

.....
Željko TOMIĆ

Hrvatski centar za poljoprivredu hranu i selo, Zavod za zaštitu bilja
 zeljko.tomic@hpcphs.hr

***Phytophthora fragariae* Hickman i *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt NA JAGODI**

SAŽETAK

Phytophthora fragariae i *P. cactorum* pripadaju među najdestruktivnije uzročnike bolesti u proizvodnji jagode. To su gljivicama slični organizmi koji napadaju podzemni dio biljke i uzrokuju venuće i sušenje jagode. Štete koje uzrokuju mogu biti drastične. Za razliku od *P. fragariae*, koja nikad nije zabilježena, *P. cactorum* često uzrokuje propadanje nasada jagode u Hrvatskoj. U radu su opisani etiologija i simptomi bolesti koje izazivaju te osnovna morfološka obilježja, naročito razlike među parazitima. Navedene su i moguće neizravne i izravne mjere zaštite.

Ključne riječi: *Phytophthora fragariae*, *Phytophthora cactorum*, jagoda, simptomi, zaštita.

UVOD

Najvažnije *Phytophthora* vrste na jagodi jesu *P. fragariae* uzročnik crvene truleži korijena i *P. cactorum* uzročnik truleži korijena, korijenova vrata i podzemna dijela stabljike. Iako postoje podatci o još nekim vrstama izoliranim na jagodi, u našoj zemlji samo te dvije vrste mogu prouzročiti znatne štete u proizvodnji. *P. fragariae* napada isključivo jagodu, nikad nije izolirana u Hrvatskoj, ali prisutna je u dvadeset država Europske unije pa je njezina introdukcija vrlo vjerojatna. To je karantenski uzročnik bolesti (Prilog II, dio A, odjeljak II Službenog lista EU, EPPO A2 lista), a izaziva ozbiljne štete na jagodi gdje god se pojavi. Zabilježene su štete oko 80 % već u prvoj godini proizvodnje jagode. Osnovni je način širenja te pseudogljive zaraženim sadnim materijalom. Za razliku od *P. fragariae*, *P. cactorum* polifagna je vrsta, napada velik broj različitih vrsta voćaka, ukrasnoga bilja i šumskoga drveća. U određenim uvjetima može potpuno uništiti nasad jagoda, a u nas su nerijetko zabilježene štete s više od 50% propalih biljaka (Cvjetković, 2010). Osim što može ugroziti proizvodnju ploda jagode, *P. cactorum* katkad čini velike štete i u proizvodnji sadnica. Budući da se bolesti, koje obje vrste uzrokuju, razvijaju u tlu, suzbijanje je vrlo otežano pa se najveći dio zaštite odnosi na preventivne mjere.

SIMPTOMI

Simptomi napada obiju *Phytophthora* vrsta na nadzemnom dijelu jagode vrlo su slični i prepoznaju se po zaostajanju u rastu, venuću i, na kraju, potpunom

sušenju biljaka (slika 1.). Venuće je najuočljivije tijekom najtoplijih sati u danu,



Slika 1. Venuće i sušenje jagode – *P. cactorum* (snimio: Ž. Tomić)

a najprije se pojavljuje u depresijama, tj. dijelovima parcele na kojima se zadržava voda. Karakteristično je da se gubitak turgora i venuće uzrokovano *P. cactorum* najčešće prvo pojavljuje na najmlađim listovima unutar rozete (Cvjetković, 2010), a, kada je uzročnik *P. fragariae*, novoizrasli listovi su manji i plavozelene boje. Iako postoje još neke razlike u simptomima na nadzemnom dijelu jagode, samo na osnovi njih ne može se odrediti uzročnik. Puno su veće razlike u simptomima na podzemnom dijelu biljke iako se, zbog sličnosti s drugim uzročnicima bolesti, niti na osnovi njih ne može postaviti sigurna dijagnoza. Zato je, za točno određivanje uzročnika, a time i primjerenih mjera zaštite, potrebna laboratorijska analiza.

Phytophthora cactorum uzrokuje trulež korijena, korijenova vrata i podzemne stabljike jagode (slika 2.). U završnoj fazi patogeneze podzemni dio biljke poprima tamnosmeđu do crnu boju. Na uzdužnom presjeku korijenova vrata i podzemnoga dijela stabljike vidi se smeđe, nekrotizirano tkivo (na početku crvenosmeđe boje), a truli korijen, najčešće bez korijenovih dlačica, također potpuno posmeđi. Osim korijena i korijenova vrata *P. cactorum* napada i cvat i plodove jagode, što nije uobičajeno za *P. fragariae*. Napadnuti cvat posmeđi i osuši se, a zeleni plodovi posmeđe i poprime kožastu strukturu („leather rot“). Na zrelim plodovima vide se lezije purpurne boje (često i bijeli micelij), a plod



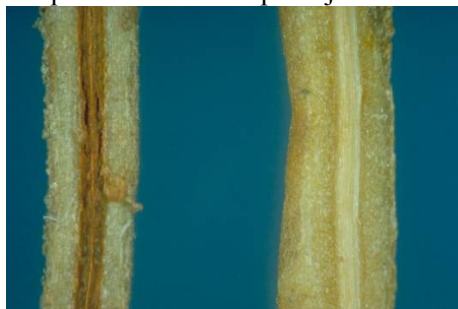
Slika 2. Trulež korijena i korijenova vrata – *P. cactorum* (snimio: B. Cvjetković)



Slika 3. Crvena trulež korijena – *P. fragariae* (izvor: Ontario CropIPM)

ima gorak okus.

Phytophthora fragariae primarno uzrokuje crvenu trulež centralnoga cilindra (srži) korijena (slika 3. i 4.), a vanjski dio korijena (kora) ostaje nepromijenjene boje. Taj se simptom najviše razlikuje od simptoma koji nastaju kao posljedica napada *P. cactorum*. Bočno korijenje i korijenove dlačice brzo odumiru i raspadnu se pa se takav korijen često naziva „štakorovim repom“ (eng. rat's-tail). U kasnijoj fazi bolesti (slika 5.) vanjsko tkivo korijena odumire od vrha prema korijenovu vratu i poprima tamno smeđu do crnu boju. Odumiranje vanjskoga tkiva korijena nije uvijek povezano s *P. fragariae*, nego je često posljedica djelovanja mnoštva slabijih parazita i saprofita iz tla ili je rezultat prestanka opskrbe hranjivim tvarima (Bain *et al*, 1945). U toj se fazi (najčešće krajem proljeća, kada se javlja naglo venuće i sušenje) crvenilo centralnoga cilindra teže uočava i dijagnoza na osnovi simptoma više nije moguća. Jedini sigurni znak da je jagoda zaražena pseudogljivom *P. fragariae* jest prisutnost karakterističnih trajnih spora – oospora u centralnom cilindru korijena (slika 6.), koje su uvijek prisutne i lako se uočavaju pod mikroskopom. Razlikuju se od oospora *P. cactorum* po boji i veličini.



Slika 4. *P. fragariae* – bolesni i zdravi korijen (izvor: Ohio-state.edu)



Slika 5. *P. fragariae* – bolesni korijen („štakorov rep“) (izvor: EPPO, Quarantine)



Slika 6. *P. fragariae* – oospore u korijenu jagode (izvor: Q-bank.eu)



Slika 7. *P. cactorum* – oospora u hranjivoj podlozi (snimio Ž. Tomić)

Iako se simptomi propadanja korijena i podzemnoga dijela biljke uzrokovani napadom *P. cactorum* znatno razlikuju od simptoma koje uzrokuje *P. fragariae*,

dijagnoza bolesti jako je nesigurna jer gotovo istovjetne znakove bolesti mogu uzrokovati neki drugi abiotski i biotski uzročnici.

Najčešće je to crna trulež korijena jagode, kompleksna bolest čije je simptome vrlo teško razlikovati od simptoma uzrokovanih napadom *Phytophthora* vrsta u završnoj fazi. U literaturi se kao mogući uzročnici ove bolesti navode *Pythium*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Rhizoctonia* vrste i nematode, najčešće u kombiniranim zarazama te suša, smrzavanje, fitotoksičnost itd. Određivanje uzročnika u tome je slučaju vrlo komplicirano i zahtjeva posebne tehnike.

Osim crne truleži korijena problematično je i određivanje uzročnika propadanja korijena kod frigo sadnica. Prema našem iskustvu, nerijetko se događa da se frigo sadnice čuvaju na preniskoj temperaturi pa se korijen smrzava. U takvim slučajevima simptomi su vrlo slični simptomima zaraze s *P. fragariae*. Jedina sigurna razlika su karakteristične oospore, koje su u napadu *P. fragariae* uvijek prisutne, a nema ih u smrznutom korijenu.

ŽIVOTNI CIKLUS PATOGENA I EPIDEMIOLOGIJA

Osnovni način preživljavanja obje *Phytophthora* vrste jest - oosporama u tlu. Oospore su trajne debelostijene spore koje u tlu ostaju vijabilne dugi niz godina, a u povoljnim uvjetima (voda) kliju u kličnu cijev (hifa) na kojoj se formira zoosporangij. U njemu nastaju zoospore koje izlaze, aktivno se kreću s pomoću bičeva kroz vodu i obavljaju primarnu infekciju finih korjenčića. U njima se razvija micelij koji relativno brzo raste, prelazi u korijen te, kada je uzročnik zaraze *P. fragariae*, u središnjem cilindru stvara oospore ili, ako je to *P. cactorum*, postupno potpuno razara korijen i prelazi u korijenov vrat i podzemni dio stabljike. Tijekom kišnih dana na zaraženom korijenu stvaraju se brojni sporangiji sa zoosprama koje šire zarazu na zdrave biljke. Glavne razlike u epidemiologiji između te dvije vrste jesu:

- Za razliku od *P. fragariae*, koja napada samo jagodu, *P. cactorum* napada više od 200 vrsta različitoga bilja. Stoga se *P. fragariae* gotovo isključivo širi zaraženim sadnim materijalom, a *P. cactorum*, iako se također često prenosi sadnicama jagode, može biti prisutna u tlu u kojem nikada nije bila sađena jagoda.
- Optimalne temperature za ostvarenje zaraze i razvoj bolesti kod *P. fragariae* nešto su niže od temperatura za *P. cactorum* (18 – 22 °C prema 21 – 27 °C), a zaraza je moguća i pri niskim temperaturama (3 – 10 °C). Propadanje korijena od te je fitoftore intenzivno i za vrijeme zimskih mjeseci pa se venuće i sušenje nadzemnog dijela biljke najčešće zamijeti ranije od sušenja uzrokovanog napadom *P. cactorum*. Pri temperaturi 25 °C prestaje rast micelija *P. fragariae* u korijenu jagode, a za *P. cactorum* to je još uvijek optimalna temperatura za razvoj.
- *P. cactorum* osim korijena napada korijenov vrat i podzemni dio stabljike, koji može i izravno zaraziti. *P. fragariae* isključivo napada

korijen, a vrlo rijetko prelazi u podzemni dio stabljike (Bain *et al*, 1945).

RAZLIKE U GRAĐI PARAZITA

Phytophthora fragariae i *P. cactorum* filogenetski su vrlo udaljene vrste. Iako su obje homotalične (samooplodne) i stvaraju oospore, morfološki se jako razlikuju, stoga je identifikacija vrste, nakon uspješne izolacije u laboratoriju, veoma jednostavna. Najvažnije razlike u morfološkim karakteristikama jesu (tablica 1.):

Tablica 1. Najvažnije morfološke razlike između vrsta *P. fragariae* i *P. cactorum*

	sporangiji	oospore	rast na hranjivoj podlozi
<i>Phytophthora fragariae</i>	bez papile, ne otpadaju sa sporangiofora	ø 28 – 36 µm	raste vrlo sporo
<i>Phytophthora cactorum</i>	s papilom, otpadajući s kratkom drškom	ø 18 – 26 µm	raste relativno brzo

Otpadajući sporangiji s bradavicom (papilom) *P. cactorum* (slika 8.) ne mogu se zamijeniti sa sporangijima *P. fragariae*, bez papile, koji ne otpadaju sa sporangiofora (slika 9.). Oospore *P. cactorum* (slika 7.) znatno su manje od oospora *P. fragariae* i u tkivu jagode nemaju tako izraženu zlatnosmeđu do tamnosmeđu boju (slika 6.). *P. fragariae* svrstava se među fitoftore s najsporijim rastom na hranjivoj podlozi. *P. cactorum* raste višestruko brže.



Slika 8. *P. cactorum* - otpadajući sporangij s papilom



Slika 9. *P. fragariae* – sporangij bez papile (izvor: Q-bank.eu)

ZAŠTITA

Za sve uzročnike bolesti koji biljke napadaju iz tla vrijedi isto pravilo: suzbijanje je veoma teško i neizvjesno, zato su indirektne i preventivne mjere zaštite puno važnije i djelotvornije nego direktno tretiranje bolesnih biljaka fungicidima.

Budući da se *P. fragariae* i *P. cactorum* najčešće prenose sadnim materijalom, od ključne je važnosti sadnja nezaraženih sadnica, u bilo kojem načinu uzgoja jagode. Naime, pri klasičnom uzgoju u gredicama (humcima) tlo je pokriveno crnom folijom gdje se navodnjavanjem (ali i bez njega) stvaraju idealni uvjeti za razvoj *Phytophthora* vrsta, a npr. u hidroponskom uzgoju, uvjeti su još idealniji pa je vrlo izvjestan rizik od velikih šteta, pri sadnji necertificiranoga sadnog materijala (slika 10.).



Slika 10. *P. cactorum* na sadnicama jagode
(snimio: Ž. Tomić)

Proizvodnja certificiranoga sadnoga materijala obavlja se prema strogo određenoj certifikacijskoj shemi (EPPO), koja gotovo potpuno isključuje svaku mogućnost zaraze, ne samo *Phytophthora* vrstama nego i svim ostalim važnim uzročnicima bolesti i štetnicima. Certificiranu sadnicu potrebno je posaditi u nezaraženi medij (tlo ili supstrat bilo koje vrste). Pri sadnji u tlo (na otvorenome ili u zaštićenom prostoru) od

ključne je važnosti izbjegavati tla na kojima je sađena jagoda. Na taj se način eliminira mogućnost zaraze s *P. fragariae*. Ta je fitoftora najopasniji uzročnik bolesti jagode, ali uspješno se isključuje iz proizvodnje certifikacijskom shemom, što često nije moguće s *P. cactorum* koja može biti prisutna u tlu iako na njemu nikad nije bila jagoda. Zato je u porastu važnost (štetnost) *P. cactorum* u proizvodnji jagode.

Teška, nepropusna tla ne bi trebalo koristiti za sadnju jagoda, a jako je važno osigurati kvalitetnu drenažu da se voda, nakon obilnijih oborina, ne bi dugo zadržavala na tlu i u tlu. Pri obradi tla treba voditi računa o činjenici da se *Phytophthora* vrste, prisutne u česticama tla, vrlo lako prenose alatima i mehanizacijom (plug, gume traktora i sl.), stoga ih je, prije korištenja, poželjno temeljito očistiti (oprati), ako su se koristili na drugim površinama.

Osim sadnica i tla (supstrata), voda je treći najvažniji čimbenik neizravne zaštite nasada jagode. Ona može biti izvor zaraze *Phytophthora* vrstama. Zato je za navodnjavanje poželjno koristiti vodu izravno iz bunara (ili vodovoda), a otvorene akumulacije vode trebalo bi izbjegavati jer u njih lako dospije zaraženo tlo ili biljni dijelovi, a tada je otvoren put za infekciju cijelog nasada. Osobito je opasno ako fitoftora dospije u tzv. zatvorene sustave navodnjavanja u kojima praktično stalno cirkulira ista voda.

I direktne mjere zaštite jagode od *Phytophthora* vrsta uglavnom se svode na preventivno tretiranje tla ili sadnica sredstvima za zaštitu bilja.

Proizvođači jagode, kao izravnu preventivnu mjeru zaštite, često koriste potapanje korijenja u otopinu nekih fungicida prije stavljanja u hladnjaču (frigo

sadnice) ili prije sadnje, ali u Hrvatskoj dozvolu za suzbijanje *Phytophthora* vrsta na jagodi imaju samo fungicidi na osnovi djelatne tvari metalaksil-M (Fongamil Gold i Ridomil Gold MZ pepite) za zalijevanje tla prije ili nakon sadnje i fosetil-AL (Aliette Flash), za prskanje u vegetaciji. Fungicidi na osnovi metalaksila često se primjenjuju i preko sustava za navodnjavanje „kap po kap“. U trenutku kada se zamijete simptomi venuća i sušenja u nasadu jagode, ne treba očekivati izvrsnu djelotvornost fungicida na bolesnim biljkama, ali se nezaražene biljke mogu relativno dobro zaštititi. Zato je važno što ranije uočiti simptome i zaražene biljke ukloniti iz nasada. Treba napomenuti da je prema podacima iz literature registrirana pojava rezistentnosti *P. cactorum* na metalaksil-M, o čemu u našoj zemlji nema podataka.

Najsigurniji i najjednostavniji način borbe protiv fitoftora u nasadu jest sadnja otpornih sorata, ali problem je u tome što je velika većina komercijalnih sorti jagode vrlo osjetljiva na trulež korijena. Osim toga, potvrđeno je postojanje različitih rasa *P. fragariae*, kojima taj patogeni organizam brzo prevlada otpornost sorte.

SUMMARY

***Phytophthora fragariae* Hickman AND *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt ON STRAWBERRY**

Phytophthora fragariae and *P. cactorum* are among the most destructive pathogens in strawberry production. These are fungus - like organisms that attack the underground parts of the plant, causing wilting and drying of strawberries. The damage caused can be drastic. Unlike *P. fragariae*, which has never been recorded, *P. cactorum* often causes deterioration of strawberry plantations in Croatia. The paper describes the etiology and symptoms of diseases and basic morphological characteristics, focusing on differences among parasites. Potential indirect and direct control measures are discussed.

Keywords: *Phytophthora fragariae*, *Phytophthora cactorum*, strawberry, symptoms, control

Stručni rad