

# 水稻有機栽培專用有機質肥料配方開發<sup>1</sup>

莊浚釗<sup>2</sup>、羅秋雄<sup>2</sup>

## 摘要

本研究之目的係依據水稻養分吸收量及生長量調配有機栽培專用有機質肥料配方，以解決水稻有機栽培之養分吸收不平衡及重金屬累積問題，期提高有機栽培水稻產量。試驗於 2008-2010 年於桃園市新屋區（本場）及新竹縣竹東鎮進行，結果顯示，施用有機質肥料配方 F 之一期及二期作稻穀產量分別為 5.37 t ha<sup>-1</sup> 及 4.42 t ha<sup>-1</sup>，較對照（市售有機質肥料）4.66 t ha<sup>-1</sup> 及 3.55 t ha<sup>-1</sup>，分別增產 15.2% 及 24.5%，因此，篩選有機質肥料配方 F 為水稻專用有機質肥料配方，並於 2013 年完成非專屬授權技術移轉廠商量產。

關鍵詞：水稻、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，農作物易生病蟲害，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，僅可藉由有機質肥料及綠肥與天然礦石提供植物所需養分，以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、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），惟農民施用之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

---

<sup>1</sup> 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 470 號。

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

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屬累積問題，影響土壤及稻米品質。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，調配適合水稻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、水稻植體生長量、養分吸收量、農藝性狀、產量調查及米質分析

2008 年 1 及 2 期作分別於本場有機水稻觀察區、桃園市新屋區有機水稻班(2 處)及竹東鎮有機水稻班(3 處)，設置 6 處調查，供試水稻品種除新屋區有機水稻班為台稉 9 號外，餘為桃園 3 號。水稻插秧後立即採取土壤及植體樣品，爾後每隔 10 天採樣一次，直至收穫為止。於每處採樣點選擇生育平均之稻株採樣與調查產量，第一次採樣(水稻插秧後)採稻叢 10 叢，第二次 8 叢，第三次 6 叢，第四次 4 叢，第五次以後 2 叢，並調查紀錄行株距。採取水稻叢連帶根域土，將稻株與根域土分開，分開時應盡量保持稻株根部的完整性。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，再經烘乾後稱取乾重，磨粉備用，分析全氮、磷、鉀、鈣及鎂含量。

收穫期每調查點逢機取樣 10 叢，調查穗數、一穗粒數、稔實率、千粒重等農藝特性，另割取 100 叢進行產量調查。碾米品質、米粒外觀及理化特性分析則委由台中區農業改良場米質研究室辦理。秤取 125 g 稻穀樣本，採用 Satake husker 脫殼，再以 McGill Miller #3 去糠，並用 Rice sizing machine 篩選斷裂米，以測定糙米率、白米率、完整米率。米質理化特性分析：直鏈性澱粉仿 Juliano (1971) 方法，利用 Technicon 自動分析儀 (Auto-Analyzer) 測定。粗蛋白質含量以近紅外線自動分析儀 (NIR technicon) 測定，膠體軟硬度仿 Cagampang *et al.*, (1973) 方法，觀察膠體展流的長度。

### 二、水稻有機質肥料配方調配、田間試驗及土壤分析

依據水稻植體生長量及養分吸收量，一期水稻生育期由低溫至高溫，故於插秧 70 天(5 月中旬)後生長量達最高，而二期水稻則由高溫至低溫，故其生長量於 60 天(10

月中旬) 後達至最高 (圖 1、3)。一、二期水稻氮、鉀需求量均較其他元素為高，於水稻生長 60 天後其鉀吸收量遠高於氮 (圖 2、4)，且由表 3 水稻成熟期養分吸收總量得以驗證。依據國立中興大學土壤調查中心分析數值得知綠竹粉的全氮、全磷酞及全氧化鉀分別為 0.97%、0.37% 及 1.06%，正符合本配方比例，故以此為堆肥主材料，配合牛糞、雞糞、穀殼、米糠、稻草、大豆粕、椰纖等農畜產副產物調配 7 種有機質肥料配方，充分混合、翻堆、調整水分等堆肥化過程歷經 3 個月完全腐熟，其化學性質如表 1 所示，一併解決本場轄區大宗綠竹栽培面積 6,000 公頃，每公頃產生綠竹廢棄物 24 公噸，均隨意棄置於田區，造成環境汙染及操作之不便等問題。供試水稻品種為桃園 3 號，試驗採逢機完全區集設計 (RCBD)，8 處理 (7 種有機質肥料配方及一種市售商品為對照 CK)，3 重複，小區面積  $7\text{ m} \times 3\text{ m} = 21\text{ m}^2$ ，篩選對水稻產量最佳的配方 1 種技術轉移廠商進行量產，以提供有機栽培農民參用，另添加溶磷菌及矽酸爐渣，探討對水稻生育及產量之影響。

表 1. 不同配方有機質肥料基本性質

Table 1. Some properties of seven organic fertilizers used.

Formulation No.	酸鹼度 pH (1:1)	電導度 EC (1:5)	有機質 O.M	全氮 T-N	全磷 T-P	全鉀 T-K	全鈣 T-Ca	全鎂 T-Mg
		dS m <sup>-1</sup>	----- g kg <sup>-1</sup> -----					
A*	7.6	10.6	500	31	12	23	11	8
B	7.7	7.6	530	28	10	28	21	14
C	7.4	8.9	530	40	14	22	5	9
D	7.8	6.8	520	25	9	23	19	12
E	7.9	6.7	550	27	11	21	11	10
F	8.5	3.9	410	18	26	16	21	9
G	7.5	4.9	500	19	2.1	16	5	8

\* A, B, C, D, E, F, G: Organic fertilizer formulations

水稻氮推薦量係依據作物施肥手冊 (羅, 2012)，一、二期作分別為  $110\text{ kg ha}^{-1}$  及  $100\text{ kg ha}^{-1}$ ，有機質肥料施用量以氮為換算基準，計算公式為有機質肥料施用量 (公斤) = 氮推薦量  $\times$  (100  $\div$  有機質肥料乾物中氮含量)  $\times$  (1  $\div$  有機質肥料乾物含量%)  $\times$  2.0  $\times$  0.0021 (小區面積)，故其處理 A-G 小區有機質肥料用量一、二期作分別介於

15-36.7 公斤，其中處理 F 最高，處理 C 最低，其全磷及全鉀用量分別為 0.21-0.95 公斤及 0.33-0.66 公斤。有機質肥料全量於第一次耕犁前撒施，耕犁時與土壤充分混合，生育期間不再追施任何肥料。溶磷菌與米糠以 1 : 10 比例混合 5 天擴大培養後，再與腐熟有機質肥料以 1 : 100 (w/w) 混合。矽酸爐渣施用量 2,000 kg ha<sup>-1</sup>，於田區整地時全園撒施後犁入土中充分混合，試驗前土壤基本性質如表 2 所示。

表 2. 供試土壤基本性質

Table 2. Some properties of soil before the experiment.

酸鹼度 pH (1:1)	電導度 EC (1:5)	有機質 O.M	Bray-1 磷 Bray-1 P	可萃取性鉀 Mehlich-1 K	可萃取性鈣 Mehlich-1 Ca	可萃取性鎂 Mehlich-1 Mg
	dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	-----mg kg <sup>-1</sup> -----			
4.7	0.13	56	31	87	1,539	188

土壤 pH 值以土：水 = 1 : 5 (w/v)，平衡 1h 後以玻璃電極法測定 (McLean, 1982)。電導度 (EC) 以土：水 = 1 : 5 (w/v)，振盪 1h 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，萃取液再以火焰分光光度計測定鉀含量 (Knudsen *et al.*, 1982)，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 3 重複。

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、水稻植體生長量及養分吸收量

2008 年一期作水稻植體生長量如圖 1 所示；一期作插秧 (3 月上旬) 後 20 天內因北部地區氣溫較低，植體鮮乾重並未明顯增加，生長至 20 天以後隨氣溫的升高，植體鮮及乾重亦隨之大幅增加，生長至 70 天後植體鮮重則並未再增加，但植體乾重

仍呈現漸增的趨勢，直至收穫期（插秧後 110 天）植體乾重達  $79.3 \text{ mg plant}^{-1}$ 。一期作水稻養分吸收量如圖 2 所示；插秧後 20 天內氮及鉀吸收量並未明顯增加，生長至 20 天以後隨氣溫升高，氮及鉀吸收急速增加，惟生長至 50 天後氮的吸收呈現平緩，吸收量未再增加，吸收總量  $691 \text{ mg plant}^{-1}$ ，而鉀吸收量至生長 60 天後才達到最高量，吸收總量  $865 \text{ mg plant}^{-1}$ 。磷、鈣及鎂吸收在生長 40 天後才緩慢增加，吸收總量分別為 116、140 及  $84 \text{ mg plant}^{-1}$ 。

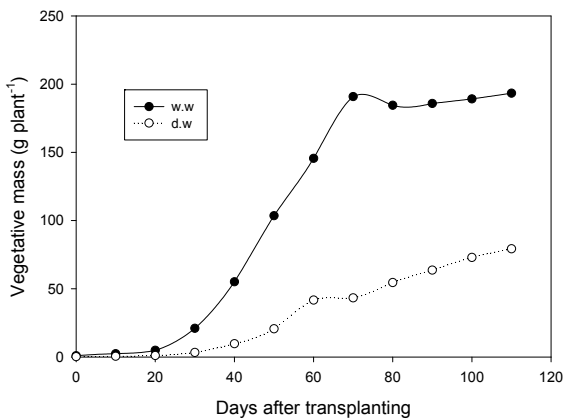


圖 1. 一期作水稻不同生長期植體生長量  
Fig. 1. Vegetative mass at different growing periods of 1st crop paddy rice.

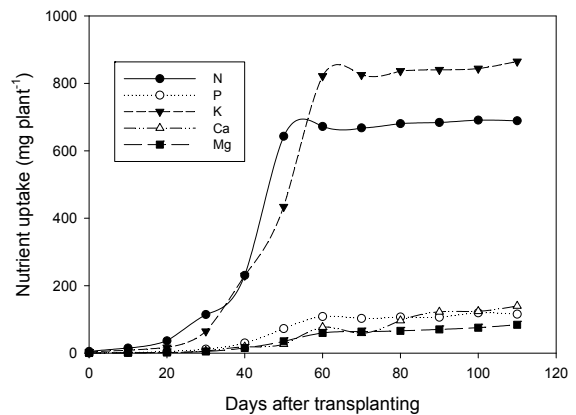


圖 2. 一期作水稻不同生長期植體養分吸收量變化  
Fig. 2. Changes in nutrient uptake by 1st crop paddy rice during the growing periods.

二期作水稻植體生長量如圖 3 所示，因二期作水稻插秧（8 月上旬）氣溫較高，植體鮮及乾重在插秧 10 天後，即呈現急速增加趨勢，但植體鮮重生長至 60 天後即不再增加，而植體乾重仍呈現平緩增加趨勢，直至收穫期（插秧後 100 天），植體乾重達  $65.1 \text{ mg plant}^{-1}$ 。二期作水稻養分吸收量如圖 4 所示；插秧後 10 天氮及鉀吸收量即明顯快速增加，氮吸收量生長至 40 天後才呈現平緩增加，生長至 90 天時總吸收量  $633 \text{ mg plant}^{-1}$ ，但鉀吸收量仍呈現顯著增加趨勢，生長至 90 天總吸收量  $846 \text{ mg plant}^{-1}$ 。磷、鈣及鎂吸收在生長 30 天後才緩慢增加，其吸收總量分別為 72.7、42.4 及  $77 \text{ mg plant}^{-1}$ 。

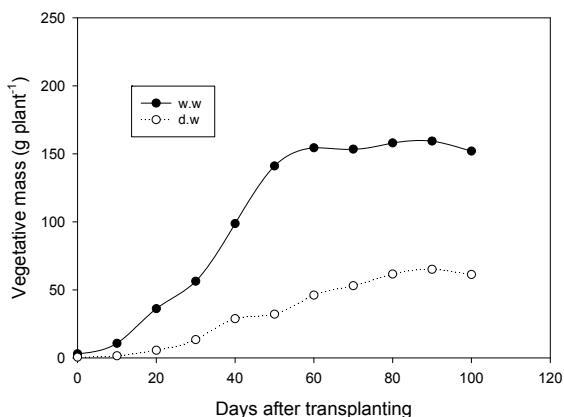


圖 3. 二期作水稻不同生長期植體生長量  
Fig. 3. Vegetative mass at different growing periods of 2nd crop paddy rice.

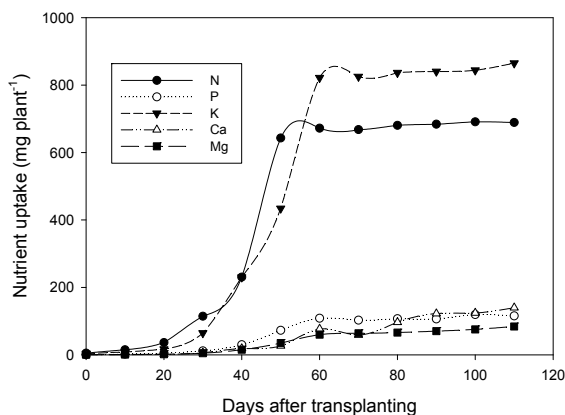


圖 4. 二期作水稻不同生長期植體養分吸收量變化  
Fig. 4. Changes in nutrient uptake by 2nd crop paddy rice during the growing periods.

一、二期作水稻插秧行株距均為 30 × 18 cm，每公頃插秧株數 185,185 株，就單株養分吸收量換算為公頃吸收量，水稻全生育期養分吸收總量如表 3 所示。水稻有機栽培氮及磷每公頃吸收總量與作物施肥手冊推薦量相比差異不大，但鉀吸收總量則較作物施肥手冊推薦量高約 2-3 倍（羅，2012）。

表 3. 水稻成熟期養分吸收總量

Table 3. The nutrient uptake by paddy rice at harvesting.

期作別	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg
----- kg ha <sup>-1</sup> -----					
一期作	128	21.4	179	25.9	15.6
二期作	117	13.5	157	7.9	14.3

## 二、有機質肥料配方對水稻生育及產量之影響

不同配方之有機質肥料對水稻農藝性狀及產量之影響如表 4 所示，一期及二期作水稻株高分別介於 100~104 cm 及 101~110 cm；穗數分別為 25.5~30.9 支及 19.8~24.7 支；一穗粒數 69.8~89.1 粒及 76.9~86.4 粒；稔實率 83.9~96.4%及 81.7~86.4%；千粒重 21.7~26.2 g 及 22.6~26.4 g，處理間雖有差異，但未達顯著差異。另稻穀產量一期及二期分別介於 4.69~6.53 t ha<sup>-1</sup> 及 4.05~4.74 t ha<sup>-1</sup>，兩期作平均介於 4.37~5.52 t ha<sup>-1</sup>，其中以 F 配方處理 5.52 t ha<sup>-1</sup> 最高，較對照（市售商品）處理增產 26.3%，次為 E 及 C 配方處理較對照分別增產 26.1%及 25.8%，其餘處理亦較對照處理增產 15.6~24.9%。整體而言，二期作較一期作生育及產量為低，係因北部地區二期作初期氣溫高，水稻插秧後成活較一期作快，生長亦較快，故其株高較高，但於抽穗期適逢低溫及東北季風吹襲，致使稔實率及產量降低（林等，1994；張，1998）。依據以上結果，篩選配方代號 F 進行後續試驗。

表 4. 不同配方有機質肥料對水稻農藝性狀及產量之影響

Table 4. Effects of different organic fertilizers on the agronomic characteristics and grain yield of paddy rice.

配方代號 Formulation No.	株 高 Plant height		穗 數 Panicle number per hill		一穗粒數 Spikelet number per panicle		稔實率 Fertility		千粒重 1000-grain weight		產 量 Grain yield		
	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	平均(指數)
	cm		no. hill <sup>-1</sup>		no. panicle <sup>-1</sup>		%		g		t ha <sup>-1</sup>		
A <sup>z</sup>	104a <sup>y</sup>	110a	26.8b	19.8a	81.6a	77.8a	95.7a	86.4a	25.7a	25.4a	5.91b	4.42abc	5.17a(118.3)
B	102a	108a	25.5b	21.5a	80.6a	76.9a	96.4a	81.7a	25.4a	26.4a	6.32a	4.60ab	5.46a(124.9)
C	101a	104a	28.2ab	23.1a	86.6a	81.7a	96.3a	86.3a	24.2a	23.7a	6.42a	4.58ab	5.50a(125.8)
D	103a	107a	30.3a	24.7a	84.9a	83.6a	92.2a	81.9a	23.7a	26.4a	5.81b	4.42abc	5.12a(117.2)
E	104a	106a	30.2a	22.3a	89.1a	86.4a	95.9a	82.7a	26.1a	22.6a	6.28a	4.74a	5.51a(126.1)
F	100a	105a	28.0ab	22.8a	83.4a	82.5a	94.9a	86.3a	25.8a	23.5a	6.53a	4.50abc	5.52a(126.3)
G	101a	101a	30.9a	23.6a	87.3a	83.9a	96.4a	84.0a	26.2a	23.4a	5.85b	4.24bc	5.05a(115.6)
H(CK)	104a	106a	27.3ab	22.4a	69.8b	81.8a	83.9b	83.6a	21.7a	22.8a	4.69c	4.05c	4.37b(100)

z. 同表 1。Same as Table1.

y：同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5%水準下差異不顯著。

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

### 三、有機質肥料配方添加溶磷菌及施用矽酸爐渣對水稻生育及產量之影響

由有機質肥料配方對水稻生育及產量之影響試驗結果，篩選配方代號 F 參與本試驗，即為處理代號 A，另分別添加溶磷菌及施用矽酸爐渣為處理，其對水稻農藝性狀及產量之影響如表 5 所示。一期及二期作水稻株高分別為 112~116 cm 及 113~114 cm；穗數 21.3~22.5 支及 19.4~20.8 支，一穗粒數 81.3~86.8 粒及 66.4~71.1 粒；稔實率 86.4~88.6% 及 83.4~84.7%，千粒重 24.7~25.6 g 及 22.4~24.1 g，處理間雖有差異，但未達顯著差異。整體而言，稻穀產量雖以處理 A 最高，一期及二期作分別為 5.37 t ha<sup>-1</sup> 及 4.42 t ha<sup>-1</sup>，平均 4.89 t ha<sup>-1</sup>，較對照處理 4.11 t ha<sup>-1</sup>，增產 18.9%，次為處理 D 增產 10.2%，另其水稻株高、穗數、一穗粒數及稔實率均為最佳，惟處理 D 雖添加溶磷菌及矽酸爐渣，但對產量的效果反較未添加者的處理 A 為低，此與過去研究指出施用溶磷菌能提高作物產量及品質之結論不一致，應為氣候與土壤環境等因子影響所致（莊，2007；Girvan *et al.*, 2004）。

表 5. 有機質肥料配方添加溶磷菌及施用矽酸爐渣對水稻生育及產量之影響

Table 5. Effects of organic fertilizer applied with phosphate-solubilizing microorganisms and silicate slag on the agronomic characteristics and grain yield of paddy rice.

處理代號 Treat No.	株 高 Plant height		穗 數 Panicle number per hill		一穗粒數 Spikelet number per panicle		稔實率 Fertility		千粒重 1000-grain weight		產 量 Grain yield		平均(指數)
	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	
	cm		no. hill <sup>-1</sup>		no. panicle <sup>-1</sup>		%		g		t ha <sup>-1</sup>		
A <sup>z</sup>	115a <sup>y</sup>	114a	22.3a	20.1a	82.5a	66.4a	86.7a	84.7a	25.5a	22.4a	5.37a	4.42a	4.89a(118.9)
B	112a	113a	22.4a	19.4a	81.3a	67.2a	86.4a	83.6a	25.6a	23.4a	4.79a	3.84a	4.32a(105.1)
C	115a	120a	21.3a	20.8a	85.9a	71.1a	88.3a	84.7a	25.4a	24.1a	4.46a	4.33a	4.39a(106.8)
D	116a	114a	22.5a	20.1a	86.8a	70.5a	88.6a	84.5a	24.7a	23.3a	4.96a	4.09a	4.53a(110.2)
E(CK)	112a	113a	21.4a	19.8a	82.6a	68.3a	87.4a	83.4a	25.1a	22.5a	4.66a	3.55a	4.11a(100)

z: A:有機質肥料、B:有機質肥料+溶磷菌、C:有機質肥料+矽酸爐渣、D:有機質肥料+溶磷菌+矽酸爐渣、E:對照(CK)市售商品。

A: Organic fertilizer, B: Organic fertilizer + Phosphate - solubilizing microorganisms, C: Organic fertilizer + silicate slag, D: Organic fertilizer + Phosphate - solubilizing microorganisms + silicate slag, E: CK (Commercial fertilizer)

y. 同表 4。Same as Table 4.



#### 四、有機質肥料配方添加溶磷菌及施用矽酸爐渣對米粒外觀及理化特性之影響

有機質肥料配方添加溶磷菌及施用矽酸爐渣對米粒外觀及理化特性之影響如表 6 所示。一期及二期作米粒心白分別為 0.11~0.25 及 0.06~0.09，背白 0.16~0.30 及 0.05~0.09，腹白則兩期作均為 0，依據心腹白分六級（0 至 5），數值越低則越佳，心、腹、背白總和介於 0.11~0.46（均小於 1），表現尚佳，惟仍以二期作米粒外觀較一期作為佳。直鏈性澱粉 14.7~15.3%及 16.4~17.5%，粗蛋白質 6.46~6.62%及 6.47~6.64，凝膠展延性 95~97 及 96~98，各處理間雖有差異，但未達 5%顯著差異。

稻米米粒外觀及理化性質受環境因素影響甚大；一期作生育後期遇高溫則米粒白堊質增加，碾製白米易碎裂，但直鏈澱粉含量較低；二期作生育後期遇低溫及日照不足，致使成熟穀粒充實速率降低，米粒累積密實，碾製白米不易碎裂，故完整米率較高，但直鏈澱粉含量較高（郭等，1985；Chamura *et al.*, 1979）。一般以直鏈性澱粉及粗蛋白質含量越低，凝膠展延性越高為最佳（劉等，1988），而直鏈性澱粉含量與食味呈顯著負相關，亦即直鏈性澱粉含量越高者其食味愈不佳（許和宋，1988），本試驗直鏈性澱粉均低於 20%，符合國人喜好直鏈性澱粉低於 20%的黏性米飯（劉等，1988）。

表 6. 有機質肥料配方添加溶磷菌及施用矽酸爐渣對米粒外觀及理化特性之影響

Table 6. Effects of organic fertilizer applied phosphate-solubilizing microorganisms and silicate slag on the physico-chemical properties of paddy rice.

處理代號 Treatment No.	心白 W. center		背白 W. back		直鏈性澱粉 Amylose		粗蛋白質 Crude protein		凝膠展延性 Gel consistency	
	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>	一期 1 <sup>st</sup>	二期 2 <sup>nd</sup>
					%		%			
A <sup>z</sup>	0.13c <sup>y</sup>	0.07a	0.31a	0.06a	14.7a	16.7a	6.51a	6.57a	96a	97a
B	0.25a	0.06a	0.16b	0.09a	15.3a	17.1a	6.47a	6.51a	97a	96a
C	0.11c	0.06a	0.28a	0.05a	14.7a	17.5a	6.61a	6.47a	96a	98a
D	0.16b	0.06a	0.30a	0.07a	14.7a	16.4a	6.62a	6.53a	95a	98a
E(CK)	0.23a	0.09a	0.17b	0.08a	14.9a	16.4a	6.46a	6.64a	97a	98a

z.y. Same as Table 5.

## 五、有機質肥料配方添加溶磷菌及施用矽酸爐渣對土壤肥力之影響

有機質肥料配方添加溶磷菌及施用矽酸爐渣對土壤肥力之影響如表 7 所示。土壤 pH 值 4.7~4.9，均為強酸性土壤，處理 C 及 D 為施用矽酸爐渣者其 pH4.9 最高，較試驗前提高 0.2 單位，此與過去研究（黃等，1983）指出施用矽酸爐渣可提高土壤 pH 值的結果一致。土壤 EC 值 0.12~0.13 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>，對水稻生長才會產生負面影響，本試驗處理後 EC 值均低於 0.5 dS m<sup>-1</sup>，故對水稻未產生影響。土壤有機質含量 59~64 g kg<sup>-1</sup>，與試驗前差異不大。其餘土壤大量元素 Bray 磷（P）含量 31~33 mg kg<sup>-1</sup>，Mehlich 鉀（K）含量 76~94 mg kg<sup>-1</sup>，Mehlich 鈣（Ca）含量 1,461~1,783 mg kg<sup>-1</sup>，Mehlich 鎂（Mg）含量 181~224 mg kg<sup>-1</sup>，均高於試驗前及參考值範圍。

表 7. 有機質肥料配方添加溶磷菌及施用矽酸爐渣對土壤肥力之影響

Table 7. Effects of organic fertilizer applied phosphate-solubilizing microorganisms and silicate slag on the soil fertility.

處理代號 Treatment No.	酸鹼度 pH (1:5)	電導度 EC (1:5)	有機質 O.M	Bray no.1 P	Mehlich no.1K	Mehlich no.1Ca	Mehlich no.1Mg
		dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	-----mg kg <sup>-1</sup> -----			
A <sup>z</sup>	4.7a <sup>y</sup>	0.12a	61a	32a	76a	1,461c	181b
B	4.8a	0.12a	64a	32a	94a	1,645b	222a
C	4.9a	0.13a	61a	33a	89a	1,783a	224a
D	4.9a	0.12a	64a	31a	83a	1,721a	216a
E(CK)	4.9a	0.13a	59a	33a	77a	1,652b	216a
Reference standard	5.5-6.8	<0.6	>30	11-50	30-100	570-1140	50-100

z.y. Same as Table 5.

## 結 論

本研究之目的係利用北部地區綠竹粉碎殘體等農畜產副產物，依據水稻植體生長量及養分吸收量，調配 7 種有機質肥料配方，進行該等配方對水稻生育及產量之影響試驗。試驗結果顯示，水稻施用有機質肥料配方 F 一期及二期作稻穀產量分別為 5.37 t ha<sup>-1</sup> 及 4.42 t ha<sup>-1</sup>，較對照（市售有機質肥料）4.66 t ha<sup>-1</sup> 及 3.55 t ha<sup>-1</sup>，分別增產 15.2% 及 24.5%，因此，篩選有機質肥料配方 F 為水稻專用有機質肥料配方。

## 致 謝

本試驗之米質分析承台中區農業改良場米質研究室協助，謹此致謝。

## 參考文獻

- 林孟輝、陳素娥、張學琨、林文龍。1994。東北季風對水稻生育之影響及防風林之防護效果。中華農業氣象 1:107-114。
- 郭益全、劉清、卜瑞雄、鍾德月。1985。栽培地點與稻米品質性狀之表現。中華農業研究 34:135-144。
- 許愛娜、宋勳。1988。稻米理化性質與食味關係之因子分析。台中區農業改良場研究彙報 25:43-53。
- 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。臺灣省臺中縣。p.200-214。
- 黃山內、黃祥慶、王錦堂。1983。酸性稻田連用矽酸爐渣之效果及其殘效之研究。台中區農業改良場研究彙報 7:53-65。
- 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。
- 張學琨。1998。水稻栽培管理技術及環境改進效果之研究。張學琨論文集第一集。桃園區農業改良場編印。p.92-109。
- 莊浚釗。2007。溶磷菌在台灣北部土壤中之分布及應用。國立中興大學土壤環境科學系博士論文。

- 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。臺灣省臺中縣。p.215-227。
- 劉慧瑛、林禮輝、宋勳、洪梅珠。1988。不同稻米品種之食用品質與化學性質之關係。p.76-89。稻米品質研討會專輯。台中區農業改良場編印。彰化。
- 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 新 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。
- 羅秋雄。2012。水稻。作物施肥手冊。中華肥料協會編印。p.16。
- Cagampang, G.B., C.M. Perez, and B.O. Juliano. 1973. Agel consistency for eating quality of rice. *J. Sci. Food. Agri.* 24:1589-1594.
- Chamura, S., H. Kaneco, and Y. Salto. 1979. Effect of temperature at ripening period on the eating quality - Effect of temperature maintained in constant level during the entire ripening period. *Japan J. Crop Sci.* 48:475-482.
- 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.
- Girvan, M.S., J. Bullimore, A.S. Ball, J.N. Pretty, and A.M. Osborn. 2004. Responses of active bacterial and fungal communities in soils under winter wheat to different fertilizer and pesticide regimens. *Appl. Environ. Microbiol.* 70:2692-2701.
- 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.
- Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci. Today* 16:334-340.
- 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 Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.). *Method of soil analysis. Part I.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.

- 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. p.403-429. 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 Sci. Util. 14:267-270.

# Development of Organic Fertilizer specific for paddy rice Production in Organic Farming<sup>1</sup>

Chun-Chao Chuang<sup>2</sup> and Chiu-Shyong Lo<sup>2</sup>

## Abstract

The purpose of this study was to modulation specific organic fertilizer formulation for the cultivation of paddy rice based on the paddy rice nutrient uptake and growth. To improve the imbalance of nutrient absorption by rice plants and accumulation of heavy metals in the soils. As well as increase rice production in organic farming. The field trials were conducted at Hsinwo, Taoyuan and Zhudong, Hsinzhu form 2008 to 2010. The results showed that the application of organic fertilizer formulation F resulted in the higher yield among the different treatments. The grain yield of 5.37 t ha<sup>-1</sup> and 4.42 t ha<sup>-1</sup> in the first and second crop, respectively, compared with the control (commercially organic matter fertilizer) 4.66 t ha<sup>-1</sup> and 3.55 t ha<sup>-1</sup>, and yield increase 15.2% and 24.5%, respectively. Therefore, the organic fertilizer F was chosen as oorganic fertilizer specific for paddy rice and complete non-exclusive license to technology transfer manufacturer with production in 2013.

Key words: paddy rice, nutrient uptake, grain yield, organic fertilizer

---

<sup>1</sup>. Contribution No.470 from Taoyuan DARES, COA.

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