

## FENOLNI ODZIV BRESKEV NA NAPAD MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål])

Saša GAČNIK<sup>1</sup>, Denis RUSJAN<sup>2</sup>, Maja MIKULIČ-PETKOVŠEK<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

### IZVLEČEK

Rastline se na napad škodljivih organizmov odzivajo z obrambnih mehanizmi, med katere sodi tudi sinteza fenolnih snovi. Fenolne spojine imajo za škodljive organizme lahko toksične ali odvračalne učinke. V raziskavi smo ugotavljali kakšen je fenolni odziv kože in mesa dveh sort breskev – 'Maria Marta' in 'Redhaven', pri poškodbah marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys* [Stål]), ki je v zadnjih nekaj letih postala pomemben škodljivec breskev v Sloveniji. Fenolni odziv je bil prisoten le na mestu poškodb marmorirane smrdljivke. V mesu breskev je bil sinteza fenolov večja, predvsem pri sorti 'Redhaven', kjer se je vsebnost skupnih fenolov v coni poškodbe povečala za 6,9-krat v primerjavi z nepoškodovanim tkivom. Med posameznimi fenolnimi spojinami iztopa sinteza cianidin-3-glukozida v poškodovanem mesu plodov, katerega v nepoškodovanem tkivu nismo zaznali. Znatno se je v mesu v coni poškodbe povečala tudi vsebnost klorogenske kisline pri obeh sortah. Tako je poškodovano meso imelo 9,9-krat večjo vsebnost klorogenske kisline v primerjavi z nepoškodovanim mesom pri sorti 'Maria Marta' in 10,2-krat večjo vsebnost pri sorti 'Redhaven'.

**Ključne besede:** *Prunus persica* (L.) Batsch, Stenice, Flavonoidi, Fenilpropanoidna sintezna pot, rastlinski obrambni sistem

### ABSTRACT

#### PHENOLIC RESPONSE OF PEACHES TO THE ATTACK OF THE BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halyomorpha halys* [Stål])

Plants respond to the attack of harmful organisms with defense mechanisms, including the activation of the phenolic response. Among other things, this can have toxic or repellent effects on pests. In this research, the phenolic response of the peach flesh and peel of two peach varieties - 'Maria Marta' and 'Redhaven' – to attack by the marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål]), was investigated. The marmorated stink bug has become an important pest of peaches in Slovenia in recent years. The phenolic response was only present in the damaged part of the peach. The synthesis of phenolics was higher in the flesh of peaches, especially in the variety 'Redhaven', where the content of total phenolics increased 6.9-fold in the damaged zone compared to the undamaged tissue. Among the individual phenolic compounds, the synthesis of

---

<sup>1</sup> mag. inž. hort., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: sasa.gacnik@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> prof. dr., prav tam

<sup>3</sup> prof. dr., prav tam

cyanidin-3-glucoside was present in damaged flesh, which is not activated in the undamaged tissue. The content of chlorogenic acid increased in peach flesh in the injury zone in both cultivars – 9.9-fold in 'Maria Marta' and 10.2-fold in 'Redhaven' compared to undamaged tissue.

**Key words:** *Prunus persica* (L.) Batsch, Pentatomidae, Flavonoids, Phenylpropanoid pathway, Plant defence mechanism

## 1 UVOD

Marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* [Stål]; Hemiptera, Heteroptera: Pentatomidae) je od leta 2017 postala eden glavnih škodljivcev sadnega drevja v Sloveniji, predvsem vrst iz družin Rosaceae in Fabaceae (Bariselli et al., 2016; Rot et al., 2018). Glavno škodo povzroča na plodovih s prebadanjem njihove povrhnjice, vbrizgavanjem prebavnih encimov in s sesanjem, kar navadno povzroči suberinizacijo in nastanek nekrotičnih območij. Pri koščičastem sadju se lahko pojavi tudi gumijasto belkast izcedek (Acebes-Doria et al., 2016).

Rastline so proti novi invazivni vrsti škodljivca sposobne razviti povsem nov obrambni mehanizem ali pa ga aktivirati podobno kot pri avtohtonih vrstah. Odziv se ponavadi sproži z elicitorji v jajčecih herbivora ali eksokrinih izločkih (Rondoni et al., 2018; Vet & Dicke, 1992). Rastline lahko pri tem razvijejo fizične ali kemične ovire, med katere spadajo semiokemikalije in sekundarni metaboliti (Peterson et al., 2016), med katere spadajo tudi fenolne spojine.

V študiji smo želeli natančneje raziskati, kako se plodovi breskev odzivajo na poškodbe s *H. halys* na fenolnem nivoju in ali je v odziv vključen širši del plodu ali le ožja cona poškodbe.

## 2 MATERIALI IN METODE

Poskus je bil izveden v letu 2019 v tehnološki zrelosti breskev na dveh sortah 'Maria Marta' in 'Redhaven'. Po 30 plodov brez vidnih poškodb in 30 poškodovanih plodov sort 'Maria Marta' (22.7.2019; Hortikulturni center Biotehniške fakultete; Orehovlje) in 'Redhaven' (22.7.2019; Drnovk), je bilo pobranih na sredini krošnje, iz vej, ki so bile podobno izpostavljene soncu in so rastle v isto smer. Poškodbe so bile identificirane, kot poroča Rot in sod. (2018). V laboratoriju smo na poškodovanih plodovih, posebej za kožico in meso, povzorčili dve coni, – del, ki ni imel znakov poškodb s *H. halys* (nepoškodovano) in v predelu površinske depresije (poškodovano). Prav tako smo odvzeli vzorce kožice in mesa na plodu, ki v celoti ni imel vidnih poškodb (kontrola). Vzorci so bili hitro zamrznjeni v tekočem dušiku in shranjeni na -20 °C do nadaljnjih analiz.

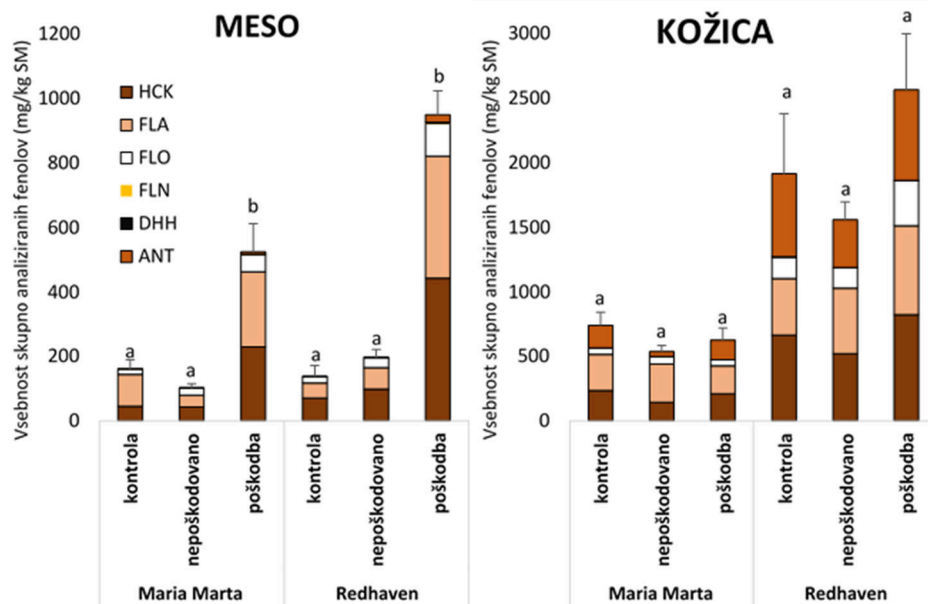
Za analizo fenolnega odziva kožice smo 0,5 g vzorca prelili z 1,5 ml oziroma pri mesu 2 g vzorca z 2 ml ekstrakcijsko raztopino (80 % MeOH+3% mravljična kislina). Kvantifikacija in identifikacija spojin v vzorcih s HPLC/MS sistemom je potekala po protokolu Gacnik in sod. (2023).

Za analizo podatkov smo uporabili statistični program R-commander (R Formation for Statistical Computing, Auckland, New Zealand). Razlike med tkivi, znotraj iste sorte, posebej za kožico in meso breskev, so bile določene z enosmerno ANOVO.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Breskve se na napad *H. halys* odzivajo s povečano sintezo fenolnih spojin le na mestih poškodbe in predvsem v mesu breskev (slika 1). O podobnem odzivu oljk poročajo tudi Ivancic in sod. (2022). V kožici je bil odziv šibkejši, predvsem na nivoju vsebnosti skupnih analiziranih fenolov ni bilo razlik med poškodovano in nepoškodovano kožico (slika 1). Razlike so se pokazale pri nekaterih posameznih analiziranih fenolnih spojinah, npr. flavanolih, flavonolih in dihidrohalkonu floridzinu, kateri so se povečali le na mestih poškodbe pri sorti 'Redhaven' (podatki niso prikazani).

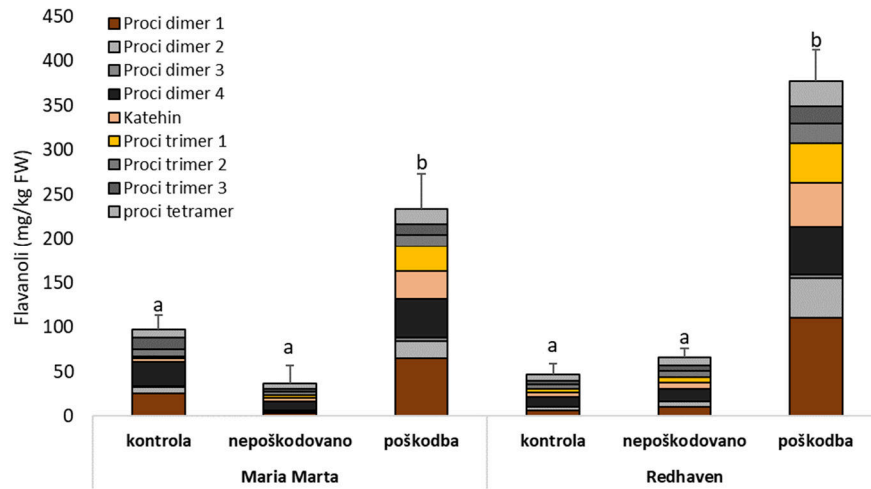
485



Slika 1: Vsebnost skupno analiziranih fenolnih spojin (mg/kg FW) v mesu in kožici breskev sort 'Maria Marta' in 'Redhaven'. HCK – hidroksicimetne kisline, FLA – flavanoli, FLO – flavonoli, FLN – flavanoni, DKK – dihidrohalkoni, ANT – antocianini.

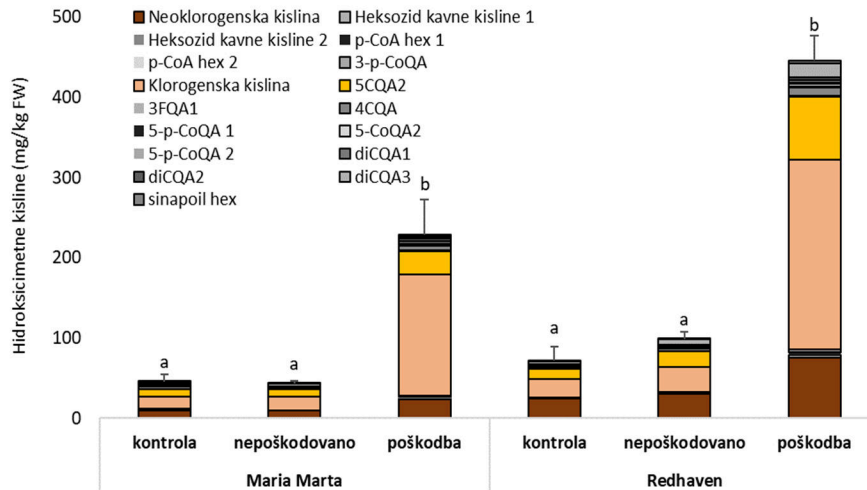
Fenolni odziv v mesu v coni poškodbe je bil zelo velik, saj so se pri sorti 'Maria Marta' flavanoli v povprečju povečali za 2,4-krat, hidroksicimetne kisline za 5,0-krat, flavonoli za 3,2-krat in flavanoni za 11,3-krat v primerjavi s kontrolo. Odziv v mesu sorte 'Redhaven' je bil še intenzivnejši, s povečanjem flavanolov za 8,1-krat, hidroksicimetnih ksilin za 6,3-krat in za 5,3-krat so se povečali tudi flavonoli in flavanoni. Posledično se je povečala pri obeh sortah tudi vsebnost skupnih analiziranih fenolov. Zanimivo je, da so poškodbe *H. halys* v mesu breskev spodbudile sintezo antocianina (ANT) cianidin-3-glukozida (slika 1), ki ponavadi v mesu breskev ni

prisoten (Orazem in sod., 2011). Prav tako ga nismo identificirali v nepoškodovanem mesu (kontrola in poškodovani plodovi).



486

Slika 2: Vsebnost flavanolov (mg/kg FW) v mesu breskev sort 'Maria Marta' in 'Redhaven'. Proci – procyanidin.



Slika 3: Vsebnost hidroksicimetnih kislin (mg/kg FW) v mesu breskev sort 'Maria Marta' in 'Redhaven'. CoA – kumarna kislina, CoQA – kumaroilkinska kislina, CQA – kafeoilkinska kislina, hex – heksozid, FQA – feruloilkinska kislina.

Med posameznimi fenolnimi spojinami so se v mesu na mestu poškodbe močno povečale tudi vsebnosti vseh podstavnikov flavanolov (slika 2) in nekaterih hidrokscimetnih kislin (slika 3). Od flavanolov najbolj izstopajo v coni poškodb povečane vsebnosti procinidin dimera 1, procianidin trimera 1 in katehina (slika 2). Od predstavnikov hidrokscimetnih kislin se je pri obeh sortah v coni poškodbe povečala predvsem vsebnost klorogenske kisline, kjer smo v primerjavi s kontrolo analizirali v povprečju 9,9-krat ('Maria Marta') oziroma 10,2-krat ('Redhaven') večjo vsebnost. Obe omenjeni spojini so v predhodnjih študijah povezovali z odzivom na poškodbe rastlin s škodljivci (Kumar in sod., 2016; Moctezuma in sod., 2014)

### 3 SKLEPI

Ena izmed možnih odzivnih reakcij rastlin na napad škodljivih organizmov je lahko aktivacija sinteze novih fenolnih spojin ali povečanje njihovih vsebnosti, ki imajo lahko toksične ali odvrtačne učinke na škodljivce. Obe sorti breskev – 'Maria Marta' in 'Redhaven', se na poškodbe marmorirane smrdljivke odzivata s povečano vsebnostjo fenolnih spojin le na mestu poškodbe. Odziv je bil najmočnejši v mesu sorte 'Redhaven', kjer se je vsebnost skupnih fenolov v coni poškodbe povečala za 6,9-krat v primerjavi z nepoškodovanim tkivom. Med posameznimi fenolnimi spojinami izstopa povečana sinteza cianidin-3-glukozida v poškodovanem mesu, kateri v nepoškodovanem in kontrolnem tkivu ni bil zaznan. Znatno se je v mesu v coni poškodbe povečala tudi vsebnost klorogenske kisline pri obeh sortah – 9,9-krat v sorti 'Maria Marta' in 10,2-krat v sorti 'Redhaven' v primerjavi z nepoškodovanim tkivom.

### 4 LITERATURA

- Acebes-Doria, A. L., Leskey, T. C., & Bergh, J. C. (2016). Injury to apples and peaches at harvest from feeding by *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) nymphs early and late in the season. *Crop Protection*, 89, 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.06.022>
- Bariselli, M., Bugiani, R., & Maistrello, L. (2016). Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. *EPPO Bulletin*, 46(2), 332–334. <https://doi.org/10.1111/epp.12289>
- Gačnik, S., Munda, A., Veberič, R., Hudina, M., & Mikulič-Petkovšek, M. (2023). Preventive and Curative Effects of Salicylic and Methyl Salicylic Acid Having Antifungal Potential against *Monilinia laxa* and the Development of Phenolic Response in Apple Peel. *Plants*, 12(8), 1584. <https://doi.org/10.3390/plants12081584>
- Ivančič, T., Grohar, M. C., Jakopič, J., Veberič, R., & Hudina, M. (2022). Effect of Brown Marmorated Stink Bug (*Halyomorpha halys* Stål) Infestation on the Phenolic Response and Quality of Olive Fruits (*Olea europaea* L.). *Agronomy*, 12(9), 2200. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092200>
- Kumar, P., Ortiz, E. V., Garrido, E., Poveda, K., & Jander, G. (2016). Potato tuber herbivory increases resistance to aboveground lepidopteran herbivores. *Oecologia*, 182(1), 177–187. <https://doi.org/10.1007/s00442-016-3633-2>
- Moctezuma, C., Hammerbacher, A., Heil, M., Gershenzon, J., Méndez-Alonzo, R., & Oyama, K. (2014). Specific Polyphenols and Tannins are Associated with Defense Against Insect Herbivores in the Tropical Oak *Quercus oleoides*. *Journal of Chemical Ecology*, 40(5), 458–467. <https://doi.org/10.1007/s10886-014-0431-3>
- Orazem, P., Stampar, F., & Hudina, M. (2011). Fruit Quality of Redhaven and Royal Glory Peach Cultivars on Seven Different Rootstocks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(17), 9394–9401. <https://doi.org/10.1021/jf2009588>

- Peterson, J. A., Ode, P. J., Oliveira-Hofman, C., & Harwood, J. D. (2016). Integration of Plant Defense Traits with Biological Control of Arthropod Pests: Challenges and Opportunities. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01794>
- Rondoni, G., Bertoldi, V., Malek, R., Djelouah, K., Moretti, C., Buonauro, R., & Conti, E. (2018). *Vicia faba* plants respond to oviposition by invasive *Halyomorpha halys* activating direct defences against offspring. *Journal of Pest Science*, 91(2), 671–679. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-0955-3>
- Rot, M., Devetak, M., Carlevaris, B., Žežlina, J., & Žežlina, I. (2018). First record of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)) (Hemiptera: Pentatomodae) in Slovenia. *Acta Entomologica Slovenica*, 2018(1). [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=First+Record+of+Brown+Marmorated+Stink+Bug+\(Halyomorpha+halys+\(St%C3%A5l,+1855\)\)+\(Hemiptera:+Pentatomidae\)+in+Slovenia&author=Rot,+M.&publication\\_year=2018&journal=Acta+Entomol.+Slov.&volume=26&pages=5%E2%80%9312](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=First+Record+of+Brown+Marmorated+Stink+Bug+(Halyomorpha+halys+(St%C3%A5l,+1855))+(Hemiptera:+Pentatomidae)+in+Slovenia&author=Rot,+M.&publication_year=2018&journal=Acta+Entomol.+Slov.&volume=26&pages=5%E2%80%9312)
- Vet, E. M. L., & Dicke, M. (1992). Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology*, 141–172