BIOLOŠKA KONTROLA ŠTETOČINA: KORISNI INSEKTI U INTEGRALNOJ ZAŠTITI PARADAJZA

Aleksandar Ivezić, Tamara Popović, Tijana Barošević

Institut BioSens, Univerzitet u Novom Sadu,
Dr Zorana Đinđića 1, Novi Sad, Srbija
Email: tamara.popovic@biosense.rs

Izvod

Biološka kontrola predstavlja ekološki prihvatljivu alternativu hemijskim insekticidima u zaštiti paradajza od štetočina. Ovaj rad analizira različite grupe korisnih organizama, uključujući predatore i parazitoide iz porodica Miridae, Anthacoridae, Aphelinidae i Braconidae, koji se koriste u suzbijanju ekonomski značajnih štetočina paradajza. Poseban fokus stavljen je na efikasnost ovih prirodnih neprijatelja u različitim ekološkim uslovima, njihove međusobne interakcije, kompeticiju i sinergijske efekte u programima integralne zaštite bilja. Razmatrane su i prepreke u njihovoj primeni, poput hiperparazitizma, predatorstva i morfoloških karakteristika biljaka koje mogu uticati na njihovu efikasnost. Takođe, analizirane su mogućnosti kombinovane primene korisnih insekata sa agrotehničkim merama i biopesticidima kako bi se postigla optimalna efikasnost u suzbijanju štetočina. Iako je u Srbiji primena biološke kontrole još uvek ograničena, istraživanja ukazuju na njen značajan potencijal u zaštićenim uslovima proizvodnje. Rezultati ovog rada mogu doprineti boljem razumevanju uloge prirodnih neprijatelja u suzbijanju štetočina paradajza i poslužiti kao osnova za unapređenje strategija integralne zaštite bilja i smanjenje upotrebe sintetičkih insekticida.

Ključne reči: Biološka kontrola, integralna zaštita bilja, prirodni neprijatelji, parazitoidi, predatori

UVOD

Uprkos raznovrsnoj povrtarskoj proizvodnji, paradajz (*Solanum lycopersicum* L.) spada među najvažnije i tržišno najatraktivnije poljoprivredne kulture u Srbiji (Zavod za statistiku Republike Srbije, 2023). Njegova značajna ekonomska vrednost ogleda se i u činjenici da se Srbija ističe kao regionalni lider po ukupnoj površini pod ovom kulturom, koja obuhvata gotovo 8000 hektara (FAO, 2025; Zavod za statistiku Republike Srbije, 2023). Sa

druge strane, iako pouzdani statistički podaci o površinama pod plastenič-kom proizvodnjom paradajza nisu dostupni, evidentan je trend rasta povrtar-ske proizvodnje u zaštićenom prostoru, kako u Srbiji, tako i u celom regionu. S obzirom na značajan ekonomski doprinos i izvozni potencijal paradajza, njegova proizvodnja u Srbiji daleko nadmašuje ostale povrtarske kulture koje se uzgajaju u zaštićenom prostoru (Ivanišević i sar., 2018). Prema podaci-ma Ivanišević i sar. (2018), paradajz zauzima više od 70% ukupnih plasteničkih površina, pri čemu je slična proizvodna struktura prisutna i u drugim zemljama Zapadnog Balkana. Iako ovaj region poseduje značajan poljopri-vredni potencijal, mnoge zemlje Zapadnog Balkana, uključujući Srbiju, nisu u potpunosti iskoristile kapacitete za proizvodnju paradajza u plastenicima. Ovaj trend je naročito izražen u Srbiji, koja, uprkos tome što je jedan od naj-većih proizvođača paradajza u regionu, i dalje uvozi značajne količine ovog povrća, sa godišnjim uvozom od 28.590 tona (Zavod za statistiku Republike Srbije, 2023). Nedovoljna proizvodnja paradajza posledica je neadekvatnog načina gajenja i sve većeg pritiska štetnih organizama, što uz nekontrolisanu primenu pesticida dovodi do proizvodnje tržišno neatraktivnih plodova, na-ročito sa aspekta zahteva Evropske unije. Ovakva situacija jasno ukazuje na urgentnu potrebu za unapređenjem proizvodnje kroz integraciju savremenih, održivih poljoprivrednih praksi. Biološke metode zaštite, kao što su primena prirodnih neprijatelja štetočina, predstavljaju ključni faktor u povećanju efi-kasnosti proizvodnje, smanjenju negativnog uticaja pesticida na životnu sre-dinu, kao i poboljšanju kvaliteta plodova. Integracijom ovih metoda, može se postići značajan rast proizvodnje, kao i povećati tržišna atraktivnost proizvo-da, čime bi se stvorili uslovi za održivu i konkurentnu proizvodnju paradajza koja zadovoljava visoke ekološke standarde, neophodne za izvoz na tržište Evropske unije.

Suzbijanje štetnih insekata. Suzbijanje štetočina u proizvodnji pa-radajza predstavlja jedan od najvećih izazova, jer ovu kulturu napada širok spektar štetnih organizama tokom svih faza rasta, što može dovesti do zna-čajnih ekonomskih gubitaka, pa čak i potpunog gubitka prinosa (Toševski i sar., 2011). Među štetočinama paradajza, štetni insekti privlače najviše pažnje, naročito zbog njihovog negativnog uticaja na kvantitet i kvalitet roda. U pro-izvodnji paradajza u Srbiji, štetni insekti se mogu klasifikovati u dve osnovne kategorije. Prva kategorija obuhvata insekte koji izazivaju direktnu štetu oš-tećivanjem biljnog tkiva, u kojoj se po štetnosti ističu: moljac paradajza, *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae), kao i štetne grinje poput običnog paučinara *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) i *Aculops lycopersici* Tryon, 1917 (Acari: Eriophydae) (Toševski i sar., 2011; Meck i sar., 2013; Škerbot i sar., 2019). Pored pomenutih, na paradajzu se često sreću i stenice iz familije Pentatomidae, *Nezara viridula* Linnaeus, 1758

i *Halyomorpha halys* Stål, 1855 (Konjević, 2020). Druga kategorija obuhvata vrste koje pored direktne štete uzrokuju i indirektnu štetu prenoseći biljne viruse. Među njima su: bela leptirasta vaš *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 i leptirasta vaš duvana *Bemisia tabaci* Gennadius, 1889 (Hemiptera: Aleyrodidae), biljne vaši poput *Aphis gossypii* Glover, 1887, *Myzus persicae* Sulzer, 1776 i *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, 1878 (Hemiptera: Aphididae), kao i tripsi poput *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895 (Thysanoptera: Thripidae) (Perring i sar., 2017). Ove štetočine značajno mogu da smanje kvalitet i prinos paradajza, a kao mera borbe se najčešće koriste sintetički hemijski insekticidi čija upotreba uzrokuje niz negativnih efekata na životnu sredinu i zdravstveno stanje ljudi. U Srbiji, sintetički insekticidi i dalje dominiraju tržištem u kontroli štetnih insekata, uprkos poznatom negativnom uticaju tih sredstava na životnu sredinu, kao i potencijalnim zdravstvenim rizicima (European Commission, 2024). Intenzivna i nekontrolisana upotreba insekticida doprinosi razvoju rezistentnih populacija štetočina. Iako u Srbiji postoje zakonske regulative koje jasno definišu pravilnu primenu hemijskih sredstava, i dalje postoji potreba za strožom kontrolom stručnih službi kako bi se sprečila nepotrebna, nekontrolisana i prekomerna upotreba sintetičkih hemikalija. Kao rešenje za smanjenje prekomerne upotrebe hemisjkih insekticida javlja se biološka kontrola, koja uključuje primenu prirodnih neprijatelja poput parazitoida i predatora, uz upotrebu drugih dostupnih alata zaštite bilja, pruža efikasno rešenje za suzbijanje štetnih insekata i predstavlja osnovni princip integralne zaštite bilja (IPM) (Symondson i sar., 2002). S obzirom na značaj poljoprivrede za Srbiju, ograničena primena i nedostatak podataka o biološkim metodama zaštite u proizvodnji paradajza, promocija bioloških metoda predstavlja nužan i opravdan zadatak, ne samo u akademskom krugu, već i u širem poljoprivrednom sektoru, kako bi se podstaklo opšte razumevanje savremenih i ekološki prihvatljivih metoda zaštite bilja.

PREDATORI I PARAZITOIDI ŠTETOČINA PARADAJZA

Za biološku kontrolu štetočina u paradajzu, značajan potencijal predstavljaju insekti koji su prirodni neprijatelji štetnih organizama. Ovi insekti se mogu podeliti u dve kategorije: predatori i parazitoidi. Predatori napadaju i hrane se različitim stadijumima štetnih insekata, dok parazitoidi polažu svoja jaja u različite razvojne stadijume drugih insekata, pri čemu larva parazitoida tokom svog razvoja ubija svog domaćina. Predatori poljoprivrednih štetočina mogu biti generalisti, koji se hrane širokim spektrom vrsta, i specijalisti, koji su usmereni isključivo na određenu insekatsku vrstu. Iako se specijalisti često smatraju efikasnijim biološkim agensima zbog svoje visoke prilagođenosti

ciljnim štetočinama, većina komercijalno dostupnih predatora spada u grupu generalista (Symondson i sar., 2002). Među najznačajnije predatore koji se koriste u biološkoj kontroli paradajza ubrajaju se predatorske grinje iz familije Phytoseiidae, kao i predatorske stenice iz familija Antocoridae i Miridae. Parazitoidi poput predstavnika reda Hymenoptera, familija Aphelinidae, Braconidae i Trichogrammatidae takođe imaju bitnu ulogu u suzbijanju štetočina paradajza. Kao i predatori, mogu biti svrstani u generaliste, koji parazitiraju širok spektar insekatskih vrsta, i specijaliste, koji su usko specijalizovani za određene vrste insekata. Za razliku od predatora, mnogi parazitoidi korišćeni u biološkoj kontroli štetočina paradajza spadaju u kategoriju specijalista, što predstavlja praktičnu prednost jer smanjuje štetu neciljanim organizmima, ali i ograničava efikasnost na samo određene štetočine koje su u njihovom opsegu aktivnosti (Symondson i sar., 2002).

Predatorske grinje. U biološkoj kontroli određenih štetočina paradajza, široku komercijalnu primenu pronalaze predatorske grinje, među kojima se izdvajaju vrste iz familije Phytoseiidae: *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, 1962, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot 1957, *Neoseiulus cucumeris* Oudemans, 1930, *Neoseiulus californicus* McGregor, 1954 (Mesostigmata: Phytoseiidae). Određene vrste, kao što je *A. swirskii*, brzo su postale široko zastupljeni agensi za biološku kontrolu štetočina u zaštićenoj proizvodnji povrća i sada se primenjuju u više od 50 zemalja širom sveta (Calvo i sar., 2015). Primena *N. cucumeris* u kontroli tripsa predstavlja još jedan dobar primer, s obzirom na to da se ova predatorska grinja već 40 godina komercijalno primenjuje. Ova vrsta je od 1985. godine postala jedna od najvažnijih predatora tripsa i akarina, pokrivajući oko 60% celokupnog tržišta biološke kontrole štetnih artropoda, zajedno sa vrstama *N. californicus*, *A. swirskii* i *P. persimilis* (Knapp i sar., 2018). *Amblyseius swirskii* i *N. cucumeris* spadaju u kategoriju generalista i imaju široku primenu za suzbijanje nekoliko ključnih štetočina u plasteničkoj proizvodnji paradajza kao što su *F. Occidentalis, B. tabaci, T. absoluta* i pojedine vrste grinja iz porodice Tetranychidae, poput *T. urticae* (Li i sar., 2017; Ahmed i Lou, 2018; Al-Azzazy i sar., 2022). Značajna prednost predatorskih grinja je njihova visoka efikasnost u kontroli štetočina paradajza, kako pojedinačno, tako i pri istovremenoj primeni sa drugim predatorima, bilo da su u pitanju specijalisti ili generalisti. Ahmed i Lou (2018) navode da se istovremenom primenom *N. cucumeris* i *A. swirskii* može efikasno kontrolisati populacija štetočina u proizvodnji paradajza u zatvorenom prostoru. Pored toga, *A. swirskii* se u zasadima paradajza može primenjivati i u kombinaciji sa *P. persimilis*, pri čemu efikasno doprinosi suzbijanju populacija *B. tabaci*, *F. occidentalis* i *T. urticae*, čime se postiže sinergijski efekat u strategijama biološke kontrole štetočina. Kombinacija ove dve predatorske vrste pokazala je podjednaku efikasnost u odnosu na primenu insekticida i

akaricida, što ukazuje na značajan tržišni potencijal biološke kontrole različitih štetočina paradajza (Abou-Haidar i sar., 2021). Značajna prednost vrsta *N. cucumeris* i *A. swirskii* leži u njihovoj sposobnosti da u odsustvu primarnog plena koriste alternativne izvore hrane, poput polena različitih biljnih vrsta. Najpogodniji polen za dopunsku ishranu predatorskih grinja je polen divljeg kestena, prolećnog šafrana i paulovnije. Takođe, kao izvor dopunske ishrane mogu se koristiti polen ricinusa i kukuruza, koji se mogu gajiti u neposrednoj blizini zasada. Za primenu u plasteničkoj proizvodnji, dodatni izvor polena može predstavljati i polen breze (Goleva i Zebitz, 2013). Dopunska ishrana predatorskim grinjama omogućava uspostavljanje visoke populacije pre nego što štetočine nasele gajeni usev (Goleva i Zebitz, 2013; Calvo i sar., 2015). Za razliku od pomenutih generalista, predatorske vrste *P. persimilis* i *N. californicus* su specijalizovani predatori, koji se uspešno primenjuju za kontrolu *Tetranychus urticae* u različitim kulturama, uključujući paradajz (Abou-Haidar i sar., 2021).

Iako su predatorske grinje efikasni biološki agensi za kontrolu širokog spektra štetočina paradajza, određene karakteristike gajenog useva mogu ograničiti njihovu sposobnost da postignu optimalne rezultate. Karakteristike paradajza, poput trihoma na stabljikama i listovima, kao i sekundarnih biljnih metabolita, mogu negativno uticati na biologiju i preživljavanje grinja, te ometati njihovo kretanje (Paspati i sar., 2021). Uticaj strukture lista i stabljike paradajza je posebno evidentan kod *A. swirskii*. Preživljavanje jaja i juvenilnih stadijuma *A. swirskii* na listovima paradajza nije pod uticajem biljnih karakteristika, međutim, visoka gustina trihoma značajno otežava kretanje ove vrste kroz gajeni usev. Ipak, određena istraživanja sugerišu da se ova predatorska grinja može efikasno primeniti za suzbijanje štetočina paradajza, uz opštu preporuku da se prednost daje hibridima paradajza sa nižom gustinom trihoma (Xu i sar., 2006). U tom kontekstu, buduća istraživanja mogla bi obuhvatiti ispitivanje optimalne gustine trihoma koja poboljšava performanse predatorskih grinja, sistematski ocenjujući interakcije između grinja i hibrida paradajza različite gustine trihoma.

Predatorske stenice iz familije Anthocoridae. Pored grinja, predatorske stenice, naročito predstavnici porodice Anthocoridae, takođe su pokazale visok potencijal za suzbijanje štetočina paradajza. Dve komercijalno najrasprostranjenije vrste su *Orius insidiosus* Say, 1832 i *Orius laevigatus* Fiber, 1860 (Hemiptera: Anthocoridae) (Slika 1). Ove predatorske stenice su generalisti i uspešno se koriste u suzbijanju *F. occidentalis*, *B. tabaci* i *T. urticae* (Shipp i Wang, 2003; Puysseleyr i sar., 2011; Salama i sar., 2022). Svi stadijumi pomenutih štetočina, uključujući i odrasle jedinke, pogodni su za ishranu *O. insidiosus* i *O. laevigatus*. Njihove preferencije za plen variraju u zavisnosti od vrste dostupnih štetočina, dok biološki razvoj i fekunditet značajno

zavise od razvojnih stadijuma vrsta sa kojima se hrane (Salama i sar., 2022). Iako spada u grupu generalista, *O. insidiosus* preferira *F. occidentalis*, dok se u odsustvu preferentnog plena može hraniti i *T. urticae* (Xu i sar., 2006). Za održavanje populacije *O. insidiosus* u zaštićenom prostoru, preporučuje se obezbeđivanje dopunske hrane, poput jaja *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) i *Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781 (Sarcoptiformes: Acaridae) (Bernardo i sar., 2017). Ovi izvori hrane omogućavaju nesmetan razvoj i reprodukciju predatora u odsustvu plena. S obzirom da dopunska hrana poput jaja *E. kuehniella* i *T. putrescentiae* može biti skupa, rastvori šećera i polen biljaka predstavljaju pristupačniju alternativu. Pored *O. insidiosus*, *O. laevigatus* je takođe komercijalno dostupan predator koji se može koristiti u zaštiti paradajza od štetnih insekata. Pored direktne ishrane, *O. laevigatus* ima indirektan uticaj na smanjenje broja štetočina, jer tokom polaganja jaja na paradajzu biljka proizvodi jasmoničnu kiselinu koja deluje repelentno na *F. occidentalis*, čime se povećava otpornost paradajza (Puysseleyr i sar., 2011). Ova osobina *O. laevigatus* predstavlja značajan potencijal za primenu ove vrste u biološkoj kontroli štetočina na paradajzu. Kao i kod određenih predatorskih grinja, smanjena efikasnost predatorskih stenica može biti posledica žlezdanih trihoma biljaka paradajza, koji ometaju sposobnost predatora da se nasele na biljkama paradajza (Coll i Ridgway, 1995).



Slika 1. Predatorska stenica *O. laevigatus* (Izvor: gbif.org)

Predatorske stenice iz familije Miridae. Predstavnici porodice Miridae, *Nesidiocoris tenuis* Reuter, 1895 (Hemiptera: Miridae) i *Macrolophus pygmaeus* Rambur, 1839 (Hemiptera: Miridae) (Slika 2), spadaju među najznačajnije prirodne neprijatelje štetočina paradajza (Urbaneja i sar., 2009). Ove stenice se ubrajaju u najrasprostranjenije i najefikasnije predatore štetočina paradajza, jer se hrane gotovo svim sitnim artropodama prisutnim u proizvodnji paradajza (Carnero-Hernández i sar., 2000; Calvo i sar., 2009; Ivezić i sar., 2023). Razvoj integralne zaštite bilja, kao i upotreba selektivnih

insekticida, dodatno su podstakli primenu ovih predatorskih stenica u programima zaštite povrća (Urbaneja i sar., 2012). U okviru integralne i organske poljoprivrede, *N. tenuis* i *M. pygmaeus* su se pokazali posebno uspešnim u suzbijanju *T. absoluta*, *T. vaporariorum* i *B. tabaci*, ali se takođe koriste i za kontrolu tripsa, vaši i grinja (Calvo i sar., 2012). Ove vrste predatorskih stenica najčešće se koriste za suzbijanje *T. absoluta*, s obzirom na njihovu efikasnost u kontroli ove štetne vrste, jer se hrane jajima i svim larvenim stupnjevima *T. absoluta* (El Arnaouty i Kortam, 2012; Mollá i sar., 2014). Ključ za uspešnu primenu predatorskih stenica u kontroli štetočina paradajza jeste strategija koja podrazumeva upotrebu zoofitofagnih mirida pre nego što dođe do povećanja brojnosti populacije *T. absoluta*. Ovaj pristup omogućava uspostavljanje populacije zoofitofagnih stenica pre nego što *T. absoluta* kolonizuje biljke paradajza, jer ove predatorske stenice preferiraju ishranu jajima i početnim larvenim stadijumima *T. absoluta* (Urbaneja i sar., 2009). Posebna pažnja se treba obratiti na način primene ovih predatorskih stenica. Uprkos njihovom značaju u biološkoj kontroli, zoofitofagne miride se pored plena hrane i biljkama, te usled neadekvatne primene mogu oštetiti biljke paradajza, uzrokujući značajnu ekonomsku štetu (Abraços-Duarte i sar., 2022). Da bi se izbegli negativni efekti visoke populacije *N. tenuis* i *M. pygmaeus*, potrebno je primeniti optimalnu metodu otpuštanja. Dodatno, implementacija kontrolisanih protokola za otpuštanje ovih vrsta i intenzivan monitoring štetočina i apliciranog biološkog agensa su od suštinskog značaja za omogućavanje pravovremenih reakcija (Abraços-Duarte i sar., 2022).

Upotreba bioloških agenasa, kao što su *M. pygmaeus* i *N. tenuis* za suzbijanje *T. absoluta* u plasteničkoj proizvodnji može biti profitabilna za poljoprivrednike i konkurentna konvencionalnoj hemijskoj zaštiti, naročito uz razvoj postrojenja za masovno uzgajanje ovih predatora (Dutra i sar., 2023). Iako je komercijalna primena biološke kontrole u Srbiji i dalje ograničena, pojedini primeri dobre prakse ukazuju na obećavajuće rezultate u suzbijanju štetočina paradajza primenom korisnih insekata. Istraživanje Ivezić i sar. (2023) ukazuje na pozitivne rezultate pri primeni *N. tenuis* u zaštićenoj proizvodnji paradajza, gde se populacija *T. absoluta* održala ispod ekonomskog praga štetnosti bez hemijske intervencije. Dokazana efikasnost i tržišna dostupnost predatorskih stenica u našem agroekosistemu čine ove vrste dobrim kandidatima za uključivanje u nacionalne biološke kontrolne programe. Ono što dodatno može poboljšati biološku kontrolu je kombinovanje različitih predatorskih stenica iz porodice Miridae i roda *Orius* sa agrotehničkim merama. Ovakav pristup može unaprediti suzbijanje štetočina paradajza, pre svega *T. absoluta* i *B. tabaci*, čime se postiže efikasnija i održivija kontrola štetočina u proizvodnji, naročito u plasteničkoj proizvodnji paradajza (Konan i sar., 2024).



Slika 2. Predatorske stenice *M. pygmaeus* (Izvor: Ivezić A.)

Parazitoidne osice iz roda ***Trichogramma*****.** Jajni parazitoidi iz roda *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) predstavljaju jedne od najčešće korišćenih bioloških agenasa na globalnom nivou i koriste se duže od 120 godina za suzbijanje brojnih štetnih lepidoptera u različitim usevima (Smith, 1996; Van Lenteren, 2000). Ključni razlog za široku primenu osica iz roda *Trichogramma* je njihova relativno jednostavna i jeftina masovna proizvodnja, kao i visoka efikasnost u suzbijanju ciljanih štetočina (Smith, 1996; El Arnaouty i sar., 2014). Određene *Trichogramma* vrste identifikovane su kao izrazito efikasni biološki agensi za suzbijanje *T. absoluta* širom Evrope (El Arnaouty i sar., 2014). Vrsta koja se posebno izdvaja je *Trichogramma achaeae* Nagaraja i Nagarkatti, 1970, jedan od najefikasnijih prirodnih neprijatelja *T. absoluta*. Pored toga, *T. achaeae* se komercijalno koristi u nekoliko evropskih zemalja, uključujući Nemačku, Belgiju, Španiju, Francusku, Grčku, Holandiju, Rumuniju i Portugal, protiv raznih štetnih lepidoptera na više od 15 povrtarskih i ukrasnih kultura (Granados i sar., 2019). Različite kompanije u Evropi proizvode i distribuiraju jaja *E. kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) parazitirana osicama iz roda *Trichogramma*, koja se apliciraju praktičnim dozatorima jednostavnim za upotrebu. Iako postoje određena ograničenja u proizvodnji ovog parazitoida, kao što su nemogućnost dijapauze tokom hladnog skladištenja i odsustvo teletokije, *T. achaeae* predstavlja jedno od najefikasnijih rešenja za biološku kontrolu *T. absoluta*. Kako bi se prevazišla izvesna ograničenja i postigla ekonomski održiva primena ovog agensa, preporučuje se kombinovana primena *T. achaeae* sa drugim biološkim agensima, kao što su predatorske stenice i tehnike ometanja parenja (El Arnaouty i sar., 2014; Cascone i sar., 2015). S obzirom na tržišnu dostupnost *T. achaeae* u Srbiji i komercijalnu primenu predatora poput *N. tenuis* i *Chrysoperla carnea* Stephens, 1836 (Neuroptera: Chrysopidae), kombinacija ovih vrsta sa tehnikama ometanja parenja čini obećavajuću strategiju biološke

kontrole *T. absoluta* u ovom regionu. Utvrđeno je da kombinovanje parazitoida i predatora ima efikasnije dejstvo na smanjenje populacije *T. absoluta*, za razliku od pojedinačne upotrebe samo jednog prirodnog neprijatelja ove štetočine (Chailleux i sar., 2013; Rubio i sar., 2022). Međutim, postoji negativno dejstvo predatora *M. pygmaeus* na populaciju parazitoida *T. achaeae* zbog ishrane ovog predatora jajima *T. absoluta* koja su parazitirana ali još uvek nisu pokazala karakterističan znak parazitiranosti (Chailleux i sar., 2013). Stoga je neophodno razumevanje interakcija između različitih prirodnih neprijatelja i štetočine kako bi biološka kontrola bila što efikasnija. Iako su populacije roda *Trichogramma* široko prisutne u kukuruznim poljima širom Zapadnog Balkana (Sarajlić i sar., 2014; Ivezić i sar., 2018), prisustvo *T. achaeae* još uvek nije registrovano. Sa biološkog aspekta, ovo otvara mogućnost za inventarizaciju parazitoida roda *Trichogramma* u povrtarskim kulturama, uključujući paradajz.

Parazitoidne osice iz familije Aphelinidae. Jedna od komercijalno zastupljenih prirodnih neprijatelja je parazitoidna osica *Encarsia formosa* Gahan, 1924 (Hymenoptera: Aphelinidae). Ova osica se najčešće primenjuje u plasteničkoj proizvodnji paradajza za suzbijanje bele leptiraste vaši, dok su poslednji larveni stupnjevi štetočine najpogodniji stadijum za parazitoidnu aktivnost *E. formosa* (Kahya i Port, 2016; Schoeller i sar., 2021). Istraživanja Kahya i Port (2016) pokazuju da se *E. formosa* može veoma efikasno koristiti u biološkoj kontroli štetočina paradajza, ostvarujući efikasnost veću od 60%. Veoma je efikasna u suzbijanju bele leptiraste vaši, na šta ukazuje visoka prosečna stopa parazitizma od 66% (Cooper i Oetting, 1987). Prednost primene ove parazitoidne osice posebno dolazi do izražaja u plasteničkoj proizvodnji, s obzirom na to da su uslovi u zaštićenom prostoru veoma pogodni za njen razvoj (Cooper i Oetting, 1987). Trenutno, ova se parazitoidna osica koristi širom sveta za komercijalno suzbijanje bele leptiraste vaši u proizvodnji povrća u zaštićenom prostoru (Schoeller i sar., 2021). Iako postoje komercijalno dostupni proizvodi na bazi *E. formosa*, određena istraživanja sprovedena u Srbiji bavila su se procenom efikasnosti lokalnih populacija ove parazitoidne osice. Drobnjaković i sar. (2015) određuju biološke parametre ženki *E. formosa* iz dve lokalne populacije u Srbiji, bez prethodne upotrebe komercijalnih sojeva. Dobijeni rezultati pružaju dobru osnovu za procenu lokalnih populacija parazitoida kao potencijalnih bioloških agenasa i njihovu komercijalnu proizvodnju.

Druga komercijalno zastupljena vrsta koja se koristi za suzbijanje štetočina paradajza je *Eretmocerus eremicus* Rose & Zolnerowich, 1997 (Hymenoptera: Aphelinidae). Ova parazitoidna osica ima široku primenu u različitim poljoprivrednim proizvodnim uslovima, uključujući plastenike, gde efikasno parazitira sve larvene stupnjeve bele leptiraste vaši, ostvarujući stopu

parazitizma do 85%, s posebnim naglaskom na drugi i treći larveni stadijum (Perring i sar., 2017; Kumar i sar., 2017). Efikasnost *E. eremicus* može biti ograničena konkurencijom sa drugim parazitoidima, kao što je *Eretmocerus mundus* Mercet, 1931 (Hymenoptera: Aphelinidae), s obzirom na to da ove dve vrste dele istu ekološku nišu. Zbog toga može doći do konkurencije i potiskivanja, pri čemu *E. eremicus*, kao manje dominantna vrsta, može biti potisnuta od strane *E. mundus* (Ardeh i sar., 2005). Ipak, istovremena primena odgovarajućih bioloških agenasa, poput vrsta *E. formosa* i *E. eremicus* daje vrlo dobre rezultate (Rubio i sar., 2022). Na tržištu Srbije dostupni su komercijalni proizvodi koji sadrže oba parazitoida, *E. formosa* i *E. eremicus*, u fazi lutke, što omogućava efikasno upravljanje populacijama bele leptiraste vaši. Ovaj dualni pristup poboljšava efikasnost biološke kontrole jer svaka od ovih vrsta preferira različite stadijume bele leptiraste vaši

Parazitoidne osice iz familije Braconidae. Sa aspekta zaštite paradajza, osice iz roda *Aphidius* Esenbeck, 1818 (Hymenoptera: Braconidae) primenjuju se pretežno u biološkoj kontroli lisnih vaši. Među vrstama roda *Aphidius*, vrsta *Aphidius colemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Braconidae) se koristi za suzbijanje zelene breskvine vaši *M. persicae*. Ova parazitoidna osica može značajno smanjiti rast populacije zelene breskvine vaši ako se primenjuje jednom nedeljno, pri čemu je dovoljna samo jedna ženka parazitoida da bi se suzbilo čak 220 jedinki vaši (Khatri i sar., 2017). Prilikom primene bioloških agenasa, najčešće se koriste mumije, odnosno odrasle jedinke vaši koje su parazitirane larvama parazitoida. Međutim, negativna strana upotrebe ove vrste parazitoida je podložnost hiperparazitizmu i predaciji od strane drugih organizama, što može umanjiti efikasnost biološke kontrole. Zbog toga primena *A. colemani* često zavisi od kombinacije sa drugim biološkim agentima, selektivnim insekticidima ili sortama paradajza otpornih na vaši. Aktivnost *A. colemani* može biti ometena morfološkim karakteristikama biljaka paradajza (trihomi, voštani slojevi), što utiče na ponašanje štetočina i njihovih prirodnih neprijatelja (Prado i sar., 2015). Endofiti (simbiotske gljive) takođe mogu imati ambivalentan efekat na *A. colemani* i na vaši, naglašavajući potrebu za prilagođavanjem momenta aplikacije uzimajući u obzir sve faktore koji utiču na populaciju ove osice, kako bi se populacija štetočina održala ispod praga štetnosti (Prado i sar., 2015). Pored *A. colemani*, primenu u biološkoj kontroli imaju i druge vrste iz roda *Aphidius*, kao što su vrste *Aphidius matricariae* Haliday, 1843 i *A. ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae) koji su testirani na širokom spektru gajenih biljaka i biljnih vaši (Heuskin i sar., 2011; Rezaei i sar., 2022).

ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je ukazivanje na mogućnost upotrebe bioloških agenasa u zaštiti paradajza. U Srbiji je još uvek najdominantniji način suzbijanja poljoprivrednih štetočina upotreba sintetičkih insekticida, dok biološka kontrola još uvek nije postala široko primenjivana metoda. Ipak, postoji veliki broj korisnih organizama koji se mogu koristiti u biološkoj borbi protiv štetnih insekata. Većini ovih organizama posebno pogoduje uzgoj paradajza u zaštićenom prostoru, gde su mikroklimatski uslovi povoljni za održavanje njihovih populacija. Iz dosadašnjih istraživanja može se zaključiti da brojni predatori i parazitoidi koji su već prisutni u našem agroekosistemu mogu poslužiti kao biološki agensi za suzbijanje štetočina. Ovi korisni insekti mogu se koristiti pojedinačno, ali njihov pozitivan efekat može se značajno poboljšati istovremenom primenom, odnosno usklađivanjem sa odgovarajućim agrotehničkim merama i uslovima proizvodnje.

Mnogi korisni organizmi hrane se različitim vrstama štetočina u paradajzu, dok su pojedini specijalizovani za određenu štetnu vrstu. U tim slučajevima, najbolje je primeniti strategiju koja uključuje upotrebu dva ili više prirodnih neprijatelja koji će delovati sinergijski na suzbijanje štetnih organizama. Međutim, neophodno je voditi računa o međusobnoj kompatibilnosti ovih organizama kako bi se izbegla konkurencija i sprečio kanibalizam. Takođe, velika prednost većine ovih korisnih organizama je njihova sposobnost razvoja na dopunskoj ishrani, pri čemu se kao dopunska hrana najčešće koristi polen. Ova osobina omogućava brzo uspostavljanje optimalne populacije predatora u zasadima paradajza. Prilikom upotrebe polena kao dopunske hrane naročito treba voditi računa o vrsti polena koja se koristi. Polen određenih biljnih vrsta, pored toga što je dopunska hrana prirodnim neprijateljima, može biti dopunska hrana herbivornim insektima, stoga ovaj način dopunske ishrane treba pažljivo primenjivati (Leman i Messelink, 2015)

Upotreba korisnih insekata može efikasno kontrolisati populacije štetočina u paradajzu, a u nekim slučajevima može biti konkurentna konvencionalnoj proizvodnji i primeni hemijskih insekticida. Ipak, određene morfološke karakteristike paradajza mogu negativno uticati na razvoj korisnih organizama. Najveći problem javlja se kod sorti sa gustim trihomima, jer oni mogu značajno smanjiti pokretljivost prirodnih neprijatelja i time umanjiti njihovu efikasnost.

Pored navedenih predatora i parazitoida, širok spektar drugih korisnih insekata sa značajnim potencijalom za biološku kontrolu štetočina paradajza ostaje komercijalno nedovoljno iskorišćen, posebno u Srbiji. Jedna od njih je mediteranska vrsta *Necremnus tutae* Ribes & Bernardo, 2015 (Hymenoptera: Eulophidae), larveni ektoparazitoid koji se hrani prvim i drugim larvenim

stupnjem *T. absoluta* (Zhang i sar., 2022). Ova vrsta trenutno nije komercijalno dostupna, ali se spontano javlja u proizvodnim regionima paradajza širom Evrope, naročito u mediteranskom pojasu (Crisol-Martínez i van der Blom, 2009). Prisustvo ovog parazitoida u Srbiji još nije registrovano, a u dostupnoj literaturi ne postoje istraživanja koja potvrđuju prisutnost vrste *N. tutae* ni u regionu Zapadnog Balkana. S obzirom na potencijal *N. tutae* u suzbijanju *T. absoluta*, poželjno je sprovesti detaljna istraživanja kako bi se ispitala potencijalna rasprostranjenost vrste u Srbiji i širem regionu.

LITERATURA

Abou-Haidar, A.; Sobh, H.; Skinner, M.; Parker, B.; Abou-Jawdah, Y. (2021): Efficacy of Phytoseiulus persimilis and Amblyseius swirskii for integrated pest management for greenhouse cucumbers under Mediterranean environmental conditions. Can. Entomol. 153, 598–615.

Abraços-Duarte, G.; da Silva, E.B.; Figueiredo, E. (2022): Half Friend, Half Enemy? Comparative Phytophagy between Two Dicyphini Species (Hemiptera: Miridae). Insects 13, 175.

Ahmed, N.; Lou, M. (2018): Efficacy of two predatory phytoseiid mites in controlling the western flower thrips, Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on cherry tomato grown in a hydroponic system. Egypt. J. Biol. Pest Control, 28, 15.

Al-Azzazy, M.M.; Alhewairini, S.S.; Abdel-Baky, N.F.; Qureshi, M.Z.; Hajjar, M.J. (2022): Evaluation of the effectiveness of Neoseiulus cucumeris (Oudemans) as a predator of Tuta absoluta (Meyrick). Braz. J. Biol. 82, e255753

Ardeh, M.J.; De Jong, P.W.; Van Lenteren, J.C. (2005): Intra- and interspecific host discrimination in arrhenotokous and thelytokous Eretmocerus spp. Biol. Control, 33, 74–80.

Bernardo, A.M.G.; de Oliveira, C.M.; Oliveira, R.A.; Vacacela, H.E.; Venzon, M.; Pallini, A.; Janssen, A. (2017): Performance of Orius insidiosus on alternative foods. J. Appl. Entomol. 141, 702–707.

Calvo, J.; Bolckmans, K.; Stansly, P.A.; Urbaneja, A. (2009): Predation by Nesidiocoris tenuis on Bemisia tabaci and injury to tomato. BioControl, 54, 237–246.

Calvo, F.J.; Lorente, M.J.; Stansly, P.A.; Belda, J.E. (2012): Preplant release of Nesidiocoris tenuis and supplementary tactics for control of Tuta absoluta and Bemisa tabaci in greenhouse tomato. Entomol. Exp. Appl., 143, 111–119.

Calvo, F.J.; Knapp, M.; van Houten, Y.M.; Hoogerbrugge, H.; Belda, J.E. (2015): Amblyseius swirskii: What made this predatory mite such a successful biocontrol agent? Exp. Appl. Acarol., 65, 419–433.

Carnero-Hernández, A.; Díaz-Hernández, S.; Amador-Martín, S.; Hernández-García, M.; Hernández-Suárez, E. (2000): Impact of Nesidiocoris tenuis Reuter (Hemiptera: Miridae) on whitefly populations in protected tomato crops. IOBC/WPRS Bull, 23, 259

Cascone, P.; Carpenito, S.; Slotsbo, S.; Iodice, L.; Sørensen, J.; Holmstrup, M.; Guerrieri, E. (2015): Improving the efficiency of Trichogramma achaeae to control Tuta absoluta. BioControl, 60, 761–771.

Chailleux, A.; Bearez, P.; Pizzol, J.; Amiens-Desneux, E.; Ramirez-Romero, R.; Desneux, N. (2013): Potential for combined use of parasitoids and generalist predators for biological control of the key invasive tomato pest Tuta absoluta. J. Pest. Sci. 86, 533–541.

Coll, M.; Ridgway, R.L. (1995): Functional and Numerical Responses of Orius insidiosus (Heteroptera: Anthocoridae) to Its Prey in Different Vegetable Crops. Ann. Entomol. Soc. Am. 88, 732–738.

Cooper, R.M.; Oetting, R.D. (1987): Influence of greenhouse environment on selected pest populations and their natural enemies. Fla. Entomol., 70, 59–65.

Crisol-Martínez, E.; van der Blom, J. (2009): Necremnus tutae (Hymenoptera, Eulophidae) is widespread and efficiently controls Tuta absoluta in tomato greenhouses in SE Spain. IOBC/WPRS Bull., 147, 22–29.

Drobnjaković, T.; Prijović, M.; Perić, P.; Milenković, S.; Stamenković, S. (2015): The potential of local populations of (Encarsia formosa Gahan) in biological control of greenhouse whitefly (Trialeurodes vaporariorum Westwood) in Serbia. In Proceedings of the 7th Congress on Plant Protection, Zlatibor, Serbia, 24–28 November 2014; Plant Protection Society of Serbia: Belgrade, Serbia, pp. 175–179.

Dutra, T.M.; da Graça Batista, M.; Teixeira, J.C.A.; Todorova, S.; Oliveira, L.; Tavares, J.; Borges, I.; Soares, A.O. (2023): Economic and financial model to the mass-rearing of Macrolophus pygmaeus (Rambur) (Heteroptera: Miridae), a biological control agent against the tomato moth Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in protected culture. Pest Manag. Sci. 79, 3712–3720.

El Arnaouty, S.A.; Kortam, M.N. (2012): First record of the mired predatory species, Nesidiocoris tenuis Reuter (Heteroptera: Miridae) on the tomato leafminer, Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Egypt. Egypt. J. Biol. Pest Control, 22, 223

El Arnaouty, S.; Pizzol, J.; Galal, H.; Kortam, M.; Afifi, A.; Beyssat, V.; Desneux, N.; Biondi, A.; Heikal, I. (2014): Assessment of Two Trichogramma

Species for the Control of Tuta absoluta in North African Tomato Greenhouses. Afr. Entomol., 22, 801–809
European Commission. (2024): Statistics Explained: Farms and Farmland in the European Union—Statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/73319.pdf
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT Data. Available online: https://www.fao.org/faostat/en/#data (Pristup: 24.03.2025).
Goleva, I.; Zebitz, C.P.W. (2013): Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite Amblyseius swirskii (Acari, Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol., 61, 259–283.
Granados, G.; Guerrero-Manzano, J.; Fernandez-Maldonado, J.; Tomas, F.C. (2019): Susceptibility of the egg parasitoid Trichogramma achaeae (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to selected insecticides used in tomato greenhouses. Span. J. Agric. Res., 17, e1009.
Heuskin, S.; Lorge, S.; Godin, B.; Leroy, P.; Frère, I.; Verheggen, F.J.; Haubruge, E.; Wathelet, P.; Mestdagh, M.; Hance, T.; et al. (2011): Optimisation of a semiochemical slow-release alginate formulation attractive towards Aphidius ervi Haliday parasitoids. Pest Manag. Sci., 68, 127–136.
Ivanišević, D.; Prodanović, R.; Stajić, D. (2018): Ekonomika proizvodnje paradajza u zavisnosti od načina nabavke rasada. Ekonom. Teor. Praksa, 11, 39–51.
Ivezić, A.; Rugman-Jones, P.; Stouthamer, R.; Ignjatovic Cupina, A. (2018): Molecular identification of Trichogramma egg parasitoids of Ostrinia nubilalis in northeastern Serbia. Arch. Biol. Sci., 70, 425–432.
Ivezić, A.; Trudić, B.; Draškić, G.; Zorić, M. (2023): Predatory mirid Nesidiocoris tenuis (Heteroptera: Miridae) as biological control agent in greenhouse tomato production. J. Cent. Eur. Agric., 24, 151–161.
Kahya, D.; Port, G. (2016): The effectiveness of Encarsia formosa Gahan (Hym: Aphelinidae) against Glasshouse Whitefly (Trialeurodes vaporariorum Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae)) under glasshouse conditions. Türkiye Entomoloji Bülteni, 6, 15–22.
Khatri, D.; He, X.Z.; Wang, Q. (2017): Effective Biological Control Depends on Life History Strategies of Both Parasitoid and Its Host: Evidence from Aphidius colemani–Myzus persicae System. J. Econ. Entomol., 110, 400–406.
Knapp, M.; van Houten, Y.; van Baal, E.; Groot, T. (2018): Use of predatory mites in commercial biocontrol: Current status and future prospects. Acarologia, 58, 72–82

Konan, K.A.J.; Jaworski, C.C.; Boll, R.; Desneux, A.; Ouali-N'Goran, S. -W.M.; Martin, T.; Gard, B.; Souriau, R.; Lavoir, A.-V.; Desneux, N. (2024): Benefits of intraguild interactions between zoophytophagous predators and of bottom-up effects of fertilisation for sustainable management of tomato pests. Entomol. Gen., 44, 347–355.

Konjević, A. (2020). Štetne stenice vrežastih biljaka. Biljni lekar, 48, 1.

Kumar, V.; Houben, K.; McKenzie, C.L.; Osborne, L.S. (2017): Efficacy of Eretmocerus eremicus and cyantraniliprole on Bemisia tabaci (MED whitefly). Arthropod Manag. Tests., 42, 1–2

Leman, A.; Messelink, G. J. (2015): Supplemental food that supports both predator and pest: a risk for biological control?. Experimental and Applied Acarology, 65(4), 511-524.

Li, M.; Yang, N.; Wan, F.; Liu, L.; Chen, Y.; Li, J.; Fu, J. (2017): Functional response of Neoseiulus cucumeris (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) to Bemisia tabaci (Gennadius) on tomato leaves. Biocontrol Sci. Technol., 27, 677–685.

Meck, E.D.; Kennedy, G.G.; Walgenbach, J.F. (2013): Effect of Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) on yield, quality, and economics of tomato production. Crop Prot., 52, 84–90.

Mollá, O.; Biondi, A.; Alonso-Valiente, M.; Urbaneja, A. (2014): A comparative life history study of two mirid bugs preying on Tuta absoluta and Ephestia kuehniella eggs on tomato crops: Implications for biological control. BioControl, 59, 175–183.

Paspati, A.; Rambla, J.L.; López Gresa, M.P.; Arbona, V.; Gómez-Cadenas, A.; Granell, A.; González-Cabrera, J.; Urbaneja, A. (2021): Tomato trichomes are deadly hurdles limiting the establishment of Amblyseius swirskii Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). Biol. Control, 157, 104572.

Perring, T.M.; Battaglia, D.; Walling, L.L.; Toma, I.; Fanti, P. (2017): Aphids: Biology, Ecology, and Management. In Sus-Tainable Management of Arthropod Pests of Tomato; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands; pp. 15–48.

Prado, S.G.; Jandricic, S.E.; Frank, S.D. (2015): Ecological interactions affecting the efficacy of Aphidius colemani in greenhouse crops. Insects, 6, 538–575.

Puysseleyr, V.; Höfte, M.; Clercq, P. (2011): Ovipositing Orius laevigatus increase tomato resistance against Frankliniella occidentalis feeding by inducing the wound response. Arthropod-Plant Interact., 5, 71–80.

Rezaei, M.; Talebi, A.A.; Fathipour, Y.; Karimzadeh, J.; Mehrabadi, M.; Reddy, G.Y. (2022): Optimization of mass rearing of Aphidius matricariae on tritrophic plant-aphid-parasitoid systems. BioControl, 67, 375–386.

Rubio, F.A.; Montes, F.C.; Alpízar-Brenes, G.; Parra, J.R.P.; Jamielniak, J.A.; Junior, L.P.L.; Vilches, T.N. (2022): A predator-parasitoid mathematical model to describe the biological control of the tomato leafminer Tuta absoluta. Ecol. Complex., 50, 100995.

Salama, N.; Emam, A.; Washahy, K.; Gaffar, S. (2022): Evaluation of Orius laevigatus as a predator of Bemisia tabaci in Vitro. Arab Univ. J. Agric. Sci., 30, 307–314.

Sarajlić, A.; Raspudić, E.; Majić, I.; Ivezić, M.; Brmež, M. (2014): Učinkovitost prirodne populacije osica Trichogramma u suzbijanju kukuruznoga moljca u poljskim uvjetima. Poljoprivreda, 20, 18–22. Available online: https://hrcak.srce.hr/131496 (accessed on 9 September 2024).

Shipp, J.L.; Wang, K. (2003): Evaluation of Amblyseius cucumeris (Acari: Phytoseiidae) and Orius insidiosus (Hemiptera: Anthocoridae) for control of Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse tomatoes. Biol. Control, 28, 271–281.

Schoeller, E.N.; Kumar, V.; McKenzie, C.L.; Osborne, L.S. (2021): Encarsia Wasp, a Silverleaf Whitefly Parasitoid (suggested) Encarsia formosa Gahan (Insecta: Hymenoptera: Aphelinidae): EENY-771/IN1337. EDIS, 5.

Smith, S.M. (1996): Biological control with Trichogramma: Advances, successes, and potential of their use. Annu. Rev. Entomol., 41, 375–406.

Symondson, W.O.C.; Sunderland, K.D.; Greenstone, M.H. (2002): Can generalist predators be effective biocontrol agents? Annu. Rev. Entomol., 47, 561–594.

Škerbot, I.; Škerbot, I.; Cizej, M.R.; Žveplan, S. (2019): Can Tomato Russet Mite (Aculops lycopersici) Undermine the Production of Tomatoes in Slovenia? In Zbornik Predavanj in Referatov 14; Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo: Maribor, Slovenia, pp. 186–193.

Toševski, I.; Jović, J.; Mitrović, M.; Cvrković, T.; Krstić, O.; Krnjajić, S. (2011): Tuta absoluta (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae): A new pest of tomato in Serbia. Pestic. Fitomed., 26, 197–204.

Urbaneja, A.; Montón, H.; Mollá, O. (2009): Suitability of the tomato borer Tuta absoluta as prey for Macrolophus pygmaeus and Nesidiocoris tenuis. J. Appl. Entomol., 133, 292–296.

Van Lenteren, J.C. (2000): Success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies. In Biological Control: Measures of Success; Gurr, G., Wratten, S., Eds.; Kluwer Academic Publishers: London, UK; pp. 77–103.

Xu, X.; Borgemeister, C.; Poehling, H.M. (2006): Interactions in the biological control of western flower thrips Frankliniella occidentalis (Pergande)

and two-spotted spider mite Tetranychus urticae Koch by the predatory bug Orius insidiosus Say on beans. Biol. Control, 36, 57–64.
Zavod za statistiku Republike Srbije (2023): Statistički godišnjak Republike Srbije, Dostupno online: https://publikacije.stat.gov.rs/G2023/Pdf/G20232056.pdf (Pristup: 24.03.2025).
Zhang, Y.; Tian, X.; Wang, H.; Castañé, C.; Arnó, J.; Wu, S.; Zhang, G. (2022): Nonreproductive effects are more important than reproductive effects in a host feeding parasitoid. Sci. Rep., 12, 11475.

Abstract

BIOLOGICAL PEST CONTROL: THE ROLE OF BENEFICIAL INSECTS IN INTEGRATED PEST MANAGEMENT OF TOMATO CROPS

Aleksandar Ivezić, Tamara Popović, Tijana Barošević
BioSense Institute, University of Novi Sad,
Dr. Zoran Đinđić 1, Novi Sad, Serbia
email: tamara.popovic@biosense.rs

Biological control offers an eco-friendly and sustainable alternative to chemical insecticides in tomato pest management. This paper examines various groups of beneficial organisms, including predators and parasitoids from the families Miridae, Anthacoridae, Aphelinidae, and Braconidae, utilized in managing economically important tomato pests. Special emphasis is placed on the efficacy of these natural enemies under diverse ecological conditions, their interactions, competition, and synergistic effects within integrated pest management programs. The paper also discusses challenges in their application, such as hyperparasitism, predation, and the morphological characteristics of plants that may influence their effectiveness. Furthermore, it explores the potential for combining the use of beneficial insects with agronomic practices and biopesticides to optimize pest control efficiency. While the application of biological control in Serbia remains limited, research underscores its substantial potential in protected cultivation conditions. The results of this study contribute to a deeper understanding of the role of natural enemies in tomato pest management and provide a foundation for enhancing integrated pest management strategies, ultimately reducing reliance on synthetic insecticides.

Key words: Biological control, Integrated Pest Management, natural enemies, parasitoids, predators