

稻殼雞糞堆肥用量及敷蓋有機材料 對土壤肥力及有機旱芋產量之影響¹

蔡宜峰²、楊旻憲²、王茗慧²

摘 要

本研究探討畦面敷蓋不同有機材料，以及不同堆肥施用量，對有機旱作芋頭之生育、塊莖品質及產量、土壤肥力之影響。試驗 I 處理於栽培畦面敷蓋稻桿(0.65 kg/m²)、稻殼(0.83 kg/m²)及空白對照；試驗 II 處理為施用稻殼雞糞堆肥10、20及30 t/ha。試驗 I 結果顯示，有機芋頭定植112日後的栽培畦面雜草鮮重以對照處理區2.72 kg/m²最高，其次為敷蓋稻殼處理區1.63 kg/m²，以敷蓋稻桿處理區0.89 kg/m²最低。敷蓋稻桿或稻殼處理的有機芋頭塊莖長度、塊莖鮮重及單位面積產量顯著高於對照處理，芋頭採收期的土壤肥力特性在敷蓋不同有機材料處理間差異不顯著。試驗 II 結果顯示，芋頭植株的葉長、葉寬隨著稻殼雞糞堆肥用量增加而呈現增加之趨勢。施用稻殼雞糞堆肥30 t/ha處理的有機芋頭塊莖長度、塊莖鮮重及單位面積產量顯著高於施用20 t/ha處理及10 t/ha處理。芋頭採收期土壤電導度(EC)、Bray-1磷含量、交換性鉀及鎂含量等土壤肥力特性隨著稻殼雞糞堆肥用量增加而增加。因此，於栽培畦面敷蓋稻桿或稻殼處理；以及施用稻殼雞糞堆肥30 t/ha處理，均可適用有機旱作芋頭之栽培應用。

關鍵詞：有機芋頭、堆肥、敷蓋材料、土壤肥力

前 言

有機農業為遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，以達到生產自然安全農產品之目標⁽²⁾。有機農業耕作系統中，農作物吸收的肥料成分主要來自於施入之有機質肥料、土壤有機質及植物殘體等被微生物分解後釋出^(8,10)。在農業生產中加強循環應用自然資源如有機質肥料等，能兼具維護自然生態及提昇農業產能的多重效益^(12,13)。所以有機作物生產方式有賴於充分利用各種作物殘株、禽畜廢棄物、綠肥植物、油粕類及農場內外其他各種未受污染之有機廢棄物，及富含養分之礦石等製成堆肥，以改善地力，同時供應作物所需養分^(2,12)。適當施用有機質肥料除了可以增加土壤有效養分含量特性，尚有改善土壤團粒構造、保水能力與微生物活性等^(7,11,16)。因此，依據有機農場土壤特性及有機作物種類，予以合理的施用有機質肥料，亦是有機農業經營管理的重要一環。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0896 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場埔里分場研究員兼分場長、約聘助理研究員、研究助理。

芋是多年生草本的天南星科(*Araceae*)山芋屬(*Colocasia*)植物，芋頭含豐富的澱粉、蛋白質、醣類、維生素、礦物質及纖維素等，是全球性的高經濟蔬菜作物，亦為熱帶國家居民的重要糧食之一⁽⁵⁾。依2015年農業統計年報，臺灣地區芋種植面積計2,469公頃，以臺中市最多，其次為苗栗縣⁽¹⁾。芋性喜高溫多濕的氣候，對土壤的適應性範圍較一般作物為廣，且相較於其它蔬菜作物，芋對肥料需求量較高⁽⁵⁾。本研究目的擬分別探討於栽培畦面敷蓋不同有機材料，以及施用不同堆肥用量，對有機旱作芋頭之生育、塊莖品質及產量、土壤肥力之影響，以供日後研究與農友應用之參考。

材料與方法

一、試驗材料

本研究試區設置在南投縣魚池鄉之臺中區農業改良場埔里分場內，試區土壤屬於洪積母質紅壤(*Diluvium red soils*)。試驗芋頭品種採用檳榔心芋，行株距為0.6 m×0.5 m，於畦面雙行交錯定植，採用旱田式栽培方式。試驗 I 於2014年3月進行栽培畦面敷蓋不同有機材料試驗，敷蓋材料處理分別為稻桿(0.65 kg/m²)、稻殼(0.83 kg/m²)及空白對照；試驗 II 於2015年3月進行不同堆肥用量試驗，堆肥用量處理分別為10、20及30 t/ha，試區採逢機完全區集排列設計，4重覆。

試驗 I 及 II 的肥料均採用稻殼雞糞堆肥，試驗 I 堆肥用量為20 t/ha，試驗 II 依各處理不同堆肥用量施用，於定植前(基肥)及定植後90日(追肥)分別施用50%，基肥於整地時將堆肥充分混入土壤中；追肥於畦面行間先開淺溝施入堆肥後，再予以覆蓋土壤。試驗用稻殼雞糞堆肥有機質含量約579 g/kg、氮含量約22.5 g/kg、磷含量約11.3 g/kg、鉀含量約25.9 g/kg、鈣含量約14.6 g/kg、鎂含量約6.03 g/kg、銅含量約52.7 mg/kg、鋅含量約402 mg/kg。試驗期間於採收期調查芋頭品質性狀及產量，芋頭產量依每一試區(16 m²)全數採收後換算成每公頃產量，其中A級品為外觀良好可販售之芋頭產品，試驗 II 於定植後90及165日調查芋頭植株第一片展開成熟葉長、葉寬及植株存活率，另分別於定植前及採收後進行土壤採樣及肥力分析工作，分析項目包括土壤pH、電導度(EC)、有機質、布雷氏(Bray -1)有效性磷、交換性鉀、鈣及鎂含量等基本肥力特性。試驗期間相關栽培管理方法均依據行政院農業委員會公告之有機生產基準實行⁽²⁾。

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，分別以電極法測定。土壤有機質含量採用總有機碳分析儀(*Elementar vario MAX C*)測定。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^(14,15)，土壤有效性磷以Bray no.1方法抽取⁽¹⁷⁾，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。

結果與討論

一、敷蓋不同有機材料試驗

有機栽培過程中不允許使用合成化學物質，利用稻殼、稻桿、落葉或菇包木屑堆肥等敷蓋在土壤表面，有機材料敷蓋用量約5~10 t/ha，可兼具除草及增加土壤有機質含量的功能⁽⁶⁾。由定植後112日敷蓋稻桿處理之有機芋頭生長現況顯示(圖一A)，敷蓋的稻桿仍然保持良好，且雜草生長較少，其原因是稻桿為長條狀且交叉重疊，較不易被雨水沖失；在敷蓋稻殼處理區顯示稻殼已部分流失(圖一B)，且有雜草開始滋生，由於稻殼密度小且為顆粒狀，較易經由雨水沖洗而流失；無敷蓋的對照處理區(圖一C)有較多的雜草滋生。由有機芋頭栽培畦面雜草鮮重調查結果顯示(圖二)，定植81日後的雜草量以對照處理區1.59 kg/m²最高，其次為敷蓋稻殼處理區0.64 kg/m²，以敷蓋稻桿處理區0.55 kg/m²最低。定植112日後的雜草量以對照處理區2.72 kg/m²最高，其次為敷蓋稻殼處理區1.63 kg/m²，以敷蓋稻桿處理區0.89 kg/m²最低。因此，綜合圖一及二結果顯示，在有機芋頭栽培過程中，敷蓋稻桿處理抑制雜草的效能相對較高，其次為敷蓋稻殼處理，以無敷蓋的對照處理較差。



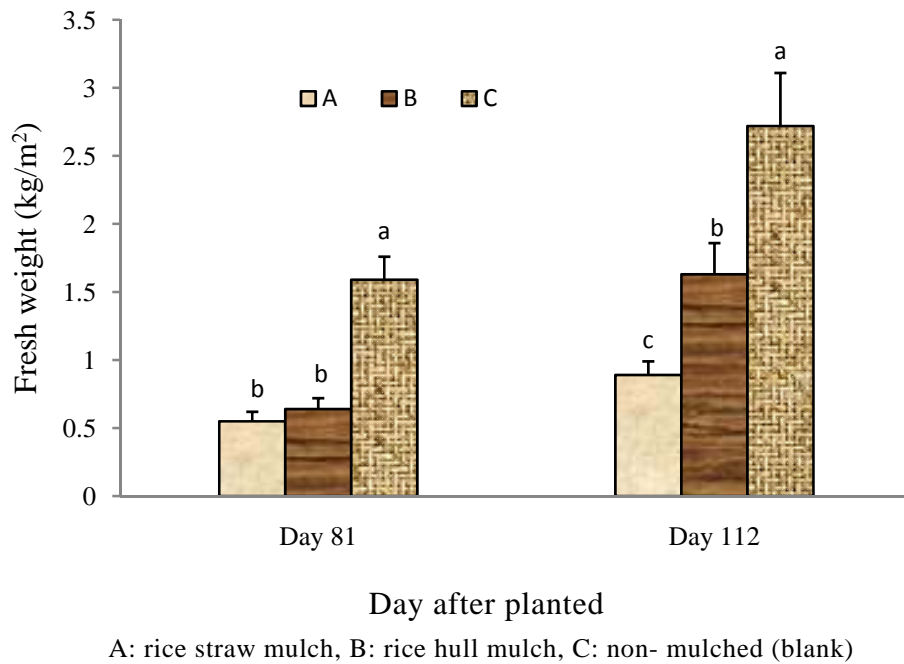
圖一 A、有機芋頭於栽培畦面敷蓋稻桿處理區之生長情形
Fig. 1-A. The growth of organic taro with rice straw mulch



圖一 B、有機芋頭於栽培畦面敷蓋稻殼處理區之情形
Fig. 1-B. The growth of organic taro with rice hull mulch



圖一 C、有機芋頭於栽培畦面無敷蓋對照處理區之情形
Fig. 1-C. The growth of organic taro without mulch (blank)



圖二、有機芋頭栽培期間畦面雜草鮮重調查結果

Fig. 2. The fresh weight of weeds on each mulch treatments in organic taro growth period

由有機芋頭採收期之塊莖品質性狀與產量調查結果顯示(表一)，芋頭塊莖徑及A級品比率在不同處理間差異不顯著，芋頭塊莖長度、塊莖鮮重及單位面積產量在不同處理間互有差異，且以敷蓋稻桿及稻殼處理顯著高於對照處理，其中敷蓋稻桿及稻殼處理的鮮芋頭產量分別高於對照處理約51%及40%，顯然敷蓋稻桿及稻殼處理頗適合推薦於有機旱作芋頭栽培應用參考。

表一、敷蓋不同有機材料處理對有機芋頭塊莖品質性狀與產量之影響

Table 1. The corm qualities and fresh corm yield of organic taro in the different organic mulch treatments

Treatment ¹	Corm length (cm)	Corm diameter (cm)	Corm weight (g)	Grade A rate (%)	Yield (t/ha)	Index (%)
A	19.1a ²	10.7a	980a	89.8a	16.3a	151
B	18.7a	10.5a	907a	90.1a	15.1a	140
C	17.0b	10.1a	648b	89.5a	10.8b	100

¹. A: rice straw, B: rice hull, C: non- mulched.

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.

芋對土壤的適應性範圍較一般作物為廣，以pH 5.5~7.0最為適宜，栽種於有機質豐富、保水力強的壤土或黏質壤土中，根群發育良好，產量較高，品質亦較佳⁽⁵⁾。由試驗前土壤特性分析結果顯示(表二)，土壤pH值(水：土比1：1) 5.74，電導度(水：土比5：1) 0.07 dS/m，有機質含量36.4 g/kg，Bray-1磷含量240 mg/kg，交換性鉀含量201 mg/kg，交換性鈣含量983 mg/kg，交換性鎂含量147 mg/kg。由有機芋頭採收後土壤肥力特性分析結果顯示(表二)，土壤pH值、電導度、有機質含量、Bray-1磷含量、交換性鉀含量、交換性鈣及鎂含量等土壤肥力特性在敷蓋不同有機材料處理間差異不顯著。一般採用畦面敷蓋方式除了抑制雜草外，亦有增加土壤保肥、保水的功效⁽⁶⁾。由表二顯示，除了土壤交換性鈣含量以外，無敷蓋對照(C)處理相較於敷蓋稻桿(A)或稻殼(B)處理，包括土壤電導度、有機質含量、Bray-1磷含量、交換性鉀及鎂含量等相對較低，顯然防止土壤養分流失及保持土壤肥力是敷蓋稻桿或稻殼處理的功效之一。

表二、敷蓋不同有機材料處理對有機芋頭採收期土壤肥力之影響

Table 2. Some selected characteristics of soil fertility at harvested stage of organic taro in the different organic mulch treatments

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)
Before	5.74	0.07	36.4	240	201	983	147
A	5.82a ²	0.09a	38.6a	325a	264a	1099a	178a
B	5.70a	0.08a	39.3a	327a	259a	1124a	167a
C	5.91a	0.07a	37.0a	313a	235a	1165a	158a

¹ Same as Table 1.

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.

二、稻殼雞糞堆肥不同用量試驗

有機質肥料施入農田土壤中，經由土壤微生物的分解作用，能夠釋出養分供作物吸收利用⁽¹⁸⁾。許多研究顯示，當土壤中有機質及施用的有機質肥料之養分能夠適時適量分解釋出供

應作物吸收利用，則能使作物的生長潛能發揮最大^(3,12)。因此，包括土壤有機質含量；以及有機質肥料的施用時機及施用量等，將是影響有機作物生長與產量的關鍵因子之一。由有機芋頭生育性狀調查結果顯示(表三)，定植後第90日之芋頭葉長、葉寬及植株存活率在不同處理間差異不顯著；定植後第165日植株存活率在不同處理間差異不顯著，葉長、葉寬在不同處理間互有差異，且隨著稻殼雞糞堆肥用量增加，芋頭葉長、葉寬呈現增加之趨勢。研究指出在有機蔬菜作物栽培期間分次適量施用堆肥，將有助於穩定土壤肥力及增加產量之合理施肥方式⁽⁶⁾。顯然本試驗在有機芋頭定植前(基肥)及定植後90日(追肥)分別施用50%用量的稻殼雞糞堆肥，有增進有機芋頭葉長及葉寬等生育之效益。

表三、稻殼雞糞堆肥不同用量處理對有機芋頭生育性狀之影響

Table 3. The growth characteristics of organic taro on the different application rates of rice hull- chicken manure compost

Treatment ¹	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	survival rate (%)
90 days after transplanted			
RC ₁	55.2a ²	49.0a	92.4a
RC ₂	56.5a	50.4a	91.3a
RC ₃	57.1a	50.9a	89.0a
165 days after transplanted			
RC ₁	67.2b	56.0b	87.5a
RC ₂	70.8ab	59.7ab	88.9a
RC ₃	72.8a	61.6a	88.1a

¹ RC₁: rice hull- chicken manure compost 10 t/ha.

RC₂: rice hull- chicken manure compost 20 t/ha.

RC₃: rice hull- chicken manure compost 30 t/ha.

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.

由有機芋頭採收期之塊莖品質性狀與產量調查結果顯示(表四)，除了芋頭塊莖徑及A級品比率在不同處理間差異不顯著，芋頭塊莖長度、塊莖鮮重及單位面積產量在不同處理間互有差異，且有隨著稻殼雞糞堆肥用量增加而有呈現增加之趨勢，而以施用稻殼雞糞堆肥30 t/ha處理最佳。研究指出有機芋頭的肥培管理於整地時每公頃施用20公噸有機肥作為基肥，追肥則在定植後第3個月每公頃施用10公噸有機肥⁽⁴⁾，此論述與本試驗表四結果相似。芋頭栽培期長達8個月，生育期歷經雨季及夏季高溫等環境條件⁽¹⁾。以本試區位居臺灣中部地區，每年4~6月適逢梅雨季節，肥料中養分易因雨水多而流失；且芋頭生育初期生長較緩，定植後第3~5個月生長快速而吸收養分需求較高。因此，綜合本試驗表三及四結果，有機芋頭每期作每公頃以施用30公噸稻殼雞糞堆肥，並於定植前(基肥)及定植後90日(追肥)分別施用50%為推薦的合理施肥方法。

表四、稻殼雞糞堆肥不同用量處理對有機芋頭塊莖品質性狀與產量之影響

Table 4. The corm qualities and fresh corm yield of organic taro in the different application rates of rice hull- chicken manure compost

Treatment ¹	Corm length (cm)	Corm diameter (cm)	Corm weight (kg)	Grade A rate (%)	Yield (t/ha)	Index (%)
RC ₁	20.3b ²	11.2a	0.83b	87.5a	14.8b	100
RC ₂	20.7b	10.8a	0.90b	87.9a	15.9b	107
RC ₃	23.0a	10.6a	1.09a	88.0a	19.2a	130

¹ Same as Table 3.

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.

莊等人(1993)研究證實長期施用堆肥可以提高及穩定土壤肥力⁽³⁾，惟為避免不當施用有機質肥料，造成土壤中某些養分含量失衡，而不利作物生長⁽⁹⁾。因此，必須合理的施用有機質肥料，才可以兼顧增進作物產能與農田永續經營^(7,12)。由試驗前土壤特性分析結果顯示(表五)，土壤pH值(水：土比1：1) 5.86，電導度(水：土比5：1) 0.05 dS/m，有機質含量35.2 g/kg，Bray-1磷含量251 mg/kg，交換性鉀含量133 mg/kg，交換性鈣含量1,048 mg/kg，交換性鎂含量166 mg/kg。由有機芋頭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、交換性鈣含量等土壤肥力特性在不同處理間差異不顯著，土壤電導度(EC)、Bray-1磷含量、交換性鉀及鎂含量等土壤肥力特性在不同處理間互有差異，均以施用稻殼雞糞堆肥30 t/ha處理較高，其次為稻殼雞糞堆肥用量20 t/ha處理，以稻殼雞糞堆肥用量10 t/ha處理較低。

表五、稻殼雞糞堆肥不同用量處理對有機芋頭採收期土壤肥力之影響

Table 5. Some selected characteristics of soil fertility at harvested stage of organic taro in the different application rates of rice hull- chicken manure compost

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)
Before	5.86	0.05	35.2	261	133	1048	166
RC ₁	6.12a ²	0.06b	38.9a	288b	147c	1190a	172b
RC ₂	6.15a	0.08ab	42.0a	345ab	206b	1290a	193ab
RC ₃	6.21a	0.10a	42.6a	424a	285a	1295a	232a

¹ Same as Table 3.

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.

參考文獻

1. 丁昭伶、朱盛祺 2015 芋頭栽培與應用 苗栗區農業專訊 70: 8-11。
2. 行政院農業委員會 2004 有機農產品生產規範—作物 p.22-27 有機驗證 健康保證 行政院農業委員會編印。

3. 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。
4. 黃祥益 2006 有機芋栽培管理技術 豐年半月刊 56(6): 47-49。
5. 楊秀珠 2012 作物特性、整合管理 p.1-6 芋頭之病蟲害發生與管理 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局、農業藥物毒物試驗所編印。
6. 蔣永正、蔣慕琰、張騰雄 2011 第二章作物篇 壹.綜論 二、雜草防治 p.62-110 臺灣有機農業技術要覽 財團法人豐年社編印。
7. 蔡宜峯、洪惠娟、楊旻憲 2013 施用有機肥料對有機蔬菜/玉米輪作之作物生長與土壤肥力特性之影響 臺中區農業改良場研究彙報 120: 21-32。
8. Carpenter, B. L., A. C. Kennedy and J. P. Reganold. 2000. Organic and biodynamic management: Effects on soil biology. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1651-1659.
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. Delate, K., H. Friedrich and V. Lawson. 2003. Organic pepper production systems using compost and cover crops. *Biol. Agric. Horti.* 21: 131-150.
11. 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.
12. 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.
13. Irshad, M., A. E. Eneji, Z. Hussain and M. Ashraf. 2013. Chemical characterization of fresh and composted livestock manures. *J. Soil Sci. and Plant Nutri.* 13(1): 115-121.
14. Kundsén, 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.
15. 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.
16. Okur, N., S. Gocmez and Y. Tuzel. 2006. Effect of organic manure application and solarization on soil microbial biomass and enzyme activities under greenhouse conditions. *Biol. Agric. Horti.* 23: 305-320.

17. 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.
18. Singh, Y. P. and C. P. Singh. 1986. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. I. Immobilization and mineralization of applied nitrogen. *Biol. Agric. Horti.* 4: 19-26.

Effects of Compost and Mulching on the Soil Fertility and Yield Performance of Organic Dryland Taro (*Colocasia esculenta*)¹

Yi-Fong Tsai², Min-Hsien Yang² and Ming-Hui Wang²

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the growth, quality and yield of organic dryland taro (*Colocasia esculenta*) and soil fertility by different organic mulching materials and application rate of rice hull-chicken manure compost. Experiment I was carried out with a 3-mulch treatments (rice straw mulch, rice hull mulch and non-mulched). Experiment II was carried out with a 3-application rate of rice hull-chicken manure compost (10, 20 and 30 t/ha). The results of experiment I indicated that weed control was significantly different due to mulching treatments, the fresh weight of weeds on non-mulching, rice hull mulching and rice straw mulching was 2.72, 1.63 and 0.89 kg/m² at the day 112 after planted, respectively. The length of corm, fresh weight of corm and fresh corm yield which cultivated on rice straw mulching and rice hull mulching were significantly higher than that of non-mulching treatment. There were no significant difference among mulching treatments on the soil fertilities at the harvest stage of organic taro. The results of experiment II indicated that the leaf length and leaf width increased along with the increase of the application rate of rice hull-chicken manure compost. The length, single weight and yield of fresh corm of 30 t/ha of rice hull-chicken manure compost treatment was significantly higher than those of other treatments. After taro harvested, soil EC, and the concentrations of soil Bray-1 P, exchangeable K and Mg were increased along with the increase of the application rate of compost. Therefore, the results from these experiments suggested that the mulching with rice straw and rice hull and applied with 30 t/ha of rice hull-chicken manure compost recommended for the organic dryland taro cultivation.

Key words: compost, mulching organic dryland taro (*Colocasia esculenta*), soil fertility

¹ Contribution No. 0896 from Taichung DARES, COA.

² Researcher (Branch Chief), Contract Employee and Assistant of Puli Branch, Taichung DARES, COA.