

Elena PETROVIĆ¹, Renata BALIČEVIĆ², Jasenka ĆOSIĆ², Karolina VRANDEČIĆ², Sara GODENA¹

Institut za poljoprivredu i turizam Poreč

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

e-mail: sara@iptpo.hr

BIOLOŠKA KONTROLA NAJZNAČAJNIJIH UZROČNIKA BOLESTI MASLINE

SAŽETAK

Maslina je iznimno važna kultura u mediteranskom dijelu Republike Hrvatske. Posljednjih godina provedena su istraživanja radi utvrđivanja uzročnika sušenja stabala maslina u Hrvatskoj i svijetu, u kojima su otkriveni novi patogeni do sada neprisutni na maslini. Najznačajnijim bolestima masline smatraju se: antraknoza, patula, paunovo oko, rak masline, sušenje stabala i plodova masline i verticilijsko venuće. Za suzbijanje uzročnika navedenih bolesti još se uvijek najčešće koriste fungicidi. Prekomjerna ili nekontrolirana primjena fungicida može dovesti do rezistentnosti patogena ili razvoja virulentnih sojeva, a negativno utječe i na okoliš. Za razliku od fungicida, biološka kontrola smatra se ekološki prihvatljivom metodom i sve se više koristi u suzbijanju štetnih organizama. Istraživanjem utjecaja različitih bioloških organizama, biljnih spojeva i ekstrakata na fitopatogene gljive masline potvrđen je njihov antifungalni učinak. Njihovo djelovanje na patogena proučavano je uglavnom u uvjetima *in vitro*. U ovome radu navedeni su mikroorganizmi i biološke komponente koje bi u budućnosti mogle biti sastavni dio bioloških preparata za kontrolu patogena masline.

Ključne riječi: antagonistički biološki organizmi, biološka kontrola, bolesti masline

UVOD

Maslina (*Olea europaea* L.) spada u jednu od prvih kultiviranih vrsta i ima povijesnu, društvenu i ekonomsku važnost (López-Escudero i Mercado-Blanco, 2011.). Važna je kultura u mediteranskom dijelu Republike Hrvatske. Ukupna površina maslinika u Hrvatskoj iznosi oko 20 087 ha, od čega je 1961 ha pod ekološkom proizvodnjom (DZS, 2020.). Uzgoj masline ugrožen je brojnim biotičkim (štetni organizmi) i abiotičkim čimbenicima (erozija, klimatske promjene) (López-Escudero i Mercado-Blanco, 2011.). Posljednjih godina provedena su istraživanja radi utvrđivanja uzročnika sušenja stabala maslina u Hrvatskoj i svijetu, u kojima su otkriveni patogeni do sada neutvrđeni na maslini. Uzrok je porast temperatura, intenzivna proizvodnja, uvoz zaražena

sadnog materijala, ali i brojni drugi faktori. Procjenjuje se da je oko 70 do 80 % svih biljnih bolesti uzrokovano fitopatogenim gljivama te da oko 10 000 vrsta gljiva može izazvati bolesti biljaka (Zeilinger i sur., 2016.). Poznato je da gljivične bolesti lista i ploda utječu na smanjenje prinosa maslina u većini uzgojnih područja (Nigro i sur., 2018.).

Najznačajnijim bolestima masline smatraju se: antraknoza, patula, paunovo oko, rak masline, sušenje stabala i plodova masline i verticilijsko venuće. Zaražene biljke pokazuju simptome kao što su defolijacija, trulež korijena, propadanje plodova, sušenje grana, uvijanje listova, pojava rak-rana i slično. S obzirom na sve veću pojavu novih uzročnika bolesti, ali i pojavu rezistentnosti organizama na aktivne tvari koje se koriste u zaštiti bilja, potrebne su alternativne metode zaštite. Europska unija nastoji konvencionalan način proizvodnje zamijeniti okolišno prihvatljivijim, te su donesena dva strateška dokumenta: "Europski zeleni plan" i "Strategija bioraznolikosti", čiji je cilj provođenje održive uporabe sredstava za zaštitu bilja i smanjenje njihove uporabe za 50 % do 2030. godine. Biološka kontrola često je učinkovita i ekološki prihvatljiva metoda za suzbijanje štetnika i fitopatogenih organizama primjenom prirodnih neprijatelja ili bioloških pripravaka (Gharsallah i sur., 2020.). Antagonistički mikroorganizmi proizvode određene metabolite koji djeluju toksično ili inhibirajuće na biljne patogene (Miličević i Kaliterna, 2014.). Kao alternativa kemijskim sredstvima za zaštitu bilja mogu se primjenjivati različiti biljni spojevi i ekstrakti koji imaju antifungalni učinak na brojne vrste fitopatogenih gljiva (Sarkhosh i sur., 2018., Sun i sur., 2022.). Eterična ulje sve su češće tema istraživanja zbog dokazane djelotvornosti na patogene. Biljkama služe kao prirodna obrana od zaraze, a postoje u obliku tekućih, hlapljivih, bistrh i obojenih smjesa nekoliko aromatičnih spojeva (Nazzaro i sur., 2017.). Najzastupljenije su komponente eteričnih ulja terpeni i terpenoidi, nešto rjeđe dušikovi i sumporni spojevi, kumarin i homolozi fenilpropanoide (Niu i Gilbert, 2004., Hyldgaard i sur., 2012.). U nastavku se govori o najznačajnijim bolestima masline u Hrvatskoj i svijetu te o rezultatima djelovanja bioloških mikroorganizama i biljnih komponenata na njihov razvoj.

BIOLOŠKA KONTROLA BOLESTI

Antraknoza

Uzročnici antraknoze masline su *Colletotrichum* vrste koje mogu dovesti do velikog gubitka prinosa i smanjiti kvalitetu ulja tijekom epidemijskih godina (Talhinhas i sur., 2005.; Talhinhas i sur., 2018.). Najčešće su to vrste *C. acutatum* i *C. gloeosporioides* (Cacciola i sur., 2012.; Schena i sur., 2014.). Nigro i sur. (2018.) u svojem su šestogodišnjem istraživanju za suzbijanje *Colletotrichum* vrsta na maslini pratili učinkovitost komercijalnih fungicida, bioprodukata koji sadrže oksiklorid, i biološkog fungicida na bazi *Bacillus*

subtilis QST 713. U istraživanju nije utvrđena statistički značajnija razlika između primjenjenih tretmana te se biofungicid na bazi *B. subtilis* pokazao jednako učinkovit kao i ostali fungicidi. Živković i sur. (2010.) ispitivali su antagonistički utjecaj mikroorganizama *B. subtilis*, *Gliocladium roseum*, *Streptomyces natalensis*, *S. noursei* i *Trichoderma harzianum*. Svi spomenuti mikroorganizmi inhibirali su rast micelija *C. acutatum* i *C. gloeosporioides* od 38 do 82 %. Najveća inhibicija postignuta je primjenom bakterije *S. noursei*.

Potencijal u suzbijanju navedenih patogena pokazuje i bakterija *Bacillus velezensis* PW192 izolirana iz rizosfere biljne vrste *Lagerstroemia macrocarpa* var. *macrocarpa* (Jumpathong i sur., 2022.). Ta bakterija proizvodi kemijski stabilne biosurfaktante lipopeptid feningicin A i feningicin koji imaju antifungalno djelovanje. *Streptomyces* soj P42 uspješno je kontrolirao patogena u istraživanju koje su proveli Shahbazi i sur. (2013.), značajno smanjujući simptome zaraze s *Colletotrichum* sp. Rezultati njihova istraživanja otkrili su da rizosfera biljaka zaraženih s *Colletotrichum* sp. sadrži više bioaktivnih streptomiceta od rizosfere zdravih biljaka. Druge bakterije, kao što su *Lactobacillus pentosus*, *L. paracasei* i *L. plantarum* inhibirale su klijanje konidija za 60 % i rast micelija za 100 % (Barrios-Roblero i sur., 2019.).

Eterična ulja kopra (*Anethum graveolens*), ružina drva (*Aniba rosaeodora*) i 73 druge biljne vrste pokazali su inhibicijsko djelovanje na rast *Colletotrichum* vrsta (Rabari i sur., 2017.). Među ispitivanim su uljima najveći inhibicijski učinak imala eterična ulja kineskog cimeta (*Cinnamomum cassia*) sa zonom inhibicije od 72,66 mm i cejlonskog cimeta (*C. zeylanicum*) sa zonom inhibicije od 65,33 mm.

Patula

Potencijal u biološkoj zaštiti masline od gljive *Botryosphaeria dothidea*, uzročnika patule, uočen je primjenom bakterija *Bacillus amyloliquefaciens* (Yin i sur., 2011., Li i sur., 2013a.; Li i sur., 2016.), *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* (Cheng i sur., 2016.), *B. atrophaeus* (Mu i sur., 2020.), *B. subtilis* (Fan i sur., 2017., Kim i sur., 2015.), *B. velezensis* (Yuan i sur., 2022.), *Bacillus* sp. (Wu i sur., 2019.), *Brevibacillus laterosporus* (Jiang i sur., 2015.), *Paenibacillus lentimorbus* (Chen i sur., 2003.) i *P. polymyxa* (Xu i sur., 2018.). Spomenute bakterije posjeduju gene, lipopeptide, antibiotike, hidrolitičke enzime i druge različite komponente koje negativno utječu na patogena. Njihovom primjenom dolazi do razaranja membrane i jezgre gljive, mijenjanja stukture konidija i micelija, zaustavljanja razvoja piknida i konačnog ubijanja patogena (Chen i sur., 2003.; Gardener, 2004.; Yin i sur., 2011.; Cheng i sur., 2016.; Li i sur., 2016.; Fan i sur., 2017.; Mu i sur., 2020.; Yuan i sur., 2022.). U uvjetima *in vitro* *B. amyloliquefaciens* PEBA20 inhibirala je rast micelija i smanjila učestalost gljivičnog raka za 60 % (Yin i sur., 2011.). Primjenom *B. laterosporus* JX-5 zaustavljen je razvoj *B. dothidea* za 70 do 90 %, dok je primjenom *P. lentimorbus* CBCA-2 potpuno onemogućen razvoj piknida (Chen i sur., 2003.).

Inhibirajući učinak na patogene proučavan je i kod primjene različitih vodenih ekstrakata, kao što su vodeni ekstrakt češnjaka (*Allium sativum*) (Li i sur., 2020a.), vodeni ekstrakt kore bora (*Pinus sylvestris*) (Karličić i sur., 2021.) te ekstrakt lišća moso bambusa (*Phyllostachys pubescens*) (Liao i sur., 2021.). Vodeni ekstrakt kore bora pokazao se učinkovitim u inhibiciji rasta micelija za 39 do 44 % (Karličić i sur., 2021.). Velik potencijal u biološkoj zaštiti od fitopatogenih gljiva pokazuju gljive iz roda *Trichoderma*. Rast patogena najčešće inhibiraju kroz hiperparazitizam, kompeticiju ili antibiozu (Kumar, 2013.). *Trichoderma* vrste izolirane iz kore bora inhibirale su razvoj *B. dothidea* od 67 do 85 %, *Dothiorella sarmentorum* od 63 do 75 % i *Neofusicoccum parvum* od 55 do 62 % (Karličić i sur., 2021.). *Trichoderma afroharzianum* TR04 potpuno je prerasla *B. dothidea* i sporulirala na njezinu miceliju (Kovács i sur., 2021.).

Također, eterična ulja i njihove komponente imaju inhibirajući učinak na razvoj gljive.

Tako, na primjer, eterično ulje limuna (*Citrus limonen*) može suzbiti razvoj *B. dothidea* za 48,1 % (Ammad i sur., 2018.). Sastojci kao što su monoterpeni (Zhang i sur., 2018.), matrin (Li i sur., 2021.), dimetil trisulfid izoliran iz kineskog poriluka (*Allium tuberosum*) (Sun i sur., 2022.), galna kiselina (Oh i sur., 2008.), α -pinen, karvakrol i 31 druga komponenta (Li i sur., 2021.) također utječu na rast micelija gljive. Među svima, karvakrol je pokazao najveći antifungalni utjecaj na patogen *B. dothidea* u uvjetima *in vitro* i *in vivo*, oštećujući staničnu membranu i inhibirajući stvaranje lipidnih komponenata na membrani (Li i sur., 2021.). Burt (2004.) iznosi da upravo spojevi u tragovima imaju glavnu ulogu u antimikrobnim svojstvima zbog potencijalnog sinergijskog učinka s drugim sastojcima eteričnog ulja.

Paunovo oko

Uzročnik je ove bolesti gljiva *Venturia oleaginea* (syn. *Cycloconium oleagineum*, *Fusicladium oleaginum*, *Spilocaea oleaginea*). Al-Khatib i sur. (2010.) u svojem istraživanju ističu kako pojedine vrste bakterija (*B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. cereus*, *Corynebacterium xerosis*) pokazuju potencijal u kontroli te gljive. Salman (2017.) navodi mogućnost primjene bakterija, kao što su *Pseudomonas* i *Bacillus* vrste koje sprječavaju klijanje konidija. Suprotno od njih, Wargo i Hogan (2006.) upozoravaju kako pojedine bakterije mogu lučiti spojeve koji pospješuju rast i razvoj gljiva. Kleef i Salman (2022.) primjenom *in vitro* ekstrakta lista vrste *Ambrosia artemisiifolia*, dokazali su njegov inhibirajući učinak na sporulaciju gljive *V. oleaginea*.

Od pripravaka koji se mogu koristiti za suzbijanje *V. oleaginea* trenutačno je u Hrvatskoj dostupan biofungicid Serenade Aso na bazi bakterije *Bacillus amyloliquefaciens*. Njegovo je djelovanje preventivno, a koristi se u zaštiti masline i od uzročnika bakterijskog raka i antraknoze.

Rak masline

Rak masline uzrokuje bakterija *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. Krid i sur. (2011.) proučavali su djelovanje biljne vode i fenolnih komponenata poput hidroksitirosola, tirosola, katehola, kofeinske kiseline i p-kumarične kiseline u kontroli te bakterije. Istraživanjem su došli do zaključka da polifenoli ekstrahirani iz biljnih voda imaju snažan antibakterijski učinak, ističući hidroksitirosol kao glavnu antimikrobnu komponentu.

Prema literaturnim podacima, utjecaj eteričnih ulja na suzbijanje *P. savastanoi* pv. *savastanoi* proveden je s 22 ljekovite biljke (Gakuubi i sur., 2016., Bouchekouk i sur., 2019., Caparrotta i sur., 2019., Bozkurt i sur., 2020., Grul'ová i sur., 2020., Camele i sur., 2021.). Brojna eterična ulja i njihove komponente pokazale su se učinkovitima u sprječavanju razvoja te bakterije. Eterično ulje tamjanova drva (*Boswellia frereana*) inhibiralo je rast bakterije za 67 % u pokusima koje su provodili Caparrotta i sur. (2019.), a Bozkurt i sur. (2020.) bilježe najbolje rezultate primjenom eteričnog ulja sirijskog origana (*Origanum syriacum*) i majčine dušice (*Thymus serpyllum*).

Osim toga, vrlo dobri rezultati zabilježeni su u *in vitro* uvjetima primjenom antagonističkih bakterija *B. subtilis* (Bouaichi i sur., 2019.; Filiz Doksöz i Bozkurt, 2022.; Krid i sur., 2010.; Krid i sur., 2012.), *B. megaterium*, *Pseudomonas korensis* i *B. pumilus* (Filiz Doksöz i Bozkurt, 2022.). Bakterija *B. subtilis* pokazala se najučinkovitijom.

Sušenje stabala i plodova maslina

Uzročnicima sušenja grana i stabala maslina, uz gljivu *Verticillium dahliae*, smatraju se i gljive iz porodice *Botryosphaeriaceae*, kao što su *B. dothidea*, *Diplodia seriata*, *D. mutila*, *N. parvum*, *N. luteum* (Sergeeva i sur., 2009.), *N. mediterraneum* (Moral i sur., 2010.), *Phaeoacremonium aleophilum*, *N. vitifusiforme*, *Dothiorella iberica*, *Lasiodiplodia theobromae* (Carlucci i sur., 2013.; Moral i sur., 2010.; Úrbez-Torres i sur., 2013.) i brojne druge, poput *Phoma incompta* (Ivić i sur., 2011.), *Biscogniauxia mediterranea* (Gharbi i sur., 2020.), *Armillaria mellea* (Ivić i Godena, 2017.), *Diatrype stigma* (Úrbez-Torres i sur., 2013.), *Pseudophaeomoniella oleae* (Markasis i sur., 2022.), *Pleurostomophora richardsiae* (Carlucci i sur., 2013., Ivić i sur., 2018.) i *Fusarium solani* (Yangui i sur., 2008.).

U zaštiti masline od zaraze gljivom *A. mellea* na europskom se tržištu mogu nabaviti pripravci Tellus WP® i Patriot Dry® na bazi *Trichoderma* vrsta. Radi se o biološkim preparatima koji se koriste preventivno. Postižu dobre rezultate, ali zasada nisu registrirani u Hrvatskoj (Godena i sur., 2019.). Yangui i sur. (2008.) navode mogućnost primjene biljne vode (nusproizvod proizvodnje maslinova ulja) i bakterija izoliranih iz biljne vode (*B. subtilis*, *Burkholderia caryophylli*, *P. fluorescens*) u suzbijanju *A. mellea*. Značajna inhibicija rasta *B. mediterranea* zabilježena je primjenom gljiva kao što su *Alternaria alternata*, *Chaetomium*

sp., *Fimetariella rabenhorstii* i *Simplicillium aogashimaense* (Costa i sur., 2020.). Te vrste proizvode topivi ekstrakt s velikim antifungalnim djelovanjem i inhibiraju rast patogena za 28 do 51 %. Vrsta *S. aogashimaense* uzrokovala je makroskopske i mikroskopske deformacije micelija i hifa te je autori ističu kao vrstu s najvećim potencijalom u suzbijanju *B. mediterranea* (Costa i sur., 2020.).

U suzbijanju *Colletotrichum*, *Botryosphaeria*, *Fusarium* i *Phytophthora* vrsta djelotvornim su se pokazala eterična ulja cejlonskog cimeta, eukaliptusa (*Eucalyptus globulus*), lavande (*Lavandula angustifolia*), čajevca (*Melaleuca alternifolia*), paprene metvice (*Mentha piperita*), obične mirte (*Myrtus communis*), vriska (*Satureja khuzistanica*) i biljne vrste *Thymus daenensis* (Sarkhosh i sur., 2018.). Među njima su najbolji rezultati postignuti primjenom eteričnog ulja vriska i vrste *T. daenensis*, koji su inhibirali rast micelija gljiva za 100 %.

Primjenom antagonističkih bakterija *Pseudomonas* sp., *Paenibacillus* sp. i *Pantoea agglomerans* u *in vitro* uvjetima postignuti su perspektivni rezultati u suzbijanju vrsta iz porodice Botryosphaeriaceae, kao što su *Neofusicocum parvum* i *N. luteum* (Wicaksono i sur., 2017.; Haidar i sur., 2021.). Osim toga, El-hamshary i Khattab (2008.) dokazali su inhibicijski utjecaj bakterija *B. subtilis* i *B. cereus* na rast micelija gljive *F. solani*, uzročnika truleži korijena.

Verticilijsko venuće

Uzročnik ove bolesti je gljiva *V. dahliae* Kleb. Trenutačno nisu poznate kemijske i biološke mjere zaštite kao ni one preventivne i kurativne, koje bi bile značajnije za praksu.

Međutim, pojedine vrste gljiva pokazale su antagonistički učinak na rast i razvoj gljive *V. dahliae*, primjerice *Aureobasidium* spp. i *Phoma* sp. (Varo i sur., 2016., López-Moral, i sur., 2021.), *Fusarium oxysporum* (Varo i sur., 2016, Mulero-Aparicio i sur., 2019.; Mulero-Aparicio i sur., 2020b.), *Trichoderma asperellum* (Carrero-Carrón i sur., 2016.) i *Trichoderma* spp. (Carrero-Carrón i sur., 2016.; Ruano-Rosa i sur., 2016.; Morán-Diez i sur., 2019.).

F. oxysporum poznat je i kao patogen masline (Trabelsi et al., 2017.), ali nepatogeni sojevi poput soja FO12 pokazuju potencijal u suzbijanju *V. dahliae*. Mulero-Aparicio i sur. (2019.) ističu upravo taj soj kao jedan od najučinkovitijih za suzbijanje *V. dahliae*, između više od 200 analiziranih prirodnih spojeva.

Bakterijske vrste poput *Anacyclus clavatus*, *Desmazeria rigida* i *Xanthium spinosum* (Triki i sur., 2012.); *B. subtilis* (Li i sur., 2013b.), *B. velezensis* (Azabou i sur., 2020.; Castro i sur., 2020.) i drugi sojevi *Bacillus* vrsta (Tjamos i sur., 2004.; Markakis i sur., 2016.; Cabañas i sur., 2018.; Azabou i sur., 2020.), *Paenibacillus alvei* (Markasis i sur., 2016.), *P. polymyxa* i *P. terrae* (Cabanás i sur., 2018.); *Pseudomonas* spp. (Mercado-Blanco i sur., 2004.; Aranda-Ocampo i sur., 2011.; Farida i sur., 2015.; Cabanás i sur., 2018.), *Pseudomonas fluorescens* (Prieto i Mercado-Blanco, 2008.; Maldonado-González i sur., 2015.;

Varo i sur., 2016.), *P. simiae* (Montes-Osuna i sur., 2021.) i *Serratia plymuthica* (Müller i sur. 2009.) pokazali su inhibirajući učinak na rast i razvoj *Verticillium* vrsta. Među navedenim, *B. velezensis*, izolirana iz tkiva korijena masline, pokazala je iznimno učinkovito antifungalno djelovanje u uvjetima *in vitro*, inhibirajući rast gljive za više od 92 %. Organski supstrat (OMW-M1) na bazi otpada zaostala nakon proizvodnje maslinova ulja, u kombinaciji s bakterijama *B. amyloliquefaciens* i *Burkholderia cepacia* potpuno je inhibirao rast *V. dahliae* u rizosferi, ostvarujući bolje rezultate od komercijalnog biofungicida (*T. asperellum* TV1) koji je korišten kao kontrola (Vitullo i sur., 2013.).

Pojedini autori ispitivali su mogućnost primjene prirodnih spojeva poput eteričnih ulja i njihovih komponenata u suzbijanju *Verticillium* vrsta (Montes-Osuna i Mercado-Blanco, 2020.). Varo i sur. (2017.) dokazali su antifungalni učinak eteričnog ulja timijana. Rezultati istraživanja pokazali su 100 % inhibiciju rasta micelija i mikrosklerocija gljive. Falcón-Piñeiro i sur. (2021.) navode mogućnost primjene propil-propan-tiosulfinata i propil-propan-tiosulfonata izoliranih iz luka (*Allium cepa*) kao prirodno i ekološki prihvatljivo zaštitno sredstvo. Inhibirajući učinak, već u malim koncentracijama, pokazala su i ulja na bazi sirijskog origana, mravinca (*Origanum onites*), divljeg origana (*O. minutiflorum*), divljeg mažurana (*O. vulgare*) i timijana (*Thymus vulgaris*) (Arslan i Dervis, 2010.). Učinkovitost je zabilježena i kod korištenja eteričnog ulja eukaliptusa (*Eucalyptus camaldulensis*) (Üstüner i sur., 2018.), borovnice (*Vaccinium myrtillus*) i lovora (*Laurus nobilis*) (Bayar i sur., 2018.), tanacetuma (*Tanacetum annuum*) (Greche i sur., 2000.), konopljike (*Vitex agnus-castus*) i obične mirte (Yilar i sur., 2016.), lavande (*Lavandula stoechas*), origana (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*), grčke kadulje (*Salvia fruticosa*) i metvice (*Mentha spicata*) (Kadoglidou i sur., 2011.). Inhibicijski potencijal eteričnih ulja protiv mikroorganizama ovisi o vrsti ulja, kemijskom sastavu, vrsti patogena i vrsti domaćina, primjenjenim koncentracijama ili volumenima i agrotehničkoj praksi (Ćosić i sur., 2014., Karimi i sur., 2016.). Eterična ulja utječu na smanjenje rasta micelija pojedinih fitopatogenih gljiva (Ammad i sur., 2018.), narušavaju metabolizam i normalno funkcioniranje stanica (Bakkali i sur., 2008.), utječu na smanjenje klijavosti spora (Vitoratos i sur., 2013.) i dovode do smrti stanica uništavanjem strukture stanične membrane (Harris, 2002.).

Arici i Demirtas (2019.) navode mogućnost primjene harpin proteina u kombinaciji s antagonističkim mikroorganizmima (*Mycorrhiza* i *T. harzianum*). Harpin proteini bogati su glicinom te su otporni na toplinu, a izlučuju ih gram-negativne fitopatogene bakterije. Harpin proteini primijenjeni direktno na biljku pokreću različite reakcije poput poticanja obrambenih mehanizama protiv patogena, primjerice utječu na aktivaciju ksilema u maslinama te na povećanje rasta biljaka (Arici i Demirtas, 2019.).

Varo-Suarez i sur. (2017.) ispitivali su mogućnost primjene komposta. Komposti sastavljeni od kruta otpada zaostala nakon proizvodnje maslinova ulja, ovčjeg stajnjaka i uree, uz dodatak vrsta *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Rhodobacter sphaeroides*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Saccharomyces* sp., *Streptococcus lactis* i *Streptomyces* sp., pokazali su inhibicijski učinak na razvoj *Verticillium* vrsta. Papasotiriou i sur. (2013.) izolirali su vrste iz roda *Arthrobacter* i *Blastobotrys* iz rizosfere patlidžana, koji je rastao u kompostu te dokazali mogućnost primjene komposta (sastavljenoga od nusproizvoda proizvodnje maslinova ulja inokuliranih ovim mikroorganizmima) u smanjenju broja mikrosklerocija, germinacije i broja hifa *V. dahliae*. Inhibicijski učinak pokazali su i kompost od grožđa (*Vitis vinifera*) (Mulero-Aparicio i sur., 2020a.), čaj pripremljen od komposta slame kukuruza (*Zea mays*) (Li i sur., 2020b.) i biljna voda zaostala nakon proizvodnje maslinova ulja (Alfano i sur., 2011.).

ZAKLJUČAK

Kontrola patogenih mikroorganizama jedan je od vodećih problema u poljoprivrednoj proizvodnji. Bolesti masline mogu dovesti do velikih gubitaka prinosa, te biti opasne za zdravlje ljudi jer se sekundarni metaboliti gljiva, mikotoksini, posljedično mogu naći u prehrambenim proizvodima. Primjena antagonističkih mikroorganizama, eteričnih ulja, njihovih komponenata, biljnih pripravaka i ostataka te komposta pokazuje velik potencijal u suzbijanju patogenih mikroorganizama. U pojedinim slučajevima antagonistički mikroorganizmi i biološke komponente postigli su bolje rezultate u odnosu na komercijalne fungicide. Među navedenima, najučinkovitiji su u kontroli patogena masline antagonistički mikroorganizmi *Trichoderma* sp. i *Bacillus* sp. te eterična ulja cimeta, origana i timijana. Ti mikroorganizmi i eterična ulja u većini su slučajeva inhibirali rast gljiva i do 100 %. Međutim, većina istraživanja na ovu temu provedena je u kontroliranim uvjetima, pa je teško govoriti o njihovoj učinkovitosti u praksi. U pojedinim slučajevima neki mikroorganizmi i prirodni spojevi mogu pokazivati i negativan utjecaj na biljku. Stoga, kako bi primjena antagonističkih mikroorganizama, biljnih spojeva i pripravaka bila moguća, potrebno je provesti istraživanja njihove primjene u praksi u obliku bioloških gotovih proizvoda. Trenutačno se u Hrvatskoj može nabaviti biofungicid Serenade Aso, čija je primjena dopuštena i u maslinarstvu.

ZAHVALA

Istraživanje je financirala Hrvatska zaklada za znanost; projekti: UIP-2020-02-7413 "Prirodni bioaktivni spojevi kao izvor potencijalnih antimikrobnih tvari u suzbijanju bakterijskih i drugih gljivičnih patogena masline", Anti-Mikrobi-OL (AMO) i DOK-2021-02-2882 „Projekt razvoja karijera mladih istraživača – izobrazba novih doktora znanosti”.

LITERATURA

Al-Khatib, M., Alhussaen, K., El-Banna, N., Zyadeh, M. (2010.). Biological control of olive leaf spot (peacock spot disease) caused by *Cycloconium oleaginum* (*Spilocea oleaginea*). *Advanced Journal of Microbiology Research*, 12 (6), 1-4.

Alfano, G., Lustrato, G., Lima, G., Vitullo, D., Ranalli, G. (2011.). Characterization of composted olive mill wastes to predict potential plant disease suppressiveness. *Biological control*, 58, 199-207.

Ammad, F., Moumen, O., Gasem, A., Othmane, S., Hisashi, K-N., Zebib, B., Merah, O. (2018.). The potency of lemon (*Citrus limon* L.) essential oil to control some fungal diseases of grapevine wood. *Comptes Rendus Biologies*, 341, 97-101.

Aranda-Ocampo, S, Montes-Borrego, M., Jiménez-Díaz, R., Landa, B. B. (2011.). Microbial communities associated with the root system of wild olives (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sylvestris*) are good reservoirs of bacteria with antagonistic potential against *Verticillium dahliae*. *Plant and soil*, 343 (1), 329-345.

Arici, S.E., Demirtas, A.E. (2019.). The effectiveness of rhizosphere microorganisms to control *Verticillium* wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in olives. *Arabian Journal of Geosciences*, 12, 781.

Arslan, M., Dervis, S. (2010.). Antifungal activity of essential oils against three vegetative-compatibility groups of *Verticillium dahliae*. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 26 (10), 1813-1821.

Azabou, M.C., Gharbi, Y., Medhioub, I., Ennouri, K., Barham, H., Tounsi, S., Triki, M. A. (2020.). The endophytic strain *Bacillus velezensis* OEE1: An efficient biocontrol agent against *Verticillium* wilt of olive and a potential plant growth promoting bacteria. *Biological Control*, 142, 104168.

Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., Idaomar, M. (2008.). Biological effects of essential oils—A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46 (2), 446–475.

Barrios-Roblero, C, Rosas-Quijano, R., Salvador-Figueroa, M., Gálvez-López, D., Vázquez-Ovando, A. (2019.). Antifungal lactic acid bacteria isolated from fermented beverages with activity against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Food bioscience*, 29, 47-54.

Bayar, Y., Onaran, A., Yilar, M., Gul, F. (2018.). Determination of the Essential Oil Composition and the Antifungal Activities of Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21 (2), 548-555.

Boučekouk, C., Kara, F. Z., Tail, G., Saidi, F., Benabdelkader, T. (2019.). Essential oil composition and antibacterial activity of *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Biologia futura*, 70 (1), 56-61.

Bouaichi, A, Benkirane, R., El-kinany, S., Habbadi, K., Lougramzi, H., Sadik, S., Benbouazza, A., Achbani, E. H. (2019.). Potential effect of antagonistic bacteria in the management of olive knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 8 (4), 1035-1040.

Bozkurt, I. A., Soylu, S., Kara, M., Soylu, E. M. (2020.). Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils Isolated from Medicinal Plants against Gall Forming Plant Pathogenic Bacterial Disease Agents. *Journal of Agriculture and Nature*, 23 (6), 1474-1482.

- Burt S.** (2004.). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3), 223-253.
- Cabanás, C. G-L., Ruano-Rosa, D., Legarda, G., Pizzaro-Tobías, P., Valverde-Corredor, A., Triviño, J., Roca, A., Mercado-Blanco, J.** (2018.). Bacillales Members from the Olive Rhizosphere Are Effective Biological Control Agents against the Defoliating Pathotype of *Verticillium dahliae*. *Agriculture*, 8, 90.
- Cacciola, S. O., Faedda, R., Sinatra, F., Agosteo, G. E., Schena, L., Frisullo, S., Magnano di San Lio, G.** (2012.). Olive anthracnose. *Journal of Plant Pathology*, 94 (1), 29–44.
- Camele, I., Grul'ová, D., Elshafie, H. S.** (2021.). Chemical Composition and Antimicrobial Properties of *Mentha x piperita* cv. 'Kristinka' Essential Oil. *Plants*, 10, 1567.
- Caparrotta, S., Comparini, D., Marone, E., Kimmenfield, R., Luzziatti, L., Taiti, C., Mancuso, S.** (2019.). Correlation between VOC fingerprinting and antimicrobial activity of several essential oils extracted by plant resins against *A. tumefaciens* and *P. savastanoi*. *Flavour and Fragrance Journal*, 34 (5), 377-387.
- Carrero-Carrón, I., Traperero-Casas, J. L., Olivares-García, C., Monte, E.; Hermosa, R., Jiménez-Díaz, R. M.** (2016.). *Trichoderma asperellum* is effective for biocontrol of *Verticillium* wilt in olive caused by the defoliating pathotype of *Verticillium dahliae*. *Crop Protection*, 88, 45–52.
- Carlucci, A., Raimondo, M. L., Cibelli, F., Phillips, A., Lops, F.** (2013.). *Pleurostomophora richardsiae*, *Neofusicoccum parvum* and *Phaeoacremonium aleophilum* associated with a decline of olives in southern Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 52 (3), 517-527.
- Castro, D., Torres, M., Sampedro, I., Martínez-Checa, F., Torres, B., Béjar, V.** (2020.). Biological Control of *Verticillium* Wilt on Olive Trees by the Salt-Tolerant Strain *Bacillus velezensis* XT1. *Microorganisms* 2020, 8 (7), 1080.
- Chen, W-Q., Morgan, D. P., Felts, D., Michailides, T. J.** (2003.). Antagonism of *Paenibacillus lentimorbus* to *Botryosphaeria dothidea* and biological control of panicle and shoot blight of pistachio. *Plant disease*, 87 (4), 359-365.
- Cheng, M., Xu, Q., Li, Y., Qin, H., Chen, J.** (2016.). Antifungal activity and identification of active compounds of *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* against *Botryosphaeria dothidea*. *Forest pathology*, 46 (6), 561-568.
- Costa, D., Tavares, R. M., Baptista, P., Lino-Neto, T.** (2020.). Cork Oak Endophytic Fungi as Potential Biocontrol Agents against *Biscogniauxia mediterranea* and *Diplodia corticola*. *Journal of Fungi*, 6 (4), 287.
- Ćosić, J., Vrandečić, K., Jurković, D.** (2014.). The effect of essential oils on the development of phytopathogenic fungi. U: Sharma N. (2014.). *Biological Controls for Preventing Food Deterioration – Strategies for Pre- and Postharvest Management*, 12, 273-292.
- DZS** (2020.). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Popis poljoprivrede 2020., dostupno na: PX-Web - Odaberi tablicu (dzs.hr) (pristupljeno: 1 .6. 2022.)
- El-hamshary O. I. M., Khattab A. A.** (2008.). Evaluation of Antimicrobial Activity of *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* and Their Fusants Against *Fusarium solani*. *Research Journal of Cell and Molecular Biology*, 2 (2), 24-29.

Falcón-Piñeiro, A., Remesal, E., Noguera, M., José Ariza, J., Guillamón, E., Baños, A., Navas-Cortes, J. A. (2021.). Antifungal Activity of Propyl-Propane-Thiosulfinate (PTS) and Propyl-Propane-Thiosulfonate (PTSO) from *Allium cepa* against *Verticillium dahliae*: In Vitro and in Planta Assays. *Journal of Fungi*, 7, 736.

Fan, H., Ru, J., Zhang, Y., Wang, Q., Li, Y. (2017.). Fengycin produced by *Bacillus subtilis* 9407 plays a major role in the biocontrol of apple ring rot disease. *Microbiological Research*, 199, 89-97.

Farida, B., Hameed, K., Fatma, S-H. (2015.). Biotechnological Studies of Several Isolates of Fluorescent *Pseudomonas* from Algerian Soil as Potential Biological Control Agents Against Olive Wilt Pathogen *Verticillium dahliae*. *Egyptian Journal of Pest Control*, Conference: 4th International Conference for Applied Biological Control (ESBCP), 25 (3), 721-728.

Filiz Doksöz, S. F., Bozkurt, I. A. (2022.). Biological control of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* causing the olive knot disease with epiphytic and endophytic bacteria. *Journal of Plant Pathology*, 104, 65-78.

Gakuubi, M. M., Wagacha, J. M., Dossaji, S. F., Wanzala, W. (2016.). Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of *Tagetes minuta* (Asteraceae) against Selected Plant Pathogenic Bacteria. *International Journal of Microbiology*, 2016, 9.

Gardener, B.B.M. (2004). Ecology of *Bacillus* and *Paenibacillus* spp. in agricultural systems. *Phytopathology*, 94, 1252-1258.

Gharbi, Y., Ennouri, K., Bouazizi, E., Cheffi, M., Ali Triki, M. (2020.). First report of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on *Olea europaea* in Tunisia. *Journal of Plant Pathology*, 102, 961.

Gharsallah, H., Ksentini, I., Naavma, S., Hadj Taieb, K., Abdelhedi, N., Schuster, C., Ali Triki, M., Ksantini, M., Leclerque, A. (2020.). Identification of fungi in Tunisian olive orchards: characterization and biological control potential. *BMC Microbiology*, 20, 307.

Godena, S., Ivić, D., Goreta Ban, S. (2019). Uzročnici djelomičnog ili potpunog sušenja stabala maslina. Priručnik o rezultatima VIP projekta. Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč.

Greche, H., Hajjaji, N., Ismaili-Alaoui, M., Mrabet, N., Benjilali, B. (2000.). Chemical Composition and Antifungal Properties of the Essential Oil of *Tanacetum annuum*. *Journal of Essential Oil Research*, 12 (1), 122-124.

Grul'ová, D., Caputo, L., Elshafie, H. S., Baranová, B., De Martino, L., Sedlák, V., Gogal' ova, Z., Poráčková, J., Camele, I., De Feo, V. (2020.). Thymol Chemotype *Origanum vulgare* L. Essential Oil as a Potential Selective Bio-Based Herbicide on Monocot Plant Species. *Molecules*, 25, 595.

Haidar, R., Yacoub, A., Roudet, J., Fermaud, M., Rey, P. (2021.). Application methods and modes of action of *Pantoea agglomerans* and *Paenibacillus* sp., to control the grapevine trunk disease-pathogen, *Neofusicoccum parvum*. *Oeno one*, 3, 1-16.

Harris R. (2002.). Progress with superficial mycoses using essential oils. *International Journal of Aromatherapy*, 12 (2), 83-91.

Hyldgaard M., Mygind T., Meyer R.L. (2012.). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3 (12), 1-24.

Ivić, D., Godena, S. (2017.). *Armillaria mellea* na maslini i nove perspektive u zaštiti od truleži korijena. Glasilo biljne zaštite 4/2017.

Ivić, D., Tomić, Z., Godena, S. (2018.). First Report of *Pleurostomophora richardsiae* Causing Branch Dieback and Collar Rot of Olive in Istria, Croatia. Plant Disease, 102 (12), 2648-2648.

Ivić, D., Ivanović, A., Miličević, T., Cvjetković, B. (2011). Shoot necrosis of olive caused by *Phoma incompta*, a new disease of olive in Croatia. Phytopathologia Mediterranea 49, 3, 414-416

Jiang, H., Wang, X., Xiao, C., Wang, W., Zhao, X., Sui, J., Sa, R., Guo, T.L., Liu, X. (2015.). Antifungal activity of *Brevibacillus laterosporus* JX-5 and characterization of its antifungal components. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 31, 1605-1618.

Jumpathong, W., Intra, B., Euranorasetr, J., Wanapaisan, P. (2022.). Biosurfactant-Producing *Bacillus velezensis* PW192 as an Anti-Fungal Biocontrol Agent against *Colletotrichum gloeosporioides* and *Colletotrichum musae*. Microorganisms, 10 (5), 1017.

Kadoglidou, K., Lagopodi, A., Karamanoli, K., Vokou, D., Bardas, G. A., Menexes, G., Constantinidou, H-I. A. (2011.). Inhibitory and stimulatory effects of essential oils and individual monoterpenoids on growth and sporulation of four soil-borne fungal isolates of *Aspergillus terreus*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium expansum*, and *Verticillium dahliae*. European Journal of Plant Pathology, 130 (3), 297-309.

Karimi K., Arzanlou M., Pertot I. (2016.). Antifungal activity of the dill (*Anethum graveolens* L.) seed essential oil against strawberry anthracnose under *in vitro* and *in vivo* conditions. Archives of Phytopathology Plant Protection, 49 (19-20), 554-566.

Karličić, V., Zlatković, M., Jovičić-Petrović, J., Nikolić, M. P., Orlović, S., Raičević, V. (2021.). *Trichoderma* spp. from Pine Bark and Pine Bark Extracts: Potent Biocontrol Agents against *Botryosphaeriaceae*. Forests, 12, 1731.

Kim, G. H., Koh, Y. J., Jung, J. S., Hur, J. S. (2015.). Control of Postharvest Fruit Rot Diseases of Kiwifruit by Antagonistic Bacterium *Bacillus subtilis*. ISHS Acta Horticulturae, 1096: VIII International Symposium on Kiwifruit, 377-382.

Kleef, F., Salman, M. (2022.). Antifungal Effect of *Ambrosia artemisiifolia* L. Extract and Chemical Fungicide Against *Spilocaea oleagina* Causing Olive Leaf Spot. Arabian journal for Science and Engineering, 47, 113-117.

Kovács, C., Csótó, A., Pál, K., Nagy, A., Fekete, E., Karaffa, L., Kubicek, C.P., Sándor, E. (2021.). The biocontrol potential of endophytic *Trichoderma* fungi isolated from Hungarian grapevines. Part I. Isolation, identification and *in vitro* studies. Pathogens, 10 (12), 1612.

Krid, S., Ali Triki, M., Gargouri, A., Rhouma, A. (2012.). Biocontrol of olive knot disease by *Bacillus subtilis* isolated from olive leaves. Annals of Microbiology, 62, 149-154.

Krid, S., Bouaziz, M., Ali Triki, M., Gargouri, A., Rhouma, A. (2011.). Inhibition of olive knot disease by polyphenols extracted from olive mill waste water. Journal of Plant Pathology, 93, 561-568.

Krid, S., Rhouma, A., Mogou, I., Quesada, J. M., Nesme, X., Gargouri, A. (2010.). *Pseudomonas savastanoi* endophytic bacteria in live tree knots and antagonistic potential of strains of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*. Journal of Plant Pathology, 92 (2), 335-341.

Kumar S. (2013.). *Trichoderma*: A biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, 1 (3), 106–121.

Li, J., Fu, S., Fan, G., Li, D., Yang, S., Peng, L., Pan, S. (2021.). Active compound identification by screening 33 essential oil monomers against *Botryosphaeria dothidea* from postharvest kiwifruit and its potential action mode. Pesticide biochemistry and physiology, 179, 104957.

Li, Y., Han, L.-R., Zhang, Y., Fu, X., Chen, X., Zhang, L., Mei, R., Wang, Q. (2013a). Biological Control of Apple Ring Rot on Fruit by *Bacillus amyloliquefaciens* 9001. The Plant Pathology Journal, 29 (2), 168-173.

Li, X., Lu, X., He, Y., Deng, M., Lv, Y. (2020a.). Identification the Pathogens Causing Rot Disease in Pomegranate (*Punica granatum* L.) in China and the Antifungal Activity of Aqueous Garlic Extract. Forests, 11 (1), 34.

Li, S., Zhang, N., Zhang, Z., Luo, J., Shen, B., Zhang, R., Shen, Q. (2013b). Antagonist *Bacillus subtilis* HJ5 controls *Verticillium* wilt of cotton by root colonization and biofilm formation. Biology and Fertility of Soils, 49, 295-303.

Li, X., Zhang, Y., Wei, Z., Guan, Z., Cai, Y., Liao, X. (2016.). Antifungal Activity of Isolated *Bacillus amyloliquefaciens* SYBC H47 for the Biocontrol of Peach Gummosis. Plos One, 11 (9).

Li, X., Wang, X., Shi, X., Wang, Q., Li, X., Zhang, S. (2020b). Compost tea-mediated induction of resistance in biocontrol of strawberry *Verticillium* wilt. Journal of Plant Diseases and Protection, 127, 257-268.

Liao, M., Ren, X., Gao, Q., Liu, N., Tang, F., Wang, G., Cao, H. (2021.). Anti-fungal activity of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) leaf extract and its development into a botanical fungicide to control pepper phytophthora blight. Scientific reports, 11, 4146.

López-Escudero, F. J., Mercado-Blanco, J. (2011.). *Verticillium* wilt of Olive: A Case Study to Implement an Integrated Strategy to Control a Soil-Borne Pathogen. Plant and Soil, 344, 1-50.

López-Moral, A., Agustí-Brisach, C., Trapero, A. (2021.). Plant Biostimulants: New Insights into the Biological Control of *Verticillium* Wilt of Olive. Frontiers in plant science, 12.

Maldonado-González, M. M., Bakker, P. A. H. M., Prieto, P., Mercado-Blanco, J. (2015.). *Arabidopsis thaliana* as a tool to identify traits involved in *Verticillium dahliae* biocontrol by the olive root endophyte *Pseudomonas fluorescens* PICF7. Frontiers in Microbiology, 6, 1–12.

Markasis, E. A., Tjamos, S. E., Antoniou, P. P., Paplomatas, E. J. (2016.). Tjamos, E.C. Biological control of *Verticillium* wilt of olive by *Paenibacillus alvei*, strain K165. BioControl, 61, 293–303.

Markasis, E. A., Soutatos, S. K., Koubouris, G. C., Psarras, G., Kanetis, L., Papadaki, A. A., Goumas, D. E. (2022.). First report of *Pseudophaeomoniella oleae* causing wood streaking and decay on olive trees in Greece. Aps Publications, Plant Disease, 2022.

Mercado-Blanco, J., Rodríguez-Jurado, D., Hervás, A., Jiménez-Díaz, R. M. (2004.). Suppression of *Verticillium* wilt in olive planting stocks by root-associated fluorescent *Pseudomonas* spp. Biological control, 30 (2), 474-486.

Miličević, T., Kaliterna, J. (2014.). Biološko suzbijanje bolesti kao dio integrirane zaštite bilja. Glasilo biljne zaštite, 5, 410-415.

Moral, J., Muñoz-Díez, C., González, N., Trapero, A., Michailides, T. J. (2010.). Characterization and Pathogenicity of *Botryosphaeriaceae* Species Collected from Olive and Other Hosts in Spain and California. *Phytopathology*, 100 (12), 1340-1351.

Morán-Díez, M. E., Carrero-Carrón, I., Rubio, M. B., Jiménez-Díaz, R. M., Monte, E., Hermosa, R. (2019.). Transcriptomic Analysis of *Trichoderma atroviride* Overgrowing Plant-Wilting *Verticillium dahliae* Reveals the Role of a New M14 Metalloprotease CPA1 in Biocontrol. *Frontiers in microbiology*, 10, 1120.

Mu, Y., Yue, Y., Gu, G., Deng, Y., Jin, H., Tao, K. (2020.). Identification and characterization of the *Bacillus atrophaeus* strain J-1 as biological agent of apple ring rot disease. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 127, 367-378.

Müller, H., Westendorf, C., Leitner, E., Chernin, L., Riedel, K., Schmidt, S., Eberl, L., Berg, G. (2009.). Quorum-sensing effects in the antagonistic rhizosphere bacterium *Serratia plymuthica* HRO-Ca8. *FEMS Microbiology Ecology*, 67 (3), 468-478.

Mulero-Aparicio, A.; Agustí-Brisach, C.; Varo, Á.; López-Escudero, F.J.; Trapero, A. (2019.). A non-pathogenic strain of *Fusarium oxysporum* as a potential biocontrol agent against *Verticillium* wilt of olive. *Biological Control*, 139, 104045.

Mulero-Aparicio, A, Trapero, A., López-Escudero, F. J. (2020a.). A non-pathogenic strain of *Fusarium oxysporum* and grape marc compost control *Verticillium* wilt of olive. *Phytopathologia Mediterranea*, 59 (1), 159-167.

Mulero-Aparicio, A., Varo, A., Agustí-Brisach, C., López-Escudero, F. J., Trapero, A., (2020b). Biological control of *Verticillium* wilt of olive in the field. *Crop protection*, 128, 104993.

Montes-Osuna, N., Gómez-Lama Cabanás C, Valverde-Corredor, A., Berendsen, R.L., Prieto, P., Mercado-Blanco, J. (2021.). Assessing the Involvement of Selected Phenotypes of *Pseudomonas simiae* PICF7 in Olive Root Colonization and Biological Control of *Verticillium dahliae*. *Plants*, 10 (2), 412.

Montes-Osuna, N., Mercado-Blanco, J. (2020.). *Verticillium* Wilt of Olive and its Control: What Did We Learn during the Last Decade? *Plants*, 9 (6), 735.

Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R., De Feo, V. (2017.). Essential oils and antifungal activity. *Pharmaceuticals*, 10 (4), 86.

Nigro, F., Anteleme, I., Sion, V. (2018.). Integrated control of aerial fungal diseases of olive. *ISHS Acta Horticulturae* 1199: VIII International Olive Symposium, 327-333.

Niu, C., Gilbert, E.S. (2004.). Colorimetric method for identifying plant essential oil components that affect biofilm formation and structure. *Applied and Environmental Microbiology*, 70 (12), 6951-6956.

Oh, S-O., Kim, J-A., Jeon, H-S., Park, J-C., Koh, Y-J., Hur, H., Hur, J-S. (2008.). Antifungal activity of eucalyptus-derived phenolics against postharvest pathogens of kiwifruits. *The Plant Pathology Journal*, 24 (3), 322-327.

Papasotiriou, F. G., Varypatakis, K. G., Christofi, N., Tjamos, S. E., Paplomatas, E. J. (2013.). Olive mill wastes: A source of resistance for plants against *Verticillium dahliae* and a reservoir of biocontrol agents. *Biological control*, 67 (1), 51-60.

Prieto, P., Mercado-Blanco, J. (2008.). Endophytic colonization of olive roots by the biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* PICF7. *FEMS microbiology ecology*, 64 (2), 297-306.

Rabari, V. P., Chudashama, K. S., Thaker, V. S. (2017.). In vitro Screening of 75

Essential Oils Against *Colletotrichum gloeosporioides*: A Causal Agent of Anthracnose Disease of Mango. International Journal of Fruit Science, 18 (1), 1-13.

Ruano-Rosa, D., Prieto, P., Rincón, A. M., Gómez-Rodríguez, M. V., Valderrama, R., Barroso, J. B., Mercado-Blanco, J. (2016.). Fate of *Trichoderma harzianum* in the olive rhizosphere: time course of the root colonization process and interaction with the fungal pathogen *Verticillium dahliae*. Biocontrol, 61, 269-282.

Salman, M. (2017.). Biological control of *Spilocaea oleagina*, the causal agent of olive leaf spot disease, using antagonistic bacteria. Journal of Plant Pathology, 99 (3), 741-744.

Sarkhosh, A., Schaffer, B., Vargas, A. I., Palmateer, A. J., Lopez, P., Soleymani, A. (2018.). *In Vitro* Evaluation of Eight Plant Essential Oils for Controlling *Colletotrichum*, *Botryosphaeria*, *Fusarium* and *Phytophthora* Fruit Rots of Avocado, Mango and Papaya. Plant protection Science, 54 (3), 153-162.

Schena, L., Mosca, S., Cacciola, S. O., Faedda, R., Sanzani, S. M., Agosteo, G. E., Sergeeva, S., Lio, G. M. D. (2014). Species of the *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. boninense* complexes associated with olive anthracnose. Plant Pathology, 63 (2), 437-446.

Sergeeva, V., Alves, A., Philips, A. J. L. (2009.). *Neofusicoccum luteum* associated with leaf necrosis and fruit rot of olives in New South Wales, Australia. Phytopathologia Mediterranea, 48 (2), 294-298.

Shahbazi, P., Musa, M. Y., Tan, G. Y. A., Fahrat, A. A., Teo, W. F. A., Sabaratnam, V. (2013.). Streptomyces strain P42 as a potent biological control against chilli anthracnose disease caused by *Colletotrichum* spp. Research on crops, 14 (3), 935-944.

Sun, M., Liu, J., Li, J., Huang, Y. (2022.). Endophytic Bacterium *Serratia plymuthica* From Chinese Leek Suppressed Apple Ring Rot on Postharvest Apple Fruit. Frontiers in microbiology, 12.

Talhinhas, P., Sreenivasaprasad, S., Neves-Martins, J., Oliveira, H. (2005.). Molecular and phenotypic analyses reveal association of diverse *Colletotrichum acutatum* groups and a low level of *C. gloeosporioides* with olive anthracnose. Applied and Environmental Microbiology., 71 (6), 2987-2998.

Talhinhas, P., Loureiro, A., Oliveria, H. (2018.). Olive anthracnose: A yield- and oil quality-degrading disease caused by several species of *Colletotrichum* that differ in virulence, host preference and geographical distribution. Molecular Plant Pathology, 19, 1797-1807.

Tjamos, E. C., Tsitsigiannis, D. I., Tjamos, S. E., Antoniou, P. P., Katinakis, P. (2004.). Selection and screening of endorhizosphere bacteria from solarized soils as biocontrol agents against *Verticillium dahliae* of solanaceous hosts. European Journal of Plant Pathology, 110, 35-44.

Trabelsi, R., Sellami, H., Gharbi, Y., Krid, S., Cheffi, M., Kammoun, S., Dammak, M., Mseddi, A., Gdoura, R., Triki, M.A. (2017.). Morphological and molecular characterization of *Fusarium* spp. associated with olive trees dieback in Tunisia. 3Biotech, 7 (1), 28.

Triki, M. A., Hadj-Taieb, S. K., Mellouli, I. H., Rhouma, A., Gdoura, R., Hassairi, A. (2012.). Identification and screening of bacterial isolates from saharan weeds for *Verticillium dahliae* control. Journal of Plant Pathology, 94 (2), 305-311.

.....
Úrbez-Torres, J. R., Peduto, F., Vossen, P. M., Krueger, W. H., Gubler, W. D. (2013.). Olive Twig and Branch Dieback: Etiology, Incidence, and Distribution in California. *Plant disease*, 97 (2), 231-244.

Üstüner, T., Kordali, S., Bozhüyük, A. U., Kesdek, M. (2018.). Investigation of Pesticidal Activities of Essential Oil of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. *Records of natural products*, 12 (6), 557-568.

Varo, A., Mulero-Aparicio, A., Adem, M., Roca, L. F., Raya-Ortega, M. C., Lopez-Escudero, F. J., Trapero, A. (2017.). Screening water extracts and essential oils from Mediterranean plants against *Verticillium dahliae* in olive. *Crop protection*, 92, 168-175.

Varo, A., Raya-Ortega, M. C., Trapero, A. (2016.). Selection and evaluation of micro-organisms for biocontrol of *Verticillium dahliae* in olive. *Journal of applied microbiology*, Vol. 121 (3), 767-777.

Varo-Suárez, A., Raya-Ortega, M. C., Garcia-Ortis Civantos, C., Fernández-Hernández, A. (2017.). Evaluation of organic amendments from agroindustry waste for the control of *Verticillium* wilt of olive. *Plant pathology*, 67 (4), 860-870.

Vitoratos A., Bilalis D., Karkanis A., Efthimiadou A. (2013.). Antifungal activity of plant essential oils against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Not Bot Horti Agrobo*, 41 (1), 86-92.

Vitulo, D., Altieri, R., Esposito, A., Nigro, F., Ferrara, M., Alfano, G., Ranalli, G. (2013.). Suppressive biomasses and antagonist bacteria for an eco-compatible control of *Verticillium dahliae* on nursery-grown olive plants. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10 (2), 209-220.

Wargo M. J., Hogan D. A. (2006.). Fungal-bacterial interactions: a mixed bag of mingling microbes. *Current Opinion in Microbiology*., 9 (4), 359-364

Wicaksono, W. A., Jones, E. E., Monk, J., Ridgway, H. J. (2017.). Using bacterial endophytes from a New Zealand native medicinal plant for control of grapevine trunk diseases. *Biological control*, 114, 65-72.

Wu, L., Shang, H., Gu, H., Zheng, J. (2019.). Bacterial iturins mediate biocontrol activity of *Bacillus* sp. against postharvest pear fruit-rotting fungi. *Journal of Phytopathology*, 167 (9), 501-509.

Xu, S., Yao, J., Wu, F., Mei, L., Wang, Y. (2018.). Evaluation of *Paenibacillus polymyxa* carboxymethylcellulose/poly (vinyl alcohol) formulation for control of *Carya cathayensis* canker caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Forest Pathology*, 48 (6).

Yangui, T., Rhouma, A., Ali Triki, M., Gargouri, K., Bouzid, J. (2008.). Control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* using olive mill waste water and some of its indigenous bacterial strains. *Crop protection*, 27 (2), 189-197.

Yilar, M., Bayan, Y., Onaran, A. (2016.). Chemical Composition and Antifungal Effects of *Vitex agnus-castus* L. and *Myrtus communis* L. Plants. *Notulae botanicae hirti agrobotanici cluj- napoca*, 44 (2), 466-471.

Yin, X.T., Xu, L.N., Xu, L., Fan, S.S., Liu, Z.Y., Zhang, X.Y. (2011.). Evaluation of the efficacy of endophytic *Bacillus amyloliquefaciens* against *Botryosphaeria dothidea* and other phytopathogenic microorganisms. *African Journal of Microbiology Research*, 5 (4), 340-345.

Yuan, H., Shi, B., Wang, L., Huang, T., Zhou, Z., Hou, H., Tu, H. (2022.). Isolation and Characterization of *Bacillus velezensis* Strain P2-1 for Biocontrol of Apple Postharvest Decay Caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Frontiers in microbiology*, 12.

Zhang, Z., Xie, Y., Hu, X., Shi, H., Wei, M., Lin, Z. (2018.). Antifungal Activity of Monoterpenes against *Botryosphaeria dothidea*. *Natural Product Communications*, 13 (12), 1721-1724.

Zeilinger S., Gupta V. K., Dahms T. E. S., Silva R. N., Singh H. B., Upadhyay R. S., Gomes E. V., Tsui C. K. M., Nayak C. (2016.). Friends or foes? Emerging insights from fungal interactions with plants. *FEMS Microbiology Reviews*, 40, 182-207.

Živković, S., Stojanović, S., Ivanović, Z., Gavrilović, V., Popović, T., Balaž, J. (2010.). Screening of antagonistic activity of microorganisms against *colletotrichum acutatum* and *colletotrichum gloeosporioides*. *Archives of biological sciences*, 62 (3), 611-623.

Pregledni rad