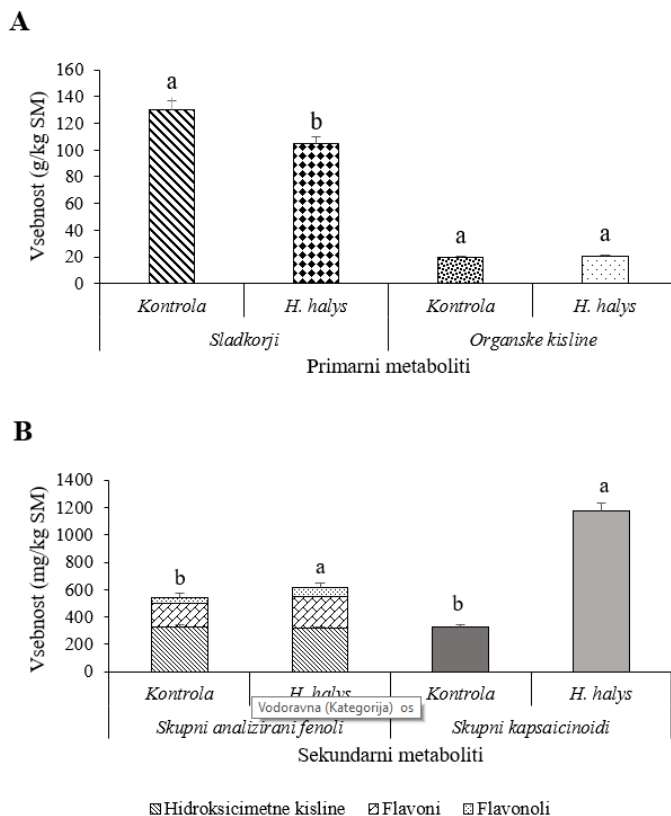
74

Slika 3: Vpliv napada stenice *H. halys* na vsebnost primarnih (A) ter sekundarnih (B) metabolitov pri nepekočih feferonih.

*H. halys* je v nepekočih feferonih zmanjšala vsebnost skupnih sladkorjev (slika 3). Podobno kot pri jagodi se vsebnost organskih kislin med kontrolo in napadenimi feferoni ni spremenila. Vsebnost skupnih analiziranih flavonov se je povečala pri napadu *H. halys* za 20,2 mg/kg SM. Do povečanje je prišlo tudi v vsebnosti skupnih analiziranih flavonolov. Vsebnost skupnih analiziranih kapsaicinoidov je bila nizka pri obeh obravnavanjih. Izrazito povečanje v vsebnosti skupnih kapsaicinoidov je bilo pri napadenih nepekočih feferonih (85,3 mg/kg SM več pri *H. halys*).

*H. halys* je zmanjšala vsebnost sladkorjev v pekočih feferonih v primerjavi s kontrolo. Vsebnost organskih kislin se med obravnavanjema ni spremenila. *H. halys* je povečala vsebnost flavonolov za 64,2 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo. V primerjavi s kontrolo je bila večja tudi vsebnost skupnih analiziranih fenolov. Vsebnost skupnih

kapsaicinoidov se je v napadenih pekočih feferonih povečala za 846,5 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo.



Slika 4: Vpliv napada stenice *H. halys* na vsebnost primarnih (A) ter sekundarnih (B) metabolitov pri pekočih feferonih.

*H. halys* močno vpliva na primarni in sekundarni metabolizem, kar se kaže s spremembo v metabolni sestavi in vsebnosti metabolitov (Zobel in sod., 2016). Pri vseh opazovanih vrstah sadja in zelenjave smo opazili povečanje skupnih fenolnih snovi kot odziv na napad *H. halys*. *H. halys* je negativno vplivala na vsebnost skupnih sladkorjev pri obeh tipih feferonov ter jagodi, podoben vpliv na sladkorje sta predhodno poročala Kundu in Vadassery (2019). Najmanjši vpliv *H. halys* je bil na organske kisline. Oba tipa feferonov sta se odzvala s povečano sintezo kapsaicinoidov, kot odziv na *H. halys*, kar je značilno za napade škodljivcev (Olszewska in Tęgowska, 2011).

#### 4 SKLEPI

Na podlagi pridobljenih rezultatov ugotavljamo, da je stenica *H. halys* vplivala na zmanjšano vsebnost skupnih sladkorjev pri vseh preučevanih vrstah razen jablani. Organske kisline se pri jagodi, pekočih in nepekočih feferonih ne spremenijo ob napadu *H. halys*. Skupni analizirani fenoli so bili pri vseh vrstah sadja in zelenjave večji pri napadu *H. halys*. Skupne analizirane hidroksicimetne kisline so se ob napadu *H. halys* izrazito povečale pri jablani in jagodi. Vsebnost skupnih analiziranih kapsaicinoidov se ob napadu *H. halys* močno poveča v pekočih in nepekočih feferonih.

## 5 VIRI

- Cesari, M.; Maistrello, L.; Ganzerli, F.; Dioli, P.; Rebecchi, L.; Guidetti, R. A pest alien invasion in progress: potential pathways of origin of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* populations in Italy. *Journal of Pest Science* 2015, 88, 1-7, doi:10.1007/s10340-014-0634-y.
- Kundu, A.; Vadassery, J. Chlorogenic acid-mediated chemical defence of plants against insect herbivores. *Plant Biology* 2019, 21, 185–189. <https://doi.org/10.1111/plb.12947>
- Li, B.; Yang, M.; Shi, R.; Ye, M. Insecticidal activity of natural capsaicinoids against several agricultural insects. *Natural Product Communications* 2019, 14, 1934578X19862695, doi:10.1177/1934578X19862695.
- Medal, J.; Smith, T.; Cruz, A.S. Biology of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in the laboratory. 2013, *Journal of Florida Entomologist*, 1209-1212, 1204. DOI: 10.1653/024.096.0370
- Mensah-Bonsu, M.; Dingha, B.N.; Jackai, L.E.N.; Adjei-Fremah, S.; Worku, M. Evaluation of preference of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) for different colour bell peppers and the role of plant protein. *Interaction* 2020, 14, 363-372, doi: 10.1007/s11829-020-09744-x.
- Olszewska, J.; Tęgowska, E. Opposite effect of capsaicin and capsazepine on behavioral thermoregulation in insects. *Journal of Comparative Physiology A. A* 2011, 197, 1021–1026. doi: 10.1007/s00359-011-0657-2
- Rehman, F.; Khan, F.A.; Badruddin, S.M.A. Role of phenolics in plant defense against insect herbivory. In *Chemistry of Phytochemicals: Health, Energy and Environmental Perspectives*, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2012; pp. 309-313.
- Sagun, S.; Collins, E.; Martin, C.; Nolan, E.J.; Horzempa, J. Alarm odor compounds of the brown marmorated stink bug exhibit antibacterial activity. *Journal of Pharmacognosy & Natural Products* 2016, 2, 119, doi:10.4172/2472-0992.1000119.
- Salem, N.; Sriti, J.; Bachrouch, O.; Msaada, K.; Khammassi, S.; Majdi, H.; Selmi, S.; Boushieh, E.; Ouertani, 276 M.; Hachani, N.; et al. Phenological stage effect on phenolic composition and repellent potential of *Mentha pulegium* against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricornis*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2018, 8, 207, doi:10.4103/2221-1691.231283.
- Schumm, Z.R.; Alston, D.G.; Spears, L.R.; Manlove, K. Impact of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) feeding on tart cherry (Rosales: Rosaceae) quality and yield in Utah. *Journal of Economic Entomology* 2020, doi:10.1093/jee/toaa143.
- Waldron, B.L.; Peel, M.D.; Larson, S.R.; Mott, I.W.; Creech, J.E. Tall fescue forage mass in a grass-legume mixture: Predicted efficiency of indirect selection. *Euphytica* 2017, 213, 67. DOI: 10.1007/s10681-017-1856-x
- Weber, N.C.; Razinger, J.; Jakopič, J.; Schmitzer, V.; Hudina, M.; Slatnar, A.; Veberič, R.; Štampar, F.; Zamljen, T. Brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål.) attack induces a metabolic response in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) Fruit. *Horticulturae* 2021, 7, 561. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7120561>
- Wermelinger, B.; Wyniger, D.; Forster, B. First records of an invasive bug in Europe: *Halyomorpha halys* Stal (Heteroptera: Pentatomidae), a new pest on woody ornamentals and fruit trees? *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*. 2007, 81.

- Zamljen, T.; Medič, A.; Veberič, R.; Hudina, M.; Štampar, F.; Slatnar, A. Apple fruit (*Malus domestica* Borkh.) metabolic response to infestation by invasive brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål.). *Horticulturae* 2021a, 7, 212. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7080212>
- Zamljen, T.; Veberic, R.; Hudina, M.; Slatnar, A. The brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål.) influences pungent and non-pungent *Capsicum* cultivars' pre- and post-harvest quality. *Agronomy* 2021b, 11, 2252. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112252>
- Zobel, E.S.; Hooks, C.R.R.; Dively, G.P. Seasonal abundance, host suitability, and feeding injury of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Penatomidae), in selected vegetables. *Journal of Economic Entomology* 2016, 109, 1289–1302. <https://doi.org/10.1093/jee/tow055>