

# Mogućnosti suzbijanja cvjetnog štitastog moljca prirodnim neprijateljima i botaničkim insekticidima

---

Juran, Ivan; Šumić, Kristina; Čačija, Maja

Source / Izvornik: **GLASILO FUTURE, 2021, 4, 1 - 21**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

<https://doi.org/10.32779/gf.4.4.1>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:439115>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



ISSN 2623-6575

UDK 63

# GLASILO FUTURE

PUBLIKACIJA FUTURE - STRUČNO-ZNANSTVENA UDRUGA ZA PROMICANJE ODRŽIVOG RAZVOJA, KULTURE I MEĐUNARODNE SURADNJE, ŠIBENIK

VOLUMEN 4 BROJ 4

LISTOPAD 2021.

## Glasiilo Future

### Stručno-znanstveni časopis

**Nakladnik:**

FUTURA



Sjedište udruge: Šibenik

**Adresa uredništva:**

Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska / Croatia

☎ / 📠: +385 (0) 022 218 133

✉: urednistvo@gazette-future.eu / editors@gazette-future.eu

🌐: www.gazette-future.eu

**Uređivački odbor / Editorial Board:**Doc. dr. sc. Boris Dorbić, v. pred. – glavni i odgovorni urednik / *Editor-in-Chief*Emilija Friganović, dipl. ing. preh. teh., v. pred. – zamjenica g. i o. urednika / *Deputy Editor-in-Chief*Ančica Sečan, mag. act. soc. – tehnička urednica / *Technical Editor*Antonia Dorbić, mag. art. – zamjenica tehničke urednice / *Deputy Technical Editor*

Prof. dr. sc. Željko Španjol

Mr. sc. Milivoj Blažević

Vesna Štibrić, dipl. ing. preh. teh.

Gostujuća urednica / *Guest editor* / (2021) 4(4) – doc. dr. sc. Maja Čačija**Međunarodno uredništvo / International Editorial Board:**

Prof. dr. sc. Kiril Bahcevandziev – Portugalska Republika (Instituto Politénico de Coimbra)

Prof. dr. sc. Martin Bobinac – Republika Srbija (Šumarski fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Zvezda Bogevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)

Dario Bognolo, mag. ing. – Republika Hrvatska (Veleučilište u Rijeci)

Prof. dr. sc. Agata Cieszewska – Republika Poljska (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)

Dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emeritus – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Duška Čurić – Republika Hrvatska (Prehrambeno-biotehnoški fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Margarita Davitkovska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)

Prof. dr. sc. Dubravka Dujmović Purgar – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Josipa Giljanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Prof. dr. sc. Semina Hadžiabulić – Bosna i Hercegovina (Agromediterranski fakultet Mostar)

Prof. dr. sc. Péter Honfi – Mađarska (Faculty of Horticultural Science Budapest)

Prof. dr. sc. Mladen Ivić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Doc. dr. sc. Anna Jakubczak – Republika Poljska (Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy)

Doc. dr. sc. Orhan Jašić – Bosna i Hercegovina (Filozofski fakultet Tuzla)

Prof. dr. sc. Tajana Krička – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Dejan Kojić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Slobodan Kulić, mag. iur. – Republika Srbija (Srpska ornitološka federacija i Confederation ornitologique mondiale)

Prof. dr. sc. Biljana Lazović – Crna Gora (Biotehnički fakultet Podgorica)

Prof. dr. sc. Branka Ljevnaić-Mašić – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu)

Doc. dr. sc. Zvonimir Marijanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Doc. dr. sc. Ana Matin – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Bosiljka Mustać – Republika Hrvatska (Sveučilište u Zadru)

Prof. dr. sc. Ayşe Nilgün Atay – Republika Turska (Mehmet Akif Ersoy University – Burdur, Food Agriculture and Livestock School)

Prof. dr. sc. Tatjana Prebeg – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Bojan Simovski – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za šumarski nauki, pejzažna arhitektura i ekoingženering "Hans Em" Skopje)

Prof. dr. sc. Davor Skejić – Republika Hrvatska (Građevinski fakultet Zagreb)

Akademik prof. dr. sc. Mirko Smoljić, prof. v. š. – Republika Hrvatska (Sveučilište Sjever, Varaždin/Koprivnica, Odjel ekonomije)

Prof. dr. sc. Nina Šajna – Republika Slovenija (Fakulteta za naravoslovje in matematiko)

Akademik prof. dr. sc. Refik Šećibović – Bosna i Hercegovina (Visoka škola za turizam i menadžment Konjic)

Prof. dr. sc. Andrej Šušek – Republika Slovenija (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor)

Prof. dr. sc. Elma Temim – Bosna i Hercegovina (Agromediterranski fakultet Mostar)

Mr. sc. Merima Toromanović – Bosna i Hercegovina (Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću)

Prof. dr. sc. Marko Turk – Ruska Federacija (University of Tyumen)

Doc. dr. sc. Ivana Vitasović Kosić – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Ana Vujošević – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Sandra Vuković, mag. ing. – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Vesna Židovec – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Grafika priprema: Ančica Sečan, mag. act. soc.

Objavljeno: 20. listopada 2021. godine.

Časopis izlazi u elektroničkom izdanju dva puta godišnje, krajem lipnja i prosinca, a predviđena su i dva specijalna izdanja tijekom godine iz biotehničkog područja.

Časopis je besplatan. Rukopisi i recenzije se ne vraćaju i ne honoriraju.

Autori/ce su u potpunosti odgovorni/e za sadržaj, kontakt podatke i točnost engleskog jezika.

Umnožavanje (reproduciranje), stavljanje u promet (distribuiranje), priopćavanje javnosti, stavljanje na raspolaganje javnosti odnosno prerada u bilo kojem obliku nije dopuštena bez pismenog dopuštenja Nakladnika.

Sadržaj objavljen u Glasilu Future može se slobodno koristiti u osobne i obrazovne svrhe uz obvezno navođenje izvora.

## *Glasilo Future*

### Stručno-znanstveni časopis

FUTURA – stručno-znanstvena udruga za promicanje održivog razvoja, kulture i međunarodne suradnje, Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska

(2021) 4 (4) 01–80

#### SADRŽAJ:

	Str.
<b><i>Pregledni rad (scientific review)</i></b>	
<i>I. Juran, Kristina Šumić, Maja Čačija</i>	
Mogućnosti suzbijanja cvjetnog štitašnog moljca prirodnim neprijateljima i botaničkim insekticidima Possibilities of controlling the greenhouse whitefly by natural enemies and botanical insecticides .....	01–21
<i>Martina Kadoić Balaško, Darija Lemić, Katarina Maryann Mikac, Renata Bažok</i>	
Multidisciplinarni pristup istraživanju rezistentnosti kod kukaca A multidisciplinary approach to insect resistance research .....	22–36
<b><i>Stručni rad (professional paper)</i></b>	
<i>Maja Čačija, Petra Runjak, I. Juran</i>	
Entomofauna lucerne na pokušalištu Šašinovec Entomofauna of alfalfa at the Šašinovec experimental station .....	37–55
<i>Klara Barić, Z. Ostojić, Ana Pintar</i>	
Europski mračnjak ( <i>Abutilon theophrasti</i> Medik.) – biologija, ekologija, morfologija i suzbijanje Velvetleaf ( <i>Abutilon theophrasti</i> Medik.) – biology, ecology, morphology and control .....	56–64
<i>Valentina Šoštarčić, D. Višić, Maja Šćepanović</i>	
Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije – mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete Inter-population variability of common ragweed seeds – a mechanism of successful adaptation to different environmental conditions .....	65–78
<b><i>Upute autorima (instructions to authors)</i></b> .....	79–80

## **Mogućnosti suzbijanja cvjetnog štitastog moljca prirodnim neprijateljima i botaničkim insekticidima**

### **Possibilities of controlling the greenhouse whitefly by natural enemies and botanical insecticides**

**Ivan Juran<sup>1\*</sup>, Kristina Šumić<sup>1</sup>, Maja Čačija<sup>1</sup>**

*pregledni rad (scientific review)*

doi: 10.32779/gf.4.4.1

*Citiranje/Citation<sup>2</sup>*

#### **Sažetak**

Cvjetni štitasti moljac, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856), ekonomski je najznačajniji štetnik na kulturama koje se uzgajaju u zaštićenim prostorima, posebice rajčice. Javlja se svake godine i uzrokuje direktne i indirektno štete, te prenosi biljne viruse. Brojnost populacije i visina šteta su u izravnoj korelaciji, odnosno veće štete nastaju pri brojnijoj populaciji. Praćenje i pravovremeno uočavanje ovog štetnika ima veliki značaj za uspjeh primjene mjera suzbijanja. Cvjetni štitasti moljac prati se žutim ljepljivim pločama i vizualnim pregledima naličja listova. Već pri uočavanju jedne odrasle jedinke potrebno je pristupiti suzbijanju kako bi se spriječilo prenamnožavanje i daljnje širenje. Kemijske mjere najčešći su način suzbijanja moljca. No, uslijed učestalog korištenja insekticida, posebice insekticida istog mehanizma djelovanja, pojavio se problem rezistentnosti ovog štetnika na brojne djelatne tvari iz različitih kemijskih grupa. Stoga se u integriranoj zaštiti prednost daje agrotehničkim, mehaničkim, fizikalnim i biološkim mjerama koje ne dovode do pojave rezistentnosti i prihvatljivije su za okoliš. Biološke mjere uključuju korištenje različitih makrobioloških i mikrobioloških preparata, naturalita i botaničkih insekticida. Entomofagne osice uspješno se koriste u suzbijanju cvjetnog štitastog moljca. Vrlo je važna njihova pravovremena primjena, jer su najviše učinkovite pri nižim populacijama štetnika. Sve veća pozornost pridaje se botaničkim insekticidima kao ekološki povoljnijoj zamjeni za kemijske insekticide. Prirodnog su porijekla, a mnogi od njih imaju insekticidno djelovanje te bi se mogli primjenjivati u suzbijanju cvjetnog štitastog moljca i na taj način omogućiti uspješnu zaštitu kultura koje ovaj štetnik napada.

---

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska.

\* E-mail: [ijuran@agr.hr](mailto:ijuran@agr.hr).

<sup>2</sup> Juran, I., Šumić, K., Čačija, M. (2021). *Mogućnosti suzbijanja cvjetnog štitastog moljca prirodnim neprijateljima i botaničkim insekticidima. Glasilo Future, 4(4), 01–21.* / Juran, I., Šumić, K., Čačija, M. (2021). *Possibilities of controlling the greenhouse whitefly by natural enemies and botanical insecticides. Glasilo Future, 4(4), 01–21.*

**Ključne riječi:** botanički insekticidi, cvjetni štitasti moljac, parazitoidi, suzbijanje.

## **Abstract**

The greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856), is the most economically significant pest on crops grown in greenhouses, especially tomatoes. It occurs every year causing direct and indirect damage, and transmits plant viruses. Population numbers and damage levels are directly correlated, as higher damages are caused by high pest populations. Monitoring and timely detection of this pest is of great importance for the success of the application of control measures. Greenhouse whitefly is monitored by yellow sticky traps and visual inspections of the leaves. When a single adult is spotted, control is needed to prevent overpopulation and further spread. Chemical measures are the most common way to control this pest. However, due to the frequent use of insecticides, especially insecticides of the same mode of action, resistance to many active substances from different chemical groups occurred. In integrated pest management agrotechnical, mechanical, physical and biological measures are preferred, as they do not lead to development of resistance and are more environmentally friendly. Biological measures include the use of various macrobiological and microbiological preparations, naturalytes and botanical insecticides. Entomophagous wasps have been used successfully in the control of the greenhouse whitefly. Their timely application is very important, because wasps are effective at a lower number of pests. Increasing attention is being paid to botanical insecticides as a more environmentally friendly substitute for chemical insecticides. They are of natural origin, and as many of them have an insecticidal effect, they could be used in the control of the greenhouse whitefly and thus enable the successful protection of crops that are attacked by this pest.

**Key words:** botanical insecticides, control, greenhouse whitefly, parasitoids.

## **Uvod**

Cvjetni štitasti moljac, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood 1856), još poznat kao bijela mušica ili staklenički štitasti moljac, predstavlja jednog od najznačajnijih štetnika zaštićenih prostora. Kozmopolitska je vrsta raširena u svim zoogeografskim regijama svijeta. U Europi predstavlja ekonomski značajnog štetnika zaštićenih prostora. Osim toga, ovaj štetnik je izraziti polifag. Do sada je zabilježen na preko 200 biljnih vrsta koje su raspoređene unutar 84 porodice. Kao porodice s najviše domaćina ističu se Compositae (20 vrsta biljaka domaćina), Solanaceae (18 vrsta), Malvaceae (8 vrsta), Leguminosae (7 vrsta), Cucurbitaceae (4 vrste). Najviše štete uzrokuje na povrtlarskim i ukrasnim kulturama koje se uzgajaju u zaštićenim prostorima, iako je zabilježena i njegova pojava u uzgoju na otvorenom (Brazil, Meksiko), kao i na korovskim vrstama (Mound i Halsey, 1978). Kao najatraktivniji domaćin cvjetnog štitastog moljca navodi se rajčica. Osim na rajčici, značajne štete zabilježene su i na krastavcima, patlidžanu, paprici, grahu, salati, gerberi, ruži i drugim biljkama

(Macelj, 2002). Zbog navedenih razloga izuzetno je važno njegovo praćenje, korištenje mjera prevencije, pravovremeno uočavanje i suzbijanje.

Štete od cvjetnog štitastog moljca mogu biti direktne i indirektne (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Pri visokim populacijama, najvažnija šteta nastaje kada kukac isisava sok iz biljke, izvlačeći vodu, ugljikohidrate i aminokiseline, što posljedično smanjuje prinos jer oslabljuje biljku. Osim toga, velike količine medne rose koja se stvara i taloži na lišću čini indirektnu štetu te pruža uvjete za gljivičnu kolonizaciju (čađava plijesan ili gljive čađavice), koja utječe na fotosintezu i disanje. Prisustvo gljiva čađavica uvelike umanjuje komercijalnu vrijednost biljnog proizvoda. Također, poznato je da *T. vaporariorum* prenosi pseudo žuti virus repe (BPYV), virus zarazne kloroze rajčice (TICV), virus kloroze rajčice (ToCV) i virus infekcije zelene salate (Šimala et al., 2016).

Prognoza napada odnosno pravovremeno uočavanje cvjetnog štitastog moljca u zaštićenom prostoru veoma je važna kako bi kemijsko suzbijanje bilo učinkovito, te da bi se spriječilo prenamnoženje moljaca i potencijalni gubici. Otežavajuća okolnost pri suzbijanju moljca jest veoma brz razvoj rezistentnosti, koja je katkada i unakrsna (Šimala et al., 2016). Sve je izraženija potreba za pronalaskom alternativnih načina suzbijanja kojima će se umanjiti mogućnost razvoja rezistentnosti, a osigurati visoka učinkovitost. Posljednjih godina sve je veći naglasak na pronalasku bioloških načina suzbijanja koji će biti dostatna alternativa insekticidima. Botanički insekticidi ističu se kao sredstva s velikim, neistraženim potencijalom u suzbijanju cvjetnog štitastog moljca.

Cilj rada je prikazati morfologiju i biologiju cvjetnog štitastog moljca, opisati štete na kulturama, problematiku razvoja rezistentnosti i mogućnosti suzbijanja. Poseban naglasak stavljen je na mogućnosti biološkog suzbijanja, odnosno korištenje prirodnih neprijatelja i botaničkih insekticida.

## **Sistematika i rasprostranjenost**

Cvjetnog štitastog moljca prvi puta opisao je Westwood 1856. godine kao *Aleyrodes vaporariorum* (Mound i Halsey, 1978). Danas, prema sistematici Gotlin Čuljak i Juran (2016), ova vrsta se naziva *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood 1856) i pripada rodu *Trialeurodes*, porodici Aleyrodidae, natporodici Aleyrodoidea, podredu Homoptera iz reda Hemiptera, razredu Insecta.

Točno podrijetlo cvjetnog štitastog moljca nije utvrđeno, no smatra se da potječe iz Meksika ili jugozapadnog dijela Sjedinjenih država. Gamarra et al. (2016) ističu kako štetnika karakterizira izrazito veliki areal rasprostranjenosti zbog izraženog potencijala prilagodljivosti na različite klimatske uvjete. Autori Mound i Halsey već su 1978. stakleničkog štitastog moljca okarakterizirali kao štetnika prisutnog u svim zoogeografskim regijama svijeta (Mound i Halsey, 1978).

## Morfologija

Cvjetni štitasti moljac maleni je kukac čija odrasla jedinka nalikuje malim leptirima. Zbog bijelog praha koji im prekriva tijelo često se nazivaju i "bijeje mušice". Vrlo su sitni, odrasli su dugi oko dva mm. Morfološki se razlikuje jaje, ličinački stadiji i odrasla jedinka (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Porodica štitastih moljaca lako se raspoznaje po prisutnosti vaziformnog otvora, ligule i operkuluma. Identifikacija vrste jako je važna, jer ne čine sve vrste štitastih moljaca štete (EPPO, 2004).

Jaja se nalaze na naličju listova iz gornji etaža. Položena su većinom u krugove na glatkim lisnim površinama ili nasumično na dlakavim lisnim površinama. Za list su pričvršćeni sa stapkom koja izlazi iz baze jajeta i služi za fiksiranje (Martin, 1999). Broj jaja u krugu je najčešće 20-30. Oblik je ovalan ili eliptičan, a dimenzije jajeta su oko 0,21 mm u dužinu i 0,1 mm u širinu. Boja tek položenih jaja je žućkasto bijela, ali kroz nekoliko dana, prije izlijeganja ličinke, postaju tamno smeđa, gotovo crna (slika 1A) (Dhillon, 1999).

Ličinka u prvom stadiju je pokretna, veličine je oko 0,23 mm x 0,21 mm, gotovo prozirna i naziva se "puzavac" (Dhillon, 1999). Ravna je, ovalna, bez izražene segmentacije (slika 1B), s tri para sitnih nogu kojima se kreće po površini lista (Bagi i Bodnar, 2012). Nakon izlaska iz jaja može prijeći malu udaljenost dok uspješno ne probije list kako bi dobila sok i započela ishranu. Na ovom mjestu ostaje sve dok se ne preobrazi u odraslog moljca. Prije prelaska u slijedeći stadij tijelo nabubri da postane zaobljenije (Martin, 1999). Na leđima se nalazi vaziformni otvor kroz koji izlučuje mednu rosu (Dhillon, 1999). Većinom se nalaze na srednjim i donjim etažama listova (Gotlin Čuljak i Juran, 2016).

Ličinke drugog i trećeg stadija nepokretne su, duge oko 0,3-0,4 mm i pričvršćene za list. Tijelo im je ovalno i gotovo prozirno, iako mogu biti vidljivi neki žuti unutarnji organi (slike 1C i 1D). Okruženo je kratkim rubom. Na tijelu su duže dlake (Martin, 1999).

Zadnji stadij u razvoju ličinke naziva se pretkukuljica ili pupa, puparij (Slika 1.). Nalaze se na naličju lista. Vrsta *T. vaporariorum* ima puparij dug oko 0,78-0,8 mm i širok oko 0,51 mm. Ovalnog ili eliptičnog je oblika, a kraj je zaobljen. Puparij je mliječne boje, prekriven bijelim voskom, a prisutne su i dlačice (Šimala et al., 2016). Na kraju ove faze prestaje se hraniti, nabubri, postaje gušća i tvori voštane tvorevine po tijelu. Ponekad pupa postane crna, što ukazuje na to da ga je napala parazitska osica *Encarsia formosa* Gahan 1924. Također može postati siva, smeđa ili žuta zbog napada drugih parazitskih osica (Martin, 1999).





**Slika 1.** Razvojni stadiji cvjetnog štitastog moljca: A – jaja potamnijela neposredno prije izlijeganja ličinki; B – pokretna ličinka 1. stadija ("puzavac"); C – ličinka 2. stadija; D – ličinka 3. stadija; E – prazan puparij iz kojega je izašla ličinka; F – odrasle jedinke; G – gljive čađavice narasle na biljci na mednoj rosi koju izlučuje cvjetni štitasti moljac

(Izvor: <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=9167>).

**Figure 1.** Life stages of the greenhouse whitefly: A – Eggs darken when they are close to hatching; B – mobile 1<sup>st</sup> instar nymph ("crawler"); C – 2<sup>nd</sup> instar nymph; D – 3<sup>rd</sup> instar nymph; E – empty pupal cases out of which the 4<sup>th</sup> instar nymph came out; F – adults; G – black sooty mold growing on the leaves on honeydew secreted by whiteflies

(Source: <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=9167>).

Odrasle jedinke se nazivaju bijeli leptirići, moljci ili bijele mušice, iako sistematski nisu niti leptiri niti mušice, već pripadaju u štitaste moljce (nadporodica Aleyrodoidea). Tijelo je svijetlo žute boje (slika 1F). Imaju dva para opnatih krila, a prednja krila su veća od stražnjih (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Kod tek razvijene odrasle jedinke krila su prozirna, ali s vremenom se prekrivaju bijelim voskom (Martin, 1999). Prilikom mirovanja imaju oblik trokuta (šire se od glave prema zatku) i položena su uz tijelo (Šimala et al., 2016). Na glavi imaju razvijen usni organ za bodenje i sisanje (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Razlikuju se mužjaci i ženke. Mužjaci su dugi oko 0,9 mm, a ženke oko 1,1 mm. Nakon što se razvije, odrasla jedinka može letjeti u roku od nekoliko sati. Leti u raznim smjerovima i započinje hranjenje bodenjem lišća i isisavanjem soka biljaka, što nastavlja do kraja života (Martin, 1999).

## Životni ciklus i ekologija

Cvjetni štitasti moljac može prezimiti kao odrasla jedinka u zaštićenom prostoru na korovima ili kao jaje, rjeđe ličinka (Kereši et al., 2019). Tijekom svog životnog ciklusa prolazi kroz šest razvojnih stadija: jaje, 1. pokretni stadij ličinke, 2. i 3. stadij nepokretne ličinke, pupa i odrasla jedinka (Šimala et al., 2016). Metamorfoza koju prolazi moljac naziva se alometabolija (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Alometabolija je tipična za štitaste moljce. Samo prvi stadij ličinke je pokretan i ima razvijene noge, dok su kod ostalih stadija one zakržljale. Nimfa je također nepokretna i slična kukuljici holometabola.

Krila se pojavljuju tek kod odraslih. Alometabolija je jedan od tri oblika neometabolne preobrazbe tj. preobrazbe koja je nepotpuna, ali pokazuje prijelaz prema potpunoj preobrazbi (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Cjelokupni razvoj traje 20 do 30 dana. Brzina razvoja ovisi o temperaturi zraka i biljci domaćinu. U stadiju jaja provede osam dana. Prvi ličinački stadij traje dva dana, dok u drugom i trećem stadiju ličinke provedu oko sedam dana. Stadij pretkukuljice traje pet dana. Odrasla jedinka može živjeti 10 do 40 dana, a s odlaganjem jaja kreće već dva dana nakon izlaska iz pupe. Ženka za života može odložiti i do 200 jaja (Martin, 1999). Optimalna temperatura za razvoj je 21 °C. Idealan postotak relativne vlažnosti zraka je 75 % do 80 % (Kereši et al., 2019). Razvoj prestaje ispod 8 °C, a odlaganje jaja kada temperatura padne ispod 7 °C. Pri temperaturi od 35 °C ili višoj prestaje svaki oblik razvoja (Martin, 1999). Jaja su najotpornija na niske temperature. Mogu preživjeti do -3 °C dulje od 15 dana (Martin, 1999). Kako navodi Isart (1997) u svom istraživanju provedenom u Španjolskoj, cvjetni štitasti moljac imao je sedam do osam generacija na otvorenom, a osam do deset u zatvorenim prostorima. No, prema Maceljskom (2002) najčešće ima 10-12 generacija u zatvorenom prostoru, te su svi razvojni stadiji prisutni na biljci tijekom cijele vegetacije i generacije se preklapaju.

### **Biljke domaćini**

Cvjetni štitasti moljac izraziti je polifag. Mound i Halsey (1978) navode da je ovaj štetnik zabilježen na biljkama iz 240 različitih redova koji su razvrstani u 82 porodice. No, autori ističu kako su biljke iz porodica Solanaceae i Cucurbitaceae najčešći domaćini stakleničkog moljca.

Kod nas je najznačajniji štetnik u zaštićenim prostorima, no u područjima s toplijom klimom česta je njegova pojava i na kulturama koje se uzgajaju na otvorenom (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). U svom radu Šimala et al. (2016) navode kako je najznačajniji štetnik rajčice u Hrvatskoj, neovisno o tome uzgaja li se rajčica u tlu ili u hidroponima. Prema Kereši et al. (2019), najveće štete pričinjava na rajčici, paprici, krastavcima, raznim vrstama graha, duhanu, tikvicama, te cvjetnim vrstama kao što su begonije, krizanteme, ruže. Slabi su letači pa lete samo na male udaljenosti sa starijih listova na mlade listove biljaka domaćina na kojima se hrane i odlažu jaja. Nošeni zračnim strujama, pasivno mogu prevaliti i nekoliko kilometara. Osim aktivnog širenja, svi razvojni stadiji mogu se prenijeti i presadnicama rajčice (Maceljski, 2002).

### **Izravne štete**

Izravne štete na rajčici, ali i na drugim kulturama koje napada cvjetni štitasti moljac, posljedica su ishrane odnosno sisanja biljnih sokova (Maceljski, 2002). Odrasli i ličinke štete čine prvenstveno na listu odnosno njegovu naličju (Slika 2.). Imaju razvijen usni organ za bodenje i sisanje (Kereši et al., 2019). Ishranu započinje pokretna ličinka prvog stadija koja probada list i siše biljne sokove iz floema.

Ostali razvojni stadiji nastavljaju s ishranom na naličju lista, što uzrokuje odumiranje listnog tkiva. Tijekom sisanja iz biljke uzimaju prenosive ugljikohidrate, dušik i druge nutrijente. Time direktno utječu na smanjenje produktivnosti biljke tj. dolazi do narušavanja fizioloških sposobnosti: smanjuje se intenzitet fotosinteze i ishrana biljke, te je oslabljen vegetacijski porast (Roermund, 1995).

Oštećenja koja nastaju kao rezultat ishrane cvjetnog štitastog moljca okarakterizirana su dvojako. Mogu biti nesistemična i sistemična izravna oštećenja. Nesistemična izravna oštećenja praćena su simptomima poput klorotične pjegavosti, žućenja, gubitka turgora i preranog odbacivanja jače napadnutih listova. Sistemična izravna oštećenja definirana su kao nepatogeni fiziološki poremećaji nastali kao posljedica ishrane i djelovanja toksičnih enzima injektiranih u biljku od strane ličinke. Djelovanje enzima očituje se na plodu rajčice koji nejednako dozrijeva. Posljedice takvog stanja biljke jest smanjen prinos i lošija kvaliteta ploda (Šimala et al., 2016).



**Slika 2.** Cvjetni štitasti moljci na naličju lista dinje

(Izvor: <https://www.growingproduce.com/vegetables/field-scouting-guide-whitefly/>).

**Figure 2.** Greenhouse whiteflies on the underside of a melon leaf

(Source: <https://www.growingproduce.com/vegetables/field-scouting-guide-whitefly/>).

Kod nas u zatvorenim prostorima zabilježen je pad prinosa rajčice za 40 % uslijed napada cvjetnog štitastog moljca (Sekulić et al., 2008). Gamarra et al. (2016) navode kako je na grahu zabilježen pad prinosa za 50 %. No, staklenički štitasti moljac postao je značajan štetnik i na drugim biljkama iz porodice Solanaceae, čak njih 18, neovisno uzgajaju li se u polju ili u zatvorenom prostoru (Mound i Halsey, 1978). U svom istraživanju Johnson et al. (1992) nastojali su utvrditi postotak izravne štete koja nastaje prilikom ishrane štitastih moljaca na rajčici. Istraživanje je provedeno na manjim površinama, a rajčica se uzgajala na otvorenom. Zabilježen je pad prinosa od 5 %. Populacija odraslih jedinki nije prelazila 70 jedinki po biljci dnevno. Iz toga se može zaključiti da postoji ovisnost između brojnosti populacije i razine šteta, odnosno pada prinosa. Osim brojnosti populacije, važni čimbenici koji utječu na jačinu štete jesu vrsta biljke, razvojni stadij biljke te općenito zdravstveno stanje biljke. U prilog tome ide istraživanje koje su Nasruddin i Mound (2016) proveli u Indoneziji na tek izniklom krumpiru. Zabilježen je značajno slabiji porast biljaka, dok je prinos bio niži za 39 % od očekivanog.

## **Neizravne štete**

Neizravne štete često su značajnije u odnosu na izravne štete uzrokovane štitastim moljcima. Neizravna šteta karakteristična za cvjetnog štitastog moljca je lučenje medne rose kojom uslijed jačeg napada mogu biti prekriveni svi biljni organi (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Medna rosa je produkt metabolizma štitastih moljaca koji nastaje prilikom ishrane i supstrat je pogodan za razvoj gljiva čađavica. Naseljavanjem gljiva čađavica smanjuje se asimilacijska i fotosintetska aktivnost i sposobnost lista, a plodovi prekriveni gljivama čađavicama gube tržišnu vrijednost (slika 1G) (Kereši et al., 2019).

Još jedna neizravna šteta uzrokovana cvjetnim štitastim moljcem jest prijenos biljnih virusa. Moljac je vektor za Tomato chlorosis virus (ToCV) i Tomato infectious chlorosis virus (TICV). Simptomi zaraze biljaka rajčice virusima ToCV i TICV su žućenje listova između žila smještenih na donjim i srednjim etažama te smanjena veličina plodova koji ne uspijevaju dozrjeti (Šimala et al., 2016).

Osim prethodno navedenih, cvjetni štitasti moljac prijenosnik je i Beet pseudo yellows virus (BPYV), Strawberry psallidosis associated virus (SPaV), Potato yellow vein virus (PYVV) (Wintermantel, 2004). Gamarra et al. (2016) u svom radu iznijeli su podatke o ekonomskim štetama koje nastaju na usjevima zaraženim nekim od navedenih virusa. Tako na primjer TICV u Kaliforniji na godišnjoj razini može prouzrokovati gubitke od 2 milijuna američkih dolara zbog pada prinosa rajčice. Autori su se također osvrnuli i na gubitke prinosa koji nastaju uslijed zaraze virusima. ToCV značajne štete pravi na jugu Francuske, te ukoliko zaraza nastupi, sniženje prinosa može varirati od 7 % do 30 %. BPYV uzrokuje velike štete na salati uzgajanoj u zaštićenim prostorima. Jagode zaražene jagodičnim palidozama imale su manji rast korijena za 15 % do 20 % (Gamarra et al., 2016).

## **Suzbijanje**

Suzbijanje cvjetnog štitastog moljca složen je proces koji zahtjeva stručnost osobe koja ga provodi te kombinaciju različitih mjera suzbijanja. Suzbijanje se provodi kombinacijom agrotehničkih, mehaničkih, fizikalnih, bioloških i kemijskih mjera (Šimala et al., 2016). No, valja napomenuti da uspješnost suzbijanja varira i da često nije zadovoljavajuća. Razlog tomu su specifične biološke karakteristike ovog štetnika. Osobine štetnika koje otežavaju njegovo suzbijanje su veliki broj generacija koje se međusobno preklapaju, brz završetak razvoja pri optimalnim uvjetima, različita osjetljivost različitih razvojnih stadija na insekticide, razvoj rezistentnosti i širok spektar biljaka domaćina (Zabel et al., 2001).

## **Problem rezistentnosti**

Rezistentnost je otpornost jedinki u populaciji štetnika da prežive izloženost uobičajeno letalnim dozama pesticida, odnosno insekticida. Nastaje kao rezultat velikog broja uzastopnih tretiranja

insekticidima na bazi iste djelatne tvari ili skupine tvari (Rozman, 2011). Prema Bažok i Lemić (2017), gubitak učinkovitosti određenog insekticida tijekom određenog razdoblja primjene očituje se kao nastanak rezistentnosti i kao takva ona se naziva stečena rezistentnost. Pojava rezistentnosti jedinke genetski je uvjetovana genima za rezistentnost koji nastaju kao posljedica genetskih mutacija uzrokovanih učestalom primjenom pesticida. Rezistentne jedinke ne razlikuju se niti morfološki, niti u životnim navikama od normalno osjetljivih jedinki u populaciji (Rozman, 2011). Bažok i Lemić (2017) navode kako unutar svake populacije štetnika postoji mali udio otpornih jedinki, odnosno jedinki koje imaju prirodenu otpornost. Dakle uzastopnom primjenom istog insekticida ili insekticida iz različitih kemijskih skupina, no s istim mehanizmom djelovanja, vrši se selekcija između osjetljivih i otpornih jedinki što nadalje dovodi do razvoja generacija koje čine rezistentne jedinke, te jedinke koje su slučajno preživjele tretiranje (Bažok i Lemić, 2017).

Prema Pym et al. (2019), polifagni štetnici, kao što je i cvjetni štitasti moljac, pokazuju izvanrednu sposobnost evolucije otpornosti na alelokemikalije koje proizvode biljke domaćini moljca, te na sintetičke insekticide koji se koriste za suzbijanje. Nadalje, autori navode kako upravo izražena mogućnost evolucije otpornosti, odnosno razvoj različitih mehanizama koji uvjetuju otpornost, uvelike doprinosi proširenju spektra domaćina i mogućnosti razvoja otpornosti prema insekticidima iz različitih kemijskih skupina i s različitim mehanizmom djelovanja.

Najčešće uporabljivani insekticidi za suzbijanje cvjetnog štitastog moljca pripadaju regulatorima rasta i razvoja kukaca, neonikotinoidima, piretroidima i organofosforinim insekticidima (Karatolos, 2011). Prva zabilježena pojava rezistentnosti ovog štetnika datira iz sedamdesetih godina prošlog stoljeća, a odnosila se na sredstva iz skupine organofosforinih insekticida i piretroida. Sredinom 1980.-ih, otpornost na navedena sredstva zabilježena je diljem UK. Tijekom 2000.-ih, otpornost na imidakloprid registrirana je u UK, SAD-u i Nizozemskoj, s naglaskom na mogućnost povećanja broja slučajeva zbog intenzivne uporabe neonikotinoida u suzbijanju štitastog moljca (Karatolos, 2011). Prema Karatolosu (2011) u sjevernoj Europi i području Mediterana cvjetni štitasti moljac razvio je otpornost prema regulatorima rasta i razvoja, točnije prema buprofezinu i teflubenzuronu. Grčki znanstvenici Pappas et al. (2013) proveli su studiju kojom je potvrđena rezistentnost cvjetnog štitastog moljca u njihovoj zemlji na neonikotinoide - imidakloprid i tiakloprid. Prema podacima Arthropod Pesticide Resistance Database, do danas je u svijetu zabilježena rezistentnost cvjetnog štitastog moljca na 28 djelatnih tvari insekticida (APRD, 2021). Prema Lemić et al. (2017) kod cvjetnog štitastog moljca u svijetu zabilježena je rezistentnost na sve insekticide koji se koriste i u Republici Hrvatskoj. Stoga i kod nas postoji opravdana zabrinutost za skori razvoj rezistentnosti. Martin (2005), kao i ostali navedeni znanstvenici koji se bave problemom pojave rezistentnosti kod cvjetnog štitastog moljca, upućuje i navodi na pridržavanje mjera koje za cilj imaju usporiti ili spriječiti razvoj rezistentnosti. Prema Rozman (2011), mjere kojima se sprječava ili usporava nastanak rezistentnosti su: izbjegavati svaku pretjeranu uporabu kemijskih sredstava; kemijska sredstva koristiti samo kada je neophodno;

često mijenjati kemijsku skupinu upotrebljavanih sredstava; primjenjivati kombinirana sredstva koja sadrže dvije ili više aktivnih tvari; ne prekoračivati doze; koristiti sredstva koja ne štete prirodnim neprijateljima; provoditi zaštitu sukladno integriranim mjerama zaštite.

## **Biološke mjere**

Posljednjih godina sve je veći naglasak na pronalasku bioloških načina suzbijanja cvjetnog štitastog moljca koji će biti dostatna alternativa kemijskim insekticidima. Razlog tomu je porast utvrđenih slučajeva rezistentnosti moljca na različite djelatne tvari, smanjenje broja dozvoljenih djelatnih tvari i registriranih sredstava, rezidue na plodovima (Zabel et al., 2001). U biološkom suzbijanju koriste se prirodni neprijatelji (predatori, paraziti i parazitoidi kao makrobiološki agensi), drugi patogeni organizmi (bakterije i virusi kao mikrobiološki agensi), botanički (biljni) insekticidi i naturaliti (derivati nekih organizama) (Juran et al., 2020). Roermund (1995) u svom istraživanju utvrdio je da su na područjima gdje se insekticidi nisu primjenjivali (polja rajčice u Kaliforniji i polja pamuka u Južnom Sudanu) populacije prirodnih neprijatelja bile visoke, a populacija moljca na vrlo niskoj razini. No, nakon što su se insekticidi počeli primjenjivati, prirodni neprijatelji su nestali te je cvjetni štitasti moljac dobio status štetnika. Nadalje, isti autor navodi kako loša poljoprivredna praksa, odnosno kratak ili nepostojeći plodored, te istodobni ili preklapajući uzgoj kultura osjetljivih na moljca, dovodi do prenamnažanja i onemogućuje suzbijanje prirodnim neprijateljima. Najznačajniji prirodni neprijatelji cvjetnog štitastog moljca su parazitoidne osice *Encarsia formosa* i *Eretmocerus eremicus* Rose & Zolnerowich, 1997. Osim navedenih parazitoida, primjenjuju se i predatorska stjenica *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839) te predatorska grinja *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot, 1962) (Šimala et al., 2016). Pored prirodnih neprijatelja, važan dio biološkog suzbijanja su i botanički insekticidi, tvari insekticidnog djelovanja koje su prirodno prisutne u biljkama i služe im za obranu od štetnika. Postoje brojni insekticidi biljnog porijekla, a neki od njih mogu se koristiti i u suzbijanju cvjetnog štitastog moljca.

### ***Encarsia formosa***

Vrsta *E. formosa* jedna je od najpoznatijih parazitoidnih osica iz porodice Aphelinidae, reda Hymenoptera. Kao agens za biološko suzbijanje štitastih moljaca u uporabi je od 1920. godine. No, od 1945. oslabio je interes za korištenje osice zbog pojave i razvoja sintetskih insekticida. Sedamdesetih godina prošlog stoljeća ponovno je porasla potražnja za ovom osicom te se koristila na 100 ha. Do polovine 1990.-ih u Europi se korištenje proširilo na 5000 ha. *E. formosa* prikladna je za korištenje na svim kulturama koje napada cvjetni štitasti moljac (Hoddle et al., 1998). Nizozemska tvrtka Koppert Biological Systems navodi kako u jednom tjednu proizvedu 20 milijuna jedinki, te da u zemljama s razvijenom poljoprivrednom proizvodnjom, primjerice u Novom Zelandu, *E. formosa* predstavlja primarnu biološku zaštitu koja se koristi u suzbijanju cvjetnog štitastog moljca (Koppert Biological Systems, 2021a).



U populaciji ovih osica vlada spolni dimorfizam. Ženke su brojnije i učestalije, crne su boje sa žutim zatkom i dužine oko 0,6 mm (Slika 3.). Mužjaci su malobrojni i crne su boje (Šimala et al., 2016).



**Slika 3.** Ženka parazitoidne osice *Encarsia formosa* (Izvor: Cappaert, 2015).

**Figure 3.** Female parasitoid wasp *Encarsia formosa* (Source: Cappaert, 2015).

Odrasle osice najčešće parazitiraju na ličinkama 1. i 2. razvojnog stadija cvjetnog štitastog moljca hraneći se njihovim tjelesnim sadržajem. Hrane se još i mednom rosom. Jaja odlažu u ličinke 3. razvojnog stadija ili u kukuljicu koja je na početku razvoja (Roermund, 1995). Parazitirana kukuljica je crne boje (Slika 4.) zbog toga što se ličinka osice kukulji unutar kukuljice štitastog moljca (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Proces kukuljenja traje 10 dana (Šimala et al., 2016). Učinkovitost osice je nešto lošija na krastavcima i izraženije dlakavim sortama rajčice, jer zbog dlačica osica teže pronalazi moljca. Tijekom života može parazitirati oko 450 ličinki, no najčešće parazitira oko 250 ličinki. Neke ličinke ugibaju od samog uboda bez da su parazitirane (oko 30 za života osice), odnosno bez da je u njih odloženo jaje (Maceljski, 2002).



**Slika 4.** Parazitirana ličinka (kukuljica) cvjetnog štitastog moljca (crne boje) (Izvor: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/T/I-HO-TVAP-EF.011.html>).

**Figure 4.** Parasitized larva (pupa) of the greenhouse whitefly (black colored) (Source: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/T/I-HO-TVAP-EF.011.html>).

Optimalna temperatura za razvoj osice i ishranu kreće se od 21 °C do 26 °C. Pri temperaturi od 25 °C osica svoj razvoj završava za 17 dana, dok pri istoj temperaturi moljac svoj razvoj završava za 25 dana (Maceljski, 2002). Ako temperatura padne ispod 18 °C, prestaje let osica, a na temperaturama iznad 30 °C

osica može uginuti (Roermund, 1995). Maceljčki (2002) navodi kako je za učinkovitost osice izuzetno važan omjer brojnosti osice prema brojnosti moljca. Dakle, učinkovitost osice veća je pri niskoj populaciji moljca, stoga je osicu potrebno primijeniti na početku zaraze. Osim toga, autor navodi da je prije unošenja osice u zaštićeni prostor potrebno provesti kemijsko suzbijanje štitastog moljca selektivnim insekticidom kako bi se osigurala niska populacija. Važno je napomenuti da jednokratno unošenje osice u zaštićeni prostor nije dostatno i da postupak treba ponoviti nekoliko puta (Maceljčki, 2002). Zadovoljavajući učinak osice je kada parazitacija dosegne 80 % (Šimala et al., 2016). Parazitoidne osice komercijalno proizvodi tvrtka Koppert Biological Systems pod nazivom "En-Strip" (Koppert Biological Systems, 2021a). U pakiranju se nalazi 10 ili 30 kartonskih traka s pet kartica u svakoj, na kojima su zalijepljene osice u obliku crne pupe. Osice je potrebno čuvati na hladnom kako bi razvoj stagnirao do dospijanja u zaštićeni prostor. Nakon što se populacija osice uspostavi, mogu biti potrebna samo povremena naknadna ispuštanja. *E. formosa* stoga se primjenjuje na biljnim vrstama koje imaju vegetaciju dužu od četiri mjeseca (rajčica, paprika, krastavac) (Roermund, 1995).

U poljoprivrednoj praksi, *E. formosa* može se kombinirati s vrstom *Eretmocerus eremicus*. Duljina tijela ove osice je oko 1 mm, a boja tijela ženke je limunsko žuta, dok je mužjak nešto tamniji. Vrsta *E. eremicus* može parazitirati sve razvojne stadije cvjetnog štitastog moljca, no ovipoziciju najradije obavlja u ličinke moljca koje su u 2. ili 3. razvojnom stadiju. Za razliku od *E. formosa*, ova vrsta osice jaja odlaže ispod ličinke, a ne unutar nje. Nakon pet dana iz jajeta izlazi ličinka koja se ubušuje u tijelo ličinke štitastog moljca i nastavlja svoj razvoj. Parazitirana ličinka moljca prvo postaje prljavo bijela. Nakon 14 dana osica završava svoj razvoj, parazitirana ličinka nabubri i poprima zlatnu boju te iz nje izlazi odrasla osica (Cloyd, 2012-13). Ova osica se također komercijalno proizvodi od strane tvrtke Koppert pod nazivom "Ercal" (Koppert Biological Systems, 2021b). U pakiranju se nalazi 10 ili 50 kartonskih traka s pet kartica u svakoj, na kojima su zalijepljene osice u obliku crne pupe.

## **Botanički insekticidi**

Botanički insekticidi su sredstva namijenjena zaštiti bilja, a koriste se od davnina. Insekticidno djelovanje temelji se na djelatnim tvarima koje se dobivaju ekstrakcijom iz različitih biljnih dijelova (Rasooli, 2011). Sa znanstvenog stajališta, biljke predstavljaju ogroman rezervoar supstanci s insekticidnim, akaricidnim, nematocidnim, bakteriocidnim, herbicidnim, virucidnim i rodenticidnim djelovanjem (Korunić i Rozman, 2012).

Otkrićem organofosfornih insekticida i kloriranih ugljikovodika 1930.-ih, uporaba botaničkih insekticida značajno se smanjila. Primjerice, 1947. godine SAD su iz jugoistočne Azije godišnje uvezle preko 6700 tona korijena biljke *Derris elliptica*. U šezdesetim godinama prošlog stoljeća uvoz korijena navedene biljke drastično je smanjen, te je iznosio tek 1500 tona. U 1990. godini uvoz piretrina u SAD iznosio je 350 tona (Isman, 1997). Isman (1997) navodi da prema procjeni, botanički insekticidi pokrivaju tek 1 % od ukupnog svjetskog tržišta insekticida, ali vjeruje kako će uporaba



botaničkih insekticida kroz nekoliko godina rasti zbog potrebe za sigurnijim načinima zaštite, te dosegnuti udio od 10 % do 15 %. U nastavku rada opisani su neki od najvažnijih i najzastupljenijih botaničkih insekticida.

## Piretrini

Piretrini su potentni insekticidni spojevi u izrazito širokoj upotrebi, i profesionalnoj i u kućanstvima. To su prirodne insekticidne tvari sadržane u piretrumu, ekstraktu cvjetova biljaka *Chrysanthemum cinerariaefolium* (dalmatinski buhač, Slika 5.) i *Chrysanthemum coccineum* (obojena tratinčica). Piretrini obuhvaćaju šest spojeva: piretrin I, piretrin II, cinerin I, cinerin II, jasmolin I i jasmolin II (Macan et al., 2006). Prema Korunić i Rozman (2012), piretrin je jedini biljni insekticid koji se koristi u zaštiti uskladištenih poljoprivrednih proizvoda.

Ciljno djelovanje piretrina je živčani sustav gdje pobuđuju natrijeve kanale neurona te uzrokuju njihovu povećanu podražljivost što dovodi do paralize kukca. Djeluju jako brzo. Paraliza može biti samo privremena jer niske koncentracije piretrina u tijelu kukci mogu razgraditi. Kako bi se izbjegla razgradnja, odnosno poboljšalo djelovanje piretrina, on često dolazi u kombinaciji s tzv. sinergistima. Najčešće korišteni sinergist je PBO (piperonil butoksid) (Macan et al., 2006).

U Republici Hrvatskoj prema FIS-u (2021), na bazi piretrina registrirana su sredstva namijenjena suzbijanju zelene breskvine uši na breskvi, nektarini, marelici, šljivi, trešnji; američkog cvrčka na vinovoj lozi; cvjetnog i duhanovog štitastog moljca na lubenici, tikvi, dinji, rajčici, patlidžanu, paprici, krastavcima, salati, špinatu i matovilcu.



**Slika 5.** Dalmatinski buhač (Izvor: <https://www.agroklub.com/korisnici/zeljko-tomas-13693/zid/7409/>).  
**Figure 5.** *Pyrethrum* (Source: <https://www.agroklub.com/korisnici/zeljko-tomas-13693/zid/7409/>).

## Neem

Proizvodi na bazi neema potječu od biljke *Azadirachta indica* (indijski jorgovan ili neem, Slika 6.). Prirodno stanište biljke su tropske i subtropske regije na nekoliko kontinenata. Na tržištu neem dolazi u dva oblika: kao prah koji se radi od listova biljke, te kao ulje koje se dobiva od plodova neema, odnosno sjemena u kome je sadržana najveća koncentracija pesticidnih tvari. Glavna djelatna tvar

neema je azadiraktin, složena kemikalija sačinjena od preko 25 različitih, ali usko povezanih spojeva koji djeluje kao repelentno sredstvo jer odbijaju kukce od ishrane, a djeluje i kao regulator rasta (Gahukar, 1995). Svojstva azadiraktina koja djeluju kao regulatori rasta utječu na hormon edikson, odnosno snižavaju njegovu razinu u tijelu kukca što onemogućava završetak razvoja kukca. Posebno je djelotvoran na ličinačke stadije jer nezrele ličinke uslijed niske razine hormona ediksona ne mogu završiti razvoj i ugibaju. Smrtnost odraslih uzrokovana djelovanjem azadiraktina je niska, no češće su deformacije u vidu nerazvijenih krila i slično. Osim toga, azadiraktin ometa spolnu komunikaciju i parenje. Spoj azadiraktin je djelotvoran na oko 200 vrsta kukaca, grinja i nematoda. Upotrebljava se za zaštitu biljaka u vegetaciji i suzbija populacije cvjetnog štitastog moljca, tripsa, gusjenica leptira te brojnih drugih štetnih kukaca. Aktivna tvar azadiraktin razgrađuje se u vodi ili na svjetlu oko 100 sati. Dosta je nepokretan u tlu (Gahukar, 1995). Niti jedno sredstvo na bazi djelatne tvari azadiraktina nema dozvolu za suzbijanje štetnika u Hrvatskoj u 2021. godini (FIS, 2021).



**Slika 6.** Drvo indijskog jorgovana (neem-a)

(Izvor: <https://www.indiamart.com/proddetail/neem-tree-23475634588.html>)

**Figure 6.** Tree of Indian lilac (Neem tree)

(Source: <https://www.indiamart.com/proddetail/neem-tree-23475634588.html>)

### **Limunska ili citrus ulja – limonen i linalool**

Sirova limunska ulja i rafinirani spojevi d-limonen i linalool ekstrahiraju se iz kora naranče i drugih agruma. Limonen, terpen, čini oko 90 % sirovog limunskog ulja i pročišćava se iz ulja destilacijom vodenom parom. Linalool, terpenski alkohol, nalazi se u malim količinama u kori agruma i u preko 200 drugih biljaka, cvijeća, voća. Limonen i linalool kontaktni su otrovi koji pojačavaju aktivnost osjetnih živaca u kukaca, uzrokujući masovnu pretjeranu stimulaciju motoričkih živaca što dovodi do konvulzija i paralize. Neki se kukci, poput odraslih buha, mogu oporaviti od početne paralize ukoliko limonen ne sinergira piperonil butoksid (PBO) ili ako se ne formulira s natrijevim boratom (Bickers et al., 2003). Niti jedno sredstvo na bazi djelatne tvari limonen ili linalool nema dozvolu za suzbijanje štetnika u Hrvatskoj u 2021. godini (FIS, 2021).

## Sabadilla

Sabadilla je dobivena iz zrelog sjemena vrste *Schoenocaulon officinale*, tropske biljke ljiljana koja raste u Srednjoj i Južnoj Americi. Kada se sjeme sabadille odleži, zagrije ili obradi alkalijom, formira se ili aktivira nekoliko insekticidnih alkaloida. Alkaloidi u sabadilli poznati su zajedno kao veratrin ili kao veratrinški alkaloidi. Oni čine 3 % do 6 % ostarjelih, zrelih sjemenki sabadille. Od ovih alkaloida, cevadin i veratridin su insekticidno najaktivniji. U kukcima, otrovni alkaloidi sabadille utječu na djelovanje membrane živčanih stanica, uzrokujući gubitak djelovanja membrane živčanih stanica i gubitak živčane funkcije, paralizu i smrt. Sabadilla ubija neke vrste kukaca odmah, dok drugi mogu preživjeti u stanju paralize nekoliko dana prije nego što uginu. Sabadilla se učinkovito sinergizira pomoću PBO ili N-oktil biciklohepten dikarboksimid (MGK 264) (Duke, 1990). Niti jedno sredstvo na bazi djelatne tvari veratridin ili cevadin nema dozvolu za suzbijanje štetnika u Hrvatskoj u 2021. godini (FIS, 2021).

## Rotenon

Trenutno je glavni komercijalni izvor rotenona peruanska biljka *Lonchocarpus* sp., koji se često naziva korijenom kocke. Rotenon se ekstrahira iz korijena kocke u acetonu ili eteru. Ekstrakcijom nastaju 2 % do 40 % rotenonske smole koja sadrži nekoliko srodnih, ali manje insekticidnih spojeva poznatih kao rotenoidi. Smola se koristi za stvaranje tekućih koncentrata ili za impregniranje inertne prašine. Većina rotenonskih proizvoda izrađena je od složene smole, a ne od pročišćenog samog rotenona. Rotenon je snažni inhibitor staničnog disanja, procesa koji pretvara hranjive spojeve u energiju na staničnoj razini. Kod kukaca rotenon ima toksične učinke prvenstveno na živčane i mišićne stanice, što uzrokuje brzi prestanak hranjenja. Smrt se događa nekoliko sati do nekoliko dana nakon izlaganja. Rotenon je izuzetno toksičan za ribu, a često se koristi kao riblji otrov u programima upravljanja vodama. Učinkovito ga sinergiraju PBO ili MGK 264 (Duke, 1990). Rotenon je jedan od najotrovnijih biljaka. Usporedbe radi, čisti, neformulirani rotenon je toksičniji od čistog karbarila (Sevin®) ili malationa, dva često korištena sintetska insekticida. U obliku prašiva od 1 %, rotenon predstavlja otprilike istu akutnu opasnost kao i obično dostupna 5 % prašina od Sevina (Bickers et al., 2003). Niti jedno sredstvo na bazi djelatne tvari rotenon nema dozvolu za suzbijanje štetnika u Hrvatskoj u 2021. godini (FIS, 2021).

## Ryania

Ryania potječe od južnoameričke biljke *Ryania speciosa*. U stabljici i korijenu biljke sadržana je najveća količina aktivnih spojeva. Najznačajnija djelatna tvar koja potječe od ryanie je alkaloid rianoid, koji čini oko 0,2 % mase suhe stabljike ryanie. Ryania je sporo djelujući želučani otrov. Iako ne uzrokuje brzu paralizu ("knock-down" efekt), uzrokuje da se kukci prestanu hraniti ubrzo nakon što su je unijeli u probavni sustav. U usporedbi s brojnim biljnim insekticidima, ryania ima dulje

rezidualno djelovanje na kukce (Duke, 1990). Niti jedno sredstvo na bazi djelatne tvari rianoid nema dozvolu za suzbijanje štetnika u Hrvatskoj u 2021. godini (FIS, 2021).

Prema Korunić i Rozman (2012), prednosti botaničkih insekticida su mnogobrojne:

**Brza razgradnja.** Botanički insekticidi se razgrađuju vrlo brzo pod utjecajem sunčevog svjetla, vlage i djelovanjem oborina (kiša). Manje su postojani pa zbog toga imaju manji negativni utjecaj na korisne i neciljane organizme.

**Brzo djelovanje.** Botanički insekticidi u pravilu ubijaju kukce vrlo brzo ili sprječavaju njihovu prehranu neposredno nakon primjene insekticida.

**Niska toksičnost za toplokrvne organizme.** Većina botaničkih insekticida ima nisku toksičnost kad se unose u organizam putem usta (oralna toksičnost) i općenito nisu ili su vrlo malo toksični za toplokrvne organizme i pčele.

**Selektivnost.** Zbog svoje relativno kratkotrajne djelotvornosti, većina botaničkih insekticida je znatno manje štetna za korisne organizme u usporedbi s brojnim sintetskim insekticidima.

**Minimalni utjecaj na biljke.** Brojni botanički insekticidi nisu štetni za biljke (nisu ili su malo fitotoksični) kad se primjenjuju sukladno uputama.

Međutim, postoje i određeni nedostaci u korištenju botaničkih insekticida, a to su:

**Brza razgradnja.** Brza razgradnja botaničkih insekticida, premda povoljna sa stajališta zaštite okoliša i ljudskog zdravlja, često zahtijeva njihovu češću primjenu.

**Toksičnost.** Premda se smatra da su u pravilu znatno manje toksični u usporedbi s sintetskim insekticidima, pojedini botanički insekticidi kao nikotin i rotenon su otrovniji na čovjeka i ribe u usporedbi s nekim sintetskim insekticidima.

**Cijena i dostupnost.** Botanički insekticidi su u pravilu skuplji od sintetskih insekticida. Brojni nisu komercijalno dostupni zbog mnogih razloga, uključujući i standardizaciju proizvodnje.

**Nedostatak podataka o dugotrajnoj djelotvornosti.** Nema podataka o dugotrajnoj djelotvornosti botaničkih insekticida (Korunić i Rozman, 2012).

Rasooli (2011) u svojoj knjizi spominje dva botanička insekticida registrirana u Španjolskoj za suzbijanje *T. vaporariorum*: PROGRANIC CinnAcar na bazi ekstrakta cimeta, te BIODIE koji je kombinacija djelatnih tvari agremonin, berberin ricin i tertienil. Oba proizvoda imaju insekticidno i akaricidno djelovanje. Diljem svijeta provode se istraživanja koja za cilj imaju pronaći nove učinkovite botaničke insekticide. Iranski znanstvenici Dehghani i Ahmadi (2013) proveli su

istraživanje kojim su utvrđivali djelotvornost esencijalnih ulja i vodenih ekstraktata izoliranih iz pet aromatičnih biljaka. Istraživali su imaju li te djelatne tvari odbijajuće (repelentno) i anti-ovipozicijsko djelovanje na cvjetnog štitastog moljca. Istraživanje je provedeno na biljkama krastavaca. Biljke su tretirane esencijalnim uljima ili vodenim ekstraktima (40 µL/ml), a kontrolne biljke prskane destiliranom vodom. Otprilike 250 odraslih štitastih moljaca pušteno je u kavez. Kako bi se procijenio učinak repelenta i anti-ovipozicije, tri i šest dana nakon zaraze zabilježen je broj jajašaca i odraslih po listu. Najveći anti-ovipozicijski učinak u tri dana nakon zaraze dogodio se s esencijalnim uljem *Achillea millefolium* L. Najveći učinak odbijanja pojavio se tri, odnosno šest dana nakon zaraze vodenim ekstraktima *Cuminum cyminum* L. i *Thymus vulgaris* L. Esencijalno ulje i vodeni ekstrakt kore od narančinog voća (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) imali su najmanje repelentne i anti-ovipozicijske učinke. Ovi rezultati ukazuju na potencijalnu uporabu esencijalnih ulja i vodenih biljnih ekstraktata u suzbijanju cvjetnog štitastog moljca (Dehghani i Ahmadi, 2013).

## Rasprava i Zaključak

Cvjetni štitasti moljac je štetnik koji je kroz posljednjih nekoliko desetljeća postao jedan od najvažnijih štetnika kultura u zaštićenim prostorima, a u toplijim krajevima i kultura koje se uzgajaju na otvorenom. Učestala pojava i veliki broj generacija tijekom vegetacije, ekonomski značajne štete, veliki broj biljaka domaćina i sve izraženija pojava otpornosti na insekticide razlozi su zbog kojih je suzbijanje ovog štetnika neophodno tijekom trajanja vegetacijske sezone povrća u zatvorenim prostorima, te ukrasnog bilja na kojem također pričinjava značajne štete (Mound i Halsey, 1978). Prije svega potrebno je utvrditi prisutnost moljca metodama prethodno opisanim u radu. Praćenje pojave štetnika jako je bitan dio u procesu suzbijanja jer omogućuje uvid u stanje populacije i daje priliku za pravovremeni početak suzbijanja. Sa suzbijanjem je potrebno početi već pri ulovu jedne odrasle jedinke na 100 biljaka (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Iako primjena insekticida u većini slučajeva predstavlja glavnu mjeru koja se koristi tijekom suzbijanja štetnika, unazad nekoliko godina učinkovitost im opada. Razlog tomu je sve manji izbor insekticida, ali i sve veći zabilježeni broj pojave otpornosti štetnika na djelatne tvari insekticida. Pojava rezistentnosti štetnika, u ovom slučaju cvjetnog štitastog moljca, na insekticide u poljoprivrednoj proizvodnji jedan je od najznačajnijih problema, jer broj zabilježenih slučajeva ide uzlaznom putanjom i zabilježena je za većinu djelatnih tvari koje su danas u upotrebi (Lemić et al., 2017). Rezistentnost cvjetnog štitastog moljca predstavlja globalni problem jer je utvrđena u svim regijama svijeta, neovisno o klimatskim prilikama. Razvoju rezistentnosti pogoduje niz čimbenika. Prije svega nepravilna i prekomjerna uporaba insekticida, loša poljoprivredna praksa (Roermund, 1995). Stoga je za zadovoljavajuće rezultate u praksi potrebno primjenjivati kombinaciju agrotehničkih, fizikalnih, kemijskih i bioloških mjera kako bi se spriječilo povećanje populacije i daljnje širenje štetnika, te razvoj rezistentnosti (Šimala et al., 2016). Biološke mjere suzbijanja odnosno uporaba prirodnih neprijatelja cvjetnog štitastog moljca i botaničkih

insekticida trebale bi biti neizostavan dio kompleksa mjera u suzbijanju ovog štetnika. Pri niskim populacijama moljca potvrđena je izrazita učinkovitost prirodnih neprijatelja protiv štetnika. Prednost bioloških mjera je što su ekološki prihvatljive, nije zabilježena nikakva otpornost štetnika prema prirodnim neprijateljima, a uporaba klasičnih sintetskih insekticida se tada smanjuje (Zabel et al., 2001). Time se umanjuje i usporava mogućnost razvoja rezistentnosti, a povećavaju izgledi učinkovitosti insekticida u situacijama kada je njihova primjena neophodna.

Botanički insekticidi zapostavljena su mjera suzbijanja, posebice u slabije razvijenim zemljama, unatoč njihovom velikom potencijalu. Sam potencijal odnosno sve mogućnosti uporabe, djelovanja i dobivanja botaničkih insekticida još nisu do kraja istraženi pa svakako ima mjesta za napredak. Visoka cijena koštanja proizvodnje botaničkog insekticida jedan je od glavnih razloga njihove male zastupljenosti na tržištu insekticida. Uz to, česta potreba za višekratnom primjenom, niža učinkovitost, slabija dostupnost u odnosu na kemijske insekticide čini sintetske insekticide privlačnijima i zastupljenijima na tržištu. No sve zvučniji problem rezistentnosti, ali i ekološki negativno djelovanje kemijskih insekticida potiče veću zainteresiranost za nove mjere zaštite, a jedna od njih su svakako botanički insekticidi (Korunić i Rozman, 2012).

Svaka od navedenih mjera suzbijanja ima svoje prednosti i nedostatke. Stoga suzbijanje cvjetnog štitastog moljca treba provoditi planski i promišljeno, koristeći kompleks mjera koje se međusobno nadopunjuju, a to se postiže integriranom zaštitom bilja. Važno je znati da doza čini otrov, neovisno o kojoj vrsti i skupini insekticida se radi. Botaničke i kemijske insekticide treba koristiti racionalno i odgovorno, a prije njihove primjene pažnju treba dati preventivnim mjerama koje mogu biti učinkovite ako se pravilno i pravovremeno primjenjuju (Šimala et al., 2016).

## Literatura

APRD (2020). Arthropod Pesticide Resistance Database (Dostupno na: <https://www.pesticideresistance.org/>, posjećeno 28. 07. 2021.)

Bagi, F., Bodnar, K. (2012). Fitomedicina. Novi Sad: Laser studio.

Bažok, R., Lemić, D. (2017). Rezistentnost štetnika na insekticide. *Glasilo biljne zaštite*, 17(5), 429-438.

Bickers, D., Calow, P., Greim, H., Hanifim, J. M., Rogers, A. E., Saurat, J. H., Sipes, I. G., Smith, T. G., Tagami, H. (2003). A toxicologic and dermatologic assessment of linalool and related esters when used as fragrance ingredients. *Food and chemical toxicology*, 41, 919-942.

Cloyd, R. (2012-13). *New England Greenhouse recommendation guide, A Management of Guide for Insects, Diseases, Weeds and Growth regulators. Section B: Integrated Pest Management and Insect Biology*. Kansas: Kansas State University.

Dhillon, K. (1999). Bionomics of whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. Diplomski rad, Dr Y. S. Pramur University of horticulture and forestry Solan, Himachal Pradesh.

Dehghani, M., Ahmadi, K. (2013). Anti-oviposition and repellence activities of essential oils and aqueous extracts from five aromatic plants against greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19, 691-696.

Duke, S. O. (1990). *Natural Pesticides from Plants*. U: Advances in new crops (Janick J., E Simon J., Ur.). Timber Press, Portland, Oregon, 511-517.

EPPO (2004). EPPO Standards: Diagnostic protocols for regulated pests. *EPPO Bulletin*, 34, 155-157.

FIS (2021). Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja. Ministarstvo poljoprivrede, Republika Hrvatska (Dostupno na: <https://fis.mps.hr/trazilicaszb/>, posjećeno: 31. 08. 2021.)

Gamarra, H., Carhuapoma, P., Mujica, N., Kreuze, J., Kroschel, J. (2016). *Greenhouse whitefly, Trialeurodes vaporariorum (Westwood 1956). Pest distribution and risk atlas for Africa*. Potential global and regional distribution and abundance of agricultural and horticultural pests and associated biocontrol agents under current and future climates. Lima (Peru). International Potato Center (CIP), 154-168.

Gahukar, R. T. (1995). *Neem in plant protection*. Agri\_Horticultural Publishinmg House, Nagpur, India.

Gotlin Čuljak, T., Juran, I. (2016). *Poljoprivredna entomologija- Sistematika kukaca*. Radin print, Sveta Nedjelja.

Hoddle, M. S., VanDriesche, R. G., Sanderson, J. P. (1998). Biology and use of the Whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. *Annual Review of Entomology*, 43, 645-669.

Isart, J. (1997). The Greenhouse whitefly, general information, preliminary investigations and possibilities for control. *Entomologia de la Escuela de Ingenieria Tecnica Agriola deBarcelona*, 86, 23.

Isman, M. B. (1997). Neem and Other Botanical Insecticides: Barriers to Commercialization. *Phytoparasitica*, 25(4), 339-344.

I. Juran, Kristina Šumić, Maja Čačija / *Mogućnosti suzbijanja cvjetnog štastog moljca prirodnim neprijateljima i botaničkim insekticidima / Glasilo Future (2021) 4 (4) 01–21*

Johnson, M. W., Caprio, L. C., Coughlin, J. A., Tabashnik, B. E., Rosenheim, J. A., Welter, S. C. (1992). Effect of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on Yield of Fresh Market Tomatoes. *Journal of Economic Entomology*, 85(6), 2370-2376.

Juran, I., Gotlin Čuljak, T., Ševar, M. (2020). *Biološke mjere (biopesticidi)*. U: Urbano biovrtlarstvo (Gotlin Čuljak, T., Ur.). Radin print d.o.o., Sveta Nedjelja, 137-169.

Karatolos, N. (2011). Molecular mechanisms of insecticide resistance in the glasshouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*. Doktorska disertacija, University of Exeter, UK.

Kereši, T., Konjević, A., Popović, A. (2019). *Posebna entomologija 2*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Koppert Biological Systems (2021a). En-Strip. (Dostupno na: <https://www.koppert.hr/en-strip/>, posjećeno 29. 07. 2021.)

Koppert Biological Systems (2021b). Ercal. (Dostupno na: <https://www.koppert.hr/ercal/>, posjećeno 29. 07. 2021.)

Korunić, Z., Rozman, V. (2012). Biljni insekticidi. Zbornik radova seminara DDD i ZUPP 2012 – integralni pristup, 24. znanstveno – stručno - edukativni seminar s međunarodnim sudjelovanjem o novinama u djelatnosti dezinfekcije, dezinfekcije, deratizacije (DDD) i zaštite uskladištenih poljoprivrednih proizvoda (ZUPP), 269-280.

Lemić, D., Čačija, M., Drmić, Z., Virić Gašparić, H., Bažok, R. (2017). Praćenje rezistentnosti štetnika. *Glasilo biljne zaštite*, 17(5), 439-445.

Martin, N. A. (1999). Whitefly: natural enemies of whitefly and their biology. *Crop & Food Research*, 92, 1-8.

Martin, N. A. (2005). Whitefly insecticide resistance management strategy. *Crop & Food Research*. (Dostupno na: <https://resistance.nzpps.org/index.php?p=insecticides/whitefly>, posjećeno 29. 07. 2021.)

Maceljiski, M. (2002). *Poljoprivredna entomologija*, Zrinski, Čakovec.

Macan, J., Varnai, V. M., Turk, R. (2006). Zdravstveni učinci piretrina i piretroida. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 57(2), 237-243.

Mound, A. L., Halsey, S. H. (1978). *Whitefly of the world: a systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data*. British Museum (Natural History) and Wiley, London.



Nasruddin, A., Mound, L. (2016). First record of *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) severely damaging field grown potato crops in South Sulawesi, Indonesia. *Journal of plant protection research*, 56(2), 199-202.

Oštrec, Lj., Gotlin Čuljak, T. (2005). *Opća entomologija*. Zrinski, Čakovec.

Pappas, M. L., Migkou, F., Broufas, G. (2013). Incidence of resistance of neonicotinoid insecticides in greenhouse populations of whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Greece. *Applied Entomology and Zoology*, 48, 373-378.

Pym, A., Singh, K. S., Nordgren, Å., Davies, T. G. E., Zimmer, C. T., Elias, J., Slater, R., Bass, C. (2019). Host plant adaptation in the polyphagous whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, is associated with transcriptional plasticity and altered sensitivity to insecticides. *BMC Genomics*, 20, 996.

Rasooli, I. (2011). *Bioactive compounds in Phytomedicine*. InTech, Rijeka.

Roermund, H. J. W. van (1995). Understanding biological control of greenhouse whitefly with the parasitoid *Encarsia formosa*. From individual behaviour to population dynamics. Doktorska disertacija, Wageningen University and Research, ProQuest Dissertations Publishing.

Rozman, V. (2011). *Rezistencija štetnika na pesticide*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

Sekulić, R., Spasić, R., Kereši, T. (2008). *Štetočine povrća i njihovo suzbijanje*. Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Novi Sad.

Šimala, M., Masten Milek, T., Pintar, M. (2016). Štitasti moljci (Hemiptera: Aleyrodidae) – Gospodarski važni štetnici rajčice u zaštićenom prostoru. *Glasilo biljne zaštite*, 16(5), 433-446.

Wintermantel, W. M. (2004). Emergence of Greenhouse Whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) Transmitted Criniviruses as Threats to Vegetable and Fruit Production in North America. APSnet, Feature Story. (Dostupno na: <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/GreenhouseWhitefly.aspx>, posjećeno: 23. 07. 2021.)

Zabel, A., Manojlović, B., Stanković, S., Rajković, S., Kostić, M. (2001). Control of Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Wetsw. (Hemiptera, Aleyrodidae) on Tomato by the new insecticide Acetamiprid. *Journal of Pest Science*, 74, 52-56.

**Primljeno:** 03. rujna 2021. godine

**Received:** September 03, 2021

**Prihvaćeno:** 19. listopada 2021. godine

**Accepted:** October 19, 2021