

.....

Dario IVIĆ

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb
dario.ivic@hapih.hr

BIOLOŠKI FUNGICIDI

SAŽETAK

Biološki fungicidi, temeljeni na mikroorganizmima kao aktivnim tvarima, postali su sastavni dio suvremene zaštite bilja. U posljednja dva desetljeća primjetan je porast broja bioloških fungicida na tržištu, što prati povećanje njihove uporabe. U radu su ukratko prikazani pojedini dosadašnji pregledi ove tematike u Hrvatskoj. Opisana su glavna dostignuća u razvoju bioloških fungicida, njihova ocjena i odobravanje u Europskoj uniji te njihove osnovne prednosti i posebnosti u odnosu na kemijske fungicide. Ukratko je razmotrena praktična uporaba bioloških fungicida u biološkim i hibridnim programima zaštite bilja.

Ključne riječi: mikroorganizmi, sredstva za zaštitu bilja, biološka zaštita, biljne bolesti

UVOD

Biološki fungicidi su sredstva za zaštitu od biljnih bolesti koja sadrže žive organizme. Svi živi organizmi koji se koriste kao aktivne tvari u biološkim fungicidima su mikroorganizmi, iz istih carstava u koja pripadaju i uzročnici biljnih bolesti – gljive, pseudogljive, bakterije i virusi. O biološkim sredstvima za zaštitu bilja, uključujući biološke fungicide, objavljeno je u proteklih četrdesetak godina nekoliko radova u „Glasilu biljne zaštite“ i prethodniku „Glasniku zaštite bilja“. Još 1979. godine Cvjetković (1979.) je predstavio mogućnost biološkog suzbijanja *Agrobacterium tumefaciens* s antagonističkom bakterijom. Maceljski (1997.) objašnjava pojam biopesticida navodeći da izraz obuhvaća makroorganizme i mikroorganizme. Navodi kako je u svijetu 1992. godine na tržištu bio dostupan 281 biopesticid, od čega je 151 sadržavao makroorganizme, a njih 130 mikroorganizme. U svojemu se članku Maceljski (1997.) osvrće na postupak registracije bioloških pesticida, prikazujući i podržavajući preporuke specijalističke radne skupine Europske i mediteranske organizacije za zaštitu bilja (*European and Mediterranean Plant Protection Organization*, EPPO). Zanimljivo je primijetiti, tri preporuke koje se navode u članku ostvarene su na razini Unije tek 2022. i 2023., dakle 25 i 26 godina nakon što ih je izložio Maceljski (1997.). Tri godine poslije Igrc Barčić (2000.) izdaje pregledan rad „Nove spoznaje o biopesticidima“. U radu se uglavnom obrađuju biološki insekticidi, uz napomenu kako u tu skupinu trenutačno spada

najveći broj bioloških sredstava za zaštitu bilja. Navodi kako je u 2000. godini u Hrvatskoj bio registriran samo jedan biološki fungicid, na osnovi gljive *Trichoderma harzianum*. Igrc Barčić (2000.) na kraju članka zaključuje: „Kako se stalno pronalaze novi sve prikladniji biopesticidi, a ograničava primjena kemijskih sredstava, to je skrajnji čas da se vlasnici staklenika i plastenika, te voćnih nasada u Hrvatskoj, prvi uključe u europske trendove primjene biopesticida“. Topolovec-Pintarić i sur. (2004.) predstavljaju biofungicide temeljene na gljivama iz roda *Trichoderma*. Miličević (2006.) daje do tada najobuhvatniji pregled bioloških fungicida i njihova korištenja u suvremenoj zaštiti bilja. Objašnjava mehanizme djelovanja mikroorganizama u biofungicidima te daje popis bioloških sredstava na osnovi antagonističkih bakterija i gljiva. Na kraju članka daje se zaključak: „...vidi se da biološko suzbijanje biljnih patogena više nije nikakva utopija (iako je još ograničeno i nedovoljno da bi zamijenilo kemijsko suzbijanje)“ (Miličević, 2006.). Autor iznosi i pretpostavku kako će biološko suzbijanje patogena u budućnosti sigurno postati vodeći način suzbijanja biljnih patogena (Miličević, 2006.). Miličević i Kaliterna (2014.) prikazuju biološko suzbijanje biljnih bolesti kao dio integrirane zaštite bilja. Ponovno se daje pregled načina djelovanja mikroorganizama u biološkim sredstvima za suzbijanje biljnih bolesti, ali se i ističe kako su biološke mjere suzbijanja biljnih bolesti u Hrvatskoj još uvijek „...nedovoljno poznate, prihvaćene i neiskorištene“ (Miličević i Kaliterna, 2014.).

Razmatrajući spomenute povijesne preglede, može se zaključiti da su svi autori točno predvidjeli kako će se biološka zaštita od biljnih bolesti razvijati i biti sve više prihvaćena kao dio integrirane zaštite bilja. Dok je 2000. godine u Hrvatskoj kao sredstvo za zaštitu bilja bio odobren samo jedan biološki fungicid, 2025. godine registrirano je 11 bioloških sredstava za suzbijanje biljnih bolesti. Aktivne tvari u njima su sojevi gljiva *Trichoderma atroviridae* i *T. harzianum*, pseudogljive *Pythium oligandrum*, bakterija *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. subtilis* i *Pseudomonas* sp. te virusa mozaika pepina (PepMV). Međutim, bioloških fungicida na tržištu zapravo je puno više od onih koji su službeno odobreni kao sredstva za zaštitu bilja. Različite tvrtke danas nude sredstva koja u sebi sadrže mikroorganizme, a na tržište dolaze kao „sredstva za jačanje biljaka“, biostimulatori ili mikrobiološka gnojiva. Najčešći mikroorganizmi u takvim sredstvima su *Trichoderma* ili *Bacillus* vrste, iste ili srodne onima koje su aktivne tvari u registriranim biološkim sredstvima za zaštitu bilja. Pripravci koji na tržište dolaze kao ojačivači, stimulatori ili hraniva također imaju selekcionirane sojeve mikroorganizama i preporučenu ili propisanu količinu primjene. U reklamama za takva sredstva često se navodi da imaju fungicidno ili baktericidno djelovanje slično sredstvima za zaštitu bilja, no više se ističe njihov neizravan pozitivan učinak na razvoj biljaka. Iako takvim sredstvima treba pristupiti bez predrasuda, važno je imati na umu da njihova učinkovitost nije ocijenjena kao kod sredstava za zaštitu bilja. Stavljanje na

tržište tih sredstava pokazuje mogućnost da se slična sredstva registriraju različito, jedna kao sredstva za zaštitu bilja, a druga kao sredstva za jačanje ili ishranu biljaka. Registracija sredstava za zaštitu bilja znatno je složenija i skuplja te je razumljivo da se neki proizvođači, zastupnici i distributeri odlučuju takve pripravke ne stavljati na tržište kao sredstva za zaštitu bilja.

RAZVOJ, OCJENA I ODOBRAVANJE BIOLOŠKIH FUNGICIDA

Broj i dostupnost bioloških fungicida na tržištu ovisi o istraživanju, razvoju i tržišnim strategijama tvrtki koje razvijaju takva sredstva. Važno je zapaziti kako su se za jači razvoj bioloških sredstava za zaštitu bilja u posljednja dva desetljeća odlučile i velike kompanije koje, osobito u Europi, danas ulažu znatna sredstva u svoje biološke programe. Takve tvrtke donedavno su se kolokvijalno često nazivale velikim „kemijskim kompanijama“ ili „kemijskim kućama“, no takvi nazivi danas više ne oslikavaju glavne odrednice njihovih istraživačkih, razvojnih i tržišnih programa. Znatna zamah u istraživanju, razvoju i stavljanju na tržište bioloških fungicida dale su upravo velike kompanije, koje su kupovale patente, proizvode ili manje tvrtke i tako jačale svoj biološki program (Beckerman i sur., 2023.). Ograničenja pri odobravanju ili povlačenje kemijskih tvari u sredstvima za zaštitu bilja u Europskoj uniji tako mogu imati i jednu pozitivnu posljedicu. Velike i brojne manje europske tvrtke mogu postati vodeće u razvoju biološke zaštite bilja na svjetskoj razini. Od 423 trenutačno odobrene aktivne tvari pesticida u Europskoj uniji, 72 su mikroorganizma (17 %). Međutim, od 68 aktivnih tvari koje su trenutačno u postupku ocjene čak je 25 mikroorganizama, što čini gotovo 37 %.

Relativno dugo trajala je rasprava među industrijom sredstava za zaštitu bilja, Europskom komisijom i državama članicama oko odobravanja mikrobioloških sredstava za zaštitu bilja. Uvjeti za odobrenje aktivnih tvari u sredstvima za zaštitu bilja strogi su i zahtijevaju mnogo istraživanja. Izrada dosjea za odobrenje aktivne tvari iziskuje znatna financijska sredstva i vrijeme, što usporava izlazak novih mikrobioloških aktivnih tvari na tržište. Osim toga, neki od uvjeta za odobrenje aktivnih tvari u sredstvima za zaštitu bilja nisu se pokazali prikladnima za mikrobiološka sredstva za zaštitu bilja, odnosno za ocjenu mikroorganizama kao aktivnih tvari. Europska unija postavila je ambiciozne ciljeve smanjenja uporabe kemijskih sredstava za zaštitu bilja, što se ističe u Europskom zelenom planu i njemu pripadajućoj strategiji „Od polja do stola“. Pravila o obveznoj integriranoj zaštiti bilja i smanjenju rizika koji proizlaze iz uporabe kemijskih sredstava za zaštitu bilja propisana su od 2009. godine Direktivom 2009/128/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u postizanju održive uporabe pesticida. U okviru takve poljoprivredne politike, biološka zaštita bilja prepoznata je kao jedna od osnovnih alternativa kemijskoj zaštiti. Međutim,

.....

bioloških alternativa kemijskim sredstvima za zaštitu bilja još uvijek je malo. U 2022. godini usvojen je novi paket propisa kojima se izrada dosjea u svrhu odobrenja mikrobioloških aktivnih tvari sredstava za zaštitu bilja nastoji pojednostaviti, uskladiti sa suvremenim znanstvenim spoznajama i prilagoditi posebnostima mikroorganizama kao aktivnih tvari. Na isti dan, 31. kolovoza 2022. godine, usvojene su četiri uredbe Europske komisije kojima se mijenjaju i prilagođavaju pravila ocjene i stavljanja na tržište mikrobioloških sredstava za zaštitu bilja. Sve četiri uredbe u preambuli navode slijedeće: *„Komisijinom Strategijom 'Od polja do stola' za pravedan, zdrav i ekološki prihvatljiv prehrambeni sustav želi se smanjiti upotreba kemijskih sredstava za zaštitu bilja i ovisnost o njima, među ostalim olakšavanjem stavljanja na tržište bioloških aktivnih tvari kao što su mikroorganizmi. Kako bi se ti ciljevi ostvarili, potrebno je utvrditi jedinstvena načela za sredstva za zaštitu bilja koja sadržavaju mikroorganizme uzimajući u obzir najnovije znanstvene i tehničke spoznaje, koje su znatno uznapredovale“.*

Uredba Komisije (EU) 2022/1438 izmjenjuje Prilog II. Uredbe (EZ) br. 1107/2009 Europskog parlamenta i Vijeća. Uredba Komisije (EU) 2022/1439 izmjenjuje Uredbu (EU) 283/2013 glede podataka koje treba dostaviti za mikroorganizme kao aktivne tvari. Uredba Komisije (EU) 2022/1440 izmjenjuje Uredbu (EU) 284/2013 glede podataka koje treba dostaviti za sredstva za zaštitu bilja koje sadrže mikroorganizme. Konačno, Uredba Komisije (EU) 2022/1441 izmjenjuje Uredbu (EU) 546/2011 u svezi s načelima ocjenjivanja i odobravanja sredstava za zaštitu bilja koja sadrže mikroorganizme.

Stavljanje na tržište mikrobioloških sredstava za zaštitu bilja, što uključuje i biološke fungicide, nastoji poticati i Hrvatska. Prema novom Pravilniku o visini naknada u skladu s člankom 74. Uredbe (EZ) br. 1107/2009 i člankom 42. Uredbe (EZ) br. 396/2005 (Narodne novine 77/2024), naknade za različite postupke odobravanja aktivnih tvari ili registracije sredstava za zaštitu bilja *„koje predstavljaju manji rizik za zdravlje ljudi, životinja i okoliš“* mogu se smanjiti za 10 do 60 % od onih propisanih.

POSEBNOSTI I PREDNOSTI BIOLOŠKIH FUNGICIDA

U odnosu na kemijska sredstva, biološki fungicidi imaju određene prednosti u zaštiti od biljnih bolesti. Prva je, i možda najvažnija, njihova mogućnost zaštite od bolesti iz tla. Suzbijanje bolesti iz tla kemijskim fungicidima oduvijek je bilo relativno problematično. Zaraza korijena nije vidljiva i simptomi se u pravilu javljaju tek nakon što je bolest uznapredovala. Kemijskih fungicida za suzbijanje bolesti iz tla na tržištu je uvijek bilo malo. Zalijevanje biljaka kemijskim fungicidima vjerojatno je među najmanje preciznima, usmjerenima i ekološki prihvatljivima metodama zaštite bilja. Osim što djelovanje fungicida ovisi o tome koliko će ga biljka usvojiti, velik dio primijenjene količine veže se uz

apsorpcijski kompleks tla, mikrobiološki se razgrađuje ili ispire. Mikroorganizmi u biološkim fungicidima naseljavaju rizosferu i mijenjaju mikrobiom oko zone korijena, što može pružiti dugoročnu zaštitu od patogena u tlu. Upravo te prednosti bile su poticaj za razvoj prvih bioloških fungicida na osnovi *Trichoderma* vrsta (Topolovec-Pintarić, 2019.). U takvim sredstvima iskorištavaju se jedinstvena obilježja tih gljiva da djeluju kombinacijom antibioze, kompeticije i mikoparazitizma, da potiču aktivaciju obrambenih mehanizama biljaka, ali i da naseljavaju korijen, poboljšavaju usvajanje hraniva, potiču rast i općenito ulaze u odnos s biljkama kao simbionti (Harman i sur., 2004.; Harman, 2006.; Topolovec-Pintarić, 2019.). Biološka sredstva za zaštitu od patogena iz rodova *Pythium*, *Phytophthora* ili *Rhizoctonia* najprije su bila naširoko prihvaćena u proizvodnji ukrasnog bilja, a zatim u povrćarstvu. Danas biološki fungicidi na osnovi *Trichoderma* vrsta imaju široku primjenu u gotovo svim granama poljoprivredne proizvodnje, iako se još uvijek rijetko koriste na većim površinama u ratarstvu.

Naseljavanje antagonističkih mikroorganizama na biljku ili u nju, poticanje njezinih obrambenih mehanizama i njihov dugoročan učinak čine ih obećavajućima u zaštiti od još jedne grupe biljnih bolesti, bolesti drva. Bolesti drva su kronične bolesti čiji razvoj u pravilu započinje zarazom kroz rane. Osnovni je nedostatak kemijskih fungicida u zaštiti od takvih bolesti njihovo kratkoročno djelovanje na površini rana. Relativno nedavno na tržište je izišao Vintec®, prvi biološki fungicid za zaštitu od eske vinove loze sa sojem *Trichoderma atroviridae* kao aktivnom tvari. Taj pripravak iskorištava sva prije navedena obilježja *Trichoderma* vrsta kao snažnih kompetitora i mikoparazita, ali i njihovo naseljavanje na biljku te induciranje mehanizama sistemске otpornosti. U budućnosti se može očekivati razvoj novih bioloških fungicida koji bi se mogli pokazati prikladnijima i učinkovitijima od kemijskih sredstava u zaštiti od kroničnih gljivičnih bolesti drvenastih biljaka.

Treća je prednost bioloških fungicida naspram kemijskih mogućnost suzbijanja bakterijskih bolesti. Izravne mogućnosti zaštite od bakterijskih bolesti bilja oduvijek su bile ograničene, uz oslonac na bakrene pripravke. Biološkim fungicidima na osnovi antagonističkih bakterija mogu se učinkovito suzbijati neke bakterijske bolesti, što predstavlja novi alat na raspolaganju poljoprivrednim proizvođačima. Primjerice, sredstvo Serenade Aso® sa sojem *Bacillus amyloliquefaciens* kao aktivnom tvari, registrirano je za suzbijanje većeg broja bakterijskih bolesti na voćnim kulturama.

Četvrta je mogućnost, možda i najzanimljivija koju pružaju biološki fungicidi, mogućnost unakrsne zaštite protiv biljnih virusa. Razvijena su sredstva koja kao aktivnu tvar sadrže blage sojeve virusa. Nakon njihove primjene biljka biva zaražena njima, što sprječava zarazu agresivnim sojevima. Takva primjena uvjetno je vrlo slična imunizaciji cijepljenjem kod ljudi i drugih sisavaca. Nije za očekivati da će takvih sredstava biti razvijeno mnogo, no tim se inovativnim

.....

pristupom pružaju nove mogućnosti u zaštiti od virusnih bolesti bilja. U Hrvatskoj su trenutačno registrirana dva sredstva za primjenu na rajčici koja sadrže blage sojeve virusa mozaika pepina (PepMV), PMV-01® i V10®.

Spomenuto neizravno djelovanje na biljke jedinstveno je obilježje većine bioloških fungicida. Svi najpoznatiji i najčešći mikroorganizmi koji se koriste u biološkim fungicidima imaju složeno neizravno djelovanje na fiziološke procese u biljkama (Shores i sur., 2010.). *Trichoderma* vrste opisuju se kao simbiotički biljaka (Harman i sur., 2004.). Slično neizravno djelovanje na biljku pokazuje i pseudogljiva *Pythium oligandrum*, koja naseljava biljno tkivo i u njemu aktivira stvaranje obrambenih spojeva (Bělonožníková i sur., 2022.; Benhamou i sur., 2012.). Stimulacija rasta i aktivacija metaboličkih procesa u biljkama dokazana je i za bakterije koje se koriste u biološkoj zaštiti, kao što je *Bacillus amyloliquefaciens* (Backer i sur., 2018.; Luo i sur., 2022.). Neizravno djelovanje na biljku, poticanje obrambenih mehanizama, rasta, usvajanja hraniva, otpornosti na abiotičke čimbenike i drugi učinci navode se na etiketama bioloških fungicida ili se ističu prilikom predstavljanja takvih proizvoda. Neizravan pozitivan učinak svakako je dodatna vrijednost za biološke fungicide te jedna od prednosti takvih sredstava u odnosu na klasične kemijske fungicide. Međutim, složeno kombinirano izravno i neizravno djelovanje bioloških fungicida zahtjeva i promjenu pristupa korisnika tih sredstava. Kemijski fungicidi razvijeni su kao spojevi koji ciljano djeluju na određeni ili na više enzima u određene skupine biljnih patogena. Primjenjuju se usmjereno, kada postoji rizik od zaraze ili u prvim fazama patogeneze, djelujući uglavnom isključivo na patogena. Od kemijskih fungicida traži se pouzdanost u svim uvjetima i visoka učinkovitost. Biološki fungicidi djeluju puno složenije i drugačije, što utječe na njihovu prihvaćenost u praksi (Alabouvette i sur., 2006.). Prema FRAC Listi mehanizama djelovanja fungicida, biološke aktivne tvari (mikroorganizmi) svrstani su u „BM“ grupu, „biološko višestruko djelovanje“ (FRAC, 2025.). Živi organizmi ne mogu iskazati dosljednost i visok učinak u različitim uvjetima i po tome nisu usporedivi s kemijskim spojevima. Učinak doze (količine) nije općenito pravilan kao u kemijskim fungicidima te se s većom količinom primjene ne mora uvijek očekivati porast učinka. Konačno, biološki fungicidi u pravilu se moraju primjenjivati češće i u kraćim razmacima da bi njihova učinkovitost bila visoka. Neizravan učinak bioloških fungicida na biljke teško je mjerljiv i nerijetko ostane nevidljiv korisnicima, a može i znatno varirati.

BIOLOŠKI FUNGICIDI U PRAKSI

Najveći praktičan nedostatak bioloških fungicida još uvijek je moguća slabija učinkovitost, poglavito kod jačeg pritiska bolesti, kao i varijabilniji učinak u odnosu na kemijske fungicide (Ojiambo i Scherm, 2006.; Beckerman i sur., 2023.). Njihovu širu primjenu svakako može ograničiti i manji broj sredstava na

tržištu, cijena pojedinih bioloških fungicida te posebnosti njihova djelovanja, ali i nesklonost proizvođača da zamijene kemijska sredstva onima biološkim. Usprkos tome, očigledan je porast njihove uporabe, osobito u posljednjih desetak godina. Biološki fungicidi vrlo su vrijedni u ekološkoj proizvodnji, posebno u zahtjevnijim granama poput ekološkog vinogradarstva ili ekološkog uzgoja nekih vrsta voća i povrća. Nadalje, biološki fungicidi danas se uspješno koriste u hibridnim programima zaštite. U takvim programima kemijski fungicidi mogu se koristiti se u kritičnim razdobljima za razvoj bolesti ili ranije u vegetaciji, a biološki fungicidi u manje kritičnim razdobljima ili poslije u vegetaciji. Ti pristupi u zaštiti mogu biti potaknuti sve većim zahtjevima glede ostataka pesticida, nedostatkom registriranih sredstava na nekim kulturama, sprječavanjem razvoja rezistentnosti, promjenom odnosa prema kemijskim pesticidima kod mlađe generacije poljoprivrednika i marketinškim aktivnostima tvrtki koje na tržištu nude biološke fungicide ili slična sredstva. Premda je u Hrvatskoj nažalost malo javno objavljenih rezultata istraživanja bioloških sredstava u zaštiti pojedinih kultura od bolesti, njihova je učinkovitost dokazana (Šubić, 2018.; Šubić, 2019a.; Šubić, 2019b.; Šubić i Šubić, 2022a.; Šubić i Šubić, 2022b.). Primjena bioloških fungicida, ali i bioloških sredstava općenito, u hibridnim programima zaštite ili u ekološkoj proizvodnji nesumnjivo zahtjeva više znanja u odnosu na kemijsku zaštitu. Budućnost njihove šire primjene ne ovisi samo o industrijskom razvoju novih sredstava, poticanju njihove primjene raznim mjerama poljoprivredne politike ili marketinškom pristupu proizvođača, zastupnika i distributera bioloških pripravaka. Budućnost bioloških sredstava za zaštitu bilja ovisi i o znanju, iskustvu i podršci koju stručnjaci mogu pružiti poljoprivrednim proizvođačima. U Hrvatskoj, što se toga tiče, postoji puno prostora za napredak.

BIOLOGICAL FUNGICIDES

SUMMARY

Biological fungicides, based on microorganisms as active substances, have become an integral part of contemporary plant protection. In the last two decades, a noticeable increase in the number of biological fungicides on the market is evident, accompanied by an increase in their use. The paper briefly presents some previous reviews of this topic in Croatia. The main achievements in the development of biological fungicides are described, their evaluation and approval in the European Union is shown, and their main advantages and specificities compared to chemical fungicides is presented. The practical use of biological fungicides in biological and hybrid plant protection programs is briefly discussed.

Key words: microorganisms, plant protection products, biological control, plant diseases

LITERATURA

- Alabouvette, C., Olivain, C., Steinberg, C. (2006.).** Biological Control of Plant Diseases: the European Situation. *European Journal of Plant Pathology*, 114, 329-341.
- Backer, R., Rokem, J.S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., Subramanian, S., Smith, D.L. (2018.).** Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Context, Mechanisms of Action, and Roadmap to Commercialization of Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9:1473.
- Beckerman, J. Palmer, C., Tedford, E., Ypema H. (2023).** Fifty years of fungicide development, deployment, and future use. *Phytopathology*, 113, 694-706.
- Bělonožníková, K., Hýšková, V., Chmelík, J., Kavan, D., Čeřovská, N., Ryšlavá, H. (2022.).** *Pythium oligandrum* in plant protection and growth promotion: Secretion of hydrolytic enzymes, elicitors and tryptamine as auxin precursor, *Microbiological Research*, 258:126976.
- Benhamou, N., le Floch, G., Vallance, J., Gerbore, J., Grizard, D., Rey, P. (2012.).** *Pythium oligandrum*: an example of opportunistic success. *Microbiology (Reading)*, 158, 2679-2694.
- Cvjetković, B. (1979.).** Biološka metoda borbe protiv *Agrobacterium tumefaciens*. *Glasnik zaštite bilja* 11, 379-380.
- FRAC (2025.).** FRAC Code List 2025: Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action. Fungicide Resistance Action Committee.
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. (2004.).** *Trichoderma* species –opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2, 43-56.
- Harman, G. E. (2006.).** Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, 96, 190-194.
- Igrc Barčić, J. (2000.).** Nove spoznaje o biopesticidima. *Glasnik zaštite bilja*, 4, 187-192.
- Luo, L., Zhao, C., Wang, E., Raza, A., Yin, C. (2022.).** *Bacillus amyloliquefaciens* as an excellent agent for biofertilizer and biocontrol in agriculture: An overview for its mechanisms. *Microbiological Research*, 259: 127016.
- Maceljski, M. (1997.).** Biopesticidi. *Glasnik zaštite bilja*, 6, 288-292.
- Miličević, T. (2006.).** Biološko suzbijanje biljnih patogena – današnje stanje u svijetu i mogućnosti primjene. *Glasilo biljne zaštite*, 6, 310-316.
- Miličević, T., Kaliterna, J. (2014.).** Biološko suzbijanje bolesti kao dio integrirane zaštite bilja. *Glasilo biljne zaštite* 5, 410-415.
- Ojiambo, P.S., Scherm, H. (2006.).** Biological and application-oriented factors influencing plant disease suppression by biological control: A meta-analytical review. *Phytopathology*, 96, 1168-1174.
- Shores, M., Mastouri, F., Harman, G.E. (2010.).** Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual Review of Phytopathology*, 48, 21–43.
- Šubić, M. (2018.).** Nove mogućnosti mikrobiološke zaštite vinove loze od uzročnika pepelnice – iskustva iz Međimurja. *Glasilo biljne zaštite* 1/2 - Dodatak, Zbornik sažetaka 62. seminara biljne zaštite, Opatija, 6.-9. veljače 2018., 31-32.

.....

Šubić, M., Šubić, Marijana (2022a.). Prva iskustva zaštite vinskih sorti Muškat žuti, Sauvignon Cabernet i Syrah od neželjenih organizama i uzročnika bolesti u ekološkoj proizvodnji. Glasilo biljne zaštite 1/2 - Dodatak, Zbornik sažetaka 65. seminara biljne zaštite, Opatija, 6.-9. prosinac 2022., 21-22.

Šubić, M., Šubić, Marijana (2022b.). Učinkovitost kalijevih fosfonata i mikrobioloških pripravaka pri suzbijanju važnijih uzročnika bolesti u hortikulturi. Glasilo biljne zaštite 1/2 - Dodatak, Zbornik sažetaka 65. seminara biljne zaštite, Opatija, 6.-9. prosinac 2022., 25-26.

Šubić, M. (2019a.). Dvogodišnja iskustva mikrobiološke zaštite od plamenjače vinove loze. Glasilo biljne zaštite 1/2 - Dodatak, Zbornik sažetaka 63. seminara biljne zaštite, Opatija, 5.-8. veljače 2019., 58-59.

Šubić, M. (2019b.). Višegodišnja iskustva suzbijanja zemljišnih bolesti gomolja krumpira. Glasilo biljne zaštite 1/2 - Dodatak, Zbornik sažetaka 63. seminara biljne zaštite, Opatija, 5.-8. veljače 2019., 55.

Topolovec-Pintarić, S., Cvjetković, B., Miličević, T. (2004.). Biofungicidi temeljeni na *Trichoderma* vrstama. Glasilo biljne zaštite, 4, 239-241.

Topolovec-Pintarić, S. (2019.). *Trichoderma*: Invisible partner for visible impact on agriculture. *Trichoderma*, the most widely used fungicide/Manjur Shah, Mohammad ; Sharif, Umar ; Rufai Buhari, Tijjani (ur.). London: Intech Open, 15-35.

pregledni članak