

## Pregled utjecaja ekoloških čimbenika na pojavu i razvoj štetnika masline (*Olea europaea* L.)

### Sažetak

Maslina (*Olea europaea* L.) predstavlja jednu od najvažnijih poljoprivrednih kultura u mediteranskim regijama, s dugom poviješću primjene u prehrani i medicini. Masline su podložne napadima štetnih organizama, koji mogu značajno smanjiti prinos i kvalitetu plodova. Među glavnim štetnicima koji utječu na maslinu ističu se maslinina muha (*Bactrocera oleae* Rossi), maslinin moljac (*Prays oleae* Bernard), jasminov moljac (*Palpita unionalis* Hübner), maslinin svrdlaš (*Rhynchites cribripennis* Desbr.), maslinin medič (*Saissetia oleae* Olivier), granotoč (*Zeuzera pyrina* Linnaeus), maslinin crni potkornjak (*Hylesinus toranio* Danthoine) i maslinin smeđi potkornjak (*Phloeotribus scarabaeoides* Bernard). Kao noviji štetnici masline ističu se crna štitasta uš arakurije (*Lindingaspis rossi* Maskel) i smeđa mramorasta stjenica (*Halymorpha halys* Stål). Ovaj rad nudi pregled složenih odnosa između masline, glavnih štetnika i ekoloških čimbenika, s ciljem razumijevanja njihovih utjecaja na proizvodnju maslina. Ekološki čimbenici, osobito klimatske promjene, značajno utječu na pojavu i širenje populacija ovih štetnika. Uz klimatske uvjete, važnu ulogu na njihovu pojavu i širenje imaju i prirodni neprijatelji te prisustvo alternativnih biljnih domaćina. Učinkovita kontrola štetnika zahtijeva prilagodbu mjera zaštite klimatskim promjenama te bolju integraciju prirodnih neprijatelja u strategije upravljanja maslinicima.

**Ključne riječi:** biologija, ekologija, klimatske promjene, maslinina muha, prirodni neprijatelji

### Uvod

Maslina (*Olea europaea* L.) je zimzelena biljka koja se uzgaja zbog svojih plodova koji se prerađuju u maslinovo ulje i konzerviraju. Ubraja se u red Lamiales, porodicu Oleaceae i rod *Olea* (Schoch i sur., 2020). Maslina, s dugom poviješću primjene u prehrani i medicini, predstavlja ključnu kulturu na Mediteranu, gdje uzgoj maslina i proizvodnja maslinovog ulja čine jedan od najvažnijih izvora prihoda za poljoprivredna područja (Solomou i Sfougaris, 2021).

Maslinovo ulje smatra se jednim od najzdravijih biljnih ulja zahvaljujući visokom udjelu mononezasićenih masnih kiselina i polifenola, koji mu daju snažna antioksidativna i protuupalna svojstva. Ove komponente doprinose brojnim zdravstvenim koristima, poput poboljšanja zdravlja srca i smanjenja rizika od kroničnih bolesti (Gorzynik-Debicka i sur., 2018; Isaakidis i sur., 2023).

<sup>1</sup> Elena Petrović, mag. ing. agr., dr. sc. Sara Godena, Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, 52440 Poreč, Hrvatska

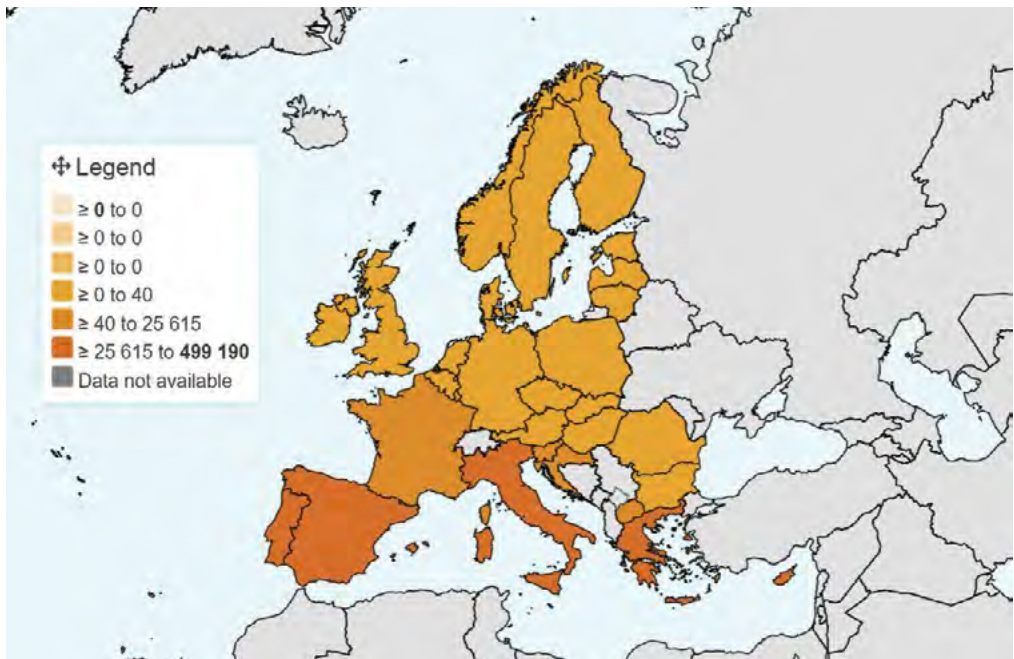
<sup>2</sup> prof. dr. sc. Emilija Raspudić, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska

Autor za korespondenciju: elena@iptpo.hr

Smatra se da se domestikacija masline odvila na Bliskom istoku, dok se njezino širenje prema zapadnom Mediteranu često povezuje s migracijama ljudi (Zohary i Spiegel-Roy, 1975). Breton i sur. (2009) ističu da je podrijetlo domestikacije masline i dalje kontroverzno te da zahtijeva preispitivanje hipoteze o njenom uvođenju s istoka prema zapadu Mediterana. Najstarije stablo masline na svijetu, staro oko 3 000 godina, nalazi se u selu Ano Vouves na otoku Kreti, Grčka.

U Hrvatskoj, masline se uzgajaju na 19,9 tisuća ha s prosječnim prinostom od oko 40 tisuća t maslina, dok se u svijetu uzgajaju na oko 10,9 milijuna ha s prosječnim prinostom od oko 21,4 milijuna t maslina (FAO, 2022). Prema podacima Državnog zavoda za statistiku, 2023. godine prinost maslina u Hrvatskoj iznosio je 29,8 tisuća t (DZS, 2024). Kao razlozi smanjenog prinosa maslina u Hrvatskoj u usporedbi s prethodnom godinom navode se klimatske promjene, koje su dovele do povećane pojave štetnika poput maslinina moljca (*Prays oleae Bernard*), maslinina svrdlaša (*Rhynchites cribripennis Desbr.*) i maslinine muhe (*Bactrocera oleae Rossi*), ovisno o regiji (Šaponja, 2023; Tomac, 2023).

Najveći proizvođači maslina u Europi su Italija, Španjolska, Grčka i Portugal (Slika 1.). García-Mozo (2015) navodi kako se očekuje da će klimatske promjene mijenjati geografsku distribuciju brojnih biljnih vrsta, odnosno proširit će se njihova geografska distribucija u hladnija područja, ali i ugroziti će se rast u tradicionalnim regijama zbog povećanih suša i ekstremnih temperatura. Batelja Lodeta i sur. (2021) ističu da, iako je maslina otpornija od mnogih drugih poljoprivrednih kultura, klimatske promjene će značajno utjecati na način uzgoja, areal rasprostranjenosti i izbor sorti maslina. Kao jednu od posljedica klimatskih promjena i pojave suše autori navode povećanje potrebe za navodnjavanjem. Tako su primjerice Grčka, Italija i Portugal neadekvatnim navodnjavanjem iscrpile zalihe vode za druge svrhe.



**Slika 1.** Distribucija maslinika u Europi / **Figure 1.** Distribution of olive plantations in Europe (Izvor/ Source: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ef\\_lpc\\_olive/default/map?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ef_lpc_olive/default/map?lang=en))

Maslina je tijekom svog rasta i razvoja izložena djelovanju različitih štetnih organizama, uključujući bakterije, gljive, korove, kukce, viruse i druge. Ovi organizmi mogu u manjoj ili većoj mjeri utjecati na smanjenje prinosa i kvalitetu proizvoda, što često dovodi do značajnih ekonomskih gubitaka. Intenzitet pojave određenog štetnog organizma ovisi o klimatskim uvjetima, biološkom potencijalu organizma i osjetljivosti biljke domaćina (Ministarstvo poljoprivrede, 2019). Tako se, primjerice, zbog klimatskih promjena, u Italiji, očekuje povećanje rasprostranjenosti maslinine muhe u trenutno nepogodnim i hladnijim područjima, poput doline rijeke Po na sjeveru Italije i u Apeninima u središnjem dijelu Italije (Batelja Lodeta i sur., 2021). U nastavku rada prikazani su najvažniji štetnici masline i utjecaj ekoloških čimbenika na njihov razvoj.

## Štetnici masline

Jedni od najznačajnijih štetnika masline su maslinina muha, maslinin moljac, jasminov moljac (*Palpita unionalis* Hübner), maslinin svrdlaš, maslinin medič (*Saissetia oleae* Olivier), granotoč (*Zeuzera pyrina* Linnaeus) maslinin crni (*Hylesinus toranio* Danthoine) i smeđi potkornjak (*Phloeotribus scarabaeoides* Bernard). Kao novi značajni štetnici na maslini navode se crna štitasta uš arakurije (*Lindingaspis rossi* Maskel) te smeđa mramorasta stjenica (*Halyomorpha halys* Stål).

Štetnici ne samo da mogu uzrokovati sušenje i otpadanje plodova masline, smanjenje fotosinteze i otpadanje listova, već također igraju ključnu ulogu u širenju postojećih i novih mikrobnih patogena na maslini. Primjerice, Gram-negativna bakterija *Xylella fastidiosa* Wells et al., koja se prenosi kukcima, najpoznatiji je mikrobnii patogen maslina u određenim regijama Mediterana (Grandi i sur., 2023), zajedno uz gljivu *Botryosphaeria dothidea* (Moug. ex Fr.) Ces. & De Not. Na području Mediterana, gubitak prinosa uzrokovan napadom štetnika procjenjuje se na otprilike 15% godišnje proizvodnje, pri čemu većinu gubitka uzrokuje ključni štetnik, maslinina muha (Haniotakis, 2005), dok drugi manje važni štetnici, poput maslininog moljca, lokalno ili povremeno doprinose smanjenju prinosa. Hoelmer i sur. (2011) navode kako se prosječni gubici prinosa zbog maslinine muhe kreću od 5 do 15% u različitim zemljama kada se poduzimaju mjere zaštite, dok iznose prosječno od 40 do 50% ako se ne provode mjere zaštite maslinika.

Maslinina muha (Slika 2.) je najznačajniji štetnik masline (Žužić, 2008). Opisana je 1790. godine, iako je prepoznata kao štetnik masline od drevnih vremena (Hoelmer i sur., 2011). Rasprostranjena je na cijelom Mediteranu, u svim područjima uzgoja maslina (Pribetić, 2006). Može prouzrokovati izravne štete koje nastaju kao posljedica ishrane ličinke u plodu što dovodi do otpadanja plodova, ili neizravne štete u obliku smanjenja kvalitete napadnutih plodova, pojave oksidacijskih procesa i pojave bolesti zvane patula (Ministarstvo poljoprivrede, 2019). Patula je bolest koju uzrokuje gljiva *B. dothidea*, a prijenosnik može biti i predator koji napada jajašca maslinine muhe, narančasta muha *Lasioptera berlesiana* Paoli (= *Prolasioptera berlasiana*) (Kaliterna i Miličević, 2012). Maslinina muha prezimljava u stadiju kukuljice u tlu, a u posebnim vremenskim uvjetima može prezimiti i u stadiju imaga (Žužić, 2008). Ovisno o području i vremenskim prilikama razvije godišnje tri do pet generacija (Ministarstvo poljoprivrede, 2019). Posljedice napada su smanjena kvaliteta ulja, otpadanje plodova i smanjen urod.

**Slika 2.**

Maslinina muha i simptomi napada na plodu masline

**Figure 2.** The olive fruit fly and the symptoms of its attack on olive fruit (Izvor/Source: Elena Petrović)

Maslinin moljac, uz maslininu muhu, predstavlja jednog od ekonomski najvažnijih štetnika masline. Ovaj štetnik ima tri generacije: filofagnu, antofagnu i karpofagnu (Pascual i sur., 2022a). Tijekom proljeća, prva generacija (filofagna) polaže jaja na cvjetne pupove, iz kojih se ličinke izliježu (travanj – svibanj), hrane pupovima i cvjetovima tijekom pune cvatnje te započinju drugu generaciju (antofagnu). Ženke druge generacije polažu jaja na male plodove, iz kojih nastaje treća generacija (karpofagna). Ova generacija buši plodove u razvoju (svibanj – lipanj), što dovodi do otpadanja plodova i značajnih ekonomskih gubitaka. Nakon završetka razvoja, ličinke izlaze iz plodova kako bi se zakukuljile na granama, uzrokujući sekundarno otpadanje plodova tijekom rujna i listopada (Ortiz i sur., 2021). Štete uzrokovane maslininim moljcem mogu smanjiti proizvodnju maslina za 50 do 60%, što rezultira velikim gubicima u proizvodnji maslinovog ulja (Ortiz i sur., 2021).

Jasminov moljac poznat je kao štetnik čije ličinke napadaju mlade listove, osobito one na vrhovima izboja (Slika 3.). Tek izglele ličinke najčešće se hrane parenhimom donje strane listova, uzrokujući sušenje gornje epiderme, koja postaje smeđa. U rasadnicima ličinke mogu uništiti mlade listove i vršne pupove, što dovodi do zaostajanja u rastu biljaka (Athanassiou i sur., 2004). Iako jasminov moljac ranije nije imao veliki značaj u proizvodnji maslina, s obzirom na to da se javljao na ograničenim površinama, posljednjih godina postaje sve značajniji štetnik u rasadnicima i mladim maslinicima. U tim uvjetima može uzrokovati štete koje dosežu i do 90%. Štete uzrokuju gusjenice koje se hrane vršnim pupovima, mladim lišćem, izbojcima i mesom plodova, ozbiljno narušavajući prinos i kvalitetu plodova (Vitanović i sur., 2012).

**Slika 3.**

Simptomi napada jasminova moljca na sadnici masline / **Figure**

**3.** Symptoms of an jasmine moth attack on the olive seedling (Izvor/Source: Elena Petrović)

Maslinin svrdlaš je štetnik s djelomično jednogodišnjim razvojnim ciklusom. Prvu zimu provodi uglavnom kao potpuno razvijena ličinka u tlu, dok drugu zimu prezimljuje kao odrasla jedinka također u tlu. Odrasli oblici izlaze iz tla od kraja travnja do kraja svibnja i lete na krošnje maslina, gdje se hrane nekoliko tjedana. U početku se hrane mladim lišćem i vršnim dijelovima izboja, a potom s mladim plodovima. Njihova oštećenja u obliku bušotina uzrokuju rano otpadanje plodova (Tzanakakis, 2008). Plodovi napadnuti nakon okoštavanja slabije se i nepravilno razvijaju (Ministarstvo poljoprivrede, 2019). Prema istraživanju Lykouressisa i sur. (2005), napad maslinina svrdlašja može prouzročiti smanjenje uroda maslina između 30% i 80% u nekim područjima Grčke.

Maslinin medič, sin. grbava uš, je jedan od važnih štetnika u plantažnim nasadima. Maslinin medič se hrani tako što se pričvršćuje na listove i grane biljke i sisa sok iz unutrašnjosti biljnog tkiva (Žužić, 2008). Dok se medič hrani, izlučuje ljepljivu tvar zvanu medna rosa. Medna rosa pada s mjesta hranjenja i prekriva listove i plodove masline koju potom naseljavaju saprofitske gljive čađavice. Pojava čađavice može dovesti u pitanje i prinos i egzistenciju nasada kod njene jake pojave (Žužić, 2008). Ima jednu do iznimno dvije generacije godišnje (Pribetić, 2006).

Granotoč je polifagni štetnik, a može biti posebno opasan u mladim nasadima voćaka jer tada njegovom aktivnošću može doći do propadanja nadzemnih dijelova već formiranog stabla (Rotim, 2015). Štetnik se ubušuje u tanke i deblje grane (Ministarstvo poljoprivrede, 2019). Osim grana gusjenice se mogu zavući i u deblo. Napadnuta stabla, starosti dvije do pet godina, se uslijed napada obično potpuno osuše i propadnu. Njegova štetnost ovisi o starosti stabla; praksa je pokazala da je dovoljna jedna gusjenica kako bi uništila mlado stablo (Rotim, 2015). U područjima uzgoja masline s umjerenom klimom, gusjenica ostaje u hodniku dvije godine (Ministarstvo poljoprivrede, 2019).

Maslinin crni potkornjak proširen je u svim područjima uzgoja na Mediteranu (Žužić, 2008). Napada mladice mladog stabla, starosti jedne do tri godine, gdje pravi bušotine u koje polaže jaja, a grane i grančice poviše napadnutog mjesta se suše uslijed ishrane kojom štetnik oštećuje provodne snopove (Žužić, 2008; Ministarstvo poljoprivrede, 2019). Ima jednu generaciju godišnje te prezimi u stadiju ličinke (Pribetić, 2006).

Maslinin smeđi potkornjak posebno je opasan za mlade nasade. Štetu čine odrasli oblici i ličinke u krošnji masline (Ministarstvo poljoprivrede, 2019). Odrasli oblici najčešće prezimljavaju u račvama dviju grana (Katalinić, 2002). Potkornjak dubi hodnike između račvi tanjih grana i izaziva njihovo sušenje (Ministarstvo poljoprivrede, 2019). U maslinicima u Hrvatskoj ostvari jednu do dvije generacije (Katalinić i sur., 2012), a u povoljnim klimatskim uvjetima tijekom jedne vegetacije može imati do šest generacija (Pribetić, 2006). Može uzrokovati gubitke prinosa ulja za 40 do 70% (Bjeliš, 2005).

Crna štitasta uš arakurije noviji je štetnik masline u Hrvatskoj. Njezin prvi nalaz u Hrvatskoj bio je 2014. godine na otoku Braču (Bjeliš, 2016). Bjeliš i sur. (2015) navode potencijalno veliku gospodarsku važnost ovog štetnika u maslinarskoj proizvodnji, posebice u proizvodnji zelenih stolnih maslina u kojoj nisu dopuštena oštećenja ploda. Čini štete na plodovima i listovima. Bjeliš (2016) navodi kako nema puno podataka o biologiji i ekologiji ove vrste.

Smeđa mramorasta stjenica invazivna je vrsta koja uzrokuje značajne gospodarske gubitke u poljoprivredi. Porijeklom je iz Kine, Japana, Koreje i Tajvana (Pajač Živković i sur., 2021). Polifagna je vrsta s više od 120 poznatih biljaka domaćina. Primarni domaćini uključuju voćne vrste i ukrasne biljke (Pajač Živković i sur., 2021). Prvi nalaz ove vrste u Hrvatskoj zabilježen je 2017. godine u stambenoj kući u Rijeci, a kasnije iste godine pronađena je na stablima

pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) u okolini zgrade (Šapina i Šerić Jelaska, 2017). Nedavno je ova vrsta otkrivena i na plodovima masline (Daher i sur., 2023).

U Hrvatskoj je zabilježena na jabuci, marelici, trešnji, smokvi, vinovoj lozi, kruški, šljivi, maslini i lješnjaku (Pajač Živković i sur., 2023), a ovo je ujedno i prvi nalaz ove vrste na maslini u Hrvatskoj. Napadnuti plodovi maslina imaju smanjenu kvalitetu i gube između 9% i 22% mase, što izravno utječe na prinos (Ivančić i sur., 2022).

### **Utjecaj ekoloških čimbenika na razvoj štetnika masline**

Utjecaj ekoloških čimbenika na razvoj štetnika masline može biti značajan. Može uključivati utjecaj klimatskih uvjeta i promjena, dostupnost hrane i staništa te biljaka domaćina, prisutnost prirodnih neprijatelja i poljoprivredne prakse poput upotrebe pesticida. U ekosustavima, utjecaj abiotičkih i biotičkih čimbenika ključan je za pojavu štetnika na biljkama. Među najznačajnijim čimbenicima koji utječu na pojavu štetnika svakako možemo uvrstiti klimu. Prema Kim i sur. (2019) područje Mediterana jedna je od najosjetljivijih regija na klimatske promjene. Tu se ističu učestali klimatski rizici poput čestih toplinskih valova, sušnih razdoblja, smanjenja oborina, prijetnje gubitka biološke raznolikosti i rastuće potrebe za vodom u poljoprivredi (European Environment Agency, 2019). Očekuje se da će južne mediteranske zemlje biti najviše pogođene toplinskim valovima i sušom te je predvidljivo da će doći do značajnog smanjenja produktivnosti u poljoprivredi (Ponti i sur., 2014; Michalopoulos i sur., 2020). Gutierrez i sur. (2009) navode da se maslinari suočavaju s novim teškoćama i izazovima pri čemu su klimatske promjene jedne od najvažnijih. Naime, autori navode da će globalno zatopljenje rezultirati povećanim temperaturama, promijenjenim količinama oborina i dr., koji mogu imati nepoznate učinke na distribuciju i utjecaj vrsta u agroekosustavu. Primjerice, u Hrvatskoj u Poreču je zabilježen porast prosječne godišnje temperature za 2,3 °C, povećanje godišnje količine oborina za 193 mm te smanjenje relativne vlažnosti zraka za 2,6% u razdoblju od 41 godine. U razdoblju od 53 godine, u Rovinju je zabilježen porast godišnje temperature za 2,2 °C, povećanje količine oborina za 59,1 mm, te smanjenje relativne vlažnosti zraka za 4,3% (Petrović i sur., 2024). Oba grada i njihova okolica su značajna uzgojna područja maslina u Hrvatskoj. Poljoprivredni sektor je jedan od glavnih čimbenika koji doprinosi klimatskim promjenama, i paradoksalno, također je najviše pogođen njenim posljedicama (Clapp i sur., 2018). Klimatske promjene mogu utjecati na distribuciju i životni ciklus štetnika, njihovo migracijsko ponašanje i interakciju s prirodnim neprijateljima te rezultirati povećanjem njihove stope rasta i broja generacija (Azenzem i sur., 2023.). I García i sur. (2018) navode kako promjene u temperaturi i vlažnosti mogu utjecati na raznolikost i ravnotežu ekosistema. Temperaturni uvjeti mogu utjecati na reproduktivni ciklus i brzinu razmnožavanja štetnika. Topliji klimatski uvjeti mogu promijeniti distribuciju postojećih štetnika potičući njihovo širenje na nova područja (Robinet i Roques, 2010). Niske temperature mogu usporiti razvoj štetnika ili čak izazvati njihovu smrt, dok visoke temperature mogu ubrzati razvoj i povećati njihovu aktivnost. Vjetar je, primjerice, jedan od važnih čimbenika koji utječu na rasprostranjenost brojnih vrsta. Povećanje broja i intenziteta oluja može utjecati na invaziju štetnika i udaljenost koju oni prelaze (Gutierrez i Ponti, 2023).

Najbitniji su svakako klimatski uvjeti koji su prisutni tijekom reprodukcije i najveće aktivnosti kukaca. Primjerice, maslinina muha s letom počinje krajem lipnja ili početkom srpnja i traje sve do berbe (Pribetić, 2006). Maslinin svrdlaš pojavljuje se u travnju i početkom svibnja, dok se odrasli oblik granotoča javlja između svibnja i rujna. Napadi maslinina svrdlaša krajem kolovoza i početkom rujna mogu uzrokovati smanjenje prinosa za jednu trećinu u

odnosu na zdrave plodove (Bjeliš, 2005). Reproductivna aktivnost mediča izražena je u svibnju, a smanjuje se u srpnju. Potomci ženki koji su prezimili kao ličinke drugog stadija postižu potpuni razvitak tijekom srpnja-kolovoza, a potomci ženki prezimjeli kao ličinke trećeg stadija razvoj završavaju u studenom (Pribetić, 2006). Najintenzivnije ubušivanje maslinina smeđeg potkornjaka u odrezane grane masline je krajem ožujka i prvog tjedna mjeseca travnja (Ministarstvo poljoprivrede, 2019), a završava koncem svibnja (Bjeliš, 2005). Maslinin crni potkornjak može činiti štetu maslinama tijekom cijele godine, ali je posebno aktivan u toplijim mjesecima, tj. aktivnost štetnika obično je izraženija u proljeće i ljeto. Odrasli oblici jasinova moljca s letom započinju u svibnju, koji traje sve do kraja jeseni (Arambourgh, 1986). Prema istraživanju Baek i sur. (2017), razvoj smeđe mramoraste stjenice uspješno se odvija unutar temperaturnog raspona od 17 °C do 33 °C. Autori su utvrdili da se jaja mogu izlegnuti na temperaturi od 15 °C, no ličinke prvog stadija nisu bile u stanju nastaviti razvoj na toj temperaturi. S druge strane, na temperaturi od 33,5 °C jaja su se mogla razviti do četvrtog stadija ličinki, ali se nisu razvila u odrasle jedinke. Ovi rezultati naglašavaju osjetljivost razvoja smeđe mramoraste stjenice na temperaturne ekstreme. Što se tiče maslinova moljca, njegova prva generacija traje dugo, tijekom zime i početkom proljeća (Pribetić, 2006), iako je njegova aktivnost najveća u proljeće.

Klimatski čimbenici imaju velik utjecaj na razvoj maslinina moljca. Intenzitet napada povezan je s klimatskim uvjetima i fenologijom masline (Caselli i Petacchi, 2021). Relativna vlaga zraka ispod 50% utječe na preživljavanje jaja, što dovodi do njihovog isušivanja i propadanja, neovisno o temperaturi, isto kao i relativna vlaga zraka veća od 75% pri temperaturi od 25 °C (Žužić, 2008). Ait Mansour i sur. (2017) navode temperaturu kao najvažniji klimatski parametar koji utječe na korelaciju između masline i pojave moljca. Larve koje su tek izašle ugibaju kada su temperature veće od 30 °C, dok se razvoj smanjuje kod temperatura ispod 7 °C. Aktivnost imaga smanjuje se pri temperaturi od 10 °C (Žužić, 2008).

I pojava maslinina mediča ovisi o klimatskim uvjetima. Primjerice, vrlo niske temperature u siječnju ili veljači (u uvjetima porečkog maslinarstva) mogu uništiti i do 100% larvi maslinina mediča, kao i visoke temperature tijekom ljetnih mjeseci (Žužić, 2008). Visoka relativna vlažnost pogoduje njegovom razvoju, dok je pri visokim temperaturama i suhim uvjetima njegov razvoj smanjen. Pri temperaturi manjoj od -10 °C ugiba (Pribetić, 2006). Maslininom mediču pogoduje umjerena klima i temperature između 22 i 30 °C, a minimalna između 10 i 14 °C. Visoke ljetne temperature iznad 35 °C i niska relativna vlažnost zraka uzrokuju visoki mortalitet mladih ličinki (Bjeliš, 2005). Veliki problem predstavljaju i suše. Rotim (2015) ističe kako granotoč rado napada stabla pogođena sušom. Pribetić (2006) navodi kako je i maslinina muha osjetljiva na vanjske čimbenike te njen razvoj ovisi o klimatskim uvjetima, ponajviše temperaturi. Maslinina muha s letom započinje pri temperaturi od 14 do 18 °C. Ličinke se razvijaju pri minimalno 9 do 11 °C i maksimalno 31 do 33 °C. Više temperature predstavljaju glavni čimbenik smrtnosti za rane stadije maslinine muhe, posebno za jaja i mlade larve (Katsikogiannis i sur., 2023). Kada temperatura pređe prag od 31 °C u trajanju od 70-ak sati smanjuje se broj populacije i njena seksualna aktivnost (Pribetić, 2006). Visoke temperature tijekom ljeta uzrokuju smrtnost maslinine muhe i usporavaju aktivnost štetnika, budući da se fiziološki procesi odraslih jedinki zaustavljaju pri 35 °C (Gutierrez i sur., 2009). Ragaglini i sur. (2005) među okolišnim čimbenicima navode upravo temperaturu kao ključni parametar koji utječe na fenologiju maslinine muhe i na odnos s maslinom. Katsikogiannis i sur. (2023) navode da su populacije maslinine muhe uglavnom pod utjecajem

klime i geografske širine tijekom dužeg razdoblja u sezoni, i primjene mamaca za prskanje tijekom kraćih razdoblja, što se čini manje učinkovitim u jesen, vjerojatno zbog migracija populacija i preklapanja generacija. Loi (1990) je ispitivao utjecaj različitih temperatura u rasponu od 10 do 35 °C na embrionalni rast i razvoj jasminova moljca. Najbrži embrionalni razvoj zabilježen je pri najkraćem razdoblju inkubacije (3 dana) na 30 °C, dok je najsporiji razvoj zabilježen pri najduljem razdoblju (112 dana) na 15 °C, naglašavajući osjetljivost jasminova moljca na temperaturu. Istraživanje o maslininu moljcu pokazalo je da donji prag razvoja ( $T_0$ ) iznosi 8,39 °C za jaja, 11,46 °C za ličinke, 13,38 °C za kukuljice te 12,70 °C za preovipozicijsko razdoblje. Prosječne akumulirane toplinske jedinice (stupnjevi-dana) potrebne za razvoj ovih stadija su 61,07 za jaja, 238,81 za ličinke, 113,68 za kukuljice i 38,17 za preovipozicijsko razdoblje. Za završetak cijele generacije, donji prag razvoja je 12,04 °C, dok je prosječna akumulacija toplinskih jedinica potrebna za dovršetak generacije 443,07 stupnjeva-dana. Navedeno ima važne implikacije u kontekstu klimatskih promjena. Porast globalnih temperatura može ubrzati embrionalni razvoj štetnika. Povećanje brzine razvoja može rezultirati kraćim generacijskim intervalima, što omogućava većem broju generacija da se razvije unutar jedne vegetacijske sezone što može povećati populaciju štetnika. Važnost utjecaja klimatskih uvjeta i promjena na štetnike masline navode i Caselli i Petacchi (2021). Autori ističu kako se očekuje da će zbog planiranog proširenja područja uzgoja maslina na trenutačno nepovoljna i hladna područja doći do širenja štetnika na nova područja. Procjena prilagodljivosti masline na klimatske promjene nije jednostavna jer je dostupnost dugoročnih klimatskih podataka ograničena. Upotreba prediktivnih modela može pomoći u ovom izazovnom zadatku, a u mediteranskom području uglavnom se koriste za praćenje pojave maslinine muhe (Caselli i Petacchi, 2021). Fekrat i Farashi (2022) u svom su istraživanju primijenili modele maksimalne entropije kako bi predvidjeli odgovarajuća staništa za crnu štitastu uš arakurije u trenutnim i budućim klimatskim uvjetima. Analiza je temeljena na prosjecima iz četiri globalna klimatska modela u skladu s dva reprezentativna emisijska scenarija za 2050. i 2070. godinu. Autori ističu da upravo ovaj štetnik ima sve veći značaj, osobito zbog učestalijih i intenzivnijih epizoda suše u kontekstu globalnog zagrijavanja. Rezultati su pokazali da je trenutno 16,91% ukupne kopnene površine svijeta klimatski pogodno za ovu vrstu, što uključuje gotovo 74% Europe, više od 19% Amerike te više od 37% Azije i Oceanije. U budućim klimatskim uvjetima predviđa se širenje rizičnih područja prema sjeveru na sjevernoj polutki te prema jugu na južnoj polutki.

Prirodni neprijatelji, poput predatora i parazitoida, također mogu utjecati na razvoj štetnika masline. Njihova prisutnost može kontrolirati brojnost populacije štetnika. Također, biljke domaćini, poput samih maslina ili drugih biljaka koje pružaju hranu i sklonište, mogu biti ključni čimbenici u razvoju populacije štetnika. Tu se ubrajaju i prakse upravljanja nasadima poput uporabe pesticida. Nepravilna primjena može rezultirati otpornošću štetnika, narušiti zajednicu korisnih organizama, i dr. Hellmann i sur. (2008) navode pet potencijalnih čimbenika koji utječu na invaziju kukaca, a to su mehanizmi prijevoza i introdukcije, uspostava naselja, promjene u distribuciji postojećih invazivnih vrsta, promjene u učinkovitosti, utjecaj već uspostavljenih invazivnih vrsta i strategija upravljanja. Žužić (2008) navodi kako su, uz klimatske uvjete za smanjenje populacije maslinina mediča najvažniji parazitoidi, predatori i patogeni. Jedni od najpoznatijih parazitoida su vrste božjih ovčica *Exochomus quadripustulatus* (Linnaeus), *Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus) i *Rhyzobius forestieri* (Mulsant) (Žužić, 2008). Pojava maslinine muhe ovisi o prisutnosti parazita maslinine muhe poput pa-



razitskih osica *Pnigalio mediterraneus* (Ferriere & Delucchi), *Eurytoma martelli* Domenichini i dr. (Žužić, 2008). Jedan od parazita maslinine muhe je i parazitska osica *Psytalia concolor* (Szepliget). Navedena parazitska osica je uvedena u Španjolsku početkom 1970-ih radi kontrole maslinine muhe (Miranda i sur., 2008). S obzirom da introducirana vrsta nije imala baš uspjeha u kontroli maslinine muhe u Europi, Abd El-Salam i sur. (2019) proveli su istraživanje i utvrdili su da nepovoljna promjena temperature i relativne vlage negativno utječe na odnos između mladih faza maslinine muhe i parazitske osice. I u starijim istraživanjima ishod introdukcije parazita je bio isti. Primjerice, Neuenschwander i sur. (1983) introducirali su parazitsku osicu *Dirhinus giffardi* Silvestri, afričkog parazita voćnih muha iz roda *Ceratitis* i *Bactrocera* u Europu, ali se njihova populacija nije uspjela održati. Prisutnost predatora poput ranije spomenute narančaste muhe *P. berlesiana* i mrava *Formica aerata* (Francoer) (Orsini i sur., 2007) te patogenih mikroorganizama poput bakterije *Bacillus thuringiensis* Berliner (Navrozidis i sur., 2000) i nematode *Steinernema feltiae* (Filipjev) (Sirjani i sur., 2009) može utjecati na pojavu maslinine muhe. Ivanković Tatalović i sur. (2022) proveli su istraživanje kako bi utvrdili koje vrste trčaka (Carabidae) mogu djelovati kao potencijalni predatori ličinki i kukuljica maslinove muhe. U ekološkom masliniku tijekom jesenskih mjeseci zabilježeno je ukupno jedanaest predatorskih vrsta trčaka, pri čemu su najzastupljenije bile *Carabus coriaceus* Géhin i *Licinus silphoides* Rossi. U integriranom masliniku zabilježeno je devet predatorskih vrsta, od kojih su dominirale *Dalathus fusiceps* Reiche i *Pterostichus melas* Creutzer. Uz prethodno naveden problem nepovoljnih klimatskih uvjeta, na razvoj parazitskih vrsta utjecaj mogu imati i fenološka svojstva masline. Tako su Wang i sur. (2009) utvrdili da veličina ploda masline može imati negativan utjecaj na učinkovitost parazitoida s kraćim duljinama ovipozitora. Fadl i sur. (2010) istraživali su populacijsku dinamiku maslininog potkornjaka i njegovih povezanih parazitoida u Egiptu tijekom 2008. i 2009. godine. Klimatski faktori, poput temperature i relativne vlažnosti, pokazali su slab i statistički neznačajan utjecaj na populaciju štetnika i parazitoida, što se pripisuje njihovoj sklonosti skrivenim staništima unutar grana. Napad smeđeg potkornjaka rezultira formiranjem galerija u granama koje postaju skloništa za druge štetnike, poput *Pollinia pollini* Costa i *Liothrips oleae* Costa (Russo, 1938).

Okolni pokrovi također mogu značajno utjecati na populaciju muha pružanjem hrane i/ili staništa za parazite i grabežljivce (Ortega i Pascual, 2014). Agroekološki sustav masline je uglavnom stabilan i može sam osigurati resurse za razvoj prirodnih neprijatelja štetnika maslina. Pascual i sur. (2022b) navode da različite grmolike biljke mediteranskog područja, primjerice „garrigue“ (nisko raslinje, gusto i raznoliko, sastavljeno od različitih grmova poput ružmarina, lavande, timijana, kadulje i dr.) u Italiji ili „phrygana“ (nisko raslinje koje često raste na stjenovitim ili kamenitim terenima, karakterizirana prisutnošću različitih vrsta trave, grmova, trajnica i dr.) u Grčkoj imaju pozitivan utjecaj na razvoj korisnih člankonožaca, poput parazitoida koji se ubrajaju u red Hymenoptera (opnokrilci). Prisutnost stabala hrasta u blizini maslinika može biti korisna jer su uši šiškarica nastanjenih na hrastu hrana hiperparazita maslinine muhe. Hrast je, u ispitivanju Herrera i Ruano (2022) imao veliku gustoću i raznolikost vrsta odraslih oblika iz porodice Chrysopidae (zlatooke), čije su pojedine vrste prirodni neprijatelji maslinina moljca poput *Chrysoperla carnea* Stephens koju navodi Žužić (2008). Okolna vegetacija maslinika može utjecati i na kretanje štetnika. Prisutnost smokvi u blizini maslina može privući maslininu muhu tijekom ljetnih mjeseci kada maslinin plod nije toliko sočan (Del Fabro, 2015). Maslinin medič se može razviti i na nekim korovima koji su prisutni u masliniku (Žužić, 2009). Na pojavu novog štetnika masline, crne štitaste uši

arakurije, u Hrvatskoj smatra se da je odgovoran njezin prelazak s palmi (*Arecaceae* Bercht. & J.Presl), koje su uvezene iz Argentine (Bjeliš, 2016). Homogeni maslinici, odnosno maslinici bez međukultura povećavaju populaciju maslinine muhe, dok složeniji krajolici s obilnom vegetacijom i drugih prirodnim ili poluprirodnim površinama smanjuju populaciju ovog štetnika, navode Pascual i sur. (2022b). Na prisutnost štetnika može utjecati i ostavljanje orezanih dijelova masline u masliniku, iako ostaci se mogu iskoristiti kao mamac za primjerice potkornjaka. Naime, Del Fabro (2015) navodi da se orezane grane maslina, u koje će se skloniti potkornjaci, mogu držati u masliniku do svibnja, a kasnije se grane uklanjaju i spaljuju. Na Samosu, prisutnost brojnih ekoloških polja (gotovo 20% ukupne površine koja nije tretirana) i napuštenih polja (oko 15% ukupne površine) na rubovima ili unutar matrice krajolika maslina omogućuje kretanje muha s netretiranih polja na polja koja su tretirana, navode Katsikogiannis i sur. (2023). Upravo mjere zaštite i agrotehničke mjere imaju iznimno velik utjecaj na pojavu štetnika. Stratopoulou i Kapatos (1998) istraživali su uzroke pojave maslinina mediča na maslini u Grčkoj. Zaključili su da je izbijanje populacije maslinina mediča uzrokovano smanjenim djelovanjem prirodnih neprijatelja (ugl. *Metaphycus helvolus* i *Coccinellidae*), potencijalno zbog primjene pesticida protiv drugih štetnika masline u prethodnim godinama. Međutim, kada su se populacije prirodnih neprijatelja oporavile, ponovno su uspjele suzbiti populaciju štetnika. Negativan utjecaj pesticida na „pomoćnu“ faunu navode i Miranda i sur. (2008). U njihovom istraživanju provedenom na Majorci istraživala se prisutnost i učinkovitost parazitske osice *P. concolor* u maslinicima tretiranim s pesticidima i netretiranim maslinicima. Rezultati su pokazali da je *P. concolor* bio potpuno odsutan u masliniku A koji je tretiran insekticidima, dok su u masliniku B, također tretiranom insekticidima, uhvaćene samo dvije odrasle jedinice. Nasuprot tome, odrasle jedinice *P. concolor* (ženke i mužjaci) zapažene su u velikom broju u oba netretirana maslinika. Zaključeno je da bi smanjenje tretmana insekticidima moglo povećati stopu parazitizma, pružajući tako nove alternative za ekološke uzgajivače. Danas se radi na osmišljavanju novih načina tretiranja maslina, upravo zbog ovakvih posljedica na okoliš. Primjerice, Grandi i sur. (2023) naveli su potencijal korištenja injekcija insekticida u maslinama, ali se ostavlja pitanje mogu li one suzbiti širenje bolesti koje prenose kukci. Gutierrez i Ponti (2023) navode kako, prethodno već spomenute, promjene u temperaturi, količini oborina, brzini vjetra i drugo mogu utjecati ne samo na štetnike već i na poljoprivredne prakse odnosno na vrijeme aplikacije pesticida uključujući perzistentnost, drift, i dr., što opet može utjecati na pojavu štetnika. Bego i sur. (2022) proveli su istraživanje s ciljem identifikacije i testiranja hlapivih tvari masline koje bi se mogle koristiti za privlačenje maslinina moljca. Rezultati su pokazali da su alkohol te kombinacija aldehyd-alkohol-ester, kada su dodani feromonu u delta-lovke, privukli značajno veći broj maslinina moljca u usporedbi s lovkaama koje su sadržavale samo feromon, čime se otvorila mogućnost razvoja poboljšanih mamaca za maslinina moljca, pogodnih za upotrebu i u ekološkoj poljoprivredi. Kao još jedna od zanimljivih ekoloških metoda zaštite, ističe se primjena strategije ometanja parenja pomoću feromona insekata. U istraživanju koje su proveli Ortiz i sur. (2021), razvijen je sustav ometanja parenja temeljen na aerosolnim dispenzerima za kontrolu populacije maslinina moljca. Tijekom dvogodišnjeg istraživanja provedenog na svim eksperimentalnim lokalitetima, rezultati su pokazali da primjena aerosola učinkovito smanjuje broj ulovljenih mužjaka, kao i značajno smanjuje oštećenja cvatova i zarazu plodova u usporedbi s netretiranom kontrolom. Kos i sur. (2022) ističu potencijal primjene umjetne inteligencije u prepoznavanju ulova maslinine muhe na žutim pločama kroz obradu slika, što omogućuje detaljniju analizu lovki.

## Zaključak

Agrokološki sustav masline je uravnotežen sustav koji uključuje interakcije između maslina, štetnika, prirodnih neprijatelja, okolišnih čimbenika i poljoprivrednih praksi. Kako bi se održala produktivnost i očuvala kvaliteta maslina, važno je razumjeti složene međuodnose između ovih elemenata. Štetnici poput maslinine muhe, maslininog moljca, i drugih mogu uzrokovati značajne gubitke u proizvodnji maslina ako se ne poduzmu odgovarajuće mjere kontrole. S druge strane, prisutnost prirodnih neprijatelja, poput parazitoida, predatora i patogena, može pružiti prirodne mehanizme kontrole populacija štetnika. Stoga je važno promicati biološku raznolikost u maslinicima kako bi se osigurala ravnoteža između štetnika i korisnih organizama. Klimatski uvjeti imaju ključnu ulogu u reguliranju aktivnosti štetnika masline. Toplinski valovi, suša, promjene u temperaturi i padu oborina mogu utjecati na distribuciju, brojnost i reproduktivnu aktivnost štetnika. Klimatske promjene mogu dodatno otežati situaciju, povećavajući stres na biljkama i potičući brži razvoj štetnika. Nadalje, pravilno upravljanje nasadima, uključujući primjenu integriranih metoda kontrole štetnicima, može biti ključno za smanjenje gubitaka u proizvodnji ponajviše zbog utjecaja pesticida, ne samo na štetnike već i na predatore štetnika. Važno je kontinuirano istraživati i pratiti dinamiku populacija štetnika i njihovih prirodnih neprijatelja kako bi se prilagodile poljoprivredne prakse i osigurala održivost maslinarstva. Potencijal se očituje u primjeni poboljšanih verzija lovki te analizi njihovog sadržaja uz korištenje umjetne inteligencije, što predstavlja jednu od inovativnih alternativa, prigodnih i za upotrebu u ekološkoj poljoprivredi. Edukacija poljoprivrednika o najnovijim metodama kontrole štetnicima također igra ključnu ulogu u očuvanju zdravlja i produktivnosti nasada maslina. Razumijevanje složenih interakcija između svih navedenih čimbenika ključno je za održivu proizvodnju maslina. Potrebno je razvijati modele za predviđanje pojave štetnika, intenzivirati istraživanja novih invazivnih vrsta i utjecaja okolišnih čimbenika na štetnike i njihove prirodne neprijatelje, unaprijediti ispitivanja učinkovitosti novih metoda zaštite te pojačati međunarodnu suradnju za praćenje i razmjenu podataka o štetnicima masline u kontekstu klimatskih promjena.

## Literatura

- Abd El-Salam, A.M.E., Salem, S.A-W., Abdel-Rahman, R.S., El-Behery, H.H., Magd Elden, M.A. (2019)** Effects of climatic changes on olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) population dynamic with respect to the efficacy of its larval parasitoid in Egyptian olive trees. *Bulletin of the National Research Centre*, 43, 173. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0220-9>
- Ait Mansour, A., Ouanaïmi, F., Chemseddine, M., Boumezzough, A. (2017)** Study of the flight dynamics of *Prays oleae* (Lepidoptera: Yponomeutidae) using sexual trapping in olive orchards of Essaouira region, Morocco. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5 (2), 943–952.
- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Mazomenos, B.E. (2004)** Effect of trap type, trap color, trapping location, and pheromone dispenser on captures of male *Palpita unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 97 (2), 321–329. DOI: <https://doi.org/10.1603/0022-0493-97.2.321>
- Arambourg, Y. (1986)** *Pyralidae* *Margaronia unionalis* Hubn. U: *Arambourg, Y., ur. Traité d'entomologie oléicole. International Olive Oil Council, Madrid: Spain.*
- Azenem, R., Mohamed Najib, A.F., Kassout, J. (2023)** Climate change and insect pests: Economic damages and adaptive strategies in Mediterranean olive groves. U: *Karmaoui, A., ur. Climate Change and the Economic Importance and Damages of Insects: Chapter 2. Pennsylvania: IGI Global. DOI: http://dx.doi.org/10.4018/978-1-6684-4824-3.ch002*
- Baek, S., Hwang, A., Kim, H., Lee, H., Lee, J.-H. (2017)** Temperature-dependent development and oviposition models of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20 (2), 367–375. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2017.02.009>

- Barić, B., Pejač Živković, I., Žužić, I. (2014)** Maslinov svrdlaš i opadanje plodova masline. *Glasilo biljne zaštite*, 14/2014, 305-309.
- Batelja Lodeta, K., Čortluka, V., Gugić, J., Očić, V., Šaki Bobić, B., Kereša, S., Bolarić, S., Perčin, A., Pohajda, I., Gadže, J. (2021)** Klimatske promjene i maslinarstvo. *Glasnik zaštite bilja*, 3/2021, 62-72.
- Bego, A., Burul, F., Popović, M., Jukić Špika, M., Ninčević, T., Veršić Bratinčević, M., Mandušić, M., Rošin, J., Vitanović, E. (2022)** Izolacija i identifikacija hlapivih tvari masline koje bi mogle biti odgovorne za privlačenje maslinina moljca. *Glasilo biljne zaštite*, Zbornik sažetaka 65. seminara biljne zaštite, 23-24.
- Bjeliš, M. (2005)** Zaštita masline u ekološkoj proizvodnji. Split: Graf form d.o.o.
- Bjeliš, M., Masten Milek, T., Mišetić, M. (2015)** Preliminarni rezultati istraživanja suzbijanja novo introducirane vrste *Lindingaspis rossi* Maskel 1989 (Hemiptera:Coccoidea: Diaspididae) na maslini. *Glasilo biljne zaštite*, 15 (6), 419-425.
- Bjeliš, M. (2016)** Prvi put u Hrvatskoj - Savjetujemo kako se boriti protiv nove opasne vrste uši otkrivene na Braču. URL: Maslina - Savjetujemo kako se boriti protiv nove opasne vrste uši otkrivene na Braču (slobodnadalmacija.hr) (04.10.2024.)
- Breton, C., Terral, J.F., Pinatel, C., Médail, F., Bonhomme, F., Bervillé, A. (2009)** The origins of the domestication of the olive tree. *Comptes rendus biologiques*, 332 (12), 1059-1054. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2009.08.001>
- Caselli, A., Petacchi, R. (2021)** Climate change and major pests of Mediterranean olive orchards: Are we ready to face the global heating? *Insects*, 12 (9), 802. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12090802>
- Clapp, J., Newell, P., Brent, Z.W. (2018)** The global political economy of climate change, agriculture and food systems. *The Journal of Peasant Studies*, 45 (1), 80-88. DOI: <https://doi.org/10.1080/03066150.2017.1381602>
- Daher, E., Chierici, E., Urbani, S., Cinosi, N., Rondoni, G., Servili, M., Famiani, F., Conti, E. (2023)** Characterization of olive fruit damage induced by invasive *Halyomorpha halys*. *Insects*, 14 (11), 848. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects14110848>
- Dahi, H.F., Ibrahim, W.G., Mansour, A.N., Imam, A.I. (2017)** Threshold temperatures and thermal requirements for the development of the olive leaf moth; *Palpita unionalis* Hbn. (Lepidoptera: Pyralidae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 10 (3), 81-88. DOI: <https://doi.org/10.21608/eajbsa.2017.12655>
- Del Fabro, A. (2015)** Maslina: uzgoj, berba i korištenje. Rijeka: Leo-Commerce d.o.o.
- DZS, Državni zavod za statistiku (2024)** Poljoprivredna proizvodnja u 2023. URL: SI-1727\_Poljoprivredna proizvodnja u 2023 (pristupljeno: 02.12.2024.)
- European Environment Agency (2019)** Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe. EEA Report No 4/2019.
- Fadl, H.A., Ibrahim, A.A., Afify, A., Ahmed, M.M. (2010)** Some ecological aspects of the olive bark borer, *Phloeotribus scarabaeoides* (Bern.) (Coleoptera: Scolytidae), and its parasitoids. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 20, 171-174.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022)** Crops and livestock products. URL: FAOSTAT (pristupljeno: 03.10.2024.)
- Fekrat, L., Farashi, A. (2022)** Impacts of climatic changes on the worldwide potential geographical dispersal range of the leopard moth, *Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae). *Global Ecology and Conservation*, 34, e02050. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02050>
- García, F.C., Bestiona, E., Warfield, R., Yvon-Durochera, G. (2018)** Changes in temperature alter the relationship between biodiversity and ecosystem functioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115 (43), 10989-10994. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1805518115>
- García-Mozo, H., Oteros, J., Galán, C. (2015)** Phenological changes in olive (*Olea europaea* L.) reproductive cycle in southern Spain due to climate change. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 22(3), 421-428.
- Gorzynik-Debicka, M., Przychodzen, P., Cappello, F., Kuban-Jankowska, A., Marino Gammazza, A., Knap, N., Wozniak, M., Gorska-Ponikowska, M. (2018)** Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3), 686. <https://doi.org/10.3390/ijms19030686>
- Grandi, L., Oehl, M., Lombardi, T., de Michele, V.R., Schmitt, N., Verweire, D., Balmer, D. (2023)** Innovations towards sustainable olive crop management: a new dawn by precision agriculture including endo-therapy. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1180632. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1180632>
- Gutierrez, A.P., Ponti, L., Cossu, Q.A. (2009)** Effects of climate warming on olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. *Climatic Change*, 95, 195-217. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9528-4>

- Gutierrez, A.P., Ponti, L. (2023)** Analysis of invasive insects: Links to climate change. U: L.H. Ziska, J.S. Dukes, ur. *Invasive species and global climate change: Chapter 4*. United Kingdom: CABI Publishing. DOI: <http://dx.doi.org/10.1079/9781780641645.0045>
- Haniotakis, E.G. (2005)** Olive pest control: Present status and prospects. *Bulletin OILB/SROP*, 28 (9), 1-9.
- Hellmann, J.J., Byers, J.E., Bierwagen, B.G., Dukes, J.S. (2008)** Five potential consequences of climate change for invasive species. *Conservation Biology*, 22 (3), 534-543. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00951.x>
- Herrera, R.A., Ruano, F. (2022)** Impact of woody semi-natural habitats on the abundance and diversity of green lacewings in olive orchards. *Biological Control*, 174, 105002. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105002>
- Hoelmer, K.A., Kirk, A.A., Pickett, C.H., Daane, K.M., Johnson, M.W. (2011)** Prospects for improving biological control of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae), with introduced parasitoids (Hymenoptera). *Biocontrol Science and Technology*, 21 (9), 1005-1025. DOI: <https://doi.org/10.1080/09583157.2011.594951>
- Isaakidis, A., Maghariki, J.E., Carvalho-Barros, S., Gomes, A.M., Correia, M. (2023)** Is There More to Olive Oil than Healthy Lipids? *Nutrients*, 15 (16), 3625. <https://doi.org/10.3390/nu15163625>
- Ivančić, T., Grohar, M.C., Jakopić, J., Veberić, R., Hudina, M. (2022)** Effect of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål.) infestation on the phenolic response and quality of olive fruits (*Olea europaea* L.). *Agronomy*, 12 (9), 2200. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12092200>
- Ivanković Tatalović, L., Kos, T., Šerić Jelaska, L. (2022)** Trčci - prirodna regulacija populacije maslinine muhe u dva maslinika s različitim tipovima gospodarenja. *Glasilo biljne zaštite, Zbornik sažetaka 65. seminara biljne zaštite*, 22-23.
- Kaliterna, J., Miličević, T. (2012)** Bolesti maslina uzrokovane fitopatogenim gljivama iz porodice Botryosphaeriaceae. *Glasnik zaštite bilja*, 4/2012, 361-366.
- Katalinić, M. (2002)** Maslinin smeđi potkornjak, [*Phloeotribus scarabeoides* (Bernard 1788.)], *Scloeoptera Scolytidae*, u mediteranskom dijelu srednje Dalmacije. *Doktorski rad. Osijek: Sveučilište J.J.Strossmayera*.
- Katalinić, M., Ivezić, M., Raspudić, E. (2012)** Maslinin smeđi potkornjak (*Phloeotribus scarabeoides* (Bernard 1788), (Coleoptera, Scolytidae). *Glasnik zaštite bilja*, 4/2012, 319-325.
- Katsikogiannis, G., Kavroudakis, D., Tschulin, T., Kizos, T. (2023)** Population dynamics of the olive fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae), are influenced by different climates, seasons, and pest management. *Sustainability*, 15 (19), 14466. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151914466>
- Kim, G-U., Seo, K-H., Chen, D. (2019)** Climate change over the Mediterranean and current destruction of marine ecosystems. *Scientific Reports*, 9 (1), 11813. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55303-7>
- Kos, T., Marčelić, Š., Gašparović Pinto, A., Šikić, Z., Dabčević, A. (2022)** Prvi rezultati prepoznavanja ulova maslinine muhe na žutim pločama obradom slika s primjenom tehnika umjetne inteligencije. *Glasilo biljne zaštite, Zbornik sažetaka 65. seminara biljne zaštite*, 24-25.
- Loi, G. (1990)** The influence of temperature on the embryonic development of *Palpita unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and data on the fecundity and longevity of the imagines. *Frustula Entomologica*, 13(26), 159-168.
- Lykouressis, D., Kapsaskis, A., Perdikis, D., Vatos, A., Fantinou, A. (2004)** Rates of population increase, abundance, and life stage distribution of *Rhynchites cribripennis* (Coleoptera: Attelabidae) on trees and in the soil in an olive grove. *Journal of Economic Entomology*, 97 (2), 316-320.
- Michalopoulos, G., Kasapi, K.A., Koubouris, G., Psarras, G., Arampatzis, G., Hatzigiannakis, E., Kavvadis, V., Xiloyannis, C., Montanaro, G., Malliaraki, S., Angelaki, A., Manolaraki, C., Giakoumaki, G., Reppas, S., Kourgialas, N. Kokkinos, G. (2020)** An adaptation of Mediterranean olive groves to climate change through sustainable cultivation practices. *Climate*, 8 (4), 54. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli8040054>
- Ministarstvo poljoprivrede (2019)** Štetnici na maslini. URL: [BrosuraMaslinaZastita2019.pdf](https://www.brosura.maslina.gov.hr/BrosuraMaslinaZastita2019.pdf) ([savjetodavna.hr](http://savjetodavna.hr)) (19.10.2024.)
- Miranda, M.A., Miquel, M., Terrasa, J., Melis, N., Moneris, M. (2008)** Parasitism of *Bactrocera oleae* (Diptera; Tephritidae) by *Psytalia concolor* (Hymenoptera; Braconidae) in the Balearic Islands (Spain). *Journal of Applied Entomology*, 132 (9-10), 798-805. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2008.01358.x>
- Navrozidis, E.I., Vasara, E., Karamanlidou, G., Salpigidis, G.K., Koliais, S.I. (2000)** Biological control of *Bactrocera oleae*

- (Diptera: Tephritidae) using a Greek *Bacillus thuringiensis* isolate. *Journal of Economic Entomology*, 93, 1657-1661. DOI: <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.6.1657>
- Neuenschwander, P., Bigler, F., Delucchi, V., Michelakis, S. (1983)** Natural Enemies of preimaginal stages of *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. Tephritidae) in Western Crete. I. Bionomics and Phenologies. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri Portici*, 40, 3-32.
- Orsini, M.M., Daane, K.M, Sime, K.R, Nelson, E.H. (2007)** Mortality of olive fruit fly pupae in California. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 797-807. DOI: <https://doi.org/10.1080/09583150701527359>
- Ortega, M., Pascual, S. (2014)** Spatio-temporal analysis of the relationship between landscape structure and the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Agricultural and forest entomology*, 16 (1), 14–23. DOI: <https://doi.org/10.1111/afe.12030>
- Ortiz, A., Porras, A., Marti, J., Tudela, A., Rodríguez-González, Á., Sambado, P. (2021)** Mating disruption of the olive moth *Prays oleae* (Bernard) in olive groves using aerosol dispensers. *Insects*, 12 (12), 1113. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12121113>
- Pejač Živković, I., Skendžić, S., Lemić, D. (2021)** Rapid spread and first massive occurrence of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) in agricultural production in Croatia. *Journal of Central European Agriculture*, 22(3), 531-538. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.3.3173>
- Pejač Živković, I., Čirjak, D., Miklečić, I., Pintar, M., Duralija, B., Lemić, D. (2023)** First evidence of the brown marmorated stink bug and its population size in perennial crops in Croatia. *Journal of Central European Agriculture*, 24 (4), 908-915. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/24.4.4092>
- Pascual, S., Ortega, M., Villa, M. (2022a)** *Prays oleae* (Bernard), its potential predators and biocontrol depend on the structure of the surrounding landscape. *Biological Control*, 176, 105092. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105092>
- Pascual, S., Rescia, A.J., Ondul, B.A., Paul, C., Ortega, M. (2022b)** Effects of landscape structure on abundance and family richness of hymenopteran parasitoids in the olive agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 332, 107914. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107914>
- Peridikis, D., Garantonakis, N., Giatropoulos, A., Paraskevopoulos, A., Lykouressis, D., Kitsis, P. (2009)** Damage evaluation of *Rhynchites cribripennis* (Col., Attelabidae) in olive fruits. *Journal of Applied Entomology*, 133 (7), 512-517. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01394.x>
- Petrović, E., Godena, S., Čosić, J., Vrandečić, K. (2024)** Identification and pathogenicity of *Biscogniauxia* and *Sordaria* species isolated from olive trees. *Horticulturae*, 10 (3), 243. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030243>
- Ponti L., Gutierrez A.P., Ruti P.M., Dell'Aquila A. (2014)** Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winner and losers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111 (15), 5598–5603. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1314437111>
- Pribetić (2006)** Štetnici i bolesti maslina. Poreč: MIH d.o.o.
- Ragaglini G., Tomassone D., Petacchi R. (2005)** Can spring-preventive adulticide treatments be assumed to improve *Bactrocera oleae* (Rossi) management? *Bulletin OILB srop*, 30 (9), 309–314.
- Robinet, C., Roques, A. (2010)** Direct impacts of recent climate warming on insect populations. *Integrative zoology*, 5 (2), 132-142. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2010.00196.x>
- Rotim, N. (2015)** Granotoč (*Zeuzera pyrina* L.) – opasan štetnik mladih nasada u Hercegovini. *Glasnik zaštite bilja*, 4/2015, 91-93.
- Russo, G. (1938)** Contributo alla conoscenza dei coleotteri *Phloeotribus scarabaeoides* (Bern.) fauv. II. *Biografia, simbionti, danni e lotta*. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Portici*, 2, 3-420.
- Schoch, C.L., Ciufo, S., Domrachev, M., Hotton, C.L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., Mcveigh, R., O'Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, J.P., Sun, L., Turner, S., Karsch-Mizrachi, I. (2020)** NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. *Database*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/database/baaa062>
- Sirjani, F.O., Lewis, E.E., Kaya, H.K. (2009)** Evaluation of entomopathogenic nematodes against the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 48 (3), 274-280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.11.002>
- Solomou, A.D., Sfougaris, A. (2021)** Contribution of agro-environmental factors to yield and plant diversity of olive grove ecosystems (*Olea europaea* L.) in the Mediterranean landscape. *Agronomy*, 11 (1), 161. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11010161>

**Stratopoulou, E.T., Kapatos, E.T. (1998)** Key factors and regulation of population of *Saissetia oleae* (Hom., Coccidae) on olive trees in the region of Magnesia, Greece. *Journal of Applied Entomology*, 122 (1-5), 501-507. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1998.tb01535.x>

**Šapina, I., Šerić Jelaska, L. (2018)** First report of invasive brown marmorated stink bug *Halymorpha halys* (Stal, 1855) in Croatia. *EPPO Bulletin*, 48 (1), 138-143. DOI: <https://doi.org/10.1111/epp.12449>

**Šaponja, M. (2023)** Zbog slabijeg uroda poskupljuje maslinovo ulje. URL: [Zbog slabijeg uroda poskupljuje maslinovo ulje - HRT](https://www.zadarski.hr/zadarski-list/zbog-slabijeg-uroda-poskupljuje-maslinovo-ulje)  
**Tomac, M. (2023)** Svi se trude spasiti ovogodišnji skromni urod maslina. URL: [Svi se trude spasiti ovogodišnji skromni urod maslina - Zadarski list](https://www.zadarski.hr/zadarski-list/svi-se-trude-spasiti-ovogodisnji-skromni-urod-maslina)

**Tzanakakis, M.E. (2008)** Olive Fruit Curculio, *Rhynchites cribripennis* Desbrochers (Coleoptera: Attelabidae). U: Capinera, J.L., ur. *Encyclopedia of Entomology*. Dordrecht: Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6\\_1839](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_1839)

**Vitanović, E., Katalinić, M., Žanić, K., Škaljac, M. (2012)** Jasminov moljac, bijeli moljac izbojaka, *Margarona (Palpita) unionalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). *Glasil o biljne zaštite*, 12 (4), 313-318.

**Wang, X-G., Johnson, M.W., Daane, K.M., Yokoyama, V.Y. (2009)** Larger olive fruit size reduces the efficiency of *Psytalia concolor*, as a parasitoid of the olive fruit fly. *Biological Control*, 49 (1), 45-51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.01.004>

**Zohary, D., Spiegel-Roy, P. (1975)** Beginnings of fruit growing in the old world: Olive, grape, date, and fig emerge as important Bronze Age additions to grain agriculture in the Near East. *Science*, 187 (4174), 319-327. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.187.4174.319>

**Žužić, I. (2008)** Maslina i maslinovo ulje sa posebnim osvrtom na Istru. Velika Gorica: Tipomat.

Prispjelo/Received: 31.10.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 2.12.2024.

Review paper

## Review of the impact of ecological factors on the occurrence and development of olive (*Olea europaea* L.) pests

### Abstract

The olive tree (*Olea europaea* L.) is one of the most important agricultural crops in Mediterranean regions, with a long history of use in both cuisine and medicine. Olive trees are susceptible to attacks by harmful organisms, which can significantly reduce yield and fruit quality. Among the primary pests affecting olive trees are the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Rossi), the olive moth (*Prays oleae* Bernard), the jasmine moth (*Palpita unionalis* Hübner), the olive fruit curculio (*Rhynchites cribripennis* Desbr.), the olive black scale (*Saissetia oleae* Olivier), the leopard moth (*Zeuzera pyrina* Linnaeus), the black olive bark beetle (*Hylesinus toranio* Danthoine), and the brown olive bark beetle (*Phloeotribus scarabaeoides* Bernard). Emerging olive pests include the black araucaria scale (*Lindingaspis rossi* Maskel) and the brown marmorated stink bug (*Halymorpha halys* Stål). This paper provides an overview of the complex relationships between olive trees, key pests, and ecological factors, aiming to understand their impacts on olive production. Ecological factors, particularly climate change, significantly influence the occurrence and spread of these pest populations. In addition to climatic conditions, natural enemies and the presence of alternative plant hosts also play an essential role in their occurrence and proliferation. Effective pest control requires the adaptation of protection measures to climate change and a better integration of natural enemies into olive orchard management strategies.

**Key words:** biology, ecology, climate change, olive fruit fly, natural enemies