

# 内生菌根菌對番茄生育及逆境之評估與利用<sup>1</sup>

黃瑞彰、林晉卿、黃山內<sup>2</sup>

## 摘 要

黃瑞彰、林晉卿、黃山內。2006。内生菌根菌對番茄生育及逆境之評估與利用。台南區農業改良場研究彙報 48：23-34。

瞭解接種菌根菌對不同番茄品種感染及苗期生育健化情形並進一步瞭解接種菌根菌與不同化學肥料施用量對番茄生育與產量的影響。二品種接種内生菌根菌之菌根苗感染率分別台中亞蔬十號 59.9% 與種苗七號 55.7%。幼苗生長勢方面，地上部與地下部鮮、乾重除台中亞蔬十號地下部鮮重外，兩品種均以接菌處理較無接菌者佳。定植一個月後菌根植株的生育調查顯示，除台中亞蔬十號接菌加農友慣行施肥量處理較無接菌者差外，其餘處理均以接種菌根菌較無接菌者有較佳生長勢。接菌與不同化學肥料處理植體元素含量除磷含量，兩品種均以接菌加化學磷肥半量較其他處理高外，其餘元素不同處理互有高低。接種菌根菌對番茄果實產量與品質之影響，資料顯示兩品種無論接菌與否加不同施肥量產量高於農友慣行施肥區，其中又以種苗七號接菌化學磷肥半量產量最高，且接菌較未接菌者佳，台中亞蔬十號則以台中亞蔬十號未接菌化學肥料全量較高，顯示接種菌根菌後增產效果並不穩定。果實品質方面兩品種化肥按推薦量與磷肥減半均較農友慣行施用量有較高糖度，又以台中亞蔬十號接菌化學肥料全量品質最佳。番茄穴植盤菌根苗在缺水逆境下之影響，試驗結果顯示兩品種無論在正常供水與水分逆境下接種菌根菌地上部與地下部之鮮、乾重均較無接菌者為佳，顯示接種菌根菌對兩品種番茄植株生長有所助益，亦發現兩品種番茄在缺水逆境下果實產量均較正常供水低，其中又以有接菌正常供水產量較佳。

**關鍵詞：**内生菌根菌，番茄，生物性肥料

接受日期：2006 年 10 月 5 日

---

1.行政院農業委員會台南區農業改良場研究報告第 326 號。本研究承行政院農業委員會 93-農科-1.1.3-南 N1(3)計畫補助，特致謝忱。

2.行政院農業委員會台南區農業改良場助理研究員、副研究員及場長。712 台南縣新化鎮牧場 70 號。

## 前 言

番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 為茄科，屬一、二年生草本植物。番茄富含維生素、醣類、酸類、纖維素、礦物質、蛋白質以及果膠等物質，故營養價值高，為普遍受世界各國歡迎的蔬菜作物，亦是台灣重要茄科蔬菜之一。根據台灣農業年報 90 年統計，民國 90 年全國番茄栽培面積為 4,459 公頃，總產量達 116,171 公噸，平均每公頃之番茄產量為 26,197 公斤，產區主要集中於中南部之彰化縣、南投縣、嘉義縣、台南縣、高雄縣等地。

回顧台灣過去為提高農業生產大量使用化學肥料，非但使土壤劣化，更因忽視有機質之補充，而嚴重破壞土壤內微生物繁衍，導致土壤病害之益形猖獗。番茄為一種高經濟及最具潛力之保健作物，又不耐長時間運貯，不懼進口貨之競爭，喜愛溫暖乾燥而且日夜溫差大的氣候，我國平地均以裡作栽培為主（約佔總栽培面積 70%），生產期集中在 11~4 月間。然而番茄的夏季栽培生產，已成為該產業的主軸，農民選擇栽種新推廣的優良品種及成熟的栽培技術來生產夏季蔬果，以供應夏季蔬菜的短缺需求，可是因夏季高溫多濕，多數番茄品種因夜溫過高，同化作用衰弱，呼吸作用旺盛，兩者不能平衡，及形成生理失調，如花芽分化不良，花器發育不全，花粉及雌蕊的生殖機能衰退，受粉率低，因此引起嚴重落花現象，致使結果不良，甚且完全不結果，或結果較小與植株水分吸收少造成果實缺鈣引起尻腐病，影響產業與品質<sup>(14)</sup>。

叢枝菌根菌(arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)屬於接合菌綱(Zygomycetes)、繡球菌目(Glomales)，是一種存在土壤中能與 90%陸地植物形成共生關係的有益真菌<sup>(27)</sup>。叢枝菌根菌很能促進作物生長與增加產量，故可視為是一種生物性肥料<sup>(23)</sup>。尤其在一些逆境環境下菌根效果更為明顯<sup>(22,25)</sup>。因此相較於一般減少環境壓力對作物生產的方法，為植物接種叢枝菌根菌似乎不失為另一較為便捷可行的自然方式。

叢枝菌根菌是一類絕對共生菌 (obligately symbiotic fungi)，要真正大量應用，必須先有適合之菌種與充足的接種源，並將接種工作導入正常的栽培生產程序中，其接種操作必須簡單，感染效率要高，植株不能生長勢弱且增產效果顯著，才能有足夠經濟效益。自 1951 年代 Barbara Mossee 於英國開始倡導果樹的菌根研究以來，學者們即不斷探討利用菌根菌於農業生產上之可行性。在蔬菜方面，由於叢枝菌根菌無法感染十字花科蔬菜，而生長期長、栽培面積大的作物，如茄科、葫蘆科等果菜類蔬菜應用潛能較高。這些作物大多均需育苗，根據 Snellgrove and Stribley<sup>(28)</sup>以洋蔥、Biermann and Linderman<sup>(24)</sup>以天竺葵的研究顯示，在育苗期即進行接種，可即早發生感染並爭取更多共生時效。呂<sup>(4,5)</sup>指出，適當控制穴盤育苗條件可成功大量生產番茄及番椒菌根苗，鄔<sup>(16)</sup>在其博士論文也指出，介質中混入 1/3 有機質肥料或每週施 1000 倍之花寶四號溶液，能有效培育健壯的叢枝菌根苗。因此，本研究主要針對番茄，以一般農民慣用之育苗方式來探討建立叢枝菌根菌穴盤苗之可行性與最適條件。

## 材料與方法

### 一、接種內生菌根菌對番茄育苗之影響

利用番茄品種「台中亞蔬十號」、「種苗七號」等二品種，育苗介質為 BVB 四號 (Bas Van Buuren，成份為德國白泥炭苔 70%，黑泥炭苔 20%，砂 10%，pH6.32、EC0.706dS/m、有效磷為 0.073%)。叢枝菌種為 *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann，不接種為對照組 (NM)。每穴處理接種量為 2g 孢子土 (100spores/g)，混合於介質，播種十天後以 1,000 倍花寶四號溶液施肥，每週一次，於溫室內育苗五星期。根洗淨以 2.5% (w/v) KOH 軟化，剪成 4 公分長，再以 0.05% 苯胺藍 (aniline blue) 進行透明染色<sup>(26)</sup>，以確保為叢枝菌根苗，染色後再求其感染率。並隨機取二十株量測株高、地上部及地下部之鮮、乾重。

### 二、不同化學肥料量栽培番茄穴植盤菌根苗之田間試驗

番茄菌根苗於九十三年二月三日定植於田間，試驗地點為台南縣官田鄉番茄專業生產田區。試驗設計採複因子設計，處理包括接種、不接種、1/2 磷肥量、全磷肥量，共 4 區集，每區集 3 重複，每小區 10m<sup>2</sup>，定植後一個月調查植株高度，二個月後採葉片分析植體成分，另調查產果量及品質影響。

### 三、番茄穴植盤菌根苗在缺水逆境下之影響

將番茄穴植盤菌根苗定植於 5 吋盆中，介質為根基旺三號，定植後一週後進行水分處理。水分處理分為每日正常給水與限制水分組。以土壤張力計 (AquaProbe) 將正常給水組土壤維持在 -0.03MPa，限制水分組土壤水分含量維持在 -0.18MPa。每個處理五盆，定植二週後測定其株高、地上部與地下部鮮、乾重及植體成分含量。另將番茄穴植盤菌根苗定植於 18 吋盆中，介質為根基旺三號，定植後一週後進行水分處理。水分處理分為每日正常給水與限制水分組。限制水分組每隔 2 天給水一次至採果結束。每個處理 3 盆。所有盆栽均置於本場玻璃溫室內。

四、調查項目：菌根苗感染率、苗株高、地上部及地下部之鮮與乾重、果實產量與品質等。

## 結果與討論

### 一、接種內生菌根菌對番茄育苗之影響

表一為番茄接種 *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann 育苗五週之植株生長及菌根感染情形。二個番茄品種接種內生菌根菌之菌根苗感染率檢測：台中亞蔬十號最高達 59.9%、種苗七號 55.7%。幼苗生長勢方面，地上部鮮、乾重除台中亞蔬十號地下部鮮重外，其餘兩品種均較無接菌者佳。

表 1. 番茄接種 *Glomus etunicatum* 育苗五週後之植株生長及菌根感染情形Table 1. lists growth conditions and infection rates of tomato seedlings inoculated with *Glomus etunicatum* over 5 weeks.

品種	接種處理	菌根感染率 <sup>1</sup> (%)	地上部長 (cm)	地上部鮮重 (g)	地上部乾重 (g)	地下部長 (cm)	地下部鮮重 (g)	地下部乾重 (g)
種苗七號	+M	55.7	19.1	34.8	3.93	8.43	10.0	0.83
	-M	-	16.0	29.3	2.78	9.80	9.96	0.72
台中亞蔬十號	+M	59.9	20.4	37.8	3.52	7.53	8.74	0.75
	-M	-	14.0	23.0	2.84	8.68	9.09	0.70

1：菌根感染率 (%)：每處理取六株求其平均數

1: Infection rate (%): Average of six plants selected from every treatment.

2：+M：Mycorrhizal seedlings；-M：Non-mycorrhizal seedlings

2: +M means mycorrhizal seedlings and -M means non-mycorrhizal seedlings.

## 二、不同化學肥料量栽培番茄穴植盤菌根苗之田間試驗

表二為不同化學施肥量與接種 *Glomus etunicatum* 對番茄試驗土壤成分分析，資料顯示試驗後土壤導電度 (EC 值) 較試驗前土壤互有高低，pH 變化不明顯，有機質含量與其他元素則有增加趨勢。表三接種 *Glomus etunicatum* 對番茄品種生育與植體成分分析。定植一個月後菌根植株的生育調查顯示，除台中亞蔬十號接菌農友慣行施肥量處理較無接菌者差外，其餘接菌菌根較無接菌者有較佳生長勢。不同接菌與化學肥料處理植體元素含量除磷含量，兩品種均以接菌化學磷肥半量較其他處理高外，其餘元素不同處理互有高低，此可能為在較低磷肥施用量下，接菌菌根植株較能發揮促進磷肥吸收之效果。表四為接菌菌根對番茄果實產量與品質之影響，調查資料顯示兩品種不同施肥量產量均高於農友慣行區，其中又以種苗七號接菌化學磷肥半量產量最高，且接菌較未接菌者佳，台中亞蔬十號則以台中亞蔬十號未接菌化學肥料全量較高。上述顯示接菌菌根後增產效果並不穩定，其中以種苗七號接菌增產較佳，作者前亦曾以種苗七號接種 *Glomus etunicatum* 於田間發現可延長採收期。果實品質方面兩品種化肥按推薦量與磷肥減半均較農友慣行施用量有較高糖度，其中又以台中亞蔬十號接菌化學肥料全量品質最佳。

上述試驗結果的差異性充分顯示了菌根菌的生物特性，其增產功效必須在外界環境有利時方能發揮，而其中以充足光照極為重要，因為菌根菌係利用植物光合產物來輔助根系吸收無機養分。

表 2. 不同化學施肥量與接種 *Glomus etunicatum* 對番茄試驗土壤成分分析Table 2. Impact of different chemical fertilizers and *Glomus etunicatum* inoculation on soil content.

處 理	EC(1:5) (dS/m)	pH (1:1)	OM (%)	Bray-1 磷 (mg/kg)	交換性 鉀 (mg/kg)	交換 性鈣 (mg/kg)	交換 性鎂 (mg/kg)
試驗前	0.48	7.67	1.82	76	190	5071	485
-----							
試驗後							
種苗七號接菌化學肥料全量	0.77	7.38	4.02	577	646	6787	737
種苗七號接菌化學磷肥半量	0.59	7.44	3.81	418	578	6443	713
種苗七號未接菌化學肥料全量	0.56	7.37	3.95	395	464	6089	754
種苗七號未接菌化學磷肥半量	0.50	7.61	3.77	296	366	5911	694
種苗七號接菌農友慣行區	0.49	7.67	4.15	270	463	6387	701
種苗七號未接菌農友慣行區	0.49	7.54	4.39	335	455	6397	742
-----							
台中亞蔬十號接菌化學肥料全量	0.58	7.52	3.99	338	593	6494	729
台中亞蔬十號接菌化學磷肥半量	0.54	7.54	4.00	356	593	6410	745
台中亞蔬十號未接菌化學肥料全量	0.47	7.59	4.09	192	438	5861	767
台中亞蔬十號未接菌化學磷肥半量	0.44	7.63	3.77	278	326	5586	717
台中亞蔬十號接菌農友慣行區	0.36	7.63	3.96	306	462	6308	813
台中亞蔬十號未	0.53	7.58	4.2	273	460	7847	893

## 接菌農友慣行區

表 3. 接種 *Glomus etunicatum* 對番茄品種生育與植體成分分析Table 3. Impact of *Glomus etunicatum* inoculation on element content of tomatoes.

處 理	株高 ( cm )	N P K —————( % )			Ca Mg —————		Zn	Cu Fe mg/kg		Mn
種苗七號接菌化學肥	34.9	3.3	0.2	2.5	4.8	6.0	13.	82.	203	119
料全量		4	3	7	7	8	8	5		
種苗七號接菌化學磷	32.7	3.4	0.2	3.0	4.7	5.8	13.	74.	173	112
肥半量		9	8	0	0	7	0	6		
種苗七號未接菌化學	31.3	3.5	0.2	2.8	3.9	4.8	10.	77.	165	110
肥料全量		1	3	1	1	9	4	5		
種苗七號未接菌化學	26.3	3.7	0.2	3.2	4.5	5.6	12.	78.	182	87.
磷肥半量		6	6	0	0	2	1	3		
種苗七號接菌農友慣	31.5	3.6	0.2	3.2	4.6	5.8	10.	76.	166	82.
行區		8	7		5	1	0	9		
種苗七號未接菌農友	25.1	3.8	0.2	3.2	3.9	4.9	9.3	56.	157	70
慣行區		2	4	9	3	1	8	9		
台中亞蔬十號接菌化	30.8	3.8	0.2	3.1	3.9	4.9	9.1	82.	186	89.
學肥料全量		8	5	9	3	1	8	1		
台中亞蔬十號接菌化	33.0	3.7	0.3	3.0	3.6	4.6	9.6	81.	189	85.
學磷肥半量		0	1	6	7	0	0	3		
台中亞蔬十號未接菌	27.1	3.9	0.2	3.2	3.8	4.8	4.1	74.	152	64.
化學肥料全量		9	7	6	7	4	7	2		
台中亞蔬十號未接菌	24.1	3.8	0.2	3.3	4.1	5.1	7.5	78.	146	71.
化學磷肥半量		6	3	7	1	4	0	3		
台中亞蔬十號接菌農	24.8	3.9	0.2	3.5	3.9	4.9	3.7	71.	149	52.
友慣行區		9	7	4	8	7	5	3		
台中亞蔬十號未接菌	28.3	3.6	0.2	2.8	4.3	5.4	13.	95.	177	101

農友慣行區 2 8 6 8 7 2 0

表 4. 接種 *Glomus etunicatum* 對番茄果實產量與品質之影響

Table 4. Impact of *Glomus etunicatum* inoculation on tomato yield and quality.

品種	產量 ( kg/0.1ha )	果實糖度 ( % )	酸度 ( % )	糖酸比
種苗七號接菌化學肥料 全量	5782ab	5.63ef	0.50cd	11.3cd
種苗七號接菌化學磷肥 半量	5980a	5.65ef	0.53d	10.66bc
種苗七號未接菌化學肥 料全量	5346c	5.85f	0.53d	11.0bc
種苗七號未接菌化學磷 肥半量	5544bc	5.27bcd	0.52d	10.1b
種苗七號接菌農友慣行 區	3802fg	5.28bcd	0.44ab	12.0d
種苗七號未接菌農友慣 行區	4118ef	5.12ab	0.45ab	11.4cd
台中亞蔬十號接菌化學 肥料全量	4514de	5.57def	0.42a	13.3f
台中亞蔬十號接菌化學 磷肥半量	4633d	5.46cde	0.42a	13.0ef
台中亞蔬十號未接菌化 學肥料全量	5306c	5.23bc	0.43ab	12.2de
台中亞蔬十號未接菌化 學磷肥半量	4633d	5.32bcd	0.58e	9.17a
台中亞蔬十號接菌農友 慣行區	3643g	4.92a	0.43ab	11.4cd
台中亞蔬十號未接菌農 友慣行區	3683g	5.02ab	0.47bc	10.7bc

\* : 同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著 ( P=5 % )

\* : Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level

### 三、番茄穴植盤菌根苗在缺水逆境下之影響

表五為番茄穴植盤菌根苗在缺水逆境下之影響，試驗結果顯示兩品種無論在正常供水與水分逆境下接種菌根菌地上部與地下部之鮮、乾重均較無接菌者為佳，顯示接種菌根菌對兩品種番茄植株生長有所助益。表六為番茄穴植盤菌根苗在缺水逆境下之植體成分分析，由分

析資料顯示除種苗七號接菌與未接菌植株在正常供水情況下，其植體磷含量較缺水逆境高外，其餘元素含量則互有高低。另由表七發現兩品種番茄在缺水逆境下果實產量均較正常供水低，其中又以有接菌正常供水產量較佳。

表 5. 番茄穴植盤菌根苗在缺水逆境下之影響

Table 5. Impact of water stress on tomatoes inoculated with *Glomus etunicatum*.

處理	地上部鮮重 ( g/5plants )	地上部乾重 ( g/5plants )	地下部鮮重 ( g/5plants )	地下部乾重 ( g/5plants )
種苗七號接菌 正常供水	22.08a	3.78a	12.43a	1.09b
種苗七號接菌 水分逆境	21.68a	4.03a	10.20b	1.07b
種苗七號未接 菌正常供水	10.97c	1.97d	5.44ef	0.56d
種苗七號未接 菌水分逆境	12.99c	2.46c	7.63cd	0.77c
-----				
台中亞蔬十號 接菌正常供水	23.07a	4.16a	12.49a	1.28a
台中亞蔬十號 接菌水分逆境	16.02b	2.99b	8.83bc	0.81c
台中亞蔬十號 未接菌正常供 水	10.14c	1.66d	6.25de	0.58d
台中亞蔬十號 未接菌水分逆	10.01c	1.81d	4.68f	0.52c



境

\*：同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著（P=5%）

\*：Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level

表 6. 番茄穴植盤菌根苗在缺水逆境下之植體成分分析

Table 6. Element content of tomatoes inoculated with *Glomus etunicatum* under water stress.

處理	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
	————— (%)			—————	—————	—————	—————	mg/k	—————
								g	
種苗七號接菌正常供水	1.25	0.59	2.77	1.33	0.59	45.0	30.0	688	73.8
種苗七號接菌水分逆境	1.22	0.52	2.76	1.28	0.53	40.0	32.5	1656	73.8
種苗七號未接菌正常供水	1.19	0.55	2.97	1.34	0.59	47.5	21.3	406	61.3
種苗七號未接菌水分逆境	1.16	0.48	2.77	1.11	0.61	42.5	26.3	734	61.3
台中亞蔬十號接菌正常供水	1.19	0.63	2.82	1.13	0.63	41.3	23.8	750	60.0
台中亞蔬十號接菌水分逆境	1.14	0.58	2.84	1.22	0.61	32.5	20.0	484	45.0
台中亞蔬十號未接菌正常供水	1.24	0.80	3.26	1.44	0.73	42.5	47.5	625	52.5
台中亞蔬十號未接菌水分逆境	1.10	0.61	2.81	1.25	0.61	40.0	25.0	609	47.5

表 7. 接種 *Glomus etunicatum* 對番茄在缺水逆境下果實產量之影響Table 7. Impact of *Glomus etunicatum* inoculation on tomato yield under water stress.

處理	產量 (克/3株)
種苗七號接菌正常供水	1,628b
種苗七號接菌水分逆境	706e
種苗七號未接菌正常供水	750e
種苗七號未接菌水分逆境	482f
台中亞蔬十號接菌正常供水	1,916a

台中亞蔬十號接菌水分逆境	1,122d
台中亞蔬十號未接菌正常供水	1,280c
台中亞蔬十號未接菌水分逆境	714e

\*：同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著 (P=5%)

\*：Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level

## 結 論

叢枝菌根菌是一類存在土壤中能與許多植物共生之有益真菌。由於這類真菌在感染植物後，會向根外延伸出 8-10 公分如根毛般的根外菌絲。因此有助於增加植物根部的吸收面積，特別是對氮、磷等養分的吸收效果尤其顯著。還能增加宿主植物對環境逆境之忍耐性或抗病性。番茄為富含固形物及維生素 C 營養價值高的果菜類作物，用途廣泛，可供生食、炒食或加工製罐（醬、粒、糊和果汁）等，為世界性重要的蔬菜之一，目前我國栽培面積約達 4,500 公頃，是具有發展潛力蔬菜之一。本試驗瞭解接種菌根菌對不同番茄品種感染及苗期生育健化情形並進一步瞭解不同化學肥料量栽培番茄穴植盤菌根苗之影響。番茄品種接種內生菌根菌之菌根苗感染率檢測台中亞蔬十號達 59.9% 及種苗七號 55.7%。另在苗生長勢接種菌根菌無論是地上部與地下部均較無接種者為佳，果實品質與產量試驗結果顯示菌根菌對番茄品種具有感染效應且對特殊品種生育具有促進效應，菌根菌增產的效果並不穩定，未來在試驗菌種與田區的選擇須留意。此外用介質混合方式進行接種亦能有良好的接種效果，因此未來在機械化育苗上可嘗試在介質調配階段時扮入接種源，較易配合一般的機械生產程序。

## 引用文獻

1. 古德業、黃伯恩.1994.生物肥料在永續農業上之應用及展望. 微生物肥料之開發與利用研討會專刊 pp.1-4. 台灣省農業試驗所嘉義分所
2. 行政院農業委員會、台灣省政府農林廳.1996. 作物施肥手冊 pp . 143-145
3. 行政院農業委員會.2001.根瘤菌、菌根菌等微生物肥料應用與推廣. 合理化施肥推廣手冊 5 pp.32
4. 呂斯文. 1994. 囊叢枝菌根菌之無土介質接種，接種源生產及菌種篩選研究. 國立臺灣大學園藝學研究所博士論文.pp.172-191
5. 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(1):54-67
6. 李玉玲.1995.微生物肥料在農業上之應用. 嘉義農專農藝學報.27:81-87
7. 吳繼光.1994.台灣內生菌根資源調查與種緣開發微生物肥料之開發與利用研討會專刊.

- pp.131-156. 台灣省農業試驗所嘉義分所
- 8.吳繼光、林素楨.1998.叢枝內生菌根菌應用技術手冊. 台灣省農業試驗所. pp.54.
  - 9.林素楨、林淑媛、吳繼光.2001.微生物接種對洋桔梗生長與植體磷變化之研究. 中華農業研究.50(4):66-73
  - 10.程永雄、杜金池、鄭安秀、陳紹崇.1991.內生菌根菌在洋香瓜栽培上之應用. 台灣農業.27:53-55
  - 11.程永雄、莊明富、杜金池.1993.內生菌根菌 *Glomus clarum* 應用在洋香瓜生產上之效益評估.中華農業研究.42(1):74-84
  - 12.楊秋忠.1997.固氮菌及溶磷菌的應用及發展有益微生物在農業上之應用研討會專刊 pp.11-26
  - 13.楊秋忠.1990.微生物肥料的種類及其應用品質. 農藥世界.81:33-35.
  - 14.陳正次.2002. 番茄病蟲害與生理障礙的防治.番茄品種特性與栽培技術全輯.行政院農委會種苗改良繁殖場印行 pp.56-78.
  - 15.彭德昌.2000. 微生物接種對無子西瓜生育與產量之影響. 花蓮區農業改良場研究彙報.18:61-68
  - 16.鄔家琪. 2003. 叢枝菌根對設施蔬菜在環境逆境下生長之影響. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文.pp.90-112.
  - 17.Abbot,L.K.and A.D. Robson.1985.The effect of pH on the formation of VA mycorrhiza by two species of *Glomus* .Aust.J.Soil.Res.23:253-261.
  - 18.Ackerson, R.C. 1981. Osmoregulation in cotton in response to water stress. *Plant Physiol.*67: 489-493.
  - 19.Adams, P. 1992. Crop nutrition in hydroponics. *Acta Hort.* 323:289-305.
  - 20.Adams, P. and L. C. Ho. 1993. Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Plant soil.* 154:127-132.
  - 21.Al-Karaki, G.N., A. Al-Raddad, and R.B.Clark. 1998. Water stress and mycorrhizal isolate effects on growth and nutrient acquisition of wheat. *J. Plant Nutri.* 21: 891-902.
  - 22.Al-Karaki, G. N, R. Hammad, and M. Rusan. 2001. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress.*Mycorrhiza* 11:43-47.
  - 23.Azcon, R. and F. El-Atrash. 1997. Influence of arbuscular mycorrhizae and phosphorus fertilization on growth, nodulation and N<sub>2</sub> fixation (<sup>15</sup>N) in *Medicago sativa* at four salinity levels. *Biol. Fertil. Soils* 24:81-86.
  - 24.Biermann, B. J. and R. G. Linderman. 1983. Increased geranium growth using pre-transplant inoculation with a mycorrhizal fungus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 972-976.
  - 25.Auge, R. M.. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11: 3-42.
  - 26.Koske, R. E. and J. W. Gemma. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizae. *Mycol. Res.* 92: 486-505.
  - 27.Smith, S.E. and D.J.Read.1997.*Mycorrhizal symbiosis*,2<sup>nd</sup> ed.London,Uk:Academic

- Press.pp.605.Smith, G. S. and R. W. Roncadori. 1986. Responses of three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi at four soil temperatures and their effects on cotton growth. *NewPhytol.* 104: 89-95.
- 28.Snellgrove, R. C. and D. P. Stribley. 1986. Effects of pre-inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus on growth of transplanted to the field as multi-seeded peat modules. *Plant Soil* 92: 387-397.

## **Evaluation and Utilization of Endomycorrhiza to the Growth of Tomato under Stress Conditions<sup>1</sup>**

Huang, J.C., C. C. Lin and S.N. Huang<sup>2</sup>

### **Abstract**

This experiment is attempted to explore the effect of endomycorrhizal fungi *Glomus* spp. and the effect of endomycorrhiza plus different amount of chemical fertilizers on the growth and yield of tomato. Results showed that the infection rates by *Glomus* spp. On the two tomato varieties Taichung AVROC NO.10 and Taiwan seed service NO.7 were 59.9 % and 55.7 % ,respectively. Higher fresh and dry weight of the above-ground parts in the plants of the two varieties inoculated with *Glomus* spp. For the under-ground parts, the variety TSS NO. 7 also was found with higher fresh and in the *Glomus* inoculated plants. However, in the Taichung AVROC NO.10 dry weight is also better, but not the fresh weight. For the content of phosphorus, height amount was found in the plants inoculated with *Glomus* plus half-amount of phosphorus-containing chemical fertilizers. The content of the other elements varied among all treatments. Data of the fruit yield revealed that all treatments inoculated with *Glomus* spp. plus application of chemical fertilizers were higher than that of the conventional method used by the famers with chemical fertilizers only. Best yield was found is the variety TSS NO.7 inoculated with *Glomus* plus application half-amount of P- fertilizer. However, in the variety Taichung AVROC NO.10, best yield was found in the treatment with full amount of chemical fertilizers without inoculation of *Glomus*. Therefore, whether or not, the inoculation of *Glomus* will increase the fruit yield should be further studied. Higher sugar content was found in the treatment with recommended amount of chemical fertilizer plus half-amount of P- fertilizer. Best yield was found in the variety Taichung AVROC NO.10 inoculated with *Glomus* plus full amount of chemical fertilizers.Plant growth was found better in the treatments inoculated with *Glomus* whether it is under water stress or not, and the plants with sufficient water yielded better than those under water stress. Best yield was found in the treatment with sufficient water plus inoculation of *Glomus*.

Keyword : Endomycorrhiza , Tomato , Biofertilizer

Accepted for publication : 5 October,2006

- 
- 1.Contribution No.326 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station,C.O.A.
  - 2.Assistant Researcher, Associate Agronomist and Director General, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, 70 Muchang, Sin-hua,Tainan, 712, Taiwan, R.O.C.