

ALESSANDRO RAGAZZI\*, SALVATORE MORICCA\*

## *Pseudotsuga menziesii*: patogeni introdotti e di temuta introduzione

### INTRODUZIONE

*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (già *Pseudotsuga douglasii* Carr.) venne introdotta in Europa, con semi provenienti dalle regioni occidentali degli Stati Uniti, circa 140 anni orsono, divenendo una delle specie forestali esotiche più diffuse.

In Italia fu impiegata in impianti sperimentali nei primi anni del 1900 da Pavari, che ne aveva intuito, e poi accertato, le potenzialità di adattamento ai nostri ambienti; ciò è testimoniato sia dalla capacità della douglasia di rinnovarsi spontaneamente, sia dalle sue elevate produttività e velocità di accrescimento (Pavari, 1916; Nocentini, 2010).

Successivamente la douglasia si diffuse nell'area prealpina sino a raggiungere le propaggini meridionali della catena appenninica.

In Europa, e in Italia, sono presenti tre entità (Grossoni, com. pers.):

1) *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* (Mirb.) Franco (douglasia verde). Nelle sue zone di origine occupa la parte più occidentale (oceanica) dell'areale nordamericano.

2) *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Beissn.) Franco (douglasia glauca). Più volte è stata elevata al rango di specie, ma le sue differenze dalla prima non sono così rilevanti tassonomicamente da giustificare una separazione.

3) *Pseudotsuga menziesii* var. *caesia* (Schwer.) Franco. Era in dubbio se considerarla una varietà a sé oppure una forma ibrida fra *P. menziesii* var. *menziesii* e *P. menziesii* var. *glauca* in quanto si ritrova nella porzione più settentrio-

\* Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Sezione di Patologia vegetale ed Entomologia, Università degli Studi di Firenze

nale, dove gli areali delle due varietà si sovrappongono. Oggi viene ritenuta una “forma” di *P. menziesii* var. *glauca*.

Pavari (1958) considerava l’ambiente climatico italiano addirittura più favorevole alla piena affermazione della douglasia rispetto a quello delle sue aree di origine (fondamentalmente Oregon, Washington, California) da cui, nei primi anni di introduzione in Italia, furono importati i semi.

Nei suoi scritti Pavari, oltre ad ampie e approfondite considerazioni di carattere ecologico e selvicolturale, fece cenno anche a due agenti patogeni defogliatori della douglasia: 1) *Rhabdocline pseudotsugae* Syd., che, come riferito anche da Biraghi nel 1954, aveva causato ingenti danni negli impianti di molti Paesi europei; e 2) *Phaeocryptopus gaeumanni* (T. Rohde) Petr., causa di moria del novellame di douglasia negli impianti di Tolmezzo (Udine); questo agente fu studiato successivamente da Stefanelli (1963) e da Biraghi (1964 e 1966).

I due microrganismi sono originari di alcuni stati occidentali del Nord America, ove, seppur presenti a livello endemico, danno origine, in determinate annate, a eventi epidemici.

Da tali aree, che sono anche le aree di origine della douglasia, potrebbero giungere in Europa, e quindi presumibilmente in Italia, nuove entità patogene, che si connoterebbero come “aliene”, e potenzialmente anche come “invasive”, capaci cioè di costituire biomasse consistenti e di diffondersi in modo pervasivo in tempi rapidi.

“Aliena” è considerata una entità (specie/subspecie o taxon di rango inferiore) che si diffonde oltre il proprio areale naturale e potenziale di diffusione. “Invasiva” è invece quella entità, aliena o anche autoctona, che inizia ad affermarsi e a espandersi in un territorio, causando danni talmente gravi da minacciare la biodiversità locale (Richardson et al., 2000; Woolhouse M.E.J. et al., 2005; Panconesi et al., 2014).

Le condizioni climatiche di molti Paesi europei, favorevoli alla affermazione della douglasia, potrebbero rivelarsi tali anche per i patogeni di questa essenza dei quali si teme l’introduzione, secondo le previsioni della European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO).

In questo scritto è stato nostro impegno riferire, dal punto di vista biologico, epidemiologico e gestionale, sui patogeni già noti della douglasia e su quelli a rischio di introduzione, considerando che si continua a importare legname soprattutto dagli Stati Uniti e in funzione della grande diffusione, a livello europeo, delle diverse varietà di *P. menziesii*. Tali varietà potrebbero essere esse stesse oggetto della aggressione da parte delle entità infettive introdotte e porsi come focolaio, inizialmente anche solo a livello endemico, dal quale però l’eventuale patogeno potrebbe raggiungere gli impianti italiani.

## PATOGENI ENDEMICI NON SPECIFICI DELLA DOUGLASIA

In Italia, sono presenti, a livello endemico, alcuni patogeni, agenti di carie e di marciume radicale, che aggrediscono anche le piante di douglasia.

*Armillaria* spp.

Agente del Marciume radicale fibroso

Basidiomycota, Agaricales, Physalacriaceae

Patogeno ubiquitario, del quale si conoscono diverse specie, alcune delle quali attaccano anche le conifere e tra queste la douglasia: *Armillaria cepistipes* Velen, *A. gallica* Marxm. et Romagn., *A. mellea* (Vahl) P. Kumm., *A. obscura* (Schaeff.) Herink, *A. ostoyae* (Romagn.) Herink.

Determina sintomi aspecifici che consistono in diffuse clorosi, spesso interessanti l'intero apparato fogliare, arrossamenti, necrosi, defogliazioni, ridotte dimensioni dei getti. Ne consegue morte dell'intera pianta. *Armillaria* spp. differenzia, sotto la corteccia delle parti infette, un ricco feltro miceliare biancastro; al quale segue la comparsa di rizomorfe, scure, spesso avvolgenti le radici e la base del fusto, a livello sotto corticale.

Si tratta di un microrganismo edafico che sopravvive anche in forma saprofitaria a carico della sostanza organica che si trova nel suolo, ove si diffonde tramite le rizomorfe.

In annate umide e in caso di processi infettivi importanti, il patogeno dà origine, alla base della pianta, ai basidiomi di color miele, nel caso di *A. mellea*, dal cui imenio fertile sottostante vengono emesse le basidiospore che contribuiscono alla diffusione del patogeno.

Si consiglia un attento monitoraggio del soprassuolo, con eliminazione delle piante infette, ponendo attenzione alla potenziale presenza delle rizomorfe, il cui movimento nel terreno, dovuto alla attività meristemica del loro apice, può essere interrotto scavando una trincea profonda 70-80 cm. Applicazioni di sali di rame al terreno rallentano il processo infettivo e ostacolano l'attivazione di eventuali residui del patogeno.

*Heterobasidion annosum sensu stricto* (Fr.) Bref.

Agente del Marciume radicale delle conifere

Basidiomycota, Russulales, Bondarzewiaceae

Agente patogeno ampiamente diffuso nei soprassuoli a conifere della no-

stra Penisola. Il processo infettivo inizia a carico dell'apparato radicale, dal quale il microrganismo raggiunge la ceppaia e il fusto; dalle radici, destinate a morte, tramite anastomosi, si diffonde alle piante sane limitrofe.

Su douglasia, abete bianco e abete rosso, il microrganismo porta a morte la sezione inferiore delle radici. All'interno del fusto la colonizzazione prosegue sino a circa 6 m. di altezza, determinando carie, alla quale corrisponde, in esterno, uno stato generalizzato di sofferenza; tali alterazioni possono comportare lo sradicamento della pianta.

Alla base delle piante, in periodi umidi, si differenziano i corpi fruttiferi, crostosi o a mensola, di colore biancastro; dall'imenio fertile sottostante si distaccano le basidiospore che portano l'infezione sulle ceppaie rimaste in bosco.

La douglasia, identificata un tempo come *Pseudotsuga douglasii*, era considerata resistente a *H. annosum*, e il suo impiego era raccomandato al posto dell'abete bianco (Moriondo, 1967).

Morie di douglasia, determinate dall'azione di *H. annosum*, furono invece segnalate, in varie parti d'Italia, a partire dal 1975-78 (Intini e Tocci, 1979; Farina et al., 1990; Mugnai et al., 1992).

Capretti (2005) ha poi chiarito che *Heterobasidion annosum sensu stricto*, capace di infettare il pino, aggredisce anche la douglasia; mentre *Heterobasidion abietinum*, ampiamente presente a Vallombrosa (FI), specializzato verso l'abete bianco, non attacca *Pseudotsuga* spp.

Sono sconsigliati gli impianti puri in terreni ex-coltivi o pascolativi. La superficie delle ceppaie può essere protetta, subito dopo il taglio, attraverso il trattamento (spennellatura) con una sospensione di spore di *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich, microrganismo saprofito che, colonizzando rapidamente la ceppaia, impedisce l'insediamento di *H. annosum*.

#### PATOGENI INTRODOTTI

In Italia sono da tempo noti i due microrganismi patogeni già ricordati nella introduzione *Rhabdocline pseudotsugae* e *Phaeocryptopus gaeumannii*.

*Rhabdocline pseudotsugae* Syd.

Ascomycota, Helotiales, Hemiphacidiaceae

*Rhabdocline* needle cast

Agente di defogliazione della douglasia

Patogeno biotrofo, introdotto dagli stati occidentali del Nord America, presente in Italia in popolamenti dell'Appennino settentrionale, dove, negli anni successivi alla sua introduzione, presumibilmente tra il 1960 e il 1965, si manifestò su *P. menziesii* var. *glauca* e *P. menziesii* var. *caesia* (oggi considerata una "forma"). *P. menziesii* var. *menziesii* è ritenuta infatti pressochè resistente.

Il processo infettivo è favorito da annate fresche e umide; le prime manifestazioni sintomatiche si osservano ad autunno inoltrato e consistono nella comparsa di macchie color arancio a carico degli aghi, che tendono successivamente a divenire di colore viola scuro. A fine marzo/inizio di aprile, in corrispondenza delle macchie, inizia la maturazione degli ascomi che in maggio/giugno erompono, lacerando l'epidermide, sulla pagina inferiore degli aghi, assumendo un intenso color rosso arancio. Il patogeno emette le ascospore nelle giornate umide, a primavera inoltrata; ne consegue una pesante defogliazione durante i mesi estivi.

Si suggerisce di privilegiare gli impianti misti, con bassi sestri di impianto, e di utilizzare la douglasia verde, resistente. (Bonifacio et al., 1970; Moriondo, 1970, 1971, 1972; Moriondo et al., 2006).

*Phaeocryptopus gaeumannii* (T. Rohde) Petr.  
Ascomycota, Dothideales, Dothioraceae

Swiss Needle Cast  
Agente di defogliazione della douglasia

Originario del Nord America, questo patogeno ha prodotto, nei tempi successivi alla sua introduzione in Italia (si sospetta il periodo tra il 1952 e il 1955), danni di una certa rilevanza sul novellame di douglasia verde in Carnia e, in modo meno grave, negli impianti sull'Appennino settentrionale.

Favorito da annate fresche e umide, causa infezioni generalmente durante i mesi di maggio e giugno per porsi in latenza negli aghi e per manifestarsi circa dopo 12 mesi, allorchè gli ascomi, piccole sfere di color nerastro, emergono dagli stomi. La sua pericolosità è in relazione alla persistenza, anche di due anni, delle fruttificazioni e alla elevata capacità sporulativa. La defogliazione avviene in genere dopo tre anni dalla prima infezione.

Si consiglia di evitare gli impianti di douglasia verde in aree soggette frequentemente a periodi ad alta umidità.

## PATOGENI DI TEMUTA INTRODUZIONE

La EPPO classifica gli organismi a rischio di introduzione (o introdotti, ma presenti a livello endemico, in aree momentaneamente circoscritte) nei Paesi dell'Unione Europea in apposite "liste" che aggiorna continuamente. Per quanto riguarda la douglasia, dalle schede EPPO, si evince quanto segue:

- Lista A1 (organismi assenti nell'area EPPO): *Ophiostoma wageneri*, agente di tracheomicosi; *Phellinus weirii*, agente di carie; *Arceuthobium douglasii*, pianta parassita.
- Lista A2 (organismi nocivi presenti in alcuni Paesi EPPO): *Phytophthora ramorum*, agente di marciume radicale, presente in Italia su rododendro e viburno; *Gibberella circinata*, agente di cancro, segnalato in Italia su pino domestico e pino d'Aleppo; *Botryosphaeria laricina*, agente di disseccamento rameale; *Melampsora medusae*, agente di ruggine.
- Lista di allerta (organismi nocivi che presentano un rischio di diffusione nei Paesi membri): *Mycosphaerella pini*, agente di necrosi fogliare.

*Ophiostoma wageneri* (Goheen & F.W. Cobb) T.C. Harr

Anamorfi: *Leptographium wageneri* (Kendrick) M.J. Wingfield var. *ponderosum* e *Leptographium wageneri* var. *pseudotsugae* T.C. Harr. et F.W. Cobb  
*Ascomycota*, *Ophiostomatales*, *Ophiostomataceae*

Black Stain Root Disease (BSRD)

Agente di Tracheomicosi del pino e della douglasia

Il patogeno, originario degli stati occidentali del Nord America, inserito nella Lista A1 della EPPO, ha tra gli ospiti di una delle sue due forme anamorfiche, *Leptographium wageneri* var. *pseudotsugae* T.C. Harr. et F.W. Cobb, specifico per le piante di douglasia. L'altra varietà, *Leptographium wageneri* (Kendrick) M.J. Wingfield var. *ponderosum*, attacca *Pinus contorta*, *P. edulis*, *P. jeffreyi*, *P. monophylla* e *P. ponderosa*.

Ha come habitat naturale il terreno, ove vive saprofiticamente. I primi organi a essere infettati sono le radici, delle quali invade lo xilema, risalendo lungo il fusto, dando luogo a una colonizzazione di tipo vascolare.

I sintomi consistono in: clorosi generalizzata, appassimento, disseccamento degli agli e dei rametti, defogliazione, nonché morte della pianta, che nelle adulte sopraggiunge nell'arco di alcuni anni, mentre nelle giovani e nei semenzali avviene in pochi mesi. Nel fusto, sino al colletto e

alle prime radici, si possono osservare, lungo i fasci vascolari, estesi imbrunimenti.

L'evasione dall'ospite avviene tramite vettori, quali gli scolitidi *Hylastes macer* Le Conte e *H. nigrinus* (Mannerheim); in particolare, vettori del patogeno presente su douglasia sono i curculionidi *Steremnius carinatus* (Boheman) e *Pissodes fasciatus* Le Conte.

I processi infettivi su *Pinus ponderosa* e su *Pseudotsuga menziesii* in Nord America sono estremamente gravi; in Europa si teme possano subire attacchi devastanti gli impianti di *Pinus ponderosa* e *P. sylvestris*, ma anche di *P. nigra*, in virtù della presenza di alcune specie entomatiche, afferenti al genere *Hylastes*, potenziali vettori (Webber e Hansen, 1990).

La EPPO raccomanda un attento e continuo monitoraggio degli impianti esistenti delle specie suscettibili, nonché l'ispezione delle piante e del legname importati dal Nord America.

*Phellinus weirii* (Murrill) Gilb.

*Ascomycota, Hymenochaetales, Hymenochaetaceae*

Laminated root and butt rot

Agente del Marciume lamellare della douglasia

*Phellinus weirii*, patogeno fungino collocato nella Lista A1 della EPPO, è particolarmente virulento su douglasia; attacca comunque anche alcune specie di abete, cipresso, larice e pino.

È diffuso in Cina, Giappone, Canada e in molti stati occidentali del Nord America, luoghi di origine della douglasia e dove ha provocato ingenti danni.

In Europa, secondo la EPPO, potrebbe infettare le piante di douglasia e anche altre specie di conifere.

È un tipico abitante del terreno dove si mantiene vitale per lunghi anni a carico di materiale legnoso in decomposizione. I semenzali di douglasia e le piante di 15-20 anni sono particolarmente sensibili, soprattutto nei periodi nei quali la temperatura oscilla da 24 a 26°C, anche se il microrganismo è attivo da 5 a 30°C. Il micelio avvolge le radici, sviluppandosi inizialmente in superficie, per poi penetrare e dare origine a processi cariogeni quasi totalmente a carico dell'apparato radicale; infatti la porzione di fusto interessata si limita ai primi 80-100 cm da terra. Attraverso le anastomosi radicali l'infezione si estende alle piante vicine.

A livello della chioma si osservano microfillia, clorosi e arrossamenti, tutti sintomi precursori di defogliazione, conseguenza della distruzione dell'appa-

rato radicale, che comporta infine la morte e la caduta a terra della pianta. Sulle radici infette e sulla porzione di fusto cariata, nei periodi umidi, si formano i basidiomi di colore marrone.

Le piante infette vanno spesso soggette a infezione da parte di *Armillaria* sp. e *Leptographium wageneri* var. *pseudotsugae*.

La EPPO raccomanda di controllare la sanità di semi e piantine di douglasia di importazione, di esigere la decorticazione o la disinfezione (secondo le procedure EPPO) dei tronchi provenienti da zone e/o Paesi infetti.

In caso di nuovi impianti, occorre tener presente che il patogeno è in grado di sopravvivere, nel soprassuolo che ha infettato, per 40-50 anni (Sturrock et al., 2006).

*Arceuthobium douglasii* Engelmann  
Angiospermae, Santalales, Santalaceae

Douglas-fir dwarf mistletoe  
Vischio nano della douglasia

*Arceuthobium douglasii* è una pianta parassita, inserita nella Lista A1 della EPPO, specifica della douglasia, anche se occasionalmente attacca alcune specie di *Abies* e, raramente, di *Picea*.

Tutti i vischi sono dioici, e hanno impollinazione entomofila. Le piante misurano dai 2 agli 8/9 cm, sono di colore marrone verdastro e hanno piccole ramificazioni a ventaglio. I fiori, pedunculati, si formano all'altezza degli internodi e si differenziano da aprile a giugno. I frutti, ovoidali, sono di colore verde oliva e misurano 3-5 x 1-2 mm, maturano a fine agosto/inizio di settembre. I semi vengono dispersi anche a lunghe distanze dai volatili, la germinazione è favorita da alti valori di umidità.

Il sistema radicale del vischio assume nella pianta parassitizzata comportamento endofitico e può così sopravvivere per lunghi anni, producendo nuovi elementi propagativi che ampliano la zona colonizzata. I primi sintomi consistono in un ingrossamento del punto di infezione, che va ad assumere un aspetto fusiforme. Infezioni ripetute e numerose avvolgono i rami della douglasia, con conseguente disseccamento (Tinnin et al., 1999).

La EPPO ha vietato l'importazione di piante di douglasia, ma non dei semi, dal continente nord americano. Nel caso di impianti infetti si consiglia di procedere al taglio delle piante contaminate, al fine di evitare che le infezioni si manifestino anche negli anni successivi.



*Phytophthora ramorum* S. Werres, de Cock et W.A.Man in t'Veld.  
*Chromista, Oomycota, Peronosporale, Peronosporaceae*

### Sudden Oak Death

Agente della Morte improvvisa della quercia

*Phytophthora ramorum* è un microrganismo particolarmente virulento, identificato per la prima volta su piante di *Rhododendron* sp. e *Viburnum* sp. nel 1993 in Germania e in Olanda (Werres et al. 2001) e inserito nella Lista A2 della EPPO. Il parassita, afferente al Regno “Cromista”, infetta, tra le latifoglie arboree di carattere forestale, prevalentemente piante del genere *Quercus*, anche se è stato reperito su castagno, faggio, frassino, ippocastano, magnolia e altre specie minori. Su conifere è stata osservata, negli Stati Uniti, su *Sequoia sempervirens* e *Pseudotsuga menziesii*; in Europa ha devastato negli ultimi anni gli impianti artificiali di larice giapponese (*Larix kaempferi*) nel Regno Unito (Webber et al., 2010). Estremamente sensibili sono anche camelia, corbezzolo, alloro, rododendro, viburno, ecc., che vengono considerati “ospiti-ponte”, in quanto da questi il cromista potrebbe passare sulle piante arboree forestali.

Il parassita ha inferito particolarmente in alcuni stati del Nord America, tanto da guadagnarsi l'appellativo di agente della “Sudden Oak Death” (Morte improvvisa della Quercia). In Europa è stato rinvenuto in Belgio, Croazia, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Lituania, Olanda, Norvegia, Polonia, Regno Unito, Repubblica Ceca, Serbia, Slovenia, Spagna, Svizzera, Svezia, prevalentemente su viburno e rododendro.

In Italia ha fatto la sua comparsa nel 2002, su piante di rododendro allevate in vivaio, nel piemontese (Gullino et al., 2003), per essere poi nuovamente segnalato per gli ingenti danni causati su *Viburnum tinus* in alcuni vivai in provincia di Pistoia (Ginetti et al., 2013).

Il microrganismo, sulle specie arboree, ha la capacità di infettare sia il tessuto floematico che quello cambiale (strati più esterni), dando origine a necrosi e cancri lungo tutto il fusto. I sintomi vengono prodotti sia in senso acropeto, per via dell'abilità del microrganismo di diffondersi dalle radici, o dal colletto, verso l'alto, che in senso basipeto, tramite infezioni che dalle porzioni aeree della chioma si dipanano verso il basso sulla corteccia dei rami o del tronco. In corrispondenza delle necrosi si osserva, sull'esterno della corteccia, un essudato mucillagginoso. I sintomi descritti, per il loro aspetto, assumono una particolare denominazione, si parla infatti di “lesioni sanguinanti” (bleeding lesions) o “cancri sanguinanti” (bleeding cankers) a

causa della tipica colorazione rosso sangue del cambio, visibile scortecciando la pianta a livello della lesione cancerosa, e dell'essudato che fuoriesce da esso (Ginetti et al., 2015).

Su rododendro e viburno i sintomi più evidenti consistono nella comparsa di maculature brune e necrosi a livello fogliare, avvizzimento dei germogli con ripiegamento degli stessi "a uncino" e presenza di striature di colore bruno lungo il fusto, apprezzabili dopo scortecciamento anche a livello cambiale.

*P. ramorum* ha come habitat naturale il terreno dove si conserva per mezzo delle clamidospore e delle oospore e dove infetta le radici, attraverso le quali risale al fusto e ai rami dando luogo ai processi necrotici descritti. Le infezioni avvengono a temperature ideali per lo sviluppo delle clamidospore, la formazione e l'apertura degli sporangi e la germinazione delle zoospore e sono comprese tra 16-18 e 20-22°C.

Sono conosciuti due ceppi, uno definito "americano" e l'altro "europeo". Il primo attacca piante afferenti alle famiglie delle *Aceraceae*, *Amamelidaceae*, *Ericaceae*, *Fagaceae*, *Hippocastanaceae*, *Lauraceae*, *Pinaceae*, *Rosaceae*, *Taxodiaceae*. Il secondo infetta piante afferenti alle seguenti famiglie: *Caprifoliaceae*, *Ericaceae*, *Fagaceae*, *Taxaceae*, *Theaceae*. Ambedue i ceppi sono stati segnalati in entrambi i continenti, con il rischio, se si dovessero ibridare, di comparsa di genotipi più virulenti. L'Unione Europea, nel tentativo di contrastare e rallentare il diffondersi della malattia, ha adottato la decisione 2002/757/CE del 19 settembre 2002 "Misure fitosanitarie provvisorie di emergenza volte a impedire l'introduzione e la propagazione nella Comunità di *P. ramorum*", successivamente modificata con le decisioni 2004/426/CE del 29 aprile 2004 e 2007/201/CE del 27 marzo 2007, che impongono misure di profilassi e controllo. Queste norme prescrivono: 1) l'ispezione di piante e legname di specie sensibili a *P. ramorum* al momento dell'ingresso nei Paesi membri; 2) la possibilità di introdurre nel territorio comunitario piante sensibili e legname provenienti dagli Stati Uniti solo se rispondenti alle misure fitosanitarie d'emergenza e, comunque, dopo aver superato l'ispezione al punto d'ingresso; 3) la possibilità per le piante di *Viburnum* spp., *Camelia* spp., *Rhododendron* spp., a esclusione di *Rhododendron simsii* Planch, e a eccezione delle sementi, provenienti da zone in cui non è nota la presenza dell'organismo nocivo, di essere introdotte all'interno del territorio della Comunità solo se munite di passaporto fitosanitario.

Risultano poi fondamentali i controlli da parte dei Servizi Fitosanitari per individuare la presenza di eventuali focolai, con distruzione, in caso di rilevamento del patogeno, di tutte le piante infette o sensibili entro un raggio di 20 metri dai soggetti infetti. In caso di piante allevate in contenitori è necessario sterilizzare anche il terreno presente nei vasi e gli stessi contenitori. Le piante

colpite non devono essere interrare in quanto non è certo se le clamidospore vengano devitalizzate durante il processo di distruzione (Ginetti et al., 2015).

La legge impone anche misure specifiche per evitare la diffusione del patogeno dopo la sua prima segnalazione in un determinato Paese: durante i primi due anni dall'individuazione di piante infette è fatto obbligo di evitare di piantare, trapiantare o depositare specie sensibili nelle zone interessate; qualora ci fossero piante di specie sensibili entro un raggio di 10 metri, occorre effettuare almeno due ispezioni durante i tre mesi successivi al ritrovamento.

*Gibberella circinata* Nirenberg et O'Donnell

Anamorfo: *Fusarium circinatum* Nirenberg et O'Donnellu  
Ascomycota, Hypocreales, Nectriaceae

Pitch canker

Agente del Cancro resinoso del pino

Il microrganismo, inserito nella Lista A2 della EPPO, è originario degli Stati Uniti, probabilmente California; si è poi diffuso in Asia: Filippine, Giappone, Iraq, Korea; Africa: Sud Africa, Tanzania; Centro America: Haiti, Honduras; Sud America: Cile; Oceania: Australia.

È presente in Spagna e, dal 2007, in Italia; è stato infatti segnalato in impianti di *Pinus pinea* e *P. halepensis* in provincia di Foggia. Sensibili sono anche *P. radiata* e *P. strobus* (Carlucci et al., 2007). Infezioni artificiali effettuate negli Stati Uniti hanno permesso di accertare la suscettibilità di *P. menziesii*.

La malattia, determinata dall'anamorfo (il teleomorfo *Gibberella circinata* non è mai stato trovato in natura, ma ottenuto solamente in laboratorio) interessa i getti, i rami, il fusto e l'apparato radicale.

Il primo sintomo osservabile consiste in un ingrossamento dei tessuti infetti, dovuto alla secrezione di ormoni da parte del patogeno. Gli organi attaccati manifestano lesioni fusiformi, dalle quali fuoriesce un abbondante essudato resinoso. Il tessuto xilematico è sede elettiva e una volta che viene aggredito ne consegue la variazione di colore degli aghi, dal giallo al rosso, e successiva filloptosi. L'infezione procede verso la base della pianta, destinata a morte.

Il patogeno si conserva nel terreno con microconidi, macroconidi e clamidospore. Viene disseminato dalle acque che circolano in superficie e nel terreno, ma soprattutto attraverso semi infetti e insetti vettori dei generi *Ips* e *Pityophthorus*. Il processo infettivo è favorito da temperature miti e da alta umidità.

Alcuni sintomi sono aspecifici e possono indurre a diagnosi errate, poiché anche *Atropellis pinicola* Zeller et Goodd induce una sintomatologia simile, tuttavia quest'ultima determina un marcato imbrunimento dei tessuti legnosi.

La EPPO raccomanda di controllare semi, sementali e legname provenienti da regioni ove il patogeno è presente. Nel caso di comparsa di infezioni, le piante attaccate vanno immediatamente eradicare e bruciate sul posto.

*Botryosphaeria laricina* (K. Sawada) Y. Zhong  
Ascomycota, Botryosphaeriales, Botryosphaeriaceae

Shoot blight of larch

Agente del Disseccamento dei germogli del larice

Il microrganismo, inserito nella Lista A2 della EPPO, è originario delle regioni asiatiche, dove è presente in Cina, Giappone e Korea. Si è poi diffuso ad alcune aree della Russia orientale.

Ospite principale è il larice. Le specie più suscettibili sono *L. decidua*, *L. laricina* e *L. occidentalis*; mentre *L. eurolepis* e *L. leptolepis* mostrano una resistenza intermedia. Resistenti sono *L. gmelinii* e *L. olgensis* var. *koreana*. L'unico altro ospite trovato in natura è *P. menziesii* var. *menziesii*.

La suscettibilità delle piante perdura per molto tempo, da giugno sino a settembre. I primi sintomi consistono in una cospicua decolorazione degli aghi dell'anno, mentre gli aghi più vecchi non vengono infettati. Segue il disseccamento dell'apice dei germogli e la caduta delle foglie che erano, dopo l'ingiallimento, imbrunite; mentre le foglie più distali possono rimanere attaccate alla pianta durante tutto l'inverno. Sul fusto compaiono profonde lesioni longitudinali dalle quali emergono i corpi fruttiferi che sporulano profusamente, contornati da un abbondante flusso resinoso. Tali manifestazioni si osservano anche sul fusticino dei sementali.

La EPPO raccomanda a tutti i Paesi dell'Unione Europea di proibire l'importazione di piante o di parti di pianta di larice dall'Asia.

*Melampsora medusae* Thümen  
Basidiomycota, Pucciniales, Melampsoraceae

Poplar rust

Agente della Ruggine del pioppo

*Melampsora medusae* è stata inserita nella Lista A2 della EPPO in quanto

presente in Belgio, Francia, Portogallo e Spagna. Originaria del Nord America, si è diffusa in Asia: Giappone; Africa: Sud Africa, Zimbabwe; Nord America: Canada (dalla Columbia britannica sino alla Nuova Scozia), Messico; Sud America: Argentina (presenza dubbia), Bolivia, Brasile, Cile, Uruguay; Oceania: Australia, Nuova Zelanda.

Trattasi di un organismo eterotrofo che compie il suo ciclo su due ospiti: su pioppo (varie specie del genere *Populus*, specialmente *P. balsamifera*, *P. deltoides*, *P. nigra* var. *italica* e *P. tremuloides*) le fasi uredosorica e teleutosorica; e su conifere dei generi *Larix* spp., *Pinus* spp. e *Pseudotsuga* spp., le fasi picnidiosorica ed ecidiosorica.

Nei periodi umidi primaverili le basidiospore, emesse dai teleutosori formati sulle foglie di pioppo cadute a terra, infettano gli aghi delle conifere sui quali, nei mesi estivi, si differenziano, sulla pagina superiore, i picnidiosori e su quella inferiore gli ecidiosori. A fine estate/inizio autunno le ecidiospore portano l'infezione sul pioppo.

La formazione dei sori, su pioppo, è preceduta dalla comparsa, sulla pagina superiore delle foglie, di macchie giallastre. Le prime infezioni si hanno sulle foglie basali, successivamente sulle altre, destinate a necrotizzare e a cadere.

Gli aghi delle conifere ingialliscono e disseccano e vanno incontro a caduta; oltre a questi vengono infettati anche i giovani germogli e le pigne.

La EPPO raccomanda di non importare piante dalle zone dove il patogeno è presente, soprattutto di specie afferenti ai generi *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Populus*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*. Occorre inoltre procedere all'uso di pioppi resistenti (Manoela et al., 2007) ed evitare impianti di conifere suscettibili in vicinanza degli impianti di pioppo. Negli Stati Uniti, in vivaio, si effettuano trattamenti preventivi con ossicloruro di rame, oppure con triadimefon.

*Mycosphaerella pini* E. Rostrup

Anamorfo: *Dothistroma septospora* (G. Dorogine) Morelet

Ascomycota, Capnodiales, Mycosphaerellaceae

Red band needle blight

Agente del Disseccamento degli aghi del pino

*Mycosphaerella pini* è stata inserita nella Lista di allerta della EPPO data la sua presenza in alcuni Paesi europei, tra i quali l'Italia. È originaria dell'America centrale e si è poi diffusa in Asia: Brunei, Filippine, Giappone, India,

Korea, Nepal, Pakistan, Sri Lanka; Africa: Kenya, Malawi, Sud Africa, Tanzania, Uganda, Zambia, Zimbabwe; Nord America: Canada, California, Florida, Hawaii, Iowa, Idaho, Illinois, Maryland, Minnesota, Montana, Nebraska, Ohio, Oklahoma, Oregon, Virginia, Washington; Centro America e Caraibi: Costa Rica, Guatemala, Honduras, Jamaica, Nicaragua. Sud America: Argentina, Brasile, Cile, Colombia, Ecuador, Uruguay; Oceania: Australia, Nuova Zelanda.

Tra le piante suscettibili si ricordano alcune specie del genere *Pinus*, tra le quali, nell'ambito delle regioni EPPO: *Pinus canariensis*, *P. contorta*, *P. glauca*, *P. halepensis*, *P. muricata*, *P. nigra*, *P. ponderosa*, *P. radiata*, *P. sylvestris*, *P. taeda*. Ospiti sono anche *Larix decidua*, *Picea abies* e *Pseudotsuga menziesii*.

I primi sintomi si manifestano con la comparsa di macchie giallastre sugli aghi più vecchi. Tali macchie, allungandosi, divengono delle striature perpendicolari alle nervature, assumendo anche una colorazione rosso scuro. Su queste macchie si differenziano i corpi fruttiferi (acervuli) inizialmente biancastri, subepidermici, tendenti al colore nero (Muir e Cobb, 2005). Gli aghi infetti sono destinati a necrotizzare, con conseguente filloptosi, mentre rami e fusto disseccano rapidamente.

L'infezione è favorita da una temperatura di 18-20°C, anche se il patogeno rimane attivo in uno spettro più ampio (da 8 a 26°C); fondamentale è la presenza di un velo d'acqua. La disseminazione dei conidi avviene tramite pioggia, vento, insetti, semi o piante infetti.

La EPPO raccomanda di non importare piante di pino dalle zone ove il microrganismo ha determinato danno. In vivaio e nei giovani impianti si possono effettuare interventi con ossicloruro di rame, previa eliminazione dei semenzali infetti.

## CONCLUSIONI

L'attuale tendenza all'aumento termico che sta interessando l'Italia, e che rispecchia la situazione propria di quel "Climate change Hot Spot Zone" che è il bacino mediterraneo, favorirà l'affermazione di patogeni esotici ad *habitus* più termofilo o termotollerante, ma anche, nel tempo, degli ecotipi che meglio si saranno adattati alle mutate condizioni climatiche.

Per fronteggiare tale problema dobbiamo avvalerci rigidamente delle linee guida della EPPO:

- attento e continuo monitoraggio degli impianti di douglasia esistenti;
- altrettanto meticoloso monitoraggio degli impianti di conifere, vicini a quelli di douglasia, che potrebbero ospitare patogeni introdotti capaci di infettare anche *Pseudotsuga* spp.;
- controllo di semi, piantine e legname di douglasia di importazione;
- controllo delle piante e del legname delle conifere sensibili ai patogeni della douglasia importati dal Nord America;
- rigido controllo dell'effettuata decorticazione o disinfezione dei tronchi provenienti da Paesi o zone infetti;
- immediata eradicazione, mediante distruzione con il fuoco sul posto, delle piante trovate infette, al fine di circoscrivere i focolai iniziali ed evitare che le infezioni abbiano a ripetersi anche negli anni successivi;
- divieto di importare piante o parti di pianta di larice dall'Asia;
- uso di cloni di pioppo resistenti a *M. medusae*;
- effettuazione, in vivaio e nei giovani impianti, di interventi con ossicloruro di rame, previa eliminazione dei semenzali infetti.

In particolare, e in ottica preventiva, è consigliabile programmare una serie di azioni:

- ricostruzione, attraverso il DNA fingerprinting, dei *pattern* di ingresso e diffusione dei microorganismi fitopatogeni;
- studio della diversità microbica di un soprassuolo;
- studio del potenziale evolutivo delle entità patogene introdotte;
- costruzione di modelli di simulazione climatica, vegetazionale ed epidemica.

*Quanto sopra in funzione del potenziale rischio di introduzione, nel territorio della penisola italiana, di nuove entità infettive.*

*Fondamentali sono tuttavia alcune considerazioni, di natura fitosanitaria, in relazione alla attuale gestione selvicolturale perseguita in Italia.*

La prevalente utilizzazione, nei soprassuoli boschivi italiani, della douglasia verde, ad alta tolleranza verso *R. pseudotsugae*, ha evitato la comparsa di eventi infettivi importanti, diversamente da quanto successo in molti Paesi europei. Oltralpe, dove, nel tempo, si sono messe a dimora anche altre varietà, rivelatesi poi estremamente suscettibili al patogeno, si sono avuti invece danni rilevanti anche perché, rispetto alle zone di origine della douglasia (stati

occidentali del Nord America), le condizioni climatiche e la costituzione di impianti puri coetanei hanno favorito il patogeno.

I popolamenti coetanei e quelli puri, unitamente alla uniformità genetica, costituiscono un facile bersaglio per il parassita che può facilmente dar luogo a eventi epidemici. Sarebbe più opportuno impiegare la douglasia in impianti disetanei e misti onde ostacolare il movimento del patogeno nell'impianto e contribuire, al contempo, ad abbattere la massa di inoculo. Il patogeno non troverebbe infatti sempre e solamente l'ospite specifico, o la fase fenologica più suscettibile, sui quali dare inizio al processo infettivo, riprodursi e dai quali evadere per diffondersi nell'ambiente; le piante non-ospiti costituirebbero infatti un'efficace "barriera" contro la dispersione dei propaguli infettivi.

È da tenere inoltre in considerazione, da un punto di vista fitosanitario, la questione relativa alla consociazione con altre specie. Infatti, piante che hanno un accrescimento maggiore, rispetto alla douglasia, almeno nei primi 20-25 anni, quali, ad esempio, il larice europeo, andrebbero a ombreggiare le piante di douglasia. Le chiome delle piante di douglasia si verrebbero pertanto a trovare su un piano dominato e conseguentemente a subire gli effetti negativi dei maggiori valori di umidità atmosferica ivi prevalenti, che favorirebbero molti patogeni.

Pertanto, se da un lato sono consigliabili impianti misti, dall'altro occorre valutare l'utilizzazione di specie che non possano interferire con gli accrescimenti e lo stato fitosanitario della douglasia, salvo il prevedere opportuni diradamenti a precise scadenze. Si dovranno inoltre evitare nuovi impianti in prossimità di soprassuoli a pino, soprattutto laddove è presente in maniera massiccia *H. annosum sensu stricto*.

Attualmente, in Italia, gli impianti di douglasia hanno una densità pari a 800/1.000/1.500 piante a ettaro, valori più bassi rispetto agli impianti di altri Paesi europei. È bene mantenere tale densità, dal momento che densità maggiori favorirebbero la capacità infettiva e la diffusione da pianta a pianta dei microrganismi patogeni, che troverebbero, tra l'altro, condizioni di umidità a loro più confacenti.

Occorre inoltre considerare, in funzione della difficoltà della douglasia a chiudere gli stomi, che l'attuale trend climatico, con riduzione delle precipitazioni e incremento dei valori termici, rischia di causare alla pianta una ulteriore perdita di acqua che la indurrebbe in uno stato di stress fisiologico, situazione che avvantaggerebbe i patogeni opportunistici. Da questo punto di vista sembrerebbe pertanto che dovessero essere favoriti gli impianti a più alta densità.



Si impone pertanto un attento e meditato approfondimento della questione “densità” con l’obiettivo di individuare quella ottimale, che garantisca non solo una elevata resa produttiva, ma anche uno stato fitosanitario delle piante accettabile, che consenta loro di autodifendersi.

Moriondo (1970, 1972) suggeriva di preferire impianti puri e ad alta densità e di utilizzare la douglasia verde, resistente al più aggressivo dei due patogeni per primi introdotti in Italia: *R. pseudotsugae*, che si era rivelato devastante nelle piantagioni del Nord America e in alcuni Paesi europei.

La densità ha ovviamente una ricaduta importante sugli incrementi legnosi e quindi sulla resa, che al momento è massima, in Italia, tra i 40 e i 50 anni; lasciare gli impianti oltre tale età potrebbe significare doversi confrontare con piante dal rallentato/alterato metabolismo secondario, con conseguente ridotta produzione di quei fattori di difesa biochimici quali fenoli, flavonoidi, cumarine, terpeni ecc.

#### RIASSUNTO

Le condizioni climatiche di molti Paesi europei, favorevoli alla affermazione della douglasia, potrebbero rivelarsi tali anche per i patogeni dei quali si teme l’introduzione, secondo le previsioni della European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). Del resto, già negli anni attorno al 1920, fecero la comparsa, in Europa e in Italia, due specifici patogeni: *Rhabdocline pseudotsugae* e *Phaeocryptopus gaeumanni*.

Negli anni successivi *P. menziesii* var. *menziesii*, fondamentale utilizzata in Italia negli impianti, ha subito danni solamente da parte di *Heterobasidion annosum sensu stricto*; ma, in tempi non definibili, potrebbe andare incontro a processi infettivi innescabili da “parassiti alieni”, provenienti anche da altri continenti. Tra le “specie patogene aliene”, delle quali si teme l’introduzione, secondo la EPPO, per quanto riguarda la douglasia si ricordano:

Lista A1 (organismi assenti nell’area EPPO): *Ophiostoma wageneri*, *Phellinus weirii*, *Arceuthobium douglasii*. Lista A2 (organismi nocivi presenti in alcuni Paesi EPPO): *Phytophthora ramorum*, presente in Italia su rododendro e viburno. *Gibberella circinata*, segnalato in Italia su pino domestico e pino d’Aleppo; *Botryosphaeria laricina*, *Melampsora medusae*. Lista di allerta (organismi nocivi che presentano un rischio di diffusione nei Paesi membri): *Mycosphaerella pini*.

L’attuale tendenza all’aumento termico che sta interessando l’Europa e l’Italia favorirà l’affermazione dei patogeni alieni maggiormente termofili o termotolleranti, ma anche, nel tempo, degli ecotipi che andranno meglio ad adattarsi alle mutate condizioni climatiche.

Quale conseguenza dei primi processi infettivi, già negli anni ’70 del 1900, furono

sconsigliati gli impianti puri e ad alta densità, con il suggerimento di utilizzare la douglasia verde, considerata pressochè resistente a *R. pseudotsugae*.

Oggi, se da un lato siamo vincolati alle rigide norme della EPPO, dall'altro possiamo perseguire approcci innovativi: ricostruzione, attraverso il DNA fingerprinting, dei *pattern* di ingresso e diffusione dei microrganismi fitopatogeni; studio della loro diversità genetica; stima del potenziale evolutivo dei parassiti introdotti; sviluppo di accurati modelli previsionali; definizione di protocolli di monitoraggio permanente.

Fondamentale comunque sarà la gestione fitosanitaria (incluso il monitoraggio, preferibilmente permanente) degli impianti esistenti e dei nuovi, in relazione alle tecniche selvicolturali perseguite in Italia.

#### ABSTRACT

According to European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) forecasts, the climatic conditions favourable to Douglas fir in many European countries could prove suitable also to those pathogens whose possible introduction is feared. Already around the twenties of the last century, on the other hand, two pathogens specific of this tree species, *Rhabdocline pseudotsugae* and *Phaeocryptopus gaeumanni*, made their appearance in Europe and in Italy.

In subsequent years, *P. menziesii* var. *menziesii*, the species mainly employed in Italy in new plantations, was damaged only by *Heterobasidion annosum sensu stricto*. However, in an undefined time, this species could face new infectious processes induced by alien pathogens, which might also come from other continents. Concerning Douglas fir, among the alien pathogen species whose possible introduction is feared, in accordance with the EPPO, deserve to be mentioned:

A1 List (organisms absent from the EPPO region): *Ophiostoma wageneri*, *Phellinus weirii*, *Arceuthobium douglasii*. A2 List (pests present only in some EPPO countries): *Phytophthora ramorum*, present in Italy on *Rhododendron* and *Viburnum*. *Gibberella circinata*, reported in Italy on *Pinus pinea* and *P. halepensis*; *Botryosphaeria laricina*, *Melampsora medusae*. EPPO Alert list (harmful organisms posing a risk of spread in member countries): *Mycosphaerella pini*.

The current trend to warming that is affecting Europe and Italy will favour the more thermophilic or thermotolerant alien pathogens, but also, with the time, those ecotypes that will better adapt to a changing climate.

Following the first infectious processes, already in the 70s of the 1900, high density pure stands were not recommended and it was suggested to use green Douglas fir, which is resistant to *R. pseudotsugae*.

Today, if on one hand we are bound to the strict EPPO regulations, on the other hand we can pursue novel approaches: reconstruction, through DNA fingerprinting, of the introduction and dispersal pathways of plant pathogens; study of their genetic diversity; estimate of the evolutionary potential of introduced pathogens; development of accurate forecasting models; set up of permanent monitoring protocols.

Phytosanitary management (including monitoring, preferably permanent) of existing plantations and of new ones will be in any case fundamental, according to silvicultural techniques pursued in Italy.

## BIBLIOGRAFIA

- BERNETTI G. (1995): *Selvicoltura speciale*, UTET, Firenze, pp. 415.
- BIRAGHI A. (1954): *Some important diseases of conifers in Italy*, «Plant Protection Bulletin», FAO, II, pp. 166-167.
- BIRAGHI A. (1962): *Della tutela fitosanitaria*, «Monti e Boschi», 11-12, pp. 550-554.
- BIRAGHI A. (1966): *L'importanza di Phaeocryptopus gaeumannii (Rohde) Petr.*, «L'Italia Forestale e Montana», 4, pp. 153-155.
- BONIFACIO A., MORIONDO F., TURCHETTI T. (1970): *Segnalazione di agenti defogliatori della douglasia*, «L'Italia Forestale e Montana», 25, pp. 271-275.
- CAPRETTI P. (2005): *Dalle abetine di Vallombrosa nuovi spunti per la ricerca in Patologia forestale*, «L'Italia Forestale e Montana», 2, pp. 217-220.
- CARLUCCI A., COLATRUGLIO L., FRISULLO S. (2007): *First Report of Pitch Canker Caused by Fusarium circinatum on Pinus halepensis and P. pinea in Apulia (Southern Italy)*, «Plant Disease», 91 (12), p. 1683.
- FARINA P., CAPRETTI P., MUGNAI L. (1990): *Gruppi intersterili di Heterobasidion annosum, osservazioni nella foresta di Vallombrosa*, «L'Italia Forestale e Montana», 5, pp. 348-360.
- FRATINI R., PELLEGRINO S., CAPRETTI P. (2006): *Valutazione tecnica e finanziaria dei danni provocati da Heterobasidion annosum in una piantagione di douglasia in Calabria*, «L'Italia Forestale e Montana», 3, pp. 209-212.
- GINETTI B., CARMIGNANI S., RAGAZZI A., WERRES S., MORICCA S. (2013): *Foliar blight and shoot dieback caused by Phytophthora ramorum on Viburnum tinus in the Pistoia area, Tuscany, central Italy*, «Plant Disease», 98 (3), p. 423.
- GINETTI B., CARMIGNANI S., RAGAZZI A., MORICCA S. (2015): *Biological and epidemiological aspects of the quarantine pathogen Phytophthora ramorum*, «Italian Journal of Mycology», 44, pp. 18-30.
- GULLINO C., GAROFALO M.C., MORETTI F., GIANETTI G., MAINENTI E. (2003): *Rinvenimento su rododendro di Phytophthora ramorum*, «L'Informatore Agrario», 19, pp. 87-89.
- INTINI M., TOCCI A. (1979): *Morie di douglasia causate da Heterobasidion (Fomes) annosum (Fr.) Bref. in un impianto sperimentale a Vallombrosa*, «L'Italia Forestale e Montana», 2, pp. 55-60.
- MANOELA M., STEVEN G. R., MELLWAY R., WHITE R., HEATH M.C., BOHLMANN J., CONSTABEL C.P. (2007): *The Transcriptional Response of Hybrid Poplar (Populus trichocarpa x P. deltoids) to Infection by Melampsora medusae Leaf Rust Involves Induction of Flavonoid Pathway Genes Leading to the Accumulation of Proanthocyanidins*, «Molecular Plant-Microbe Interactions», 20 (7), pp. 816-831.
- MORIONDO F. (1967): *Le malattie infettive nei rimboschimenti*, «Annali dell'Accademia Italiana di Scienze forestali», 16, pp. 381-406.
- MORIONDO F. (1970): *Nuove malattie infettive della douglasia sull'Appennino*, «L'Italia Forestale e Montana», 1, pp. 36-38.
- MORIONDO F. (1972): *Nuove acquisizioni su Rhabdocline sp. in Nord America ed in Europa*, «L'Italia Forestale e Montana», 1, pp. 36-38.
- MORIONDO F., CAPRETTI P., RAGAZZI A. (2006): *Malattie delle piante in bosco, in vivaio e delle alberature*, Patron Editore, Bologna, pp. 1-238.
- MUGNAI L., CAPRETTI P., RADDI P. (1992): *Prove di inoculazione artificiale con Hetero-*

- basidion annosum *su abete bianco e altre conifere*, Atti del Convegno "Avversità delle abetine", Vallombrosa, 25-26 giugno 1992, pp. 55-60.
- MUIR J.A., COBB F.W. JR (2005): *Infection of radiata and bishop pine by Mycosphaerella pini in California*, «Canadian Journal of Forest Research», 35 (11), pp. 2529-2538.
- NOCENTINI S. (2010): *Le specie forestali esotiche: la sperimentazione di Aldo Pavari e le prospettive attuali*, «L'Italia Forestale e Montana», 65 (IV), pp. 449-457.
- PANCONESI A., MORICCA S., RAGAZZI A., DELLAVALLE I., TIBERI R. (2014): *Parassiti delle piante arboree forestali ed ornamentali. Specie introdotte e di temuta introduzione*, Patron Editore, Bologna, pp. 447.
- PAVARI A. (1916): *Studio preliminare sulle colture di specie forestali esotiche in Italia*, «Annali del Regio Istituto Superiore Forestale Nazionale», 1, pp. 159-379.
- PAVARI A. (1958): *La Douglasia verde in Italia*, «Monti e Boschi», 7-8, pp. 353-369.
- RICHARDSON D.M., PYŠEK P., CARLTON J.T. (2000): *A Compendium of Essential Concepts and Terminology In Invasion Ecology*, in *Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton*, 1st edition, edited by Blackwell Publishing Ltd, pp. 409-420.
- STEFANELLI A. (1963): *Dell'infezione di Phaeocryptopus gaemannii sulla douglasia in provincia di Udine*, «Monti e Boschi», 9, pp. 405-413.
- STURROCK R., ZEGLEN S., TURNER J. (2006): *Laminated Root Rot Forest Health Stand Establishment Decision Aid*, «Journal of Ecosystems and Management», 7 (3), pp. 41-43.
- TINNIN R.O., PARKS C.G.; KNUTSON D.M. (1999): *Effects of Douglas-Fir Dwarf Mistletoe on Trees in Thinned Stands in the Pacific Northwest*, «Forest Science», 45 (3), pp. 359-367.
- WEBBER J.F., HANSEN E.M. (1990): *Susceptibility of European and N.W. American conifers to the North American vascular pathogen Leptographium wageneri*, «European Journal of Forest Pathology», 20, pp. 347-354.
- WEBBER J.F., MULLET M., BRASIER C.M. (2010): *Dieback and mortality of plantation Japanese larch (Larix kaempferi) associated with infection by Phytophthora ramorum*, «New Disease Reports», 22, p. 19.
- WERRES S., MARWITZ R., MAN IN'T VELD W.A., DE COCK A.W.A.M., BONANTS P.J.M., DE WEEERDT M., THEMANN K., ILIEVA E., BAAYEN R.P. (2001): *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*, «Mycological Research», 105, pp. 1155-1165.
- WOOLHOUSE M.E.J., HAYDON D.T., ANTIA R. (2005): *Emerging pathogens: the epidemiology and evolution of species jumps*, «Trends in Ecology and Evolution», 20, pp. 238-244.