

## **Phytophthora cactorum na jabukama - simptomi, biologija patogena, epidemiologija i kontrola bolesti**

### **Sažetak**

Ove smo godine u istočnoj Slavoniji zabilježili visok postotak infekcija, koje su nastale zbog uzročnika vlažne truleži korijenovog vrata (*Phytophthora cactorum*) i to na stablima jabuka, krušaka i trešanja, a javljaju se kao direktna posljedica ekstremno vlažnih uvjeta u prošloj godini. *Phytophthora* pripada rodu Oomycota koji je odgovoran za većinu ozbiljnih bolesti s velikim ekonomskim posljedicama (Judelson i Blanco, 2005). Vežemo je uz razvoj znanosti o biljnim bolestima te je kao takva dio povijesti biljne patologije. Anton deBary je 1876 god. osmislio naziv *Phytophthora* (razarač biljaka) nazivajući uzročnika plamenjače krumpira (potato late blight) *Phytophthora infestans*. U dvadesetom je stoljeću otkriveno 54 vrste (Erwin i Ribeiro, 1996), a nove 51-54 vrste su identificirane od 2000. godine na ovamo (Brasier, 2008). Rasprostranjena je širom svijeta i ima široki raspon biljaka domaćina – voćne, šumske i ukrasne vrste. *Phytophthora* može prouzrokovati vrlo ozbiljna oštećenja u voćnjacima i rasadnicima jabuka, krušaka, trešanja i ostalog voća. *P. cactorum* uzrokuje trulež na podlozi (crownrot) i trulež na deblu (collarrot). Bolest je prisutna u gotovo svim uzgojnim područjima, ali ipak je puno ozbiljnija u voćnjacima koji se nalaze na slabije bujnim podlogama (Harris, 1991). Prvi se simptomi truleži korijenovog vrata i debla pojavljuju u rano proljeće. Zaraženo stablo kasni s otvaranjem pupova, lišće i plodovi su mali, lišće je klorotično i rijetko te brončano u kišnim godinama. Kasniji se simptomi mogu naći u kolovozu/rujnu. Lišće na zaraženim stablima pokazuje crvenkasto obojenje i pada. Ovi su simptomi direktno povezani s infekcijom u razini tla i mogu postati važan alat u identifikaciji bolesti, kao što su i jasan pokazatelj pojave bolesti na podzemnim dijelovima stabla.

**Gljučne riječi :** *Phytophthora cactorum*, trulež korijenovog vrata, simptomi, biologija patogena, epidemiologija, kontrola bolesti.

Cilj je ovoga rada prikazati kratki pregled najnovijih saznanja po pitanju simptomatologije, biologije, epidemiologije i načina kontrole ove opasne bolesti koja napada gotovo sve značajnije voćne vrste, a u pojedinim godinama, ako se zanemare preventivne mjere, može prouzrokovati katastrofalne posljedice po voćke, a time dovesti i do značajnih ekonomskih posljedica za voćare.

### **Uvod**

*Phytophthora cactorum* se zadnjih godina sve češće pojavljuje u voćnjacima RH, od Međimurja do Iloka. Ove smo godine na području istočne Slavonije bilježili ogromne štete na plantažama jabuka te na plantažama krušaka, posebice na pojedinim sortama, koje su, čini se, osjetljivije na napad ove gljivice (*Abba Fetele*). Posljedica je to izuzetno vlažne prošle godine, koja je pogodovala razvoju i razmnažanju štetočine, kao i neprovođenja preventivnih mjera od strane naših voćara. Uzročnik napada i jagode i koštičave voćne vrste, odnosno široko je rasprostranjen. Ova bolest nije pravila veće probleme dok su se u uzgoju voća kao podloge koristili bujniji sjemenjaci. Ovaj je problem gotovo preko noći postao izražen nakon uvođenja slabo bujnih podloga i intenziviranjem broja biljaka po ha (supergusti nasadi).

<sup>1</sup> dipl. ing. agr. Tomislav Soldo, Voćarski Krug, bektez@gmail.com

<sup>2</sup> dr. sc. Brankica Svitlica, mr. sc. Josip Mesić, Veleučilište u Požegi

Na plantažama podignutim na težim, slabo prozračenim tlima, s visokom razinom podzemnih voda ili bez riješene melioracijske odvodnje suvišnih oborinskih voda, uz uzgoj neotpornih sorti, došli smo do situacije da su se gubitci (sušenje) popeli na nekim plantažama i pozicijama preko 50 % te će zbog navedenoga voćari morati u nove rekonstrukcije nasada koje, naravno, iziskuju velika ekonomska ulaganja. Bolesti koje izazivaju vrste iz porodice *Phytophthora* danas su kolokvijalno poznate pod nazivima *Phytophthora collarrot and crownrot*. Još su Baines (1939) i Welsh (1942) u svojim istraživanjima u SAD-u napravili jasnu razliku između ove dvije slike bolesti, pa tako sinonim *collarrot* označava napad gljive na deblo (sortu) iznad razine tla, dok *crownrot* označava napad gljivice na podlogu ispod razine tla (korijenov vrat, korijen). U glavnini slučajeva *P. cactorum* se označava kao jedini ili glavni patogen uzročnik ovih oboljenja.

## Simptomi

Bolest je često najvidljivija na dijelu korijenovog vrata u razini tla ili oko mjesta cijepljenja. U početku se formiraju mala nekrotična područja koja prelaze u tamnosmeđu boju, a može se osjetiti i karakterističan alkoholni miris. Nekroze često bivaju kao tekućinom natopljene i podižu se najčešće do mjesta cijepljenja. Aktivne se lezije, u odnosu na zdravo tkivo, prepoznaju prema maslinastoj boji kore. Unutar vlažnih uvjeta, na lezijama koje se nalaze na površini kore, izlučuju se smeđi vodeni eksudati. Drvo ispod lezija poprimi tamnosmeđu boju koja je šira od ruba same lezije. Odumrla kora se suši i odvaja od drveta.



Slika 1 - Simptom *P. cactorum*, na deblu kruške (Collar rot)

Foto: Tomislav Soldo

*Collarrot* (trulež debla) obično ne prodire duboko (u korijenski dio – *crownrot*), ali se može dizati vrlo visoko na stabljici, koja ponekad može krvariti (Baines, 1939). Bolest se može detektirati ukoliko skinemo dio kore i tada vidimo jasne prijelaze između nekrotičnog i zdravog tkiva. Gljivica praktično napreduje iz baze korijena ispod razine tla prema mjestu cijepljenja iznad razine tla. Odumiranje se događa kada gljivica "prstenuje" provodne snopove. Kod slike bolesti *crownrot* (trulež korijena) kora ispod razine tla u početku postaje žuto-smeđa, a razvoj simptoma kreće od točke gdje se pojavljuje korijenje pa prema gore. Bolest se najčešće pokreće iz oštećenih mjesta na području oko krune korijena. Ponekad trulež može zahvatiti i samo korijenje koje prelazi u narančastu boju. Nakon što napadnuto tkivo odumre, ugiba i micelij, ali patogen preživljava u obliku oospora.

Da bi smo potvrdili dijagnozu kod slike bolesti *crownrot* (trulež korijena) moramo odstraniti dio tla oko krune korijena. Ovu bolest nije lako dijagnosticirati na temelju simptoma koji se događaju na nadzemnom dijelu krošnje i to zato što mnoge bolesti izazivaju slične simptome. Ipak, obje bolesti djeluju djelomično, ili u potpunosti, na zaraženo stablo i krošnju izazivajući slijedeće promjene: u proljeće se odgađa kretanje vegetacije (pupova), sredinom se sezone na

krošnji mjestimično počne pojavljivati žutilo na listovima, zaražena stabla imaju rijetko lišće i slabu snagu rasta, u kolovozu i rujnu lišće postaje crvenkasto.

Čest je slučaj da simptome na listovima pokazuju samo pojedine grane ispod kojih se nalaze aktivne lezije, dok preostali dio krošnje i dalje izgleda zdravo. Pojedina stabla mogu odumirati nekoliko godina, ali neka stabla odumru i tijekom samo jedne sezone.

Navedeno umnogome ovisi o kondiciji stabala te o sorti (otpornosti). Budući da mnogi drugi faktori daju istu sliku bolesti (ozlijede korijena, smrzavanja, gladavci), najsigurnija dijagnoza je pojava lezija i izolacija uzročnika.



Slika 2 : simptom truleži na korijenovom vratu

Foto : Mariana Nakova, Agricultural University Plovdiv

### Biologija patogena

*P. cactorum* je homotalična gljivica koja preživljava uz pomoć oospora koje su otporne na sušne uvjete i kemijske tretmane. Ona je u osnovi patogen tla i na njen razvoj i razmnožavanje direktno utječu faktori u tlu poput temperature, vlage, pH, teksture te mikrobiološka aktivnost i agrotehnička praksa.

Sneh i McIntosh (1974) su otkrili da micelij može preživjeti samo 3 dana u vlažnom tlu i na visokim temperaturama, ali pri temperaturi od 4° C može preživjeti 45 dana. Prema Gisi (1975), gljiva micelija preživljava u steriliziranom tlu 20 dana, ali u prirodnim tlima (pri 15 ° C) samo 12 do 14 dana. Gupta i Rana (1982a) navode da se micelij duže zadržava kod nižih temp. i niže vlage, ali se njegov razvoj ubrzava s povećanjem vlage i temperature, isto tako razvoj micelija potenciran je s višim sadržajem dušika u tlu. U kiselijim se tlima micelij također duže zadržava. Isto tako, Rana i Gupta (1984b) su detaljno istraživali preživljavanje zoospora, koji su glavni infektivni potencijal u tlu, i utvrdili da zoospore mogu preživjeti do 20 dana.

Utvrdili su i da raspon pH između 5 i 8 nema nikakav utjecaj na dužinu preživljavanja zoospora. Prema Gupti, glavni razlog za kraće preživljavanje zoospora u tlu je njihova izrazito brza germinacija pri povoljnim uvjetima vlage i temperature. Gupta je utvrdio da povišena vlaga pri nižim temperaturama nema utjecaj na germinaciju zoospora, dok pri višim temperaturama viša vlažnost tla ima značajan utjecaj na brzinu germinacije. Djeluje da je pH 5.0 najbolji za preživljavanje zoospora (Gupta i Rana, 1982b). Sneh i McIntoshu (1974) izvijestili da je

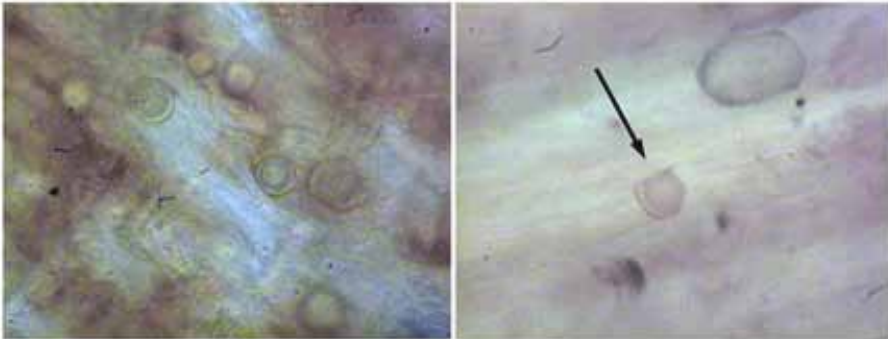


Slika 3 : - Kolonije sekundarnih izolata gljivice

*P. cactorum* sa trogodišnje jabuke

Foto : Mariana Nakova, Agricultural University Plovdiv

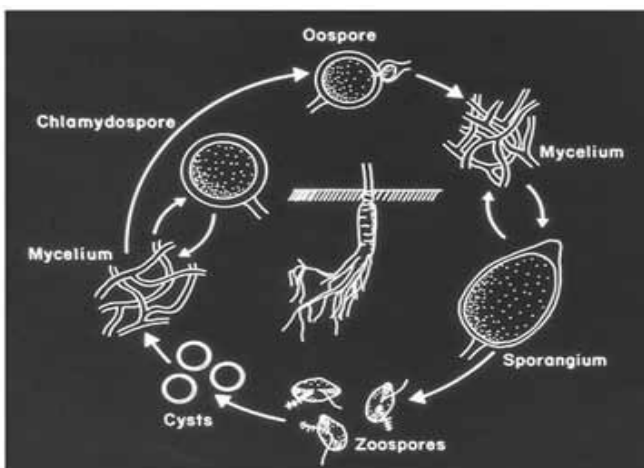
preživljavanje sporangija iznosilo do 80 dana i to u tlu s visokim sadržajem vlage, dok je preživljavanje oospora iznosilo i do nekoliko mjeseci u vlažnim tlima.



Slika 4 : - oospore *P. cactorum* na inficiranom tkivu jagoda  
Foto : F.J.Louws, NC State University

Općenito se pokazalo da oospore imaju znatno veću vijabilnost u odnosu na sporangije. U poljskim uvjetima populacija *P. cactorum* je maksimalna u periodu proljeća, dok je u opadanju u ljeto i jesen (Hornera i Wilcox, 1996). Poznato je da se sporangije *P. cactorum* proizvode u maksimalnom broju kod pH tla od 6,5 do 7,5 na 15 °C (Gisi, 1975), ali Meyer i Schönbeck (1975) su pokazali da su u prirodnom tlu za proizvodnju sporangija najbolji uvjeti na temp. između 10 i 25 °C. Hranjiva i fungicidi također imaju velik utjecaj na proizvodnju i održanje sporangija. Isto tako, Utkhede i Smith (1995) su pokazali da se u poljskim uvjetima intenzitet infekcija povećava primjenom amonijevog nitrata. Gupta i Mir (1983c) su proučavali učinak fungicida, kao što su *metalaksil*, *Al-fosetil*, *propamokarb*, *diklofluanid* i *mankozeb*, na proizvodnju sporangija. Svi su fungicidi zaustavili rast micelija u 2 dana, ali *metalaksil* i *Al-fosetil* su bili najbolji. Proizvodnja sporangijaje smanjena za 97-99% uslijed djelovanja gore navedenih fungicida, koji inhibiraju klijanje oospora do 20 dana.

Kada riječ je o varijabilnosti *P. cactorum*, čini se da postoje dvije vrste varijabilnosti. Jedna



Slika 5 : Razvojni ciklus *P. cactorum*  
Foto : Jennifer Parke, APSnet.org

se odnosi na varijabilnost između sojeva s različitih biljaka domaćina, a druga na sojeve unutar iste biljke domaćina. U slučaju sojeva s jagode i jabuke, Harris i Stickels (1981) su utvrdili da su sojevi *P. cactorum* izolirani s jagoda i jabuka unutar svoje biljke domaćina, umjereno ili jako virulentni, dok su u slučaju recipročne inokulacije, pokazivali samo simptome ograničenih nekroza. Bielenin (1977) je također izvjestio o razlikama u virulentnosti između 3 izolata *P.cactorum* na 33 sorte jabuka.

## Epidemiologija

Kako je već naglašeno, radi se ohomolitičkoj vrsti koja ima potpuni razvojni ciklus s proizvodnjom sporangija i oospora, kao i seksualne i aseksualne faze. Gljiva može preživjeti u suhom tlu do 54 tjedana, a uobičajeno je i do 2 godine (Harris, 1991). Dugovječnost pripisujemo oosporama koje se produciraju na tkivu biljaka domaćina. Sporangije kliju i proizvode zoospore koje vrše infekciju biljke domaćina tako što im klična cijev prodire direktno u tkivo biljke. Biljna tkiva u razini vlažnog tla su najranjivija za moguće infekcije.

Rane uzrokovane mrazom i agrotehničkim mjerama postaju posebno pogodna mjesta za prodor klične cijevi, (Sewell i sur, 1976; Schwinn, 1965). Nabubrena kora na mjestu cijepjenja također predstavlja idealno mjesto za nastanak infekcije (Buddenhagen, 1955). Isto tako, čvorovi na podlozi (*Burrknots*), predstavljaju lagana mjesta za ostvarivanje infekcije. Brzina razvoja lezija nakon infekcije prvenstveno ovisi o temperaturi, vlažnosti tla, pH, sorti, podlozi.

Zamijećeno je da je osjetljivost biljaka u laboratoriju puno veća nego u poljskim uvjetima. Braun i Krober (1958) su otkrili da je raspon temperature od 16 do 21 °C najpogodniji za širenje bolesti na sorti jabuke Cox, koja i inače spada u visoko osjetljivu sortu. Pokazalo se i da temperature od 20 do 25 °C donekle inhibiraju razvoj lezija. Osjetljivost se kore jabuke, na prodor uzročnika bolesti, povećava rastom vlažnosti, čak i neovisno o činjenici da je voda neophodna za razmnožavanje i transport zoospora.

Poplave također povećavaju osjetljivost tkiva (Browne i Mircetich, 1988). Teška glinasta tla, s lošom drenažom, čine voćke još osjetljivijim. pH tla obično nije ograničavajući čimbenik, iako je primijećeno da se bolest intenzivnije razvija na neutralnom do blago kiselom tlu. Primijećeno je i da starost stabla ima veliku ulogu u osjetljivosti na napad bolesti pa tako mlada stabla rjeđe obolijevaju od truleži na deblu i krošnji (*collarrot*), (McIntosh and Macswan, 1966). Postoje brojna izvješća o tome da je osjetljivost maksimalna u vrijeme cvatnje, tj. u travnju, blago je smanjena u srpnju te je minimalna tijekom jeseni u vrijeme opadanja lišća (Braun i Nienhaus, 1959).

## Kontrola bolesti

Budući da je gljivica kao uzročnik ovih bolesti u manjoj ili većoj mjeri biološki prisutna u tlu, koje je samo po sebi kompleksan sistem, vrlo je teško, gotovo nemoguće, djelovati u smislu njenog iskorjenjivanja iz tla. Ipak, u praksi se koristi kombinacija agrotehničkih, bioloških i kemijskih mjera. Još je davne 1938. god. Stevens kao mjeru za smanjenje zaraza korijenovog vrata predložio pomo-tehničku mjeru, gdje bi se mjesto cijepjenja između podloge i plemke podiglo minimalno 30 cm od razine tla. Smith (1950) preporuča, kao obaveznu mjeru prije sadnje plantaža, provođenje agomelioracijskih zahvata



Slika 6 : - simptomi *P. cactorum* na krošnji kruške

Foto : Tomislav Soldo

(drenaža), odvodnju suvišnih površinskih voda kako bi se tlo čim bolje prozračilo.

Svakako je od izuzetnog značaja izbjegavanje sadnje nasada na teškim i slabo aeriranim tlima, a ako to nije moguće potrebno je popraviti takva tla unošenjem većih količina organske tvari i postavljanjem drenaže. McIntosh (1975) je predlagao sadnju jabuka na humke, kako bi se umanjila mogućnost zaraza. Svakako je u praksi potrebno izbjegavati svaki vid ozlijeđe podloge u razini tla te je potrebno tlo održavati čistim od korova. Postojali su i prijedlozi da se oko spojnog mjesta između podloge i plemke, koje je posađeno u razinu tla, odstrani zemlja, kako bi se spriječio direktni kontakt s gljivicom. Tla s visokim razinama podzemnih voda, kao i loše drenirana tla, nikako ne bi smjela doći u razmatranje za voćarsku proizvodnju. Rasadničari su obvezni provoditi sve fitosanitarne mjere kako bi kontrolirali ovu bolest u rasadnicima te redovno mijenjati tlo za uzgoj sadnica i to po mogućnosti uvijek koristeći djevičanska tla.

Budući da je za oslobađanje pokretnih zoospora iz sporangija ključna voda u tlu, svaka mogućnost upravljanja razinom vode u tlu daje dobru priliku za kontrolu ove bolesti. Plodovi su nakon berbe veći izvor potencijalne zaraze i trebaju biti uklonjeni. Prema profesoru Gupti, najosjetljivija faza za ostvarenje zaraze je fenofaza bubrenja pupova i tada treba izbjegavati svako fizičko oštećenje stabla. Schwinn (1965) je predložio upotrebu biljaka iz porodice kupusnjača (*Brasica*) kao zelenog malča i to zato što su spojevi koje oslobađaju biljke iz ove porodice visoko toksični za gljivicu. Isto tako, moguće je koristiti kemijske preparate pri zalijevanju debla ili premazivanju rana.

Ukoliko se bolest primijeti u ranijoj fazi, moguće je očistiti zaraženi dio u razini tla i premazati ga fungicidima na bazi bakra ili natrijevim cink-kloridom. Harris (1991) sastavlja listu fungicida koji mogu pozitivno djelovati na smanjenje šteta od ove bolesti, pa tako navodi: *diflolan*, *dexon*, *maneb*, *kaptan*, *diklon*, *tiram*, *ferbam*, *acilalanin*, *etil*, *fosfonati*, *metalaksil* i *fosetil-Al*. Rana i Gupta (1984) navode da *Ridomil*, *Aliette* i *Euparen M.*, osim što inhibiraju proizvodnju sporangija i oospora, mogu inaktivirati micelij u tlu. Također, navode i da su *mankozeb*, *zineb* i *antrakolu* potpunosti uništili zoospore i umanjili održivost sporangija i oospora.

Čini se da *metalaksil* i *Al-fosetil* pokazuju odlično preventivno djelovanje, ali imaju i sposobnost liječenja ako se primjene u početnim fazama razvoja vlažne truleži. Ovdje se i upozorava da bi prekomjerna upotreba *metalaksila* u tlu mogla dovesti do razvoja otpornih sojeva gljivice. Harris (1987) je uspio na sorti *Cox* izliječiti lezije na korijenovom vratu upotrebom *fosetil-Al*. Budući da upotreba kemikalija uvijek za posljedicu nosi i negativne efekte, sve se više pokušava pronaći biološko rješenje. Tako je Utkhede (1984) izolirao bakteriju *Enterobacter aerogenes* iz tla na voćnjaku u Kanadi. Navedena bakterija može inhibirati razvoj micelija, a na nju nema negativnih efekata od strane *Al-fosetila*, *metalaksila*, *mankozeba* ili herbicida. Gupta i Garg (1990) su otkrili i da *Bacillus subtilis* i *E. aerogens*, u kombinaciji s *metalaksilom*, smanjuju rast *P. eaetarum*. Uzgoj voćaka na otpornim podlogama bilo bi najoptimalnije i najjeftinije rješenje, ali istraživanja u ovom smjeru pokazuju nekonzistentne rezultate – neke se podloge u određenim agro-eko uvjetima pokazuju kao otporne, a u drugima neotporne. Generalno su sjemenjaci otporniji od slabo bujnih podloga, ali još iz selekcije nije izašla apsolutno otporna podloga.

## Zaključak

Iz svega navedenoga je jasno da će naši voćari morati primijeniti široke mjere zaštite od ove izrazito opasne i ekonomski štetne bolesti. Voćari će zaštitu provoditi tako što će prilikom podizanja nasada odabirati lakša i prozračnija tla, provoditi meliorativnu odvodnju suvišnih oborinskih

voda, ukoliko je to neophodno, te odabirati otpornije sorte i podloge. Tijekom godina uzgoja ključno će biti preventivno provođenje svih agro i pomotehničkih mjera koje smanjuju potencijal infekcije, kao i preventivno korištenje raspoloživih bioloških i kemijskih preparata. Dakle, samo će promišljeni i integrirani pristup proizvodnji omogućiti učinkovitu kontrolu ove bolesti.

## Literatura

- Buddenhagen, I. W. Various aspects of Phytophthora cactorum collar-rot of apple trees in the Netherlands, Tijdschrift Over Plantenziekten 1955, Volume 61, Issue 1, pp 122-129
- Nakova, Mariana Phytophthora Root and Crown Rot on Apples in Bulgaria, Pestic. Phytomed. (Belgrade), 25(1), 2010, 43-50
- Gupta, V.K. Phytophthora cactorum - a threatening pathogen of apple\* Indian Phytopath. 52 (2) : 105-113 (1999)
- Gupta, V.K., Rana, K.S. and Mir, N.M. (1985) Variability in Phytophthora cactorum in India. In: Ecology and Management of Soil Borne Plant Pathogens (Parker, C.A., Rovira, A.D., Moore, K.J. and Wong, P.T.W., Eds.). The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, pp. 169-71.
- Gupta, V.K. and Utkhede, R.S. (1987). Nutritional requirements of production of anti-fungal compounds by Enterobacter aerogenes and Bacillus subtilis as bioinsecticides of Phytophthora cactorum crown rot. 1. Phytopath. 120: 143-53.
- M.A. Ellis, G.G. Grove, and D.C. Ferree, (1982) Effects of Metalaxyl on Phytophthora cactorum and Collar Rot of apple, Phytopathology 7-2: 1431-1434
- Utkhede, Rajeshwar Control of Crown Rot (Phytophthora cactorum) on Apple Trees with the Systemic Fungicides Metalaxyl and Fosetylaluminium, Pestic. Sci. 1987, 19, 289-295

Scientific study

## Phytophthora cactorum on apples - symptomatology, biology of pathogen, epidemiology and disease management

### Summary

This year, in Eastern Slavonia, we've noticed a high percentage phytophthora cactorum infection on apples, pears and cherries trees, which are direct result extremely wet conditions in the last year. Phytophthora is a genus of Oomycota, responsible for some of the most serious diseases with great economic impact (Judelson and Blanco, 2005). It has been associated with the development of science of plant diseases and thus forms a part of history of Plant Pathology. Anton deBary coined the name, Phytophthora (plant destroyer) in 1876 by naming the causal agent of potato late blight as Phytophthora infestans. While 54 species were found in the 20th century (Erwin and Ribeiro, 1996) another 51-54 new species have been identified (Brasier, 2008) since the year 2000. They are spread worldwide and have broad range of host plants – fruit trees, citrus, forest and park species. Phytophthora can cause serious damages in orchards and nurseries of apples, pears, cherries, etc. P. cactorum is known to cause crown or collar rot of apple. At present, the disease is prevalent throughout the world in almost all apple growing regions and is more serious in orchards on dwarfing root stocks (Harris, 1991). Phytophthora root and crown rot symptoms first appear in early spring. Infected trees show bud break delay, leaves and fruits are small, foliage is sparse and chlorotic in spring and bronze in rainy season. Later symptoms are found in August-September. Leaves of the infected trees show reddish discoloration and drop down. These symptoms have a direct correlation with the underground infection and can become an important tool in disease identification as it is a clear indication of malady in the underground parts of the tree.