

不同綠肥作物對二期稻作產量與米質之影響¹

許愛娜²、沈勳²

摘 要

2002~2005年分別在第一期作栽培綠肥作物田菁、青皮豆與太陽麻，另於前一年冬季裡作栽培綠肥作物埃及三葉草、苕子與油菜，加上未種任何綠肥之對照區，共七個處理，探討不同綠肥作物如何影響第二期作兩個水稻品種產量與米質之表現。結果顯示品種是影響各性狀表現的最重要因素，年度次之，至於綠肥處理則影響到部份性狀之表現，同時又多以一期作種綠肥處理優於裡作種綠肥處理。一期作種綠肥處理對於臺梗8號產量確有明顯增進效果，三個處理中以田菁效果產量較高，至於產量較差之裡作種綠肥處理則以埃及三葉草與油菜較高產，臺中秈10號產量則較不易受到綠肥處理之影響。兩個品種的碾米品質隨年度增加有下降的現象，以短圓的臺梗8號優於細長的臺中秈10號，較未受到不同綠肥作物之影響。白米外觀部分，臺梗8號與臺中秈10號在三個一期作種綠肥處理皆以青皮豆處理之心腹白最多，而三個裡作種綠肥處理中則都以油菜處理最多。米質理化性狀影響最明顯的為粗蛋白質含量，在兩個品種一期作處理皆以青皮豆最低，雖然臺中秈10號直鏈澱粉含量較臺梗8號平均低了近2%，但後者之凝膠展延性卻表現得更軟，顯示栽培不同綠肥影響米質理化性狀的效果以臺梗8號較佳。所有綠肥作物處理進行三年後，臺梗8號與臺中秈10號都有米飯外觀變好、口感增進、更粘、更軟、總評轉佳的米飯食味品質提昇現象。至於代表糙米品質的整粒率，臺梗8號並未受到年度與不同綠肥作物之影響，臺中秈10號則以一期作種青皮豆處理較低。

關鍵字：二期稻作、綠肥作物、稻米產量、米質。

前 言

由於國民生活水準提高並符合現代講求快速便利，加上餐飲西化以及其他各類食品消費量逐漸增加，擠壓到國人主食的米飯逐漸式微，甚至有稻米生產過剩的情景出現，為紓解此種狀況，提高稻米品質與休耕是政府採取因應政策的其中手段，但近年來由於農村勞力減少，工資高漲，休耕後如果疏於管理任田地荒蕪，不但雜草滋生，且會成為病蟲害及鼠害的溫床，不僅對稻田土壤肥力之維持影響頗大，且對休耕及鄰近未休耕之農田造成不良影響⁽¹⁹⁾，更有

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0721 號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員、援外技士。

甚者因長期施用殺草劑，引起土壤性質劣變，甚至破壞了灌溉系統，亦影響鄰近農田之作物栽培⁽¹⁵⁾。

臺灣氣候高溫多雨，土壤中礦物與有機物分解迅速，可提供植物養份的必要元素含量低，物理與化學性劣化，天然肥力貧瘠，而且一年二至三作集約栽培，使地力消耗嚴重⁽¹⁸⁾，加上一般農業經營理念仍過分依賴化學肥料、殺草劑與農藥，以致土壤地力日漸衰退，且農作物之生產容易遭受農藥污染⁽¹⁰⁾。建立適當的輪作系統，特別是加入豆科綠肥作物，以維護長期地力之生產，相當重要，本田輪作綠肥作物，不但可以增加土壤肥力，亦可降低土壤總體密度，改善土壤理化性質，增加後作物產量⁽¹⁸⁾。除豐產外，有肥沃健康的土壤，才有品質優良的農產品^(2,24)。

綠肥在農業生產上的目的，是提供主作栽培前土壤最佳生產環境，由於綠肥翻埋後，經一段時間微生物分解成為可溶性肥份，可直接供作物攝取，部分較不易分解的木質部纖維轉變成棕黑色腐植質，成為土壤中的有機質，具有調和土壤質地、物理性、化學性和生物性的功能，為維繫地力最簡便有效的方法⁽¹⁹⁾。其他尚具有覆土防止雜草、水土保持、控制部份昆蟲、病菌孢子及雜草種子之傳播、禽畜飼料、人類蔬食、提供蜜源及景觀美化等作用⁽¹⁸⁾。

將綠肥作物納入當地輪作系統，與主作物配合形成一種最適合當地的輪作制度，是維護地力與維持農作生產並行的耕作方法⁽²⁰⁾。綠肥可大分為豆科與非豆科，種類繁多，由於豆科植物根部與固氮微生物共生形成根瘤菌，可固定空氣中的游離氮素，再供應給豆科植物利用，豆科綠肥作物固定的氮，轉變為有機氮，綠肥掩埋後被分解後緩慢釋出氮肥，提供後作物所需一部分的氮肥來源，又同時可提供大量的有機物質，增加土壤有機質含量，對土壤物理、化學及生物性的改善助益頗大⁽²⁰⁾。非豆科綠肥雖不具固氮功能，無法增加土壤中的養分，但可利用土壤中多餘的養分，掩施分解後將養分回歸土壤中供後作物利用，同時也如同豆科綠肥一樣可提供大量的有機物質，增加土壤有機質含量，對土壤物理、化學及生物性的改善具有相同的效果⁽²⁰⁾，都可使土壤保持良好的生產狀態^(7,10)。稻田轉作休耕之綠肥作物，春作為太陽麻、田菁、虎尾青皮豆及琉球大豆，夏作則以田菁為宜^(15,18)。青皮豆綠肥或其他綠肥對於水稻產量或米質之影響已有研究^(12,13,17)，更極盼明瞭多種常見綠肥作物對於稻米產量與米質之影響，故本試驗擬續在第一期作與冬季裡作分別栽培六種常見綠肥作物，並對於其影響第二期作水稻產量與米質進行三年期之探討。

材料與方法

一、試驗材料：

- (一)水稻品種：臺梗8號(Taikeng 8, TK8)與臺中秈10號(Taichung sen 10, TCS10)。
- (二)綠肥作物：田菁(*Sesbania roxburghii* Merr.)、青皮豆(Ching-Pyi soybean, *Glycine max* L.)、太陽麻(sun hemp, *Crotalaria juncea* L.)、埃及三葉草(Egyptian clover, *Trifolium alexandrinum* L.)、荳子(hairy vetch, *Vicia dasycarpa* Ten.)與油菜(rapeseed, *Brassica napus* L.)等六種。

二、試驗方法：

- (一)試驗年期：2002年冬裡作至2005年第二期作。
- (二)試驗地點：彰化縣大村鄉臺中區農業改良場試驗田。
- (三)田間設計：

選取前作未進行任何肥料試驗之田地，採裂區設計，二重複，小區面積為100 m²。於一期作或前一年冬季裡作擇適期撒種栽培不同綠肥作物，並稍翻動土壤進行覆蓋，綠肥生長期間不做任何處理，冬裡作栽培者，俟下一期作種植前之整地時，而一期作栽培者，在生育約兩個半月後，將整株攪碎耕犁混入土壤中。各種綠肥之撒種量分別為田菁3公斤/分地、青皮豆5公斤/分地、太陽麻3公斤/分地、埃及三葉草1.5公斤/分地、苕子2公斤/分地與油菜0.9公斤/分地。

1.主區處理：

- (1)一期作種青皮豆，二期作栽培水稻，冬季裡作休耕。
- (2)一期作種田菁，二期作栽培水稻，冬季裡作休耕。
- (3)一期作種太陽麻，二期作栽培水稻，冬季裡作休耕。
- (4)一、二期作皆栽培水稻，冬季裡作種埃及三葉草。
- (5)一、二期作皆栽培水稻，冬季裡作種苕子。
- (6)一、二期作皆栽培水稻，冬季裡作種油菜。
- (7)一、二期作皆栽培水稻，冬季裡作休耕，不種任何綠肥作為對照處理(Control, CK)。

一期作或裡作有種植綠肥小區的下一期作或次年二期作水稻，皆減施第一次追肥(氮肥全量之20%)；但對照處理區(CK)不減施氮肥，其他田間作業皆按正常良質米栽培管理方式。

2.副區處理：兩個水稻品種。

(四)調查項目：

- 1.水稻農藝性狀與產量(agronomic performances and grain yield)：株高(plant height)、穗重(panicle weight)、每欖穗數(panicle number per hill)、穗長(panicle length)、每穗稔實粒數(seed setting per panicle)、糙米千粒重(1,000 grain weight of brown rice)、公頃產量(grain yield)。
- 2.碾米品質⁽⁵⁾(milling quality)：糙米率(percentage of brown rice)、白米率(percentage of milled rice)、完整米率(percentage of head rice)。
- 3.白米外觀⁽⁵⁾(appearance of milled rice)：透明度(translucency)、心白(white center)、腹白(white belly)、白度(whiteness)。
- 4.米質理化性狀(physicochemical property of rice quality)：直鏈澱粉含量⁽²⁶⁾(amylose content)、粗蛋白質含量⁽²³⁾(crude protein content)、鹼性擴散值^(27,28)(alkali spreading value)、凝膠展延性⁽²⁵⁾(gel consistency)。

5. 米飯食用品質(eating quality of cooked rice)官能檢定^(5,11)：外觀(appearance)、香(aroma)、口味(flavor)、粘性(cohesion)、硬性(hardness)、食味總評(overall)。
6. 糙米品質⁽⁹⁾(brown rice quality)：整粒(whole kernel)率、未熟粒(immature kernel)率、胴裂粒(cracked kernel)率、異形粒(off-shape kernel)率、死米(dead kernel)率、茶米(brown kernel)率、著色粒(colored kernel)率、碎粒(broken kernel)率、發芽粒(sprouted kernel)率。

(五)統計分析：

將上述各調查性狀進行綜合變方分析⁽⁴⁾，但其中白米外觀各項目之等級值與米飯食味官能檢定由品評人員所評定各項目之分數，須先經過常態分數(normal score)轉換後，才進行統計分析。

結果與討論

本試驗所採用之六種綠肥作物，除油菜屬十字花科⁽²⁰⁾外，青皮豆、田菁、太陽麻、埃及三葉草、苕子等皆屬豆科^(1,2)。綠肥作物最吸引人的優點為生長期短，且能於短時間內蓄積豐富營養成分，通常在開花結莢之幼嫩期，將植株掩埋入土壤中，可取代部分的化學肥料，增加土壤肥力，有效降低生產成本⁽³⁾。由於本次研究是在第一期作三月上旬播種田菁、青皮豆、太陽麻等三種綠肥作物，生育初期之氣溫較低，於播種後約兩個半月掩埋入土壤中，田菁株高為1.3~2.2 m，太陽麻株高為1.1~2.3 m，至於青皮豆株高僅約77~99 cm，三者之株高普遍較上述三種綠肥栽培於第二期作者⁽¹²⁾為低。每平方公尺乾物重就田菁、太陽麻與青皮豆言，依序分別為2.09、1.23、1.38 kg，若與上述三種綠肥曾栽培在第二期作⁽¹²⁾比較，相同的是太陽麻之乾物重仍是三者中最低，不同的是第一期作栽培青皮豆之表現轉為居中，且和太陽麻相近，三者中以田菁最高，就其原因為第二期作栽培的青皮豆⁽¹²⁾會在掩埋後再次發芽出土，形成自然連作的綠肥，而第一期作栽培之青皮豆並無此現象。裡作栽培之埃及三葉草、苕子、油菜，每平方公尺乾物重依序分別為0.73、0.32、0.5 kg，也於播種後約9~10週掩埋入土壤中，雖然生育日數和第一期作栽培之田菁、青皮豆、太陽麻等三種綠肥作物相差不多，但由於生長環境之溫度長期偏低，不僅乾物重無法和前述一期作栽培之三種綠肥作物相提並論，加上中間再間隔一期稻作已吸收利用裡作綠肥營養，對於二期稻作之影響應不及第一期作栽培之綠肥⁽¹²⁾。

由前一年裡作以及同年第一期作栽培不同綠肥作物後，接續之第二期作再栽培水稻其農藝性狀與產量之變方分析(表一)可知，年度間具有顯著或極顯著差異只出現在株高、穗重、糙米千粒重等三個性狀，而不同綠肥處理間之顯著或極顯著差異只表現在株高、糙米千粒重與產量等三個性狀，在所有八個調查性狀除了株高與產量外，其他六個農藝性狀之極顯著差異則都出現在不同品種間，其中又僅有糙米千粒重是完全受到年度、綠肥處理與品種等三個單獨因子的影響，而株高受到年度與綠肥處理兩個因子的影響，穗重還受到年度因子的影響，至於產量之差異則只出現在不同綠肥處理間。從表一之三個因子彼此間的交感作用，達顯著

水準以上者，糙米千粒重有四項為最多，每櫛穗數有三項，株高與產量有兩項，穗長與每穗粒數各只有一項，其中最多的有六個農藝性狀之顯著性是出現在年度與品種兩個因子之交感作用。故各農藝性狀與產量並無法完全以單獨因子作為解釋，若須詳細探究時，應就相關顯著項目進行有關因子組合後的個別探究。由於產量之年度×品種以及綠肥處理×品種皆達顯著水準，故將兩個品種分開探討其與不同年度與不同綠肥處理之表現。

表一、栽培不同綠肥作物後二期作水稻農藝性狀與產量綜合變方分析之均方值

Table 1. Combined analyses of variance for agronomic performances and yield of the 2nd rice crop after planting different green manure crops.

Source of Variation	df	Plant height	Panicle weight	Panicle number per hill	Panicle length	Seed setting per panicle	1,000 grain weight of brown rice	Grain yield
Year	2	1661.5** ²	1.91*	38.3	7.36	529.0	21.43**	505473
Block (Year)	3	3.3	0.13*	11.0**	0.94	98.7*	0.17*	512745
Treat ¹	6	205.0**	0.05	3.9	0.62	66.7	0.17*	1053886**
Treat×Block	6	13.7*	0.08	4.7	0.54	61.2	0.03	136252
Var ¹	1	8.7	0.29**	112.0**	788.75**	1638.6**	8.60**	608942
Year×Treat	12	12.4*	0.03	4.3	0.18	27.8	0.17*	144839
Year×Var	2	91.8**	0.10	18.5**	3.57**	136.6*	0.29*	684915*
Treat×Var	6	2.5	0.02	8.3**	0.23	29.2	0.27**	738592**
Year×Treat×Var	12	5.7	0.05	6.2**	0.38	48.3	0.29**	182222

¹Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

²**, * Significance at 0.01 and 0.05 levels, respectively.

分別探究兩個品種之農藝性狀與產量表現(表二)，發現臺梗8號在不同年度間公頃產量表現相同，介於4,438 ~4,610 kg之間，農藝性狀則多在第三年有稍降的趨勢；在不同綠肥處理間，除穗長外皆表現出明顯差異，其中株高與產量明顯地是以一期作栽培綠肥的三個處理高於裡作栽培綠肥與對照之四個處理，其他的如穗重、每櫛穗數、每穗稔實粒數也有類似的表現趨勢；不同綠肥處理間則小有差異，一期作綠肥處理產量介於4,733~5,053 kg之間，裡作綠肥處理產量介於3,700~4,250 kg之間，由於對照處理的結果多較接近裡作栽培綠肥處理，顯示一期作種綠肥處理對於二期臺梗8號產量確有明顯增進效果，三者中以田菁效果稍好。臺中秈10號在不同年度間，表現相同的第一、二年之公頃產量為4,720 kg與4,858 kg，明顯高於第三年之4,202 kg，各農藝性狀之表現亦多有第三年稍降之趨勢；不同綠肥處理間，產量並未表現出顯著差異，相同表現的尚有穗重、穗長、每穗稔實粒數等三項，公頃產量介於4,389~4,830 kg之間，和對照4,444 kg的表現並無差異，也說明臺中秈10號產量較不易受到綠肥處理之影響。前述與綠肥大豆輪作之一期作或二期作水稻產量均高於水稻連作區之結果相同⁽⁸⁾，原因為輪作綠肥大豆可以增加土壤有機質、總氮含量及有效性氧化鎂含量，有利於增加水稻產量⁽⁸⁾。

根據前作與去年裡作栽培不同綠肥作物後二期作水稻碾米品質之變方分析(表三)，顯示三個碾米率性狀之單因子顯著或極顯著差異只出現在年度與品種間。單因子彼此間的交感作用，除白米率與完整米率在年度與品種兩個因子間的交感作用，以及完整米率在年度與綠肥處理兩個因子間的交感作用，達到顯著水準以上外，其餘之交感作用皆為不顯著，故將兩個

表二、兩個品種在栽培不同綠肥作物後二期作水稻之農藝性狀與產量

Table 2. Agronomic performances and yield of the two varieties of the 2nd rice crop after planting different green manure crops

Variety	Crop season or Treatment	Plant height (cm)	Panicle weight (g)	Panicle number per hill	Panicle length (cm)	Seed setting per panicle (grain)	1,000 grain weight of brown rice (g)	Grain yield (kg/ha)
TK8	2003	105.8a ¹	2.47a	13.9a	18.0a	90.4a	21.8a	4438a
	2004	96.2b	2.46a	15.1a	17.7ab	90.8a	21.4a	4610a
	2005	94.4b	1.91b	13.9a	16.7b	79.5b	20.0b	4522a
	Ching-Pyi soybean planted in the 1st crop season	103.3a	2.27ab	15.3ab	17.6a	88.2ab	21.2ab	4733ab
	Sesbania planted in the 1st crop season	102.2a	2.26ab	16.0a	17.7a	85.7ab	21.2ab	5053a
	Sun hemp planted in the 1st crop season	103.2a	2.43a	14.8ab	17.7a	92.7a	20.8c	4963ab
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	96.0b	2.33ab	13.2b	17.8a	89.0ab	21.5a	4250bc
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	93.3b	2.19b	13.3b	17.2a	83.0b	21.0bc	3700c
	Rapeseed planted in the inter-crop season	96.5b	2.18b	14.5ab	17.1a	82.3b	20.9bc	4015bc
	Control (CK)	97.0b	2.31ab	13.0b	17.3a	87.3ab	21.0bc	4115bc
TCS10	2003	110.2a	2.25a	17.6ab	24.2a	77.9a	20.9a	4720a
	2004	93.4b	2.31a	17.9a	23.0b	80.7a	20.8a	4858a
	2005	94.6b	1.93b	14.4b	23.5b	75.6a	19.5b	4202b
	Ching-Pyi soybean planted in the 1st crop season	103.2a	2.19a	17.5a	24.0a	80.8a	20.7a	4538a
	Sesbania planted in the 1st crop season	104.7a	2.28a	15.0b	23.9a	78.0a	20.5abc	4440a
	Sun hemp planted in the 1st crop season	103.8a	2.19a	16.3ab	23.6a	79.8a	20.5abc	4830a
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	96.0b	2.15a	16.7ab	23.5a	77.7a	20.3cd	4559a
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	94.3b	2.09a	16.7ab	23.5a	77.3a	20.3bcd	4389a
	Rapeseed planted in the inter-crop season	97.0b	2.13a	17.3ab	23.3a	77.2a	20.6ab	4720a
	Control (CK)	97.0b	2.12a	16.8ab	23.5a	75.5a	20.2d	4444a

¹Values within the same column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

品種碾米品質分開，並探討其在不同年度間之表現。將兩個水稻品種的碾米品質分別不同年度列出(表三)，短圓形的臺梗8號在年度間之變化，三個性狀都以第二年為最高，白米率近七成五而完整米率近七成四，但第三年最差則分別降至七成二與近六成七。細長形的臺中秈10號在年度間之明顯變化只見於白米率與完整米率，仍以第二年居冠，分別近七成二與六成八，第三年最差，只有近六成六與五成九。相較於兩個品種，臺中秈10號由於先天粒形的關係，其碾米品質較臺梗8號為差。

表三、栽培不同綠肥作物後二期作水稻碾米品質比較

Table 3. Comparisons of milling quality for two rice varieties in three rice seasons under different green manure treatments

Crop season	Percentage of brown rice		Percentage of milled rice		Percentage of head rice	
	TK8	TCS10	TK8	TCS10	TK8	TCS10
2003	81.9b ³	78.0a	74.4b	70.4b	71.0b	64.1b
2004	82.4a	78.3a	75.2a	71.5a	73.9a	67.9a
2005	81.6b	77.9a	72.0c	65.9c	67.4c	58.9c
	Mean square		Mean square		Mean square	
Year	2.60* ²		151.06**		425.84**	
Block (Year)	0.11		0.22		1.46	
Treat ¹	0.12		0.14		1.92	
Treat×Block	0.07		0.30		1.48	
Var ¹	324.42**		449.43**		1056.48**	
Year×Treat	0.20		0.49		3.22*	
Year×Var	0.17		11.48**		11.53**	
Treat×Var	0.05		0.18		1.52	
Year×Treat×Var	0.06		0.22		1.98	

¹Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

²**, * Significance at 0.01 and 0.05 levels, respectively.

³Values within the same column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

從前作與去年裡作栽培不同綠肥作物之後作二期水稻白米外觀變方分析結果(表四)，說明年度、綠肥處理與品種是完全影響到心白與腹白的三個單獨因子，但對於白度只有年度因子造成極顯著影響。在三個因子互相間的交感作用，也只有白度在三個因子交感作用未表現出顯著差異外，其餘皆達極顯著水準。由於白米外觀之年度×品種以及綠肥處理×品種皆達顯著水準，故將兩個品種分開探討其與不同年度與不同綠肥處理之表現。

將兩個水稻品種在二期作之白米外觀表現分別列出(表五)，透明度都為3級，差異之表現是出現在心白、腹白與白度。若將心白與腹白等級數字相加，臺梗8號在第一年心腹白最少，第二、三年明顯增加，但第三年的白度才明顯變差；不同綠肥處理間，三個一期作種綠肥處理之心腹白明顯高於三個裡作種綠肥處理與對照，白度亦有相同現象，三個一期作種綠肥處理中以青皮豆處理之心腹白最多，田菁處理次之，而三個裡作種綠肥處理中則以油菜處理最

表四、栽培不同綠肥作物後二期作水稻白米外觀綜合變方分析之均方值

Table 4. Combined analyses of variance for milled rice grain appearance of the 2nd rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation	df	Translucency	White center	White belly	Whiteness
Year	2	0	0.3178** ²	0.4102**	63.47**
Block (Year)	3	0	0.0001	0.0002	1.13**
Treat ¹	6	0	0.0075**	0.0089**	3.79
Treat × Block	6	0	0.0001	0.0003	1.00**
Var ¹	1	0	0.0462**	0.7003**	0.36
Year × Treat	12	0	0.0052**	0.0032**	0.54**
Year × Var	2	0	0.2080**	0.2460**	35.95**
Treat × Var	6	0	0.0013**	0.0038**	1.24**
Year × Treat × Var	12	0	0.0011**	0.0020**	0.17

¹Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

² **, * Significance at 0.01 and 0.05 levels, respectively.

表五、兩個品種在栽培不同綠肥作物後二期作水稻之白米外觀

Table 5. Milled rice grain appearance of the two varieties of the 2nd rice crop after planting different green manure crops

Variety	Treatment	Translucency	White center	White belly	Whiteness
TK8	2003	3.00a ¹	0.13b	0.04c	38.1a
	2004	3.00a	0.03c	0.44a	38.0a
	2005	3.00a	0.16a	0.34b	37.1b
	Ching-Pyi soybean planted in the 1st crop season	3.00a	0.14a	0.32a	38.6a
	Sesbania planted in the 1st crop season	3.00a	0.12b	0.32a	38.6a
	Sun hemp planted in the 1st crop season	3.00a	0.11bc	0.30a	38.3ab
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	3.00a	0.10bc	0.21c	37.4abc
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	3.00a	0.09c	0.24bc	37.2bc
	Rapeseed planted in the inter-crop season	3.00a	0.09c	0.26b	37.2bc
	Control (CK)	3.00a	0.10bc	0.25b	36.8c
TCS10	1st year	3.00a	0.36a	0.05c	40.6a
	2nd year	3.00a	0.05b	0.08b	36.5b
	3rd year	3.00a	0.05b	0.15a	35.7b
	Ching-Pyi soybean planted in the 1st crop season	3.00a	0.22a	0.09b	37.9a
	Sesbania planted in the 1st crop season	3.00a	0.15bc	0.13a	37.5ab
	Sun hemp planted in the 1st crop season	3.00a	0.16b	0.09b	38.4a
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	3.00a	0.12d	0.08b	37.8ab
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	3.00a	0.13cd	0.08b	36.9b
	Rapeseed planted in the inter-crop season	3.00a	0.15bc	0.08b	36.9b
	Control (CK)	3.00a	0.14bcd	0.08b	37.7ab

¹Values within the same column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

多，苕子處理次之。臺中秈10號在不同年度間則以第一年的心腹白最多，第三年次之，第二年最少，白度之表現也是以第一年最高，第二、三年下降，和臺梗8號之表現稍有不同；不同綠肥處理間，相同於臺梗8號，仍以三個一期作種綠肥處理之心腹白明顯高於三個裡作種綠肥處理與對照，白度亦有相同現象，三個一期作種綠肥處理中亦以青皮豆處理之心腹白最多，太陽麻處理次之，而三個裡作種綠肥處理中亦以油菜處理稍多，苕子處理與埃及三葉草處理次之。但前述統計數字上的差異在實際肉眼之觀測上恐不易辨識。

由前作與去年裡作栽培不同綠肥作物後二期作水稻米質理化性狀之變方分析(表六)，除鹼性擴散值外，其餘三個性狀皆受到年度、綠肥處理與品種三個因子的影響。三個因子彼此互相間之交感作用，在三個理化性狀各有一項未達顯著水準，其餘各有四項達極顯著差異，故各米質理化性狀並無法完全以單一個因子作為解釋，若須詳細深究時，應就相關顯著項目進行有關因子組合的個別探究。由於米質理化性狀之年度×品種以及綠肥處理×品種皆達顯著水準，故將兩個品種分開探討其與不同年度與不同綠肥處理之表現。

表六、栽培不同綠肥作物後二期作水稻米質理化性狀綜合變方分析之均方值

Table 6. Combined analyses of variance for for physicochemical properties of rice quality of the 2nd rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation	df	Amylose content	Crude protein content	Alkali spreading value	Gel consistency
Year	2	8.455** ²	11.144**	0	364.01**
Block(Year)	3	0.003	0.063*	0	0.58
Treat ¹	6	0.093**	0.099**	0	4.76*
Treat × Block	6	0.008	0.004	0	1.17
Var ¹	1	77.338**	1.515**	0	56.68**
Year × Treat	12	0.036*	0.098**	0	3.26
Year × Var	2	0.974**	1.123**	0	64.39**
Treat × Var	6	0.079**	0.034	0	6.60**
Year × Treat × Var	12	0.027	0.045**	0	3.98*

¹Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

² **, * Significance at 0.01 and 0.05 levels, respectively.

將兩個品種之米質理化性狀分別列出(表七)，臺梗8號在不同年度間，直鏈澱粉含量在第三年才有增加0.6%的現象，粗蛋白質含量則有先增後降的現象，凝膠展延性在第二年即已明顯地變硬，第三年沒有變化；在不同綠肥處理間，直鏈澱粉含量以三個表現類似的一期作綠肥處理較三個裡作種綠肥處理與對照稍高，粗蛋白質含量在所有綠肥處理皆低於對照，但顯著差異是出現在一期作種綠肥處理，其中以一期作種青皮豆處理最低，凝膠展延性則多和對照表現類似，以裡作種苕子處理最硬。臺中秈10號在不同年度間，直鏈澱粉含量在第三年明顯增加1.2%，粗蛋白質含量亦有先增後降的現象，凝膠展延性同樣地在第二年明顯變硬，第三年沒有改變；不同綠肥處理間，直鏈澱粉含量雖有差異但變化範圍並不大，粗蛋白質含量

以一期作種青皮豆處理、裡作種埃及三葉草與裡作種苕子等三個處理最低，但凝膠展延性在所有的綠肥處理與對照皆表現相同，雖然臺中秈10號直鏈澱粉含量較臺梗8號平均低了近2%，但後者之凝膠展延性之表現卻更軟，顯示栽培不同綠肥影響米質理化性之效果以臺梗8號較大。

表七、兩個品種在栽培不同綠肥作物後二期作水稻之米質理化性狀

Table 7. Physicochemical properties of rice quality of the two varieties of the 2nd rice crop after planting different green manure crops

Variety	Treatment	Amylose content (%)	Crude protein content (%)	Alkali spreading value	Gel consistency (mm)
TK8	2003	18.3b ¹	6.00b	6a	98.6a
	2004	18.3b	6.67a	6a	89.4b
	2005	18.9a	5.86c	6a	90.0b
	Ching-Pyi soybean planted in the 1st crop season	18.7a	6.04c	6a	93.7a
	Sesbania planted in the 1st crop season	18.7a	6.15b	6a	93.3ab
	Sun hemp planted in the 1st crop season	18.6ab	6.17b	6a	92.5b
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	18.5bc	6.18ab	6a	93.7a
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	18.3c	6.23ab	6a	90.2c
	Rapeseed planted in the inter-crop season	18.5abc	6.21ab	6a	92.7ab
	Control (CK)	18.3c	6.27a	6a	92.7ab
TCS10	2003	16.2b	6.12b	6a	93.4a
	2004	16.1b	7.39a	6a	89.6b
	2005	17.4a	5.83b	6a	90.0b
	Ching-Pyi soybean planted in the 1st crop season	16.7a	6.31c	6a	91.3a
	Sesbania planted in the 1st crop season	16.6bc	6.46b	6a	90.2a
	Sun hemp planted in the 1st crop season	16.6ab	6.49b	6a	91.2a
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	16.5cd	6.35c	6a	90.3a
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	16.6abc	6.32c	6a	91.0a
	Rapeseed planted in the inter-crop season	16.5d	6.57a	6a	91.0a
	Control (CK)	16.7a	6.64a	6a	92.2a

¹Values within the same column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

由栽培不同綠肥作物後之二期作水稻米飯食用品質之變方分析(表八)，發現在綠肥處理間無任何性狀受到影響，年度間僅有香味無顯著差異，品種間只有口味沒有顯著差異。至於三個因子彼此間之交互作用，除香味與硬性未表現出顯著差異外，達到極顯著水準者，粘性有兩項，外觀、口味、總評各有一項。故將兩個品種米飯食用品質品質分開，並探討其在不同年度間之表現。將兩個水稻品種的食用品質分別不同年度列出(表八)，臺梗8號在年度之間，除香味外其餘五個性狀皆有明顯之變化，且在第三年明顯地外觀變好、口味更佳、更粘、

更軟，再由總評結果可知稍長期連續栽培綠肥即可改善米飯食味。臺中秈10號在三個年度間，同樣地除香味外其餘五個性狀皆有明顯之變化，隨著綠肥栽培時間增加，亦有米飯外觀會變好、口感增進、更粘、更軟、總評提昇。由上述結果顯示稍長期栽培綠肥對於兩個品種米飯食用品質即有促進效果，也再度印證降低粗蛋白質含量確實會改善米飯食味^(12,28)。

表八、栽培不同綠肥作物後二期作水稻米飯食用品質比較

Table 8. Comparisons of eating quality of cooked rice for two rice varieties in three rice seasons under different green manure treatments

Crop season	Appearance		Aroma		Flavor		Cohesion		Hardness		Overall	
	TK8	TCS10	TK8	TCS10	TK8	TCS10	TK8	TCS10	TK8	TCS10	TK8	TCS10
2003	-0.014b ³	0.240b	0.000a	0.082a	-0.054b	-0.045b	-0.068b	-0.038b	0.184a	-0.193a	-0.054ab	-0.038a
2004	-0.047b	-0.007b	-0.027a	0.094a	-0.096b	-0.232b	-0.184c	-0.234b	0.227a	0.126a	-0.125b	-0.232b
2005	0.363a	0.898a	0.000a	0.111a	0.053a	0.436a	0.017a	0.386a	-0.299b	-0.639b	0.009a	0.546a
	Mean square		Mean square		Mean square		Mean square		Mean square		Mean square	
Year	3.360**		0.0035		1.315**		1.199*		3.106*		1.541*	
Block (Year)	0.078**		0.0111		0.070		0.045*		0.119		0.061	
Treat ¹	0.023		0.0031		0.034		0.028		0.071		0.040	
Treat×Block	0.014		0.0039		0.030		0.020		0.076		0.033	
Var ¹	1.603**		0.2288**		0.120		0.283**		1.556**		0.462**	
Year×Treat	0.021		0.0024		0.030		0.042**		0.050		0.045	
Year×Var	0.431**		0.0029		0.550**		0.346**		0.157		0.817**	
Treat×Var	0.017		0.0030		0.012		0.014		0.047		0.018	
Year×Treat× Var	0.016		0.0007		0.026		0.031		0.039		0.039	

¹Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

²**,* Significance at 0.01 and 0.05 levels, respectively.

³Values within the same column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

從前作栽培不同綠肥種類後二期作水稻糙米品質變方分析(表九)，發現年度與品種為影響性狀表現主要的兩個因子，但年度因子並不包括整粒率、胴裂粒率與異形粒率，而品種因子並未包含整粒率與死米率，不同綠肥處理之顯著影響只有在未熟粒率與碎粒率。各因子彼此間之交感作用，除整粒率、異形粒率與著色粒率全無以及死米率、茶米率有一項外，其他性狀皆有兩項或以上達到顯著水準。由於糙米品質部分性狀之年度×品種以及綠肥處理×品種達顯著水準，故將兩個品種分開探討其與不同年度與不同綠肥處理之表現。

將二期作水稻兩個品種糙米品質分別列出(表十)，臺梗8號在不同年度之間，雖然胴裂粒率、死米率、茶米率、著色粒率、碎粒率與發芽粒率有明顯差異存在，但代表糙米品質之整粒率卻表現相同，介於七成六~八成之間，不同綠肥處理間之整粒率亦無明顯差異，介於七成五~八成之間。臺中秈10號在不同年度間，雖然未熟粒率、胴裂粒率、死米率與碎粒率有明顯差異存在，但整粒率卻亦表現相同，介於七成八~八成三之間，不同綠肥處理間之整粒率亦無明顯差異，介於七成六~八成三之間。

表九、栽培不同綠肥作物後二期作水稻糙米品質綜合變方分析之均方值

Table 9. Combined analyses of variance for brown rice quality of the 2nd rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation	df	Whole kernel	Immature kernel	Cracked kernel	Off-shape kernel	Dead kernel	Brown kernel	Colored kernel	Broken kernel	Sprouted kernel
Year	2	504.9	15.14*	21.24	0.71	0.1273**	29.61**	3.97*	10.88**	0.0233**
Block(Year)	3	316.1	1.47	2.52	1.02	0.0026	0.17	0.35	0.14	0.0005
Treat ¹	6	353.2	5.48*	3.82	1.09	0.0108	4.43	0.36	0.62*	0.0067
Treat×Block	6	265.9	2.46	4.40	5.11	0.0152	1.73	0.22	0.19	0.0016
Var ¹	1	737.5	15.34**	321.36**	118.57**	0.0005	115.74**	8.49**	59.34**	0.0233**
Year×Treat	12	317.5	5.92**	7.24	2.18	0.0225	2.31	0.98	0.85**	0.0067**
Year×Var	2	359.3	18.10**	58.37**	7.21	0.3023**	37.35**	3.60	9.36**	0.0233**
Treat×Var	6	204.5	4.56	3.41	5.35	0.0241	3.57	0.55	0.62*	0.0067**
Year×Treat×Var	12	262.1	2.67	5.82*	3.41	0.0125	2.31	0.30	0.77**	0.0067**

¹Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

² **, * Significance at 0.01 and 0.05 levels, respectively.

綜和三年結果，品種是影響農藝性狀與產量表現之最重要因素，就產量而言，臺中秈10號較鈍感，未受到兩個期作不同綠肥處理之影響，臺梗8號則較敏感，一期作不同綠肥處理對於二期作臺梗8號較有增產的效用，但田菁、太陽麻與青皮豆處理之影響相同。品種仍是影響碾米品質的最重要因素，一期作與裡作不同綠肥處理對於二期作臺梗8號似較明顯，但並未表現在最終之完整米率上，整體而言，臺梗8號之碾米品質優於臺中秈10號，應和其粒形有關。白米外觀之較明顯差異是出現在心腹白，臺梗8號高於臺中秈10號，不同綠肥處理以一期作高於裡作表現，前者又以青皮豆最高，後者則以油菜最高。栽培不同綠肥影響米質理化性之效果以臺梗8號大於臺中秈10號，且連續栽培綠肥的明顯效果是出現在粗蛋白質含量的降低上，就一期作而言，兩個品種都以青皮豆處理最低，但臺中秈10號尚有裡作種埃及三葉草處理與苕子處理有最低表現。稍長期栽培綠肥對於兩個品種米飯食用品質確有促進效果，以臺梗8號較明顯，臺中秈10號較不受影響，臺梗8號最明顯之促進效果是出現在一期作種青皮豆處理。栽培不同綠肥種類對於糙米品質之影響，以臺中秈10號大於臺梗8號，後者之整粒率皆無顯著差異存在，但前者在不同綠肥處理間表現不同，整粒率以裡作種綠肥處理優於一期作種綠肥處理，在三個一期作種綠肥處理以青皮豆之近七成六較差，在三個裡作種綠肥處理則以埃及三葉草之近七成九較低。

綠肥是補充土壤養份最自然也是最經濟的有機質來源的一種⁽¹⁵⁾。栽種綠肥作物主要目的為提供後作物生長所需的養分，及增加土壤有機質含量以改善土壤物理、化學及生物性，因此，綠肥作物為一極佳的輪作作物。唯綠肥作物與其他主作物輪作時仍應注意下列幾點：一、選擇綠肥作物應避免與後作物同科屬，以防止病蟲害傳遞至後作物。如後作物欲種植十字花科蔬菜，則應避免選用十字花科綠肥。二、基於土壤養分供需平衡，選擇之綠肥種類最好與後作物自土壤吸收之各種養分有所差別，如後作物為水稻，可選擇豆科或十字花科綠肥。三、

休耕田如需連續種植綠肥作物時，應選擇不同科屬綠肥輪作，以平衡土壤肥力及防止病蟲害的傳遞，如豆科與十字花科或禾本科綠肥輪種。四、後作物如屬需肥較高之作物種類，可選擇與豆科綠肥輪作，以提供較多的氮肥供後作物利用，如玉米與田菁輪作⁽²⁰⁾。

表十、兩個品種在栽培不同綠肥作物後二期作水稻之糙米品質

Table 10. Brown rice quality of the two varieties of the 2nd rice crop after planting different green manure crops

Variety	Treatment	Whole kernel (%)	Immature kernel (%)	Cracked kernel (%)	Off-shape kernel (%)	Dead kernel (%)	Brown kernel (%)	Colored kernel (%)	Broken kernel (%)	Sprouted kernel (%)
TK8	2003	79.7a ¹	5.90a	4.54b	3.10a	0.19a	3.90b	2.35a	0.00b	0.10a
	2004	76.7a	5.69a	5.16b	3.49a	0.01b	7.49a	1.42b	0.00b	0.00b
	2005	76.5a	5.63a	8.54a	3.91a	0.03b	3.54b	1.21b	0.12a	0.00b
	Ching-Pyi soybean planted in the 1st crop season	79.9a	4.98bc	5.50a	2.43c	0.02a	5.15ab	1.80a	0.00a	0.03ab
	Sesbania planted in the 1st crop season	79.7a	4.05c	5.25a	3.37bc	0.07a	5.95a	1.52a	0.07a	0.00b
	Sun hemp planted in the 1st crop season	80.2a	5.13bc	4.88a	3.10bc	0.02a	3.88b	2.25a	0.05a	0.00b
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	77.4a	6.55ab	7.27a	3.28bc	0.12a	3.78b	1.60a	0.00a	0.00b
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	77.4a	6.88a	5.48a	3.53b	0.13a	4.83ab	1.55a	0.03a	0.10a
	Rapeseed planted in the inter-crop season	75.2a	6.22ab	6.75a	4.87a	0.10a	5.22ab	1.50a	0.07a	0.10a
	Control (CK)	74.7a	6.37ab	7.43a	3.93ab	0.10a	6.02a	1.40a	0.07a	0.00b
TCS10	2003	78.5a	6.11b	3.35a	6.28a	0.00b	2.58a	0.96a	2.19a	0.00a
	2004	82.6a	5.36b	1.56b	6.21a	0.00b	2.49a	1.46a	0.36b	0.00a
	2005	78.6a	8.31a	1.60b	5.15a	0.25a	2.81a	1.64a	2.61a	0.00a
	Ching-Pyi soybean planted in the 1st crop season	76.3b	7.52a	2.63a	6.37a	0.20a	3.93a	0.87a	2.15a	0.00a
	Sesbania planted in the 1st crop season	78.9ab	6.53a	2.17a	5.97a	0.00b	3.25ab	1.33a	1.87a	0.00a
	Sun hemp planted in the 1st crop season	80.2ab	5.62a	1.55a	6.83a	0.08ab	2.43ab	0.98a	2.27a	0.00a
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	78.8ab	7.53a	2.15a	6.18a	0.07ab	2.48ab	1.22a	1.60ab	0.00a
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	80.8a	6.72a	2.48a	5.73a	0.10ab	2.48ab	0.78a	0.88b	0.00a
	Rapeseed planted in the inter-crop season	82.8a	5.62a	1.98a	5.43a	0.07ab	1.77b	0.68a	1.62ab	0.00a
	Control (CK)	81.4a	6.63a	2.22a	4.63a	0.07ab	2.05ab	1.30a	1.67ab	0.00a

¹Values within the same column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

輪作系統加入綠肥作物，能減少土壤中病原菌或害蟲族群，降低病蟲害之發生，並可避免連作障害⁽¹³⁾，但栽培綠肥作物亦須注意適宜之栽培時期、栽培管理及掩埋時間等，又其中如田菁、青皮豆、油菜等較容易發生病蟲害，適期進行防治亦極為重要^(6,21,22)。輪作系統中若有水稻，除排水不良的水田須避免過量的豆科綠肥⁽¹⁾外，如果綠肥掩埋過量，在分蘖期會因釋出過多氮素，導致水稻吸收氮素過量，產生無效分蘖，影響生育，此外綠肥亦宜儘快翻犁提早腐熟，減少危害⁽¹⁾。由於綠肥作物的利用，一般為直接翻犁掩埋入土中，故建議於插秧前或後作物栽培前約15至20天淺水灌溉耕犁掩施，幫助綠肥殘體發酵分解，才有利後作養分之吸收利用⁽¹⁴⁾。還有值得注意的是，後作物栽培生育期間所施肥料量應將綠肥殘體所釋放之養分扣除，以免過量施肥造成倒伏及病蟲害⁽¹⁴⁾。

要生產高品質的稻米首重培養稻田地力，在水稻田間適量施用有機質肥料，或在稻田休閒期種植綠肥等作業，都能適度增加土壤有機質含量，及供給營養要素以提升土壤肥力，有機質含量低(2%以下)之土壤則應適度施用堆肥、有機肥或種植綠肥來提高土壤有機質^(16,30)。臺灣地區水稻多為雙期作栽培，水稻栽培品種又有秈、粳稻之分，不同期作及不同品種間肥料施用量又有所不同，一般而言，秈稻的產量較粳稻為高，故其肥料施用量較高，一期稻作生育期的氣候環境較適水稻生長，產量亦較二期作為高，其所需肥料亦較二期作為多，這些都是施肥時必須考量的因子⁽¹⁶⁾。故若施行合理化施肥，不但可提升稻作產量及品質，同時可提供適合作物生長之環境，促進稻株生育健壯，進而減少肥料及化學農藥之施用，降低生產成本，增加農友收益，更可以減輕土壤中因肥料淋失而造成水質及生態環境的汙染^(16,29)。

誌 謝

本研究承蒙農委會科技計畫補助，並誠摯感謝農業試驗所嘉義分所吳永培先生協助統計分析以及本場米質實驗室全體同仁之鼎力協助。

參考文獻

1. 王鐘和 2003 綠肥在有機栽培的應用 農業世界雜誌 241: 35-39。
2. 王鐘和、林毓雯、黃維廷、江志峰、邱麗蓉 2002 綠肥作物在有機栽培之應用技術 p.141-150 農業試驗所特刊第102號-作物有機栽培 臺灣臺中。
3. 巫嘉昌、朱鈞 1994 綠肥栽培與利用 科學農業 42: 259-265。
4. 呂秀英、呂椿堂 1998 綜合變方分析的正确使用 科學農業 180: 146-155。
5. 宋勳 1986 稻米品質分級與改良 四十年來臺灣地區稻作生產改進專輯 p.109-125 黃正華先生農學獎學金基金會出版 臺灣臺中。
6. 吳炎融 2006 雲嘉南地區稻田耕作制度之研究 農業世界雜誌 276: 14-21
7. 吳昭慧、連大進 2004 豆科綠肥在休閒田的栽培利用 臺南區農業專訊 50: 8-12。

8. 吳昭慧、吳文政、連大進、黃山內 2007 綠肥大豆對水稻產量及土壤肥力之影響 臺南區農業改良場研究彙報 49: 49-55。
9. 洪梅珠、宋勳 1990 糙米外觀檢定手冊 臺灣省農林廳、臺中區農業改良場編印 臺灣中興新村、彰化。
10. 連大進 1995 田菁綠肥之利用與實例 臺灣農業 31: 111-118。
11. 許愛娜、宋勳 1988 稻米理化性與食味關係之因子分析 臺中區農業改良場研究彙報 25: 43-53。
12. 許愛娜、沈勳 2008 不同綠肥作物對一期稻作產量與米質之影響 臺中區農業改良場研究彙報 98: 33-56。
13. 許愛娜、蔡宜峰、張隆仁 2002 綠肥青皮豆對於不同耕種方式的一期稻作產量與米質的影響 臺中區農業改良場研究彙報 77: 11-26。
14. 賴文龍 2004 淺談稻田栽培－綠肥作物與利用(二) 農業世界雜誌 251: 62-65。
15. 鄭書杏 1994 利用綠肥輪作提高作物產量及品質 花蓮區農業改良場農技報導 25: 1-3。
16. 潘昶儒、余宣穎、黃井約 2008 水稻優質栽培施肥管理模式 花蓮區農業專訊 65: 12-15。
17. 蔡宜峰、許愛娜 2000 綠肥青皮豆與水稻輪作對稻米產量及土壤肥力之影響 臺中區農業改良場研究彙報 69: 13-21。
18. 謝元德、卓家榮、林晉卿、林經緯 1998 農作物現代化栽培生產技術-農田地力增進 臺南區農業改良場技術專刊 84: 1-14。
19. 羅秋雄 2002 北部地區水田二期休耕土壤管理技術 農政與農情 117: 96-98。
20. 羅秋雄 2006 綠肥作物種類與栽培要領 綠肥作物栽培手冊 p.10-15 中華肥料協會編印 臺灣臺中市。
21. 蕭文鳳 1998 綠肥作物的管理 農藥世界雜誌 176: 38-39。
22. 龔財立、姜金龍 1994 適合北部地區種植之綠肥作物及栽培管理 農藥世界雜誌 127: 44-48。
23. A.A.C.C. 1985. American Association of Cereal Chemists Approved Methods. 9th ed. The Association : St. Paul, MN.
24. Bouldin, D. R. 1988. Effect of green manure on soil organic matter content and nitrogen availability. p.151-163. In: Sustainable Agriculture: Green Manure in Rice Farming. IRRI. Philip.
25. Cagampang, G. B., C. M. Perez and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. J. Sci. Food Agric. 24: 1589-1594.
26. Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16: 334-338, 340, 360.

27. Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. p.443-524. In: Rice: Chemistry and Technology. B. O. Juliano, ed., Am. Assoc. Cereal Chem., MN.
28. Little, R. R., G. B. Hilder and E. H. Dawson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chem. 35: 111-126.
29. Meelu, O. P. and R. A. Morris. 1988 Green manure management in rice-based cropping systems. p.209-222. In: Green Manure in Rice Farming. Symposium of 'the role of green manure crops in rice farming systems.' IRRI. Philip.
30. Singh, N. T. 1984. Green manures as sources of nutrients in rice production. p.217-228. In : Organic Matter and Rice. IRRI. Philip.

Effects of Different Green Manure Crops on the Yield and Quality of the Second Crop Rice¹

Ai-Na Hsu² and Sheen Shiun²

ABSTRACT

The effects of different green manure crops on the yield and quality of two rice cultivars for the second crop season were studied in 2002-2005. The experiment included seven treatments: Ching-Pyi soybean, sesbania and sun hemp planted in the first crop season; Egyptian clover, hairy vetch and rapeseed planted in the winter inter-crop season, and the check plot without planting any green manure crop. The results showed that the cultivar was the most important factor that affected every agronomic and physicochemical traits of rice, next was the year factor. Manure factor would affect some traits of rice. Performances of most traits of rice which grew after planting green manures in the first crop season were better than those which grew after planting green manures in the winter inter-crop season. The different green manure treatments in the first crop season could increase the yield of Taikeng 8 in the following second crop season, the sesbania plot had the highest yield among three treatments in the first crop season. The treatments that planted Egyptian clover and rapeseed in the winter inter-crop season had higher yield. There were no differences among different green manure treatments for the yield of Taichung sen 10. The milling quality of both varieties was decreased as the year increased. Milling rates of short grain of Taikeng 8 were less affected by green manure treatments than those of slender grain of Taichung sen 10. Grain appearance of both varieties had more white center and white belly at Ching-Pyi soybean plot among three manure treatments planted in the first crop season and also at rapeseed plot among three manure treatments planted in the winter inter-crop season. Among the physicochemical traits, the most affected crude protein contents of both varieties were the lowest at Ching-Pyi soybean plot in the first crop season. The average amylose content of Taichung sen 10 was lower than that of Taikeng 8 by 2%, but the latter had softer gel consistency. It was indicated that Taikeng 8 had better performance after planting different manure treatments in the physicochemical traits. After three-year trials of manure treatments, Taikeng 8 and Taichung sen 10 had improvement on appearance, flavor, stickiness, hardness and overall of cooked rice. The eating quality of both varieties was increased. The whole grain ratio, which was representing the brown rice quality, was not affected by year and different green manure crops for Taikeng 8. The Ching-Pyi soybean plot had lower whole grain ratio for Taichung sen 10.

Key words: the second crop rice, green manure, rice yield, rice quality.

¹Contribution No.0721 from Taichung DARES, COA.

²Agronomist, Assistant Agronomist of Taichung DARES, COA.