

開發適用紅龍果之多功能複合有機質肥料及施用效應

蔡宜峯

行政院農業委員會臺中區農業改良場

tsaiyf@tdais.gov.tw

摘要

本研究目的為綜合利用化學肥料、腐熟堆肥與有益微生物調製成多功能複合有機質肥料，及探討對紅龍果產量、品質及土壤肥力之影響，以供紅龍果栽培之合理施肥之應用參考。紅龍果田間試驗處理包括 (A) 複合有機質肥料 A 500 kg/ha；(B) 複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha；(C) 複合有機質肥料 B 500 kg/ha；(D) 複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha；(F) 台肥 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha。其中複合有機質肥料 A 主要材料包括牛糞堆肥、化學肥料，複合有機質肥料 B 主要材料包括豬糞堆肥、化學肥料，並分別加入 1% (重量比) 複合有益微生物。由紅龍果產量調查結果顯示，以施用複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (2.32 kg/m^2) 較高，其次為施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha 之 2.09 kg/m^2 ，以施用複合有機質肥料 A 500 kg/ha (1.84 kg/m^2)、複合有機質肥料 B 500 kg/ha (1.86 kg/m^2) 及台肥硝磷基特 4 號複合有機肥料 400 kg/ha (1.90 kg/m^2) 較低。顯然施用有機複合肥 B 1,000 kg/ha 可獲得較佳的紅龍果產量。

關鍵字：紅龍果、複合有機質肥料、有益微生物、化學肥料、堆肥

前言

紅龍果是仙人掌科熱帶果樹，原生於中南美洲，屬多年生攀緣性肉質植物。臺灣最早於 1645 年由荷蘭人引入，早期引進之品種具有自交不親和性，其產量低，且果實小，不具市場價值，因此少有經濟栽培，1983 年起又陸續引進越南白肉種與紅肉種並加以

推廣(張和顏, 1997; 顏和張, 1996)。近年因部份農友全心全力投入經營管理, 即使於夏季盛產期間也能生產質優價昂之紅龍果, 促使紅龍果產業逐步走向高產值的作物行列(李, 1999; 黃和吳, 2011; 鄭, 2000); 再加上冬期果產調技術成功研發與應用效益, 使得紅龍果迅速成爲國內熱門的新興作物(邱和陳, 2004)。由於國產紅龍果不僅外觀迷人, 且果實甜美多汁, 又富含維生素、纖維素、葡萄糖及礦物質, 可稱得上既健康又味美的佳果(邱和陳, 2004; 張和顏, 1997)。

一般植物所吸收各種營養元素之來源主要包括有空氣、水、土壤及肥料等, 但沒有一種土壤能夠長期蓄積足量的各種營養元素供給植物生長之所需, 所以必須適時的施用肥料, 以補充適量營養元素。栽培作物施用之肥料(有機質肥料和化學肥料)種類及特性不同, 將影響作物養分吸收等特性及產量(莊等, 1993)。現今已有例證顯示, 長期施用單一類肥料, 或一次過量施用有機質肥料, 會造成土壤中某些養分含量失衡, 而不利作物生長或形成二次污染(Smith and Hadley, 1989)。因此, 適當地考量作物的養分吸收特性與產量標的, 使作物生長期間與肥料的可利用性養分潛力相互配合時, 肥料效益可以達到最高(莊等, 1993; Hendrix *et al.*, 1992)。本文擬綜合利用化學肥料、腐熟堆肥與有益微生物調製成多功能複合有機質肥料, 以及探討對紅龍果產量、品質及土壤肥力之影響, 以供紅龍果栽培之合理施肥之應用參考。

多功能複合有機質肥料調製與成分分析

有鑒於目前尚未有針對紅龍果生長與養分吸收特性, 據以開發之專屬肥料種類與合理施肥方法。因此, 如能夠開發兼具速效、緩效肥料供應與改良土壤等多功能性複合有機肥料, 包括結合化學肥料、腐熟堆肥與有益微生物之三合一肥料產品, 並進行紅龍果田間試驗, 並據以建立適用紅龍果栽培之合理施肥推薦方法, 將可供日後研究與農友應用之參考。本研究複合有機質肥料 A 主要材料包括牛糞堆肥、尿素、過磷酸鈣及氯化鉀, 複合有機質肥料 B 主要材料包括豬糞堆肥、尿素、過磷酸鈣及氯化鉀, 並分別加入 1% (重量比) 複合有益微生物 (有效菌數 $>10^9$ CFU/g), 包括木黴菌 (*Trichoderma* sp.) 分離菌株 TCFO9768、放線菌 (*Streptomyces* sp.) 分離菌株 TCST9706 及芽孢桿菌 (*Bacillus* sp.) 分離菌株 TCB10007, 係由本場微生物實驗室於中部地區有機農場土壤中篩選及純化獲得之有益微生物。由本研究混合調製完成的複合有機質肥料 A 及 B 主要肥料成分

含量分析結果顯示 (表一)，複合有機質肥料 A 之 N-P₂O₅-K₂O-OM 含量約 6-4-10-30%，複合有機質肥料 B 之 N-P₂O₅-K₂O-OM 含量約 6-3-8-40%，複合有益微生物之有效菌數約 1~2×10⁸ CFU/g，已達到預期之肥料成分含量比例與有效菌數等。

表一、本試驗使用複合有機質肥料 A 及 B 中氮、磷、鉀及有機質含量、複合有益微生物有效菌數之分析結果

Table 1. The N, P₂O₅, K₂O and OM contents, viable counts of beneficial microorganisms in organic compound A and B of this experiment

Organic compound	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	OM (%)	Viable count (CFU/g)
A	6.87	4.12	10.4	30.5	2.7×10 ⁸
B	6.51	3.34	8.64	41.9	1.6×10 ⁸

紅龍果田間試驗材料與方法

一、試驗材料與方法

紅龍果試驗田區設置於南投縣集集鎮，品種為富貴紅 (紅色果肉)，行株距約 2.7 公尺 × 0.8 公尺，試區土壤屬於洪積母質紅壤 (Diluvium red soils)。試驗用肥料分別使用本研究調製複合有機質肥料 A 及複合有機質肥料 B、台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 (對照處理)，組合成 5 種處理 (表二)，4 重覆，計 20 小區，每處理小區 18 平方公尺 (寬 2.7 公尺 × 長 6.6 公尺)，採用逢機完全區集排列。本試區基肥於 104 年 2 月施用雞糞堆肥 20 t/ha，於 104 年 5 月起，依表一不同處理定期施用追肥，約每隔 15~25 日於紅龍果同一批次花期果實幼果期套袋後，依各處理肥料用量施用 1 次。試驗前後分別採取試區土壤樣品，分析土壤 pH、電導度 (EC)、有機質、有效性磷、交換性鉀、鈣及鎂含量等基本肥力特性。試驗期間適時採取紅龍果樣品進行果實品質及產量調查等工作。

表二、試驗處理之肥料種類與用量

Table 2. The fertilizers and applied amounts in each treatments of this experiment

Treatment	Fertilizer (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-OM)	Amount (kg/ha/time)
A	Organic compound A (6-4-10-30%) ¹	500
B	Organic compound A (6-4-10-30%)	1,000
C	Organic compound B (6-3-8-40%) ²	500
D	Organic compound B (6-3-8-40%)	1,000
E	Organic compound no.4 (11-5.5-22-40%) ³	400

¹ Organic compound A : Dairy manure compost + chemical fertilizer + beneficial Microorganisms.

² Organic compound B : Swine manure compost + chemical fertilizer + beneficial Microorganisms.

³ Organic compound no.4 : Fertilizer product from Taiwan Fertilizer CO., LTD.

二、分析項目與方法

土壤樣品先經風乾處理，經2 mm 篩網過篩後分別測定土壤化學性質，土壤pH以土：水比 1:1；電導度以土：水比 1:5，分別萃取後以電極法測定。土壤有機質含量採用總有機碳分析儀 (Elementarvario MAX C) 測定 (Nelson and Sommers, 1982)。土壤交換性鉀、鈣及鎂含量以 1 M 醋酸銨 (pH 7.0) 土：溶液比 1:10 抽出 (Kundsen and Peterson, 1982；Lanyon and Heald, 1982)，土壤有效性磷以 Bray no.1 方法抽取 (Olsen and Sommers, 1982)，並分別用感應耦合電漿光譜分析儀 (Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry; ICP-AES，HORIBA JOBIN- YVON ULTIMA 2) 測定。

對紅龍果產量之影響

由紅龍果第 1 次採收期果實重量及產量調查結果顯示 (表三)，紅龍果果重在不同處理間差異不顯著，紅龍果單位面積產量在不同處理間互有差異，其中以施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha (處理 B) 及複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (處理 D) 的紅龍果單位面積產量較高，其次為施用複合有機質肥料 A 500 kg/ha (處理 A) 及複合有機質肥料 B 500 kg/ha (處理 C)，以施用台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha (處理 E) 較低。

表三、紅龍果採收期果實重量及產量調查結果

Table 3. The fruit weight and yield of pitaya at harvested stage

Treatment ¹	Fruit weight (g/no.)	Yield (kg/m ²)	Index (%)
First harvested			
A	512a	0.58ab	121
B	494a	0.63a	131
C	507a	0.56ab	117
D	510a	0.67a	140
E	508a	0.48b	100
Second harvested			
A	532a	0.82a	90.0
B	551a	0.91a	100
C	539a	0.85a	93.4
D	564a	1.03a	113
E	545a	0.91a	100
Third harvested			
A	510a	0.44b	86.3
B	538a	0.55ab	108
C	516a	0.45b	88.2
D	541a	0.62a	121
E	513a	0.51ab	100
Total			
A	518a	1.84b	96.8
B	528a	2.09ab	110
C	521a	1.86b	97.9
D	538a	2.32a	122
E	522a	1.90b	100

¹ See Table1.

² Values followed by the same letter within a column are not significantly different at $p < 0.05$ level based on Duncan's Multiple Range Test.

由紅龍果第 2 次採收期果實重量及產量調查結果顯示 (表三)，紅龍果果重及單位面積產量在不同處理間差異不顯著。由紅龍果第 3 次採收期果實重量及產量調查結果顯示 (表三)，紅龍果果重在不同處理間差異不顯著，紅龍果單位面積產量在不同處理間互有差異，其中以施用複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (處理 D) 的紅龍果單位面積產量較高，其次為施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha (處理 B) 及台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha (處理 E)，以施用複合有機質肥料 A 500 kg/ha (處理 A) 及複合有機質肥料 B 500 kg/ha (處理 C) 較低。

綜合 3 批次產量調查結果 (表三)，以施用複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (處理 D) 的紅龍果單位面積產量 2.32 kg/m^2 較高，其次為施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha (處理 B) 之 2.09 kg/m^2 ，以施用複合有機質肥料 A 500 kg/ha (處理 A) 1.84 kg/m^2 、複合有機質肥料 B 500 kg/ha (處理 C) 1.86 kg/m^2 及台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha (處理 E) 1.90 kg/m^2 較低。顯然利用豬糞堆肥 + 化學肥料 + 複合有益菌等三合一材料混合調製的複合有機質肥料 B 較適用於紅龍果栽培，而以本試區土壤肥力特性，定期施用複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha 處理可獲得較佳的單位產量。

對紅龍果果實品質之影響

由紅龍果果實品質分析結果顯示 (表四)，果實糖度及果徑在不同處理間差異不顯著，另果長及果寬以施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha (處理 B) 較高，其次分別為施用複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (處理 D) 及台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha (處理 E)，而以施用複合有機質肥料 A 500 kg/ha (處理 A) 及複合有機質肥料 B 500 kg/ha (處理 C) 較低。果實酸度以施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha (處理 B) 及複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (處理 D) 較高，其次分別為施用複合有機質肥料 A 500 kg/ha (處理 A) 及複合有機質肥料 B 500 kg/ha (處理 C)，而以施用台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha (處理 E) 較低。

表四、紅龍果採收後期之果實品質分析

Table 4. The fruit qualities of pitaya at later harvested stage

Treat- ment ¹	Fruit weight (kg)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Fruit perimeter (cm)	Total soluble solid (°Brix)	Titrateable acidity (%)
A	0.61a ²	11.5b	8.13b	30.0a	10.9a	1.98ab
B	0.72a	12.6a	9.63a	32.6a	11.8a	2.37a
C	0.64a	12.6b	8.25b	30.3a	11.2a	1.93ab
D	0.73a	12.3ab	8.50ab	31.1a	10.8a	2.34a
E	0.66a	12.4ab	8.63ab	31.0a	10.6a	1.67b

¹ See Table1.

² Values followed by the same letter within a column are not significantly different at $p < 0.05$ level based on Duncan's Multiple Range Test.

對土壤肥力特性之影響

由紅龍果採收後土壤肥力特性分析結果顯示(表五)，土壤 pH 值、有機質含量及交換性鎂含量在不同處理間差異不顯著，另土壤 EC 值以施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha (處理 B) 及複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (處理 D) 較高，以施用複合有機質肥料 A 500 kg/ha (處理 A)、複合有機質肥料 B 500 kg/ha (處理 C) 及台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha (處理 E) 較低。土壤有效性磷含量以施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha (處理 B) 較高，其次分別為施用複合有機質肥料 A 500 kg/ha (處理 A)、台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha (處理 E) 及複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (處理 D)，以施用複合有機質肥料 B 500 kg/ha (處理 C) 較低。土壤交換性鉀含量以施用複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (處理 D) 較高，其次分別為施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha (處理 B) 及台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha (處理 E)，以施用複合有機質肥料 A 500 kg/ha (處理 A) 及複合有機質肥料 B 500 kg/ha (處理 C) 較低。土壤交換性鈣含量以施用複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha (處理 B) 較高，其次分別為施用複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha (處理 D)、複合有機質肥料 B 500 kg/ha (處理 C) 及複合有機質

肥料 A 500 kg/ha (處理 A)，以施用台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha (處理 E) 較低。

表五、紅龍果採收後土壤肥力特性分析

Table 5. Some selected characteristics of soil fertility after harvested of pitaya

Treatment ¹	pH (1:1)	EC(1:5) (dS/m)	OM (g/kg)	Bray-1 P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
A	6.15a ²	0.22b	18.9a	426ab	384b	1423ab	201a
B	6.07a	0.29a	21.0a	468a	430ab	1712a	214a
C	6.05a	0.20b	19.9a	365b	379b	1444ab	198a
D	6.01a	0.27a	22.3a	402ab	449a	1550ab	205a
E	6.02a	0.21b	19.0a	408ab	412ab	1184b	187a

¹ See Table1.

² Values followed by the same letter within a column are not significantly different at $p < 0.05$ level based on Duncan's Multiple Range Test.

結 語

一般栽培紅龍果農友常有於果園土壤表面施肥習慣性，此種施肥方式往往導致肥料容易經由雨水或灌溉水而流失，因此施用肥料後應予以適當掩施或覆土，以期增加施肥效益。綜合本試驗結果顯示，相較於施用台肥硝磷基特 4 號複合有機質肥料 400 kg/ha 之對照處理，施用含豬糞堆肥的複合有機質肥料 B 1,000 kg/ha 處理可以增進紅龍果產量，施用含牛糞堆肥的複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha 處理可以增進紅龍果果實品質，施用含牛糞堆肥或豬糞堆肥的複合有機質肥料 A 1,000 kg/ha 及 B 1,000 kg/ha 處理可以增進紅龍果園的土壤肥力。因此，建議複合有機質肥料之堆肥材料可混合牛糞堆肥及豬糞堆肥，調製的三合一複合有機質肥料，再配合於紅龍果幼果期施用，將兼具增進紅龍果產量、果實品質及土壤肥力等多功能。

■ 參考文獻

- 李雪如 1999 紅龍果之栽培繁殖 高雄區農業專訊 28: 12-13。
- 邱禮弘、陳榮五 2004 中部地區紅龍果冬期果產期調節之研究 臺中區農業專訊 44: 23-27。
- 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。
- 張鳳如、顏昌瑞 1997 仙人掌果 (*Hylocereus undatus* Britt. & Rose) 之開花及果實生長 中國園藝 43(4): 314-321。
- 黃士晃、吳雅芳 2011 紅龍果栽培改善措施 (上) 臺南區農業專訊 77: 5-8。
- 蔡宜峯、陳葦玲、戴振洋 2015 不同堆肥用量及栽培期對有機西洋南瓜生長及土壤肥力之影響研究 臺中區農業改良場研究彙報 126: 11-21。
- 顏昌瑞、張鳳如 1996 仙人掌果品種之栽培及展望 農業世界 155: 59-63。
- 鄭金梅 2000 仙人掌紅龍果花粉形態與活力及果實生長之研究 國立中興大學園藝學系碩士論文。
- Douglas, B. F. and F. R. Magdoff. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. *J. Environ. Qual.* 20: 368-372.
- 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.
- Kundsen, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
- Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. p.247-262. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
- Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis Part 2.* Academic Press, Inc., New York.

Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis Part 2. Academic Press, Inc., New York.

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 Soil 115: 135-144.

Study of the Development of Multifunctional Organic Compounds and Their Applied Effects on the Cultivation of Pitaya

Yi- Fong Tsai

Taichung District Agricultural Research and Extension Station, COA

tsaiyf@tdais.gov.tw

Abstract

The objective of this research is to develop an efficient way in the production of multifunctional organic compounds, and study the effects of the yield and qualities of pitaya and soil fertility on the application of those organic compounds. Field experiment is conducted with A) organic compounds A 500 kg/ha, B) organic compounds A 1,000 kg/ha, C) organic compounds B 500 kg/ha, D) organic compounds B 500 kg/ha, E) organic compounds no.4 (Taiwan Fertilizer CO., LTD.) 400 kg/ha. The main raw material in organic compounds A were dairy manure compost and chemical fertilizer, in organic compounds B were hog manure compost and chemical fertilizer, respectively. Beneficial microorganisms were inoculated in organic compound A and B by the rate of 1% (W/W). The results indicated that the yield of pitaya on the application of organic compounds B 1,000 kg/ha (2.32 kg/m^2) was the better, the second yield showed on the application of organic compounds A 1,000 kg/ha (2.09 kg/m^2), the third yield had showed on the application of organic compounds A 500 kg/ha (1.84 kg/m^2), organic compounds B 500 kg/ha (1.86 kg/m^2) and organic compounds no.4 (Taiwan Fertilizer CO., LTD.) 400 kg/ha (1.90 kg/m^2). Therefore, the application of organic compounds B 1,000 kg/ha is a suitable fertilization for the cultivation of pitaya.

Key words: pitaya, organic compound, compost, chemical fertilizer, beneficial microorganisms