

# 不同有機肥料種類及用量對有機葉菜類生長效益之影響<sup>1</sup>

蔡宜峯、戴振洋<sup>2</sup>

## 摘 要

本研究目的在探討不同有機肥料種類及用量對有機葉菜類生長、產量及養分吸收，以及對農田土壤肥力之影響效應。試驗處理包括施用雞糞堆肥10 t/ha、雞糞堆肥20 t/ha、牛糞堆肥10 t/ha、牛糞堆肥20 t/ha、雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥 20 l/ha、牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥 20 l/ha、空白對照處理等七級處理。試驗第一作為有機白莧菜，第二作為有機青江菜，由試驗結果顯示，在相同用量下，施用供試雞糞堆肥處理的有機白莧菜及青江菜產量均較高於供試牛糞堆肥處理者。在相同的堆肥種類下，有機白莧菜及青江菜產量隨著堆肥用量增加而增加，又連作兩期有機蔬菜均以施用供試雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha處理之產量較高，顯然適量的雞糞堆肥配合豆粕液肥能夠增進有機蔬菜的生長及產量。

**關鍵字：**牛糞堆肥、雞糞堆肥、豆粕液肥、有機葉菜類。

## 前 言

有機農業是一種完全不用化學肥料和農藥之生產方式，因此，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<sup>(2,8)</sup>。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。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。中國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<sup>(5)</sup>。如此耕作制度合乎自然，亦為農業自古相傳且永續發展之關鍵之一。目前有機農產品日益受到消費者重視，2003年全世界有機農產品產值約260億美元，估計2006年可達1,050億美元，2003年臺灣地區有機農產品產值僅約5千萬美元<sup>(27)</sup>，顯然有機農業在臺灣地區仍頗具有發展空間與潛力<sup>(3,8)</sup>。

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。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)<sup>(1,9,16)</sup>。因此，將農業廢棄物回歸

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0692 號。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員、助理研究員。

于農田，不僅合乎資源再利用的自然法則，而且也是現今消納如此龐大量有機廢棄物之重要方向之一。然而施用未腐熟的有機物，容易造成土壤過度還原性及釋出毒性物質等問題<sup>(11,29,31)</sup>。因此有機廢棄物需經過適當的堆肥化處理以除去不良有機成分及毒性物質等限制作物生長的因子<sup>(24,25,28)</sup>。所謂堆肥化作用即利用廣泛分佈於自然界之微生物，在控制的條件下，將廢棄物中不穩定的有機組成份加以分解，轉換為安定的腐植質成份，即腐熟的堆肥<sup>(19,22)</sup>。在堆肥化過程中，有機物基質中所含碳水化合物會迅速被微生物作用而分解，同時微生物之增殖必須吸收氮、磷等營養成份以合成微生物體質(biomass)<sup>(34,39,40)</sup>，所以堆肥化前有有機物基質中應含有豐富的營養要素成份，並需將堆肥化前有有機物基質中各種成份調整至較適宜比例範圍內，以利於微生物進行堆肥化作用。

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<sup>(6,17,42)</sup>，因此，發展有機農業之首要策略之一，即須強化農田土壤有機質管理以維持農田土壤永續經營發展。惟土壤有機質必須礦質化後才能釋出養分供作物吸收<sup>(26,38)</sup>，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<sup>(15,37,41)</sup>，現已有例證顯示，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<sup>(20,23,30)</sup>。因此，要使有機質肥料有效性發揮最大，必須使有機質肥料的養分礦化速率與作物養分吸收速率互相配合<sup>(21,26)</sup>，所以瞭解有機質肥料的礦化速率大小，才能達到經濟且有效地使用有機質肥料。而適當的考量作物產量標的(crop yield goals)和有機質肥料的可利用性養分潛力，亦即在作物生長期內有機質肥料的礦化潛能，則能決定有機質肥料的適宜施用量，以使有機質肥料的效益發揮最大<sup>(14,21)</sup>。本研究目的即擬探討使用雞糞堆肥、牛糞堆肥及豆粕液肥等不同有機肥料，對有機葉菜類生長、產量及養分吸收，以及對農田土壤肥力之影響，以期做為日後研究及應用之參考。

## 材料與方法

### 一、試驗項目與方法

試區設置於臺中市業經驗證通過之有機農園，試區土壤屬於砂頁岩沖積土，試驗作物包括第一作白莧菜(2006年9月)及第二作青江菜(2006年11月)連續兩期，栽培管理均依照農委會頒布的有機農產品生產基準實施<sup>(2)</sup>。試驗前試區土壤肥力特性包括有機質含量32.0 g/kg，pH 6.1，電導度(EC) 1.02 dS/m，Bray-1 磷含量297 mg/kg，交換性鉀、鈣、鎂含量分別為285、2956、174 mg/kg。試驗處理包括雞糞堆肥、牛糞堆肥分別施用10、20 t/ha等不同用量處理及配合豆粕液肥20 l/ha與否等，共計七處理(表一)。試區排列採用逢機完全區集設計，四重覆，小區面積1.2 m×4 m=4.8 m<sup>2</sup>。堆肥處理區依處理用量，全量一次做基肥混入土壤中，豆粕液肥依處理用量均分成50%及50%二次追肥，施用前加水稀釋100倍，分別於有機蔬菜播種後第10~12日及第16~18日採葉面噴施。於蔬菜生育中期及收穫期採植體樣品分析乾物重，並利用絕對生長速率(absolute growth rate, AGR)，以計算各處理在單位時間內之植株乾物生長量，公式為 $AGR=(W_2-W_1)/(T_2-T_1)$ ；W<sub>2</sub>及W<sub>1</sub>分別代表在T<sub>2</sub>及T<sub>1</sub>時間採取之植株乾物重。另於蔬菜

收穫期調查單位面積產量；同時採植體樣品實施養分含量分析，另採土壤樣品做土壤肥力分析。

表一、試驗處理

Table 1. Treatments of the experiment

Treatment	The kind and the amount of fertilizer
A	Chicken waste compost 10 t/ha
B	Chicken waste compost 20 t/ha
C	Dairy waste compost 10 t/ha
D	Dairy waste compost 20 t/ha
E	Chicken waste compost 10 t/ha + liquid soybean fertilizer 20 l/ha
F	Dairy waste compost 10 t/ha + liquid soybean fertilizer 20 l/ha
G	Blank

試驗用堆肥及豆粕液肥均於臺中區農業改良場內堆肥試驗場製作，其中雞糞堆肥材料配方採用雞糞與太空包木屑體積比1：2，牛糞堆肥材料配方採用牛糞與太空包木屑體積比1：1，分別將堆肥材料混合均勻後，水份含量調整至60%，利用鏟裝機約每週翻堆一次，當堆肥溫度由60℃以上高溫逐漸降低至約40~45℃，堆積發酵時程約至第45~50日時，堆肥已呈現腐熟。豆粕液肥材料配方採用菜仔粕2 kg + 糖蜜2 kg + 水20 kg，置入塑膠桶內，每日攪拌1~2次，約15~20日可完熟。本試驗用有機材料及有機肥料成品之主要養分含量分析詳如表二。

表二、有機材料及有機肥料成品之主要養分含量

Table 2. The nutrient contents of organic materials and organic fertilizers

Organic materials	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Chicken waste	23.7	3.70	22.3	32.1	14.5	448	105
Dairy waste	11.0	1.61	15.7	15.5	8.50	122	21.1
Mushroom waste	10.2	3.20	11.1	4.20	12.9	73.2	8.26
Molasses	0.21	1.90	37.8	12.9	5.31	26.0	1.68
Vegetable meal	38.4	2.89	13.7	11.7	8.72	63.1	12.0
Chicken waste compost	21.9	3.71	21.0	10.1	15.6	176	54.4
Dairy waste compost	12.6	3.03	18.9	5.53	12.5	88.0	34.1
Liquid organic fertilizer	6.14	1.22	7.20	6.51	4.33	33.2	8.08

## 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以水：土比1:1，pH電極測定。土壤有機質含量採用Walkley-Black法測定<sup>(35)</sup>。1 M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<sup>(32)</sup>，用原子吸收光譜儀測土壤交換性鈣及鎂含量<sup>(33)</sup>。以Bray No. 1方法抽取並用鉬藍法測土壤有效性磷<sup>(36)</sup>。有機肥料資材及植物

體樣品均經70℃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<sup>(18)</sup>，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<sup>(36)</sup>，利用燄光分析儀測定其全鉀量<sup>(32)</sup>，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量<sup>(33)</sup>。

## 結果與討論

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，並達到生產自然安全農產品目標之農業<sup>(2)</sup>。所以有機農業經營必須施用適當的有機質肥料，以供應養分給有機農作物生長需求。由有機白莧菜採收期生育性狀及產量調查結果顯示(表三)，有機白莧菜的植株株高、植株鮮重及單位面積產量在不同處理間互有差異；其中有機白莧菜的植株株高以對照G處理較低，其它施用不同種類及用量堆肥或豆粕液肥處理間(A~F)差異不顯著。有機白莧菜的植株鮮重及單位面積產量以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理較高，其次分別為施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理、施用牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之F處理、施用牛糞堆肥20 t/ha之D處理、施用雞糞堆肥10 t/ha之A處理、施用牛糞堆肥10 t/ha之C處理，而以對照之G處理者較低。綜合以上結果顯示，以各別施用雞糞堆肥或牛糞堆肥而論，有機白莧菜產量由低而高依序為施用雞糞堆肥或牛糞堆肥10 t/ha、施用雞糞堆肥或牛糞堆肥20 t/ha、施用雞糞堆肥或牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha，其中當施用量相同情況下，施用供試雞糞堆肥的有機白莧菜產量較高於施用供試牛糞堆肥者。

表三、有機白莧菜採收期之株高、鮮重及產量

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

Treatment <sup>1</sup>	Plant height (cm)	Fresh weight (g/plant)	Yield (kg/m <sup>2</sup> )	Index (%)
A	42.4 a <sup>2</sup>	12.4 ab	2.95 ab	135
B	43.0 a	13.3 ab	3.22 ab	148
C	41.6 a	11.3 b	2.72 b	124
D	41.9 a	12.6 ab	3.02 ab	138
E	42.7 a	14.1 a	3.67 a	168
F	43.0 a	12.6 ab	3.10 ab	142
G	32.1 b	8.6 c	2.18 c	100

<sup>1</sup>. See Table 1.

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

由有機白莧菜不同生育期地上部乾物重及絕對生長速率分析結果顯示(表四)，播種後第13日的有機白莧菜地上部乾物重及絕對生長速率以對照G處理較低，其它施用不同種類及用量堆肥或豆粕液肥處理間(A~F)差異不顯著。播種後第25日的有機白莧菜地上部乾物重及絕對

生長速率在不同處理間互有差異，其中以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理較高，有機白莧菜地上部乾物重及絕對生長速率分別為1.26 g/plant及73.3 mg/day，其次分別為施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理、施用牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之F處理、施用牛糞堆肥20 t/ha之D處理、施用雞糞堆肥10 t/ha之A處理、施用牛糞堆肥10 t/ha之C處理，而以對照之G處理者較低。一般作物種類不同，其養分吸收特性亦不同<sup>(7,12)</sup>。而有機質肥料施入農田土壤中，必須經由土壤微生物的分解，才能夠釋出養分供作物吸收利用<sup>(21,31)</sup>，且不同有機質肥料的礦化分解率，亦會因含有不同的有機材料而迥異<sup>(12,15)</sup>。由表四顯示，有機白莧菜生長後期(播種後第14~25日)之絕對生長速率約為生長前期(播種後第0~13日)的3倍之多，顯然在有機白莧菜生長後期如能適時適量供應養分，則對有機白莧菜之養分吸收利用及生長均有所助益。綜合表三及四結果，雞糞堆肥的礦化分解率顯然比牛糞堆肥較能配合有機白莧菜的養分吸收特性，且無論是雞糞堆肥或牛糞堆肥，適當的配合施用豆粕液肥，更能增進有機白莧菜之生長與產量。

表四、有機白莧菜不同生育期地上部乾物重及絕對生長速率

Table 4. The dry weight (DW) of shoot and absolute growth rate (AGR) of Chinese spinach (*Amaranth mangostanus* L.) at different growth stage

Treatment <sup>1</sup>	DW at day 13 <sup>2</sup> (g/plant)	AGR I (mg/day)	DW at day 25 <sup>3</sup> (g/plant)	AGR II (mg/day)
A	0.33 a <sup>4</sup>	25.4 a	1.13 ab	66.7 ab
B	0.36 a	27.7 a	1.21 ab	70.8 ab
C	0.31 a	23.8 a	1.03 b	60.1 b
D	0.35 a	26.9 a	1.17 ab	68.3 ab
E	0.38 a	29.2 a	1.26 a	73.3 a
F	0.35 a	26.9 a	1.19 ab	70.1 ab
G	0.21 b	16.1 b	0.78 c	47.5 c

<sup>1</sup> See Table 1.

<sup>2</sup> Days 13 after sowing.

<sup>3</sup> Days 25 after sowing.

<sup>4</sup> Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ( $P \geq 0.05$ ).

本研究於同一田區繼續進行第二期有機青江菜試驗，由採收期生育性狀及產量調查結果顯示(表五)，有機青江菜的植株株高、植株鮮重及單位面積產量在不同處理間互有差異。其中有機青江菜的植株株高以對照G處理較低，其它施用不同種類及用量堆肥或豆粕液肥處理間(A~F)差異不顯著。有機青江菜的植株鮮重及單位面積產量以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理較高，其次分別為施用牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之F處理、施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理、施用牛糞堆肥20 t/ha之D處理、施用雞糞堆肥10 t/ha之A處理、施用牛糞堆肥10 t/ha之C處理，而以對照之G處理者較低。

表五、有機青江菜採收期之株高、鮮重及產量

Table 5. The plant height, fresh weight and yield of Pak-choi (*Brassica campestris* L. *Chinensis* Group) at harvest stage

Treatment <sup>1</sup>	Plant height (cm)	Fresh weight (g/plant)	Yield (kg/m <sup>2</sup> )	Index (%)
A	22.4 a <sup>2</sup>	18.0 ab	2.80 b	188
B	23.6 a	19.6 ab	3.04 ab	204
C	21.0 a	16.4 b	2.73 b	183
D	23.0 a	18.8 ab	2.84 b	190
E	24.9 a	23.7 a	3.44 a	230
F	23.5 a	20.1 ab	3.13 ab	210
G	16.9 b	10.2 c	1.49 c	100

<sup>1</sup>: See Table 1.

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

由有機青江菜不同生育期地上部乾物重及絕對生長速率分析結果顯示(表六)，播種後第15日及第28日的有機青江菜地上部乾物重及絕對生長速率在不同處理間互有差異，其中有機青江菜地上部乾物重及絕對生長速率均以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理較高，其次分別為施用牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之F處理、施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理、施用牛糞堆肥20 t/ha之D處理、施用雞糞堆肥10 t/ha之A處理、施用牛糞堆肥10 t/ha之C處理，而以對照之G處理者較低。由表六顯示，有機青江菜生長後期之絕對生長速率亦約為生長前期的3倍之多，而綜合表五及六結果，有機青江菜生長及產量除仍以E處理較佳外，其次為F處理，上述兩處理為施用較低量(10 t/ha)雞糞堆肥或牛糞堆肥配合豆粕液肥，且較優於施用較高量(20 t/ha)的雞糞堆肥或牛糞堆肥的B及D處理。

由於本試驗是在同一田區連作二期有機蔬菜，有施用堆肥處理區均在試驗前一次全量混入土壤中，豆粕液肥則在有機蔬菜生育期間做追肥施用。綜合第一期有機白莧菜及第二期有機青江菜產量調查結果(表三、五)，在相同的堆肥種類下，施用較高量(20 t/ha)處理的有機白莧菜及青江菜產量較高於施用較低量(10 t/ha)處理者。在相同施用量下，施用雞糞堆肥處理的有機白莧菜及青江菜產量均較高於牛糞堆肥處理者。一般雞糞堆肥的氮素礦化量在施入土壤後第四週約為23%，第十週約為28%，而牛糞堆肥在第十週的氮素礦化量僅約為6%<sup>(21)</sup>。筆者在施用雞糞堆肥及牛糞堆肥對甘藍養分吸收之影響研究中，當牛糞堆肥用量約為雞糞堆肥用量的1.3倍時，甘藍植株的氮、磷、鉀吸收量相近似<sup>(12)</sup>。顯然需在短期內吸收足量營養要素與快速生長的蔬菜類，施用分解率較快的雞糞堆肥之效益會高於施用分解率較慢的牛糞堆肥。惟本研究施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha處理的有機白莧菜及青江菜產量均較高於其他處理者，顯然施用適量的雞糞堆肥配合豆粕液肥，即較能夠供應適量的肥料成分給有機白莧菜及青江菜吸收利用，進而增進有機蔬菜的生長及產量。

表六、有機青江菜不同生育期地上部乾物重及絕對生長速率

Table 6. The dry weight (DW) of shoot and absolute growth rate (AGR) of Pak-choi (*Brassica campestris* L. Chinensis Group) at different growth stage

Treatment <sup>1</sup>	DW at day 15 <sup>2</sup> (g/plant)	AGR I (mg/day)	DW at day 28 <sup>3</sup> (g/plant)	AGR II (mg/day)
A	0.44 b <sup>4</sup>	29.3 b	1.62 bc	90.7 bc
B	0.50 ab	33.3 ab	1.76 abc	96.9 abc
C	0.41 b	27.3 b	1.47 c	81.5 c
D	0.47 ab	31.5 ab	1.69 bc	93.8 bc
E	0.58 a	38.6 a	2.13 a	119.0 a
F	0.51 ab	34.0 ab	1.81 ab	100.0 ab
G	0.25 c	16.6 c	0.91 d	50.7 d

<sup>1</sup> See Table 1.

<sup>2</sup> Days 15 after sowing.

<sup>3</sup> Days 28 after sowing.

<sup>4</sup> Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ( $P \geq 0.05$ ).

由有機白莧菜採收期地上部植株主要養分含量分析結果顯示(表七)，氮及鉀含量在不同處理間略有差異，磷、鈣及鎂含量在不同處理間差異不顯著，其中有機青江菜地上部植株氮及鉀含量以對照G處理較低，其它施用不同種類及用量堆肥或豆粕液肥處理間(A~F)差異不顯著。由有機青江菜採收期地上部植株主要養分含量分析結果顯示(表八)，氮及鉀含量在不同處理間互有差異，磷、鈣及鎂含量在不同處理間差異不顯著。其中有機青江菜地上部植株氮含量以施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理及施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理較高，其次分別為施用雞糞堆肥10 t/ha之A處理、施用牛糞堆肥20 t/ha之D處理、施用牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之F處理、施用牛糞堆肥10 t/ha之C處理，而以對照之G處理者較低。有機青江菜地上部植株鉀含量以對照G處理較低，其它施用不同種類及用量堆肥或豆粕液肥處理間(A~F)差異不顯著。莊等在農田土壤供氮能力之研究指出，一般農田土壤因有機質含量高低而有不同供氮能力<sup>(6)</sup>。在不同土壤施用不同種類有機質肥料或用量不同，亦會影響作物的養分吸收<sup>(12)</sup>。本研究在施用不同種類及用量堆肥或豆粕液肥處理間(A~F)，第一作有機白莧菜採收期地上部植株氮、磷、鉀、鈣及鎂含量差異不顯著，第二作有機青江菜採收期地上部植株磷、鉀、鈣及鎂含量差異不顯著，惟氮含量在不同處理間互有差異，其中有機青江菜地上部植株氮含量以施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理及施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理較高，顯然施用豆粕液肥20 l/ha配合低用量(10 t/ha)雞糞堆肥的效益不遜於高用量(20 t/ha)雞糞堆肥。

表七、有機白莧菜採收期地上部植株主要養分含量

Table 7. The nutrient contents of shoot of Chinese spinach (*Amaranth mangostanus* L.) at harvest stage

Treatment <sup>1</sup>	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
A	25.3 a <sup>2</sup>	5.40 a	43.9 a	12.4 a	9.60 a
B	26.3 a	5.42 a	44.4 a	13.1 a	9.51 a
C	24.6 a	5.38 a	43.6 a	12.1 a	9.63 a
D	25.2 a	5.35 a	42.5 a	12.3 a	9.59 a
E	24.9 a	5.36 a	43.2 a	12.2 a	9.49 a
F	24.6 a	5.39 a	42.8 a	12.0 a	9.60 a
G	20.1 b	5.02 a	35.0 b	11.5 a	9.36 a

<sup>1</sup>. See Table 1.<sup>2</sup>. Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ( $P \geq 0.05$ ).

表八、有機青江菜採收期地上部植株主要養分含量

Table 8. The nutrient contents of shoot of Pak-choi (*Brassica campestris* L. Chinensis Group) at harvest stage

Treatment <sup>1</sup>	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
A	26.0 ab <sup>2</sup>	4.42 a	37.8 a	16.5 a	11.4 a
B	27.4 a	4.36 a	38.2 a	16.8 a	10.8 a
C	23.5 bc	4.34 a	36.6 a	14.6 a	11.2 a
D	24.8 ab	4.40 a	38.0 a	15.1 a	10.6 a
E	27.1 a	4.35 a	37.6 a	16.6 a	10.7 a
F	24.2 ab	4.41 a	36.9 a	14.9 a	11.0 a
G	20.6 c	4.21 a	30.4 b	14.5 a	10.2 a

<sup>1</sup>. See Table 1.<sup>2</sup>. Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ( $P \geq 0.05$ ).

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<sup>(4)</sup>，所以施用堆肥可以提高及穩定土壤肥力<sup>(6,13)</sup>。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<sup>(20,23,30)</sup>。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<sup>(6,10)</sup>。由有機白莧菜試驗後土壤肥力分析結果顯示(表九)，土壤有機質含量及交換性鉀含量在不同處理間互有差異，土壤pH值、EC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，其中土壤有機質含量以施用牛糞堆肥20 t/ha之D處理較高，其次分別為施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理、施用牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之F處理、施用牛糞堆肥10 t/ha之C處理、施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理、



施用雞糞堆肥10 t/ha之A處理，而以對照之G處理者較低。土壤交換性鉀含量以對照G處理較低，其它施用不同種類及用量堆肥或豆粕液肥處理間(A~F)差異不顯著。由有機青江菜試驗後土壤肥力分析(表十)，土壤交換性鉀含量在不同處理間互有差異，土壤有機質含量、pH值、EC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。其中土壤交換性鉀含量以對照G處理較低，其它施用不同種類及用量堆肥或豆粕液肥處理間(A~F)差異不顯著。綜合表九及十結果顯示，在本研究連作兩期葉菜類中均獲得較佳產量之施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha處理，對該處理區土壤有機質含量、EC值等特性僅為緩和增加之情況。因此，如在同一田區長期栽種有機蔬菜，且為避免因施用過量有機質肥料而導致土壤EC值累積過高，施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha可做為栽種有機葉菜類之施肥參考。

表九、有機白莧菜試驗後土壤肥力分析

Table 9. The soil fertility after field experimented of Chinese spinach (*Amaranth mangostanus* L.)

Treatment <sup>1</sup>	OM (g/kg)	pH	EC (dS/m)	Bray-1 P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
A	33.5 ab <sup>2</sup>	6.42 a	1.30 a	329 a	333 a	2998 a	201 a
B	35.0 ab	6.40 a	1.41 a	324 a	365 a	3021 a	214 a
C	34.6 ab	6.41 a	1.28 a	320 a	325 a	3028 a	205 a
D	36.7 a	6.49 a	1.33 a	325 a	341 a	3152 a	196 a
E	33.6 ab	6.40 a	1.31 a	322 a	340 a	2975 a	211 a
F	34.8 ab	6.44 a	1.30 a	318 a	327 a	3046 a	198 a
G	30.2 b	6.23 a	1.10 a	283 a	271 b	2985 a	186 a

<sup>1</sup>. See Table 1.

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

表十、有機青江菜試驗後土壤肥力分析

Table 10. The soil fertility after field experimented of Pak-choi (*Brassica campestris* L. Chinensis Group)

Treatment <sup>1</sup>	OM (g/kg)	pH	EC (dS/m)	Bray-1P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
A	32.3 a <sup>2</sup>	6.31 a	1.23 a	318 a	327 a	2904 a	199 a
B	33.8 a	6.30 a	1.45 a	330 a	333 a	2816 a	184 a
C	33.2 a	6.35 a	1.16 a	308 a	318 a	2868 a	185 a
D	34.1 a	6.40 a	1.34 a	316 a	326 a	2941 a	194 a
E	33.1 a	6.32 a	1.25 a	319 a	320 a	2825 a	181 a
F	32.7 a	6.34 a	1.23 a	307 a	316 a	2946 a	190 a
G	29.1 a	6.11 a	1.05 a	278 a	253 b	2815 a	177 a

<sup>1</sup>. See Table 1.

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

## 誌 謝

本研究報告經由農委會91農科-1.1.1-中-D4(1)科技計畫補助執行，並承蒙本場土壤、蔬菜研究室同仁協助完成，特此致謝。

## 參考文獻

1. 王新傳、林登鴻 1969 有機物之碳氮比對土壤團粒化之影響 農業研究 18(3):39-46。
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. 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。
4. 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。
5. 吳聰賢 1990 農業史 p.15-32. 黎明文化事業出版。
6. 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。
7. 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(4):263-272。
8. 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。
9. 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 臺灣省畜產試驗所編印。
10. 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 永續農業研討會專集 p.109-125 臺中區農業改良場編印。
11. 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。
12. 蔡宜峰 2001 施用雞糞堆肥及牛糞堆肥對甘藍養分吸收之影響 臺中區農業改良場研究彙報 70:37-49。
13. 蔡宜峰 1999 雞糞堆肥及牛糞堆肥對甘藍產量及土壤肥力之影響 臺中區農業改良場研究彙報 63:13-24。
14. 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。
15. 蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1995 堆肥有效養分潛能估測之研究 p.242-258 有機質肥料合理施用技術研討會專刊 臺灣省農業試驗所特刊第50號。

16. 嚴式清 1989 畜牧廢棄物在有機農業之利用 p.245-249 有機農業研討會專集 臺中區農業改良場特刊16號。
17. Bationo, A. and A. U. Mokwunye. 1991. Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production: With special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. *Fertilizer Research* 29:117-125.
18. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney eds.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
19. Chae, Y. M. and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soil amended with organic wastes. *J. Environ. Qual.* 15:193-198.
20. 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.
21. Castellanos, J. Z. and P. F. Pratt. 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:354-357.
22. De Bertoldi, M., G. Vallint, A. Pera and F. Zucchini. 1985. Technological aspects of composting including moddling and microbiology. p.27-41. In: *Composting of agricultural and other wastes* (J. K. R. Gasser. ed.). Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.
23. Douglas, B. F. and F. R. Magdoff. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. *J. Environ. Qual.* 20:368-372.
24. Harada, Y., K. Haga, T. Osada and M. Koshino. 1991. Quality aspects of animal waste composts. p.54-76. In: *Proceedings of symposium on pig waste treatment and composting II*. Taiwan Livestock Research Institute.
25. Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. *ASPAC/FFTC Extension Bulletin* No.311:19-31.
26. 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.
27. Hsieh, S. C. 2004. Organic farming in Asia with special regard to Taiwan's experience. APO seminar on organic farming for sustainable agriculture.
28. Inoko, A. 1982. The composting of organic materials and associated maturity problems. *ASPAC/FFTC Technical Bulletin* No.71:1-20.
29. Jacobs, L. W. 1990. Potential hazards when using organic materials as fertilizers for crop production. *ASPAC/FFTC Extension Bulletin* No. 313:1-29.

30. Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:148-154.
31. King, L. D. 1984. Availability of nitrogen in municipal, industrial, and animal wastes. *J. Environ. Qual.* 13:609-612.
32. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney eds.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
33. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. P.247-262. In: *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney eds.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
34. Martin, J. P. and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. p.114-169. In: *Soils for management of organic wastes and waste water* (L. F. Elliott, et al. eds.). Madison, Wisconsin. USA.
35. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney eds.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
36. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney eds.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
37. Piccolo, A. and J. S. C. Mbagwu. 1990. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. *Plant Soil.* 123:27-37.
38. Sims, J. T. 1986. Nitrogen transformations in a poultry manure amended soil: Temperature and moisture effects. *J. Environ. Qual.* 15:59-63.
39. Singh, Y. P., and C. P. Singh. 1986a. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. I. Immobilization and mineralization of applied nitrogen. *Biol. Agric. Horti.* 4:19-26.
40. Singh, Y. P. and C. P. Singh. 1986b. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. II. Immobilization and mineralization of applied phosphorus. *Biol. Agric. Horti.* 4:301-307.
41. 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.
42. 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 the Application of Different Kinds and Rates of Organic Fertilizers on Growth of Leaf Vegetables <sup>1</sup>

Yi-Fong Tsai and Chen-Yang Tai <sup>2</sup>

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the growth, yield and nutrients content of organic leaf vegetables in the soil fertility on the application of different kinds and rates of organic fertilizers. Field experiment was conducted with seven treatments, including A)chicken waste compost 10 t/ha, B)chicken waste compost 20 t/ha, C)dairy waste compost 10 t/ha, D)dairy waste compost 20 t/ha, E)chicken waste compost 10 t/ha + liquid soybean fertilizer 20 l/ha, F)dairy waste compost 10 t/ha + liquid soybean fertilizer 20 l/ha, G)blank, on the cultivation of organic Chinese spinach (*Amaranth mangostanus* L.) and organic Pak-choi (*Brassica campestris* L. *Chinensis* Group).

The results showed that the yields of organic Chinese spinach and organic Pak-choi on the application of chicken waste compost were higher than that on the application of dairy waste compost which on the same application rate. When applied the same kind of compost, increase the application rate of compost could increase the yields of organic Chinese spinach and organic Pak-choi. However, the results were coordinate with the fact that the yields of organic Chinese spinach and organic Pak-choi on the application of chicken waste compost 10 t/ha + liquid soybean fertilizer 20 l/ha were higher than that of the other treatments. Therefore, the application of chicken waste compost 10 t/ha + liquid soybean fertilizer 20 l/ha is a suitable fertilization for the cultivation of organic leaf vegetable.

**Key words:** dairy waste compost, chicken waste compost, liquid soybean fertilizer, organic leaf vegetable.

---

<sup>1</sup>Contribution No. 0692 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup>Research Fellow and Assistant Researcher, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Changhua, Taiwan, ROC.