

有機肥料及苦土石灰應用在洋桔梗栽培之效應¹

蔡宜峯、陳俊位、賴文龍²

摘 要

本研究目的在於探討有機肥料及石灰等土壤改良資材應用於洋桔梗栽培之影響效應。試驗處理包括蔗渣木屑堆肥20 t/ha、有機液肥20 L/ha/month及苦土石灰2 t/ha等組成五級處理。試區設置於南投縣埔里鎮，於2007年5月定植及9月宿根連續進行兩期作洋桔梗栽培試驗。試驗結果顯示，施用蔗渣木屑堆肥、有機液肥及苦土石灰等處理，可以增進第一期夏作洋桔梗及宿根洋桔梗之植株株高、葉片數及葉寬等生育性狀，並可以增進第一期夏作洋桔梗及宿根洋桔梗之切花花枝長及花苞數等花卉品質特性，其中施用蔗渣木屑堆肥、有機液肥及苦土石灰等綜合處理相較於空白對照處理，可以增加第一期夏作洋桔梗切花採收期之洋桔梗總切花產量及洋桔梗A級切花產量，並可以增加宿根洋桔梗切花採收期植株存活率、洋桔梗總切花產量及洋桔梗A級切花產量。施用有機質肥料及苦土石灰等處理，可以提高土壤pH值及交換性鈣含量，並增加洋桔梗切花採收期葉片中磷及鈣含量。顯然，適當使用有機質肥料、有機液肥、苦土石灰等土壤改良資材，頗適用於洋桔梗栽培之應用參考。

關鍵字：洋桔梗、有機肥料、苦土石灰、土壤改良。

前 言

作物不同，需求養分成分自不同，若有機質肥料等肥料的養分成分能適當配合作物需求，則將使肥料的效益發揮最大^(15,24)。惟以土壤有機質為例，一般有機質必須經過微生物之分解作用，才能礦化釋出養分供作物吸收利用。然則當有機質礦化釋出養分太早、或累積太多、或待作物生長旺期過後才釋出者，皆不利作物生長^(6,19,20)。另氣候等環境條件對作物栽培成敗往往具有關鍵的影響，因此建立一種理想的肥培技術，應涵蓋的範圍週延很大，包括植物之生長立地環境，肥料種類特性及其施用，介質(土壤)特性及其肥力，植物之生理生態及生物化學等^(19,24)。

現在已知道有十六種要素為植物生長所必需者，故常稱為必要要素或營養要素，此十六種要素又因植物所需之多少，分為多量要素或微量要素^(6,24)。一般植物所吸收各種營養要素之來源主要包括有空氣、水、土壤(介質)及肥料等，除了碳、氫、氧以外，大部份營養要素

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0684 號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員、助理研究員、助理研究員。

都由土壤礦物或有機質分解後釋出，才能被植物吸收利用^(19,24)。但沒有一種土壤(介質)能長期蓄積足量的各種營養要素供給植物生長之所需，所以適時的施用肥料以補充適量營養要素，即為栽培作物時必要手段之一^(6,8,24)。

洋桔梗 *lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) 係原產於北美洲之一種稱之為德州藍鈴花(Texas blue-bell)，經園藝家之栽培、改良，目前流行於世界各地，近年來洋桔梗已是台灣地區頗具經濟潛力的花卉之一⁽⁴⁾。一般栽培花卉需要通氣良好之土壤，因此構造良好土壤為優先，質地以壤土及砂質壤土較好^(6,9)。若土壤質地較粘重或太粗，則需使用大量有機質肥料改良。太粘重土壤一般較容易造成根系生長不良，粗質地土壤則保肥、保水能力較差，利用有機質肥料中之纖維素、半纖維素及木質素等成分經土壤微生物分解及轉變成土壤有機質，促進土壤團粒之形成，以增加粘重土壤之大孔隙及降低其粘性^(1,14,23)。至於粗質地土壤，陽離子交換容量低，利用有機質以提高其陽離子交換容量，便可以提高其保肥及保水力^(2,5,12)。本研究目的在於探討有機肥料、有機液肥及苦土石灰處理應用於洋桔梗栽培之影響效應，並分別探討對於土壤肥力、洋桔梗葉片養分含量、洋桔梗植株生育、洋桔梗切花產量與品質之影響，以供日後研究與應用之參考。

材料與方法

一、田間試驗方式

試驗區設置於南投縣埔里鎮，於2007年5月夏作定植及9月宿根進行兩期作洋桔梗栽培試驗，洋桔梗 *lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) 品種為白底紫色花雙色系。埔里試區土壤屬於砂頁岩沖積土，試驗前土壤特性分析顯示，土壤pH值約5.1，電導度(EC)約1.57 dS/m，有機質含量約33.0 g/kg，布雷氏有效性磷含量約為230 mg/kg，交換性鉀含量約為185 mg/kg，交換性鈣含量約為925 mg/kg，交換性鎂含量約為169 mg/kg。試驗處理包括蔗渣木屑堆肥、有機液肥及苦土石灰等組合成五級處理(表一)，試區採完全逢機排列設計，三重覆。化學肥料用量依照農民慣用法施用，每一期作施用台肥43號複合肥料1,000 kg/ha，依基肥及三次追肥分成20%、30%、30%、20%施用。

試驗用蔗渣木屑堆肥氮含量約21.3 g/kg、磷含量約9.8 g/kg、鉀含量約18.1 g/kg、鈣含量約10.3 g/kg、鎂含量約7.8 g/kg、鋅含量約98 mg/kg、銅含量約27 mg/kg、有機質含量621 g/kg、pH值7.2、水分含量29.8%、C/N約17。有機液肥採用豆粕、海草粉及糖蜜發酵製成，其中氮含量約11.6 g/kg、磷含量約3.0 g/kg、鉀含量約11.9 g/kg、鈣含量約15.5 g/kg、鎂含量約12.5 g/kg、鋅含量約88 mg/kg、銅含量約34 mg/kg、pH值5.1、EC值8.3 dS/m。苦土石灰pH值約11.5、鈣含量約148 g/kg、鎂含量約38.3 g/kg。堆肥及苦土石灰僅於第一期夏作洋桔梗栽種前施用，其中堆肥處理區依處理用量一次作基肥混入土壤中，苦土石灰於基肥使用前二週，依處理用量先行撒佈後以中耕機混入土壤中。有機液肥在洋桔梗栽培期間(包括第一期夏作及宿根)約每個月使用乙次，依處理用量加水200倍稀釋後，灌注於植株周邊土壤。另分別於第一期夏作及宿根期作洋桔梗切花採收期採取土壤樣品及成熟葉片樣品，進行土壤肥力分析，以及葉片

養分含量分析，且於洋桔梗生育期間調查基本生育性狀及切花採收期調查切花產量與品質特性等。

表一、各處理之資材種類與用量

Table 1. The kind and the amount of materials used in each treatment

Treatment	Compost (t/ha)	Organic liquid fertilizer (L/ha/month)	Dolomite (t/ha)
A	20	20	2
B	20	0	2
C	0	20	2
D	20	20	0
E	0	0	0

二、分析項目與方法

土壤樣品先經風乾處理，經2mm篩網過篩後分別測定土壤化學性質，土壤pH以水:土比1:1，pH電極測定。土壤有機質含量採用Walkley-Black法測定⁽²¹⁾。土:溶液比 1:10之1 M醋酸鉍(pH 7.0)抽出液，用燄光分析儀測土壤交換性鉀含量⁽¹⁷⁾，用原子吸收光譜儀測土壤交換性鈣及鎂含量⁽¹⁸⁾。以Bray No.1方法抽取，並用鉬藍法測土壤Bray-1磷⁽²²⁾。有機肥料及植物體樣品均經70°C烘箱烘乾，以濕灰法(硫酸)分解後測定氮、磷、鉀、鈣及鎂量，其中以微量擴散法測定全氮量⁽¹³⁾，利用鉬黃法呈色及分光光度計(於420 nm下)比色法測定其全磷量⁽²²⁾，利用燄光分析儀測定其全鉀量⁽¹⁷⁾，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量⁽¹⁸⁾。

結果與討論

一般有機質肥料施用入農田中，具有增進農田土壤肥力、改善土壤理化性及生物性之功效^(1,11,23)，進而可以增進農作物生長與產量^(3,10,20)。由第一期夏作洋桔梗植株生育性狀之調查結果顯示(表二)，洋桔梗植株存活率在不同處理間差異不顯著，洋桔梗植株株高、葉片數、葉寬及葉長等生育性狀在部分處理間有所差異；其中洋桔梗植株株高以施用蔗渣木屑堆肥20 t/ha、有機液肥20 L/ha/month及苦土石灰2 t/ha之A處理較高，其次依序為施用蔗渣木屑堆肥20 t/ha及苦土石灰2 t/ha之B處理、施用蔗渣木屑堆肥20 t/ha及有機液肥20 L/ha/month之D處理、施用有機液肥20 L/ha/month及苦土石灰2 t/ha之C處理，而以對照之E處理者較低。洋桔梗植株葉片數以A處理及D處理較高，其次依序為B處理和C處理，而以對照E處理者較低。洋桔梗植株葉寬及葉長以A處理、B理、C處理、D處理等較高，惟上述處理間差異不顯著，而以對照E處理者較低。

表二、有機肥料及苦土石灰對第一期夏作洋桔梗植株生育性狀之影響¹Table 2. Effects of organic fertilizers and dolomite on the growth characteristics of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) at first summer crop¹

Treatment ²	Height of shoot (cm)	No. of leaf (no/plant)	Width of leaf (cm)	Length of leaf (cm)	Survival rate (%)
A	18.7a ³	15.7a	3.53a	5.43a	97a
B	17.3ab	14.3b	3.23a	4.92a	96a
C	15.5b	14.0b	3.25a	4.92a	96a
D	16.8ab	16.0a	3.31a	5.01a	96a
E	11.4c	13.0c	2.45b	3.91b	93a

¹Day 25 after transplanted.² See Table 1.³ Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

由宿根洋桔梗植株生育性狀之調查結果顯示(表三)，洋桔梗植株葉長及存活率在不同處理間差異不顯著，洋桔梗植株株高、葉片數及葉寬等生育性狀在部分處理間有所差異，其中洋桔梗植株株高以A處理較高，其次依序為B處理、D處理和C處理，以對照E處理者較低。洋桔梗植株葉片數以A處理較高，其次依序為C處理、D處理和B處理，以對照E處理者較低。洋桔梗植株葉寬以A處理較高，其次依序為B處理、D處理和C處理，以對照E處理者較低。由於蔗渣木屑堆肥及苦土石灰僅在第一期夏作整地時以全量一次施用，有機液肥則在洋桔梗栽培期間(包括第一期夏作及宿根)約每個月使用乙次，由表三結果顯示，宿根洋桔梗植株株高、葉片數及葉寬等生育性狀在綜合施用蔗渣木屑堆肥20 t/ha、有機液肥20 L/ha/month及苦土石灰2 t/ha之A處理表現較佳。

表三、有機肥料及苦土石灰對宿根洋桔梗植株生育性狀之影響¹Table 3. Effects of organic fertilizers and dolomite on the growth characteristics of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) at ratoon crop¹

Treatment ²	Height of shoot (cm)	No. of leaf (no/plant)	Width of leaf (cm)	Length of leaf (cm)	Survival rate (%)
A	19.6a ³	10.2a	3.58a	6.50a	88a
B	16.6b	8.6b	3.36ab	6.29a	89a
C	15.6b	9.2ab	3.23ab	6.29a	86a
D	16.3b	9.2ab	3.28ab	6.18a	88a
E	10.3c	6.1c	2.93b	6.08a	77a

¹Day 18 after ratooned.² See Table 1.³ Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

由第一期夏作洋桔梗切花採收期之花卉品質之調查結果顯示(表四)，洋桔梗切花花梗徑、花朵長、花朵寬、植株存活率等特性在不同處理間差異不顯著，洋桔梗切花花枝長、花朵數在部分處理間有所差異，其中花枝長以A處理、B處理、C處理及D處理等較高，惟上述處理間差異不顯著，而以對照E處理者較低。花朵數以A處理、B處理及D處理等較高，其次為C處理，而以對照E處理者較低。

表四、有機肥料及苦土石灰對第一期夏作洋桔梗切花品質之影響

Table 4. Effects of organic fertilizers and dolomite on the cut flower qualities of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) at first summer crop

Treatment ¹	Length of flower stalk	Diameter of flower stalk	No. of flower	Length of flower	Width of flower	Survival rate
	(cm)	(mm)	(no./stalk)	(cm)	(cm)	(%)
A	69.2a ²	3.96a	10.7a	5.88a	2.46a	94a
B	66.5a	3.92a	10.5a	5.84a	2.47a	91a
C	64.2a	3.83a	9.8ab	5.76a	2.41a	89a
D	67.9a	3.92a	10.6a	5.88a	2.48a	91a
E	54.2b	3.55a	8.2b	5.42a	2.30a	86a

¹See Table 1.

² Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

由宿根洋桔梗切花採收期之花卉品質之調查結果顯示(表五)，洋桔梗切花花梗徑、花朵長、花朵寬等特性在不同處理間差異不顯著，洋桔梗切花花支長、花朵數、植株存活率在部分處理間有所差異，其中花支長、花朵數、植株存活率均以A處理、B處理、C處理及D處理等較高，惟上述處理間差異不顯著，而以對照E處理者較低。

表五、有機肥料及苦土石灰對宿根洋桔梗切花品質之影響

Table 5. Effects of organic fertilizers and dolomite on the cut flower qualities of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) at ratoon crop

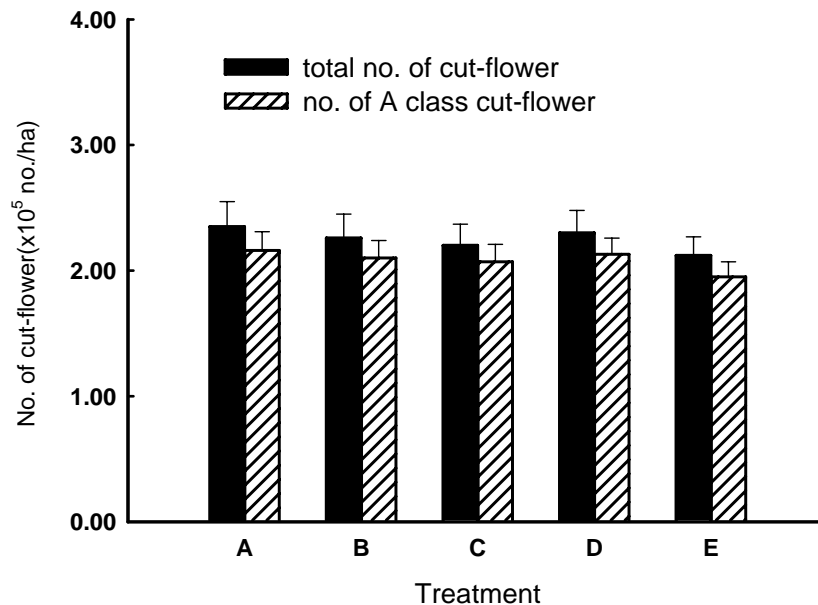
Treatment ¹	Length of flower stalk	Diameter of flower stalk	No. of flower	Length of flower	Width of flower	Survival rate
	(cm)	(mm)	(no./stalk)	(cm)	(cm)	(%)
A	48.2a ²	3.25a	7.47a	5.58a	2.44a	79a
B	46.2a	3.29a	7.54a	5.54a	2.43a	76a
C	47.2a	3.33a	7.38a	5.51a	2.40a	73a
D	47.8a	3.30a	7.36a	5.55a	2.39a	74a
E	35.1b	3.02a	5.62b	5.03a	2.25a	56b

¹See Table 1.

² Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

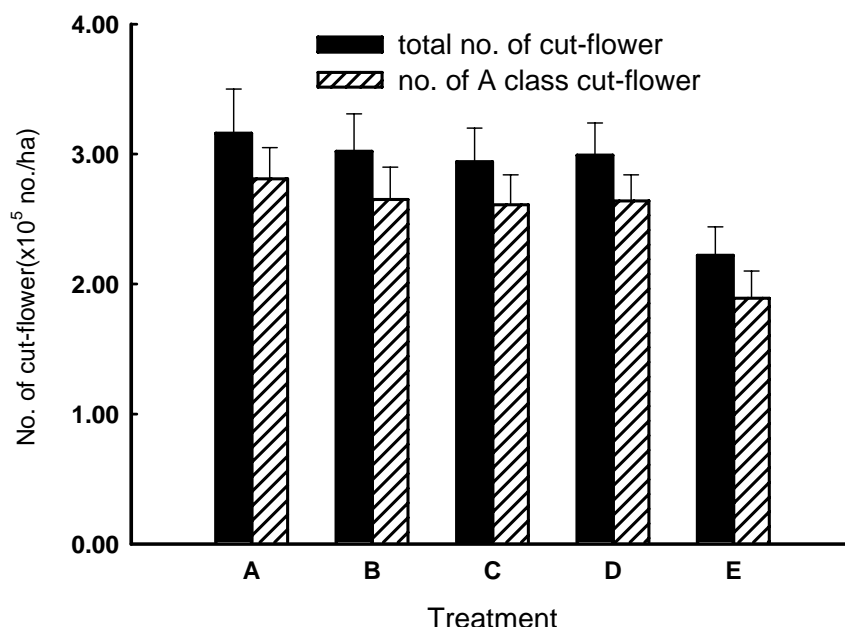
堆肥施入土壤中，必須經過微生物的分解作用，才能礦化釋出養分供作物吸收利用，同時也會影響到土壤理化性及生物性等。然則當有機質礦化釋出養分太早、或累積太多、或待作物生長旺期過後才釋出者，皆不利作物生長^(2,6,15)。施用有機質肥料可增加土壤中容易被固定養分如磷之有效性及移動性，增進作物吸收，許多微量元素經由有機質之帶入及保持^(3,7,16)，也是一般化學肥料無法一一具有的優點。綜合表四及表五結果，施用蔗渣木屑堆肥、有機液肥及苦土石灰處理無論對第一期夏作或宿根洋桔梗的切花花枝長及花朵數均有很正面的增進效益，且對宿根洋桔梗植株存活率有明顯的改善效益。

由第一期夏作洋桔梗切花產量調查結果顯示(圖一)，洋桔梗總切花支數及A級切花支數在不同處理間差異不顯著，其中A處理相較於對照E處理，洋桔梗總切花支數及A級切花支數可增加約10.4%及10.7%。由宿根洋桔梗切花產量調查結果顯示(圖二)，洋桔梗總切花支數及A級切花支數在部分處理間略有差異，其中以A處理的洋桔梗總切花支數 3.16×10^6 no./ha及A級切花支數 2.81×10^6 no./ha較高，其次依序為B處理、D處理及C處理，而以對照E處理較低。其中A、B、C及D處理間差異不顯著，而如以施用蔗渣木屑堆肥、有機液肥及苦土石灰(A)處理相較於對照(E)處理，洋桔梗總切花支數及A級切花支數可增加約42.3%及48.7%。綜合圖一及二結果顯示，施用蔗渣木屑堆肥、有機液肥及苦土石灰等處理均有增加洋桔梗總切花支數及A級切花支數的效益。再證諸於表四及表五中，施用蔗渣木屑堆肥、有機液肥及苦土石灰等處理相較於空白對照處理，可以增加第一期夏作洋桔梗切花採收期植株存活率約10.3%，增加宿根洋桔梗切花採收期植株存活率約41.9%。顯然施用蔗渣木屑堆肥、有機液肥及苦土石灰處理對洋桔梗植株存活率有正面的影響效益，再相對的增進洋桔梗單位面積的切花產量。



圖一、有機肥料及苦土石灰對第一期夏作洋桔梗切花產量之影響。

Fig. 1. Effects of organic fertilizers and dolomite on the yield of cut-flower of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) at first summer crop.



圖二、有機肥料及苦土石灰對宿根洋桔梗切花產量之影響。

Fig. 2. Effects of organic fertilizers and dolomite on the yield of cut-flower of lisanthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) at ratoon summer crop.

一般農業有機廢棄物均兼具污染性及資源性，如經過妥善處理生產為品質優良的有機肥料，將能轉化為農業生產系統中的養分源(氮、磷、鉀)及能源(碳)^(5,8,12)，所以施用有機質肥料具有增加土壤肥力之直接功效，而且土壤中的有機質含量、有效性磷含量、交換性鉀含量、交換性鈣含量及交換性鎂含量等土壤肥力因子將會影響到栽培作物植物體中磷、鉀、鈣及鎂等養分含量^(3,9)。由第一期夏作洋桔梗切花採收期土壤肥力之分析結果顯示(表六)，土壤EC值、有機質含量、Bray 1萃取性磷含量、交換性鉀含量及交換性鎂含量等在不同處理間差異不顯著，土壤pH值及交換性鈣含量在不同處理間互有差異。其中土壤pH值及交換性鈣含量以A處理、B處理、C處理等較高，其次為D處理，而以對照E處理者較低。

由宿根洋桔梗切花採收期土壤肥力之分析結果顯示(表七)，土壤EC值、有機質含量、Bray 1萃取性磷含量、交換性鉀含量及交換性鎂含量等在不同處理間差異不顯著，土壤pH值及交換性鈣含量在部分處理間互有差異。其中土壤pH值以A處理、B處理、C處理等較高，其次為D處理，而以對照E處理者較低。土壤交換性鈣含量以A處理、B處理等較高，其次依序為C處理和D處理，而以對照E處理者較低。林等(1973)研究指出在長期施用堆肥區土壤氮素的蓄積約倍增於化學氮肥區，且堆肥區土壤有機碳含量高於化肥區，所以增加土壤有機質可提高土壤穩定供應養分⁽¹⁾。施用堆肥除增加土壤有機質含量外，亦會增進土壤團粒結構，改善土壤物理特性等效能⁽¹⁴⁾。綜合表六及七土壤肥力分析結果顯示，施用堆肥處理區(A, B, D)的土壤有機質含量略高於未施堆肥處理區(C, E)，施用苦土石灰處理區(A, B, C)的土壤交換性鈣含量則較高於對照區(E)，顯然，適當施用堆肥及苦土石灰處理均有改善土壤肥力特性之功效。

表六、有機肥料及苦土石灰對第一期夏作洋桔梗切花採收期土壤肥力之影響

Table 6. Effects of organic fertilizers and dolomite on the soil fertility on the harvest stage of cut flower of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) at first summer crop

Treatment ¹	pH	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Bray 1 P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
A	6.55a ²	2.32a	29.4a	146a	256a	1,358a	205a
B	6.60a	2.36a	29.6a	152a	261a	1,346a	194a
C	6.59a	2.29a	26.2a	137a	247a	1,378a	193a
D	6.37ab	2.30a	29.9a	150a	263a	1,120ab	172a
E	5.25b	2.28a	26.3a	130a	255a	1,103b	183a

¹See Table 1.² Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

表七、有機肥料及苦土石灰對宿根洋桔梗切花採收期土壤肥力之影響

Table 7. Effects of organic fertilizers and dolomite on the soil fertility on the harvest stage of cut flower of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) at ratoon crop

Treatment ¹	pH	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Bray 1 P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
A	6.49a ²	2.80a	27.6a	185a	276a	1,235a	186a
B	6.50a	2.74a	27.0a	180a	282a	1,211a	189a
C	6.42a	2.70a	25.7a	173a	280a	1,167ab	175a
D	6.07ab	2.69a	27.3a	179a	273a	1,086ab	180a
E	5.10b	2.84a	26.0a	163a	268a	1,042b	169a

¹See Table 1.² Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

有機質是植物養分的寶庫，如氮、磷、硫及微量元素大都和有機質結合⁽⁶⁾，因此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^(2,11,14)。施用有機質肥料亦可增加土壤中容易被固定養分如磷之有效性及移動性，增進作物吸收^(3,7,16)，並將會影響到栽培作物植物體中磷、鉀、鈣及鎂等養分含量^(3,9)。由第一期夏作洋桔梗切花採收期葉片養分含量之分析結果顯示(表八)，葉片中氮、鉀、鎂等養分含量在不同處理間差異不顯著，葉片中磷及鈣含量在部分處理間略有差異。其中葉片中磷含量以A處理、B處理、D處理等較高，其次為C處理，而以對照E處理者較低。葉片中鈣含量以A處理、B處理等較高，其次依序為C處理及D處理，而以對照(E)處理者較低。由宿根洋桔梗切花採收期葉片養分含量之分析結果顯示(表九)，葉片中氮、磷、鉀、鈣、鎂等養分含量在不同處理間差異不顯著。由於表六顯示施用堆肥處理區(A, B, D)的土壤有機質含量及Bray 1萃取性磷含量略高於未施堆肥處理區(C,E)，相對應於第一期夏作洋桔梗切花採收期葉片中磷含量在施用堆肥處理區(A, B, D)較高

於未施堆肥處理區(C,E)者。另施用苦土石灰處理區(A, B, C)的土壤pH值及土壤交換性鈣含量較高，相對影響到第一期夏作洋桔梗切花採收期葉片中鈣含量。顯然施用蔗渣木屑堆肥及苦土石灰等處理將會影響到土壤肥力特性及第一期作植株葉片中養分含量，惟對第二期作(宿根)植株葉片中養分含量則未能達到顯著影響。

表八、有機肥料及苦土石灰對第一期夏作洋桔梗切花採收期葉片養分含量之影響

Table 8. Effects of organic fertilizers and dolomite on the leaf nutrient contents of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) on the harvest stage of cut flower at first summer crop

Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg
	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)
A	23.4a ²	1.48a	39.5a	9.68a	12.8a
B	24.0a	1.47a	37.6a	9.81a	12.1a
C	23.0a	1.35ab	36.7a	9.07ab	12.4a
D	23.5a	1.51a	38.4a	8.64ab	11.6a
E	22.5a	1.24b	35.1a	7.53b	11.2a

¹See Table 1.

²Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

表九、有機肥料及苦土石灰對宿根洋桔梗切花採收期葉片養分含量之影響

Table 9. Effects of organic fertilizers and dolomite on the leaf nutrient contents of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) on the harvest stage of cut flower at ratoon crop

Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg
	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)
A	22.6a ²	1.35a	3.07a	8.72a	9.13a
B	22.2a	1.36a	3.11a	8.63a	9.07a
C	22.6a	1.30a	3.12a	8.70a	9.11a
D	22.7a	1.37a	3.03a	8.20a	9.01a
E	22.4a	1.23a	3.09a	7.52a	8.97a

¹See Table 1.

²Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

參考文獻

- 林家棻、李子純、張愛華、陳卿英 1973 長期連用同樣肥料對於土壤化學性質與稻谷收量之影響 農業研究 22(4):241-262。
- 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、楊明富 1992 水稻-田菁-玉米輪作制度下施用堆肥對土壤肥力之影響 中國農業化學會誌 30:553-568。
4. 孫文章、王瑞章、陳俊仁、胡文若 2005 外銷洋桔梗栽培技術 台南區農業改良場技術專刊 (No. 130) 台南區農業改良場編印。
5. 黃山內 1991 豬糞堆肥在作物生產之利用 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯 p.1-18 台灣省畜產試驗所編印。
6. 黃裕銘 1998 肥培管理與生理障礙 p.91-105 玫瑰病蟲害及栽培綜合管理 行政院農委會、台灣省農林廳、台灣區花卉發展協會編印。
7. 楊秋忠、趙震慶 1995 台灣農地之地力問題與對策—微生物土壤環境品質與土壤地力問題及其對策研討會論文集 p.99-108 中華土壤肥料學會編印。
8. 雷通明 1987 從土壤學觀點談農業現代化 中華水土保持學報 18:1-12。
9. 蔡宜峰、陳俊位 2006 有機質肥料對彩色海芋生長之影響 台中區農業改良場研究彙報 92:23-33。
10. 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。
11. 蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1995 堆肥有效養分潛能估測之研究 有機質肥料合理施用技術研討會專刊 p.242-258 台灣省農業試驗所特刊第50號。
12. 嚴式清 1989 畜牧廢棄物在有機農業之利用 有機農業研討會專集 p.245-249 台中區農業改良場特刊16號。
13. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
14. Grandy, A. S., G. A. Porter and M. S. Erich. 2002. Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. Soil Sci. Soc. Am. J. 66:1311-1319.
15. 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.
16. Hons, H. M., R. F. Moresw, R. P. Wiedenfeld and J. T. Cothren. 1986. Applied nitrogen and phosphorus effects on yield and nutrient uptake by high-energy sorghum produced for grain and biomass. Agron. J. 78:1069-1078.
17. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.

18. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. P.247-262. In: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
19. 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.
20. Morachan, Y. B., W. C. Moldenhauer and W. E. Larson. 1972. Effects of increasing amounts of organic residues on continuous corn. I. Yields and soil physical properties. *Agron. J.* 64:199-203.
21. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. P.539-579. In: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
22. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
23. Sommerfeldt, T. G., C. Chang and T. Entz. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen, and decrease carbon to nitrogen ratio. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1668-1672.
24. White, R. H. 1979. Nutrient cycling. p.129-143. In: *Introduction to the principles and practice of soil science.* Blackwell Scientific Publications. Oxford. London.

Effects of Application of Organic Fertilizers and Dolomite on the Growth of Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.)¹

Yi-Fong Tsai, Chein-Wei Chen and Wen-Long Lay²

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the application of organic fertilizers and dolomite on the growth effects of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.). Field experiment was conducted with different treatments with bagase-sawdust compost (20 t/ha), organic liquid fertilizer (20 L/ha/month) and dolomite (2 t/ha) at Puli town, Nantou county. The first crop started on May and the ratoon on September at 2007. The results showed that the growth characteristics of lisianthus (height of shoot, number of leaf, width of leaf) and the qualities of cut-flower (length of flower stalk, number of flower) have the positive responses on the treatments of bagase-sawdust compost, organic liquid fertilizer and dolomite at both of first summer crop and ratoon. The survival rate, yield of cut-flower and class A number of cut-flower at first summer crop of lisianthus on the treatment of bagase-sawdust compost, organic liquid fertilizer and dolomite were higher than that on the control by 10.3%, 10.4% and 10.7%, respectively. The survival rate, yield of cut-flower and class A number of cut-flower at ratoon crop of lisianthus on the treatment of bagase-sawdust compost, organic liquid fertilizer and dolomite were higher than that on the control by 41.9%, 42.3% and 48.7%, respectively. The application of bagase-sawdust compost and dolomite could increase the pH and the content of calcium of soil. The contents of leaf P and Ca were also increased at cut-flower harvest stage of lisianthus. However, the application of bagase-sawdust compost, organic liquid fertilizer and dolomite can be useful and suitable for the cultivation of lisianthus.

Key words: lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.), organic fertilizer, dolomite, soil amelioration.

¹ Contribution No. 0684 from Taichung DARES, COA.

² Research Fellow, Assistant Research Fellow and Assistant Research Fellow, Taichung DARES, ROC.