

接種叢枝菌根菌對台灣百合植株生長之影響

黃雅玲¹ 王均琍^{2*} 王惠美³

摘 要

台灣百合為台灣特有種植物，分佈於全台。但近年來由於人為的破壞，族群已逐漸減少當中，如何有效復育於原生地為一重要課題。本研究分別於台灣百合播種與幼苗期接種不同叢枝菌根菌，探討對台灣百合植株生長之影響，希望藉由接種有益微生物，促進植株生長，未來大量復育於其原生地。試驗結果顯示，台灣百合於播種時接種叢枝菌根菌 *Glomus clarum* Nicolson and Schenck, *Glomus etunicatum* Becker and Gerdemann, *Glomus fasciculatum* (Thaxter) Gerd. and Trappe emend. Walker and Koske, *Glomus mosseae* (Nicol. and Gerd.) Gerdemann and Trappe 及 *Acaulospora* sp.之處理組，鱗莖周徑顯著大於對照組。接種 *G. clarum*, *G. fasciculatum* 及 *G. mosseae* 之處理組全株鮮重高於對照組。於幼苗時期接種叢枝菌根菌，則鱗莖周徑及全株鮮重皆顯著高於對照組。上述結果可作為叢枝菌根菌應用於台灣百合野外復育時之參考。

關鍵語：台灣百合、叢枝菌根菌、接種

前 言

台灣地處熱帶及亞熱帶交界處，蘊藏著極為豐富的熱帶植物種原，其中有許多是台灣特有種植物，所謂「台灣特有種植物」，即其原生地在全世界只分布於台灣地區。台灣百合(*Lilium longiflorum* var. *formosanum*)屬於百合科(Liliaceae)、百合屬，為單子葉之多年生宿根草本植物，英名為 Taiwan lily 或 Formosa lily，別名野百合、高砂百合、菲島百合及山蒜頭。台灣百合在全省的分佈範圍極廣，且適應性強，由南到北，從海邊、平地到海拔 3000 公尺的地方，皆可尋覓到它的芳蹤，可說在台灣原生植物群落中分布範圍極廣者^(9,10,13,21)。台灣百合雖分佈全台，但其原生地由於人們的濫墾、濫採及破壞，目前在野外呈零星狀分佈，且生長勢差，生育環境極惡劣，因此希望藉由人為的復育，使其族群重現，進而帶動地區的觀光產業。台灣百合之復

¹ 行政院農業委員會高雄區農業改良場助理研究員

² 國立屏東科技大學農園生產技術系教授(*通訊作者)

³ 行政院農業委員會高雄區農業改良場技工

育工作在南部山區正積極進行中，但原生地環境土壤貧瘠，水分及養分供應不足，因此進行有益微生物-叢枝菌根菌的添加，期使原生地復育成果更為彰顯。叢枝菌根菌(arbuscular mycorrhizae fungi, AMF)為一種有益的土壤真菌，植物根部受感染後，菌絲在根部皮層細胞內形成細小雙叉分枝的叢枝體(arbuscule)，在菌絲末端或中段膨大形成囊胞(vesicule)，延伸至根外的菌絲，可增加對土壤營養分吸收的表面積⁽⁷⁾。

在許多報告中皆有記載接種叢枝菌根菌確實有助於植株之生長、開花及促進吸收土壤中之營養^(4,15,16,12,20)。例如雲南菊接種叢枝菌根菌，菌絲可增加磷肥的吸收量，進而降低磷肥的推薦施用量，莖乾重及切花產量亦可提高⁽¹⁷⁾。百日草接種繡球屬叢枝菌根菌，對初期營養生長及後期生殖生長皆有促進效果⁽¹²⁾。萬壽菊及孔雀草接種繡球屬叢枝菌根菌均能促進其後期的生殖生長，例如：提高花的鮮乾重、花數及花徑大小，且可提早開花⁽¹¹⁾。草花一串紅及矮牽牛添加微生物肥料可促進植株生長及提早開花^(2,3)。竹子接種叢枝菌根菌 *Glomus aggregatum*, *G. fasciculatum* 及 *G. mosseae* 顯著增加生長速率及生物產量⁽¹⁸⁾。番茄種苗接種叢枝菌根菌以混合菌種效果優於單種菌種，其中葉面積、莖長、根長及生物量皆以 *Glomus aggregatum*, *G. fasciculatum*, *G. geosporum* 及 *G. sinuosum* 等混合之菌種效果最為顯著，但組織內營養成分氮、磷、鉀、鋅及銅的元素差異效果較不顯著⁽¹⁴⁾。而亞洲型雜交百合接菌試驗結果顯示，第一季種球生長並無顯著差異，但是第二季的後續生長，某些接菌處理的百合其生長勢與對照組則有明顯差異，因此菌根菌接種有助於香水百合種球的養分貯存與後續的生長^(5,6,8)。本研究希望經由叢枝菌根菌接種，促進台灣百合植株之生長及發育，未來成功的復育於原生地，使其能在野外重展美姿。

材料與方法

一、介質對台灣百合植株生長影響之試驗

採用三種介質配方分別為(1)砂土：根基旺=1:1(v/v)，pH 值 7.2，EC 值 0.15mS/cm (2)泥炭土：真珠石：蛭石=2:1:1(v/v)，pH 值 5.0，EC 值 0.54mS/cm (3)泥炭土：真珠石：蛭石：砂土=1:1:1:1(v/v)，pH 值 6.0，EC 值 0.24mS/cm。試驗種子於 2002 年 3 月間採自屏東縣霧台鄉阿禮村，貯藏於室溫下，於 2002 年 7 月 5 日播種於塑膠盆中，內含上述三種介質。本試驗共三種介質處理，每處理三重複，每重複 20 粒種子，每盆一粒種子。試驗於高雄區農業改良場 60%遮陰網之網室內進行。試驗期間不施用肥料。於 2002 年 11 月 28 日調查植株生育情形。調查項目有簇生葉片數、葉長、葉幅、地上部鮮重、地下部鮮重及根長等。

二、台灣百合種子接種叢枝菌根菌對植株生長影響之試驗

種子分別接種六種叢枝菌根菌 *Glomus clarum*, *G. etunicatum*, *G. fasciculatum*, *G. mosseae*, *Gigaspora* sp. 及 *Acaulospora* sp.，每株用量約 200 個孢子，以不接菌處理為對照組(Control)。試驗種子於 2002 年 9 月間採自高雄縣桃源鄉復興村，海拔高度為 676 公尺。播種介質採用前項試驗篩選之介質為泥炭土：真珠石：蛭石(2：1：1)，孢子土混拌入介質中。試驗共七處理，每處理三重複，每重複 20 粒種子，每盆一粒種子。試驗期間不施用肥料。播種及接菌日期為 2003 年 1 月 3 日，調查日期分別為 2003 年 4 月 9 日及 7 月 17 日。第一次調查項目為種子發芽率、根長、鬚根數、地上部鮮重、地下部鮮重及菌根感染率，第二次調查項目為簇生葉長、簇生葉幅、鱗莖周徑及全株鮮重。菌根感染率之檢查係採用叢枝內生菌根染色技術，每處理取樣 3 株，每株鏡檢 20 條根計算菌根感染率⁽¹⁾。

三、台灣百合幼苗接種叢枝菌根菌對植株生長影響之試驗

取播種後 45 天的幼苗，分別接種六種叢枝菌根菌 *Glomus clarum*, *G. etunicatum*, *G. fasciculatum*, *G. mosseae*, *Gigaspora* sp. 及 *Acaulospora* sp.，每株用量約 200 個孢子，以不接種內生菌根菌處理為對照組。栽培介質為泥炭土：真珠石：蛭石(2：1：1)，孢子土混拌入介質中。試驗共七處理，每處理三重複，每重複 20 株幼苗，每盆種植一株。試驗期間不施用肥料。播種日期為 2002 年 12 月 6 日，接菌日期為 2003 年 1 月 20 日，調查日期分別為 2003 年 4 月 9 日及 7 月 18 日。第一次調查項目為根長、鬚根數、地上部鮮重、地下部鮮重及菌根感染率，第二次調查項目為簇生葉長、簇生葉幅、鱗莖周徑及全株鮮重。菌根感染率之檢查係採用叢枝內生菌根染色技術，每處理取樣 3 株，每株鏡檢 20 條根計算菌根感染率⁽¹⁾。

結果與討論

一、介質對台灣百合植株生長之影響

試驗結果顯示，台灣百合種子播種在三種介質中，經發芽後生長以栽培於泥炭土：珍珠石：蛭石(2：1：1)之植株生育情形最佳，無論植株之葉長、葉寬、地上部鮮重、地下部鮮重及根長均優於其他兩種介質，但簇生葉片數差異較不顯著，故後續試驗，均以泥炭土：珍珠石：蛭石(2：1：1)為栽培介質。由於台灣百合栽培於該介質中生長顯著優於其他介質，而該介質之 pH 值為 5.0，因此台灣百合可能喜偏酸性之介質(表 1)。

二、台灣百合種子接種叢枝菌根菌對植株生長之影響

台灣百合種子接種叢枝菌根菌對其發芽之影響，各處理間無顯著差異。

表 1. 不同介質對台灣百合植株生長之影響

Table 1. Effects of different media on the growth of *Lilium longiflorum* var. *formosanum*

介質 Substrate media	簇生葉片數 Rosette leaf No.	葉長 Leaf length (cm)	葉寬 Leaf width (cm)	地上部鮮重 Shoot fresh weight (g)	地下部鮮重 Root fresh weight (g)	根長 Root length (cm)
砂土：根基旺(1:1) Sand:Ken-Chi-Wang	3.89a ^z	12.59b	0.66b	1.10b	1.22b	21.42b
泥炭土：珍珠石：蛭石 Peatmoss:Perlite:Vermiculite (2:1:1)	4.75a	20.07a	1.06a	4.30a	6.73a	33.52a
泥炭土：珍珠石：蛭石： 砂土(1:1:1:1) Peatmoss:Perlite:Vermiculite:Sand	3.61a	13.53b	0.68b	1.56b	2.66b	27.76ab

z. Means in the same columns with a different letter are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Invested on Nov. 28, 2002

至於感染率方面，接種不同叢枝菌根菌感染率皆可達 40% 以上，其中以 *G. fasciculatum* 感染率最高為 58%。於顯微鏡下觀察，可明顯看出根部感染叢枝菌根菌後，產生的菌絲、囊狀體及叢枝體(圖 1)。植株第一次生育調查結果顯示，接種叢枝菌根菌經 97 天後，植株地上部鮮重以 *G. fasciculatum* 及 *G. etunicatum* 處理組高於對照組，其他如種子發芽率、根長、鬚根數及地下部鮮重則差異不顯著(表 2)。植株第二次生育調查結果，種子接種叢枝菌根菌經 196 天後，植株全株鮮重以 *G. mosseae*, *G. clarum* 及 *G. fasciculatum* 處理組高於對照組，鱗莖周徑整體表現除了接種 *Gigaspora* sp. 處理組外，其他接菌組均優於對照組(表 3)。

三、台灣百合幼苗接種叢枝菌根菌對植株生長之影響

經穴盤育苗播種發芽 45 天後之幼苗，接種叢枝菌根菌感染率以 *G. clarum* 最低為 23%，*G. etunicatum* 最高可達 80%。植株第一次生育調查結果顯示，接種叢枝菌根菌經 80 天後植株地上部鮮重以 *G. mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum* 及 *Acaulospora* sp. 處理組顯著高於對照組，地下部鮮重以接種 *G. mosseae* 者優於對照組，其他處理間差異不顯著(表 4)。植株第二次生育調查結果顯示，幼苗接種叢枝菌根菌經 180 天後，各處理組

全株鮮重及鱗莖周徑皆顯著高於對照組(表 5)；由此試驗結果得知，接種叢枝菌根菌可促進台灣百合植株之生長，其中又以 *G. mosseae* 施用效果最佳，其次為 *G. etunicatum* 及 *G. clarum*。

表 2. 台灣百合種子接種叢枝菌根菌對植株生長之影響 (接種後 97 天)

Table 2. Effects of seed inoculation with AM fungi on the growth of *Lilium longiflorum* var. *formosanum* (97 days after inoculation)

Treatment	發芽率 Germination rate (%)	根長 Root length (cm)	鬚根數 Fibrous root No.	地上部鮮重 Shoot fresh weight (g)	地下部鮮重 Root fresh weight (g)	菌根感染率 Mycorrhizal infection rate (%)
<i>G. clarum</i>	98a ^z	13.50a	2.40ab	0.03c	0.02a	43
<i>G. etunicatum</i>	84a	12.47a	2.77a	0.06ab	0.03a	55
<i>G. fasciculatum</i>	93a	10.20a	2.53ab	0.08a	0.03a	58
<i>G. mosseae</i>	89a	9.10a	2.57ab	0.06bc	0.02a	43
<i>Gigaspora</i> sp.	93a	10.67a	2.37ab	0.04c	0.03a	40
<i>Acaulospora</i> sp.	93a	10.80a	2.47ab	0.04c	0.03a	50
Control	98a	12.60a	2.27b	0.03c	0.03a	0

^z. Means in the same columns with a different letter are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Invested on Apr. 9, 2003

表 3. 台灣百合種子接種叢枝菌根菌對植株生長之影響(接種後 196 天)

Table 3. Effects of seed inoculation with AM fungi on the growth of *Lilium longiflorum* var. *formosanum* (196 days after inoculation)

Treatment	簇生葉長 Rosette leaf length (cm)	簇生葉寬 Rosette leaf width (cm)	鱗莖周徑 Bulbs circumference (cm)	全株鮮重 Fresh weight/ plant (g)
<i>G. clarum</i>	13.63a ^z	0.51ab	2.20a	1.49a
<i>G. etunicatum</i>	11.27b	0.46abc	2.15a	1.12b
<i>G. fasciculatum</i>	13.13a	0.50ab	2.41a	1.44a
<i>G. mosseae</i>	13.70a	0.54a	2.22a	1.59a
<i>Gigaspora</i> sp.	10.70b	0.38c	1.59b	0.58c
<i>Acaulospora</i> sp.	12.70a	0.48abc	2.14a	1.10b
Control	11.17b	0.42bc	1.64b	0.77bc

^z. Means in the same columns with a different letter are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Invested on Jul. 17, 2003

表 4. 台灣百合幼苗接種囊叢枝菌根菌對植株生長之影響(接種後 80 天)

Table 4. Effects of seedling inoculation with AM fungi on the growth of *Lilium longiflorum* var. *formosanum* (80 days after inoculation)

Treatment	根長 Root length (cm)	鬚根數 Fibrous root No.	地上部鮮重 Shoot fresh weight (g)	地下部鮮重 Root fresh weight (g)	菌根感染率 Mycorrhizal infection rate (%)
<i>G. clarum</i>	23.03a ^z	2.57b	0.12cd	0.10b	23
<i>G. etunicatum</i>	19.40a	3.17ab	0.21ab	0.08b	80
<i>G. fasciculatum</i>	20.90a	3.17ab	0.23ab	0.09b	65
<i>G. mosseae</i>	16.43a	3.07ab	0.30a	0.20a	30
<i>Gigaspora</i> sp.	18.83a	2.73b	0.14bcd	0.07b	78
<i>Acaulospora</i> sp.	17.97a	3.47a	0.17bc	0.09b	73
Control	17.83a	2.50b	0.08d	0.05b	0

^z. Means in the same columns with a different letter are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Invested on Apr. 9, 2003

表 5. 台灣百合幼苗接種囊叢枝菌根菌對植株生長之影響(接種後 180 天)

Table 5. Effects of seedling inoculation with AM fungi on the growth of *Lilium longiflorum* var. *formosanum* (180 days after inoculation)

Treatment	簇生葉長 Rosette leaf length (cm)	簇生葉寬 Rosette leaf width (cm)	鱗莖周徑 Bulbs circumference (cm)	全株鮮重 Fresh weight/ plant (g)
<i>G. clarum</i>	13.43b ^z	0.53ab	2.62a	1.65b
<i>G. etunicatum</i>	15.13a	0.57ab	2.59a	1.77b
<i>G. fasciculatum</i>	13.73b	0.50b	2.14b	1.39c
<i>G. mosseae</i>	15.10a	0.60a	2.78a	2.05a
<i>Gigaspora</i> sp.	11.97c	0.40c	1.96b	0.87d
<i>Acaulospora</i> sp.	12.67bc	0.50b	2.12b	0.97d
Control	8.80d	0.33d	1.49c	0.45e

^z. Means in the same columns with a different letter are significantly different at $P < 0.05$ by LSD test

* Invested on Jul. 18, 2003

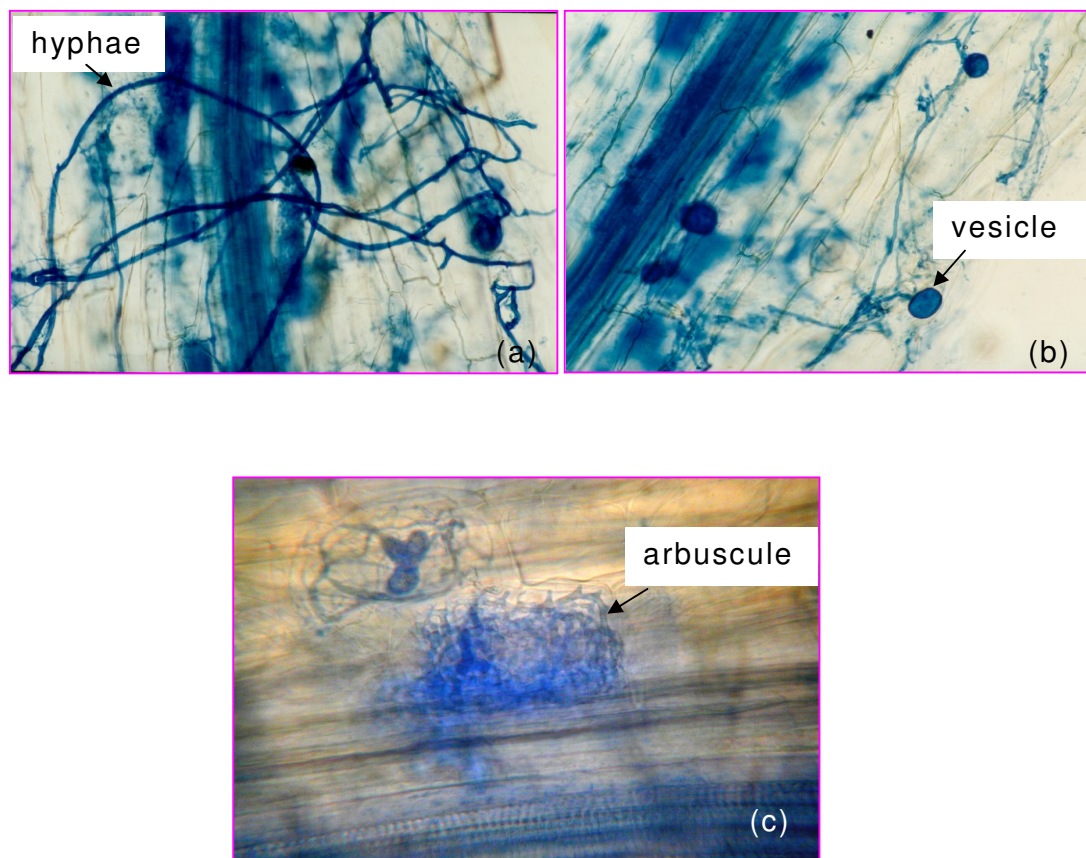


圖 1. 台灣百合之叢枝菌根(a)菌絲(b)囊狀體(c)叢枝體

Fig 1. The micrograph of *Lilium longiflorum* var. *formosanum* mycorrhiza
(a)the hyphae (b)the vesicle (c)the arbuscule

結 論

由本研究結果得知，台灣百合種子及幼苗接種叢枝菌根菌，確實有助於植株的生長，其中又以接種 *G. mosseae* 效果最佳，不論在種子或幼苗接種成效皆極為顯著，未來擬將此結果應用於台灣百合野外復育工作，進而成功的將台灣百合復育於原生地。台灣百合是極具觀賞價值的原生植物，若能加以復育，形成定點的花海供遊客欣賞，並與當地特有的民俗文化結合在一起，必能創造極佳的觀光資源。台灣百合已在全省多處復育成功，目前南部地區高雄縣桃源鄉復興村清水台地及三民鄉、屏東縣的霧台鄉、三地門鄉及瑪家鄉正積極進行台灣百合的復育工作，期望未來台灣百合能在野外重展美姿。

參考文獻

1. 王均琍. 1998. 紅豆接種叢枝內生菌根菌對乾旱逆境之反應. 中華農學會報新 181: 92-101.
2. 王均琍、陳榮坤、陳昭源. 1997. 不同微生物肥料對一串紅生育及開花之影響. 中華農學會報 179: 125-136.
3. 王均琍、林怡廷. 1997. 不同微生物肥料對矮牽牛生育及開花之影響. 國立屏東科技大學學報 6(4): 251-261.
4. 王均琍、陳昇明. 1997. *Glomus* 屬內生菌根菌感染紅豆形成菌根之過程. 國立屏東技術學院學報 6(3): 163-174.
5. 呂斯文、張喜寧. 1995. 百合接種囊叢枝菌根菌之感染模式及菌根形態觀察. 台大農學院研究報告 35(3): 285-293.
6. 吳繼光、林素禎. 2000. 叢枝菌根菌接種對香水百合鱗莖生長與磷含量之影響. 中華農業研究 49(1): 50-56.
7. 吳繼光、林素禎. 1998. 叢枝菌根菌應用技術手冊. 台灣省農業試驗所印行. 行政院農業委員會資助.
8. 林素禎、吳繼光、黃山內、洪崑煌. 1999. 叢枝內生菌根菌與溶磷細菌接種對亞洲型百合球莖增大之影響. 中華農業研究 48(2): 135-142.
9. 游以德、陳玉峰、吳盈. 1992. 台灣原生植物(下). 淑馨出版社 pp.250-254.
10. 鄭元春. 1986. 台灣的常見野花. 渡假出版社有限公司 pp.173-174.
11. 鄭淑芬、張喜寧. 1991. 繡球屬囊叢枝菌根菌對萬壽菊及孔雀草生長與開花的影響. 中國園藝 37(4): 212-218.
12. 鄭淑芬、張喜寧. 1991. 繡球屬囊叢枝菌根菌對百日草生長與發育的影響. 台大農學院研究報告 31(4): 11-21.
13. 賴國祥. 2000. 合歡山上的彩色精靈-植物解說手冊. 行政院農業委會特有生物研究保育中心 p.188.
14. Edathil, T., S. Manian. and K. Udaiyan. 1996. Interaction of multiple VAM fungal species on root colonization, plant growth and nutrient status of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Agriculture Ecosystems & Environment. (India) 59:63-68.
15. Gupta, M. L., A. Prasad, M. Ram, and S. Kumar. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technology.

- (India) 81: 77-79.
16. Joner, E. J., J. Magid, T. S. Gahoonia, and I. Jakobsen. 1995. P depletion and activity of phosphatases in the rhizosphere of mycorrhizal and non-mycorrhizal cucumber (*Cucumis sativus* L.). Soil Biology & Biochemistry. (Denmark) Vol. No.9. pp.1145-1151.
 17. Naik, B. H., U. G. Nalawadi, M. N. Sreenivasa. and A. A. Patil. 1995. Field responses of China aster (*Callistephus chinensis* (L) Nees.) cv. Ostrich plume to the inoculation of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi at different phosphorus levels. Scientia Horticulturae. (India) 62: 129-133.
 18. Ravikumar, R., G. Ananthakrishnan, T. Appasamy, and A. Ganapathi. 1997. Effect of endomycorrhizae (VAM) on baoboo seedling growth and biomass productivity. Forest Ecology and Management. (India) 98:205-208.
 19. Vierheilig, h., J. M. Garcia-Garrido., U. Wyss. and Y. Piche. 2000. Systemic suppression of mycorrhizal colonization of barley roots already colonized by AM fungi. Soil Biology & Biochemistry. (Germany) 32: 589-595.
 20. Xavier, L. J. C. and J. J. Germida. 2002. Response of lentil under controlled conditions to co-inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi rhizobia varying in efficacy. Soil Biology & Biochemistry. (Canada) 34: 181-188.
 21. Ying, S. S. 2000. Liliaceae. In: Flora of Taiwan, Second Edition. Vol. 5: 35-71. Editorial Committee of the Flora of Taiwan Department of Botany, National Taiwan University. (Taipei)

Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation on the Growth of *Lilium longiflorum* var. *formosanum*

Ya-Ling Huang¹, Chun-Li Wang^{2*} and Hui-Mei Wang³

Abstract

Lilium longiflorum var. *formosanum*, an endemic species to Taiwan, distributes all over the island. Recently, its population has been decreased gradually because of man-made destruction. How to recover its population has become an important issue. The purpose of this study is to explore the effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on the plant growth by inoculating the plant seed and seedling with beneficial microorganisms. It is hoped that AMF will be able to help boost the growth of *Lilium longiflorum* var. *formosanum* in its habitats. The results of the experiment showed that *Glomus clarum*、*Glomus etunicatum*、*Glomus fasciculatum*、*Glomus mosseae* and *Acaulospora* sp. worked significantly on bulb circumference, which grows larger than that of the control. The results also showed *Glomus clarum*, *Glomus fasciculatum* and *Glomus mosseae* worked significantly on fresh weight of plant, which is heavier than that of the control. In general, plants inoculated with AMF grew better than the control in terms of bulb circumference and fresh weight of plant. The results of the experiment in this study can be used as references for the future application of AMF in any restoration plan of *Lilium longiflorum* var. *formosanum*.

Key Words: *Lilium longiflorum* var. *formosanum* Taiwan lily, Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), inoculation

¹Assistant Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA.

²Professor, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan, R.O.C. (* Corresponding author)

³Technician, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA.