

PHYTOPHTHORAE IN VIVAIO

Alessandra Belisario

CRA - Istituto Sperimentale per la Patologia Vegetale
Via C. G. Bertero 22, I-00156 Roma
e-mail: a.belisario@ispave.it

Riassunto

Alcune specie di *Phytophthora* attaccano una o poche specie ospiti tra loro affini, ma la maggior parte è polifaga, causando sintomi simili o differenti su un gran numero di ospiti anche geneticamente distanti tra loro. Alle difficoltà di diagnosi su base sintomatica, dovute al fatto che la sintomatologia risulta piuttosto generica, spesso erroneamente attribuita a fattori abiotici come carenze nutrizionali, asfissia radicale o carenze idriche, si accompagnano le difficoltà di isolamento dell'agente causale. Questo avviene anche quando i sintomi sono conclamati e tipici dei danni da *Phytophthora* dando luogo alle così dette "malattie occulte". Diverse sono le specie di *Phytophthora* segnalate nel nostro Paese in ambiente vivaistico. Per lo più si tratta di specie polifaghe eterotalliche. Tra le specie omotalliche si ricorda *P. cactorum*. Proprio alla difficoltà di formulare una corretta diagnosi su base sintomatica e alla difficoltà di isolamento, è molto probabile che la presenza di focolai d'infezione di *Phytophthora* spp. sia sottostimata. La possibilità di successo nell'evitare la diffusione della malattia risiede in una diagnosi certa e tempestiva seguita da adeguate misure profilattiche.

È bene considerare che questo patogeno si diffonde facilmente con l'acqua e con le particelle di suolo che possono essere trasportate con ogni tipo di veicolo o attrezzo agricolo come pure con la suola delle scarpe. La prevenzione rappresenta la misura principale di difesa contro questa avversità. L'utilizzo di piante sane al momento dell'impianto è fortemente raccomandato. Nel caso di lotta con trattamenti chimici, risultano efficaci metaxyl e fosetyl-Al che hanno un effetto curativo, quando il processo infettivo è nelle fasi iniziali, ma non eradicante. Qualche perplessità si avanza sulla diffusione di materiale asintomatico, risanato a mezzo di trattamenti chimici, che potrebbe, in una qualche misura, ospitare ancora l'agente patogeno, sebbene in fase di momentanea quiescenza. Nuove prospettive di lotta si aprono con l'utilizzo del fosfonato di potassio potrebbe rendere più economicamente accettabile gli interventi di lotta.

Parole chiave: *Phytophthora*, Marciume del colletto, Malattie in vivaio, *Oomycoza*.

Summary

Phytophthora diseases in nurseries

Phytophthora spp. attack many different plants ranging from crops or ornamental to forest trees. Most species cause root and collar rot. Collar rot cankers may spread up into the trunk with bleeding cracked bark spots. Canopy can be directly attacked with water-soaked patches on leaves, petioles and twigs. In soil infestations, fine roots or the collar region are attacked initially. Free water is usually required for infections. The pathogen attacks mainly the inner bark, cambium and phloem, but also the first layer of xylem may be compromised. It is likely that the incidence of *Phytophthora* disease is underestimated as the pathogen often goes undetected as symptoms can be misinterpreted. This is mainly due to the fact that diseased plants show symptoms of a general sufferance similar to those induced by drought and starvation with sparse foliage, cupped and yellow leaves, dieback of twigs and branches. Moreover, the pathogen can be carried quite easily to new sites by farm equip-

ment or by irrigation water, spreading from plant to plant. Prolonged or periodic soil saturation can facilitate the disease occurrence. The presence of conducive factors such as poor drainage due to the type of soil, periodic flooding, free water standing around the lower part of the stem or trunk of the plant can increase the severity of damage. Prevention represents the key issue in controlling the disease and the use of planting stock free of infection is strictly recommended. The use of resistant rootstocks can be an affective means of controlling root and collar rot. Chemical treatments with systemic fungicides such as metalaxyl and fosetyl-Al can be efficient in controlling the disease when damage are not severe. Fosphite may represent a valid solution in controlling *Phytophthora* diseases with low environment impact.

Keywords: *Phytophthora*, Decline, Root, Wilting, Nursery disease, *Oomycota*.

Il patogeno: generalità e peculiarità

Il genere *Phytophthora* comprende circa 65 specie (Kirk *et al.*, 2001) diffuse nel mondo che colpiscono piante sia erbacee sia arboree, siano esse coltivate o spontanee. Dalla prima descrizione da parte di de Bary nel 1876, *Phytophthora* spp. sono state associate ad una varietà di malattie che colpiscono differenti tipi di piante dai semenzali alle orticole annuali, dalle piante ornamentali ai fruttiferi, alle essenze forestali. La maggior parte delle specie attacca l'apparato radicale causando marciume, con conseguente appassimento ed avvizzimento della chioma, marciume e necrosi del colletto, ovvero di tuberi o bulbi. I sintomi dipendono dallo stadio di sviluppo della pianta ospite, nelle fasi giovanili allo stadio di embrione o di plantula i sintomi sono molto simili alle alterazioni causate da *Pythium* spp. Su piante adulte, *Phytophthora* spp.

possono causare marciume delle gemme o dei frutti, più spesso causano appassimento del fogliame e dei germogli, rarefazione della chioma, microfillia, ingiallimento fogliare, ripiegamento a coppa della lamina fogliare, ovvero apoplezia.

Generalmente, la malattia si presenta con una sintomatologia di generale sofferenza, che viene spesso attribuita a carenze nutrizionali o idriche, ovvero a fenomeni di asfissia, dando così luogo a diagnosi non tempestive che consentono la diffusione del patogeno con conseguenti gravi danni. Quando l'infezione si sviluppa a carico della vegetazione della chioma le lesioni iniziano più comunemente dal margine fogliare, dalla punta o dal picciolo progredendo verso la nervatura principale. Le macchie hanno una apparenza inizialmente idropica con o senza alone clorotico, successivamente imbruniscono e disseccano.

Ambiente ideale per l'insediamento e la diffusione di *Phytophthora* spp. è il vivaio, per la presenza di materiale, di varia origine (es. geografica) allevato in spazi piuttosto ristretti con condivisione dell'acqua di irrigazione e quella di scolo.

Alcune specie di *Phytophthora* attaccano una o poche specie ospiti tra loro affini, ma la maggior parte è polifaga, causando sintomi simili o differenti su un gran numero di ospiti anche geneticamente distanti tra loro.

La gravità dei danni derivanti da attacchi da *Phytophthora* ha avuto la sua massima espressione storica nella terribile carestia che si abbatté nel 1845-46 in Irlanda, a seguito della distruzione dell'intero raccolto di patate a causa di *P. infestans*, evento che cambiò profondamente l'assetto sociale ed economico del paese, spingendo ad una massiccia emigrazione principalmente verso gli Stati Uniti e lasciando dietro di sé circa due milioni di morti.

In anni più recenti, il danno, dovuto agli attacchi di questo oomicete, si è espresso in termini economici ed ambientali con la moria del patrimonio boschivo presente sulla costa occidentale del Nord America, principalmente in California, ma anche in Oregon, Washington e Columbia Britannica (Anonimo, 2003; Davidson *et al.*, 2005; Hansen *et al.*, 2003). La malattia, nota con il nome di "Sudden oak death" (SOD), colpisce principalmente *Quercus* spp. e *Lithocarpus* spp., ed è causata da *P. ramorum*. Questa stessa specie è presente anche in Europa dove, finora, è stata associata a fenomeni di moria specialmente a carico di *Pieris* spp., *Camellia* spp., *Rhododendron* spp. e *Viburnum* spp., ma per la quale si teme la diffusione su altri ospiti potenziali come querce europee, faggi, castagni ed ericacee, rappresentando, così, un rischio per il deterioramento degli ambienti forestali e boschivi, specialmente nei paesi a clima continentale. Per impedire la diffusione di questo patogeno, particolare attenzione viene dedicata nel monitorare lo stato fitosanitario del materiale vivaistico, visto che questo può rappresentare la principale fonte di diffusione dell'inoculo. L'eradicazione dei focolai viene ritenuto il sistema più efficace visto che non si dispone di misure curative adeguate.

A *P. cinnamomi* si deve una delle più ingenti epidemie a carico del patrimonio forestale con la progressiva distruzione delle foreste di *Eucalyptus marginata* (jarrah tree) in Australia (Podger e Keane, 2000). Più in generale, *P. cinnamomi* è causa di marciume radicale di un elevato numero di piante legnose che, fino al 1980, risultavano

coinvolgere ad oltre 950 specie (Zentmyer, 1980) e che, più recentemente, è salito a circa 3000 specie di piante tra coltivate e spontanee (Hardham, 2005). In Europa, *P. cinnamomi* è stata segnalata su diverse specie principalmente arboree ed arbustive forestali ed ornamentali. In Italia, oltre che su querce (Anselmi *et al.*, 2000) e noce comune (Belisario *et al.*, 2001) è stata segnalata anche su castagno (Vettrai *et al.*, 2001) e altre essenze allevate in vivaio e che appartengono alla flora boschiva nazionale.

La trattazione degli ospiti e dei danni legati a infestazioni di specie polifaghe di *Phytophthora* potrebbe essere molto più lunga ed includere anche *P. cactorum*, *P. citricola*, *P. cryptogea*, *P. nicotianae*, *P. palmivora*, oltre alla già menzionata *P. cinnamomi*, tra le specie più comunemente presenti sul materiale vivaistico del nostro Paese. Di fatto la potenziale diffusione di queste specie su ospiti nuovi, ovvero in aree ancora indenni, come pure il rischio di ibridazione tra specie diverse in un ambiente come il vivaio, così ricco di specie vegetali, spesso provenienti da paesi diversi, allevate con elevata densità e con elevati apporti irrigui, costituisce un tema allarmante che andrebbe tenuto ben presente, al fine di evitare diffuse e gravi morie a carico del patrimonio verde nazionale originate dalla semplice commercializzazione di materiale infetto.

La problematica

Phytophthora spp. sono organismi patogeni capaci di diffondersi facilmente attraverso suolo, acqua, ovvero attraverso aria, nel caso di quelle specie o quelle combinazioni ospite-patogeno o quelle condizioni ambientali per le quali vengono attaccati gli organi epigei. Le specie di *Phytophthora* che causano marciume del colletto e delle radici possono sopravvivere al freddo invernale, al caldo e alla siccità estiva per mezzo di micelio, clamidospore e oospore, presenti sia all'interno dei tessuti infetti sia nel suolo. Le oospore, prodotte prevalentemente dalle specie omotalliche, rappresentano anche una sorgente di variabilità per le progenie. La diffusione del patogeno è legata principalmente agli sporangi e alle zoospore, propaguli certamente non durevoli, ma che vengono prodotti in elevate quantità quando le condizioni ambientali risultano favorevoli al patogeno, in particolare in presenza di acqua libera (Erwin e Ribeiro, 1996). Il genere *Phytophthora* è fortemente legato al mezzo liquido sia per la diffusione sia per l'instaurarsi del processo infettivo. I principali siti di attacco, nella fase iniziale, sono rappresentati dalle piccole radici e dal colletto, successivamente l'agente patogeno si diffonde anche sulle radici più grandi (Vettrai *et al.*, 2003), ovvero risale lungo il tronco colonizzando prevalentemente il cambio e il floema; anche i primi strati del legno possono essere interessati (Belisario, 2004). La comparsa dei sintomi, la gravità di attacco e la diffusione dipendono fortemente dalle condizioni ambientali dato che la quantità di inoculo può passare, in pochi giorni, da livelli bassi, addirittura non apprezzabili, a livelli alti (Weste, 1983), con conseguente repentina comparsa di gravi lesioni.

I sintomi, come accennato in precedenza, consistono nei casi di attacchi alle radici e al colletto, in una sofferenza generalizzata a carico della parte epigea, caratterizzata da chioma rada, precocemente ingiallita, microfillia ed eventuale presenza di lesioni triangolari, a forma di fiamma, al disotto della corteccia e risalenti lungo il fusto, spesso accompagnate dall'emissione di essudati bruno-nerastri all'altezza del colletto. Questa sofferenza generalizzata spesso evolve in un repentino collasso dell'intera pianta, con foglie e frutti ancora attaccati. In vivaio come in campo, la malattia interessa, frequentemente, gruppi di piante lungo una stessa fila, ovvero file contigue, definendo un'area depressa dove spesso ristagna dell'acqua. La malattia si manifesta quasi sempre durante l'estate, con una rapida diffusione durante la stessa stagione e negli anni successivi, una volta comparsi i primi focolai.

Alle difficoltà di diagnosi su base sintomatica, dovute al fatto che la sintomatologia risulta piuttosto generica, spesso erroneamente attribuita a fattori abiotici come carenze nutrizionali, asfissia radicale o carenze idriche, si accompagnano le difficoltà di isolamento dell'agente causale. Questo avviene anche quando i sintomi sono conclamati e tipici dei danni da *Phytophthora*, dando luogo alle così dette "malattie occulte" dal momento che si riescono ad isolare, per lo più, solo gli agenti secondari (microrganismi opportunisti) ai quali viene attribuito il danno, con erronee scelte di strategie di difesa (Tsao, 1990).

Nei casi di infezioni legate solo agli organi epigei, si ha la comparsa di sintomi più localizzati come necrosi fogliari per lo più decorrenti lungo la nervatura principale, originanti dall'apice fogliare o dal picciolo, ovvero cancri dei germogli, dei rametti e delle infiorescenze.

Grazie alla difficoltà di formulare una corretta diagnosi su base sintomatica e alla difficoltà di isolamento, è molto probabile che la presenza di focolai d'infezione di *Phytophthora* spp. sia sottostimata.

Le specie di *Phytophthora* più comuni in vivaio

Diverse sono le specie di *Phytophthora* segnalate nel nostro Paese in ambiente vivaistico. Per lo più si tratta di specie polifaghe eterotalliche. Tra quelle più comunemente isolate si riportano ad esempio *P. nicotianae* su pittosporo (Cacciola e Polizzi, 1996), su forsithia (Cacciola *et al.*, 1994), su mirto (Belisario *et al.*, 1991), su eucalipto e su lavanda (Minuto *et al.*, 2001); *P. palmivora* su edera (Belisario *et al.*, 1999), pittosporo (Nardi *et al.*, 2004; Cacciola e Polizzi, 1996), mirto, lavanda ed altre specie ornamentali (Cacciola *et al.*, 2003); *P. cryptogea* su lentisco (Magnano *et al.*, 1992); *P. cinnamomi* su *Chamaecyparis* (Parrini *et al.*, 1997) e su viburno (Belisario *et al.*, 2004); *P. ramorum* su rododendro (Gullino *et al.*, 2003). Tra le specie omotalliche si ricorda *P. cactorum* su semenzali di noce (Belisario *et al.*, 1997) ma anche su viburno (Belisario *et al.*, 2004) e come segnalazioni sporadiche *P. italica* su mirto (Cacciola *et al.*, 1996) e *P. hedraiandra* su viburno (Belisario *et al.*, 2005). Le numerose segnalazioni di diverse specie di *Phytophthora* su viburno sono il frutto di una indagine

condotta, da parte dei servizi fitosanitari regionali, sul materiale vivaistico prodotto nel nostro Paese, volta a determinare l'eventuale presenza di *P. ramorum*, patogeno considerato da quarantena.

Strategie di difesa

La possibilità di successo nell'evitare la diffusione della malattia risiede in una diagnosi certa e tempestiva seguita da adeguate misure profilattiche. È bene considerare che questo patogeno si diffonde facilmente con l'acqua e con le particelle di suolo che possono essere trasportate con ogni tipo di veicolo o attrezzo agricolo come pure con la suola delle scarpe (Garbelotto *et al.*, 2001). Gli attrezzi che venissero a contatto con materiale infetto devono essere disinfettati con ipoclorito di sodio o con i sali quaternari di ammonio: questi ultimi non causano rugginosità su attrezzi in ferro. L'eradicazione, nel caso di infezione originata da inoculo terricolo, è praticamente impossibile.

La prevenzione rappresenta la misura principale di difesa contro questa avversità. L'utilizzo di piante sane al momento dell'impianto è fortemente raccomandato.

Dal momento che l'espressione della malattia è fortemente legata a fattori ambientali/colturali è di fondamentale interesse conoscere i fattori agronomici che possono fungere da elementi scatenanti della gravità dei sintomi, come pure quelle pratiche colturali che possono limitare la gravità della malattia. La comparsa della malattia e la sua gravità sono spesso legate alla presenza di fattori predisponenti come irrigazioni eccessive e scarso drenaggio, comune in terreni argillosi con cattiva struttura, con conseguente ristagno idrico. Prolungate e periodiche saturazioni del terreno facilitano l'instaurarsi della malattia. Assicurare un buon drenaggio e la canalizzazione delle acque reflue eviterebbe fenomeni di ristagno idrico e di trasporto dell'inoculo da piante infette a quelle sane. Suoli argilloso-limosi, pesanti, asfittici e tendenzialmente calcarei non dovrebbero essere utilizzati per la coltivazione. L'irrigazione, mai per scorrimento, dovrebbe avvalersi di acqua proveniente da pozzi profondi, poiché le acque di superficie possono trasportare i propaguli infettivi. L'individuazione ed eliminazione dei focolai d'infezione è pratica altamente raccomandabile nei casi di attacchi gravi. Devono essere eliminate, asportando anche tutto l'apparato radicale, non solo le piante malate ma anche quelle immediatamente limitrofe, che potrebbero albergare la malattia, non manifestando ancora i sintomi. È preferibile compiere queste operazioni durante i mesi freddi quando *Phytophthora* non è ancora in attività (temperature <15 °C) per non facilitare la diffusione dell'infezione. I materiali infetti vanno bruciati o portati in apposita discarica. La buca originata dall'asportazione delle piante andrebbe disinfettata con calce. Nel caso di lotta con trattamenti chimici, risultano efficaci Metalaxyl e Fosetyl-Al che hanno un effetto curativo, quando il processo infettivo è nelle fasi iniziali, ma non eradicante. Qualche perplessità si avanza sulla diffusione di materiale asintomatico, risanato a mezzo di trattamenti chimici, che potrebbe, in una qualche misura, ospitare ancora l'agente patogeno, sebbene in fase di momentanea quiescenza.

Nuove prospettive di lotta si aprono con l'utilizzo del fosfonato di potassio. A tutt'oggi sono in fase di messa a punto le modalità di esecuzione dei trattamenti alla chioma e al terreno ed è tuttora in studio l'efficacia nei confronti delle diverse specie di *Phytophthora* (Belisario, 2004).

Lavori citati

- Anonimo, 2003. Canadian Food Inspection Agency. Sudden Oak Death discovered at British Columbia nursery. <http://www.inspection.gc.ca/english/toce.shtml>.
- ANSEMI N., A. VANNINI, A.M. VETTRAIANO, 2000. SPECIE DI *Phytophthora* riscontrate sulle latifoglie in Italia. *Informatore Fitopatologico*, **50**(11), 53-58.
- BELISARIO A., G. MAGNANO DI SAN LIO, A. PANE, 1991. *Phytophthora nicotianae* Van B. de Haan agente di un marciume delle radici e del colletto del mirto. *Micologia Italiana*, **20**(3), 108-114.
- BELISARIO A., S. O. CACCIOLA, G. MAGNANO DI SAN LIO, 1997. *Phytophthora cactorum* on walnut seedlings in Italian nurseries. *European Journal of Forest Pathology*, **27**, 137-146.
- BELISARIO A., E. FORTI, L. LUONGO, 1999. Individuazione e caratterizzazione di *Phytophthora palmivora* associata a marciume radicale e del colletto dell'edera. *Informatore Fitopatologico*, **49**(4), 44-47.
- BELISARIO A., M. MACCARONI, A.M. VETTRAIANO 2001. *Phytophthora cinnamomi* agente del marciume basale del noce nell'Italia settentrionale. *Petria*, **11**, 149-157.
- BELISARIO A., 2004. Prove di lotta contro *Phytophthora* spp. nell'ambito del convegno "Problematiche fitopatologiche delle latifoglie di pregio nella Regione Lazio", a conclusione del progetto "Messa a punto di protocolli per la salvaguardia fitopatologica degli impianti di latifoglie nobili" PRAL 2002/18, Viterbo, 16 aprile 2004.
- BELISARIO A., A. CORAMUSI, G. GILLI, M. MACCARONI, 2004. First report of *Phytophthora cactorum* and *P. cinnamomi* on *Viburnum tinus* in Italy. *Petria*, **14**, 41-43.
- BELISARIO A., G. GILLI, M. MACCARONI, 2005. First report of *Phytophthora hedraiondra* on *Viburnum tinus* in Italy. New Disease Reports, Vol. 12, BSPP NDR. www.bspp.org/NDR.
- CACCIOLA S.O., A. BELISARIO, A. PANE, G. MAGNANO DI SAN LIO, 1994. *Forsythia* - a new host of *Phytophthora nicotianae* in Italy. *Plant Disease*, **78**, 525-528.
- CACCIOLA S.O., G. MAGNANO DI SAN LIO, A. BELISARIO, 1996. *Phytophthora italica* sp. nov. on myrtle. *Phytopathologia Mediterranea*, **35**, 177-190.
- CACCIOLA S.O., G. POLIZZI, 1996. *Phytophthora nicotianae* e *P. palmivora* agenti di marciume radicale e del colletto del pittosporo. *Informatore Fitopatologico*, **46**(9), 25-29.
- CACCIOLA S.O., A.M. PENNINI, A. PANE, R. BUFFA, G. MAGNANO DI SAN LIO, 2003. *Phytophthora palmivora* un problema emergente nei vivai di piante ornamentali in Italia. In: Problemi fitopatologici emergenti e implicazioni per la difesa delle colture. Convegno AIPP, Sanremo (IM), 27-29 novembre 2003.

- DAVIDSON J.M., A.C. WICKLAND, H.A. PATTERSON, K.R. FALK, D.M. RIZZO, 2005. Transmission of *Phytophthora ramorum* in mixed-evergreen forest in California. *Phytopathology*, **95**, 587-596.
- ERWIN D.C., O.K. RIBEIRO, 1996. *Phytophthora* diseases world-wide. APS Press, St. Paul, MN, USA, 562 pp.
- GARBELOTTO M., P. SVIHRA, D.M. RIZZO, 2001. Sudden oak death syndrome fells three oak species. *California Agriculture*, **55**, 9-19.
- GULLINO C., M.C. GAROFALO, F. MORETTI, G. GIANNETTI, E. MAINETTI, 2003. Rinvenimento su rododendro di *Phytophthora ramorum*. *L'Informatore Agrario*, **49**(19), 87-89.
- HANSEN E.M., P.W. REESER, W. SUTTON, L. WINTON, N. OSTERBAUER, 2003. First report of A1 mating type in North America. *Plant Disease*, **87**, 1267.
- HARDHAM A.R., *Phytophthora cinnamomi*. *Molecular Plant Pathology*, **6**, 589-604.
- KIRK P.M., P.F. CANNON, J.C. DAVID, J.A. STALPERS, 2001. Dictionary of the fungi. CAB International, Wallingford, UK, 655 pp.
- MAGNANO DI SAN LIO G., A. BELISARIO, S.O. CACCIOLA, 1992. Il lentisco nuovo ospite di *Phytophthora cryptogea* Pethybr. et Laff. *Micologia Italiana*, **21**(1), 3-8.
- MINUTO A., M.L. GULLINO, P. TITONE, A. GARIBALDI, 2001. Influence of cultural practices on incidence of *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* causing root rot of lavender (*Lavandula officinalis* L.). *Phytopathologia Mediterranea*, **40**, 45-54.
- NARDI S., E. ROSSINI, A. BELISARIO, 2004. *Phytophthora palmivora* su pittosporo. *Clamer Informa*, **29**(5), 37-44.
- PARRINI C., C. NANNICINI, T. TURCHETTI, 1997. Osservazioni preliminari sui marciumi radicali di specie e di cultivar di *Chamaecyparis* in vivaio. *Informatore Fitopatologico*, **47**(9), 31-35.
- PODGER F.D., P.J. KEANE, 2000. Management of disease in native eucalypt forests and woodlands. In: Keane P.J., G.A. Kile, F.D. Podger, B.N. Brown (Eds), Diseases and pathogens of eucalypts, CSIRO Collingwood, Australia, 445-475.
- TSAO P.H., 1990. Why many *Phytophthora* root rots and crown rots of tree and horticultural crops remain undetected. *EPPO Bulletin*, **20**, 11-17.
- VETTRAINO A.M., G. NATILI, N. ANSELMINI, A. VANNINI, 2001. Recovery and pathogenicity of *Phytophthora* species associated with a resurgence of ink disease on *Castanea sativa* in Italy. *Plant Pathology*, **50**, 90-96.
- VETTRAINO A.M., A. BELISARIO, M. MACCARONI, A. VANNINI, 2003. Evaluation of root damage to English walnut caused by five *Phytophthora* species. *Plant Pathology*, **52**, 491-495.
- WESTE G., 1983. Population dynamics and survival of *Phytophthora*. In: Erwin D.C., et al., (Eds.), *Phytophthora* Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology, APS Press, St. Paul, MN, 237-257.
- ZENTMYER G.A., 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. Monogr. No. 10, APS Press, St. Paul MN., 96 pp.