

Divisione
BASIDIOMYCOTA
(PARTE 3)

AGARICOMYCOTINA

Agaricomycetes

Agaricales

Cyphellaceae (***Chondostereum***)

Physalacriaceae (***Armillaria***)

Atheliales

Atheliaceae (***Athelia***)

Cantharellales

Ceratobasidiaceae (*Ceratobasidium*, ***Rhizoctonia***, *Thanatephorus*)

Hymenochaetales

Hymenochaetaceae (*Fomitoporia*, *Phellinus*)

Polyporales

Fomitopsidaceae (*Daedalea*)

Polyporaceae (*Trametes*)

Russulales

Bondarzewiaceae (***Heterobasidion***)

Stereaceae (*Stereum*, *Xylobolus*)

Atheliales. *Athelia rolfsii* (marciumi)

Cantharellales.

Parassiti facoltativi, simbionti di orchidee o lichenici

Basidiocarpi primitivi: strati di ife intrecciate con basidi portanti 2, 4, 6, 8

basidiospore (contro le 4 degli altri basidiomiceti). *Thanatephorus*

Gli **altri ordini** esibiscono **specie lignivore** (carie e marciumi radicali)

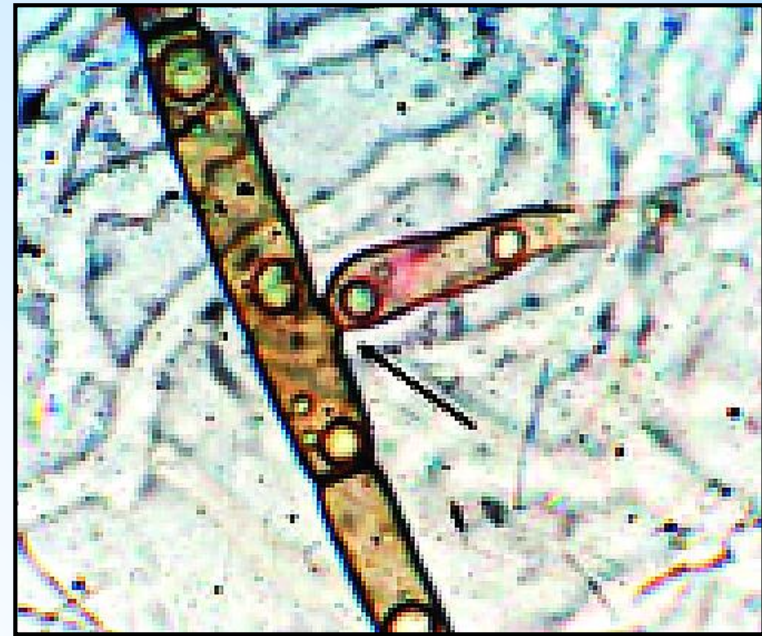
Ord. Cantharellales
Fam. Ceratobasidiaceae

Gen. *Thanatephorus*
T. cucumeris

forma pseudoscleroziale: *Rhizoctonia solani*
polinucleata (teleomorfosi molto rara)

- Saprofita molto competitivo, alta adattabilità, elevate capacità patogenetiche, polifagia (attacca oltre 200 specie): uno dei parassiti più dannosi per l'agricoltura.
- Micelio robusto, tendenzialmente brunastro, a sviluppo molto rapido, di tipo toruloide: nei punti di ramificazione, spesso ad angolo retto, si osserva un restringimento e subito dopo un setto.
- Pseudosclerozi piccoli (1 mm) o crostiformi (rimangono vitali fino a 6-7 anni)
- Ife multinucleate (quelle simili ma binucleate appartengono a *Ceratobasidium*)
- Ne esistono isolati non patogeni
- La penetrazione può essere diretta o indiretta a seconda degli isolati
- Capacità patogenetica favorita da temp > 21°C ma ostacolata da scarsa ossigenazione (*alto grado di saturazione idrica nel terreno sposta il patogeno verso l'alto: diminuisce marciume radicale e aumenta marciume del colletto*)

Gli isolati vengono classificati in gruppi di anastomosi (AG) non ben distinguibili morfologicamente e che esibiscono, ognuno di essi, una preferenza verso determinati ospiti vegetali (es.: L'AG3 per la patata e l'AG2 per le crucifere)



Colpisce

colletto e radici

foglie e frutti vicini al suolo

semi prima della germinazione

piantine in pre- e post-emergenza

Range termico: 0-30°C (disastrosa a 18-20°C con alta UR)

Alcune sindromi da *R. solani*

Moria delle piantine (solanacee, crucifere ecc.) in pre e post emergenza

Fil di ferro del cavolfiore (stelo necrotizzato ed annerito, soprattutto su piante giovani)

Marciumi basali (crucifere, lattuga)

Su patata:

1) **scabbia a croste nere** (danno superficiale confondibile con tracce di terreno)

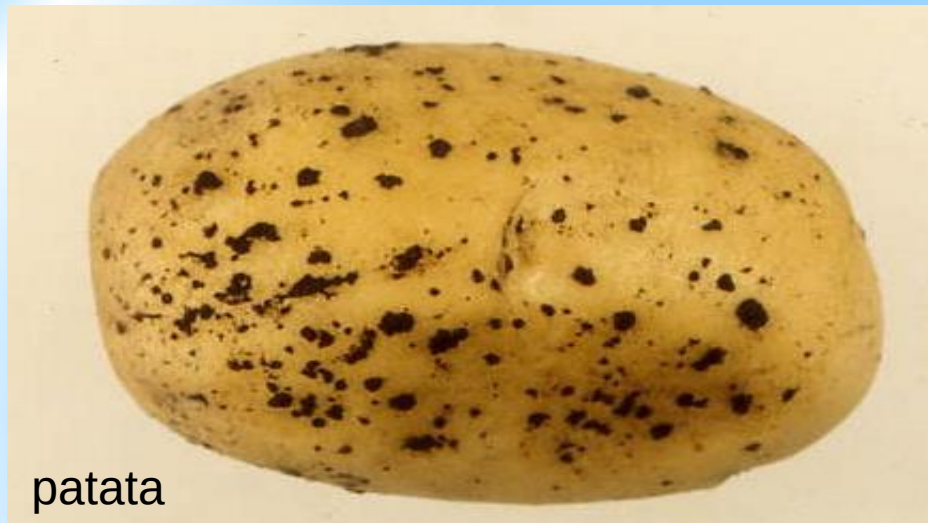
2) **sterilità agronomica del tubero** (necrosi germoglio in pre-emergenza)

3) **calzone bianco** (attacco più tardivo rispetto a 2): marciume colletto con feltro biancastro e talvolta con forma perfetta, morte parte soprastante

Marciume del colletto del garofano e di altre ornamentali (zonature brune concentriche, pianta disseccata, molto pericoloso in area vesuviana)

Marciume crateriforme della carota

Marciume dei frutti di pomodoro vicini al terreno (anche imbrunimento e strozzatura del colletto)

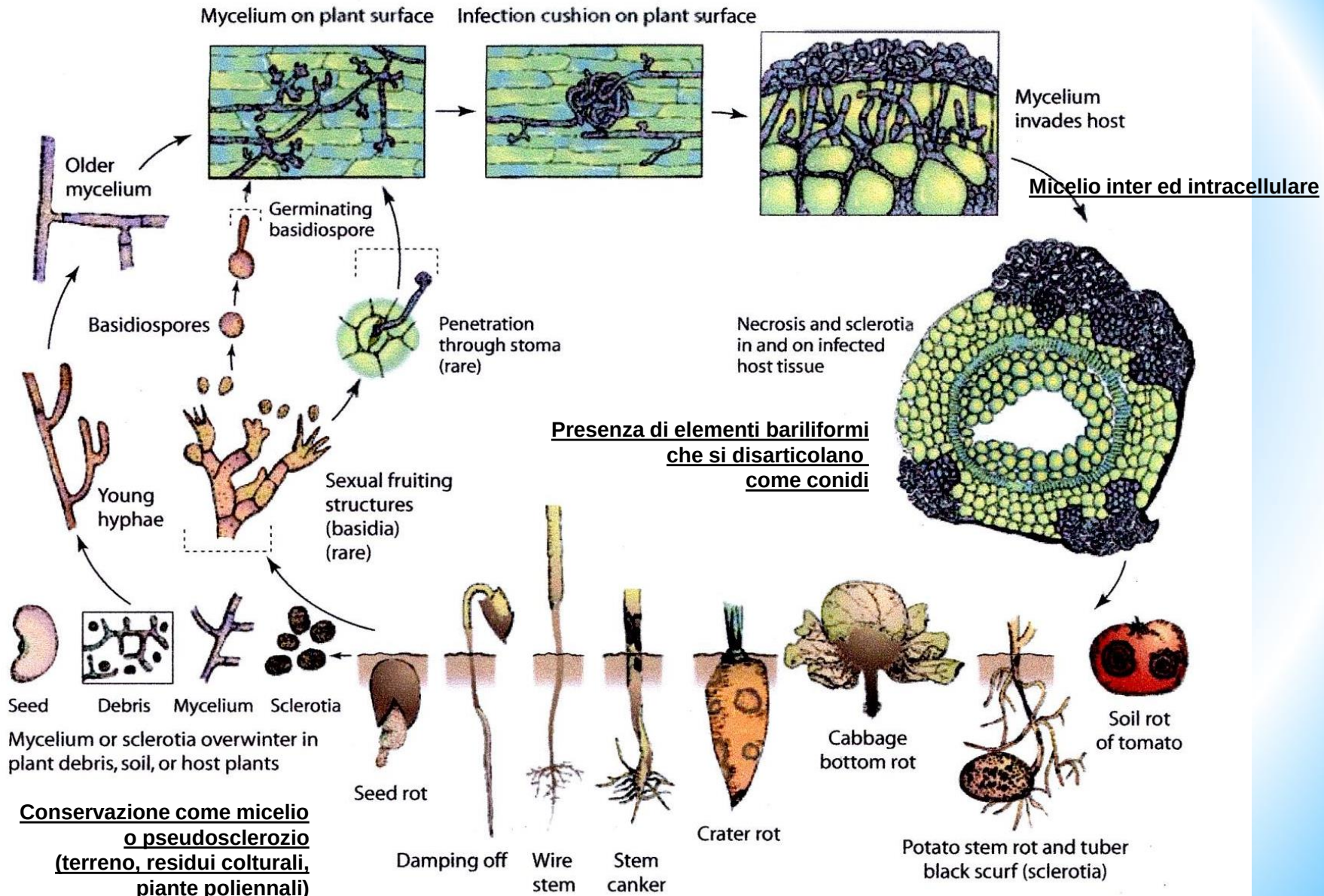


patata



garofano

Penetrazione diretta o per stomi



LOTTA ALLE RIZOTTONIOSI

Semine anticipate o posticipate per evitare contemporaneità di fasi più recettive della pianta con temperature più idonee al patogeno

Evitare rincalzatura (favorisce attacchi al colletto)

Solarizzazione

Disinfestazione chimica del terreno, utile soprattutto nei semenzai, con

- Fosfororganici: tolclofos-metile

Fungicidi selettivi al seme o al piede delle piante: tolclofos-metile, carbossina

Formulati commerciali a base di *Trichoderma*

su patata:

- Disinfestazione del terreno: solarizzazione + *Trichoderma*
- Utilizzo di ceppi competitori non patogeni di *Rhizoctonia* (es. ceppo BN160)
- Agenti di controllo biologico: *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*
(*Gliocladium virens*, *Verticillium biguttatum*)

LOTTA AL MARCIUME DEL COLLETO DEL GAROFANO

3 interventi:

- 1 - Sterilizzazione dei semenzai e delle serre
solarizzazione
prodotti chimici
solarizzazione + iprodione (distribuire iprodione
dopo solarizzazione perché termolabile).
- 2 - Immersione delle radici delle barbatelle
per 15h in:
 - iprodione (100 g p.a./hl)
 - tolclofos metile (100 g p.a./hl)trapianto dopo 6-7 h
- 3 - Dopo 15 giorni: trattamento con iprodione al pedale
delle piantine (1-2 g/m²)

Rhizoctonia fragariae

deperimento o collasso della fragola
(marciume delle radici)



Agaricomycetes, Agaricales, Atheliales, Atheliaceae

Athelia rolfsii – forma scleroziale: ***Sclerotium rolfsii***

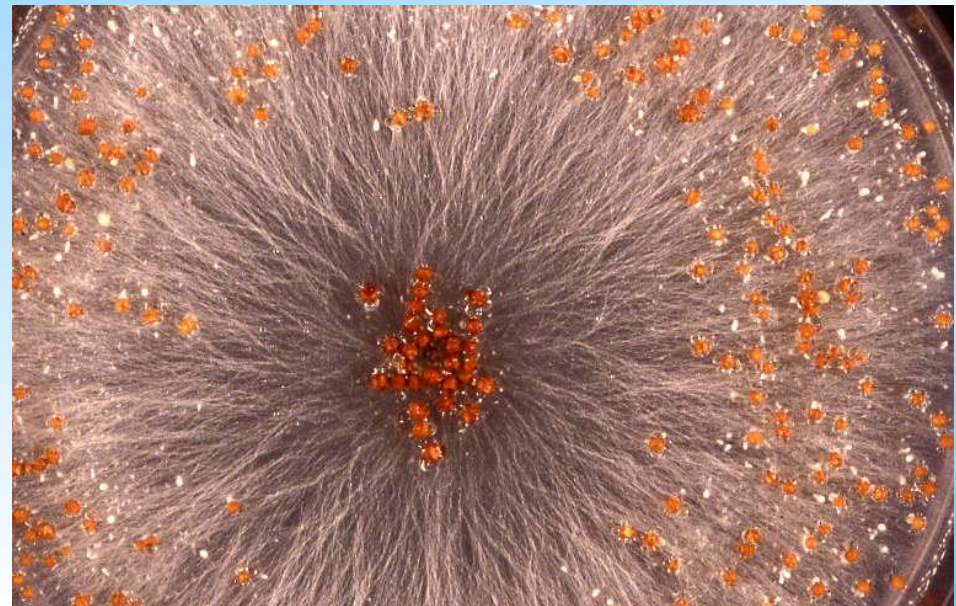
- estremamente polifago (su oltre 500 specie vegetali)
- forte produttore di acido ossalico (fino a pH 3-3.5: predilige terreni tendenzialmente acidi)
- ha bisogno di temperature molto elevate (20 / 30-33 / 37 °C)
- molto dipendente dalla presenza di ossigeno (non si approfondisce nel terreno)
- colpisce soprattutto bietola (marciume del fittone), canapa, pomodoro, peperone

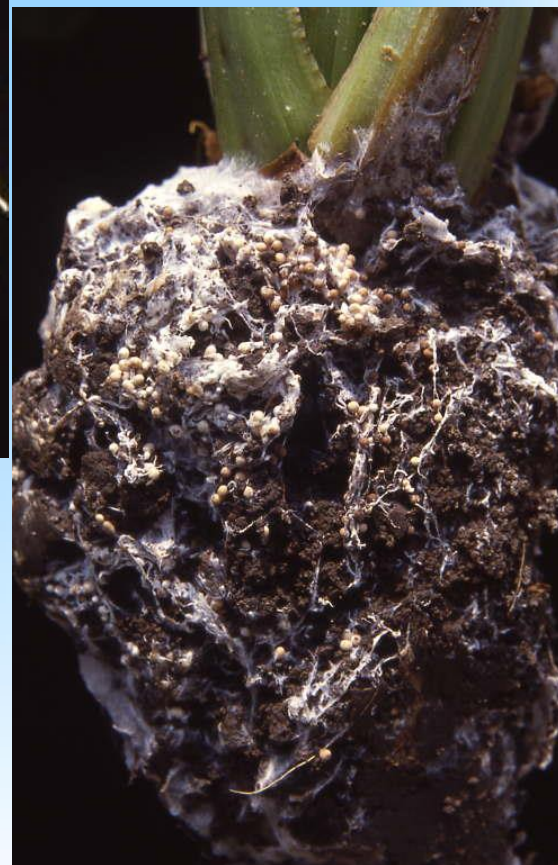
Alcune specie (es. grano) non vengono attaccate perché vengono coltivate in periodi in cui le temperature non consentono lo sviluppo del fungo (Sfuggita)

Crescita miceliare rapida

Conservazione: sclerozi

Penetrazione: diretta





Lotta

- Rotazioni con cipolla (estratti di bulbo e radici inibiscono germinazione)
- Lavorazioni profonde (profondità non idonee alla vitalità)
- Calcitazioni (pH neutri e subalcalini ostacolano lo sviluppo del fungo)
- Solarizzazione (risultati non eccellenti)
- Prodotti chimici: EBIs alla comparsa dei primi sintomi (solo con
convenienza economica: per lo più in colture protette)

Mal del piombo precoce parassitario dei fruttiferi (soprattutto drupacee)
da ***Chondrostereum purpureum*** (Agaricomycetes, Agaricales, Cyphellaceae)

Malattia vascolare

Penetrazione: ferite (fine agosto-settembre)

Sintomi:

foglie con riflessi plumbei (distacco epidermide)

lamina ondulata o lievemente bollata con frattura cartacea
imbrunimenti e necrosi settoriali del legno (tossine del fungo)



Segni:

basidiocarpi biancastri, crostiformi od a scodella
imenio basidioforo rosso-violacea e vellutato
solo su legno morto (intera pianta o singoli rami)

Possibile confusione con:

- mal del piombo tardivo (fisiopatia da alte temperature e carenza idrica / luglio-agosto, reversibile)
- mal del piombo da eriofidi (*Aculus cornutus*) ed emitteri
- mal del piombo virale (non in Italia)

Lotta

Protezione delle ferite con appositi mastici addizionati di fungicida di contatto
Eliminazione dei carpofori (in Gran Bretagna tale pratica è obbligatoria e va eseguita entro il 15 luglio)

Ai primi sintomi: *Trichoderma asperellum*,
T. harzianum, *T. gamsii*



CARIE DEL LEGNO

Struttura spugnosa o polverulenta del legno (tronchi, rami e radici)

Piante in piedi (rischio di caduta) o in legname accatastato o in opera.

Determinata per lo più da Basidiomycota (pochi Ascomycota)

Il legno di un albero può essere paragonato al cemento armato in cui:

cemento = lignina e pectina

ferro = fibre di cellulosa ed emicellulosa

- **Carie bianca*** (degradazione lignina / enzimi ligninolitici)
- **Carie bruna*** (degradazione cellulosa ed emicellulosa / enzimi cellulolitici e emicellulosolitici)
- **Carie molle** (degradazione contemporanea ma lenta di cellulosa e lignina → ammorbidimento degli strati superficiali del legno; da ascomiceti (vari *Xylaria*, *Herpotrichia*, *Alternaria*, *Pestalotia*, ecc.)

I tessuti legnosi attaccati perdono gradualmente tutte le caratteristiche:
odore, colore, peso, elasticità ecc.

* per approfondimento su differenze vedere oltre

Fattori predisponenti

Sensibilità della pianta

Alburno* o durame**

(esempio:

Stereum hirsutum solo su alburno

Daedalea quercina solo su durame)

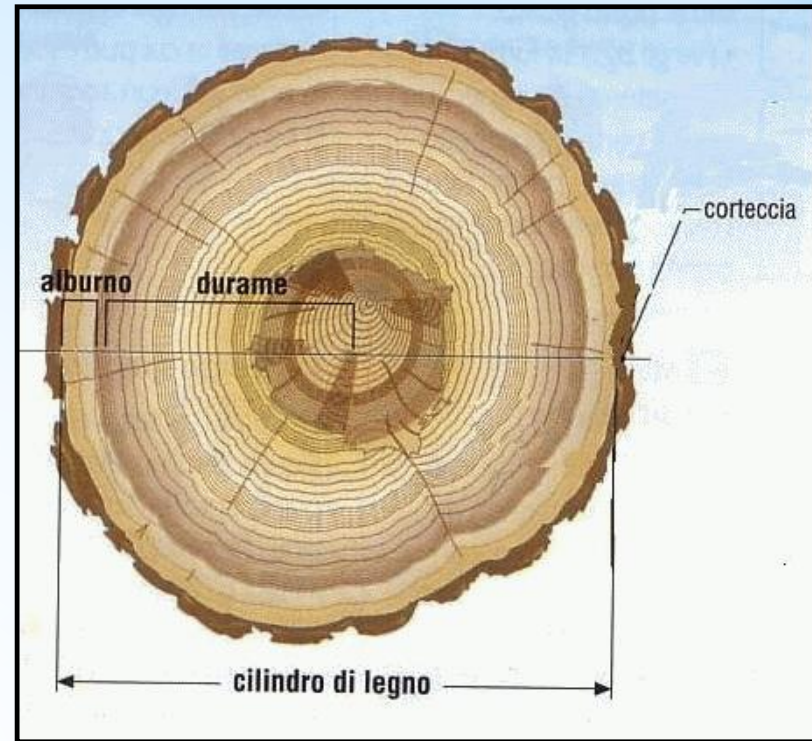
Umidità: 30-40%, min 20%

Presenza di O₂: sono quasi tutti aerobi

Presenza di CO₂: fino al 10% stimola,
poi inibisce i patogeni

* legno più giovane, subito sotto la corteccia, vi scorre la linfa

** legno più interno, funzioni di solo sostegno.



SINTOMATOLOGIA

Sintomi secondari: su chioma, aspecifici (deperimento, microfillia, seccumi di foglie e rami)

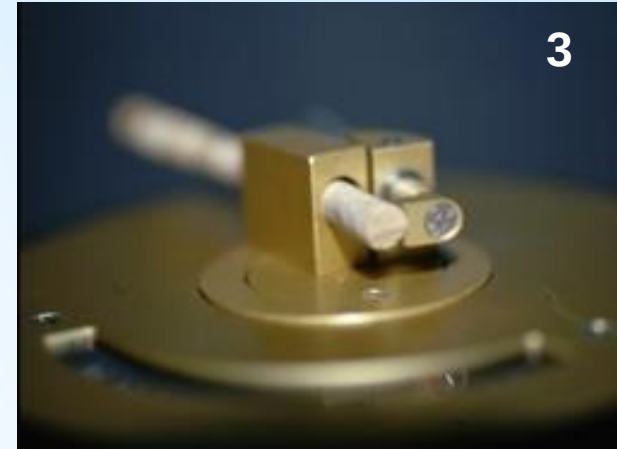
Sintomi primari: alterazioni del legno non osservabili all'esterno (soprattutto nella fase iniziale che può durare anche molti anni)

- necessaria diagnosi strumentale e/o molecolare
- diagnosi visiva: comparsa dei segni = carpofori dei funghi

Mezzi per la diagnosi di carie

Succhiello di Pressler (1) e Frattometro (2,3)

Prelievo di un campione fino a 50-60 cm di profondità con succhiello e valutazione della relativa resistenza con frattometro



Penetrometro o Resistograph (4)

Lo strumento è simile ad un trapano
con punta molto sottile
Penetra nella pianta e misura la resistenza
alla perforazione



N.B. In entrambi i casi si tratta di strumenti invasivi ed il foro praticato deve essere disinfettato e chiuso.

Raggi X e tomografia computerizzata (5-7)

Equivale ad una TAC in Patologia medica



5: Apparecchiatura



6: Radiografia



7: Legno sezionato

Cani da carie (come cane da tartufi)

Metodo molecolare

Estrazione di DNA da legno sospetto

Ibridazione con DNA di funghi di cui si sospetta la presenza

PRINCIPALI AGENTI DI CARIE DEL LEGNO

base del tronco e radici

Carie bruna: *Fistulina hepatica*,

Carie bianca: *Armillaria mellea*, *Ganoderma applanatum*, *Grifola frondosa*,
Heterobasidion annosum, *Meripilus giganteus*,

tronco e grossi rami

Carie bruna: *Daedalea quercina*, *Fomitopsis pinicola*, *Laetiporus sulphureus*

Carie bianca: *Chondrostereum purpureum*, *Fomes fomentarius*,
Kretzschmaria deusta, *Lenzites betulina*, *Pholiota aegerita*, *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus squamosus*, *Trametes versicolor*.

CARIE BIANCA

Attacco a lignina

Colorazione biancastra del legno.

Il legno conserva a lungo la propria elasticità (da fibrille di cellulosa, degradate per ultime e/o solo parzialmente).

La maggior parte delle specie agenti di questo tipo di carie appartengono ai *Basidiomycota* ordine *Polyporales*.



Agrocybe aegerita (pioppino) Basidiomicete
Carie bianca del pioppo e altre latifoglie
Ottima commestibilità



Pleurotus ostreatus (orecchietta) Basidiomicete
Coltivato per ottima commestibilità

Chondrostereum purpureum / Basidiomicete
molto pericoloso per drupacee →

Fomes fomentarius / Basidiomicete

Detto “*Fungo dell’esca*”, fino ai primi del 1900 infatti si usava per accendere il fuoco, dopo averlo tagliato a fettine e seccato (Ne hanno trovato residui nella cintura di Otzi, la mummia di 5.300 anni scoperta nel 1991 in Alto Adige)



Ganoderma applanatum
Basidiomicete
Carpofori anche oltre
60 cm di estensione ↓



Polyporus squamosus
Basidiomycete



Trametes versicolor / Basidiomycete



CARIE BRUNA

Solo da Basidiomiceti

Più frequente su conifere che su latifoglie.

La colorazione del legno appare bruno-rossastra

Attacco alle cellulose (resta una prevalenza di lignina e pectine)

Mentre le carie bianche sono più pericolose per le piante in piedi, le carie brune lo sono per il legname in opera

Su piante in piedi:

Fistulina hepatica ***Daedalea quercina***



CARIE BRUNA SU LEGNO IN OPERA

Serpula lacrimans

E' uno dei più pericolosi

Attacca legno di conifere e latifoglie, nonché tutti i materiali contenenti cellulosa
(carta, cartone, stoffa, ecc.).

Molto raro su piante in piedi.

Meruliporia incrassata, definita in USA 'The House Eating Fungus'



LOTTA

Piante in piedi

- limitare le ferite
- potature razionali e tempestive
- evitare ristagni di acqua sui tagli e alla base della pianta
- protezione delle grosse ferite con colla vinilica+ossicloruro di rame al 10%

Legno a terra o in opera

Lotta genetica: ricercare e preferire legni resistenti

Lotta fisica: stagionatura, uso di autoclavi

Lotta chimica: uso di prodotti efficaci

(solidi, liquidi o fumiganti): creosoto,
naftenato di rame, cloruro di zinco

Lotta biologica: uso di antagonisti specifici

Autoclave
per trattamenti del legno



Heterobasidion spp.

(Agaricomycetes, Russulales, Bondarzewiaceae)

Comprende specie tra le più pericolose per piante forestali (soprattutto conifere)

Causa marciumi radicali e carie del legno

- deperimento progressivo della chioma (anche molti anni) e morte della pianta

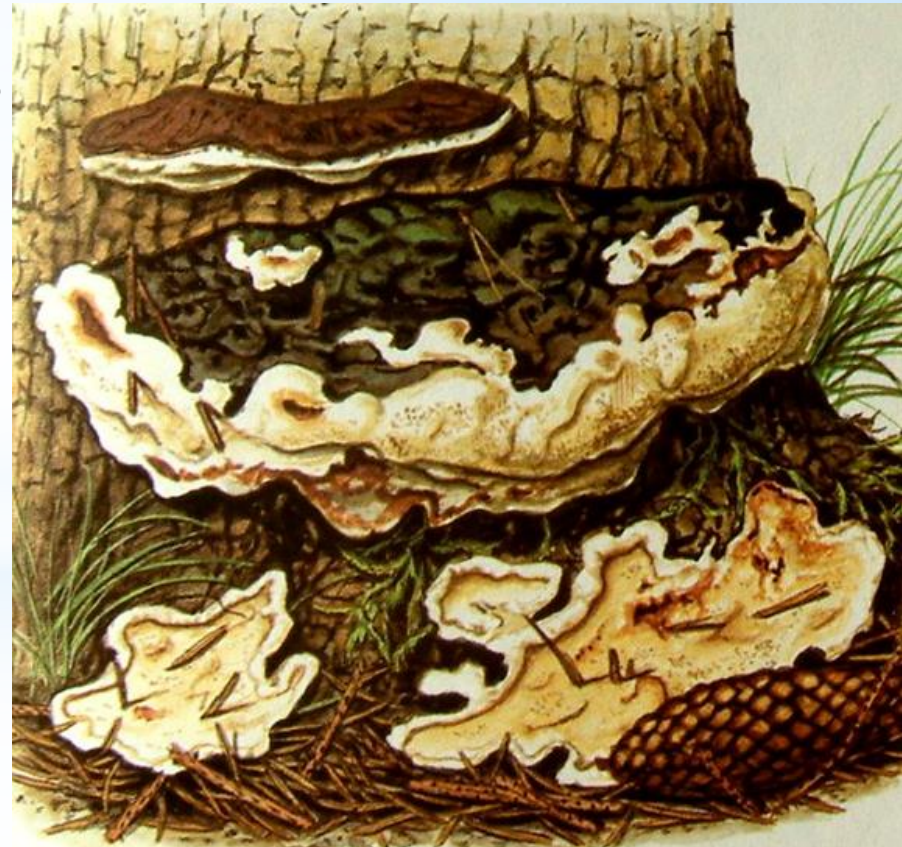
Corpi fruttiferi: a mensola, su base del tronco poco prima o subito dopo la morte della pianta o su ceppaie

H. annosum (specie più nota e diffusa)

H. abetinum

H. parviporum

H. irregulare





Esito di grave attacco di *Heterobasidion* sp. a Vallombrosa (FI)
Foto: Prof. G. Cristinzio

EPIDEMIOLOGIA

Diffusione a lunga distanza

basidiospore veicolate dal vento

Diffusione locale

anastomosi e contatti radicali
(reimpianti molto pericolosi)



LOTTA

Lotta chimica

Trattamenti a ceppaie con soluzioni acquose di urea al 20%

Lotta biologica

Trattamenti a ceppaie con sospensioni di spore del fungo antagonista
Phlebiopsis gigantea.

Lotta agronomica

Sostituzione delle conifere con latifoglie non ospiti (in casi estremi)

MARCIUME RADICALE

Armillaria mellea

(Agaricomycetes, Agaricales, Physalacriaceae)

Grande variabilità di caratteri morfologici e biologici → differenziazione di *A. mellea sensu lato* in varie specie intersterili con caratteri e spesso distribuzione geografica diversi:

Presenti in Italia:

A. mellea *sensu stricto*: la più temibile, qui descritta

A. ostoyae: su conifere su Alpi ed Appennini

A. gallica: debole parassita prevalentemente su *Quercus*

A. tabescens: debole parassita su querce ed eucalipti

A. cepistipes: spesso con *A. ostoyae* su conifere e latifoglie.

Marciume radicale **fibroso** delle piante arboree

Su:

piante arboree d'interesse agrario (fruttiferi, vite, ecc.)

piante arboree forestali (latifoglie ed aghifoglie)

piante arbustive

molto raramente su piante erbacee

SINTOMI e SEGNI

sintomi parte aerea aspecifici

(anche da ristagno idrico, insetti o altri funghi)

- appassimento della vegetazione
- ingiallimento fogliare
- filloptosi anticipata
- progressivo deperimento
- chioma meno compatta
(foglie meno numerose
e più piccole)
- disseccamento dei rami
- produzione decrescente
- morte in 2-3 anni



Su radici principali e colletto:

- corteccia umida, necrotizzata, imbrunita, facilmente asportabile
- al di sotto: feltro miceliare biancastro o vagamente giallastro, feltroso, abbondante e dal tipico odore di fungo
- la periferia delle colonie si sfrangia a ventaglio





Il micelio, presente su radici e colletto, può risalire sul fusto (sempre in posizione sottocorticale) fino ad una certa altezza (70-90 cm circa)

micelio a 'ventaglio'



Presenza di

- **rizomorfe** (shoe-strings): crescita apicale, non intercalare; parte midollare chiara con canale centrale (trasporto di acqua, soluti e aria) e strato corticale rigido e melanizzato (protezione da attacchi microbici)
- carpofori bianco-miele eduli (**chiodini**, famigliole) su piante da tempo affette, in autunno con le prime piogge
- temperatura ottimale: 20-24°C



Penetrazione: principalmente ma non esclusivamente per ferita

Conservazione: micelio in ferite infette; rizomorfe (anche diffusione)

Fattori predisponenti: asfissia radicale per ristagno idrico (terreni argillosi, mal drenati, depressioni del terreno)





Area boschiva del nord America con evidentissima fallanza
(pari a circa 8 ha, a detta dell'autore)
dovuta all'attività di *A. mellea*



Gravi perdite dovute a
marciume radicale da
Armillaria in

← una coltivazione di
actinidia neozelandese

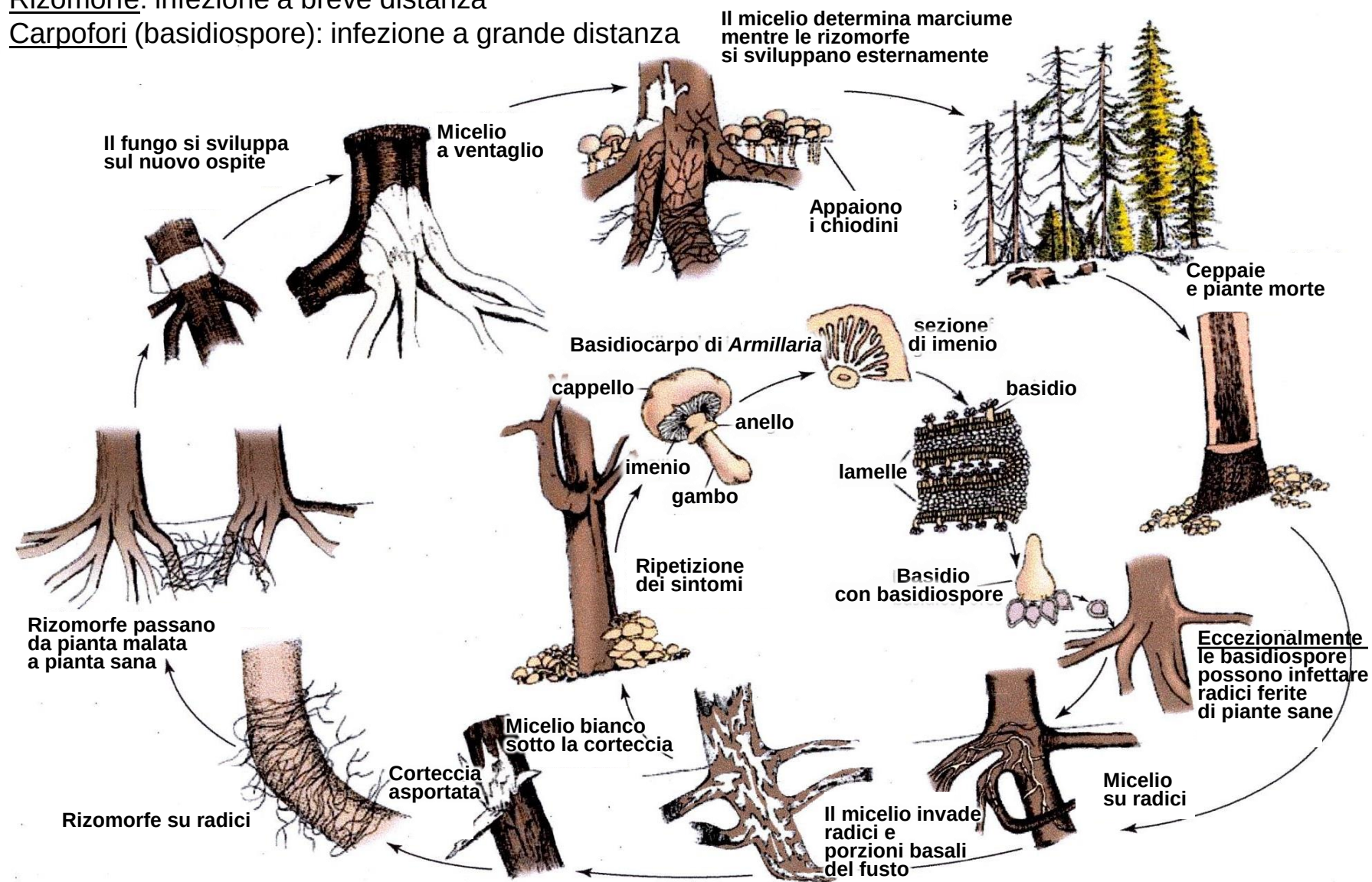


ed in

← un vigneto francese
(nei pressi di Bordeaux)

Rizomorfe: infezione a breve distanza

Carpofori (basidiospore): infezione a grande distanza



Basidiospore aploidi: non attaccano tessuti vivi ma solo morti

Anastomosi 2 miceli aploidi = micelio dicariotico con rizomorfe (attacca tessuti vivi)

Ciclo di *Armillaria mellea*

LOTTA

- efficiente drenaggio
- all'estirpazione degli impianti (o al passaggio dall'utilizzazione forestale all'utilizzazione agraria di un terreno):
 - eliminazione di tutti i residui delle radici
 - rotazioni di 4-5 anni con colture erbacee (completa digestione dei residui)
- deplezione artificiale della base nutrizionale del fungo
(incisione anulare del tronco 6-12 mesi prima dell'abbattimento)
- uso di portainnesti tolleranti (es. *Prunus cerasifera* var. Mirabolano e Marianna)
- scavo di trincee profonde almeno un metro tra piante sane e piante colpite per bloccare rizomorfe (valido solo per piante isolate)

Disinfezione del terreno + *Trichoderma* sp.

o

Solarizzazione per almeno 8 settimane (debilitazione e non morte del fungo)

Allo studio: Nematodi micetofagi (es. *Aphelencus avenae*, *A. composticola* e *Ditylenchus myceliophagus*)

Per analogia di sintomi:

Rosellinia necatrix (ascomicete)

Forma conidica: *Dematophora necatrix* (Hyphales, Stilbaceae) con sinnemi

Marciume radicale **lanoso** delle piante arboree

Il micelio presenta **rigonfiamenti** in corrispondenza dei setti (assenti in *A. mellea*)

Su medesimi ospiti di *A. mellea*

Sotto corteccia: masse miceliari cotonose bianche che formano **cordoni miceliari** (meno organizzati e più sottili delle rizomorfe) utili alla conservazione ed alla diffusione del patogeno

Presenza di sclerozi

Penetrazione per ferita

Temp. ottimale: 16-18°C (inferiore a quella di *A. mellea*)

Roesleria hypogaea (ascomicete)

Marciume radicale **spugnoso**

Raro (presente in Germania)