

INTERAZIONE ORGANISMO-ORGANISMO

Gli organismi che fanno parte di uno stesso ecosistema, possono interagire tra loro in diversi modi.

1. Si può stabilire una relazione in cui non vi è contatto diretto, le cui conseguenze possono essere:

A. Neutre: Non producono alcun effetto.

B. Antagoniste : un organismo ostacola lo sviluppo di un altro organismo

C. Metabiotiche: un organismo crea condizioni favorevoli per lo sviluppo di un altro organismo.

D. Sinergiche: due organismi si sviluppa meglio quando si trovano insieme

2. Si può stabilire una relazione in cui vi è contatto diretto tra 2 o più organismi.

In questo caso si parla di **RELAZIONI SIMBIONTICHE**. Le relazioni simbiotiche possono essere **neutre** (non producono effetti sui partner) , **mutualistiche** (ciascun partner trae beneficio dall'altro) , **parassitarie** (un partner, parassita, trae beneficio dall'altro partner, danneggiandolo)

NB. Le relazioni simbiotiche possono portare, nel corso dell'evoluzione, a modifiche fisiologiche e/o normo-strutturali degli organismi facenti parte dell'interazione.

SIMBIOSI PARASSITARIA

La simbiosi parassitaria è un'interazione in cui un organismo, **parassita**, trae beneficio (in genere nutrizionale) dall'altro organismo, **ospite**, danneggiandolo. (la relazione può interessare anche più di due organismi)

Se il patogeno causa una malattia, parleremo di **patogeni**.

In che modo lo danneggiano? Il danno è causato generalmente dalla rottura delle pareti cellulari (ad opera di enzimi come cellulasi, pectinasi, cutinasi che decompongono le componenti della parete) , dalla distruzione dei tessuti (crescono al loro interno) e talvolta alla produzione di tossine.

Questo evento molto spesso porta alla morte dell'ospite.

I parassiti si distinguono a loro volta in **obbligati** e **facoltativi**

I parassiti obbligati sono quelli che , per vivere, devono stabilire una simbiosi parassitaria.

I parassiti facoltativi invece sono in grado di vivere in maniera autonoma (da saprofiti quindi

nutrendosi di materia organica morta o indipendenti) ma in condizioni ambientali sfavorevoli per la loro crescita, si comportano da parassiti.

Le simbiosi parassitarie si osservano tra:

- Virus e piante superiori
- Batteri e piante superiori
- Funghi e piante superiori
- Tra piante vascolari

Sono state osservate circa 4k specie di Angiosperme parassite.

Tra le angiosperme parassite distinguiamo :

- Le **EMIPARASSITE** : sono capaci di svolgere la fotosintesi (il materiale organico lo producono da sé) **MA** materiale inorganico e acqua vengono presi dallo xilema dell'ospite per mezzo di austori (un apparato radicale "modificato" che in questo caso è in grado di invadere i tessuti degli organi del fusto e della radice fino ad arrivare al sistema vascolare)
Es. **VISCHIO** cresce sui tronchi e sui rami

Il vischio è in grado di fotosintetizzare, si sviluppa, fiorisce e fruttifica (un normale ciclo biologico)

Tuttavia acqua e sali minerali sono presi per mezzo degli austori che invadono i tessuti del fusto e dei rami fino ad arrivare allo xilema dell'ospite.



- Le **OLOPARASSITE** sono incapaci di fotosintesi (per mancanza di cloroplasti oppure per la poca efficienza di questi ultimi) . Quindi prendono materiale organico, inorganico e acqua dall'ospite.

Le oloparassite si dividono a loro volta in :

(a) **Oloparassite Radicali**

Assorbono i nutrienti tramite gli austòri che si inseriscono nei rizòmi (fusti sotterranei) o nelle radici della pianta ospite.

Tra le oloparassite radicali ne troviamo molte del genere **OROBANCHE**

Troviamo anche il genere **RAFFLESIA** , in particolare la specie **rafflesia arnoldii**



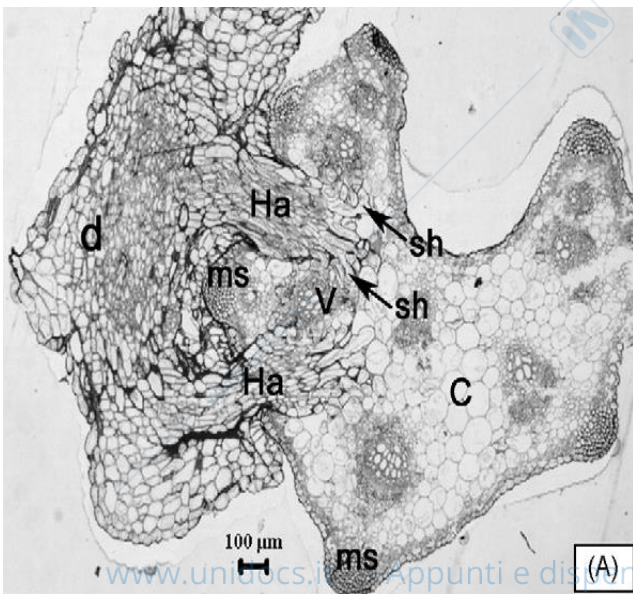
Rafflesia arnoldii è un parassita radicale la cui parte vegetativa si trova sotto terra, mentre quello che emerge è il fiore (il fiore più grande del mondo!!)

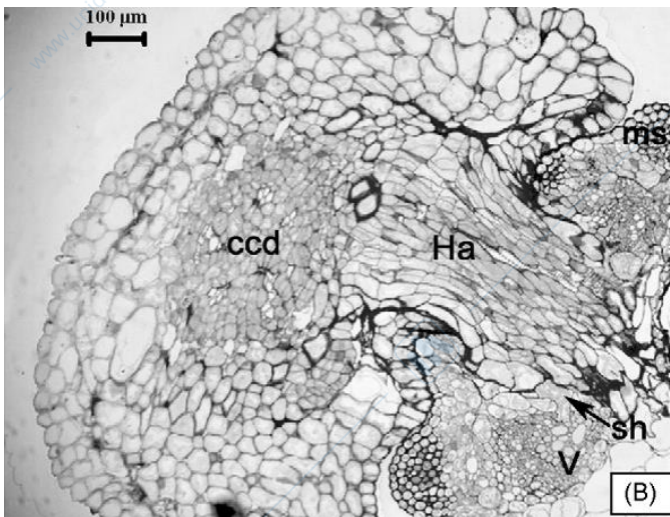
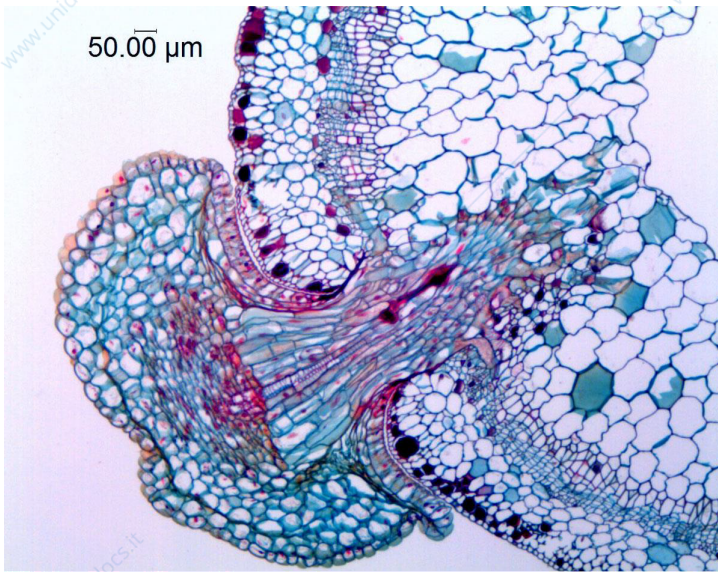
(b) **Oloparassite epifite**

Assorbono nutrienti tramite gli austòri che si inseriscono nel fusto e nelle foglie. Portano alla morte dell'ospite.

Es. **CU'SCUTA**

Si riconosce facilmente per via di tanti filamenti di colore giallo (non è verde! Non svolge la fotosintesi) che si intrecciano e ramificano avvolgendo il fusto e le foglie dell'ospite. La pianta ospite difficilmente riesce più a fotosintetizzare (la cuscuta copre le regioni fotosintetizzanti) e spesso va incontro a morte. Anche questa si sviluppa, fiorisce e fruttifica a danno dell'ospite.





Sezione istologica del picciolo di una foglia di carota invasa dagli austòri di cuscuta che circondano le cellule vascolari

SIMBIOSI MUTUALISTICA

La simbiosi mutualistica è un tipo di associazione che avviene tra 2 o più organismi in cui ciascun partner trae beneficio nel vivere in associazione con l'altro (o gli altri se più di uno)

Esempio 1 associazione mutualistica

Un esempio di simbiosi mutualistica è quello che avviene tra le leguminose, in particolare interessa l'**apparato radicale**, e batteri azoto-fissatori generalmente appartenenti al genere **Rhizobium** e **Bradyrhizobium**.

Si tratta di una interazione **specie-specifica** ma **non obbligatoria** (gli organismi facenti parte dell'interazione possono vivere anche in maniera indipendente)

I batteri azoto-fissatori forniscono alla pianta N organico.

La pianta invece fornisce nutrienti come carboidrati ed altri composti organici.

Il processo di inoculazione e sviluppo dell'associazione simbiotica:

1. Abbiamo questi batteri che vivono nella regione della rizosfera, attorno alle radici delle piante
2. Inizia una fase di riconoscimento attraverso segnali di tipo **chimico**.
3. I batteri , tramite i peli radicali, penetrano all'interno della corteccia. Le cellule della corteccia e del periciclo cominciano a dividersi formando i **noduli radicali**.

Questa in realtà sembrerebbe essere più una prima fase di patogenesi, in cui il batterio attacca l'apparato radicale per potersi insediare nei tessuti, mentre la pianta, come meccanismo di difesa, comincia un'intensa attività di divisione cellulare per cercare di isolare le cellule batteriche.

4. Finita questa prima fase, si comincia a sviluppare nei noduli radicali, il tessuto conduttore che si collegherà al floema e lo xilema in cui pianta e batterio potranno scambiarsi rispettivamente N organico e carboidrati.

E' grazie a questa associazione simbiotica che questi batteri sono estremamente efficienti nella fissazione del N organico.

Esempio 2 associazione mutualistica

I LICHENI

I licheni sono degli organismi simbiotici derivanti dall'associazione di un'alga ed un fungo.

Può esserci anche un terzo componente: batterio azotofissatore.

I funghi, detti anche **micobionti** (il partner del micobionte è definito **fotoobionte**), sono generalmente ascomiceti, più raramente basidiomiceti. Questi forniscono acqua e sali minerali e proteggono l'alga dall'essiccamento. Sono migliaia le specie coinvolte in questo tipo di associazione.

Le alghe sono generalmente clorofite (alghe verdi unicellulari) e tramite la fotosintesi, forniscono al partner fungino i carboidrati.

Solamente 30 specie algali formano associazioni simbiotiche con i funghi.

L'associazione **non è specie-specifica. Sono associazioni obbligatorie?**

I licheni possiamo trovarli sul terreno, sulle rocce, sui muri, supporti di metallo, avvogliono organi della pianta come fusto, rami etc.. e si osservano anche in ambienti considerati inospitali per la maggior parte degli organismi (sono **cosmopoliti**)

Nell'associazione si forma un organismo diverso dalla rispettiva cellula algale e dal fungo. Tuttavia ci si può riferire ai licheni con il termine **TALLOFITE**.

A seconda della morfologia distinguiamo:

1. LICHENE CROSTOSO forma una sorta di crosta sulla superficie (ad esempio di una roccia)



2. LICHENE FOGLIOSO presentano un tallo simile a delle foglie.

Immagine lichene foglioso che forma parte del nido di un colibrì



Le Xantoria sono molto comuni, ritrovandosi sia sulle rocce che sulle cortecce di alberi vivi, che su rami caduti.



Immagine tallo foglioso di Xantoria che ricopre il fusto di un albero.

3. LICHENE FRUTTICOSO tallo di dimensioni più grandi



Immagine lichene frutticoso, chiamato lichene delle renne (perché cibo delle renne) molto diffuso in Antartide.

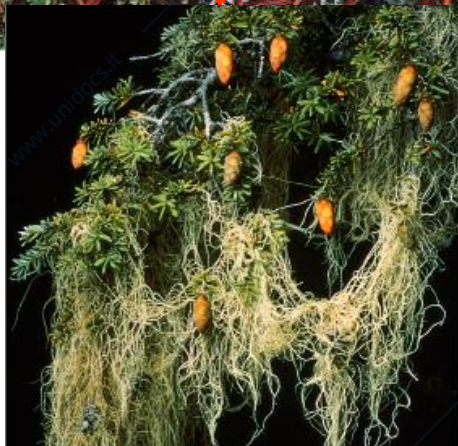
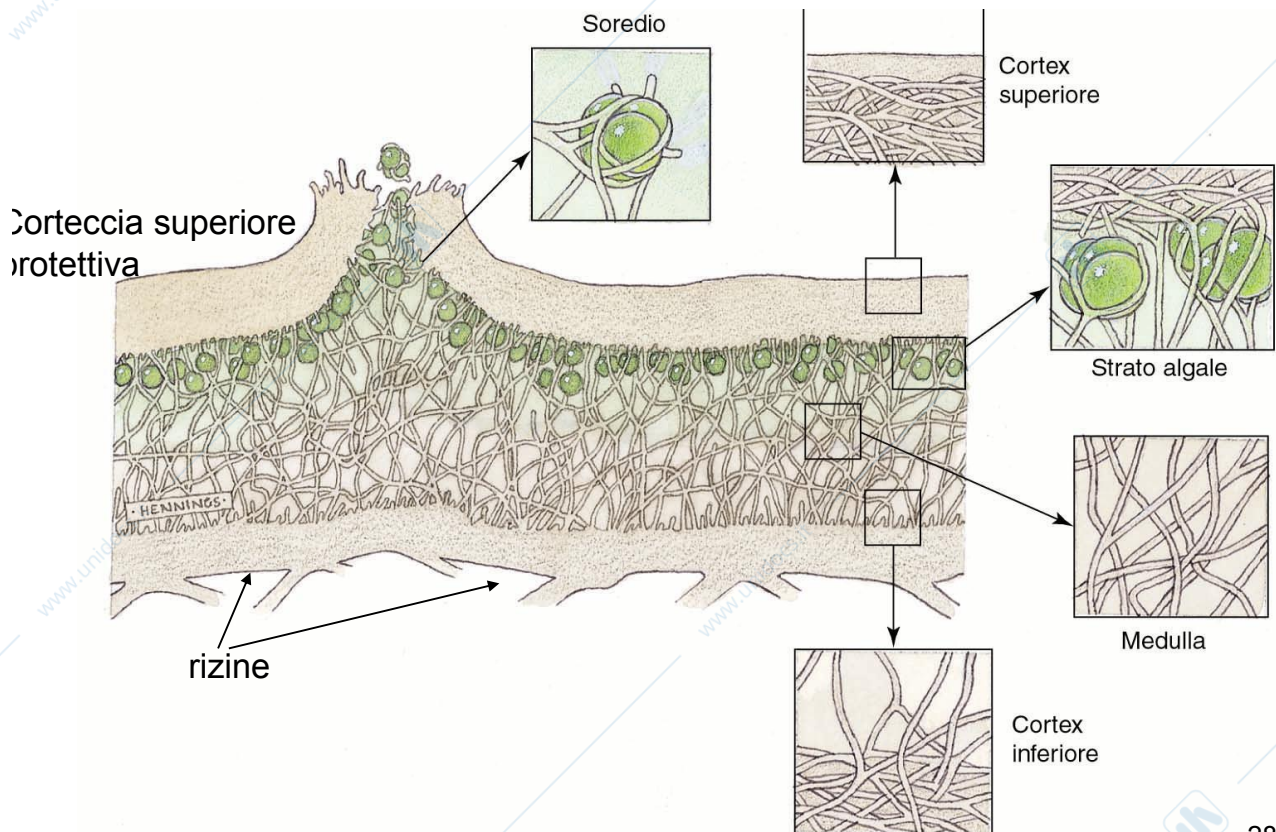


Immagine lichene frutticoso sui rami di una gimnosperma (la riconosciamo dalla presenza dei coni)

troviamo 3 differenti regioni.

A. CORTECCIA INFERIORE

Costituito da un insieme di ife fungine strettamente attaccate le une alle altre. Alcune di queste possono svolgere la funzione di ancoraggio al substrato



B. MEDULLA

Costituita da un insieme di ife distanziate tra loro (permettere lo scambio di gas)

Nella parte più vicina alla corteccia superiore si trovano le alghe. Queste occupano la regione più alta della medulla perché devono assorbire luce necessaria per il processo fotosintetico

C. CORTECCIA SUPERIORE

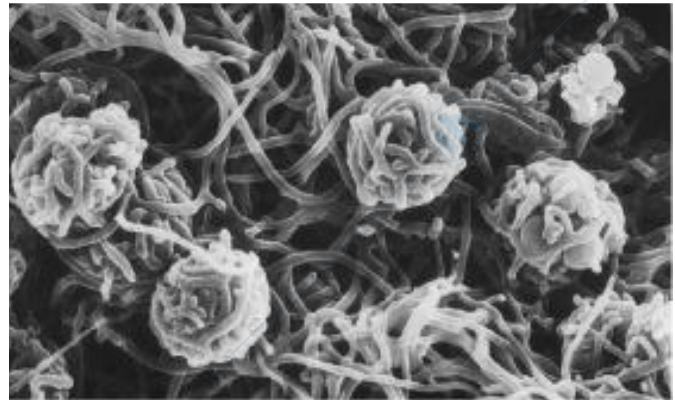
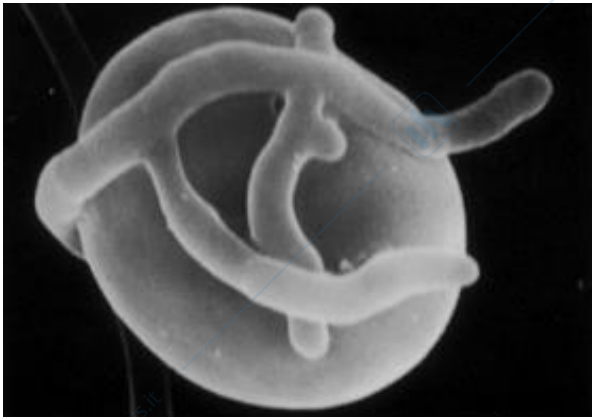
Costituito da un insieme di ife molto compatte tra loro. Queste svolgono principalmente un ruolo di protezione nei confronti delle alghe (per esempio da una eccessiva luce incidente o dall'essiccamento)

MODALITA' DI RIPRODUZIONE DEI LICHENI

I licheni possono riprodursi per **via asessuata**. La riproduzione vegetativa può avvenire in diversi modi:

1. Attraverso la formazione di **Soredi**. Il soredio è una struttura costituita da una cellula algale e da ife che avvolgono quest'ultima.

Questa struttura viene libera e quando si sviluppano le condizioni ottimali , può dare origine ad un altro lichene.



2. Frammentazione del tallo

3. Attraverso formazione di spore: sia l'alga che il fungo vanno a formare delle spore che poi si incontrano in fase di germinazione.

La riproduzione sessuata è limitata solamente al fungo. Quindi il basidiomicete e l'ascomicete possono riprodursi per via sessuata tramite il loro classico ciclo biologico.

Quindi in questa associazione l'alga è penalizzata in quanto non può riprodursi per via sessuata, tuttavia il beneficio che trae dal fungo supera questo svantaggio.

LICHENI COME BIO-INDICATORI

I licheni sono utilizzati come bioindicatori (usati per avere indicazione della qualità dell'ambiente)

Questo perché sono organismi che occupano tutti gli ecosistemi, ma sono estremamente sensibili all'inquinamento. Questo perché sono principalmente costituiti da cellule aploidi (1 sola copia di ogni cromosoma). Quindi qualora un cromosoma (o un gene) venisse danneggiato, l'assenza dell'altra copia forma fa sì che non possa esprimersi il fenotipo wild type.

L'assenza dei licheni in una certa nicchia ambientale è quindi indice di inquinamento.

ALTRE INFORMAZIONI SUI LICHENI

Nel momento in cui si stabilisce l'interazione, i micobionti producono grandi quantità di **acidi lichenici**, composti che riescono a sfaldare le rocce e creare un suolo idoneo alla crescita di altri organismi vegetali.

Questi composti vengono sintetizzati esclusivamente nel momento in cui il fungo stabilisce una relazione con l'alga.

Poi se nell'associazione prendono parte anche i cianobatteri, questi potranno andare ad arricchire il suolo con N organico.

Esempio 3 associazione mutualistica

LE MICORRIZE

Le Micorrize sono interazioni simbiotiche che si insaurano tra i funghi e le piante superiori, in particolare interessa l'apparato radicale.

E' un tipo di associazione molto comune che interessa circa l'80% delle piante vascolari.

Quali sono i vantaggi?

Le pianta cedono ai funghi parte dei fotosintati prodotti.

I funghi offrono numerosi benefici alla pianta:

- **Migliore assorbimento di acqua:** Un aspetto importante nel momento in cui l'acqua scarseggia nel suolo. Le ife fungine, rispetto alle radici, sono in grado di penetrare meglio all'interno del terreno e quindi esplorare aree più vaste → **Garantisce alla pianta una maggiore resistenza agli stress idrici.**
- **Secernono sostanze che stimolano la crescita e ramificazione delle radici:** aumentando così l'area di assorbimento dell'acqua
- **Maggior assorbimento di sali minerali:** i microelementi come N,P,K sono essenziali per la crescita delle pianta. Questi però, soprattutto il fosforo, scarseggiano nel suolo e quando sono presenti, spesso non sono biodisponibili (disponibili in una forma assimilabile dall'organismo). I funghi, essendo organismi decompositori, riforniscono il suolo di questi microelementi che poi assorbono e possono in parte cederli alla pianta.
- **Producono sostanze che proteggono la pianta da possibili attacchi patogeni** (es. gli antibiotici contro i batteri patogeni)

Nb: le associazioni micorriziche sono più abbondanti nei terreni poveri di sostanze nutritive

ESEMPI DI FUNGHI CHE FORMANO ASSOCIAZIONI MICORRIZICHE

1. Porcini



I porcini sono in grado di formare il corpo fruttifero (la porzione per noi edibile, e l'apparato riproduttivo del fungo) solamente se hanno formato una relazione simbiotica con le radici di un albero (l'associazione in questo caso interessa querce, pini ,faggi... tutti alberi di grandi dimensioni)

2. TARTUFI

Anche in questo caso i tartufi non sviluppano il corpo fruttifero, il cleistotecio, se non hanno stabilito una relazione simbiotica con l'apparato radicale di una pianta superiore

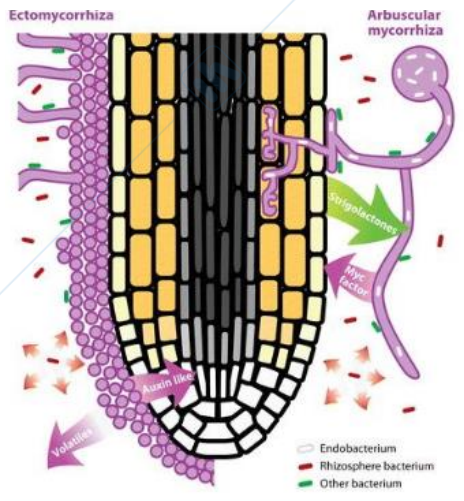
3. AMANITA

Stesso discorso, quindi interessa anche i funghi non commestibili

DIVERSI TIPI DI MICORRIZE

Esistono differenti tipi di micorrize che differiscono principalmente per il micobionte e per la modalità di invasione dell'apparato radicale da parte del micelio fungino.

Quelle più diffuse sono le **endomycorrize** (o micorrize endotrofiche) e le **ectomicorrize**.

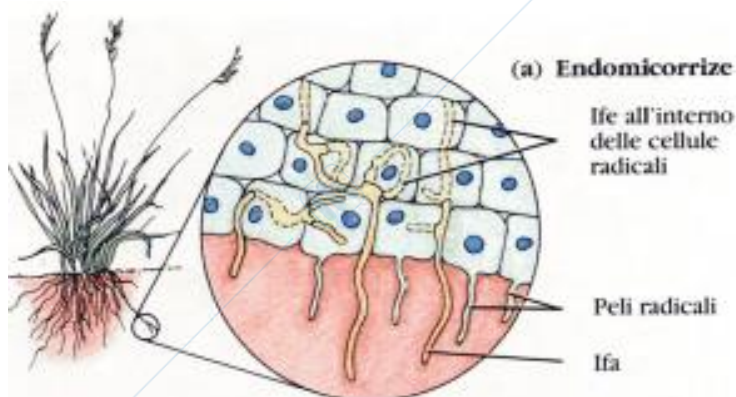


ENDOMICORRIZE

Le micorrize endotrofiche sono le più diffuse che coinvolgono circa 30 specie di micobionti (tra cui anche Zigomiceti)

Ciascuno di questi può formare l'interazione con diversi tipi di piante (quindi non è specie-specifica)

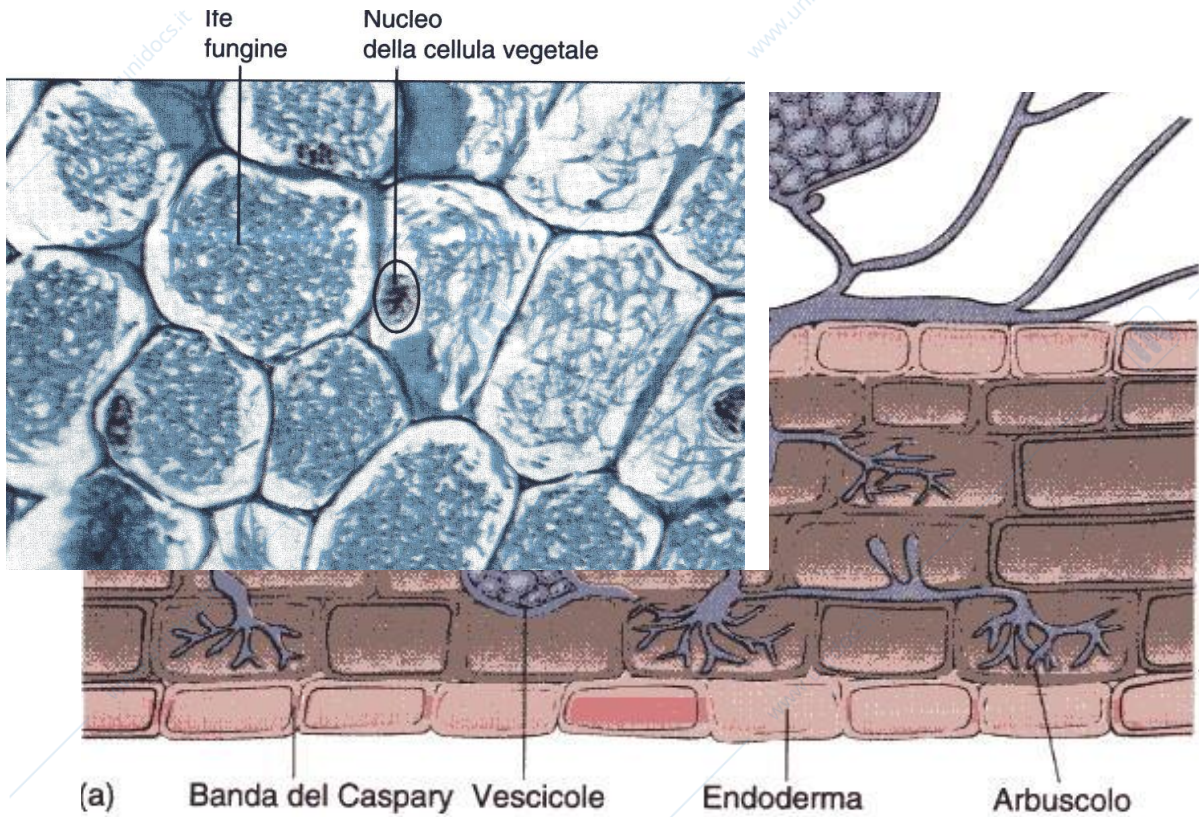
Parliamo di micorrize endotrofiche in quanto le ife invadono l'apparato radicale, attraversando (per via simplastica) le cellule epidermiche e della corteccia.



La parte può

ramificazioni, gli **arbuscoli** oppure delle **vescicole**. E' proprio in queste terminazioni che avvengono gli scambi di sostanze nutritive.

terminale delle ife formare numerose



Questo è il motivo per cui possono essere anche identificate con il termine di **MICORRIZE VA** (vescicolo-arbuscolari)

NB. lo sviluppo delle endomicorrize si limita al tessuto tegumentale esterno ed al parenchima corticale. Non interessa il tessuto vascolare in quanto protetto dall'endoderma (avente una parete ispessita, le ife non riescono ad attraversarlo)

NB2. Non si osserva alcuna modifica normo-strutturale ad occhio nudo (a differenza dei nodi radicali) proprio perché il fungo si sviluppa all'interno.

NB3. Anche in questo caso sembra ci sia una fase di patogenesi nel momento in cui le ife invadono i tessuti della pianta.

ALCUNE IMMAGINI..

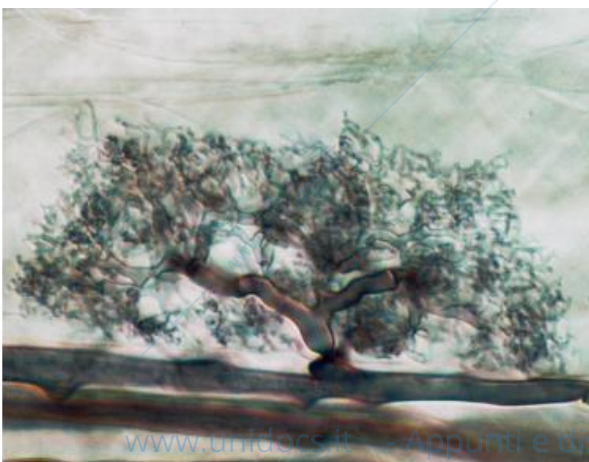
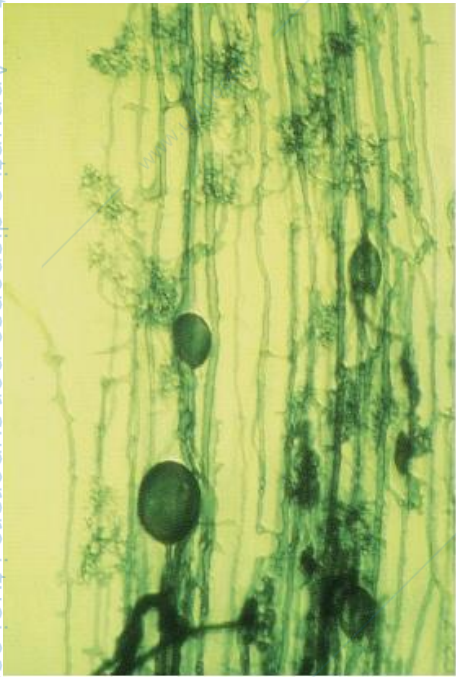
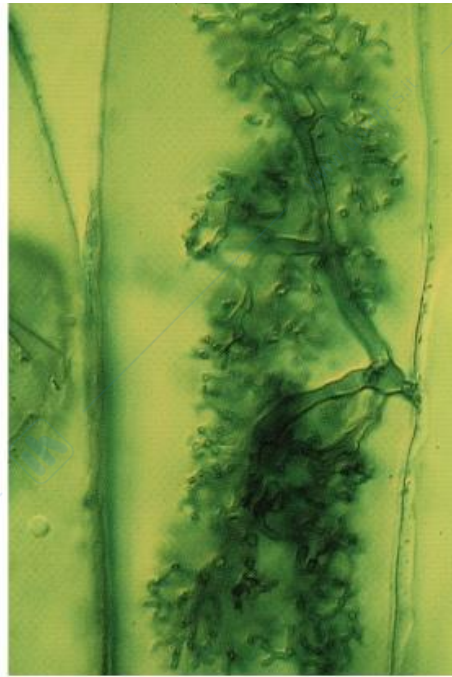


Immagine arbuscolo

Immagine cellule dell'organo radicale completamente riempite da ife



(a)



(b)

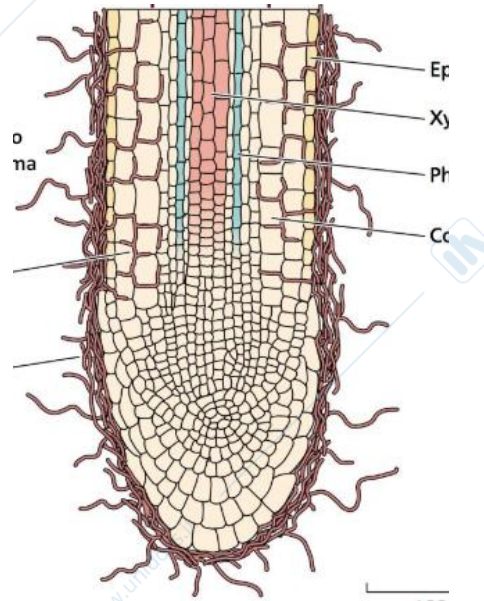
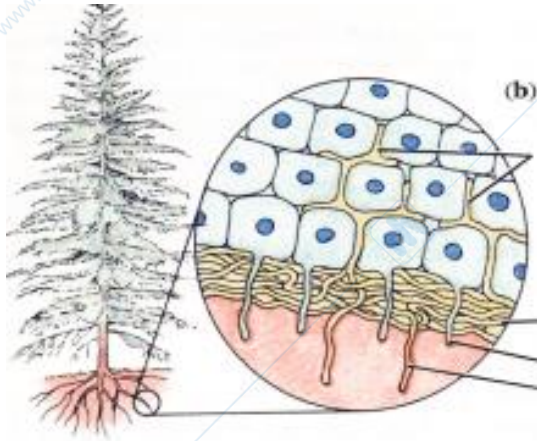
A. Vescicole

B. Arbuscolo

LE ECTOMICORRIZE

Nelle ectomicorrize le ife si sviluppano per lo più all'esterno dell'apparato radicale, rivestendolo come un mantello (**micoclona**). Possono penetrare all'interno del tessuto epidermico e della corteccia, tuttavia lo fanno passando per gli spazi intercellulari.

Questo reticolo di ife che si forma tra gli spazi intercellulari prende il nome di **RETICOLO DI HARTING**



Quindi a differenza delle endomicorrize, non vi è rottura delle cellule dei tessuti della radice.

Le radici avvolte dalle ife molto spesso perdono i peli radicali, quindi la funzione di assorbimento è svolta esclusivamente dal fungo. Questo fa sì che le radici laterali che perdono la funzione di assorbimento dopo un tot di tempo (in genere 1 anno), estendono tale funzione proprio grazie a questo tipo di simbiosi.

Alcune immagini...



Immagine di una pianta ancora in fase di sviluppo con un apparato radicale molto esteso.

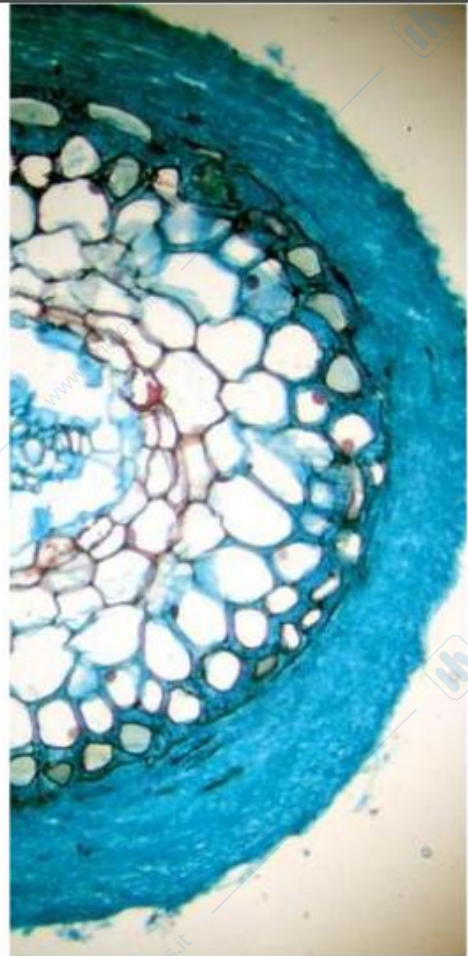
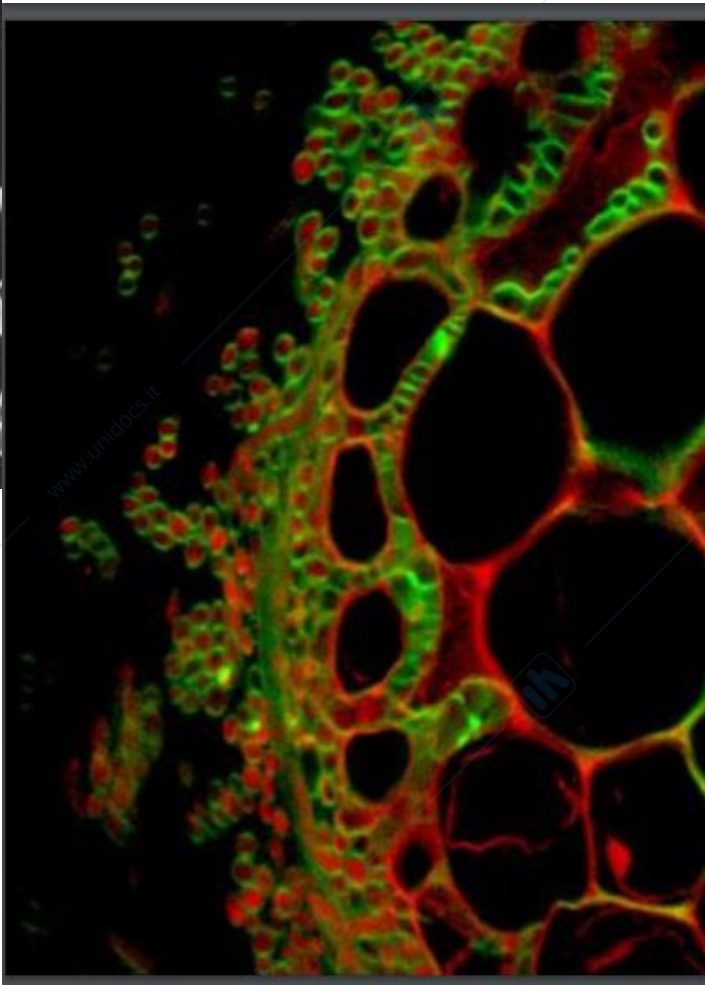
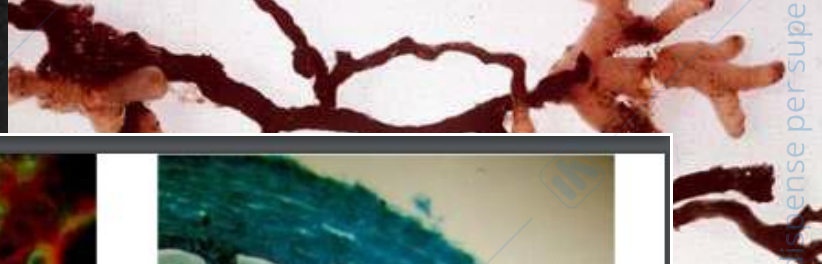
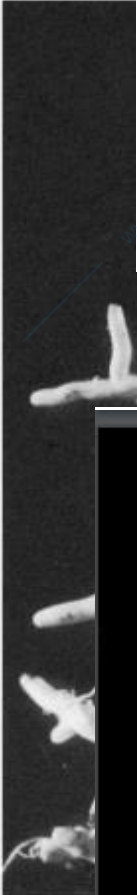
In bianco osserviamo i funghi micorrizici associati alle radici della pianta.

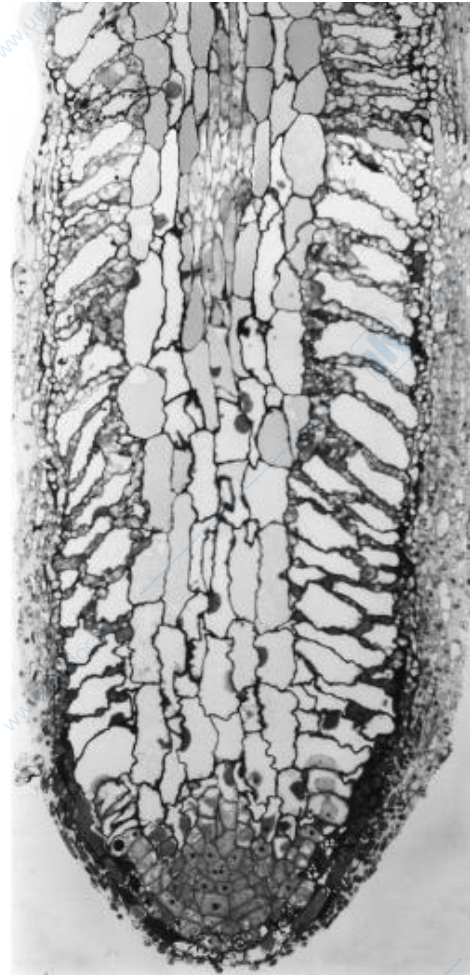
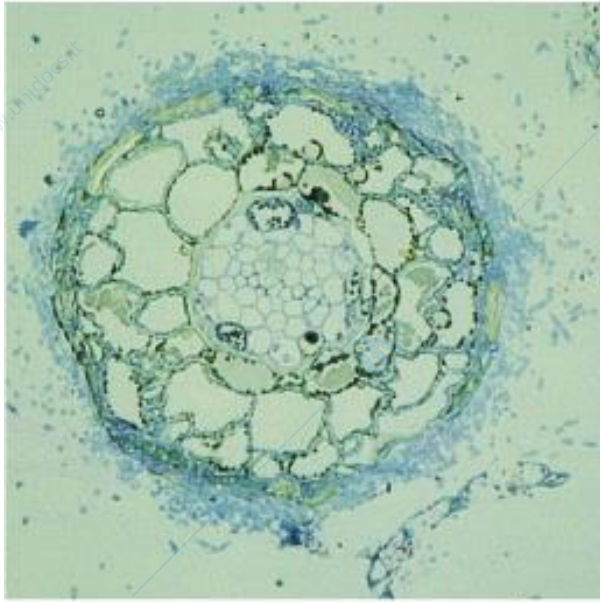
Le endomicorrize nelle prime fasi di sviluppo di una pianta sono



FONDAMENTALI
proprio perché
aiutano
l'assorbimento di
acqua e sali
minerali, necessari
per la crescita.

Il fungo si avvolge attorno alle radici più sottili del pino → caratteristica copertura ramificata e pallida.

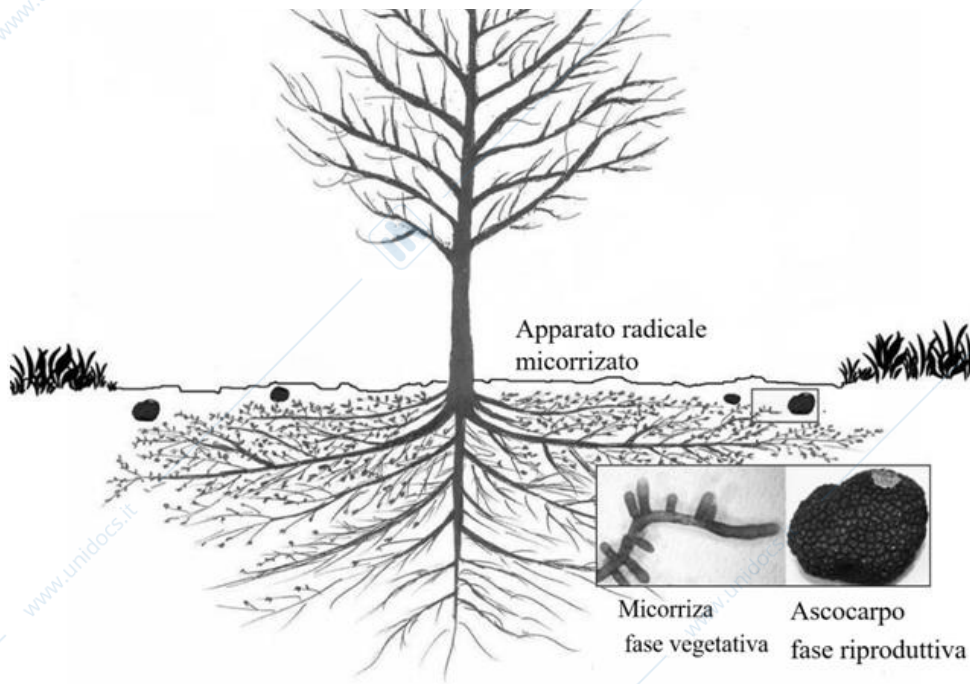




Qui si può osservare bene il mantello.
Altre immagini importanti...

Nelle sezione longitudinale si possono osservare le ife tra gli spazi intercellulari.

I **TARTUFI** formano ectomicorrize.



WOOD WIDE WEB

Alcuni ricercatori hanno dimostrato l'esistenza di una vera e propria connessione tra le piante, tramite reti fungine che sono in simbiosi con l'apparato radicale delle piante stesse. Tale sistema è stato soprannominato **Wood wide web**.

Tramite questa rete, le piante possono:

- Fornire di sostanze nutritive gli alberi più piccoli
- Le piante che stanno morendo, danno le loro risorse a quelle che si trovano nelle vicinanze, che sono ancora sane
- Piante attaccate da patogeni, possono inviare messaggi di tipo chimico a quelle limitrofe, così che possano avviare meccanismi di difesa prima di essere infestate
- **MA** possono anche rubare risorse alle piante vicine
- **MA** possono rilasciare sostanze tossiche che danneggiano le piante vicine