有機質肥料施用時期對稻米品質之影響[1]

李健搴[2]、陳榮五[2]、陳世雄[3]、蔡宜峰[2]

摘　要

本試驗自2000年一期作開始，至2001年二期作止。在臺中區農業改良場試驗田進行田間試驗。探討有機質肥料施用時期對於稻米品質之影響。試驗爲避免因病蟲之危害，而影響肥料之實質表現，因此於水稻生育全程均以化學藥劑控制病蟲害之發生。有機質肥料施用時期之五種處理，其碾米品質表現與化學肥料栽培者相似或較高。經由逐步回歸分析顯示，白米粗蛋白質含量與米飯食味品質關係最密切，白米粗蛋白質含量愈高則食味品質愈差。本試驗每公頃施用4 t菜籽粕，全量做爲基肥之處理，具有最低之粗蛋白質含量，因此具有最優之食味品質。每公頃施用4 t菜籽粕，分二次或三次施用之二種處理，具有最高之粗蛋白質含量，因此其食味品質最差。每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之處理及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理，其粗蛋白質含量均低於化學肥料栽培者，因此其食味品質優於化學肥料栽培者。

關鍵字：有機質肥料、稻米品質。

前　言

以臺灣的稻米品質而言，包括碾米品質、白米外觀及食用與烹調品質，碾米品質包括糙米率(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)。永續性農業爲目前世界性關切的話題，有機農業則爲其中重要之一環。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(5,7,8)、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等(4)。施用有機質肥料，由於供應之營養元素較爲均衡，可能有促進作物生長，提昇產量及品質之效果(6)。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(NH_4^+、NO_3^-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、廄肥、動物排泄物等，都需要依賴土壤中微生物進行分解，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。因此探討有機質肥料施用時期，水稻對於養分的吸收行爲與稻米品質之關係，將有助於做爲應用及推廣之參考。

---

[1] 臺中區農業改良場研究報告第 0567 號。

[2] 臺中區農業改良場助理研究員、場長、副研究員。

[3] 國立中興大學農藝學系教授。

材料與方法

本試驗自2000年一期作開始，至2001年二期作止。在臺中區農業改良場試驗田進行田間試驗。試驗之水稻品種爲粳稻臺農67號、臺粳9號及籼稻臺中籼10號。採裂區設計，以六種肥料處理爲主區，三個品種爲副區。三重複。小區面積22.5 m^2。單本植。行株距30×15 cm。肥料處理分爲(1)化學肥料每公頃施用N：P_2O_5：K_2O爲120：50：60 kg，基肥施用40%氮肥、全量磷肥及40%鉀肥，追肥施用35%氮肥及40%鉀肥，穗肥施用25%氮肥及20%鉀肥。(2)菜籽粕4 t/ha，全量作爲基肥施用。(3)菜籽粕4 t/ha分二次施用，基肥2 t/ha，追肥2 t/ha。(4)菜籽粕 4t/ha分三次施用，基肥2 t/ha，追肥1 t/ha，穗肥1 t/ha。(5)菜籽粕2 t/ha及雞糞堆肥12 t/ha，做一次基肥全量施用。(6)雞糞堆肥12 t/ha全量做爲基肥施用，菜籽粕1 t/ha做爲追肥施用。插秧日期分別爲2000年3月7日及8月6日，2001年3月1日及8月5日。收穫日期爲2000年6月30~7月1日及11月23~27日，2001年7月4日及11月22~25日。

試驗爲避免因病蟲之危害，而影響肥料之實際效益，因此於水稻生育全程均以化學藥劑控制病蟲害之發生。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化學性質分析與食味評鑑。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。

(三)凝膠展延性：利用膠體展流長度以決定澱粉膠體性質。

三、食味評鑑(Panel test)

利用四人份日製虎牌電子鍋四個，其中一個爲蒸煮對照樣品，試食時分別就米飯之外觀(Appearance)、香味(Aroma)、口味(Flavor)、粘性(Cohesion)、硬性(Hardness)與總評(Overall in sensory evaluation)等六項分別與化學栽培之品種比較，並在評分表上打分數[2]。

表一、菜籽粕和雞糞堆肥之化學性質

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

Organic fertilizer	C/N	N	P_2O_5	K_2O	Ca0	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	Water content
		---------- (%) ----------					--------- (μg g^{-1}) ---------				------ (%) -----
Rape seed meal	6.19	6.20	0.98	1.35	7.94	0.51	330	68	559	10.7	7.20
Chicken compost	12.70	2.17	1.73	2.13	8.82	2.74	4299	383	12800	33.5	32.70

結果與討論

對糙米率之影響

將2000及2001年一期作及二期作之碾米率及食用品質，進行綜合變方分析。結果顯示年度間之糙米率呈極顯著差異，2000年平均糙米率爲80.06%，較2001年之80.23%，降低0.17% (表二、表三)。期作間之糙米率亦有極顯著差異，一期作平均糙米率爲80.24%，較二期作之80.05%，降低0.19% (表二、表四)。肥料施用時期亦呈極顯著差異。經由對比分析結果顯示施用有機質肥料栽培之平均糙米率，與化學肥料栽培者比較無顯著差異。但每公頃施用4 t菜籽粕之三種處理，其平均糙米率則顯著較化學肥料栽培者、每公頃施用12 t雞糞堆肥加2 t菜籽粕(基肥)或1 t菜籽粕(追肥)之三種處理爲高。每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其平均糙米率又較全量做爲基肥施用之處理爲高。以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次及三次施用之平均糙米率80.26%及80.35%爲最高，其餘三種有機質肥料施用時期之處理，其平均糙米率與化學肥料栽培者相似，均爲最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以臺農67號之平均糙米率81.39%爲最高，其次爲臺粳9號之81.18%，以臺中秈10號之平均糙米率77.87%爲最低(表二、表六)。年度與肥料施用時期則有極顯著交感，2000年所有肥料處理之平均糙米率表現均相似。2001年則以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次及三次施用之平均糙米率80.46%及80.59%爲最高，其餘三種有機質肥料施用時期之處理，其平均糙米率與化學肥料栽培者相似，均爲最低(表二、表七)。期作與肥料施用時期亦有極顯著交感，一期作以化學肥料栽培、每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)等三種處理，其平均糙米率爲最低。二期作則以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)爲最低(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期間之平均糙米率有極顯著交感。2000年一期作，除每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之處理，其平均糙米率較2000年二期作相同處理者爲高外，其餘處理均爲較低。2000年一期作，每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)等二種處理，其平均糙米率較2001年一期作相同處理者爲高外，其餘處理均爲較低。2001年一期作，化學肥料栽培及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)等二種處理，其平均糙米率較2001年二期作相同處理者爲低外，其餘處理均爲較高(表二、表九)。肥料施用時期與品種間之平均糙米率則無顯著交感(表二、表十)。

綜合試驗結果每公頃施用4 t菜籽粕有機質肥料，分二次或三次施用，其糙米率顯著高於化學肥料栽培者。其餘三種處理，其糙米率表現與化學肥料栽培者相似。

表二、年度、期作、肥料施用時期及品種對水稻之碾米品質及化學性質之影響綜合變方及對比分析(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 2. Combined contrast analyses of variance (F-values) for milling qualities and chemical properties of three rice cultivars as affected by applied stage of various organic fertilizers (1st and 2nd crop, 2000 and 2001)

Source of variation	df	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
Year (Y) #	1	13.56**	283.46**	1136.70**	701.04**	5.42*	72.35**
Crop (C)	1	16.70**	47.20**	216.08**	1233.77**	353.78**	153.45**
Y×C	1	23.12**	0.99	126.82**	409.89**	35.11**	2111.22**
Treatment (T)	5	5.01**	2.04	2.59*	159.23**	164.74**	41.06**
Y×T	5	3.83**	1.49	1.87	49.79**	10.96**	2.61*
C×T	5	7.54**	3.48**	9.38**	112.70**	21.53**	43.20**
Y×C×T	5	10.27**	12.02**	0.96	39.40**	8.32**	4.52**
Variety(V)	2	2342.87**	1658.37**	1155.02**	1691.72**	1008.10**	39.72
Y×V	2	0.33	4.14*	298.03**	118.66**	2.46	29.17**
C×V	2	14.93**	126.48**	135.86**	162.88**	8.88**	4.13*
T×V	10	1.82	2.31*	2.02*	27.71**	9.23**	6.00**
Y×C×V	2	1.23	1.79	63.21**	32.75**	151.34**	38.06**
Y×T×V	10	0.90	0.83	1.82	9.11**	2.34*	5.92**
C×T×V	10	0.67	0.55	2.16*	23.40**	6.10**	8.69**
Y×C×T×V	10	1.10	0.99	4.24**	74.56**	5.91**	32.38**
A vs. B+C+D+E+F	1	3.85	0.01	0.08	471.07**	20.94**	162.46**
A vs. B+C+D	1	8.15**	0.34	1.03	420.11**	112.94**	105.98**
A vs. E+F	1	0.12	1.14	0.64	382.01**	23.02**	194.37**
B vs. C+D	1	9.79**	2.94	6.11*	2855.58**	540.55**	252.08**
E vs. F	1	0.51	1.97	2.92	43.71**	4.96*	2.33
B+C+D vs. E+F	1	9.88**	4.70*	5.58*	0.09	395.23**	32.29**

#Year: 2000 and 2001.

Crop: The 1st and 2nd crop.

Treatment 1: Chemical fertilizer N:P_2O_5:K_2O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base). Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha(base), 1 t/ha (tiller) and 1 t/ha (panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

Varieties includes Japonica rice Tainung 67 (TN 67), Tai keng 9 (TK 9), and Indica rice Taichung sen 10 (TCS 10).

A= Treatment 1. B= Treatment 2. C= Treatment 3. D= Treatment 4. E= Treatment 5. F= Treatment 6.

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

表三、不同年度之水稻碾米品質及化學性質差異(2000 及 20001 年)

Table 3. Milling qualities and chemical properties of rice between 2000 and 2001

Year	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
2000	80.06b[#]	71.30b	64.41b	16.60a	6.56a	92.86a
2001	80.23a	72.41a	69.61a	15.92b	6.52b	91.48b

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

表四、不同期作之水稻碾米品質及化學性質差異(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 4. Milling qualities and chemical properties of rice between the 1st and 2nd crop of 2000 and 2001

Crop	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
First	80.24a[#]	71.63b	65.87b	15.81b	6.37b	91.17b
Second	80.05b	72.08a	68.14a	16.71a	6.71a	93.18a

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

表五、有機質肥料施用時期對水稻碾米品質及化學性質之影響(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 5. Milling qualities and chemical properties of rice as affected by applied stage of various organic fertilizers (1st and 2nd crop, 2000 and 2001)

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
1[#]	80.04b[1]	71.86ab	66.96ab	16.56b	6.46c	93.67a
2	80.08b	71.80ab	66.81ab	16.86a	6.32d	93.81a
3	80.26a	72.01a	67.39a	15.92e	6.80b	90.72c
4	80.35a	71.93a	67.31a	15.83f	6.97a	91.89b
5	80.04b	71.68b	66.58b	16.27c	6.37d	91.61b
6	80.10b	71.84ab	67.00ab	16.13d	6.31d	91.33b

[#]Treatment 1: Chemical fertilizer N:P_2O_5:K_2O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base). Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha(base), 1 t/ha (tiller) and 1 t/ha (panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

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

表六、水稻品種間之碾米品質及化學性質表現(2000 及 2001 年)

Table 6. Milling qualities and chemical properties of three rice cultivars (2000 and 2001)

Cultivar	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
TN 67	81.39a[#]	73.62a	70.26a	17.11a	6.40b	93.17a
TK 9	81.18b	72.72b	68.94b	16.37b	6.13c	91.87b
TCS 10	77.87c	69.22c	61.82c	15.30c	7.08a	91.47c

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

表七、不同年度有機質肥料施用時期對水稻碾米品質及化學性質之影響(2000 及 2001 年)

Table 7. Milling qualities and chemical properties of rice as affected by applied stage of various organic fertilizers in 2000 and 2001

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	----------	----------	(%) ----------	----------	----------	(mm)
			2000			
1#	79.98a[1]	71.43a	64.45a	16.93b	6.39c	94.61a
2	80.08a	71.30ab	64.37a	17.47a	6.34c	94.83a
3	80.07a	71.48a	64.94a	15.99e	6.88b	91.06d
4	80.11a	71.25ab	64.77a	15.93f	7.10a	92.78b
5	79.96a	71.01b	63.46b	16.61d	6.35c	91.89c
6	80.15a	71.32ab	64.45a	16.68c	6.30c	92.00c
			2001			
1	80.10b	72.29a	69.47a	16.19a	6.53c	92.72a
2	80.09b	72.30a	69.25a	16.26a	6.31e	92.78a
3	80.46a	72.55a	69.84a	15.84c	6.71b	90.39d
4	80.59a	72.61a	69.84a	15.73d	6.85a	91.00bc
5	80.11b	72.34a	69.69a	15.93b	6.39d	91.33b
6	80.04b	72.35a	69.55a	15.58e	6.32e	90.67cd

#Treatment 1: Chemical fertilizer N:P_2O_5:K_2O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base). Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha(base), 1 t/ha (tiller) and 1 t/ha (panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

[1] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for year, respectively.

對白米率之影響

將2000及2001年一期作及二期作之白米率進行綜合變方分析。結果顯示年度間之白米率呈極顯著差異，2000年平均白米率爲71.30%，較2001年之72.41%，降低1.11% (表二、表三)。期作間之白米率亦有極顯著差異，一期作平均白米率爲71.63%，較二期作之72.08%，降低0.45% (表二、表四)。肥料施用時期則無顯著差異(表二、表五)。品種間有極顯著差異。經由對比分析結果顯示除了每公頃施用4 t菜籽粕之三種處理，其平均糙米率則顯著較每公頃施用12 t雞糞堆肥加2 t菜籽粕(基肥)或1 t菜籽粕(追肥)之二種處理爲高，有顯著差異外，其餘處理之比較均無顯著差異外。以臺農67號之平均白米率73.62%爲最高，其次爲臺粳9號之72.72%，以臺中秈10號之平均白米率69.22%爲最低(表二、表六)。年度與肥料施用時期亦無顯著交感(表二、表七)。期作與肥料施用時期亦有極顯著交感，一期作以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次及三次施用之平均白米率爲最高。二期作則所有肥料處理之平均白米率表現相似(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期間之平均白米率有極顯著交感。2000年一期作，除化學肥料栽培及每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之二種處理，其平均白米率較2000年二期作相同處理

者爲高外，其餘處理均爲較低。2001年一期作，每公頃施用4 t菜籽粕分三次施用之處理，其平均白米率較2001年二期作相同處理者爲高外，其餘處理均爲較低(表二、表九)。肥料施用時期與品種間之平均白米率有顯著交感，化學肥料栽培之臺農67號及臺粳9號之平均白米率，較每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)處理之相同品種爲低，但臺中秈10號則爲高。每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)處理之臺農67號，其平均白米率較每公頃施用4 t菜籽粕分三次處理之相同品種爲高，但臺粳9號及臺中秈10號則較低(表二、表十)。

綜合試驗結果，除一期作每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之處理，其白米率略低於化學肥料栽培者外，其餘四種處理，其白米率表現與化學肥料栽培者相似。

表八、期作間有機質肥料施用時期對水稻碾米品質及化學性質之影響(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 8. Milling qualities and chemical properties of rice as affected by applied stage of various organic fertilizers on the 1st and 2nd crop (2000 and 2001)

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
			First crop			
1[#]	79.99b[1]	71.61ab	66.04a	15.87a	6.43c	94.44a
2	80.37a	71.69ab	65.92a	15.90a	6.22d	94.33a
3	80.50a	71.91a	66.70a	15.67c	6.54b	89.11c
4	80.55a	71.85a	66.71a	15.77b	6.70a	89.67b
5	80.00b	71.24c	64.91b	15.80b	6.26d	89.72b
6	80.05b	71.47bc	64.97b	15.87a	6.08e	89.72b
			Second crop			
1	80.09a	72.11a	67.88b	17.25b	6.48cd	92.89bc
2	79.80b	71.92a	67.70b	17.83a	6.43d	93.28b
3	80.03ab	72.12a	68.08b	16.17e	7.05b	92.33c
4	80.15a	72.01a	67.91b	15.89f	7.25a	94.11a
5	80.08a	72.11a	68.24b	16.74c	6.49cd	93.50b
6	80.14a	72.20a	69.03a	16.38d	6.54c	92.94b

[#]Treatment 1: Chemical fertilizer N:P_2O_5:K_2O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base). Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha(base), 1 t/ha (tiller) and 1 t/ha (panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

[1] Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each crop, respectively.

表九、年度間不同期作有機質肥料施用時期對水稻碾米品質及化學性質之影響(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 9. Milling qualities and chemical properties of rice as affected by applied stage of various organic fertilizers on the 1st and 2nd crop of 2000 and 2001

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
			First crop of 2000			
1#	79.93b[1]	71.49a	62.77a	15.88d	6.44c	92.00a
2	80.41a	71.53a	62.49a	15.96c	6.37cd	92.00a
3	79.95b	71.10ab	63.48a	15.58e	6.59b	86.00cd
4	79.97b	70.86b	63.45a	15.51f	6.82a	86.78b
5	79.85b	70.57b	61.03b	16.11b	6.32d	85.56d
6	80.14b	71.08ab	61.24b	16.32a	6.14e	86.44bc
			Second crop of 2000			
1	80.04ab	71.37bc	66.14b	17.98b	6.33cd	97.22c
2	79.75b	71.08c	66.26b	18.98a	6.30d	97.67bc
3	80.19a	71.86a	66.41b	16.40e	7.17b	96.11d
4	80.24a	71.64ab	66.10b	16.34e	7.39a	98.78a
5	80.08ab	71.45abc	65.88b	17.10c	6.39cd	98.22ab
6	80.16a	71.57ab	67.67a	17.03d	6.46c	97.56bc
			First crop of 2001			
1	80.05bc	71.72b	69.32ab	15.87b	6.42b	96.89a
2	80.32b	71.85b	69.36ab	15.84b	6.08d	96.67a
3	81.05a	72.71a	69.92a	15.76b	6.49b	92.22d
4	81.13a	72.84a	69.97a	16.02a	6.58a	92.56cd
5	80.14bc	71.91b	68.78b	15.49c	6.20c	93.89b
6	79.96c	71.86b	68.71b	15.42c	6.03d	93.00c
			Second crop of 2001			
1	80.15a	72.86a	69.63bc	16.52b	6.63c	88.56b
2	79.86a	72.76a	69.15c	16.68a	6.55c	88.89ab
3	79.87a	72.38a	69.75bc	15.93d	6.93b	88.56b
4	80.05a	72.38a	69.72bc	15.43f	7.12a	89.45a
5	80.08a	72.77a	70.60a	16.38c	6.59c	88.78ab
6	80.13a	72.84a	70.39ab	15.73e	6.61c	88.33b

#Treatment 1: Chemical fertilizer N:P_2O_5:K_2O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base). Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha(base), 1 t/ha (tiller) and 1 t/ha (panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

[1] Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each crop of 2000 and 2001, respectively.

表十、有機質肥料施用時期對對水稻品種間碾米品質及化學性質之影響(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 10. Milling qualities and chemical properties of three rice cultivars as affected by applied stage of various organic fertilizers (1st and 2nd crop, 2000 and 2001)

Cultivar	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
Chemical fertilizer						
TN 67	81.24a[#]	73.63a	69.89a	17.35a	6.47b	93.67a
TK 9	81.09a	72.72b	68.66b	17.01b	5.97c	93.33a
TCS 10	77.80b	69.24c	62.34c	15.33c	6.93a	94.00a
Rape seed meal 4 t/ha (base)						
TN 67	81.53a	73.82a	70.26a	17.83a	6.16b	94.58a
TK 9	81.15b	72.74b	68.59b	17.15b	6.07b	92.83b
TCS 10	77.57c	68.85c	61.59c	15.61c	6.74a	94.00a
Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller)						
TN 67	81.51a	73.59a	70.34a	16.95a	6.61b	92.17a
TK 9	81.25a	72.95b	69.81a	15.63b	6.29c	91.17b
TCS 10	78.03b	69.51c	62.01b	15.17c	7.49a	88.83c
Rape seed meal 2 t/ha(base)、1 t/ha(tiller) and 1 t/ha(panicle)						
TN 67	81.48a	73.63a	70.61a	16.61a	6.78b	93.00a
TK 9	81.49a	72.96b	69.35b	15.70b	6.54c	92.25b
TCS 10	78.08b	69.20c	61.97c	15.18c	7.60a	90.42c
Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base)						
TN 67	81.28a	73.54a	70.63a	17.00a	6.28b	92.92a
TK 9	80.92b	72.22b	68.07b	16.32b	5.98c	90.83b
TCS 10	77.91c	69.27c	61.03c	15.49c	6.86a	91.08b
Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller)						
TN 67	81.29a	73.50a	69.86a	16.93a	6.11b	92.67a
TK 9	81.21a	72.74b	69.14b	16.41b	5.95c	90.83b
TCS 10	77.79b	69.27c	62.01c	15.05c	6.86a	90.50b

[#]Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each six kinds of fertilizer, respectively.

對完整米率之影響

將2000及2001年一期作及二期作之完整米率進行綜合變方分析。結果顯示年度間之完整米率呈極顯著差異，2000年平均白米率爲64.41%，較2001年之69.61%，降低5.20% (表二、表三)。期作間之完整米率亦有極顯著差異，一期作平均完整米率爲65.87%，較二期作之68.14%降低2.27% (表二、表四)。肥料施用時期有顯著差異。經由對比分析結果顯示施用有機質肥料栽培之平均完整米率，與化學肥料栽培者比較無顯著差異。但每公頃施用4 t菜籽粕之三種處

理，其平均完整米率則顯著較每公頃施用12 t雞糞堆肥加2 t菜籽粕(基肥)或1 t菜籽粕(追肥)之三種處理爲高。每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其平均完整米率又較全量做爲基肥施用之處理爲高。以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次及三次施用之平均完整米率爲最高，以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之處理爲最低(表二、表五)。品種間有極顯著差異，以臺農67號之平均完整米率70.26%爲最高，其次爲臺粳9號之68.94%，以臺中秈10號之平均糙米率61.82%爲最低(表二、表六)。年度與肥料施用時期無顯著交感(表二、表七)。期作與肥料施用時期則有極顯著交感，一期作以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之處理及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之二種處理之平均完整米率爲最低。二期作則以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理爲最高(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期間之平均完整米率則無顯著交感(表二、表九)。肥料施用時期與品種間之平均完整米率有顯著交感，化學肥料栽培之臺農67號之平均完整米率，較每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)處理之相同品種爲低，但臺粳9號及臺中秈10號則爲高。化學肥料栽培處理之臺農67號及臺粳9號，其平均完整米率較每公頃施用4 t菜籽粕分三次處理之相同品種爲低，但臺中秈10號則較高。每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之處理，其臺農67號之平均完整米率較每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理爲高，但臺粳9號及臺中秈10號則爲低(表二、表十)。

綜合試驗結果顯示除一期作每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之二種處理，其完整米率略低於化學肥料栽培者外，其餘三種處理，其完整米率表現與化學肥料栽培者相似或較高。

對白米直鏈澱粉含量之影響

經由綜合變方分析結果顯示，年度間之白米直鏈澱粉含量呈極顯著差異。2000年平均白米直鏈澱粉含量爲16.60%，較二期作之15.92%高出0.68% (表二、表三)。期作間之白米直鏈澱粉含量亦呈極顯著差異，一期作平均白米直鏈澱粉含量爲15.81%，較二期作之16.71%降低0.90% (表二、表四)。肥料施用時期亦呈極顯著差異。經由對比分析結果顯示施用有機質肥料栽培之平均白米直鏈澱粉含量，與化學肥料栽培者比較有顯著差異。每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其平均白米直鏈澱粉含量亦較全量做爲基肥施用之處理爲低。以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之平均白米直鏈澱粉含量16.86%爲最高，其次爲化學肥料栽培之16.56%，以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均白米直鏈澱粉含量爲最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以臺農67號之平均白米直鏈澱粉含量17.11%爲最高，其次爲臺粳9號之16.37%，以臺中秈10號之15.30%爲最低(表二、表六)。年度與肥料施用時期有極顯著交感。2000年以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均白米直鏈澱粉含量爲最低。2001年則以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1t菜籽粕(追肥)之處理爲最低。兩年均以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之平均白米直鏈澱粉含量爲最高(表二、表七)。期作與肥料施用時期有極顯著交感，一期作以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次施用之平均白米直鏈澱粉含量爲最低，二期作則以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均白米直鏈澱粉含量爲最低(表二、表八)。

年度、期作與肥料施用時期間亦有極顯著交感。2000年及2001二期作，均以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之平均白米直鏈澱粉含量爲最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均白米直鏈澱粉含量爲最低。2000年一期作則以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理爲最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用白米直鏈澱粉含量爲最低。2001年一期作則以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均白米直鏈澱粉含量爲最高，以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理爲最低(表二、表九)。肥料施用時期與品種之間亦有極顯著交感，化學肥料栽培之臺農67號及臺粳9號，其平均白米直鏈澱粉含量，均較每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)處理之相同品種爲高，但臺中秈10號則相反之。每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之臺農67號，其平均白米直鏈澱粉含量，較每公頃施用4 t菜籽粕，分二次施用之相同品種爲低，但臺粳9號及臺中秈10號則相反之(表二、表十)。

綜合試驗結果除每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之平均白米直鏈澱粉含量，較化學肥料栽培者爲高外，其餘之肥料處理，均較化學肥料栽培者爲低。經進一步與食味品質進行逐步回歸分析，結果顯示白米直鏈澱粉含量對一期作米飯外觀、香味及黏性均有負面之影響，對二期作則無影響(表十一)。試驗顯示一期作化學肥料栽培、每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)等三種處理，具有較高之白米直鏈澱粉含量，則米飯食味品質較差。

對白米粗蛋白質含量之影響

經由綜合變方分析結果，顯示年度間之白米粗蛋白質含量有顯著差異，2000年平均粗蛋白質含量爲6.56%，較2001年之6.52%高出0.04% (表二、表三)。期作間之白米粗蛋白質含量呈極顯著差異，一期作平均白米粗蛋白質含量爲6.37%，較二期作之6.71%降低0.34% (表二、表四)。肥料施用時期亦呈極顯著差異。經由對比分析結果顯示施用有機質肥料栽培之平均粗蛋白質含量，與化學肥料栽培者比較有顯著差異。每公頃施用4 t菜籽粕之三種處理，其平均粗蛋白質含量顯著較每公頃施用12 t雞糞堆肥加2 t菜籽粕(基肥)或1 t菜籽粕(追肥)之二種處理爲高。每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其平均粗蛋白質含量又較全量做爲基肥施用之處理爲高。以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均白米粗蛋白質含量6.97%爲最高，其次爲每公頃施用4 t菜籽粕分二次施用之處理，以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)、每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之三種處理爲最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以臺中秈10號之平均白米粗蛋白質含量7.08%爲最高，其次爲臺農67號之6.40%，以臺粳9號之6.13%爲最低(表二、表六)。年度與肥料施用時期有極顯著交感，2000年以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均白米粗蛋白質含量7.10%爲最高，其次爲每公頃施用4 t菜籽粕分二次施用之處理，其餘四種肥料處理之白米粗蛋白質含量表現相似。2001年仍以每公頃施

表十一、食味品評特性對白米直鏈澱粉含量、粗蛋白質含量及凝膠展延性之逐步回歸分析(2000 年一期作及二期作)

Table 11. Stepwise regression analysis of eating qualities of cooked rice on amylose content, crude protein content, gel consistency of milled rice as affected by application stage of various organic fertilizer on the first and second crop of 2000

Palatability	Step	Intercept	Amylose	Crude protein	Gel consistency	R^2
			First crop			
Appearance	1	1.898		-0.274		0.504
	2	4.130	-0.071	-0.445		0.678
Aroma	1	0.732		-0.106		0.395
	2	1.602	-0.028	-0.173		0.532
Flavor	1	2.080		-0.300		0.569
Cohesion	1	2.385		-0.345		0.534
	2	4.474	-0.067	-0.505		0.636
	3	-0.062	-0.067	-0.611	0.061	0.733
Hardness	1	-2.772		0.400		0.710
	2	1.591		0.500	-0.058	0.798
Overall	1	2.778		-0.406		0.638
			Second crop			
Appearance	1	1.180		-0.152		0.654
Flavor	1	1.209		-0.153		0.539
Cohesion	1	1.760		-0.227		0.688
Hardness	1	-1.656		0.197		0.454
	2	-9.087		0.247	0.073	0.610
Overall	1	1.640		-0.213		0.574

All variables in the model are significant at the 0.15 level.

用4 t菜籽粕，分三次施用之平均白米粗蛋白質含量6.85%爲最高，其次爲每公頃施用4 t菜籽粕分二次施用之處理，但以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之二種處理爲最低(表二、表七)。期作與肥料施用時期有極顯著交感，兩期作均以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均白米粗蛋白質含量爲最高，其次爲每公頃施用4 t菜籽粕分二次施用之處理，但一期作以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理爲最低，二期作則以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)爲最低(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期間亦有極顯著交感。2000年一期作，化學肥料栽培及每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之平均白米粗蛋白質含量，較2000年二期作相同肥料處理者爲高，但其餘肥料處理則爲低。2000年二期作，化學肥料栽培之平均白米粗蛋白質含量，較2001年一期作相同肥料處理者爲低，但其餘肥料處理則爲高(表二、表九)。肥料施用時期與品種之間亦有極顯著交感，化學肥料栽培之臺農67號及臺中秈10號，其平均粗蛋白質含量較每公頃施

用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之相同品種爲高，但臺粳9號則相反之。每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之臺農67號及臺粳9號，其平均粗蛋白質含量較每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理之相同品種爲高，但臺中秈10號則相反之(表二、表十)。

綜合試驗結果每公頃施用4 t菜籽粕，分二次及三次施用之二種處理，其白米粗蛋白質含量較化學栽培者爲高，其餘之有機質肥料施用時期處理，則較化學肥料栽培者爲低。經進一步與食味品質進行逐步回歸分析，結果顯示白米粗蛋白質含量與米飯外觀、香味、口味、黏性及食味總評均呈負面之影響，對米飯硬性則呈正面之影響，且均爲最主要之影響因子(表十一)。顯示白米粗蛋白質含量愈高，則米飯口味較差，黏性降低，硬度增加，食味總評較劣。

對白米凝膠展延性之影響

經由綜合變方分析結果，顯示年度間之白米凝膠展延性呈極顯著差異，2000年平均白米凝膠展延性爲92.86 mm，較2001年之91.48 mm，高出1.38 mm (表二、表三)。期作間之白米凝膠展延性呈極顯著差異，一期作平均白米凝膠展延性爲91.17 mm，較二期作之93.18 mm，降低2.01 mm(表二、表四)。肥料施用時期亦有極顯著差異。經由對比分析結果顯示施用有機質肥料栽培之平均白米凝膠展延，與化學肥料栽培者比較有顯著差異。每公頃施用4 t菜籽粕之三種處理，其平均白米凝膠展延顯著較每公頃施用12 t雞糞堆肥加2 t菜籽粕(基肥)或1 t菜籽粕(追肥)之二種處理爲高。每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其平均白米凝膠展延則較全量做爲基肥施用之處理爲低。以化學肥料栽培及每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之二種處理，其平均白米凝膠展延性表現最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次施用之處理爲最差(表二、表五)。品種間則無顯著差異(表二、表六)。年度與肥料施用時期有顯著交感，除2000年以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理，其平均白米凝膠展延性表現較2001年爲高外，其餘之肥料施用時期處理，表現均較差(表二、表七)。期作與肥料施用時期有極顯著交感，一期作以化學肥料栽培及每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之二種處理，其平均白米凝膠展延性表現最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次施用之處理爲最差；二期作則以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理爲最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次施用之處理爲最差(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期有極顯著交感，2000年一期作，以化學肥料栽培及每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之二種處理，其平均白米凝膠展延性表現高於2001年二期作相同之肥料處理，但其餘肥料施用時期處理則相反之(表二、表九)。肥料施用時期與品種之間則有極顯著交感，化學肥料栽培之處理，三個參試品種之平均白米凝膠展延性表現相似。每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之處理，則臺農67號與臺中秈10號表現相似，均高於臺粳9號。每公頃施用4 t菜籽粕，分二次及三次施用之二種處理，均以臺農67號優於臺粳9號，以臺中秈10號之表現爲最差。每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之二種處理，以臺農67號之表現爲最優，以臺粳9號及臺中秈10號之表現爲較差(表二、表十)。

試驗結果，顯示一期作除每公頃施用4 t菜籽粕(全量做爲基肥)之處理，其白米凝膠展延性表現與化學肥料栽培者相似外，其餘之有機質肥料施用時期處理，均較化學肥料栽培之處

理爲差。二期作則每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理，其白米凝膠展延性表現與化學肥料栽培者爲高外，其餘之有機質肥料施用時期處理，均與化學肥料栽培之處理相似或較差。經進一步與食味品質進行逐步回歸分析，結果顯示白米凝膠展延性對米飯食味品質之影響程度較低(表十一)，顯示本試驗白米凝膠展延性不能做爲判斷食味品質之主要依據。

綜合試驗結果，除一期作每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之處理，其白米率及完整米率略低於化學肥料栽培者，及一期作每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理，其完整米率略低於化學肥料栽培處理外，其餘之有機質肥料施用時期處理，其碾米品質表現與化學肥料栽培者相似或較高。試驗顯示白米粗蛋白質含量與米飯食味品質關係最密切，白米粗蛋白質含量愈高則食味品質愈差。白米直鏈澱粉含量，對一期作之影響較大，白米直鏈澱粉含量愈高，則米飯外觀及黏性均較差，對二期作之食味品質則無影響。白米凝膠展延性對於食味品質的影響程度較低。李等[3]指出，影響國內食味品質最重要之因子爲白米粗蛋白質含量，其次爲白米直鏈澱粉含量。本試驗每公頃施用4 t菜籽粕，全量做爲基肥之處理，具有最低之粗蛋白質含量，因此具有最優之食味品質。每公頃施用4 t菜籽粕，分二次或三次施用之二種處理，具有最高之粗蛋白質含量，因此其食味品質最差。每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之處理及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理，其粗蛋白質含量低於化學肥料栽培者，因此其食味品質優於化學肥料栽培者。

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 永續農業研討會專集 臺中區農業改良場編印。
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印。
3. 李健搴、陳榮五、陳世雄、蔡宜峰 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. 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印。
5. 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.
6. Koshino, M. 1990. The use of organic and chemical fertilizer in Japan. p.1-16. Ext. Bull. 312, Food & Fertilizer Technology Center, Taipai, Taiwan, ROC.
7. Reganold, J. P. 1989. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. Amer. J. Alternative Agri. 3:144-155.
8. Su, K. C. 1987. Evolution of rice-based cropping pattern in Taiwan. p.37-47. *In:* Sung-Ching Hsieh and Dah-Jian Liu (*eds.*) Paddy Field Diversion and Upland Crop Production. Special Pub. No.7 of Taichung DAIS.

Effects of Applied Stage for Various Organic Fertilizers on Rice Quality of Rice[1]

Jiann-Feng Lee[2], Yung-Wu Chen[2], Shih-Shiung Chen[3] and Yi-Fong Tsai[2]

ABSTRACT

Field experiments were carried out during the first and second crops in 2000 and 2001 to investigate the effects applied stages of organic fertilizer on the rice quality of three rice cultivars, i.e., Tainung 67 and 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 milling quality of five applied stage of organic fertilizer treatments were equal/higher than that of chemical fertilizer treatment. Stepwise regression analysis revealed that crude protein content in grain is the main factor affecting the eating quality of cooked rice. The lower crude protein content of milled rice has better eating quality. Two kind of treatments including (1) Rape seed meal 2 t/ha served as base fertilizers and 2 t/ha served as top-dressing, (2) Rape seed meal 2 t/ha served as base fertilizers, 1 t/ha served as top-dressing, and 1 t/ha served at panicle initiation. Crude protein content of milled rice of two kinds applied stage of organic fertilizers were higher than that of chemical fertilizer treatment, that had poor eating quality. Two kind of treatments including (1) Chicken compost 12 t/ha and rape seed meal 2 t/ha served as base fertilizers, and (2) Chicken compost 12 t/ha served as base fertilizers, and rape seed meal 1 t/ha served as top-dressing were conducted. Crude protein content of milled rice of two kinds applied stage of organic fertilizers were lower than that of chemical fertilizer treatment, that had better eating quality.

Key words: organic fertilizer, rice quality.

---

[1] Contribution No. 0567 of Taichung DAIS.

[2] Assistant Agronomist, Director and Assistant Soil Scientist of Taichung DAIS.

[3] Professor of Department of Agronomy, National Chung Hsin University.