

# 葉菜類蔬菜有機栽培專用有機質肥料配方開發<sup>1</sup>

莊浚釗<sup>2</sup>

## 摘 要

本研究主要目的係依據蔬菜養分吸收量及生長量調配有機栽培專用有機質肥料配方，以解決蔬菜有機栽培養分吸收不平衡及重金屬累積問題，期提高有機蔬菜產量。本試驗 2011-2012 年於桃園縣新屋鄉本場試驗田進行，共計種植小白菜、高苣各四期作及莧菜、青梗白菜各二期作，總計 12 期作，平均產量以桃改 1 號有機質肥料配方  $24.5 \text{ t ha}^{-1}$  最高，較對照處理(市售有機質肥料) $22 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $2.5 \text{ t ha}^{-1}$  (11.4%)。

關鍵詞：小白菜、高苣、白莧菜、青梗白菜、養分吸收、產量、有機質肥料

## 前 言

隨著國家經濟繁榮，國民所得及生活水準提高，民眾平日對購買高品質且安全衛生之農產品日益注重，台灣位處亞熱帶，農作物容易滋生病蟲害，往往因施用農藥造成消費者對農產品產生農藥殘留的疑慮，有機農業也因而隨著世界潮流在國內逐漸發展。作物有機栽培係完全不允許使用化學合成肥料、除草劑、殺蟲劑、殺菌劑及植物生長調節劑等，僅可藉由堆肥及綠肥與天然礦石以提供植物所需養分，以及培育土壤肥力與生物活性。過去對有機質肥料合理施用、土壤肥力與重金屬累積、有機資材利用及對作物生長之影響均有深入研究與探討(陳，1995；張，1995；劉等，1995；趙等，1996；蔡，1999)，惟農民施用市售或自製的有機質肥料時，若未腐熟完全，常導致抑制種子萌發及根的生長(Zubillaga and Lavado, 2006)，或未依土壤肥力概況及作物營養需求選用或調配，長期連續大量施用情況下，易導致土壤養分不平衡及重金

---

<sup>1</sup> 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 445 號。

<sup>2</sup> 桃園區農業改良場副研究員(通訊作者，chuang@tydais.gov.tw)。

屬累積問題，影響土壤及蔬菜品質。為解決土壤養分不平衡及重金屬累積問題，以及提高有機農產品品質，利用農畜產副產物及礦物等材料，調配適合葉菜類蔬菜有機栽培專用之有機質肥料為本研究之目的。

## 材料與方法

### 一、葉菜類蔬菜生長及養分吸收調查

2010 年 5 月 31 日起每週採取有機栽培農戶三處收穫期的小白菜（東京白菜）及萵苣（蘿蔓）各 10 株樣品，每次各 30 件樣品，至 6 月 21 日共採四次樣品。植體樣品以自來水及蒸餾水洗淨表面灰塵及附著於根部土壤，風乾後稱取植體鮮重，再經烘乾後稱取乾物重，磨粉備用。分析全氮、磷、鉀、鈣及鎂含量，並計算吸收量，作為配方調製的依據。

### 二、有機質肥料配方調配及田間試驗

本試驗依據蔬菜生長及養分吸收，利用本場轄區大宗農產副產物（綠竹粉、大豆粕等），調製七種有機質肥料配方，基本性質如表 1 所示。經試驗篩選對蔬菜生育、產量及品質較佳有機質肥料配方 A、B 及 C，另添加苦土石灰（dolomite）進行試驗，處理包括：AS 有機質肥料配方 A；BS 有機質肥料配方 B；CS 有機質肥料配方 C；ASD 有機質肥料配方 A 加苦土石灰；BSD 有機質肥料配方 B 加苦土石灰；CSD 有機質肥料配方 C 加苦土石灰；COF 市售有機質肥料（CK）。本試驗 2012-2013 年於本場（新屋鄉）進行，採逢機完全區集設計（randomized complete block design），七處理，三重複，小區面積  $2.4\text{ m} \times 1.6\text{ m} = 3.84\text{ m}^2$ ，試驗田土壤化學性質如表 2 所示。供試作物種植時間小白菜（東京白菜）7 月及 8 月、萵苣（蘿蔓）10 月及 2 月、白莧菜 6 月及 8 月及青梗白菜 9 月及 11 月，除白莧菜為種子撒播外，其餘均為穴盤苗，有機質肥料全量於整地前全面撒施，耕犁之與土壤充分混合，生育期間不再追施任何肥料及採用有機栽培管理不施用化學農藥，種植後 21~30 天於收穫期全小區蔬菜採收後秤重並記錄產量。

四種蔬菜氮施用量係依據作物施肥手冊（羅，2012）及農家要覽（王及王，1995；王及林，1995；謝及王，1995）推薦量，有機質肥料施用量以氮為換算基準，計算公式為堆肥施用量（公斤）= 氮推薦量  $\times$ （100  $\div$  堆肥乾物中氮成分） $\times$ （1  $\div$  堆肥乾

物含量%)  $\times 2.0 \times 0.000384$  (小區面積)。

土壤 pH 值以土:水=1:5(w/v), 平衡 1 h 後以玻璃電極法測定 (McLean, 1982)。電導度 (EC) 以土:水=1:5(w/v), 振盪 1 h 後過濾, 以電導度計測定 (Rhoades, 1982)。土壤有機質含量以 Walkley-Black 法測定 (Nelson and Sommers, 1982)。磷以 Bray-I 法萃取, 濾液以鉬藍法比色測定 (Olsen and Sommers, 1982)。有效性鉀、鈣及鎂以 Mehlich-I 法萃取, 萃取液以火焰分光光度計測定鉀含量 (Knudsen *et al.*, 1982), 以感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP) 測定鈣及鎂含量 (Flannery and Markus, 1980), 每樣品三重複, 分析結果如表 1 及表 2。

表 1. 有機質肥料配方基本性質

Table 1. Some properties of seven organic fertilizers used.

配方代號*	pH	EC	O.M	T-N	T-P	T-K	T-Ca	T-Mg
Formulation No.	(1:5)	(1:5)	----- g kg <sup>-1</sup> -----					
		(dS m <sup>-1</sup> )						
A	7.1	9.0	610	42	25	36	58	10
B	7.2	8.7	640	36	25	34	9	11
C	7.8	8.0	590	29	20	29	23	7
D	7.4	11.2	640	65	23	37	20	9
E	6.2	13.2	620	29	17	35	18	8
F	7.0	8.5	630	48	15	34	8	7
G	7.3	10.2	590	40	28	38	37	11

\* : A, B, C, D, E, F, G: 有機質肥料配方

A, B, C, D, E, F, G: organic fertilizer formulations

表 2. 供試土壤基本性質

Table 2. Some properties of soil before the experiment.

pH	EC	O.M	Bray	Mehlich	Mehlich	Mehlich
(1:1)	(1:5)		no.1 P	no.1 K	no.1 Ca	no.1 Mg
	dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
6.8	0.12	42	63	282	1,292	312

葉片全氮以凱氏法 (Regular Kjeldahl method) 分解蒸餾法測定 (張, 1981)。葉片樣品先以三酸 ( $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 4 : 1 : 1$ ) 分解至澄清, 再以鉬藍法測定磷含量 (Murphy and Riley, 1962), 火焰分光光度計測定鉀含量 (Knudsen *et al.*, 1982), 並以感應耦合電漿原子發射光譜儀測定鈣及鎂含量 (張, 1981)。

調查分析資料以 SAS (statistical analysis system 6.10, SAS Institute, 1990) 程式進行變方分析, 再以 Fisher LSD 進行處理間平均值之差異分析。

## 結果與討論

### 一、葉菜類蔬菜生長及養分吸收調查

小白菜及萵苣生長期植體生長量如圖 1、2 所示。小白菜移植後第一週 (5/31) 植體鮮重  $31 \text{ g plant}^{-1}$  至第二週 (6/7)  $73 \text{ g plant}^{-1}$ 、第三週 (6/14)  $206 \text{ g plant}^{-1}$  及第四週 (6/21)  $342 \text{ g plant}^{-1}$ ; 萵苣移植後第一週 (5/31) 植體鮮重  $35 \text{ g plant}^{-1}$ 、第二週 (6/7)  $88 \text{ g plant}^{-1}$ 、第三週 (6/14)  $130 \text{ g plant}^{-1}$  及第四週 (6/21)  $260 \text{ g plant}^{-1}$ 。小白菜於移植二週 (6/7) 後生長量呈現劇增現象, 而萵苣則於三週 (6/14) 後生長較快速。另植體乾重小白菜與萵苣則差異不大, 約為植株鮮重之 6%。

小白菜與萵苣養分吸收量如圖 3、4 所示。小白菜氮吸收量第一週 (5/31)  $87 \text{ mg plant}^{-1}$ 、第二週 (6/7)  $319 \text{ mg plant}^{-1}$ 、第三週 (6/14)  $612 \text{ mg plant}^{-1}$  及第四週 (6/21)  $1,040 \text{ mg plant}^{-1}$ ; 磷吸收量分別為  $5 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $15 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $31 \text{ mg plant}^{-1}$  及  $49 \text{ mg plant}^{-1}$ ; 鉀吸收量分別為  $87 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $270 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $780 \text{ mg plant}^{-1}$  及  $1,150 \text{ mg plant}^{-1}$ ; 鈣吸收量分別為  $35 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $114 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $252 \text{ mg plant}^{-1}$  及  $528 \text{ mg plant}^{-1}$ ; 鎂吸收量則分別為  $10 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $23 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $43 \text{ mg plant}^{-1}$  及  $98 \text{ mg plant}^{-1}$ 。萵苣氮吸收量第一週 (5/31)  $96 \text{ mg plant}^{-1}$ 、第二週 (6/7)  $221 \text{ mg plant}^{-1}$ 、第三週 (6/14)  $356 \text{ mg plant}^{-1}$  及第四週 (6/21)  $689 \text{ mg plant}^{-1}$ ; 磷吸收量分別為  $5 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $16 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $27 \text{ mg plant}^{-1}$  及  $69 \text{ mg plant}^{-1}$ ; 鉀吸收量分別為  $109 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $221 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $295 \text{ mg plant}^{-1}$  及  $718 \text{ mg plant}^{-1}$ ; 鈣吸收量分別為  $34 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $63 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $84 \text{ mg plant}^{-1}$  及  $173 \text{ mg plant}^{-1}$ ; 鎂吸收量則分別為  $12 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $32 \text{ mg plant}^{-1}$ 、 $50 \text{ mg plant}^{-1}$  及  $101 \text{ mg plant}^{-1}$ 。整體而言, 小白菜對養分吸收量高於萵苣, 其中氮、鉀及鈣最明顯。小白菜及萵苣種植行株距均為  $20 \times 20 \text{ cm}$ , 每公頃約 250,000 株, 就單株養分吸收量換算為每公頃吸收量, 小白菜氮、磷、鉀、鈣及鎂分別為 260、12、288、132 及 25 kg,

高苣則為 172、17、180、43 及 25 kg。兩種蔬菜氮、鉀吸收量較作物施肥手冊氮、鉀最高推薦量 120 kg 高約 1.5~2 倍，磷為最低推薦量 50 kg 的 30%，鈣吸收量小白菜為高苣三倍，鎂吸收量均為 25 kg，故整體而言，小白菜養分吸收量高於高苣。

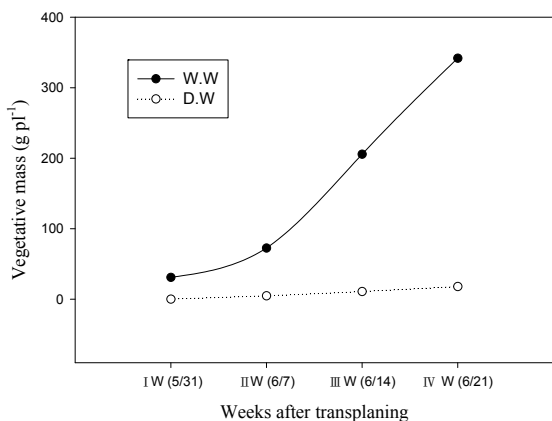


圖 1. 生長過程中小白菜生長期植體生長量  
Fig 1. Plant vegetative mass at growing periods of Chinese mustard during the growth

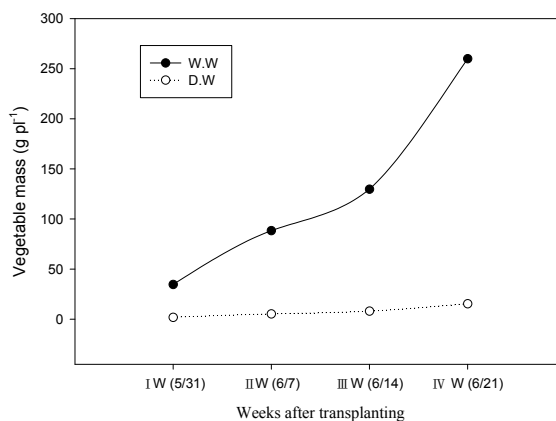


圖 2. 生長過程中高苣生長期植體生長量  
Fig 1. Plant vegetative mass at growing periods of Lettuce during the growth

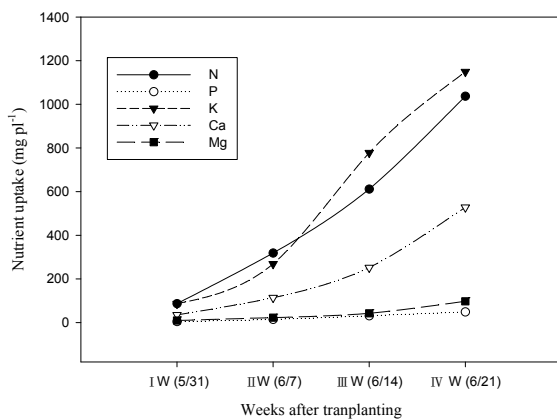


圖 3. 生長過程中小白菜植體養分吸收量變化  
Fig 1. Changes in nutrient uptake of Chinese Mustard during the growth

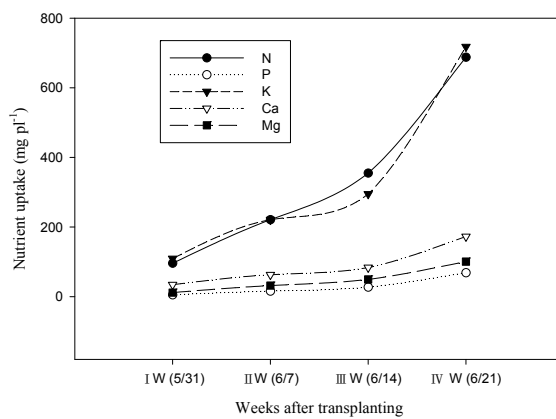


圖 4. 生長過程中高苣植體養分吸收量變化  
Fig 4. Changes in nutrient uptake of Lettuce during the growth

## 二、有機質肥料配方篩選試驗

依據上述小白菜及萵苣生長及養分吸收結果，利用本場轄區大宗農產副產物（綠竹粉、大豆粕等）調製七種有機質肥料配方，以市售有機質肥料為對照（CK）進行田間試驗，結果如表 3 所示。有機質肥料 A-G 小白菜產量介於  $21.4 \text{ t ha}^{-1}$ ~ $27.2 \text{ t ha}^{-1}$ ，較市售有機質肥料（對照） $17.7 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $3.7$ ~ $9.5 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產率  $21$ ~ $54\%$ 。萵苣產量介於  $34.3 \text{ t ha}^{-1}$ ~ $37.7 \text{ t ha}^{-1}$ ，較市售有機質肥料（對照） $32.8 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $1.5$ ~ $4.9 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產率  $4$ ~ $14\%$ 。有機質肥料配方 A-G 小白菜及萵苣平均產量  $28.9 \text{ t ha}^{-1}$ ~ $32.2 \text{ t ha}^{-1}$ ，較市售有機質肥料（對照） $25.3 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $3.6$ ~ $6.9 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產率  $14$ ~ $27\%$ ，其中以配方 F 產量  $32.2 \text{ t ha}^{-1}$ ，較市售有機質肥料（對照） $25.3 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $6.9 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產率  $27\%$  最高，次為配方 E 及 A 產量分別為  $31.7 \text{ t ha}^{-1}$  及  $31.6 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產率  $25\%$ ，且達  $5\%$  水準差異顯著，其餘配方則增產  $3.6$ ~ $6.1 \text{ t ha}^{-1}$ （ $14$ ~ $24\%$ ），且配方 B 及 G 亦達  $5\%$  水準差異顯著，惟仍以考量增產率最高的配方 A、E 及 F 配方進行後續試驗。

表 3. 有機質肥料配方對小白菜及萵苣產量之影響

Table 3. Effect of organic fertilizers formulations on the yield of cabbage and lettuce

配方代號 <sup>z</sup> Formulation No.	小白菜 Chinese mustard	萵苣 Lettuce	平均 Average	指數 Index
	----- $\text{t ha}^{-1}$ -----			(%)
A	26.9a <sup>y</sup> (152) <sup>x</sup>	36.2a (110)	31.6a	125 <sup>x</sup>
B	27.2a (154)	35.1a (107)	31.1a	123
C	24.8ab (140)	34.3a (104)	29.6b	117
D	21.4bc (121)	35.4a (108)	28.9b	114
E	27.1a (153)	36.3a (111)	31.7a	125
F	26.7a (151)	37.7a (114)	32.2a	127
G	25.2ab (142)	37.5a (114)	31.4a	124
H (CK)	17.7c (100)	32.8a (100)	25.3c	100

z : Same as Table 1.

y : LSD 顯著性測驗在  $5\%$  水準差異不顯著。

Means values within column followed the same letter are not significant by LSD at  $5\%$  probability level.

x : ( ) 表示與配方代號 H (CK) 為 100 之相對值。

### 三、篩選有機質肥料配方對蔬菜產量之影響

依據上述試驗結果，篩選有機質肥料三種配方（處理 AS、BS 及 CS），三種配方另添加石灰（處理 ASD、BSD 及 CSD），與對照市售有機質肥料（處理 MOF），共計七處理進行試驗，探討對葉菜類蔬菜產量之影響，試驗結果如表 4 所示。篩選有機質肥料配方及添加石灰處理，小白菜四期作平均產量介於  $24.1 \text{ t ha}^{-1}$ ~ $27.6 \text{ t ha}^{-1}$ ，其中 AS 及 CS 處理產量均為  $27.6 \text{ t ha}^{-1}$  最高，較市售有機質肥料（對照） $24.1 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $3.5 \text{ t ha}^{-1}$ （14%），其餘處理增產  $0.1$ ~ $3.0 \text{ t ha}^{-1}$ （0.4~12%）。高苣四期作平均產量介於  $20.2 \text{ t ha}^{-1}$ ~ $22.2 \text{ t ha}^{-1}$ ，其中 BSD 處理產量  $22.2 \text{ t ha}^{-1}$  最高，較市售有機質肥料（對照） $20.5 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $1.7 \text{ t ha}^{-1}$ （8%），其餘處理增產  $0.8$ ~ $1.6 \text{ t ha}^{-1}$ （4~8%）。白莧菜二期作平均產量介於  $13 \text{ t ha}^{-1}$ ~ $16.7 \text{ t ha}^{-1}$ ，其中 BS 處理產量  $16.7 \text{ t ha}^{-1}$  最高，較市售有機質肥料（對照） $13 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $3.7 \text{ t ha}^{-1}$ （28%），其餘處理增產  $0.7$ ~ $3.6 \text{ t ha}^{-1}$ （5~28%）。青梗白菜二期作平均產量介於  $30.4 \text{ t ha}^{-1}$ ~ $33.4 \text{ t ha}^{-1}$ ，其中 CS 及 CSD 處理產量  $33.4 \text{ t ha}^{-1}$  最高，較市售有機質肥料（對照） $30.4 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $3 \text{ t ha}^{-1}$ （10%），其餘處理增產  $0.4$ ~ $2.2 \text{ t ha}^{-1}$ （1~7%）。綜合 12 期作結果顯示，以處理 CS 蔬菜平均產量  $24.5 \text{ t ha}^{-1}$  最高，較市售有機質肥料（對照） $22 \text{ t ha}^{-1}$ ，增產  $2.5 \text{ t ha}^{-1}$ （11.4%），AS 及 BS 處理則分別增產  $1.5 \text{ t ha}^{-1}$ （6.8%）及  $1.8 \text{ t ha}^{-1}$ （8.2%），另添加石灰處理 ASD、BSD 及 CSD 較對照分別增產  $1.4$ ~ $2.1 \text{ t ha}^{-1}$ （6.4~9.5%），其中以處理 BSD 及 CSD 產量  $24.1 \text{ t ha}^{-1}$  最高。北部地區農地強酸性土壤約佔 51%（王，2006），農民於整地前施用石灰資材矯正土壤 pH 值，後再施用有機質肥料，需二次人力支出，故為節省人力成本，本試驗於有機質肥料中添加石灰資材，但試驗結果顯示，添加石灰資材處理產量均低於未添加之處理。因此，選擇 CS 處理為蔬菜有機栽培專用有機質肥料配方，並命名為桃改 1 號有機質肥料。

表 4. 篩選有機質肥料配方對蔬菜產量之影響

Table 4. Effect of select organic fertilizer formulations on the yield of vegetables.

處理代號 <sup>z</sup> Treatment No.	小白菜 Chinese mustard (4 期作)	萵苣 Lettuce (4 期作)	白莧菜 Ganges Amaranth (2 期作)	青梗白菜 Pak-Choi (2 期作)	平均 Average (12 期作)
	----- t ha <sup>-1</sup> -----				
AS	27.6a <sup>y</sup> (114) <sup>x</sup>	20.2a (98)	14.9a (115)	31.2a (103)	23.5a (106.8)
BS	24.2b (100)	21.5a (105)	16.7a (128)	32.6a (107)	23.8a (108.2)
CS	27.6a (114)	21.7a (106)	15.2a (117)	33.4a (110)	24.5a (111.4)
ASD	26.8a (111)	21.3a (104)	15.2a (117)	30.4a (100)	23.4a (106.4)
BSD	26.8a (111)	22.2a (108)	16.6a (128)	30.8a (101)	24.1a (109.5)
CSD	27.1a (112)	22.1a (108)	13.7a (105)	33.4a (110)	24.1a (109.5)
COF(CK)	24.1b (100)	20.5a (100)	13.0a (100)	30.4a (100)	22.0a (100.0)

z : AS 篩選有機質肥料 A。BS 篩選有機質肥料 B。CS 篩選有機質肥料 C。

ASD 篩選有機質肥料 A 加苦土石灰。BSD 篩選有機質肥料 B 加苦土石灰。

CSD 篩選有機質肥料 C 加苦土石灰。COF 對照 (CK) 市售有機質肥料

y、x : Same as Table3.

#### 四、篩選有機質肥料配方對土壤肥力之影響

施用篩選有機質肥料配方各處理作物採收後，土壤肥力分析結果如表 5 所示。土壤 pH 值 7.0~7.4，均較試驗前 pH 值 6.8 (表 2) 高，其中 ASD、BSD 及 CSD 處理 (有機質肥料添加苦土石灰)，較未添加石灰之 AS、BS 及 CS 處理提高 0.2 單位，土壤 pH 值偏鹼性易造成微量元素缺乏，但本試驗蔬菜並未出現明顯缺乏症狀。土壤 EC 值 0.14~0.18 dS m<sup>-1</sup>，依據三好 (1978) 研究指出土：水=1：5 土壤 EC 值 0.5~1.5 dS m<sup>-1</sup>，對作物才會產生負面影響。土壤有機質含量 37~42 g kg<sup>-1</sup>，與試驗前 42 g kg<sup>-1</sup> 無明顯差異，高於參考值 30 g kg<sup>-1</sup>。其餘土壤大量元素磷 (P) 含量 47~67 mg kg<sup>-1</sup>，鉀 (K) 含量 279~294 mg kg<sup>-1</sup>，鈣 (Ca) 含量 1,667~1,951 mg kg<sup>-1</sup>，鎂 (Mg) 含量 315~412 mg kg<sup>-1</sup>，均略高於試驗前各該元素含量，也高於參考值範圍。本試驗田區試驗前後土壤有機質含量、磷、鉀、鈣及鎂含量均高於參考值範圍，與該田區長年實施有機栽培有關。



表 5. 篩選有機質肥料配方對土壤肥力之影響

Table 5. Effects of select organic fertilizers formulations on the soil fertility.

處理代號 <sup>z</sup> Treatment No.	pH (1:1)	EC (1:5) dS m <sup>-1</sup>	OM g kg <sup>-1</sup>	Bray no.1 P	Mehlich no.1 K	Mehlich no.1 Ca	Mehlich no.1 Mg
				----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
AS	7.1b <sup>y</sup>	0.15ab	37a	57ab	288a	1,860ab	336bc
BS	7.0b	0.16ab	41a	67a	279a	1,685ab	324bc
CS	7.2ab	0.14b	38a	63a	287a	1,667b	315c
ASD	7.4a	0.15ab	40a	47b	290a	1,816ab	390ab
BSD	7.1b	0.18a	41a	58ab	294a	1,763ab	384abc
CSD	7.4a	0.16ab	40a	58ab	283a	1,951a	412a
COF (CK)	7.2ab	0.14b	42a	67a	289a	1,820ab	362abc
References	5.5~6.8	<0.6	>30	11~50	30~100	570~1,140	50~100

z : Same as Table4.

y : Same as Table3.

## 結 論

本研究目的係利用北部地區綠竹廢棄殘體等農產廢棄物，使其回歸再利用為蔬菜有機栽培專用有機質肥料配方研發的資材，供農民栽培管理之參採。經小白菜及萵苣等蔬菜 12 期作試驗，平均產量以桃改 1 號有機質肥料配方 24.5 t ha<sup>-1</sup> 最高，較對照處理（市售有機質肥料）22 t ha<sup>-1</sup>，增產 2.5 t ha<sup>-1</sup>（11.4%），目前該配方已技術移轉廠商，預計 104 年可進行量產工作。

## 參考文獻

- 三好洋。1978。土壤診斷法。農山漁村文化協會。東京。
- 王三太、王毓華。1995。莧菜。農家要覽。p.399。
- 王三太、林子凱。1995。小白菜。農家要覽。p.423。
- 王斐能。2006。北部地區農田土壤肥力概況。桃園區農業改良場研究彙報 59:47-56。
- 陳尊賢。1995。長期施用豬糞堆肥對土壤中重金屬之累積及合理施用量之評估。有機質肥料合理施用技術研討會專刊 p.200-214。
- 張淑賢。1981。作物需肥診斷技術-本省現行植物分析法。臺灣省農業試驗所編印。p.53-59。
- 張淑賢。1995。有機資材利用之試驗研究現況與展望。有機肥料合理施用技術研討會專刊。台灣省農業試驗所 p.1-14。
- 劉文徹、李松武、王銀波。1995。有機肥料之施用與土壤重金屬之聚積、作物吸收之關係。有機質肥料合理施用技術研討會專刊 p.215-227。
- 趙震慶、蘇楠榮、王銀波。1996。有機農耕法之土壤肥力的變遷。中華農學會報 173:85-102。
- 蔡宜峰。1999。禽畜糞堆肥對作物生長及土壤特性之影響。農業有機廢棄物處理與應用。中華生質能源學會。p.73-85。
- 謝明憲、王仕賢。1995。青梗白菜。農家要覽。p.429。
- 羅秋雄。2012。萵苣。作物施肥手冊。中華肥料協會編印。p.103。
- Flannery, R. L. and D. K. Markus. 1980. Automated analysis of soil extracts for phosphorous, potassium, calcium and magnesium. Jour. Assoc. Off. Anal. Chem. 63:779-787.
- Knudsen, O., G. A. Peterson, and P. F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. p.225-246. In A. L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- McLean, E. O. 1982. Soil pH and Lime requirement. p.199-224. In A. Klute et al. (ed.) Method of Soil Analysis. Part I. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Murphy, J. and L. E. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta 27:31-36.

- Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In A. L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. In A. L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. p.403-429. ASA, Madison, WI, USA.
- Rhoades, J. D. 1982. Soluble salts. p.167-179. In A. L. Page (ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- SAS Institute. 1990. SAS User Guide 6.10 Edition. SAS Institute Inc., SAS Circle, Box 8000, Cary, NC 27515-8000, USA.
- Zubillaga, M. S., and R. S. Lavado. 2006. Phytotoxicity of biosolids compost at different degrees maturity compared to biosolids and animal manures. Compost Science & Utilization 14(4):267-270.

# Development of Organic Fertilizer Specific for Leaf Vegetable Production in Organic Farming<sup>1</sup>

Chun-Chao Chuang<sup>2</sup>

## Abstract

The purpose of this study was to deploy specific organic fertilizer formulation for the cultivation of vegetables based on the vegetables nutrient uptake. This test was held in the field during 2011 to 2012 at TYDAIS (Hsinwo, Taoyuan). The vegetables cultivated were four crops of cabbage and lettuce, respectively and two crops of ganges amaranth and pak choi, respectively. The results showed that the TY No.1 organic fertilizer formulation resulted in the highest yield, which reached to 24.5 t ha<sup>-1</sup>. There was 2.5 t ha<sup>-1</sup> greater than that applied commercially organic fertilizers.

Key words: Chinese mustard, Lettuce, Ganges Amaranth, Pak-Choi, Nutrient uptake, Yield, Organic fertilizer

---

<sup>1</sup>. Contribution No.445 from Taoyuan DARES, COA.

<sup>2</sup>. Associate Researcher (Corresponding author, [chuang@tydais.gov.tw](mailto:chuang@tydais.gov.tw)) Taoyuan DARES, COA.