

## ‘農友 301’番茄嫁接茄子砧木之礦物元素吸收及轉運

鍾曉玲<sup>1)</sup> 林慧玲<sup>2)</sup>

關鍵字：茄子砧木、番茄、礦物元素

**摘要：**水耕栽培茄子‘VF’在正常(5000 $\mu$ M)或缺鈣(143 $\mu$ M)逆境栽培下，其根部對鈣之吸收能力較‘EG203’高，但轉運至上位葉之能力與‘EG203’並無顯著差異。盆栽土耕栽培亦以‘VF’茄子對鈣之吸收能力較佳，且以‘VF’茄子生長勢優於‘EG203’。‘農友 301’嫁接‘VF’之組合生長勢優於嫁接‘EG203’之組合，缺鈣逆境下其乾鮮重亦高於嫁接‘EG203’之組合，根部吸收鈣能力‘VF’高於‘EG203’，而上位葉及新梢之鈣濃度在極度缺鈣逆境處理下則以嫁接在‘EG203’鈣濃度較嫁接‘VF’高。果實鈣濃度則以嫁接‘VF’砧木較‘EG203’高。綜合上述結果，‘VF’茄子根部具較佳吸收鈣之能力，而‘農友 301’番茄嫁接在‘VF’茄子砧木其根部鈣濃度較高，但轉運至新葉或新梢則與嫁接在‘EG203’茄子砧木無顯著差異。

### 前 言

蔬菜嫁接栽培的目的主要在防止土壤傳播病蟲害，增強生長勢及生理代謝，提昇耐逆境能力。台灣夏季栽培番茄利潤高，但此季節栽培番茄易罹患青枯病。且雨季中田間土壤含水量高容易遭受淹水，而番茄不耐淹水環境。許多試驗單位研究，以耐病及抗逆境的砧木嫁接番茄可耐淹水且抗青枯病，進而提高產量。亞蔬的抗病育種工作中發現‘EG203’等三個茄子栽培種有相當穩定的抗病性狀，且嫁接‘EG203’或‘EG219’的番茄植株能在夏季高溫多雨環境下生長良好(吳及王, 2000)。亦有試驗研究發現茄子砧木‘VF’期作間表現穩定、具有增產效果(戴等, 2003)。顯示茄子砧木可促進夏季番茄耐高溫、淹水及增強對土傳病害之抗性。但其對鈣之吸收能力較低，生長點及果實易出現缺鈣症狀(翁, 1994)導致頂腐病等生理障礙。

本試驗首先探討‘VF’及‘EG203’茄子砧木，在水耕缺鈣逆境下吸收鈣之能力並比較在土耕環境下鈣之吸收與轉運的能力，以了解茄子砧木本身對礦物元素吸收及轉運能力之差

---

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副教授，通訊作者。

異，並進一步進行‘農友 301’番茄之嫁接組合調查在缺鈣逆境下鈣吸收及轉運之特性，並以田間實際栽培調查為對照期能了解砧木對接穗礦物元素吸收之影響。

## 材料與方法

### 一、材料

‘EG203’、‘VF’茄子(*Solanum melongena* L.)種子。番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)‘農友 301’為接穗，根砧為茄子(*Solanum melongena* L.)‘EG203’、‘VF’。並以自接與不接者為對照。供試種子及種苗皆由高雄區農業改良場旗南分場提供。

### 二、試驗方法

供試之茄子種子於 2005 年 11 月 24 日播種於中興大學玻璃溫室的 50 格穴苗盤中。待茄子苗長出三片真葉後將植株根部洗淨後定植至鑽有孔洞的保麗龍定植板上，再放置於裝有 3.5 公升水耕液的水耕桶中，以供各種不同濃度鈣處理之用每處理各四重複。‘農友 301’嫁接苗於 2004 年 11 月 1 日定植，將植株根部洗淨後移植至鑽有孔洞的保麗龍定植板上，再放置於裝有 3.5 公升水耕液的水耕桶中，以供各種不同濃度鈣處理之用每處理各五重複。水耕液採用 Hoagland 及 Aron 氏法調配，而微量元素部分則採用 Johnson 修正調配法。水耕液中另加 Fe-EDTA(Ethylenediaminetetracetic acid)作為鐵元素的來源，每公升水耕液中加入 2ml 0.01 M Fe-EDTA，水耕液中鐵元素的最後濃度(final concentration)為 2.24ppm。定植第一週先以半強度(half strength)水耕液濃度栽培植株，第二週以全量(full strength)水耕液栽培進行預培養，二週後則開始處理不同濃度鈣之水耕栽培，茄子分別於誘導缺鈣處理中添加不同濃度之  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ，使  $\text{Ca}^{2+}$  濃度為 1142 $\mu\text{M}$ ，於四週後更改為 143 $\mu\text{M}$ (2006 年 2 月 9 日)，而對照組為全量(full strength)之水耕液， $\text{Ca}^{2+}$  最終濃度為 5000 $\mu\text{M}$  每週更換一次水耕液。番茄嫁接苗水耕栽培二週後則開始進行不同濃度鈣之處理，分別於誘導缺鈣配方中添加不同濃度之  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ，使  $\text{Ca}^{2+}$  最終濃度分別為 571 $\mu\text{M}$  和 1142 $\mu\text{M}$ 。而對照組為全量(full strength)之水耕液， $\text{Ca}^{2+}$  最終濃度為 5000 $\mu\text{M}$ 。每週更換一次水耕液。

另將茄子種苗長出三片真葉後移植至 7 吋盆中，介質為泥炭土。栽植期間每二天左右澆一次水，每七天於每盆施用台肥 43 號複合肥料(氮-磷-鉀-氧化鎂=15-15-15-4)5 公克左右。栽培至 2006 年 3 月 4 日採樣，每一處理共四重複。

茄子水耕及盆栽分別於 2006 年 3 月 4 日採樣時，將地上部與根部自子葉處分開，再分別稱得其鮮重(g)。地上部細分成上位葉、下位葉及莖部(含葉柄)經洗滌後，於 70°C 下烘乾秤乾重。‘農友 301’於 2004 年 12 月 27 日採樣時，將地上部與根部自子葉處分開，再分別稱得其地上部、根部乾重重量(g)。

無機元素分析，茄子水耕及土耕皆取上位葉、下位葉及根部。‘農友 301’將植株細分成根部、果實、新梢及上位葉為植株一半以上的葉片混合分析，下位葉則為植株一半以下的葉片混合進行鉀、鈣及鎂元素分析。所取之葉片及根部先以自來水洗去塵土，再以 1%

之 HCl 刷洗，然後以去離子水快沖三次，瀝乾水分後裝入牛皮紙袋中，置於烘箱中，先以 100°C 殺菁一小時，再將溫度調整至 70°C 持續 48 小時，直到樣品烘乾為止。烘乾之葉片和根部樣品以磨粉機磨成粉末狀，經 20~40mesh 篩過後，裝入硫酸紙袋中，並保存在乾燥的環境之下。分析前再將樣品置於 70°C 下烘乾一夜，置於乾燥箱中待稱。稱取 0.5g 粉末置於坩鍋之中，放入灰化爐內(muffle furnace)，先以 200°C 加熱兩小時，再持續以 400°C 加熱一小時，最後再以 550°C 加熱兩小時使樣品完全灰化。待樣品冷卻後由灰化爐內取出，加入 5 ml 2N HCl(Merck company)使樣品完全溶解後，以濾紙(Whatman# 42)過濾，過濾時以去離子水將坩鍋中殘留之灰分洗下，濾液定量至 25 ml 後，裝入塑膠瓶中保存待測。取濾液測定稀釋至適當濃度；而鈣之測定則是濾液稀釋後加入 1ml 氧化鑷(Lanthanum oxide)使濃度為 5% 以消除干擾，以礦物元素原子吸收儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定。本試驗的統計分析方法是採用鄧肯氏多變域分析(Duncan's multiple range test)。

## 結 果

一、茄子砧木在不同鈣濃度水耕液及盆栽栽培下之生長發育礦物元素吸收及運移

(一)、水耕栽培'VF'及'EG203'生長發育及鉀、鈣及鎂元素之影響

1. 發育之影響

'VF'及'EG203'茄子以水耕方式栽培，其中低鈣濃度為 1142 $\mu$ M，於四週後更改為 143 $\mu$ M $Ca^{2+}$ 的處理。在原本濃度為 1142 $\mu$ M $Ca^{2+}$ 處理下四週皆無出現缺鈣症狀，於第四週便處理  $Ca^{2+}$ 濃度為 143 $\mu$ M。143 $\mu$ M $Ca^{2+}$ 處理 14 天後，出現頂梢缺鈣症狀。於水耕定植後 10 週後採收調查其鮮乾重，植株地下部鮮重缺鈣逆境下明顯下降，地上部差異不大。(表 1)

在乾重方面葉與莖部乾重差異不大，在根部乾重方面隨著鈣濃度之下降而下降。其中在 5000 $\mu$ M  $Ca^{2+}$ 處理下'VF'根部乾重高於'EG203'，顯示其生長勢優於'EG203'。而在地上部與地下部比值趨於相近。'VF'在缺鈣下根鮮重及乾重僅對照組(5000 $\mu$ M)之 28%及 21%，而'EG203'缺鈣下則為對照組之 66%及 60%顯見低鈣逆境抑制根的生長，且不同品種砧木對逆境忍受力亦不同(表 2)。

2. 葉片中鉀、鈣及鎂元素之影響

本試驗將'VF'及'EG203'茄子葉片區分上、下位葉分別取樣。上位葉之鉀濃度品種間及不同鈣濃度處理均無顯著性差異；但在缺鈣逆境下鈣濃度方面，上位葉鈣濃度僅存 0.2% 為對照組之 10%；鎂濃度方面，'VF'茄子在缺鈣 143 $\mu$ M 處理下砧木含量較低(表 3)。下位葉部分鉀濃度方面，品種間及不同鈣濃度處理均無顯著性差異；鈣濃度方面， $Ca^{2+}$ 濃度 5000 $\mu$ M 處理下'EG203'較'VF'含量較高，低鈣處理下，下位葉鈣濃度明顯下降至 0.5% 左右，品種間差異不大；鎂濃度則隨水耕液鈣濃度的增加而減少(表 4)。

表 1. 水耕液中不同鈣濃度對‘VF’、‘EG203’茄子地上部、根鮮重之影響。  
 Table 1. Effect of calcium levels on the fresh weight of shoot and root of ‘VF’ and ‘EG203’ eggplant grown in a close hydroponic system for 75 days.

Cultivar	Ca <sup>2+</sup> concentration(μM)	Fresh weight(g)	
		Shoot	Root
VF	5000	202.36a*	77.83a
	143	110.43a	22.58b
EG203	5000	134.96a	45.21ab
	143	125.93a	29.82b

\*Means within columns within cultivar followed by different letters are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表 2. 水耕液中不同鈣濃度對水耕‘VF’、‘EG203’茄子葉、莖、根乾重之影響  
 Table 2. Effect of calcium levels on the dry weight of leaf、shoot and root of ‘VF’、‘EG203’ eggplant grown in a close hydroponic system for 75 days

Cultivar	Ca <sup>2+</sup> concentration(μM)	Dry weight(g)			(Stem+Leaf)/Root
		Leaf	Stem	Root	
VF	5000	12.86a*	31.41a	7.55a	5.83a
	143	7.32a	12.58a	2.83b	5.87a
EG203	5000	10.5a	11.73a	4.08ab	5.05a
	143	8.54a	12.17a	2.54b	7.15a

\*Means within columns within cultivar followed by different letters are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

### 3.根部中鉀、鈣及鎂之影響

在根部方面(表 5)，鉀濃度在缺鈣逆境( $\text{Ca}^{2+}$ 143 $\mu\text{M}$ )處理和對照組( $\text{Ca}^{2+}$ 5000  $\mu\text{M}$ )處理下，兩品種之間並無顯著差異；在鈣濃度以 5000  $\mu\text{M}$  處理下而‘VF’茄子鈣含量顯著高於‘EG203’，143 $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$ 之處理明顯降低根部鈣濃度分別約為對照組( $\text{Ca}^{2+}$ 5000  $\mu\text{M}$ )之 22%及 30%；鎂濃度在品種間及不同  $\text{Ca}^{2+}$ 濃度處理下無顯著差異。

綜合上述結果，下位葉的鈣濃度較上位葉鈣濃度高。葉片及根部中鈣濃度隨水耕液中鈣濃度減少而降低；鉀濃度無顯著差異；鎂則有相反趨勢。而在  $\text{Ca}^{2+}$ 濃度 5000  $\mu\text{M}$  處理下，‘VF’在根部鈣含量又顯著高於‘EG203’而下位葉鈣濃度則以‘EG203’高於‘VF’茄子。

#### (二)、盆栽‘VF’及‘EG203’生長發育及鉀、鈣及鎂元素之調查

##### 1.生長發育之影響

盆栽試驗在鮮重方面，無論在地上部或地下部‘VF’都顯著優於‘EG203’。在乾重方面亦呈現相同結果(表 6)。

##### 2.葉片中鉀、鈣及鎂元素之影響

鉀、鈣及鎂元素之變化(表 7)，在鉀濃度方面，‘EG203’在上位葉及下位葉顯著高於‘VF’；鈣濃度方面，下位葉含量最高，上位葉次之。品種之間比較在下位葉部分茄子砧木‘VF’稍高於‘EG203’，上位葉則呈現‘EG203’較‘VF’高；鎂濃度方面則呈現相反趨勢‘VF’在上位葉、下位葉顯著高於‘EG203’。

表 3. 水耕液中不同鈣濃度對 ‘VF’、‘EG203’茄子上位葉鉀、鈣、鎂濃度之影響

Table 3. Effect of calcium levels on the potassium , calcium and magnesium concentration of upper leaf of ‘VF’ and ‘EG203’ eggplant grown in a close hydroponic system.

Cultivar	$\text{Ca}^{2+}$ concentration( $\mu\text{M}$ )	Macro element(%)		
		K	Ca	Mg
VF	5000	4.95a*	1.61a	0.47a
	143	4.25a	0.24b	0.37b
EG203	5000	5.40a	1.94a	0.43ab
	143	4.35a	0.22b	0.47a

\*Means within columns followed by different letters are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表 4. 水耕液中不同鈣濃度對‘VF’、‘EG203’茄子下位葉鉀、鈣、鎂濃度之影響  
 Table 4. Effect of calcium levels on the potassium, calcium and magnesium concentration of lower leaf of ‘VF’ and ‘EG203’eggplant grown in a close hydroponic system.

Cultivar	Ca <sup>2+</sup> concentration(μM)	Macro element(%)		
		K	Ca	Mg
VF	5000	5.07a*	1.72b	0.43b
	143	6.16a	0.48c	0.63a
EG203	5000	5.94a	3.42a	0.45b
	143	6.25a	0.50c	0.57a

\*Means within columns followed by different letters are significantly different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

表 5. 水耕液中不同鈣濃度對水耕‘VF’、‘EG203’茄子根鉀、鈣、鎂濃度之影響  
 Table 5. Effect of calcium levels on the potassium, calcium and magnesium concentration in root of ‘VF’ and ‘EG203’eggplant grown in a close hydroponic system.

Cultivar	Ca <sup>2+</sup> concentration(μM)	Macro element(%)		
		K	Ca	Mg
VF	5000	3.95a*	1.08a	0.38a
	143	3.29a	0.24c	0.33a
EG203	5000	3.35a	0.72b	0.33a
	143	3.62a	0.22c	0.31a

\*Means within columns followed by different letters are significantly different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

### 3.根部中鉀、鈣及鎂元素之影響

根部鉀濃度以‘EG203’高於‘VF’，鈣則兩品種並無顯著差異但鈣之根部總量以‘VF’高於‘EG203’，鎂濃度則兩品種間並無顯著差異。綜合茄子盆植兩品種鈣之分佈以下位葉高

於上位葉，以根部最低。

## 二、茄子砧木對水耕‘農友 301’番茄礦物元素吸收及運移之影響

### (一)、茄子砧木及水耕液中不同鈣濃度處理對‘農友 301’番茄生長發育及礦物元素吸收及運移之影響

#### 1. 生長之變化

地上部鮮重(表 8)，無論在對照組或缺鈣逆境下，皆以‘農友 301’不嫁接及嫁接‘VF’較高，‘農友 301’自接者及嫁接‘EG203’者為最低。在地下部結果亦有相同趨勢。乾重方面(表 9)，結果亦同。顯示‘農友 301’嫁接在‘VF’砧木上有較佳之生長勢。

#### 2. 鈣濃度及砧木對‘農友 301’番茄鉀、鈣及鎂濃度之影響

不同嫁接組合根部(表 10)在鉀濃度方面，在水耕液 5000  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$  處理下以‘農友 301’/‘EG203’之組合低於嫁接‘VF’、自接及不嫁接者。水耕液 1142  $\mu\text{M}$  與 571  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$  的處理，皆以嫁接‘VF’之組合鉀離子顯著高於其他嫁接組合及不嫁接者。鈣濃度無論以茄子為砧木者及未嫁接者，在水耕液 5000  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$  處理下最高，其中嫁接茄子砧木又以嫁接‘VF’較‘EG203’者稍高，而以自接者最低。水耕液 1142  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$  逆境下，則以嫁接‘VF’之組合顯著高於嫁接‘EG203’及不嫁接者。在 571  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$  逆境之下，則皆無顯著差異，推測可能是由於鈣離子已低於維持其生長之臨界濃度，因而無論何種根系對於鈣離子之吸收皆無明顯的差異。在根部鈣吸收總量無論是在對照組或缺鈣境下皆以‘VF’高於‘EG203’。在鎂濃度方面，以自接者與嫁接‘EG203’者較低，在水耕液 1142  $\mu\text{M}$  及 571  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$  逆境下，同樣也是以嫁接‘VF’之組合鎂濃度顯著高於其他嫁接組合及不嫁接者。

表 6. ‘VF’、‘EG203’茄子種植在七吋盆中地上部、地下部鮮、乾重之變化

Table 6. Comparison of fresh weight and dry weight of the shoot and root between ‘VF’ and ‘EG203’ eggplant grown in a 7 inch pot.

Cultivar	Fresh weight(g)		Dry weight(g)	
	Shoot	Root	Shoot	Root
VF	113.3	35.7	19.4	3.9
EG203	74.6	19.4	8.4	1.8
	***	**	***	***

\*\*,\*\*\* indicate significant at P=0.05 0.001, respectively.

表 7. ‘VF’、‘EG203’ 茄子種植在七吋盆中上位葉、下位葉、根部之鉀、鈣、鎂濃度  
 Table 7. Comparison of potassium, calcium and magnesium concentration among upper leaf、lower leaf and root of ‘VF’ and ‘EG203’ eggplant grown in a 7 inch pot.

Cultivar	Plant parts	Macro element(%)		
		K	Ca	Mg
VF	Upper leaf	2.21c*	1.47b(6.37)**	0.53a
	Lower leaf	2.25c	2.98a(11.99)	0.56a
	Root	0.65e	0.91c(3.52)	0.41b
EG203	Upper leaf	2.30b	1.70b(3.88)	0.33bc
	Lower leaf	4.44a	2.30a(6.72)	0.31c
	Root	1.53d	0.71c(1.27)	0.34bc

\*Means within columns followed by different letters are significantly different at 5% level by Duncan’s multiple range test

\*\*Calcium content (g / plant)

下位葉鉀濃度，5000  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  處理下濃度，以嫁接茄子砧木者濃度最高；1142  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  的處理嫁接‘VF’砧木含量最高，且隨著水耕液中鈣濃度減少而增加。鈣濃度方面，隨著水耕液鈣濃度的下降而下降，各嫁接組合無明顯之差異，但以下位葉鈣總量無論是否處於缺鈣逆境下，皆以嫁接‘VF’砧木高於‘EG203’。鎂濃度方面在 5000  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  處理下，嫁接‘VF’與‘EG203’砧木顯著較低，其餘處理間及不同嫁接組合無明顯差異(表 11)。

上位葉的部分(表 12)，鉀濃度方面，5000  $\mu\text{M}$  及 1142  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  的處理，嫁接‘VF’與‘EG203’砧木顯著高於自接及不嫁接。鈣濃度方面，隨著水耕液處理鈣濃度之降低而下降，5000  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  處理各嫁接組合間並無顯著差異。

1142  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  的處理以嫁接‘EG203’砧木較高；不嫁接者及‘VF’砧木次之；自接苗最低。571  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  的處理，嫁接‘EG203’砧木最高；不嫁接者次之；自接苗及嫁接‘VF’最低，而以上位葉鈣之總量而言，仍以嫁接‘VF’之組合高於‘EG203’。鎂濃度方面 5000  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  的處理以自接苗含量最高，1142  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  的處理，以不嫁接者含量最高；571  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  的處理以不嫁接者含量最高；自接苗及嫁接‘VF’次之，嫁接‘EG203’砧木最低。整體而言，鈣濃度隨著水耕液中鈣濃度下降而明顯減少，1142  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  缺鈣處理，上位葉鈣濃度下降為對照組 30%，鉀和鎂濃度則呈現相反趨勢。



表 8. 鈣濃度及根砧對水耕‘農友 301’番茄地上部、根部鮮重之影響

Table 8. Effect of calcium concentration and stocks on the fresh weight of shoot and root of ‘Know -You 301’ tomato grown in a close hydroponic system.

Ca <sup>2+</sup> ( $\mu$ M)	Scion/Stock	Fresh weight(g)	
		Shoot	Root
5000	301*	236.7a**	28.7a
	301/301	112.3b	12.2b
	301/VF	289.4a	25.6a
	301/EG203	91.3b	8.3b
1142	301	378.4a	56.2a
	301/301	175.8b	17.2b
	301/VF	393.8a	34.8b
	301/EG203	180.9b	16.1b
571	301	328.5a	57.5a
	301/301	134.0b	25.0b
	301/VF	390.4a	46.0ab
	301/EG203	147.30b	18.7b

\* ‘Know -You 301’ plant, not grafted.

\*\* Means within columns followed by different letters are significantly different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

新梢部分(表 13)，鉀濃度方面，5000  $\mu$ M Ca<sup>2+</sup>的處理以嫁接‘VF’最高，不嫁接及自接苗次之，嫁接‘EG203’砧木最低。571  $\mu$ M Ca<sup>2+</sup>的處理以嫁接‘EG203’砧木最低。其餘各處理間並無顯著差異。鈣濃度方面，5000  $\mu$ M Ca<sup>2+</sup>的處理以嫁接茄子砧木者顯著較低，其中又以嫁接‘VF’較嫁接‘EG203’為低。1142  $\mu$ M 及 571  $\mu$ M Ca<sup>2+</sup>的處理各嫁接組合並無顯著差異。鎂濃度方面，5000  $\mu$ M Ca<sup>2+</sup>的處理以嫁接茄子砧木者顯著較低。1142  $\mu$ M Ca<sup>2+</sup>的處理亦同，571  $\mu$ M Ca<sup>2+</sup>的處理嫁接‘EG203’砧木最低。

番茄果實(小果)(表 14)鈣濃度隨水耕液 Ca<sup>2+</sup>處理濃度之下降而降低，其中又以嫁接‘VF’較‘EG203’者稍高。缺鈣 1142 $\mu$ M Ca<sup>2+</sup>的處理下，則以嫁接‘VF’之組合顯著高於嫁接‘EG203’及自接者。571  $\mu$ M Ca<sup>2+</sup>的處理，則不嫁接及各個嫁接組合較無顯著差異，唯獨自接者最低。鉀及鎂元素在各處理間並無顯著差異。3 個鈣濃度處理皆以不嫁接者轉運至上位葉、新梢及果實所分配到的鈣濃度較多。茄子砧木比較之又以嫁接‘EG203’者在上位葉、

表 9. 鈣濃度及根砧對水耕‘農友 301’番茄葉、莖與根部乾重之影響  
 Table 9. Effect of calcium concentration and stocks on the dry weight of leaf, stem, and root of ‘Known-You 301’ tomato grown in a close hydroponic system.

Ca <sup>2+</sup> (μM)	Scion/Stock	Dry weight(g)			(Leaf + Stem)/Root
		Leaf	Stem	Root	
5000	301 <sup>*</sup>	15.6a	13.0a	1.8a	17.4a <sup>**</sup>
	301/301	7.6b	7.7ab	0.7b	26.0a
	301/VF	19.9a	11.9a	1.4a	22.4a
	301/EG203	5.1b	6.0b	0.6b	20.6a
1142	301	23.2a	15.3a	2.5a	15.9b
	301/301	10.2b	9.2b	1.0bc	19.1ab
	301/VF	22.2a	11.8ab	1.9ab	17.7ab
	301/EG203	10.2b	8.3b	0.9c	22.6a
571	301	20.7a	15.2a	2.8a	16.1a
	301/301	7.4b	8.6a	1.2b	14.7a
	301/VF	24.0a	15.4a	2.5ab	16.0a
	301/EG203	8.7b	9.2a	1.2b	16.9a

\*‘Know -You 301’ plant, not grafted.

\*\*Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

新梢及果實所分配到的鈣濃度較多。氮濃度(表 15)方面各處理間並無顯著差異。氮/鈣比值方面(表 16)隨著水耕液鈣離子處理濃度減少而比值增加，5000 μM 及 1142Ca<sup>2+</sup>的處理以嫁接‘EG203’者最高。571 μM Ca<sup>2+</sup>的處理自接苗比值最大；‘VF’與‘EG203’砧木相比，嫁接‘VF’比值較低。

### 三、番茄不同嫁接組合對礦物元素吸收及運移之田間調查

本試驗調查‘農友 301’不同嫁接組合田間生育及礦物元素吸收及轉運之影響。於彰化田間種植 81 天，其採收不同發育階段果實及花、葉及根等不同部位分析其鉀、鈣、鎂之元素濃度。

## (一)、「農友 301」不同嫁接組合對礦物元素吸收及運移之調查

果實鉀濃度方面，在不同階段果實期間介於 2.53~3.99 之間。在未熟果以嫁接‘VF’者最低為 3.49%。綠熟果以自接及嫁接‘EG203’最低，而嫁接‘VF’者最高。到了完熟果則不嫁接及自接苗皆是最低含量，而嫁接茄子砧木者含量較高，其中以‘EG203’最高。鈣濃度部分，隨著果實進入成熟而鈣濃度降低。在各個階段不同嫁接組合的情形，未熟果、綠熟果及完熟果各嫁接組合並無顯著差異。鎂濃度部分，在未熟果以自接者最高，嫁接‘VF’者最低。綠熟果各嫁接組合並無顯著差異，完熟果結果亦同(表 17)。

表 10. 鈣濃度及根砧對水耕‘農友 301’番茄根部鉀、鈣、鎂離子濃度之影響

Table 10. Effect calcium concentration and stocks on the potassium, calcium and magnesium concentration of root in ‘Know-You 301’ tomato grown in a close hydroponic system.

Ca <sup>2+</sup> (μM)	Scion/Stock	Macro element(%)		
		K	Ca	Mg
5000	301*	1.34ab**	0.79a(1.40)	0.29a
	301/301	1.59ab	0.37b(0.25)	0.16b
	301/VF	1.97ab	0.79a(1.12)	0.20ab
	301/EG203	0.97b	0.71a(0.41)	0.14b
1142	301	2.42b	0.17b(0.48)	0.15b
	301/301	1.67b	0.32a(0.38)	0.14b
	301/VF	4.56a	0.43a(1.08)	0.23a
	301/EG203	1.64b	0.15b(0.17)	0.12b
571	301	2.78b	0.19a(0.07)	0.16b
	301/301	1.67b	0.28a(0.29)	0.11b
	301/VF	4.63a	0.30a(0.58)	0.25a
	301/EG203	1.80b	0.26a(0.24)	0.16b

\*‘Know -You 301’ plant, not grafted.

\*\* Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

\*\*\* Calcium content (g / plant)

表 11. 鈣濃度及根砧對水耕‘農友 301’番茄下位葉鉀、鈣、鎂濃度之影響

Table 11. Effect calcium concentration and stocks on the potassium , calcium and Magnesium concentration of lower leaf in ‘Know-You 301’ tomato grown in a close hydroponic solution.

Ca <sup>2+</sup> (μM)	Scion/Stock	Macro element(%)		
		K	Ca	Mg
5000	301*	4.50b**	1.64a(13.19)***	0.88a
	301/301	4.39b	1.57a(7.04)	0.99a
	301/VF	5.38a	1.52a(18.02)	0.62b
	301/EG203	5.55a	1.51a(5.11)	0.67b
1142	301	6.01b	0.74a(6.46)	0.85a
	301/301	5.77b	0.87a(2.86)	0.89a
	301/VF	6.93a	0.92a(11.57)	0.84a
	301/EG203	7.38b	1.03a(3.96)	0.81a
571	301	6.30a*	0.54a(6.56)	0.85a
	301/301	6.53a	0.50a(3.32)	0.76a
	301/VF	6.88a	0.63a(7.80)	0.79a
	301/EG203	7.58a	0.65a(2.85)	0.75a

\*‘Know –You 301’ plant, not grafted.

\*\*Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Ducan’s multiple range test.

\*\*\* Calcium content(g/plant)

表 12. 鈣濃度及根砧對‘農友 301’番茄上位葉鉀、鈣、鎂濃度之影響

Table 12. Effect calcium concentration and stocks on the potassium, calcium and magnesium concentration of upper leaf in ‘Know-You 301’ tomato grown in a close hydroponic solution.

Ca <sup>2+</sup> (μM)	Scion/Stock	Macro element(%)		
		K	Ca	Mg
5000	301*	3.53b**	1.05a(8.95)***	0.6b
	301/301	3.66b	1.11a(3.49)	0.81a
	301/VF	4.35a	0.96a(7.37)	0.49b
	301/EG203	4.63a	0.81a(1.41)	0.52b
1142	301	4.83b	0.37ab(3.23)	0.64a
	301/301	5.09ab	0.27b(1.10)	0.53b
	301/VF	5.53a	0.38ab(4.34)	0.52b
	301/EG203	5.7a	0.4a(1.92)	0.53b
571	301	5.43a	0.27ab(3.28)	0.66a
	301/301	5.27a	0.24b(0.85)	0.59ab
	301/VF	5.02a	0.24b(2.35)	0.61ab
	301/EG203	5.84a	0.35a(1.21)	0.52b

\*‘Know -You 301’ plant, not grafted.

\*\* Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

\*\*\* Calcium content(g / plant)

表 13. 鈣濃度及根砧對水耕‘農友 301’番茄新梢鉀、鈣、鎂濃度之影響

Table 13. Effect calcium concentration and stocks on the potassium , calcium and magnesium concentration of New shoot in ‘Know-You 301’ tomato grown in a close hydroponic solution.

Ca <sup>2+</sup> (μM)	Scion/Stock	Macro element(%)		
		K	Ca	Mg
5000	301*	3.51ab**	0.87a(0.56)***	0.50a
	301/301	3.8ab	0.89a(0.23)	0.52a
	301/VF	4.53a	0.43b(0.20)	0.39b
	301/EG203	2.76b	0.78ab(0.21)	0.39b
1142	301	3.88a	0.26a(0.12)	0.54a
	301/301	4.03a	0.21a(0.08)	0.48a
	301/VF	4.25a	0.15a(0.06)	0.46ab
	301/EG203	3.28a	0.34a(0.14)	0.37b
571	301	4.1a	0.15a(0.06)	0.52a
	301/301	3.92a	0.15a(0.08)	0.53a
	301/VF	4.05a	0.11a(0.05)	0.56a
	301/EG203	2.55b	0.25a(0.07)	0.37b

\*‘Know -You 301’ plant, not grafted.

\*\* Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

\*\*\* Calcium content(g /plant)

表 14. 鈣濃度及根砧對水耕‘農友 301’番茄果實鉀、鈣、鎂濃度之影響

Table 14. Effect calcium concentration and stocks on the potassium , calcium and magnesium concentration in fruit of ‘Know-You 301’ tomato grown in a close the hydroponic system.

Ca <sup>2+</sup> (μM)	Scion/Stock	Macro element(%)		
		K	Ca	Mg
5000	301**	3.92a*	0.06a(0.04)***	0.23a
	301/301	3.62a	0.07a(0.09)	0.22a
	301/VF	4.46a	0.08a(0.10)	0.23a
	301/EG203	4.16a	0.03a(0.06)	0.20a
1142	301	4.89a	0.04a(0.16)	0.25a
	301/301	4.29a	0.01b(0.004)	0.24a
	301/VF	5.53a	0.05a(0.05)	0.25a
	301/EG203	4.98a	0.02b(0.02)	0.28a
571	301	4.72a	0.02a(0.05)	0.23a
	301/301	4.88a	0.01b(0.02)	0.27a
	301/VF	5.22a	0.04a(0.09)	0.30a
	301/EG203	5.24a	0.03a(0.06)	0.27a

\*‘Know -You 301’ plant, not grafted.

\*\*Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

\*\*\*Calcium content(g / plant)

表 15. 鈣濃度及根砧對水耕‘農友 301’番瓜果實氮濃度之影響

Table 15. Effect calcium concentration and stocks on the nitrogen concentration of fruit in ‘Know-You 301’ tomato grown in a close hydroponic system.

Scion/Stock	N(%)		
	5000*	1142	571
301**	2.86a***	3.31a	3.58a
301/301	1.91a	- <sup>Z</sup>	3.35a
301/VF	3.09a	2.78a	2.95a
301/EG203	2.73a	3.10a	3.61a

\*Calcium ion concentration in hydroponic system.

\*\*‘Know -You 301’ plant, not grafted.

\*\*\* Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

<sup>Z</sup>: No fruit, no data recorded.

表 16. 鈣濃度及根砧對水耕‘農友 301’番瓜果實氮/鈣比值之影響

Table 16. Effect calcium concentration and stocks on the N/Ca ratio of fruit in ‘Know-You 301’ tomato grown in a close hydroponic system.

Scion/Stock	N/Ca ratio		
	5000*	1142	571
301**	63.75a***	74.36b	110.22b
301/301	54.42a	- <sup>Z</sup>	347.11a
301/VF	28.95a	69.02b	89.43b
301/EG203	128.03a	221.64a	130.50b

\*Calcium ion concentration in hydroponic system.

\*\*‘Know -You 301’ plant, not grafted.

\*\*\* Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Duncan’s multiple range test.

<sup>Z</sup>: No fruit, no data recorded.



花的鉀濃度方面，各嫁接組合並無顯著差異。葉片中鉀濃度以自接及嫁接‘VF’者最高，不嫁接者含量最低。根鉀濃度部分，以不嫁接及自接苗含量較高。嫁接茄子砧木者最低。花之鈣濃度，在各嫁接組合中並無顯著差異。葉片鈣濃度以嫁接茄子砧木者顯著較低。根部鈣濃度同樣以茄子砧木者含量較低，但其中兩茄子砧木又以嫁接‘EG203’者稍高。鎂濃度方面，在花及葉片部分各嫁接組合並無顯著差異。根部方面，以嫁接茄子砧木者最低，兩茄子砧木又以嫁接‘VF’者顯著較低(表 18)。

## 討 論

作物缺鈣時，症狀在在新生組織(頂芽、側芽、新葉與根尖)發生，組織變的柔軟而易腐爛死亡。鈣不足，會影響細胞分裂時，造成新細胞的形成受阻(柯，2002;廖等，1999)。植物的根部在生長時，需要鈣的存在方能正常伸長，若缺乏鈣之供應，則會使細胞的分裂停止，根系的伸長在數小時內就會停止，因此，抑制了植物根部的伸長，嚴重時會造成根尖有壞死之現象出現。張氏(2004)試驗‘喜燕’小胡瓜發現在缺鈣逆境下在處理後3~7天，根部出現透明，且根系變的柔軟易斷裂，且有停止生長並出現褐化之現象。本試驗調查發現水耕栽培‘VF’及‘EG203’茄子，養液中鈣離子濃度為1142  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  28天並未出現外部明顯缺鈣症狀，可能是因為此處理組織中的鈣濃度剛好處於臨界濃度範圍可以維持細胞壁的穩定及原生質膜的完整性(Marschner, 1995)，而處理143  $\mu\text{M Ca}^{2+}$  7~14天即發生新葉缺鈣症狀，新葉向下翻捲並出現脈間黃化及焦枯之症狀。地上部鮮重、乾重與對照組相近。但在根部方面，缺鈣處理顯著較對照組低。可能此處理雖然出現外部症狀但因處理時間不夠久，地上部的顯著差異不大，僅根部優先出現生長不良之情形。

鈣離子為難再運移的元素，在植物體中藉由木質部導管運移，鈣向上運移的動力主要是依靠水的流動，受到蒸散流的影響，在低蒸散作用的組織、器官鈣濃度會較低，因此高生長速率的組織鈣濃度會下降。在此試驗中亦發現缺鈣理與對照組下位葉鈣含量皆高於上位葉。且缺鈣與對照組之鈣含量差異約5倍之多，而兩品種在根部以‘VF’鈣含量較高。上、下位葉卻是以‘EG203’較高，此原因可能與不同品種對鈣之吸收與轉運之影響有所差異。且顯示缺鈣時，下位葉的鈣再轉運至上位葉之能力極低，而造成上位葉出現缺鈣症狀。植物所吸收無機元素元素氮、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、鋅、銅等，這些元素幾乎都是以正電離子的方式被吸收，少數以負電離子型式吸收，而在這些元素之間可能有拮抗作用(antagonism)或協同作用(synergism)(Spiers, 1987)，所以植物在吸收過程會對彼此產生影響。試驗中亦發現隨著水耕液中鈣離子濃度之下降，鉀離子濃度會上升；鎂離子則趨於與鈣離子濃度較相同之趨勢。因此，鈣吸收減少，其他陽離子，如：鉀離子吸收增多，以平衡植株內正負電荷之差距。

表 17. 不同砧木對‘農友 301’不同發育階段果實之鉀、鈣、鎂之影響

Table 17. Effect of stocks on the potassium, calcium and magnesium concentration in the various fruit stage of ‘Know-You 301’ grown in the field in Changhua.

Scion/Stock	K(%)			Ca(%)			Mg(%)		
	IM*	GM	Br	IM*	GM	Br	IM*	GM	Br
301*	3.84a**	3.82ab	2.73bc	0.16a	0.16a	0.08a	0.19bc	0.20a	0.16a
301/301	3.89a	3.43b	2.53c	0.17a	0.15a	0.12a	0.20a	0.18a	0.15a
301/VF	3.49b	3.99a	3.09ab	0.14a	0.17a	0.13a	0.18c	0.20a	0.16a
301/EG203	3.82a	3.48b	3.17a	0.18a	0.15a	0.10a	0.20ab	0.18a	0.16a

\*Know-You 301'tomato fruit maturity. IM=immature ; GM=green-mature ; Br=Break.

\*\*Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Ducan's multiple range test.

表 17. 不同砧木對‘農友 301’花、葉、根之鉀、鈣、鎂之影響

Table 18. Effect of stocks on the potassium, calcium and magnesium concentration in the flower, leaf and root of ‘Know-You 301’ grown in the field in Changhua.

Scion/Stock	K(%)			Ca(%)			Mg(%)		
	flower	leaf	root	flower	leaf	root	flower	leaf	root
301*	3.01a**	4.25b	1.40a	0.84a	1.90a	1.75a	0.43a	0.38a	0.41a
301/301	3.41a	5.15a	1.41a	1.01a	1.99a	1.91a	0.48a	0.45a	0.41a
301/VF	3.49a	5.18a	0.71b	0.76a	1.24b	1.26b	0.49a	0.50a	0.15c
301/EG203	3.32a	4.87ab	0.66b	0.78a	1.18b	1.57ab	0.50a	0.47a	0.28b

\*Know-You 301'tomato fruit maturity. IM=immature ; GM=green-mature ; Br=Break.

\*\*Means with column followed by different letters are significant different at 5% level by Ducan's multiple range test.

植物的養分狀況除了因為水分、光照或其他環境因子的競爭而造成差異外，遺傳的控制也是造成差異的原因之一。遺傳控制所支配的可能包括最初根部的型態，根部的吸收，根表至木質部的運輸，輸導管附近組織對養分的吸收能力，養分在韌皮部中的移動，及其利用代謝等。植物吸收養分主要經由根部，而造成養分吸收上的差異，可能與根系生長情形或根群密度有關。根群生長良多、鬚根密度高、可增加植株養分的吸收能力(Atkinson *et al.*, 1992; Brown *et al.*, 1994; Brancadoro *et al.*, 1995)。品種間的養分差異是受到遺傳的控制，由根之型態上的差異所造成養分的差異，應該表現在每一種營養元素上，或至少表現在數種元素上。

本試驗中在兩砧木土耕栽培中亦發現，不同品種其鮮、乾重亦有所差異。無論在地上部或地下部皆以‘VF’生長表現較好。鈣離子方面兩品種在根部以‘VF’鈣含量較高。上、下位葉卻是以‘EG203’較高，此結果與水耕栽培趨勢相似。如果兩種不同品種的植物對某一元素的吸收顯著差異，但對其他元素的吸收卻沒有差異，則這種差異可能由遺傳控制，且可能是受幾對基因共同控制(莊及譚，1989)。

水耕栽培‘農友 301’番茄，養液中鈣離子濃度為 1142  $\mu\text{M Ca}^{2+}$ 時，葉片、新梢及果實即有缺鈣的症狀出現。根部會在尖端的部分開始變的透明、細軟。到了栽培後期，根部亦出現褐化，柔軟易斷裂，且停止生長。養液中鈣離子濃度為 571  $\mu\text{M Ca}^{2+}$ 時，‘農友 301’、莖頂生長點停止生長，甚至乾枯；葉片黃化萎凋，葉緣捲曲。葉綠素含量及螢光反應方面，由於缺鈣葉片會出現黃化現象。在本次試驗中缺鈣症狀皆優先出現於新梢部位。但與茄子‘VF’及‘EG203’在水耕栽培下需將  $\text{Ca}^{2+}$ 降至 143  $\mu\text{M Ca}^{2+}$ 方才顯現缺鈣病徵，顯示茄子本身較耐缺鈣逆境，但將番茄嫁接在茄子砧木上則其對缺鈣逆境之忍受性則下降，各組合均在 1142  $\mu\text{M Ca}^{2+}$ 處理後顯現缺鈣病徵，因此，穗砧之間對  $\text{Ca}^{2+}$ 之吸收及轉運彼此會相互影響，茄子較耐缺鈣逆境，番茄對缺鈣較敏感，而番茄嫁接到茄子砧，此根系對缺鈣逆境之忍受性則有下降之趨勢。

亞蔬中心由眾多茄子品種中篩選得 EG190、EG203 及 EG219 三個抗青枯病的根砧，經多次田間試作及抗病檢定，肯定三個茄子品種根砧對青枯病、根瘤線蟲及萎凋病的抗病性。但對番茄地上部病害如病毒病、細菌性斑點病、早疫病、晚疫病、尻腐病等茄子砧木卻無任何抗性，反因嫁接茄子砧木根部較番茄不嫁接者根部對營養的吸收較慢，降低番茄植株的生長勢，病毒病及尻腐病發生率稍增(鄭等，2001)。翁氏(1994)將番茄嫁接於自身及栽培茄(*Solanum melongena*)、刺茄(*S. aculeatissimum*)、角茄(*S. mammosum*)等四種根砧上，探討砧木對番茄接穗之高溫、乾旱及淹水等逆境耐性之影響。結果發現，角茄砧木可促進夏季水耕番茄在高液(根)溫夏之生長勢及乾物質累積能力，及增強其對缺水及淹水逆境之耐性，唯其對鈣之吸收能力較低，生長點及果實易出現缺鈣症狀。由第一部分結果得知‘VF’品種根部吸收鈣含量較‘EG203’高，但在下位葉及上位葉離子之轉運能力未顯著較佳。游氏指出‘永樂’扁蒲接穗與‘七星’絲瓜砧木之間對接穗葉片中營養中營養元素含量的影響甚鉅，其原因也包含嫁接後影響植株生長勢的強弱，進而對無機元素含量造成濃縮或

是稀釋作用。本試驗中，兩茄子砧木嫁接‘農友 301’其根部在 5000  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$ 之植株其鈣濃度並未高於未嫁接番茄，但鈣、鎂濃度皆高於自接者。在缺鈣逆境下，水耕液中含有 1142 及 571  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$ 之植株也發現相同趨勢，且嫁接‘VF’品種根部吸收鈣含量較‘EG203’高。但在上位葉、下位葉及新梢並未有較高之趨勢。在田間實際栽培發現嫁接茄子砧木者其鈣含量均較未嫁接之番茄及自接者低，此結果與翁氏相似。此外，在地上部新梢、葉及花亦無顯著差異。推測可能是因為砧木本身根系組織結構之差異，造成砧木將吸收的養分往上運移的動力之高低，而且砧木本身的傳遞能力，進而使接穗的養分含量改變。Ruiz 等人(1997)提出，砧木不同的基因型會影響葉片大量元素濃度的改變，但接穗本身亦會影響。以‘Yuma’和‘Gallicum’甜瓜當接穗，‘Shintoza’、‘RS-841’、‘Kamel’南瓜為砧木，結果發現‘Kamel’×‘Gallicum’氮含量提高而鈉含量減少。此外砧木相同時產量也會相似，當砧木為‘Kamel’時不論接穗為‘Yuma’或‘Gallicum’，產量皆最多。此試驗結果得知，氮與鈉受砧木營養最多，且產量的變化與砧木基因型有相關性，且木質部中的營養元素濃度與接穗活力亦有密切關係。

在礦物元素吸收方面，砧木-接穗(rootstock-scion)的關係是互相的，接穗會影響根系的組成及大小，砧木亦對接穗有相同強度的影響(Wutscher, 1989)。根部對植物組成成分有很大影響，大部分的文獻多針對葉片營養分析，以作為砧木對營養元素吸收的影響(Wutscher, 1989)。砧木對於微量元素的影響勝於對大量元素的影響，但是對吸收及轉運的影響未知(Smith, 1975)。游氏(2003)調查‘月華’苦瓜以‘秀燕’胡瓜為砧木時，顯著提高了葉片中的鈣濃度，比較‘月華’苦瓜與‘秀燕’胡瓜根部的生長發育，可能是因為‘秀燕’胡瓜側根與根毛的發育較佳所以吸收較多的鈣離子。而在‘秀燕’胡瓜為接穗的部分，嫁接處理有促進鈣離子吸收的效果。在微量元素部分，經過嫁接處理，降低了苦瓜中的錳濃度，在胡瓜/苦瓜嫁接組合，接穗葉片中的錳濃度是增加的，‘月華’苦瓜對錳離子吸收能力較佳，不論其為接穗或根砧，都會增加接穗葉片的錳濃度。顯示植物體對無機養分的吸收除了受環境條件及土壤特性的影響之外，也受到植物本身遺傳因子或基因的影響，甚至大於環境的影響(Quintana et al., 1996)。根據 Jones(1999)提出一般番茄葉片鉀含量約在 2.5-6.0%；鈣含量約在 0.9-7.2%；鎂含量約在 0.4-1.3%。而其中鈣含量若低於 1.5%可能會誘導番茄果實屍腐病的發生。本試驗田間及土耕調查試驗發現，在接穗為‘農友 301’番茄，砧木為茄子時葉片鈣含量均低於 1.5%，但卻未出現缺鈣之病徵這可能是由於品種不同之故。

利用嫁接的栽培方式，可以減少某些土壤傳播性的病害、提高作物對逆境的耐受力、促進植株生長及改善對養分吸收與利用等等。目前茄子砧木嫁接番茄對鈣的吸收與轉運較有不理想之處。所以優良砧木的篩選及針對嫁接栽培的肥培管理將是日後研究的重點。

一般而言，砧木對果實品質通常都有不利之影響，故以往大部分研究設計目的均在於使砧木對果實品質之不利影響降至最低程度(Lee, 1994)。根據前人研究指出，番茄以‘VF’為砧木產量高於未嫁接者，且果長、果徑及果實體積無明顯差異(Vuruskan and Yanmaz, 1990)。戴等(2003)調查，茄子砧木嫁接番茄生產情形發現，秋作番茄嫁接四種茄子砧木對

大果番茄‘農友 301’無增產效果；春作以‘小丹茄’及‘VF(F1)’為砧木時，產量均較未嫁接株稍高，但增產效果不顯著。夏作結果顯示，‘小丹茄’、‘KSA22’、‘赤茄’及‘VF(F1)’等四種茄子嫁接‘台中四號’大果番茄之田間存活率達 88.3% 以上，也顯著提高著果率、小區產量、採收果數及果重；夏作以‘VF(F1)’為砧木，現行台灣推廣茄子‘EG203’砧木相比較，證明目前番茄栽培使用茄子‘EG203’砧木對‘紅冠’及小果番茄‘台南亞蔬 6 號’均具增產效果，且‘VF(F1)’優於‘EG203’砧木。

‘農友 301’大果種在 5000  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$  之處理則各種嫁接組合無明顯差異。在缺鈣逆境之下除了‘農友 301’大果種鈣含量以嫁接‘VF’較‘EG203’高，其餘均不顯著。推測可能是因為接穗品種活力不同，在控制鈣的運輸及轉運之效率也不同。且鈣離子從植體運輸到果實累積在果實發育初期，亦有可能是因為大果種稀釋效應較大所以差異不顯著。在缺鈣逆境下，由於四種嫁接組合皆受到缺鈣逆境，其中以‘農友 301’大果種嫁接‘VF’鈣含量顯著較高。可能是因為‘VF’根系對逆境忍耐力較高在逆境下可吸收到較多的鈣。氮濃度方面無論水耕液中含多少  $\text{Ca}^{2+}$ ，各種嫁接組合間皆無顯著差異。這表示在氮濃度方面，受到砧木的影響不大，可能與接穗本身較有關係。在果實氮/鈣比值方面，兩種茄子砧木之比較均以嫁接‘EG203’之氮/鈣比值較大而以嫁接‘VF’比值較低，亦可能與‘VF’對鈣逆境之忍受性較大有關。因此，砧木雖會影響地上部接穗營養元素之含量，但亦受接穗本身影響。

## 參 考 文 獻

- 吳登琳、王肇芬。2000。番茄嫁接苗的研發技術與生產。農業世界雜誌 199: 42-53。
- 柯 勇。2002。植物生理學。藝軒圖書出版社。762P。
- 翁仁憲。1994。茄類根砧對番茄生長及耐逆境之影響。中華農業氣象 1(2): 57-62。
- 莊作權、譚鎮中。1989。植物營養學。國立編譯館主編。P. 321。
- 張育菁。2004。鈣對小胡瓜及絲瓜和果實礦物元素濃度之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。137P。
- 游雯蓉。2003。瓜類植株鈣之吸收與運移。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。98P。
- 廖玉琬、徐善德、林美華、謝永祥、吳弘達、鍾仁彬編譯。1999。植物生理學。啟英文化事業有限公司。P. 90。
- 鄭安秀、王仕賢、黃山內。2001。番茄嫁接茄子根砧防治土傳病害。台南區農業專訊 35:1-3。
- 戴順發。2003。茄科蔬菜嫁接親合性及植株生育之研究。國立中興大學園藝學研究所博士論文。207P。
- 戴振洋。2003。茄子 V 型栽培技術。台中區農業技術專刊 165。
- Atkinson, C. J., L. P. Ruiz, and T. A. Mansfield. 1992. Calcium in xylem sap and the regulation of its delivery to the shoot. J. Exp. Bot. 43: 1315-1324.

- Brown, P. H., Q. Zhang, and L. Ferguson. 1994. Influence of rootstock species on nutrient acquisition by pistachio. *J. plant Nutrient*. 17: 1137-1148.
- Brancadoro, L., L. Valenti, and A. Reina. 1995. Rootstock effect on potassium content of grapevine. *Acta. Hort*. 383: 115-124.
- Jones, J. B. Jr. Ed. 1999. *Tomato plant culture-In the field, greenhouse and home garden*; CRC Press LLC: Boca Raton. pp: 58.
- Lee, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I: Current status, Grafting methods and benefit. *J. Hort. Sci*. 29: 235-239.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*, 2nd edition. Academic Press London. P. 91-105.
- Quintana, J. M., H. C. Harrison, J. Nienhuis, and J. P. Palta. 1996. Variation in calcium concentration among sixty S1 Families and four cultivars of snapbean. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 121: 789-793.
- Ruiz, J. M., A. Belakbir, I. López-Cantarero, and L. Romero. 1997. Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants: A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Sci. Hort*. 71: 227-234.
- Spiers, J.M. 1987. Effect of K, Ca, and Mg leaves and N source on growth and leaf element content of Cheyenne blackberry. *HortScience*. 22: 576-577.
- Smith, P. F. 1975. Effect of scion and rootstock on mineral composition of mandarin-type citrus leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 100: 268-269.
- Vuruskan, M. A. and R. Yanmaz. 1990. Effects of different grafting methods on the success of grafting and yield of eggplant/tomato graft combination. *Acta Hort*. 287: 405-409.
- Wutscher, H. K. 1989. Alteration of fruit tree nutrition through rootstocks. *HortScience* 24: 578-584.

## Mineral Nutrient Uptake and Transport in Various Combination Grafting of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. 'Known-You 301' Plant)

Haiao-ling Chung <sup>1)</sup> Huey-Ling Lin <sup>2)</sup>

Key word: eggplant rootstock, tomato, mineral nutrient

### Summary

Performance of 'Known-You 301' tomato plants on two rootstocks (*Solanum melongena* L. cv. 'EG203' and 'VF') was evaluated in a close hydroponic system under combined  $\text{Ca}^{2+}$  stress. Before grafting, the rootstock of 'VF' eggplant had a better ability to absorb  $\text{Ca}^{2+}$  when cultivated both in normal condition ( $5000 \mu\text{M Ca}^{2+}$ ) and in stress condition ( $143 \mu\text{M Ca}^{2+}$ ) than 'EG203' eggplant, but there are not significantly different in  $\text{Ca}^{2+}$  transportation from root to shoots between 'VF' and 'EG203'. As hydroponic system, better ability and growth rate of 'VF' than 'EG203' in soil-pot system. However, according to dry and fresh weight, growth of 'Known-You 301' on 'VF' was considerably better than on 'EG203' at  $143 \mu\text{M Ca}^{2+}$ , but the  $\text{Ca}^{2+}$  content in shoot of grafted 'Known-You 301' on 'EG203' was higher than on 'VF' under  $\text{Ca}^{2+}$  stress. The calcium content of fruit of grafted 'Known-You 301' on 'VF' was higher than on 'EG203'. Our study demonstrated that eggplant rootstock can affect the absorption of  $\text{Ca}^{2+}$ , but can't affect the transportation of  $\text{Ca}^{2+}$  from root to shoot.

---

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

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

