

## PRVI KORAK NA POTI K BIOTIČNEMU VARSTVU MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855], Hemiptera, Pentatomidae) V SLOVENIJI

Mojca ROT<sup>1</sup>, Ivan ŽEŽLINA<sup>2</sup>, Branko CARLEVARIS<sup>3</sup>, Marko DEVETAK<sup>4</sup>, Jan  
ŽEŽLINA<sup>5</sup>, Julija DARIŽ<sup>6</sup>, Vasja JURETIČ<sup>7</sup>, Stanislav TRDAN<sup>8</sup>

<sup>1-7</sup> KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

<sup>8</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

### IZVLEČEK

Pojav in naselitev tujerodne invazivne stenice marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys* [Hemiptera: Pentatomidae]) v Sloveniji sta povezana z nastankom velike gospodarske škode v pridelavi sadja in vrtnin ter s potrebo po uvedbi učinkovitih metod zdravstvenega varstva. V razvoj in preizkušanje metod za obvladovanje škodljivca, ki potekajo na globalni ravni, je bilo do sedaj vloženo veliko truda in finančnih sredstev. Uporaba protiinsektnih mrež ter biotično varstvo z jajčnimi parazitoidi sta se v praksi izkazali kot najbolj učinkoviti in okoljsko sprejemljivi metodi, ki nudita trajno rešitev problema. Ključnega pomena pri uvajanju biotičnega varstva marmorirane smrdljivke je poznavanje njenih naravnih sovražnikov ter interakcij med domorodnimi koristnimi vrstami in škodljivko v novem okolju. Namen triletne raziskave izvedene na območju zahodne Slovenije, kjer je bila leta 2017 prvič najdena marmorirana smrdljivka, je bil odkrivanje jajčnih parazitoidov stenic ter vrednotenje njihovega vpliva na populacijo marmorirane smrdljivke. V letih 2019 do 2021 smo na številnih lokacijah in različnih gostiteljskih rastlinah nabrali preko 300 jajčnih legel stenic. Skupno smo preiskali več kot 9500 jajčec in pri tem odkrili 4 nove vrste parazitoidov. Med domorodnimi je bila najštevilčnejše zastopana vrsta *Anastatus bifasciatus* (Hymenoptera: Eupelmidae), sledili sta vrsti *Trissolcus basalis* in *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae). V Sloveniji je bil prvič odkrit tudi tujerodni parazitoid *Trissolcus mitsukurii* (Hymenoptera: Scelionidae), ki je v izvornem okolju poznan kot zelo učinkovit naravni sovražnik marmorirane smrdljivke. V triletnem obdobju proučevanja jajčnih parazitoidov stenic smo ugotovili njihov hiter in relativno učinkovit odziv na novo tujerodno stenico, ki se je odražal v naraščajoči stopnji parazitizma. Z odkritjem domorodnih in tujerodnih jajčnih parazitoidov marmorirane smrdljivke, je bil storjen prvi korak v smeri uvedbe biotičnega varstva omenjene vrste v Sloveniji.

---

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica, e-mail: mojca.rot@go.kgzs.si

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

<sup>3</sup> dipl. inž. agr., prav tam

<sup>4</sup> dr., prav tam

<sup>5</sup> mag. inž. hort., prav tam

<sup>6</sup> mag. inž. hort., prav tam

<sup>7</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>8</sup> prof., dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

**Ključne besede:** *Halyomorpha halys*, *Anastatus bifasciatus*, *Trissolcus mitsukurii*, biotično varstvo

## ABSTRACT

### FIRST STEPS TOWARDS BIOLOGICAL CONTROL OF BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855], Hemiptera, Pentatomidae) IN SLOVENIA

The occurrence and spread of the invasive alien Brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Hemiptera: Pentatomidae]) in Slovenia have caused serious damage in fruit and vegetable production. Recently, many efforts have been undertaken to develop effective pest control measures to prevent crop damage. The use of insect exclusion netting and biological control of *H. halys* with egg parasitoids are considered as the most effective, environmentally sustainable and long-term solutions. Knowledge of the native egg parasitoids and host-parasitoid interactions in new areas is of key importance when implementing a biological control program. Therefore, the main objective of the study carried out in Western Slovenia, was to identify the presence of stink bug egg parasitoids and to evaluate their impact on *H. halys* population. From 2019 to 2021 more than 300 stink bug egg masses were collected on various plant species at different locations in the region. More than 9,500 eggs we examined and four egg-parasitoid species emerged from *H. halys* eggs. *Anastatus bifasciatus* (Hymenoptera: Eupelmidae) was the most abundant native species, followed by *Trissolcus basalıs* and *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae). Non-native *Trissolcus mitsukurii* (Hymenoptera: Scelionidae), which is known to be an important *H. halys* parasitoid in its native range, was also detected. Rapid recruitment of native parasitoids and increasing parasitism rates were observed over a three-year study period. Encouraging results of the study represent the first steps towards biological control of Brown marmorated stink bug in Slovenia.

**Key words:** *Halyomorpha halys*, *Anastatus bifasciatus*, *Trissolcus mitsukurii*, biotično varstvo

## 1 UVOD

Marmorirana smrdljivka *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), tujerodna invazivna stenica, je bila v Sloveniji prvič najdena leta 2017, v Šempetru pri Gorici (Rot s sod., 2018). V zelo kratkem času se je razširila proti vzhodu, na ozemlje cele države (Rot s sod., 2019), na zahodu pa je domala čez noč postala gospodarsko najpomembnejši škodljivec v pridelavi sadja.

Pojav in širitev *H. halys* izven njenega izvornega okolja sta širom sveta povezana z nastankom velike gospodarske škode v kmetijski pridelavi ter s potrebo po uvedbi učinkovitih metod zdravstvenega varstva rastlin. V ZDA, kjer je marmorirana smrdljivka prisotna najdlje, je z njo povezana škoda v kmetijski pridelavi ocenjena na nekaj milijard dolarjev (Leskey et al., 2012). V pridelavi jabolk v zveznih državah Srednjega Atlantika je samo v letu 2010 škoda znašala več kot 37 mio. \$, na istem

območju so pridelovalci beležili 50 % izgube v pridelavi breskev. V Evropi je do sedaj najbolj prizadela pridelavo sadja v Italiji (Bariselli et al., 2016; Maistrello et al., 2017), ker je v letu 2019 škoda presegala 600 mio. EUR (CSO Italy, 2020), pridelavo vrtnin na Madžarskem (Vétek & Korányi, 2017), pridelavo breskev in oljk v Grčiji (Damos et al., 2020) ter lešnikov v Gruziji (Bosco et al., 2018). Po poročanju gruzijskega ministrstva za kmetijstvo je skupna gospodarska škoda povezana s pridelavo, predelavo ter izvozom lešnikov, v letu 2016 presegala 60 mio. \$.

V Sloveniji marmorirana smrdljivka povzroča škodo v kmetijski pridelavi od leta 2018 (Rot s sod., 2019). Do sedaj se je gospodarska škoda pojavljala predvsem v zahodni Sloveniji, kjer beležimo tudi zelo velike populacije škodljivke. Največjo škodo je povzročila leta 2019, ko je bilo prizadetih več kot 150 ha intenzivnih nasadov breskev, jablan in hrušk na območju Vipavske doline in Goriških Brd. Škoda na pridelku je bila 40 – 100 % (Rot, 2020).

Kljub velikim naporom, ki jih stroka v zadnjem desetletju vlaga v razvoj metod za obvladovanje škodljivca, še vedno primanjkujejo ustrezni alternativni ukrepi, ki bi dolgoročno zmanjšali škodo v kmetijski pridelavi. V ZDA in Italiji se je prvih letih po pojavu *H. halys* v pridelavi sadja zelo povečala uporaba insekticidov (Leskey et al., 2012; Maistrello et al., 2017). Številna ponavljajoča škropljenja so sicer začasno omejila populacijo škodljivca v trajnih nasadih, vendar imela izrazit negativen vpliv na celoten agroekosistem ter bila v popolnem nasprotju z že vzpostavljenim sistemom integriranega varstva (Rice et al., 2014; Morrison et al., 2018). Pri uporabi insekticidov zoper tako robustno žuželko obstaja veliko tveganje za razvoj odpornosti ter hkrati nevarnost za koristne organizme, njene naravne sovražnike (Ribeiro et al., 2021). Skromen nabor kemičnih substanc, njihovo kratkotrajno delovanje in nizka učinkovitost, so dodatni razlogi, zaradi katerih kemično varstvo ne more postati dolgoročna rešitev pri obvladovanju marmorirane smrdljivke.

Največ uspeha pri spopadanju s tujerodno, invazivno in polifagno plodovo vinsko mušico (*Drosophila suzukii*), nevarno škodljivke številnih sadnih vrst, je prineslo integrirano varstvo s kombiniranjem različnih tehnoloških, bioloških in kemičnih metod (Rot s sod., 2021). Podobno, celostno strategijo obvladovanja zahteva tudi marmorirana smrdljivka. Izkušnje iz tujine kažejo, da je pomanjkljivosti kemičnega varstva marmorirane smrdljivke mogoče nadomestiti z drugimi ukrepi kot so masovni ulov, privabilni posevki, metoda »privabi in ubij«, uporaba biopesticidov, protiinsektne mreže in biotično varstvo (Morrison et al., 2018; Laznik & Trdan, 2021).

Med alternativnimi pristopi v preprečevanju škode v pridelavi sadja, največ obetajo protiinsektne oz. multifunkcionalne mreže. V Evropi na tem področju prednjači Italija. V poskusih in praksi so protiinsektne mreže izkazale visoko učinkovitost v preprečevanju škode zaradi marmorirane smrdljivke (Caruso et al., 2017; Canadian et al., 2018). Kljub visokim investicijskim stroškom, zagotavljajo učinkovit in trajnostni pristop v varstvu pred škodljivimi žuželkami.

Glede učinkovitosti in trajnosti enako velja za biotično varstvo marmorirane smrdljivke. Znano je, da njeno populacijo v izvornem okolju regulirajo jajčni parazitoidi iz rodov *Trissolcus*, *Telenomus* (Hymenoptera: Scelionidae), *Ooencyrtus* (Hymenoptera: Encyrtidae) in *Anastatus* (Hymenoptera: Eupelmidae) (Yang et al.,

2009; Zhang et al., 2017). Na Kitajskem je najbolj številčen in učinkovit parazitoid *Trissolcus japonicus* (Ashmead), ki parazitira 50 – 90 % jajčec marmorirane smrdljivke, na Japonskem je njen glavni naravni sovražnik vrsta *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) (Arakawa et al., 2004). Domorodne parazitoide kožekrilce (Hymenoptera), ki v ZDA in Evropi parazitirajo jajčeca *H. halys* uvrščamo v tri družine Scelionidae (*Telenomus*, *Trissolcus*, and *Gryon* spp.), Eupelmidae (*Anastatus* spp.) ter Encyrtidae (*Ooencyrtus* spp.). Vendar je zaenkrat stopnja parazitizma pri teh vrstah prenizka, da bi uspeli omejiti populacije *H. halys* pod prag gospodarske škode (Haye et al., 2015; Rovesi et al., 2016; Abram et al., 2017; Dieckhoff et al., 2017; Jones et al., 2017; Costi et al., 2019). Med domorodnimi vrstami, ki so se sposobne razmnoževati v jajčecih marmorirane smrdljivke, v Evropi najbolj izstopa jajčni parazitoid *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy). Razvija in razmnožuje se v temperaturnem območju 15 – 32 °C. V obdobju od maja do oktobra razvije do 3 rodove, kar se ujema s periodo ovipozicije pri marmorirani smrdljivki (Stahl et al., 2019). Zaradi ugodnih bioloških lastnosti, izkazane visoke afinitete do tujerodnega gostitelja ter zadovoljive stopnje parazitizma, se v številnih evropskih državah že uvaja v biotično varstvo *H. halys* (Iacovone et al., 2022). Poleg domorodnih, so bili v nekaterih evropskih državah najdeni tudi tujerodni parazitoidi. Prvi rezultati kažejo, da so v parazitiranju jajčec marmorirane smrdljivke bolj učinkoviti od domorodnih vrst (Moraglio et al., 2020; Zaponi et al., 2020). Pomembni sta zlasti vrsti *Tr. japonicus*, ki je bila najdena v Italiji, Švici in Nemčiji (Sabbatini-Peverieri et al., 2018; Stahl et al., 2019; Dieckhoff et al., 2021) ter vrsta *Tr. mitsukurii*, katera je zaenkrat navzoča v Italiji in Franciji (Sabbatini-Peverieri et al., 2018; Bout et al., 2021).

Bistvenega pomena pri uvajanju biotičnega varstva škodljivih žuželk je poznavanje domorodne koristne faune ter njenega odziva ob naselitvi nove tujerodne vrste. Vse aktivnosti naše raziskave so bile zato usmerjene v odkrivanje in prepoznavanje domorodnih jajčnih parazitoidov stenic ter vrednotenje njihovega vpliva na populacijo marmorirane smrdljivke v zahodni Sloveniji. Velika pozornost je bila namenjena tudi iskanju tujerodnih parazitoidov, ki so že bili odkriti v naši sosesčini (Italija, Švica).

## 2 MATERIALI IN METODE

V letih 2019 do 2021 smo izvajali vizualne preglede rastlin na zastopanost parazitiranih jajčnih legel marmorirane smrdljivke in drugih stenic na območju Vipavske doline in Goriških Brd ter na številnih drugih lokacijah v Z Sloveniji, kjer je bila v predhodnih letih ugotovljena zastopanost oz. velike populacije marmorirane smrdljivke. Preglede smo izvajali tedensko, od konca maja do oktobra. Pri pregledovanju smo se osredotočili na lesnate gojene rastline ter samonikle rastline, ki rastejo v neškropljenih mejah v bližini nasadov, vinogradov, njiv in vrtov ter na lesnate rastline v urbanem okolju. Pri nižje rastočih rastlinah smo pregledovali spodnje strani listov po celi krošnji, pri višje rastočih pa vse do višine 2 m nad tlemi. Najdena jajčna legla smo odstranili skupaj z listi, jih položili v plastične petrijevke premera 60 mm in ustrezno označili ter prenesli v laboratorij. V laboratoriju je sledil natančen pregled jajčnih legel s pomočjo stereomikroskopa. Prešteli smo vsa jajčeca v posameznem jajčnem leglu ter jih na podlagi opazovanja razdelili v štiri kategorije; izležena jajčeca, neizležena jajčeca, jajčeca z znaki plenilstva, parazitirana jajčeca. Gojenje parazitoidov je potekalo v gojitveni

komori (Kambič RK-700 CH) pod nadzorovanimi pogoji ( $25 \pm 1$  °C, relativna zračna vlažnost  $65 \pm 5$  %, fotoperioda 16:8 dan/noč). Vsake dva dni smo preverjali izleganje. Izlegle ličinke stenic smo prešteli in odstranili iz petrijevk, izlegle parazitoide smo preložili v plastične epruvete napolnjene s 96 % alkoholom, kjer smo jih hranili do determinacije. Morfološka determinacija parazitoidov je potekala s pomočjo stereo mikroskopa Nikon SMZ-2B (do 100 X povečava) ter presevnega mikroskopa Nikon Eclipse Ni-U. Pri determinaciji parazitoidov smo uporabljali literaturo in determinacijske ključe avtorjev; Askew & Nieves-Aldrey (2004), Peng et al. (2020), Johnson (1984, 1985), Talamas et al. (2015, 2017), Balusu et al. (2019), Sabbatini Peverieri et al. (2018). Po končanem izleganju parazitoidov smo opravili tudi disekcijo neizleženih jajčec. V kolikor smo v njih našli delno razvite parazitoide, smo jajčeca šteli kot parazitirana. Odmrla jajčeca, pri katerih vzroka odmrta nismo mogli določiti, smo razvrstili v kategorijo neizležena jajčeca. Pri jajčnih leglih, kjer je prišlo do izleganja parazitoidov že v naravi, pred nabiranjem, smo vrsto parazitoidov poskušali določiti na podlagi oblike izhodne odprtine, pri čemer smo se posluževali slikovnih diagnostičnih ključev avtorjev Sabbatini-Peverieri et al. (2020). Končno stopnjo parazitiranosti smo izračunali po formuli: % parazitiranosti = število parazitiranih jajčec / skupno število jajčec \* 100

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

44

V letih 2019-2021 smo na območju Vipavske doline, Goriških Brd in nekaterih drugih lokacijah v zahodni Sloveniji našli skupno 309 jajčnih legel stenic, od tega je bilo 276 legel marmorirane smrdljivke, preostala so pripadala domorodnim vrstam. V prvem letu spremljanja smo našli skupno 19 jajčnih legel marmorirane smrdljivke. Čeprav so jajčeca v posameznih leglih kazala znake parazitiranosti, so se parazitoidi uspešno izlegli le iz enega legla, ki je bilo odloženo na listih vinske trte na lokaciji Kromberk. Od skupno 28 jajčec, so se iz treh jajčec izlegle ličinke marmorirane smrdljivke, 9 jajčec je ostalo neizleženih, 16 pa je bilo parazitiranih z domorodno vrsto *An. bifasciatus*. Leta 2019 smo zabeležili nizko povprečno stopnjo parazitiranosti (3,04 %), in velik delež uspešno izleženih jajčec (85 %) (preglednica 1).

Leta 2020 smo na 12 različnih lokacijah našli skupno 155 jajčnih legel marmorirane smrdljivke, v katerih smo potrdili prisotnost treh domorodnih parazitoidov. Poleg vrste *An. bifasciatus*, smo našli še vrsti *Tr. basalis* in *Telenomus* sp.. Prisotnost vseh naštetih vrst je bila prvič potrjena v Sloveniji. V istem letu smo v Sloveniji prvič odkrili tudi tujerodnega parazitoida *Tr. mitsukurii* in sicer na 4 lokacijah v Vipavski dolini. Odziv koristnih organizmov na novega tujerodnega škodljivca se je v letu 2020 kazal tako v višji stopnji parazitiranosti jajčec v primerjavi z letom 2019 (14,4 %), kot tudi v povečanju deleža neizleženih jajčec. K zmanjšanju števila izleženih jajčec so dodatno prispevali še različni plenilci, ki so konzumirali dobrih 5,6 % jajčec marmorirane smrdljivke. Končni delež izleženih jajčec je v letu 2020 znašal 67,7 % (slika 1).

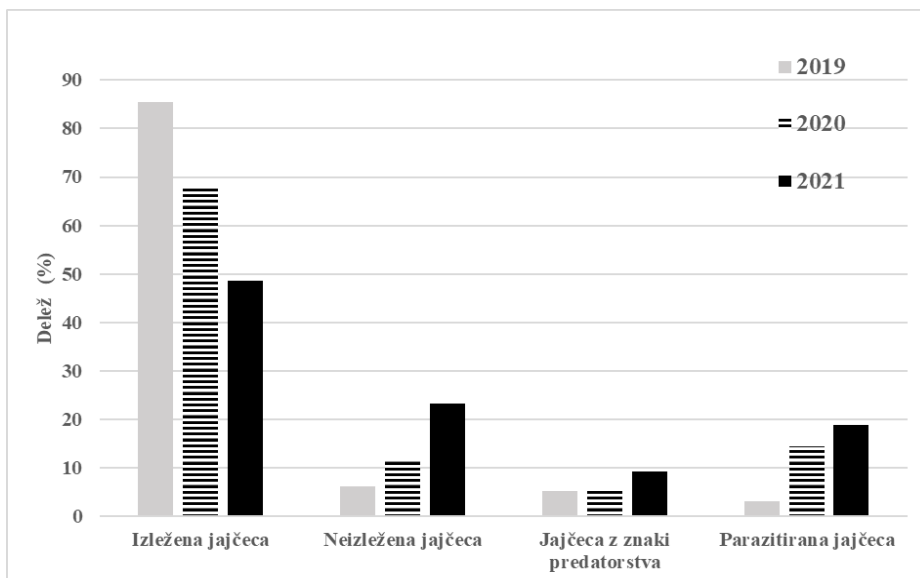
Leta 2021 smo na različnih gostiteljskih rastlinah nabrali skupno 102 jajčnih legel marmorirane smrdljivke. Skupna stopnja parazitiranosti jajčec je bila 18,3 %, h čemur je z veliko številčnostjo največ prispeval parazitoid *Tr. mitsukurii*, sledili sta vrsti *An. bifasciatus* in *Tr. basalis* (slika 3). Delež neizleženih jajčec je bil 23,3 %, plenilci so število izleženih jajčec zmanjšali za dodatnih 9,2 %. V skladu z našimi opazovanji so

v letu 2021 koristni organizmi ter drugi dejavniki okolja zmanjšali populacijo marmorirane smrdljivke za dobrih 50 %.

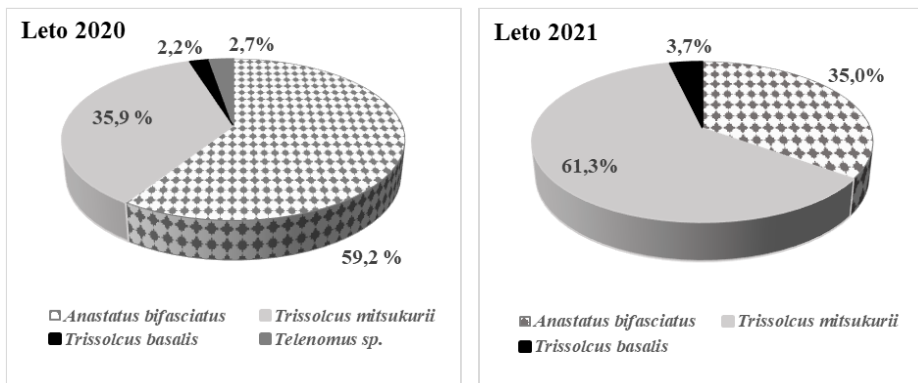
Preglednica 1: Podatki o številu in deležu (%) izleženih in neizleženih jajčec, jajčec z znaki plenilstva in parazitiranih jajčec stenic v letu 2019-2021.

Leto	Število legel	Število jajčec	Izležena jajčeca		Neizležena jajčeca		Jajčeca z znaki plenilstva		Parazitirana jajčeca	
			število	%	število	%	število	%	število	%
2019 <i>Halyomorpha halys</i>	19	526	449	85,36	33	6,27	28	5,32	16	3,04
2020 <i>Halyomorpha halys</i>	155	4075	2758	67,68	474	11,63	228	5,60	588	14,43
2021 <i>Halyomorpha halys</i>	102	2707	1332	49,21	630	23,27	249	9,20	496	18,32
2021 <i>Nezara viridula</i>	27	2186	863	39,48	431	19,72	0,0	0,0	883	40,39
2021 <i>Dolycoris baccarum</i>	6	97	31	31,96	5	5,15	0,0	0,0	61	62,89
<b>SKUPAJ</b>	<b>309</b>	<b>9591</b>	<b>5433</b>		<b>1573</b>		<b>514</b>		<b>2044</b>	

45



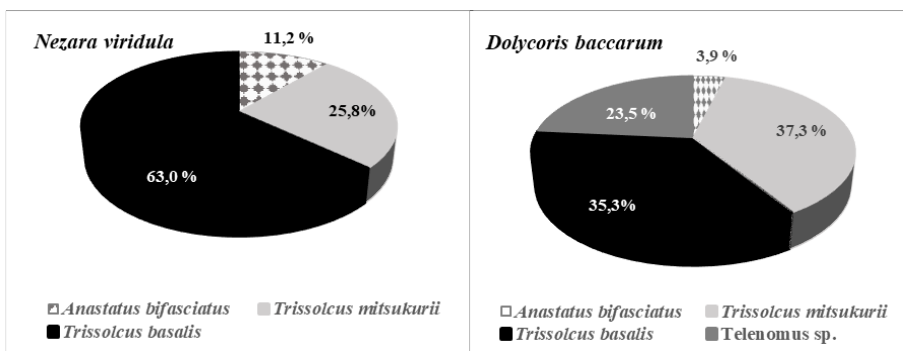
Slika 1: Delež izleženih jajčec, neizleženih jajčec, jajčec z znaki plenilstva ter parazitiranih jajčec *H. halys* v letih 2019-2020.



Sliki 2-3: Zastopanost posameznih vrst parazitoidov v jajčnih leglih marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) v letih 2020 in 2021 v odstotkih (%).

V letu 2021 smo našli tudi večje število parazitiranih jajčnih legel domorodnih stenic in sicer zelene smrdljivke (*Nezara viridula*) ter ščitaste stenice vrste *Dolycoris baccarum*. Povprečna stopnja parazitiranosti jajčec je bila pri obeh vrstah bistveno višja kot pri marmorirani smrdljivki. Pri zeleni smrdljivki je bila povprečna parazitiranost 40,4 %, več kot 63 % izleglih parazitoidov je pripadalo vrsti *Tr. basaliss*, 26 % vrsti *Tr. mitsukurii*, le 11 % jajčec je parazitiral *An. bifasciatus* (Slika 3). V jajčecih *D. baccarum* smo odkrili 4 različne vrste parazitoidov, poleg vrst, ki so parazitirale jajčeca zelene smrdljivke, smo odkrili še vrsto *Telenomus sp.*. Povprečna stopnja parazitiranosti jajčec je bila kar 62,9 %. V večjem in skoraj enakovrednem deležu sta k temu prispevali vrsti *Tr. basaliss* (35,3 %) in *Tr. mitsukurii* (37,3 %), v manjšem pa vrsti *Telenomus sp.* in *An. bifasciatus*.

46



Sliki 4-5: Zastopanost posameznih vrst parazitoidov v jajčnih leglih domorodnih stenic *Nezara viridula* in *Dolycoris baccarum* v odstotkih (%).

Rezultati 3-letne raziskave zastopanosti jajčnih parazitoidov stenic v Sloveniji kažejo na relativno hiter odziv domorodne faune na novega gostitelja. Dve leti po prvi najdbi marmorirane smrdljivke v Slovenji, smo, kljub takrat še nizkemu številu odloženih jajčnih legel v naravi, uspeli odkriti prva parazitirana jajčna legla ter v njih identificirati domorodnega parazitoida *An. bifasciatus*. V naslednjih letih smo v zahodni Sloveniji, na lokacijah z velikimi populacijami marmorirane smrdljivke našli večje število parazitiranih jajčnih legel ter odkrili več vrst jajčnih parazitoidov stenic. Poleg vrste *An. bifasciatus*, ki je bila hkrati najbolj številčna in najbolj razširjena, najdena je bila kar na 21 lokacijah na Primorskem, smo v jajčecih marmorirane smrdljivke našli še vrste *Tr. basalis*, *Telenomus sp.* in tujerodno vrsto *Tr. mitsukurii*.

Preglednica 2: Podatki o spremljanju jajčnih parazitoidov stenic v letih 2019-2021 na območju zahodne Slovenije (ime lokacije, koordinate, vrsta parazitoida).

Zap. št.	Ime lokacije:	Koordinate:		Vrsta parazitoida			
		x	y	<i>Anastatus bifasciatus</i>	<i>Trissolcus basalis</i>	<i>Trissolcus mitsukurii</i>	<i>Telenomus spp.</i>
1	Branik	45.847914	13.811921	X			
2	Dombrava	45.893917	13.679723	X			
3	Miren I.	45.888539	13.593363	X	X	X	X
4	Miren II.	45.891765	13.594071	X		X	
5	Hrastov hrib	45.908445	13.732451	X			
6	Kromberk	45.963660	13.687659	X		X	
7	Stara Gora	45.928952	13.676904	X			
8	Staro selo I	46.247320	13.531465	X			
9	Staro selo II	46.247609	13.532088	X			
10	Šempeter	45.932817	13.644933	X		X	X
11	Velike Žablje	45.868888	13.848460	X	X		
12	Vrtojba I.	45.905451	13.619824	X		X	
13	Vrtojba II.	45.926707	13.631892	X		X	
14	Varda	45.965204	13.659103	X			
15	Stara Gora	45.928952	13.676904	X			
16	Bilje	45.896342	13.624413	X			
17	Nova Gorica	45.954835	13.653461	X			
18	Drnovk	46.002855	13.523369	X	X		
19	Vipolže	45.975546	13.531480	X	X		
20	Pristava	45.946453	13.645231	X			X
21	Potoče	45.876132	13.813775	X		X	
22	Solkan	45.973299	13.645503			X	

V triletnem obdobju smo zabeležili naraščajoči trend povprečne stopnje parazitiranosti jajčnih legel, ki se od začetnih 3,0 % v letu 2019, povzpел na 18,3 % v letu 2021. Plenilske vrste so prispevale k dodatnemu 5,3-9,3 % zmanjšanju uspešno izleženih



jajčec marmorirane smrdljivke v posameznem letu. Povečal se je tudi delež neizleženih jajčec in sicer iz 6,3 % na 23,3 %. Čeprav z disekcijo in morfološko analizo v neizleženih jajčecih nismo potrdili prisotnosti parazitoidov, obstaja velika verjetnost, da je vzrok za propad jajčec oz. prekinitev razvoja ličink *H. halys*, kljub vsemu v določeni meri povezan z njihovim delovanjem. Jajčni parazitoidi namreč lahko povzročijo smrt gostitelja že s hranjenjem na njegovih jajčecih, kot tudi z neuspešnim razmnoževanjem v gostitelju, pri čemer propadeta tako parazitoid kot njegov gostitelj. Vendar potrditev in vrednotenje tovrstnih vplivov parazitoidov nista mogoča brez molekularnih analiz.

V okviru raziskave smo odkrivali tudi interakcije med jajčnimi parazitoidi in domorodnimi vrstami stenic. Pri zeleni smrdljivki (*N. viridula*) je bil za visoko stopnjo parazitiranosti zaslužen predvsem domoroden parazitoid *Tr. basaliss*, učinkovit pa je bil tudi tujerodni *Tr. mitsukurii*. Podobno je bilo pri ščitasti stenici vrste *D. baccarum*, kjer so parazitoidi v povprečju zmanjšali njeno populacijo za dobrih 60 %.

#### 4 SKLEPI

V obdobju 2019-2021 smo na območju zahodne Slovenije zabeležili trend zmanjševanja števila izleženih jajčec marmorirane smrdljivke, kot posledico delovanja naravnih sovražnikov in drugih abiotičnih vplivov okolja. Dolgoročno pričakujemo, da se bodo domorodni koristi organizmi prilagodili na novega tujerodnega škodljivca ter začeli omejevati njegovo populacijo pod prag gospodarske škodljivosti. Odkritje domorodnih jajčnih parazitoidov *An. bifasciatus* in *Tr. basalis* ter njuna uvrstitev na Seznam domorodnih vrst organizmov za biotično varstvo rastlin, predstavljata pomemben korak v smeri uvedbe biotičnega varstva marmorirane smrdljivke in drugih škodljivih stenic v Sloveniji.

#### 5 ZAHVALA

Raziskava je nastala v okviru CRP projekta V4-2002 "Obvladovanje marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) v Sloveniji", ki ga financirata ARRS in MKGP.

#### 6 LITERATURA

- Abram, P.K., Hoelmer, K.A., Acebes-Doria, A., Andrews, H., Beers, E.H., Bergh, J.C., Bessin, R., Biddinger, D., Botch, P., Buffington, M.L., et al. 2017. Indigenous arthropod natural enemies of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe. *J. Pest Sci.*, 90, 1009–1020.
- Arakawa, R., M. Miura, and M. Fujita. 2004. Effects of host species on the body size, fecundity, and longevity of *Trissolcus mitsukurii* (Hymenoptera: Scelionidae), a solitary egg parasitoid of stink bugs. *Appl. Entomol. Zool.* 39:177-181.
- Askew, R., Nieves-Aldrey, J.-L. 2004. Further Observations on Eupelminae (Hymenoptera, Chalcidoidea, Eupelmidae) in the Iberian Peninsula and Canary Islands, including descriptions of new species. *Graellsia*, 60, 27–39.
- Balusu, R., Talamas, E., Cottrell, T., Toews, M., Blaauw, B., Sial, A., Buntin, D., Fadamiro, H., Tillman, G. 2019. First record of *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in the United States. *BDJ*, 7, e39247.

- Bariselli, M., Bugiani, R., Maistrello, L. 2016. Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. EPPO Bull. 46, 332–334.
- Bosco, L., Moraglio, S.T., Tavella, L. 2018. *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. J. Pest Sci., 91,661–670.
- Bout, A., Tortorici, F., Hamidi, R., Warot, S., Tavella, L., Thomas, M. 2021. First Detection of the Adventive Egg Parasitoid of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) in France. Insects, 12 (9), 761.
- Candian, V., Pansa, G.M., Briano, M., Peano, C., Tedeschi, R., Tavella, L. 2018. Exclusion nets a promising tool to prevent *Halyomorpha halys* from damaging nectarines and apples in NW Italy. Bull. Insectol., 71, 21–30.
- Caruso, S., Vaccari, G., Vergnani, S., Raguzzoni, F., Maistrello, L. 2017. Nuove opportunità di impiego delle reti multifunzionali. L'Informatore Agrario. 15. 57-60.
- Costi, E., Haye, T., Maistrello, L. 2019. Surveying native egg parasitoids and predators of the invasive *Halyomorpha halys* in Northern Italy. J. Appl. Entomol., 143, 299–307.
- CSO Italy. 2020. Estimation of Damage from Brown Marmorated Stink Bug and Plant Pathologies Related to Climate Change. Dostopno na: www.csoservizi.com.
- Damos, P., Soulopoulou, P., Thomidis, T. 2020. First Record and Current Status of the Brown Marmorated Sting Bug *Halyomorpha halys* Damaging Peaches and Olives in Northern Greece. J. Plant Protect. Res., 60, 323–326.
- Dieckhoff, C., Tatman, K.M., Hoelmer, K.A. 2017. Natural biological control of *Halyomorpha halys* by native egg parasitoids: A multi-year survey in Northern Delaware. J. Pest Sci., 90, 1143–1158.
- Dieckhoff, C., Wenz, S., Renninger, M., Reißig, A., Rauleder, H., Zebitz, C.P.W., Reetz, J., Zimmermann, O. 2021. Add Germany to the List-Adventive Population of *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) Emerges in Germany. Insects,12(5):414.
- Haye, T., Fischer, S., Zhang, J., Garipey, T. 2015. Can native egg parasitoids adopt the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae), in Europe? J. Pest Sci. 2015, 88, 693–705.
- Iacovone, A., Masetti, A., Mosti, M., Conti, E., Burgio, G. 2022. Augmentative biological control of *Halyomorpha halys* using the native European parasitoid *Anastatus bifasciatus*: Efficacy and ecological impact. Biological Control 172.
- Johnson, N.F. 1984. Systematics of Nearctic *Telenomus*: Classification and revisions of the podisi and phymatae species groups (Hymenoptera: Scelionidae). Bull. Ohio Biol. Surv., 6, 1–113.
- Johnson, N.F. 1985. Systematics of new world *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae): Species related to *T. basalis*. Can. Entomol., 117, 431–445.
- Jones, A.L., Jennings, D.E., Hooks, C.R.R., Shrewsbury, P.M. 2017. Field Surveys of Egg Mortality and indigenous egg parasitoids of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in ornamental nurseries in the Mid-Atlantic Region of the USA. J. Pest Sci., 90, 1159–1168.
- Laznik, Ž. & Trdan, S. 2021. Management methods for marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855], Hemiptera, Pentatomidae). Acta agriculturae Slovenica 117, 1–11.
- Leskey, T.C., Short, B.D., Butler, B.R., Wright, S.E. 2012. Impact of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in mid-Atlantic tree fruit orchards in the United States: Case studies of commercial management. J. Entomol. 2012, 535062.
- Maistrello, L., Vaccari, G., Caruso, S., Costi, E., Bortolini, S., Macavei, L., Foca, G., Ulrici, A., Bortolotti, P.P., Nannini, R., et al. 2017. Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys*, a new key pest of fruit orchards in Northern Italy. J. Pest Sci., 88, 37–47.
- Moraglio, S.T., Tortorici, F., Pansa, M.G., Castelli, G., Pontini, M., Scovero, S., Visentin, S., Tavella, L. 2020. A 3-year survey on parasitism of *Halyomorpha halys* by egg parasitoids in Northern Italy. J. Pest Sci., 93, 183–194.
- Morrison, W.R., Blaauw, B.R., Short, B.D., Nielsen, A.L., Bergh, J.C., Krawczyk, G., Park, Y.L., Butler, B., Khiriani, A., Leskey, T.C. 2018. Successful management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera:Pentatomidae) in commercial apple orchards with an attract-and-kill strategy. Pest Manag. Sci. 2018, 75, 104–114.

- Murvanidze, M., Krawczyk, G., Inasaridze, N., Dekanoidze, L., Samsonadze, N., Macharashvili, M., Khutsishvili, S., Shengelaia, S. 2018. Preliminary data on the biology of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera, Pentatomidae) in Georgia. *Tur. J. Zool.*, 42, 6.
- Peng, L., Gibson, G.A.P., Tang, L.U., Xiang, J. 2020. Review of the Species of *Anastatus* (Hymenoptera: Eupelmidae) Known from China, with description of two new species with *Brachypterous* females. *Zootaxa*, 4767, 351–401.
- Ribeiro, A.V., Holle, S.G., Hutchison, W.D., Koch, R.L. 2021. Lethal and Sublethal Effects of Conventional and Organic Insecticides on the Parasitoid *Trissolcus japonicus*, a Biological Control Agent for *Halyomorpha halys*. *Frontiers in Insect Science*, 1.
- Rice, K.B., Bergh, C.J., Bergmann, E.J., Biddinger, D.J., Dieckhoff, C., Dively, G., Fraser, H., Garipey, T., Hamilton, G., Haye, T., et al. 2014. Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *J. Integr. Pest Manag.* 5.
- Rot, M., Devetak, M., Carlevaris, B., Žežlina, J., Žežlina, I. 2018. First record of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)) (Hemiptera: Pentatomidae) in Slovenia. *Acta entomologica slovenica*, ISSN 1318-1998, jun. 2018, vol. 26, št. 1, str. 5-12, ilustr., zvd.
- Rot, M., Devetak, M., Žigon, P., Ferlež Rus, A., Matko, B., Peterlin, A. 2019. Marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)) [Hemiptera, Pentatomidae]; pojav in razširjenost nove invazivne, tujerodne stenice v Sloveniji. In *Proceedings of the Zbornik Predavanj in Referatov 14. Slovenskega Posvetovanja o Varstvu Rastlin z Mednarodno Udeležbo*, Maribor, Slovenia, 5–6 March 2019; Trdan, S., Ed.; Društvo za Varstvo Rastlin Slovenije: Ljubljana, Slovenia, 2019; pp. 134–141.
- Rot, M. 2020. Poročilo o sistematičnem spremljanju pojava marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) na območju Slovenije v letu 2019; Poročilo o izvedbi strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin za leto 2019. Nova Gorica 2020. Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica (neobjavljeno).
- Rot, M., Žežlina, I., Devetak, M., Rak Cizej, M., Poličnik, F., Koron, D., Cvelbar Weber, N., Modic, Š., Žigon, P., Novljan, M., Razinger, J., De Groot, M., Kavčič, Andreja. 2021. Strokovna priporočila za obvladovanje plodove vinske mušice : *Drosophila suzukii* (Matsumura). [s. l.: s. n., 2021]. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (36 str.)), ilustr. <https://www.ivr.si/wp-content/uploads/2020/07/Priporocila-za-zatiranje-PVM-KONCNA.pdf>.
- Roversi, P.F., Marianelli, L., Costi, E., Maistrello, L., Sabbatini, P.G. 2016. Searching for native egg-parasitoids of the invasive alien species *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) in Southern Europe. *Redia*, 99, 63–70.
- Sabbatini-Peverieri, G.S., Talamas, E., Bon, M.C., Marianelli, L., Bernardinelli, I., Malossini, G., Benvenuto, L., Roversi, P.F., Hoelmer, K. 2018. Two asian egg parasitoids of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera, Pentatomidae) emerge in Northern Italy: *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) and *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae). *J. Hymenopt. Res.* 2018, 67, 37–53.
- Sabbatini-Peverieri, G.S., Mitroiu, M.-D.; Bon, M.-C., Balusu, R., Benvenuto, L., Bernardinelli, I., Fadamiro, H., Falagiarda, M., Fusu, L., Grove, E., et al. 2019. Surveys of stink bug egg parasitism in Asia, Europe and North America, morphological taxonomy, and molecular analysis reveal the Holarctic distribution of *Acroclisoides sinicus* (Huang & Liao) (Hymenoptera, Pteromalidae). *J. Hymenopt. Res.* 2, 74, 123–151.
- Sabbatini-Peverieri, G. Giovannini, L., Benvenuti, C., Madonni, L., Hoelmer, K.A., Roversi, P.F. et al. 2020. Characteristics of the meconia of European egg parasitoids of *Halyomorpha halys*. *J. Hymenopt. Res.* 77, 187–201.
- Stahl, J.M., Babendreier, D., Marazzi, C., Caruso, S., Costi, E., Maistrello, L., Haye, T. 2019. Can *Anastatus bifasciatus* Be Used for Augmentative Biological Control of the Brown Marmorated Stink Bug in Fruit Orchards? *Insects*, 10, 108.
- Stahl, J., Tortorici, F., Pontini, M., Bon, M.-C., Hoelmer, K., Marazzi, C., Tavella, L., Haye, T. 2019. First discovery of adventive populations of *Trissolcus japonicus* in Europe. *J. Pest Sci.*, 92, 371–379.
- Talamas, E.J., Johnson, N.F., Buffington, M. 2015. Key to Nearctic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), Natural enemies of native and invasive stink bugs (Hemiptera, Pentatomidae). *J. Hymenopt. Res.*, 43, 45–110.

- Talamas, E.J., Buffington, M.L., Hoelmer, K. 2017. Revision of Palearctic *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae). J. Hymenopt. Res., 56, 3–185.
- Vétek, G., Korányi, D. 2017. Severe damage to vegetables by the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in Hungary. Period. Biol., 119, 131–135
- Yang, Z.-Q., Yao, Y.-X., Qiu, L.-F., Li, Z.-X. 2009. A new species of *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing eggs of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in China with comments on its biology. Ann. Entomol. Soc. Am., 102, 39–47.
- Zapponi, L., Bon, M.C., Fouani, J.M., Anfora, G., Schmidt, S., Falagiarda, M. 2020. Assemblage of the Egg Parasitoids of the Invasive Stink Bug *Halyomorpha halys*: Insights on Plant Host Associations. Insects, 11, 588.
- Zhang, J., Zhang, F., Garipey, T., Mason, P., Gillespie, D., Talamas, E., Haye, T. 2017. Seasonal parasitism and host specificity of *Trissolcus japonicus* in northern China. J. Pest Sci., 90, 1127–1141.