

# 盆菊栽培介質 CEC 與物理性適宜值評估

羅秋雄、王斐能

## 摘 要

本研究之目的，在評估栽培介質之 CEC 及物理性質對盆菊養分吸收及生長的影響，以建立盆菊專用栽培介質 CEC 及物理性質之基準，提供花農調配栽培介質之依據，增進盆菊品質及商品價值。栽培介質材料為堆肥（牛糞：粉碎穀殼：金針菇木屑=1：2：2 (v/v/v)混合堆積腐熟）、河砂及矽石。栽培介質 pH 及 EC 值（1：5）範圍在 5.0-6.2 及 0.75-1.30 dS/m 之間。試驗結果顯示，栽培介質 CEC、總孔隙度、含水量及保水力等理化性質對盆菊性狀均有不同程度的顯著影響。依據其影響程度界定盆菊栽培介質 CEC、總孔隙度、含水量及保水力之最適範圍，分別為 15-35 cmole/kg、55 % 以上、80 % 以上及 40-65 %。

關鍵詞：盆菊、栽培介質、陽離子交換容量、物理性質。

## 前 言

栽培介質 CEC 及物理性質的優劣對有效養分的供應、作物生長、性狀及品質均會產生影響，國內外學者對栽培介質材料如泥炭土、無機材料、畜產廢棄物及農產廢棄物等，以及各別材料或不同比例混合後介質之化學及物理性質研究甚多<sup>(1,2,5,11,12,13,14,15,18,22,23, 26,31,32)</sup>，但由於該等材料，除無機材料理化性質較具穩定性外，有機材料部分因受環境、土壤、飼養條件及季節等因子影響，其理化性質極不穩定。盆菊栽培介質大多按體積或重量比調配，雖然不同批次之材料及調配比例相同，但其理化性質差異極大，導致栽培介質品質不一，而影響盆菊的商品價值。因此，如能依盆菊所適宜的栽培介質理化性質範圍，及各種有機無機材料的特性調配，必可得到理想的栽培介質，進而提高盆菊品質。依據李<sup>(2)</sup>指出盆菊適宜的 pH 值範圍為 6.0-6.5 之間、通氣孔隙約 20%、保水率 30-40 %，但其中 pH 值的適宜範圍，依筆者試驗評估結果應為 5.0-6.2，而其它物理性質對盆菊是否適宜？確有必要加以評估。

## 材料與方法

### 一、田間試驗

本研究自 1998 年 7 月至 1999 年 6 月，於桃園縣新屋鄉石磊村花卉產銷班進行。盆菊品種為秋菊中型花「Rage p」。栽培盆鉢為五寸塑膠盆（體積約 1.65 ℓ），每盆插植三株。栽培介質材料為堆肥（牛糞：粉碎穀殼：金針菇木屑=1：2：2 (v/v/v)混合堆積二個月腐熟）、河砂及矽石（發泡煉石）。介質粒徑篩選；堆肥及河砂依其粒徑大小，過篩分成粗、中及細三種粒徑備用，堆肥粗、中、細粒徑分別為 5-10 mm、1-5 mm、1 mm 以下，河砂則為 1-3 mm、0.5-1.0 mm、0.5 mm 以下，矽石（發泡煉石）則用商品化的粗（6-10 mm）、中（3-6 mm）及細（1-3 mm）粒徑規格。試驗處理分成二組；第一組堆肥：河砂：矽石=1：1：1 (v/v/v)，第二組則為 4：1：1 (v/v/v)。採複因子試驗，完全隨機設計，每組 3（質材）×9（粒

徑) = 27 處理，二組合計 54 處理，四重複，每重複三盆。各處理 pH 值 (介質：水 = 1 : 5 w/v) 範圍在 5.0-6.2 之間，EC 值 (介質：水 = 1 : 5 w/v) 則在 0.75-1.30 dS/m 之間。插植日期 10 月 6 日。肥料施用濃度前期 (花芽未形成前) 及後期 (花芽形成後至盛花期) 分別為 N-P-K = 250-40-325 mg/l 及 700-100-650 mg/l，每週灌施二次，全期灌施 24 次，每次 100 ml。

## 二、分析方法

### (一) 栽培介質化學及物理性測定

#### 1. pH 值：

以介質：水 = 1 : 5 (w/v) 振盪一小時，平衡後以 pH 計測定<sup>(25)</sup>。

#### 2. 電導度 (EC)：

以介質：水 = 1 : 5 (w/v) 振盪一小時，過濾後以電導度計測定<sup>(28)</sup>。

#### 3. 陽離子交換容量 (Cation exchange capacity, CEC)：

以  $\text{NH}_4\text{OAc}$  為指標陽離子將介質之吸附位置飽和，次以酒精洗除多餘  $\text{NH}_4^+$ ，再以  $\text{NaCl}$  將被吸附之  $\text{NH}_4^+$  置換出，以蒸餾法定量<sup>(21,29)</sup>。

#### 4. 總體密度 (Bulk density, BD) 測定：

將介質分別泡在水中充分吸水後取出，置於陰涼處任其風乾，再將風乾介質裝填在 1000 ml 燒杯 (先稱燒杯重量) 內抖三次，再用玻棒蓋平，置天平上稱重，所得介質重量除以容積之數即為總體密度<sup>(10,32)</sup>。

#### 5. 質材密度 (Particle density, PD) 測定：

稱取風乾介質 100 g 用紗布包好，以容積 1000 ml 刻度量筒盛水 300 ml，將紗布包好之介質放入量筒中，再用小石頭壓住使其往下沈 (先量紗布、細繩及石頭所佔之體積)，用玻棒將介質內之空氣趕出後，紀錄量筒水量上升之刻度，風乾介質之重量 (100 g) 換算成烘乾介質之重量除以該介質固體所佔之體積 (水量上升之 ml 數減紗布、細繩及石頭之 ml 數)，即為質材密度<sup>(10)</sup>。

#### 6. 總孔隙度 (Total porosity, TP) 測定：

孔隙度% =  $100 (1 - \text{總體密度} \div \text{質材密度})$ <sup>(10,32)</sup>。

#### 7. 含水量 (Water capacity, WC) 測定：

將濾紙沾濕置入底部有數個小孔之盆子內稱重，把風乾介質裝在盆子內 (約八分滿) 稱重，再將介質之實際重量換算成烘乾重，將盛有介質之盆子充分加水，使其達飽和狀態之後，任其由盆底自然流出，直到完全不再滴水為止稱重。含水量% =  $(\text{介質吸水後之重量} - \text{烘乾介質之重量}) \div \text{烘乾介質之重量} \times 100$ <sup>(10,32)</sup>。

#### 8. 保水力 (Water-holding capacity, WHC) 測定：

保水力% =  $\text{含水量} \% \times \text{總體密度}$ <sup>(10,32)</sup>。

### (二) 植體處理與分析

植體樣本採取後，先以自來水清洗，再以蒸餾水沖洗，最後用去離子水洗淨，並用乾紗布擦乾附著於植體表面之水分，再按根、莖、葉及花 (著蕾期) 個別部位分開，分別稱取鮮重，植體置於烘乾箱中 70°C 烘乾 24 小時後，稱取乾重並磨粉備用。植體分解及養分分析；氮素以濃硫酸加硒粉等催化劑分解，分解液再以 Kjeldahl 方法蒸餾，並以 2% 含指示劑之硼酸溶液吸收所釋出之氨，再以 0.1 N 的酸標準液 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 滴定。磷、鉀、鈣及鎂之測定則先將植體以三酸 ( $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 9 : 2 : 2$  v/v/v) 分解至澄清<sup>(20)</sup>。磷用鉬黃法測定，鉀用焰光儀測定，鈣及鎂用原子吸光儀測定。

## 三、統計分析

以盆菊性狀 (Y) 為因變數，栽培介質 CEC、總體密度、質材密度、總孔隙度、含水量及保水力等

(X) 為自變數，依其觀察值落點分布情形，應用迴歸方程式進行分析，計算其決定係數及顯著性測驗，當栽培介質 CEC 及物理性質對盆菊性狀之影響達顯著時，以平均值的 95 % 界定其適宜範圍值。以盆菊綜合性狀平均相對值 (Average relatively value of characters, ARVC)，界定其對盆菊整體性狀之適宜範圍值，其計算式如下：

$$ARVC = \sum_{i=1-n} (T_i c \div Hc) \div N$$

式中： $T_i$  表示個別性狀 (達顯著者) 觀測值， $H$  表示迴歸曲線最高值， $N$ 、 $c$  分別代表達顯著之性狀數及達顯著之個別性狀。

並以盆菊性狀  $y$  為因變數，假設各性狀  $y$  受栽培介質 CEC 及物理性質等因素之影響； $y = f(\text{CEC}, \text{BD}, \text{PD}, \text{TP}, \text{WC}, \text{WHC})$ ，以 CEC、總體密度(BD)、質材密度(PD)、總孔隙度(TP)、含水量(WC)、保水力(WHC)為自變數，進行逐步複線性迴歸分析<sup>(9)</sup>。

## 結果與討論

### 一、栽培介質 CEC 對盆菊營養吸收之影響

盆菊栽培介質 CEC 與其營養吸收之關係如圖 1 所示，栽培介質之 CEC 與盆菊植體營養吸收均呈顯著之相關。栽培介質 CEC 與盆菊植體氮吸收(圖 1A)之關係可用迴歸方程式  $y = 102.8 + 44.8x - 0.6975x^2$  來表示，決定係數 0.22，雖然迴歸檢驗達 1 % 顯著水準，然而由決定係數觀之，其解釋變異之程度為 22 %。氮能被植物根吸收的主要型態為  $\text{NH}_4^+$  及  $\text{NO}_3^-$ ，其中  $\text{NO}_3^-$  為陰離子，而  $\text{NH}_4^+$  為交換性陽離子，直接與陽離子交換容量有關<sup>(7,19)</sup>。但據 Xu 等<sup>(33)</sup>指出，植物對氮的吸收除與氮型態有關外，溶液中氮濃度高低也是影響植物氮吸收的關鍵因子。栽培介質 CEC 與盆菊植體磷吸收(圖 1B)之關係，可用迴歸方程式  $y = 52.68 + 8.073x - 0.1425x^2$  來表示，其決定係數 0.11，未達迴歸檢驗 5 % 顯著水準。由於磷能被植物根吸收的型態為  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  及  $\text{HPO}_4^{2-}$ ，二種型態的磷均屬陰離子與陽離子交換容量並無直接關係<sup>(7,19)</sup>。栽培介質 CEC 與盆菊植體鉀(圖 1C)、鈣(圖 1D)及鎂(圖 1E)吸收之關係，可由迴歸方程式  $y = 431.3 + 46.24x - 0.8297x^2$ 、 $y = 103.2 + 5.942x - 0.128x^2$  及  $y = 18.29 + 2.769x - 0.4926x^2$  來表示，其解釋變異之程度分別為 15 %、18 % 及 15 %。

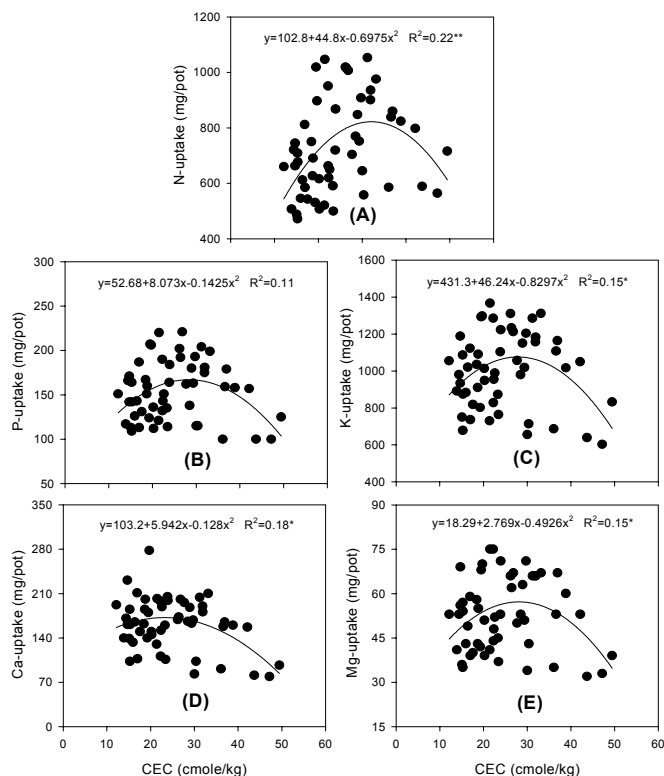


圖 1. 盆菊植體養分吸收量與栽培介質 CEC 之關係

Fig 1. Relationship between the cation exchange capacity (CEC) of growth medium and nutrients uptake of potted chrysanthemum.

## 二、栽培介質物理性質對盆菊養分吸收量之影響

### (一) 總體密度

栽培介質總體密度與盆菊植體營養吸收之關係如圖2所示。盆菊植體氮(圖2A)、磷(圖2B)、鉀(圖2C)及鎂(圖2E)吸收量隨栽培介質總體密度升高而呈現下降趨勢，其關係可分別以迴歸方程式來表示： $N, y = 1805 - 2533x + 1351x^2$ ； $P, y = 401.2 - 663.1x + 422.2x^2$ ； $K, y = 2863 - 2561x + 3553x^2$ 及 $Mg, y = 146.1 - 251.1x + 160.5x^2$ ，上述模式解釋變異之程度分為 35 %、15 %、12 %及 15 %。

一般而言，總體密度與總孔隙度成反比，亦即總體密度愈大總孔隙度愈少<sup>(14,16)</sup>，相對的溶液量也較少，由於可被植物根直接吸收的氮型態大部分存在溶液中<sup>(7)</sup>，因此，總體密度愈大可供吸收利用的氮就愈少，且根生長受阻對其吸收量也相對的減少(圖2F)，且直接反應到植體的吸收量上。栽培介質總體密度與盆菊植體鈣吸收量之關係迴歸方程式  $y = 465.7 - 945.7x + 699.2x^2$ ，其決定係數極低為 0.09，未達迴歸檢驗 5 %顯著水準，其原因可能與溶液中鈣濃度較低植體無法足量吸收有關。同樣的鎂也無供源，但植物根對鎂的吸收主要為主動吸收需消耗能量，雖然溶液中濃度很低，仍能足量吸收，Lin 與 Nobel<sup>(24)</sup>指出，鈣及鎂在相同濃度(5 mM)下，豌豆葉綠粒的鎂含量高出鈣約 10 倍，盆菊是否具有相同的效應，值得進一步探究。

### (二) 質材密度

栽培介質質材密度與盆菊植體營養吸收之關係如圖3所示。盆菊植體氮吸收量有隨質材密度升高而下降之趨勢(圖3A)，其關係可用迴歸方程式  $y = 1141 - 117.9x + 128.5x^2$  來表示，此模式解釋變異之程度為 19 %。其與總體密度影響植體氮吸收之原因一致，因總體密度愈大相對的質材密度也愈大，亦即質材密度愈大總孔隙度愈少，介質中溶液量減少，可供利用的氮也相對的減少，以及根生長受阻

對其吸收量也減少(圖3F)。栽培介質質材密度與盆菊植體磷(圖3B)、鉀(圖3C)、鈣(圖3D)及鎂(圖3E)吸收量之關係,可分別以迴歸方程式來表示, $P, y = 253.8 - 108.8x + 26.11x^2$ ;  $K, y = 1860 - 1131x + 364.8x^2$ ;  $Ca, y = 673.8 - 812.7x + 315.9x^2$  及  $Mg, y = 92.95 - 44.96x + 11.33x^2$ , 決定係數極低分別為 0.03、0.01、0.07 及 0.03, 均未達迴歸檢驗 5% 顯著水準。

### (三)總孔隙度

栽培介質總孔隙度與盆菊植體營養吸收之關係如圖4所示。盆菊植體氮(圖4A)、磷(圖4B)、鉀(圖4C)及鎂(圖4E)吸收量均隨栽培介質總孔隙度增加而提高,其關係可分別以迴歸方程式來表示; $N, y = 1192 - 36.42x + 0.5323x^2$ ;  $P, y = 552.5 - 18.47x + 0.2065x^2$ ;  $K, y = 6011 - 211.6x + 2.195x^2$  及  $Mg, y = 261.5 - 9.264x + 0.1002x^2$ , 上述模式解釋變異之程度各為 40%、23%、19% 及 24%。總孔隙度明顯影響盆菊植體氮、磷、鉀及鎂吸收量,主要係總孔隙度直接影響容水量及保水力,而使該等養分有效性增加。栽培介質總孔隙度與盆菊植體鈣(圖4D)吸收量關係,以迴歸方程式  $y = 972 - 3.259x + 0.323x^2$  來表示,其決定係數極低為 0.05, 未達迴歸檢驗 5% 顯著水準。其未達顯著水準之原因與總體密度相同,即鈣在無供源情形下,溶液濃度過低,即使總孔隙度較多,也無法足量吸收。

### (四)容水量及保水力

栽培介質容水量及保水力與盆菊植體營養吸收之關係如圖5及6所示。栽培介質容水量及保水力與盆菊植體氮、磷、鉀及鎂之吸收量均呈現正相關,亦即栽培介質容水量及保水力愈高,植體氮、磷、鉀及鎂之植體吸收量也增加。容水量與盆菊植體氮(圖5A)、磷(圖5B)、鉀(圖5C)及鎂(圖5E)吸收量之關係,可分別以迴歸方程式來表示; $N, y = 456.7 + 4.399x - 0.003637x^2$ ;  $P, y = 114.5 + 0.5293x + 0.00898x^2$ ;  $K, y = 892.1 + 0.1417x + 0.02024x^2$  及  $Mg, y = 40.02 + 0.1398x + 0.0006692x^2$ , 其解釋變異之程度分別為 31%、24%、15% 及 23%。保水力與盆菊植體氮(圖6A)、磷(圖6B)、鉀(圖6C)及鎂(圖6E)吸收量之關係,可分別以迴歸方程式來表示; $N, y = 879.2 - 15.7x + 0.2763x^2$ ;  $P, y = 100.1 + 0.6603x + 0.01437x^2$ ;  $K, y = 620.8 + 8.108x + 0.002321x^2$  及  $Mg, y = 37.54 + 0.03273x + 0.007564x^2$ , 其解釋變異之程度分別為 23%、29%、22% 及 0.27%。栽培介質容水量及保水力與盆菊植體鈣(圖5D及圖6D)吸收量之關係,分別以迴歸方程式  $y = 172.3 - 0.5548x + 0.00524x^2$  及  $y = 16.3 + 7.097x - 0.06466x^2$  來表示,其決定係數極低分別為 0.03 及 0.10, 未達迴歸檢驗 5% 顯著水準。其原因與總體密度、質材密度及總孔隙度一致,即鈣在無供源情形下,溶液濃度過低,即使容水量及保水力大,也無法足量吸收。

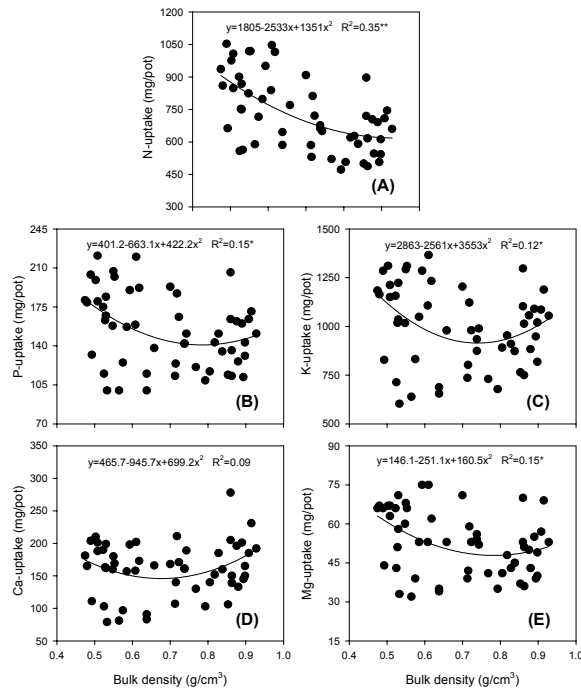


圖 2. 盆菊植體養分吸收量與栽培介質總體密度之關係

Fig 2. Relationship between the bulk density of growth medium and nutrients uptake of potted chrysanthemum.

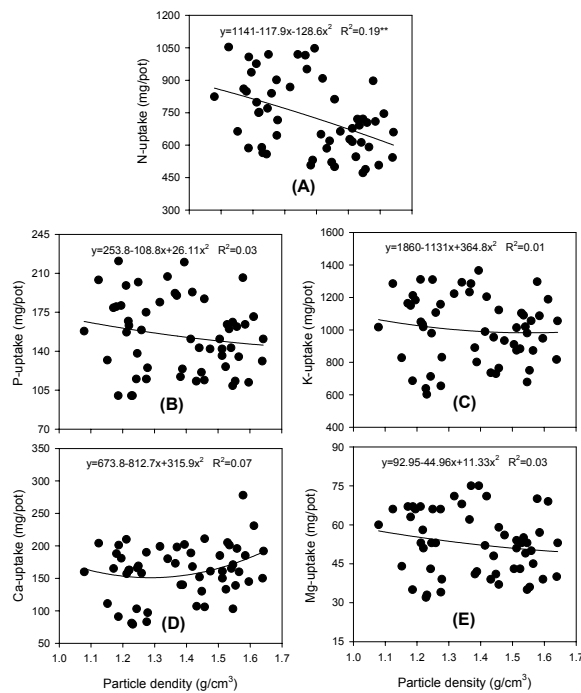


圖 3. 盆菊植體養分吸收量與栽培介質質材密度之關係

Fig 3. Relationship between the particle density of growth medium and nutrients uptake of potted chrysanthemum.

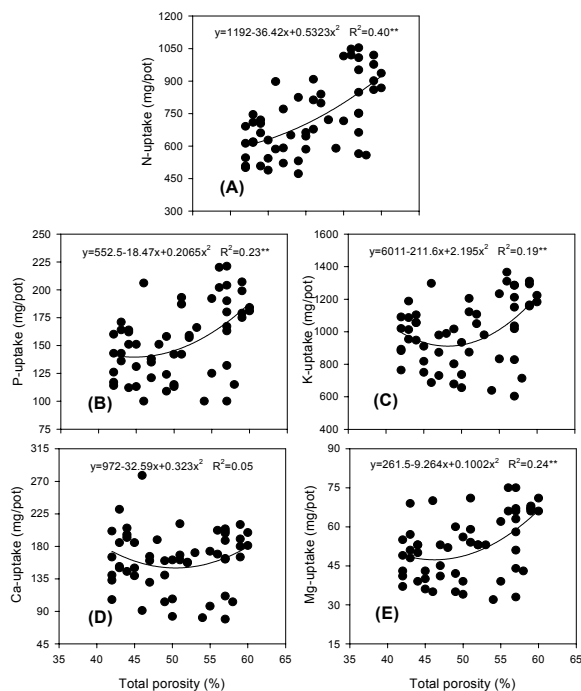


圖 4. 盆菊植體養分吸收量與栽培介質總孔隙度之關係

Fig 4. Relationship between the total porosity of growth medium and nutrients uptake of potted chrysanthemum.

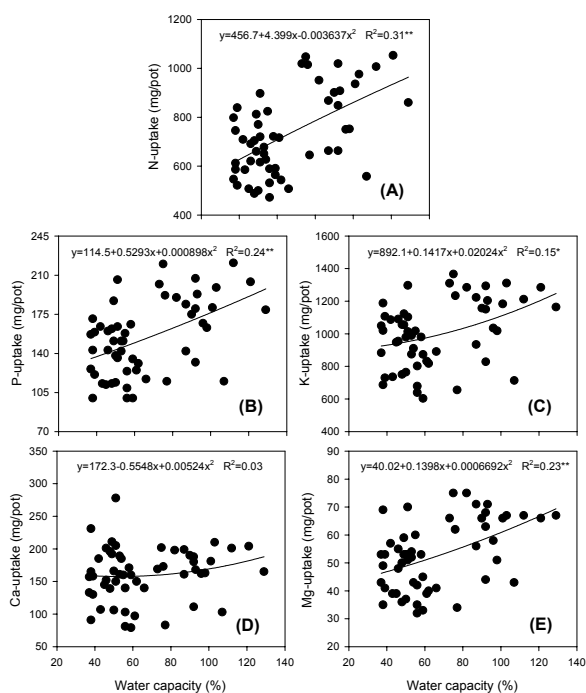


圖 5. 盆菊植體養分吸收量與栽培介質容水量之關係

Fig 5. Relationship between the water capacity of growth medium and nutrients uptake of potted chrysanthemum.

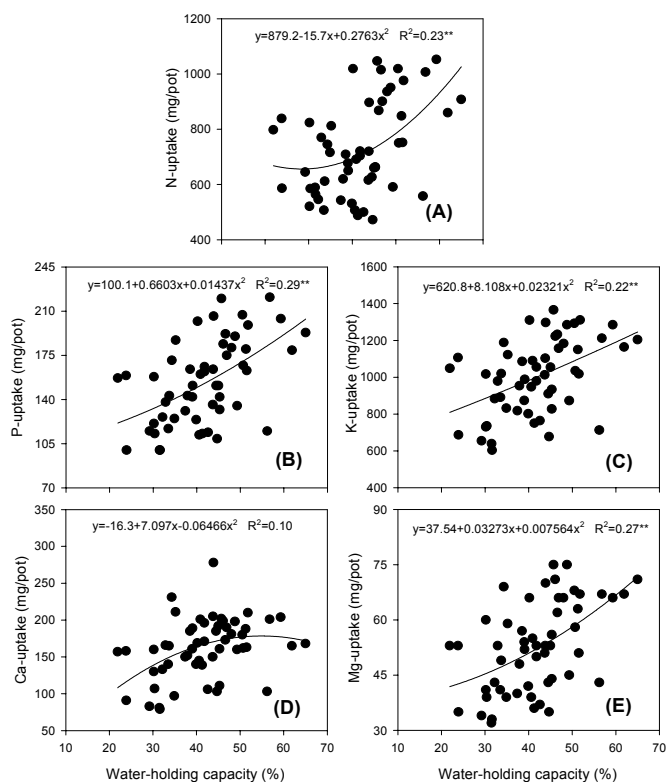


圖 6. 盆菊植體養分吸收量與栽培介質保水力之關係

Fig 6. Relationship between the water-holding capacity of growth medium and nutrients uptake of potted chrysanthemum.

### 三、栽培介質 CEC 對盆菊性狀影響

栽培介質 CEC 對盆菊個別性狀及綜合性狀平均相對值之影響如圖 7 及圖 8 所示。試驗栽培介質各處理之 CEC 值在 10-50 cmole/kg 間，而一般盆栽栽培介質的 CEC 值約在 2-40 cmole/kg 之間<sup>(2,3)</sup>，試驗栽培介質 CEC 值均落在其範圍值之內。栽培介質 CEC 對盆菊分支數、花朵數、花乾重、植體乾重及根乾重均有顯著影響；分支數(圖 7A)在 CEC 值高過於 35 cmole/kg 時明顯減少，其關係以迴歸方程式  $y = 15 + 0.05299x - 0.002313x^2$  來表示，其解釋變異之程度為 28 %。株高(圖 7B)與 CEC 值高低無明顯相關，其決定係數極低為 0.07，未達迴歸檢驗 5 % 顯著水準，主要與盆菊生長期間噴施矮化劑（生長抑制劑）控制株高有關。花朵數(圖 7C)在 CEC 值高過於 35 cmole/kg 及低過於 10 cmole/kg 時明顯減少，亦即其適宜之 CEC 值介於 10-35 cmole/kg，以迴歸方程式  $y = 34.16 + 2.326x - 0.05115x^2$  來表示，其解釋變異之程度為 26 %。花乾重(圖 7D)及植體乾重(圖 7E)在 CEC 值高過於 37 cmole/kg 及低過於 12 cmole/kg 時均明顯減少，亦即其二者適宜之 CEC 值介於 12-37 cmole/kg 間，以迴歸方程式  $y = 3.076 + 0.4887x - 0.009583x^2$  及  $y = 11.23 + 0.88x - 0.01724x^2$  來表示，其解釋變異之程度為 23 % 及 24 %。根乾重(圖 7F)在 CEC 值高過於 39 cmole/kg 及低過於 15 cmole/kg 時明顯減少，亦即其適宜之 CEC 值介於 15-39 cmole/kg，以迴歸方程式  $y = 0.5465 + 0.1544x - 0.002863x^2$  來表示，其解釋變異之程度為 35 %。

但就栽培介質 CEC 值對盆菊綜合性狀平均相對值之影響評估(圖 8)結果顯示，以平均值的 95 % 界定其適宜範圍值，應落在 15-35 cmole/kg 間。一般盆栽栽培介質的 CEC 值約推薦在 2-40 cmole/kg 之間<sup>(2,3)</sup>，本研究結果 CEC 適宜範圍值 15-35 cmole/kg 也在一般推薦範圍值之內。



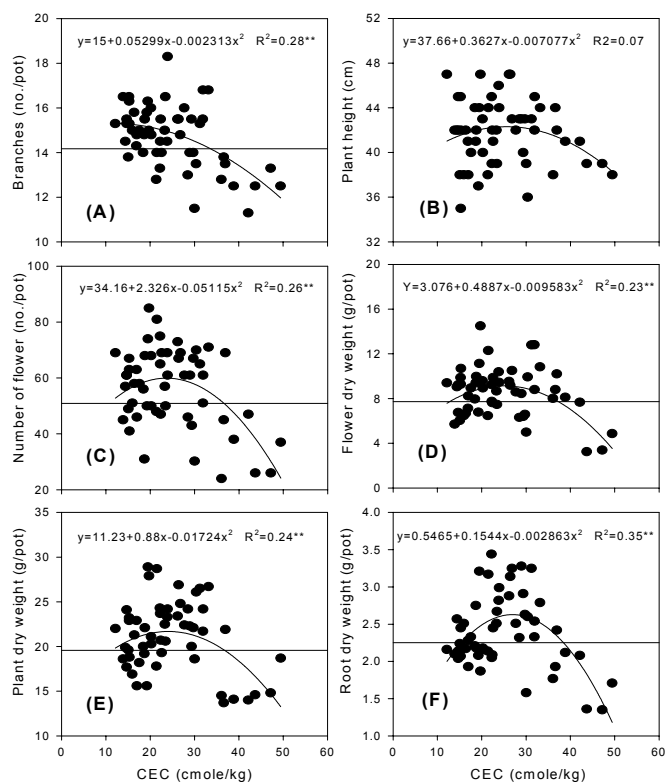


圖 7. 栽培介質 CEC 對盆菊性狀之影響

Fig 7. Plant characters of potted chrysanthemum in relation to CEC of growth medium.

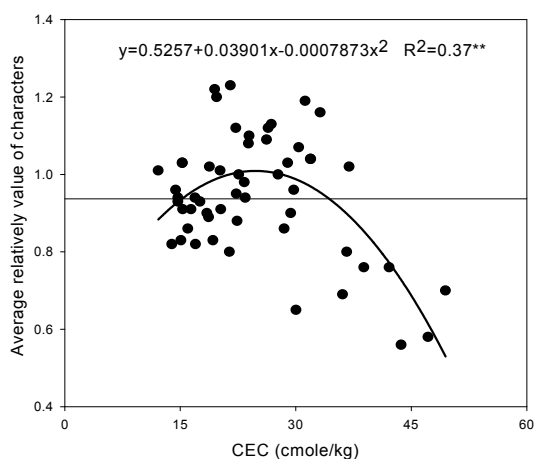


圖 8. 栽培介質 CEC 值對盆菊綜合性狀平均相對值之影響

Fig 8. Relation between average relatively value of characteristics of potted chrysanthemum and CEC of growth medium.

#### 四、栽培介質物理性質對盆菊性狀影響

##### (一) 總體密度

栽培介質總體密度對盆菊性狀之影響如圖 9 所示。栽培介質總體密度對盆菊各種性狀之影響，僅分支數及植體乾重達迴歸檢驗 1% 顯著水準，其可解釋變異之程度為 0.17 及 0.18%，株高、花朵數、花乾重及根乾重等性狀均不顯著，其決定係數分別為 0.07、0.07、0.08 及 0.08，均未達迴歸檢驗 5% 顯著水準。惟就其迴歸曲線觀之，栽培介質總體密度(0.4-1.0 g/cm<sup>3</sup>)較高或較低時，對盆菊各性狀有

較佳影響之趨勢，但總體密度越接近中間值反而不利於各性狀之表現。以一般土壤物理性質之作用而言，總體密度愈大，其孔隙度較少，亦即表示土壤被壓實程度愈高，有害根系之伸展，亦較容易造成排水不良，致土壤通氣不良而阻礙作物生長，降低作物產量及品質<sup>(4)</sup>。盆栽植物雖藉以機械支持之栽培介質量極少，其管理均非常精緻，尤其在水分供應上可充分提供所需，但植物根部長期處於總體密度較高或較低之逆境中，根系較易老化，其為滿足養分吸收以供植體生長，而不斷長出新根系（活力較強），此現象可由總體密度較高或較低時根乾重(圖 9F)反而增加得到證明。標準觀葉植物盆栽介質之容重（總體密度）應在 0.30-0.75 g/cm<sup>3</sup> 之間<sup>(3,27)</sup>，而本試驗所得之結果，盆菊栽培介質適宜的總體密度上下限，均高出觀葉植物盆栽介質之範圍。

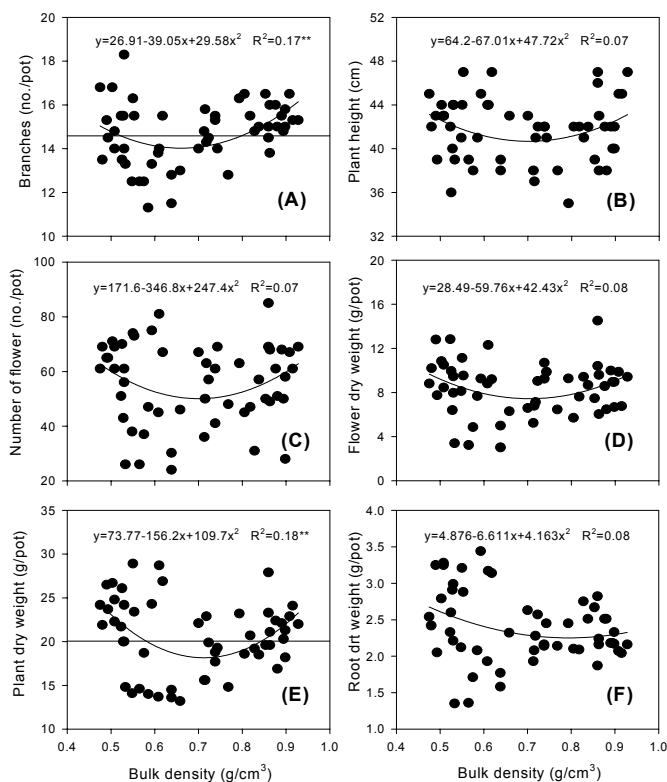


圖 9. 栽培介質總體密度對盆菊性狀之影響

Fig 9. Plant characters of potted chrysanthemum in relation to bulk density of growth medium.

(二)質材密度

栽培介質質材密度對盆菊性狀之影響如圖 10 所示。栽培介質質材密度愈大者其總孔隙度愈少，而總孔隙度減少相對的使介質的含水量及保水力降低。據此推論，質材密度理應影響盆菊性狀之表現，但實際上，盆菊各性狀與質材密度之間的迴歸式方程式明顯看出，僅分支數決定係數 0.12，達迴歸檢驗 5%顯著水準外，餘均未達顯著水準，其各別決定係數株高 0.01、花朵數 0.02、花乾重 0.04、植體乾重 0.01 及根乾重 0.02。究其原因，可能係盆菊生長在精緻的栽培管理方式下，水分及養分均能得到充分的供應，而使栽培介質的質材密度此一限制因子重要性降低。

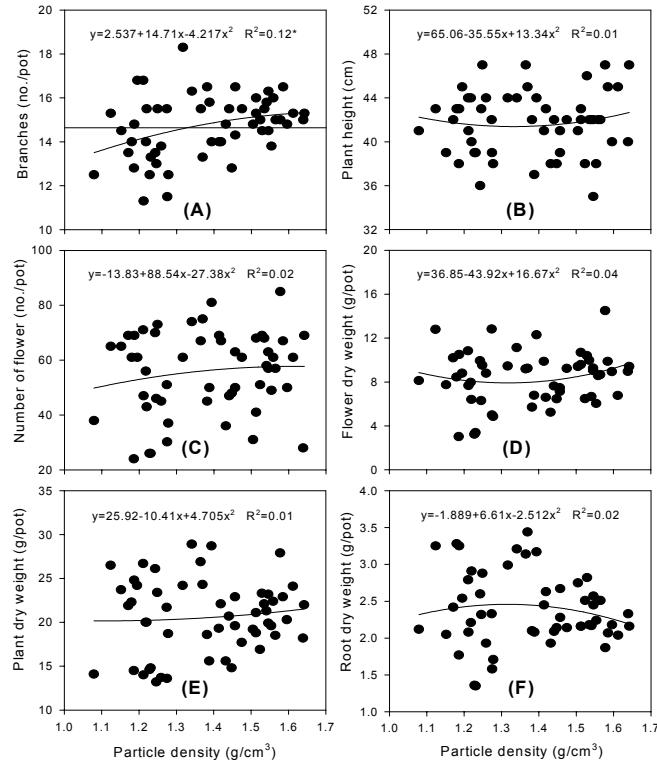


圖 10. 栽培介質質材密度對盆菊性狀之影響

Fig 10. Plant characters of potted chrysanthemum in relation to particle density of growth medium.

(三)總孔隙度

栽培介質總孔隙度對盆菊個別性狀及綜合性狀平均相對值之影響如圖 11 及圖 12 所示。栽培介質總孔隙度對盆菊分支數(圖 11A)、植體乾重(圖 11E)及根乾重(圖 11F)明顯影響，分別以迴歸方程式  $y = 91.12 - 3.038x + 0.0298x^2$ 、 $y = 186.9 - 6.878x + 0.07x^2$  及  $y = 12.85 - 0.4485x + 0.004713x^2$  來表示，其解釋變異之程度分別為 33 %、30 % 及 20 %。餘株高、花朵數及花乾重等性狀，均未達迴歸檢驗 5 % 顯著水準，其決定係數分別為 0.07、0.11 及 0.09。栽培介質總孔隙度對盆菊性狀之影響，不論是否達顯著水準，其迴歸曲線均呈 U 字型，與總體密度對盆菊性狀之影響相似，亦即總孔隙度(40-60 %)較高或較低時，對盆菊各性狀有較顯著影響之趨勢，但總孔隙度越接近中間值，反而越不利於各性狀之表現。推究其原因，應與總體密度影響盆菊性狀表現之原因相同，即作物生長於逆境中，根系較易老化，其為滿足養分吸收以供植體生長，而不斷長出新根系（活力較強），此現象可由總孔隙度較高或較低時根乾重(圖 11F)反而增加得到證明。

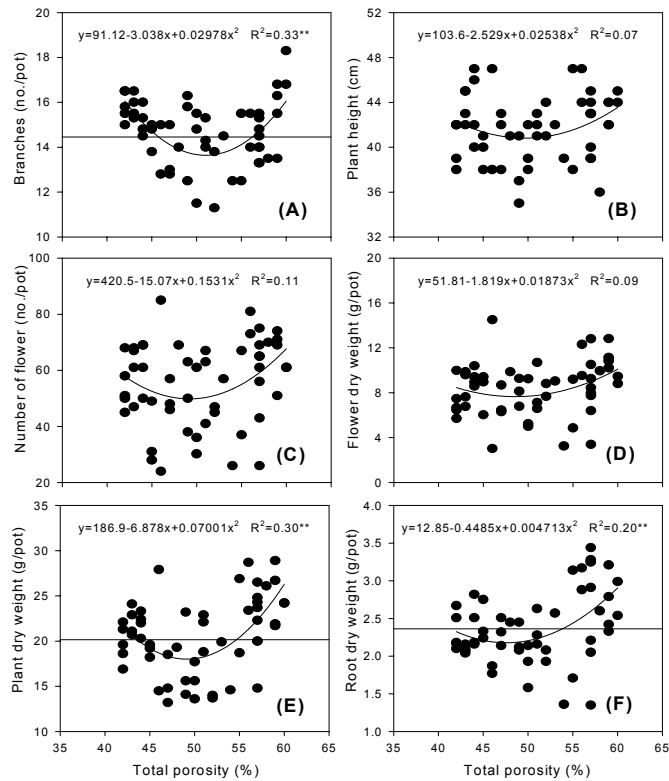


圖 11. 栽培介質總空隙度對盆菊性狀之影響

Fig 11. Plant characters of potted chrysanthemum in relation to total porosity of growth medium.

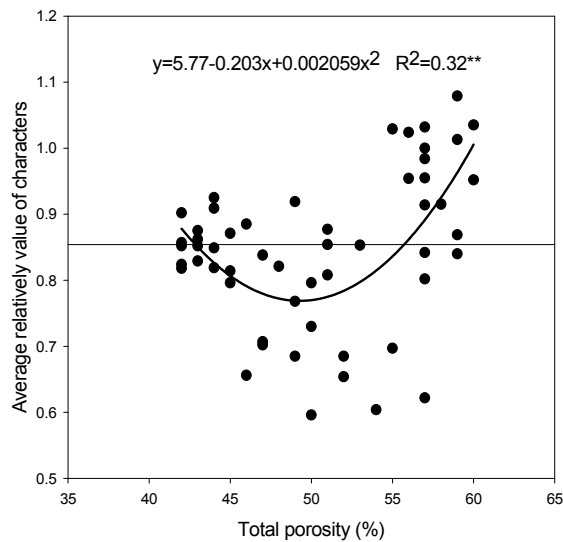


圖 12. 栽培介質總孔度對盆菊綜合性狀平均相對值之影響

Fig 12. Relation between average relatively value of characteristics of potted chrysanthemum and total porosity of growth medium.

由栽培介質總孔度對盆菊綜合性狀平均相對值之影響評估(圖 12)結果顯示，以平均值的 95 % 界定其適宜範圍值，其適宜值應在 55 % 以上。一般觀葉植物栽培介質理想的總孔度為 85 %<sup>(27)</sup>或 5-30 %<sup>(2)</sup>，其間所顯現的數值差異頗大。盆花栽培介質總孔度愈低，相對的總體密度愈高，亦即栽培介質愈重，如此將造成盆花的搬運不便。因此，根據以上的結果分析，可以界定盆菊栽培介質的總孔度

度以在 55 % 以上為宜。

(四) 容水量

栽培介質容水量對盆菊個別性狀及綜合性狀平均相對值之影響如圖 13 及圖 14 所示。栽培介質容水量對盆菊花朵數(圖 13C)、花乾重(圖 13D)、植體乾重(圖 13E)及根乾重(圖 13F)明顯影響，其關係分別以迴歸方程式  $y = 46.97 + 0.04736x + 0.001104x^2$ 、 $y = 6.81 + 0.01328x + 0.000142x^2$ 、 $y = 13.22 + 0.1409x - 0.00039x^2$  及  $y = 1.398 + 0.0196x - 0.000062x^2$  來表示，其可解釋變異之程度分別為 12 %、13 %、24 % 及 27 %。餘分支數及株高，均未達迴歸檢驗 5 % 顯著水準，其決定係數極低分別為 0.03 及 0.04。

由栽培介質容水量對盆菊綜合性狀平均相對值之影響評估(圖 14)結果顯示，以平均值的 95 % 界定其適宜範圍值，其適宜值應在 80 % 以上。栽培介質總孔隙度與容水量呈正相關，總孔隙度愈多容水量就愈大，前述盆菊栽培介質總孔隙度以在 55 % 以上為佳，而就容水量對盆菊植體乾重及根乾重而言，適宜的總孔隙度在 55 % 以上，此值約略為容水量的 80 %，因此，容水量的適宜值應在 80 % 以上。

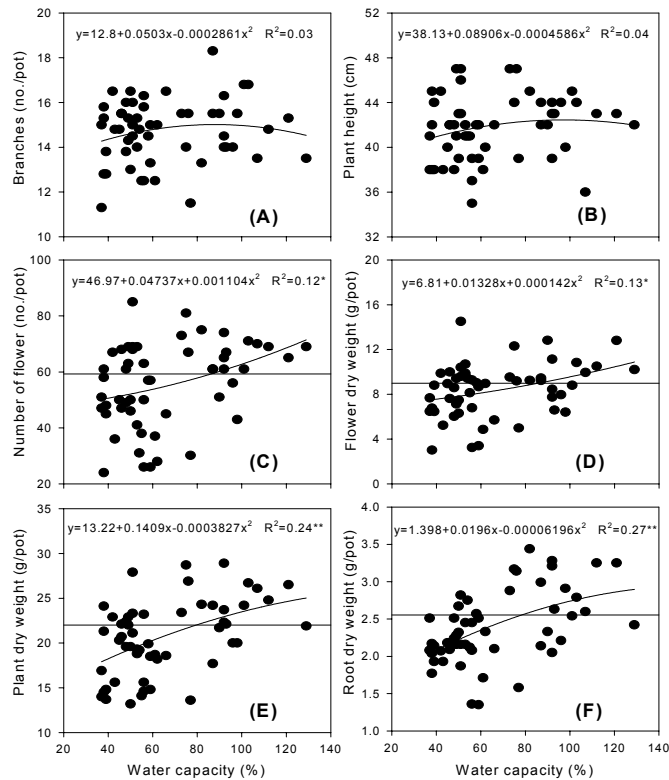


圖 13. 栽培介質容水量對盆菊性狀之影響

Fig 13. Plant characters of potted chrysanthemum in relation to water capacity of growth medium.

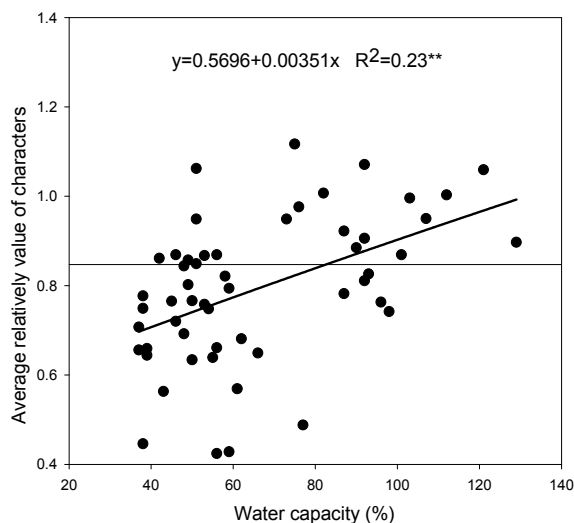


圖 14. 栽培介質含水量對盆菊綜合性狀平均相對值之影響

Fig 14. Relation between average relatively value of characteristics of potted chrysanthemum and water capacity of growth medium.

#### (五)保水力

栽培介質保水力對盆菊個別性狀及綜合性狀平均相對值之影響如圖 15 及圖 16 所示。栽培介質保水力對盆菊分支數、花朵數、花乾重、植體乾重及根乾重等性狀均有顯著影響，分支數(圖 15A)在保水力低過於 35 %或高過於 55 %時明顯減少，其關係以迴歸方程式  $y = 2.417 + 0.5521x - 0.005874x^2$  來表示，可解釋變異之程度為 37 %。株高(圖 15B)與保水力之高低無明顯相關，其決定係數 0.07，未達迴歸檢驗 5 %顯著水準，主要與盆菊生長期間噴施矮化劑(生長抑制劑)控制株高有關。花朵數(圖 15C)在保水力低過於 40 %或高過於 70 %時明顯減少，其關係以迴歸方程式  $y = 21.72 + 2.803x - 0.02169x^2$  來表示，可解釋變異之程度為 40 %。花乾重(圖 15D)及植體乾重(圖 15E)在保水力低過於 40 %或高過於 65 %時均明顯減少，其關係分別以迴歸方程式  $y = 5.114 + 0.5223x - 0.004533x^2$  及  $y = 8.57 + 1.117x - 0.00952x^2$  來表示，可解釋變異之程度為 35 %及 56 %。根乾重(圖 15F)在保水力低過於 45 %時明顯減少，其關係以迴歸方程式  $y = 0.3483 + 0.06509x - 0.0003706x^2$  來表示，可解釋變異之程度為 44 %。

但就栽培介質保水力對盆菊綜合性狀平均相對值之影響評估(圖 16)結果顯示，以平均值的 95 %界定其適宜範圍值，應落在 43-70 %間，但考量花朵數、花乾重及植體乾重等影響盆菊品質較重要性狀時，其理想的保水力範圍值可訂在 40-65 %之間。一般標準觀葉植物栽培介質的保水力推薦在 20-60 %之間<sup>(2,27)</sup>，其值顯然較盆菊栽培介質理想的保水力為低，尤其低範圍值部分差異更大。

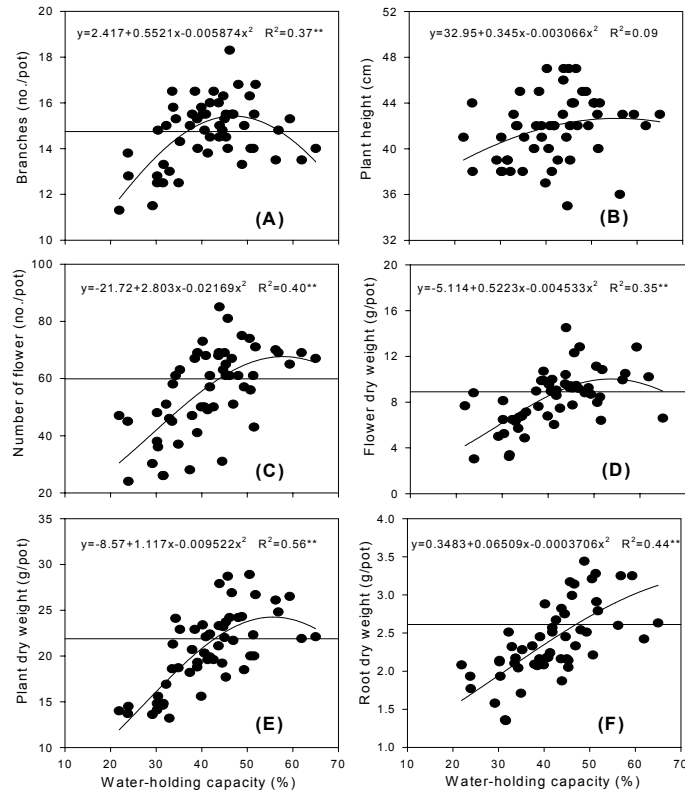


圖 15. 栽培介質保水力對盆菊性狀之影響

Fig 15. Plant characters of potted chrysanthemum in relation to water-holding capacity of growth medium.

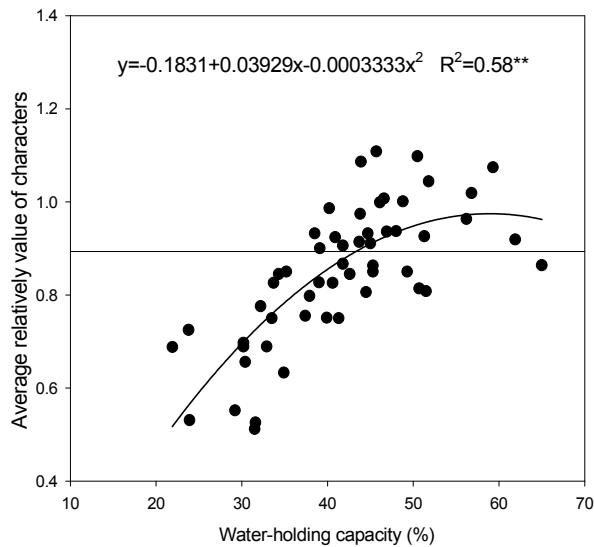


圖 16. 栽培介質保水力對盆菊綜合性狀平均相對值之影響

Fig 16. Relation between average relatively value of characteristics of potted chrysanthemum and water-holding capacity of growth medium.

### 五、盆菊性狀與栽培介質 CEC 及物理性質之多元迴歸

CEC 大小為土壤或栽培介質保肥力強弱的指標，對植物根吸收養分關係極為密切，而總體密度、質材密度（土粒密度）、總孔隙度、含水量及保水力等物理性質，則影響土壤或栽培介質的空氣及水分含有率，同時也間接影響養分的供應<sup>(6,7,8)</sup>，因此，土壤或栽培介質的 CEC 及物理性質與植物養分吸收及生

長息息相關。

爲了能從栽培介質 CEC 及諸多物理性質中，找出對盆菊品質影響較大之重要因子，進行相關分析及逐步迴歸分析，結果如表 1 及 2 所示。由表 1 盆菊性狀與栽培介質 CEC 及物理性質之相關分析可知，栽培介質之 CEC、保水力、容水量及總孔隙度對盆菊性狀有相當顯著之影響。逐步迴歸分析包括六個變數，陽離子交換容量(CEC)、保水力(WHC)、容水量(WC)、孔隙度(TP)、總體密度(BD)及質材密度(PD)，其結果(表2)，分支數迴歸方程式， $Y = 14.645 - 0.075CEC + 0.0462WHC$ ，選出重要之影響因子依序爲 CEC、WHC；花朵數迴歸方程式， $Y = -215.35 + 1.356WHC - 0.6811CEC - 0.4413WC + 5.718TP - 193.48PD + 345.1BD$ ，選出重要之影響因子依序爲 WHC、CEC、WC、TP、PD、BD；花乾重迴歸方程式， $Y = -11.2975 + 0.106WHC - 0.045CEC - 0.2174TP + 7.796BD$ ，選出重要之影響因子依序爲 WHC、CEC、TP、BD；植體乾重迴歸方程式， $Y = -71.939 + 0.2765WHC - 0.1168CEC + 1.622TP + 94.087BD - 43.34PD - 0.0495WC$ ，選出重要之影響因子依序爲 WHC、CEC、TP、BD、PD、WC；根乾重迴歸方程式， $Y = 3.2027 + 0.0452WHC - 0.0206CEC - 2.1021BD - 0.001116WC$ ，選出重要之影響因子依序爲 WHC、CEC、BD、WC。從各迴歸方程式選出之重要影響因子出現次序分析，影響盆菊性狀的重要因子依次序爲 WHC>CEC>TP>WC>BD>PD。

表 1. 盆菊性狀與栽培介質 CEC 及物理性質之相關係數

Table 1. Correlation of characters of potted chrysanthemum with CEC and physical properties of growth medium.

| CEC and physical properties of growth medium. | Characters of potted chrysanthemum |                  |                   |                  |                 |
|---|------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
|   | Branches                           | Number of flower | Flower dry weight | Plant dry weight | Root dry weight |
| CEC   | 0.53**                             | 0.51**           | 0.48**            | 0.49**           | 0.59**          |
| Bulk density (BD)                             | 0.41**                             | 0.27             | 0.28              | 0.42**           | 0.28            |
| Particle density (PD)                         | 0.35*                              | 0.14             | 0.20              | 0.10             | 0.14            |
| Total porosity (TP)                           | 0.58**                             | 0.33             | 0.30              | 0.55**           | 0.48**          |
| Water capacity (WC)                           | 0.17                               | 0.35*            | 0.36*             | 0.49**           | 0.52**          |
| Water-holding capacity (WHC)                  | 0.61**                             | 0.63**           | 0.59**            | 0.75**           | 0.66**          |

\* Significant at p=0.05

\*\* Significant at p=0.01



表 2. 盆菊性狀與栽培介質 CEC 及物理性質之迴歸方程式

Table 2. Regression equations of the relationship of CEC and physical properties of growth medium to characters of potted chrysanthemum.

| Characters              | Independent variables  | R <sup>2</sup> | SE   |
|-------------------------|--|----------------|------|
| Branches (BRA)          | $Y_{(BRA)} = 14.645 - 0.075CEC + 0.0462WHC$  | 0.35**         | 0.88 |
| Number of flower (NOF)  | $Y_{(NOF)} = -215.35 + 1.356WHC - 0.6811CEC - 0.4413WC + 5.718TP - 193.48PD + 345.1BD$ | 0.51**         | 154  |
| Flower dry weight (FDW) | $Y_{(FDW)} = -11.2975 + 0.106WHC - 0.045CEC - 0.2174TP + 7.796BD$                      | 0.37**         | 11.5 |
| Plant dry weight (PDW)  | $Y_{(PDW)} = -71.939 + 0.2765WHC - 0.1168CEC + 1.622TP + 94.087BD - 43.34PD - 0.049WC$ | 0.59**         | 39.6 |
| Root dry weight (RDW)   | $Y_{(RDW)} = 3.2027 + 0.0452WHC - 0.0206CEC - 2.1021BD - 0.001116WC$                   | 0.52**         | 0.78 |

\*\* Significant at p=0.01

## 誌 謝

本研究承行政院農業委員會[88 科技-1.1-糧-12(4)]計畫經費補助，試驗期間吳秋芬及吳盛文先生協助田間管理及分析，文章蒙黃副場長益田及游課長俊明斧正，謹致謝忱。

## 參考文獻

1. 王才義。1993。農產廢棄物作為容器栽培介質的有機成分之探討。園藝作物生產與發展研討會專刊 pp.69-82。
2. 李 晔。1988。無土栽培。花卉生產體系及栽培介質研討會專集。中國園藝學會。pp.19-26。
3. 李 晔。1987。花卉之無土栽培。花卉生產改進研討會專集。桃園區農業改良場編印。pp.18-26。
4. 莊作權。1999。土壤肥料-土壤物理性。三民書局。pp.7-38。
5. 張明暉、向為民、簡宣裕。1995。廢棄菇類木屑堆肥與粉碎稻殼混合介質客水、通氣之預估與育苗介質利用之評估。土壤肥料通訊 50: 33-44。
6. 張仲民。1987。普通土壤學。茂昌圖書有限公司出版。pp.132-247。
7. 郭魁士。1986。土壤學。中國書局。pp.331-521。
8. 陳振鐸。1967。土壤物理學。正中書局印行。pp.207-314。
9. 彭昭英。1989。SAS 與統計分析。格致圖書有限公司出版。pp.439-443。
10. 黃光亮、黃達雄。1988。國內盆栽植物栽培介質及利用。花卉生產體系及栽培介質研討會專集。台灣省農林廳種苗改良繁殖場編印。pp.29-41。
11. 楊秋忠。1996。台灣本土化介質之應用。土壤肥料通訊 53: 5-8。
12. 羅秋雄、戴堯城。1995。盆菊栽培本土化介質之開發研究。桃園區農業改良場研究報告 22: 27-33。
13. Bugbee, G. J. and C. R. Frink. 1986. Aeration of potting media and plant growth. Soil Sci. 141: 438-441.

14. Bunt, A. C. 1983. Physical properties of mixtures of peats and minerals of different particle size and bulk density of potting substrates. *Acta Hort.* 150: 143-153.
15. Bilderback, T. E, W. C. Fonteno, and D. R. Johnson. 1982. Physical properties of media composted of peanut hulls, pine bark and peatmoss and their effects on azalea growth. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 107: 522-525.
16. Beardsell, D. V., D. G. Nichols and D. L. Jones. 1979. Physical properties of nursery potting-mixtures. *Scientia Hort.* 11: 1-8.
17. Davies, J. N., P. Adams, and G. W. Winsor. 1978. Bud development and flowering of *Chrysanthemum morifolium* in relation to some enzyme activities and to the copper, iron and manganese status. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 9: 249-264.
18. De Boodt, M. and O. Verdonck. 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta. Hort.* 26: 37-44.
19. Horst, M. 1993. Mineral Nutrition of higher plants. 2<sup>nd</sup> ed Academic Press Harcourt Brace & Company Pub. pp.231-312.
20. Hamze, M., M. Nimah, and M. Zaabout. 1984. Effectiveness of six digestion procedures to evaluate the status of major elements (Ca, K, Mg and Na) in citrus leaves. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 15: 1135-1145.
21. Hesse, P. R. 1971. A textbook of soil chemical analysis. Chap. 7. pp.88-105. Chemical Publishing Inc., New York.
22. Kampf, A. N. and M. Jung. 1991. The use of carbonized rice hulls as an horticultural substrate. *Acta Hort.* 294: 271-283.
23. Kelly, J. C. 1989. Effect of bark addition to moss peat on plant growth. *Acta Hort.* 238:231-234.
24. Lin, D. C., and P. S. Nobel. 1971. Control of photosynthesis by Mg<sup>2+</sup>. *Arch. Biochem. Biophys.* 145: 622-632.
25. McLean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. In A. L. Page et al (ed.) *Methods of soil analysis, Part 2.* 2<sup>nd</sup> ed. Agronomy Monograph no.9 pp.199-224.
26. Norgaard, J. B. 1991. Sedge peat with rockwool and sphagnum peat as growth medium for pot plants. *Acta Hort.* 294: 109-116.
27. Nelson, P. V. 1985. Greenhouse operation and management. 3<sup>rd</sup> ed Reston Pub. Co. Inc. p.598.
28. Rhoades, J. D. 1982. Soluble salts. In A. L. Page et al (ed.) *Methods of soil analysis, Part 2.* 2<sup>nd</sup> ed. Agronomy Monograph no.9 pp.167-179.
29. Rhoades, J. D. 1982. Cation exchange capacity. In *methods of soil analysis part II.* pp.149-157. A. L. Page (ed.). Agron. No. 9 ASA-SSSA. Wisconsin.
30. Schmilewski, G. K. 1990. Quality control and use of composted organic wastes as components of growing media in the Federal Republic of Germany. *Acta Hort.* 294: 89-98.
31. Van Schie, W. L. 1995. Quality control of substrates in the Netherlands. *Acta Hort.* 401: 145-147.
32. Wilson, G. C. S. 1981. Bark composts for chrysanthemum. *Acta. Hort.* 126: 95-105.
33. Xu, Q. F., C. L. Tsai, and C. Y. Tsai. 1992. Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. *J. Plant Nutr.* 15: 23-33.

## **Assessment of Optimum CEC Value and Physical Properties of Growth Media for Potted Chrysanthemum**

Chiu-Shyoung Lo and Fei-Neng Wang

## Summary

This study was established to determine the criteria of CEC and physical properties of growth media to provide a proper formulation for potted chrysanthemum production. The media were made by mixing compost (cow dung, crushed rice hull and mushroom residue mixture with the ratio of 1:2:2 v/v/v), sand and expanded clay. The pH and EC value were between 5.0-6.2 and 0.785-1.30 dS/m, respectively. Assessments of optimum CEC and physical properties of growth media for potted chrysanthemum showed that the plant characters were affected to a certain extent by CEC, total porosity, water capacity and water-holding capacity of growth media. Based on crop response, the optimum conditions for the growth media were proposed for CEC 15-35 me/100g, total porosity above 55 %, water capacity above 80 % and water-holding capacity at 40-65 %.

Key words: potted chrysanthemum, growth media, CEC, physical properties.