

探討藍莓與共生真菌之關係

文／圖 ■ 李育全

前言

藍莓 (*Vaccinium* spp.) 為杜鵑花科 (Ericaceae) 越橘屬 (*Vaccinium*) 越橘亞屬 (*Vaccinium*) 青液果節 (*Cyanococcus*) 的多年生灌木，目前主要商業栽培的藍莓種類大致可分為高叢藍莓 (*V. corymbosum*)、矮叢藍莓 (*V. angustifolium*) 及兔眼藍莓 (*V. ashei*) (圖一)。因藍莓原生於無機營養元素貧脊之土壤環境，且本身無根毛結構 (圖二)，故須透過與共生真菌協助進行有機型態養分分解及無機型態吸收。目前已知可與藍莓共生之真菌有杜鵑花類菌根菌 (ericoid mycorrhizal fungi, EMF) 及暗色隔膜內生菌 (dark septate endophytes, DSE) (表一)。以下針對這兩種真菌進行說明：

杜鵑花類菌根菌

生態地位及共生型態

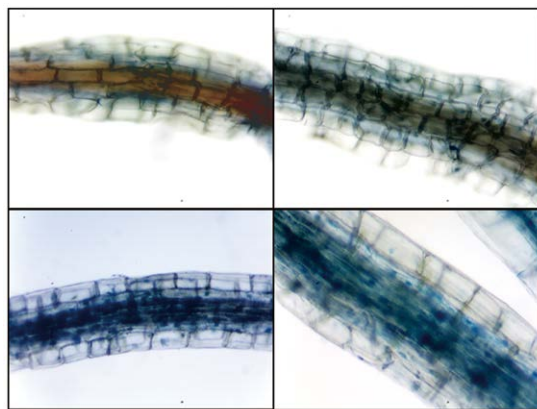
杜鵑花科植物多分布於石楠荒原、泥炭地及溫帶森林底層，這些地形的特色為土壤呈酸性、硝化作用低落及有機質含量高，多數植物無法於此貧瘠土壤中生存。杜鵑花科植物透過與EMF共生，EMF幫助宿主植物吸收無機或分解有機型態之氮及磷而成為該生態中的優勢植被。

藍莓種類

杜鵑花科 Ericaceae
越橘亞科 Vaccinioideae
越橘屬 *Vaccinium*
越橘亞屬 *Vaccinium*
青液果節 *Cyanococcus*



圖一、主要商業栽培藍莓生物學分類



圖二、藍莓根系無根毛結構

EMF是一種內生菌根菌，宿主專一性高，僅與杜鵑花科中部份亞科的植株共生，包含越橘亞科、歐石楠亞科、錦條花亞科、垂釘石南亞科、蘚石南亞科、水晶

蘭亞科、漿果鵝亞科、吊鐘花亞科等植物，藍莓即屬越橘亞科之植物。

EMF侵染宿主根部細胞後會於表皮細胞內形成菌絲圈並與共生宿主進行養分交換 (圖三)，可以幫助宿主植物吸收土壤中有機及無機型態之磷與氮元素，並且促進宿主植株之生長。

對藍莓養分吸收之影響

EMF作為共生菌根菌具有協助宿主能更有效吸收養分的功能。已有研究指出使用EMF菌液接種於7個高叢藍莓品種，其中6個品種在氮、磷、鉀及鋅之元素含量皆高於無接種之植株，另外有研究也是使用EMF菌液接種於高叢藍莓扦插苗，可分別提升扦插苗之枝條氮、硫及鈣含量；在兔眼藍莓部分，有研究指出使用芬蘭進口之酸性泥炭土作為EMF接種源，發現兔眼藍莓扦插苗根系也可與EMF共生，並且提升

植株根部、枝條及葉片之巨量元素與微量元素含量。以上都說明接種EMF具有提升藍莓養分吸收能力的功能。

對藍莓生長之影響

有研究指出接種EMF高叢藍莓的植株的枝條長度、分枝數、葉片面積、葉片乾重及總生物質量都有得到顯著提升；另也有研究指出在田間種植的高叢藍莓接種EMF，在產量的表現上較沒有接種的處理有顯著的增加，增加範圍從11%到92%不等，顯示接種EMF具有提升藍莓產量的潛力。

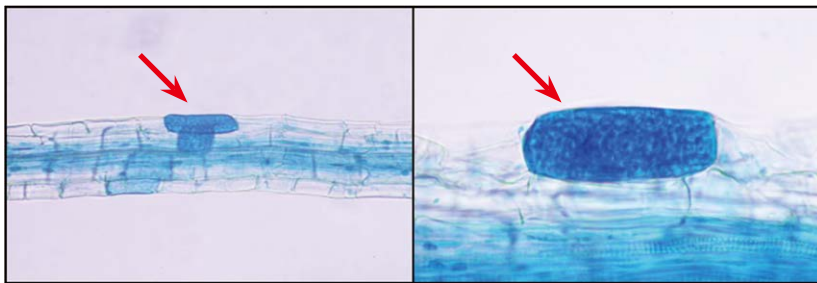
暗色隔膜內生菌

生態地位及共生型態

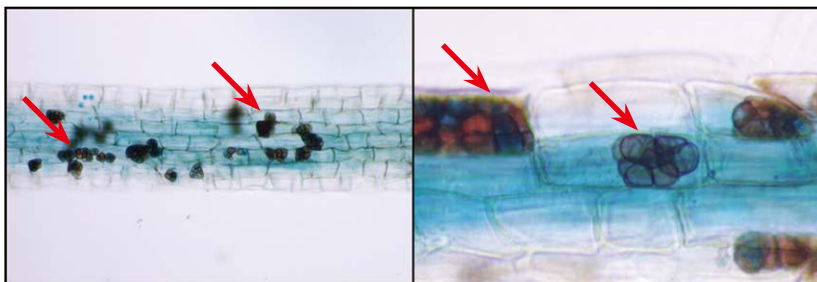
DSE具有能侵染植物根部細胞內或細胞間之暗色隔膜菌絲及微菌核等構造 (圖四)，在分類上因不具有與宿主進行養分交換之構造，因此在定義上並不屬於菌根菌。宿主

專一性低，依文獻指出其可侵染至少114科320屬587種植物。

在地理分布上，DSE在全球分布廣泛從低緯度熱帶地區至高緯度極地地區皆可以發現，多數DSE研究主要分布於極地、寒帶針葉林及高山地區，而這些地區因有機質分解速度較緩慢使土壤有機質大量累積，因此DSE可能經由分解有機質而幫助宿主吸收土壤中之營養



圖三、藍莓根部細胞與EMF侵染型態 (箭頭處為菌絲圈構造)



圖四、藍莓根部細胞與DSE侵染型態 (箭頭處為微菌核構造)

元素。近年來DSE於許多環境惡劣或污染的土壤環境中被發現，推測DSE可能與植株於乾旱、高鹽及重金屬之耐受性有關。

DSE與宿主間之養分交換之關係至今仍未闡明，DSE有助於宿主生長之可能機制為 (1) 分解有機質供共宿主吸收，(2) 刺激宿主分泌植物生長激素，(3) 於宿主苗期時藉由分解碳水化合物，提供簡單醣類予宿主吸收，(4) 透過與病原菌競爭碳源，減少宿主被病原入侵的可能，(5) 減少宿主植物的種間競爭。

對藍莓生長之影響

已有前人研究指出接種DSE整體而言可以提升宿主植物枝條中氮及磷的含量，但影響從負面至正面皆有。目前有關DSE接種於藍莓之研究仍有限，其中有文獻指出將杜鵑花科植物根部分離之91個菌株接種於高叢藍莓實生苗，發現所有接種處理與未接種處理之枝條長度、根長度及鮮重均無顯著差異，但也有研究指出藍莓接種DSE，幼苗生物量跟植株養分含量都顯著較對照組高，此說明DSE與宿主之間的組合也是影響植株表現的因子。

對藍莓養分吸收之影響

近幾年針對接種DSE對藍莓營養元素吸收的研究開始發展，有文獻指出藍莓DSE對促進藍莓植株養分吸收的效果佳，在氮、磷、鉀等巨量元素的吸收量上均顯著高於無接種的處理，土壤中有效磷和酸性磷酸酶含量均顯著提高，也進一步證

表一、杜鵑花類菌根菌及暗色隔膜內生菌養分吸收型態

養分型態	杜鵑花類菌根菌(EMF)	暗色隔膜內生菌(DSE)
無機型態養分	可協助宿主吸收硝態氮、氨態氮、磷酸鹽等無機型態養分。	目前尚無文獻指出其具有主動協助宿主吸收無機養分的功能。
有機型態養分	協助分解胺基酸、胜肽、蛋白質、幾丁質、木質素、植酸或核酸等有機養分。	具多種酵素活性可協助分解含氮、磷及硫之有機質促進植物吸收。

實DSE能分泌酵素將土壤中的不溶性磷礦化並轉化為可溶性磷供藍莓吸收；另也有研究指出使用DSE跟EMF混合菌液進行接種，促進幼苗對營養元素的吸收能力，並提高了土壤脲酶、酸性磷酸酶等酶的活性，且混合接種的效果優於單獨接種或未接種處理，說明同時接種EMF跟DSE兩種真菌可能具有正向加乘的效果。

結語

目前有關EMF或DSE接種對藍莓生長之影響主要以高叢藍莓作為植物材料，鮮少以兔眼藍莓為研究對象。因兔眼藍莓低溫需求少，於臺北平地夏季高溫高濕之環境下仍可以正常生長及開花，顯示其在臺灣具有極大的栽培潛力。目前多數研究指出接種共生真菌對於宿主多具有正向影響之效果，故未來可針對本次探討之兩種共生真菌對兔眼藍莓之影響進行更深入的研究，並找到對兔眼藍莓生長具有正向影響之共生真菌，進一步開發微生物製劑作為接種源以提升藍莓生長及產量表現，供農民在藍莓栽培管理上有更高效、多樣的選擇，進而提升整體收益。