

Štetni dvokrilci (Diptera) “Alert” liste EPPO-a

Sažetak

Prva linija obrane od unosa novih štetnih vrsta poljoprivrednih kultura, na određeno geografsko područje, jest biljna karantena koja obuhvaća niz administrativnih mjera. Popisi karantenskih vrsta obuhvaćeni su regulativom Europske unije i Republike Hrvatske, a Europska i mediteranska organizacija za zaštitu bilja (EPPO), u sklopu svoje organizacije, osigurava i održava „Alert“ listu koja pruže smjernice za brzo prepoznavanje, praćenje i kontrolu kretanja štetnih organizama koji prijetu unosu na područje Europe kako bi se ekonomski i ekološki gubici smanjili na najmanju moguću razinu. „Alert“ lista se kontinuirano dopunjuje novim potencijalno invazivnim vrstama, a kako se pojedina štetna vrsta proširi i udomaći briše se s iste. U radu su opisane vrste dvokrilaca koje se trenutno nalaze na „Alert“ listi EPPO-a s posebnim naglaskom na morfologiju, životne cikluse, simptome i štete, fitosanitarni rizik i mogućnosti suzbijanja.

Ključne riječi: invazivni dvokrilci, EPPO, *Atherigona orientalis*, *Atherigona reversura*, *Resseliella citrifrugis*

Uvod

Invazivne vrste su životinje, biljke ili drugi organizmi koje ljudi, slučajno ili namjerno, unose na mjesta izvan njihovog prirodnog rasprostranjenja te negativno utječu na bioraznolikost i ekosustave određenog područja, ali i na gospodarstvo i dobrobit ljudi. Stopa novog unosa invazivnih vrsta sve više raste jer povećane migracije širom svijeta omogućuju lakši prijenos u nova staništa. Istovremeno, klimatske promjene mijenjaju strukturu staništa u novim područjima koja postaju povoljna za te vrste. Prema procjeni Diagne i sur. (2021) u razdoblju od 1970. do 2017. ukupni trošak od posljedica unosa invazivnih vrsta iznosio je 1288 milijuna američkih dolara. U sprječavanju unosa i širenja invazivnih štetnih organizama ključnu ulogu imaju Nacionalne organizacije za zaštitu bilja (eng. National Plant Protection Organisations, NPPO). Ove organizacije, u suradnji s međunarodnim tijelima kao što je Europska i Mediteranska organizacija za zaštitu bilja (EPPO), razvijaju i implementiraju fitosanitarne mjere za suzbijanje prijetnji koje predstavljaju ovi organizmi (Noar i sur., 2021). EPPO, osnovan 1951. godine, djeluje kao međuvladina organizacija odgovorna za suradnju u području zdravlja bilja unutar euro-mediteranske regije. Glavni ciljevi EPPO-a uključuju razvoj međunarodnih strategija protiv unosa i širenja štetnika, usklađivanje fitosanitarnih propisa, te promicanje sigurnih i učinkovitih metoda suzbijanja štetnika (EPPO, 2024). Jedan od ključnih alata EPPO-a za bor-

1 izv. prof. dr. sc. **Ivan Juran**, prof. dr. sc. **Tanja Gotlin Čuljak**, prof. dr. sc. **Dinka Grubišić**, izv. prof. dr. sc. **Maja Čačija**, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

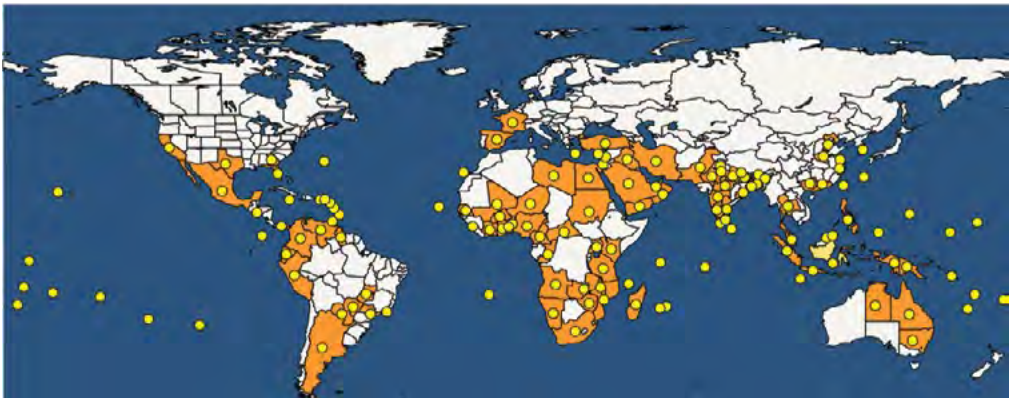
2 **Maja Mesić**, studentica prijediplomskog studija Fitomedicina, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

Autor za korespondenciju: ijuran@agr.hr

bu protiv invazivnih štetnika je tzv. „Alert“ lista. Ova lista, koja se redovito ažurira, pruža informacije o novim i potencijalno invazivnim štetnim organizmima koji predstavljaju prijetnju poljoprivredi, šumarstvu i prirodnom okolišu. Cilj ove liste je rano upozorenje NPPO-ovima i drugim relevantnim tijelima kako bi mogli pravovremeno poduzeti preventivne i kontrolne mjere (Roy, 2011). Rano otkrivanje i brzo reagiranje ključno je za uspješnu eradikaciju štetnika prije nego što se prošire i uzrokuju ozbiljne štete. EPPO sustavi ranog upozorenja uključuju prikupljanje i distribuciju ažuriranih informacija o biljnim štetnicima putem izvještajnih službi i baza podataka što omogućuju NPPO-ovima donošenje regulatornih odluka i uspostavljanje učinkovitih fitosanitarnih mjera. Sustavi ranog upozorenja temeljeni su na analizi rizika od štetnika (Pest Risk Analysis, PRA) koja procjenjuje vjerojatnost uspostave štetnih organizama na nekom području i njihov ekonomski, ekološki i društveni utjecaj (Noar i sur., 2021). Međutim, unatoč postojanju sustava ranog upozorenja i fitosanitarnih mjera, izazovi ostaju. Klimatske promjene, povećani međunarodni promet i globalizacija stvaraju nove putove za unos i širenje invazivnih vrsta. Trenutno se na „Alert“ listi EPPO-a nalazi 16 vrsta štetnih kukaca, jedna vrsta nematode, tri vrste biljnih virusa i 13 invazivnih vrsta biljaka (EPPO, 2024). Iz reda dvokrilaca (Diptera) na „Alert“ listi nalaze se vrste *Atherigona orientalis* Schiner, 1868, *Atherigona reversura* Villeneuve, 1936 i *Resseliella citrifrugis* Jiang, 1993 za koje će se detaljnije opisati njihova trenutna rasprostranjenost, morfologija razvojnih stadija i životni ciklus, biljke domaćini, simptomi i štete, mogućnosti suzbijanja i fitosanitarni rizik od širenja na nova područja.

Atherigona orientalis

Ubraja se u podred Brachycera (muhe) i porodicu Muscidae (prave muhe) (EPPO, 2024). Kozmopolitska je pantropska vrsta. Iako je primarno rasprostranjena u tropskim i suprotropskim regijama, prisutna je u zemljama van svojeg klimatskog pojasa (Slika 1). Prisutna je u nekim savezima SAD-a kao i na Havajima te u nekim državama Južne Amerike. Široko je rasprostranjena u Aziji. U Africi je ova vrsta je zabilježena u mnogim zemljama. Također je prisutna u Australiji i brojnim pacifičkim otocima. Prisutna je u zemljama EPPO regije kao što Cipar, Francuska (kopno), Grčka (Kreta), Izrael, Španjolska (kopno i Kanarski otoci) te Turska. Samo je u nekim zemljama prijavljena kao štetnik (Egipat, Grčka, Indija, Irak, Kenija, Južna Koreja, Nigerija) (EPPO, 2024).



Slika 1. Rasprostranjenost vrste *Atherigona orientalis* u svijetu

Figure 1. Distribution of the species *Atherigona orientalis* in the world

Izvor/Source: EPPO; 2024

Identifikacija štetnika

Jaja ove vrste su bijele boje, cilindričnog oblika i veličine oko 0,82 mm dužine i 0,20 mm širine (Herawani i sur., 2019). Prema Roditakis i sur. (2023), jaja su duga oko 1,0 mm. Na leđnoj strani jaja nalazi se nekoliko paralelnih grebena koji se spajaju na stražnjem kraju, dok je prednji kraj prekriven tankim poklopcem (slika 3.4.3.). Ličinke prolaze kroz tri razvojna stadija. Prvi i drugi stadij su mali i nisu detaljno opisani (Hibbard i sur., 2012; Herawani i sur., 2019). Treći stadij ličinke dostiže dužinu od 4 do 6 mm (Hibbard i sur., 2012). Treći stadij ličinke, nakon što izađe iz zaraženog ploda, može dostići dužinu od 7,78 mm i širinu od 0,95 mm (Herawani i sur., 2019). Ličinke su krem-bijele boje. Kukuljice ove vrste su kratke i široke. Isprva su svijetlo smeđe boje, ali s vremenom postaju tamnosmeđe (Herawani i sur., 2019) i zatvorene u pupariju (Hibbard i sur., 2012). Prema Herawani i sur. (2019), puparij doseže dužinu od 4,03 mm i širinu od 1,62 mm. Odrasli oblici (Slika 2.) su male, žućkasto-sive muhe s duljinom tijela oko 4 mm. Krila su prozirna, a duljina krila je između 2,5 do 3,7 mm (Hibbard i sur., 2012; Suh i Kwon, 2018). Prsa su sive boje, dok je zadak žućkasti s dva para malih crnih točaka na dorzalnom dijelu (Herawani i sur., 2019). Mužjaci i ženke se razlikuju po veličini, pri čemu su ženke nešto veće. Prema istraživanju Herawani i sur. (2019) mužjaci imaju tijelo duljine 2,92 mm, a ženke su nešto veće od mužjaka s duljinom tijela od 3,35 mm. Suh i Kwon (2018) navode kako je duljina mužjaka od 3,2 do 4,3 mm, a ženki od 4,7 do 5,2 mm.



Slika 2. Odrasli oblik vrste *A. orientalis*

Figure 2. Adult form of the species *A. orientalis*

Izvor/Source: University of Florida, 2024

Životni ciklus

Ženka najčešće polaže jaja u pukotine na površini plodova, bilo da su zreli ili truli (EPPO, 2024) ili na mjesta ovipozicije drugih kukaca te čak u mrtvim organizmima ili izmetu jer ženke nemaju oštar, snažan ovipozitor sposoban za probijanje tvrdih tkiva (Hibbard i sur., 2012; Roditakis i sur., 2023). Jaja su položena pojedinačno ili u grupama (Herawani i sur., 2019; Roditakis i sur., 2023). U laboratorijskim uvjetima, primijećeno je da ženke polažu jaja na bilo koji dio površine ploda, pri čemu se na mjestu ovipozicije pojavljuju prozirne kapljice soka. Na svakom plodu se prosječno mogu naći četiri do pet udubljenih rana (Anooj i sur., 2019). Također, većina jaja je položena na čašku i peteljku plodova (Herawani i sur., 2019). U laboratorijskim uvjetima ženke mogu izleći od 12 do 191 jaja s prosječnim brojem od 83,8 jaja tijekom svog života. No, Herawani i sur. (2019) navode kako postoje varijacije u broju koje mogu biti rezultat različitih čimbenika uključujući trajanje izloženosti, dugovječnost odraslih jedinki, izvore hrane i preferencije za domaćine. Razdoblje inkubacije jaja varira ovisno o temperaturi, no studije pokazuju inkubacijsko razdoblje od 12 sati na 29°C (Hib-

bard i sur., 2012) te 36 do 58 sati na različitim temperaturama (Herawani i sur., 2019). Razvoj ličinki traje između sedam i 12 dana, ovisno o uvjetima temperature i vlage (Herawani i sur., 2019). Prema Hibbard i sur. (2012) cijeli razvoj ličinki može biti kraći, obično oko pet dana. Kukuljenje se odvija u zaraženim plodovima ili u tlu (EPPO, 2024). Ovaj stadij traje približno pet do šest dana (Hibbard i sur., 2012; Herawani i sur., 2019). Prosječni životni vijek odraslih mužjaka je oko 31,4 dana, dok ženke žive oko 32,8 dana. Razvojni ciklus *A. orientalis* varira ovisno o temperaturi i vlažnosti te traje od 18 do 30 dana (EPPO, 2024).

Biljke domaćini

A. orientalis izrazit je polifag. Uglavnom je saprofagna vrsta, koja se najčešće hrani trulim biljnim materijalom, izmetom i ostalom mrtvom organskom tvari u raspadanju (Hibbard i sur., 2012; Cabrera-Cánoves i sur., 2019; Herawani i sur., 2019; Al-Fayyadh, 2020; Roditakis i sur., 2023; EPPO, 2024) te čak i gusjenicama vrste *Spodoptera litura*, ličinkama *Bactrocera* spp. i *Dacus* spp. (Hibbard i sur., 2012; Herawani i sur., 2019; Al-Fayyadh, 2020). Međutim, primarni je štetnik na biljnim vrstama, posebno na vrstama iz porodice Solanaceae na kojima može pričiniti ozbiljnu štetu, posebno na rajčici, paprici i patlidžanu. Ostali glavni domaćini su kupus, cvjetača, naranča, dinja, grah, sirak, crveni luk, krastavac, mrkva, breskva, pšenica i kukuruz. Iako manje često, ova vrsta povremeno napada vlasac, sobnu naranču (kalamondin), grejp, mandarinu, surinamsku trešnju, kumkvat, avokado te vrste *Melothria pendula*, *Solanum viarum* i *Syzygium jambos*. Domaćini na kojima je ova vrsta povremeno zabilježena uključuju gorku dinju, mango i vrstu *Luffa cylindrica* (Hibbard i sur., 2012; Suh i Kwon; 2018; Anooj i sur., 2019; Herawani i sur., 2019; JKI, 2022; Roditakis i sur., 2023).

Simptomi i štete

Nakon izlaska iz jaja, ličinke prodiru u unutrašnjost plodova. Hranjenje ličinki uzrokuje je propadanje ploda i popraćeno je promjenom boje ploda (Slika 3.). Unutrašnja oštećenja plodova uključuju razgradnju i omekšavanje tkiva te odvajanje vanjskog epidermalnog sloja. U nekim slučajevima može doći do sekundarnih mikrobioloških zaraza. Rane faze zaraze često nisu vidljive te samo plodovi koji su teško zaraženi pokazuju vanjske simptome (Roditakis i sur., 2023). Pored svoje štetnosti za bilje, *A. orientalis*, kao saprofagna vrsta, može prenijeti fekalne patogene i bolesti povezane sa nečistoćom (Herawani i sur., 2019; EPPO, 2024).



Slika 3. Štete od ishrane ličinki *A. orientalis* na plodu paprike

Figure 3. Feeding damage by *A. orientalis* larvae on pepper fruit

Izvor/Source: EPPO; Roditakis Emmanouil, Entomology Lab, 2024

Mogućnosti suzbijanja

A. orientalis je štetnik koji napada širok spektar biljaka te može uzrokovati značajnu štetu na usjevima i smanjiti kvalitetu plodova. Učinkovito suzbijanje moguće je samo u okviru

integrirane zaštite bilja. Neke mjere suzbijanja uključuju promjene u poljoprivrednim praksama uzgoja bilja koje mogu smanjiti privlačnost usjeva za štetnike, pr. korištenje stajskog gnoja ili komposta kao gnojiva povezano je s povećanom pojavom *A. orientalis* zbog visoke atraktivnosti za odrasle oblike (CABI, 2023). Određeni kultivari paprike s otvorenim čaškama i udubljenjima na površini plodova mogu biti sklonije napadu ove vrste pa te karakteristike mogu utjecati na izbor mjesta za ovipoziciju (Ogbalu i sur., 2005a). Stoga, ispitivanje i uzgoj otpornih sorti može predstavljati dodatnu mjeru u suzbijanju ovog štetnika (Roditakis i sur., 2023). Prirodni neprijatelji poput parazitskih osa iz porodice Encyrtidae (*Brachymeria minuta*, *Brachymeria podagrica*) i Chalcididae (*Exoristobia philippinensis*, *Spalangia endius*) spanjuju populaciju *A. orientalis* (JKI, 2022). Prirodni insekticid neem, posebno njegov aktivni sastojak azadirachtin, pokazao se učinkovitim u smanjenju broja jaja položenih na plodove paprike i rajčice (Ogbalu i sur., 2005b). Za utvrđivanje visine populacije uglavnom se koriste vizualni pregledi bilja na prisutnost razvojnih stadija ovog štetnika (McCulders, 2012).

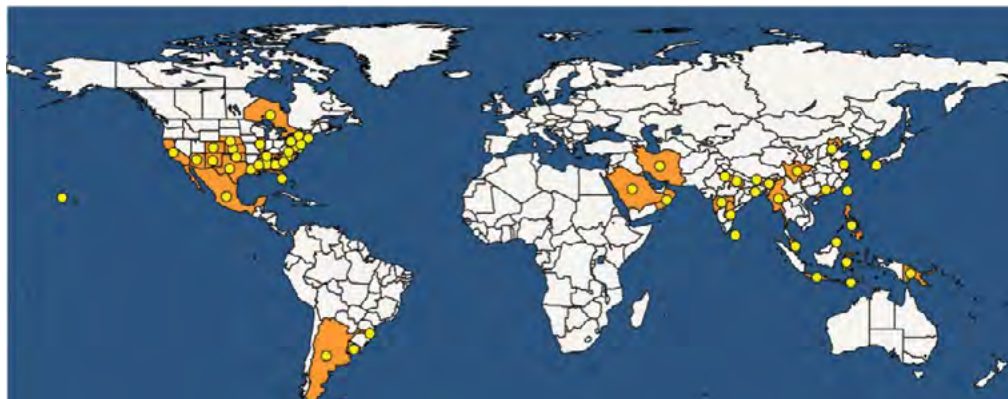
Fitosanitarni rizik

A. orientalis predstavlja ozbiljnu prijetnju za poljoprivredu i zdravlje ljudi u EPPO regiji. S obzirom na trenutnu rasprostranjenost postoji realna opasnost od širenja na mediteranski dio EPPO regije, kao i u unutar zaštićenih prostora u hladnijim područjima (EPPO, 2024). Njegova sposobnost da napada izrazito velik broj vrsta, zajedno sa mogućnošću prenošenja patogena, čini ga posebno zabrinjavajućim i opasnim štetnikom. Stavljanjem na EPPO „Alert“ listu, naglašava se potreba za kontinuiranim praćenjem, istraživanjem i razvojem integriranih strategija suzbijanja kako bi se zaštitili usjevi i očuvalo zdravlje ljudi.

Atherigona reversura

Kao i *A. orientalis* i ova vrsta se ubraja u podred Brachycera (muhe) i porodicu Muscidae (prave muhe) (EPPO, 2024).

A. reversura je štetnik podrijetlom iz južne Azije koji se proširio na nekoliko kontinenata, najviše na Sjevernu i Južnu Ameriku. U Sjevernoj Americi prisutan je u SAD-u u mnogim savezним državama, u Kanadi (Ontario) te Meksiku, dok je u Južnoj Americi zabilježen u Argentini, Brazilu i Urugvaju. Također je prisutan na Havajima i Papua Novoj Gvineji (Slika 4.). Trenutno se ne nalazi u EPPO regiji (NFCPSA, 2021; EPPO, 2024), ali je prisutan na „Alert“ listi EPPO-a.

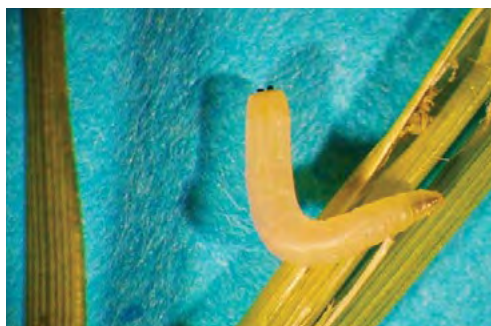


Slika 4. Rasprostranjenost vrste *Atherigona reversura* u svijetu

Figure 4. Distribution of the species *Atherigona reversura* in the world

Identifikacija štetnika

Jaja ove vrste su bijela, cilindrična i otprilike 1 mm dužine. Ličinke su žućkaste, cilindrične i dostižu dužinu od oko 3 mm (Slika 5.), a kako sazrijevaju postepeno tamne (Baxter i sur., 2014). Ličinke su karakteristične po jedva vidljivim tuberkulima i slabo razvijenim naborima na usnom organu. Puparijum je narančast do tamnocrven i bačvastog oblika, dužine od 3,42 do 3,85 mm i širine od 1,04 do 1,18 mm (Grzywacz i sur., 2013; Baxter i sur., 2014). Odrasli oblici su mali, s dužinom između 3,0 i 3,5 mm (Pont i Magpayo, 1995; Hudson i sur., 2013; Baxter i sur., 2014). Tijelo je pretežno žute boje, dok su oči tamne (Hudson i sur., 2013). Odrasli (slika 5) imaju prozirna krila (Baxter i sur., 2014), dok su prsa siva i prugasta (Pont i Magpayo, 1995). Zadak je žute boje i može sadržavati barem jedan par crnih točkica (slika 3.5.4.). Ženke su veće od mužjaka sa dužim i šiljastijim zatkom u usporedbi sa kraćim i zaobljenijim zatkom mužjaka (Pont i Magpayo, 1995; Baxter i sur., 2014).



Slika 5. Ličinka (lijevo) i odrasli oblik (desno) vrste *A. reversura*

Figure 5. Larva (left) and adult (right) of *A. reversura*

Izvor/Source: Will Hudson, University of Georgia, Bugwood.org

Životni ciklus

Životni ciklus vrste *A. reversura* je relativno kratak i uključuje nekoliko generacija godišnje. Cijeli ciklus traje između 12 i 21 dan (Hudson i sur., 2013). U južnim dijelovima SAD-a, životni ciklus traje oko tri do četiri tjedna (Baxter i sur., 2017; EPPO, 2024). Ženka polaže jaja na stabljiku ili donju stranu lišća biljaka domaćina. Ličinke izlaze otprilike dva do tri dana nakon polaganja jaja (Baxter i sur., 2014, 2017). Iz jaja izlaze ličinke koje migriraju do najmlađih nodija te, kako se razvijaju, ubušuju se u stabljiku i hrane se vaskularnim tkivom. Njihova ishrana rezultira u venuću jednog do tri vršna lista nakon par dana (Hancock, 2014; Baxter i sur., 2014, 2017; Corriher-Olson i sur., 2021; EPPO 2024). Ličinke provode dva do tri tjedna unutar stabljike, hraneći se i uzrokujući daljnje oštećenje. Kada završe s hranjenjem, ličinke napuštaju stabljiku i odlaze u tlo gdje se kukulje. Stadij preobrazbe traje oko sedam do 10 dana. Odrasli izlaze iz kukuljice i obično žive između 14 do 21 dan (Hudson i sur., 2013; Baxter i sur., 2017).

Biljke domaćini

Štetnik *A. reversura* prvenstveno napada prstasti troskot (*Cynodon dactylon*). Međutim, može napadati i druge vrste iz porodice trava (Poaceae). Ove biljke domaćini uključuju sirak i kukurz te vrste *Echinochloa colona*, *Eleusine coracana*, *Eriochloa procer*a i *Sehima nervosum*. Ova vrsta napada travnjake i usjeve, gdje može uzrokovati velike gubitke u prinosima, osobito u područjima gdje se *C. dactylon* uzgaja kao krmna kultura (Pont i Magpayo, 1995; Baxter i sur., 2014, 2019; NFCPSA, 2021; EPPO, 2024).

Simptomi i štete

Štetu čine ličinke ove vrste koje se hrane biljnim tkivom i uzrokuju venuće gornja dva do tri lista na stabljici, dok donji dio biljke obično ostaje zelen (Corriher-Olson i sur., 2021; EPPO, 2024). Vršni listovi venu i odumiru te se lagano mogu izvući iz lisnog rukavca (Hudson i sur., 2013). Ova oštećenja se često zamjenjuju sa simptomima uzrokovanim mrazom ili sušom zbog sličnog izgleda (Baxter i sur., 2014; Knutson i Mitchell, 2019). Težina štete varira ovisno o intenzitetu napada i fazi rasta biljke u trenutku kada su ličinke prisutne. Ako do oštećenja dođe u ranim fazama rasta, šteta može biti vrlo velika s gubitcima u prinosu koji mogu doseći i do 80% (Hancock, 2014; EPPO, 2024). U kasnijim fazama rasta, kada biljka već ima značajnu masu, gubici su obično manji, često ispod 10% (Baxter i sur., 2017, 2024).

Mogućnosti suzbijanja

Jedna od najvažnijih metoda suzbijanja ovog štetnika je izbor otpornijih kultivara. Kultivari i hibridi *C. dactylon* pokazuju veću otpornost na oštećenja. Pojedini kultivari imaju deblje stabljike koje ličinke teže prodiru, što rezultira manjim oštećenjima (Baxter i sur., 2014, 2017, 2024; Hancock, 2014; Knutson i Mitchell, 2019). Sadnja lucerne s *C. dactylon* također se pokazala učinkovitom u smanjenju oštećenja. Ova praksa ne samo da smanjuje potrebu za gnojidbom dušikom, već poboljšava i kvalitetu stočne hrane te smanjuje mogućnost štete od ovog štetnika (Baxter i sur., 2017). Košnja je učinkovita metoda suzbijanja *A. reversura* jer prekida životni ciklus štetnika i sprječava daljnja oštećenja biljaka. Kasnije oštećenje u rastu, unutar 2,5 do 3 tjedna nakon košnje, manje je štetno nego ono koje se dogodi u ranoj fazi ponovnog rasta. Ako biljke pokazuju znakove oštećenja u visini od 15-20 cm, preporuča se njihova košnja na visinu od 7,5 do 10 cm koja potiče obnovu rasta i prekida razvojni ciklus vrste. Zaraženi materijal treba ukloniti kako bi se spriječilo daljnje širenje štetnika (Baxter i sur., 2014, 2017, 2024; Hudson i sur., 2013; Hancock, 2014). Zdravi i dobro razvijen usjev *C. dactylon* te primjena odgovarajuće gnojidbe, koja uključuje dovoljnu količinu kalija (K) uz umjereno doziranje dušika (N) pokazala je manju podložnost napadima ovog štetnika (Baxter i sur., 2017, 2024). Prekomjerna upotreba dušika bez dovoljne količine kalija povećava osjetljivost biljaka na napade. Osim uravnotežene gnojidbe, važnu ulogu imaju redovita košnja i održavanje optimalne visine biljke. Učinkovito suzbijanje *A. reversura* zahtijeva integrirani pristup koji uključuje različite mjere. Za utvrđivanje pojave ovog štetnika moguće je koristiti fotoeklektore (eng. emergence traps) koji se postavljaju na tlo i prati se izlazak odraslih oblika s mjesta prezimljenja. Tijekom vegetacije može se koristiti entomološka mreža (10 zamaha što čini jedan uzorka koji se potom analizira pod binokularom) (McCulers, 2012).

Fitosanitarni rizik

Ulazak vrste *A. reversura* u EPPO regiju predstavlja značajnu prijetnju poljoprivredi i okolišu. Ovaj štetnik pokazuje invazivno ponašanje u novim područjima, brzo se širi i može izazvati ozbiljne štete na pašnjacima, u proizvodnji sijena kao i u kulturama poput kukuruza. Štetnik se može širiti trgovinom i transportom biljnog materijala. Iako postoje ograničeni podaci o biologiji štetnika, njegovo prisustvo može dovesti do smanjenja prinosa i ekološke neravnoteže, čime bi se negativno utjecalo na lokalne ekosustave i poljoprivrednu proizvodnju (EPPO, 2024).

Resseliella citrifugis

R. citrifugis ubraja se u red Diptera, podred Nematocera (mušice) i porodicu Cecidomyiidae (mušice šižkarice) (EPPO, 2024).

Autohtoni je štetnik u Kini u provincijama Fujian, Hubei, Hunan, Gansu, Guangdong, Guangxi, Guizhou, Jiangxi i Sichuan (Slika 6) (Dutch NPPO, 2020; Bragard i sur., 2021; EPPO, 2024). Dutch NPPO (2020) navodi da su žive ličinke *R. citrifugis* pronađene su u plodovima

pomela (*Citrus maxima*) uvezenim iz Kine u Nizozemsku, što ukazuje na mogućnost širenja štetnika u EPPO regiju.



Slika 6. Rasprostranjenost vrste *R. citrifrugis* u svijetu

Identifikacija štetnika

Jaja *R. citrifrugis* su mala, bijele boje, veličine od 0,31 do 0,43 mm. Ličinke prolaze kroz četiri razvojna stadija. U prvom stadiju, ličinke su bijele boje i duge između 0,3 i 1,5 mm. Tijekom drugog stadija, njihova boja postaje mliječno bijela, a dužina je 1,3 do 2,5 mm. U trećem stadiju, ličinke postaju žućkasto-crvene boje, s duljinom od 2,4 do 3,5 mm. U četvrtom, posljednjem stadiju, ličinke su crvenkasto-smeđe boje i duge između 3,3 i 3,9 mm (Bragard i sur., 2021). Potpuno razvijene ličinke duge su od 3 do 4 mm i crvenkaste su boje (Bragard i sur., 2021; Xia i sur., 2021). Kukuljice su duge od 2,7 do 3,2 mm i crvenkasto-smeđe boje koja postaje tamno smeđa prije nego što odrasli oblik izađe iz kukuljice. Kukuljice su smještene unutar smeđeg svilenkastog kokona. Ženke su dužine između 2 i 3 mm, dok su mužjaci nešto manji, od 1,8 do 2 mm. Odrasli oblici (slika 7.) imaju raspon krila od 4,55 do 5,54 mm (Bragard i sur., 2021; Xia i sur., 2021; EPPO, 2024)



Slika 7. Odrasli oblik vrste *R. citrifrugis* (ESFA, 2024)

Životni ciklus

R. citrifrugis može imati dvije do četiri generacije godišnje, ovisno o geografskoj lokaciji (Xia i sur., 2021; EPPO, 2024). Ciklus počinje kada odrasle ženke polažu jaja na biljke domaćine, obično na peteljku ploda, ali ponekad i unutar mezokarpa ploda. Nakon izlijevanja, ličinke se zavlače u unutarnje slojeve ploda, gdje formiraju tunele. Ličinke prolaze kroz četiri stadija (Bragard i sur., 2021). Ličinke su najaktivnije i uzrokuju najveću štetu tijekom ljeta, od sredine lipnja do početka kolovoza, iako se aktivnost može produžiti do listopada, ovisno o klimatskim uvjetima. Zadnji stadiji ličinke mogu prezimiti u plodu ili tlu, što obično traje

od sredine prosinca do travnja (Bragard i sur., 2021; Xia i sur., 2021) i omogućuje štetniku preživljavanje nepovoljnih zimskih uvjeta. Temperature od 2°C tijekom 12 dana su smrtonosne za četvrti stadij ličinke u plodu. Stadij ličinke koji prezimljuje može trajati i više od šest mjeseci, sve dok temperature ponovno ne porastu na 15–20°C, kada započinje kukuljenje (Xia i sur., 2021). Nakon prezimljenja, ličinke počinju prelaziti u fazu kukuljice, koja se može razvijati unutar ploda ili u tlu na dubini od 2 do 5 cm. Stadij kukuljice traje od sedam do 19 dana, a odrasli oblici obično izlaze u travnju, pri čemu mužjaci žive od jednog do dva dana, dok ženke jedinke žive od dva do četiri dana, tijekom kojih mogu položiti od 50 do 100 jaja (Bragard i sur., 2021). Klimatski uvjeti imaju ključan utjecaj na razvojni ciklus ove vrste. U južnoj Kini, pri temperaturi od 27,5°C, životni ciklus može se završiti za 19 dana, dok na nižim temperaturama, kao što je 20°C, može trajati do 58 dana (Xia i sur., 2021).

Biljke domaćini

R. citrifrugis je štetnik različitih vrsta agruma. Napada pomelo, mandarinu, naranču, sibirski limun i mandarinu Unshiu (Xia i sur., 2021; EPPO, 2024). Grejp je također važan domaćin *R. citrifrugis*, dok postoji određena neizvjesnost o statusu drugih vrsta agruma (Grousset i sur., 2016; Dutch NPPO, 2020; Bragard i sur., 2021).

Simptomi i štete

Ličinke ove vrste hrane se unutar plodova agruma, uzrokujući smeđu promjenu boje u bijelom mezokarpu ploda. Na kožici ploda mogu se vidjeti žute i smeđe kružne mrlje i izlazni otvori uz izlučivanje tekućine na mjestu ulaska. Ova oštećenja mogu dovesti do preranog otpadanja, deformacije i truljenja plodova. U jednom plodu može biti prisutno nekoliko stotina ličinki (Bragard i sur., 2021; EPPO, 2024). *R. citrifrugis* uzrokuje opadanje plodova i može negativno utjecati na prinos (10–40% ili više) kao i na kvalitetu uskladištenih plodova. U nasadima agruma utvrđeno je 10–70% zaraženih plodova, a najštetnije razdoblje je pred berbu, iako štetnik može uzrokovati štetu i nakon berbe ili prezimiti u plodovima (Grousset i sur., 2016; Dutch NPPO, 2020b).

Mogućnosti suzbijanja

Ova štetna vrsta predstavlja znatnu prijetnju za europsku i svjetsku proizvodnju agruma zbog svoje sposobnosti preživljavanja i širenja u različitim klimatskim uvjetima. Iako postoje određene fitosanitarne mjere, nedostatak specifičnih metoda suzbijanja i rano otkrivanje ovog štetnika predstavlja veliki izazov. Trenutne fitosanitarne mjere u Europskoj uniji uglavnom su usmjerene na sprječavanje ulaska štetnika putem biljaka agruma za sadnju i tla. Međutim, ulazni putovi putem plodova agruma ostaju otvoreni, jer trenutne regulative ne uzimaju specifično u obzir prisutnost ove vrste. Najčešća metoda suzbijanja ove vrste na području Kine je primjena insekticida. Iako je istraživanjima utvrđena 90%-tna učinkovitost nakon primjene insekticida, mali opseg istraživanja otežava procjenu njihove stvarne učinkovitosti (Xia i sur., 2021). S obzirom da je ova vrsta vrlo sitna teško ju je otkriti vizualnim pregledom, posebno u fazi jaja i odraslih jedinki. Ličinke se nalaze unutar plodova, što otežava njihovo otkrivanje tijekom inspekcija pri uvozu, dok se kukuljice mogu sakriti u korijenu ili vršnim dijelovima biljaka domaćina. Trenutno je vizualni pregled jedina metoda utvrđivanja visine populacije ovog štetnika, ali intenzivna istraživanja korištenja raznih vrsta atraktivna su u tijeku. S obzirom na sličnost ova vrste s vrstama iz porodice Tephritidae pretpostavlja se da će i metode utvrđivanja gustoće populacije biti vrlo slične (Xia i sur., 2021).

Fitosanitarni status

Ova vrsta dodana je na EPPO „Alert“ listu zbog svoje znatne prijetnje agrumima, uzrokovanih njegovim velikim ekonomskim utjecajem i potencijalom za širenje u regiji. Ovaj štet-

nik uzrokuje velike gubitke u proizvodnji agruma u Kini, gdje su zabilježeni i 100%-tni gubitci prinosa (EPPO, 2024). Štetnik se može prilagoditi različitim klimatskim uvjetima što povećava njegovu prijetnju u sličnim klimatskim zonama u EPPO regiji (Bragard i sur., 2021).

Zaključak

Ovaj pregledni rad naglašava stalnu i evoluirajuću prijetnju invazivnih vrsta štetnika poljoprivredi unutar EPPO regije. Vrsta *A. orientalis* predstavlja dvostruki rizik za biljke iz porodice Solanaceae. Vrsta *A. reversura*, iako trenutačno nije prisutna u EPPO regiji, prijeti krmlnim usjevima, a njena presretanja ukazuju na visok potencijal unosa. Vrsta *R. citrifrugis* predstavlja značajnu opasnost u proizvodnji agruma. „Alert“ lista EPPO-a ključna je za rano upozorenje kao i za izradu prioriteta u procjeni rizika. Učinkovita fitosanitarna politika zahtjeva kontinuirani nadzor, jačanje graničnih kontrola biljaka i biljnog materijala te izradu strategija suzbijanja. Za uspješnu zaštitu biljnog zdravlja kao i ekonomsku stabilnost regije važna je suradnja među znanstvenicima, regulatornim tijelima i poljoprivrednim proizvođačima.

Literatura

- Anooj, S. S., Kalia, V., Ganiger, P. C., KriShna, G. K. (2019)** A note on *Atherigona orientalis* Schiner infesting tomato in India. *Indian journal of Entomology*, 81 (4), 900-903.
- Baxter, L. L., Anderson, W. F., Hudson, W. G., Hancock, D. W., Prevatt, C. G., Moore, Z. (2019)** Quantifying the damage potential of the bermudagrass stem maggot. *Crop Science*, 59 (5), 2280-2286.
- Baxter, L. L., Anderson, W. F., Hudson, W. G., Rios, E. F., Bowling, C. H., Hancock, D. W., Burt, J. C. (2024)** Improved management of the bermudagrass stem maggot. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 10 (1), 1-6.
- Baxter, L. L., Hancock, D. W., Hudson, W. G. (2014)** The bermudagrass stem maggot (*Atherigona reversura* Villeneuve): a review of current knowledge. *Forage & Grazinglands*, 12 (1), 1-8.
- Baxter, L. L., Hancock, D. W., Hudson, W. G., Anderson, B., Tucker, J. J. (2017)** Managing bermudagrass stem maggot. *University of Georgia Extension Bulletin*, 1484, 1-9.
- Bragard, C., Di Serio, F., Gonthier, P., Jaques Miret, J. A., Justesen, A. F., MacLeod, A. (2021)** Pest categorisation of *Resseliella citrifrugis*. *EFSA Journal*, 19 (8), 1-28.
- CABI digital library. URL: <https://www.cabi.org/> (15.12.2024.)
- Corriher-Olson, V., Knutson, A., Mitchell, F (2021).** Economic Injury Level for Bermudagrass Stem Maggot (Diptera: Muscidae) in Bermudagrass Forage Production in Texas. URL: <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4706&context=igc> (11.12.2024.)
- Diagne, C, Leroy, B.,Vaissière, A.-C., Gozlan, R.E., Roiz, D., Jarić, I., Salles, J.-M.,Corey J., Bradshaw, A, Courchamp, F. (2021)** High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature* 592, 571–576.
- Dutch NPPO - Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority. URL: <https://english.nvwa.nl/> (15.12.2024.)
- EFSA - European Food Safety Authority. URL: <https://www.efsa.europa.eu/en> (20.12.2024.)
- EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. URL: <https://www.eppo.int/> (13.12.2024.)
- Grousset F., Wistermann A., Steffen K., Petter F., Schrader G., Suffert M. (2016).** DROPsa Deliverable 1.3 Report for Oranges and Mandarins – Fruit pathway and Alert List. URL: https://eppo.int/media/uploaded_images/RESOURCES/special_projects/dropsa/4_orange_mandarin_report.pdf (17.12.2024.)
- Grzywacz, A., Pape, T., Hudson, W. G., Gomez, S. (2013)** Morphology of immature stages of *Atherigona reversura* (Diptera: Muscidae), with notes on the recent invasion of North America. *Journal of Natural History*, 47 (15–16), 1055–1067.
- Hancock, D. (2014).** The Bermudagrass stem maggot. Hay & Forage Grower. The University of Georgia.. URL: <https://georgiaforages.caes.uga.edu/content/dam/caes-subsite/forages/docs/national-press/2014/HFG1405.pdf>, (17.12.2024.)
- Herawani, F., Rauf, A., Santoso, S. (2019)** Status of infestation and biology of pepper fruit fly, *Atherigona orientalis* (Schiffner) (Diptera: Muscidae). *Journal of Tropical Plant Pests Diseases*, 19, 64-73.
- Hibbard, K. L., Overholt, W. A., Cuda, J. P. (2012)** Pepper fruit fly *Atherigona orientalis* (Schiffner) (Insecta: Diptera: Muscidae).

IFAS Extension, University of Florida EENY, 539, 1-3.

Hudson, W., Hancock, D., Flanders, K., Dorough, H. (2013). Biology and management of bermudagrass stem maggot. Alabama Cooperative Extension Systems. ANR-1462. URL: <https://forages.ca.uky.edu/files/anr-1462.pdf> (15.12.2024.)

JKI - Julius Kuehn-Institut (2022). URL: <https://www.julius-kuehn.de/en/> (13.12.2024.)

Knutson, A. E., Mitchell, F. (2019) Economic Injury Level for Bermudagrass Stem Maggot (Diptera: Muscidae) in Bermudagrass Forage Production in Texas. *Journal of economic entomology*, 112 (5), 2215–2221.

McCulers, J.T. (2012). Sampling techniques and population estimation for *Atherigona reversura* Villeneuve (Diptera: Muscidae) in bermudagrass hay fields. University of Georgia.

NFCPSA - Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority. URL: <https://english.nvwa.nl/> (14.12.2024.)

Noar, R. D., Jahant-Miller, C. J., Emerine, S., Hallberg, R. (2021) Early warning systems as a component of integrated pest management to prevent the introduction of exotic pests. *Journal of Integrated Pest Management*, 12 (1) 16, 1-7.

Ogbalu, O. K., Emelike, N. J. T., Amachree, E. I., Uche, F., Thomas, C. N. (2005a) Characterization and preferred oviposition sites of *Atherigona orientalis* (Schiner) on Nigerian pepper fruits. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 9 (1), 19-23.

Ogbalu, O. K., Umeozor, O. C., Ebere, N. (2005b) Oviposition deterrent effect of extracts of neem against *Atherigona orientalis* (Schiner) on pepper (*Capsicum annum*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruits in Nigeria. *Indian Journal of Agricultural Research*, 39 (1), 18-24.

Pont, A. C., Magpayo, F. R. (1995) Muscid shoot-flies of the Philippine Islands (Diptera: Muscidae, genus *Atherigona* Rondani). *Bulletin of Entomological Research Supplement Series*, 3, 1-121.

Roditakis, E., Kremi, K., Mylona, K., Georgousis, V., Avtzis, D. N., Simoglou, K. B. (2023) First Report of the Pepper Fruit Fly *Atherigona orientalis* (Schiner 1968) (Diptera: Muscidae) Infesting Commercial Pepper Crops in Greece. *Insects*, 14 (4), 1-7.

Roy, A. S. (2011), EPPO activities on emerging pests and diseases. URL: <https://dvrs.si/wp-content/uploads/01Roy.pdf> (15.12.2024.)

Suh, S. J., Kwon, Y. J. (2018) Taxonomy of the genus *Atherigona* Rondani (Diptera: Muscidae) from Korea. *Entomological Research*, 48 (3), 187-197.

University of Florida. URL: <https://www.ufl.edu/> (17.12.2024.)

University of Georgia. URL: <https://www.bugwood.org/> (20.12.2024.)

Xia, Y., Ouyang, G. C., Takeuchi, Y. (2021) A brief review of *Resseliella citrifrugis* (Diptera: Cecidomyiidae), a lesser-known destructive citrus fruit pest. *Journal of Integrated Pest Management*, 12 (1), 36, 1-7.

Prispjelo/Received: 6.2.2025.

Prihvatio/Accepted: 27.5.2025.

Review paper

Harmful dipterans pests (Diptera) of EPPO “Alert” list

Abstract

The first line of defence against the introduction of new harmful species of agricultural crops in a given geographical area is plant quarantine, which involves a series of management measures. The lists of quarantined species are contained in the regulations of the European Union and the Republic of Croatia, and the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) establishes and maintains an “Alert” list within its organization, which provides guidelines for the rapid identification, monitoring and control of the movement of harmful organisms threatening to enter European territory in order to reduce economic and environmental losses to the lowest possible level. New potentially invasive species are constantly added to the “Alert” list, and if individual harmful organisms spread and become domesticated, they are removed from the list. The paper describes the dipteran species currently on the EPPOs “Alert” list, with a particular focus on morphology, life cycles, symptoms and damage, phytosanitary risks and control options.

Key words: invasive dipterans, EPPO, *Atherigona orientalis*, *Atherigona reversura*, *Resseliella citrifrugis*