

有機農場有機質肥料施用量對稻米品質之影響¹

李健鋒²、陳榮五²、蔡宜峯²

摘 要

本試驗在累積19個期作水稻有機栽培田進行田間試驗(土壤有機質含量5%)，探討不同有機質肥料施用量對稻米品質之影響。綜合試驗結果顯示，兩期作均以每公頃施用4 t茶籽粕之處理，具有最高之白米率及完整米率，碾米品質表現最優。以每公頃施用10 t雞糞堆肥之處理，其白米率及完整米率最低，碾米品質表現較差。分析白米粗蛋白質含量顯示，以每公頃施用4 t茶籽粕之處理，白米粗蛋白質含量為最高，以每公頃施用10 t雞糞堆肥之處理，白米粗蛋白質含量為最低。參試品種臺梗9號以每公頃施用20 t雞糞堆肥處理，具有最高碾米品質及最低白米粗蛋白質含量；臺中秈10號仍以每公頃施用20 t雞糞堆肥處理之白米粗蛋白質含量為最低，但其完整米率表現則較低。針對本試驗產量及稻米品質綜合調查結果，建議考量生產成本並兼顧產量及稻米品質，一期作及二期作均以每公頃施用2 t茶籽粕，即可獲得較高之水稻產量及較優之稻米品質。

關鍵字：水稻、有機質肥料、稻米品質。

前 言

以稻米品質而言，包括碾米品質、白米外觀及食用與烹調品質等，碾米品質則包括糙米率(brown rice percentage)、白米率(milled rice percentage)及完整米率(head rice percentage)，其值愈高愈好。白米外觀包括透明度(translucency)及心腹白(white belly and center)，其值愈低愈好。食用與烹調品質則希望直鏈澱粉(amylose)及粗蛋白質(crude protein)含量愈低，凝膠展延性(gel consistency)愈高⁽²⁾。永續性農業為目前世界性關切的話題，有機農業則為其中重要之一環。利用有機質提供作物生長所需之養分，其益處包括直接供應作物生長所需之營養要素成分⁽¹⁾、改良土壤物理化學性質^(6,8,9)、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等⁽⁵⁾。施用有機質肥料，由於供應之營養元素較為均衡，可能有促進作物生長、提昇產量及品質之效果⁽⁷⁾。動物或植物的殘體經微生物分解，產生二氧化碳及可供植物利用之氮(NH₄⁺、NO₃⁻等)、磷、硫等及各種微量元素，此種將有機物分解成無機成分的作用謂之“礦化作用”(mineralization)。有機質中無論植物殘體、堆肥、廐肥、動物排泄物等，都需要依賴土壤中微

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0714 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、場長、研究員。

生物進行分解，將有機質中營養成分礦化釋放出來，方可提供植物吸收利用。因此有機質肥料種類、施用量、施用時期，對於養分的釋放及水稻生長吸收，均有直接之影響。本試驗研究水稻長期有機栽培田，使用不同有機質肥料及施用量，探討其對稻米品質之影響行為，將有助於合理應用及管理有機質肥料，做為有機水稻栽培推廣之參考。

材料與方法

本試驗自2005年一期作開始，在臺中區農業改良場試驗田進行田間試驗，探討長期水稻有機栽培田，施用不同有機質肥料種類及施用量，對於水稻生育之影響。土壤為粘板岩沖積土，施行有機農法12年，土壤有機質含量5%。試驗之水稻品種為稈稻臺梗9號及秈稻臺中秈10號。採裂區設計，以六種肥料處理為主區，二個品種為副區，三重複。小區面積22.5 m²。多本植。行株距30 × 15 cm。肥料處理分為：(1)不施肥處理。(2)每公頃施用2 t菜籽粕，1/2做為基肥，1/4做為追肥，1/4做為穗肥。(3)每公頃施用3 t菜籽粕，1/2做為基肥，1/4做為追肥，1/4做為穗肥。(4)每公頃施用4 t菜籽粕，1/2做為基肥，1/4作做追肥，1/4做為穗肥。(5)每公頃施用10 t雞糞堆肥，全量做為基肥施用。(6)每公頃施用20 t雞糞堆肥，全量做為基肥施用。

水稻收穫後將稻穀曬乾至含水量約14%，秤其重量。取125 g稻穀，三重複，進行碾米品質調查及白米物理化學性質分析。米質分析程序如下⁽²⁾：

一、碾米品質(Milling quality)

- (一)糙米率。
- (二)白米率。
- (三)完整米率

二、白米物理化學性質(Physicochemical properties of milled rice)

- (一)直鏈性澱粉含量：採用method of simplification of amylose assay測定。
- (二)粗蛋白質含量：採用semi-micro kjeldahl method測定。

表一、菜籽粕及雞糞堆肥之化學性質

Table 1. The chemical properties of rape seed meal and chicken compost

Fertilizer	C/N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	Water content
			----- % -----				----- mg/kg-----				%
Rape seed meal	6.15	6.15	0.95	1.25	7.54	0.53	352	63	547	10.3	7.15
chicken compost	12.89	2.14	1.67	2.11	8.72	2.79	4309	361	1.19*10 ⁶	30.4	31.90

表二、試驗前表土之土壤理化性質

Table 2. The physical and chemical properties of top soils before the experiments

Year Crop	pH	O.M. %	Exchangeable			Bray-1					
			K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu	EC dS/m
First of 2005	7.96	5.3	52	3,388	265	41	421	127	14	10	0.54
Second of 2005	7.53	5.2	55	1,932	172	42	467	111	13	10	0.71
First of 2006	7.67	5.0	47	2,709	239	61	408	131	13	10	0.64
Second of 2006	7.40	5.5	51	3,377	234	55	459	124	15	11	0.58

結果與討論

本試驗主要在累積19個期作水稻有機栽培田，探討有機質肥料施用量對稻米品質之影響。因此，本文在不同年度、不同期作及水稻品種間對有機質肥料施用量，水稻之碾米品質及化學性質進行說明及探討。

一、有機質肥料施用量對糙米率之影響

將2005及2006年一期作及二期作之碾米品質及化學性質，進行各項綜合變方分析。結果顯示，年度間有極顯著差異，2005及2006年平均糙米率，分別為80.39及81.07%，2006年平均糙米率表現較優(表三、表四)。期作間亦有極顯著差異，一期作平均糙米率為80.47%，較二期作80.99%降低0.52% (表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯著差異，以施用4 t/ha菜籽粕之平均糙米率81.39%為最高，其次為施用3 t/ha菜籽粕之平均糙米率81.11%，以不施肥處理之平均糙米率79.97%為最低，施用10或20 t/ha雞糞堆肥之平均糙米率表現亦較低，分別為80.66及80.37% (表三、表六)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交互，一期作以施用4 t/ha菜籽粕之平均糙米率80.99為最高，其次為施用3及2 t/ha菜籽粕之平均糙米率80.65即80.68%，以不施肥處理之平均糙米率79.89%為最低，二期作則以施用4及3 t/ha菜籽粕之平均糙米率為最高，分別為81.80及81.56%，但次高則為施用2 t/ha菜籽粕及施用10 t/ha雞糞堆肥二種處理之平均糙米率81.09及81.14%，以不施肥處理及施用20 t/ha雞糞堆肥二種處理之平均糙米率80.06及80.30%為最低(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間亦有極顯著交互，2005年一期作以施用4 t/ha菜籽粕之平均糙米率81.11%為最高，其次為施用3 t/ha、2 t/ha菜籽粕之及20 t/ha雞糞堆肥等三種處理，以不施肥處理之平均糙米率79.47%為最低；2006年一期作則以施用4 t/ha、3 t/ha及2 t/ha菜籽粕等三種處理，平均糙米率分別為80.87、80.67及80.73%為最高，其次為施用3 t/ha菜籽粕及10 t/ha雞糞堆肥之處理；2005年二期作以施用4 t/ha及3 t/ha菜籽粕之處理，平均糙米率81.03及81.08%為最高，其次為施用10 t/ha雞糞堆肥之處理，以不施肥處理之平均糙米率79.32%為最低；2006年二期作仍以施用4 t/ha及3 t/ha菜籽粕之處理，平均糙米率82.57及82.04%為最高，其次為施用2 t/ha菜籽粕之處理，以施用20 t/ha雞糞堆肥及不施肥之處理為較低(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間無顯著交互，臺梗9號及臺中秈10

號均以施用4 t/ha菜籽粕之處理，其平均糙米率83.08及79.71%為最高，兩期作均以不施肥處理之平均糙米率81.85及78.09%為最低(表三、表十)。

綜合試驗結果，兩期作均以施用4 t/ha菜籽粕肥料之處理，其兩年四期作平均糙米率均較其他肥料處理者為高，顯示於水稻穀粒充實期間，每公頃施用4 t菜籽粕較其他肥料施用處理，較能夠充分提供水稻生長所需之礦物元素。一期作施用10 t/ha及20 t/ha雞糞堆肥之處理與二期作施用20 t/ha雞糞堆肥之處理，對於水稻穀粒充實期間養份供給顯示不足。20 t雞糞堆肥計算其氮含量高達428 kg，水稻每期作所需之氮用量約140~160 kg/ha之間，理論上每公頃施用20 t雞糞堆肥，應該足夠水稻吸收利用，然而實際在水稻生育期間，其所釋放之養份，不能夠充分提供水稻生長所需，其原因則有待進一步探討。

二、有機質肥料施用量對白米率之影響

經由綜合變方分析結果顯示，年度間有極顯著差異，2005及2006年平均白米率，分別為71.44及73.02%，2006年平均白米率表現較高(表三、表四)。期作間亦有極顯著差異，一期作平均白米率為71.66%，較二期作72.08%降低0.42% (表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯

Table 3. Combined analyses of variance (F-values) for milling qualities and chemical properties of two rice cultivars after application of various manures (1st and 2nd crop, 2005 and 2006)

Source of variation	df	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein
Year (Y) ¹	1	180.1**	723.0**	2541.2**	1044.0**	181.8**
Crop (C) ¹	1	106.0**	381.9**	1603.0**	16848.3**	0.7
YxC	1	122.0**	964.4**	487.5**	168.9**	4.5*
Fertilizer (F) ¹	5	68.5**	52.3**	13.1**	25.5**	345.2**
YxF	5	4.8**	8.4**	8.3**	10.2**	7.2**
CxF	5	13.3**	16.3**	2.9*	4.6**	0.9
YxCxF	5	6.0**	5.3**	3.4**	13.3**	9.6**
Variety (V) ¹	1	4774.0**	3432.4**	534.6**	5244.8**	288.0**
YxV	1	14.5**	0.0	0.3	12.4**	66.0**
CxV	1	24.4**	0.1	63.3**	116.0**	11.4**
FxV	5	1.3	4.5**	6.8**	15.2**	5.7**
YxCxV	5	3.0	53.4**	141.3**	96.8**	55.5**
YxFxV	5	1.7	1.9	4.7**	26.5**	3.3**
CxFxV	5	1.4	0.6	1.6	14.5**	2.9*
YxCxFxV	5	0.5	2.3	9.2**	18.8**	11.6**

¹ Year:2005, 2006.

Crop: The 1st and 2nd crop of 2005 and 2006.

Fertilizer: No fertilizer, rape seed meal 2 tons/ha, rape seed meal 3 tons/ha, rape seed meal 4 tons/ha, chicken compost 10 tons/ha, chicken compost 20 tons/ha.

Varieties includes: Japonica rice Tai keng 9 (TK 9), and Indica rice Taichung sen 10 (TCS 10).

*and **: 5% and 1% significance levels, respectively.

著差異，以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米率73.01%為最高，其次為施用3 t/ha及2 t/ha菜籽粕之平均白米率72.54%及71.44%，以不施肥處理之平均白米率71.63%為最低，施用10 t/ha或20 t/ha雞糞堆肥之平均白米率表現亦較低，分別為71.85及71.92% (表三、表六)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米率72.14%為最高，其次為施用3 t/ha菜籽粕、2 t/ha菜籽粕及20 t/ha雞糞堆肥之平均白米率71.61、71.81及71.72%，以不施肥處理之平均白米率71.19%為最低，二期作仍以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米率73.88%為最高，其次則為施用3 t/ha菜籽粕之平均白米率73.47%，以不施肥處理及每公頃施用10 t/ha及20 t/ha雞糞堆肥之平均白米率71.19%為最低，二期作仍以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米率73.88%為最高，其次則為施用3 t/ha菜籽粕之平均白米率73.47%，以不施肥處理及每公頃施用10 t/ha及20 t/ha雞糞堆肥之平均白米率71.19%為最低。

表四、不同年度水稻之碾米品質及化學性質差異(2005 及 2006 年)

Table 4. Milling qualities and chemical properties of rice between the 2005 and 2006

Year	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein
----- (%) -----					
2005	80.39	71.44	62.65	16.81	6.56
2006	81.07	73.02	70.97	17.29	6.32
LSD ¹	0.10	0.12	0.33	0.03	0.04

¹Least Significant Difference at 5% level.

表五、不同期作水稻之碾米品質及化學性質差異(2005 及 2006 年一期作及二期作)

Table 5. Milling qualities and chemical properties of rice between the 1st and 2nd crop of 2005 and 2006

Crop	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein
----- (%) -----					
First	80.47	71.66	63.51	16.08	6.43
Second	80.99	72.80	70.11	18.02	6.45
LSD ¹	0.10	0.12	0.33	0.03	0.04

¹Least Significant Difference at 5% level.

表六、施用不同有機質肥料對水稻碾米品質及化學性質之影響(2005 及 2006 年一期作及二期作)

Table 6. Milling qualities and chemical properties of rice after application of various manures (1st and 2nd crop, 2005 and 2006)

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein
----- (%) -----					
No fertilizer	79.97f ¹	71.63d	65.89d	17.05b	6.13d
Rape seed meal 2 tons/ha	80.89c	72.44b	66.91b	17.12a	6.50c
Rape seed meal 3 tons/ha	81.11b	72.54b	67.03b	17.14a	6.79b
Rape seed meal 4 tons/ha	81.39a	73.01a	68.04a	16.92c	7.03a
Chicken compost 10 tons/ha	80.66d	71.85c	66.33cd	16.96c	6.10d
Chicken compost 20 tons/ha	80.37e	71.92c	66.67bc	17.12a	6.08d

¹Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表七、施用不同有機質肥料對期作間水稻碾米品質及化學性質之影響(2005 及 2006 年一期作及二期作)

Table 7. Milling qualities and chemical properties of rice after application of various manures in the 1st and 2nd crop of 2005 and 2006

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein
----- (%) -----					
First crop					
No fertilizer	79.89e ¹	71.19d	62.27c	16.11a	6.20d
Rape seed meal 2 tons/ha	80.68b	71.81b	63.43b	16.12a	6.54c
Rape seed meal 3 tons/ha	80.65b	71.61bc	63.59b	16.15a	6.68b
Rape seed meal 4 tons/ha	80.99a	72.14a	64.51a	15.90c	6.81a
Chicken compost 10 tons/ha	80.17d	71.48c	63.36b	16.03b	6.18d
Chicken compost 20 tons/ha	80.45c	71.72b	63.88ab	16.18a	6.18d
Second crop					
No fertilizer	80.06c	72.07d	69.51c	17.99bc	6.06d
Rape seed meal tons/ha	81.09b	73.07c	70.40b	18.13a	6.47c
Rape seed meal 3 tons/ha	81.56a	73.47b	70.47b	18.13a	6.91b
Rape seed meal 4 tons/ha	81.80a	73.88a	71.57a	17.94cd	7.24a
Chicken compost 10 tons/ha	81.14b	72.22d	69.29c	17.88d	6.02d
Chicken compost 20 tons/ha	80.30c	72.11d	69.45c	18.06ab	5.99d

¹ Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表八、施用不同有機質肥料對年度間一期作水稻碾米品質及化學性質之影響(2005 及 2006 年一期作)

Table 8. Milling qualities and chemical properties of rice after application of various manures in the 1st crop of 2005 and 2006

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein
----- (%) -----					
First crop of 2005					
No fertilizer	79.47d ¹	70.92d	55.04d	15.83b	6.40d
Rape seed meal 2 tons/ha	80.63b	72.04ab	56.57c	15.70d	6.58c
Rape seed meal 3 tons/ha	80.64b	71.93b	58.23ab	15.77c	6.86b
Rape seed meal 4 tons/ha	81.11a	72.35a	59.57a	15.43e	7.02a
Chicken compost 10 tons/ha	80.05c	71.47c	57.41bc	15.73cd	6.32e
Chicken compost 20 tons/ha	80.57b	71.97b	58.31ab	15.98a	6.25e
First crop of 2006					
No fertilizer	80.31b	71.45bc	69.50b	16.38b	6.00d
Rape seed meal 2 tons/ha	80.73a	71.59b	70.28a	16.53a	6.49b
Rape seed meal 3 tons/ha	80.67a	71.28c	68.95b	16.53a	6.51b
Rape seed meal 4 tons/ha	80.87a	71.93a	69.44b	16.37b	6.60a
Chicken compost 10 tons/ha	80.29b	71.48bc	69.31b	16.33b	6.05cd
Chicken compost 20 tons/ha	80.32b	71.47bc	69.45b	16.37b	6.12c

¹ Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表九、施用不同有機質肥料對年度間二期作水稻碾米品質及化學性質之影響(2005 及 2006 年二期作)

Table 9. Milling qualities and chemical properties of rice after application of various manures in the 2 nd crop of 2005 and 2006

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein
----- (%) -----					
Second crop of 2005					
No fertilizer	79.32e ¹	70.44c	66.81c	17.72c	6.20c
Rape seed meal 2 tons/ha	80.37c	71.67b	67.89b	17.98ab	6.49b
Rape seed meal 3 tons/ha	81.08a	72.04ab	68.91a	18.08a	7.06a
Rape seed meal 4 tons/ha	81.03ab	72.29a	69.23a	17.78c	7.17a
Chicken compost 10 tons/ha	80.88b	70.11c	66.85c	17.75c	6.21c
Chicken compost 20 tons/ha	79.56d	70.08c	66.96bc	17.95b	6.16c
Second crop of 2006					
No fertilizer	80.80e	73.71d	72.20b	18.27a	5.92d
Rape seed meal 2 tons/ha	81.81bc	74.47bc	72.91ab	18.27a	6.45c
Rape seed meal 3 tons/ha	82.04ab	74.91b	72.03b	18.18ab	6.75b
Rape seed meal 4 tons/ha	82.57a	75.47a	73.91a	18.10bc	7.31a
Chicken compost 10 tons/ha	81.40cd	74.33c	71.73b	18.02c	5.83d
Chicken compost 20 tons/ha	81.03de	74.15cd	71.95b	18.17ab	5.82d

¹ Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表十、施用不同有機質肥料對品種間水稻碾米品質及化學性質之影響(2005 及 2006 年一期作及二期作)

Table 10. Milling qualities and chemical properties of rice after application of various manures in the 1st and 2nd crop of 2005 and 2006

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein
----- (%) -----					
Tai keng 9 (TK 9)					
No fertilizer	81.85d ¹	73.49c	67.84cd	17.51d	5.93e
Rape seed meal 2 tons/ha	82.63b	74.16b	69.69a	17.61c	6.34c
Rape seed meal 3 tons/ha	82.85ab	74.33ab	68.81b	17.80a	6.61b
Rape seed meal 4 tons/ha	83.08a	74.43a	69.87a	17.46d	6.86a
Chicken compost 10 tons/ha	82.35c	73.60c	67.46d	17.48d	5.96de
Chicken compost 20 tons/ha	82.11cd	73.69c	68.64bc	17.70b	6.03d
Taichung sen 10 (TCS 10)					
No fertilizer	78.09e	69.77d	63.94c	16.59ab	6.32d
Rape seed meal 2 tons/ha	79.14bc	70.72b	64.13c	16.63a	6.66c
Rape seed meal 3 tons/ha	79.37b	70.75b	65.25b	16.48cd	6.98b
Rape seed meal 4 tons/ha	79.71a	71.59a	66.20a	16.38e	7.19a
Chicken compost 10 tons/ha	78.97c	70.10c	65.19b	16.43de	6.24e
Chicken compost 20 tons/ha	78.64d	70.14c	64.69bc	16.53bc	6.14f

¹ Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

糞堆肥三種處理之平均白米率72.07、72.22及72.11%為最低(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間亦有極顯著交感，2005年一期作以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米率72.35%為最高，其次為施用3 t/ha、2 t/ha菜籽粕之及20 t/ha雞糞堆肥等三種處理，以不施肥處理之平均白米率70.92%為最低；2006年一期作仍以施用4 t/ha菜籽粕平均白米率71.93%為最高，以施用3 t/ha菜籽粕之處理71.28%為最低；2005年二期作以施用4 t/ha及3 t/ha菜籽粕之處理，平均白米率72.29及72.04%為最高，以施用10 t/ha、20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等三種處理之平均白米率70.11、70.08及70.44%為最低；2006年二期作以施用4 t/ha菜籽粕之處理，平均白米率75.47%為最高，其次為施用3 t/ha菜籽粕之處理，以不施用肥料處理之平均白米率為較低(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間亦有極顯著交感，臺梗9號以施用4 t/ha及3 t/ha菜籽粕之處理，平均白米率74.43及74.33%為最高，以施用10 t/ha、20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等三種處理之平均白米率73.60、73.69及73.49%為最低；臺中秈10號則以施用4 t/ha菜籽粕之處理，其平均白米率71.59%為最高，以不施肥處理之平均白米率69.77%為最低(表三、表十)。

綜合試驗結果，施用菜籽粕肥料之處理均較施用雞糞堆肥之處理，具有較高白米率，顯示幼穗形成期施用菜籽粕比較能夠提供較高的礦物元素，穀粒光合產物累積較充足。

三、有機質肥料施用量對完整米率之影響

經由綜合變方分析結果顯示，年度間有極顯著差異，2005及2006年平均完整米率，分別為62.65及70.97%，2006年平均完整米率表現較高(表三、表四)。期作間亦有極顯著差異，一期作平均完整米率為63.51%，較二期作70.11%降低6.60%(表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯著差異，以施用4 t/ha菜籽粕之平均完整米率68.04%為最高，其次為施用3 t/ha及2 t/ha菜籽粕之平均完整米率67.03及66.91%，以不施肥處理之平均完整米率65.89%為最低，施用10 t/ha或20 t/ha雞糞堆肥之平均完整米率表現亦較低，分別為66.33及66.67%(表三、表六)。期作與不同肥料施用量間有顯著交感，一期作以施用4 t/ha菜籽粕之平均完整米率64.51%為最高，以不施肥處理之平均完整米率62.27%為最低，二期作仍以施用4 t/ha菜籽粕之平均完整米率71.57%為最高，以不施肥處理及每公頃施用10 t/ha及20 t/ha雞糞堆肥三種處理之平均完整米率69.51、69.29及69.45%為最低(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間亦有極顯著交感，2005年一期作以施用4 t/ha菜籽粕、3 t/ha菜籽粕及20 t/ha雞糞堆肥三種處理之平均完整米率59.57、58.23及58.31%為最高，以不施肥處理之平均完整米率55.04%為最低；2006年一期作則以施用2 t/ha菜籽粕平均完整米率70.28%為最高，其餘五種肥料處理表現相似均為較低；2005年二期作以施用4 t/ha及3 t/ha菜籽粕之處理，平均完整米率69.23及68.91%為最高，以施用10 t/ha、20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等三種處理之平均完整米率66.85、66.96及66.81%為最低；2006年二期作以施用4 t/ha及2 t/ha菜籽粕之處理，平均完整米率分別為73.91及72.91%為最高，其餘四種肥料處理表現相似均為較低(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間亦有極顯著交感，臺梗9號以施用4 t/ha及2 t/ha菜籽粕之處理，平均完整米率69.87及69.69%為最高，以施用20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等二種處理之平均完整米率68.64及67.84%為最低；臺

中秈10號則以施用4 t/ha菜籽粕之處理，其平均完整米率66.20%為最高，以施用2 t/ha菜籽粕及不施肥處理之平均完整米率64.13及63.94%為最低(表三、表十)。

綜合試驗結果，完整米率的表現與白米率的表現相似，以施用菜籽粕肥料之處理均較施用雞糞堆肥之處理，具有較高完整米率，顯示施以適量菜籽粕，供給做為水稻生育全程養份吸收所需，將可以顯著提高完整米率，提升碾米品質。

四、有機質肥料施用量對白米直鏈澱粉含量之影響

經由綜合變方分析結果顯示，年度間有極顯著差異，2005及2006年平均白米直鏈澱粉含量，分別為16.81及17.29%，2006年平均白米直鏈澱粉含量表現較高(表三、表四)。期作間亦有極顯著差異，一期作平均白米直鏈澱粉含量為16.08%，較二期作18.02%降低1.94%(表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯著差異，以施用3 t/ha菜籽粕、2 t/ha菜籽粕及20 t/ha雞糞堆肥之平均白米直鏈澱粉含量17.14、17.12及17.12%為最高，其次為不施肥處理之平均白米直鏈澱粉含量17.05%，以施用4 t/ha菜籽粕及10 t/ha雞糞堆肥之平均白米直鏈澱粉含量16.92及16.96%為最低(表三、表六)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交互，一期作以施用3 t/ha菜籽粕、2 t/ha菜籽粕、20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等四種處理之平均白米直鏈澱粉含量，分別為16.15、16.12、16.18及16.11%為最高，以施用4 t/ha菜籽粕處理之平均白米直鏈澱粉含量15.09%為最低，二期作以施用3 t/ha菜籽粕、2 t/ha菜籽粕及20 t/ha雞糞堆肥等三種處理之平均白米直鏈澱粉含量，分別為18.13、18.13及18.06%為最高，以施用4 t/ha菜籽粕及10 t/ha雞糞堆肥等二種處理之平均白米直鏈澱粉含量，分別為17.94及17.88%為最低(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間亦有極顯著交互，2005年一期作以施用20 t/ha雞糞堆肥處理之平均白米直鏈澱粉含量15.98%為最高，其次為不施肥處理15.83%，以施用4 t/ha菜籽粕處理之平均白米直鏈澱粉含量15.43%為最低；2006年一期作則以施用3 t/ha及2 t/ha菜籽粕等二種處理之平均白米直鏈澱粉含量16.53及16.53%為最高，其餘四種肥料處理表現相似均為較低；2005年二期作以施用3 t/ha及2 t/ha菜籽粕之處理，平均白米直鏈澱粉含量18.08及17.98%為最高，以施用4 t/ha菜籽粕、10 t/ha雞糞堆肥及不施肥等三種處理之平均白米直鏈澱粉含量17.78、17.75及17.72%為最低；2006年二期作以施用3 t/ha、2 t/ha菜籽粕、20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等四種處理之平均白米直鏈澱粉含量18.18、18.27、18.17及18.27%為最高，以施用4 t/ha菜籽粕及10 t/ha雞糞堆肥等二種處理表現較低(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間亦有極顯著交互，臺梗9號以施用3 t/ha菜籽粕之處理，平均白米直鏈澱粉含量17.80%為最高，以施用4 t/ha菜籽粕、10 t/ha雞糞堆肥及不施肥等三種處理之平均白米直鏈澱粉含量17.46、17.48及17.51%為最低；臺中秈10號則以施用2 t/ha菜籽粕及不施肥等二種處理之平均白米直鏈澱粉含量16.63及16.59%為最高，以施用4 t/ha菜籽粕處理之平均白米直鏈澱粉含量16.38%為最低(表三、表十)。

綜合試驗結果，不同肥料處理間之白米直鏈澱粉含量，雖然有極顯著差異存在，但差距不大亦無規則可循，但由一期作及二期作的調查資料顯示，二期作之白米直鏈澱粉含量較一

期作顯著提高，顯示水稻穀粒充實期間的溫度變化，才是決定白米直鏈澱粉含量最重要的因子。

五、有機質肥料施用量對白米粗蛋白質含量之影響

經由綜合變方分析結果顯示，年度間有極顯著差異，2005及2006年平均白米粗蛋白質含量，分別為6.56及6.32%，2006年平均白米粗蛋白質含量表現較低(表三、表四)。期作間則無顯著差異，一期作平均白米粗蛋白質含量為6.43%，二期作為6.45% (表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯著差異，以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量7.03%為最高，其次為施用3 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量6.79%，以施用10 t/ha、20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等三種處理之平均白米粗蛋白質含量6.10、6.08及6.13%為最低(表三、表六)。期作與不同肥料施用量間則無顯著交感，一期作以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量6.81%為最高，其次為施用3 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量6.68%，以施用10 t/ha、20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等三種處理之平均白米粗蛋白質含量6.18、6.18及6.20%為最低，二期作以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量7.24%為最高，其次為施用3 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量6.91%，以施用10 t/ha、20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等三種處理之平均白米粗蛋白質含量6.02、5.99及6.06%為最低(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，2005年一期作以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量7.02%為最高，其次為施用3 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量6.86%，以施用10 t/ha及20 t/ha雞糞堆肥等二種處理之平均白米粗蛋白質含量6.32及6.25%為最低；2006年一期作仍以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量6.60%為最高，其次為施用3 t/ha及2 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量6.51及6.49%，以施用10 t/ha雞糞堆肥及不施肥等二種處理之平均白米粗蛋白質含量6.05及6.00%為最低；2005年二期作以施用4 t/ha及3 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量7.17及7.06%為最高，其次為施用2 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量6.49%，其餘三種肥料處理表現相似均為較低；2006年二期作以施用4 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量7.31%為最高，其次為施用3 t/ha菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量6.75%，以施用10 t/ha、20 t/ha雞糞堆肥及不施肥等三種處理之平均白米粗蛋白質含量5.83、5.82及5.92%為最低(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間亦有極顯著交感，臺梗9號以施用4 t/ha菜籽粕之處理，平均白米粗蛋白質含量6.86%為最高，以不施肥處理之平均白米粗蛋白質含量5.93%為最低；臺中秈10號仍以施用4 t/ha菜籽粕處理之平均白米粗蛋白質含量7.19%為最高，但以施用20 t/ha雞糞堆肥處理之平均白米粗蛋白質含量6.14%為最低(表三、表十)。

經由試驗結果顯示，隨著菜籽粕施用量的增加，白米粗蛋白質含量亦顯著增加。施用雞糞堆肥於水稻穀粒充實期間，對於白米粗蛋白質含量累積效果與不施肥比較不顯著，顯示雞糞堆肥所含養份之礦化速率遠低於菜籽粕，每公頃施用20 t雞糞堆肥仍不足以提供當期作水稻生長所需之礦物元素。

本試驗在累積19個期作水稻有機栽培田進行田間試驗(土壤有機質含量5%)，探討不同有機質肥料施用量對稻米品質之影響。以稻米品質而言，碾米品質愈高，販售的商品價值愈高，

但白米直鏈澱粉含量與米飯硬度呈顯著負相關，與食味總評呈顯著正相關；白米粗蛋白質含量與米飯黏性呈顯著負相關，與米飯硬度呈顯著正相關，與食味總評呈顯著負相關⁽³⁾，因此白米直鏈澱粉含量與白米粗蛋白質含量愈低，食味品質愈高。

綜合試驗結果顯示，兩期作均以每公頃施用4 t茶籽粕之處理，對於水稻生長養份供給較充足，因此具有最高之白米率及完整米率，碾米品質表現最優；以每公頃施用10 t雞糞堆肥之處理顯示，對於水稻生長所需養份供給不足，導致穀粒充實程度不佳，因此其白米率及完整米率顯著降低，碾米品質表現較差。

分析不同肥料處理之間白米直鏈澱粉含量，雖然有極顯著差異存在，但差距不大亦無規則可循，但由一期作及二期作的調查資料顯示，二期作之白米直鏈澱粉含量較一期作顯著提高，顯示水稻穀粒充實期間的溫度變化，才是決定白米直鏈澱粉含量最重要的因子。

調查白米粗蛋白質含量顯示，以每公頃施用4 t茶籽粕之處理，白米粗蛋白質含量為最高，將不利於米飯食味品質；以每公頃施用10 t及20 t雞糞堆肥之處理，白米粗蛋白質含量為最低，將有助於食味品質的提升。

臺梗9號及臺中秈10號均以每公頃施用4 t茶籽粕具有最高的碾米品質，但同時亦具有最高之白米粗蛋白質含量，將不利於米飯食味品質；每公頃施用2 t茶籽粕處理之臺梗9號仍然具有較高之碾米品質，同時其白米粗蛋白質含量亦顯著較每公頃施用4 t茶籽粕之處理降低0.52%，將可顯著提昇米飯食味品質；每公頃施用10 t或20 t機糞堆肥之二種處理，雖然其碾米品質略低於每公頃施用4 t茶籽粕之處理，但其白米粗蛋白質含量則分別顯著降低0.95及1.05%。

李等⁽⁴⁾針對本試驗產量調查結果，建議考量生產成本，一期作及二期作均以每公頃施用3 t茶籽粕為適當，產量分別為6,644及5,281 kg/ha，即可獲得較高之水稻產量；每公頃施用2 t茶籽粕，一期作及二期作產量分別為6,353及4,954 kg/ha。調查每公頃施用3 t茶籽粕，一期作及二期作完整米率分別為63.59及70.47%，調查每公頃施用2 t茶籽粕，一期作及二期作完整米率分別為63.43及70.40%，均較每公頃施用4 t茶籽粕之處理完整米率64.51及71.57%略為降低，但每公頃施用3 t茶籽粕一期作及二期作白米粗蛋白質含量分別為6.68及6.91%，每公頃施用2 t茶籽粕一期作及二期作白米粗蛋白質含量分別為6.54及6.47%，均較每公頃施用4 t茶籽粕之處理白米粗蛋白質含量6.81及7.24%顯著降低，以每公頃施用2 t茶籽粕處理之白米粗蛋白質含量降低的幅度最大。因此綜合考量長期水稻有機栽培田，以每公頃施用2 t茶籽粕之處理，將可同時兼顧水稻產量及稻米品質，可以提供作為栽培時有機質肥料施用量之參考。

參考文獻

1. 王銀波、趙震慶、黃山內 1993 永續性農耕法對土壤性質與養分供應量之影響 p.9-17 臺中區農業改良場(編) 永續農業研討會專集。
2. 宋勳、劉瑋婷 1996 稻米品質的影響因素與分級 p.133-154 稻作生產改進策略研討會專刊 臺灣省農業試驗所(編)。

3. 李健揆、陳榮五、陳世雄、蔡宜峯 2002 有機質肥料施用量對稻米品質之影響 臺中區農業改良場研究彙報 74:65-77。
4. 李健揆、陳榮五、蔡宜峯 2007 有機農場有機質肥料施用量對水稻產量之影響 臺中區農業改良場研究彙報 96:11-22。
5. 鄧耀宗、黃伯恩 1993 臺灣永續農業之現況與展望 p.1-8 永續農業研討會專集 臺中區農業改良場(編)。
6. Fortun, A., C. Fortun and C. Ortega. 1989. Effect of farmyard manure and its humic fractions on the aggregate stability of a sandy loam soil. *J. Soil Sci.* 40:293-298.
7. Koshino, M. 1990. The use of organic and chemical fertilizer in Japan. p.1-16, Ext. Bull. 312, Food & Fertilizer Technology. Ceter, Taipei, Taiwan, ROC.
8. Reganold, J. P. 1989. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. *Amer. J. Alternative Agri.* 3:144-155.
9. Su, K. C. 1987. Evolution of rice-based cropping pattern in Taiwan. p.37-47. *In* Hsieh, S. C. and D. J. Liu (eds.) *Paddy Field Conversion and Upland Crop Production*. Special Pub. No.7 of Taichung DAIS.

Effects of Organic Fertilizers on Organic Rice Quality¹

Jiann-Feng Lee², Yung-Wu Chen² and Yi-Fong Tsai²

ABSTRACT

Field experiments (organic content 5% and accumulated nineteen cropping seasons in organic farming of rice) were carried out during the first and second cropping seasons of 2005 and 2006, to investigate the effects of amounts of various organic fertilizers on rice-quality with two rice cultivars, i.e., Tai keng 9 of Japonica type, and Taichung sen 10 of Indica type. Six fertilizer treatments were conducted in this study. Experimental results revealed that the rape meal 4 tons/ha treatment showed higher milling quality and content of crude protein compared to other organic fertilizer treatments. But, the chicken compost 10 tons/ha showed lower milling quality and content of crude protein compared to other organic fertilizer treatments. Experimental results revealed that the chicken compost 20 tons/ha treatment of Tai keng 9 showed higher milling quality and lower content of crude protein compared to other five fertilizers. The chicken compost 20 tons/ha treatment of Taichung sen 10 showed lower content of crude protein compared to other organic fertilizers. But, the chicken compost 20 tons/ha treatment of Taichung sen 10 showed lower head rice. In view of this experimental yield and rice-quality synthesis and survey result, suggested that the application of the rape meal 2 tons/ha could to obtain the higher yield and rice-quality in the first and second rice crop.

Key words: rice (*Oryza sativa* L.), organic fertilizer, rice quality.

¹Contribution No. 0714 from Taichung DARES, COA.

²Associate Agronomist, Head and Research Fellow of Taichung DARES.