

氮、磷肥與有機質肥料肥對滿天星之影響效應¹

蔡宜峰、賴文龍²

摘 要

本研究目的在於探討有機質肥料配合氮及磷等化學肥料對滿天星切花產量、養分吸收及土壤肥力之影響。由埔里及仁愛試區的試驗結果顯示，滿天星切花產量以N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha配合20 t/ha有機質肥料處理顯著較高，但與N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha配合10 t/ha有機質肥料處理間差異不顯著，所以後者是較經濟合理之施肥用量處理。在滿天星採收期植株地上部、根部、花卉部位之乾物重及氮、磷、鉀、鈣、鎂等養分吸收量分析結果，仍以施用有機質肥料20 t/ha配合N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha之處理顯著較高。滿天星採收期植株不同部位之氮、磷、鉀、鈣、鎂等養分吸收量比例，地上部為7：1：9：6：2，根部為4：1：6：6：2，花卉部位為5：1：7：6：2。在不同磷肥用量包括75及150 kg/ha等級處理上，對埔里試區土壤肥力特性無顯著影響效應，其原因應與試驗前埔里試區土壤有效性磷含量已高達518 mg/kg有關。仁愛試區試驗前土壤有效性磷含量為189 mg/kg，試驗後在低磷肥用量75 kg/ha (N1P1O1)處理之土壤有效性磷含量183 mg/kg則顯著較低於其他處理。

關鍵字：滿天星、有機質肥料、氮及磷肥。

前 言

滿天星(*Gypsophila paniculate* L.)是石竹科(*Caryophyllaceae*)的宿根花卉⁽⁴⁾，臺灣地區引進栽培亦不過一、二十年左右^(2,5)，目前栽培以南投縣埔里、仁愛等地區較多。建立一種作物理想的肥培技術，應涵蓋的範圍很大，包括作物之生長立地環境，肥料種類特性及其施用，介質(土壤)特性及其肥力，作物之生理形態及生物化學等⁽¹⁹⁾。肥培管理之目的，為在最經濟的施肥效率下，使作物獲得最佳的生長勢，理論上當肥料養分比例與作物養分吸收量相互配合時，肥料效益可以達到最高^(10,19)。一般有機質肥料施用入農田中，除能改善農田土壤理化性及生物性外^(1,8,13,16)，有機質肥料經由微生物分解作用後會釋出養分供作物吸收利用^(9,19)，所以使用有機質肥料會直接或間接影響到作物的養分吸收及生育特性等^(3,6)。有機質在土壤中營養要素之轉化及利用機制中扮演著極重要的關鍵角色，因此發展永續農業首要策略之一，即須強化農田土壤有機質管理以維持農田土壤永續經營發展。

¹臺中區農業改良場研究報告第 0539 號。

²臺中區農業改良場副研究員、助理。

由於滿天星經濟效益穩定且頗具發展潛力，且引進栽培時間尚短^(2,5)，有關滿天星栽培管理技術正逐漸在研究與建立中^(2,5,17)，其中有關化學肥料及有機質肥料等肥培管理技術在滿天星栽培應用之影響效益，尤其針對中部滿天星主要栽培地區土壤特性，仍有必要進一步探討與研究，以期建立適宜的滿天星肥培管理技術，提供農友栽培管理之應用參考。本研究目的在於探討有機質肥料配合氮及磷等化學肥料對滿天星生長、養分吸收及農田土壤肥力之影響，以期做為日後研究及應用之參考。

材料與方法

田間試驗方式

本試驗試區分別設置于南投縣埔里鎮(海拔高度約300 m)及仁愛鄉(海拔高度約1,500 m)，前者土壤類別屬於砂頁岩粘板岩混合非石灰性沖積土，後者土壤屬於石質土。試驗作物為滿天星，以扦插方式育苗，約4~5週後定植，行株距為0.75 m×0.45 m。試區田間排列採逢機完全區集設計，試驗處理包括有機質肥料配合氮及磷等化學肥料不同用量等級(表一)，組合成六種處理，四重複，小區面積9 m²。有機質肥料(木屑雞糞堆肥)及磷肥(過磷酸鈣)依處理用量於定植前整地時作基肥一次全量施入土壤中。氮(尿素)及鉀(氯化鉀)等肥料分別於整地(基肥)、摘心期、生育中期及開花前期依30、20、30及20%比例用量施用，其他栽培管理均依農友慣行法實施。埔里鎮試區試驗前土壤pH值4.97、EC值0.35 dS/m、土壤有機質含量46.0 g/kg、有效性磷含量518 mg/kg、交換性鉀、鈣、鎂含量分別為198、1603及343 mg/kg(表二)。仁愛鄉試區試驗前土壤pH值5.12、EC值0.76 dS/m、土壤有機質含量35.2 g/kg、有效性磷含量189 mg/kg、交換性鉀、鈣、鎂含量分別為514、2187及298 mg/kg(表二)。木屑雞糞堆肥pH值6.71、EC值3.15 dS/m、有機質含量661 g/kg、氮含量1.89%、磷含量0.87%、鉀含量2.27%、鈣含量2.79%、鎂含量0.77%。在滿天星採收期分別實施生育性狀、花卉產量及花支長度等品質調查，並採取滿天星植株及表土土壤(0~20 cm)樣品，分別進行滿天星植株地上部、根部及花卉等不同部位養分含量分析，以及土壤pH、電導度(EC)、有機質含量、有效性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等肥力特性分析。

分析項目與方法

土壤樣品先經風乾處理，經2 mm過篩後分別測定土壤化學性質^(12,14,15)，土壤以水比土1：1 (V/W)抽出，用玻璃電極測定pH及EC值。土壤有機質含量採用Walkley-Black法測定。土壤與1M醋酸銨(pH 7.0)溶液比1：10抽出液，用燄光分析儀測土壤交換性鉀含量，用原子吸收分析儀測土壤交換性鈣及鎂含量。以Bray No.1方法抽取並用鉬藍法測土壤有效性磷。堆肥及植物體樣品均經70 °C烘箱烘乾，以濕灰法(硫酸)分解後測定氮、磷及鉀含量^(7,12,14,15)，其中以蒸餾法測定全氮量，利用鉬黃法呈色及分光光度計於420 nm下比色，測定其全磷量，利用燄光分析儀測定其全鉀量，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量。各養分吸收量(mg/plant)=養分含量(%)×植物體樣品乾物重(g/plant)，分別計算出各植物體樣品之不同養分吸收量，再進行統計分析。

表一、埔里及仁愛試區之試驗處理

Table 1. Treatments of experiment in this study

Treatment	Chemical fertilizers	Organic fertilizer
	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	
	kg/ha	t/ha
N0P2O1	0-150-150	10
N1P2O1	150-150-150	10
N2P2O1	300-150-150	10
N1P1O1	150-75-150	10
N1P2O2	150-150-150	20
N1P2O0	150-150-150	0

表二、試驗前土壤肥力分析

Table 2. Chemical properties of soil before experiment

Location	pH	EC(1:1)	OM	Bray-1 P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg
	1:1	dS/m	g/kg	----- mg/kg -----			
Puli	4.97	0.35	46.0	518	198	1603	343
Jenai	5.12	0.76	35.2	189	514	2187	298

結果與討論

對滿天星品質與產量之影響

滿天星主要產區分佈在南投縣埔里鎮、仁愛鄉等地區，一般多在4~5月左右定植，6~7月起開始採收切花。滿天星切花包裝慣用以六臺兩一束(bunch)為單位，所以本試驗滿天星切花產量即延用此慣行法以束為統計單位。由表三滿天星採收期存活率及花卉品質與產量調查結果顯示，滿天星採收期植株存活率及切花長度，在埔里及仁愛兩試區之各處理間差異均不顯著，惟在埔里試區的高氮肥用量300 kg/ha (N2P2O1)處理之存活率為79.2%，略低於其它處理者。以滿天星單位面積切花產量而言，在埔里及仁愛試區均以N1P2O2處理顯著較高，其中在埔里試區N1P2O2處理為2.80 bunch/m²較高，其次為N1P2O1處理之2.65 bunch/m²，而以N0P2O1處理之1.71 bunch/m²顯著較低。在仁愛試區N1P2O2處理為4.81 bunch/m²較高，其次為N2P2O1處理之4.48 bunch/m²及N1P2O1處理之4.28 bunch/m²，而以N0P2O1處理之3.28 bunch/m²顯著較低。顯然施用有機質肥料20 t/ha配合N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha之N1P2O2處理的滿天星切花產量較高，且在埔里及仁愛兩試區均有相同結果。

一般合理的肥料用量，必須適當的考量作物產量標的(crop yield goals)和肥料的可利用性養分潛力相互配合^(10,13)，例如在作物生長期內有機質肥料的礦化潛能，如能巧妙的配合作物生長需求，則能決定有機質肥料的適宜施用量，使有機質肥料的效益發揮最大^(9,11)。綜合表三結果顯示，在氮肥效應方面，埔里試區以中氮肥(150 kg/ha)處理的滿天星切花產量較高，仁愛試區以中氮肥(150 kg/ha)及高氮肥(300 kg/ha)處理的滿天星切花產量較高，惟兩處理差異

不顯著。在磷肥效應方面，在埔里及仁愛兩試區，減施磷肥(75 kg/ha)處理的滿天星切花產量，均較磷肥(150 kg/ha)處理者為低。在有機質肥料效應方面，在相同化肥用量(N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha)，使用有機質肥料10 t/ha之N1P2O1處理的滿天星切花產量與使用有機質肥料20 t/ha之N1P2O2處理間差異不顯著。顯示以經濟施肥而言，使用有機質肥料10 t/ha配合化學肥料N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha為較合理的施肥用量。

表三、滿天星採收期存活率及花卉品質與產量

Table 3. The survival rate, flower quality, and yield of flower stalk at harvest stage of *Gypsophila paniculata* L.

Location	Treatment ¹	Survival rate of plant %	Length of flower stalk cm	Yield of flower stalk bunch/m ²	Index %
Puli	N0P2O1	87.5a ²	76.9a	1.71c	100
	N1P2O1	87.5a	82.5a	2.65ab	155
	N2P2O1	79.2a	79.5a	2.27b	133
	N1P1O1	87.6a	80.6a	1.98bc	116
	N1P2O2	89.9a	83.1a	2.80a	164
	N1P2O0	88.8a	77.9a	2.31b	135
Jenai	N0P2O1	91.7a	101a	3.28c	100
	N1P2O1	90.4a	104a	4.28ab	130
	N2P2O1	90.7a	102a	4.48ab	137
	N1P1O1	92.0a	101a	3.93b	120
	N1P2O2	92.8a	105a	4.81a	147
	N1P2O0	87.5a	102a	3.74bc	114

¹ See Table 1.

² Means marked with the same letter in the same column are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

對滿天星植株養分吸收量之影響

當施用不同有機質肥料及化學肥料時，將可能影響到作物的養分吸收及轉化等生理作用^(10,13)，因此經由作物養分吸收效率之分析與評估，將可做為作物肥料管理技術之參考。為進一步探討有機質肥料及氮磷肥對滿天星植株養分吸收量之影響，由滿天星採收期植株養分含量與乾物重換算成養分吸收量，如此可分別得到滿天星植株地上部、根部及花卉部位的氮、磷、鉀、鈣、鎂等養分吸收量(表四、五、六)。

由滿天星採收期植株地上部之乾物重及養分吸收量分析結果顯示(表四)，在不施氮肥(N0P2O1)處理的滿天星植株地上部氮吸收量顯著較低，其次為不施有機質肥料(N1P2O0)處理者，而以施用有機質肥料20 t/ha配合N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha之N1P2O2處理顯著較高，又使用氮肥150 kg/ha與300 kg/ha處理間，滿天星植株地上部氮吸收量差異不顯著，且在埔里及仁愛兩試區均有相同結果。另外在磷、鉀、鈣、鎂等養分吸收量，亦有類似的趨勢。其原

因應該與滿天星植株地上部乾物重有關，例如在埔里試區，不施氮肥(N0P2O1)處理為21.7 g/plant及不施有機質肥料(N1P2O0)處理為26.9 g/plant，均顯著低於其他處理；在仁愛試區，不施氮肥(N0P2O1)處理為40.7 g/plant，亦低於其他處理者。顯然滿天星植株地上部生長與氮肥效應有較密切關聯，當不施氮肥(N0P2O1)處理及不施有機質肥料(N1P2O0)處理時，會降低滿天星植株地上部乾物重及氮吸收量，並影響到磷、鉀、鈣、鎂等其他養分吸收量。綜合表四埔里及仁愛兩試區結果，如以施用有機質肥料10 t/ha配合N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha (N1P2O1)處理為基準，滿天星採收期植株地上部之氮、磷、鉀、鈣、鎂等養分吸收量，可歸納出7：1：9：6：2的比例。

表四、滿天星採收期植株地上部之乾物重及養分吸收量

Table 4. The dry weight and amount of nutrients of the shoot at harvest stage of *Gypsophila paniculata* L.

Location	Treatment ¹	Dry wt.	N	P	K	Ca	Mg
		g/plant	----- mg/kg -----				
Puli	N0P2O1	21.7b ²	384c	56c	616b	405c	174b
	N1P2O1	35.1a	768a	98ab	961a	656a	256ab
	N2P2O1	35.4a	796ab	92ab	920a	651a	282a
	N1P1O1	32.8a	689ab	82b	905a	638a	242ab
	N1P2O2	37.9a	796a	109a	981a	706a	279a
	N1P2O0	26.9b	500bc	70bc	761ab	510b	183b
Jenai	N0P2O1	40.7b	623c	108b	1142b	734b	269b
	N1P2O1	49.3ab	824ab	131ab	1361ab	884ab	329ab
	N2P2O1	53.7a	885ab	153a	1513a	943ab	368a
	N1P1O1	48.8ab	772b	122ab	1355ab	858ab	305ab
	N1P2O2	56.3a	931a	156a	1572a	1046a	377a
	N1P2O0	46.5ab	738bc	123ab	1220b	824ab	306ab

¹. See Table 1.

². Means marked with the same letter in the same column are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

由滿天星採收期植株根部之乾物重及養分吸收量分析結果顯示(表五)，在不施氮肥(N0P2O1)處理的滿天星植株根部乾物重顯著較低，埔里試區為8.1 g/plant，仁愛試區為20.7 g/plant，其次為不施有機質肥料(N1P2O0)處理者，又使用氮肥150 kg/ha與300 kg/ha處理間，滿天星植株根部乾物重差異不顯著，且在埔里及仁愛兩試區均有相同結果。在埔里試區，以使用高氮肥300 kg/ha處理(N2P2O1)的滿天星植株根部氮吸收量顯著較高，不施氮肥(N0P2O1)處理者顯著較低。滿天星植株根部磷吸收量，則以使用有機質肥料20 t/ha配合化學肥料N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha處理(N1P2O2)顯著較高，不施氮肥(N0P2O1)處理者顯著較低。在鉀、鈣及鎂等養分吸收量，不同處理間差異均不顯著。在仁愛試區，滿天星植株根部氮及磷吸收量在各處理的表現，與埔里試區有相似的變化趨勢。滿天星植株根部鉀吸收量，則以

使用有機質肥料20 t/ha配合化學肥料N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha處理(N1P2O2)顯著較高，不施有機質肥料(N1P2O0)處理顯著較低。滿天星植株根部鈣吸收量，則以使用有機質肥料20 t/ha配合化學肥料N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha處理(N1P2O2)顯著較高，不施氮肥(N0P2O1)處理及不施有機質肥料(N1P2O0)處理顯著較低。滿天星植株根部鎂吸收量，則以使用高氮肥300 kg/ha處理(N2P2O1)顯著較高，不施氮肥(N0P2O1)處理及不施有機質肥料(N1P2O0)處理顯著較低。綜合表五埔里及仁愛兩試區結果，如以施用有機質肥料10 t/ha配合N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha之N1P2O1處理為基準，滿天星採收期植株根部之氮、磷、鉀、鈣、鎂等養分吸收量，可歸納出4：1：6：6：2的比例。

表五、滿天星採收期植株根部之乾物重及養分吸收量

Table 5. The dry weight and amount of nutrients of the root at harvest stage of *Gypsophila paniculata* L.

Location	Treatment ¹	Dry wt.	N	P	K	Ca	Mg
		g/plant	mg/kg				
Puli	N0P2O1	8.1b ²	69c	17.8b	149a	124a	44.5a
	N1P2O1	9.6a	107ab	22.9ab	180a	144a	50.6a
	N2P2O1	9.8a	130a	21.5ab	184a	146a	50.8a
	N1P1O1	9.1ab	101ab	18.1b	170a	133a	47.2a
	N1P2O2	10.0a	112ab	27.1a	184a	153a	58.1a
	N1P2O0	8.8ab	91bc	20.2ab	145a	129a	46.6a
Jenai	N0P2O1	20.7b	136c	46.3b	262bc	288b	100.0b
	N1P2O1	23.8ab	191b	56.7ab	283b	321ab	119.0ab
	N2P2O1	26.4ab	228ab	60.3ab	343ab	357ab	140.0a
	N1P1O1	24.5ab	198b	52.2ab	305ab	335ab	122.0ab
	N1P2O2	28.1a	246a	66.6a	371a	381a	129.0ab
	N1P2O0	22.4ab	169bc	49.0b	227c	289b	99.0b

¹. See Table 1.

². Means marked with the same letter in the same column are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

由滿天星採收期之花卉部位乾物重及養分吸收量分析結果顯示(表六)，在埔里試區，滿天星植株花卉部位乾物重及氮吸收量，均以使用有機質肥料20 t/ha配合化學肥料N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha處理(N1P2O2)及高氮肥300 kg/ha處理(N2P2O1)顯著較高，不施氮肥(N0P2O1)處理者顯著較低。在磷吸收量上，不同處理間則都差異不顯著。滿天星花卉部位鉀、鈣及鎂吸收量，以使用有機質肥料20 t/ha配合化學肥料N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha處理(N1P2O2)顯著較高，不施氮肥(N0P2O1)處理者顯著較低。在仁愛試區，滿天星植株花卉部位乾物重、氮、磷、鉀、鎂吸收量，均以使用有機質肥料20 t/ha配合化學肥料N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha處理(N1P2O2)、中氮肥150 kg/ha處理(N1P2O1)及高氮肥300 kg/ha處理(N2P2O1)顯著較高，不施氮肥(N0P2O1)處理者顯著較低。滿天星植株花卉部位鈣吸收量，以使

用有機質肥料20 t/ha配合化學肥料N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha處理(N1P2O2)及氮肥150 kg/ha處理(N1P2O1)顯著較高，不施氮肥(N0P2O1)處理及無有機質肥料處理(N1P2O0)者顯著較低。綜合表六埔里及仁愛兩試區結果，如以施用有機質肥料10 t/ha配合N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha之N1P2O1處理為基準，滿天星採收期植株花卉部位之氮、磷、鉀、鈣、鎂等養分吸收量，可歸納出5：1：7：6：2的比例。

表六、滿天星採收期之花部位乾物重及養分吸收量

Table 6. The dry weight and amount of nutrients of the flower at harvest stage of *Gypsophila paniculata* L.

Location	Treatment ¹	Dry wt. g/plant	N	P	K	Ca	Mg
		----- mg/plant -----					
Puli	N0P2O1	3.50b ²	61.3b	11.9a	79b	64.4b	28.0b
	N1P2O1	4.21ab	79.6ab	14.7a	94ab	80.4ab	33.3ab
	N2P2O1	4.39a	84.7a	15.4a	99ab	81.7ab	31.6ab
	N1P1O1	4.07ab	74.1ab	13.0a	93ab	77.7ab	32.6ab
	N1P2O2	4.59a	89.5a	15.2a	108a	93.2a	38.1a
	N1P2O0	3.97ab	72.3ab	14.3a	91ab	74.2ab	27.8b
Jenai	N0P2O1	6.55b	90.0b	29.5b	136b	112.0b	40.8b
	N1P2O1	8.65a	128.0a	39.8a	184a	153.0a	55.8a
	N2P2O1	8.71a	130.0a	39.3a	182a	143.0ab	53.3a
	N1P1O1	6.96b	99.0ab	29.3b	146ab	117.0b	44.8ab
	N1P2O2	8.92a	136.0a	41.9a	184a	158.0a	57.9a
	N1P2O0	7.36ab	104.0ab	32.2ab	151ab	115.0b	45.3ab

¹See Table 1.

²Means marked with the same letter in the same column are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

對土壤肥力之影響

有機質肥料在土壤中的礦化作用受到許多因子影響，如土壤特性(質地、結構、有機質含量等)、降雨量、土壤環境(溫度、水分、pH值)、有機質本身特性、施用量及施用時期等^(16,19)。一般有機質肥料施用入農田中，經由微生物分解作用後會釋出養分供作物吸收利用^(9,19)，並能改善農田土壤理化性及生物性^(1,8,13,16)。滿天星採收期土壤肥力分析結果顯示(表七)，不同有機質肥料用量包括0、10、20 t/ha等處理對土壤有機質含量及其他土壤肥力特性並無顯著影響效應，在不同氮肥用量包括0、150、300 kg/ha等處理對土壤肥力特性亦無顯著影響效應，由於試驗前埔里及仁愛試區土壤有機質含量分別為46.0及35.2 g/kg，已屬於足量等級，所以使用不同有機質肥料及氮肥用量等處理，當經過一期作滿天星栽培管理，對土壤肥力特性上之影響則較不顯著。但試驗後埔里及仁愛兩試區，土壤Bray-1磷、交換性鉀、鈣及鎂含量等肥力特性，有隨著有機質肥料用量之增加而略增的趨勢，所以施用有機質肥料處理區的土壤肥

力較能保持穩定。在不同磷肥用量包括75及150 kg/ha等處理上，對埔里試區土壤肥力特性亦無顯著影響效應，其原因應與試驗前土壤有效性磷含量已高達518 mg/kg有關。仁愛試區試驗前土壤有效性磷含量為189 mg/kg，試驗後在低磷肥用量75 kg/ha (N1P1O1)處理之土壤有效性磷含量為183 mg/kg顯著較低(表七)，而以使用有機質肥料20 t/ha配合化學肥料N-P₂O₅-K₂O：150-150-150 kg/ha處理(N1P2O2)為247 mg/kg顯著較高。因此栽培作物前土壤肥力的高低，將會影響到肥料的使用效益，且施用適量的有機質肥料，將會對農田土壤肥力有一定的增進及保持作用。

表七、滿天星採收期土壤肥力分析

Table 7. The soil fertility at harvest stage of *Gypsophila paniculata* L.

Location	Treatment ¹	pH	EC	OM	P	K	Ca	Mg
			dS/m	g/kg	----- mg/kg -----			
Puli	N0P2O1	5.15a ²	2.62a	47.0a	652a	203a	1830a	363a
	N1P2O1	5.13a	2.71a	46.9a	640a	202a	1853a	368a
	N2P2O1	4.96a	2.78a	47.0a	649a	213a	1829a	365a
	N1P1O1	5.10a	2.67a	46.8a	625a	211a	1720a	361a
	N1P2O2	5.14a	2.77a	47.4a	658a	207a	1909a	373a
	N1P2O0	5.01a	2.39a	45.8a	638a	200a	1782a	341a
Jenai	N0P2O1	5.41a	0.86a	40.8a	234ab	577a	2652a	356a
	N1P2O1	5.59a	0.90a	39.2a	239ab	573a	2686a	349a
	N2P2O1	5.51a	1.04a	39.2a	224ab	583a	2614a	343a
	N1P1O1	5.55a	0.87a	40.7a	183b	588a	2501a	337a
	N1P2O2	5.43a	1.11a	43.0a	247a	608a	2572a	357a
	N1P2O0	5.34a	0.89a	36.5a	211ab	556a	2322a	330a

¹ See Table 1.

² Means marked with the same letter in the same column are not significantly different at 5% by Duncan's multiple range test.

誌 謝

本研究經費由農委會89科技-1.1-糧-11(4)補助，試驗工作承蒙臺中區農業改良場土壤研究室同仁協助，在此謹致誠摯謝意。

參考文獻

1. 王新傳、林登鴻 1969 有機物之碳氮比對土壤團粒化之影響 農業研究 18(3):39-46。
2. 侯鳳舞、黃敏展 1987 滿天星健康苗供應系統之研究 p.158-166 花卉生產改進研討會專集 桃園區農業改良場編印。
3. 莊作權、曾國力、蔡宜峰、陳鴻基 1997 施用有機複合肥料及堆肥對輪作物產量及不同生長期養分吸收之影響 農林學報 46:83-96。

4. 黃啟敏 1981 霞草的栽培 臺灣花卉 108:50-54。
5. 許振川 1987 滿天星花期調節 p.120-122 花卉生產改進研討會專集 桃園區農業改良場編印。
6. 蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1998 利用碳酸銨萃取法估算堆肥有效氮含量應用在玉米栽培之研究 中國農業化學會誌 36(5):493-502。
7. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. *In*: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.), *Methods of Soil Analysis Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
8. Chang, C., T. G. Sommerfeldt and T. Entz. 1991. Soil chemistry after eleven annual applications of cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.* 20:475-480.
9. Douglas, B. F. and F. R. Magdoff. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. *J. Environ. Qual.* 20:368-372.
10. Hendrix, P. F., D. C. Coleman and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy* 2:63-82.
11. King, L. D. 1984. Availability of nitrogen in municipal, industrial, and animal wastes. *J. Environ. Qual.* 13:609-612.
12. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. *In*: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.), *Methods of Soil Analysis Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
13. Martin, J. P. and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. p.114-169. *In*: Elliott, L. F. *et al.* (eds.). *Soils for management of organic wastes and waste water* Madison, Wisconsin, USA.
14. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. *In*: Page, A. L. H. Miller and D. R. Keeney (eds.), *Methods of Soil Analysis Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
15. Olsen. S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. *In*: Page, A. L. H. Miller and D. R. Keeney (eds.), *Methods of Soil Analysis Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
16. Piccolo, A. and J. S. C. Mbagwu. 1990. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. *Plant and Soil.* 123:27-37.
17. Raulston, J. C. and S. L. Poe. 1972. Cultural concepts of *Gypsophila paniculata* L. production in Florida. *Proc. Fla. Hort. Soc.* 85:423-428.
18. Sims, J. T. 1986. Nitrogen transformations in a poultry manure amended soil: Temperature and moisture effects. *J. Environ. Qual.* 15:59-63.
19. White, R. H. 1979. *Introduction to the principles and practice of soil science*. Blackwell Scientific Pub. Oxford. London.

Responses of Applying of N, P, and Organic Fertilizers on *Gypsophila Paniculate* L.¹

Yi-Fong Tsai and Wen-Long Lay²

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of using N, P, and organic fertilizers on the cut-flower yield, nutrient uptakes of *Gypsophila paniculate* L. and soil fertility. The results showed that the treatment of chemical fertilizer (N-P₂O₅-K₂O: 150-150-150 kg/ha) with 20 t/ha organic fertilizer has the best cut-flower yield in both Puli and Jenei. There was no significant difference between the treatments of N-P₂O₅-K₂O:150-150-150 kg/ha with 20 t/ha organic fertilizer and N-P₂O₅-K₂O: 150-150-150 kg/ha with 10 t/ha organic fertilizer. Therefore, the proper rate of chemical fertilizer N-P₂O₅-K₂O:150-150-150 kg/ha with 10 t/ha organic fertilizer was suggested for gypsophila. Significant effect was found on the dry weight and nutrient uptakes of gypsophila at harvest stage among treatments. The best treatment was chemical fertilizer N-P₂O₅-K₂O:150-150-150 kg/ha with 20 t/ha organic fertilizer. The uptake ratio of N : P : K : Ca : Mg of gypsophila at harvest stage was 7:1:9:6:2 for shoot, 4:1:6:6:2 for root, and 5:1:7:6:2 for flower, respectively. There was no significant difference of the soil available P at Puli because of high content of soil available P before experiment (518 mg/kg). Significant difference of the soil available P between the treatments of 75 and 150 kg P₂O₅ /ha at Jenei, because of low content of soil available P before experiment (189 mg/kg). The soil available P of the treatments of 75 kg P₂O₅ /ha was lower than other treatments after experiment at Jenei.

Key words: *Gypsophila paniculate* L., organic fertilizer, N and P fertilizer.

¹ Contribution No. 0539 from Taichung DAIS, COA.

² Associate Soil Scientist and Assistant. Taichung District Agricultural Improvement Station, Changhua, Taiwan