

磷肥濃度對迷你型聖誕紅生長之影響

葉姿瑩¹⁾ 林深林²⁾ 朱建鏞³⁾

關鍵字：Hoagland 養液、密閉式養液栽培、株高控制

摘要：以聖誕紅‘Freedom’及營養系‘FO 90-3’之單節扦插苗經栽培於密閉式養液栽培系統。養液為 Hoagland 養液，但其含磷量調整半量、全量、1.5 倍及 2 倍量。栽培於含半量磷肥之 Hoagland 養液中其株高、枝幹直徑、樹冠直徑、節間長度或莖、葉或苞葉的乾鮮重皆小於培養於 Hoagland 養液者，培養於 1.5 或 2 倍磷量者其植株性狀與培養於 Hoagland 養液者無差異。養液中磷提高至 2 倍植株之含氮量會提高，但植株之含鐵量則會隨養液中磷含量增加而降低。

前 言

株高控制是盆花生產重要技術之一，盆花理想的株高宜控制在盆高的 1.6-2 倍(Sach, 1976)。除了使用矮化劑外，營養管理方式也可以控制植物株高，但控制不當易影響植株生長發育。營養管理方式可分成三類：營養供應不足，造成植株生長發育受阻；營養供應過量，造成植株根系受損，導致生長遲緩；調控營養元素間比例，導致營養元素間不平衡，使生長受抑制(Sawaya, 1989)。磷為植物體內，為植物生理上不可或缺的營養元素。當植株缺磷時體內易累積硝態氮，蛋白質合成及碳水化合物代謝受阻，細胞分裂受抑制，枝、葉及根系生長緩慢(柯，2002)。Baas 等人(1995)指出在潮汐灌溉中減少磷肥施用量會抑制花壇植物及聖誕紅生長，將可替代植物生長抑制劑作用，但在聖誕紅缺磷會造成落葉。反之，磷過量會促進根部生長，減少莖/根比，並會造成植株矮小，節間過短，葉片肥厚密集及葉色濃綠。本試驗在考慮不影響植株正常發育的前提下擬利用磷肥的施用取代矮化劑來控制聖誕紅株高。

-
- 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講師。
 - 3) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

材料方法

一、試驗材料

材料為聖誕紅(*Euphorbia pulcherrima*) 'Freedom' 及其自然授粉選出之營養系 'FO 90-3'。試驗材料栽培於中興大學園藝試驗場。

二、試驗方法

聖誕紅單節扦插苗栽培於塑膠盤(31×24×5cm)中，放置於遮雨棚下。塑膠盤的表面覆蓋銀黑色塑膠布，以減少養液蒸散及隔絕光線，避免藻類滋生。每盤放置 8 株植株，分別於栽培第 1 日添加養液及第 4 日添加清水，以 6 日為一循環，每次灌溉量約為 100-200 ml/plate，依蒸散量調整之。試驗養液是以 Hoagland 養液(Hoagland *et al.*, 1950)為基本養液，並分別以亞磷酸調整 Hoagland 養液中磷濃度，為原 Hoagland 養液中磷肥之 0.5、1、1.5、2 倍，即 15.5、31、46.5、62 mg/l。pH 值分別以 NaOH 及 HCl 調整至 5.6。

三、迷你型聖誕紅園藝性狀調查

當植株第一級大戟花序之雄花開花時，進行園藝性狀調查。植株生長狀態調查為植株高度(扦插海綿表面至植株頂端花序部位)、樹冠直徑(植株投影最長直徑四點間垂直線距離)、莖部直徑(花序下第一節間)、節間數(花序下節間數)及平均節間長。開花性狀調查為轉色葉片數、轉色葉片長及寬、苞葉數、苞葉長及寬、花序直徑(花序投影最長直徑四點間垂直線距離)，並以葉面積偵測儀(Model LI-3000A; LI-COR, Lincoln, Neb.)測定轉色部位投影面積。園藝性狀調查完後，將植株自扦插海綿剪下，分別量取葉片、轉色葉片、苞葉及莖部等部位之鮮重。乾重則是將各部位分別置入牛皮紙袋，置於 70°C 烘箱 48 小時後測量乾重。

四、營養元素分析方法

在迷你型聖誕紅栽培試驗中，調查完植株性狀後，取地上部以進行營養元素分析。全氮測定是依據 Carlson 法(Carlson, 1978)，將磨碎樣品精秤 0.2 g 包裹於 1/4 等份 Whatman No.1 濾紙，置於分解管中，依序加入 1 g 催化劑(K₂SO₄: CuSO₄: Se = 100 : 10 : 1; Merck 8030)及 4.5 ml 的濃硫酸。置於分解爐中以 410°C 加熱分解，待樣品分解呈澄清綠色，取出冷卻後加入去離子水定量至 75 ml，以氮分析儀(ammonia analyzer, Alltech 380 Model)測定含氮比例。

其他元素分析，將磨碎樣品精秤 0.5 g 均勻放置於坩堝，置於灰化爐(Muffle furnace)中，先以 200°C 加熱兩小時再以 400°C 一小時，最後以 550°C 兩小時，取出待樣品冷卻後加入 5 ml 2N HCl 促使灰分溶解，再以 Whatman No.42 濾紙進行過濾，並以去離子水定量至 25 ml，以供進行元素分析。

磷測定是依據 Vanadate-Molybdate-Yellow 法，取 1 ml 上述濾液依序加入 3 ml 去離子水及 1ml HNO₃-Vanadate-Molybdate 試劑，充分混和均勻後靜置 30 分鐘，以光電比色計(Spectrophotometer, Hitachi, U-2000)測定含磷比例。鉀、鎂的測定為取 0.1 ml 上述濾液，以去離子水稀釋至 5 ml，震盪均勻後，以原子光譜吸收儀(Atomic Absorption

Spectrophotometer, Model 1250, Varian Techtron)測定。鈣的測定為取 0.1 ml 上述濾液，加入 1 ml 5% 氧化鏷(Lanthanum Oxide)，再以太離子水稀釋至 5 ml，震盪均勻後，以原子光譜吸收儀測定。鐵、錳、鋅、銅的測定為直接取上述濾液，以原子光譜吸收儀測定。

結 果

Hoagland 養液中磷肥濃度為 31mg/l，在栽培上以此濃度為標準濃度，分別處理 15.5、31、46.5、62 mg/l，‘Freedom’及營養系‘FO 90-3’之植株高度、樹冠直徑、莖部直徑及節間長度於磷肥濃度為 31mg/l 處理下顯著低於其他處理，而其他處理間則無顯著差異性。在節間數方面兩品種皆不受磷肥濃度影響(表 1、圖 1A)。

表 1.磷肥濃度對聖誕紅生長之影響

Table 1.Effects of phosphorus concentration on growth of *Euphorbia pulcherrima*.

磷肥濃度 Phosphorus conc. (mg/l)	株高 Plant height (cm)	樹冠直徑 Canopy diameter (cm)	枝梢直徑 Shoot diameter (mm)	節間數 No. of nodes	節間長 Internode (mm)
‘Freedom’					
15.5	8.09 b ^z	18.10 b	3.4 b	12.00 a	5.8 b
31	10.41 a	21.11 a	3.7 a	13.00 a	7.1 a
46.5	10.48 a	21.23 a	3.7 a	12.83 a	7.3 a
62	10.32 a	20.69 a	3.8 a	12.33 a	7.3 a
‘FO 90-3’					
15.5	6.40 b ^z	18.38 b	3.4 b	11.50 a	4.8 b
31	7.24 a	19.52 a	3.6 ab	11.83 a	5.1 a
46.5	7.12 a	19.73 a	3.7 a	11.67 a	5.1 a
62	6.96 a	19.42 a	3.8 a	11.67 a	5.0 a

^z:Means in each column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan’s multiple range test. (P=0.05)

‘Freedom’及營養系‘FO 90-3’的轉色葉數及苞葉數均不受磷肥濃度影響。‘Freedom’之轉色葉片長度寬度在濃度為 15.5 mg/l (0.5 倍)處理顯著低於其他處理，苞葉長寬度則是在

15.5 mg/l 或 62 mg/l 濃度下顯著較小，尤其是低磷肥(15.5 mg/l、0.5 倍)處理長寬度為最小值。營養系‘FO 90-3’轉色葉片長度寬度則與‘Freedom’有相同趨勢，然而苞葉長寬則也是在低磷肥(15.5 mg/l、0.5 倍)處理下有最小值。‘Freedom’及營養系‘FO 90-3’花序直徑及轉色部位面積皆是在濃度為 15.5 mg/l 處理有最小值，最大值而是分別在於 46.5 mg/l 及 62 mg/l 濃度處理下(表 2、圖 1B)。



圖 1.磷肥濃度對聖誕紅營養系‘FO 90-3’生長之影響 (A)側面 (B)投影面

Fig 1. Effects of phosphorus concentration on growth of *Euphorbia pulcherrima* ‘FO 90-3’.

(A) Side view (B) Over view

表 2. 磷肥濃度對聖誕紅葉片轉色及苞葉生長之影響

Table 2. Effects of phosphorus concentration on the growth of colored leaves and bracts of *Euphorbia pulcherrima*.

磷肥濃度 Phosphorus conc. (mg/l)	轉色葉數 No. of colored leaves	葉長 Leaf length (mm)	葉寬 Leaf width (mm)	苞葉長 No. of bracts	苞葉長 Bract length (mm)	苞葉寬 Bracts width (mm)	花序直徑 Flower diameter (cm)	轉色部位面積 Colored area (cm ²)	樹冠直徑/株高 Canopy diameter ^y / Height ^x
‘Freebom’									
15.5	5.00 a ^z	79.9 b	57.5 b	6.50 a	75.4 b	44.5 b	17.60 b	152.75 c	2.24 a
31	6.17 a	98.1 a	68.6 a	7.00 a	83.1 a	53.1 a	19.23 a	204.59 ab	2.03 b
46.5	5.33 a	100.3 a	67.9 a	7.00 a	82.4 a	54.7 a	19.42 a	224.88 a	2.02 b
62	5.55 a	98.1 a	63.3 ab	6.67 a	78.0 b	47.0 b	18.31 a	189.95 b	2.00 b
‘FO 90-3’									
15.5	5.33 a ^z	84.2 a	51.8 ab	6.50 a	70.8 b	39.0 b	16.70 b	131.94 b	2.86 a
31	5.33 a	88.3 a	58.9 a	7.00 a	71.2 ab	36.9 b	17.00 ab	143.44 a	2.69 a
46.5	5.00 a	85.1 a	55.9 a	7.00 a	74.0 a	44.2 a	17.39 a	155.19 a	2.77 a
62	4.83 a	80.4 b	46.0 b	6.67 a	74.8 a	43.2 a	17.40 a	168.73 a	2.79 a

^z: Means in each column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan's multiple range test. (P=0.05)

^y: Value of Canopy diameter see Table 2.

^x: Value of Height see Table 2.

‘Freedom’植株各部位乾鮮重均在磷肥濃度 15.5 mg/l 處理下有最低值，其他處理間則無顯著差異性。營養系‘FO 90-3’其轉色葉片及莖部乾鮮重在處理間無顯著差異性，苞葉的乾鮮重則與‘Freedom’有相同趨勢(圖 2、圖 3)。

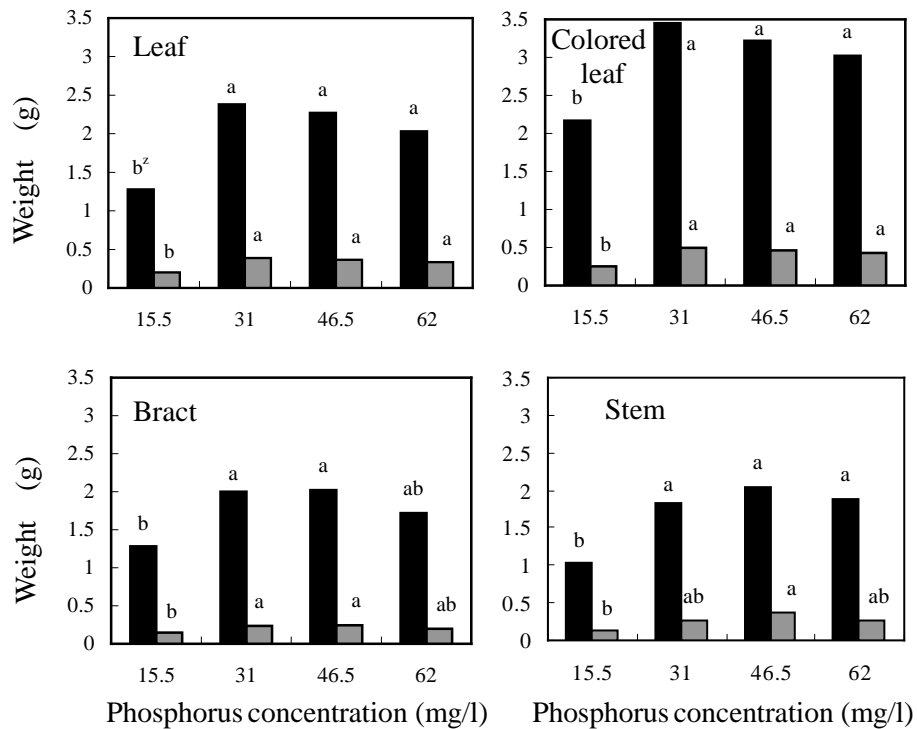


圖 2.磷肥濃度對聖誕紅‘Freedom’葉片、轉色葉片、苞片、莖部乾鮮重之影響

Fig 2.Effects of phosphorus concentration on the fresh weight and dry weight of leaf, colored leaf, bract and stem of *Euphorbia pulcherrima* ‘Freedom’.

■ Fresh weight ■ Dry weight

^z:Means in each column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan’s multiple range test. (P=0.05)

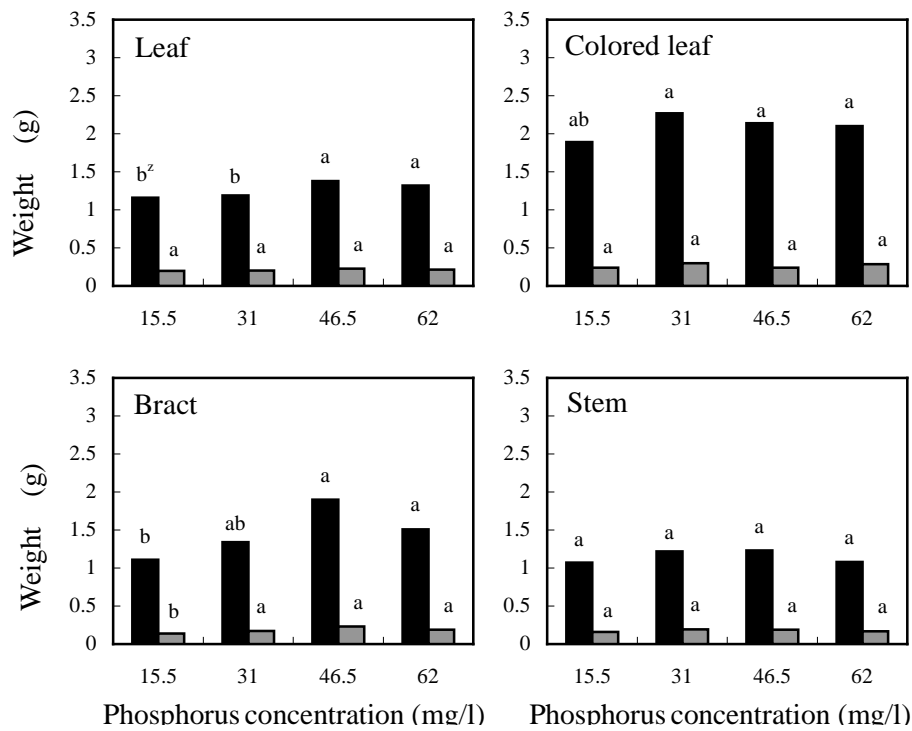


圖 3.磷肥濃度對聖誕紅營養系‘FO 90-3’ 葉片、轉色葉片、苞片、莖部乾鮮重之影響
 Fig 3.Effects of phosphorus concentration on the fresh weight and dry weight of leaf, colored leaf, bract and stem of *Euphorbia pulcherrima* ‘FO 90-3’.

■ Fresh weight ■ Dry weight

^z: Means in each column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan’s multiple range test. (P=0.05)

大量元素方面，‘Freedom’植株內氮和磷含量有隨著磷肥增加而增加趨勢，在磷肥濃度 62 mg/l 下有最高值，鈣與鎂含量則不受磷肥濃度影響；而營養系‘FO 90-3’ 體內氮、磷含量亦隨著磷肥增加有上升趨勢，鈣與鎂含量亦不受磷肥濃度影響(表 3)。

以不同磷肥濃度處理後，‘Freedom’體內除了鐵的含量隨著處理濃度增加，呈現下降趨勢外，其他微量元素含量亦無顯著差異性；而在於營養系‘FO 90-3’植株中錳的含量會隨著處理濃度增加有增加趨勢，而鐵的含量則是呈現下降趨勢，鋅、銅的含量並無明顯變化(表 3)。

表 3. 磷肥濃度對聖誕紅植體內元素含量之影響

Table 3. Effects of phosphorus concentration on the content of macroelement in *Euphorbia pulcherrima*.

磷肥濃度 Phosphorus conc. (mg/l)	氮 N (%)	磷 P (%)	鉀 K (%)	鈣 Ca (%)	鎂 Mg (%)	鐵 Fe (ppm)	錳 Mn (ppm)	鋅 Zn (ppm)	銅 Cu (ppm)
‘Freebom’									
15.5	2.90 b ^z	0.24 b	2.29 b	1.05 a	0.40 b	104.33 a ^z	36.06 a	15.52 a	6.59 a
31	2.98 b	0.32 a	2.32 b	0.99 a	0.37 b	92.91 ab	27.26 a	12.23 a	6.64 a
46.5	3.02 ab	0.31 a	2.56 ab	1.05 a	0.48 a	82.55 b	32.87 a	12.29 a	6.70 a
62	3.14 a	0.35 a	2.99 a	1.06 a	0.41 b	82.33 b	27.16 a	11.78 a	5.33 b
‘FO 90-3’									
15.5	2.85 b ^z	0.20 b	3.60 a	1.31 a	0.41 a _z	94.25 a	25.37 a	12.87 a	3.75 a
31	2.90 b	0.23 ab	3.37 a	1.14 a	0.36 a	87.12 ab	24.37 a	11.25 a	3.37 a
46.5	2.90 b	0.24 ab	3.29 a	1.29 a	0.35 a	70.75 bc	19.35 ab	10.87 a	3.12 a
62	3.24 a	0.27 a	2.88 b	1.19 a	0.38 a	53.62 c	10.88 b	10.25 a	3.00 a

^z: Means in each column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan's multiple range test. (P=0.05)

討 論

磷是核酸、磷脂質及腺苷三磷酸的組成份，其與植物體內細胞分裂增殖、蛋白質與脂質合成、呼吸作用、光合作用有密切關係，當缺磷時細胞分裂受抑制，蛋白質合成受阻，植株較為矮小(柯，2002)。非洲鳳仙、皇帝菊、彩葉草、一串紅、天竺葵、矮牽牛、鼠尾草等花壇植物在缺磷時，植株之株高會減少，亦會抑制生長導致植株展幅減少(Baas *et al.*, 1995；陳，2001)。本試驗結果顯示：低磷肥(15.5 mg/L, 0.5 倍)處理對‘Freedom’及營養系‘FO 90-3’的株高和節間長度有抑制作用，但不影響節間數(表 1)，且對苞片生長量和轉色葉片面積也明顯減少(表 2)，但由於株高減少的相對量比樹冠所減少的相對量大，因此樹冠直徑/株高之比值反而增加。Sach(1976)所建議理想盆花的株高是盆高的 1.6 倍，而樹冠直徑也是盆高的 1.6 倍，即種在標準花盆中的盆花樹冠直徑/株高之比值約等於 1。在本試驗中，所有的處理樹冠直徑/株高之比值皆在 2 以上，即以此密閉式水耕栽培模式皆無株高過高的問題，而且苞片和轉色葉片的面積也都相當大具有高商品價值。

又 Baas 等人(1995)發現聖誕紅栽培過程中，減少磷肥施用量，除了植株矮化外，亦會導致葉片脫落。而在本試驗過程中，低磷肥栽培營養系‘FO 90-3’植株容易在栽培期間的碰撞而下位葉脫落(數據未顯示)。缺磷時植株體將老葉中的磷運移至新葉，其可能是導致老葉脫落原因(Marschner, 1986)。

聖誕紅以無土介質栽培盆花，養液的含磷量建議為 46~126 ppm，植株葉片分析的正常範圍為 0.3~0.6%，缺磷時的臨界值為 0.15%，而過量的臨界值為 0.9%(Ecke *et al.*, 1990)。本試驗中 Hoagland 養液的含磷量最高的含磷量(標準含磷量的 2 倍)仍在建議值內，反而是 Hoagland 標準液含磷量低於 Ecke 等人(1990)的最低建議量，然而本試驗採用密閉式水耕模式，養液在栽培‘Freedom’10 週期間，養液從未被淋洗出，因此即令每 6 天只施用 16~31 mg 的磷肥，對聖誕紅地上部磷分析值雖低於葉片分析的正常範圍，但仍在臨界值之上(表 3)。又不同品種品種植株的含磷量會有差異(Srømme and Gislerød, 1993)。本試驗中也發現營養系‘FO 90-3’的磷含量低於‘Freedom’(表 3)。而在植株發育上‘Freedom’比營養系‘FO 90-3’(表 1；圖 2、3)，故建議栽培營養系‘FO 90-3’含磷量宜再提高。

參 考 文 獻

- 柯勇。2004。植物生理學。藝軒圖書出版社。762 pp。
- 陳武成。2001。潮汐灌溉系統、磷肥濃度與 Paclobutrazol 對花壇植物生長與株高之控制。國立台灣大學園藝研究所碩士論文。97 pp。
- Bass, R. A. B. and N. Straver. 1995. Growth regulation of bedding plants and poinsettia using low phosphorus fertilization and ebb-and-flow irrigation. *Acta Hort.* 378: 129-137.
- Cox, C. A. 1999. Growth and nutrient content of poinsettia (*Euphorbia plcherrima* Willd. ex

- Klotzsch) in a soilless growth medium containing sewage sludge pellet fertilizer. *J. Plant Nutrition*. 22: 291-301.
- Cox, C. A. 2001. Growth, nutrient content, and growth medium electrical conductivity of poinsettia irrigated by subirrigation or from overhead. *J. Plant Nutrition*. 24: 523-533.
- Ecke, P., O. A. Matkin, and D. E. Hartley. 1990. *The poinsettia manual*. Paul Ecke Poinsettia. Encinitas, California. 267 pp.
- Ecke, P., J. E. Faust, A. Higgins, and J. E. Williams. 2004. *The Ecke Poinsettia Manual*. Ball Publishing, Illinois. 285 pp.
- Strømme, E. and H. Ragnar. 1994. The nutrient requirement of poinsettia. p.83-91. In Strømme, E. Ed. *The Scientific Basis of Poinsettia Production*. Agriculture University of Norway.
- Hoagland, D. R. and D. I. Arnon. 1950. The water-culture method of growing plants without soil. *California Agric. Exp. Sta. Circ.* 347 (revised ed.).
- Marcelis-van Acker, C. A. M. and K. J. Leutscher. 1993 Effect of type of cutting on heterogeneity and growth of *Rosa hybrida* cv. 'Motrea' and *Schefflera arboricola* cv. 'Compacta'. *Sci. Hort.* 54: 59-67.
- Sach, R. M., A. M. Kofranek, and W. P. Hackett. 1967. Evaluating new pot plant species. *Florist. Rev.* 159: 35-36,80-84.
- Sawaya, M. 1989. Growth retardants keep plugs from getting out of hand. *Greenhouse Grower's plug guide*. Fall: 54-57.

Effects of Phosphorus on Growth of Mini Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*)

Tzu-Ying Yeh¹⁾ Shen-Lin Lin²⁾ Chien-Young Chu³⁾

Key word: Hoagland solution, closed hydroponic culture, Height control

Summary

In this study one-node cuttings of poinsettia 'Freedom' and 'FO 90-3' were cultured in closed hydroponic system. The hydroponic solution was Hoagland solution with 0.5, 1, 1.5 or 2 strength of phosphorus, respectively. When the plant grown in a solution with half strength of phosphorus, the plant height, stem diameter, canopy diameter, internode and fresh/dry weight were less than those grown in Hoagland solution. When the plant grown in a solution with double strength of phosphorus, the growth was similar to those grown in Hoagland solution. However, the nitrogen content in plant increased but iron content decreased, when the phosphorus strength were doubled.

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

2) Instructor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

