

有機白莧菜與有機玉米輪作下施用有機肥料之影響效應¹

蔡宜峰²

摘 要

本研究目的為探討有機白莧菜與有機玉米輪作下，施用不同用量的有機肥料對作物生育、產量及土壤肥力之影響。試驗園圃設置於彰化縣永靖鄉，試區土壤屬於石灰性黏板岩沖積土，試驗處理包括不同用量的蔗渣木屑堆肥及豆粕有機液肥等。試驗結果顯示，在施用蔗渣木屑堆肥5~10 t/ha及有機液肥20 L/ha等處理下，有機白莧菜產量比對照處理增加16~25%，在施用蔗渣木屑堆肥10~20 t/ha及有機液肥40 L/ha等處理下，有機玉米鮮穗產量比對照處理增加32~48%。有機白莧菜採收後土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀及鎂含量等隨堆肥用量增加而增加，其中施用堆肥處理區土壤0~10公分EC值約4.86~5.26 dS/m，有偏高的現象。有機玉米採收後土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量及交換性鉀含量亦有隨有機質肥料用量增加而增加。惟比較有機玉米試驗前後土壤特性，有機玉米採收後土壤EC值、有機質含量及交換性鉀含量已略降低。其中有機玉米採收後土壤0~10公分EC值約3.97~4.06 dS/m，已經有明顯降低的情形。因此，栽培有機蔬菜過程中，適時輪作有機玉米，以及施用適量的堆肥及有機液肥，可以穩定增進作物產量及有機農園土壤肥力。

關鍵字：有機葉菜類、有機玉米、土壤肥力、有機質肥料。

前 言

一般農業的生產過程，常常不知不覺中利用了自然，例如利用森林貯存的流水，以及充滿養分的有機質土壤。尤其土壤是孕育作物的基礎，所以要生產有利人類健康的食物，必先維護大自然及土壤的健康^(5,20)。有機農業是一種完全不用化學肥料和化學農藥之生產方式，有機農業經營的基本原理是設法讓土壤及作物本來的潛力充分發揮出來，以生產安全而又有生命力的農產品⁽¹⁾。因此，推廣有機農業經營理念，不僅可以維護農業生產環境，確保農業永續經營，且可生產健康安全之農產品供消費者享用⁽⁹⁾。中國人祖先很早即懂得種植作物，除發展犁具以犁田並中耕除草等，並已懂得將動物排泄廢棄物、植物之殘體，甚至收集野外植生加入農田(綠肥)，以永保土壤肥力。如此耕作制度合乎自然，亦為農業自古相傳且永續發展的關鍵之一。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0740 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員。

在有機農業生產過程中，十分注重加強自然資源的循環再利用，以期能兼具維護自然生態及提昇農業產能的多重效益^(16,27)。一般農業廢棄物均兼具污染性及資源性，如妥為處理，將能轉化為農業生產系統中的養分源(氮、磷、鉀)及能量源(碳)^(8,28)。因此，將農業廢棄物回歸于農田，不僅合乎資源再利用的自然法則，而且也是現今消納龐大量有機廢棄物之重要方向之一。由於農田土壤是作物生長的基礎，欲生產安全健康的農產品，必須先培育安全肥沃的土壤⁽¹⁰⁾。因此，採用安全無污染的農業廢棄物，再經由適當的分解與腐熟，製成品質優良穩定的有機質肥料，才能有效的提昇農田土壤肥力，產出生產安全健康的有機農產品^(14,20)。

一般在同一田區連續栽種同一種類的作物，常會產生所謂的連作障礙。要避免產生連作障礙，最理想的方式就是實施輪作，而要建立適宜的輪作制度，所必須考量的要點包括選擇適時適地的品種、利用病蟲害相生相剋的特性、維持土壤養分的平衡、利用前後期作物的生長特性等^(18,19)。其中為提高養分利用率，以淺根性作物與深根性作物輪作，根莖類作物與葉菜類作物輪作，高需肥型作物與綠肥輪作⁽¹¹⁾。十字花科作物與非十字花科作物輪作，蔬菜與水稻輪作，禾本科作物與非禾本科作物輪作，胡蘆科及茄科作物與蔥、薑、蒜、韭等作物輪作，可以減少連作栽培產生之病蟲害問題^(4,10)。有試驗顯示不同葉菜類間彼此有共榮或相剋之現象，同時也會對根系土壤之pH值產生酸化或鹼化之影響，因此，證實可以利用經濟作物的輪作制度達到調節土壤物理及化學特性之積極目的⁽³⁾。顯然採用適當的輪作制度，已是有機農業經營的重要栽培技術之一^(2,13)。本研究目的為探討有機白莧菜與玉米輪作下施用不同用量的有機肥料對土壤中肥力之影響，以供日後研究與栽培應用之參考。

材料與方法

試驗工作項目

本研究試驗圃設置於彰化縣永靖鄉，試驗圃為通過有機驗證5年之有機農場。白莧菜(*Amaranth mangostanus* L.)採用地方栽培品種，玉米採用商業公司華珍甜玉米品種，試驗期間於2009年春夏作實施，試區採用簡易溫網室設施，白莧菜採用撒播方式，玉米為一畦兩行方式，行株距45 cm×30 cm。有機白莧菜及有機玉米的試驗處理包括蔗渣木屑堆肥及有機液肥不同用量等4處理(表一)。試區採取完全逢機(CRD)排列設計，三重複，共計4×3=12小區，每小區20 m×1 m=20 m²。

試區土壤屬於石灰性黏板岩沖積土，試驗前土壤肥力分析結果如表二所示。試驗用蔗渣木屑堆肥採用蔗渣、太空包廢木屑及菜仔粕等材料，並經過充分堆積腐熟，堆肥的氮含量約22.5 g/kg、磷含量約9.56 g/kg、鉀含量約10.2 g/kg、鈣含量約16.3 g/kg、鎂含量約7.78 g/kg、鋅含量約16 mg/kg、銅含量約5 mg/kg、有機質含量616 g/kg、pH值6.60。有機液肥採用黃豆粕：米糠：糖蜜：水為1：1：1：10比例混合，經過二週定期打氣攪拌而發酵為有機液肥成品，電導度為9.98 dS/m，pH值為4.22，氮含量為6.11 g/L，磷含量為1.22 g/L，鉀含量7.24 g/L，鈣含量為6.54 g/L，鎂含量為4.29 g/L、鋅含量12 mg/L、銅含量6 mg/L。

蔗渣木屑堆肥依試驗處理用量做基肥施用，於整地時混入土中。有機液肥依處理用量，加水稀釋200倍，灌注於根部土壤，於白莧菜播種後第10~15日施用一次，於玉米播種後第15~20日及第30~35日各施用一次。於本試驗前、有機白莧菜及有機玉米採收後分別採取土壤樣品進行土壤肥力分析，土壤樣品分成0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm等不同深度，並同時進行作物生育性狀及產量調查等工作。

表一、試驗處理之有機肥料種類與用量

Table 1. The kind and amount of organic fertilizer applied in experiment

Treatment	Organic fertilizer	Liquid organic fertilizer
Chinese spinach		
Control	0	0
Compost 5	Bagasse sawdust compost 5 t/ha	0
Compost 5+LF	Bagasse sawdust compost 5 t/ha	20 L/ha
Compost 10	Bagasse sawdust compost 10 t/ha	0
Corn		
Control	0	0
Compost 10	Bagasse sawdust compost 10 t/ha	0
Compost 10+LF	Bagasse sawdust compost 10 t/ha	40 L/ha
Compost 20	Bagasse sawdust compost 20 t/ha	0

表二、試驗前土壤肥力分析

Table 2. The soil fertility before experiment

Soil depth (cm)	pH	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Bray 1 P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
0~10	7.21	3.87	30.1	36.1	80.6	4,808	498
10~20	7.17	3.56	28.7	35.0	71.2	4,914	364
20~30	7.16	3.27	26.4	26.3	58.7	4,328	288

分析項目及方法

有機材料樣品經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⁽¹⁵⁾，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⁽²⁶⁾，利用燄光分析儀測定其全鉀量⁽²¹⁾，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量⁽²³⁾。有機質含量採用Walkley-Black法測定⁽²⁵⁾。pH、EC值以水：材料為10：1比率萃取後，利用電極測定。土壤樣品先經風乾處理，經2 mm過篩後分別測定土壤化學性質，以Bray No.1方法抽取並用鉬藍法測土壤有效性磷含量⁽²⁶⁾，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⁽²¹⁾，用原子吸收光譜儀測土壤交換性鈣及鎂含量⁽²³⁾。土壤pH、EC值以水：土1:1萃取後，利用電極測定。土壤有機質含量採用Walkley-Black法測定⁽²⁵⁾。

結 果

對有機白莧菜、有機玉米生育及產量之影響

有機農業是一種完全不用肥料和農藥之生產方式，為提高有機農作物栽培之可行性，其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，各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^(1,20)。由有機白莧菜採收期之株高、鮮重及產量調查結果顯示(表三)，有機白莧菜採收期之株高及地上部鮮重在不同處理間差異不顯著，單位面積有機白莧菜地上部鮮重產量在不同處理間互有差異，其中以施用蔗渣木屑堆肥10 t/ha處理較高，其次分別為蔗渣木屑堆肥5 t/ha及有機液肥20 L/ha處理、蔗渣木屑堆肥5 t/ha處理，以對照處理較差。由有機玉米採收期之株高、鮮穗重及產量調查結果顯示(表四)，有機玉米採收期之株高、鮮穗重及鮮穗產量在不同處理間互有差異，以對照處理較差，其它處理間則無顯著差異。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⁽²⁸⁾。由於經過充分腐熟的有機質肥料之養分礦化速率及礦化總量相對較低，因此，有機質肥料的施用時機及施用量，即需因應不同作物種類而適度予以調配。一般有機葉菜類的最大生長期與養分吸收期極短⁽⁶⁾，如能適時適量地搭配施用速效性的有機液肥，將是相當不錯的選擇之一⁽¹²⁾。綜合表三及表四結果顯示，有機白莧菜與有機玉米產量隨著堆肥用量增加而增加，惟有機白莧菜產量在施用蔗渣木屑堆肥5 t/ha及10 t/ha或有否施用有液肥等處理間差異不顯著，有機玉米產量在施用蔗渣木屑堆肥10 t/ha及20 t/ha或有否施用有液肥等處理間差異不顯著。

表三、有機白莧菜採收期之株高、地上部鮮重及產量

Table 3. The plant height, fresh shoot weight and yield of organic Chinese spinach (*A. mangostanus* L.) at harvest stage

Treatment ¹	Plant height (cm)	Fresh weight of shoot (g/plant)	Yield of fresh shoot (kg/m ²)	Index (%)
Control	41.4a ²	11.4 a	2.51 b	100
Compost 5	43.0 a	13.1 a	2.92 ab	116
Compost 5+LF	43.6 a	13.3 a	3.02 ab	120
Compost 10	42.9 a	13.6 a	3.13 a	125

¹ See Table 1.

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

表四、有機玉米採收期之株高、鮮穗重及產量

Table 4. The plant height, fresh panicle weight and yield of organic corn at harvest stage

Treatment ¹	Plant height (cm)	Fresh weight of panicle (g/panicle)	Yield of fresh panicle (t/ha)	Index (%)
Control	116b ²	184b	10.3b	100
Compost 10	143a	230a	13.6a	132
Compost 10+LF	146a	236a	14.2a	138
Compost 20	149a	246a	15.3a	148

¹ See Table 2.

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

對土壤肥力之影響

臺灣地區由於雨水多且頻繁，蔬菜作物利用適當的設施栽培方式，可以達到保護作物生長與穩定產量之效益，尤其再配合正確的管理方法下，可以減少病蟲危害^(7,13)。一般在設施栽培相較於露天栽培，較易緣由肥料及土壤管理不當，而引致農田土壤中養分不平衡或電導度(EC)偏高等情況^(8,10)。本研究試驗園圃即為採用簡易溫網室且經通過有機驗證5年經歷之有機農場，由試驗前土壤肥力顯示，土壤有機質含量約26.4~30.1 g/kg，土壤EC值約3.27~3.87 dS/m，其中土壤EC值已呈現偏高情形。由有機白莧菜採收後土壤0~10 cm肥力顯示(表五)，土壤pH值、Bray-1萃取性磷含量、交換性鈣及鎂含量在不同處理間差異不顯著。土壤EC值、有機質含量及交換性鉀含量在不同處理間互有差異，以對照處理較低，其它處理間則無顯著差異。由有機白莧菜採收後土壤10~20 cm肥力顯示(表六)，土壤pH值、有機質含量、交換性鈣在不同處理間差異不顯著。土壤EC值、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀及鎂含量在不同處理間互有差異，其中土壤EC值、Bray-1萃取性磷含量及交換性鎂含量以對照處理較低，其它處理間則無顯著差異。土壤交換性鉀含量以施用蔗渣木屑堆肥10 t/ha處理較高，其次分別為蔗渣木屑堆肥5 t/ha及有機液肥20 L/ha處理、蔗渣木屑堆肥5 t/ha處理，以對照處理較低。由有機白莧菜採收後土壤20~30 cm肥力顯示(表七)，土壤pH值、土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鈣及鎂含量在不同處理間差異不顯著。土壤交換性鉀含量在不同處理間互有差異，以對照處理較低，其它處理間則無顯著差異。綜合表五、六及七結果顯示，土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀及鎂含量等特性有隨著堆肥用量增加而增加之趨勢，且在土壤0~10 cm的增幅最大，惟隨著土壤深度增加，施用堆肥的效益會減緩。

表五、有機白莧菜採收後土壤 0~10 cm 肥力分析

Table 5. The soil fertility at the depth of 0~10 cm after harvesting of organic Chinese spinach (*A. mangostanus* L.)

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)
Control	7.16a ²	3.44b	27.0b	36.2a	68b	4,741a	452a
Compost 5	7.20a	4.90a	31.3ab	41.7a	120a	5,297a	512a
Compost 5+LF	7.26a	4.86a	31.5ab	41.6a	118a	5,187a	507a
Compost 10	7.20a	5.26a	32.7a	42.5a	137a	4,976a	528a

¹. See Table 1.

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

表六、有機白莧菜採收後土壤 10~20 cm 肥力分析

Table 6. The soil fertility at the depth of 10~20 cm after harvesting of organic Chinese spinach (*A. mangostanus* L.) harvested

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)
Control	7.19a ²	3.34b	27.5a	34.2b	61c	4,963a	346b
Compost 5	7.23a	4.45a	32.0a	40.1ab	115b	5,258a	406ab
Compost 5+LF	7.21a	4.25a	30.2a	38.2ab	111b	4,908a	399ab
Compost 10	7.27a	4.97a	32.5a	42.7a	142a	5,149a	447a

¹. See 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、有機白莧菜採收後土壤 20~30 cm 肥力分析

Table 7. The soil fertility at the depth of 20~30 cm after harvesting of organic Chinese spinach (*A. mangostanus* L.) harvested

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)
Control	7.16a ²	3.20a	25.3a	28.2a	51.4b	4,364a	276a
Compost 5	7.15a	3.44a	29.2a	30.2a	63.5a	4,962a	314a
Compost 5+LF	7.16a	3.46a	28.5a	31.2a	65.0a	4,995a	304a
Compost 10	7.22a	3.63a	30.3a	32.0a	68.7a	4,815a	317a

¹. See Table 1.

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

由有機玉米採收後土壤0~10 cm肥力顯示(表八)，土壤pH值、交換性鈣及鎂含量在不同處理間差異不顯著。土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量及交換性鉀含量在不同處理間互有差異，以對照處理較低，其它處理間則無顯著差異。由有機玉米採收後土壤10~20 cm肥力顯示(表九)，土壤pH值、交換性鈣含量在不同處理間差異不顯著。土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鎂含量在不同處理間互有差異，以對照處理較低，其它處理間則無顯著差異。其中土壤交換性鉀含量以施用蔗渣木屑堆肥10 t/ha處理較高，其次分別為蔗渣木屑堆肥5 t/ha及有機液肥20 L/ha處理、蔗渣木屑堆肥5 t/ha處理，以對照處理較低。由有機玉米採收後土壤20~30 cm肥力顯示(表十)，土壤pH值、交換性鈣及鎂含量在不同處理間差異不顯著。土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀含量在不同處理間互有差異，其中以對照處理較低，其它處理間則無顯著差異。綜合表八、九及十等結果顯示，土壤pH值、EC值、Bray-1萃取性磷含量、交換性鉀、鈣及鎂含量等特性有隨著堆肥用量增加而增加之趨勢，惟前作有機白莧菜採收後土壤肥力比施用堆肥處理對於有機玉米採收後土壤肥力的增加幅度則略微降低。

表八、有機玉米採收後土壤 0~10 cm 肥力分析

Table 8. The soil fertility at the depth of 0~10 cm after harvesting of organic corn

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)
Control	7.13a ²	3.29b	25.8b	36.7b	73b	5,141a	374a
Compost 10	7.22a	3.97a	31.0a	44.0ab	108a	5,105a	424a
Compost 10+LF	7.28a	3.96a	31.2a	44.6ab	119a	5,323a	419a
Compost 20	7.28a	4.06a	33.6a	46.2a	125a	5,236a	428a

¹ See Table 2.

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

表九、有機玉米採收後土壤 10~20 cm 肥力分析

Table 9. The soil fertility at the depth of 10~20 cm after harvesting of organic corn

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)
Control	7.15a ²	2.98b	23.4b	33.0b	57.7c	5,027a	321b
Compost 10	7.12a	4.02a	28.1ab	38.8ab	81.6b	5,168a	416a
Compost 10+LF	7.16a	3.95a	27.2ab	38.5ab	82.2b	4,980a	408a
Compost 20	7.21a	4.17a	31.4a	42.4a	107a	5,208a	441a

¹ See Table 2.

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

表十、有機玉米採收後土壤 20~30 cm 肥力分析

Table 10. The soil fertility at the depth of 20~30 cm after harvesting of organic corn

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)
Control	7.10a ²	2.61b	21.1b	26.2b	50.8b	5,036a	283a
Compost 10	7.21a	3.13ab	26.4a	31.8a	74.5a	5,042a	316a
Compost 10+LF	7.16a	3.11ab	27.5a	31.2a	75.1a	4,890a	312a
Compost 20	7.24a	3.47a	29.2a	33.9a	79.9a	5,115a	318a

¹ See Table 2.

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

討 論

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性角色^(20,24)，因此，發展有機農業首要策略之一，即須強化農田土壤有機質管理以維持農田土壤永續經營。惟土壤有機質必須礦化後才能釋出養分供作物吸收，其礦化釋出養分太早、或累積太多、或待作物生長旺期過後才釋出者，對作物生長及土壤環境皆不利。已有例證顯示，長期施用單一有機質肥料，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^(17,22)。

由有機白莧菜試驗結果顯示，施用蔗渣木屑堆肥5~10 t/ha及有機液肥20 L/ha等處理的產量比對照處理增加約16~25%，且有機白莧菜產量隨著堆肥用量增加而略微增加之趨勢。一般葉菜類生長期短，必須適時吸收足量的養分，以獲得最大的生長效應⁽⁶⁾。因此，栽培有機蔬菜應適時施用適量的有機質肥料，以確保獲得最佳的產量效益⁽¹²⁾。由有機白莧菜採收期土壤肥力顯示，包括土壤EC值、Bray no. 1 萃取性磷含量、交換性鉀及鎂含量等隨堆肥用量增加而增加，其中土壤0~10公分EC值已達4.86~5.26 dS/m，10~20公分EC值為4.25~4.97 dS/m，20~30公分EC值為3.44~3.63 dS/m，顯然已經偏高。

本研究於有機白莧菜採收後，接續於同一田區進行有機玉米栽培，結果顯示施用蔗渣木屑堆肥10~20 t/ha及有機液肥40 L/ha等處理下，有機玉米鮮穗產量比對照處理增加約32~48%，其中有機玉米鮮穗產量有隨著堆肥用量增加而略微增加，且有機玉米採收期土壤EC值、有機質含量、Bray-1萃取性磷含量及交換性鉀含量亦有隨著有機質肥料用量增加而增加之情形。惟比較有機玉米試驗前後土壤特性，有機玉米採收期土壤EC值、有機質含量及交換性鉀含量已較栽種玉米前有略微降低情形。其中有機玉米採收期土壤0~10公分EC值為3.97~4.06 dS/m，10~20公分EC值為4.02~4.17 dS/m，20~30公分EC值為3.13~3.47 dS/m，相較於玉米播種前，已有明顯降低的情形。

由於有機作物吸收養分的來源，除了農田土壤肥力外，肥料供給必須依賴有機肥料(包括有機質肥料及有機液肥等)為供應大宗，因此，有機肥料的供應速率及總量將影響到有機農作

物的產量與品質，又將持續影響到農田土壤肥力之特性^(20,28)。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。長期施用堆肥可以增加土壤有機碳(質)含量，且土壤氮素的蓄積約倍增於化學氮肥區，所以施用堆肥可以提高及穩定土壤肥力^(16,24)。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。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^(20,27)。綜合本研究結果顯示，為了在有機蔬果長期栽培下獲得的穩定收成，及避免施肥及土壤管理不當而引致土壤養分累積過多或養分不平衡等問題，在適當栽培期中，如能適時實行有機玉米輪作及配合施用適量有機質肥料，應能適當地穩定增進有機農作物產量及農田土壤肥力。因此，在實行有機白莧菜與有機玉米輪作下，分別施用蔗渣木屑堆肥5 t/ha及有機液肥20 L/ha；以及施用蔗渣木屑堆肥10 t/ha及有機液肥40 L/ha，應可做為日後相關研究及應用之參考。

參考文獻

1. 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。
2. 李文汕 2003 有機蔬菜產業發展 p.106-117 臺灣地區有機農業產業發展研討會專刊 臺中區農業改良場編印。
3. 卓文君、李文汕 1997 不同前作蔬菜對十字花科葉菜類發芽與生育之影響 興大園藝 24: 31-44。
4. 高清文 1989 作物病害非農藥防治法 p.135-140 有機農業研討會專集 臺中區農業改良場編印。
5. 陳榮五 1999 臺灣地區有機農業發展之回顧及展望 p.69-75 有機農業發展研討會專刊 臺中區農業改良場編印。
6. 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: 263-272。
7. 章加寶 1989 作物害蟲非農藥防治法 p.183-192 有機農業研討會專集 臺中區農業改良場編印。
8. 黃賢喜、戴順發、陳東鐘、黃山內 1993 有機農耕法與慣行農耕法對作物生產影響之比較 p.109-125 永續農業研討會專集 臺中區農業改良場編印。
9. 張正英 2003 有機農產品與消費者互動之研究 p.52-83 臺灣地區有機農業產業發展研討會專刊 臺中區農業改良場編印。
10. 蔡永暉 2005 設施蔬菜生產技術及肥培管理 p.137-155 有機農業生產技術研討會專輯 花蓮區農業改良場編印。
11. 蔡永暉 2001 有機農法的實務(四)蔬菜 p.373-386 永續農業—作物篇 中華永續農業協會編印。

12. 蔡宜峰、戴振洋 2008 不同有機肥料種類及用量對有機葉菜類生長效益之影響 臺中區農業改良場研究彙報 99: 23-35。
13. 戴振洋、蔡宜峰、陳榮五 2009 蔬菜有機栽培實務 p.112-124 有機農業產業發展研討會專輯 臺中區農業改良場編印。
14. 譚鎮中 2004 有機資材應用於蔬菜栽培 p.239-248 國際有機資材認證暨應用研討會專集財團法人全方位農業振興基金會編印。
15. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
16. Carpenter-Boggs, 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.
17. 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.
18. Delate, K., H. Friedrich and V. Lawson. 2003. Organic pepper production systems using compost and cover crops. *Biol. Agric. Horti.* 21: 131-150.
19. 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.
20. Hsieh, S. C. 2004. Organic farming in Asia with special regard to Taiwan's experience. p.1-56. APO seminar on organic farming for sustainable agriculture, Taichung.
21. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
22. Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 148-154.
23. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. p.247-262. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
24. Marriott, E. E. and M. M. Wander. 2006. Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 950-959.
25. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.

26. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
27. Rigby, D. and D. Caceres. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agric. Syst.* 68: 21-40.
28. Tsai, Y. F., T. C. Juang and Y. M. Huang. 2001. The evaluation of potential availability of nitrogen of compost by ammonium carbonate extractor applied in corn cultivation. *Soil and Environ.* 4: 125-134.

Evaluating the Effects on the Different Application Rates of Organic Fertilizer in the Rotation of Organic Chinese Spinach and Organic Corn ¹

Yi-Fong Tsai ²

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effects of different rates of organic fertilizer on the growth, and yield of crops and soil fertility in the rotation of organic Chinese spinach (*Amaranth mangostanus* L.) and organic corn. The field experiment was conducted with different application rates of bagase-sawdust compost and organic liquid fertilizer at Yungchin (Calcareous slate alluvial soil). The results showed that the yield of organic Chinese spinach under the application of bagase-sawdust compost 5 t/ha and organic liquid fertilizer 20 L/ha was 16-25% higher than that of the control. The yield of organic corn under the application of bagase-sawdust compost 10 t/ha and organic liquid fertilizer 40 L/ha was 32-48% higher than that of the control. After harvesting of organic Chinese spinach, the soil EC, and the contents of organic matter, Bray-1 extracted P, exchangeable K and Mg increased according to the increasing of the application rate of bagase -sawdust compost. The soils EC were 4.86-5.26 dS/m on the treatments of bagase -sawdust compost at the depth of 0~10 cm, however, the soils EC were higher than that the needed for adequate growth of plants. After harvesting of organic corn, the soil EC, and the contents of organic matter, Bray-1 extracted P and exchangeable K increased by the increasing of the application rate of bagase -sawdust compost. However, the soil EC, the contents of organic matter and exchangeable K decreased after the cultivation of organic corn. In summary, the crop yield and soil fertility could maintain stable on the rotation of organic corn under applying adequate amount of compost with liquid organic fertilizer in organic vegetable cropping system.

Key words: organic leaf vegetable, organic corn, soil fertility, organic fertilizer.

¹Contribution No. 0740 from Taichung DARES, COA.

²Research Fellow, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Changhua, Taiwan, ROC.