

# 不同有機肥料種類及用量對有機葉菜類 氮、磷及鉀吸收特性之影響<sup>1</sup>

蔡宜峯、戴振洋<sup>2</sup>

## 摘 要

本研究目的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種類及用量，對有機葉菜類氮、磷及鉀養分吸收特性之影響效應。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、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，有機白莧菜及有機青江菜的氮、磷及鉀吸收量均以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha處理較高，有機白莧菜採收期地上部植株氮、磷、鉀吸收量比例約為5：1：8，有機青江菜約為6：1：9。有機白莧菜生育後期的氮、磷、鉀的吸收速率約為生育前期之3倍強，有機青江菜生育後期的氮、磷、鉀的吸收速率約為生育前期之4倍強，顯然有機葉菜類生育後期必須吸收足量的肥料養分，以供應生長需求。因此，施用適量的雞糞堆肥與豆粕液肥較能夠配合有機葉菜類的養分吸收特性。

**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>(28)</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>。

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0704 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。

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>(11,30,32)</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>(25,26,29)</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>(20,23)</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>(35,40,41)</sup>，所以堆肥化前有機物基質中應含有較高的營養要素成份，並需將堆肥化前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>(6,18,43)</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>(27,39)</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>(15,38,42)</sup>，現今已有例證顯示，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>(21,24,31)</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>(22,27)</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>(14,22)</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，對有機葉菜類養分吸收特性之影響，以期做為日後有機葉菜類肥培管理之研究與應用參考。

## 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、2,956、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 $1.2\text{ m} \times 4\text{ m} = 4.8\text{ m}^2$ 。堆肥處理區依處理用量，於播種前整地時，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及氮、磷、鉀等養分含量，再利用絕對生長速率(absolute growth rate)公式原理轉變成計算植株營養要素絕對吸收速率(absolute nutrient uptakes rate)，以計算各處理間在單位時間內之營養要素吸收量，公式為 $ANUR = U_2 - U_1 / T_2 - T_1 : U_2$ ， $U_1$ 表示分別在 $T_2$ ， $T_1$ 時之營養要素吸收量。

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 organic fertilizer 20 l/ha
F	Dairy waste compost 10 t/ha + liquid organic 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，水分含量調整至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

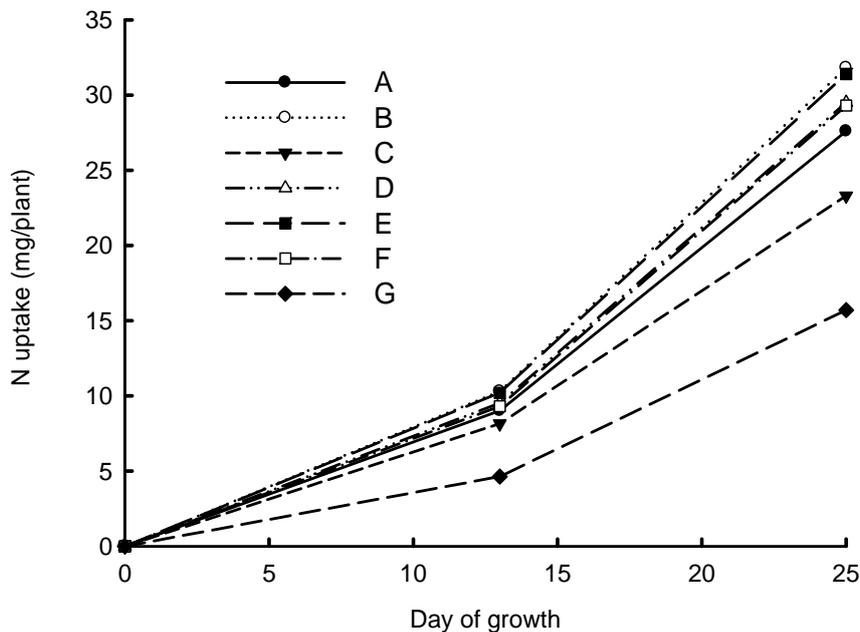
Organic materials	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	C/N
	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	
Chicken waste	23.70	3.70	22.30	32.10	14.50	448	105.00	8.8
Dairy waste	11.00	1.61	15.70	15.50	8.50	122	21.00	25.3
Mushroom waste	10.20	3.20	11.10	4.20	12.90	73	8.26	41.6
Molasses	0.21	1.90	37.80	12.90	5.31	26	1.68	-
Vegetable meal	38.40	2.89	13.70	11.70	8.72	63	12.00	6.7
Chicken waste compost	21.90	3.71	21.00	10.10	15.60	176	54.00	13.2
Dairy waste compost	12.60	3.03	18.90	5.53	12.50	88	34.00	19.7
Liquid soybean fertilizer	6.14	1.22	7.20	6.51	4.33	33	8.08	-

## 二、分析項目與方法

有機肥料資材及植物體樣品均經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<sup>(19)</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>(37)</sup>，利用燄光分析儀測定其全鉀量<sup>(33)</sup>，利用原子吸收分析儀測定其鈣、鎂、銅及鋅含量<sup>(17,34)</sup>。有機質含量採用Walkley-Black法測定<sup>(36)</sup>。

## 試驗結果

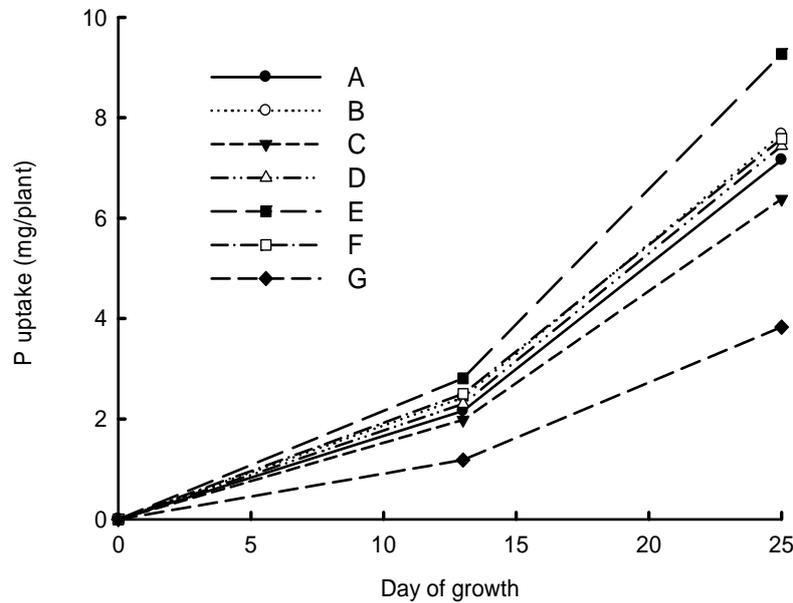
由有機白莧菜地上部植株之氮吸收量分析結果顯示(圖一)，播種後第13日有機白莧菜地上部植株氮吸收量以施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理10.3 mg/plant及施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理10.2 mg/plant較高，其次分別為施用牛糞堆肥20 t/ha之D處理、施用牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之F處理、施用雞糞堆肥10 t/ha之A處理、施用牛糞堆肥10 t/ha之C處理，而以對照之G處理4.64 mg/plant者較低。播種後第25日有機白莧菜採收期地上部植株氮吸收量以B處理31.8 mg/plant、E處理31.4 mg/plant較高，其次分別為D處理、F處理、A處理及C處理，而以對照之G處理15.7 mg/plant者較低。



圖一、不同生育期有機白莧菜地上部植株之氮吸收量。

Fig. 1. The N uptake amounts of the shoot of organic Chinese spinach (*Amarath mangostanus* L.) at different growth stage.

由有機白莧菜地上部植株之磷吸收量分析結果顯示(圖二)，播種後第13日有機白莧菜地上部植株磷吸收量以對照G處理1.26 mg/plant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日有機白莧菜採收期地上部植株磷吸收量以對照G處理3.92 mg/plant較低，其它處理或豆粕液肥處理間(A~F)差異不顯著。



圖二、不同生育期有機白莧菜地上部植株之磷吸收量。

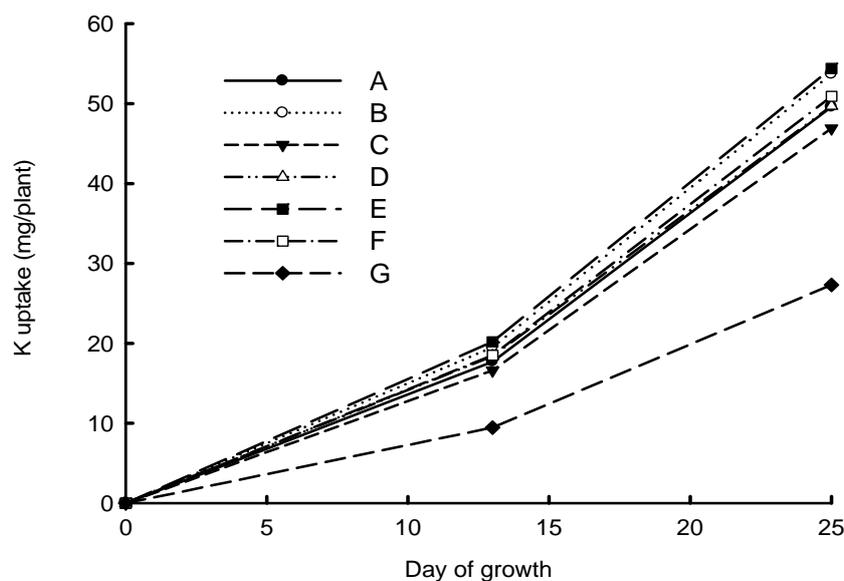
Fig. 2. The P uptake amounts of the shoot of organic Chinese spinach (*Amarath mangostanus* L.) at different growth stage.

由有機白莧菜地上部植株之鉀吸收量分析結果顯示(圖三)，播種後第13日有機白莧菜地上部植株鉀吸收量以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理20.2 mg/plant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9.45 mg/plant者較低。播種後第25日有機白莧菜採收期地上部植株鉀吸收量以對照G處理27.3 mg/plant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。

由有機白莧菜地上部植株之氮、磷、鉀吸收速率分析結果顯示(表三)，在播種後第0-13日之生育前期，有機白莧菜地上部植株之氮吸收速率以施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理0.79 mg/day及施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理0.78 mg/day較高，其次分別為施用牛糞堆肥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0.35 mg/day者較低。有機白莧菜地上部植株之磷吸收速率以E處理0.19 mg/day較高，其次分別為B處理、D處理、F處理、A處理及C處理，而以對照之G處理0.10 mg/day者較低。有機白莧菜地上部植株之鉀吸收速率以E處理1.55 mg/day較高，其次分別為B處理、F處理、D處理、A處理及C處理，而以對照之G處理0.72 mg/day者較低。

在播種後第14~25日之有機白莧菜生育後期，有機白莧菜地上部植株之氮吸收速率以施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理2.65 mg/day及施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理

2.62 mg/day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之C處理，而以對照之G處理1.31 mg/day者較低。有機白莧菜地上部植株之磷、鉀吸收速率則以對照之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。



圖三、不同生育期有機白莧菜地上部植株之鉀吸收量。

Fig. 3. The K uptake amounts of the shoot of organic Chinese spinach (*Amarath mangostanus* L.) at different growth stage.

表三、不同生育期有機白莧菜地上部植株之氮、磷、鉀吸收速率

Table 3. The N, P, and K uptake rates of the shoot of organic Chinese spinach (*Amarath mangostanus* L.) at different growth stage

Treatment <sup>1</sup>	Early growth stage <sup>2</sup>			Later growth stage <sup>3</sup>		
	N (mg/day)	P (mg/day)	K (mg/day)	N (mg/day)	P (mg/day)	K (mg/day)
A	0.69 ab <sup>4</sup>	0.16 ab	1.36 ab	2.30 ab	0.51 a	4.13 a
B	0.79 a	0.18 ab	1.50 ab	2.65 a	0.55 a	4.48 a
C	0.63 b	0.15 b	1.26 b	1.94 b	0.46 a	3.91 a
D	0.73 ab	0.17 ab	1.42 ab	2.27 ab	0.52 a	4.14 a
E	0.78 a	0.19 a	1.55 a	2.62 a	0.56 a	4.53 a
F	0.72 ab	0.17 ab	1.42 ab	2.44 ab	0.53 a	4.24 a
G	0.35 c	0.10 c	0.72 c	1.31 c	0.33 b	2.27 b

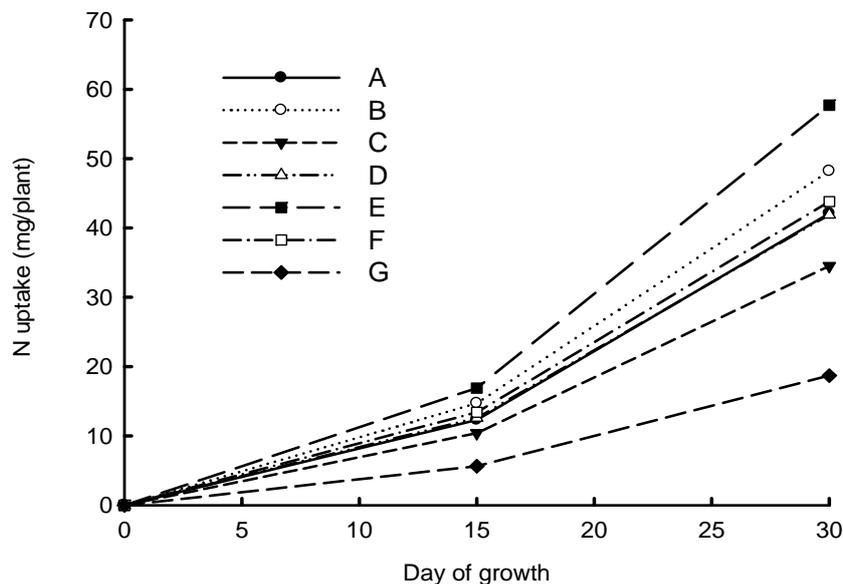
<sup>1</sup> See Table 1.

<sup>2</sup> Day 0-13 after seedling.

<sup>3</sup> Day 14-25 after seedling.

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

由有機青江菜地上部植株之氮吸收量分析結果顯示(圖四)，播種後第15日有機青江菜地上部植株氮吸收量以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理16.9 mg/plant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5.65 mg/plant者較低。另播種後第28日有機青江菜採收期地上部植株氮吸收量以E處理57.7 mg/plant較高，其次分別為B處理、F處理、A處理、D處理及C處理，而以對照之G處理18.7 mg/plant者較低。



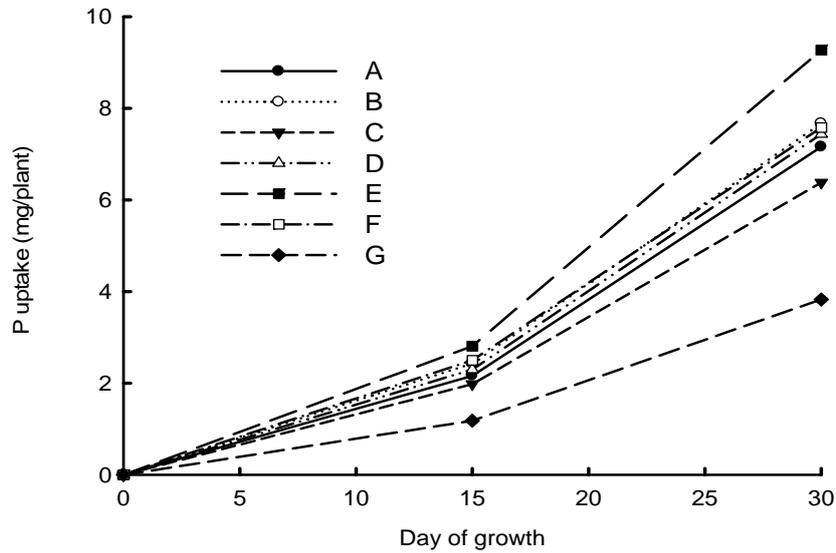
圖四、不同生育期有機青江菜地上部植株之氮吸收量。

Fig. 4. The N uptake amounts of the shoot of organic Pak-choi (*Brassica campestris* L. *Chinensis* Group) at different growth stage.

由有機青江菜地上部植株之磷吸收量分析結果顯示(圖五)，播種後第15日有機青江菜地上部植株磷吸收量以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理2.81 mg/plant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1.18 mg/plant者較低。播種後第28日有機青江菜採收期地上部植株磷吸收量以E處理9.27 mg/plant較高，其次分別為B處理、F處理、D處理、A處理及C處理，而以對照之G處理3.83 mg/plant者較低。

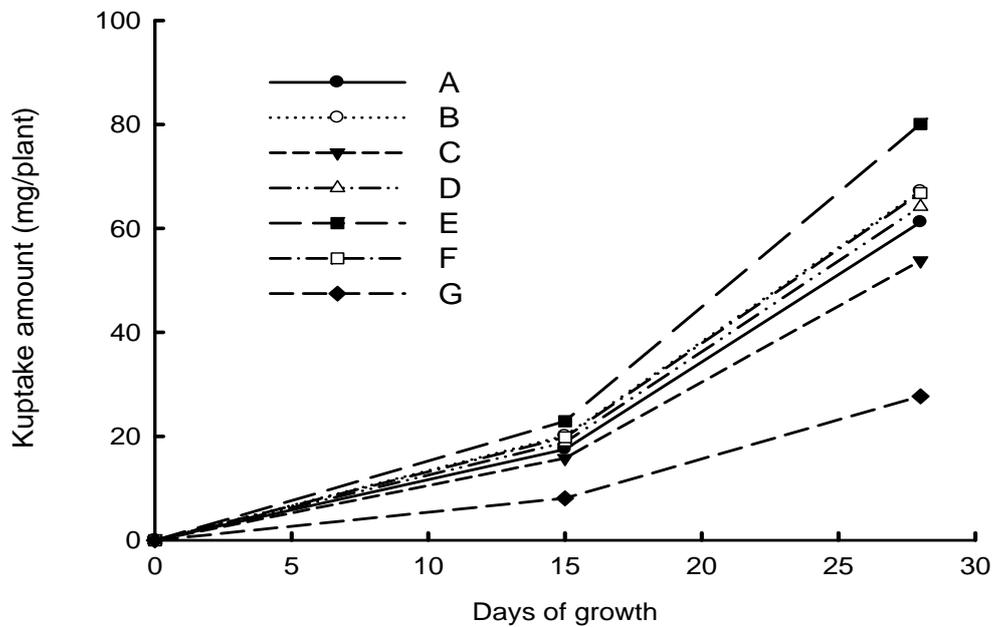
由有機青江菜地上部植株之鉀吸收量分析結果顯示(圖六)，播種後第15日有機青江菜地上部植株鉀吸收量以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理22.9 mg/plant較高，其次分別為施用雞糞堆肥20 t/ha之B處理、施用牛糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之F處理、施用牛糞堆肥20 t/ha之D處理、施用雞糞堆肥10 t/ha之A處理、施用牛糞堆肥10 t/ha之C處理，而以對照之G處理8.10 mg/plant者較低。播種後第28日有機青江菜採收期地上部植株鉀吸收量以

E處理80.1 mg/plant較高，其次分別為B處理、F處理、D處理、A處理及C處理，而以對照之G處理27.7 mg/plant者較低。



圖五、不同生育期有機青江菜地上部植株之磷吸收量。

Fig. 5. The P uptake amounts of the shoot of organic Pak-choi (*Brassica campestris* L. *Chinensis* Group) at different growth stage.



圖六、不同生育期有機青江菜地上部植株之鉀吸收量。

Fig. 6. The K uptake amounts of the shoot of organic Pak-choi (*Brassica campestris* L. *Chinensis* Group) at different growth stage.

由有機青江菜地上部植株之氮、磷、鉀吸收率分析結果顯示(表四)，在播種後第0-15日之生育前期，有機青江菜地上部植株之氮吸收率以施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha之E處理1.12 mg/day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0.38 mg/day者較低。有機青江菜地上部植株之磷吸收率以E處理0.19 mg/day較高，其次分別為F處理、B處理、D處理、A處理及C處理，而以對照之G處理0.08 mg/day者較低。有機青江菜地上部植株之鉀吸收率以E處理1.53 mg/day較高，其次分別為B處理、F處理、D處理、A處理及C處理，而以對照之G處理0.54 mg/day者較低。

由播種後第16~28日之生育後期，有機青江菜地上部植株之氮、磷、鉀吸收率結果顯示(表四)，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。

表四、不同生育期有機青江菜地上部植株之氮、磷、鉀吸收率

Table 4. The N, P, and K uptake rates of the shoot of organic Pak-choi (*Brassica campestris* L. *Chinensis* Group) at different growth stage

Treatment <sup>1</sup>	Early growth stage <sup>2</sup>			Later growth stage <sup>3</sup>		
	N (mg/day)	P (mg/day)	K (mg/day)	N (mg/day)	P (mg/day)	K (mg/day)
A	0.82 bc <sup>4</sup>	0.14 bc	1.17 bc	3.24 bc	0.55 b	4.71 b
B	0.98 ab	0.16 ab	1.34 ab	3.71 ab	0.59 ab	5.17 ab
C	0.69 c	0.13 c	1.05 c	2.65 c	0.49 b	4.14 b
D	0.84 bc	0.15 abc	1.25 abc	3.22 bc	0.57 ab	4.94 ab
E	1.12 a	0.19 a	1.53 a	4.43 a	0.71 a	6.16 a
F	0.89 b	0.17 ab	1.32 ab	3.36 b	0.58 ab	5.14 ab
G	0.38 d	0.08 d	0.54 d	1.44 d	0.29 c	2.13 c

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

<sup>2</sup> Day 0-15 after seedling.

<sup>3</sup> Day 16-28 after seedling.

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

## 綜合討論

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>。施用不同有機質肥料及用量，會影響到有機農作物的養分吸收及轉化等生理作用，且作物種類不同，其養分吸收特性亦不同，因此經由養分吸收效率之分析與評估，將可做為作物肥料管理技術改進之參

考<sup>(7,12)</sup>。綜合有機白莧菜地上部植株之氮、磷、鉀吸收量分析結果(圖一、二、三)，有機白莧菜在播種後第0~13日生育初期的氮、磷、鉀吸收量僅約為播種後第14~25日生育後期之1/3不到。由圖四、五、六之有機青江菜地上部植株氮、磷、鉀吸收量分析結果，亦與有機白莧菜結果相似。顯然有機白莧菜及有機青江菜在生育後期雖然僅佔約一半的栽培日數，卻必須吸收2/3強的養分總量，因此栽種有機白莧菜及有機青江菜，必須在生育後期適時的供應足量的肥料養分，以期獲得理想的產量與品質。

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>(22,32)</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>。由於本研究播種後第25日有機白莧菜採收期地上部植株氮、磷、鉀吸收量，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，分別為氮吸收量31.4 mg/plant、磷吸收量6.75 mg/plant、鉀吸收量54.4 mg/plant，如換算成氮、磷、鉀吸收量比例約為5：1：8。同理有機青江菜採收期的地上部植株氮吸收量57.7 mg/plant、磷吸收量9.27 mg/plant、鉀吸收量80.1 mg/plant，可換算出氮、磷、鉀吸收量比例約為6：1：9。一般要讓有機農作物的產能發揮最大，必須力求有機質肥料的養分礦化特性與作物養分吸收特性互相配合<sup>(22,27)</sup>，如此不僅能夠有效地使用有機質肥料，並且獲得最大的經濟效益。因此，上述氮、磷、鉀吸收量比例可做為調配適用有機白莧菜或青江菜栽培專用有機肥料之參考。

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>(21,24,31)</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>。綜合表三及四之結果，有機白莧菜在播種後第14~25日生育後期的氮、磷、鉀的吸收速率約為播種後第0~13日生育前期之3倍強，有機青江菜在播種後第16~28日生育後期的氮、磷、鉀的吸收速率約為播種後第0~15日生育前期之4倍強。顯然有機白莧菜及有機青江菜在生育後期將大量吸收養分，同時快速生長，是最關鍵的生長時期。因此，所施用的有機質肥料之礦化分解率(mineralization)，如能夠在播種後第10~16日之生育後期逐漸達到最大值，則能適時地分解釋出肥料成分供有機白莧菜及有機青江菜吸收利用，進而促進有機白莧菜及有機青江菜生長與產量。

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>(22)</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。本研究施用雞糞堆肥10 t/ha配合豆粕液肥20 l/ha處理之有機白莧菜及青江菜的地上部植株氮、磷、鉀吸收量較高於其他處理，除了雞糞堆肥的礦化分解速率較快，且配合施用有機液肥，可以在有機葉菜類生育後期適時的供應足量的養分給作物吸收利用，因此能夠獲得較佳的養分吸收與生長效應。

## 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 臺北 臺灣。
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 p.1-18 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯 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 p.109-125 永續農業研討會專集 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. 蔡宜峯 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. 蔡宜峯、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. 蔡宜峯、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. Baker, D. E. and C. A. Michael. 1982. Nickel, copper, zinc, and cadmium. p.323-336. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
18. 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.
19. 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.
20. Chae, Y. M. and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soil amended with organic wastes. *J. Environ. Qual.* 15:193-198.
21. 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.
22. Castellanos, J. Z. and P. F. Pratt. 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:354-357.
23. De Bertoldi, M., G. Vallint, A. Pera and F. Zucconi. 1985. Technological aspects of composting including moddling and microbiology. p.27-41. In: Gasser, J. K. R. (ed.). *Composting of agricultural and other wastes* Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.
24. Douglas, B. F. and F. R. Magdoff. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. *J. Environ. Qual.* 20:368-372.
25. 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.
26. Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. *ASPAC/FFTC Extension Bulletin* No.311:19-31.
27. 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.
28. Hsieh, S. C. 2004. Organic farming in Asia with special regard to Taiwan's experience. p.1-48. *APO seminar on organic farming for sustainable agriculture*.
29. Inoko, A. 1982. The composting of organic materials and associated maturity problems. *ASPAC/FFTC Technical Bulletin* No.71:1-20.
30. Jacobs, L. W. 1990. Potential hazards when using organic materials as fertilizers for crop production. *ASPAC/FFTC Extension Bulletin* No. 313:1-29.

31. Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:148-154.
32. King, L. D. 1984. Availability of nitrogen in municipal, industrial, and animal wastes. *J. Environ. Qual.* 13:609-612.
33. 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.
34. 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.
35. Martin, J. P. and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. p.114-169. In: Elliott, L. F. et al. (eds.). *Soils for management of organic wastes and waste water*. Madison, Wisconsin. USA.
36. 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.
37. 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.
38. 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 and Soil*. 123:27-37.
39. Sims, J. T. 1986. Nitrogen transformations in a poultry manure amended soil: Temperature and moisture effects. *J. Environ. Qual.* 15:59-63.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. White, R. H. 1979. Nutrient cycling. p.129-143. In: *Introduction to the principles and practice of soil science*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London.

# N, P and K Uptake Effects of Organic Leaf Vegetables on the Application of Different Kinds and Rates of Organic Fertilizers <sup>1</sup>

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

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effects of the N, P and K uptake characteristics of organic leaf vegetables on the application of different kinds and rates of organic fertilizers. Field experiment was conducted with seven treatments, including chicken waste compost 10 t/ha, chicken waste compost 20 t/ha, dairy waste compost 10 t/ha, dairy waste compost 20 t/ha, chicken waste compost 10 t/ha + liquid soybean fertilizer 20 l/ha, dairy waste compost 10 t/ha + liquid soybean fertilizer 20 l/ha and blank, on the cultivation of organic Chinese spinach (*Amaranth mangostanus* L.) and organic Pak-choi (*Brassica campestris* L. *Chinensis* Group).

The results indicated that the N, P and K uptake amounts of the shoot of organic Chinese spinach and organic Pak-choi on the application of chicken waste compost 10 t/ha + liquid soybean fertilizer 20 l/ha had the best response. The ratio of N, P and K uptake amounts of the shoot of organic Chinese spinach and organic Pak-choi at harvest stage were 5:1:8 and 6:1:9, respectively. The N, P, and K uptake rates of the shoot of organic Chinese spinach at later growth stage were more 3 times higher than that at early growth stage. The N, P, and K uptake rates of the shoot of organic Pak-choi at later growth stage were more 4 times higher than that at early growth stage. The results indicated that the nutrients uptake at later growth stage should be enough to support the growth of organic leaf vegetable. Therefore, the application of chicken waste compost with liquid soybean fertilizer is a suitable fertilization for the nutrients uptake characteristics of organic leaf vegetable.

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

---

<sup>1</sup>Contribution No. 0704 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup>Research Fellow and Assistant Research Fellow of Taichung DARES, COA.