

不同比例羽毛堆肥對草花生長之影響¹

王茗慧²、藍玄錦²、曾宥紘²、洪惠娟^{2*}

摘 要

環境綠美化之草花如矮牽牛、四季海棠及非洲鳳仙等，於育苗期間需施肥管理，若能提高育苗介質之緩效供肥能力，則具省工效果。本場研發羽毛堆肥成品具有性狀穩定，無二次發酵問題並具長效供肥特性，端此，本研究擬探討育苗介質混入不同比例的羽毛堆肥對草花生長的影響。本試驗於泥炭介質中拌入 0、1/4 及 1/2 體積之羽毛堆肥，以探討添加羽毛堆肥對矮牽牛、四季秋海棠及非洲鳳仙生長的影響，另以添加化學緩釋肥 (N-P₂O₅-K₂O=14-12-13) 及未添加為對照。研究結果顯示，添加羽毛堆肥的處理組(1/2 羽毛堆肥及 1/4 體積羽毛堆肥)在植物株高、寬度及側芽數方面均有顯著提升，且葉片黃化率降低，植株健康狀況較對照組佳。此外，羽毛堆肥的成分比介質增加了氮、鉀、鈣、鎂等養分含量，進一步促進了植物的生長發育。在矮牽牛綠化花箱試驗中，添加羽毛堆肥的處理組顯示出更好的綠化效果，植株高度和寬度均優於全泥炭處理組。綜合上述結果，本研究證實羽毛堆肥可作為草花有效的替代栽培介質，不僅提升植物生長表現，還有助於減少化學肥料的使用。

關鍵字：泥炭、羽毛堆肥

前 言

肥料為作物生產所需之養分來源，化學肥料因反應快速，可適時提供作物養分吸收，為目前慣行農法必不可缺之生產資材及成本投入，化學肥料製造過程，因化石燃料投入及製程皆會產生碳排放，如何減少化學肥料施用是農耕栽培課題之一。泥炭為臺灣離地栽培常用介質，然而泥炭價格昂貴仰賴進口，開採及使用也皆產生碳排放，若能開發相應技術，來降低進口資材及化學肥料使用，應能有助於低農業生產之碳排放。許多研究提及農業剩餘物經適當堆肥後，可應用為栽培介質 (Hernández-Apaolaza *et al.*, 2005; Herrera *et al.*, 2008; Bustamante *et al.*, 2008; Jayasinghe, 2014)，堆肥化為有機物經微生物分解與聚合反應，生成穩定腐植物質，而堆肥過程中除調整適宜之堆肥材料以利堆肥進程，若添加適用於此堆肥材料之微生物菌種，則具有加速腐熟之功效(蔡等，2009；

¹ 農業部臺中區農業改良場研究報告第 1096 號。

² 農業部臺中區農業改良場研究助理、助理研究員、副研究員、副研究員。

*通訊作者：hunghe@tcdares.gov.tw

蔡與陳，2012)。且堆肥與栽培介質如泥炭或椰纖混拌後，可提高介質養分含量，增進作物生產 (Grigatti *et al.*, 2007；Ruiz & del Carmen Salas, 2019；Zeng *et al.*, 2018)，新鮮有機質肥料如植物渣粕肥料、魚廢渣肥料及動物廢渣肥料等，因富含蛋白質，在土壤濕潤條件下，可因微生物分解而釋放養分，雖可降低化學肥料用量，然而，高蛋白質含量之有機質肥料，礦化速率快且價格通常較貴，常於有機友善大量應用，羽毛為高氮含量之養分，經堆肥化可直接應用為栽培介質，並具生產效能 (曾與郭，2020)。堆肥化為有機物經微生物分解與聚合反應，生成穩定腐植物質，而堆肥過程中除調整適宜之堆肥材料以利堆肥進程。草花應用於景觀美化，常以無土栽培有利於病害控制、肥料管理及節省水分供應，常用介質為泥炭與椰纖，生產盆花與花壇苗物，須具良好栽培介質與適當施肥，肥料中礦物元素對草花的生長具有重要影響。不同礦物元素如氮、磷、鉀、鈣、鎂等，能夠促進草花的根系發展、葉片生長以及花朵的品質。其中，氮有助於植物的葉片茂盛，磷能促進根系及花朵的發育，而鉀則提高植物的抗病能力及整體生長的健康。適量施用這些礦物元素，並根據草花的需求調整配比，將有助於草花的健康生長與良好開花效果。綠化花箱是指用於種植花草植物的容器，通常用於城市綠化、美化環境以及改善空氣質量。在栽培中，綠化花箱的應用環節主要包括選擇適合的植物種類，提供適當的土壤與肥料，以及定期的維護與修剪，這些環節不僅確保植物的健康生長，也能延長花箱的使用壽命，達到最佳的綠化效果。本試驗以不同比例羽毛生物堆肥與泥炭混拌後，探討對 3 種草花育苗及矮牽牛綠化花箱之效果影響，以了解羽毛堆肥在草花栽培上可行之應用方式。

材料與方法

一、地點

試驗地點於南投縣魚池鄉臺中區農業改良場埔里分場，海拔約 625 m，栽培於塑膠布溫室(可活動收張之 50 %針織黑色外遮陰網及 50 %平織銀黑色內遮陰網，兩側具活動式塑膠布捲簾)，溫室內配備內循環扇及微噴霧降溫系統，於 113 年 2 月至 4 月進行試驗，試驗期間平均濕度 85-95%，平均溫度 20-25℃。

二、幼苗試驗及調查項目

本研究以矮牽牛、四季海棠及非洲鳳仙等 3 種草花為材料，其中矮牽牛 3 個品種，分別為‘夢幻’(濃紫青(Dreams Midnight))、‘狂想曲’(Red)及‘夢幻’(紅色(Dreams Red))；四季海棠品種為‘超級翡翠’(粉紅(Pink))、‘超級翡翠’(紅(Red))及‘超級翡翠’(桃紅(Hot Pink))；非洲鳳仙則為‘曙光’(混合色(Mix))及‘曙光’(紅(Red))，草花小苗皆購自陽昇園藝。試驗分為 5 個處理。處理 A：全泥炭；處理 B：1/2 泥炭+1/2 羽毛堆肥；處理 C：3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥；處理 D 全泥炭+每盆 1 g 緩釋型肥料；處理 E：3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥+每盆 1 g 緩釋型肥料(肥料品牌為新好康多一號，N-P₂O₅-K₂O=14-12-13)，其中泥炭土為立陶宛進口之 TS4 泥炭，羽毛堆肥由本場土壤肥料研究室曾宥紘博士提供，以菇包

生產剩餘木屑為主體，添加 5%羽毛分解營養物質製成。

每處理 15 個 3 吋盆為一重複，每處理為 3 重複(共 45 盆)，於 2024 年 2 月種植，20 日後調查植株株高、寬度、側芽數、葉片黃化率及死亡率情形。

三、矮牽牛綠化花箱試驗

育苗完成之矮牽牛移植至綠化花箱，花箱長寬高 60 cm×17 cm×15 cm，每花箱每品種栽種 3 株，3 個品種‘夢幻’(濃紫青)、『狂想曲』及‘夢幻’(紅色)各栽種 20 箱，共 60 箱，試驗分為 3 個處理。處理 A：全泥炭；處理 B：1/2 泥炭+1/2 羽毛堆肥；處理 C：3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥，每一箱為一重複共 20 重複，定植 30 日後調查株高、寬度，並取植株及介質進行營養分析及生長評估。

四、介質及植體元素分析

(一)介質化學分析方法

將介質風乾後，以 2 mm 篩土網過篩，進行測定。介質 EC 及 pH 用水：土(1:10)萃取後，以電極法測定，有機質含量採用 Walkey-Black 法測定(Walkley and Black, 1934)，樣品之氮用微量擴散法測定(Keeney and Nelson, 1982)，磷用比色法定量(Olsen and Sommers, 1982)，鉀用火焰光度計測定(Sherwood flam photometer 410)，鈣、鎂及微量元素銅、錳、鋅、鐵則用原子吸收光譜儀(Hitachi Polarized Zeeman Atomic absorption spectrophotometer Z-5000 型)分析(Kundsen & Peterson, 1982)。

(二)植體養分分析方法

進行矮牽牛植體採樣，樣品經烘乾磨粉後，將植體樣本以濃硫酸與雙氧水硝化分解，依上述方法測定氮、磷、鉀、鈣、鎂及微量元素銅、錳、鋅、鐵。

結 果

本試驗之羽毛堆肥為臺中區農業改良場開發商業化配方，與不同比例泥炭介質混合後其養分分析如表一所示，本試驗之泥炭酸鹼值(pH) 5.18、電導度(EC) 1.45 dS/m、有機質(OM) 88.1%、有機碳(OC) 44.1%，羽毛堆肥其酸鹼值(pH)、電導度(EC)、有機質(OM)含量較泥炭低，其電導度(EC) 4.67 dS/m、氮(N) 2.6%、鉀(K) 7.01 g/kg、鈣(Ca) 2.60 g/kg、鎂(Mg) 0.67 g/kg 含量較泥炭則顯著較高，泥炭礦物元素方面，氮(N)、鉀(K)低，磷(P)高，一般栽培壤土的特性(湯，2019)，大部分 pH 值範圍落在 5.5-6.7，泥炭介質 pH 值明顯較低，添加羽毛堆肥可調整 pH 值到 6-7，一般壤土電導度(EC) 6.4-9.2 dS/m，泥炭、堆肥介質 EC 值明顯低於壤土。

表一、不同比例羽毛堆肥與泥炭混合後介質之酸鹼值、電導度值及礦物元素分析

Table 1. The pH、EC and mineral nutrients of growth medium mixed with different proportion of peat and feather compost

Material	pH	EC (dS/m)	OM (%)	OC (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (g/kg)
Peat	5.18b ¹	1.45d	88.1a	44.1a	1.03d	296a	1.31d
Feather compost	6.79a	4.67a	65.1d	32.6d	2.60a	8.33c	7.01a
1/2 peat+1/2 FC	6.22ab	3.85b	72.3c	36.2c	2.12b	8.00c	5.46b
3/4 peat+1/4 FC	6.47ab	2.99c	77.8b	38.9b	1.63c	119b	4.03c
Mineral nutrients							
	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	
Peat	1.49d	0.22d	0.34a	2.83a	1.15a	2.63a	
Feather compost	2.60a	0.67a	0.25c	0.12c	0.22d	1.09b	
1/2 peat+1/2 FC	2.39b	0.50b	0.28b	0.41bc	0.40c	0.96b	
3/4 peat+1/4 FC	2.26c	0.36c	0.33a	0.81b	0.80b	1.17b	

¹Means within the same column followed by the same letter indicate no significant difference by LSD at $p \leq 0.05$.

矮牽牛 3 個品種幼苗生育情形在全泥炭介質及添加 1g 緩釋型肥料($N-P_2O_5-K_2O=14-12-13$)處理，葉片黃化情形及植株不健康狀況最為明顯，其生長狀況皆不如添加羽毛堆肥之處理(圖一)，生育性狀如表二所示，矮牽牛‘夢幻’(濃紫青)的株高、株寬以 E 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥+1g 緩釋型肥料($N-P_2O_5-K_2O=14-12-13$))較高，以 A 處理(全泥炭)及 D 處理(全泥炭+1g 好康多)較低；且 A 處理及 D 處理無側芽生長；‘狂想曲’的株高、株寬以 B 處理(1/2 泥炭+1/2 羽毛堆肥)較高，A 處理(全泥炭)較低；‘夢幻’(紅色)的株高、株寬以 C 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥)較高，D 處理較低(全泥炭+1g 緩釋型肥料($N-P_2O_5-K_2O=14-12-13$))，矮牽牛其葉片黃化率及開花率皆以 A 處理(全泥炭)最高(圖一)，其次為 D 處理，顯示氮肥明顯不足，添加 1g 緩效肥僅略改善；株高、株寬、側芽及黃化率以 B、C、E 較佳，差異不顯著，整體生長生育評估 B、C、E 最佳；全泥炭處理雖然開花率最高，但是植株外觀、葉片顏色明顯遜於其他羽毛堆肥處理，本項開花率指標未來應可用開花數代替。

表二、不同比例羽毛堆肥對 3 種矮牽牛幼苗生長之影響

Table 2. Effects of different proportion feather compost on plant characteristics of three variety of petunia at the plantlets growth

Variety	Treatment ¹	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Lateral bud number (no.)	Leaf yellow rate (%)	Flowering rate (%)	Death rate (%)
Dreams Midnight	A	10.2c ²	4.59c	0	100	100	0
	B	13.6ab	8.69b	4.44a	22.2	86.7	4.44
	C	12.8b	7.70b	2.25a	8.89	62.2	6.67
	D	10.1c	4.87c	0	53.3	88.9	0
	E	14.3a	10.3a	4.67a	44.4	80.0	4.44
Red	A	9.72c	8.22c	1.00a	100	93.3	0
	B	13.8a	11.5a	2.67a	74.4	80.0	2.22
	C	13.1a	9.56bc	2.33a	42.2	91.1	4.44
	D	11.3b	10.1ab	3.00a	71.1	80.0	0
	E	12.3ab	10.9ab	2.56a	37.8	82.2	2.22
Dreams Red	A	10.6bc	5.56bc	1.00a	88.8	80.0	0
	B	12.4ab	6.94a	1.67a	57.8	68.9	2.22
	C	13.0a	7.12a	1.78a	42.2	82.2	0
	D	10.1c	5.28c	1.00a	82.2	62.2	0
	E	12.1abc	6.22ab	1.56a	55.6	60.0	2.22

¹A : peat ; B : 1/2 peat + 1/2 FC ; C : 3/4 peat + 1/4 FC ; D : peat + 1g slow-release fertilizer (N-P₂O₅-K₂O=14-12-13) ; E : 3/ 4peat + 1/4 FC + 1g slow-release fertilizer (N-P₂O₅-K₂O=14-12-13).

²Means within the same column followed by the same letter indicate no significant difference by LSD at $p \leq 0.05$.



圖一、不同比例羽毛堆肥對 3 種矮牽牛幼苗生長情形(由左至右品種: ‘夢幻’(濃紫青)、‘狂想曲’、‘夢幻’(紅色))。

Fig 1. Effects of different proportion feather compost on plant growth of three variety of petunia at the plantlets growth (varieties used are Dream Midnight, Red, Dream Red from left to right). A-D as described at Table 2.

四季秋海棠幼苗生長情況如表三所示，‘超級翡翠’(粉紅)及的株高、株寬及側芽數處理無明顯差異，‘超級翡翠’(紅)側芽數以 E 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥+1g 好康多)較高，以 A 處理(全泥炭)及 E 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥+1g 緩釋型肥料(N-P₂O₅-K₂O=14-12-13))較高；B 處理(1/2 泥炭+1/2 羽毛堆肥)較低；‘超級翡翠’(桃紅)的株高、株寬及側芽數以 D 處理(全泥炭+1g 緩釋型肥料(N-P₂O₅-K₂O=14-12-13))較高，葉片黃化率及開花率以 A 處理(全泥炭最高)。圖 2 可看出)及‘超級翡翠’(桃紅)外觀以 D 處理(全泥炭+1g 緩釋型肥料(N-P₂O₅-K₂O=14-12-13))及 E 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥+1g 緩釋型肥料(N-P₂O₅-K₂O=14-12-13))植株葉色較為濃綠，‘超級翡翠’(粉紅)在純泥炭介質及添加 1g 緩釋型肥料(N-P₂O₅-K₂O=14-12-13)處理，葉片黃化情形最為明顯，植株大小生長狀況不如添加羽毛堆肥之處理。

表三、不同比例羽毛堆肥對 3 種四季秋海棠幼苗生長之影響

Table 3. Effects of different proportion feather compost on plant characteristics of three variety of begonia at the plantlets growth

Variety	Treatment ¹	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Lateral bud number (no.)	Leaf yellow rate (%)	Flowerin g rate (%)	Death rate (%)
Pink	A	13.0a ²	4.68a	2.78a	80.0	82.2	2.22
	B	10.3a	5.23a	3.00a	80.0	66.7	8.89
	C	12.1a	5.72a	3.00a	62.2	80.0	11.1
	D	12.9a	4.66a	3.33a	64.4	86.7	0
	E	12.1a	5.06a	3.00a	60.0	77.7	0
Red	A	15.2a	5.64a	2.22bc	100	86.7	0
	B	14.6a	6.22a	1.56c	62.2	74.4	5.56
	C	16.3a	6.26a	3.11b	60.0	88.9	0
	D	16.2a	5.58a	2.89b	71.1	88.9	0
	E	16.5a	5.86a	3.89a	66.7	82.2	0
Hot Pink	A	12.0ab	2.00a	2.44ab	71.1	75.6	0
	B	10.6b	1.32b	2.50ab	84.4	22.2	10.0
	C	11.6ab	1.50ab	2.22b	66.9	53.3	2.22
	D	13.2a	2.01a	3.44a	28.9	66.7	0
	E	10.7b	1.66ab	2.33ab	64.4	46.7	0

¹Same as table 2.

²Means within the same column followed by the same letter indicate no significant difference by LSD at $p \leq 0.05$.



圖二、不同比例羽毛堆肥對3種四季秋海棠幼苗生長情形(由左至右品種: ‘超級翡翠’(粉紅)、『超級翡翠’(紅)、『超級翡翠’(桃紅))。

Fig 2. Effects of different proportion feather compost on plant growth of three varietey of begonia at the plantlets growth (varieties used are Pink, Red, Hot Pink from left to right).

非洲鳳仙幼苗生長情形如表三所示，‘曙光’(混合色)的株高、株寬無明顯差異，側芽數則處理 E 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥+1g 緩釋型肥料(N-P₂O₅-K₂O=14-12-13))較高，A 處理(全泥炭)較低；‘曙光’(紅)的株高、株寬及側芽數以 E 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥+1g 緩釋型肥料(N-P₂O₅-K₂O=14-12-13))較高，A 處理(全泥炭)較低，圖 3 可看出葉片黃化率皆以 A 處理(全泥炭)最高。

表四、不同比例羽毛堆肥對 2 種非洲鳳仙幼苗生長之影響

Table 4. Effects of different proportion feather compost on plant characteristics of two varietey of Balsaminaceae at the plantlets growth

Variety	Treatment ¹	Plant height	Plant width	Lateral bud number	Leaf yellow rate (%)	Flowering rate	Death rate
		(cm)	(cm)	(no.)		(%)	(%)
Mix	A	9.5a ²	5.4a	3.22b	93.3	73.3	0
	B	11.5a	5.4a	4.00ab	42.2	32.2	4.44
	C	13.2a	5.4a	4.78ab	51.1	77.8	0
	D	12.2a	5.2a	4.11ab	40.0	88.9	0
	E	12.4a	5.3a	5.67a	24.4	53.3	0
Red	A	13.1b	7.5d	3.22b	100.0	84.4	0
	B	17.9a	10.6ab	5.11a	23.3	66.7	1.11
	C	15.8ab	9.5bc	5.22a	35.6	86.7	0
	D	16.4ab	8.5cd	4.78a	20.0	84.4	0
	E	18.8a	11.7a	6.11a	13.3	82.2	0

¹Same as table 2.

²Means within the same column followed by the same letter indicate no significant difference by LSD at $p \leq 0.05$.



圖三、不同比例羽毛堆肥對2種非洲鳳仙幼苗生長情形(由左至右品種：‘曙光’(混合色)、‘曙光’(紅))。

Fig 3. Effects of different proportion feather compost on plant growth of three varitey of Balsaminaceae at the plantlets growth(varieties used are Mix, Red from left to right).

不同比例羽毛堆肥對矮牽牛定植至綠化花箱 30 日後植株高度及寬度之影響如表五所示，矮牽牛‘夢幻’(濃紫青)的株高、株寬及側芽數以 B(1/2 泥炭+1/2 羽毛堆肥)、C 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥)較高，以 A 處理(全泥炭)較低；圖 4 可明顯看出 A 處理(全泥炭)葉片黃化情形及植株不健康狀況最為明顯，‘狂想曲’的株高則無明顯差異，株寬以 A 處理(全泥炭)較低；‘夢幻’(紅色)的株高、株寬也以 A 處理(全泥炭)最低，以 B、C 處理較佳，顯示羽毛堆肥可促進矮牽牛植株生長及開花，全泥炭介質則呈現葉片黃化缺氮情形，可以實際應用於矮牽牛。

表五、不同比例羽毛堆肥對 3 種矮牽牛定植至綠化花箱植株高度及寬度之影響

Table 5. Effects of different proportion feather compost on plant height and width of three varitey of petunia at the green potted plants

Treatment ¹	Dreams Midnight		Red		Dreams Red	
	Plant height	Plant width	Plant height	Plant width	Plant height	Plant width
	(cm)					
A	21.3b ²	17.8b	28.8a	21.1b	27.3b	23.7b
B	27.6a	22.0a	33.7a	28.2a	42.0a	36.0a
C	24.4ab	22.3a	35.0a	31.2a	41.0a	33.7a

¹A：peat；B：1/2 peat + 1/2 FC；C：3/4 peat + 1/4 FC.

²Means within the same column followed by the same letter indicate no significant difference by LSD at $p \leq 0.05$.



圖四、不同比例羽毛堆肥對矮牽牛定植綠化花箱植株生長情形(由左至右品種:‘夢幻’(濃紫青)、‘狂想曲’、‘夢幻’(紅色))。

Fig 4. Effects of different proportion feather compost on plant growth of three varitey of petunia at the green potted plants (varieties used are Pink, Red, Hot Pink from left to right) (A: peat; B: 1/2 peat + 1/2 FC; C: 3/4 peat + 1/4 FC).

矮牽牛於綠化花箱實際應用後，進行施用羽毛堆肥是否對介質養分是否有影響之調查，經取樣分析結果顯示(表六)，其土壤有機質(OM)、有機碳(OC)及磷含量 A 處理(全泥炭)高於 B 處理(1/2 泥炭+1/2 羽毛堆肥)及 C 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥)，鈣(Ca)、鎂(Mg)含量以 B 處理(1/2 泥炭+1/2 羽毛堆肥)及 C 處理(3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥)高於 A 處理(全泥炭)。除此之外，在 pH 值、EC 值、氮(N)、及鉀(K)、銅(Cu)、錳(Mn)、鋅(Zn)等，皆無顯著性差異。

表六、不同比例羽毛堆肥對 3 種矮牽牛綠化花箱栽培 30 日後介質之酸鹼值、電導度值及礦物元素分析

Table 6. The pH、EC and mineral nutrients of growth medium mixed different proportion of peat and feather compost on three varitey of Petunia at the green potted plants for 30 days cultivation

Variety	Treatment ¹	pH	EC (dS/m)	OM	OC	N	<u>P</u> <u>K</u>	
				(%)			(mg/kg)	
Dreams Midnight	A	6.71ab ²	0.49a	87.1a	43.5a	0.92a	173a	235a
	B	7.07a	0.95a	66.5b	33.2b	1.61a	22.0c	427a
	C	6.84ab	0.68a	71.2b	35.6b	1.28a	43.0c	330a
	A	6.72ab	0.28a	87.3a	43.7a	0.79a	105b	140a
	B	6.74ab	0.50a	68.7b	34.3b	1.76a	22.5c	431a
	C	6.96ab	0.50a	73.0b	36.5b	1.91a	35.0c	167a
Dreams Red	A	6.58b	0.40a	88.1a	44.0a	0.93a	179a	219a
	B	6.78ab	0.88a	67.0b	33.5b	1.58a	25.0c	345a
	C	6.83ab	0.71a	69.8b	34.9b	1.54a	28.0c	240a
Mineral nutrients								
		Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	
(mg/kg)								
Dreams Midnight	A	483b	43.0de	0.07a	0.00a	0.00a	1.24ab	
	B	906ab	224a	0.01a	0.00a	0.00a	0.92b	
	C	710ab	142cd	0.05a	0.00a	0.00a	0.94b	
Red	A	372b	55.5e	0.05a	0.00a	0.00a	1.42a	
	B	1197a	246a	0.00a	0.00a	0.00a	0.92b	
	C	631b	110cde	0.05a	0.00a	0.00a	0.92b	
Dreams Red	A	394b	74.5de	0.05a	0.06a	0.06a	1.23ab	
	B	886ab	208ab	0.02a	0.00a	0.00a	0.82b	
	C	778ab	159bc	0.02a	0.00a	0.00a	0.91b	

¹A : peat ; B : 1/2 peat + 1/2 FC ; C : 3/4 peat + 1/4 FC.

²Means within the same column followed by the same letter indicate no significant difference by LSD at $p \leq 0.05$

綠化花箱矮牽牛植株養分分析如表七，本試驗其中 B 處理及 C 處理可較 A 處理組增加磷(K)、鉀(K)、鈣(Ca)及鎂(Mg)含量，有助於提高矮牽牛某些特定養分含量，或為提高植株品質之原因。

表七、不同比例羽毛堆肥對 3 種矮牽牛綠化花箱植株栽培 30 日後之礦物元素分析

Table 7. The mineral nutrients of growth medium mixed different proportion of peat and feather compost on three varitey of Petunia at the green potted plants for 30 days cultivation

Variety	Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
		(%)					(mg/kg)			
Dreams	A	3.0a ²	0.5bc	4.1d	1.2d	0.3b	11a	58abc	36cd	108a
Midnight	B	3.8a	0.5bc	6.5ab	1.7c	0.4a	12a	30e	34cd	129a
	C	3.7a	0.5bc	6.3ab	1.9abc	0.5a	13a	62ab	52ab	82a
Red	A	3.2a	0.6ab	3.9d	1.2d	0.3b	7b	42cde	28d	70a
	B	3.6a	0.7a	6.7a	2.0ab	0.5a	13a	60ab	63a	83a
	C	3.7a	0.6abc	5.7abc	2.2a	0.5a	9ab	53bcd	45bc	86a
Dreams	A	3.2a	0.5bc	4.7cd	1.6c	0.3b	8b	72a	42bcd	86a
Red	B	3.6a	0.5c	6.1ab	1.8bc	0.5a	12a	40de	56ab	76a
	C	3.3a	0.5bc	5.4bc	1.9abc	0.5a	13a	51bcd	60a	106a

¹Same as table 5.²Means within the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by LSD at $p \leq 0.05$.

討 論

草花介質的重要性在於提供植物生長所需的基礎環境。適當的介質不僅能夠支撐植物的根系，還能提供良好的排水性與通氣性，確保根部不會因積水而腐爛。此外，優質的介質可以有效地保留水分與養分，讓植物能夠持續吸收所需的資源，促進健康生長。選擇合適的草花介質時，需要考量植物的種類與需求。例如，某些草花需要較高的排水性，適合使用含有珍珠岩或沙子的混合介質；而另一些則需要更多的保水性，可以加入泥炭土或椰纖等材料。定期檢查介質的狀態並適時更換，也能確保植物在最佳環境中生長。泥炭為臺灣草花離地栽培常用介質，然而泥炭開採、使用及運輸皆會產生碳排放，在全球減碳趨勢下，預估未來泥炭價格將持續上升，因此開發本土介質以替代泥炭，為穩定農業生產之重要議題。此外若栽培介質具緩效供肥特性，則農友應用於作物離地生產過程，即可降低化肥用量。部分草花於育苗期間需額外施肥，若能提高育苗介質之緩效供肥能力，則具省工效果。

本場曾宥紘博士經篩選羽毛分解菌，並結合菇類廢棄木屑，開發羽毛生物堆肥配方，羽毛主成分為角蛋白質，氮含量約 13%，相較其他蛋白質類物質難分解，所生產之羽毛生物堆肥成品性狀穩定，無二次發酵導致作物根系受損問題，質輕具保水力，經試驗其緩效(長效)供肥特性，具農業生產應用效益；可取代泥炭介質及提供足夠肥分給植物，可直接應用為作物栽培介質。羽毛生物堆肥直接應用為作物栽培介質，在不額外施肥條件下，可生產各種作物，如甘藍、草莓、花胡瓜等(曾與許，2023)，因只需澆水即具作物生產效果。應用於蔬菜育苗，羽毛堆肥可與泥炭以 1:10(體積比)

混拌後作為育苗介質，以甘藍為例(曾與郭，2023)，播種於此混拌介質，種子發芽率與播於泥炭介質無顯著差異，然而，育苗期間不額外追肥，其甘藍幼苗植株特性較佳。羽毛堆肥亦可作為草莓育苗介質其與搭配澆灌化學液肥者無顯著差異。應用於花胡瓜生產，搭配澆灌式即溶肥料，栽培於本土緩效供肥介質，其花胡瓜產量與栽培於純泥炭介質無統計差異，然而果實良率可提高 22%；栽培於本土緩效供肥介質，其花胡瓜產量約可較栽培於純椰纖介質提高 2.3 倍，良率可提高 119%，而羽毛生物堆肥與純椰纖介質混拌(1:1, V/V)，其花胡瓜產量也可較栽培於純椰纖介質提高 2.2 倍，良率可提高 124%，顯示羽毛生物堆肥之緩效供肥特性，有助於提高連續採收作物之產量與品質。

目前草花介質在園藝產業中扮演重要角色，特別是在植物栽培方面。然而，現階段仍然存在一些挑戰需要解決，例如如何提升介質的保水性與透氣性、降低成本、以及找到更環保且可持續的材料替代品。未來，在草花介質的應用上，可能會更加注重資源的循環利用與環境友善性。例如，利用農業廢棄物或天然材料製作介質，減少對傳統泥炭資源的依賴。此外，隨著科技的進步，可能會開發出智能化的介質，能夠自動調節水分和養分供應，以提高植物生長效率。本試驗結果顯示，羽毛堆肥的加入能夠有效提高栽培介質的某些養分含量，進而改善植株的生長表現。在矮牽牛育苗階段，添加羽毛堆肥的處理組(1/2 泥炭+1/2 羽毛堆肥和 3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥)顯示出較高的株高和株寬，並且側芽數也明顯增加，而全泥炭處理組則表現出較高的葉片黃化率和開花率，顯示出植物健康狀況不佳。這可能是由於羽毛堆肥提供了更高的氮、鉀和其他微量元素，促進了植株的生長，不同的品種間也略有差異，矮牽牛‘夢幻’(紅色)生長較緩慢；不同的作物種類，如四季秋海棠施用緩效性肥料效果較佳，非洲鳳仙以 1/4 羽毛堆肥加緩效性肥料的表現最佳。但在四季秋海棠和非洲鳳仙的幼苗期，羽毛堆肥同樣對植株的生長有積極影響。在矮牽牛綠化花箱試驗中，羽毛堆肥的應用同樣顯示出優勢。1/2 泥炭+1/2 羽毛堆肥和 3/4 泥炭+1/4 羽毛堆肥的處理組，不僅提高了植株的高度和寬度，還改善了介質中的鈣、鎂等元素含量，這可能進一步促進了植株的生長和發育。

總結來看，本研究證實了在 3 種草花育苗階段及矮牽牛綠化花箱栽培，泥炭拌入羽毛堆肥不需再追肥，可以提高植株生長表現，並且有助於減少化學肥料的使用，對於推動農業可持續發展具有積極意義。

參考文獻

1. 曾宥紘、郭雅紋。2020。羽毛生物堆肥開發和應用。頁 85-97。有益微生物在作物養分管理之應用研討會論文集。
2. 曾宥紘、許明傑。2003。不同泥炭介質中表面施用羽毛堆肥對洋香瓜生產之影響。臺中區農業改良場研究彙報，160，1-10。
3. 湯雪蓉。2019。北部地區農田土壤肥力概況分析。桃園區農業改良場研究彙報，86，29-38。
4. 蔡宜峯、陳俊位、陳榮五。2009。落葉廢棄物製作堆肥技術之研究。臺中區農業改良場研究彙報，103，53-62。

5. 蔡宜峯、陳俊位。2012。農業廢棄物資源化微生物之研究。農業生技產業季刊，32，52- 59。
6. Bustamante, M. A., Paredes, C., Moral, R., Agulló, E., Pérez-Murcia, M. D., Abad, M. 2008. Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production. *Resour. Conserv. Recycl.* 52 (5): 792-799.
7. Grigatti, M., Giorgioni, M. E., Ciavatta, C. 2007. Compost-based growing media: Influence on growth and nutrient use of bedding plants. *Bioresour. Technol.* 98 (18): 3526-3534.
8. Hernández-Apaolaza, L., Gascó, A. M., Gascó, J. M., Guerrero, F. 2005. Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. *Bioresour. Technol.* 96 (1):125-131.
9. Herrera, F., Castillo, J. E., Chica, A. F., López Bellido, L. 2008. Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Bioresour. Technol.* 99 (2): 287-296.
10. Jayasinghe, G. Y. 2014. Utilization of agricultural waste compost as an alternative potting media component with coir dust for leafy vegetable IPOMOEACQUATICA. *J. Plant Nutr.* 37:1601-1611.
11. Keeney, D. R., Nelson, D. W. 1982. Nitrogen-inorganic forms. In " Methods of Soil Analysis Part 2", eds. A. L. Page. pp.659-663. New York: Academic Press.
12. Kundsén, D., Peterson, G. A. 1982. Lithium, sodium, and potassium. In " Methods of Soil Analysis. Part 2", eds. A. L. Page. pp.225-246. New York: Academic Press.
13. Lanyon, L. E., Heald, W. R. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. pp. 247-262. In " Methods of Soil Analysis. Part 2", eds. A. L. Page. New York: Academic Press.
14. Olsen, S. R., Sommers, L. E. 1982. Phosphorus. pp. 403-430. In "Methods of Soil Analysis. Part 2", eds. A. L. Page. New York: Academic Press.
15. Ruiz, J. L., del Carmen Salas, M. 2019. Evaluation of organic substrates and microorganisms as bio-fertilisation tool in container crop production. *Agron.* 9 (11): 705.
16. Walkley, A., Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.
17. Zeng, Y. H., Kuo, Y. W., Chen, H. T. 2018. Higher yield of cherry tomato grown in culture medium with microbially inoculated feather compost without fertilizer application. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*

Effect of different proportion of feather compost on the growth of bedding plant¹

Ming-Hui Wang², Hsuan-Chin Lan², You-Hong Zeng²
and Hui-Chuan Hung^{2*}

ABSTRACT

The study explores the impact of incorporating different proportions of feather compost into seedling substrates on the growth of ornamental plants like petunia, begonia, and Balsaminaceae. By mixing 0, 1/4, and 1/2 proportions of feather compost into peat-based substrates and comparing them with slow-release fertilizers, the research found significant improvements in plant height, plant width, and lateral bud numbers with the addition of feather compost. The treatment groups with feather compost also showed reduced leaf yellowing and better overall plant health. Feather compost enriched the substrate with nutrients such as nitrogen, potassium, calcium, and magnesium, further enhancing plant growth. In a greening test with petunias in flower boxes, the feather compost treatment resulted in superior plant height and width compared to the all-peat treatment. Overall, this study confirms that feather compost can serve as an effective alternative cultivation medium. It not only enhances plant growth performance but also helps reduce the use of chemical fertilizers. Future research could further evaluate the potential applications of feather compost in other crops and production environments.

Key words: peat, feather compost

¹Contribution No.1096 from Taichung DARES, MOA.

²Research assistant · Assistant Researcher and Associate Researcher of Taichung DARES, MOA.

*Corresponding author's E-mail: hungch@tcdares.gov.tw