

ISSN 2623-6575

UDK 63

GLASILO FUTURE

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

VOLUMEN 8 BROJ 3

PROSINAC 2025.

Glasilo 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

Uredivački odbor / Editorial Board:
Izv. prof. dr. sc. Boris Dorbić – glavni i odgovorni urednik / *Editor-in-Chief*Emilija Friganović, dipl. ing. preh. teh., univ. mag. nutr., v. pred. – zamjenica g. i o. urednika / *Deputy Editor-in-Chief*Ančica Sečan, mag. act. soc. – tehnička urednica / *Technical Editor*

Prof. dr. sc. Željko Španjol – član

Mr. sc. Milivoj Blažević – član

Vesna Štibrčić, dipl. ing. preh. teh. – članica

Antonia Dorbić, mag. art. – članica

Gostujući urednik / *Guest editor* / (2025) 8(3) – Izv. prof. dr. sc. Ivan Juran
Međunarodno uredništvo / International Editorial Board:

Dr. sc. Gean Pablo S. Aguiar – Savezna republika Brazil (Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. dr. sc. Kiril Bahcevandziev – Portugalska Republika (Instituto Politécnico 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)

Dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emeritus – Republika Hrvatska (Agronomski 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-tehnološki fakultet u Splitu)

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

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

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

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

Dr. sc. Željko Jurjević – Sjedinjene Američke Države (EMSL Analytical, Inc., North Cinnaminson, New Jersey)

Prof. dr. sc. Mariia Kalista – Ukrajina (National Museum of Natural History of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv)

Dr. sc. Tajana Krička, prof. emeritus – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

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

Slobodan Kulić, mag. iur. – Helenska Republika (Federation Panhellenique del' Omithologie)

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

Prof. dr. sc. Zvonimir Marijanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu)

Semir Maslo, prof. – Kraljevina Švedska (Primary School, Lundäkerskolan, Gislaved)

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

Prof. dr. sc. Elizabeta Miskoska-Milevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana)

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

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

Doc. dr. sc. Andrea Paut- Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu)

Doc. dr. sc. Nibir Pratim Choudhury – Republika Indija (The Assam Royal Global University, Guwahati, Assam)

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 ekoinženering „Hans Em“ Skopje)

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

Prof. dr. sc. Azra Skender – Bosna i Hercegovina (Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću)

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

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

Doc. dr. sc. Mladenka Šarolić, prof. struč. stud. – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu)

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

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

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

Prof. dr. sc. Marko Turk – Republika Hrvatska (Visoka poslovna škola PAR)

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

Doc. dr. sc. Bojana Voučko – Republika Hrvatska (Prehrambeno-biotehnoški fakultet Zagreb)

Prof. 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)

Prof. dr. sc. Denisa Žujo Zekić – Bosna i Hercegovina (Nastavnički fakultet Mostar)

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

Objavljeno: 28. prosinca 2025. 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 obavezno navođenje izvora.

Časopis je indeksiran u CAB Abstract (CAB International).

Riječ gostujućeg urednika

Poštovani čitatelji Glasila Future,

pred vama je tematski broj stručno-znanstvenog časopisa „Glasilo Future“, u potpunosti posvećen štetnim organizmima u poljoprivredi. Riječ je o temi koja u suvremenom kontekstu zauzima središnje mjesto ne samo u znanstvenoj zajednici, već i u izravnim, svakodnevnim iskustvima poljoprivrednih proizvođača te široj javnosti koja ovisi o sigurnosti opskrbnih lanaca.

Štetni organizmi, među kojima se svojom štetnošću i prilagodljivošću posebno ističu određene vrste kukaca i korova, predstavljaju jedan od najozbiljnijih ograničavajućih čimbenika stabilne i održive poljoprivredne proizvodnje. Njihova prisutnost ne uzrokuje samo izravne gubitke u prinosu i narušavanje kvalitete proizvoda, već dugoročno ugrožava ekonomsku isplativost proizvodnje i globalnu prehrambenu sigurnost. U današnjim agroekosustavima ovaj je izazov postao još složeniji. Sinergijsko djelovanje klimatskih promjena, intenzivna poljoprivreda i globalizirana trgovina stvorili su idealne uvjete za širenje invazivnih vrsta i pojavu novih, do sada nepoznatih, štetnika na našim prostorima.

Na kraju, poseban fokus ovog broja stavili smo na psihološki i sociološki aspekt našeg odnosa s prirodom – fenomen entomofobije. Strah od kukaca često nadilazi njihovu stvarnu biološku opasnost, a ukorijenjen je u kulturnim predrasudama i često senzacionalističkom medijskom izvještavanju. Takva percepcija nepravredno stigmatizira cijelu skupinu organizama, zanemarujući pritom njihovu nezamjenjivu ekološku ulogu.

Primarni cilj ovog izdanja nije samo puko prezentiranje znanstvenih rezultata, već snažan doprinos racionalnijem razumijevanju uloge štetnih organizama. Vjerujemo da je edukacija temeljena na provjerenim činjenicama jedini put ka smanjenju neopravdanog straha i promjeni javne percepcije. Znanstveno utemeljeno znanje ključan je alat za donošenje odgovornih odluka – od primjene preciznih agrotehničkih mjera na terenu do oblikovanja informiranog javnog mnijenja.

Vjerujem da će radovi okupljeni u ovom broju „Glasila future“ biti nezaobilazan izvor informacija za znanstvenike, studente i stručnjake iz prakse. Neka ovo izdanje posluži kao platforma za daljnji, prijeko potrebni dijalog između znanosti i društva o svim izazovima i perspektivama koje donosi moderna poljoprivreda.

Izv. prof. dr. sc. Ivan Juran



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

(2025) 8(3) 01–95

SADRŽAJ:

	Str.
<i>Izvorni znanstveni rad (original scientific paper)</i>	
<i>B. Dorbić, Lucija Dorbić Jurlin, Denisa Žujo Zekić, E. Kajtaž</i>	
Stavovi i percepcije o fobiji prema kukcima Attitudes and perceptions about insect phobia	01–13
<i>Pregledni rad (scientific review)</i>	
<i>Maja Čačija, Vanja Smiljanić, Zrinka Drmić, Katarina Martinko, I. Juran</i>	
Molekularne metode detekcije i identifikacije štetnika u zaštiti bilja Molecular methods of pests detection and identification in plant protection	14–43
<i>I. Juran, Maja Mesić, Tanja Gotlin Čuljak, Katarina Martinko, Maja Čačija</i>	
Štetni kukci EPPO „Alert“ liste iz reda Lepidoptera Insect pests of EPPO „Alert“ list from order Lepidoptera	44–62
<i>Maja Čačija, Dora Badurina, Zrinka Drmić, Dinka Grubišić, I. Juran</i>	
Korisni kukci iz reda Diptera kao prirodni neprijatelji štetnih kukaca u poljoprivredi Insects of the order Diptera as natural enemies of agricultural insect pests	63–79
<i>Valentina Šoštarčić, Maja Šćepanović</i>	
Biologija i ekologija obične dikice (<i>Xanthium strumarium</i> L.) Biology and Ecology of the Common Cocklebur (<i>Xanthium strumarium</i> L.).....	80–92
<i>Obavijesti (notices)</i>	
<i>B. Dorbić</i>	
Obavijest o ispravcima Notice of corrections	93–93
<i>Upute autorima (instructions to authors)</i>	94–95

Korisni kukci iz reda Diptera kao prirodni neprijatelji štetnih kukaca u poljoprivredi

Insects of the order Diptera as natural enemies of agricultural insect pests

Maja Čačija^{1*}, Dora Badurina¹, Zrinka Drmić², Dinka Grubišić¹, Ivan Juran¹

Pregledni rad (scientific review)

doi: 10.32779/gf.8.3.4

Citiranje/Citation³

Sažetak

Red Diptera (dvokrilci) jedan je od redova kukaca najbogatijih različitim vrstama. Najpoznatije su štetne vrste poput voćnih muha, lisnih minera, mušica šiškarica i drugih vrsta koje štete poljoprivrednim kulturama. No postoji i velik broj vrsta čije su ličinke karnivorni predatori, paraziti i parazitoidi koji napadaju druge organizme i njima se hrane. Najčešći domaćini su im drugi kukci, ali napadaju i puževe, gujavice, stonoge i pauke. Najpoznatije korisne vrste dvokrilaca pripadaju porodicama Syrphidae (pršilice), Tachinidae (muhe gusjeničarke), Cecidomyiidae (mušice šiškarice) i Dolichopodidae (dugonoge muhe). Neke od njih su dostupne i kao komercijalni proizvodi koji se koriste u biološkom suzbijanju štetnika. U radu su pregledom relevantne znanstvene literature opisani prirodni neprijatelji iz reda Diptera koji predstavljaju važne predatore, parazite ili parazitoide različitih štetnih kukaca u poljoprivredi.

Ključne riječi biološko suzbijanje, dvokrilci, prirodni neprijatelji.

Abstract

The order Diptera (Diptera) is one of the most species-rich insect orders. The most well-known are harmful species such as fruit flies, leaf miners, gall midges and other species that damage agricultural crops. However, there are also many species whose larvae are carnivorous predators, parasites and parasitoids that attack and feed on other organisms. Their most common hosts are other insects, but they also attack snails, earthworms, millipedes and spiders. The best-known beneficial species of Diptera belong to the families Syrphidae (hoverflies), Tachinidae (tachinid flies), Cecidomyiidae (gall midges)

¹ Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska

* E-mail: mcacija@agr.hr (dopisna autorica).

² Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Gorice 68b, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska.

³ Čačija, M., Badurina, D., Drmić, Z., Grubišić, D., Juran, I. (2025). Korisni kukci iz reda Diptera kao prirodni neprijatelji štetnih kukaca u poljoprivredi. *Glasilo Future*, 8(3), 63–79. / Čačija, M., Badurina, D., Drmić, Z., Grubišić, D., Juran, I. (2025). Insects of the order Diptera as natural enemies of agricultural insect pests. *Glasilo Future*, 8(3), 63–79.

and Dolichopodidae (long-legged flies). Some of them are also available as commercial products used in biological pest control. This paper reviews the relevant scientific literature to describe natural enemies of the order Diptera that are important predators, parasites or parasitoids of various insect pests in agriculture.

Key words: biological control, dipterans, natural enemies.

Uvod

Donedavna poljoprivredna praksa nije uključivala sustavan pristup zaštiti okoliša, što je rezultiralo opadanjem bioraznolikosti, degradacijom zemljišta te ozbiljnim posljedicama po ljudsko zdravlje (Deiss, 2025). Primjenom kemijskih mjera postiže se uglavnom visoka učinkovitost u suzbijanja štetnika, no postoje i određeni nedostaci. Primjena sredstava za zaštitu bilja negativno utječe na okoliš te dovodi do pojave rezistentnosti štetnika na primijenjene aktivne tvari. Rezistentnost je pojava kada štetnik postaje otporan na određenu aktivnu tvar koja se protiv tog štetnika primjenjuje. Pojava rezistentnosti uvelike utječe na poljoprivrednu proizvodnju (Bažok i Lemić, 2017). Iz tog razloga u današnje vrijeme sve više se prihvaćaju ekološki prihvatljiviji načini zaštite od štetnika, odnosno sve se više koriste razne biološke mjere (Puđa, 2013). Biološka zaštita podrazumijeva korištenje različitih organizama ili njihovih proizvoda kako bi se suzbili štetni organizmi. Ova mjera koristi prirodne neprijatelje poput predatora, parazita i parazitoida, mikroorganizme (viruse, bakterije, mikoplazme) te nematode (Gotlin Čuljak et al., 2019).

Kukci iz reda Diptera (dvokrilci) velika su skupina kukaca, i neke vrste dobro su poznati štetnici na poljoprivrednim kulturama. Međutim postoje i brojne vrste koje su prirodni neprijatelji različitih štetnika, kao i mnoge druge vrste koje imaju specifične uloge u agroekosustavima. Primjerice, dvokrilci svojim sudjelovanjem u sustavima i mrežama oprašivanja značajno doprinose održavanju raznolikosti biljaka (Courtney et al., 2017). Dvokrilci su bogati vrstama sa specifičnim zahtjevima za mikrostanište ili mjesto razmnožavanja, što daje veliki potencijal za procjenu kvalitete staništa i planiranje njegovog očuvanja. Budući da su kozmopolitska skupina s različitim navikama te obitavaju u različitim staništima, dvokrilci su od velike ekonomske važnosti. Štetne vrste mogu imati značajne učinke na poljoprivredu, zdravlje životinja i ljudi te šumarstvo. Druge skupine mogu predstavljati opću „smetnju“ kada su prisutne u velikom broju (molestanti) ili zbog izazivanja alergijskih reakcija kod čovjeka i životinja. Unatoč tim negativnim učincima, muhe imaju vrijednu ulogu kao „čistači“, parazitoidi i predatori drugih kukaca, oprašivači, hrana za predatore, bioindikator kvalitete vode, ali i alati za znanstvena istraživanja (primjerice, *Drosophila melanogaster* Meigen uvedena je kao model organizam za genetska istraživanja prije otprilike jednog stoljeća, a i danas je jedna od najvažnijih vrsta na kojima se provode razna genetska istraživanja) (Courtney et al., 2017). Cilj ovog rada je pregledom dostupne literature opisati pripadnike reda Diptera koji su značajni predatori, paraziti ili parazitoidi različitih štetnih kukaca u poljoprivredi.

Red Diptera

Red Diptera ili dvokrilci predstavlja jedan od najvećih i najraznolikijih skupina kukaca. Dvokrilci su dio razreda Insecta i koljena Arthropoda (GBIF, 2023). Unutar ovog reda poznato je oko 150 000 vrsta, a pretpostavlja se da ih je oko 250 000 vrsta, unutar 150 porodica (Cranston i Gullan, 2009). O sistematskoj podjeli reda Diptera idanas se raspravlja. Tradicionalno se dijele u dva podreda, Nematocera i Brachycera, koja se razlikuju prvenstveno po ticalima. Nematocere se prepoznaju po delikatnim, izduženim tijelima i višesegmentnim, često dlakavim ticalima, kakve primjerice imaju komarci, mušice i komari. Brachycera imaju kompaktnija, okruglija tijela i mnogo kraća ticala, u njih ubrajamo kućne muhe, voćne muhe, konjske muhe (obadi), muhe grabljivice i pršilice (osolike muhe) (Mendonça et al., 2024). Karakteristično za red Diptera je da imaju prednji par krila opnaste strukture za let, dok je stražnji par krila reduciran u tzv. mahalice, poznate kao halterae. Tijelo im varira u veličini, obično je sitne do srednje veličine. Imaju usni ustroj za bodenje, sisanje i lizanje. Dvokrilci su holometabolni kukci, što znači da prolaze kroz potpunu preobrazbu (jaje, ličinka, kukuljica, odrasla jedinka). Ličinke dvokrilaca mogu biti apodne, što znači da nemaju ni prsne ni trbušne noge. Postoje i eucefalne ličinke koje imaju dobro razvijenu glavu, kao što su ličinke komaraca iz porodice Culicidae. Drugi oblici ličinki, poput onih kod muha, nemaju razvijenu vidljivu glavu, a usni organ im je uvučen u prsa te se nazivaju acefalne. Postoje dva osnovna oblika kukuljice. Pupa obtecta je pokrivena kukuljica koja se javlja nakon stadija ličinke kod podreda Nematocera. Kod muha se javlja i bačvasta kukuljica ili pupa coarctata, gdje se koža ličinke ne odbacuje već se stvrdne u bačvicu ili puparij u kojem se nalazi kukuljica (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Muhe se hrane raznovrsnom hranom, uključujući nektar, cvijeće, detritus i krv sisavaca, ptica i gmazova. Hranjenje krvlju posebno je karakteristično za ženke porodice Culicidae, ali i nekih drugih porodica poput Tabanidae, Phlebotominae i Rhagionidae. Staništa dvokrilaca su raznovrsna, prisutni su u tropskim, subarktičkim, morskim i planinskim područjima (Perveen i Khan, 2021).

Važno je napomenuti da unutar reda Diptera postoje i korisne i štetne vrste. Korisne vrste imaju važnu ulogu u ekosustavu kao hrana za druge organizme, oprašivači, raznositelji sjemena, te pomažu u razgradnji biljnog i životinjskog materijala, čime doprinose povećanju plodnosti tla. Mnoge ličinke korisnih vrsta su predatori ili parazitoidi koji kontroliraju populacije štetnika. Štetne vrste iz reda Diptera mogu prouzročiti štetu na usjevima i biti vektori raznih bolesti. Ličinke štetnih vrsta muha se hrane biljnim tkivom, poput lisnih minera iz porodice Agromyzidae koji prave hodnike (mine) u listu, mušica šiškarica iz porodice Cecyidomiidae koje uzrokuju pojavu šiški na listu i voćnih muha iz porodice Tephritidae koje oštećuju plodove. Neke vrste muha mogu širiti bolesti i nanijeti velike ekonomske štete, posebno u stočarstvu (Perveen i Khan, 2021).

Porodica Syrphidae – pršilice, lebdjelice, osolike muhe

Pršilice brzo lete i često se mogu vidjeti blizu cvijeća (Schuh, 2023). Zbog svog kratkog usnog organa lete blizu oko žutog ili bijelog cvijeća. Lebde oko jednog mjesta te su zbog toga dobile i drugo ime, lebdjelice. Izgledom ovi kukci podsjećaju na pčele ili ose, budući da su obično žute ili crne, ili bijele s crnim abdomenom pa ih neki nazivaju i trećim imenom, osolike muhe. Taj primjer zovemo mimikrija, odnosno način prilagodbe koji im služi kao obrana od potencijalnih prirodnih neprijatelja (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005). Iako su po bojama slične, od pčela i osa se razlikuju po tome što pršilice imaju samo jedan par krila, dok pčele i ose imaju dva para krila (red Hymenoptera, opnokrilci). Također, za razliku od pčela i osa, pršilice nemaju žalac. Još jedna karakteristika razlikuje ih od opnokrilaca, a to je pojava vene, tzv. *Vena spuria*, na krilu (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005). Pršilice su različitih veličina, od 3 mm do 25 mm. Mogu biti žute, narančaste, smeđe, metalne ili crne boje. Upravo ove karakteristike ih čine jako zanimljivima za istraživanje. Prvi ih je znanstveno opisao Linnaeus 1758. godine (Thompson et al., 1982). Postoji velik broj korisnih vrsta iz porodice Syrphidae kao što su *Episyrphus alternans* (Macquart), *Episyrphus (Episyrphus) arcifer* (Sack), *Episyrphus balteatus* (De Geer), *Episyrphus (Episyrphus) circularis* (Hull), *Episyrphus (Episyrphus) divertens* (Walker), *Episyrphus viridaureus* (Wiedemann) i brojne druge vrste (Myers et al., 2025a).

Vrsta Episyrphus balteatus

Sistematska pripadnost i rasprostranjenost

Vrsta *Episyrphus balteatus* pripada u red Diptera, porodicu Syrphidae, rod *Episyrphus* (Royal Entomological Society, 2024). Rasprostranjena je diljem Palearktičke regije koja obuhvaća Europu, sjevernu Aziju i sjevernu Afriku. Smatra se najbrojnijom domaćom muhom pršilicom u srednjoj Europi (Alhmedi et al., 2010). Može se naći tijekom cijele godine u raznim staništima, uključujući gradske vrtove, gdje posjećuju cvijeće radi peludi i nektara. Imaju karakterističan način leta kojim idu od cvijeta do cvijeta. Često formiraju guste migracijske rojeve, što može izazvati paniku među ljudima zbog sličnosti s osama. Pripada među rijetke vrste muha koje su sposobne zdrobiti peludna zrnca i hraniti se njima. Sredinom proljeća ličinke se mogu pronaći u kolonijama lisnih uši ili tripsa. Lako ih se može uočiti jer ostavljaju crni izmet kod plijena kojeg napadaju (Cannon et al., 2024).

Morfologija

Odrasla jedinka je vrlo sitna, veličine od devet do 12 mm (slika 1). Oči su joj velike, tamnocrvene boje. Abdominalni nastavci su tamnožute boje s crni debljim i tanjim prugama koje izgledom podsjećaju na brkove. Prsni kolutići su metalnog sjaja te izgledaju kao da su tamno zlatne boje (Royal Entomological Society, 2024).



Slika 1. Muha pršilica *Episyrphus balteatus*

(Izvor: <https://www.monaconatureencyclopedia.com/episyrphus-balteatus/?lang=en>)

Figure 1. Hoverfly *Episyrphus balteatus*

(Source: <https://www.monaconatureencyclopedia.com/episyrphus-balteatus/?lang=en>)

Ličinke su veličine od 10 do 12 mm. Mogu biti žute ili zelene boje. Suženog su tijela te oblikom podsjećaju na puževe ili gusjenice. Kreću se oko biljaka u potrazi za hranom. Jaja su crne boje nalik zrcima riže (Schuh, 2023).

Biologija i ekologija

Episyrphus balteatus prolazi kroz potpunu preobrazbu koju čine četiri stadija: jaje, ličinka, kukuljica i odrasla jedinka. Ličinke ili odrasli prezime u skrovitom mjestu. U proljeće odrasli lete oko cvijeća u potrazi za peludi te polažu jaja. U potrazi za hranom, a to su uglavnom lisne uši, pomažu im mirisi koje ispuštaju same biljke i lisne uši. Ličinka se kukulji u zemlji. Životni ciklus traje dva do četiri tjedna. Godišnje imaju dvije do tri generacije (Cannon et al., 2024). Ličinke su predatorne i hrane se lisnim ušima, tripsima i cvrčcima. Hrane se noću dok se tijekom dana sakrivaju. Ličinka može pojesti 100 do 400 lisnih uši (slika 2). Za razliku od karnivornih ličinki, odrasli se hrane peludom cvijeća (Schuh, 2023).



Slika 2. Ličinka vrste *Episyrphus balteatus* (lijevo) se hrani lisnom uši (desno) (Izvor: Schuh, 2023)

Figure 2. Larvae of species *Episyrphus balteatus* (left) feeding on an aphid (right) (Source: Schuh, 2023)

Komercijalni uzgoj i upotreba

Za biološko suzbijanje koristi se pripravak Syrphidend, proizvod tvrtke Koppert, koji sadrži kukuljice muhe pršilice vrste *Episyrphus balteatus* (Koppert, 2025a). Pripravak sadrži 50 kukuljica, a obično se ispusti 100 do 600 kukuljica po ha. Nakon ispuštanja iz kukuljica se razvijaju odrasle jedinke koje zatim polažu jaja među lisne uši. Ličinka koja se razvije iz jaja hrani se lisnim ušima. Može se uočiti tamni izmet ili mekonij po listovima i na taj način se zna da se ličinka hranila štetnim ušima. Syrphidend je najučinkovitiji u uvjetima temperature između 15 °C i 23 °C. Visoka vlažnost zraka povoljna je za razvoj ličinki i izlazak odraslih iz kukuljica. Odrasle muhe hrane se s peludi i nektarom pa je za optimalno održavanje populacije korisno osigurati prisutnost cvjetnica. Pripravak je potrebno primijeniti odmah, a u slučaju potrebe može se čuvati u mraku na temperaturi od 8 °C do 10 °C tijekom jednog do dva dana (Koppert, 2025a).

Osim Syrphidenda, postoji i pripravak imena Rophoria, koji sadrži muhu pršilicu *Sphaerophoria rueppellii* (Wiedemann) (Koppert, 2025b). Sredstvo sadrži 100 kukuljica vrste *S. rueppellii*. Po ha se ispusti 200 do 600 kukuljica. Koristi se preventivno ili čim se uoče lisne uši u usjevu. Za razliku od *Syrphidenda* koji sadrži vrstu *E. balteatus*, Rophoria s vrstom *S. rueppellii* ima drugačiju prilagodbu na klimatske uvjete i više joj odgovaraju topliji uvjeti klime. Koristi se pri temperaturi od 20 °C do 30 °C. Kao i za *Syrphidend*, visoka vlažnost zraka pogoduje razvoju ličinki i izlasku odraslih iz kukuljica. Odrasle muhe hrane se s peludi i nektarom pa se sredstvo ostavlja u blizini cvijeća (Koppert, 2025b).

Porodica Tachinidae – muhe gusjeničarke

Porodica Tachinidae jedna je od najznačajnijih porodica u kojoj nalazimo prirodne neprijatelje iz reda Diptera. Broji preko 10 000 vrsta. Veličine su u rasponu od 2 do 20 mm. Osim po veličini, razlikuju se i po boji i obliku (Stireman et al., 2006). Kozmopolitske su vrste. Dijele se na potporodice Phasiinae, Dexiinae, Exoristinae i Tachininae (O'Hara, 2008). Najmanje vrste su iz potporodice Phasiinae. Podporodice Exoristinae i Tachininae imaju mnogo vrsta koje su crne ili tamnosive boje i sa mnogo čekinja. Nazivaju se i muhe gusjeničarke jer prvenstveno parazitiraju gusjenice, a osim što napadaju gusjenice leptira, ličinke ovih muha često su unutarnji paraziti i ličinki kornjaša, moljaca, osa biljarica, skakavaca, uholaža i drugih kukaca (UC IPM, 2025a). Pojedine vrste iz porodice Tachinidae polažu jaja na domaćina, a neke na hranu od domaćina (O'Hara, 2008).

Neke od korisnih vrsta koje se koriste u biološkom suzbijanju su *Exorista larvarum* (Linnaeus) i *Compsilura concinata* (Meigen) koje napadaju gusjenice leptira, zatim vrste *Lydella thompsoni* Herting, *Lydella stabulans* (Meigen) i *Lydella grisescens* Robineau-Desvoidy koje suzbijaju gusjenice kukuruznog moljca, vrste *Myiopharus doryphorae* (Riley) i *Trichopoda pennipes* (Fabricius) koje se koriste za biološko suzbijanje krumpirove zlatice (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005), vrsta *Voria ruralis* (Fallén) i brojne druge.

Vrsta *Voria ruralis*

Sistematska pripadnost i rasprostranjenost

Vrsta *Voria ruralis* pripada redu Diptera, porodici Tachinidae i rodu *Voria* (ITIS, 2025). Kozmopolitski je rasprostranjena vrsta. Nastanjuje različita staništa poput cvjetnih livada i travnjaka, grmlja i živica, vrtova, parkova i slično, gdje njihove ličinke nalaze gusjenice sovice iz potporodice Plusiinae (Hillman, 2025).

Morfologija i životni ciklus

Odrasle jedinke ove muhe gusjeničarke i njezine ličinke dužine su do 6 mm. Tijelo im je dlakavo, crne ili tamnosive boje, s crvenkasto-smeđim očima (slika 3). Hrane se mednom rosom i nektarom. Ženka položi do 300 jaja. Iz njih brzo izlaze ličinke koje se hrane svojim domaćinom. Kukuljica je veličine oko 6 mm. Razvoj iz jaja do odrasle jedinke traje tri tjedna (UC IPM, 2025a).



Slika 3. Vrsta *Voria ruralis* – muha gusjeničarka (Izvor: Insektarium, 2025)

Figure 3. *Voria ruralis* – tachinid fly (Source: Insektarium, 2025)

Životni ciklus čine četiri stadija: jaje, ličinka (tri stadija), kukuljica i odrasla jedinka. Zimi se skriva ili kao ličinka u svom domaćinu ili kao kukuljica u zemlji. Ličinke su endoparaziti. Izlaze iz kukuljica u proljeće i ulaze u domaćina, zatim se i razvijaju unutar njega. Hrane se različitim ličinkama ili odraslim kukcima, skakavcima, ličinkama kornjaša, a posebno su zabilježeni kao paraziti sovice iz potporodice Plusiinae (porodica Noctuidae) (Tschorsnig i Herting, 1994). Razvoj im traje od četiri do 14 dana. Ličinka prolazi kroz tri stadija. Prvi stadij ličinke u domaćinu se hrani hemolimfom i prema načinu života je parazit. Drugi stadij ličinke hrani se unutar domaćina i koristi njegov kisik. U ovom razdoblju domaćin se brani protiv parazita, a imunološki odgovor na napad naziva se kapsulacija. U početku kod kapsulacije oko ličinke se stvara tanka membrana. Prvi stadij se nastavlja hraniti hemolimfom, dok se drugi stadij hrani nevitarnim tkivima. Kapsula koja se formira oko ličinke zove se respiratorni lijevjak. Sposobnost ličinke da podnese kapsulaciju čini ovu porodicu dodatno zanimljivom i različitom od drugih kukaca (O'Hara, 2008).

Primjena u zaštiti bilja

Muhe iz porodice Tachinidae koristile su se još od ranih 1900.-ih za suzbijanje štetnika. Primjerice, unos parazitoidnih vrsta muha gusjeničarki iz Europe u SAD radi uništavanja štetnika gubara glavonje (*Lymnatria dispar* L.) i zlatokraja (*Euproctis chrysorrhoea* L.) (Elkinton et al., 2001). Postoji još mnogo primjera gdje su se ispuštale muhe gusjeničarke radi smanjenja populacije štetnika. Za suzbijanje malog mrazovca (*Operophtera brumata* L.) u Kanadi koristila se vrsta muhe *Cyzenis albicans* (Fallén) iz Europe (Elkinton et al., 2021). Na Fijiju je korištena muha *Bessa remota* (Aldrich) radi smanjenja brojnosti moljca (*Levuana iridescens* Bethune-Baker) (Hoddle, 2006). Neke od vrsta *Trichopoda* prenesene su iz Južne Amerike na Havaje, u Italiju, Australiju i Južnu Afriku radi suzbijanja vrste *Nezara viridula* (L.) – zelene stjenice, ali nažalost ne uvijek sa zadovoljavajućim rezultatima (Pilkay et al., 2016). Općenito, primjena nekih vrsta muha gusjeničarki davala je pozitivne rezultate, dok su se neke vrste pokazale skupe ili komplicirane za uzgoj u laboratoriju (O’Hara, 2008).

Muhe iz porodice Tachinidae privlači cvijeće koje ima puno polena. Stoga je preporučljivo oko usjeva posaditi takve biljke kako bi privukli ove korisne muhe. Neke od tih biljaka mogu biti kopar – *Anethum graveolens* L., komorač – *Foeniculum vulgare* Mill., zvjezdan – *Asterus amellus* L., zlatnica – *Solidago gigantea* Aiton i, carevo oko – *Coreopsis grandiflora* Hogg ex Sweet (Cannon et al., 2025).

Porodica Cecidomyiidae – mušice šiškariće

Jedna od najbrojnijih porodica iz reda Diptera je porodica Cecidomyiidae, mušice šiškariće (Hebert et al., 2016). Prije je bila podijeljena u tri potporodice: Lestremiinae, Porricondylinae i Cecidomyiinae. Međutim nova podjela sastoji se od šest potporodica: Catotrichinae, Lestremiinae, Micromyinae, Winnertziinae, Porricondylinae i Cecidomyiinae (Kolesik, 2014). Jedinke su veličine od 0,5 do 3 mm, tamne boje tijela, a mogu imati žute ili crvene abdominalne nastavke. Oba spola imaju velike složene oči. Imaju duge i tanke noge. Ličinke prema načinu ishrane dijelimo na zoofagne, fitofagne i mikofagne. Zoofagne ličinke predatorne su i hrane se lisnim ušima, štitastim ušima, grinjama te drugim člankonošcima (Skuhravá i Skuhravý, 2010). Neke od korisnih vrsta iz roda *Aphidoletes* su *Aphidoletes abietis* (Kieffer), *A. thompsoni* Möhn, *A. urticaria* (Kieffer), *A. aphidimyza* Rondani, *A. spatulatus* Grover, *Feltiella acarisuga* (Vallot) i brojne druge (UC IPM, 2025b).

Vrsta *Aphidoletes aphidimyza*

Sistematska pripadnost i rasprostranjenost

Vrsta *Aphidoletes aphidimyza* pripada u red Diptera, porodicu Cecidomyiidae, rod *Aphidoletes* (Bugwood Wiki, 2025a). Kozmopolitska je vrsta prisutna na raznim mjestima; u okućnicama vrtova, u voćnjacima, staklenicima, a od usjeva u krumpiru i porodici krstašica. U staklenicima je od velike

važnosti jer se koristi za suzbijanje lisnih uši kojima se hrane njene ličinke. Također je prisutna i kod raznih voćarskih kultura kao što su jabuke, borovnice te ukrasne kulture (Cornell University, 2025).

Morfologija

Odrasla jedinka je veličine 2,5 mm, a krila su duga od 1,6 mm do 2,0 mm. Smeđkasto-narančaste je boje (slika 4). Jajašca su ovalna oblika i obojena narančasto, veličine od 0,1 mm do 0,3 mm. Ličinke su duguljaste, veličine 2 do 3 mm, tijelo se sužuje prema glavi. S obzirom na to čime se hrane ličinke mogu biti svijetlo narančaste do crvene boje (slika 5) (UC IPM, 2025b).



Slika 4. Mušica šiškarića *Aphidoletes aphidimyza* (Izvor: Bioplanet, 2019)

Figure 4. Gall midge *Aphidoletes aphidimyza* (Source: Bioplanet, 2019)



Slika 5. Ličinka mušice šiškariće *Aphidoletes aphidimyza* (lijevo) se hrani lisnom uši (desno) (Izvor: Sound Horticulture, 2025)

Figure 5. Larvae of gall midge *Aphidoletes aphidimyza* (left) feeding on an aphid (right) (Source: Sound Horticulture, 2025)

Životni ciklus

Životni vijek ženke traje jedan do dva tjedna. U tom razdoblju polaže oko 70 jajašca. Jajašca polaže uspravno te mogu biti postavljena u nakupinama ili pojedinačno. Odlaze ih na listove u blizini lisnih uši. Ličinka izlazi nakon tri do četiri dana. U staklenicima, ličinka u tlu prelazi u kukuljicu te nakon dva

tjedna izlaze odrasle jedinke. U polju, razvoj ličinke traje dva tjedna, a stadij kukuljice tri tjedna. Životni ciklus u polju može trajati tri do šest tjedana, pri čemu razvija tri do šest generacija godišnje. Ličinka prezimljuje u kokonu u tlu te u proljeće prelazi u kukuljicu. Odrasle jedinke se pojavljuju u kasno proljeće, razmnožavaju se, te nakon toga oplodene ženke traže lisne uši kako bi odložile jaja. Ličinka dnevno može pojesti sedam do osamdeset lisnih uši. Ličinka će usmrtiti veći broj lisnih uši nego što ih zapravo pojede (Cornell University, 2025). Iako su im lisne uši primarna hrana, hrane se i grinjama, štitastim ušima i štitastim moljcima (Bugwood Wiki, 2025a).

Primjena u zaštiti bilja

Radi kontrole populacije lisnih uši koriste se pripravci koji sadrže mušice šiškarice, primjerice *Aphidoletes* Max. Primjenjuju se u vrtovima, botaničkim vrtovima, plastenicima, zoološkim vrtovima te voćnjacima. Za najbolje rezultate potrebno je ispuštati mušice šiškarice u proljeće i to dva do tri puta u razmaku od sedam do 10 dana. Ličinke je potrebno zakopati u vlažno tlo, treset ili piljevinu radi preobrazbe iz kukuljice u odraslu jedinku (Evergreen Growers Supply, 2025).

Na tržištu postoji i pripravak naziva Aphidend, proizvod tvrtke Koppert. Potrebno ga je skladištiti jedan do dva dana na temperaturi od 10 °C do 25 °C. Pripravak sadrži kukuljice mušice šiškarice. Potrebno ih je rasipati po stakleniku, najbolje čim se uoči prva pojava lisnih uši. Oslobađa se od jedne do 10 jedinki po m². Odrasle mušice šiškarice aktivne su noću. Za kvalitetno i uspješno biološko suzbijanje, ne smiju biti previsoke temperature zbog polaganja jajašaca (Koppert, 2025c).

Aphidoline je pripravak koji sadrži 1000 odraslih mušica šiškarica vrste *A. aphidimyza*. Koristi se jedna jedinka po m² ili lokalno 10 po m². Optimalna temperatura za primjenu iznosi od 20 °C do 27 °C, a može podnijeti raspon vlažnosti od 20 % do 80 %. Smjesu je potrebno prvo iz boce rasporediti u manje posude, manje posude će sadržavati vermikulit ili pješčani treset te će se rasporediti po usjevu. Nakon razvoja, jedna ličinka može usmrtiti oko 35 ličinki i više (Bioline Agrosiences, 2025).

Porodica Dolichopodidae

Porodica Dolichopodidae je vrlo raznolika porodica muha koja uključuje preko 7900 opisanih vrsta u 250 rodova, pri čemu se više od 40 % tih vrsta smatra vodenim. U Sjevernoj Americi opisano je oko 1300 vrsta. Ličinke su pretežno grabežljivci i mogu se naći u raznim staništima poput blata, raspadajućeg drva i ispod kore (Lencioni et al., 2024). Imaju duge noge i istaknute oči te su metalnih boja (zelena, plava, bakrena, crvena). Abdominalni nastavci im se sužuju prema kraju, ticala su im čekinjasta i kratka (slika 6) (Varenhorst et al., 2025).



Slika 6. Vrsta *Argyra setipes* iz porodice Dolichopodidae (Izvor: BugGuide, 2009)

Figure 6. The species *Argyra setipes* from the family Dolichopodidae (Source: BugGuide, 2009)

Vrste roda *Dolichopus*

Sistematska pripadnost i rasprostranjenost

Rod *Dolichopus* pripada potporodici Dolichopodinae, porodici Dolichopodidae, natporodici Empidoidea i podredu Brachycera (Bugwood Wiki, 2025b). Rod *Dolichopus* broji preko 600 vrsta, a neke od njih su *Dolichopus abaftanus* Harmston, *Dolichopus abbreviatus* Van Duzee, *Dolichopus aboriginis* Harmston & Knowlton i brojne druge (Myers et al., 2025b). Općenito preferiraju vlažnija područja; njihovo stanište čine močvare, potoci, šume. Odrasle jedinke mogu se naći u raznim staništima, poput vrtova, livada i krajolika u blizini vodenih površina. U tim staništima, odrasli se obično mogu naći na djelomično zasjenjenoj vegetaciji u potrazi za plijenom. Ličinke se često nalaze u blizini poluvodenih krajolika, dok se druge mogu naći ispod kore drveća ili malča (Varenhorst et al., 2025).

Morfologija

Jedinke su veličine od 1 do 9 mm (slika 7). Imaju dugačke noge te metalni odsjaj. Mužjake karakteriziraju neprimjetni spolni organi uvučeni pod zadak (abdomen). Jajašca su malena i većinom odložena u blizini vodenih staništa. Ličinka je manja od 9 mm, duguljasta i bijele je boje. Po segmentima abdomena ima trahealne škrge (Cannon et al., 2025).

Životni ciklus

Ova porodica kukaca prolazi kroz holometabolni razvojni ciklus koji uključuje faze: jaje, ličinka, kukuljica i odrasla jedinka. Nakon što izađe iz jajeta, ličinka je bijele boje i nema dobro razvijenu glavu (slika 8). Ličinka se razvija u različitim uvjetima, u suhoj i vlažnoj zemlji, te se pretvara u kukuljicu unutar kokona sastavljenog od čestica zemlje. Kukuljica prezimljuje u tlu, a odrasle jedinke se pojavljuju sredinom ili kasno u proljeće. Mužjaci privlače ženke na poseban način - služe se dodacima na nogama kojima mašu, dok druge vrste impresioniraju ženke osebujnim načinom leta (Varenhorst et al., 2025).

Tijekom godine mogu imati nekoliko generacija. Odrasle jedinke su grabežljivci koji se hrane komarcima, potkornjacima i grinjama. Također se hrane štetnicima, poput lisnih uši, tripsa, komaraca i grinja (Canon et al., 2025). Smatra se da su ličinke grabežljivci malih kukaca u tlu, ali i strvinari (Varenhorst et al., 2025).



Slika 7. Jedinka muhe iz roda *Dolichopus* (Izvor: BugGuide 2021)

Figure 7. An individual fly of the genus *Dolichopus* (Source: BugGuide, 2021)



Slika 8. Ličinka vrste iz roda *Dolichopus* (Izvor: Bugwood Wiki, 2025b)

Figure 8. The larva of a species of the genus *Dolichopus* (Source: Bugwood Wiki, 2025b)

Zaključak

Kukci iz reda Diptera (dvokrilci) velika su skupina kukaca. Poznati su kao štetnici na poljoprivrednim kulturama. Međutim, postoje i brojne vrste koje su korisne, poput prirodnih neprijatelja štetnika, kao i mnoge druge vrste koje imaju specifične uloge u agroekosustavima. Korisne vrste imaju važnu ulogu kao hrana za druge organizme, kao oprašivači, raznositelji sjemena, a pomažu i u razgradnji biljnog i životinjskog materijala, čime doprinose povećanju plodnosti tla. Mnoge ličinke korisnih vrsta muha su predatori ili parazitoidi koji kontroliraju populacije štetnika. Najpoznatije korisne vrste pripadaju porodicama Syrphidae, Tachinidae, Cecidomyiidae i Dolichopodidae. Neke od njih su dostupne i kao komercijalni proizvodi koji se koriste u biološkom suzbijanju štetnika. Može se pretpostaviti da je broj

korisnih vrsta muha, posebice predatora i parazitoida štetnika, puno veći nego što nam je do sada poznato, stoga bi svakako bilo korisno i potrebno istražiti nove vrste ili utvrditi potencijalnu korisnu ulogu nekih manje poznatih vrsta kako bi se obogatila mogućnost njihove upotrebe u biološkim mjerama suzbijanja štetnih kukaca.

Napomena

Ovaj rad proizašao je iz završnog rada Dore Badurina, naslova „Kukci iz reda Diptera kao predatori i paraziti štetnih organizama u poljoprivredi”, studentice prijediplomskog studija Fitomedicina na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu.

Literatura

Alhmedi, A., Haubruge, E., Francis, F. (2010). Intraguild interactions and aphid predators: Biological efficiency of *Harmonia axyridis* and *Episyrphus balteatus*. *Journal of Applied Entomology*, 134, 34-44. doi:10.1111/j.1439-0418.2009.01445.x.

Badurina, D. (2024). *Kukci iz reda Diptera kao predatori i paraziti štetnih organizama u poljoprivredi* (Završni rad). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

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

Bioline Agrosciences (2025). Aphidoline. <https://www.biolineagrosciences.com/?products=aphidoline> (pristupljeno 3. svibnja, 2025.).

Bioplanet. (2019). *Aphidoletes aphidimyza* – aphid predator. Bioplanet. <https://bioplanet.eu/en/aphidoletes-aphidimyza-3/> (pristupljeno 20. svibnja, 2025.).

BugGuide. (2009). Dolichopodidae – *Argyra setipes* (photo #304960). BugGuide.net: Identification, images, & information for insects, spiders & their kin for the United States & Canada. <https://bugguide.net/node/view/304960/bgpape> (pristupljeno 5. svibnja, 2025.).

BugGuide. (2021). Longlegged fly with bold black and white front feet – *Dolichopus* (photo #1930551). BugGuide.net: Identification, images, & information for insects, spiders & their kin for the United States & Canada. <https://bugguide.net/node/view/1930551> (pristupljeno 5. svibnja, 2025.).

Bugwood Wiki (2025a). *Aphidoletes aphidimyza*. https://wiki.bugwood.org/Aphidoletes_aphidimyza, (pristupljeno 21. svibnja, 2025.).

Bugwood Wiki (2025b). Long-Legged Flies. <https://wiki.bugwood.org/HPIPM:Dolichopodidae>, (pristupljeno 7. lipnja, 2025.).

Cannon, C., Murray, M., Patterson, R., Wagner, K. (2025). Beneficial insects of Utah. Beneficial insects and other natural enemies identification guide. Utah State University Extension. <https://extension.usu.edu/planthealth/files/pubs/Beneficial-Insects-of-Utah-ID-Guide.pdf> (pristupljeno 3. svibnja, 2025.).

Cornell University (2024). *Aphidoletes*. <https://biocontrol.entomology.cornell.edu/predators/Aphidoletes.php> (pristupljeno 12. lipnja, 2025.).

Courtney, G. W., Pape, T., Skevington, J. H., Sinclair, B. J. (2017). Biodiversity of Diptera. U: Insect Biodiversity (Footitt, R.G., Adler, P.H., ur.). <https://doi.org/10.1002/9781118945568.ch9>.

Cranston, P. S., Gullan, P. J. (2009). Chapter 199 - Phylogeny of Insects. U: Encyclopedia of Insects (Second Edition) (Resh, V. H., Cardé, R. T., ur.), Academic Press, 780-793. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00208-3> (pristupljeno 8. svibnja, 2025.).

Deiss, F. (2025). Biological Pest Control: A Beginner's Guide. <https://bioprotectionportal.com/resources/biological-control-beginners-guide/#different-types-biocontrol> (pristupljeno 10. lipnja, 2025.).

Elkinton, J. S., Parry, D., Boettner, G. H. (2006). Implicating an introduced generalist parasitoid in the invasive browntail moth's enigmatic demise. *Ecology*, 87(10), 2664-2672. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[2664:iaigpi\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[2664:iaigpi]2.0.co;2).

Elkinton, J. S., Boettner, G. H., Broadley, H. J. (2021). Successful biological control of winter moth, *Operophtera brumata*, in the northeastern United States. *Ecological Applications*, 31(5), e02326. <https://doi.org/10.1002/eap.2326>.

Evergreen Growers Supply (2025). *Aphidoletes aphidimyza*. <https://www.evergreengrowers.com/aphidoletes-aphidimyza-aphid-parasite.html> (pristupljeno 15. svibnja, 2025.).

GBIF (2023). Diptera. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/811> (pristupljeno 26. prosinca 2025.).

Gotlin Čuljak, T., Juran, I., Fabek Uher, S., Židovec, V., Miličević, T., Ševar, M., Mrakužić, B. (2019). *Urbano biovrtlarstvo*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu.

Hebert, P. D., Ratnasingham, S., Zakharov, E. V., Telfer, A. C., Levesque-Beaudin, V., Milton, M. A., Pedersen, S., Jannetta, P., deWaard, J. R. (2016). Counting animal species with DNA barcodes:

Canadian insects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1702), 20150333. doi: 10.1098/rstb.2015.0333.

Hillman, P. (2025). Bristly-winged Voria *Voria ruralis*. Nature Journeys. <https://petehillmansnaturephotography.wordpress.com/bristly-winged-voria-voria-ruralis/> (pristupljeno 4. lipnja, 2025.).

Hoddle, M. S. (2006). Historical review of control programs for *Levuana iridescens* (Lepidoptera: Zygaenidae) in Fiji and examination of possible extinction of this moth by *Bessa remota* (Diptera: Tachinidae). *Pacific Science*, 60(4), 439-453.

Insektarium. (2025). *Voria ruralis* – Szczotlicha błyszczkówka. <https://insektarium.net/diptera-2/tachinidae-raczycowate/voria-ruralis-szczotlicha-blyszczkowka/> (pristupljeno 26. prosinca 2025.).

ITIS (2025). *Voria ruralis* (Fallén, 1810). Integrated Taxonomic Information System – Report. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=651506#null (pristupljeno 6. lipnja, 2025.).

Kolesik, P. (2014). A review of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae: Cecidomyiinae) of Australia and Papua New Guinea: morphology, biology, classification and key to adults. *Austral Entomology*, 54(2), 127–148. doi:10.1111/aen.1210,0.

Koppert (2025a). Syrphidend. <https://www.koppert.com/syrphidend/> (pristupljeno 11. travnja, 2025.).

Koppert (2025b). Rophoria. <https://www.koppert.com/rophia/> (pristupljeno 11. travnja, 2025.).

Koppert (2025c). Aphidend. <https://www.koppert.hr/aphidend/> (pristupljeno 9. lipnja, 2025.).

Lencioni, V., Adler, P. H., Courtney, G. W. (2024). Chapter 15 - Order Diptera. U: Identification and Ecology of Freshwater Arthropods in the Mediterranean Basin (Maasri, A., Thorp, J. H., ur.), Elsevier, 503-639. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821844-0.00001-6>.

Mendonça, P. M., Cortinhas, L. B., Garção-Neto, C. H., Queiroz, M. M. de C. (2024). Brief review of morphological characters in the identification of Muscomorpha (Diptera) of sanitary and forensic importance. *Diversity*, 16(10), 599. <https://doi.org/10.3390/d16100599>.

Myers, P., R. Espinosa, C. S. Parr., Jones, T., G. S. Hammond, Dewey T. A. (2025a). The Animal Diversity Web (online). <https://animaldiversity.org/accounts/Episyrphus/classification/#Episyrphus> (pristupljeno 6. ožujka, 2025.).

Myers, P., R. Espinosa, C. S. Parr., Jones, T., G. S. Hammond, Dewey T. A. (2025b). The Animal Diversity Web (online). <https://animaldiversity.org/accounts/Dolichopus/classification/> (pristupljeno 14. ožujka, 2025.).

O'Hara, J. E. (2008). Tachinid flies (Diptera: Tachinidae). U: Encyclopedia of Entomology. 2nd Edition, (Capinera, J. L., ur.), Springer Netherlands, Dordrecht. 3675-3686. <https://www.uoguelph.ca/nadsfly/Tach/AboutTachs/TachOverview.html> (pristupljeno 6. ožujka, 2025.).

Oštrec, Lj. Gotilin Čuljak, T. (2005). *Opća entomologija*. Čakovec: Zrinski d. d.

Perveen, F., Khan, A. (2021). Introductory Chapter: Diptera. The Wonders of Diptera - Characteristics, Diversity, and Significance for the World's Ecosystems. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.99440> (pristupljeno 10. lipnja, 2025.).

Pilkay, G. L., Reay-Jones, F. P. F., Greene, J. K. (2016). Host preference of the parasitoid *Trichopoda pennipes* (Diptera: Tachinidae) with *Euschistus servus* and *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science*, 49(1), 56-62. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-49.1.56>.

Puđa, B. (2013). *Biofungicidi i njihova primjena* (Diplomski rad). Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.

Royal Entomological Society (2024). Understanding Insects: Classification of Insects. <https://www.royensoc.co.uk/understanding-insects/classification-of-insects/> (pristupljeno 6. ožujka, 2025.).

Schuh, M. (2023): Syrphid flies. University of Minnesota Extension. <https://extension.umn.edu/beneficial-insects/syrphid-flies> (pristupljeno 5. svibnja, 2025.).

Skuhrová, M., Skuhrový, V. (2010). Gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) of South Tyrol (Italy)- Summary and results and zoogeographical analysis. *Gredleriana*, 10, 275-324.

Sound Horticulture. (2025). *Aphidoletes aphidimyza* tech sheet. <https://soundhorticulture.com/pages/aphidoletes-aphidimyza-tech-sheet> (pristupljeno 20. svibnja, 2025.).

Stireman, J. O., O'Hara, J. E., Wood, D. M. (2006). Tachinidae: Evolution, Behavior, and Ecology. *Annual Review of Entomology*, 51(1), 525-555.

Thompson, F. C., Vockeroth, J. R., Speight, M. C. D. (1982). The Linnaean's species of flower flies (Diptera: Syrphidae). *Memoirs of the Entomological Society of Washington*, 10, 1-93.

Tschorsnig, H. P., Herting, B. (1994). *The tachinids (Diptera: Tachinidae) of central Europe: Identification keys for the species and data on distribution and ecology*. Stuttgart: Verlag Paul Parey.

UC IPM (2025a). Tachinid flies. <https://ipm.ucanr.edu/natural-enemies/tachinid-flies/#gsc.tab=0> (pristupljeno 4. ožujka, 2025.).

UC IPM (2025b). Aphid midge. <https://ipm.ucanr.edu/natural-enemies/aphid-midge/#gsc.tab=0> (pristupljeno 10. lipnja, 2025.).

Varenhorst, A., Bachmann, A., Rozeboom, P., Wagner, P. (2025). Flying Gems: Long-Legged Flies. South Dakota State University Extension. <https://extension.sdstate.edu/flying-gems-long-legged-flies> (pristupljeno 27. svibnja, 2025.).

Primljeno: 12. rujna 2025. godine

Received: September 12, 2025

Prihvaćeno: 27. prosinca 2025. godine

Accepted: December 27, 2025