

## 叢枝菌根菌運用於綠化樹木之研究

陳韻帆<sup>1)</sup> 劉東啟<sup>2)</sup>

關鍵字：叢枝菌根菌、都市樹木養護

**摘要：**由文獻回顧已知叢枝菌根菌對共生植物的效益，但目前應用在綠化樹木上的研究仍然很少。本研究回顧叢枝菌根菌的效益，並藉由實際調查檢視這些效益對都市樹木是否有必要性，並從分析的結果和目前商業生產及實際應用的問題上，討論叢枝菌根菌運用在養護都市樹木上會面臨的問題。實際調查結果發現，都市綠化樹木多處於通氣排水不良的環境，由於叢枝菌根菌為好氧的真菌，在缺氧環境無法發揮效益，因此，都市樹木養護首要改善通氣排水，才有進一步應用叢枝菌根菌的可能。另外，台灣在叢枝菌根菌的商業生產及實際應用上，除了必須尋求穩定大量生產的控管方式，也應該重視如何改變使用者的習慣與觀念。

### 前 言

人們因自身的需求，而將樹木種植在都市內，但事實上都市環境中，樹木並無法有充足的生長空間、好的土壤條件以及水分供給，且人類在樹木周邊頻繁的活動，更使得樹木生長環境極度劣化：諸如土壤硬實、排水不良，容易積水等。積水的土壤環境會造成樹木根系缺氧，當根部不能獲得充分的氧氣，不僅呼吸作用受阻，同時硝化作用、固氮作用等均受障礙，不利植物生長的各種生化作用也隨之發生(Lyon et al.，朱譯，1963)。

樹木依靠根系穩固自身，一旦根系衰弱，很可能發生倒塌的事件。而樹木本身是極巨大的生物體，一旦樹木倒伏，就可能產生重大的傷害事件。因此，如何在惡劣的現實環境中，維持樹木健康是綠化研究極重要的課題。

叢枝菌根菌與植物共生由來已久，共生的植物種類也非常廣泛，從低等的蘚苔、蕨類植物到高等的維管束植物皆有相關的報告，兩者互相依存在自然界中是十分普遍的現象。

叢枝菌根菌對於提升宿主的耐乾燥性相當有效，因它能夠促進水分及磷的吸收，使植物健全生長，並且能夠活化氣孔的開閉調節(伊藤與鈴木，1995)。在養份缺乏的環境，叢枝菌根菌也能幫助增進磷、鐵、及其他微量礦物質的吸收(伊藤與鈴木，1995)。另外，也有研究顯示，叢枝菌根菌能增強宿主對鹽害、重金屬等逆境的抵抗力(唐，1998)。

藉由這些效益，我們或許能夠利用叢枝菌根菌對都市樹木進行養護，維持樹木的健康。

## 文 獻 回 顧

### 一、菌根簡介

#### (一)、菌根(胡，1990)

菌根(mycorrhiza)一詞由 Frank(1885)確立，是植物與菌根菌互利共生所組成的吸收器官。藉由這種緊密生活的方式，菌根菌從植物得到光合成產物，植物則透過菌根吸收更多的土壤養分。

植物和菌根真菌的共生由來已久，從化石紀錄發現，在泥盆紀早期(約四億年前)，最早的類蘚苔植物即有與類似叢枝菌根的內生真菌共生的現象。胡弘道(1988)在《森林土壤學》中提到，「生存在激烈競爭的森林生態環境，尤其在貧脊地與不良生育地，若缺乏菌根則很難存活長久。即在自然界中，菌根之存在是必然的定理，而非例外。」

在所有菌根菌的研究當中，最常被提及的就是叢枝菌根菌(arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)。叢枝菌根菌具有廣泛的共生性與環境適應性，比起其他專一性高的菌根菌來說雖然效率較差，但卻有較大的應用範圍，能夠彈性應付植栽種類豐富多變的綠化工作。

#### (二)、叢枝菌根菌的簡介與分類

菌根根據型態大致可分為外生菌根與內生菌根，一般將叢枝菌根分類到內生菌根。叢枝菌根菌的宿主範圍極廣，涵蓋了蘚苔、蕨類、種子及被子植物，約佔陸上植物的 80%。早期因為其特殊的囊狀體與叢枝狀體的器官而被稱為囊叢枝菌根(Vesicular-arbuscular mycorrhiza, VAM)，但在較近期的研究發現並非所有叢枝菌根皆存在囊狀體，因此改稱為叢枝菌根。

叢枝菌根菌屬於接合菌綱(Zygomycetes)的繡球孢子目(Glomales)，囊括了無柄孢子屬(Acaulospora)、內生孢子屬(Entrophospora)、大孢子屬(Gigaspora)、繡球孢子屬(Glomus)、硬囊孢子屬(Sclerocystis)及盾蓋孢子屬(Scutellospora)六屬。繡球孢子屬是分布最普遍的叢枝菌根菌。(吳與林，1998；胡，1988，1990；陳，1991)

- 
- 1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
  - 2) 國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。

## 二、叢枝菌根菌的效益

### (一)、促進吸收

叢枝菌根可幫助共生植物吸收養分，特別是在促進磷的吸收上貢獻良多(李，2002；胡，1990；伊藤與鈴木，1995；Gnekow, 1989；Cornwell, 2001)。磷對一些代謝及酵素反應等過程相當重要，並且為核酸、磷脂的重要組成成分，攸關細胞的穩定性，是植物的必要元素之一(趙等，2006)。

### (二)、增強宿主能力

除了增進養份吸收，也有研究指出菌根能夠幫助宿主提高植物對水分、鹽分、重金屬等逆境的忍受力(胡，1990；伊藤與鈴木，1995；唐，1998；張，2008)以及抗病蟲害性(黃等，2003；伊藤與鈴木，1995)，且能增加土壤團力穩定性 (Wright and Upadhyaya, 1998) 改善宿主生長環境。

## 三、影響叢枝菌根菌的環境因子

### (一)、溫度

溫度對叢枝菌根菌孢子的發芽與生長有很大的影響。一般來說，溫度較高時叢枝菌根菌較易形成菌落，且孢子的產生也會增加。雖然不同種類的叢枝菌根菌孢子發芽的最適溫度不盡相同，但較高的溫度皆有助於增進其對根部的感染，而當溫度過低時，所有的生長活動皆會停止。(胡，1990；陳，1991；伊藤與鈴木，1995)

### (二)、水分通氣

較乾燥的環境下植物的菌根密度會增加，然而在接近永久萎凋點時，不但植物的生長會受到抑制，叢枝菌根菌的產孢亦然。(陳，1991)。過度潮濕的環境不僅會造成植物根部的損害，也不利於叢枝菌根菌感染植物根部，略微的土壤乾旱反而有助於叢枝菌根菌生長及感染，因水分過多易使土壤通氣不良，而叢枝菌根菌是一種好氧的真菌，低氧的狀態會抑制叢枝菌根菌的孢子萌芽，並抑制菌根的發育和形成。

另外，土壤硬度也會造成影響，孔隙過小的壓實土壤根系無法侵入，根的長度減短(陳，1991；吳與夏，2004；伊藤與鈴木，1995；Entry et al., 2001)，菌根可侵染的部位減少；且土壤過硬時通氣排水皆不良，此種缺氧環境本就不利叢枝菌根菌之生長與感染，與其共生的菌根的形成自然也減少。

### (三)、pH 值

叢枝菌根菌就和其他微生物一樣，有喜好適應的 pH 環境，並非在所有 pH 值條件下都有相同的共生效果。一般認為愈為酸性、有機豐富和含腐殖質的潮濕土壤愈不利於叢枝菌根菌。但其實許多叢枝菌根菌有能力容忍低 pH 值條件，甚至有些真菌容易在低 pH 值的土壤形成叢枝菌根。(陳，1991；伊藤與鈴木，1995；Entry et al., 2001)

Siqueira 等發現 pH 與養分之交感作用會顯著影響叢枝菌根菌的孢子在洋菜上之發芽，推測 pH 可能不是直接影響，而是由於 pH 改變造成土壤可溶性物質改變而間接影響了叢枝菌根菌(胡，1990；陳，1991)。

#### (四)、養分

在土壤養分中，磷對叢枝菌根菌的影響最大。許多研究發現，高磷的環境不利於叢枝菌根菌感染植物，但也有例外。在高磷卻低地溫的環境下，叢枝菌根菌可正常的發揮作用，因低溫時磷很難被吸收(伊藤與鈴木，1995)。

施肥對叢枝菌根菌與植物間的共生關係並沒有好處。蕭詩菁(2008)的研究指出，不論水分多寡，隨著施肥量增加，菌根的感染率雖未達顯著，但確實有下降。Entry(2001)等的報告中也提到，在養分層級高的環境，半共生及全共生菌根植物供給磷到葉片的能力相似。即當土壤中養分愈高，植物對菌根的依賴性便愈差，對已經擁有充足養分的植物來說，與菌根共生顯然沒有什麼意義。

## 研究內容

### 一、AMF 對都市樹木的養護之效益與必要性調查分析

#### (一)、研究方法

本研究先採以文獻調查的方式，比較叢枝菌根菌與樹木對環境的適應性，以此確認叢枝菌根菌在哪些環境下可以提供樹木幫助。進一步配合實際的土壤調查，分析這些效益對都市樹木是否有必要性。

#### (二)、AMF 對都市樹木的養護之效益分析

##### 1. 溫度

30-40°C 時樹木的同化作用受到抑制，但叢枝菌根菌能夠忍受這樣的高溫環境並形成菌根，發揮效用。但對於 15°C 以下的低溫障礙則沒有助益。

##### 2. 水分

到達永久萎凋點前，乾燥的環境下叢枝菌根密度會增加，正好能夠適應時時缺水的都市植栽環境，幫助樹木吸收水分。淹水的缺氧環境不利叢枝菌根菌生長。資料顯示，叢枝菌根大約只形成在地表 15cm 左右(伊藤與鈴木，1995)，這比植物根系的深度範圍還要來得淺，由此推估叢枝菌根菌或許比植物還要無法忍耐淹水造成的缺氧逆境。

##### 3. pH 值

對多數的植物來說，如果土壤的 pH 值在 6.0-8.3 之間，就不需要做任何土壤改良，而最理想的 pH 值範圍在 6.5-7.5 之間。叢枝菌根菌根據種類有很廣泛的 pH 值適應範圍，從 pH 4.5-9.0 的土壤環境皆可發現其蹤跡。

根據影響叢枝菌根菌的環境因子與以上對叢枝菌根菌及樹木能夠忍受的溫度、水分、pH 值範圍歸納統整，將生長條件的適應性分為五個等級：1 為極差、2 為差、3 為普通、4 為佳、5 為極佳，比較叢枝菌根菌與樹木能夠適應的環境(見圖 1)。

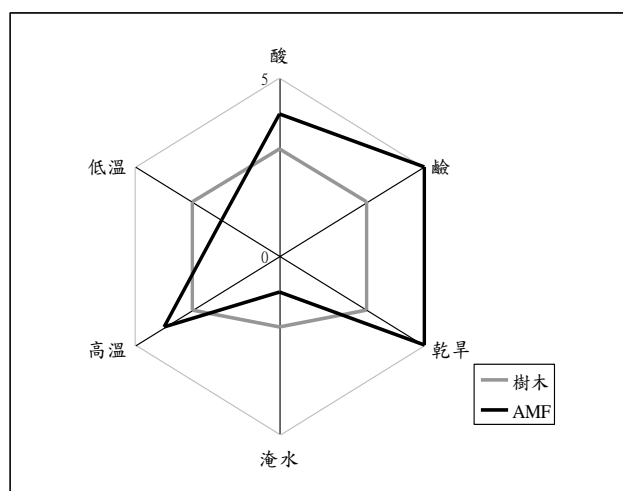


圖 1. 樹木與叢枝菌根菌的適應條件比較

Fig. 1. Compared with adapt to the conditions of trees and arbuscular fungi

由圖可清楚的比較出叢枝菌根菌與樹木的適應條件，叢枝菌根菌對於 pH 值有廣泛的適應能力，但耐鹼的程度大於耐酸；叢枝菌根菌也較樹木能夠忍受乾旱及高溫，但對於淹水與低溫的環境則適應性較差。

### (三)、現況調查——以台中逢甲大學調查為例

校區內的綠化植栽通常有定時定期的維護管理，且管理方式較一致，較無其餘因素干擾，適合作為研究對象。而逢甲大學周邊為熱鬧的商區，相當能夠代表人類頻繁活動的都市綠地，因此選擇其為本次調查對象。由於逢甲大學內的植栽有定時的灌溉設施，此處便不對缺水逆境做討論，僅就調查的土壤硬度、透水性與 pH 值結果來看都市樹木所生存的

環境。

此次調查土壤 pH 值皆落在植物適合生長之範圍內，故不對此多加著墨，僅就土壤硬度與表面透水之結果做討論。

由結果可發現，大部分的植栽土壤硬度都過硬，尤其是植栽槽、草地及其周邊的土壤多已成極差的狀態，並不適合綠化樹木生長。這是由於這些場所容易遭到踩踏而使得土壤夯實，四周遭到包圍的花台則較無這種狀況，但仍然只在尚可的範圍內。

且花台雖較無土壤硬度過於夯實的問題，在透水上卻有很嚴重的問題存在。在採樣的 17 個花台樣區裡，有 3 處呈現完全不透水的狀態，約佔花台取樣數的 18%。

## 二、叢枝菌根菌的商業與實際應用問題

### (一)、叢枝菌根菌的商業生產及販售問題

臺灣省農業試驗所(現台中霧峰農業試驗所)出版的《囊叢枝內生菌根菌技術應用手冊》(吳與林, 1998)中裡提及「目前有關囊叢枝內生菌根菌產孢技術已經由農委會『農業專利暨著作權益委員會』於八十五年一月二十二日第十一次委員會審核通過，並於二月十六日以 85 農糧字第 5020109A 號函公告。本案已於八十五年六月一日簽約正式辦理技術轉移給臺灣生研股份有限公司及磊鉅實業股份有限公司進行商業化生產」。然而現今根據行政院農業委員會農糧屬之肥料登記證管理系統查詢結果，台灣目前並無登記有案之叢枝菌根菌商品。

經過電子郵件往來及電話訪談得知，目前台灣生研(現普生生技)已停止自行生產叢枝菌根菌商品；磊鉅實業(現凱將生技)則表示，目前是以一般使用資材添加介紹農民使用，因此並無登記在肥料登記項目中。

#### 1. 無法穩定的大量生產

由於叢枝菌根菌是絕對共生菌，因此很難以一般微生物的培養法在培養皿中大量生產。目前的生產方式以傳統的盆鉢培養法(Pot culture)為主，此法雖有操作容易、產孢數量較高、價格低廉等優點，但由於為開放式的培養方法，生產過程中容易發生介質汙染的問題。

除了介質汙染的問題，栽培環境也對產量有很大的影響。叢枝菌根菌從菌絲生長到產孢的階段至少需要半年的時間，由於栽培時間長，期間若是發生環境變異如氣候的變化，便會影響到產量。生產順利的狀況下，1g 的介質中約可檢出 2000-3000 個孢子，但若是當時條件不適合，產孢數量也有可能僅在 100 以下。

#### 2. 消費族群少

微生物肥料對土壤肥分的改善並無法立即顯現，在這一季施用，往往要到下一季才漸

漸有成效。若是等不及而加施化肥，更會破壞叢枝菌根菌的生存環境，當然也就失去應有的效用。使用者在對叢枝菌根菌的生長環境不夠理解的狀況下發生上述情況，很有可能認為此產品是無效的而不願意繼續使用。再者，微生物肥料之肥效容易受外在環境影響，即使是同一菌種，在不同環境下施用效果亦不同，這種不確定性也會減少消費者的使用意願(黃，2002)。

目前主要的使用族群，多是溫室栽培較具經濟價值的作物，或是想藉由叢枝菌根菌減少連作障礙等特定使用者。生產者指出，目前在使用者的觀念上，這類商品並非必需品，因為施用肥料同樣可以達到增產的效果，會選用叢枝菌根菌商品而減少肥料施用的使用者現在仍為少數。

## (二)、叢枝菌根菌用於養護都市樹木面臨的問題

### 1.環境條件限制

由文獻回顧得知，叢枝菌根菌是一好氧的真菌，在積水、缺氧的環境時，生理活動會遭到抑制或死亡。而從台中逢甲大學案例的調查結果發現，都市樹木正是生存在一個硬實、排水不良的缺氧環境中。在這種狀況下，叢枝菌根菌無法用於養護都市樹木。

另外，15°C以下大部分叢枝菌根菌即無法形成叢枝菌根，對於低溫的逆境沒有幫助。

### 2.穩定的菌種來源

台灣目前的叢枝菌根菌生產量仍不穩定，且由於叢枝菌根菌不似傳統肥料，因其為活體，施用效果會受周圍環境影響，儲藏也較麻煩。

如果要運用叢枝菌根菌對都市樹木進行養護，就需要有大量且容易取得的來源，台灣目前的商業生產是否能夠達到需求量仍待更精確的評估。若無法一直有穩定的大量供給源，確保儲藏的商品效用活性便會成為重要的課題。

## 結果與討論

### 一、AMF對都市樹木的養護之效益與必要性調查分析

將樹木與叢枝菌根菌的各種生長條件作分析比較，發現叢枝菌根菌的生長條件較樹木要來得廣(圖 1)。這表示即使在對樹木不良的土壤環境，叢枝菌根菌仍能發揮效用。

但根據現況調查的結果發現，多數土壤過硬且透水性不佳，植栽槽、草地及其周邊硬度多到達極差的狀況，花台則有嚴重排水不良的現象。花台由於土壤四周遭到包圍，當水量超過土壤吸收時並無法將水分宣洩，本身將成為盛水的容器，這比任何平面上的積水更容易造成樹木根系的問題。由此建議綠化施工時盡量不要設置花台，若花台已存在且沒有

設置排水的出口，則應儘快打破或拆除花台，使積水能夠排除。

這些現況顯示都市樹木植栽環境通氣不良的問題嚴重，在這上面樹木極需幫助，但這部份叢枝菌根菌卻無法有助益。這也實際的警惕我們，都市樹木的養護首要解決通氣排水不良。

## 二、叢枝菌根菌的商業與實際應用問題

### (一)、叢枝菌根菌的商業生產問題

台灣的叢枝菌根菌生產目前最重要的問題有二：

一是由於介質容易汙染及氣候條件造成的「無法穩定的大量生產」，二是由於使用型態不同以往，且商品不易儲藏造成的「消費者使用意願低」。

### (二)、叢枝菌根菌用於養護都市樹木面臨的問題

#### 1. 環境條件

叢枝菌根菌無法在缺氧與低溫的環境條件應用。

#### 2. 穩定的菌種來源

台灣目前的叢枝菌根菌生產量仍不穩定，且叢枝菌根菌的儲藏也較麻煩。如果要運用叢枝菌根菌對都市樹木進行養護，就需要有大量且容易取得的來源。若無法有穩定的大量供給源，就必須確保儲藏的商品效用活性。

## 參 考 文 獻

- Lyon, T. Lyttleton, Harry Buckman and Nyle C. Brady. 朱海帆譯。1963。土壤學。台北：教育部。340 pp.。
- 王發國、劉潤進。2001。黃河三角洲鹽鹼土壤中 AM 真菌的初步調查。生物多样性 9(4): 389-392。
- 吳強盛、夏仁學。2004。VA 菌根與植物水分代謝的關係。中國農學通報 20(1): 188-192。
- 吳繼光、林素禎。1997。台灣內生菌目及繡球菌目之分類學研究。Fung. Sci. 12(1,2): 17-30。
- 吳繼光、林素禎。1998。囊叢枝內生菌根菌技術應用手冊。台中：台灣省農業試驗所。274 pp.。
- 李志真、謝一青。2002。VA 菌根的研究進展及其應用前景。江西大學學報(自然科學版)24(4): 448-453。
- 林素禎、吳繼光。2002。磷酸根離子對叢枝菌根菌孢子發芽與菌絲生長之影響。中華農業



- 研究 51(3): 20-30。
- 林素禎、吳繼光。2005。微生物肥料在合理化施肥之應用。合理化施肥專刊 pp.289-304。
- 林素禎、洪崑煌、吳繼光。2000。囊叢枝內生菌根菌在台灣代表性土壤中之分布。中華農業研究 49(4): 65-80。
- 胡弘道。1988。森林土壤學。台北：國立編譯館。382 pp。
- 胡弘道。1990。林木菌根。台北：千華出版公司。666 pp。
- 范繼紅、楊國亭、李桂伶。2006。木本植物 VA 菌根研究進展。防護林科技 1: 34-36。
- 唐明。1998。VA 菌根提高植物抗鹽鹼和抗重金屬能力的研究進展。土壤 5: 251-254。
- 張筱婉。2008。鹽分逆境下三種濱海植物接種叢枝菌根菌之生理效應。國立中興大學森林學系碩士論文。79 pp。
- 張萬鳳。1990。酸鹼度、養分及重金屬對囊叢枝菌根菌孢子發芽之影響。國立中興大學土壤學系碩士論文。75 pp。
- 陳泰安。1991。囊叢枝菌根菌的單孢接種與大量繁殖及對百日草生長與發育之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。115 pp。
- 曾曙才、蘇志堯、陳北光、俞元春。2005。VA 菌根真菌對植物養分吸收與傳遞的影響。西南林學院學報 25(1): 72-75。
- 馮固、楊茂秋、白燈莎、黃金全。1997。土壤磷、肥料磷和 VA 菌根真菌對植物磷營養的貢獻。核農學報 11(4): 237-242。
- 黃伯恩。2002。微生物肥料之應用推廣。農政與農情 91(115)。
- 黃京華、駱世明、曾任森。2003。叢枝菌根菌誘導植物抗病的內在機制。應用生態學報 14(5): 819-822。
- 黃金芳、肖華山。2006。VA 菌根對植物的有益作用及其應用展望。熱帶農業科技 29(2): 23-27。
- 趙之偉。1998。VA 菌根共生的起源和進化。生態學雜誌 17(3): 37-41。
- 趙華、徐芳森、石磊、王運華。2006。植物根系型態對低磷脅迫應答的研究進展。植物學通報 23(4): 409-417。
- 蕭詩菁。2008。乾旱與養分逆境下接種叢枝菌根對臺灣檫與臺灣肖楠苗木之生長效應。國立中興大學森林學系碩士論文。67 pp。
- Allen, M. F.. 中坪孝之、堀越孝雄譯。1991。菌根の生態学。東京：共立出版株式会社。208 pp。
- 小川真。1997。作物と土をつなぐ共生微生物：菌根の生態学。東京：農山漁村文化協会。241 pp。
- 小林達治。1995。根の活力と根圏微生物。東京：農山漁村文化協会。195 pp。
- 木村真人。1988。根圏微生物を生かす。東京：農山漁村文化協会。188 pp。
- 西尾道德。1988。土壤微生物とどうつきあうか。東京：農山漁村文化協会。181 pp。

- 西尾道徳。1991。土壤微生物の基礎知識。東京：農山漁村文化協会。206 pp.。
- 依藤敏昭、鈴木源士。1995。根と共生して作物を強くする菌根菌の活かし方：Dr キンコンの効果と利用。東京：農山漁村文化協会。167 pp.。
- 畑野健一、佐々木恵彦。1987。樹木の生長と環境。東京：養賢堂。383 pp.。
- Augé, R. M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11: 3-42.
- Brundrett, M. C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytol.* 154: 275-304.
- Cairney, J. W. G. 2000. Evolution of mycorrhiza systems. *Naturwissenschaften* 87: 467-475.
- Cardoso, I. M. and T. W. Kuiper. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116: 72-84.
- Cornwell, W. K., B. L. Bedford, and C. T. Chapin. 2001. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in a phosphorus-poor wetland and mycorrhizal response to phosphorus fertilization. *Am. J. Bot.* 88(10): 1824-1829.
- Entry, J. A., P. T. Rygielwicz, L. S. Watrud, and P. K. Donnelly. 2002. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of Arbuscular mycorrhizas. *Adv. Environ. Res.* 7: 123-138.
- Gnekow, M. A. and Marschner H. 1989. Role of VA-mycorrhiza in growth and mineral nutrition of apple (*Malus pumila* var. *domestica*) rootstock cuttings. *Plant Soil* 119: 285-293.
- Graham, J. H. R. T. Leonard, and J. A. Menge. 1981. Membrane-Mediated Decrease in Root Exudation Responsible for Phosphorus Inhibition of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Formation. *Plant Physiol.* 68: 548-552.
- Heap, A. j. and E. I. Newman. 1980. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhizas on phosphorus transfer between plants. *New Phytol.* 85(2): 173-179.
- Hopkins, W. G. and N. P. A. Hüner. 2009. Introduction to plant physiology, fourth edition. John Wiley & Sons, Inc. 503 pp.
- Remy, W. T. N. Taylor, H. Hass, and H. Kerp. 1994. Four hundred- million-year-old vesicular arbuscular mycorrhizae. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 91: 11841-11843.
- Smith, S. E. and D. J. Read. 1997. Mycorrhizal symbiosis, second edition. Academic press, Inc. 605 pp.
- Wang, F. Y. and Z. Y. Shi. 2008. Biodiversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in China: a Review. *Adv. Environ. Biol.* 2(1): 31-39.
- Wright, S. F. and A. Upadhyaya. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil* 198: 97-107.

## Studies on Arbuscular Mycorrhizal Fungi Application in Assisting the Establishment of Trees

Yun-Fan Chen <sup>1)</sup>    Tung-Chi Liu <sup>2)</sup>

Key words: Arbuscular mycorrhizal fungi, Conservation of urban trees

### Summary

From the literature review, we learn about the benefits of symbiotic relationship of arbuscular mycorrhizal fungi with plants. However, the application of mycorrhizal in the area of tree nurturing is still very limited. This study reviewed the effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungi and their possibilities in enhancing the health of urban trees. Further investigation was also done to identify specific tree species which can benefit from the symbiotic relationship. Then, discussion was carried out on the commercial production and practical application of arbuscular mycorrhizal fungi in the conservation of urban trees nowadays.

From the site survey, it was found urban trees were majorly in poor drainage and ventilation environment. Arbuscular mycorrhizal fungi was not exist in the anoxic environment. Therefore, the first and foremost step to do is to improve the ventilation and drainage conditions of urban trees, follow by application of arbuscular mycorrhizal fungi. In addition, production and commercialization of arbuscular mycorrhizal fungi in Taiwan, apart from the control for stable mass production methods, it is also important to distort concepts of user's that need to be corrected for a wider application of arbuscular mycorrhizal fungi.

---

1) Graduate Student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.

