臺中區農業改良場研究彙報 74:65-77 (2002)

有機質肥料施用量對稻米品質之影響[1]

李健捧[2]、陳榮五[2]、陳世雄[3]、蔡宜峰[2]

摘　要

本試驗目的在探討不同有機質肥料施用量，對稻米品質之影響。經由試驗結果顯示，每公頃施用3噸或4噸菜籽粕肥料，其水稻碾米品質與化學肥料栽培者相同，但每公頃施用20噸雞糞堆肥之處理，在一期作之碾米品質顯著低於化學肥料栽培者，顯示每公頃施用20噸雞糞堆肥，於水稻生育後期，其礦化之營養元素仍不足水稻穀粒充實所需。經由相關分析結果顯示，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；白米凝膠展延性與米飯外觀、口味及食味總評呈顯著正相關。綜合兩期作試驗結果顯示，施用有機質肥料栽培，白米直鏈澱粉含量均顯著高於化學肥料栽培者，粗蛋白質含量則相似或低於化學肥料栽培者，凝膠展延性則與化學肥料栽培者表現相似，顯示本試驗施用有機質肥料栽培之白米食味品質均有優於化學肥料栽培之趨勢。參試品種間則以台粳9號因具有較低之直鏈澱粉含量、最低之粗蛋白質含量及最高之凝膠展延性，因此其食味品質最優，其次為台農67號。

關鍵字：有機質肥料、稻米品質。

前　言

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(9,17,18)、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等(3)。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(12)。影響有機質肥料礦化之因子包括：有機資材之種類、土壤之水分境況、土壤之溫度、土壤之pH值、無機態的營養元素等環境因子，均可影響微生物族群，進而影響有機質之礦化作用(6,10)。Yaacob和Blair(21)指出，一般有機質之C/N比在25~30之間，且含氮量在1.4%~1.7%時較易分解礦化。Kai和Wada(11)以不同的C/N比(8~84)稻桿加入土壤進行20週的孵育試驗，顯示在前兩週固化現象最大，且隨C/N比增加而增加，爾後逐漸下降，淨礦化方可發生，而C/N比=84之稻桿則全

---

[1] 臺中區農業改良場研究報告第 0534 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。

期呈固化現象。Chae和Tabatahai[7]則指出，動物之堆廄肥在0~4週礦化較慢，4~12週則呈快速礦化釋放，爾後呈平穩礦化速率，其中雞糞堆肥之礦化較豬、牛糞堆肥顯著，此因雞糞堆肥C/N比最低，且氮含量最高所致。在植物資材方面，苜蓿(C/N=14)在1~12週有較快的礦化作用，玉米桿(C/N=42)和鋸木屑(C/N=337)則有固化現象發生，在整個孵育期間土壤氮素均被微生物消耗利用。因不同有機資材C/N比不一樣，在土壤中養分的礦化及釋放亦不同，因此使用不同有機質肥料及施用量，實際於水田中探討對水稻之生育及稻米品質之影響行為，將有助於做為應用及推廣之參考。

材料與方法

本試驗自2000年一期作開始，在台中區農業改良場試驗田進行田間試驗，探討不同有機質肥料施用量，對於水稻生育及稻米品質之影響，並對土壤的物理化學性質改善效果進行瞭解。試驗之水稻品種為梗稻台農67號、台梗9號及籼稻台中籼10號。採裂區設計，以六種肥料處理為主區，三個品種為副區，三重複。小區面積22.5 m^2。單本植。行株距30×15 cm。肥料處理分為：(1)不施肥處理。(2)化學肥料每公頃施用N：P_2O_5：K_2O為120：40：60 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。(3)每公頃施用3噸菜籽粕，全量作為基肥施用。(4)每公頃施用4噸菜籽粕，全量作為基肥施用。(5)每公頃施用10噸雞糞堆肥，全量作為基肥施用。(6)每公頃施用20噸雞糞堆肥，全量作為基肥施用。試驗為避免因病蟲之危害，而影響產量之估算，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(Percentage of brown rice)。

(二)白米率(Percentage of milled rice)。

(三)完整米率(Percentage of head rice)。

二、白米化學性質(Physicochemical properties of milled rice)

(一)直鏈性澱粉含量(Amylose content)：採用method of simplification of amylose assay測定。

(二)粗蛋白質含量(Crude protein content)：採用semi-micro kjeldahl method測定。

(三)凝膠展延性(Gel consistency)：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，其中一個為蒸煮對照樣品，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(表一)。

表一、米飯試食評分表

Table 1. Taste panel test score for rice grading

Item	Scale[1]						
	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
Appearance	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Aroma	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Flavor	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Cohesion	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Hardness	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Overall in sensory evaluation	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor

[1] Where +, 0 and - denote ratings higher, equal to, and lower than the control, respectively.

表二、菜籽粕之化學性質

Table 2. The chemical properties of rape seed meal

C/N	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	Water content
	---------- (%) ----------					---------- (mg/kg) ----------				(%)
6.19	6.20	0.98	1.35	7.94	0.51	330	68	559	10.7	7.20

表三、雞糞堆肥之化學性質

Table 3. The chemical properties of chicken compost

C/N	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	Water content
	---------- (%) ----------					---- (mg/kg) ----		(%)	(mg/kg)	(%)
12.70	2.17	1.73	2.13	8.82	2.74	4299	383	1.28	33.5	32.70

結果與討論

一、有機質肥料施用量對糙米率之影響

將2000年一期作及2000年二期作之碾米品質及食用品質，進行各項綜合變方分析。結果顯示，期作間之糙米率呈極顯著差異，一期作平均糙米率為80.01%，較二期作之79.60%，高出0.41%(表四、表五)。不同肥料施用量間亦呈極顯著差異，每公頃施用3噸及4噸菜籽粕之平均糙米率，分別為80.02及80.08%，與化學肥料栽培之79.98%表現相似，但每公頃施用10噸或20噸雞糞堆肥之平均糙米率，則分別較化學栽培者分別顯著降低0.43及0.24%(表四、表六)。品種間亦有極顯著差異，以台農67號之平均糙米率81.15%為最高，其次為台梗9號之80.92%，以台中和10號之77.35%為最低(表四、表七)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作以每公頃施用4噸菜籽粕之平均糙米率80.41%為最高，二期作則以化學肥料栽培之80.04%為最高(表四、表八)。期作與品種間有極顯著交感，一期作以台農67號之平均糙米率81.40%為最高，二期作則台農67號與台梗9號之平均糙米率表現相似，兩期作均以台中和10號之平均糙米率為最低(表四、表九)。不同肥料施用量與品種之間亦有顯著交感，化學肥料栽培及每公頃施用4噸菜籽粕之平均糙米率，均以台農67號及台梗9號為最高，但每公頃施用3噸菜籽粕、每公頃施用10噸或20噸雞糞堆肥之平均糙米率，則以台農67號為最高，其次為台梗9號(表

四、表十)。

綜合試驗結果，一期作施用3噸或4噸菜籽粕有機質肥料，其糙米率均顯著高於化學肥料栽培者，顯示每公頃施用3至4噸菜籽粕，於水稻生育後期，仍可充分提供水稻生長所需之礦物元素；然而二期作施用有機質肥料栽培之糙米率，均低於化學肥料栽培者，顯示施用有機質肥料栽培，在二期作水稻生育後期，水稻所吸收之礦物元素不足。

表四、不同有機質肥料對水稻之稻米品質影響綜合變方分析(2000 年一期作及二期作)

Table 4. Combined analyses of variance (F-values) for rice quality of three rice cultivars after application of various organic manures (1st and 2nd crop, 2000)

Source of variation	df	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
Crop (C)#	1	89.53**	66.03**	270.12**	29473.49**	78.43**	808.70**
Fertilizer (F)#	5	24.95**	6.51**	3.76**	295.98**	49.59**	0.56
C x F	5	7.63**	3.21**	1.83	442.61**	19.91**	8.76**
Variety (V)#	2	3280.98**	1240.86**	717.63**	13134.75**	370.36**	15.13**
C x V	2	7.02**	95.96**	131.15**	1592.87**	58.67**	17.06**
F x V	10	1.96*	1.61	1.54	90.40**	7.47**	5.77**

Crop: The 1st and 2nd crop of 2000.

Fertilizer: None fertilizer, chemical fertilizer, rape seed meal 3 tons/ha, rape seed meal 4 tons/ha, chicken compost 10 tons/ha, chicken compost 20 tons/ha.

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

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

表五、不同期作之稻米品質(2000 年一期作及二期作)

Table 5. Rice quality of three rice cultivars on the 1st and 2nd crop of 2000

Crop	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
First	80.01a#	71.52a	61.49b	16.14b	6.12b	92.17b
Second	79.60b	70.82b	66.02a	18.38a	6.34a	97.09a

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

表六、施用不同有機質肥料對稻米品質之影響(2000 年一期作及二期作)

Table 6. Rice quality of three rice cultivars after application of various organic manures (1st and 2nd crop, 2000)

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
None fertilizer	79.46c#	71.09bc	63.51ab	17.09d	6.30b	94.56a
Chemical fertilizer	79.98a	71.43a	64.45a	16.93e	6.39ab	94.61a
Rape seed meal 3 tons/ha	80.02a	71.46a	63.92a	17.67a	6.41a	94.61a
Rape seed meal 4 tons/ha	80.08a	71.30ab	64.37a	17.47b	6.34ab	94.83a
Chicken compost 10 tons/ha	79.55c	70.96c	63.59ab	17.10d	6.09c	94.78a
Chicken compost 20 tons/ha	79.74b	70.79c	62.68b	17.29c	5.86d	94.39a

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

表七、水稻品種間之稻米品質表現(2000 年一期作及二期作)

Table 7. Rice quality of three rice cultivars (1st and 2nd crop, 2000)

Cultivar	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
TN 67	81.15a[#]	73.09a	67.96a	18.43a	6.07b	94.61b
TK 9	80.92b	72.26b	66.90b	17.48b	5.92c	95.22a
TCS 10	77.35c	68.16c	56.39c	15.87c	6.70a	94.06c

[#]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期作間稻米品質之影響(2000 年一期作及二期作)

Table 8. Rice quality of three rice cultivars after application of various organic manures on the 1st and 2nd crop of 2000

Fertilizer treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
First crop						
None fertilizer	79.71e[#]	71.58a	61.36ab	16.46b	6.00c	93.22a
Chemical fertilizer	79.93cd	71.49a	62.77a	15.88d	6.44a	92.00bc
Rape seed meal 3 tons/ha	80.17b	71.82a	61.54ab	16.83a	6.29b	92.44ab
Rape seed meal 4 tons/ha	80.41a	71.53a	62.49a	15.96c	6.37ab	92.00bc
Chicken compost 10 tons/ha	79.76de	71.32a	61.03ab	15.73e	5.89c	92.00bc
Chicken compost 20 tons/ha	80.08bc	71.39a	59.74b	15.99c	5.73d	91.33c
Second crop						
None fertilizer	79.21c	70.59b	65.66	17.73e	6.61a	95.89b
Chemical fertilizer	80.04a	71.37a	66.14a	17.98d	6.33b	97.22a
Rape seed meal 3 tons/ha	79.88ab	71.10a	66.29a	18.51c	6.53a	96.78ab
Rape seed meal 4 tons/ha	79.75b	71.08a	66.26a	18.98a	6.30b	97.67a
Chicken compost 10 tons/ha	79.34c	70.59b	66.14a	18.47c	6.29b	97.56a
Chicken compost 20 tons/ha	79.41c	70.20c	65.62a	18.60b	5.99c	97.45a

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

表九、不同期作對水稻品種間稻米品質之影響(2000 年一期作及二期作)

Table 9. Rice quality of three rice cultivars on the 1st and 2nd crop of 2000

Cultivar	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	---------- (%) ----------					(mm)
First crop						
TN 67	81.40a[#]	73.24a	64.28a	17.61a	5.99b	92.61a
TK 9	81.01b	72.00b	62.90b	16.58b	5.95b	92.06ab
TCS 10	77.62c	69.32c	57.28c	14.23c	6.41a	91.83b
Second crop						
TN 67	80.90a	72.94a	71.65a	19.24a	6.15b	96.61b
TK 9	80.83a	72.52b	70.90b	18.38b	5.88c	98.39a
TCS 10	77.08b	66.99c	55.51c	17.51c	6.99a	96.28b

[#]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水稻品種間稻米品質之影響(2000 年一期作及二期作)

Table 10. Rice quality of three rice cultivars after application of various organic manures on the 1st and 2nd crop of 2000

Cultivar	Brown rice	Milled rice	Head rice	Amylose	Crude protein	Gel consistency
	----------	----------	---------- (%) ----------	----------	----------	(mm)
No fertilizer						
TN 67	80.71a[#]	72.56a	66.98a	17.92a	5.89b	94.33b
TK 9	80.65a	72.45a	66.38a	17.35b	6.04b	95.33a
TCS 10	77.02b	68.24b	57.17b	16.02c	6.97a	94.00b
Chemical fertilizer						
TN 67	81.09a	73.27a	68.59a	17.90a	6.38b	93.67b
TK 9	81.17a	72.39b	67.29a	17.20b	5.96c	95.17a
TCS 10	77.68b	68.64c	57.48b	15.68c	6.83a	95.00a
Rape seed meal 3 tons/ha						
TN 67	81.42a	73.51a	68.11a	19.07a	6.32b	93.67b
TK 9	81.13b	72.53b	67.98a	18.07b	5.98c	96.67a
TCS 10	77.52c	68.34c	55.65b	15.88c	6.94a	93.50b
Rape seed meal 4 tons/ha						
TN 67	81.44a	73.27a	68.35a	18.88a	6.20b	95.17a
TK 9	81.16a	72.40b	67.93a	17.53b	6.13b	95.00a
TCS 10	77.64b	68.24c	56.84b	15.98c	6.68a	94.33a
Chicken compost 10 tons/ha						
TN 67	81.07a	73.13a	68.73a	18.45a	5.96b	95.67a
TK 9	80.55b	71.89b	66.28b	17.22b	5.75c	94.83ab
TCS 10	77.04c	67.84c	55.75c	15.63c	6.56a	93.83b
Chicken compost 20 tons/ha						
TN 67	81.16a	72.81a	67.03a	18.35a	5.68b	95.17a
TK 9	80.85b	71.92b	65.53a	17.52b	5.65b	94.33ab
TCS 10	77.21c	67.64c	55.48b	16.01c	6.24a	93.67b

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

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，期作間之白米率呈極顯著差異，一期作平均白米率為71.52%，**較二期作之**70.82%，**高出**0.70% (**表四、表五**)。不同肥料施用量間亦呈極顯著差異，每公頃施用**3**噸及**4**噸菜籽粕之平均白米率，分別為**71.46**及**71.30%，與化學肥料栽培之**71.43%**表現相似，但每公頃施用**10**噸或**20**噸雞糞堆肥之平均白米率，則分別較化學肥料栽培者分別顯著降低**0.47**及**0.64%(**表四、表六**)。品種間亦有極顯著差異，以台農**67**號之平均白米率**73.09%**為最高，其次為台梗**9**號之**72.26%，以台中秈**10**號之**68.16%**為最低(**表四、表七**)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作所有處理之平均白米率表現相似，二期作則以化學肥料栽培、每公頃施用**3**噸及**4**噸菜籽粕之平均白米率為最高，以每公頃施用**20**噸雞糞堆肥之平均白米率為最低(**表四、表八**)。期作與品種間有極顯著交感，台農**67**號及台中秈**10**號之平均白米率，一期作高於二期作，但台梗**9**號則二期作高於一期作(**表四、表九**)。不同肥料施用量與

品種之間則無顯著交感(表四、表十)。

綜合試驗結果，施用3噸或4噸菜籽粕有機質肥料，其白米率與化學肥料栽培者表現相同，以每公頃施用10噸或20噸雞糞堆肥之白米率表現較差，顯示每公頃施用10噸或20噸雞糞堆肥，於水稻生育後期，不能充分提供水稻生長所需之礦物元素。

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，期作間之完整米率呈極顯著差異，一期作平均完整米率為61.49%，較二期作之66.02%，降低4.53% (表四、表五)。不同肥料施用量間亦呈極顯著差異，每公頃施用3噸及4噸菜籽粕之平均完整米率，分別為63.92及64.37%，與化學肥料栽培之64.45%表現相似，以每公頃施用20噸雞糞堆肥之平均完整米率62.86%表現較低(表四、表六)。品種間亦有極顯著差異，以台農67號之平均完整米率67.96%為最高，其次為台梗9號之66.90%，以台中秈10號之56.39%為最低(表四、表七)。期作與不同肥料施用量間無顯著交感(表四、表八)。期作與品種間有極顯著交感，台農67號及台梗9號之平均完整米率，一期作低於二期作，但台中秈10號則一期作高於二期作(表四、表九)。不同肥料施用量與品種之間則無顯著交感(表四、表十)。

綜合試驗結果，施用3噸或4噸菜籽粕有機質肥料，其完整米率與化學肥料栽培者表現相同，以每公頃施用20噸雞糞堆肥之完整米率表現較差，顯示每公頃施用10噸或20噸雞糞堆肥，於水稻生育後期，不能充分提供水稻生長所需之礦物元素，導致穀粒充實不良，白米之完整米率降低。

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，期作間之白米直鏈澱粉含量呈極顯著差異，一期作平均白米直鏈澱粉含量為16.14%，較二期作之18.38%，降低2.24% (表四、表五)。不同肥料施用量間亦呈極顯著差異，以每公頃施用3噸菜籽粕之平均白米直鏈澱粉含量17.67%為最高，其次為每公頃施用4噸菜籽粕，以化學肥料栽培之平均白米直鏈澱粉含量16.93%為最低(表四、表六)。品種間亦有極顯著差異，以台農67號之平均白米直鏈澱粉含量18.43%為最高，其次為台梗9號之17.48%，以台中秈10號之15.87%為最低(表四、表七)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作以每公頃施用3噸菜籽粕之平均白米直鏈澱粉含量16.83%為最高，以每公頃施用10噸雞糞堆肥之15.73%為較低，二期作則以每公頃施用4噸菜籽粕之平均白米直鏈澱粉含量18.98%為最高，以化學肥料栽培之15.73%為較低(表四、表八)。期作與品種間亦有極顯著交感，台農67號及台梗9號之平均白米直鏈澱粉含量，二期作較於一期作增加約1.63~1.80%，但台中秈10號二期作較一期作提高約3.30%(表四、表九)。不同肥料施用量與品種之間亦有極顯著交感，台農67號及台梗9號之平均白米直鏈澱粉含量，均以每公頃施用3噸菜籽粕之處理為最高，以化學肥料栽培之處理含量較低，台中秈10號則以每公頃施用20噸雞糞堆肥之處理含量較高，以每公頃施用10噸雞糞堆肥之處理含量較低(表四、表十)。

綜合試驗結果，施用有機質肥料栽培，其白米直鏈澱粉含量均有較化學肥料栽培者提高之趨勢，但其含量均低於20%以下，經進一步與食味品質進行相關分析，結果顯示白米直鏈

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(表十一)。以往均認為直鏈澱粉含量是影響食味良劣的主要因素[13]，即直鏈澱粉含量愈低，食味品質愈好，並認為直鏈澱粉是α-D葡萄糖以α-1,4醣？鍵結合，為一直鏈性分子。唯目前許多報告指出其是一帶有少許分支鏈(α-1,6醣？鍵)的分子[5,8,14]，分子大小及分支數會隨澱粉來源及種類而不同。Reddy等[16]指出不溶性的直鏈澱粉(insoluble amylose)是米飯食味良劣的指標，其主要是因不溶性的直鏈澱粉(支鏈澱粉具有較長B支鏈者)的長鏈分子較多時，分子間互相連結，使得澱粉顆粒較堅硬，於烹煮過程中不容易瓦解，導致米飯硬度較高。本試驗顯示白米直鏈澱粉含量愈高，則米飯較軟，食味總評較優，顯然由於澱粉複雜的結構及特性，很難由實驗室所得的理化性質數據，去區分米飯食用品質的好壞，仍需借助米飯官能評鑑(panel test)，來評定米飯入口品質的優良與否[2]。

表十一、白米直鏈澱粉含量、粗蛋白質含量及凝膠展延性與食味品評特性間之相關係數(2000 年一期作及二期作)

Table 11. Correlation coefficients between amylose content, crude protein content, gel consistency of milled rice and palatability after application of various organic manures on the first and second crop in 2000

Character	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
Amylose	0.174	0.086	0.246	0.205	-0.453*	0.386*
Crude protein	-0.211	0.111	-0.276	-0.436*	0.437*	-0.353*
Gel consistency	0.400*	-0.056	0.442*	0.294	-0.337	0.453*

* Significant at 5% levels of probability.

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，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為6.12%，較二期作之6.34%，降低0.22% (表四、表五)。不同肥料施用量間亦呈極顯著差異，每公頃施用3噸或4噸菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量，分別為6.41及6.34%，與化學肥料栽培者表現相似，以每公頃施用10噸雞糞堆肥之處理5.86%為最低(表四、表六)。品種間亦有極顯著差異，以台中和10號之平均白米粗蛋白質含量6.70%為最高，其次為台農67號之6.07%，以台梗9號之5.92%為最低(表四、表七)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作以化學肥料栽培及每公頃施用4噸菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量為最高，二期作則以每公頃施用3噸菜籽粕之平均白米粗蛋白質含量為最高，兩期作均以每公頃施用20噸雞糞堆肥之處理為較低(表四、表八)。期作與品種間亦有極顯著交感，一期作台農67號及台梗9號之平均白米粗蛋白質含量較低，二期作則以台梗9號之含量為最低，兩期作均以台中和10號之含量為最高(表四、表九)。不同肥料施用量與品種之間亦有極顯著交感，每公頃施用4噸菜籽粕及每公頃施用20噸雞糞堆肥之處理，台農67號及台梗9號之平均白米粗蛋白質含量表現相似，均為較低，化學肥料栽培、每公頃施用3噸菜籽粕及每公頃施用10噸雞糞堆肥之處理，均以台梗9號之平均白米粗蛋白質含量為最低，所有處理均以台中和10號之含量為最高(表四、表十)。

綜合試驗結果，每公頃施用10噸或20噸雞糞堆肥，其白米粗蛋白質含量較化學肥料栽培者為低，每公頃施用3噸或4噸菜籽粕，其白米粗蛋白質含量與化學肥料栽培者比較，表現相似，但其含量均低於9%以下。經進一步與食味品質進行相關分析，結果顯示白米粗蛋白質含量與米飯黏性呈顯著負相關，米飯硬度呈顯著正相關，與食味總評呈顯著負相關(表十一)。在相關研究中發現粗蛋白質含量與食味呈負相關關係[4,13]。國外的研究報告指出較高粗蛋白質含量的米粒煮熟後，質地會較硬且較泛黃、不透明[15,19]，而澱粉顆粒之吸水及膨脹亦因蛋白質含量的增加而受干擾，致使米飯烹煮的時間延長，造成食味值下降[20]。本試驗顯示白米粗蛋白質含量愈高，則米飯黏性降低，硬度增加，食味總評較劣。

六、有機質肥料施用量對白米凝膠展延性之影響

經由綜合變方分析結果顯示，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為92.17 mm，較二期作之97.09 mm，降低4.92 mm (表四、表五)。不同肥料施用量間則無顯著差異(表四、表六)。品種間有極顯著差異，以台梗9號之平均白米凝膠展延性95.22 mm為最高，其次為台農67號之94.61 mm，以台中秈10號之94.06 mm為最低(表四、表七)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作以每公頃施用3噸菜籽粕之平均白米凝膠展延性為較優，以每公頃施用20噸雞糞堆肥之處理表現較差，二期作全部有機質肥料處理與化學肥料栽培比較無顯著差異(表四、表八)。期作與品種間亦有極顯著交感，一期作台農67號之平均白米凝膠展延性表現最優，台中秈10號表現較差，二期作則以台梗9號之表現為最優，台農67號及台中秈10號表現相似，均為較差(表四、表九)。不同肥料施用量與品種之間亦有極顯著交感，化學肥料栽培者以台梗9號及台中秈10號之平均白米凝膠展延性表現較優，以台農67號表現較差，每公頃施用3噸菜籽粕之處理，以台梗9號之表現為最優，台農67號及台中秈10號表現相似，均為較差，每公頃施用4噸菜籽粕之處理，品種之間表現相似，每公頃施用10噸或20噸雞糞堆肥之處理，均以台農67號之表現為最優，以台中秈10號之表現為最差(表四、表十)。

綜合試驗結果，每公頃施用3噸或4噸菜籽粕，其白米凝膠展延性與化學肥料栽培者比較，表現相似，一期作每公頃施用20噸雞糞堆肥，其白米凝膠展延性表現較化學肥料栽培者為差，二期作表現則相似。經進一步與食味品質進行相關分析，結果顯示白米凝膠展延性與米飯外觀、口味及食味總評呈顯著正相關(表十一)，顯示本試驗白米凝膠展延性其值愈高，則米飯外觀亮度較優，口味較好，食味總評較優。

七、有機質肥料施用量對米飯食味品質之影響

本試驗以化學肥料栽培之水稻品種做為對照組，進行食味品質評鑑。一期作評鑑結果顯示，每公頃施用10噸雞糞堆肥之處理，其參試品種台農67號之黏性，顯著較化學肥料栽培之台農67號為優；每公頃施用4噸菜籽粕之處理，其參試品種台梗9號之米飯較化學肥料栽培者為軟；每公頃施用10噸或20噸雞糞堆肥之處理，其參試品種台農67號之米飯亦較化學栽培者為軟；其餘處理雖然均未達顯著差異(表十二)。

二期作評鑑結果顯示，每公頃施用3噸菜籽粕之處理，其參試品種台農67號及台梗9號之米飯顯著較化學肥料栽培者為軟；每公頃施用4噸菜籽粕之處理，其參試品種台梗9號之米飯較化學肥料栽培者口味較好、較黏且較軟、食味總評較優，台中秈10號亦顯著較軟；每公頃施用10噸雞糞堆肥之參試品種台梗9號，其米飯亦顯著較化學肥料栽培者為軟；每公頃施用20噸雞糞堆肥之參試品種台梗9號與台中秈10號，其米飯亦顯著較化學肥料栽培者外觀為優且較軟(表十三)。

綜合兩期作米飯食味評鑑結果顯示，一期作水稻有機栽培雖然有部分參試品種之食味表現較黏或較軟，但整體而言，施用有機質肥料栽培之水稻，其食味品質與化學肥料栽培者比較，並無顯著較優的表現。二期作則施用有機質肥料栽培之水稻，均有較化學肥料栽培者米飯外觀較亮，口味較好，較黏及較軟與食味總評較優之趨勢，其中又以每公頃施用4噸菜籽粕栽培之台梗9號，其食味品質最優，其次為每公頃施用20噸雞糞堆肥之參試品種台梗9號與台中秈10號。

表十二、施用不同有機質肥料對水稻品種間食味品質之影響(2000 年一期作)

Table 12. Eating quality of cooked rice of three rice cultivars after application of various organic manures on the first crop of 2000

Cultivar	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
No fertilizer						
TN 67	-0.095b[#]	0.000b	0.000b	-0.048b	0.021b	-0.048b
TK 9	0.042b	0.000b	0.079b	0.042b	-0.009b	0.042b
TCS 10	0.114b	0.000b	0.186b	0.072b	-0.239b	0.072b
Rape seed meal 3 tons/ha						
TN 67	0.048b	0.000b	0.132b	0.085b	-0.280b	0.132b
TK 9	0.074b	0.000b	0.111b	0.074b	-0.444c	0.037b
TCS 10	0.030b	0.000b	-0.067b	0.011b	0.085b	-0.067b
Rape seed meal 4 tons/ha						
TN 67	0.037b	0.000b	0.000b	-0.037b	-0.048b	-0.037b
TK 9	0.000b	0.000b	0.000b	0.000b	-0.148b	0.000b
TCS 10	0.000b	0.000b	0.030b	0.079b	-0.030b	0.030b
Chicken compost 10 tons/ha						
TN 67	0.152b	0.000b	0.115b	0.352a	-0.484c	0.115b
TK 9	0.067b	0.000b	-0.013b	0.017b	-0.195b	0.091b
TCS 10	0.074b	0.000b	0.042b	-0.005b	0.005b	0.000b
Chicken compost 20 tons/ha						
TN 67	0.135b	0.000b	0.024b	0.098b	-0.372c	0.172b
TK 9	0.030b	0.000b	0.091b	0.165b	-0.306b	0.121b
TCS 10	0.042b	0.000b	0.074b	0.116b	-0.079b	0.037b

Rating evaluated by sense of panel testing in comparison with rice cultivars Tainung 67, Tai keng 9 and Taichung sen 10 which cultivated in chemical fertilizer, as the control. Where +, 0 and - denote ratings higher, equal to, and lower than the control, respectively.

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

表十三、施用不同有機質肥料對水稻品種間食味品質之影響(2000 年二期作)

Table 13. Eating quality of cooked rice of three rice cultivars after application of various organic manures on the second crop of 2000

Cultivar	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
No fertilizer						
TN 67	0.056b[#]	0.000b	0.000b	-0.072b	-0.254b	0.056b
TK 9	0.063b	0.000b	0.313a	0.313a	-0.250b	0.313a
TCS 10	0.072b	0.000b	-0.072b	-0.143b	0.072b	-0.072b
Rape seed meal 3 tons/ha						
TN 67	0.000b	0.056b	0.056b	0.111b	-0.389c	0.111b
TK 9	0.393a	0.000b	0.188b	0.125b	-0.456c	0.188b
TCS 10	0.000b	0.000b	-0.016b	-0.127b	-0.056b	0.000b
Rape seed meal 4 tons/ha						
TN 67	0.000b	0.000b	0.037b	0.122b	-0.074b	0.122b
TK 9	0.220b	-0.042b	0.304a	0.310a	-0.441c	0.304a
TCS 10	0.048b	0.000b	0.132b	0.048b	-0.360c	0.085b
Chicken compost 10 tons/ha						
TN 67	0.000b	0.000b	0.000b	0.000b	-0.095b	0.000b
TK 9	0.232b	0.048b	0.179b	0.173b	-0.536c	0.220b
TCS 10	0.085b	0.000b	0.011b	0.000b	-0.021b	0.000b
Chicken compost 20 tons/ha						
TN 67	0.000b	0.000b	0.000b	0.095b	-0.191b	0.000b
TK 9	0.316a	-0.048b	0.262b	0.173b	-0.411c	0.214b
TCS 10	0.265a	0.037b	0.206b	0.227b	-0.413c	0.217b

Rating evaluated by sense of panel testing in comparison with rice cultivars Tainung 67, Tai keng 9 and Taichung sen 10 which cultivated in chemical farming, as a control. Where +, 0 and - denote ratings higher, equal to, and lower than the control, respectively.

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

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 台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 台灣省農業試驗所編印**。
3. **鄧耀宗、黃伯恩** 1993 **台灣永續農業之現況與展望** p.1-8 **永續農業研討會專集 台中區農業改良場編印**。
4. **劉慧瑛、林禮輝、宋勳、紅梅珠** 1988 。**不同稻米品種之食用品質與化學性質之關係** p.76-89 **稻米品質專刊台中區農業改良場編印**。
5. Biliaderis, C. G., D. R. Grant and J. R. Vose. 1981. Structural characterization of legume starches. I. Amylopectin and beta-limit dextrins. Cereal Chem. 58:496-502.

6. Broadbent, F. E. and T. Nakashima. 1970. Nitrogen immobilization in flood soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34: 218-221.
7. Chae, Y. M. and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. J. Environ. Qual. 15: 193-198.
8. Cura, J. A., P. Jansson and C. R. Krisman. 1995. Amylose is not strictly linear. Starch 47:207-209.
9. 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.
10. Haynes, R. J. 1986. The decomposition process: Mineralization, immobilization, humus formation, and degradation. p.52-109. *In*: Haynes, R. J. (*ed.*) Mineral nitrogen in the plant-soil systems. Academic press. NY.
11. Kai, H. and K. Wada. 1979. Chemical and biological immobilization of nitrogen in paddy soils. p.157-192. *In*: Nitrogen and Rice. Int. Rice Res. Inst.
12. Koshino, M. 1990. The use of organic and chemical fertilizer in Japan. p.1-16. Ext. Bull. 312, Food & Fertilizer Technology. Ceter, Taipai, Taiwan, ROC.
13. Lii, C.Y., S. M. Chang and H. L. Yang. 1986. Correlation between the physicochemical properties and eating quality of milled rice in Taiwan. Bull. Inst. Chem. Academia Sinica. 33:55-62.
14. Lii, C.Y., T. W. Chiou and Y. L. Chu. 1987. The degree of branching in amylose from tuber and ligume starches. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC 11:341
15. Nagato, K., M. Ebata and M. Ishikawa. 1972. Protein content of developing and mature rice grain. Jpn. J. Crop Sci. 41:472-479.
16. Reddy, K. R., S. Z. Ali and K. R. Bhattaccharya. 1993. The fine structure of rice starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. Carbohydr. Polym. 22:267-276.
17. Reganold, J. P. 1989. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. Am. J. Alternative Agri. 3:144-155.
18. Su, K. C. 1987. Evolution of rice-based cropping pattern in Taiwan. p.37-47. *In*: Sung-Ching and Dah-Jian Liu (*eds.*) Paddy Field Diversion and Upland Crop Production. Special Pub. No.7 of Taichung DAIS .
19. Tashiro, T. and I. F. Watdlaw. 1991. The Effect of high temperature on the accumulation of drying matter, carbon and nitrogen in the kernel of rice. Aust. J. Plant Physiol. 18:259-265.
20. Webb, B. D. 1985. Criteria of rice quality in the United States. p.403-427. *In*: Juliano, B. O. (*ed*.). Rice Chemistry and Technology. Ed. by American Assoc. Of. Cereal Chemists. St. Paul, MN., USA.
21. Yaacob, O. and G. J. Blair. 1980. Mineralization of 15N-labelled legume residues in soils with different nitrogen contents and its uptake by rhodes grass. Plant and Soil. 57: 237-248.

Effects of Application Amounts of Various Organic Fertilizers on Rice Quality[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 of 2000 to investigate the effects of various organic fertilizer on the growth 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 rape seed meal 3 tons/ha and seed rape meal 4 tons/ha showed without obvious influence compared to that of chemical fertilizer. But, the chicken compost 20 tons/ha chicken compost showed lower milling quality as compared to that of chemical fertilizer in the first crop. It means that nutrients of mineralization of application of chicken compost 20 tons/ha were not enough for the grain filling stage of rice in the first crop. Experimental results revealed that the amylose content of milled rice was negatively correlated with hardness of cooked rice but positively correlated with overall sensory evaluation of palatability. The crude protein content of milled rice was negatively correlated with cohesion of cooked rice but positively correlated with hardness of cooked rice. It was also negatively correlated with overall sensory evaluation of palatability. The gel consistency of milled rice showed positively correlated with appearance, flavor and overall sensory evaluation of palatability. Experimental results revealed that rice produced from organic fertilizers had higher content of amylose, the same or lower crude protein, and the same gel consistency as compared to chemical fertilizer. The milled rice of organic fertilizer showed higher eating quality trend. Tai keng 9 showed higher eating quality, because it had higher amylose content, and lower crude protein content, and longer gel consistency of milled rice.

Key words: organic fertilizer, rice quality.

---

[1] Contribution No. 0534 from Taichung DAIS.

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

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