

施用有機質肥料與化學肥料 對紫錐花養分吸收之影響¹

蔡宜峰、張隆仁、邱建中²

摘 要

本研究目的在探討有機質肥料及化學肥料對紫錐花植株主要營養要素及微量元素等養分吸收之影響。由田間試驗結果顯示，紫錐花從定植後到採收期的整個生育期間，對營養要素的吸收量是呈現持續增加的趨勢，其中在紫錐花採收期，有機肥料處理(OF)的紫錐花營養要素吸收量大多顯著的高於化學肥料處理(CF)者。如以有機肥料處理(OF)的紫錐花採收期營養要素吸收量為指標，其中氮：磷：鉀：鈣：鎂等要素吸收量比例約為6：1：12：4：2，微量元素之鐵：錳：鋅：銅吸收量比例約為56：4：2：1。有機肥料處理(OF)可以顯著增加紫錐花生育後期(定植後第86~142日)的營養要素絕對吸收速率，且紫錐花以鉀的絕對吸收速率約11.6 mg/day較高，其次分別為氮、鈣、鎂、磷及微量元素等。有機肥料處理區的土壤肥力略高於化學肥料處理區，其中有機肥料處理的土壤中交換性鉀含量135 mg/kg，顯著的高於化學肥料處理之105 mg/kg。

關鍵字：紫錐花、養分吸收、有機質肥料、化學肥料。

前 言

紫錐花(purple coneflower)為北美原生之多年生菊科植物，可供藥用及觀賞利用。紫錐花自20世紀初期即開始即被廣泛應用作為藥用用途。近年來在歐洲及北美紫錐花之消費急遽增加⁽¹⁸⁾，並成為北美銷售最佳之健康食品，美國藥草市場佔有率約9.9%⁽¹⁸⁾。栽培種以*Echinacea purpurea* 佔80%，*E. angustifolia*佔20%，及少數*E. pallida*等三種⁽¹⁴⁾。*E. purpurea*種花型美觀並廣為園藝栽培觀賞用⁽⁸⁾，主要作為切花用⁽²¹⁾。紫錐花目前在許多國家包括美國、加拿大、挪威、羅馬尼亞、芬蘭、俄羅斯及紐西蘭等均進行研究中。本場自國外引進*E. purpurea*品種，於2000年4月開始試種，至10月達開花期，每株花枝數平均3~5枝，每株花期達2個月，單枝花期約兩星期，可收穫種子。以往紫錐花係採自野生植株，唯目前已無法應付市場大量的原料需求。因此經濟栽培已開始進行研究。但是目前仍然缺乏影響生長、產量或化學成分之栽培管理技術資料供參考。由於紫錐花是本場近年來新引進的保健植物之一，相關的農藝性狀、適應性、栽培管理方法及其發展與利用之潛能，仍有待進一步的調查試驗與評估。

¹. 台中區農業改良場研究報告第 0529 號。

². 台中區農業改良場副研究員、助理研究員及研究員兼秘書。

由於利用對養分的吸收量以改善施肥效率或栽培技術，已在多種作物驗證且應用可行性頗佳^(2,4,6)。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^(1,9,15)，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^(10,22)，所以使用有機質肥料會直接影響到作物的養分吸收及生育特性等^(3,5)。所以作物利用不同有機質肥料及化學肥料栽培，將可能影響到養分吸收及轉化等生理作用，因此經由養分吸收效率之分析與評估，將可做為作物肥料管理技改進之參考。本研究目的在探討利用有機質肥料及化學肥料等不同種類肥料，對紫錐花植株氮、磷、鉀、鈣及鎂等養分吸收之影響，以期供日後栽培應用之參考。

材料與方法

田間試驗

- 一、試驗材料：紫錐花栽培品種 *Echinacea purpurea* L.。
- 二、栽培方法：於90年1月19日以種子播種，萌芽後培育至4-6葉片苗，於2月19日進行田間定植。採平床栽培，株距30 cm，行距120 cm。
- 三、試驗地點：試區設置在彰化縣大村鄉台中區農業改良場內農場，土壤屬於粘板岩沖積土，二林系。試驗前土壤電導度為0.31 mS/cm，pH值為7.75，有機質含量為30.5 g/kg，Bray-1萃取性磷為63.8 mg/kg，交換性鉀92 mg/kg，交換性鈣含量4,368 mg/kg，交換性鎂392mg/kg，鹽酸萃取性鐵、錳、鋅、銅分別為125、198、17、6.8 mg/kg。
- 四、試驗設計與處理：

試驗處理包括有機肥料(OF)及化學肥料(CF)等二處理，四重複，共計八小區，每小區6.8 m²，試區採逢機完全區集排列設計。有機肥料處理(OF)包括木屑雞糞堆肥(30 t/ha)及有機液肥(10 L/ha；加水稀釋300倍)，化學肥料處理(CF)包括木屑雞糞堆肥(10 t/ha)及台肥1號複合肥料(200 kg/ha/次/月)。試驗用堆肥為木屑雞糞堆肥(sawdust chicken compost)，堆肥成分之氮含量為1.95%，磷含量為0.28%，鉀含量為1.59%，有機碳含量為39.0%，pH值約為7.05。試驗用有機液肥為豆粕液肥，液肥成分之氮含量為0.34%，磷含量為0.12%，鉀含量為0.77%，EC值為8.26 mS/cm，pH值約為5.23。化學肥料採用台肥1號複合肥料(N-P₂O₅-K₂O：20-5-10)。有機肥料處理區依堆肥處理用量(30 t/ha)一次作基肥混入土壤中，紫錐花生育期間每隔二週施用有機液肥(加水稀釋300倍)乙次做為追肥，共約施用八次追肥。化學肥料處理的基肥，依堆肥處理用量(10 t/ha)一次混入土壤中，追肥採用台肥1號複合肥料，每隔一個月使用200 kg/ha，共施用三次追肥。

分析項目及方法

於紫錐花生育中期(定植後第85日)，及採收期(定植後第119~142日)，分別採植體樣品實施養分含量分析。其中植物體樣品洗淨後，經70℃烘箱烘乾稱乾物重，再以濕灰法(硫酸)分解後測定氮、磷、鉀、鈣及鎂含量^(7,13,16)，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。各養分吸收量則利用計算公式： $A\text{養分吸收量(g/plant)} = (A\text{養分含量}(\%) \times \text{植物體樣品乾物重(g/plant)})$ ，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。於紫錐花採收期採取0~15 cm表土樣品，土壤樣品先經風乾處理，經2 mm過篩後分別測定土壤肥力性質^(7,13,16)，土壤電導度(EC)及pH以水:土1:1，用電極法測定。土壤有機質含量採用Walkley-Black法測定。1M醋酸銨(pH 7.0)土: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。以0.1 N鹽酸抽取並用原子吸收分析儀測土壤銅、錳、鋅、鐵含量。

結果與討論

對紫錐花營養要素含量之影響

建立一種作物理想的肥培技術，應涵蓋的範圍週延很大，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，作物之生理生態及生物化學等⁽²²⁾。由於肥培管理之目的，為在最經濟的施肥效率下，使作物獲得最佳的生長勢，在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^(11,22)。因此如能探討不同肥料處理對紫錐花生理生化特性之影響，分析對紫錐花養分吸收特性之影響，將可以作為紫錐花肥培管理之參考依據。

由紫錐花生育中期(定植後第85日)之植株營養要素含量及乾物重分析調查結果顯示(表一)，有機肥料處理(OF)的植體中錳含量為51 mg/kg，顯著高於化學肥料處理(CF) 41 mg/kg，惟其他營養要素含量及乾物重等項，在有機肥料處理(OF)與化學肥料處理(CF)間並無顯著差異。另由紫錐花採收期(定植後第119~142日)之植株營養要素含量及乾物重分析調查結果顯示(表一)，其中有機肥料處理(OF)的紫錐花植體中氮及錳含量分別為2.09%及43 mg/kg，顯得的高於化學肥料處理(CF)之1.73%及35 mg/kg。在紫錐花植體中鐵含量上，有機肥料處理(OF)為494 mg/kg，與化學肥料處理(CF)之292 mg/kg相較，可達到極顯著差異水準。在紫錐花植體乾物重上，有機肥料處理(OF)為38.2 g/plant，與化學肥料處理(CF)之28.4 g/plant相較，亦可達到極顯著差異水準。由以上試驗結果顯示，如以紫錐花生育期區分，顯然在生育中期前，有機肥料處理(OF)與化學肥料處理(CF)間並無顯著差異顯現，到生育後期之採收時期，有機肥料處理(OF)的效益則逐漸高於化學肥料處理(CF)。如以紫錐花植株不同營養要素含量而言，有機肥料處理(OF)顯然可以增加紫錐花植體中微量元素之錳及鐵含量，其中紫錐花植體中氮含量，必須到採收時期，有機肥料處理(OF)效果才逐漸浮現。

表一、有機質肥料與化學肥料對紫錐花營養要素含量及乾物重之影響

Table 1. The effects of organic and chemical fertilizers on the nutrient contents and dry weight of *Echneacea purpurea* L.

Growth ¹ Days	Treatment ²	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Dry wt. (g/plant)
		----- (%) -----				----- (mg/kg) -----					
85	OF	2.30	0.42	4.64	1.70	0.75	907	51	31	14	21.3
	CF	2.27	0.45	4.48	1.56	0.67	779	41	35	14	19.9
	T-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
142	OF	2.09	0.26	3.90	1.41	0.88	494	43	30	12	38.2
	CF	1.73	0.25	3.94	1.46	0.81	292	35	27	11	28.4
	T-test	*	NS	NS	NS	NS	**	*	NS	NS	*

¹ Transplanting date: 2001\2\19. Sampling date: 2001\5\15, and 2001\7\10

² OF: Organic fertilizer, CF: Chemical fertilizer

³ **, *, and NS: Significant at $\alpha = 0.01, 0.05$ and not significant, respectively by using t test.

對紫錐花營養要素吸收量之影響

一般要使施肥效率發揮最大，必須使有機質肥料的養分礦化速率或化學肥料的有效性與作物養分吸收速率互相配合^(11,20)，所以如能研究瞭解作物養分吸收適量範圍，將可做為作物肥培管理研究之參考⁽²²⁾。由紫錐花生育中期(定植後第85日)之植株營養要素吸收量分析調查結果顯示(表二)，有機肥料處理(OF)的植株中錳吸收量為1.09 mg/plant，顯著高於化學肥料處理(CF)0.82 mg/plant，惟其他營養要素吸收量等，在有機肥料處理(OF)與化學肥料處理(CF)間並無顯著差異。另由紫錐花採收期(定植後第119~142日)之植株營養要素吸收量分析調查結果顯示(表二)，有機肥料處理(OF)的植株中氮吸收量為843 mg/plant，顯著高於化學肥料處理(CF) 599 mg/plant。磷吸收量在有機肥料處理(OF)與化學肥料處理(CF)間並無顯著差異。有機肥料處理(OF)的植株中鉀吸收量為1647 mg/plant，顯著高於化學肥料處理(CF) 1,226 mg/plant。有機肥料處理(OF)的植株中鈣吸收量為600 mg/plant，顯著高於化學肥料處理(CF) 434 mg/plant。有機肥料處理(OF)的植株中鎂吸收量為308 mg/plant，極顯著高於化學肥料處理(CF) 202 mg/plant。有機肥料處理(OF)的植株中鐵吸收量為27.7 mg/plant，極顯著高於化學肥料處理(CF) 18.0 mg/plant。有機肥料處理(OF)的植株中錳吸收量為1.82 mg/plant，極顯著高於化學肥料處理(CF) 1.11 mg/plant。鋅吸收量在有機肥料處理(OF)與化學肥料處理(CF)間並無顯著差異。有機肥料處理(OF)的植株中銅吸收量為0.49 mg/plant，顯著高於化學肥料處理(CF) 0.37 mg/plant。

由以上結果顯示，紫錐花從定植後到採收期的整個生育期間，對營養要素的吸收量是呈現持續增加的趨勢，又有機肥料處理(OF)的紫錐花營養要素吸收量大多高於化學肥料處理(CF)者。由於本試驗有機肥料處理(OF)使用30 t/ha木屑雞糞堆肥做為基肥，在紫錐花生育期間持續的使用豆粕有機液肥(每隔二週乙次)，其中堆肥能在土壤中緩和的分解釋出養分供作物吸收利用^(5,11,12)，再配合定期使用有機液肥，顯然較能持續供應養分供紫錐花吸收利用。所以在

肥料的供給面而言，如能在紫錐花生育期間持續的使用適量肥料，穩定的供給養分，將對紫錐花的生長有正面的影響。如以有機肥料處理(OF)的紫錐花採收期營養要素吸收量為指標，其中氮：磷：鉀：鈣：鎂等要素吸收量比例約為6：1：12：4：2，微量元素之鐵：錳：鋅：銅吸收量比例約為56：4：2：1。另以紫錐花株距30 cm，行距120 cm，可計算出每公頃紫錐花株數約27,775株，再與表二採收期紫錐花營養要素吸收量計算，可換算出每公頃紫錐花氮吸收量約23.4 kg/ha、磷吸收量約3.69 kg/ha、鉀吸收量約45.7 kg/ha、鈣吸收量約16.7 kg/ha、鎂吸收量約8.55 kg/ha、鐵吸收量約0.77 kg/ha、錳吸收量約0.05 kg/ha、鋅吸收量約0.03 kg/ha、銅吸收量約0.013 kg/ha。綜合以上結果可做為紫錐花肥培管理研究及應用之參考。

表二、有機質肥料與化學肥料對紫錐花營養要素吸收量之影響

Table 2. The effects of organic and chemical fertilizers on the nutrient uptakes of *Echneacea purpurea* L.

Growth ¹ Days	Treatment ²	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
----- (mg/plant) -----										
85	OF	490	89.5	988	362	160	19.3	1.09	0.66	0.30
	CF	452	89.5	891	310	133	15.5	0.82	0.70	0.28
	T-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
142	OF	843	133	1647	600	308	27.7	1.82	1.16	0.49
	CF	599	110	1226	434	202	18.0	1.11	0.92	0.37
	T-test	*	NS	*	*	**	**	**	NS	*

¹. Transplanting date: 2001\2\19. Sampling date: 2001\5\15, and 2001\7\10

². OF: Organic fertilizer, CF: Chemical fertilizer

³. **, *, and NS: Significant at $\alpha = 0.01, 0.05$ and not significant, respectively by using t test.

對紫錐花營養要素絕對吸收速率之影響

利用絕對生長速率(absolute growth rate)公式原理轉變成計算紫錐花營養要素絕對吸收速率(absolute nutrient uptakes rate)，以計算各處理間在單位時間內之營養要素吸收量，公式為 $ANUR = U_2 - U_1 / T_2 - T_1$ ； U_2 ， U_1 表示分別在 T_2 ， T_1 時之營養要素吸收量。由表三紫錐花營養要素絕對吸收速率之分析結果顯示，在紫錐花定植後第0~85日的生育前期，各營養要素絕對吸收速率在有機肥料處理(OF)與化學肥料處理(CF)間並無顯著差異，其中以鉀的絕對吸收速率約10.5~11.6 mg/day較高，其次分別為氮、鈣、鎂、磷及微量元素等。在紫錐花定植後第86~142日的生育後期，在有機肥料處理(OF)的各營養要素絕對吸收速率，均極顯著的高於化學肥料處理(CF)者。其中如以有機肥料處理(OF)者為指標，亦以鉀的絕對吸收速率約11.8 mg/day較高，其次分別為氮、鈣、鎂、磷及微量元素等。在紫錐花生育前期及生育後期之各營養要素絕對吸收速率比較顯示，鉀、鈣、錳、鋅、銅等絕對吸收速率在紫錐花生育前後期幾無差異，磷及鐵在紫錐花生育前期的絕對吸收速率高於生育後期，氮及鎂在紫錐花生育後期的絕對吸收速率高於生育前期。以上結果可做為不同生育期之肥料種類使用參考，惟仍需進一步研究探討，以期建立更詳細完整之栽培管理參考資訊。

表三、有機質肥料與化學肥料對紫錐花營養要素絕對吸收速率之影響

Table 3. The effects of organic and chemical fertilizers on the absolute nutrient uptakes rate of *Echneacea purpurea* L.

Growth ¹ Days	Treatment ²	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
----- (mg/day) -----										
0~85	OF	5.76	1.05	11.6	4.26	1.88	0.23	0.01	0.007	0.003
	CF	5.31	1.05	10.5	3.65	1.57	0.18	0.01	0.008	0.003
	T-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
86~142	OF	6.31	0.78	11.8	4.25	2.66	0.15	0.013	0.008	0.003
	CF	2.63	0.38	5.9	2.22	1.23	0.04	0.005	0.004	0.001
	T-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**

¹ Transplanting date: 2001\2\19. Sampling date: 2001\5\15, and 2001\7\10² OF: Organic fertilizer, CF: Chemical fertilizer³ **, *, and NS: Significant at $\alpha = 0.01, 0.05$ and not significant, respectively by using t 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^(17,19)。所以瞭解有機質肥料的礦化速率大小，才能達到經濟且有效地使用有機質肥料。而適當的考量作物產量標的(crop yield goals)和有機質肥料的可利用性養分潛力，亦即在作物生長期內有機質肥料的礦化潛能，則能決定有機質肥料的適宜施用量，以使有機質肥料的效益發揮最大^(11,12)。本試驗試區設置在彰化縣大村鄉台中區農業改良場內農場，土壤屬於粘板岩沖積土，二林系。試驗前土壤電導度為0.31 mS/cm，pH值為7.75，有機質含量為30.5 g/kg，Bray-1萃取性磷為63.8 mg/kg，交換性鉀92 mg/kg，交換性鈣含量4,368 mg/kg，交換性鎂392 mg/kg，鹽酸萃取性鐵、錳、鋅、銅分別為125、198、17、6.8 mg/kg。由紫錐花採收期土壤肥力分析結果顯示(表四)，以有機肥料處理(OF)的土壤交換性鉀135 mg/plant，顯著高於化學肥料處理(CF)105 mg/plant，惟其他土壤肥力特性等，在有機肥料處理(OF)與化學肥料處理(CF)間並無顯著差異。由於試驗用堆肥為木屑雞糞堆肥之鉀含量為1.59%，所以會使土壤中交換性鉀含量較高，另土壤中鈣、鎂、鐵、錳、鋅、銅含量，有機肥料處理區亦略高於化學肥料處理區。因此如長期使用有機肥料，可以逐漸增加土壤肥力特性，對栽培紫錐花應有正面影響效益。

表四、有機質肥料與化學肥料對紫錐花採收期土壤肥力之影響

Table 4. The effects of organic and chemical fertilizers on soil fertility at harvest stage of *Echneacea purpurea* L.¹

Treatment ²	EC mS/cm	pH	OM (g/kg)	P -----	K -----	Ca	Mg (mg/kg) -----	Fe	Mn	Zn	Cu
OF	0.47	7.77	33.7	78.0	135	5548	481	132	246	23	7.5
CF	0.50	7.66	32.0	83.5	105	5487	456	118	214	21	7.0
T-test	NS ³	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹.Transplanting date: 2001\2\19. Sampling date: 2001\7\10². OF: Organic fertilizer, CF: Chemical fertilizer³. **, *, and NS: Significant at $\alpha = 0.01, 0.05$ and not significant, respectively by using t test.

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. 莊作權、張宇旭、陳鴻基 1993 有機質肥料養分供應能力之評估 中華生質能源學會會誌 3-4:132-146。
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. 連深 1974 蔬菜作物之養分吸收及施肥效應 1. 芹菜、甘藍、大蒜及生薑 農業研究 23(4):263-272。
5. 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。
6. 蔡宜峰、黃祥慶 1996 利用報歲蘭養分吸收效率改進肥培技術之研究 台中區農業改良場研究彙報 53:13-24。
7. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (ed.). Methods of Soil Analysis Part 2. Academic Press, Inc., New York.
8. Brown, E. 1986. Some garden daises and sunflowers. Pav-Hort. San Francisco: Pacifi Hort. Foundation. 47:24-28.
9. 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.
10. Douglas, B. F. and F. R. Magdoff. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. J. Environ. Qual. 20:368-372.
11. 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.

12. King, L. D. 1984. Availability of nitrogen in municipal, industrial, and animal wastes. *J. Environ. Qual.* 13:609-612.
13. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. *In*: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (ed.). *Methods of Soil Analysis Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
14. Li, Thomas S. C. 1998. Echinacea: cultivation and medicinal value. *HortTechnology* 8(2):122-129.
15. Martin, J. P. and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. p.114-169. *In*: L. F. Elliott, *et al.* (ed.). *Soils for management of organic wastes and waste water* Madison, Wisconsin. USA.
16. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. *In*: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (ed.). *Methods of Soil Analysis Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
17. 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.
18. Rawls, R. 1996. Europe's strong herbal brew. *Chemical & Engineering News*, Step. 23, 1996.53-60.
19. Sims, J. T. 1986. Nitrogen transformations in a poultry manure amended soil: Temperature and moisture effects. *J. Environ. Qual.* 15:59-63.
20. Smith, S. R., and P. Hadley. 1989. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: Their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). *Plant and Soil*. 115:135-144.
21. Starman, T. W., T. A. Cerny and A. J. MacKenzie. 1995. Productivity and profitability of some field-grown specialty cut flowers. *HortScience* 23:1004-1005.
22. White, R. H. 1979. *Introduction to the principles and practice of soil science*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London.

Observation Trial of Organic and Chemical Fertilizers Application on Nutrient Uptake of *Echinacea purpurea*¹

Yi-Fong Tsai, Long-Zen Chang and Chien-Chung Chiu²

ABSTRACT

The trial is to evaluate the effect of application of organic and chemical fertilizers on the major and minor element uptakes of purple coneflower. The trial result indicated that the uptake amount of purple coneflower from transplanting stage to harvesting stage is increasing continuously. At harvested stage the uptake amount of nutrient elements in organic fertilizer treatment were significantly higher than that of chemical fertilizer treatment. Using the uptake amount of nutrient element in organic fertilizer treatment at purple coneflower harvested stage as the criterion, the uptakes rate of nitrogen : phosphorus : potassium : calcium : magnesium is about 6 : 1 : 12 : 4 : 2. The uptake rate for microelement iron : manganese : zinc : copper is 56 : 4 : 2 : 1. The application of organic fertilizer could significantly increased the absolute uptake rate of purple coneflower at late growth stage. And the potassium absolute uptake rate was the highest, about 11.6mg/day, followed by nitrogen, calcium, magnesium, phosphorus and minor-element. The soil fertility in organic fertilizer treatment was slightly higher than that of chemical fertilizer treatment. The soil exchangeable potassium amount at organic fertilizer treatment was 135 mg/kg, which is significantly higher than that of chemical fertilizer treatment of 105 mg/kg.

Key words: *Echinacea purpurea* (purple coneflower), nutrients uptake, organic fertilizer, chemical fertilizer.

¹ Contribution No. 0529 from Taichung DAIS, COA.

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