

# 內生菌根菌應用在滿天星栽培之研究<sup>1</sup>

陳俊位<sup>2</sup>、蔡宜峰<sup>2</sup>、楊秋忠<sup>3</sup>

## 摘 要

在滿天星(*Gypsophila paniculata* L.)扦插育苗介質中以體積比1:20混合含內生菌根菌之阿泰母岩砂(attapulgit, 含孢子數約每公克50粒), 於接種四週後採滿天星根系, 分別利用錐蟲藍(0.05% trypan blue)及酸性品紅(0.05% acid fuchsin)染色法檢查菌根菌感染率, 結果顯示以酸性品紅染色的效果較佳, 可明顯觀察到菌根菌之孢子, 而錐蟲藍染色的效果則不佳。由滿天星幼苗之生育性狀顯示, 接種菌根菌可以增加滿天星幼苗全株乾重及根長。而由滿天星田間栽培結果顯示, 接種菌根菌之滿天星切花產量及植株存活率等顯著地高於對照處理, 且接種菌根菌具有提早及集中滿天星切花產期之功效。在接種菌根菌處理配合不同磷肥用量之試驗結果顯示, 磷肥用量減少50%與磷肥全量處理間之滿天星切花產量差異不顯著, 顯然接種菌根菌可以配合降低磷肥用量。

關鍵字：滿天星、內生菌根菌。

## 前 言

土壤微生物可直接或間接地影響作物生長, 其中包括固氮菌、菌根菌、硝化菌及有機物分解菌等等, 種類甚多, 作用功能也甚廣<sup>(10,14)</sup>。例如增進土壤氮素來源、增加養分的有效性、溶解度、合成植物生長調節劑、增進作物根系生長及營養吸收、分解有機物釋放養分、分解土壤中有毒物質、與病菌抗衡作用、聚合形成土壤腐植質等等的功能, 各種土壤微生物都扮演著不同的角色<sup>(3,24,28)</sup>。在這些微生物中內生菌根菌(Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza fungi, VAM-fungi)已有許多研究報告證實具有幫助多種作物生長的效應, 但在這些研究中多以果樹及蔬菜等作物為主, 有關花卉作物的研究較少, 惟其中大多數研究報告均肯定接種菌根菌處理可以改善多種園藝花卉之生育特性, 例如接種菌根菌之矮牽牛及菊花其花朵數及乾物重皆比無菌根者增加<sup>(21,22)</sup>。百合感染菌根者之植物組織內的元素含量較高, 且球莖數目會增加及體積變大<sup>(15)</sup>。鬱金香感染菌根者之株高及根部發育皆較佳<sup>(20)</sup>。聖誕紅接種菌根菌後其植株總鮮重增加25~45%, 並可促進扦插苗發根及根鮮重<sup>(17)</sup>。香水草屬(*Heliotropium*)及吊鐘花(*Fuchsia*)之菌根植物株可提高早開花並增加花朵數<sup>(16)</sup>。而接種菌根菌則可增加除蟲菊屬之種苗株高、分枝數及根長, 並可增加花朵數及提早開花約7~10天<sup>(23)</sup>。而在天竺葵及萬壽菊上之應用則有增加花朵數等效果<sup>(18,26)</sup>。而張氏等曾針對國內常見之花

<sup>1</sup> 台中區農業改良場研究報告 0440 號。

<sup>2</sup> 台中區農業改良場助理研究員。

<sup>3</sup> 國立中興大學土壤環境科學系教授。

卉植物，如孔雀草、萬壽菊、百日草、百合、菊花及非洲菊等加以探討接種菌根菌後之生長效應<sup>(2,8,9)</sup>，綜合其研究結果顯示菌根菌對不同花卉植物的影響包括有：a)促進營養及生殖生長，b)提早開花，c)增加花數及鮮花重量，d)延長鮮花之瓶插壽命，e)促進維管束發育，f)改善花卉品質，g)抗水份逆境及h)增加養分之吸收等多項正面的效應。

滿天星 (*Gypsophila* spp.) 俗稱縷絲花或霞草，英名為 Baby's breath，為石竹科 (Caryophyllaceae) 滿天星屬的草本花卉，因其花朵小而多，潔白優美，有如繁星點點，不但容易與其它花材搭配，單獨大把花束也別具風格，需求量有增無減，主要產地在荷蘭、以色列、美國之加州與佛羅里達州、哥倫比亞及日本等地。近年來也成為本省重要切花之一。在台灣切花市場的周年需求下，急需周年生產供應，但台灣夏季生產時因高溫而常有花莖過短，產生獅頭花或花心綠化等品質降低的問題，而秋、冬季的生產，由於自然日照較短，在低溫時期常有不易抽苔開花的情形<sup>(5)</sup>，為此有學者即研究其開花習性並利用植物荷爾蒙處理來調節產期<sup>(4)</sup>，而黃氏等亦探討溫度對其生產與開花之影響<sup>(6)</sup>。然這些研究偏重在植物生理特性上之研究，有關利用微生物肥料來改善其特性的研究則甚少。

近年來農委會及農林廳等農政單位相當重視微生物肥料之發展，除成立"本土化生物肥料研發小組"推動相關之研究與推廣工作外，並致力於本土化微生物肥料菌種篩選、應用技術之開發及推廣<sup>(3,8,12)</sup>。現今有關本土化微生物肥料如固氮菌、菌根菌及溶磷菌等在中興大學與本場的試驗中曾在豆類、番茄、蘆筍、玉米、草莓及樹苗等作物中呈現良好效果<sup>(1,2,9,11,13,29,30)</sup>，甚具參考應用價值。而中部地區為滿天星切花生產的主要產區，為此本文擬針對內生菌根菌應用於滿天星扦插苗期及田間生長期等效益加以探討，以提供作為日後研究與應用之參考。

## 材料與方法

### 材料來源及種類

本試驗所使用之內生菌根菌 (VAM-fungi) 菌種係由中興大學土壤環境科學系楊秋忠教授提供，菌種為 *Glomus* spp. 混合菌種，係採用接種於玉米根系共生，並栽培於阿泰母岩砂 (attapulgitite) 上所製備之菌源，每公克阿泰母岩砂含孢子數約為 50 粒。試驗作物種類為宿根滿天星 (*Gypsophila paniculata* L.)。

### 試驗 I：菌根菌接種觀察

首先於滿天星育苗期實施接菌處理，先將種菌(固態)與介質以 1：20 比例(體積比)充分混合，已接菌之介質裝填入穴盤中，再直接應用於滿天星扦插育苗工作，本試驗分別為接菌與否共二種處理，於育苗四週後採滿天星幼苗根系，分別利用錐虫藍 (trypan blue) 及酸性品紅 (acid fuchsin) 染色法檢查菌根菌感染率。染色方法為分別選取接種及未接種菌根菌之滿天星幼苗，於流水下沖去根部之介質，將洗淨之滿天星根部，切成 1 公分小片段置於硬質螺旋試管內，加入 10% 氫氧化鉀 (KOH)，靜置過夜，以軟化根部，翌日，倒出氫氧化鉀，以清水沖洗三次後，加入 1% 鹽酸酸化五分鐘，倒出鹽酸液，加入染色劑靜置過夜後，再倒出染色液加入去色液後，取出在顯微鏡下觀察菌根菌感染情形。染色劑使用錐虫藍 (trypan blue,

0.05%)及酸性品紅(acid fuchsin, 0.05%)二種以比較不同染劑對其染色之影響。並分別調查滿天星接種菌根菌後苗株高、根長及乾物重等園藝性狀。同一批滿天星幼苗並分別依接菌及對照二種處理定植於田間，滿天星生育期間栽培管理及肥培管理均依農友慣行法實施，再依作物生長特性，分別調查作物生育、產量及品質等特性。

### 試驗 II：接種菌根菌及配合不同量磷肥對滿天星之影響

處理則包括接種菌根菌與否二級及不同磷肥用量(100, 75, 50kg/ha)三級，組合成六級處理(表一)，田間排列採逢機完全區集設計，四重複，試驗前試區土壤pH為5.6，有機質含量29.1g/kg，有效性磷含量422mg/kg，交換性鉀含量408mg/kg。滿天星幼苗於扦插育苗期即實施接種菌根菌處理，磷肥(過磷酸鈣)依處理用量於定植前整地時作基肥一次全量施入土壤中。試區另配合施用木屑雞糞堆肥10t/ha、氮及鉀肥分別為150及120kg/ha，其中堆肥作基肥一次全量施用，氮及鉀肥分別於整地、摘心期、生育中期及開花前期依30、20、30及20%比例用量施用，其他栽培管理方式均依農友慣行法實施。在土壤及植物體樣品分析方面<sup>(25)</sup>，土壤樣品先經風乾處理，經2mm網篩過篩後分別測定土壤化學性質，土壤pH以水:土1:1混合後以pH電極測定。1M醋酸銨(pH 7.0)土:溶液比 1:10抽出液測定交換性鉀(燄光分析儀)、鈣及鎂(原子吸收分析儀)之含量。以Bray No. 1方法抽取並用鉬藍法測有效性磷。植物體樣品採樣後先以蒸餾水清洗，植物體與堆肥樣品均經70°C烘箱烘乾，以溼灰法分解後分別測定氮、磷及鉀含量。

表一、田間試驗處理

Table 1. Treatments of the field experiment

	Treatment	Phosphate rate
VP1	Inoculated and phosphate fertilizer	100% (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100 kg/ha)
VP2	Inoculated and phosphate fertilizer	75% (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 75kg/ha)
VP3	Inoculated and phosphate fertilizer	50% (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 50 kg/ha)
CP1	Non-inoculated and phosphate fertilizer	100% (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100 kg/ha)
CP2	Non-inoculated and phosphate fertilizer	75% (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 75 kg/ha)
CP3	Non-inoculated and phosphate fertilizer	50% (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 50 kg/ha)

## 結果與討論

### 接種菌根菌之影響

菌根菌分佈甚為廣泛，有很多報告指出菌根菌可促進農林作物之生長，其主要功能包括有增加無機鹽類之吸收(尤其磷素之吸收)、降低土壤重金屬危害、提高對病原的抵抗力、減輕病害的發生、增加抗旱能力、延長根系壽命與提高移植存活率<sup>(2,3,8)</sup>。菌根菌可以和作物根部形成共生菌根，而增加作物根部對磷肥的吸收面積及吸收能力<sup>(8)</sup>。一般菌根菌等生物肥料在作物幼苗期即施以接種，將更有利於作物生長，因此在滿天星扦插苗期即加入生物肥料(菌根菌)予以接種，其中菌根菌(固態)與泥炭苔介質以1:20比例(體積比)事先充分混合，約經過四週培育後，由滿天星幼苗之生育性狀顯示(表二)，接種菌根菌處理與否對滿天星苗株高無影響，接種菌根菌處理可以增加滿天星苗全株乾重，惟處理效應不顯著，又接種菌根

菌處理則可以顯著增加滿天星苗的根長，其中接種菌根菌及對照處理之滿天星苗的根長分別為8.72cm及8.14cm，且由外表觀察，接種菌根菌處理的滿天星苗細根毛相對地多於一般處理者，顯然接種菌根菌處理有利於滿天星苗根系之生長，惟由於扦插培育期僅四週左右，可能尚不足以影響滿天星幼苗之地上部生育性狀。

表二、接種菌根菌對滿天星扦插苗生育之影響

Table 2. Effect of VAM-fungus *Glomus* spp. on the growth of the cutting of baby's breath

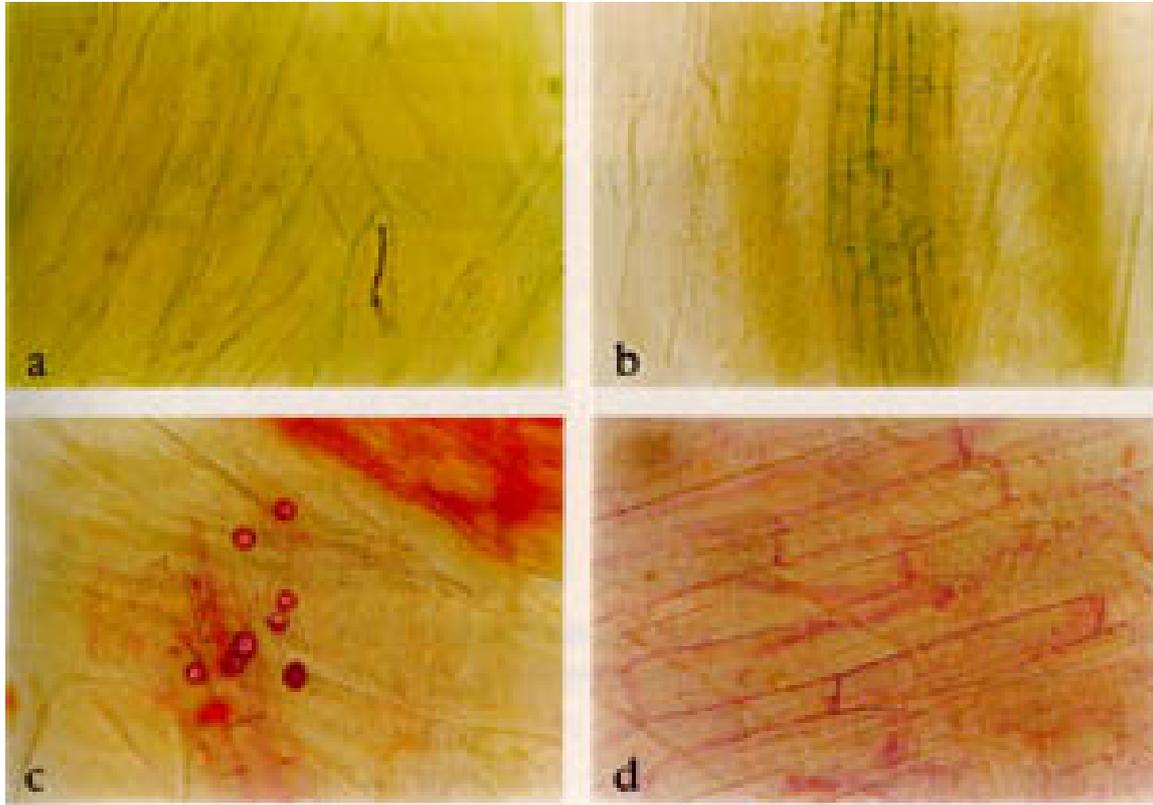
Treatment	Length of shoot (cm)	Length of root (cm)	Dry weight of root (mg/plant)	Root hair
VAM fungi	10.5	8.72	31.3	+++**
Check	10.6	8.14	29.8	+
t-test	NS	*	NS	

NS: Not significant, \* : Significant at p=5%, \*\*: Visible difference.

由滿天星幼苗根系實施染色觀察發現(圖一)，接種菌根菌的滿天星，其根系上可看到菌根菌孢子的形成(圖一 a,c)，未接種者則無發現(圖一 b,d)，而在二種不同的染劑處理下，酸性品紅的染色效果較錐虫藍染色的效果佳(圖一 a,c)，其根系上可明顯看到菌根菌孢子的形成，反之錐虫藍染色的效果則不佳。在國外記載中石竹科為非菌根植物，石竹科未能與菌根菌形成共生，係因一般環境下滿天星根皮層厚、根系分支少且根毛少，而這些因素影響其與菌根菌共生<sup>(27)</sup>。但現今花卉栽培多採用穴盤育苗技術，由於其使用的介質與發根技術，可促使作物扦插苗發育整齊且一致，且根系發育良好且分叉多<sup>(7)</sup>。滿天星屬石竹科原為非菌根植物，由本試驗結果顯示，滿天星利用穴盤法扦插後，所接種菌根菌除可與滿天星根系共生外(圖一)，並且可促使根毛發育更佳(圖二)，似已改變原先根毛少、根系不多等無法促使菌根共生的缺點。在植物病理的研究上亦常利用控制環境或操控植物生理使植物傾向於「傾病性」，而使其所接種的病原菌能與寄主本身作用。因此利用穴盤育苗法可使滿天星插穗在扦插初期形成大量的細根，並在狹小的穴格中菌根菌與細根接觸機率頗高，而可能有利於菌根菌的感染侵入。Brenden *et al.* (1996)指出非菌根植物中十字花科及藜科之不同品種間仍有被菌根菌感染的情形<sup>(19)</sup>，顯然非菌根植物之不同品種間對菌根菌之感染性亦可能不一致。又菌根菌的功能受到環境條件、植物種類及菌根菌種類等相關條件因子影響，因此滿天星扦插苗在穴盤中與菌根菌之確實作用機制，仍尚待進一步探討研究。

又將接種菌根菌處理與對照處理之滿天星幼苗定植於田間，以一般農友慣行栽培方式管理，由滿天星之生育及切花產量調查顯示(表三)，本試區滿天星切花產期是在十二月冬季時節，其中接種菌根菌處理之滿天星單株平均切花量為1.66束(一般農友慣用單位，每束約重六台兩)，顯著地高於對照處理的1.36束，接種菌根菌處理之滿天星存活率為83.3%，亦顯著地高於對照處理的66.6%，又接種菌根菌處理之滿天星切花產量每平方公尺約為5.53束，顯著地高於對照處理的4.54束，尤其在採收期前1~20日期間的接種菌根菌處理之滿天星切花

量均顯著地高於對照處理，且接種菌根菌處理之滿天星切花產量幾近79.6%集中在採收前期20日內，顯示接種菌根菌處理似具有提早及集中滿天星切花產期之功效。



圖一、(a)0.05%錐蟲藍染滿天星菌根無法清楚看出孢子體；(b)對照(錐蟲藍，未接菌根根部)；(c)0.05%酸性品紅染滿天星菌根可清楚看出孢子體；(d)對照(酸性品紅，未接菌根根部)。  
 Fig. 1. (a)Spores of VAM-fungus can't be observed clearly by staining with 0.05% trypan blue in baby's breath root. (b)CK. (trypan blue, non-inoculated VAM-fungus root). (c)Spores of VAM-fungus can be observed clearly by staining with 0.05% acid fuchsin in baby's breath root. (d)CK. (acid fuchsin, non-inoculated VAM-fungus root).

表三、接種菌根菌之滿天星苗在田間栽培之產量及存活率

Table 3. Effect of VAM-fungus *Glomus* spp. on the yield and survival rate of baby's breath L.

Treatment	Yield (bunch/m <sup>2</sup> )				Yield of plant (bunch)	Survival rate (%) <sup>2</sup>
	1~10d <sup>1</sup>	11~20d	20~30d	Total		
VAM fungi	0.73 (13.3%)	3.66 (66.3%)	1.14 (20.4%)	5.53 (100%)	1.66	83.3
Check	0.47 (10.3%)	2.47 (54.4%)	1.60 (35.3%)	4.54 (100%)	1.36	66.6
t-test	** <sup>3</sup>	**	* <sup>3</sup>	*	*	*

<sup>1</sup>. Days after the beginning of harvest.

<sup>2</sup>. At harvested stage.

<sup>3</sup>. \* and\*\* : Same as Table 2.



圖二、接種菌根菌對滿天星扦插苗苗期生育之影響(左)幼苗(右)根系。

Fig. 2. Effect of VAM-fungus *Glomus* spp. on the growth of the cutting stage of baby's breath. (Left) cutting plantlet. (Right) root hair system.

#### 接種菌根菌及配合不同磷肥用量之影響

由滿天星之存活率及切花產量調查顯示(表四)，滿天星單株平均切花產量及存活率在接種菌根菌與否及配合不同磷肥用量等處理間並無顯著差異，惟接種菌根菌處理之滿天星單株平均切花產量略高於未接種對照處理者。以每平方公尺之滿天星切花產量而言，在不同處理間差異不顯著，惟在採收期1~5日期間，以接種菌根菌配合磷肥用量50kg/ha (VP3)及75kg/ha (VP2)處理之切花量0.49及0.45束顯著較高，而以未接種配合磷肥用量50kg/ha (CP3)及75kg/ha (CP2)處理之切花量0.29及0.29束顯著較低，另在採收期11~15日期間，亦以接種菌根菌配合不同磷肥用量等處理之切花量顯著較高，而以未接種配合磷肥用量50kg/ha (CP3)及75kg/ha (CP2)處理之切花量顯著較低。由於本試區滿天星切花產期是在六月初夏時節，不同於表三之切花產期在十二月冬季時節，因此切花產期集中且採收期僅有短暫15日，惟在採收前期1~5日期間，有接種菌根菌處理之滿天星切花量較高於未接種處理者，因此接種菌根菌處理仍具有提早滿天星切花產期之功效。有關接種菌根菌可以促進植物開花而提早花期之功能，業經許多研究報告證實<sup>(2,8,9,23)</sup>，所以應加強探討接種菌根菌處理與花卉作物花期之關係，以期做為調整花期之參考。

表四、接種菌根菌配合不同磷肥用量對滿天星切花產量及存活率之影響

Table 4. Effect of VAM-fungi and phosphate fertilizer on the cut-flower yield and survival rate of baby's breath

Treatment <sup>1</sup>	Yield (bunch/m <sup>2</sup> )				Yield of one plant (bunch)	Survival rate (%) <sup>3</sup>
	1~5d <sup>2</sup>	6~10d	11~15d	Total		
VP1	0.39ab <sup>4</sup>	1.69a	0.61a	2.69a	0.70a	87.5a
VP2	0.45a	1.45a	0.64a	2.54a	0.66a	87.8a
VP3	0.49a	1.51a	0.58a	2.58a	0.64a	84.2a
CP1	0.35ab	1.45a	0.59a	2.39a	0.57a	88.4a
CP2	0.29b	1.51a	0.41b	2.21a	0.54a	83.3a
CP3	0.29b	1.50a	0.39b	2.18a	0.59a	87.3a

<sup>1</sup> Same as Table 1.

<sup>2</sup> Days after the beginning of harvest

<sup>3</sup> At harvested stage

<sup>4</sup> Same as Table 2.

由滿天星採收期之土壤肥力分析顯示(表五)，土壤中有效性磷含量在不同處理間有顯著差異，其中磷肥用量較高處理者之土壤中有效性磷含量亦較高，由於本試驗磷肥種類為過磷酸鈣，且施於畦面再覆土約10cm混合均勻，所以磷肥較易固定在土壤中，致使土壤中有效性磷含量在不同磷肥用量處理間達到顯著差異水準。另土壤中電導度(EC)、pH、有機質含量、交換性鉀、鈣及鎂含量在不同處理間均為差異不顯著。菌根菌已經證實對許多作物具有多種正面的效應，其中菌根菌可以和作物根部形成共生菌根，而增加作物根部對磷肥的吸收面積及吸收能力<sup>(8)</sup>，另百合感染菌根者之植物組織內的元素含量較高，而增進植株生長<sup>(15)</sup>，其原因可能是菌根菌可以促進作物根部發育及增加養份吸收有關<sup>(2,9,17)</sup>。由滿天星採收期葉片營養要素含量之分析結果顯示，滿天星葉片中氮、磷、鉀、鈣及鎂等要素含量在不同處理間均呈現差異不顯著，顯然在本試區土壤條件下，減少磷肥用量75及50%之處理下，尚未影響到滿天星對磷或其他營養要素之吸收，所以當滿天星幼苗接種菌根菌處理時，似可酌為減少磷肥用量約為50kg/ha範圍。

表五、接種菌根菌配合不同磷肥用量對土壤肥力之影響

Table 5. Effect of VAM-fungi and phosphate fertilizer on the soil fertility

Treatment <sup>1</sup>	EC	pH	OM	P	K	Ca	Mg
	dS/m <sup>2</sup>		(%)	----- (mg/kg) -----			
VP1	1.53a <sup>2</sup>	5.87a	3.22a	613a	485a	1642a	358a
VP2	1.60a	5.80a	3.42a	566ab	484a	1679a	352a
VP3	1.70a	5.90a	3.37a	504b	473a	1592a	320a
CP1	1.64a	5.96a	3.55a	600a	425a	1684a	321a
CP2	1.74a	5.96a	3.57a	587ab	494a	1620a	349a
CP3	1.65a	5.81a	3.35a	517b	442a	1617a	354a

<sup>1</sup> Same as Table 1.

<sup>2</sup> Same as Table 2.

表六、接種菌根菌與否及配合不同磷肥用量對滿天星採收期葉片營養要素含量之影響

Table 6. Effect of VAM-fungi and phosphate fertilizer on the leaf nutrient contents of baby's breath at harvested stage

Treatment <sup>1</sup>	N	P	K	Ca	Mg
	----- (%) -----				
VP1	4.47a <sup>2</sup>	0.52a	3.53a	4.48a	1.64a
VP2	4.26a	0.52a	3.36a	4.77a	1.72a
VP3	4.29a	0.59a	3.42a	4.22a	1.68a
CP1	4.86a	0.59a	3.78a	4.67a	1.74a
CP2	4.72a	0.57a	3.57a	4.82a	1.87a
CP3	4.73a	0.56a	3.49a	4.39a	1.66a

<sup>1</sup>. Same as Table 1.

<sup>2</sup>. Same as Table 2.

## 參考文獻

- 1.王均琍 1989 內生菌根對紅豆生長及產量之影響 中華農學會報 新148:67-80。
- 2.呂斯文、張簡秀容、張喜寧 1995 利用穴植盤培育番茄菌根苗及其田間生長之反應 中國園藝 41:54-67。
- 3.黃伯恩 1995 生物肥料在永續農業上之應用及展望 台灣農業 31(1):129-132。
- 4.黃敏展、侯鳳舞 1984 滿天星微體繁殖與開花習性之研究 興大園藝 9:29-43。
- 5.黃敏展、林鈴娜、朱建庸 1987 宿根滿天星在台灣周年生產可行性之探討 園藝作物產期調節研討會專集(台中區農業改良場特刊10號) p.51-61 台中區農業改良場編印。
- 6.黃志偉、李晔 1989 溫度對宿根滿天星生長與開花之影響 中國園藝 35:193-203。
- 7.孫永偉 1996 節位、穴盤規格與養分對菊花插穗發根之影響 中國園藝 42:383-391。
- 8.張喜寧 1992 台灣園藝囊叢枝菌根之研究與展望 科學農業 40:45-52。
- 9.張喜寧 1990 春香草莓試管苗對三種繡球屬囊叢枝菌根菌之反應 中國園藝 36:265-273。
- 10.楊秋忠、趙震慶 1995 台灣農地之地力問題與對策－微生物土壤環境品質與土壤地力問題及其對策研討會論文集 p.99-108 中華土壤肥料學會編印。
- 11.楊秋忠 1994 固氮菌的應用及發展 微生物肥料之開發與利用研討會專刊(台灣省農業試驗所特刊第37號) p.99-113 台灣省農業試驗所嘉義分所編印。
- 12.楊秋忠、莊作權、郭鴻裕 1984 接種內生菌根對大豆生長、生產、固氮作用及礦物磷利用之效應 中華農學會報 128:29-38。
- 13.鍾仁賜、蘇育萩、張則周 1989 不同種類磷肥下內生菌根菌對玉米生長及磷、鋅吸收之影響 中國農化學會雜誌 27:496-504。
- 14.簡宣裕、吳繼光 1994 溶磷真菌的溶磷機制 微生物肥料之開發與利用研討會專刊(台灣省農業試驗所特刊第37號) p.99-113 台灣省農業試驗所嘉義分所編印。

15. Ames, R. N. and R. G. Linderman. 1978. The growth of easter lily (*Lilium longiflorum*) as influenced by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, *Fusarium oxysporum*, and fertility level. *Can. J. Bot.* 56:2773-2780.
16. Backhaus, G. F. 1983. Einflub der Vesikularen-arbuskularen mykorrohiza anf die generative Entwicklung Von *Heliotropium* und *Fuchsia*. *Gartenbauwisswnschaft* 48(5):197-201.
17. Barrows, J. B. and R. W. Roncadori. 1977. Endomycorrhizal synthesis by *Gigaspora margarita* in poinsettia. *Mycologia* 69:1173-1184.
18. Biermann, B. J. and R. G. Lindermann. 1983. Effect of container plant growth medium and fertilizer phosphorus on establishment and host growth response to vesicular-arbuscular mycorrhizae. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(6):962-971.
19. Brendan, A. N., R. S. Gene and C. H. Martha. 1996 Arbuscular mycorrhizal colonization and border cell production: a possible correlation. *Phytopathology* 86:563-565.
20. Chilvers, M. T. and F. J. Daft. 1981. Mycorrhizas of the liliflorae. II. Mycorrhiza formation and incidence of root hairs in the field grown *Narcissus* L., *Tulipa* L. and *Crocus* L. cultivars. *New Phytol.* 89:247-261.
21. Daft, M. J. and B. O. Okusnya. 1973. Effect of endogone mycorrhizae on plant growth. V. Influence of infection on the multiplication of viruses in tomato, petunia and strawberry. *New Phytol.* 72:975-983.
22. Johnson, C. R., J. A. Menge and E. L. V. Johnson. 1982. Effect of vescicular-arbuscular mycorrhizae on growth of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Sci. Hort.* 17:265-269.
23. Kandasamy, D., G. Oblisami, S. Mohandoss and P. Santhanakrishnan. 1986. Influence of VA-mycorrhizal inoculation on the growth of pyrethrum in the nursery. *Pyrethrum Post* 16(3):81-83.
24. Khadge, B. R., L. L. Ilag and T. W. Mew. 1992. Effect of VAM inoculum carry-over on the successive cropping of maize and mungbean. *Plant and Soil* 140:303-309.
25. Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis. Part 2. p.199-622. Academic Press Inc., New York.
26. Plenchette, C., V. Furlan and J. A. Fortin. 1983. Responses of endomycorrhizal plants grown in a calcined montomorillonite clay to different levels of soluble phosphorus. I. Effect on growth and mycorrhizal development. *Can. J. Bot.* 61:1377-1383.
27. Tester, M., S. E. Smith and F. A. Smith. 1987. The phenomenon of "nonmycorrhizal" plants. *Can. J. Bot.* 65:419-431.
28. Vejsadova, H., D. Siblikova, H. Hrselova and V. Vancura. 1992. Effect of the VAM fungus *Glomus* sp. on the growth and yield of soybean inoculated with *Bradyrhizobium japonicum*. *Plant and Soil* 140:121-125.
29. Young, C. C. 1990. Effects of phosphorus-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. *Soil Sci. Plant Nutr.* 36:225-231.
30. Young, C. C., T. C. Juang and C. C. Chao. 1988. Effects of *Rhizobium* and VA mycorrhizal inoculations on nodulation, symbiotic nitrogen fixation and yield of soybean in subtropical-tropical fields. *Biol. Fertil. Soils.* 6:165-169.

# Effects of VAM-fungus *Glomus* spp. on the Production of *Gypsophila paniculata* L.<sup>1</sup>

Chein-Wei Chen<sup>2</sup>, Yi-Fong Tsai<sup>2</sup> and Cho-Chung Young<sup>3</sup>

## ABSTRACT

This research was probed into the application of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Fungus (VAM-fungus) (*Glomous* spp.) on the production of baby's breath (*Gypsophila paniculata* L.). The seedling breeding medium and attapulgitic was mixed by the ratio of 1:20 in volume, which gram attapulgitic had contained 50 spores of VAM-fungus. After 4 weeks when inoculated, cut down the root of seedling and used the trypan blue and fusic acid to stained for inspected the infection ratio of VAM-fungus. From the result, we found the fusic acid had the better stained effect than trypan blue, it could clearly identified the VAM-fungus spores from the plant root tissue. From the growth data of baby's breath seedling, the seedlings that inoculated by VAM-fungus could increase the root length and dry weight of the whole plant. In the field culture test, the plant that inoculated by VAM-fungus could conspicuously increase the cut flowers product and survival ratio than non-inoculated. The other effect was advance the customary time and centralize the flower period. From the result of applied different level phosphate fertilizer harmony with inoculated VAM-fungus plant. The flower products of full phosphate fertilizer treatment had no-significantly different than half treatment. Therefore when inoculated VAM-fungus on the baby's breath could decrease the applied quality of phosphate fertilizer.

**Key words:** Baby's breath, VAM-fungus.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0440 from Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Assistant Plant Pathologist and Soil Scientist of Taichung DAIS.

<sup>3</sup> Professor of Department of Soil and Environmental Science, NCHU.