

BIOLOŠKA KONTROLA - *ENCARSIA FORMOSA* PARAZITOID BELE LEPTIRASTE VAŠI (*TRIALEURODES VAPORARIORUM*)

*Marija Bajagić¹, Nemanja Stošić², Milan Blagojević³, Marina Dervišević⁴,
Vojin Cvijanović⁵, Milan Glišić⁶*

Apstrakt

*U ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji, poput integralne i organske, korisni insekti imaju široku primenu i predstavljaju nezaobilazan segment zaštite bilja. Iako skoro potpuno kontrolisan, zatvoren sistem proizvodnje povrća prate različite vrste štetnih organizama od kojih najviše pažnje privlače štetni insekti. Nasuprot konvencionalnoj poljoprivredi, koja se bazira na upotrebi sintetičkih hemijskih materija, u ekološkoj poljoprivredi prednost se daje biološkim agensima u procesima suzbijanja poljoprivrednih štetočina. U zatvorenim sistemima razvijena je praksa biološke kontrole korišćenjem parazitoida *Encarsia formosa* i jedan je od najuspešnijih primera suzbijanja bele leptiraste vaši *Trialeurodes vaporariorum* i leptiraste vaši duvana *Bemisia tabaci*. Cilj rada je rezimiranje podataka naučnih istraživanja biološke borbe protiv štetnih insekata, koji se zasnivaju na mogućnosti kontrolisane upotrebe i značajnosti parazitoida, kao što je parazitska osica *Encarsia formosa* u borbi protiv bele leptiraste vaši (*Trialeurodes vaporariorum*), čime predstavljaju alternativnu i ekološki prihvatljiviju zaštitu povrtarskih kultura u zatvorenom prostoru.*

*Ključne reči: biološka borba, *Encarsia formosa*, *Trialeurodes vaporariorum*, zatvoren sistem, ekološka proizvodnja*

¹ Marija Bajagić, Dr, docent, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet „Bijeljina“, Pavlovića put bb, 76300 Bijeljina, BiH, E-mail: bajagicmarija@yahoo.com

² Nemanja Stošić, Dr, predavač, Akademija strukovnih studija Šabac, odsek za poljoprivredno-poslovne studije i turizam, Vojvode Putnika 56, 15000 Šabac, Srbija, E-mail: nemanjastosic87@gmail.com

³ Milan Blagojević, Dr, viši predavač, Akademija strukovnih studija Šabac, odsek za poljoprivredno-poslovne studije i turizam, Vojvode Putnika 56, 15000 Šabac, Srbija, E-mail: blagojevicmilan@ymail.com

⁴ Marija Dervišević, Dr, Naučni saradnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, Karađorđeva 71, 11420 Smederevska Palanka, Srbija, E-mail: dervisevic.marina1989@gmail.com

⁵ Vojin Cvijanović, Doktorand, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Bulevar despota Srefana 68b, 11000 Beograd, Srbija, E-mail: cvija91@yahoo.com

⁶ Milan Glišić, Dr, predavač, Akademija strukovnih studija Šabac, odsek za poljoprivredno-poslovne studije i turizam, Vojvode Putnika 56, 15000 Šabac, Srbija, E-mail: milanglisic88@gmail.com

Uvod

Novi koncepti zaštite bilja temelje se na načelima novih bezbednih tehnologija u poljoprivrednoj proizvodnji. Tendencija razvoja alternativnih pravaca u poljoprivrednoj proizvodnji nastaje iz razloga prekomerne i nekontrolisane upotrebe sintetičkih sredstava za zaštitu i ishranu bilja u intezivnoj konvencionalnoj proizvodnji (Đukić i sar., 2019), kao i negativne posledice proizvodnje uzorkovane globalnim klimatskim promenama (Bajagić i sar., 2022). Naime, Cvijanović i sar., (2020) navode da zahtevi i potreba za konzumiranjem zdravstveno bezbedne hrane nameće implementaciju bezbednih tehnologija poput održive poljoprivredne proizvodnje među kojima su integralna poljoprivreda i tzv. ekološka odnosno organska poljoprivreda. Naučna istraživanja iz područja zaštite bilja su decenijama orijentisana na proučavanju naučnih osnova za uspešno sprovođenje zaštite bilja. Naime, u pitanju je kompleksan sistem kontrole štetnih organizama koji se oslanja pre svega na tip proizvodnje, zatim na preventivne i kurativne mere, propisane zakonom i pravilnicima svake države (Glare et al., 2016), pa je tako sprovođenje zaštite bilja postalo imperativ za sve proizvođače. Mnogi autori zaključuju da suzbijanje bolesti, štetočina i korova predstavlja najveći problem u organskoj proizvodnji, jer nije dozvoljena upotreba sintetičkih hemijskih preparata koji se koriste u konvencionalnoj poljoprivredi. Sa druge strane, integralna zaštita bilja podrazumeva primenu svih raspoloživih sredstava za sprečavanje pojave i razvoja brojnosti štetnih organizama: plodored, otporne sorte, ostale agrotehničke mere, kao i mehaničke, fizičke i biološke mere, te ukoliko je brojnost iznad dozvoljenog praga štetnosti, pristupiti hemijskim merama, upotrebom pesticida. Uloga agrotehničkih mera je da osigura razvoj zdrave biljke, populaciju štetnih organizama drži ispod kritičnoga broja, čuva prirodne neprijatelje, smanji rizik pojave rezistentnosti, smanji primenu pesticida. Upotreba pesticida kroz hemijske mere primenjuje se samo kada su iscrpljene sve druge mogućnosti.

U poslednje dve decenije, mnogi autori navode da različitim aktivnostima čoveka dolazi do pada brojnosti i različitosti vrsta. Batáry et al., (2012) objašnjava da jedno od rešenja jeste ekološka poljoprivreda, dok Torres and Bueno (2018) naglašavaju značaj insekata kao važnog faktora u povećanju biološke raznovrsnosti. Poznato je već, da kada se govori o insektima u poljoprivredi, uglavnom je akcenat na onima koji stvaraju štete. No, postoji puno veći broj vrsta koje nemaju negativan uticaj na kulture, već naprotiv deluju kao prirodni neprijatelji štetočina, pomažu kod oprашivanja, važan su deo biološke komponente zemljišta ili se tek slučajno nađu na poljoprivrednim površinama. Ovi insekti čine važan segment zaštite bilja u ekološkoj poljoprivredi. Značaj korisnih insekata je poznato od davnina, međutim novija istraživanja bolje objašnjavaju njihov uticaj i ulogu u poljoprivredi. U integriranoj, a posebno ekološkoj zaštiti bilja korisni insekti se koriste kao nezaobilazna biološka mera, pogotovo u kontroli i suzbijanju štetnih vrsta (Ndakidemi i sar., 2016). Biološka kontrola je postala važan deo ekološkog pravca poljoprivrede, kojem je posvećena velika pažnja kao strategija u zaštiti useve od štetočina uz istovremeno smanjenje negativnih efekata insekticida na

našu okolinu (Naranjo et al., 2015; Vasileios et al., 2017; Torres and Bueno, 2018).

Komparacija konvencionalne, integralne i organske poljoprivredne proizvodnje

Razvoj hemijske industrije uticao je na razvoj konvencionalne poljoprivrede, gde je prekomernom, neograničenom i često nekontrolisanom upotrebom mineralnih đubriva i različitih preparata za zaštitu bilja, dovela do nerprocenljivog zagađenja životne sredine i brigu za zdravlje ljudi (Chandrakar et al., 2020). Zemljište se smatra obnovljivim izvorom, međutim poslednjih godina često se napominje da ovim sistemom proizvodnje dolazi do smanjenja plodnosti zemljišta, gubitka humusa, narušavanje strukture zemljišta, zagađenja zemljišta, što kao posledicu ima i zagađenje voda i vazduha. Iz navedenih razloga, Svetska zdravstvena organizacija (WHO) i Organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO), su propisali dozvoljene količine hemijskih sredstava koji se mogu koristiti u konvencionalnoj proizvodnji, uključujući kontrolu proizvodnje pesticida i drugih materija, čiji rezidui nisu opasni po život korisnika. Navedeno implicira da samo maksimalno kontrolisana konvencionalna proizvodnja u kojoj je dozvoljena primena hemijskih inputa ipak može imati pozitivanog karaktera.

S druge strane, u ekološkoj organskoj proizvodnji mineralna đubriva, pesticidi, genetski modifikovani organizmi i drugo su zabranjeni, što povoljno utiče na obnovljivost i očuvanje plodnosti zemljišta i bioraznolikosti (Nikolić et al., 2019). Najveći problem u organskoj proizvodnji je zaštita biljaka odnosno suzbijanje bolesti, štetočina i korova, obzirom da nije dozvoljena upotreba pesticida. Sistem kontrole štetnih organizama pre svega vrši se preventivnim merama, i biološkim merama koje su dozvoljene i propisane zakonom i pravilnicima organskoj proizvodnji (Cvijanović i sar., 2020).

Generalno, ekološka poljoprivreda kvalitetom proizvoda i drugim brojnim prednostima, nadmašuje konvencionalnu proizvodnju. Ipak, neosporna je činjenica da ekološka poljoprivreda ne može u potpunosti zameniti konvencionalnu proizvodnju obzirom na svetsku potrebu za hranom u smislu količine proizvedene hrane, a dodatno i cene proizvoda. To su glavni razlozi poljoprivrednih proizvođača koji svoju proizvodnju usmeravaju na integralni sistem, koji predstavlja kompromis između ove dva potpuno različita sistema proizvodnje.

Integralna proizvodnja se bazira na korigovanim merama iz konvencionalne proizvodnje, koje se odnose na ograničenu primenu đubriva i pesticida, gde je dozvoljeno gajenje GMO-a, definišu agrotehničke mere i kontrolišu se ekonomski, ekološki i toksikološki aspekti (Carvalho, 2017).

Primena mera zaštite bilja

Mere koje se koriste u zaštiti bilja prvoshodno trebaju biti ekološke, odnosno da ne postoji negativnih uticaja na ljude i druge organizme i na životnu sredinu

uopšte. Mere se dele prema načinu delovanja i to na: preventivne (indirektne) i kurativne (direktne) mere. Preventivne mere se dele na: agrotehničke i administrativne mere, dok se kurativne dele na: mehaničke, fizičke, hemijske i biološke mere. **Agrotehničke mere** podrazumevaju sve mere i korake prilikom organizovanja i sprovođenja kompletne proizvodnje nekog useva, počev od odabira palcere, obrade, izbora čistog semena i sadnog materijala, nege useva i drugo. **Administrativne mere** zaštite bilja se odnose na poštovanje Zakona, propisa i pravilnika koji su propisani od strane države. **Mehaničke mere** zavise od angažovanja ljudi i mehanizacije, te često zbog velikog utroška energije se pribegava korišćenju drugih mera. Ova mera podrazumeva ručno ili mašinsko ukljanjanje štetnih organizama, rezidbu, sakupljanje i uništavanje zaraženih biljnih organa, postavljanje mreže i klopki itd. **Fizičke mere** se najmanje upotrebljavaju i to zbog nedostatka finansijskih inputa u aparate koji se koriste. Mehanizam delovanja fizičkih mera je povezan sa reakcijom biljaka na: niske ili visoke temperature, vlažnost, svetlost, jonizujuće ili nejonizujuće zračenje itd. **Hemijske mere** u integralnoj i organskoj proizvodnji su potpuno minimizirane. Primena sintetičkih preparata je ograničena i može se koristiti samo u posebnim i retkim slučajevima, koji su propisani od strane nadležnih organizacija. Mnogi autori navode da upotreba biopesticida pripada hemijskim merama, dok drugi autori navode da pripadaju biološkim merama, obzirom da aktivna materija ovih preparata čini živi organizam ili produkt živog organizma. **Biološke mere** su najbitniji segment integralne i organske poljoprivredne proizvodnje, obzirom da se za zaštitu kultura koriste prirodni neprijatelji koji se mogu svrstati u četiri tipa: predatori, paraziti, parazitoidi i patogeni. Jeffers & Chong (2021) navode da u korisne insekte dodatno spadaju i polinatori odnosno oprašivači. Cilj biološke kontrole je sprečavanje i suzbijanje širenja populacije štetočina i oštećenja bez pesticida ili sa smanjenom upotrebom pesticida. Suzbijanje korišćenjem parazitoida *Encarsia formosa* raširena je praksa i jedan od najuspešnijih primera biološke kontrole uopšte. U zavisnosti od vrste štetočine i njegovog životnog ciklusa, useva, sistema proizvodnje i klimatskih uslova zavisi će odabir i strategija korišćenja korisnih insekata.

Biološka kontrola: Parazitska osa *Encarsia Formosa* kao parazitoid bele leptiraste vaši *Trialeurodes Vaporariorum*

Parazitoidi se svrstavaju u najvažniju grupu korisnih inskekata, obzirom da upotreba parazitoida za razliku od predatora i patogena, ima najveću stopu smrtnosti štetnih insekata (Buchori and Sahari, 2008; Pilkington et al., 2010). Isti autori navode da red Hymenoptera broji najviše parazitoida (75% od ukupnih cca 330.000 vrsta). Parazitoidi su visoko specijalizovani prema stadijumu razvoja domaćina, te postoje parazitoidi jaja, larvi, lutki i imaga (adulta). U odnosu na način parazitiranja, ovi insketi se dele na: endoparazite (polaganje jaja u domaćina) i ektoparazite (polaganje jaja na domaćina). Međutim, postoje i izvesna ograničenja, poput klimatskih uslova nepovoljni za parazitoida, uticaj vrste i sorte biljke domaćina, suviše velika gustina populacije štetne vrste, te je neophodna primena i drugih mera, poput primene biopesticida (Albajes et al., 1999). Jedna od najčešćih i najuspešnijih praksi upotrebe

parazitoida je vrsta parazitske ose *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) za sprečavanje širenja i suzbijanja bele leptiraste vaši *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) i to u zatvorenim sistemima proizvodnje (Walia et al., 2021).

Bela leptirasta vaš ili štitasti moljac *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) je široko rasprostranjena vrsta, polifag i ekonomski najznačajnija štetočina povrtarskih kultura i ukrasnog bilja u zaštićenom prostoru (Singh and Sood, 2018). *T. vaporariorum* isisavanjem biljnih sokova nanosi direktne štete. Sekundarne štete nastaju lučenjem medne rose od strane štetočine, gde dolazi do privlačenja i stvaranja povoljnih uslova za razvoj saprofitnih gljiva čađavice. Dodatno, značaj bele leptiraste vaši se ogleda i kao vektora virusa paradajza, salate, krastavac, tikvice i drigo (Kos et al., 2009). Takođe, *T. vaporariorum* je vektor grinje *Polyphagotarsonemus latus* koja se javlja na povrću, pogotovo na paprici u zatvorenim proizvodnim sistemima. Štete stvaraju adulti i larve, ali i njihova brojnost, obzirom na brzu sposobnost razmnožavanja, te se na taj način javlja veliki broj generacija, koje se preklapaju. Iz navedenih razloga kontrola ove štetočine je otežana, usled pojave različitih vrsta stadijuma u istom vremenskom periodu. Suzbijanje bele leptiraste vaši upotrebom insekticida neomogućava trajno rešenje, obzirom na ostatke rezida i na potrebu za proizvodnjom zdrave hrane (Karatolos et al., 2010). Sa druge strane primena parazitoida *Encarsia formosa* je sve više rasprostranjena u praksi i predstavlja jedan od najuspešnijih primera biološke kontrole (De Vis et al., 2018; Ayelo et al., 2022).

Slika 1. Različiti nivoi razvija bele leptiraste vaši *Trialeurodes vaporariorum*



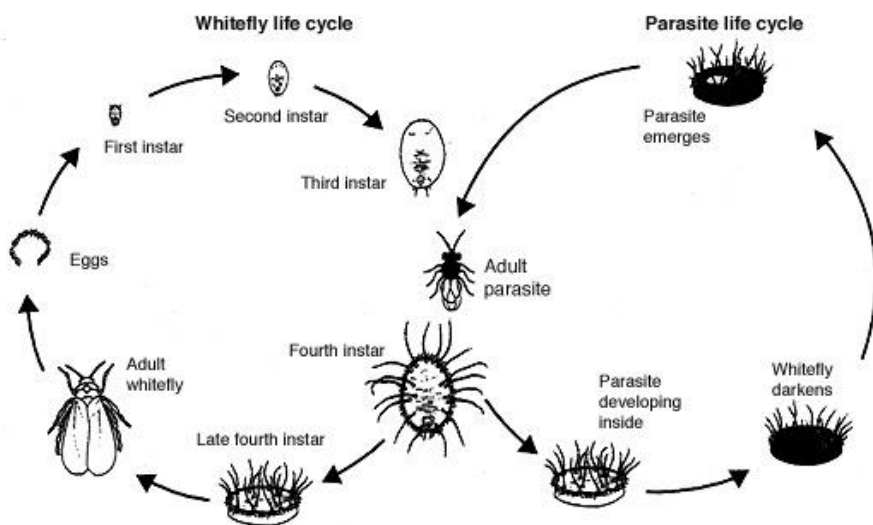
Izvor: www.dendrolog.rs i poljoinfo.com

Parazitske ose *Encarsia formosa* su prirodni predatori insekata, koje su se aktivno koristile u komercijalne svrhe 1920-ih godina, sve do 1945. godine kada počinje era pronalaska, proizvodnje i maksimalne primene pojavom različitih

insekticida. Potreba za očuvanjem životne sredine i proizvodnje zdrave hrane, nameću ponovnu upotrebu ovog insekta od 1970. godine (Hoddle et al., 1998).

Parazitne ose su solitarni, uniparentalni endoparazitoidi, dužine do 1 mm. Populacija uglavnom obuhvata ženke, crne glave i grudnog koša i žutog stomaka, sposobne za partenogenetsko raznožavanje u stadijumu embriona tzv. poliembrionalno razmnožavanje. Mužjaci se vrlo retko pojavljuju, crne su boje i nefunkcionalni u smislu razmnožavanja. Odrasle jedinke se hrane mednom rosom koju stvara domaćin, kao i hemolimfom domaćina ubadanjem usnog aparata (Hoddle et al., 1998), hranjenjem, što implicira smrt bele leptiraste vaši. Na taj način dolazi do smanjenja određenog procenta populacije štetočine. Prema navodima Van Alpen et al., (1976) za ishranu *E. formosa* napada sve preimaginalne stadijume *T. vaporariorum* osim jajeta, s tim što preferira nimfe (ili tzv. pupe - poslednji stadijum larve – preadultni stadijum) i larve drugog stepena. Isti autori objašnjavaju ponašanje parazitne ose da prilikom korišćenja određenih stadijuma vaši za ishranu, isti neće biti upotrebljene za ovipoziciju, i obrnuto, da već iskorišćeni stadijumi za polaganje jaja se neće koristiti za ishranu.

Slika 2. Životni ciklus *Trialeurodes vaporariorum* i *Encarsia Formosa*



Izvor: www.ipm.ucanr.edu

Polaganje jaja *E. formosa* može biti u svim nezrelim stadijumima razvića domaćina, izuzev stadijuma jajeta i imaga, a najčešće u trećem i četvrtom larvenom stupnju (Enkegaard, 1993). Jaje *E. formosa* sazreva 8 – 10 dana unutar parazitirane larve *T. vaporariorum*. Larva parazitoida izaziva jaku melanizaciju telesnog omotača pupe vaši (Perić, 2004). Iz jajeta se izleže larva ose koja se hrani unutar larve bele vaši (najviše 10 dana), koja postaje crna i

izaziva njenu smrt. Nakon nekoliko dana imago ose napušta parazitiranu larvu praveći tipičan ovalni otvor usnim aparatom, živi oko 10 dana i time se završava ciklus života ose. *Encarsia formosa* ima veliku sposobnost pretrage i lociranja domaćina *T. vaporariorum*, gde parazitske ose oslanjaju na svoj sistem mirisa, koji uključuje niz mirisnih proteina (He et al., 2020). Većina ženki *Encarsia formosa* pri povoljnim uslovima u proseku polaže oko 10 jaja dnevno. De Vis & Van Lenteren (2008) navodi da jedna pazatiska osa može da parazitira između 250-300 larvi bele leptiraste vaši i da dodatno ishranom ubije između 30-70 larvi.

Slika 3. Imago *E. formosa* parazitira nimfu *T. vaporariorum*. **Slika 4.** Imago *E. formosa* izlazi iz nimfe bele leptiraste vaši. **Slika 5.** Larve *T. vaporariorum*, gore desno nije parazitirana, u sredini melanizovana parazitirana larva. **Slika 6.** larva sa izlaznim prorezom koju je napravio adult *E. Formosa*



Izvor: www.ipm.ucanr.edu

Prema mnogim istraživanjima, kontrola pojave letećih insekata se vrši postavljanjem žutih lepljivih ploča iznad biljaka, koje se redovno proveravaju. Utvrđivanjem pojave bele leptiraste vaši na biljkama ili lepljivim pločama, uvode se komercijalni proizvodi parazitne ose i to 1 do 2 *Encarsia formosa* po m² nedeljno. Proizvodi parazitoida se sastoje od pupe osica koje su upakovane na kartonskim karticama. Programi uvođenja *Encarsia formosa* su najefikasniji kada je početna populacija belih vašiju prilično niska (do 2 po biljci). Pri

povoljnim i kontrolisnim uslovima dolazi do pojave imaga osice koja odmah počinje sa napadom vaši. Veliki raspon temperature 15-30°C utiče pozitivno na parazitoizam *Encarsia formosa*, te se ova biološka mera smatra vrlo efikasnim sredstvom.

Ovakav vid biološke mere, kako je opisan gore navedeni parazitoizam, potpuno je opravdan mnogim istraživanja čiji rezultati su dobijeni upotrebom različitih metoda. Tako su Kahya and Port (2016) ispitivali uticaj efikasnosti parazitizma *Encarsia formosa* na dve sorte paradajza i jednoj sorti krastavca. Za istraživanje su koristili parazitoidne kartice proizvođača Syngenta (2014) na čijoj deklaraciji je zabeležena 90% efikasnost. U eksperimentu za sve tri varijante biljaka prosečna efikasnost parazitoizma je bila 66,36% te se može zaključiti zadovoljavajući uspeh biološkog suzbijanja. Kada je reč o dužini ovipozicije, prosečan broj jaja je bio veći kod krastavca u odnosu na obe sorte paradajza. Takođe, Hoddle et al., (1998) zaključuju da efikasnost parazitoizma ne zavisi od ispitivanih 12 sorata paradajza. Uspešnu biološku kontrolu upotrebom *Encarsia formosa* na paradajzu potvrđuju De Vis and van Lenteren (2008).

S druge strane, Dai et al., (2014) objašnjavaju da postoji razlika u broju pupa vaši parazitiranih od *E. formosa* uzgajanih na *T. vaporariorum* i onih uzgajanih na *Bemisia tabaci*. Zavisnost se ogleda od vrste bele leptiraste vaši koja je ponuđena kao domaćin. Takođe, zaključuju da osa *E. formosa* uzgajana na *T. vaporariorum* je parazitirala više nimfi *T. vaporariorum* parazitizmom i hranjenjem domaćina nego one uzgajane na *Bemisia tabaci*, dok ose uzgajane na *B. tabaci*, su parazitirale sličan broj belih vašiju na obe vrste domaćina.

Hu et al., (2002) navode da za parazitizam je vrlo značajna interakcija domaćin-parazitoid koje su potrebne da bi parazitoid završio svoj životni ciklus. Stope razvoja parazitoida značajno se razlikuju na osnovu parazitske faze domaćina, te je najpogodniji 3 i 4 nivo larvenog stupnja *T. vaporariorum*.

Prema Ayelo et al., (2021) interakcija parazitoida – domaćina – biljke zavisi od posebnih hemijskih supstanci – kairomona, koje emituju biljke i domaćini. Autori objašnjavaju da se kairomoni mogu iskoristiti za privlačenje i zadržavanje prirodnih neprijatelja u usevima za kontrolu insekata. Ispitivanjem različitih jedinjenja i njihovih kombinacija utvrđeno je da se uspešno mogu koristiti kao mamac za privlačenje parazitoida *E. formosa* za kontrolu belih vašiju kod paradajza.

Zaključak

Savremeni izazovi zahtevaju nova praktična rešenja u oblastima poljoprivrede, kao jednoj od značajnijih privrednih delatnosti, s obzirom na njenu najvažniju funkciju, a to je ishrana stanovništva.

Kako bi uspostavili prirodnu ravnotežu između štetnih i korisnih insekata, što je cilj biološke zaštite, potrebno je uneti korisne organizme u zaštićeni prostor na vreme i u predviđenom broju.

Biološko suzbijanje bele leptiraste vaši u zatvorenim sistemima proizvodnje može biti vrlo efikasno upotrebom parazitoida *Encarsia formosa*, bez upotrebe hemijskih sredstava, čime se doprinosi proizvodnji zdravstveno bezbedne hrane. Dodatno, postoji mogućnost upotrebe *Encarsia Formosa* u integralnom sistemu zaštite bilja, tako što će se koristiti zajedno sa dozvoljenim pesticidima sintetičkog porekla.

Literatura

1. Albajes, R., Lodovica Gullino, M., van Lenteren, J.C., Elad, Y. (1999). *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
2. Ayelo, P., Yusuf, A., Chailleux, A., Mohamed, S., Pirk, C., Deletre, E. (2022). *Chemical Cues From Honeydew and Cuticular Extracts of Trialeurodes Vaporariorum Serve as Kairomones for The Parasitoid Encarsia Formosa*. Journal of Chemical Ecology. Vol. 48, No. 2, pp. 370–383 <https://doi.org/10.1007/s10886-022-01354-6>
3. Ayelo, P.M., Yusuf, A.A., Pirk, C.W.W., Mohamed, A.S., Chailleux, A., Deletre E. (2021). *The Role of Trialeurodes vaporariorum-Infested Tomato Plant Volatiles in the Attraction of Encarsia formosa (Hymenoptera: Aphelinidae)*. J Chem Ecol, vol. 47, pp. 192–203. <https://doi.org/10.1007/s10886-021-01245-2>
4. Bajagić, M., Cvijanović, G., Cvijanović, V., Stošić, N., Rašković, V. (2022). *Effect of microbiological preparation on number and weight of nodulas in different soybean genotypes in sustainable production system*, XXXV International Scientific Conference Knowledge Without Borders, 1-3. March, V. Banja, Serbia, No. 51.3, pp. 471-476.
5. Batáry, P., Holzschuh, A., Orci, K. M., Samu, F., Tscharntke, T. (2012). *Responses of plant, insect and spider biodiversity to local and landscape scale management intensity in cereal crops and grasslands*. Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 146, pp. 130-136.
6. Buchori, D., Sahari, B. (2008). *Conservation of Agroecosystem through Utilization of Parasitoid Diversity: Lesson for Promoting Sustainable Agriculture and Ecosystem Health*. Hayati Journal of Biosciences, Vol. 15, No. 4, pp. 165-172.
7. Carvalho, F.P. (2017). *Pesticides, environment, and food safety*, Food Energy Sec., Vol. 6, pp. 48-60, doi: 10.1002/fes3.108
8. Chandrakar, C., Shakya, S., Jain, T., Ali, S.L., Patyal, A., Kumar, P. (2020). *Occurrence of Carbaryl, DDT and Deltamethrin Residues in Bovine Milk in Chhattisgarh, India and Risk Assessment to Human Health*, Journal of Animal Research, Vol. 10, No. 2, pp. 291-297. doi: 10.30954/2277-940X.02.2020.18

9. Cvijanović, M., Đukić, V., Miladinov, Z., Cvijanović, V., Dozet, G., Đurić, N. (2020). *Mogućnost primene nekih tehničko tehnoloških metoda u suzbijanju korova u održivoj proizvodnji*. Zbornik radova naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Selo i poljoprivreda“, 30. Septembar, Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, str. 106-119.
10. Dai P, Ruan C, Zang L, Wan F, Liu L. (2014). *Effects of rearing host species on the host-feeding capacity and parasitism of the whitefly parasitoid Encarsia formosa*. J Insect Sci. Vol. 14, pp. 118. doi: 10.1093/jis/14.1.118
11. De Vis, R.M., Van Lenteren, J.C. (2008). *Biological control of Trialeurodes vaporariorum by Encarsia formosa on tomato in unheated greenhouses in the high altitudetropics*. Bulletin Insectology, Vol. 61, No. 1, pp. 43-57.
12. Đukić, V., Balešević-Tubić S., Miladinović, J., Miladinov, Z., Marinković, J, Dozet, G., Eltreki A. (2019). *Značaj proizvodnje mahunarki u zaštiti životne sredine*, Zbornik radova: Održiva poljoprivredna proizvodnja: Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine, Fakultet za biofarming, Megatrend univerzitet, Beograd, 18. oktobar, Bačka Topola, str. 35-46.
13. Enkegaard A. (1993). *Encarsia formosa parasitizing the poinsettia-strain of the cotton whitefly Bemisia tabaci on poinsettia: bionomics in relation to temperature*. Entomol. Exp. Appl. Vol. 69, pp. 251–261.
14. Glare, T.R., Gwynn, R.L., Moran-Diez, M.E. (2016). *Development of biopesticides and future opportunities*. Microbial-Based Biopesticides, pp. 211-221.
15. He Y., Wang K., Zeng Y., Guo Z., Zhang Y., Wu Q., Wang, S. (2020). *Analysis of the antennal transcriptome and odorant-binding protein expression profiles of the parasitoid wasp Encarsia formosa*, Genomics, Vol. 112, No. 3, pp. 2291-2301, <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2019.12.025>.
16. Hoddle, M.S., Van Driesche, R.G., Sanderson, J.P. (1998). *Biology and use of the Whitefly parasitoid Encarsia formosa*. Annual Review of Ent. Vol. 43, pp. 645-669.
17. Hu, J.S., Gelman, D.B., Blackburn, M.B. (2002). *Growth and development of Encarsia formosa (Hymenoptera: Aphelinidae) in the greenhouse whitefly, Trialeurodes vaporariorum (Homoptera: Aleyrodidae): effect of host age*. Arch Insect Biochem Physiol. Vol. 49, No. 3, pp. 125-36. doi: 10.1002/arch.10015.
18. Jeffers, A., Chong, J. H. (2021). *Biological Control Strategies in Integrated Pest Management (IPM) Programs*. Clemson University Cooperative, Land-Grant Press by Clemson Extension, LGP 1111, Horticulture, pp. 1-9. <https://lpress.clemson.edu/publication/biological-control-strategies-in-integrated-pest-management-ipm-programs/>

19. Kahya, D., Port G. (2016). *The effectiveness of Encarsia formosa Gahan (Hym: Aphelinidae) against Glasshouse Whitefly (Trialeurodes vaporariorum Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae)) under glasshouse conditions*, Türk. entomol. bült., Vol. 6, No. 1, pp. 15-22, doi:<http://dx.doi.org/10.16969/teb.43413>
20. Karatolos, N., Denholm, I., Williamson, M., Nauen, R. Gorman, K. (2010). *Incidence and characterisation of resistance to neonicotinoid insecticides and pymetrozine in the greenhouse whitefly, Trialeurodes vaporariorum Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Pest Management Science, Vol. 66, pp. 1304-1307.
21. Kos, K., Tomanovic, Z., Rojht, H., Vidrih, M., Trdan, S. (2009). *First massive occurrence of greenhouse whitefly parasitoid, Encarsia formosa Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) on greenhouse whitefly, Trialeurodes vaporariorum Westwood (Homoptera: Aleyrodidae) in Slovenia*. Acta Agric Slov Vol. 93, pp. 285–291.
22. Naranjo, S.E., Ellsworth, P.C., Frisvold, G.B. (2015). *Economic value of biological control in integrated pest management of managed plant systems*. Annu Rev Entomol. Vol. 60, pp. 621-645. doi: 10.1146/annurev-ento-010814-021005.
23. Ndakidemi, B., Mtei, K., Ndakidemi, P.A. (2016). *Impacts of synthetic and botanical pesticides on beneficial insects*. Agricultural Sciences, Vol 7, No. 6, pp. 64.
24. Nikolić, Z., Petrović, G., Ignjatov, M., Milošević, D., Jovičić, D., Tamindžić, G. (2019). *Genetically modified crops and food*, Hrana i Ishrana, Vol. 60, No. 1, pp. 1-4.
25. Perić, P. (2004). *Rasprostranjenost i osnovne karakteristike parazitoida bele leptiraste vaši (Trialeurodes vaporariorum W.) u Srbiji i Crnoj Gori*, Pesticidi i fitomedicina, Vol. 19, str. 173-184.
26. Pilkington, L.J., Messelink, G., van Lenteren, Y.C., Le Mottee, K. (2010). *Protected Biological Control - Biological pest management in the greenhouse industry*. Biological Control, Vol. 52, No. 3, pp. 216-220. doi: 10.1016/j.biocontrol.2009.05.022
27. Singh, V., Sood, A.K. (2018). *First record of Encarsia formosa Gahan, an aphelinid parasitoid of greenhouse whitefly from India and its dynamics on tomato grown under protected environment*. J Bio Con Vol. 32, No. 1, pp. 1–7. <https://doi.org/10.18311/jbc/2018/16317>
28. Torres, J.B., Bueno, A.de F. (2018). *Conservation biological control using selective insecticides – A valuable tool for IPM*, Biological Control Vol. 126, pp. 53–64, <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.07.012>
29. Van Alphen, J.J.M., Nell, H.W., Sevenster-van der Lelie L.A. (1976). *The parasite–host relationship between Encarsia formosa Gahan (Hym., Aphelinidae) and Trialeurodes vaporariorum Westwood (Hom.,*

- Aleyrodidae*). *The importance of host feeding as a mortality factor in greenhouse whitefly nymphs*. IOBC/WPRS Bull. Vol. 4, pp. 165 – 169.
30. Vasileios, P.V, Veres, A., Loddo, D., Masin, R., Sattin, M., Furlan, L. (2017). *Careful choice of insecticides in integrated pest management strategies against Ostrinia nubilalis (Hübner) in maize conserves Orius spp. in the field*, Crop Protection, Vol. 97, pp. 45-51, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.003>
 31. Walia, A., Verma, S.C., Sharma, P.L., Sharma, N., Palial S. (2021). *Relative preference and demographic parameters of Encarsia formosa Gahan against Trialeurodes vaporariorum (Westwood)*. Egypt J Biol Pest Control, Vol. 31, No. 79, pp. 1-7. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00424-3>
 32. www.dendrolog.rs (Pristupljeno: 25.05.2022)
 33. www.poljoinfo.com (Pristupljeno: 24.05.2022)
 34. www.ipm.ucanr.edu (Pristupljeno: 12.05.2022)

BIOLOGICAL CONTROL - *ENCARSIA FORMOSA* PARASITOID OF GREENHOUSE WHITEFLY (*TRIALEURODES VAPORARIORUM*)

Marija Bajagić¹, Nemanja Stošić², Milan Blagojević³, Marina Dervišević⁴,
Vojin Cvijanović⁵, Milan Glišić⁶

Abstract

In ecological agricultural production, such as integral and organic, beneficial insects are widely used and represent an indispensable segment of plant protection. Although almost completely controlled, the closed system of vegetable production is monitored by various types of harmful organisms, of which harmful insects attract the most attention. In contrast to conventional agriculture, which is based on the use of synthetic chemicals, in ecological agriculture biological agents are preferred in the process of controlling agricultural pests. In closed systems, the practice of biological control using the parasitoid Encarsia formosa has been developed and is one of the most successful examples of controlling the greenhouse whitefly Trialeurodes vaporariorum and the silverleaf whitefly Bemisia tabaci. The aim of the paper is to summarize the data of scientific research on the biological control of harmful insects, which are based on the possibility of controlled use and the importance of parasitoids, such as the parasitic wasp Encarsia formosa in the fight against the greenhouse whitefly (Trialeurodes vaporariorum), thus representing an alternative and more environmentally friendly protection of vegetable crops indoor culture.

Key words: biological control, Encarsia formosa, Trialeurodes vaporariorum, closed system, ecological production

¹ Marija Bajagić, Ph. D, Associate Professor, Faculty of Agriculture, Bijeljina University, Pavlovića put bb, 76300 Bijeljina, BiH, E-mail: bajagicmarija@yahoo.com

² Nemanja Stošić, Ph. D, Lecturer, Academy of applied studies Sabac, unit for Agricultural and Business Studies and Tourism, Vojvode Putnika 56, 15000 Šabac, Serbia, E-mail: nemanjastosic87@gmail.com

³ Milan Blagojević, Ph. D, Senior Lecturer, Academy of applied studies Sabac, unit for Agricultural and Business Studies and Tourism, Vojvode Putnika 56, 15000 Šabac, Serbia, E-mail: blagojevicmilan@ymail.com

⁴ Marina Dervišević, Ph. D, Scientific associate, Institute of vegetable growing, Smederevska Palanka, Karađorđeva 71, 11420 Smederevska Palanka, Serbia, E-mail: dervisevic.marina1989@gmail.com

⁵ Vojin Cvijanović, Ph. D student, Institute for Science Application in Agriculture, Bulevar despota Srefana 68b, 11000 Belgrade, Serbia, E-mail: cvija91@yahoo.com

⁶ Milan Glišić, Ph. D, Lecturer, Academy of applied studies Sabac, unit for Agricultural and Business Studies and Tourism, Vojvode Putnika 56, 15000 Šabac, Serbia, E-mail: milanglisic88@gmail.com