

DETERMINACIJA GLIVIČNIH PATOGENOV PRI PRIDELAVI PARADIŽNIKA V ZAVAROVANIH PROSTORIH IN POSKUS OMEJEVANJA ŠKODE NA PRIDELKU

Uvod

Na podlagi rezultatov večletnega spremljanja zdravstvenega stanja paradižnika gojenega v zavarovanih prostorih na območju Slovenske Istre ugotavljamo, da največjo škodo na gojenih rastlinah povzročajo talne patogene glive. Bolezenska znamenja se pogosto pojavljajo že kmalu po presajanju rastlin, izrazitejša pa postanejo v času razvoja in zorenja plodov (od faze BBCH701 dalje). Značilni simptomi so venenje in rumenenje listov ter nekroze tkiv, kar vodi do zmanjšanja količine pridelka ali celo do propada rastlin. Različne patogene vrste gliv povzročajo podobna bolezenska znamenja (Mihajlovič et al., 2017). Glede na rezultate preteklih preiskav simptomatičnih vzorcev, ki so potekale v okviru aktivnosti Javne službe zdravstvenega varstva rastlin, so bile na gojenih rastlinah najpogostejše določene vrste *Verticillium dahliae*, *Fusarium* spp. in *Phytophthora* spp. Da predstavljajo talni patogeni največjo grožnjo za pridelavo paradižnika v zavarovanih prostorih poročajo tudi nekateri tuji viri (Castello et al., 2024). Dodatno nevarnost pri pridelavi paradižnika predstavlja tudi dejstvo, da lahko talne patogene vrste preživijo brez prisotnosti gostitelja tudi več let v obliki trajnih organov kot so klamidospore, oospore, sklerociji ali mikrosklerociji (Mihajlovič et al., 2017). Različni viri med pomembnejše talne patogene uvrščajo vrsto *Verticillium dahliae*, ki na različnih gostiteljskih rastlinah povzroča verticilijsko uvelost. Mikrosklerociji, ki se razvijejo na odmrlem tkivu gostitelja lahko v tleh preživijo od nekaj mesecev do nekaj let (Kowalska, 2021).

Prekomeren pojav talnih gliv je povezan z intenzivno proizvodnjo in neprimerno tehnologijo pridelave kamor sodi zlasti ozek kolobar. Slabo izvajanje omenjenega ukrepa pripelje do visokega infektivnega potenciala v tleh, ki se z leti samo večja in pripelje do tega, da rastlina nima pravih možnosti, da se optimalno razvije in da proizvede svoj optimalni pridelek.

Trenutno so za omejevanje talnih gliv na paradižniku gojenem v zavarovanih prostorih dovoljena sredstva na osnovi mirkoorganizmov - *Pythium oligandrum* sev M1; *Clonostachys rosea* (= *Gliocladium catenulatum*) sev J1446; za omejevanje padavice sadik pa pripravek na osnovi fosetila in propamokarba. Fungicidnih pripravkov za zatiranje bolezni na že okuženih rastlinah ni registriranih (Fradin et al., 2006).

Rezultati naše raziskave, opravljene v pridelovalni sezoni 2025 v rastlinjaku na območju Slovenske Istre, so omogočili podrobnejši vpogled v sestavo glivne združbe, povezane z boleznimi paradižnika v pogojih intenzivne pridelave brez ustreznega kolobarja, ter oceno učinkovitosti bioloških in kemičnih ukrepov za njihovo omejevanje.

Materiali in metode

2.1 Analiza sadik pred presajanjem

Na začetku rastne sezone, v času pred presajanjem paradižnika smo naključno izbrali deset sadik paradižnika sorte 'Grifone' in jih analizirali za morebitne talne okužbe s patogenimi glivami. Koreninski sistem rastlin smo dobro oprali pod tekočo vodo ter pri vsaki sadiki odbrali nekaj tanjših in nekaj debelejših korenin ter koreninski vrat. Vse izbrane dele smo površinsko dezinficirali z namakanjem v 1 % NaOCl 1 minuto in jih trikrat sprali s sterilno vodo. Korenine smo posušili in aseptično razrezali in koščke prenesli na krompirjevo gojišče z antibiotikom ter na gojišče za izolacijo oomicet (P₅ARP). Osamili smo preko 40 izolatov, ki smo jih nato združili po morfortipih v rodove za nadaljnjo identifikacijo z morfološkimi metodami.

2.2 Poskus omejevanja gliv z uporabo sredstev na osnovi mikroorganizmov in kemičnim pripravkom

V pridelovalni sezoni 2025 smo v zavarovanem prostoru površine cca. 2000 m² v okolici Bertokov preizkušali učinkovitost različnih programov varstva paradižnika. Glede na možnost namakanja posamezne pridelovalne parcele smo celotno pridelovalno površino razdelili na tri obravnavanja. Na posamezni parceli je bilo posajenih 600 rastlin, skupno v celotnem zavarovanem prostoru 1800 cepljenih sadik paradižnika sorte 'Grifone' in 'Aurea'.

Sadike smo presajali 13. 3. 2025. Pri prvem in drugem obravnavanju smo pred presajanjem sadike tretirali z registriranimi pripravki. Pri prvem obravnavanju smo uporabili sredstvo Previcur Energy (fosetil in propamokarb), prvič takoj po presajanju in nato po desetih dneh. Pripravek smo dodajali kapljično. Pri drugem obravnavanju smo tik pred presajanjem sadike namakali v sredstvo na osnovi mikroorganizmov (Polyversum - *Pythium oligandrum* sev M1). Na omenjenem obravnavanju smo po presajanju še štirikrat uporabili sredstvo Lalstop G46 WG (*Clonostachys rosea* sev J1446 *Gliocladium catenulatum* sev J1446). Pripravek smo dodajali kapljično. Sredstva smo uporabili v predvidenem odmerku in na način, ki ga navaja proizvajalec pripravkov. V preglednici je predstavljen podroben potek poskusa.

Preglednica 1: Shema poskusa strokovne naloge v sezoni 2025.

Obravnavanje	Prepravek:	Odmerek:	Čas uporabe:	Število uporab:	Poraba vode:	Način uporabe:
Obravnavanje 1 – kemično varstvo paradižnika	Previcur Energy (fosetil+propamokarb)	3 l/ha (50ml/165m ²)	Prvič: takoj po presajanju (17.3.2025)	2	300-1500 l/ha)	Kapljično namakanje
			Drugič: po 10- 14 dneh oz. najpozneje 3 dni pred pobiranjem plodov. (27.3.2025)			
Obravnavanje 2 – ekološko varstvo paradižnika	Polyversum (<i>Pythium oligandrum</i> M1)	0,05 % konc. oz. 50g/100 l vode oz. 0,1-0,2 kg/ha (50g / 100 l vode)	Namaka se tako, da se izvede eno potapljanje koreninske grude mladih sadik pred presajanjem. (13.3.2025)	1	/	S sredstvom se tretira na prostem in v zaščitanih prostorih, z namakanjem.
	Lalstop (<i>Clonostachys rosea</i> sev J1446 (<i>Gliocladium catenulatum</i> sev J1446)	200-250 g na 1000 rastlin (15g / 600 sadik)	Po presajanju; v 4 do 6 tedenskih razmikih (17.3., 19.4., 12.5., 9.6.2025)	4		Kapljično namakanje
Netretirano obravnavanje	/	/	/	/	/	/

Po zadnjem tretiranju drugega obravnavanja (9.6.2025) smo začeli s tedenskim pregledovanjem zdravstvenega stanja posevka paradižnika. Pozorni smo bili predvsem na bolezenska znamenja kot so venenje in sušenje poganjkov, ki kažejo na okužbo z boleznimi koreninskega sistema rastlin. Ob pojavu bolezenskih znamenj smo naključno vzorčili po 10 rastlin na posamezno obravnavanje. Vzorce korenin in nadzemnega dela rastlin smo nato poslali na Kmetijski Inštitut Slovenije za nadaljnje mikološke analize.

2.3 Analiza rastlin iz poskusa učinkovitosti uporabe sredstev za varstvo rastlin

V poskusu omejevanja razvoja talnih bolezni v zavarovanih prostorih so bila vključena tri obravnavanja (obravnavanje 1 – kemično varstvo; obravnavanje 2 – ekološko varstvo / varstvo s

sredstvi na osnovi mikroorganizmov; kontrola - netretirano obravnavanje). Vzorčene rastline (skupno 15 rastlin - 5 na posamezno obravnavanje) smo fotodokumentirali in zabeležili simptome na posameznih delih rastlin – gniloba korenin, rjavo razbarvanje prevodnega sistema spodnjega in zgornjega dela stebela ter nekroze listov. Odbrali smo dele posameznih rastlin za nadaljne podvzorčenje: koreninski sistem, spodnji del stebela, del zgornjega dela stebela ter simptomatične liste.



Slika 1: Fotodokumentacija simptomov glivičnih bolezni na različnih delih vzorčenih rastlin posameznega obravnavanja.

Dele stebela in korenine smo sterilizirali z namakanjem v 1 % NaOCl 1 minuto in jih nato trikrat sprali s sterilno destilirano vodo. Koščke tkiva na robu med zdravim in nekrotičnim tkivom smo nacepili na selektivno gojišče za glive z dodanim antibiotikom (1/3 PDA+). Simptomatične liste smo nato obrisali z 70% etanolom in koščke tkiva sterilno nanесли na selektivno gojišče z antibiotikom (1/3 PDA+). Iz koreninskega sistema posamezne rastline smo izbrali 6-8 srednje debelih korenin s koreninskimi laski in jih polovico razkužili v 1 % NaOCl ter koščke nanесли na selektivno gojišče z antibiotikom (1/3 PDA+), polovico pa smo jih le dobro sprali z vodovodno vodo in nato še trikrat v sterilni destilirani vodi ter koščke nanесли na selektivno gojišče za oomicete (P₅ARP). Vsa gojišča smo inkubirali pri 22 °C v temi in izolate redno pregledovali in jih precepljali do čistih kultur na nova gojišča, kot so 1/3 PDA in SNA za izolate podobne *Fusarium sp.*, na korenjevo gojišče (CPA) vse izolate s sumom na oomicete

(npr. *Phytium* sp. in *Phytophthora* sp.) in na PDA vse ostale izolate. Pridobili smo preko 100 izolatov gliv, ki smo jih združili v morfotipe. Posamezne morfotipe smo glede na morfološke znake analizirali in identificirali do rodu, posamezne predstavnike rodov pa identificirali molekularno z določanjem črtnih kod.

Molekularno identifikacijo smo izvedli v skladu s priporočili standarda PM 7/129 (2) DNA barcoding as an identification tool for a number of regulated pests (EPPO, 2021). DNK smo ekstrahirali s komercialnim kompletom DNeasy (Qiagen). Izbrane črtne kode smo pomnožili v reakciji PCR in pomnožke poslali na sekvenciranje h komercialnemu ponudniku (podjetje Macrogen Europe). Pridobili smo zaporedja notranjih prepisljivih distančnikov, vključno z jedrnim genom 5,8S rRNA (ITS), delnih genov translacijskega elongacijskega faktorja 1- α (EF) za rodova *Fusarium* in *Trichoderma*, aktina (ACT) za rodova *Colletotrichum* in *Verticilium*, β -tubulina (TUB) za glive sorodne rodu *Cylindrocarpon* in podenote 1 citokrom c oksidaze (COI) za oomicete. Uporabljeni pari začetnih oligonukleotidov so navedeni v Preglednici 2. Pridobljene sekvence smo analizirali s programom Geneious Prime in jih za končno identifikacijo do vrste primerjali z referenčnimi podatki z algoritmom blastn v bazi podatkov NCBI Genbank (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

Preglednica 2: Uporabljeni pari začetnih oligonukleotidov.

Regija	Par začetnih oligonukleotidov	Avtorji
ITS	ITS5 ITS4	White et al., 1990
ACT	Act-512F Act-783R	Carbone in Kohn, 1999
	VactF VactR	Inderbitzin et al., 2011
EF	EF-728M TEF1rev	Carbone in Kohn, 1999
		Samuels et al., 2002
	EF-728F EF2	Carbone in Kohn, 1999
		O'Donnell et al., 1998
TUB	T1	O'Donnell in Cigelnik, 1997
	Bt2b	Glass in Donaldson, 1995
COI	OomCoxl-Levup OomCoxl-Levlo	Robideau et al., 2011

Rezultati

Pridelava paradižnika v zavarovanih prostorih na Primorskem pogosto poteka v pogojih intenzivne proizvodnje in ozkega kolobarja, ali celo neizvajanje le-tega, kar ustvarja ugodne razmere za kopičenje talnih patogenov. Posledično se v rastlinjaki redno pojavljajo bolezni koreninskega sistema zaradi česar postopno propadajo posamezni organi ali celotne rastline.

Asimptomatski sadilni material lahko predstavlja pomemben vir vnosa patogenov v pridelovalni sistem. Številne glive lahko kolonizirajo korenine ali koreninski vrat mladih rastlin, ne da bi povzročile vidna bolezenska znamenja, zato okužbe med vzgojo sadik pogosto ostanejo neopažene. Po

presajanju se lahko zaradi stresa rastlin in ugodnih razmer za razvoj patogena okužbe aktivirajo in povzročijo pojav bolezni. V zavarovanih prostorih, kjer je kolobarjenje pogosto omejeno, lahko tako vneseni patogeni preidejo v tla in se v njih ohranjajo daljše obdobje, kar prispeva k povečevanju infektivnega potenciala.

3.1 Rezultati analize sadik paradižnika

Namen testiranja sadilnega materiala je bil ugotoviti v kolikšni meri je ta okužen že pred presajanjem in določiti nabor patogenov, ki jih vnesemo v tla ob sajenju. Na sedmih od desetih analiziranih sadikah smo potrdili talne patogene glive iz rodu *Fusarium*, kot so *F. proliferatum*, kompleks vrst (SC) *F. oxysporum*. Fuzarioze povzročajo škodo v kmetijski pridelavi zaradi širokega razpona gostiteljskih rastlin, namnoževanja v tleh na koreninah različnih gostiteljev in dolgega ohranjanja v tleh. Z okuženim sadilnim materialom si v tla vnesemo patogene, ki lahko rastline okužijo kasneje v rastni dobi ali povzročajo težave v naslednjih letih.

Dodatno je raziskava potrdila prisotnost gliv iz rodu *Trichoderma*, ki so bile potrjene na šestih od desetih sadik. Najdba je bila pričakovana, glede na to, da je pri vzgoji sadik stalna praksa, da se sadilni material tretira s pripravki, ki vsebujejo vrste *Trichoderma* spp. za spodbujanje njihove rasti. Prevladovali sta koristni vrsti *T. harzianum* in *T. atrobrunneum*. Slednji delujeta proti patogenim mikroorganizmom z izločanjem snovi, ki inhibirajo rast patogenov. Prav tako sta redni komponenti pripravkov za spodbujanje rasti rastlin, kateri se uporabljajo tudi pri vzgoji sadik različnih vrtnin, ker izboljšujejo razvoj koreninskega sistema.

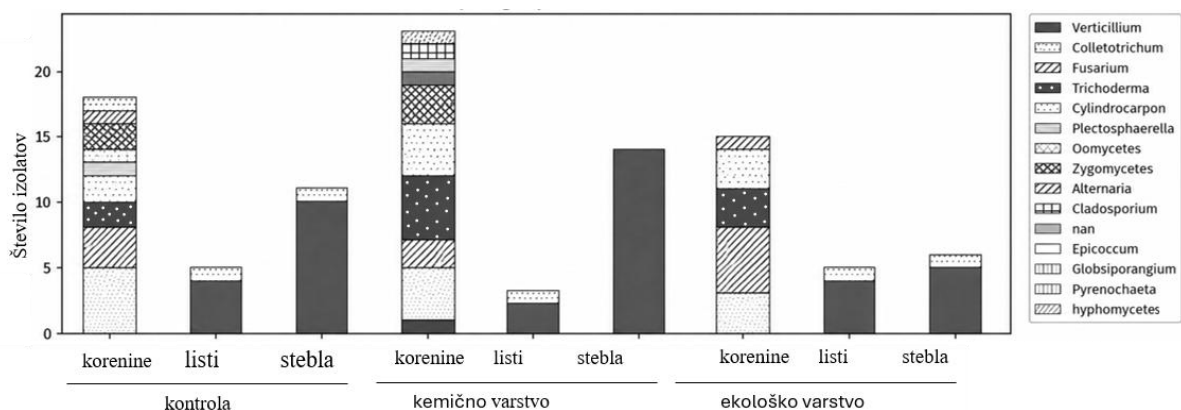
Učinkovitost vnesenih ali naravno prisotnih koristnih mikroorganizmov je lahko vprašljiva v razmerah, ko je infektivni potencial tal že pred začetkom pridelave visok zaradi neustrezne tehnologije pridelave, predvsem zaradi ozkega kolobarja. Če takšnim razmeram dodatno prispeva še uporaba okuženega sadilnega materiala, se pritisk patogenov še poveča, kar lahko omeji razvoj koristnih mikroorganizmov ter zmanjša njihov antagonistični učinek na povzročitelje bolezni. Posledično je njihov prispevek k zatiranju talnih patogenov in ohranjanju zdravstvenega stanja rastlin lahko bistveno manjši ali pa ničeln.

Na posameznih sadikah smo v manjšem obsegu potrdili še glive iz rodov *Cladosporium*, *Plectosphaerella*, *Mortierella* in druge. Drugih patogenih gliv, ki smo jih kasneje identificirali na odraslih rastlinah, na sadikah ni bilo prisotnih. Rezultati naloge kažejo na to, da okužen sadilni material ni bil razlog za kasnejša bolezenska stanja rastlin v rastlinjaku.

3.2 Rezultati poskusa omejevanja gliv z uporabo sredstev na osnovi mikroorganizmov in kemičnim pripravkom – poskus učinkovitosti omejevanja škode in identifikacije patogenih vrst

Pri tedenskem spremljanju pojava bolezenskih znamenj (ekološko, kemično varstvo in netretiran posevek), ki je potekalo od 10.6. do 8.7.2025 nismo zaznali razlik med obravnavanji. Rezultati kažejo, da različni uporabljeni programi varstva za omejevanje razvoja talnih bolezni v dotičnem rastlinjaku našega poskusa, niso dosegli želenega učinka. Verjeten razlog za njihovo omejeno učinkovitost je

visok infektivni potencial tal, ki je posledica neustreznega kolobarjenja in dolgotrajnega kopičenja talnih patogenov.



Slika 2: Število izolatov izoliranih rodov/morfotipov gliv v posameznem delu (korenine, listi, steblo) vzorca (kontrola, kemično varstvo, ekološko varstvo).

Slika 2 prikazuje število izolatov posameznih rodov oziroma morfotipov gliv, izoliranih iz korenin, stebel in listov rastlin v vseh treh obravnavanjih. Na listih in steblih so pri vseh obravnavanjih prevladovala glive rodu *Verticillium*. Med izolati nadzemnih delov rastlin je bila rodovna pestrost razmeroma majhna, saj je večino izolacij predstavljala vrsta *Verticillium dahliae*, ki je dobro poznan povzročitelj verticilijske uvelosti paradižnika. Patogen kolonizira prevodni sistem rastline, povzroča zamašitev ksilema in posledično venenje rastlin. Poleg te vrste smo potrdili tudi prisotnost vrste *Verticillium isaacii*, za katero v literaturi še ni enotnega stališča glede njene vloge, saj jo nekateri avtorji obravnavajo kot potencialnega patogena, drugi pa kot antagonistični organizem. Na koreninah paradižnika je pri vseh obravnavanjih prevladovala vrsta *Colletotrichum coccodes*. Gre za pomembnega talnega patogena paradižnika, krompirja in številnih drugih gospodarsko pomembnih rastlin. Čeprav ji v preteklosti niso pripisovali večjega pomena, novejša raziskave potrjujejo njeno vlogo pri povzročanju koreninskih poškodb, gnitja korenin in zmanjševanju vitalnosti rastlin. V primerjavi z listi in stebli je bila na koreninah ugotovljena bistveno večja pestrost glivnih rodov. Poleg vrste *C. coccodes* smo izolirali tudi *V. dahliae* ter različne vrste povzročiteljev fuzarioz.

Na koreninah rastlin iz vseh treh obravnavanj pa so se pogosto pojavljale tudi glive iz rodu *Trichoderma* spp., ki smo jih v večjem številu izolirali že iz sadik paradižnika. Njihova prisotnost je zaželena zaradi znanega antagonističnega delovanja proti številnim rastlinskim patogenom, vendar v našem poskusu očitno niso zadostovale za opazno omejevanje razvoja bolezni.

Poleg pogostejših vrst smo identificirali tudi več manj poznanih oziroma redkeje poročanih gliv. Med njimi je bila vrsta *Globisporangium recalcitrans*, oomiceta, ki povzroča koreninsko gnilobo predvsem na soji in drugih rastlinah, kot so paradižnik (Callaghan et al., 2022), rdeča pesa itd. Potrjena je bila tudi vrsta *Plectosphaerella citrulli*. Sodeč po tujih virih gliva okužuje paradižnik in papriko (Raimondo

in Carlucci, 2017). Plutavost korenin paradižnika povzroča *Pyrenochaeta lycopersici*, bolezen, ki je v naših pridelovalnih sistemih sicer prisotna, vendar se ji ne pripisuje večjega pomena. Dodatno smo identificirali vrsto *Dactylonectria hispanica*, o kateri poročajo predvsem iz Španije, kjer predstavlja pomemben izziv v drevesnicah zaradi sposobnosti okuževanja širokega spektra gozdnih gostiteljev (Mora-Sala et al, 2018). Bolezen, ki bi jo povzročala ta vrsta glive, na paradižniku v litearturi še ni opisana.

Skupno rezultati potrjujejo, da je bila na rastlinah paradižnika prisotna kompleksna združba talnih patogenov, med katerimi sta prevladovali vrsti *Verticillium dahliae* in *Colletotrichum coccodes*. Odsotnost razlik med obravnavanji kaže, da niti kemični niti biološki ukrepi niso bili učinkoviti za zmanjšanje pojava bolezni.

Sklepi

S poskusom smo dokazali, da na sadikah paradižnika ni bilo prisotnih pomembnih glivičnih patogenov (kot so *Verticillium* sp. in *Colletotrichum coccodes*), ki so se kasneje razvili na rastlinah v zavarovanem prostoru in povzročali venenje, kar kaže na to, da so vir okužbe tla. Vrste *V. dahliae*, *V. isaacii* ter *C. coccodes* so se pojavile na vseh simptomatičnih rastlinah kontrole (netretirano obravnavanje) in obeh tretiranih obravnavanjih.

Poskus je pokazal, da niti biotično niti kemično varstvo nimata učinka na omejevanje ali preprečevanje teh bolezni, vsaj v primeru, ko je v zemlji visok infekcijski potencial zaradi neizvajanja kolobarja. Iz rezultatov tega poskusa lahko povzamemo, da se uspeh pri pridelavi in količini kakovostnega pridelka začne pri tleh. Seveda igrata pomembno vlogo tudi uporaba zdravega sadilnega materiala in primerna tehnologija pridelave, vendar so osnova za uspeh zdrava tla. Menimo, da bi se bilo za omejevanje škode nujno potrebno posluževati dodatnih agrotehničnih ukrepov kot so širok kolobar, uporaba podorin in drugih ukrepov (parjenje tal ali biofumigacija).

Marko DEVETAK¹, Rahela IPAVEC², Jana ŽVEPLAN³, Urša PRISLAN⁴, Hans-Josef SCHROERS⁵, Maruša TROBEC⁶, Janja ZAJC ŽUNIČ⁷

¹⁻³ KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

⁴⁻⁷ Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

Datum: oktober 2026

¹ dr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

² mag. inž. hort., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ mag. inž. hort., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

⁵ dr. rer. nat., prav tam

⁶ mag. mikrobiol., prav tam

⁷ dr., prav tam

Viri:

- Callaghan, S.E., Burgess, L.W., Ades P., Tesoriero L.A., Taylor P.W.J., 2022. Diversity and Pathogenicity of *Pythium* Species Associated with Reduced Yields of Processing Tomatoes (*Solanum lycopersicum*) in Victoria, Australia. *Plant Disease* 106(6):1645-1652. doi: 10.1094/PDIS-08-21-1614-RE. Epub 2022 May 1. PMID: 35499158.
- Carbone, I., Kohn, L. M. (1999). A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. *Mycologia*, 91, 553–556.
- Castello, I., D'Emilio, A., Danesh, Y., R., Vitale, A., 2024. Enhancing the effects of solarization-based approaches to suppress *Verticillium dahliae* inocula affecting tomato in greenhouse. *Journal of Agriculture and Food Research* 18. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101355>
- Chen, J., Huang, X., Peng, J. *et al.* 2025. Loop-mediated isothermal amplification assay for sensitive and rapid detection of *Globisporangium recalcitrans*. *Australasian Plant Pathology*. 54, 279–288. <https://doi.org/10.1007/s13313-025-01041-6>.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), Diagnostics Standard PM 7/129 (2) DNA barcoding as an identification tool for a number of regulated pests. EPPO Bulletin (2021) 51, 100-143.
- Fradin, E., F., Thomma, B., P., H., J., 2006. Physiology and molecular aspects of *Verticillium* wilt diseases caused by *V. dahliae* and *V. albo-atrum*. *Molecular Plant Pathology*. 7 (2): 71-86
- Glass, N. L., and Donaldson, G. C. (1995). Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from filamentous ascomycetes. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(4), 1323-1330.
- Inderbitzin, P., Michael Davis, R., Bostock, R. M., Subbarao, K. V. (2011). The Ascomycete *Verticillium longisporum* Is a Hybrid and a Plant Pathogen with an Expanded Host Range. *PLOS One*, 6(3): e18260.
- Kowalska, B., 2021. Management of the soil-borne fungal pathogen – *Verticillium dahliae* Kleb. causing vascular wilt diseases. *Journal of Plant Pathology*. 103:1185–1194
- Mihajlović, M., Rekanović, E., Hrutić, J., Grahovac, M., Tanović, B., 2017. Methods for management of soilborne plant pathogens. *Pestic. Phytomed.* (Belgrade), 32(1): 9-24
- Mora-Sala, B., Cabral, A., León, M., Agustí-Brisach, C., Armengol, A., Abad-Campos, P., 2018. Survey, Identification, and Characterization of *Cylindrocarpon*-like Asexual Morphs in Spanish Forest Nurseries. *Plant Disease* 102: 2083–2100.
- O'Donnell, K., Cigelnik, E. (1997). Two divergent intragenomic rDNA ITS2 types within a monophyletic lineage of the fungus *Fusarium* are nonorthologous. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 7(1), 103–116.
- O'Donnell, K., Kistler, H. C., Cigelnik, E., Ploetz, R. C. (1998). Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(5), 2044–2049.
- Raimondo, M.L., Carlucci, A., 2018. Characterization and pathogenicity assessment of *Plectosphaerella* species associated with stunting disease on tomato and pepper crops in Italy. *Plant Pathology*, 67: 626-641. <https://doi.org/10.1111/ppa.12766>.

- Robideau G.P., De Cock A.W., Coffey M.D., Voglmayr H., Brouwer H., Bala K. *et al.* 2011. DNA barcoding of oomycetes with cytochrome c oxidase subunit I and internal transcribed spacer. *Molecular Ecology Resources* 11, 1002–1011.
- Samuels, G. J., Dodd, S. L., Gams, W., Castlebury, L. A., Petrini, O. (2002) *Trichoderma* species associated with the green mold epidemic of commercially grown *Agaricus bisporus*. *Mycologia*, 94(1), 146–170.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal rna genes for phylogenetics. In: PCR protocols: a guide to methods and applications (Innes, M. A., Gelfand, D. H., et al., eds). Academic Press, USA, 315-322.