

IL RUOLO DELLE SIMBIOSI ECTOMICORRIZICHE NEL BENESSERE DELLE PIANTE FORESTALI

Lucio Montecchio

Università di Padova, Dipartimento TeSAF
Viale dell'Università 16, I-35020 Legnaro PD
e-mail: montecchio@unipd.it

Riassunto

Le ectomicorrizze caratterizzano la maggior parte degli alberi forestali delle nostre latitudini, molti dei quali sono comunemente coltivati in vivaio. La loro presenza, localizzata sugli apici radicali e caratterizzata da una complessa anatomia, migliora sensibilmente sia la capacità d'assorbimento sia la resistenza della pianta simbiote a molti stress ambientali (es. siccità, tossicità, parassiti).

L'induzione artificiale della micorrizzazione in sede vivaistica permette la coltivazione di semenzali impiegabili con successo in suoli degradati, non sufficientemente evoluti o in cui i simbioti sono del tutto assenti.

Parole chiave: Ectomicorriza, Simbiosi, Mutualismo, Benessere, Vivaismo forestale.

Summary

The role of the ectomycorrhizal symbioses in forest trees' fitness

Ectomycorrhizae characterize most of the forest trees commonly grow in nursery. In nature, their presence on root apexes increases the tree's uptake ability and allows the overcoming of many soilborne stressing factors (i.e. drought, toxicity, parasites). The artificial inoculation of selected fungi in nursery allows

the production of seedlings more adapted to soils spoiled or not enough evolved, or where fungal symbionts are lacking.

Key words: Ectomycorrhiza, Symbiosis, Mutualism, Fitness, Forest nursery.

Introduzione

L'esistenza delle ectomicorrizze, prodotto della simbiosi mutualistica fra un fungo ad habitat tellurico e l'apice radicale di una pianta, è nota dal XIX Secolo.

Nonostante la loro notevole diffusione nella biosfera, però, tali associazioni sono state a lungo considerate delle “interessanti curiosità” fino a mezzo secolo fa, quando si è assistito ad un lento ma graduale aumento degli studi in merito, sia sul piano tassonomico, sia su quelli fisiologico ed ecologico, i quali hanno dimostrato che questi rapporti mutualistici sono di importanza fondamentale per quasi tutte le specie vegetali terrestri.

Grazie ad essi, infatti, la pianta (componente vegetale della struttura simbiotica) può disporre facilmente e con continuità di acqua e nutrienti, mentre la porzione fungina può agevolmente trarre dalla pianta carboidrati ed altri preziosi essudati radicali.

Pur trattandosi di scambi nutrizionali che manifestano il loro effetto positivo sul metabolismo di entrambi i partner, l'efficienza di tali associazioni varia secondo una serie di interazioni dinamiche che coinvolgono non solo la pianta e il fungo, ma anche i fattori ambientali e pedologici e i molteplici rapporti che si stabiliscono fra queste variabili.

Alle nostre latitudini, le ectomicorize interessano molte delle specie arboree forestali (es. *Fagus*, *Picea*, *Pinus*, *Quercus*) e un numero ancor maggiore di specie fungine (es. *Cenococcum*, *Tuber*, *Amanita*, *Boletus*, *Russula*; Fig. 1) le quali generalmente possono stabilire rapporti mutualistici con varie piante (ad esempio, *Pisolithus tinctorius* può stabilire simbiosi con almeno 70 specie arboree ed arbustive).



Fig. 1 - Le ectomicorize e i corpi fruttiferi della loro componente fungina sono ampiamente presenti nei boschi delle nostre latitudini.

Qualora le caratteristiche ambientali e pedologiche siano adeguate alla micorizzazione, il fungo inizia la colonizzazione della superficie esterna dell'apice, avvolgendo quest'ultimo con un manicotto miceliale chiamato micoclona, il cui spessore spesso può superare quello del diametro dell'apice stesso. Contemporaneamente, parte

delle ife gradualmente si insinua fra le cellule corticali fino a raggiungere quelle epidermiche (senza penetrarle) in un intreccio chiamato reticolo di Hartig, mentre altre si dipartono dalla micoclina (emanazioni ifali), esplorando un volume di suolo ben maggiore di quello della rizosfera e permettendo la produzione del corpo fruttifero fungino (Fig. 2).

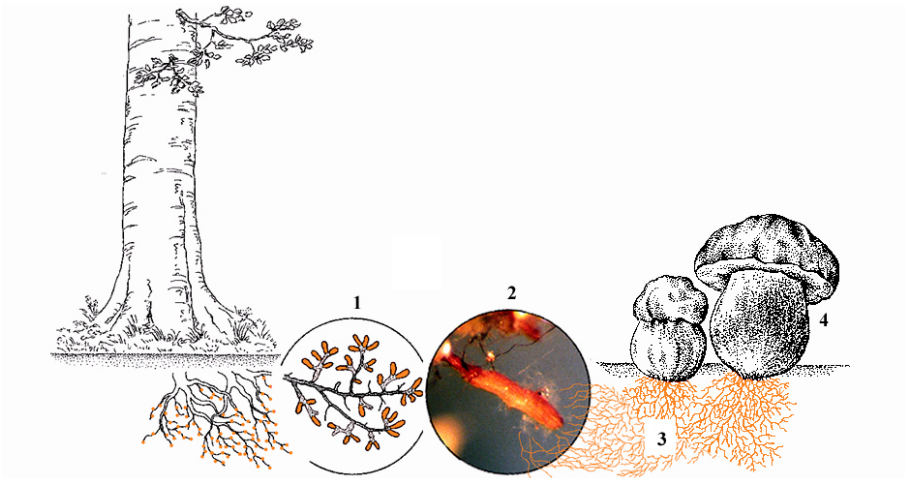


Fig. 2 - Le emanazioni ifali permettono l'esplorazione di un ampio volume di suolo e, occasionalmente, la produzione del corpo fruttifero.

Da un punto di vista funzionale, il complesso emanazioni ifali - micoclina mobilizza minerali a partire da proteine, protegge l'apice dall'effetto tossico di inquinanti presenti nel suolo (ad es. sali o metalli pesanti in concentrazioni non micotossiche), e accumula acqua, nutrienti e sostanze di crescita di tipo auxinico e citochinico prelevati esternamente al volume d'insidenza della pianta (Abuzinadah e Read, 1986; Boyd *et al.*, 1986; Rousseau *et al.*, 1994). Quanto immagazzinato nella micoclina viene poi ceduto gradualmente alla pianta attraverso il reticolo di Hartig. Quest'ultimo, luogo fisico del contatto più intimo pianta-fungo, assolve anche il compito di assorbire i metaboliti della pianta e di trasferirli alle rimanenti componenti fungine permettendone così lo sviluppo, la moltiplicazione e l'eventuale riproduzione sessuata. Da un punto di vista strettamente patologico, il complesso ectomicorrizico, oltre a costituire una barriera fisica alla penetrazione di eventuali parassiti nell'apice e a modificare qualitativamente e quantitativamente gli essudati radicali emessi nella rizosfera (disponibili alle restante microflora tellurica), generalmente produce anche dei composti antibiotici, tossici nei confronti di molti microrganismi del terreno (Fig. 3).

Mentre i benefici per il fungo possono perciò essere riassunti nel più facile approvvigionamento d'energia e nella possibilità di completare il ciclo biologico, gli effetti della simbiosi sulla pianta complessivamente consistono nella maggior resistenza a stress d'origine abiotica e biotica di breve-medio periodo, con un conseguente

mantenimento dello stato fisiologico, vegetativo e sanitario anche alla presenza di condizioni avverse.

Si noti che l'effetto esercitato dall'ectomicorriza sulla pianta dipende anche dalle caratteristiche della specie fungina o dell'ecotipo, e che l'apparato radicale di una pianta forestale adulta normalmente può essere micorrizzato contemporaneamente da 30-50 specie diverse, ciascuna in grado di esprimere al meglio le proprie potenzialità soltanto in precise condizioni ecologiche, fenologiche, pedologiche, microclimatiche o se in simbiosi con determinate specie vegetali (Koide *et al.*, 2000; Montecchio *et al.*, 2000).

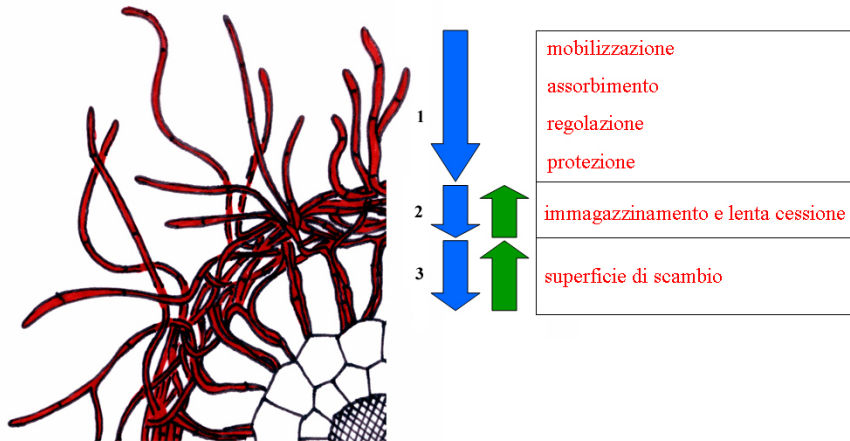


Fig. 3 - Struttura e funzionalità delle diverse componenti anatomiche. 1) ife emananti; 2) micoclema; 3) reticolo di Hartig.

Queste potenzialità, ad esempio, possono essere rappresentate dalla capacità di assorbire un determinato elemento o di resistere a condizioni di elevata siccità o salinità, oppure dalla resistenza a composti tossici presenti nel suolo o nell'acqua di falda. Per esempio, *Cenococcum geophilum* e *Rhizopogon vinicolor* conferiscono una buona resistenza alla siccità, *Laccaria laccata* si mantiene vitale molto più a lungo di *Hebeloma crustuliniforme* sulle radici di semenzali recisi, *H. crustuliniforme* mostra una maggiore efficacia nel mobilizzare azoto da sostanze proteiche rispetto ad *Amanita muscaria* e a *Paxillus involutus* (Parke *et al.*, 1983; Abuzinadah e Read, 1989).

Funghi meno selettivi sono avvantaggiati dalla maggiore probabilità di reperire ospiti con cui associarsi; funghi più specifici possono invece conferire una maggiore competitività alla pianta.

Le comunità dei funghi micorrizici presentano quindi una grande complessità, e un numero molto elevato di fattori diversi ne influenzano in vario modo le dinamiche.

Di fatto, non è possibile parlare di un "effetto micorrizico", ma di più effetti associati.

Spesso, gli ambienti naturali più stabili tendono ad essere caratterizzati da specie vegetali con un'elevata resistenza alle perturbazioni esterne, ma con una bassa resilienza che ne rende difficile il reinsediamento dopo una perturbazione sufficientemente forte da eliminare queste piante (Begon *et al.*, 1989). Questo implica che se una perturbazione di natura antropica supera determinate intensità ed ampiezze, il sistema rischia di degradarsi rapidamente perdendo le proprie capacità di recupero, perlomeno a breve termine (Allen, 1991).

Per contro, se è teoricamente possibile prevedere in dettaglio gli effetti della perdita di una o più specie su un sistema in determinate condizioni, è ben difficile prevedere tutte le possibili condizioni ambientali che si potranno venire a creare di conseguenza (Bengtsson, 1998).

La salvaguardia delle diversità biologiche potrebbe consentire, cautelativamente, di mantenere intatto il "capitale naturale" attuale.

In quest'ottica, la convinzione che le comunità degli organismi del suolo rivestano un'enorme importanza nel funzionamento degli ecosistemi terrestri va crescendo sempre più, e nella maggior parte di queste comunità sono le micorrize a costituire la biomassa più significativa, con un ruolo funzionale di primaria rilevanza nel ciclo degli elementi nutritivi (Copley, 2000; Read e Perez-Moreno, 2003).

Lo studio delle micorrize deve quindi essere considerato un passaggio fondamentale per arrivare a comprendere appieno i meccanismi implicati nel funzionamento dei diversi sistemi terrestri e nella gestione compatibile delle risorse forestali.

Da questo punto di vista, esistono già alcune applicazioni pratiche delle conoscenze che si sono accumulate in merito (Malajczuk *et al.*, 1994; Smith e Read, 1997).

La simbiosi ectomicorrizica, infatti, può essere indotta con successo in sede vivaistica mediante l'inoculazione artificiale di una o più specie fungine selezionate per le loro caratteristiche (Rossi e Montecchio, 2005).

Ciò può essere necessario sia per motivi colturali, nel caso in cui si debba effettuare una ricostituzione boschiva in situazioni ambientali anomale (suoli degradati, inquinati, con un'insufficiente o incostante disponibilità di acqua e nutrienti o con presenza di parassiti delle radici), sia commerciali, qualora si vogliano produrre con regolarità sufficienti quantità di corpi fruttiferi di alcune specie pregiate (es. tartufo).

Queste tematiche saranno approfondite nel lavoro successivo.

Lavori citati

- ABUZINADAH R.A., D.J. READ, 1986. The role of proteins in the nitrogen nutrition of ectomycorrhizal plants. I. Utilization of peptides and proteins by ectomycorrhizal fungi. *New Phytologist*, **103**, 481-493.
- ABUZINADAH R.A., D.J. READ, 1989. The role of proteins in the nitrogen nutrition of ectomycorrhizal plants. V. Nitrogen transfer in birch, *Betula pendula* (L.) grown in association with mycorrhizal and non mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, **112**, 61-68.

- ALLEN M.F., 1991. Physiological and Population Biology. *In: The Ecology of Mycorrhizae*. Cambridge University Press. New York, 47-71.
- BEGON M., J.L. HARPER, C.R. TOWNSEND, 1989. Ecologia, individui, popolazioni, comunità. Zanichelli, Bologna, 868 pp.
- BENGTSSON K., 1998. Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology*, **10**, 191-199.
- BOYD R., R.T. FURBANK, D.J. READ, 1986. Ectomycorrhizae and the water relations of trees. *In: Gianinazzi-Pearson V., S. Gianinazzi (Eds), Physiological and genetical aspects of mycorrhizae*, INRA, Paris, 689-693.
- COPLEY J., 2000. Ecology goes underground. *Nature*, **406**, 452-454.
- KOIDE R.T., M.D. GOFF, I.A. DICKIE, 2000. Component growth efficiencies of mycorrhizal and non mycorrhizal plants. *New Phytologist*, **148**, 1563-1168.
- MALAJCZUK N., P. REDDEL, M. BRUNDRETT, 1994. Role of ectomycorrhizal fungi in minesite reclamation. *In: Pfeger F.L., R.G. Linderman (Eds), Mycorrhizae and plant health*, APS Press, St. Paul, MN, USA, 83-100.
- MONTECCHIO L., S. CAUSIN, S. MUTTO ACCORDI, 2000. Ectomycorrhizae and their involvement in forest decline. *In: Ragazzi A., I. Dellavalle (Eds), Decline of oak species in Italy. Problems and perspectives*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- PARKE J.L., R.G. LINDERMAN, C.H. BLACK, 1983. The role of ectomycorrhizas in drought tolerance of douglas fir seedlings. *New Phytologist*, **95**, 83-95.
- READ D.J., J. PEREZ-MORENO, 2003. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems -a journey towards relevance? *New Phytologist*, **157**, 475-492.
- ROSSI S., L. MONTECCHIO, 2005. L'ectomicorrizzazione artificiale nella vivaistica forestale. *Sherwood*, **107**, 35-38.
- ROUSSEAU J.V.D., D.M. SYLVIA, A.J. FOX, 1994. Contribution of ectomycorrhizae to the potential nutrient-absorbing surface of pine. *New Phytologist*, **128**, 639-644.
- SMITH S.E., D.J. READ, 1997. Mycorrhizal Symbioses. 2nd Ed. Academic Press. London.