

# 不同氮素型態對菊花生長開花之影響<sup>1,2)</sup>

## Effect of Various N-form on Growth and Flowering of *Chrysanthemum morifolium* Ramat.

鄒 昌 齡                      李      岷<sup>3)</sup>

by

Chang-ling Tseo and Nean Lee

**摘要：**扦插發根之菊花 (*Chrysanthemum morifolium*, Ramat) 冬王與東亞品種，施以硝酸態氮、銨態氮、尿素態氮肥行水耕或砂耕；於春、秋季間分別進行試驗，測量植株生長勢，開花，介質之 pH 變化與 K 之吸收；並取葉片分析其無機養分。菊花之根部及地上部生長均以  $\text{NO}_3\text{-N}$  最佳，U-N 次之， $\text{NH}_4\text{-N}$  最差。 $\text{NH}_4\text{-N}$  處理之花鮮重及大小也不及  $\text{NO}_3\text{-N}$  與 U-N 處理者；且根部呈木栓狀，冬王品種在葉部有壞疽現象，而東亞品種葉對銨毒害反應較冬王為輕，水耕者有節間變短，葉變小且向上捲曲變形等銨毒害症狀發生。施  $\text{NO}_3\text{-N}$  者，介質 pH 會上升到 6.24， $\text{NH}_4\text{-N}$  處理者會下降到 3.88，而 U-N 處理之變化則居二者之間；在介質中加入  $\text{CaCO}_3$  或調 pH 後， $\text{NH}_4\text{-N}$  處理之植株，生長勢可獲改善，但仍不及其他二處理者。東亞品種水耕試驗中，菊葉片中之 K, Ca 與 Mg 含量，以  $\text{NO}_3\text{-N}$  者為基準， $\text{NH}_4\text{-N}$  處理，未調 pH 者，相對地各減少 51, 67, 及 52 %；調 pH 後，三陽離子含量均顯著增加，但 U-N 處理之表現不明顯；該品種之砂耕試驗亦得相同結果。未調 pH 時， $\text{NH}_4\text{-N}$  處理之 K 離子吸收率遠低於  $\text{NO}_3\text{-N}$  處理者，U-N 處理居二者之間，調 pH 後，由於根之生長勢改善， $\text{NH}_4\text{-N}$  處理之 K 吸收率大增。本研究顯示， $\text{NH}_4\text{-N}$  與 U-N 處理生長勢與開花均不及  $\text{NO}_3\text{-N}$  者，而施用  $\text{CaCO}_3$  或調整 pH 可提高其肥效。

### 引                      言

菊花是本省消費最多，外銷居首位之切花作物，一般農家對菊花施之氮肥均以銨態氮及尿素為主。據前人研究，三型態氮素對植物生長開花及產量影響很大，尤其  $\text{NH}_4\text{-N}$  常使生長開花不良，降低品質並導致減產<sup>(8,6,17)</sup>。此外，石灰之施用及維持適當 pH 值，可矯正部份銨毒害現象 (ammonium toxicity)<sup>(2,4,19,20)</sup>。本研究係採用臺灣一般經濟栽培菊花品種，秋冬季之冬

1) 本文為第一作者碩士論文之一部份 The paper is a part of 1977. M. S. thesis of the senior author.

2) 本研究承工業技術研究院礦業研究所與農復會合作之「地熱農業利用實驗計劃」溫室花卉試驗之支持，得以順利進行，特此誌謝。

3) 國立臺灣大學園藝學系研究助理及副教授。Research assistant and associate professor respectively, Department of Horticulture, National Taiwan University.

4) 本文於六十七年三月二十三日收到。Date received for publication: 23 March 1978.

王及春夏季之東亞品種參試；以水耕或砂耕，比較不同氮素型態對菊花之肥效，並試驗  $\text{CaCO}_3$  及調整 pH 對鉍毒害之矯正情形，作為合理施肥之參考。

## 材料與方法

### 一、植物材料、栽培介質與培養液配方：

菊花扦插苗均購自彰化縣田尾鄉菊花專業生產區，選取夏用品種東亞及冬用品種冬王參試。每處理 6~10 株，栽植於 15cm 直徑之 1ℓ 瓦盆或 3ℓ 之塑膠質 Wagner's pot，每盆種 1~2 株。供試介質為新店溪之砂，經篩選粒徑在 0.5~1mm 者，用自來水清洗，並煮沸消毒 (100°C, 10min)。培養液係以蒸餾水及分析用級化學藥品配成。培養液中所用之氮素型態有三種：1) 鉍態氮 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )，取自硫酸鉍與磷酸二鉍。2) 硝酸態氮 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )，取自硝酸鉀與硝酸鈣。3) 尿素 ( $\text{U-N}$ )。各主要元素之含量比例，係參照 Maynard 與 Barker<sup>(16)</sup> 之配方，以 meq/ℓ 為單位，則 N, 15;  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , 1;  $\text{K}^+$ , 6;  $\text{Ca}^{++}$ , 10;  $\text{Mg}^{++}$ , 4;  $\text{Cl}^-$ , 10;  $\text{SO}_4^{=}$  視為變數。微量元素係採用 Hewitt<sup>(6)</sup> 配方。 $\text{NH}_4\text{-N} + \text{CaCO}_3$  處理者，係每盆拌入 10g  $\text{CaCO}_3$  而後施用  $\text{NH}_4\text{-N}$  肥料。砂耕施用之肥料濃度如上述，而水耕則以上述濃度之 1/2 濃度施用之。

### 二、栽培管理，pH 之測定及生長分析：

冬王品種試驗於民國六十五年八月六日定植，八月十三日摘心，八月廿七日開始處理，每處理 10 盆，每盆 1 株，處理後 23 天，第一次取樣，各處理結束 6 盆，餘下 4 盆，處理 148 日後結束試驗。東亞品種之試驗，採水耕與砂耕法二組，砂耕試驗除三型態氮素處理外，第四處理為  $\text{NH}_4\text{-N} + \text{CaCO}_3$ ；而水耕法中，係將三型態氮素處理，各分為調 pH 與不調 pH 二部份，共六處理，本次試驗，各組處理均為 3 盆，每盆種 2 株，於六十六年三月一日定植後立即處理，23 天後，水耕組各處理每盆取樣一株，餘 1 株，處理 45 天後，結束全部試驗。

菊花定植後，均先施以長日處理，每晚由 10 點到翌日凌晨 2 點用 100 瓦特鎢絲燈照明，維持葉面 10. f. c. 以上。冬王試驗在長日處理 4 週後，即行自然日照處理，直到開花。東亞品種試驗 45 天均在長日下進行。在參試期間，每週測其株高，葉數；觀察花蕾形成期，花蕾顯色期，開花期；當各處理花開達 50% 以上時，即結束試驗，並作生長分析；其乾物量係置於通風式烘箱中，以 65°C 烘乾 24 小時後稱得之。

水耕法係採 3ℓ 之塑膠質 Wagner's pot，外包以鋁箔，防止透光，並加入 3ℓ，pH 調到  $5.5 \pm 0.2$ <sup>(11)</sup> 之培養液，每日通氣 24 小時。經常加入蒸餾水，以維持一定體積，每 6 天更換培養液一次。砂耕則每星期澆培養液三次，每次用量 200ml，其他時間澆自來水，以維持適當濕度。至於 pH 之測定法，砂耕者，係參照 Colgrove 與 Roberts<sup>(6)</sup> 之法，以培養液 200ml 自上淋下，用燒杯自盆底收取最先流出之 100ml 淋出液，測其 pH。水耕者，事先依 Kirkby 與 Menge l<sup>(12)</sup> 之法，將 pH 定在  $5.5 \pm 0.2$  之範圍，而後將調整前三氮素型態培養液之 pH:  $\text{NH}_4\text{-N}$ , 6.0;  $\text{NO}_3\text{-N}$ , 5.5;  $\text{U-N}$ , 5.5，用 0.1N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  或 0.1N  $\text{NaOH}$  分別調整為  $5.5 \pm 0.2$  範圍；處理後，不調 pH 者係每日自各盆取培養液測定之，而調 pH 之處理者，每日將原 pH 測過後，以 0.1N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  或 0.1N  $\text{NaOH}$ ，調回原定範圍，即約隔 24 小時測定一次 pH。每次更換培養液時，取 100ml 培養液，以離子分析測定儀 (Orion Specific Ion Meter, Model 407A) 測定每株菊花對 K 之吸收量。

### 三、葉片分析：

取剛充份發育好之葉片，即自莖頂數下第七與第八葉片，經 65°C 熱風烘乾後，取 0.3g 加入 7ml 濃硫酸及 1.5ml 過氯酸，加以消化分解後，測定其氮、磷、鉀、鈣、鎂之含量。全氮分析採 Kjeldahl 方法；磷之分析採比色法；鉀、鈣、鎂之分析採原子吸收光儀法 \* (Atomic absorption spectrophotometry)。

## 結果與討論

## 一、不同氮素型態對營養生長之影響：

在本研究中，不論砂耕或水耕，菊花之生長勢均以  $\text{NO}_3\text{-N}$  處理者最好，次為尿素，而  $\text{NH}_4\text{-N}$  處理之生長勢最差（圖 1，表 2, 3）。 $\text{NH}_4\text{-N}$  處理之砂耕冬王菊花，嚴重受害部份為根與葉，次為莖，再次為花；與  $\text{NO}_3\text{-N}$  相較，鮮重依次相對減少約 70%，60%及 40%（圖 1）。而東亞品種，水耕栽培者， $\text{NH}_4\text{-N}$  對根部之危害更甚（表 2）；砂耕者， $\text{NH}_4\text{-N}$  為害較輕（表 3）。冬王（秋冬品種）與東亞（春夏品種）間對鉍毒害現象之表現不盡相同；冬王品種在早期營養生長，於夏末處理 26 天時，曾出現全葉潰爛壞疽現象，後期生長則不再出現此種情形。而初春之東亞品種試驗處理 23 天時，無論砂耕或水耕，雖鮮重顯著減少，但葉均未出現上述現象；水耕時， $\text{NH}_4\text{-N}$  處理有節間變短，葉變小而向上捲曲之簇生現象發生（表 2），砂耕則較不明顯，此種現象與矮牽牛在混合土栽培，鉍毒害現象較砂耕不明顯<sup>(1)</sup>相似，可能係由於介質不同，根之生育環境有別，在砂耕中，較水耕具有較大緩衝效應之故。砂耕中，冬王品種於晚夏葉容易出現鉍毒害現象，而東亞於初春葉鉍毒害現象不顯，其生長勢之差別趨勢也沒有冬王來得大（表 3），除品種反應有別外，季節不同對  $\text{NH}_4\text{-N}$  反應也有不同<sup>(5,7)</sup>，其詳情有待未來的研究與探討。至於尿素處理，其生長勢亦遠不及  $\text{NO}_3\text{-N}$ ，而居  $\text{NO}_3\text{-N}$  與  $\text{NH}_4\text{-N}$  處理之間（圖 1，表 1, 2, 3）。

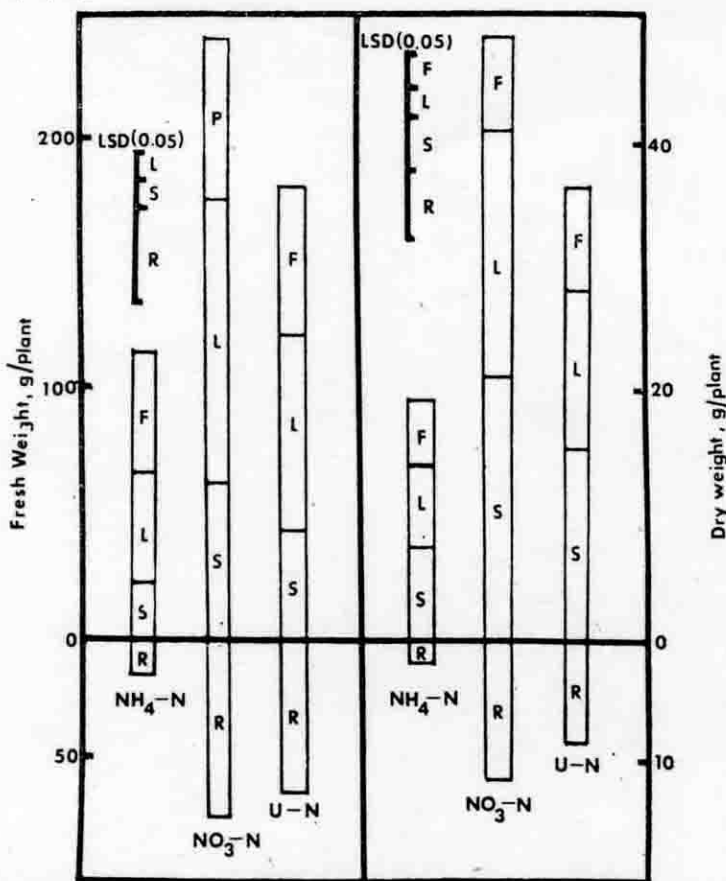


圖 1. 不同氮素型態對菊花冬王品種花、葉、莖、根鮮重與乾重之影響

Figure 1. Effect of various N-form on distribution of fresh weight and dry weight in *Chrysanthemum morifolium*, Ramat, cv. Tung Wang. F, Flower; L, Leaf; S, Stem; R, Root.

表 1. 不同氮素型態對砂耕菊花冬王品種開花之影響

Table 1. Effect of various N-form on flowering of *Chrysanthemum morifolium*, Ramat. cv. Tung Wang under sand culture

N-form	Flower dia. (cm)	Flower thickness (cm)	Outest ray flower		Layers of ray flower opened	Days to bloom
			width (cm)	length (cm)		
NO <sub>3</sub> -N	14.0	3.9	1.3	6.9	15.4	112
U-N	12.5	4.1	1.3	6.0	14.6	111
NH <sub>4</sub> -N	11.7	3.2	0.9	5.1	11.7	113
LSD 0.05	NS	NS	NS	1.3	NS	—
0.01				1.9		

表 2. 不同氮素型態於水耕調整 pH 對菊花東亞品種生長之影響

Table 2. Effect of various N-form on growth of *Chrysanthemum morifolium* cv. Tung Ya under water culture with or without pH adjustment.

N-Form	Fresh weight (g/plant)		Stem height (cm)	Leaf No.	Total length of 4 internodes from shoot tip (cm)
	Top	Root			
	<u>Without pH adjustment</u>				
NO <sub>3</sub> -N	34.7	23.0	37.6	24.0	1.1
U-N	26.3	13.2	32.9	20.3	0.7
NH <sub>4</sub> -N	10.0	3.8	16.2	16.0	0.4
	<u>With pH adjustment</u>				
NO <sub>3</sub> -N	29.0	22.2	31.5	22.3	0.9
U-N	26.7	12.5	32.0	19.0	0.7
NH <sub>4</sub> -N	19.5	5.3	23.9	18.0	0.7
LSD 0.05	17.3	10.9	10.82	2.36	0.4
0.01	24.3	15.5	15.38	3.35	0.6

Note 1: Plants were harvested after 45 days under various N-form in spring (3/1/77-4/15/77). Each treatment is the mean of 3 replicates, and one plant of each in 3 liter Wagner's Pot.

表 3. 不同氮素型態對砂耕菊花東亞品種生長之影響

Table 3. Effect of various N-form on growth of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. cv. Tung Ya under sand culture.

N-form	Fresh weight (g/plant)		Stem height (cm)	Leaf number
	Top	Root		
NO <sub>3</sub> -N	20.1	16.8	37.5	46.3
U-N	19.5	13.9	31.3	43.8
NH <sub>4</sub> -N+CaCO <sub>3</sub>	17.4	12.6	32.4	44.1
NH <sub>4</sub> -N	12.1	11.2	28.2	36.1
LSD 0.05	5.8	1.8	6.1	2.5
0.01	8.8	2.6	8.8	3.7

Note 1: Same as Table 2 but one plant of each in 6" pot.

## 二、不同氮素型態對開花之影響：

冬王品種試驗中，花蕾顯色期、始花期、及盛花期、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{U-N}$  及  $\text{NO}_3\text{-N}$  三處理間之差異只有 1~2 天，但以  $\text{NH}_4\text{-N}$  處理開花較遲，可見三型態氮素對菊之開花期影響不大（表 1）。因菊花是短日植物，花期受光週效應之影響大於營養因素<sup>(5)</sup>。至於花之生長發育方面，如花鮮重、花徑、花厚度、最外層舌狀花之長度、寬度、以及舌狀花之張開度等項， $\text{NH}_4\text{-N}$  處理者亦遠不及其他二者（表 1，圖 1），故菊花之品質亦深受不同氮素型態之影響<sup>(7)</sup>。

## 三、不同氮素型態對 pH 之影響：

砂耕時，pH 之變化較水耕時緩和（未發表資料），由試驗結果顯示，水耕之  $\text{NH}_4\text{-N}$  處理，於生長期間，其 pH 最低可下降到 3.88， $\text{NO}_3\text{-N}$  者，最高可上升到 6.14，而  $\text{U-N}$  之 pH 變化則居二者之間（表 6），此趨勢與 Kirkby 和 Mengel<sup>(12)</sup>，Pierpont 和 Minotti<sup>(19)</sup> 所見相符。 $\text{NH}_4\text{-N}$  處理之根部生長不良，與根周圍環境 pH 太低有關<sup>(20,22)</sup>，Marschner<sup>(15)</sup> 等人之試驗顯示，當 pH 低到 3.5~4 之間，歷經 3 小時內，就能使玉米切離根尖組織內之微細構造受到嚴重損害，使大量 K 向外流失（efflux），加入 Ca 離子則可使根之受損程度減少，並減少重要離子如 K 之外流。本研究於砂耕中加入  $\text{CaCO}_3$  或水耕中以 0.1N NaOH 調 pH 於  $5.5 \pm 0.2$ ，均可使  $\text{NH}_4\text{-N}$  處理之植株，改善其生長勢（表 2、3）；此與番茄幼苗水耕試驗<sup>(19)</sup> 及矮牽牛砂耕試驗<sup>(1)</sup> 結果一致。此生長之獲得改善，除上述  $\text{H}^+$  之影響外，Barker 與 Maynard<sup>(2)</sup> 以及 Pierpont 和 Minotti<sup>(19)</sup> 之見，認為係由於根周圍環境之酸度獲得改善，而使根更適合  $\text{NH}_4^+$  之同化之故。

## 四、不同氮素型態對植物無機養份之影響：

取葉組織分析結果，東亞品種菊花三處理全 N 量，水耕在 2.58~3.25 間，其量對菊花生長適中<sup>(3)</sup>，砂耕之含 N 量較低，其生長量較少，但無缺 N 症狀發生。 $\text{NH}_4\text{-N}$  處理所含之 N 與  $\text{NO}_3\text{-N}$  及  $\text{U-N}$  處理者相若（表 4、5）；但冬王品種試驗中， $\text{NH}_4\text{-N}$  處理曾出現鉍毒害現象，故其含氮量（未發表資料）與鉍毒害現象，似無關聯<sup>(18)</sup>，菊葉中含磷量，水耕為 0.38~0.40，砂耕為 0.24~0.31；至於 K, Ca, Mg 三陽離子之含量，均以  $\text{NH}_4\text{-N}$  處理者含量最低， $\text{U-N}$  處理者居中， $\text{NO}_3\text{-N}$  處理者含量最高。 $\text{NH}_4\text{-N}$  處理其 K, Ca, 及 Mg 之含量，以東亞品種水耕試驗來看，以  $\text{NO}_3\text{-N}$  為基準，則未調 pH 時， $\text{NH}_4\text{-N}$  處理者其 K, Ca 及 Mg 之含量各別相對地約減少 51, 67 及 52 %，其差異屬極顯著（表 4、5），調 pH 後顯著地增加葉組織內 K, Ca 及 Mg 之含量（表 4），尤以 K 離子為最。砂耕中加入  $\text{CaCO}_3$  後，菊葉片中之 K, Ca 及 Mg 陽離子含量均顯著增加（表 6）。本研究中，不論水耕或砂耕， $\text{NH}_4\text{-N}$  及  $\text{U-N}$  均減少陽離子含量（表 4, 5；冬王品種結果相似，資料從略），而調整 pH 或加入  $\text{CaCO}_3$  於介質中，均能提高陽離子含量與前人研究相符<sup>(14,23)</sup>。

由圖 1 及表 2 及 3，顯示，不同氮素型態嚴重影響根之生長，致嚴重影響 K 的吸收（表 7），以東亞品種定植後第 39~45 天的每日每株 K 平均吸收量而言， $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{U-N}$  及  $\text{NH}_4\text{-N}$  處理者，相對地為 190.0, 68.3 及 18.3  $\mu\text{M/day/plant}$  改善 pH 可以促進  $\text{NH}_4\text{-N}$  處理根系之生長（表 3）及 K 之吸收率（表 7），而增加葉組織中 K 之含量（表 4）。由此可見，改善 pH 後，顯著增加葉組織中之 Ca 含量，必也增加 Ca 之吸收。然 Mg 在葉中之含量則未獲改善（表 4, 5）。可見改善介質中 pH，祇能矯正鉍毒害現象中陽離子含量減少之部分缺陷。調整 pH，對尿素培養液 pH 無多大影響（表 6）對 K 之吸收及 Ca 及 Mg 葉含量也無多大裨益（表 2, 7）。本研究顯示，若栽培介質中，存大量  $\text{NH}_4\text{-N}$  或  $\text{U-N}$ ，其對菊花之肥效大為降低，尤以  $\text{NH}_4\text{-N}$  為甚，其肥效不僅影響菊花之營養生長同時亦影響切花之品質。

表 4. 不同氮素型態對水耕菊花東亞品種無機養份含量之影響

Table 4. Effect of various N-form on mineral content of *Chrysanthemum morifolium*, Ramat. cv. Tung Ya under water culture.<sup>1,2</sup>

N-form	% by dry weight				
	N	P	K	Ca	Mg
	<u>Without pH adjustment</u>				
NO <sub>3</sub> -N	3.16 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	6.89 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>
U-N	3.19 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a,b,c</sup>	0.79 <sup>c</sup>	0.18 <sup>d</sup>
NH <sub>4</sub> -N	2.96 <sup>a</sup>	0.39 <sup>c</sup>	3.39 <sup>d</sup>	0.39 <sup>d</sup>	0.14 <sup>c</sup>
	<u>With pH adjustment</u>				
NO <sub>3</sub> -N	3.25 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>	6.67 <sup>a,b</sup>	1.19 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a,b</sup>
U-N	3.17 <sup>a</sup>	0.39 <sup>c</sup>	6.33 <sup>a,b</sup>	0.81 <sup>b,c</sup>	0.14 <sup>c</sup>
NH <sub>4</sub> -N	2.58 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	4.89 <sup>c</sup>	0.45 <sup>d</sup>	0.14 <sup>c</sup>

Note 1: Same as Table 2

Note 2: Number in a column followed by the same letters are not significant at 5 % level by Duncan multiple range test.

表 5. 不同氮素型態對砂耕菊花東亞品種無機養份含量之影響

Table 5. Effect of various N-form on mineral content of *Chrysanthemum morifolium*, Ramat. cv. Tung Ya under sand culture.<sup>1,2</sup>

N-form	% by dry weight				
	N	P	K	Ca	Mg
NO <sub>3</sub> -N	1.97 <sup>a</sup>	0.30 <sup>c</sup>	4.56 <sup>a</sup>	0.84 <sup>b</sup>	0.27 <sup>a</sup>
U-N	2.11 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	4.60 <sup>a</sup>	0.71 <sup>b</sup>	0.28 <sup>a</sup>
NH <sub>4</sub> -N	2.03 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	4.16 <sup>b</sup>	0.63 <sup>b</sup>	0.25 <sup>b</sup>
NH <sub>4</sub> N+CaCO <sub>3</sub>	1.95 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	4.61 <sup>a</sup>	1.22 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>

Note 1: Same as Table 3.

Note 2: Number in a column followed by the same letters are not significant at 5 % level by Duncan multiple range test.

表 6. 不同氮素型態對水耕介質 pH 變化之影響

Table 6. Effect of various N-form on pH of medium under water culture.

pH N-form	Without pH adjustment <sup>1</sup>			With pH adjustment <sup>2</sup>		
	Original	Max—Min	Average	Original	Max—Min	Average
NO <sub>3</sub> -N	5.50	6.14-5.75	5.91	5.50	5.80-5.60	5.70
U-N	5.60	5.60-5.14	5.44	5.60	5.45-5.27	5.35
NH <sub>4</sub> -N	5.50	5.14-3.88	4.48	5.50	4.92-4.66	4.62

Note 1: pH was measured at 6th day before renew the soln.

Note 2: pH was measured and adjusted back to original range daily.

表 7. 不同氮素型態對水耕菊花東亞品種 K 吸收之影響

Table 7. Effect of various N-form on K uptake of *Chrysanthemum morifolium* cv. Tung Ya under water culture.

N-form	Without pH adjustment		With pH adjustment	
	$\mu\text{M K}^+$ /day/plant	$\mu\text{M K}^+$ /day/g F.W.	$\mu\text{M K}^+$ /day/plant	$\mu\text{M K}^+$ /day/g F.W.
$\text{NO}_3\text{-N}$	190.0	8.26	173.3	7.81
U-N	68.3	5.17	65.0	5.60
$\text{NH}_4\text{-N}$	18.3	4.82	46.7	8.81

Note 1: K uptake was measured at the end of experiment.

### 參 考 文 獻

1. 鄒昌齡、李晔 1977. 不同氮素型態對矮牽牛生長開花之影響, 中國園藝 23(3):141-150.
2. Barker, A. V. 1965. Effect of calcium carbonate and potassium on ammonium assimilation of bean plants. Agron, Abstr., 57th Ann. Meeting, Am. Soc. Agron., Columbus, Ohio. p. 100.
3. Barker, A. V. and D. N. Maynard. 1972. Cation and nitrate accumulation in pea and cucumber plants as influenced by nitrogen nutrition, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 27-30.
4. Barker, A. V., R. J. Volk, and W. A. Jackson. 1966. Growth and nitrogen distribution in bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) subjected to ammonium nutrition I. Effect of carbonates and acidity control. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30: 228-232.
5. Chi, H. Y. 1974. The Effect of Nitrate and Ammoniacal-Nitrogen Sources on Several Organic Nitrogen Factors and Free Ammonia in the Greenhouse *Chrysanthemum morifolium* (*Chrysanthemum morifolium*, Ramat.) "Improved Indianapolis Yellow" Unpublished M. S. Thesis. The Ohio State University.
6. Colgrove, M. S. and A. N. Roberts. 1956. Growth of the azalea as influenced by ammonium and nitrate nitrogen. Pro. Amer. Soc. Hort. Sci. 68: 522-536.
7. Crater, C. D. 1973. The Effect of Different Forms of Nitrogen on Growth, Nitrogen Content, Stem Strength, and Keeping Quality of the Standard *Chrysanthemum morifolium* (*Chrysanthemum morifolium*, Ramat.) "Giant #4 Indianapolis White." Unpublished Ph. D. Dissertation, The Ohio State University.
8. De Wit, C. T., W. Dijkshoorn and J. C. Noggle. 1963. Ionic balance and growth of plants. Versl. Landbouwk. Onderz. 69: 15.
9. Hewitt, E. J. 1966. Sand and Water Culture Methods Used in the Study of Plant Nutrition. Revised 2nd ed. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, East Malling. Tech. Communication No. 22.
10. Holley, W. D. and J. L. Green. 1974. Effect of the  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  ratio on net photosynthesis of carnation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(5):420-424.
11. Kirkby, E. A. 1968. Influence of ammonium and nitrate nutrition on the cation-anion balance and nitrogen and carbohydrate metabolism of white mustard plants grown in dilute nutrient solutions. Soil Sci. 105(3): 133-141.
12. Kirkby, E. A., and K. Mengel. 1967. Ionic balance in different tissues of the tomato

- plant in relation to nitrate, urea or ammonium nutrition. *Plant Physiol.* 42:6-14.
13. Lunt, O. R. and A. M. Kofranek. 1958. Nitrogen and potassium nutrition of chrysanthemum. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 72:487-497.
  14. Manolakis, E. und P. Lüdders. 1977. Influence of continuous and seasonally varied ammonium and nitrate nutrition on apple trees. I. Influence on vegetative growth. *Gartenbauwissenschaft* 42(1):1-7. (in German)
  15. Marschner, H., R. Handley, and R. Overstreet. 1966. Potassium loss and changes in the fine structure of corn root tips induced by H-ion. *Plant Physiol.* 41, 1725-1735.
  16. Maynard, D. N. and A. V. Barker. 1969. Studies on the tolerance of plants to ammonium nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94: 235-239.
  17. Maynard, D. N., W. S. Barham. and C. L. McCombs. 1957. The effect of calcium nutrition of tomatoes as related to the incidence and severity of blossom-end rot. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 69:318-322.
  18. Nelson, P. V. and Kuo-Hsieh. 1971. Ammonium toxicity in chrysanthemum. critical level and symptoms. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 2(6):439-448.
  19. Pierpont, R. A. and P. L. Minotti. 1977. Effect of calcium carbonate on ammonium assimilation by tomato seedlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102(1): 20-23.
  20. Pill, W. G. V., N. Lambeth. 1977. Effects of  $\text{NH}_4$  and  $\text{NO}_3$  nutrition with and without pH adjustment on tomato growth, ion composition, and water relations *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102(1):78-81.
  21. Terry, N. and A. Ulrich. 1974. Effects of magnesium deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet. *Plant Physiol.* : 54: 379-381.
  22. Uljee, A. H. 1964. Ammonium nitrogen accumulation and root injury to tomato plants. *New Zealand J. Agr. Res.* 7:343-356.
  23. Wilcox, G. E., J. E. Hoff and C. M. Jones. 1973. Ammonium reduction of calcium and magnesium content of tomato and sweet-corn and influence of incidence of blossom-end rot of tomato fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98: 86-89.

### Summary

Rooted cuttings of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*, Ramat.) cv. Tung Ya (東亞), Tung Wang (冬王) were grown with  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Urea-N (U-N),  $\text{NH}_4\text{-N}$  or  $\text{NH}_4\text{-N}+\text{CaCO}_3$  under sand or water culture. The experiments were conducted in the spring and in the autumn through winter season. During the growing period, quantitative measurements of growth vigor, flowering, pH of medium and  $\text{K}^+$  uptake were taken. Leaves were analyzed for mineral composition.

Fresh and dry weight of shoot, root and flowers; number of leaves; flower size and number of floret in chrysanthemum were superior under  $\text{NO}_3\text{-N}$ . Roots and leaves in chrysanthemum cv. Tung Wang under sand culture had shown "NH<sub>4</sub> toxicity" symptoms, such as darken corky and stubby roots; necrosis and chlorosis in leaves. For cv. Tung Ya under water culture, there was no visual symptom of such "NH<sub>4</sub> toxicity" on

leaves. However, leaves were smaller and curled upward and internodes were shortened. Addition of  $\text{CaCO}_3$  or adjustment of pH to the medium with  $\text{NH}_4\text{-N}$  nutrition markedly alleviated the toxicity symptoms, increased cation contents in the leaves and improved growth of plants. However, growth didn't equal that on exclusively  $\text{NO}_3\text{-N}$  or U-N.

Since  $\text{NH}_4$  and urea nutrition significantly reduced root growth and decreased the pH in the medium, the potassium uptake at the end of the experiment by intact plant with  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Urea, and  $\text{NH}_4\text{-N}$  were 190.0, 68.3, 18.3  $\mu\text{M/day/plant}$  respectively. The  $\text{K}$  uptake was improved by pH adjustment under  $\text{NH}_4$  nutrition. The results had been shown that  $\text{NH}_4\text{-N}$  nutrition decreased cations content in the chrysanthemum. In comparison with  $\text{NO}_3\text{-N}$ , chrysanthemum grown on  $\text{NH}_4\text{-N}$  relatively decreased K, Ca and Mg content were 51, 67, 52 % respectively.