

# 長期施用菜籽粕肥料對水稻生育之影響<sup>1</sup>

李健擇<sup>2</sup>、陳榮五<sup>2</sup>、陳世雄<sup>3</sup>、蔡宜峰<sup>2</sup>

## 摘 要

本試驗自1995年二期作開始執行，至2000年二期作止。在臺中區農業改良場試驗田進行田間試驗，探討長期以菜籽粕做為有機質肥料，對於臺農67號、臺中189號、臺梗6號、臺梗9號及臺中秈10號等五種水稻生育之影響。經由試驗結果，一期作全有機栽培在1996及2000年之產量，均顯著高於化學栽培者。二期作全有機栽培在1995、1998及1999年之產量表現，均與化學栽培者相似。顯示每公頃施用4噸菜籽粕(1/2基肥、1/4追肥及1/4穗肥)，可提供水稻生長所需之礦物元素吸收。二期作全有機栽培之稔實率及千粒重顯著較化學栽培者為低，顯示全有機栽培病蟲害發生較嚴重，為影響產量之主要因子。全有機栽培以臺中秈10號具有較高之一穗粒數，因此產量表現最高；臺梗9號則具有較低之一穗粒數及稔實率，因此產量表現最低。

**關鍵字：**水稻、菜籽粕、生育。

## 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。合理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<sup>(1)</sup>、改良土壤物理化學性質<sup>(2,11,13)</sup>、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等<sup>(2)</sup>。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<sup>(6)</sup>。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<sup>(3,5)</sup>。國際稻米研究中心進行20年長期土壤肥力觀察，處理分為不施肥、施用無機肥料及施用無機肥料加部分堆肥，發現有機質+無機肥料處理的產量與一般無機肥料處理的產量比較，並無明顯差異<sup>(4)</sup>。Meelu (1981)<sup>(7)</sup>指出每公頃以12噸的廐肥與80公斤的氮肥混合施用，可以得到最高的水稻產量。Naidu (1981)<sup>(9)</sup>亦指出以75%無機氮和25%有機氮混合使用，可以得到最高的水稻產量。Oh (1984)<sup>(10)</sup>指出以完全或部份腐熟堆肥，對水稻產量的增加效果比施用未腐熟稻桿為優，原因為未腐熟稻桿在水稻生育初期，會因嚴重的氮饑餓(N starvation)，使水稻缺氮而生育不良，而完全或部份腐熟堆肥，則無此現象。因此如果能在未腐熟稻桿掩埋前施用適量的氮肥，以

<sup>1</sup> 臺中區農業改良場研究報告第 0593 號。

<sup>2</sup> 臺中區農業改良場助理研究員、場長、副研究員。

<sup>3</sup> 國立中興大學農藝學系教授。

避免氮饑餓發生，將可有效提高產量。我國對於有機質氮素礦質化作用的行為，大部份僅局限於室內孵化過程的探討，對於實際田間作物吸收及應用行為，較少進行研究探討。我國2001年水稻有機栽培面積約1,600公頃，菜籽粕因具有高含氮量(約6.20%)，生產成本較低且施用方便，是水稻有機栽培使用最普遍的有機質肥料。有關持續性施用菜籽粕對水稻生育的影響效果，目前我國資料尚付闕如，因此有待進行探討及瞭解。

## 材料與方法

本試驗自1995年二期作開始，在臺中區農業改良場試驗田進行田間試驗。探討以菜籽粕做為有機質肥料，對水稻生育之影響。試驗田土壤屬於粘板岩沖積土(二林系)，試驗前測定土壤理化性質(表一)。試驗之水稻品種為稈稻臺農67號、臺中189號、臺梗6號、臺梗9號及秈稻臺中秈10號。試驗處理分為化學栽培、半有機栽培及全有機栽培三種處理。化學栽培：依現行水稻生長所需化學肥料推薦施用量，每公頃施用N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O分別為120:50:60 kg，基肥施用臺肥39號，追肥及穗肥施用硫酸銨及氯化鉀。並於水稻生長期間依植物保護手冊推薦施用殺草劑、殺蟲劑及殺菌劑等化學農藥。半有機栽培：施用半量的化學肥料及半量的有機質肥料(菜籽粕2,000 kg/ha)，殺草劑、殺蟲劑及殺菌劑等化學農藥亦減半施用。全有機栽培：以有機質肥料菜籽粕(購買自福壽實業股份有限公司，化學性質如表二)，每公頃施用4,000 kg(中部地區有機栽培推薦量)，1/2基肥，1/4追肥，1/4穗肥。三重複。小區面積22.5 m<sup>2</sup>。以人工插秧。多本植。行株距30×15 cm。化學栽培之雜草，每分地施用3 kg掃除丹進行防除，半有機栽培則減半施用，並輔以人工拔除，全有機栽培以人工拔除。水稻生育期間，化學栽培以化學藥劑防治病蟲害，半有機栽培則減半施用，全有機栽培以苦茶粕及蘇力菌等防治病蟲害。調查項目包括收穫後，每重複逢機取樣10株，調查穗數、一穗粒數、稔實率、千粒重及收穫指數，每重複則割取100株進行產量調查。本試驗分別將產量與其構成因子進行變方分析(GLM)，同時進行各項主效應及交感效應之顯著性測驗(SAS Institute, 1988)。

表一、試驗前土壤理化性質(1995年)

Table 1. The physical and chemical properties of soils before the experiments (1995)

	Soil depth	pH	O.M.	Exchangeable			Bray-1					EC
				K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu	
				-----			-----					
				%			mg/kg soil					dS/m
T 1	Top	7.6	3.8	109	3064	243	18	139	122	6	7	0.41
	Sub	7.6	3.4	107	2728	189	15	110	110	5	7	0.36
T 2	Top	7.5	3.9	86	3031	169	13	183	168	6	8	0.47
	Sub	7.5	3.4	95	3131	149	12	122	136	5	7	0.40
T 3	Top	7.3	3.7	82	2997	196	15	133	162	7	8	0.60
	Sub	7.4	3.8	92	3937	166	10	162	138	6	8	0.39

T1: Prepared for conventional farming.

T2: Prepared for semi-organic farming.

T3: Prepared for organic farming. Top: 0-15 cm. Sub: 15-30 cm.

表二、菜籽粕之成分

Table 2. The components of rape seed meal

C/N	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	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

### 結果與討論

將連續六年十一期作試驗資料進行綜合變方分析，結果顯示產量及產量構成要素，期作分別與年度、耕作法極品種間均有顯著交感(表三)。期作間之產量及產量構成要素亦有顯著差異(表四)。因此本文擬將一期作與二期作分開討論，以期能獲得簡要明確之結論。

表三、不同年度、期作、耕作法及品種對水稻農藝性狀影響之綜合變方分析(1995~2000年一期作及二期作)

Table 3. Combined analyses of variance(F-values) for agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, semi-organic, and organic farming (1st and 2nd crop, 1995~2000)

Source of variation	df	Panicle No./hill	Grain No./panicle	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
Year (Y) <sup>1</sup>	5	27.37** <sup>2</sup>	66.02**	228.70**	105.10**	51.77**
Crop (C)	1	377.22**	189.32**	95.99**	93.92**	1821.21**
YxC	4	36.27**	168.44**	207.37**	199.65**	218.24**
Farming (F) <sup>1</sup>	2	4.62*	0.83	11.22**	71.41**	14.25**
YxF	10	7.82**	5.56**	21.33**	6.98**	13.20**
CxF	2	14.26**	15.62**	17.26**	17.78**	0.25
YxCxF	8	8.95**	8.57**	16.81**	5.42**	6.53**
Variety (V) <sup>1</sup>	4	28.36**	110.92**	153.60**	143.37**	51.60**
YxV	20	4.82**	5.98**	8.24**	21.92**	4.22**
CxV	4	47.07**	55.47**	35.69**	39.08**	4.03**
FxV	8	3.83**	4.63**	11.04**	14.23**	1.78
YxCxV	16	3.37**	11.58**	7.96**	8.52**	6.27**
YxFxV	40	3.71**	5.38**	7.23**	6.79**	1.62*
CxFxV	8	5.50**	5.96**	10.50**	12.93**	2.74**
Y x C x F x V	32	3.14**	4.08**	5.08**	7.86**	2.27**

<sup>1</sup>Year: 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, and 2000.

F: Farming systems: Conventional farming, semi-organic farming, and organic farming.

V: Varieties includes Japonica rice Tainung 67 (TN 67), Taichung 189 (TC 189), Tai keng 6 (TK 6) and Tai keng 9 (TK 9), and Indica rice Taichung sen 10 (TCS 10).

<sup>2</sup>\*, \*\*: 5% and 1% significance levels, respectively.

表四、不同期作之水稻農藝性狀

Table 4. Agronomic performances of rice between the first and second crop

Crop	Panicle	Grain	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
	No./hill	No./ panicle	%	g	kg/ha
First <sup>1</sup>	12.76a <sup>2</sup>	109a	86.6a	25.37a	5987a
Second	10.90b	99b	84.8b	25.00b	4528b

<sup>1</sup>First crop includes 1996, 1997, 1998, 1999, and 2000.

Second crop includes 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, and 2000.

<sup>2</sup>Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

### 一、對一期作水稻生育之影響

將1996至2000年一期作之各項農藝性狀，進行綜合變方分析(表五)。

#### (一)對產量之影響

一期作水稻產量在年度間呈極顯著差異，1996年一期作之平均產量6,590 kg/ha為最高；1998年一期作因水稻倒伏及發生嚴重胡麻葉枯病，因此平均產量5,002 kg/ha為最低(表六)。化學栽培之平均產量6,070 kg/ha，顯著高於全有機栽培之5,931 kg/ha(表七)。品種間以臺中秈10號的平均產量6,418 kg/ha為最高，其次為臺農67號及臺中189號，以臺梗9號的平均產量5,509 kg/ha為最低(表八)。年度與耕作法間有極顯著交互，1996及2000年均以全有機栽培之平均產量為最高；1997及1999年則以化學栽培之平均產量為最高；1998年以半有機栽培之平均產量為最高(表九)。耕作法與品種間有顯著交互，化學栽培及全有機栽培均以臺中秈10號之平均產量為最高，以臺梗9號的平均產量為最低；半有機栽培五個參試品種表現相似(表五、表十)。

表五、不同年度、耕作法及品種對水稻農藝性狀影響之綜合變方分析(1996~2000年一期作)

Table 5. Combined analyses of variance(F-values) for agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, semi-organic, and organic farming (1st crop, 1996~2000)

Source of variation	df	Panicle No./hill	Grain No./ panicle	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
Year (Y) <sup>1</sup>	4	38.61** <sup>2</sup>	107.14**	106.31**	192.93**	157.21**
Farming (F) <sup>1</sup>	2	16.53**	10.76**	4.83**	14.16**	2.82
Y×F	8	10.58**	6.06**	8.96**	9.99**	12.40**
Variety (V) <sup>1</sup>	4	29.64**	144.81**	29.20**	38.11**	36.13**
Y×V	16	2.43**	6.47**	4.84**	14.71**	5.08**
F×V	8	3.09**	5.67**	8.96**	8.30**	2.03*
Y×F×V	32	2.59**	5.31**	5.92**	9.30**	2.39**

<sup>1</sup>Year: 1996, 1997, 1998, 1999, and 2000.

F: Farming systems: Conventional farming, semi-organic farming, and organic farming.

V: Varieties includes Japonica rice Tainung 67 (TN 67), Taichung 189 (TC 189), Tai keng 6 (TK 6) and Tai keng 9 (TK 9), and Indica rice Taichung sen 10 (TCS 10).

<sup>2</sup>\*, \*\*: 5% and 1% significance levels, respectively.

## (二)對穗數之影響

由綜合變方分析結果，顯示在水稻穗數方面，年度間呈極顯著差異，1996及2000年之每叢穗數分別為13.69及13.88為最高；1997年之每叢穗數11.18為最低(表六)。耕作法間亦有極顯著差異，化學栽培之每叢穗數為13.41，較半有機及全有機栽培之12.61及12.25，分別高出6.34及9.47% (表七)。品種間亦呈極顯著差異，臺農67號表現最優，臺中秈10號表現最差(表八)。年度與耕作法間有極顯著交互，1996、1997及1999年均以化學栽培表現最優；

表六、不同年度間一期作水稻農藝性狀之差異(1996~2000年)

Table 6. Agronomic performances of rice on the first crop from 1996 through 2000

Year	Panicle	Grain	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
	No./hill	No./ panicle	%	g	kg/ha
1996	13.69a <sup>1</sup>	106c	90.1a	24.75d	6590a
1997	11.18d	105c	85.7c	24.69d	5461c
1998	13.15b	98d	80.1d	24.97c	5002d
1999	11.89c	127a	88.3b	25.95b	6421b
2000	13.88a	109b	89.0b	26.48a	6459ab

<sup>1</sup>Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表七、不同耕作法間對一期作水稻農藝性狀之影響(1996~2000年)

Table 7. Agronomic performances of rice on the first crop as affected by conventional, semi-organic, and organic farming from 1996 through 2000

Farming	Panicle	Grain	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
	No./hill	No./ panicle	%	g	kg/ha
Conventional	13.41a <sup>1</sup>	106b	87.1a	25.29b	6070a
Semi-organic	12.61b	111a	85.9b	25.56a	5958ab
Organic	12.25b	110a	87.0a	25.26b	5931b

<sup>1</sup>Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表八、不同水稻品種一期作之農藝性狀表現(1996~2000年)

Table 8. Agronomic performances of five rice cultivars on the first crop (1996~2000)

Cultivar	Panicle	Grain	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
	No./hill	No./ panicle	%	g	kg/ha
TN 67	13.91a <sup>1</sup>	103c	86.1b	25.21c	5999c
TC 189	13.28b	104c	89.2a	24.93d	5846c
TK 6	11.84c	114b	88.4a	25.90a	6161b
TK 9	13.25b	96d	84.1c	25.37bc	5509d
TCS 10	11.52c	128a	85.4b	25.43b	6418a

<sup>1</sup>Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表九、年度間不同耕作法間對水稻農藝性狀之影響(1996~2000 年一期作)

Table 9. Agronomic performances of rice as affected by conventional, semi-organic, and organic farming on the first crop from 1996 through 2000

Farming	Panicle No./hill	Grain No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
<b>1996</b>					
Conventional	14.70a <sup>1</sup>	107a	87.7b	24.42b	6546b
Semi-organic	12.70b	104a	91.2a	25.27a	6197c
Organic	13.65b	107a	91.6a	24.57b	7025a
<b>1997</b>					
Conventional	13.24a	100b	87.3a	24.58a	5748a
Semi-organic	10.54b	104ab	83.0b	24.81a	5453b
Organic	9.77b	109a	86.9a	24.67a	5182c
<b>1998</b>					
Conventional	13.59a	97a	80.0a	24.60b	4989ab
Semi-organic	13.13a	99a	80.1a	25.47a	5264a
Organic	12.72a	98a	80.2a	24.84b	4754b
<b>1999</b>					
Conventional	12.76a	119c	88.2ab	25.97a	6816a
Semi-organic	11.93b	136a	87.6b	25.94a	6399b
Organic	10.98c	125b	89.0a	25.95a	6049b
<b>2000</b>					
Conventional	12.78b	107a	92.2a	26.87a	6252b
Semi-organic	14.73a	110a	87.6b	26.31b	6477ab
Organic	14.13a	112a	87.2b	26.25b	6647a

<sup>1</sup>Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each year, respectively.

1998年三種耕作法表現相似；2000年化學栽培之每叢穗數為12.78，顯著低於半有機及全有機栽培之每叢穗數14.73及14.13，調查土壤中有機質含量，化學栽培、半有機及全有機栽培分別為4.77、5.23及5.63%，顯示有機栽培土壤中有機質含量的累積，已逐漸表現其養分釋放效果(表九)。耕作法與品種之間亦有極顯著交感，化學栽培以臺梗6號表現最差，半有機栽培臺中秈10號表現最差，全有機栽培在品種間則表現相似(表十)。

### (三)對一穗粒數之影響

由綜合變方分析結果，顯示一期作水稻一穗粒數在年度間呈極顯著差異，1999年之平均一穗粒數127為最高；1998年之平均一穗粒數98為最低(表六)。耕作法間亦有極顯著差異，半有機及全有機栽培表現相似，較化學栽培高4.2% (表七)。品種間亦呈極顯著差異，以臺中秈10號表現最優，臺梗9號表現最差(表八)。年度與耕作法間有極顯著交感存在，1999年一期作以半有機栽培之一穗粒數表現最優，以化學栽培之一穗粒數表現最差，其餘年度

一期作三種耕作法之一穗粒數並無顯著差異(表九)。耕作法與品種間亦有極顯著交感，化學栽培及半有機栽培均以臺中秈10號表現最優，其次為臺梗6號，臺梗9號表現最差。全有機栽培以臺中秈10號表現最優，臺農67號、臺中189號及臺梗6號三個品種表現相似，以臺梗9號表現最差(表十)。

表十、耕作法間對不同水稻品種農藝性狀之影響(1996~2000年一期作)

Table 10. Agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, semi-organic, and organic farming (1st crop, 1996~2000)

Cultivar	Panicle No./hill	Grain No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
<b><u>Conventional farming</u></b>					
TN 67	15.20a <sup>1</sup>	101c	85.4a	24.86b	6004bc
TC 189	13.95b	98c	87.8a	24.86b	5840c
TK 6	11.78c	113b	87.6a	25.90a	6408ab
TK 9	13.94b	95c	87.6a	25.03b	5591c
TCS 10	12.27c	123a	86.9a	25.84a	6552a
<b><u>Semi-organic farming</u></b>					
TN 67	14.16a	101b	87.1ab	25.48ab	6109a
TC 189	13.23a	103b	90.0a	25.26b	5947ab
TK 6	11.67b	121a	88.6a	26.03a	6026a
TK 9	13.10a	97b	80.8c	25.58ab	5487b
TCS 10	11.02b	132a	83.8bc	25.51ab	6310a
<b><u>Organic farming</u></b>					
TN 67	12.51a	105bc	85.5b	25.32abc	5864b
TC 189	12.64a	109b	89.7a	24.66c	5753b
TK 6	12.06a	108b	89.1a	25.78a	6051ab
TK 9	12.72a	97c	84.0b	25.50ab	5449b
TCS 10	11.33a	132a	86.5ab	25.01bc	6541a

<sup>1</sup> Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each farming, respectively.

#### (四)對稔實率之影響

由綜合變方分析結果，顯示一期作水稻稔實率在年度間呈極顯著差異，1996年之稔實率90.13%為最高；1998年之稔實率80.07%為最低(表六)。耕作法間亦有顯著差異，化學栽培與全有機栽培之稔實率為87.1%與87.0%，分別較半有機栽培之稔實率85.9%，顯著高出1.2與1.1%(表七)。品種間亦呈極顯著差異，臺中189號一期作之稔實率表現最優，以臺梗9號表現最差(表八)。年度與耕作法間有極顯著交感，1996年以化學栽培為最低；1997年以半有機栽培為最低；1998及1999年三種耕作法之稔實率相似；2000年則因半有機及全有機栽培之穗數顯著高於化學栽培者，同時一穗粒數亦偏高，因產量構成要素之間具有互補作

用，致使半有機及全有機栽培之稔實率低於化學栽培之稔實率(表九)。耕作法與品種之間亦有極顯著交感，化學栽培與全有機栽培五個參試品種之稔實率表現相似，半有機栽培以臺梗9號表現最差(表十)。

#### (五)對千粒重之影響

由綜合變方分析結果，顯示一期作水稻千粒重在年度間呈極顯著差異，2000年一期作之千粒重26.48 g 為最高；1996及1997年之千粒重24.75及24.69 g為最低(表六)。耕作法間亦有極顯著差異，半有機栽培較化學栽培及全有機栽培高1.07及1.19% (表七)。品種間亦呈極顯著差異，以臺梗6號表現最優，臺中189號表現最差(表八)。年度與耕作法間有顯著交感，1996及1998年均以半有機栽培表現為最優，以化學栽培及全有機栽培表現為最差；1997及1999年三種耕作法表現相似；2000年以化學栽培表現為最優，以半有機及全有機栽培表現為最差(表九)。耕作法與品種間亦有極顯著交感，化學栽培以臺農67號及臺中189號表現最差。半有機及全有機栽培均以臺中189號表現最差(表十)。

綜合一期作試驗結果。1996至1999年化學栽培之平均穗數均高於半有機及全有機栽培之穗數。2000年半有機及全有機栽培之穗數，則顯著高於化學栽培之穗數。顯示每公頃施用4噸菜籽粕肥料，1/2做為基肥，1/4做為追肥，1/4做為穗肥。一期作必須持續九個期作有機栽培後，有機栽培之穗數才能達到化學栽培之水準。半有機栽培以臺農67號之穗數表現最高。全有機栽培以臺梗9號之穗數表現最高。半有機及全有機栽培，均以臺中秈10號之穗數表現最差。在水稻一穗粒數方面，半有機及全有機栽培之平均一穗粒數，均較化學栽培為高。水稻半有機及全有機栽培之一穗粒數，均以臺中秈10號表現較優，以臺梗9號表現較差。在稔實率方面，全有機栽培與化學栽培之稔實率表現相同，以半有機栽培為最低。化學栽培與全有機栽培五個參試品種之稔實率表現相似，半有機栽培以臺梗9號表現最差。在千粒重方面，半有機栽培為最高，全有機栽培與化學栽培相似。水稻半有機及全有機栽培之千粒重，均以臺梗6號表現較優，以臺中189號表現較差。1996年一期作全有機栽培具有較高之一穗粒數及稔實率，產量顯著較化學栽培者為高。1997年級1999年一期作全有機栽培發生嚴重胡麻葉枯病，致使穗數顯著較化學栽培者為低，嚴重影響產量。1998年一期作全有機栽培與化學栽培之產量及產量構成要素之間，均無顯著差異。2000年一期作具有較高之穗數及一穗粒數，產量亦顯著高於化學栽培者。顯示全有機栽培，病蟲害發生程度是影響產量最重要原因之一。每公頃施用4噸菜籽粕(1/2基肥、1/4追肥及1/4穗肥)，排除病蟲害之影響，一期作產量應可達到與化學肥料栽培相似之水準。半有機或全有機栽培，均以臺中秈10號具有較高之一穗粒數，產量表現較優。以臺梗9號具有較低之一穗粒數及稔實率，產量表現為最差。

## 二、對二期作水稻生育之影響

將1995至2000年二期作之各項農藝性狀，進行綜合變方分析(表十一)。

### (一)對產量之影響

由綜合變方分析結果，顯示二期作水稻產量，年度間呈極顯著差異，1997年二期作之平均產量5,105 kg/ha為最高；其次為1995、1996及2000年二期作；1998及1999年二期作因



水稻倒伏產量顯著降低，1998年二期作併發嚴重稻縱捲葉蟲危害，致使其平均產量3,662 kg/ha為最低(表十二)。耕作法間亦呈極顯著差異，化學栽培分別較半有機及全有機栽培高2.62及6.46% (表十三)。品種之間亦呈極顯著差異，以臺中秈10號的表現最優，臺梗9號表現最差(表十四)。年度與耕作法間有極顯著交互，1995及1998年三種耕作法無顯著差異；1996及1997年化學栽培均顯著高於半有機及全有機栽培；1999年以半有機栽培的表現為最差；2000年則以全有機栽培的表現為最差(表十五)。耕作法與品種之間亦有極顯著交互，化學栽培與半有機栽培均以臺中秈10號之產量表現為最優；全有機栽培則以臺農67號之產量表現為最優，其次為臺中秈10號；三種耕作法均以臺梗9號之產量表現為最差(表十六)。

表十一、不同年度、耕作法及品種對水稻農藝性狀影響之綜合變方分析(1995~2000年二期作)  
Table 11. Combined analyses of variance(F-values) for agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, semi-organic, and organic farming (2nd crop, 1995~2000)

Source of variation	df	Panicle No./hill	Grain No./panicle	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
Year (Y) <sup>1</sup>	5	35.64** <sup>2</sup>	95.67**	414.82**	117.56**	81.71**
Farming (F) <sup>1</sup>	2	1.79	4.10*	47.17**	68.56**	13.86**
Y×F	10	4.95**	7.92**	34.02**	4.07**	7.99**
Variety (V) <sup>1</sup>	4	53.12**	10.46**	227.43**	135.00**	19.64**
Y×V	20	5.35**	10.26**	12.57**	16.50**	4.93**
F×V	8	6.38**	3.90**	12.94**	14.28**	2.38**
Y×F×V	40	4.63**	4.52**	7.09**	6.72**	1.51*

<sup>1</sup>Year: 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, and 2000.

F: Farming systems: Conventional farming, semi-organic farming, and organic farming.

V: Varieties includes Japonica rice Tainung 67 (TN 67), Taichung 189 (TC 189), Tai keng 6 (TK 6) and Tai keng 9 (TK 9), and Indica rice Taichung sen 10 (TCS 10).

<sup>2</sup>\*,\*\*: 5% and 1% significance levels, respectively.

表十二、不同年度間二期作水稻農藝性狀之差異(1995~2000年)

Table 12. Agronomic performances of rice on the second crop from 1995 through 2000

Year	Panicle No./hill	Grain No./panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
1995	9.43e <sup>1</sup>	105b	90.5b	25.54a	4630b
1996	10.41d	94cd	91.4a	24.99b	4730b
1997	10.82cd	115a	81.6e	25.18b	5105a
1998	11.16bc	95c	77.2f	23.64c	3662d
1999	11.50b	93cd	82.3d	25.59a	4347c
2000	12.06a	91d	85.8c	25.04b	4691b

<sup>1</sup>Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表十三、不同耕作法間對二期作水稻農藝性狀之影響(1995~2000年)

Table 13. Agronomic performances of rice on the second crop as affected by conventional, semi-organic, and organic farming (1995~2000)

Farming	Panicle	Grain	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
	No./hill	No./ panicle	%	g	kg/ha
Conventional	10.74a <sup>1</sup>	100a	85.2b	25.10b	4662a
Semi-organic	10.94a	98b	85.8a	25.32a	4543b
Organic	11.02a	98b	83.3c	24.57c	4379c

<sup>1</sup> Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表十四、不同水稻品種二期作之農藝性狀表現(1995~2000年)

Table 14. Agronomic performances of five rice cultivars on the second crop (1995~2000)

Cultivar	Panicle	Grain	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
	No./hill	No./ panicle	%	g	kg/ha
TN 67	11.25b <sup>1</sup>	97b	87.1b	25.23b	4640b
TC 189	10.57c	97b	88.1a	24.35c	4409c
TK 6	9.97d	102a	86.4c	25.85a	4491c
TK 9	10.19cd	96b	83.4d	25.34b	4265d
TCS 10	12.50a	102a	79.0e	24.21c	4835a

<sup>1</sup> Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

## (二)對穗數之影響

由綜合變方分析結果，顯示在水稻穗數方面，年度間呈極顯著差異，2000年每叢穗數為12.06，較1995之9.43，高出27.89% (表十二)。耕作法間差異不顯著(表十三)。品種間呈極顯著差異，以臺中秈10號表現最優，臺梗6號及臺梗9號表現最差(表十四)。年度與耕作法間有極顯著交互，1995年二期作以化學栽培表現最優；1996及1999年則以化學栽培表現最差；1997、1998及2000年，三種耕作法之穗數表現相似(表十五)。耕作法與品種間有極顯著交互，化學栽培及半有機栽培均以臺中秈10號表現較優，全有機栽培則以臺農67號表現較優(表十六)。

## (三)對一穗粒數之影響

由綜合變方分析結果，顯示二期作水稻一穗粒數在年度間呈極顯著差異，1997年平均一穗粒數115為最高，2000年平均一穗粒數91最低(表十二)。耕作法間亦有顯著差異，化學栽培之平均一穗粒數100為最高，半有機及全有機栽培之平均一穗粒數均為98表現較低(表十三)。品種間亦呈極顯著差異，以臺梗6號及臺中秈10號表現最優(表十四)。年度與耕作法間有極顯著交互，1996年以化學栽培表現最優；1997年則以全有機栽培之表現最優；其餘年度之二期作，三種耕作法之一穗粒數表現相似(表十五)。耕作法與品種間有極顯著交互，化學栽培以臺梗6號表現較優，臺梗9號表現最差；半有機栽培五個參試品種表現相似；全有機栽培則以臺中秈10號表現較優，以臺農67號之一穗粒數表現較差(表十六)。

表十五、年度間不同耕作法間對二期作水稻農藝性狀之影響(1995~2000年)

Table 15. Agronomic performances of rice as affected by conventional, semi-organic, and organic farming on the second crop from 1995 through 2000

Farming	Panicle No./hill	Grain No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
<b>1995</b>					
Conventional	10.05a <sup>1</sup>	104a	91.9a	25.90a	4446a
Semi-organic	9.26ab	104a	90.4b	25.88a	4691a
Organic	8.97b	106a	89.1b	24.85b	4753a
<b>1996</b>					
Conventional	9.45b	105a	92.4a	25.22a	4989a
Semi-organic	10.69a	89b	90.3b	25.18a	4638b
Organic	11.09a	89b	91.6a	24.57b	4563b
<b>1997</b>					
Conventional	11.07a	111b	83.4a	25.09b	5522a
Semi-organic	10.91a	114b	83.6a	25.77a	5047b
Organic	10.50a	121a	77.6b	24.67c	4748c
<b>1998</b>					
Conventional	11.47a	96a	73.4c	23.45b	3713a
Semi-organic	10.78a	96a	80.2a	24.16a	3666a
Organic	11.23a	92a	78.1b	23.30b	3609a
<b>1999</b>					
Conventional	10.71b	95a	81.1b	25.77a	4397a
Semi-organic	11.73a	93a	83.2a	25.68a	4198b
Organic	12.07a	90a	82.7a	25.33b	4447a
<b>2000</b>					
Conventional	11.67a	91a	89.2a	25.15a	4904a
Semi-organic	12.27a	93a	87.3b	25.26a	5017a
Organic	12.24a	90a	80.8c	24.71b	4153b

<sup>1</sup> Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each year, respectively.

#### (四)對稔實率之影響

由綜合變方分析結果，顯示二期作水稻稔實率在年度間呈極顯著差異，1996年之91.41%為最高，1998年之77.23%為最低(表十二)。耕作法間亦有極顯著差異，半有機栽培之稔實率85.84%為最高，顯著高於化學栽培之85.22%及全有機栽培之83.33%(表十三)。品種間亦呈極顯著差異，以臺中189號表現最優，臺中秈10號表現最差(表十四)。年度與耕作法間有極顯著交互作用，1995、1997及2000年二期作均以化學栽培之稔實率為最高；1998年以半有機栽培之稔實率為最高；1998年則以半有機及全有機栽培之稔實率為最高(表十五)。

耕作法與品種間有極顯著交感，化學栽培五個參試品種之稔實率表現相似；半有機栽培以臺中189號表現較優，以臺中秈10號表現較差；全有機栽培則以臺農67號表現較優，以臺中秈10號表現較差(表十六)。

表十六、耕作法間對不同水稻品種農藝性狀之影響(1995~2000年二期作)

Table 16. Agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, semi-organic, and organic farming (2nd crop, 1995~2000)

Cultivar	Panicle No./hill	Grain No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
<b>Conventional farming</b>					
TN 67	11.23b <sup>1</sup>	98b	86.0a	25.01bc	4716ab
TC 189	10.11cd	100ab	88.1a	24.48c	4388b
TK 6	9.17d	106a	87.2a	26.07a	4600b
TK 9	10.27c	97b	83.8a	25.44b	4496b
TCS 10	12.89a	102ab	81.1a	24.49c	5110a
<b>Semi-organic farming</b>					
TN 67	10.50b	101a	87.3ab	25.67b	4670ab
TC 189	10.99b	96a	89.6a	24.76c	4447b
TK 6	10.50b	101a	88.7a	26.55a	4427b
TK 9	9.98b	94a	84.8b	25.72b	4277b
TCS 10	12.73a	98a	78.8c	23.91d	4893a
<b>Organic farming</b>					
TN 67	12.06a	94b	88.4a	25.08a	4545a
TC 189	10.60b	95b	86.7ab	23.82c	4391ab
TK 6	10.24b	100ab	83.2bc	24.92ab	4448a
TK 9	10.34b	97ab	81.7c	24.87ab	4021b
TCS 10	11.88a	106a	77.0d	24.24bc	4501a

<sup>1</sup>Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each farming, respectively.

#### (五)對千粒重之影響

由綜合變方分析結果，顯示二期作水稻千粒重在年度間呈極顯著差異，1995及1999年之千粒重為最高；1998年之千粒重為最低(表十二)。耕作法間亦有極顯著差異，半有機栽培分別較化學栽培及全有機栽培高0.88及3.05%(表十三)。品種間亦呈極顯著差異，以臺梗6號表現最優，而臺中189號及臺中秈10號表現最差(表十四)。年度與耕作法間有極顯著交感，1997及1998年均以半有機栽培之千粒重為最高；1995、1996、1999及2000年二期作以化學栽培及半有機栽培表現為最優；全有機栽培則在所有年度之二期作，其千粒重之表現為最差(表十五)。耕作法與品種間有極顯著交感，化學栽培與半有機栽培均以臺梗6號表

現較優，以臺中秈10號表現較差；全有機栽培以臺農67號表現較優，以臺中189號表現較差(表十六)。

綜合二期作試驗結果，三種耕作法間，穗數表現相似；二期作水稻半有機及全有機栽培，均以臺中秈10號穗數表現最優。在水稻一穗粒數方面，半有機及全有機栽培之平均一穗粒數，六個二期作當中有四個三種耕作法之一穗粒數表現相似；水稻半有機及全有機栽培之一穗粒數，均以臺中秈10號表現較優，以臺梗9號表現較差。在稔實率方面，全有機栽培之稔實率顯著偏低，以半有機栽培為最高；化學栽培五個參試品種之稔實率表現相似，半有機栽培以臺中189號表現較優，以臺中秈10號表現較差。全有機栽培則以臺農67號表現較優，以臺中秈10號表現較差。在千粒重方面，以半有機栽培為最高，全有機栽培較化學栽培為低；水稻半有機栽培，以臺梗6號表現較優，以臺中秈10號表現較差，全有機栽培則以臺農67號表現較優，以臺中189號表現較差。二期作全有機栽培在1995、1998及1999年之產量表現，均與化學栽培者相似，1996、1997及2000年全有機栽培之產量，則較化學栽培者為低；半有機栽培在1995、1998及2000年之產量表現，均與化學栽培者相似，1996、1997及1999年半有機栽培之產量，則較化學栽培者為低。整體評估二期作水稻全有機栽培之產量，略低於化學栽培法，主要原因為全有機栽培在水稻生育後期發生較嚴重之病蟲害，導致稔實率及千粒重顯著較化學栽培者為低所致。每公頃施用4噸菜籽粕(1/2基肥、1/4追肥及1/4穗肥)，產量應可達到與化學肥料栽培相似之水準。二期作水稻，無論半有機及全有機栽培，均以臺中秈10號及臺農67號，因具有較高的穗數，產量表現最優。臺梗9號具有較低之穗數、一穗粒數及稔實率，產量表現為最差。

水稻產量構成要素中，以穗數及一穗粒數對產量之影響最顯著，因此國內對於肥料之施用，著重於基肥、追肥及穗肥之施用，以利適時適量提供水稻生長所需之養分吸收。營養元素係以簡單之離子型態被水稻吸收，而有機質肥料之營養成分須經土壤中微生物分解，產生二氧化碳及可供植物利用之氮( $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 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)。也有部分過程中，營養成份被微生物吸收，進行同化作用，轉化成微生物組織，這種現象謂之“固化作用”(immobilization)。被固定之營養經一段時間後，微生物體死亡，將進行再礦化作用(rem mineralization)，將有機物再轉化成無機物，供植物吸收利用<sup>(5)</sup>。因此有機質養分之淨礦化為礦化作用與固化作用之動態平衡，主由土壤微生物及土壤環境所支配，其間相互作用關係非常複雜<sup>(12)</sup>。一般而言有機質的C/N比值若超過30則會有生物固定化作用發生<sup>(14)</sup>。Muller等(1988)<sup>(8)</sup>則指出，有機質氮的釋放隨木質素(lignin)及半纖維素(hemicellulose)含量的增加而減少，但隨纖維素(cellulose)及氮濃度的增加而增加，顯然有機質的化學組成不同，對於氮礦化作用會有決定性的影響。本試驗使用之有機質肥料菜籽粕，C/N比為6.19，氮含量為6.2%，材質大部分為纖維素。試驗結果顯示水稻全有機栽培，每公頃施用4噸菜籽粕(總氮供應量為248 kg)，2噸做為基肥、1噸做為追肥及1噸做為穗肥，可以提供水稻營養生長期及幼穗形成期所需之養分吸收，其產量仍可達到

與化學栽培(總氮供應量為120 kg)相似之結果，可以做為水稻全有機栽培，有機質肥料施用之參考。

## 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 永續農業研討會專集 臺中區農業改良場編印。
2. 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。
3. Broadbent, F. E. and T. Nakashima. 1970. Nitrogen immobilization in flood soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34: 218-221.
4. De Datta, S. K. 1989. Integrated nutrient management in relation to soil fertility in lowland rice-based cropping systems. p.156-157. *In* IRRI (ed.) *Rice Farming Systems*. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
5. Haynes, R. J. 1986. The decomposition process: Mineralization, immobilization, humus formation, and degradation. p.52-109. *In* R. J. Haynes (ed.) *Mineral nitrogen in the plant-soil systems*. Academic Press. New York.
6. 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.
7. Meelu, O. P. and R. S. Rekhi. 1981. Mung straw management and nitrogen economy in rice culture. *Int. Rice Res. Newsl.* 6.
8. Muller, M. M., V. Sundman, O. Soininvaara and A. Merilainen. 1988. Effect of chemical composition on the release of nitrogen from agriculture plant materials decomposing in soil under field conditions. *Biol. Fertil. Soils* 6: 78-83.
9. Naidu, M. 1981. Studies on the appropriate proportion of organic and chemical fertilizers. MS thesis. Tamil Nadu Agricultural University. Coimbatore.
10. Oh, W. K. 1984. Effects of organic matter on rice production. p.477-488. *In* IRRI (ed.) *Organic Matter and Rice*. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
11. Reganold, J. P. 1989. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. *Amer. J. Alternative Agri.* 3:144-155.
12. Stevenson, F. J. 1986. The interal cycles of nitrogen in soils. p.155-215. *In* F. J. Stevenson (ed.) *Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*.

13. 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 .
14. Yaacob, O. and G. J. Blair. 1980. Mineralization of  $^{15}\text{N}$ -labelled legume residues in soils with different nitrogen contents and its uptake by rhodes grass. *Plant and Soil*. 57: 237-248.

# Effects of Long Term Application of Rape Seed Meal on the Growing of Rice<sup>1</sup>

Jiann-Feng Lee<sup>2</sup>, Yung-Wu Chen<sup>2</sup>, Shih-Shiung Chen<sup>3</sup> and Yi-Fong Tsai<sup>2</sup>

## ABSTRACT

Field experiments were carried out on Taichung DARES from 1995 through 2000 to investigate the effects of long term application of rape seed meal on the growth of five rice cultivars, i.e., Tainung 67, Taichung 189, Tai keng 6 and Tai keng 9 of Japonica type, and Taichung sen 10 of Indica type. Conventional, semi-organic and organic farming were conducted in this study. Experimental results revealed that organic farming had higher yield than that of conventional farming on the first crop of 1996 and 2000. Organic farming showed no significant difference yield as compared to that of conventional farming on the second crop of 1995, 1998 and 1999. The results revealed that rape seed meal 2 ton/ha served as base fertilizers, 1 ton/ha served as top-dressing, and 1 ton/ha served at panicle initiation were practiced, that enough applied adsorption on growing of rice. On the second crop, organic farming had lower seed setting and 1,000-grain weight than that of conventional farming, organic farming had more serious diseases and pests that was the main effect factor. On the organic farming system, Taichung Sen 10 had higher kernels per panicle and yield than other cultivars. Tai Keng 9 had lower kernels per panicle, seed setting and yield than other cultivars.

**Key words:** rice (*Oryza sativa* L.), rape seed meal, growth.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0593 from Taichung DARES.

<sup>2</sup> Assistant Agronomist, Director of Taichung DARES and Assistant Soil Scientist.

<sup>3</sup> Professor of Department of Agriculture, National Chung Hsin University.