

不同氮態肥料組合對菊花生長與開花之影響

陳 中 和 李 焯³

引 言

多數花卉作物施用銨態氮肥 ($\text{NH}_4\text{-N}$)，葉片有黃化或壞疽斑點 (necrosis) 之銨毒害現象 (ammonium toxicity)，尤以無土栽培之盆栽作物為甚。如矮牽牛⁽³⁾、菊花⁽⁴⁾、聖誕紅⁽⁹⁾ 和康乃馨⁽²¹⁾ 等。在蔬菜之四季豆、蕃茄、豌豆⁽²⁸⁾、胡瓜⁽⁷⁾、甜玉米⁽²⁸⁾ 和茄科作物⁽¹⁹⁾ 等的報導更多。日人 Iwata⁽²²⁾ 認為甘藍與洋葱使用 $\text{NH}_4\text{:NO}_3$ 為 2:8 時生長最佳。Holley 和 Green⁽²⁰⁾ 認為溫帶地區冬季生長之康乃馨施用 $\text{NH}_4\text{:NO}_3$ 為 1:2 之氮肥時，其品質及產量比單施用硝酸態為佳。本省菊花之栽培是依季節選擇不同的適應品種種植，以達周年生產之目的。而季節不同影響氮態反應甚鉅^(11,14,20)，一般認為在冬天施用銨態氮，常較夏天施用容易導致銨毒害之發生^(11,14)。但本省菊花之栽培則常於夏天出現銨毒害現象⁽⁴⁾。本試驗係採用現今本省主要切花品種東亞、月友和冬王三種供試，採砂耕或水耕法，以比較不同氮態肥料組合對培養液 pH 之變化，菊花生長與開花及菊葉中無機成分之影響，並於人工氣象室行不同溫度與氮態肥料對冬王菊花生長之影響，做為菊花栽培管理及施肥之參考。

材料與方法

菊花苗均購自彰化縣田尾鄉菊花專業區，選用主要栽培品種東亞、月友及冬王供試。砂耕菊苗種於三公升之塑膠質 Wagner's pot 中。每一處理六盆，每盆種二株。供試介質為新店溪之河砂，經篩選粒徑在 0.5~1.0mm 者，以自來水洗去雜質後再以 3.5% 鹽酸浸二晝夜，以自來水充分清洗乾淨使用。培養液係以蒸餾水及分析用級化學藥品配成。培養液中之銨態氮 ($\text{NH}_4\text{-N}$) 取自硫酸銨及磷酸二銨；硝酸態氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 取自硝酸鉀及硝酸鈣。另將三種不同氮態肥料，每二種氮態以 1:1 之比例組合，而成三種不同組合：即(1)銨態氮與尿素 ($\text{NH}_4\text{-Urea}$)，(2)銨態氮與硝酸態氮 ($\text{NH}_4\text{-NO}_3$)，(3)尿素與硝酸態氮 (Urea-NO_3) 共計六處理。各主要元素之含量比例與濃度係參照 Maynard 與 Barker⁽²⁸⁾ 之配方，以 meg/l 為單位分別為： $\text{N} = 15$ ； $\text{PO}_4 = 3$ ； $\text{K}^+ = 6$ ； $\text{Ca}^{++} = 10$ ； $\text{Mg}^{++} = 4$ ； $\text{Cl}^- = 10$ ； $\text{SO}_4 =$ 視為變數。微量元素採用 Epstein⁽¹⁶⁾ 配方。水耕培養者，係將菊苗栽植於上述四分之一濃度之培養液中。

菊花苗扦插發根後，施以稀薄之 Johnson's 配方完全培養液⁽¹⁸⁾ 待苗高約 15cm 時開始處理。各

1. 本文為第一作者碩士論文之一部份。

The paper is a part of M. S. thesis (1978) 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，特在此誌謝。

3. 國立台灣大學園藝系碩士班畢業生及副教授。

試驗均按逢機完全區集排列。菊花定植後均先施以長日處理，每晚 10 時至翌日凌晨 2 時，用 100 瓦鎢絲燈照明 4 小時，維持葉面光強約 10f.c. 以上。長日處理五至六週後，行自然日照處理，直到試驗結束。砂耕培養者每星期澆培養液三次。培養液每次每盆用量約 200ml，次日澆水，第七天以大量自來水淋洗介質，以防鹽分積聚。水耕培養者採三公升之塑膠質 Wagner's pot，外包以鋁箔防止透光，並加入三公升 pH 經調整至 5.5 ± 0.1 之培養液，每日 24 小時通氣，並每日加入蒸餾水一次，維持一定水位，以保持一定體積，培養液每七天更換一次。培養液之 pH 係參照 Kirkby 和 Mengel⁽²⁴⁾ 之法，使用 0.1N H_2SO_4 或 0.1N NaOH，調整培養液 pH 在 5.5 ± 0.1 。調節 pH 者於次日測培養液之 pH 值後，再調回既定範圍，其間變化範圍見表一。砂耕 pH 之測定係參照 Colgrove 和 Roberts⁽¹³⁾ 之法，以培養液 200 ml 自上淋下，取最先流出之 100ml 淋出液測其 pH 值。

菊花定植後在生長前期之長日處理，每週測其株高及葉數；進入自然日照處理後，除株高和葉數外，並觀察花蕾形成時期，花蕾顯色期，開花期，並測量花瓣張開程度。當各處理花開達 80% 以上時，即結束試驗，行生長分析，並於 $65^\circ C$ 通風式烘箱中烘乾各組織，行葉片分析*。

葉片分析取剛充分發育良好之葉片，自莖頂數下第七與第八片葉片。每處理取三樣品，每樣品由六株之 12 片葉片組成，經 $65^\circ C$ 熱風烘乾後，其無機氮分析法見鄒昌齡與李晔二氏^(3,4)。新鮮葉組織內游離 NH_4^+ 之測定，係採 Banwart⁽⁶⁾ 之方法，取組織於 0.05M phosphate buffer (體積與重量之比為 5:1) 中磨碎，在 $20000 \times g$ 下高速低溫離心分離 30 分鐘，取上液以 Orion Specific Ion Meter (Model 407) 之氨電極測定 NH_4^+ 之含量。

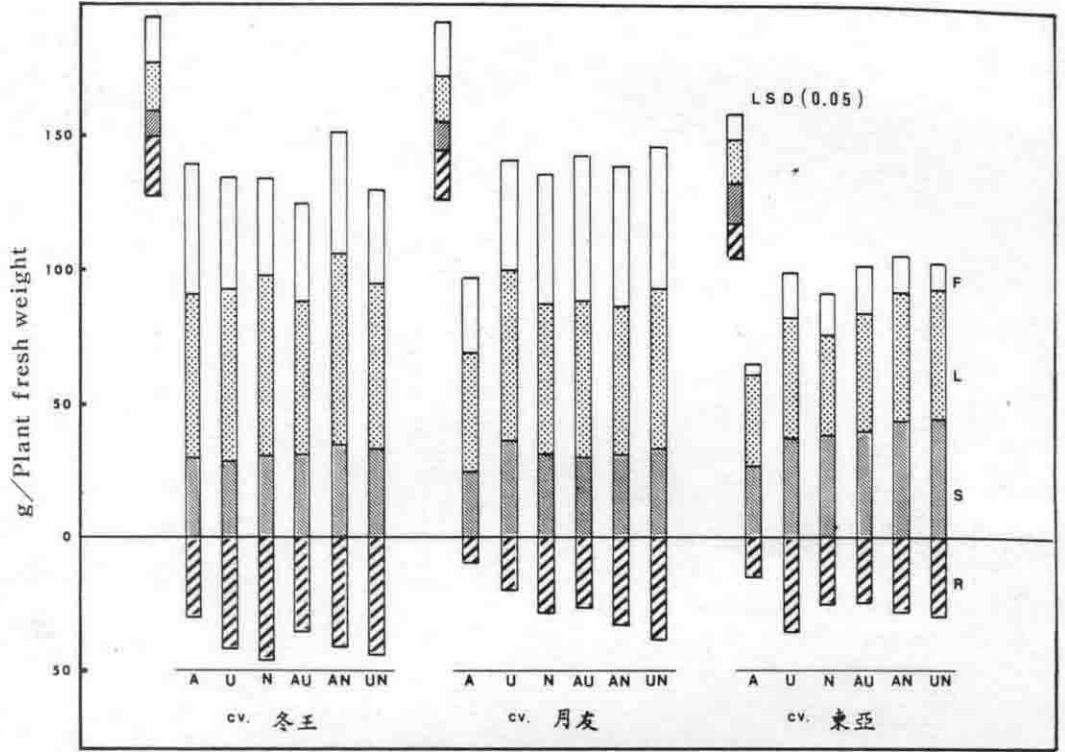
不同溫度處理者，於菊花植株成活生長快速後，移入人工氣象室之四種不同溫度(日溫/夜溫： $30/25^\circ C$ ， $25/20^\circ C$ ， $20/15^\circ C$ ， $15/13^\circ C$)，行自然日照栽培，觀察不同季節與溫度菊花對不同氮態肥料之反應。

結果與討論

砂耕栽培下不同氮態組合對夏開東亞、秋開月友及冬開冬王菊花生長與開花之影響見圖一。本試驗中夏秋兩季栽植之東亞與月友兩品種，其莖、葉、花及根部之生長，以硝酸態氮處理者生長最好，而尿素氮處理者居中，銨態氮處理者生長最差，此與鄒昌齡和李晔^(3,4) 之試驗結果相同。當以二種不同氮態按 1:1 之比例組合使用時，可以調節單用銨態氮時所導致根、莖、葉及花生長不良之缺點(圖一及圖二，表二及三)，此與 Barker 和 Maynard⁽⁷⁾，Clark 和 Shive⁽¹²⁾，Greidanus 等人⁽¹⁷⁾ 及 Joiner 和 Knoop 等人⁽²³⁾ 之試驗結果相似。在初期生長凡含有銨態氮之組合，葉片均出現壞疽性斑點，仍有類似銨毒害現象發生^(3,4,7,31,32)，故以尿素與硝酸態氮肥組合處理者(UN)生長最好，其次為銨態氮與硝酸態氮肥組合處理者(AN)，而以銨態氮與尿素肥料組合處理者(AU)生長最差。在生長後期三不同氮態組合處理之生長勢則無顯著區別(圖一及表二)。對冬天生長之冬王品種，後期銨態氮肥之生長甚佳，其花期較早三天，故試驗結束時花徑較大(表二)，並無其他銨毒害現象發生。

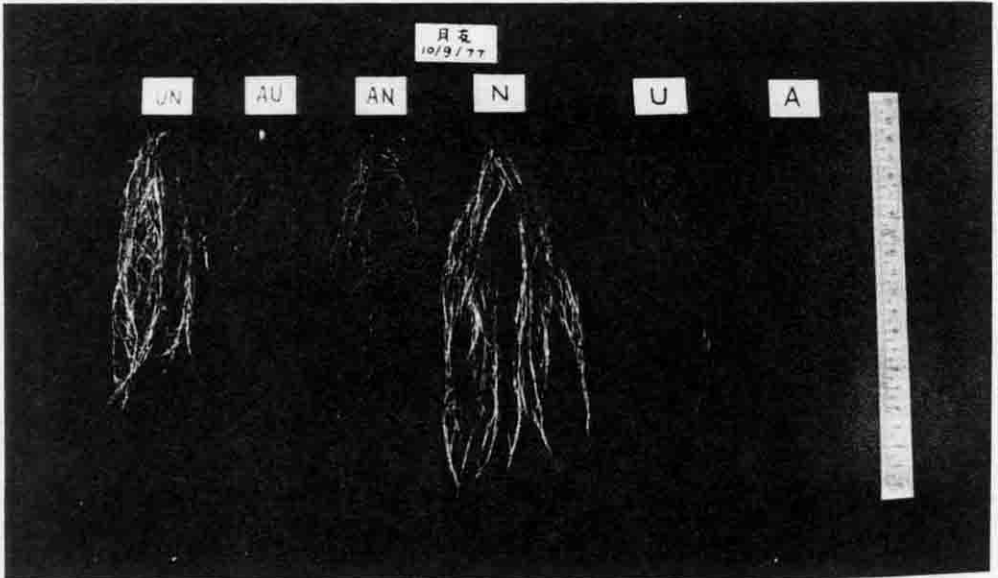
以秋開月友品種行水耕培養，銨毒害現象較砂耕明顯。不同氮態肥料組合中銨態氮與尿素組合處理者(AU)，根系劣變程度與銨態氮(A)處理者相似，而較砂耕培養之劣變現象出現得更早而且較嚴重，銨態氮與硝酸態氮組合(AN)處理者劣變現象較輕微，而尿素與硝酸態氮組合(UN)處理則完全無此劣變現象(圖二)。對葉片而言，不同氮態組合肥料均能減少單施銨態氮肥時葉片之壞疽及黃葉數，並增加葉片數及葉鮮重(表三)。莖粗受不同氮態肥料組合之影響較小，但植株高度於銨

*台肥公司惠借儀器供鉀、鈣及鎂之分析，特在此誌謝。



圖一：不同氮態肥料組合對砂耕菊花 冬王、月友、東亞三品種生長之影響

Figure 1. Effect of various N-form on growth of *Chrysanthemum morifolium*
R: Root S: Stem L: Leaves F: Flower
A: $\text{NH}_4\text{-N}$; U: Urea-N; N: $\text{NO}_3\text{-N}$;
AU: $(\text{NH}_4\text{+Urea})\text{-N}$; AN: $(\text{NH}_4\text{+NO}_3)\text{-N}$; UN: $(\text{NO}_3\text{+Urea})\text{-N}$.



圖二：不同氮態肥料組合對水耕菊花月友根群生長之影響

Figure 2. Effect of various N-form on root growth of *Chrysanthemum* cv. Yueh Yeou under water culture

態氮處理三週後生長遲緩，處理後 47 天，株高只有硝酸態氮處理之半，差異極顯著（表三）。此與矮牽牛⁽³⁾，菊花⁽⁴⁾，豆類，甜玉米，胡瓜及豌豆等⁽⁷⁾之試驗結果相似，而銨態氮與硝酸態氮肥組合者（AN）對株高有改善之效果，但銨態與尿素肥料組合者（AU）則無改善之效（表三）。

東亞菊花於砂耕實驗中，銨態氮肥處理之葉組織中所含 NH_4^+ 濃度較高（表四），而夏季栽培之東亞品種，常易出現銨毒害之現象，可能由於植株吸收 NH_4^+ 在體內堆積，無法同化而傷害組織^(5, 26)，導致銨毒害之發生；或由於 NH_4^+ 之增加導致植株對 Ca 及 Mg 等陽離子吸收的減少（表五），致使葉片較易壞疽及植株變得矮小^(3, 4, 7, 25, 37, 40)，二者均可能為導致夏季施用銨態氮肥效果不佳原因之一。

菊花水耕最適之 pH 範圍為 4.5 ~ 5.5⁽¹⁾，水耕培養時培養液 pH 之變化影響菊花之生長甚巨。不同氮態組合培養液之 pH 調於 5.5 ± 0.1 ，經菊花吸收後凡培養液中含有銨態氮肥組合及尿素者，均導致 pH 之下降，而硝酸態氮及硝酸態氮與尿素肥料組合者，植株吸收後均導致 pH 之上升（表一），此趨勢與鄭昌齡和李晔^(3, 4)，Pucher 等⁽³³⁾及 Scheke⁽³⁴⁾所見相同。含銨態氮肥之組合其根生長不良（圖二）與根四周環境 pH 太低（表一）有關^(32, 38)。Marschner⁽²⁷⁾等人之試驗顯示，當 pH 低到 3.5 ~ 4 之間，歷經三小時，就能使玉米切離根尖組織內之微結構造受到嚴重損害，使大量 K 向外流失（efflux），而含有銨態氮者，培養液之平均 pH 雖在 4 以上，但其最低均降到 pH 3.61 ~ 3.89（表一），可能已引起氫離子危害現象之發生。含有硝酸態氮之處理（N 及 UN），培養液經植株吸收後，pH 有上升趨勢，植株新生葉片有黃化現象，可能是由於培養液 pH 上升導致鐵的可溶性降低，或使鐵成無效型，致植株發生缺鐵現象^(2, 10, 15, 35, 36, 39)。月友品種於水耕時若每天調整一次 pH 在 5.5 ± 0.1 之範圍內，可使莖葉及根之生長獲得甚大之改善，尤其是銨態氮處理者，調整培養液之 pH，植株生長獲得改善之效果最顯著（表三）。Iwata⁽²²⁾認為提高 pH 可使在銨態氮處理下之甘藍鮮重增加，Ishida 及 Masui⁽²¹⁾發現施用銨態氮所導致 pH 過低，是引起康乃馨產之致因。調整 pH 使菊花生長獲得改善，除上述氫離子之影響外，Barker 與 Maynard⁽⁷⁾以及 Pierpont 和 Minotti⁽³¹⁾之見，認為係由於根周圍環境之酸度獲得改善，而使根更適合於 NH_4^+ 之同化，以減少 NH_4^+ 對根直接危害之故。

分析菊花葉片，三種不同氮態組合全氮範圍在 2.49% ~ 4.01% 之間，其量對菊花生長適中⁽⁷⁾。銨態氮處理者葉片之含氮量並無什差異，但在單施銨態氮肥（A）及銨態氮與尿素肥料組合（AU）處理之植株，確曾發生銨毒害現象，故葉片內之含氮量似與銨毒害現象無直接關係^(3, 4, 29, 30)，但東亞菊花於砂耕中銨態氮處理之葉含 NH_4^+ 離子較高（表四），而其黃化之葉亦較多（表二），顯示 NH_4^+ 直接傷害組織之可能^(5, 26)。分析葉片磷之含量，不計砂耕與水耕，其範圍在 0.20% ~ 0.39% 之間，處理間之差異不顯著（表五與表六），不同氮態肥料組合對於菊花葉組織中鉀、鈣及鎂之影響較大（表五和六）。水耕培養時銨態氮與尿素組合或銨態氮與硝酸態氮肥料組合者，葉片中鉀、鈣和鎂之含量較單施銨態氮肥時，分別增加 15%，63% 及 127%（表六）；於砂耕培養時則分別增加 9%，82% 及 79%（表五），顯著改善鈣與鎂之含量，此乃因植物須維持體內的離子平衡⁽²⁵⁾，施用 NH_4^+ 時植株吸收大量 NH_4^+ 陽離子的結果，必相對地減少 K^+ ， Ca^{++} ， Mg^{++} 等其他陽離子的吸收，因而導致植株葉片中鉀、鈣和鎂含量較低。在甘藍與洋蔥試驗中，Iwata⁽²²⁾也證實施用銨態氮與硝酸態氮肥時，植株葉片中鉀、鈣和鎂的含量，隨銨離子比例之減少而升高；而菊花葉片因施用銨態氮所發生壞疽及枯焦現象，可能葉組織中含鉀、鈣、鎂較低，為導致銨毒害發生致因之一。

在參試菊花三品種冬王、月友及東亞中，發現不同季節，不同品種對不同氮態組合之反應頗不一致（圖一）。夏秋種植之月友及東亞，就整個生長勢而言，銨態氮肥處理者不如其他處理（圖一）。在高溫下生長之月友品種，以水耕培養四十天，含銨態氮之 AU 與 A 二處理相似，生長勢均受抑制（表三），而高溫強光下硝酸態氮較銨態氮有利於菊花之生長（圖一），此種現象在康乃馨也有類似的報

導，認為強光下施用硝酸態氮肥可增加康乃馨之光合速率及產量⁽²⁴⁾。月友品種在夏秋高溫下，銨態氮與硝酸態氮肥組合處理雖不及尿素與硝酸態氮肥組合處理生長良好，但較單用銨態氮肥處理之植株鮮重增加一倍，而銨態氮與尿素組合處理之鮮重則與銨態氮肥處理相若（表三），可見在本省夏季混合施用硝酸態氮與銨態氮肥料較單施銨態氮有利於植株之生長。

冬王品種於秋冬種植，其銨態氮與硝酸態氮肥效相近（圖一），因此時之氣溫在 $14.5 \sim 24^\circ\text{C}$ 之間（資料由中央氣象局提供）最適菊花生長，生長快速結果，銨離子被同化也多，不易發生銨毒害^(4,5,25)，又台北秋冬之光線強度不強，依 Holley 和 Green⁽²⁰⁾之理論，強光下施用硝酸態氮，由於 NO_3^- 之還原作用，用去較多光能，減低了光呼吸作用，才能相對的提高光合作用之速率及產量。當冬季光弱時則以施用硝酸態氮與銨態氮各半較佳，故單施硝酸態氮肥之肥效不彰。是否冬王品種較耐銨態氮，抑以秋冬不易發生銨毒害現象，為明瞭此點，將冬王於夏冬二季在人工氣象室行日溫/夜溫為 $15/13$ ， $20/15$ ， $25/20$ 和 $30/25^\circ\text{C}$ 試驗，八月種植者銨態氮肥處理各溫度效果極差，於 $20 \sim 30^\circ\text{C}$ 生長者，試驗結束前就已死亡，硝酸態氮肥處理生長最好，尿素居中。十二月種植者，四種溫度之氮態處理之效果差異甚小（表七）。作者認為除日照長短及光線強度影響其生育外，主要是氮處理前，苗之優良與否影響至巨。夏天溫度過高，對冬王生育極為不利（未發表資料），其插穗莖細葉小不易發根，而冬天種植之苗，因溫度正適合於冬王菊花之生長，插穗莖粗葉大極易發根，故晚夏種植之苗其根發育緩慢，銨態氮肥處理後根部更易受銨毒害致生長不良。而冬苗種植後發育迅速，所吸之銨必大量快速的被同化，因此不易發生銨毒害而呈對銨不敏感，可見在夏秋開花之東亞及月友二品種，對銨態氮較為敏感，也可能因高溫生育較差，易有銨毒害之發生亦未可知。可見插穗之母株生長溫度與營養狀況，必深深地影響未來植株之生長與發育，此點有待未來更進一步的探討。

本省秋冬月平均溫度在 14.5°C 以上（1976～1978 台北氣溫），除少數短暫寒流外，非常適合菊花之生長，施用銨態氮肥並無不妥。但夏季高溫下，在田間一般菊花生長不良，單施銨態氮肥易引起銨毒害現象。若以銨態氮與硝酸態氮以 1：1 之比例混合施用，能促進一般菊花之生長發育，減少銨毒害之發生。

摘 要

扦插發根之菊花 (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) 東亞、月友及冬王三品種，施以硝酸態氮 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$)、銨態氮 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 及尿素態氮 (Urea - N) 以及二者各半之組合計六處理，行砂耕及水耕培養。於夏、秋和冬三季分別進行試驗。試驗期間測量植株生長勢及開花期，並取葉片分析其無機養分及銨離子濃度。三種氮態肥料處理對菊花生長勢之比較，依次為 $\text{NO}_3^- > \text{Urea} > \text{NH}_4^+$ ；不同氮態肥料組合處理則為 $\text{Urea} - \text{NO}_3^- > \text{NH}_4^+ - \text{NO}_3^- > \text{NH}_4^+ - \text{Urea}$ 。含有銨態氮組合 (NH_4^+ , $\text{NH}_4^+ - \text{Urea}$, $\text{NH}_4^+ - \text{NO}_3^-$) 之水耕栽培，葉片組織顯著減少 Ca 和 Mg 之含量，其中減少最嚴重者為銨態氮處理，次為銨態氮與尿素組合處理，再次為銨態氮與硝酸態氮組合處理。提高培養液之 pH 可使含銨態氮組合處理之葉片組織內 K、Ca 和 Mg 之含量增加並改善生長勢。在夏季高溫單施銨態氮時，菊花生長不良；施用不同氮態組合時，對夏植菊花之生長、開花，較單施銨態氮可得較佳之品質。菊花冬王品種於人工氣象室行日溫/夜溫為 $30/25^\circ\text{C}$ ， $25/20^\circ\text{C}$ ， $20/15^\circ\text{C}$ 和 $15/13^\circ\text{C}$ 四不同溫度處理，八月種植者各溫度之銨態氮處理效果極差，硝酸態氮處理最為理想；然十二月種植者，四種溫度之氮態處理效果差異不大，顯示夏苗品質不佳，影響肥料效應。

表一：培養液調整後一天內 pH 之變化
Table 1. Daily changes in pH with or without adjustment^{1,4}

N-form	Solution pH at beginning	Without pH adjustment ²		pH measured one day after adjustment ³	
		Average	Min-Max	Average	Min-Max
NH ₄	5.49	4.24	3.71-5.61	4.55	3.80-5.61
Urea	5.52	4.41	3.69-5.63	5.09	4.10-6.25
NO ₃	5.51	6.42	5.36-7.11	6.28	5.36-7.12
NH ₄ + Urea	5.42	4.28	3.61-5.50	4.74	3.74-5.47
NH ₄ + NO ₃	5.46	4.20	3.79-5.54	4.67	3.87-5.93
Urea + NO ₃	5.55	6.38	5.35-7.17	5.67	4.14-6.35

Note 1: Plants grown in long day condition (10 f.c. lighting at 10 PM - 2 AM)

Note 2: pH was measured daily and the solution renewed on the 7th day.

Note 3: pH was measured and adjusted back to original range daily.

Note 4: Each figure is the mean of three replicates, each with 2 plants in 3-liter Wagner's pot.

表二：不同氮態肥料組合對砂耕栽培菊花東亞、月友及冬王生長及開花之影響
Table 2. Effect of various N-forms on stem height, percent of leaf chlorosis and flower diameter of chrysanthemum cv. Tung Ya, Yueh Yeou and Tung Wang under sand-culture^{1,2}.

N-form	Tung Ya			Yueh Yeou			Tung Wang		
	Stem height (cm)	% of leaf chlorosis	Flower dia (cm)	Stem height (cm)	% of leaf chlorosis	Flower dia (cm)	Stem height (cm)	% of leaf chlorosis	Flower dia (cm)
NH ₄	56.4 ^a	8.2 ^a	7.3 ^b	44.6 ^a	10.0 ^a	8.6 ^b	87.1 ^a	9.4 ^a	13.9 ^a
Urea	65.0 ^b	4.2 ^b	8.2 ^{ab}	58.5 ^c	4.4 ^b	9.7 ^a	92.8 ^d	6.9 ^b	14.0 ^a
NO ₃	62.4 ^b	0.6 ^d	9.8 ^a	61.1 ^c	2.8 ^c	10.3 ^a	93.1 ^a	5.2 ^c	9.2 ^c
NH ₄ + Urea	66.0 ^b	4.7 ^b	7.7 ^b	53.0 ^b	5.5 ^b	11.3 ^a	89.5 ^d	6.8 ^b	11.4 ^b
NH ₄ + NO ₃	68.2 ^b	2.4 ^c	8.6 ^a	54.6 ^b	6.2 ^b	10.6 ^a	87.6 ^d	6.3 ^b	12.2 ^{ab}
Urea + NO ₃	66.4 ^b	1.0 ^d	9.4 ^a	57.3 ^c	2.5 ^c	10.7 ^a	93.6 ^a	4.4 ^d	11.7 ^b

Note 1: Each figure is the mean of three replicates, each with two plants in 3-liter Wagner's pot.

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

表三：不同氮態肥料組合與調整 pH 對水耕栽培菊花月友品種生長之影響

Table 3. Effect of various N-forms and pH adjustment on growth of chrysanthemum cv. Yueh Yeou under water culture^{1,2}

N-form	Without pH adjustment				With pH adjustment			
	Fresh wt. (g./plant)		Stem length (cm)	Leaves no./plant	Fresh wt. (g./plant)		Stem length (cm)	Leaves no./plant
	Top	Root			Top	Root		
NH ₄	14.8 ^d	6.5 ^c	17.0 ^d	16.3 ^c	24.1 ^c	10.7 ^{bc}	27.3 ^c	23.3 ^c
Urea	30.2 ^c	11.0 ^b	33.2 ^b	26.3 ^{ab}	39.2 ^b	13.8 ^{bc}	40.8 ^b	27.7 ^b
NO ₃	46.1 ^b	18.2 ^a	34.5 ^b	25.7 ^b	68.5 ^a	26.5 ^a	44.0 ^{ab}	31.3 ^a
NH ₄ +Urea	17.2 ^d	6.3 ^c	21.8 ^d	20.0 ^c	30.3 ^c	9.0 ^c	28.7 ^c	26.0 ^c
NH ₄ +NO ₃	33.8 ^c	10.0 ^b	30.5 ^c	25.3 ^b	57.9 ^b	15.3 ^b	44.7 ^a	30.3 ^{ab}
Urea+NO ₃	54.5 ^a	19.2 ^a	37.5 ^a	30.3 ^a	64.0 ^a	22.8 ^a	46.3 ^a	32.5 ^a

Note 1: Plants were harvested after 47 days under N-form treatment in fall (9/12/77-10/28/77). Each treatment is the mean of three replicates, each with one plant in 3-liter Wagner's pot.

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

表四：不同氮態肥料組合處理對砂耕栽培菊花東亞品種葉片組鉍離子濃度之影響

Table 4. Effect of various N-forms on NH₄ accumulation in leaf of chrysanthemum cv. Tung Ya under sand culture¹

N-form	Free NH ₄ ⁺ Conc. (μ moles / g fresh wt.)		Average
	Sample I	Sample II	
NH ₄	31.50	37.08	34.29
Urea	20.88	19.17	20.03
NO ₃	22.95	24.48	23.72
NH ₄ +Urea	18.18	20.34	19.26
NH ₄ +NO ₃	21.78	26.19	23.99
Urea+NO ₃	18.63	18.00	18.32

Note 1: Sample I and II collected at 38 and 45 days after treatment, respectively

表五：不同氮態肥料組織對砂耕菊花冬王及東亞品種葉片無機營養含量之影響

Table 5: Effect of various N-form on leaf mineral content (% by dry weight) cv. Tung Wang and Tung Ya under sand culture¹

N-form	Tung Wang					Tung Ya				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
NH ₄	3.75 ^b	0.20 ^a	5.73 ^b	0.61 ^c	0.19 ^c	2.96 ^a	0.18 ^c	4.90 ^a	0.27 ^c	0.13 ^b
Urea	3.61 ^b	0.21 ^a	5.92 ^{ab}	0.89 ^b	0.26 ^b	2.87 ^a	0.23 ^b	5.08 ^a	0.59 ^{ab}	0.19 ^{ab}
NO ₃	3.64 ^b	0.22 ^a	6.27 ^a	1.11 ^a	0.29 ^{ab}	3.05 ^a	0.29 ^b	4.73 ^a	0.67 ^a	0.22 ^a
NH ₄ +Urea	2.57 ^c	0.20 ^a	6.39 ^a	0.64 ^c	0.34 ^a	2.89 ^a	0.20 ^{bc}	5.03 ^a	0.46 ^b	0.24 ^a
NH ₄ +NO ₃	4.01 ^a	0.25 ^a	6.29 ^a	0.85 ^b	0.26 ^b	2.94 ^a	0.25 ^b	5.07 ^a	0.70 ^a	0.22 ^a
Urea+NO ₃	3.62 ^b	0.23 ^a	5.76 ^b	0.92 ^b	0.29 ^{ab}	2.99 ^a	0.25 ^b	5.11 ^a	0.72 ^a	0.26 ^a

Note: Same as notes 1 and 2 in Table 2.

表六：不同氮態肥料組合與 pH 對水耕栽培菊花月友品種葉片無機養分含量之影響

Table 6. Effect of various N-form and pH adjustment on leaf mineral content (% of dry weight) of chrysanthemum cv. Yueh Yeou under water culture¹

N-form	Without pH adjustment					With pH adjustment daily				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
NH ₄	2.76 ^b	0.30 ^a	2.74 ^d	0.48 ^c	0.11 ^c	2.99 ^b	0.33 ^a	2.92 ^d	0.61 ^c	0.21 ^{bc}
NO ₃	2.81 ^{ab}	0.29 ^a	3.37 ^c	0.54 ^c	0.20 ^b	3.02 ^b	0.35 ^a	3.65 ^c	0.57 ^c	0.18 ^c
Urea	2.71 ^b	0.35 ^a	5.84 ^a	1.02 ^a	0.24 ^a	2.97 ^b	0.35 ^a	5.23 ^a	1.06 ^a	0.31 ^a
NH ₄ +Urea	3.01 ^a	0.32 ^a	3.02 ^{cd}	0.70 ^b	0.22 ^{ab}	3.11 ^{ab}	0.37 ^a	4.12 ^b	0.80 ^b	0.23 ^b
NH ₄ +NO ₃	2.83 ^a	0.39 ^a	3.15 ^c	0.78 ^b	0.25 ^a	2.95 ^b	0.38 ^a	4.12 ^b	0.68 ^c	0.24 ^b
Urea+NO ₃	2.49 ^b	0.31 ^a	4.56 ^b	0.95 ^a	0.27 ^a	3.27 ^a	0.39 ^a	4.21 ^b	0.72 ^{bc}	0.23 ^b

Note: Same as notes 1. 2. in Table 3.

表七：不同氮態肥料、溫度與季節對冬王菊花生長與開花之影響
 Table 7. Effect of various N-forms, temperatures and seasons on growth and flowering of chrysanthemum... v. Tung Wang under sand culture (g/plant)¹.

Temperature day/night	N-form	Summer 8/2/77 - 10/7/77			Winter planting 12/5/77 - 1/20/78		
		Shoots	Flower	Total	Shoots	Flower	Total
15/13°C	NH ₄	10.0	4.0	14.0	19.3	0	19.3
	Urea	37.5	13.0	50.5	13.0	0	13.0
	NO ₃	69.0	27.5	96.5	22.4	0	22.4
20/15°C	NH ₄	4.5	1.5	6.0	27.5	4.34	31.84
	Urea	48.4	63.5	111.9	22.8	3.13	25.93
	NO ₃	142.5	93.5	236.0	27.2	3.48	30.68
25/20°C	NH ₄	- ²	-	-	23.9	1.32	25.22
	Urea	36.5	0	36.5	24.9	1.63	26.53
	NO ₃	40.5	0	40.5	29.9	1.24	31.14
30/25°C	NH ₄	-	-	-	25.6	0	25.6
	Urea	47.5	0	47.5	28.5	0	28.5
	NO ₃	40.5	0	40.5	31.4	0	31.4

Note 1: Each figure is the mean of 4 plants. Winter planting ended at 1/20/78 due to closure of phytotron.

Note 2: '-' indicated that plants died before harvesting.

參 考 文 獻

1. 李晔、許華玲 1979, 氮鉀肥種類及PH對菊花生長之影響 (摘要), 中國園藝 25 : 219
2. 李晔, 1978, pH對鳳梨生長, 離子吸收及無機成分之影響, 中華農學會報 103 : 65 - 74
3. 鄭昌齡、李晔 1977, 不同氣候型態對矮牽牛生長開花之影響, 中國園藝 23 (3) : 141 ~ 150
4. 鄭昌齡、李晔 1978, 不同氮素型態對菊花生長開花之影響, 中國園藝 24 (1) : 25 ~ 23
5. Avron, M. 1960. Photophosphorylation by swiss chard chloroplasts. Biochem, Biophys, Acta. 40:257~272
6. Banwart, W. L, W. A. Tabatabai and J. M. Bremner 1972. Determination of ammonium in soil extracts and water samples by an ammonia electrode. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 3:449~458
7. 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(1):27~30
8. Barker, A. V. 1965. Effect of calcium carbonate and potassium on ammonium assimilation of bean plants.
9. Boodly, J. W. 1970. Nitrogen fertilizers and their influence on growth of poinsettias. Florists' Review 147(3800):26, 27 69~73
10. Brown, J. C, L. O. Tiffin and R. S. Holmes 1961. Competition between chelating agents and roots as factor affecting absorption of iron and other ions by plant species. Plant Physiol 36:878~886
11. Chi, H. Y. 1974. Effect of nitrate-N and ammoniacal-N on the organic nitrogen fractions and free ammonia in the greenhouse chrysanthemum. Hortscience 9(3):38.
12. Clark, H. E. and J. W. Shive 1934. The influence of the pH of a culture solution on the rates of absorption of ammonium and nitrate nitrogen by the tomato plant. Soil Sci. 37:203~225
13. Colgrove, M. S. and A. N. Roberts 1956. Growth of the azalea as influenced by ammonium and nitrate nitrogen. Pro. Amer. Soc. Hort. Sci. 254:549~551
14. Crater, C. D. 1973. The effect of different forms of nitrogen on growth, nitrogen content, stem strength, and keeping quality of the standard chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) "Giant # 4 Indianapolis white". Unpublished Ph. D. dissertation, The Ohio State University.
15. Dekock, P. C. 1955. Iron nutrition of plants at high pH. Soil Sci. 79(3):167~175
16. Epstein, E. 1972. Mineral Nutrition of Plant: Principles and Perspectives. John Wiley & Sons. Inc.
17. Greidanus, T, L. A. Peterson, L. E. Schrader and M. N. Dana 1972. Essentiality of ammonium for cranberry nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(2):272~277
18. 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.
19. Hohlt, H. E, D. N. Maynard and A. V. Barker 1970. Studies on the ammonium tolerance of some cultivated solanaceae. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(3):345~348

20. 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
21. Ishida, A. and M. Masui 1976. Studies of the manganese excess of carnation I. Manganese excess in relation to certain soil, soil pH and two nitrogen forms. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 45(3):283~288
22. Iwata, M. 1962. Influence of the form of nitrogen supplied on the growth of vegetable crops II. Growth as influenced by variable cation and pH in the culture solution. Jap. Soc. Hort. Sci. 31:39~52
23. Joiner, J. N. and W. E. Knoop 1969. Effect of ratios of NH_4 to NO_3 and levels of N and K on chemical content of *chrysanthemum morifolium* "Bright Golden Ann" Florida State Hort. Soc. 82:403~407
24. 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.
25. 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
26. Krogmann, D. W., A. T. Jagendorf and M. Avorn 1959. Uncouplers of spinach chloroplast photosynthetic phosphorylation. Plant Physiol. 34:272~277
27. 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
28. 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
29. Nelson, P. V. and Kuo-Hsieh 1971. Ammonium toxicity in chrysanthemum critical level and symptoms. Comm Soil. Sci. Plant Anal. 2(6):439~448
30. Nelson, P. V., D. M. Krauskopf and N. C. Mingis 1977. Visual symptoms of nutrient deficiencies in Rieger Elatior begonia. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(1):65~68
31. 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
32. Pill, W. G. and V. N. Lambeth 1977. Effect of NH_4 and 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
33. Pucher, G. W., C. S. Leaveworth, W. D. Ginter and H. B. Vickery 1947. Studies in the metabolism of plant. The effect upon the composition of *Brophyllum calycinum* of the form in which nitrogen is supplied. Plant Physiol. 22:205~211
34. Schekel, K. A. 1971. The influence of increased inoic concentrations on carnation growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96(5):649~652
35. Sideris, C. P., B. H. Krauss and H. Y. Young 1938. Assimilation of ammonium and nitrate by pineapple grown in nutrient solutions and its effect on nitrogenous carbohydrate constituents. Plant Physiol. 13:489~527
36. Sideris, C. P. and H. Y. Young 1956. Pineapple chlorosis in relation to iron and nitrogen. Plant Physiol. 31:211~222

37. Smith, C. B. 1977. Growth responses, nutrient leaf concentrations and inter-element relationships of snap beans as affected by fertilizer treatment. J. Amer. Soc. Sci. 102(1): 61~64
38. Uljee, A. H. 1964. Ammonium nitrogen accumulation and root injury to tomato plants. New Zealand J. Agr. Res. 7:343~356
39. Wallace, A. and O. R. Lunt 1960. Iron chlorosis in horticultural plants. A Review J. Amer. Soc. Hort. Sci. 85:819~841
40. White, J. W. 1971. Interaction of nitrogenous fertilizers and steam on soil chemicals and carnation growth. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:134~137

Effect of Various Nitrogen-form Combinations on Growth and Flowering of Chrysanthemum

by

Chung-Hou Chen¹ and Nean Lee²

Summary

Rooted cutting of Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) cv. Tung Ya (東亞), Yueh Yeoh (月友) and Tung Wang (冬王), were grown with $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, Urea-N and three combinations (AU, AN, UN) under sand culture or water culture. The experiments were conducted outdoors in summer, autumn and winter or in phytotron. During the growth period quantitative measurements of growth vigor and flowering were taken. Leaves were analyzed for mineral composition and free NH_4^+ ion.

Various N-form combinations improve plant growth in the order of $\text{UN} > \text{AN} > \text{AU}$ in cv. Yueh Yeoh and Tung Ya in summer. However, there was no significant difference among treatments in the growth of cv. Tung Wang in winter. According to the data of leaf analysis, $\text{NH}_4\text{-N}$ treatment decreased cation content in leaves under sand and water culture. Adjustment of pH in various N-form combinations could improve plant growth and increase cation content in leaves.

Ammonium toxicity in chrysanthemum was shown more seriously in summer than in winter culture. In combination of various N-form would improve their growth. The various temperature experiment, ranging from 13 to 30°C, were conducted in phytotron during summer and winter season, the results indicated that chrysanthemum responded to N-form experiment was greatly influenced by cutting conditions.

^{1, 2} Graduate student and associate professor respectively, Institute of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.