

# 不同綠肥作物對一期稻作產量與米質之影響<sup>1</sup>

許愛娜、沈勳<sup>2</sup>

## 摘 要

1998~2002年分別在第二期作栽培綠肥作物田菁、青皮豆與太陽麻，另於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，探討不同綠肥作物對於第一期作兩個水稻品種稻米產量與品質之影響。品種是影響農藝性狀與產量表現之最重要因素，至於前作所栽培不同之綠肥作物影響一期作臺梗8號之農藝性狀表現程度大於臺中秈10號，但對於兩個品種之產量並未造成明顯差異。不同綠肥處理對於碾米品質影響會因品種而異，但最終之完整米率並未造成顯著影響。不同綠肥處理對於兩個品種之白米外觀影響並不完全相同，隨栽培年數增加臺梗8號維持原有的透明且心白有降低趨勢，臺中秈10號則轉透明腹白變少且白度降低。整體米質有隨栽培年數增加而改善的現象，粗蛋白質含量在所有的綠肥處理皆比對照表現得高，栽培綠肥改良米質之效果以臺中秈10號優於臺梗8號。前作栽培綠肥多年後對於米飯物理性有明顯改善作用，但不同綠肥作物之影響會因品種而異。綠肥處理對於兩個品種米飯食用品質僅稍有促進效果，臺梗8號之影響多於臺中秈10號。影響臺梗8號糙米品質前兩年表現的主要為胴裂粒率，但不同綠肥處理間並無明顯差異存在，至於影響臺中秈10號糙米品質第一年表現的主要為胴裂粒率與碎米率，第二年則為碎米率，胴裂粒率以二期作種田菁處理較高，但碎米率在不同綠肥處理間並無差異。

**關鍵字：**一期稻作、綠肥作物、產量、米質。

## 前 言

由於國民生活水準提高及講求快速便利的餐飲，各種麵食產品或其他副食品消費量逐漸增加，而使得原為國人主食的稻米反而式微，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，但休耕後如疏於管理，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<sup>(18)</sup>。不僅如此，地處亞熱帶的臺灣農業，由於受高溫多濕環境的影響，土壤中有機質分解迅速，淋溶激烈，養分損失大，加上每年主作物有二至三作，

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0686 號。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、援外技士。

為提高作物的生產力，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，且農作物之生產易遭受農藥污染<sup>(12)</sup>。

輪作制度可避免一些短期性作物產生連作障礙，並可避免營養失衡、病蟲害傳遞及同種作物間有毒分泌物的危害<sup>(9)</sup>。水旱田輪作更可改善土壤理化性，提高土壤肥力，減少田間雜草及病蟲害之發生，降低生產成本，增加作物產量與品質，提高農民收益<sup>(3)</sup>。綠肥作物與主作物輪流耕作是常見的方式，可有效提供下一期作物生長所需，達到節省肥料資源，降低生產成本的目標<sup>(1)</sup>。若在休耕或休閒地種植綠肥作物，經適期掩施後可提供及促進後作物養分吸收，近年來為達到土壤保育及避免生產過剩的雙重目的，政府積極推廣綠肥，綠肥功效甚多，例如增加作物產量、改善作物品質、增加土壤有機質、增加土壤無機養分、改善土壤物理性、增加土壤微生物活性與多樣性、增加土壤營養有效性、抑制雜草生長、增加有效養分量、減少土壤沖刷流失、減少病蟲害發生、具水土保持功用、淨化空氣、綠化美化農村景觀等<sup>(1,2,8)</sup>。

臺灣水稻栽培主要為兩個期作，常見之綠肥栽培是在第二期作後之休耕田，即冬季裡作的部分，但為因應減少種稻面積的壓力，兩個期作中採用水稻與綠肥輪作的方式，也不失為讓土地休養生息且兼具改善稻米生產過剩、避免土地荒蕪復耕困難以及減少後作施用化學肥料等之多贏策略<sup>(1,16,22,27,29)</sup>。綠肥種類很多，栽培時須注意其適應氣候的能力，冬季裡作適栽且常見之綠肥有油菜、苕子、埃及三葉草等，針對兩個期作之水稻栽培時期，較常見的綠肥有田菁、太陽麻、青皮豆等<sup>(1,7,8,9,11,15)</sup>。已有報告指出田菁、太陽麻、青皮豆適種於3-8月，而埃及三葉草、油菜、苕子則適種於10~2月<sup>(1,2)</sup>。綠肥中之青皮豆對於稻米產量或米質之影響已有研究<sup>(14,17)</sup>，但不同且常見綠肥作物對於稻米產量與米質之影響則更亟盼明瞭，故本試驗擬先針對第二期作與冬季裡作分別栽培上述六種不同綠肥作物，並對於其影響一期稻作產量與米質進行稍長期之探討。

## 材料與方法

### 一、試驗材料：

- (一)水稻品種：臺梗8號(Taikeng 8)與臺中秈10號(Taichung sen 10)。
- (二)綠肥作物：田菁(*Sesbania*, *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.)、苕子(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：1998年第二期作至2002年第一期作。
- (二)試驗地點：彰化縣大村鄉本場。
- (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 m<sup>2</sup>。於一期水稻收穫後之二期作或冬季裡作擇適期撒種不同綠肥作物，並稍翻動土壤進行覆蓋，而調查次年一期作水稻之各項表現。

#### 1.主區處理：

- (1)一期作栽培水稻，二期作種田菁，冬季裡作休耕。
- (2)一期作栽培水稻，二期作種青皮豆，冬季裡作休耕。
- (3)一期作栽培水稻，二期作種太陽麻，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)。

二期作或裡作有種植綠肥小區的次年一期作水稻，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)。
- 2.碾米品質<sup>(5)</sup>(milling quality)。
- 3.白米外觀<sup>(5)</sup>(appearance of milled rice)。
- 4.米質理化性狀(physicochemical property of rice quality)：直鏈澱粉含量<sup>(24)</sup>、粗蛋白質含量<sup>(21)</sup>、鹼性擴散值<sup>(25,26)</sup>、凝膠展延性<sup>(23)</sup>。
- 5.米飯物理性狀<sup>(28)</sup>(physical property of cooked rice)。
- 6.米飯食味(eating quality of cooked rice)官能檢定<sup>(5,13)</sup>。
- 7.糙米品質<sup>(10)</sup>(brown rice quality)等。

#### (五)統計分析：

將上述各調查性狀進行綜合變方分析<sup>(4)</sup>，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

綠肥作物不僅生長期短，且能於短時間內蓄積豐富營養成分，通常於開花結莢時之新鮮幼嫩期，將植株掩施入土壤中，可取代部分的化學肥料，增加土壤肥力，有效降低生產成本<sup>(2)</sup>。綠肥可大分為豆科與非豆科，但以豆科植物最佳，其種類繁多，豆科綠肥因根部具有根瘤菌共生，能固定空氣中游離氮素，補充土壤氮素之不足，除提供綠肥作物更多氮素養分外，對需氮肥較多之後作物幫助甚大，且使土壤保持良好的生產狀態<sup>(7,12)</sup>。本試驗所採用之六種綠肥作物，除油菜外皆屬豆科<sup>(1)</sup>。

第二期作時之氣溫頗高，當時所栽培之三種綠肥作物中，首先為防止植株木質化造成掩施與分解困難的田菁，於播種後約兩個月後之開花期掩埋入土壤中，其株高可達1.8~2.5 m；其次株高亦高達1.7~2.3 m之太陽麻，也和田菁相同於栽培後約兩個月後進行掩施；至於青皮豆則於三個月後豆莢轉黃時進行掩施，株高約60~80 cm；田菁、太陽麻與青皮豆之每平方公尺乾物重依序分別為2.11、1.28與2.11 kg。溫度降低後的冬季裡作所栽培之三種綠肥作物，為配合次年一期作栽培水稻之田間作業，在播種後約65天進行掩施，埃及三葉草、苕子與油菜之株高約1~1.3 m，每平方公尺乾物重依序分別為1.32、0.41與0.49 kg，明顯地較二期作栽培之綠肥作物為低；較特別的是，二期作所種的青皮豆區在掩施後會再發芽出土，形成自然連續的綠肥，每平方公尺乾物重為0.76 kg，若再加上二期作原有之乾物重，是所有綠肥處理中最高的。

由前一年二期作或裡作栽培不同綠肥種類後次年一期作再栽培水稻其農藝性狀與產量之變方分析(表一)可知，年度間之顯著或極顯著差異只出現在每穗粒重、糙米千粒重與產量等三個性狀，而不同綠肥處理間之顯著差異只表現在株高與糙米千粒重兩個性狀，但所有八個調查性狀之極明顯差異則都出現在不同品種間，詳細觀察在農藝性狀與產量中，僅有糙米千粒重是完全受到年度、綠肥處理與品種等三個因子的影響，株高受到綠肥處理與品種兩個因子的影響，每穗粒重與產量則受到年度與品種兩個因子的影響之外，其餘性狀則只受到品種之影響。

表一、栽培不同綠肥種類後一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 1st rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation <sup>1</sup>	df	Plant height	Panicle weight	Panicle number per hill	Panicle length	Seed setting per panicle	Grain weight per panicle	1,000 grain weight of brown rice	Grain yield
Year	3	73.01	0.10	36.94	1.22	277.2	0.15*	26.09**	4246921.2**
Block (Year)	4	78.94** <sup>2</sup>	0.04	28.15**	0.45	52.9	0.02	0.32*	229180.9
Treat <sup>1</sup>	6	40.18*	0.13	11.93	0.61	160.3	0.11	0.49*	476409.6
Treat × Block	6	8.31	0.04	6.23	0.15	72.5	0.03	0.06	265452.7
Var	1	798.22**	18.36**	157.94**	1552.58**	18028.9**	12.42**	27.76**	6259682.9**
Year × Treat	18	11.38	0.03	3.13	0.25	51.4	0.03	0.22*	481611.9**
Year × Var	3	952.18**	0.51**	19.99**	3.38**	478.2*	0.48**	5.69**	299551.5
Treat × Var	6	6.01	0.05	2.08	0.38	89.0	0.04	0.26*	8910.9
Year × Treat × Var	18	15.00	0.10	3.74	0.38	168.3	0.09	0.19	111099.9

<sup>1</sup>Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

<sup>2</sup>\*\*, \* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

從表一再觀察三個因子彼此相互間의 交互作用，達顯著以上水準者，在所有農藝性狀除糙米千粒重有三項為最多外，皆只有一項達顯著以上水準，其中除產量外之其餘農藝性狀之

顯著性都出現在年度與品種兩個因子之交感作用，產量則出現在年度與綠肥處理兩個因子之交感作用，而糙米千粒重尚出現在綠肥處理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一個因子作為解釋，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。但考慮到複雜性與實用性，本篇報告只以綜合探究以及差異最大之品種個別探究為主。

在田間種植太陽麻、田菁對水稻相對產量增加情形和氮素使用效率有顯著影響<sup>(2)</sup>，但從前作栽培不同綠肥種類後次年一期作水稻之農藝性狀與產量綜合表現(表二)，可知在四個年度間，表現差異最明顯的僅有糙米千粒重，先降後增，最高可達22.8 g，最低為20.5 g，公頃產量由第一年之5,077 kg又在第二年明顯增加為5,911 kg後，第三與第四年則表現類似，分別為5,795 kg與5,844 kg。兩個品種間的公頃產量與所有其他的農藝性狀皆有明顯差異存在，臺中秈10號之5,893 kg明顯高於臺梗8號之5,420 kg，相同之優勢也出現在株高、穗重、穗長、每穗稔實粒數、每穗粒重等。至於二期作與裡作各栽培三種綠肥作物以及並未栽培任何綠肥之

表二、栽培不同綠肥種類後一期作水稻之農藝性狀與產量

Table 2. Agronomic performances and yield of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Treatment	Plant height (cm)	Panicle weight (g)	Panicle number per hill	Panicle length (cm)	Seed setting per panicle (grain)	Grain weight per panicle (g)	1,000 grain weight of brown rice (g)	Grain yield (kg/ha)
1st year	108.6a <sup>1</sup>	3.14a	17.3a	23.0a	111.4ab	2.88a	22.0b	5077b
2nd year	112.1a	3.15a	16.9a	23.2a	114.3a	2.93a	20.5c	5911a
3rd year	110.3a	3.04a	14.7a	22.8a	106.7b	2.78b	21.8b	5795a
4th year	108.7a	3.18a	16.8a	23.2a	110.8ab	2.94a	22.8a	5844a
Taikeng 8	107.3b	2.72b	17.6a	19.3b	98.1b	2.55b	22.3a	5420b
Taichung sen 10	112.6a	3.53a	15.2b	26.8a	123.5a	3.21a	21.3b	5893a
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	111.9a	3.24ab	16.8ab	23.3a	113.6ab	2.98ab	21.9a	5681a
Sesbania planted in the 2nd crop season	110.4ab	3.07bc	17.5a	23.0abc	109.5ab	2.84bc	21.9a	5807a
Sun hemp planted in the 2nd crop season	109.3bc	3.27a	16.6ab	23.2ab	115.9a	3.01a	21.8ab	5819a
Egyptian clover planted in the inter-crop season	111.3ab	3.12abc	15.5ab	23.0abc	112.1ab	2.89abc	21.6c	5590a
Hairy vetch planted in the inter-crop season	109.5abc	3.05c	15.9ab	22.9bc	108.9ab	2.80c	21.5c	5397a
Rapeseed planted in the inter-crop season	109.9ab	3.10abc	15.3b	23.3a	108.7ab	2.85bc	21.9a	5482a
Control (CK)	107.1c	3.06c	17.3ab	22.8c	106.9b	2.80c	21.7bc	5821a

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

對照共七個處理，所有農藝性狀皆有明顯差異存在，但公頃產量並未表現出差異，介於每公頃5,397~5,821 kg之間，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並不相同<sup>(8)</sup>，其土壤肥力分析結果顯示，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外，與綠肥大豆輪作之水稻區可減少每公頃相當於200 kg硫酸銨(42 kg氮肥)。

再分別探究兩個品種之農藝性狀與產量表現(表三)，發現臺梗8號在不同年度間，第二年產量5,677 kg較第一年之4,941 kg明顯增加，但與第三年、第四年之表現相同，隨年度增加以穗重、每穗粒重、糙米千粒重等重量有關性狀亦有增加趨勢；在不同綠肥處理間，雖然株高、每櫟穗數、穗長、每穗粒重與糙米千粒重表現出不同差異，但產量表現無顯著差異，介於5,166~5,606 kg之間。臺中秈10號在不同年度間，產量亦由第一年之5,213 kg明顯增為第二年之6,145 kg後，第三與第四年則表現相同，隨年度明顯增加的農藝性狀僅有糙米千粒重；不同綠肥處理間，農藝性狀中僅有株高表現不同外，其餘表現皆無顯著差異，產量也有相同表現，介於5,748~6,066 kg之間。說明品種是影響農藝性狀與產量表現之重要因素，至於前作栽培不同綠肥作物影響一期作臺梗8號之農藝性狀表現程度大於臺中秈10號，但對兩個品種之產量並未造成明顯差異。

根據前作栽培不同綠肥種類後一期作水稻碾米品質之變方分析(表四)，顯示三個碾米率性狀之極顯著差異只出現在品種間，而年度間之顯著或極顯著差異尚出現在糙米率與完整米率，至於不同綠肥處理間在三個性狀並未表現出任何顯著差異，說明三個因子中仍以品種影響碾米品質最大。各因子彼此間之交互作用，除糙米率與完整米率在綠肥處理與品種兩個因子間的交互作用未達顯著水準外，其餘之交互作用皆為顯著或以上，故碾米品質亦應就相關顯著項目進行有關因子組合後的個別探討，但為簡化與實用性，仍以綜合與個別品種探討為主。

前作為不同種類綠肥作物之一期作水稻碾米品質(表五)，在四個年度間，糙米率雖有差異，但變化不大，白米率並沒有差異，完整米率則有先降後增的現象，後兩年可接近七成與六成七。品種間之差異則較明顯，臺梗8號明顯優於臺中秈10號，前者之完整米率接近六成八，遠高於後者之近六成八。不同綠肥處理則並未在碾米品質方面造成明顯差異，表現完全無顯著差異，完整米率在近六成二到近六成三之間。

將兩個水稻品種的碾米品質分別列出(表六)，短圓形的臺梗8號在年度間之變化，三個性狀都以第二年最低，而之後糙米率、白米率、完整米率都有隨年度而增加的趨勢，完整米率在後兩年可高達近七成二或七成三；不同綠肥處理只對糙米率與白米率造成差異，但完整米率則表現相同，介於六成六三到六成八五之間。細長形的臺中秈10號在年度間之變化，對於糙米率、白米率、完整米率都造成明顯差異，仍以第二年偏低，特別是完整米率，第二年低於五成，但在後兩年提高至近六成六與近六成二，至於不同綠肥處理在三個碾米性狀皆未造成顯著差異，說明不同綠肥處理對碾米品質影響會因品種而異，但對最終之完整米率並未造成顯著影響。

表三、兩個品種在栽培不同綠肥種類後一期作水稻之農藝性狀與產量

Table 3. Agronomic performances and yield of the two varieties of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Variety	Treatment	Plant height (cm)	Panicle weight (g)	Panicle number per hill	Panicle length (cm)	Seed setting per panicle (grain)	Grain weight per panicle (g)	1,000 grain weight of brown rice (g)	Grain yield (kg/ha)
TK8	1st year	104.6b <sup>1</sup>	2.60b	19.1a	19.2a	94.7a	2.40b	22.6b	4941b
	2nd year	106.1b	2.65ab	18.8ab	19.1a	99.6a	2.52ab	20.4c	5677a
	3rd year	103.6b	2.76ab	15.6b	19.1a	99.6a	2.58ab	22.3b	5599a
	4th year	114.6a	2.88a	16.9ab	19.9a	98.6a	2.68a	23.8a	5465a
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	109.9a	2.73a	18.4ab	19.51a	96.3a	2.54ab	22.6a	5427a
	Sesbania planted in the 2nd crop season	107.5ab	2.71a	19.0a	19.45ab	97.3a	2.56ab	22.5a	5561a
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	105.6b	2.82a	18.1ab	19.24ab	102.8a	2.65a	22.5a	5606a
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	108.8a	2.72a	16.3ab	19.48ab	99.6a	2.56ab	22.0b	5391a
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	107.1ab	2.69a	17.0ab	19.20ab	99.3a	2.49b	21.9b	5166a
	Rapeseed planted in the inter-crop season	107.5ab	2.74a	16.0b	19.43ab	97.3a	2.56ab	22.4a	5217a
Control (CK)	105.4b	2.66a	18.4ab	18.95b	94.4a	2.47b	22.0b	5576a	
TCS10	1st year	112.7a	3.68a	15.5a	26.9ab	128.0a	3.36a	21.4b	5213b
	2nd year	118.0a	3.65ab	14.9a	27.3a	129.1a	3.33a	20.6c	6145a
	3rd year	116.9a	3.32c	13.8a	26.4b	113.8b	2.97b	21.3b	5991a
	4th year	102.8b	3.48bc	16.6a	26.5b	123.1a	3.19a	21.8a	6223a
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	115.0a	3.75a	15.3a	27.0a	131.0a	3.41a	21.3a	5936a
	Sesbania planted in the 2nd crop season	113.4a	3.44a	16.0a	26.6a	121.8a	3.12a	21.4a	6054a
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	112.9a	3.71a	15.0a	27.1a	129.0a	3.36a	21.2a	6032a
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	113.9a	3.53a	14.8a	26.5a	124.5a	3.21a	21.1a	5789a
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	111.9ab	3.40a	14.9a	26.6a	118.5a	3.12a	21.2a	5629a
	Rapeseed planted in the inter-crop season	112.4a	3.46a	14.5a	27.1a	120.1a	3.14a	21.3a	5748a
Control (CK)	108.8b	3.46a	16.1a	26.6a	119.5a	3.13a	21.3a	6066a	

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

表四、栽培不同綠肥種類後一期作水稻碾米品質綜合變方分析之均方值

Table 4. Combined analyses of variance for milling quality of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation <sup>1</sup>	df	Percentage of brown rice	Percentage of milled rice	Percentage of head rice
Year	3	4.58* <sup>2</sup>	1.55	1364.07**
Block (Year)	4	0.39**	0.81	7.85
Treat <sup>1</sup>	6	0.14	0.73	3.24
Treat × Block	6	0.17*	0.50	3.54
Var	1	520.30**	621.34**	2893.16**
Year × Treat	18	0.17*	1.53**	14.07**
Year × Var	3	2.09**	15.30**	44.84**
Treat × Var	6	0.06	2.15**	6.12
Year × Treat × Var	18	0.15*	1.58**	13.67**

<sup>1</sup>Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

<sup>2</sup>\*\*, \* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

表五、栽培不同綠肥種類後一期作水稻之碾米品質

Table 5. Milling quality of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Treatment	Percentage of brown rice (%)	Percentage of milled rice (%)	Percentage of head rice (%)
1st year	80.7a <sup>1</sup>	71.9a	60.7c
2nd year	79.7c	71.6a	53.6d
3rd year	80.1bc	72.1a	69.3a
4th year	80.3ab	72.1a	66.8b
Taikeng 8	82.3a	74.3a	67.7a
Taichung sen 10	78.0b	69.6b	57.5b
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	80.0a	71.7a	62.8a
Sesbania planted in the 2nd crop season	80.2a	72.0a	63.0a
Sun hemp planted in the 2nd crop season	80.1a	71.7a	61.7a
Egyptian clover planted in the inter-crop season	80.3a	72.3a	62.4a
Hairy vetch planted in the inter-crop season	80.1a	71.8a	63.1a
Rapeseed planted in the inter-crop season	80.3a	72.0a	62.7a
Control (CK)	80.2a	72.1a	62.6a

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



表六、兩個品種在栽培不同綠肥種類後一期作水稻之碾米品質

Table 6. Milling quality of the two varieties of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Variety	Treatment	Percentage of brown rice (%)	Percentage of milled rice (%)	Percentage of head rice (%)	
TK8	1st year	82.8a <sup>1</sup>	74.3b	66.1b	
	2nd year	81.5c	73.0c	60.1c	
	3rd year	82.3b	74.7b	72.7a	
	4th year	82.7ab	75.3a	71.8a	
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	82.1b	73.6d	67.9a	
	Sesbania planted in the 2nd crop season	82.4a	74.2c	67.9a	
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	82.4ab	74.3bc	66.3a	
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	82.5a	74.9a	68.2a	
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	82.3ab	74.7ab	68.3a	
	Rapeseed planted in the inter-crop season	82.3ab	74.3c	68.5a	
	Control (CK)	82.4ab	74.2c	66.7a	
	TCS10	1st year	78.5a	69.6ab	55.4c
		2nd year	77.9ab	70.3a	47.1d
3rd year		77.8b	69.5ab	65.9a	
4th year		77.9ab	69.0b	61.7b	
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season		78.0a	69.9a	57.6a	
Sesbania planted in the 2nd crop season		78.1a	69.8a	58.0a	
Sun hemp planted in the 2nd crop season		77.9a	69.1a	57.2a	
Egyptian clover planted in the inter-crop season		78.1a	69.8a	56.6a	
Hairy vetch planted in the inter-crop season		78.0a	68.9a	57.9a	
Rapeseed planted in the inter-crop season		78.2a	69.8a	56.9a	
Control (CK)		78.0a	69.9a	58.5a	

<sup>1</sup>Values 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之後作一期稻白米外觀變方分析結果(表七)，說明年度與品種是完全影響到透明度、心白、腹白與白度等四個性狀的兩個單一因子，另一個因子不同綠肥處理則只對心白與白度造成極顯著影響。在三個因子彼此互相間的交感作用方面，白度與腹白在四個交感作用項目皆表現出極顯著差異，另外心白有三項而透明度僅有一項達極顯著水準，故若須詳細探究時，應進行各項有關因子組合後的個別探討，但考慮到實用性與方便性，仍以綜合與個別品種探討為主。

由一期作水稻白米外觀之綜合表現(表八)，顯示不同年度間以第二年表現較差，透明度超過3.5，心白加上腹白等級超過1，白度亦是四個年度中最高者，可能和白堊質較高亦有關，但若由整個四年觀之，前作栽培不同綠肥種類後，較明顯改善的有透明度變佳、腹白減少與白度稍降。兩個品種間之白米外觀差異明顯，臺梗8號之比臺中秈10號較透明、心白較少，但腹白稍多且白度稍低。不同綠肥處理間，除透明度外皆表現出明顯的差異，首先為心白，相較於對照，除裡作種埃及三葉草之處理外，其餘五個綠肥處理皆有降低心白的效果，其次為腹白，則以裡作種埃及三葉草處理最少，二期作種太陽麻處理最多，至於白度，所有種綠肥

處理皆明顯地較對照處理為白，其中又以二期作種青皮豆與二期作種太陽麻兩個處理更明顯地提高。

表七、栽培不同綠肥種類後一期作水稻白米外觀綜合變方分析之均方值

Table 7. Combined analyses of variance for milled rice grain appearance of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation <sup>1</sup>	df	Translucency	White center	White belly	Whiteness
Year	3	2.32**	0.445**	4.278**	281.81** <sup>2</sup>
Block (Year)	4	0.10	0.004	0.001	0.18
Treat <sup>1</sup>	6	0.07	0.021**	0.006	4.04**
Treat × Block	6	0.10	0.002	0.005**	0.17
Var	1	1.01**	0.414**	0.078**	129.00**
Year × Treat	18	0.06	0.011**	0.010**	4.68**
Year × Var	3	3.47**	0.616**	2.868**	7.40**
Treat × Var	6	0.05	0.004	0.005**	2.83**
Year × Treat × Var	18	0.06	0.014**	0.005**	1.71**

<sup>1</sup>Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

<sup>2</sup> \*\*, \* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

表八、栽培不同綠肥種類後一期作水稻之白米外觀

Table 8. Milled rice grain appearance of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Treatment	Translucency	White center	White belly	Whiteness
1st year	3.50ab <sup>1</sup>	0.25b	0.25b	43.9b
2nd year	3.67a	0.23b	0.92a	49.2a
3rd year	3.29b	0.06c	0.07d	43.2c
4th year	3.00c	0.36a	0.10c	42.1d
Taikeng 8	3.27b	0.16b	0.36a	43.5b
Taichung sen 10	3.46a	0.29a	0.30b	45.7a
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	3.38a	0.22b	0.34ab	45.2a
Sesbania planted in the 2nd crop season	3.38a	0.18c	0.34ab	44.7b
Sun hemp planted in the 2nd crop season	3.38a	0.21b	0.37a	45.1a
Egyptian clover planted in the inter-crop season	3.23a	0.27a	0.30b	44.4b
Hairy vetch planted in the inter-crop season	3.38a	0.20bc	0.33ab	44.5b
Rapeseed planted in the inter-crop season	3.38a	0.21b	0.31ab	44.7b
Control (CK)	3.44a	0.28a	0.31ab	43.7c

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

將兩個品種在一期作水稻之白米外觀表現分別列出(表九)，臺梗8號在第二年明顯較差，透明度多了一個等級，且雖然沒有心白但腹白高達1.4級，故白度特別高，另外三個年度的白米外觀除透明度、腹白外表表現類似，心白有先減後增的現象，但幅度不高；不同綠肥處理間，以透明度與心白明顯較對照處理有所改善，故六個綠肥處理均較對照處理有更好的透明度，

同時也有較少的心白，但後者並不包括裡作種埃及三葉草處理，至於腹白與白度雖亦有差異，但變化幅度小。臺中秈10號在不同年度間仍以第二年的心白、腹白較多，其白度之表現也是最高的，四個性狀中以透明度、腹白與白度皆隨年度而有明顯改善的現象，僅有心白或無或增無法看出趨勢；不同綠肥處理間，只有心白與白度明顯與對照處理不同，心白部分除裡作種埃及三葉草處理和對照表現相同外，其餘五個綠肥處理之心白皆少於對照，但所有綠肥處理之白度都高於對照，整體而言，不同綠肥處理對於兩個品種之白米外觀影響並不完全相同，隨年度增加臺梗8號維持原有的透明且心白有降低趨勢，臺中秈10號則轉透明腹白變少且白度降低。

表九、兩個品種在栽培不同綠肥種類後一期作水稻之白米外觀

Table 9. Milled rice grain appearance of the two varieties of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Variety	Treatment	Translucency	White center	White belly	Whiteness	
TK8	1st year	3.00b	0.32a	0.00b	42.86b <sup>1</sup>	
	2nd year	4.00a	0.00d	1.40a	48.59a	
	3rd year	3.07b	0.11c	0.00b	42.31b	
	4th year	3.00b	0.23b	0.05b	40.31c	
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	3.25b	0.15d	0.37ab	43.91a	
	Sesbania planted in the 2nd crop season	3.25b	0.13d	0.38a	43.35bc	
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	3.25b	0.17bc	0.36ab	43.89ab	
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	3.25b	0.20a	0.34b	43.66abc	
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	3.25b	0.15cd	0.37ab	43.14c	
	Rapeseed planted in the inter-crop season	3.25b	0.15cd	0.34b	43.36abc	
	Control (CK)	3.38a	0.19ab	0.35ab	43.41abc	
	TCS10	1st year	4.00a	0.18b	0.50a	44.84b
		2nd year	3.33bc	0.47a	0.40b	49.90a
		3rd year	3.50b	0.00c	0.13c	44.04c
4th year		3.00c	0.50a	0.16d	43.94c	
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season		3.50a	0.29bc	0.32b	46.40a	
Sesbania planted in the 2nd crop season		3.50a	0.23c	0.29bc	45.98ab	
Sun hemp planted in the 2nd crop season		3.50a	0.26bc	0.38a	46.35a	
Egyptian clover planted in the inter-crop season		3.21a	0.33ab	0.25d	45.16b	
Hairy vetch planted in the inter-crop season		3.50a	0.25c	0.28bcd	45.89ab	
Rapeseed planted in the inter-crop season		3.50a	0.27bc	0.27cd	46.06ab	
Control (CK)	3.50a	0.37a	0.27cd	43.91c		

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

由前作栽培不同綠肥作物後一期作水稻米質理化性狀之變方分析(表十)，除鹼性擴散值外，其餘三個性狀皆受到年度與品種兩個單一因子的影響，而不同綠肥處理則只在直鏈澱粉含量與粗蛋白含量出現極顯著與顯著差異。三個因子彼此互相間之交感作用則皆表現出幾乎全為極顯著差異，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。但考慮到複雜性與實用性，本篇報告只以綜合探討與品種個別探討為主。

表十、栽培不同綠肥種類後一期作水稻米質理化性狀綜合變方分析之均方值

Table 10. Combined analyses of variance for for physicochemical properties of rice quality of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation <sup>1</sup>	df	Amylose content	Crude protein content	Alkali spreading value	Gel consistency
Year	3	2.44** <sup>2</sup>	6.41**	0	197.72**
Block(Year)	4	0.01	0.01	0	2.01
Treat <sup>1</sup>	6	0.51**	0.04*	0	2.75
Treat × Block	6	0.01	0.01	0	1.25
Var	1	186.17**	0.37**	0	37.72**
Year × Treat	18	0.21**	0.05**	0	12.00**
Year × Var	3	4.60**	0.21**	0	9.82**
Treat × Var	6	0.30**	0.04*	0	21.98**
Year × Treat × Var	18	0.13**	0.06**	0	16.74**

<sup>1</sup>Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

<sup>2</sup> \*\*, \* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

一期作水稻米質理化性狀之綜合表現(表十一)，在四個年度間，直鏈澱粉含量有先降後增之現象，但增減之幅度並不大，粗蛋白質含量在第二年有明顯下降的現象，下降幅度頗大接近1%，直到第四年再又稍增，此外凝膠展延性有明顯增加的現象，說明整體米質有隨年度而改善的現象。兩個品種間，臺梗8號較臺中秈10號有較高的直鏈澱粉含量與粗蛋白質含量，凝膠展延性也表現得較軟。不同綠肥處理間，直鏈澱粉含量在三個二期作栽種綠肥處理與對照表現相同，但三個裡作種綠肥處理則皆較對照低，粗蛋白質含量在所有的綠肥處理皆比對

表十一、栽培不同綠肥種類後一期作水稻之米質理化性狀

Table 11. Physicochemical properties of rice quality of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Treatment	Amylose content (%)	Crude protein content (%)	Alkali spreading value	Gel consistency (mm)
1st year	15.7b <sup>1</sup>	6.79a	6a	90.8c
2nd year	15.3d	5.89b	6a	92.1b
3rd year	15.4c	5.72c	6a	92.8b
4th year	15.9a	5.95b	6a	96.9a
Taikeng 8	16.9a	6.15a	6a	93.7a
Taichung sen 10	14.3b	6.03b	6a	92.6b
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	15.7a	6.08a	6a	93.7a
Sesbania planted in the 2nd crop season	15.7a	6.12a	6a	92.8ab
Sun hemp planted in the 2nd crop season	15.8a	6.08a	6a	93.3ab
Egyptian clover planted in the inter-crop season	15.4b	6.13a	6a	92.7b
Hairy vetch planted in the inter-crop season	15.3c	6.13a	6a	92.9ab
Rapeseed planted in the inter-crop season	15.5b	6.12a	6a	93.7a
Control (CK)	15.7a	5.98b	6a	93.0ab

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

照表現得高，至於凝膠展延性則以二期作種青皮豆處理與裡作種油菜處理表現得稍高，而以裡作埃及三葉草處理稍低，其餘處理居間，但差幅都很小。

將兩個品種之米質理化性狀分別列出(表十二)，臺梗8號在不同年度間，直鏈澱粉含量有先降約1.2%再稍增的現象，粗蛋白質含量有先降後增的現象，但凝膠展延性則有隨年度增加明顯地變軟；在不同綠肥處理間，直鏈澱粉含量以三個二期作綠肥處理較對照稍高，另只有裡作種埃及三葉草處理與裡作種苕子處理低於對照，而以後者最低，裡作種油菜處理則表現得和對照相同，粗蛋白質含量在所有綠肥處理皆高於對照，而以二期作種太陽麻處理與裡作種埃及三葉草處理表現較高，凝膠展延性則以對照最高，裡作種埃及三葉草與裡作種苕子兩個處理為最低。臺中秈10號在不同年度間，直鏈澱粉含量有隨年度而增加的現象，粗蛋白質含量在第二年明顯下降，但之後表現相同，並未如臺梗8號有稍增的現象，凝膠展延性則在第四年明顯變軟，和臺梗8號的漸進式增加不同；不同綠肥處理間，直鏈澱粉含量以對照最高，裡作種油菜處理最低，但整體之變化幅度並不大，粗蛋白質含量以裡作種油菜處理最高，二期作種太陽麻處理最低，凝膠展延性在所有的綠肥處理皆高於對照，和臺梗8號對照為最軟的結果相反，栽培綠肥改良米質之效果在臺中秈10號似較佳。

表十二、兩個品種在栽培不同綠肥種類後一期作水稻之米質理化性狀

Table 12. Physicochemical properties of rice quality of the two varieties of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Variety	Treatment	Amylose content (%)	Crude protein content (%)	Alkali spreading value	Gel consistency (mm)	
TK8	1st year	17.5a	6.89a	6a	91.4d	
	2nd year	16.3c	5.92c	6a	92.9c	
	3rd year	16.9b	5.68d	6a	94.0b	
	4th year	16.8b	6.10b	6a	96.7a	
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	17.1a	6.11c	6a	94.3ab	
	Sesbania planted in the 2nd crop season	17.1a	6.19ab	6a	94.4ab	
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	17.1a	6.22a	6a	93.0bc	
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	16.7c	6.24a	6a	92.0c	
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	16.3d	6.15bc	6a	92.6c	
	Rapeseed planted in the inter-crop season	16.9b	6.12c	6a	94.3ab	
	Control (CK)	16.9b	6.01d	6a	95.6a	
	TCS10	1st year	13.9c	6.69a	6a	90.1b
		2nd year	14.2b	5.87b	6a	91.4b
3rd year		14.0c	5.77b	6a	91.6b	
4th year		15.0a	5.80b	6a	97.1a	
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season		14.3abc	6.05ab	6a	93.1a	
Sesbania planted in the 2nd crop season		14.4ab	6.05ab	6a	91.3b	
Sun hemp planted in the 2nd crop season		14.4ab	5.94b	6a	93.6a	
Egyptian clover planted in the inter-crop season		14.2cd	6.02ab	6a	93.4a	
Hairy vetch planted in the inter-crop season		14.3abc	6.10ab	6a	93.1a	
Rapeseed planted in the inter-crop season		14.1d	6.11a	6a	93.1a	
Control (CK)	14.5a	5.96ab	6a	90.4c		

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

由栽培不同綠肥作物後一期作水稻米飯物理性狀變方分析結果(表十三)，說明除硬度外，其餘五個性狀均在年度與品種兩個單一因子出現顯著或極顯著差異，至於不同綠肥處理間則未出現任何顯著差異。三個因子彼此互相間的交感作用，除硬度全無達到顯著水準外，粘著性有四項，均衡度、凝集性與彈力性各有三項，粘度有兩項表現出顯著或極顯著差異，故若須詳細探究米飯物理性狀時，應進行各項有關因子組合後的個別探討，但考慮到簡化與實用性，以綜合探討與個別品種探討為主。

表十三、栽培不同綠肥種類後一期作水稻米飯物理性狀綜合變方分析之均方值

Table 13. Combined analyses of variance for physical properties of cooked rice of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation <sup>1</sup>	df	Hardness	Stickiness	Balance	Cohesiveness	Adhesiveness	Springiness
Year	3	7.9	0.913** <sup>2</sup>	0.0509*	0.0049*	0.181**	0.0081*
Block(Year)	4	12.0	0.003	0.0003	0.0005	0.002	0.0008*
Treat <sup>1</sup>	6	12.8	0.017	0.0009	0.0002	0.010	0.0002
Treat × Block	6	12.8	0.005	0.0004	0.0002	0.002	0.0002
Var	1	1.3	0.911**	0.0680**	0.0641**	0.303**	0.0394**
Year × Treat	18	11.9	0.024**	0.0011**	0.0005*	0.014**	0.0005
Year × Var	3	10.6	0.105**	0.0049**	0.0012**	0.063**	0.0011*
Treat × Var	6	10.3	0.010	0.0007*	0.0001	0.006*	0.0007*
Year × Treat × Var	18	11.7	0.005	0.0003	0.0008**	0.004*	0.0008**

<sup>1</sup>Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

<sup>2</sup> \*\*, \* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

從前作為綠肥之一期作水稻米飯物理性狀表現(表十四)，在四個年度間，硬度沒有變化，粘度有先減後增的現象，因而導致均衡度在第四年達到最佳，粘著性有類似粘度之表現，凝集性與彈力性雖有變化但幅度不大。不同品種間，硬度表現相同，臺梗8號的米飯表現得較臺中秈10號不粘、均衡度較差、凝集性與彈力性較高，但粘著性亦較差。不同綠肥處理間，硬度、凝集性、彈力性表現皆相同，黏度與黏著性皆以裡作種苕子處理最高，二期作種田菁與二期作種太陽麻兩個處理最低；均衡度則以裡作種苕子處理最高，而以二期作種太陽麻處理最低。

將兩個品種一期作水稻米飯物理性狀分別列出(表十五)，臺梗8號在不同年度間，硬度、凝集性、彈力性或降或升，無一定趨勢，但起伏不大，粘度與粘著性表現得先降後升，也連帶影響到均衡度之先降後升，而以第四年之表現最佳；不同綠肥處理間，除凝集性外，其他五個性狀皆表現出差異，硬度以二期作種青皮豆處理最高，對照最低，粘度以裡作種三葉草處理最高，二期作種太陽麻處理與對照最低，均衡度以裡作種埃及三葉草處理最高，二期作種太陽麻處理最低，粘著性只以二期作種太陽麻處理與對照低於其他五個處理，彈力性以裡作種苕子處理最高，二期作種田菁與二期作種太陽麻兩個處理最低。臺中秈10號在不同年度間，硬度表現相同，均衡度表現和粘度相同，先降後增，以第四年為最高，但粘著性只表現出第

表十四、栽培不同綠肥種類後一期作水稻之米飯物理性狀

Table 14. Physical properties of cooked rice of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Treatment	Hardness	Stickiness	Balance	Cohesiveness	Adhesiveness	Springiness
1st year	4.68a <sup>1</sup>	0.445b	0.098b	0.708b	0.242b	0.813b
2nd year	4.55a	0.280c	0.063c	0.722ab	0.157c	0.827b
3rd year	4.97a	0.223d	0.045d	0.739a	0.118d	0.851a
4th year	5.74a	0.624a	0.142a	0.718b	0.296a	0.819b
Taikeng 8	4.88a	0.303b	0.063b	0.746a	0.151b	0.846a
Taichung sen 10	5.09a	0.483a	0.112a	0.698b	0.255a	0.809b
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	4.08a	0.400abc	0.088ab	0.726a	0.220ab	0.830a
Sesbania planted in the 2nd crop season	4.68a	0.361c	0.081ab	0.720a	0.178c	0.831a
Sun hemp planted in the 2nd crop season	4.73a	0.355c	0.076b	0.726a	0.174c	0.823a
Egyptian clover planted in the inter-crop season	4.60a	0.414abc	0.092ab	0.719a	0.213abc	0.828a
Hairy vetch planted in the inter-crop season	4.62a	0.432a	0.098a	0.718a	0.242a	0.830a
Rapeseed planted in the inter-crop season	4.71a	0.424ab	0.094ab	0.719a	0.208abc	0.825a
Control (CK)	4.55a	0.365bc	0.083ab	0.726a	0.187bc	0.825a

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

三年低於其他三個年度，凝集性和彈力性仍表現得類似，先增後降，但變化幅度不大；不同綠肥處理間，硬度、凝集性、彈力性並未表現出任何差異，粘度以裡作種苕子與裡作種油菜兩個處理最高，二期作種田菁處理最低，均衡度與黏著性皆以裡作種苕子處理最高，二期作種田菁處理最低。由於兩個品種在第四年均衡度皆明顯提高，顯示前作多年栽培綠肥後對於米飯物理性有明顯改善作用，但不同綠肥種類之影響會因品種而異。

由前一年二期作或裡作栽培不同綠肥作物後之一期作水稻米飯食用品質之變方分析(表十六)，發現人為感官食味品評結果受到年度、綠肥處理與品種等三個因子之影響相較少於其他性狀。年度間有外觀、口味、黏性與總評等四項有顯著差異，不同綠肥處理間只有香味表現出顯著差異，至於品種間有外觀、口味與總評等三項出現顯著或以上的差異。三個因子彼此間的交感作用，除外觀與硬性皆未表現出顯著差異外，達到顯著水準者，香味有四項，口味、黏性、總評各有一項。雖然達到顯著之項目較少，也應就相關顯著項目進行有關因子組合後的個別探討，但仍以綜合探討與個別品種探討為主。

栽培不同綠肥種類後一期作水稻之米飯食用品質(表十七)，在四個年度間，香味與硬性並未表現出明顯差異，而外觀、口味、黏性與總評等四項也都只表現出第二年起較佳的現象，但後三年則表現相同。品種間之差異以臺中秈10號米飯有較佳的外觀、口味與總評，整體表

現優於臺梗8號。不同綠肥處理間，外觀以二期作種太陽麻處理、裡作種埃及三葉草處理與對照最佳，二期作種田菁處理最差；香味以二期作種青皮豆處理較差外，其餘表現相同；口味以對照最優，二期作種青皮豆處理最差；粘性以對照最粘，二期作種青皮豆處理最不粘；硬性以二期作種田菁處理最硬，三個裡作綠肥處理則表現的最軟；總評則以對照最佳，二期作種青皮豆處理最差。

表十五、兩個品種在栽培不同綠肥種類後一期作水稻之米飯物理性狀

Table 15. Physical properties of cooked rice of the two varieties of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Variety	Treatment	Hardness	Stickiness	Balance	Cohesiveness	Adhesiveness	Springiness
TK8	1st year	4.97b	0.321b	0.065b	0.731b	0.168b	0.829c
	2nd year	4.74c	0.121d	0.026c	0.747ab	0.049d	0.841b
	3rd year	5.10a	0.191c	0.037c	0.755a	0.101c	0.868a
	4th year	4.71c	0.579a	0.122a	0.750a	0.287a	0.846b
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	5.08a	0.285bc	0.055bc	0.753a	0.153a	0.848ab
	Sesbania planted in the 2nd crop season	4.90abc	0.315abc	0.068abc	0.741a	0.160a	0.843b
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	5.00ab	0.264c	0.053c	0.748a	0.121b	0.841b
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	4.79bc	0.343a	0.071a	0.741a	0.170a	0.840b
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	4.81bc	0.314abc	0.066abc	0.743a	0.161a	0.860a
	Rapeseed planted in the inter-crop season	4.90abc	0.338ab	0.070ab	0.743a	0.164a	0.846ab
Control (CK)	4.68c	0.263c	0.055bc	0.753a	0.129b	0.846ab	
TCS10	1st year	4.40a	0.570b	0.131b	0.684b	0.316a	0.796ab
	2nd year	4.36a	0.439c	0.101c	0.697ab	0.265a	0.813ab
	3rd year	4.85a	0.255d	0.054d	0.724a	0.136b	0.835a
	4th year	4.76a	0.669a	0.162a	0.686b	0.304a	0.791b
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	4.93a	0.515ab	0.120ab	0.699a	0.288ab	0.813a
	Sesbania planted in the 2nd crop season	4.47a	0.406b	0.094b	0.699a	0.195c	0.820a
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	4.47a	0.446ab	0.100ab	0.704a	0.228bc	0.805a
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	4.41a	0.486ab	0.113ab	0.696a	0.256abc	0.816a
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	4.44a	0.550a	0.129a	0.694a	0.323a	0.800a
	Rapeseed planted in the inter-crop season	4.51a	0.511a	0.118ab	0.695a	0.253abc	0.804a
Control (CK)	4.42a	0.468ab	0.110ab	0.699a	0.245abc	0.804a	

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



表十六、栽培不同綠肥種類後一期作水稻米飯食用品質綜合變方分析之均方值

Table 16. Combined analyses of variance for eating quality of cooked rice of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation <sup>1</sup>	df	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
Year	3	0.156* <sup>2</sup>	0.038	0.152*	0.255*	0.314	0.069*
Block(Year)	4	0.018	0.042**	0.013	0.023	0.118	0.005
Treat <sup>1</sup>	6	0.012	0.020*	0.024	0.037	0.062	0.021
Treat × Block	6	0.005	0.003	0.013	0.013	0.028	0.013
Var	1	0.103*	0.004	0.138**	0.050	0.023	0.097**
Year × Treat	18	0.018	0.015**	0.012	0.018	0.045	0.014
Year × Var	3	0.018	0.021**	0.094**	0.016	0.103	0.037*
Treat × Var	6	0.014	0.011**	0.007	0.033*	0.024	0.007
Year × Treat × Var	18	0.030	0.016**	0.018	0.013	0.023	0.015

<sup>1</sup>Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

<sup>2</sup> \*\*, \* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

表十七、栽培不同綠肥種類後一期作水稻之米飯食用品質

Table 17. Eating quality of cooked rice of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Treatment	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
1st year	-0.142b <sup>1</sup>	-0.075a	-0.154b	-0.201b	0.162a	-0.113b
2nd year	0.001a	0.000a	-0.013a	-0.026a	-0.046a	-0.027a
3rd year	0.000a	0.000a	-0.004a	0.004a	-0.067a	-0.008a
4th year	0.018a	-0.045a	-0.002a	-0.014a	-0.028a	-0.010a
Taikeng 8	-0.061b	-0.036a	-0.078b	-0.080a	0.020a	-0.069b
Taichung sen 10	0.000a	-0.023a	-0.008a	-0.038a	-0.009a	-0.010a
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	-0.039ab	-0.106b	-0.100b	-0.128c	0.036ab	-0.103b
Sesbania planted in the 2nd crop season	-0.080b	-0.021a	-0.093ab	-0.114bc	0.107a	-0.068ab
Sun hemp planted in the 2nd crop season	-0.018a	-0.021a	-0.038ab	-0.038abc	0.049ab	-0.054ab
Egyptian clover planted in the inter-crop season	-0.009a	-0.007a	-0.015ab	-0.073abc	-0.052b	-0.011ab
Hairy vetch planted in the inter-crop season	-0.044ab	-0.028a	-0.030ab	-0.015ab	-0.051b	-0.023ab
Rapeseed planted in the inter-crop season	-0.023ab	-0.028a	-0.025ab	-0.048abc	-0.052b	-0.020ab
Control (CK)	0.000a	0.000a	0.000a	0.000a	0.000ab	0.000a

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

將兩個品種的米飯食用品質分別列出(表十八)，臺梗8號在年度之間之明顯變化僅見於總評，第一年較差，第二年則明顯轉好，但後三年表現相同；不同綠肥處理間則表現出較多的變化，米飯外觀以二期作種太陽麻處理、裡作種油菜處理與對照表現最佳，二期作種田菁處理最差；香味只有二期作種青皮豆處理較差，其餘表現相同；口味以對照最佳，二期作種青皮豆處理最差；粘性以裡作種苕子處理與對照最粘，裡作種埃及三葉草處理最不粘；硬性以二期作種田菁處理最硬，三個裡作綠肥處理與對照最軟；總評則以對照最優，二期作種青皮豆處理最差。臺中秈10號在四個年度間，只有粘性與硬性有明顯差異，粘性由第二年起較粘，但之後三年並無變化，硬性則有先轉軟再變稍硬的現象；不同綠肥處理間之明顯變化僅見於粘性，以裡作種埃及三葉草處理最粘，二期作種青皮豆與二期作種田菁兩個處理最不粘。由上述結果顯示綠肥處理對於兩個品種人為感官米飯食用品質僅稍有促進效果，對於臺梗8號之影響多於臺中秈10號。

表十八、兩個品種在栽培不同綠肥種類後一期作水稻之米飯食用品質

Table 18. Eating quality of cooked rice of the two varieties of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Variety	Treatment	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall	
TK8	1st year	-0.204a	-0.056a	-0.275a	-0.204a	0.190a	-0.194b	
	2nd year	-0.029a	0.000a	-0.027a	-0.082a	0.032a	-0.054a	
	3rd year	0.000a	0.000a	-0.008a	-0.008a	-0.048a	-0.008a	
	4th year	-0.011a	-0.089a	-0.003a	-0.028a	-0.096a	-0.021a	
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	-0.064ab	-0.170b	-0.168b	-0.153bc	0.075ab	-0.145b	
	Sesbania planted in the 2nd crop season	-0.160b	-0.014a	-0.131ab	-0.131bc	0.189a	-0.093ab	
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	-0.022a	-0.014a	-0.062ab	-0.050ab	0.029ab	-0.067ab	
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	-0.045ab	-0.014a	-0.045ab	-0.185c	-0.026b	-0.076ab	
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	-0.103ab	-0.028a	-0.076ab	0.023a	-0.042b	-0.062ab	
	Rapeseed planted in the inter-crop season	-0.031a	-0.014a	-0.066ab	-0.067ab	-0.088b	-0.041ab	
	Control (CK)	0.000a	0.000a	0.000a	0.000a	0.000b	0.000a	
	TCS10	1st year	-0.079a	-0.095a	-0.032a	-0.198b	0.135a	-0.032a
		2nd year	0.031a	0.000a	0.000a	0.029a	-0.124b	-0.001a
		3rd year	0.000a	0.000a	0.000a	0.017a	-0.086b	-0.009a
4th year		0.048a	0.000a	0.000a	0.000a	0.040ab	0.000a	
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season		-0.014a	-0.042a	-0.031a	-0.102b	-0.002a	-0.060a	
Sesbania planted in the 2nd crop season		0.000a	-0.028a	-0.056a	-0.097b	0.026a	-0.042a	
Sun hemp planted in the 2nd crop season		-0.014a	-0.028a	-0.014a	-0.026ab	0.069a	-0.042a	
Egyptian clover planted in the inter-crop season		0.026a	0.000a	0.014a	0.039a	-0.078a	0.054a	
Hairy vetch planted in the inter-crop season		0.014a	-0.028a	0.016a	-0.052ab	-0.060a	0.016a	
Rapeseed planted in the inter-crop season		-0.014a	-0.042a	0.015a	-0.028ab	-0.017a	0.001a	
Control (CK)	0.000a	0.000a	0.000a	0.000ab	0.000a	0.000a		

<sup>1</sup>Values 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一期作水稻糙米品質變方分析(表十九)，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未熟粒率與著色粒率，而品種因子並未

包含著色粒率，不同綠肥處理之極顯著影響只有在未熟粒率。各因子彼此間之交感作用，除著色粒率全無以及茶米率有一項外，其他性狀皆有三項或全部四項達顯著或以上水準。故糙米品質並無法完全以單一個因子完全解釋，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討。但考慮到複雜性與實用性，仍以綜合探究與分別品種探究為主。

表十九、栽培不同綠肥種類後一期作水稻糙米品質綜合變方分析之均方值

Table 19. Combined analyses of variance for brown rice quality of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Source of Variation <sup>1</sup>	df	Whole kernel	Immature kernel	Cracked kernel	Off-shape kernel	Dead kernel	Brown kernel	Colored kernel	Broken kernel	Sprouted kernel
Year	3	2455.7**	3.48	1421.0**	16.6**	0.26**	1.34**	10.9	331.4**	3.62*
Block(Year)	4	7.6	3.55	3.7	2.9	0.01	0.07	4.7	3.5	0.46
Treat <sup>1</sup>	6	17.7	9.32**	10.6	2.3	0.07	0.14	5.6	3.5	0.44
Treat × Block	6	7.1	1.95	9.0	0.4	0.15**	0.19	4.9	3.2	0.14
Var	1	233.5**	80.92**	2816.5**	240.0**	1.80**	0.67*	8.0	778.1**	8.12**
Year × Treat	18	49.5**	4.85**	10.6*	3.2*	0.08	0.27*	6.1	5.7*	0.66**
Year × Var	3	708.3**	13.20**	632.2**	32.5**	0.33**	0.08	4.7	180.2**	0.77*
Treat × Var	6	9.1	4.74*	9.1	1.9	0.14*	0.12	5.6	4.4	0.52*
Year × Treat × Var	18	24.0**	2.20	9.5*	4.1**	0.11**	0.20	6.1	5.7*	0.62**

<sup>1</sup>Treat: Treatments of green manure crops. Var: Rice variety.

<sup>2</sup> \*\*, \* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

前作為不同綠肥作物之一期作水稻糙米品質(表二十)，在四個年度間，只有未熟粒率與著色粒率並未表現出顯著差異，整粒率在第三年提升17%達約八成九，第四年仍維持約在八成七，造成前兩年糙米品質下降的原因，應為胴裂米率與碎米率之偏高，此外，異形粒率在第四年也明顯提高。不同品種間，細長形的臺中秈10號反而較短圓形的臺梗8號有較佳的整粒率，探究應和後者之未熟粒率、胴裂粒率偏高有關，但臺中秈10號之碎米率也頗高同時兼有偏高的異形粒率。不同綠肥處理間，未表現出顯著差異的有胴裂粒率、死米率、茶米率、著色粒率與碎米率，整粒率以二期作種田菁與太陽麻兩個處理最高，而以裡作種苕子處理最低；未熟粒率以裡作種埃及三葉草處理最高，對照最低；異形粒率以二期作種青皮豆處理與裡作種苕子處理最高，裡作種埃及三葉草處理最低；發芽粒率以二期作種田菁處理最高，二期作種太陽麻處理最低。

將一期作水稻兩個品種糙米品質分別列出(表二十一)，臺梗8號在不同年度之間，只有未熟粒率與茶米率沒有明顯變化，整粒率隨年度明顯增加，超過約10%~15%，在第三年後表現穩定和第四年相同，超過八成八，第一年與第二年讓整粒率下降之主要原因為胴裂粒率；不同綠肥處理間，整粒率並未表現出任何顯著差異，在76.7%~81%之間，造成明顯的差異是在未熟粒率、異形粒率、碎米率與發芽粒率。臺中秈10號在不同年度間，整粒率呈現先降後升再減的現象，主要影響第一年整粒率的有胴裂粒率與碎米率，主要影響第二年整粒率的有未

表二十、栽培不同綠肥種類後一期作水稻之糙米品質

Table 20. Brown rice quality of the 1st rice crop after planting different green manure crops

Treatment	Whole kernel (%)	Immature kernel (%)	Cracked kernel (%)	Off-shape kernel (%)	Dead kernel (%)	Brown kernel (%)	Colored kernel (%)	Broken kernel (%)	Sprouted kernel (%)
1st year	71.5b <sup>1</sup>	4.68a	16.49a	2.45b	0.41a	0.61a	0.31a	3.01b	0.58ab
2nd year	71.8b	5.32a	8.89b	2.81ab	0.31b	0.30b	1.59a	8.33a	0.89a
3rd year	88.8a	5.44a	1.58c	2.30b	0.23c	0.27b	0.36a	0.73c	0.34bc
4th year	86.8a	4.91a	1.58c	4.00a	0.19c	0.70a	0.35a	1.44c	0.04c
Taikeng 8	78.3b	5.94a	12.15a	1.43b	0.41a	0.55a	0.39a	0.74b	0.19b
Taichung sen 10	81.1a	4.24b	2.12b	4.35a	0.16b	0.39b	0.92a	6.01a	0.73a
Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	79.1ab	5.63ab	6.76a	3.36a	0.38a	0.40a	0.61a	3.39a	0.43abc
Sesbania planted in the 2nd crop season	81.1a	4.49bcd	7.01a	2.72bc	0.20a	0.63a	0.32a	2.84a	0.71a
Sun hemp planted in the 2nd crop season	81.1a	4.36cd	6.48a	2.99ab	0.32a	0.34a	0.41a	3.84a	0.26c
Egyptian clover planted in the inter-crop season	79.1ab	6.20a	6.28a	2.40c	0.30a	0.42a	1.98a	2.97a	0.55abc
Hairy vetch planted in the inter-crop season	78.3b	5.56abc	7.39a	3.39a	0.34a	0.48a	0.37a	3.79a	0.38bc
Rapeseed planted in the inter-crop season	79.3ab	5.20abcd	7.28a	2.77bc	0.27a	0.53a	0.43a	3.89a	0.30bc
Control (CK)	79.9ab	4.16d	8.74a	2.59bc	0.20a	0.49a	0.46a	2.90a	0.61ab

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

熟粒率與碎米率，特別是後者，此外，值得注意的是第四年的異形粒率特別的高。不同綠肥處理間，整粒率以二期作種太陽麻處理與對照最高，裡作種埃及三葉草與裡作種苕子兩個處理最低，但都在八成以上，除死米率、著色粒率與碎米率並無顯著差異外，其他性狀雖有明顯差異存在，但並無較特別的變化的存在。故影響臺稜8號糙米品質前兩年表現的主要為胴裂粒率，但不同綠肥處理間並無明顯差異存在，至於影響臺中秈10號糙米品質第一年表現的主要為胴裂粒率與碎米率，第二年為碎米率，胴裂粒率以二期作種田菁處理較高，但碎米率在不同綠肥處理間並無差異。

在適當地區應用綠肥對水稻產量、減少化學肥料用量或增加農田地力等均有顯著效益(8,17,22,27)。綠肥作物掩施入土壤內，除了直接提供豐富有機質外，經過分解與礦化作用後會釋放大量氮素與其他營養物質，並與土壤結合成為膠體複合物，能有效改良土壤並提高土壤肥力<sup>(2)</sup>。但水稻田如過量掩施綠肥，容易在分蘖期產生過多無效分蘖，因此不宜過量且須提早翻犁入土，達到提早腐熟的作用，減少可能造成的缺失，尤其是排水不良的水田，須避免過量的豆科綠肥<sup>(1)</sup>。

表二十一、兩個品種在栽培不同綠肥種類後一期作水稻之糙米品質

Table 21. Brown rice quality of the two varieties of the 1st 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	1st year	62.7c	6.43a	26.9a	1.38a	0.70a	0.71a	0.28b	0.78b	0.18b
	2nd year	73.3b	5.41a	16.5b	0.85b	0.39b	0.39a	0.72a	2.02a	0.56a
	3rd year	88.3a	6.10a	2.5c	2.13a	0.30b	0.38a	0.21b	0.08c	0.03c
	4th year	88.8a	5.80a	2.7c	1.35b	0.26b	0.70a	0.34b	0.08c	0.01c
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	77.6a	6.53ab	12.1a	1.58a	0.60a	0.56a	0.36a	0.51c	0.21ab
	Sesbania planted in the 2nd crop season	81.0a	5.20bc	10.9a	1.38ab	0.30a	0.55a	0.25a	0.44c	0.08b
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	80.0a	4.93bc	11.2a	1.72a	0.41a	0.44a	0.38a	0.91b	0.13b
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	77.9a	7.93a	10.5a	0.91b	0.43a	0.53a	0.39a	1.11a	0.24ab
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	76.7a	6.68ab	12.8a	1.41ab	0.56a	0.50a	0.49a	0.82b	0.13b
	Rapeseed planted in the inter-crop season	77.2a	6.16ab	13.1a	1.29ab	0.45a	0.57a	0.41a	0.59c	0.23ab
Control (CK)	77.4a	4.11c	14.4a	1.69a	0.16a	0.66a	0.44a	0.79b	0.36a	
TCS10	1st year	80.3c	2.93c	6.09a	3.53bc	0.12b	0.50ab	0.35a	5.23b	0.99ab
	2nd year	70.2d	5.22a	1.27b	4.77b	0.24a	0.20b	2.46a	14.65a	1.22a
	3rd year	89.3a	4.77ab	0.66b	2.46c	0.16ab	0.16b	0.51a	1.37b	0.65ab
	4th year	84.8b	4.02bc	0.46b	6.65a	0.12b	0.71a	0.36a	2.79bc	0.07b
	Ching-Pyi soybean planted in the 2nd crop season	80.5b	4.72a	1.45b	5.14a	0.15a	0.24b	0.86a	6.28a	0.65b
	Sesbania planted in the 2nd crop season	81.2ab	3.79b	3.16a	4.06b	0.09a	0.70a	0.38a	5.25a	1.35a
	Sun hemp planted in the 2nd crop season	82.1a	3.79b	1.74b	4.26b	0.24a	0.24b	0.45a	6.76a	0.39b
	Egyptian clover planted in the inter-crop season	80.3b	4.46ab	2.04b	3.89b	0.18a	0.30ab	3.56a	4.82a	0.86ab
	Hairy vetch planted in the inter-crop season	80.0b	4.44ab	1.95b	5.36a	0.13a	0.45ab	0.24a	6.76a	0.64b
	Rapeseed planted in the inter-crop season	81.4ab	4.24ab	1.45b	4.26b	0.09a	0.50ab	0.46a	7.19a	0.38ab
Control (CK)	82.3a	4.21ab	3.05a	3.50b	0.25a	0.31ab	0.48a	5.01a	0.86ab	

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

綜和四年結果，品種是影響農藝性狀與產量表現之最重要因素，臺中秈10號明顯高於臺梗8號，但不同綠肥處理對於兩個品種內之產量並未造成明顯影響。至於稻米品質部分，碾米品質以臺梗8號明顯優於臺中秈10號，但不同綠肥處理對於兩個品種內之碾米品質亦未造成明顯差異。白米外觀以臺中秈10號稍優於臺梗8號，臺中秈10號的裡作種埃及三葉草處理會產生

較多的心白，三個二期作栽培綠肥處理較裡作綠肥處理產生較多的腹白，臺梗8號和臺中秈10號亦有相類似的現象。米質理化性狀方面，相較於臺梗8號言，臺中秈10號有較低的直鏈澱粉含量、蛋白質含量，但凝膠展延性稍硬反而表現較差，臺中秈10號除了二期作種太陽麻處理可降低蛋白質含量且裡作種油菜處理會有相反效果外，二期作種田菁處理更會使得凝膠展延性明顯變硬；臺梗8號在二期作種太陽麻與裡作種埃及三葉草、苕子等三個處理會使得凝膠稍硬，品質降低。米飯物理性狀以臺中秈10號之表現優於臺梗8號，以均衡度言，臺中秈10號以二期作種田菁處理最差；臺梗8號以二期作種太陽麻處理最差，二期作種青皮豆處理表現次差。米飯食用品質亦以臺中秈10號之表現優於臺梗8號，不同綠肥處理對於臺中秈10號並無明顯影響，臺梗8號則以二期作種青皮豆處理稍差。糙米品質以臺中秈10號之整粒率表現優於臺梗8號，臺中秈10號以二期作種太陽麻處理有較高的整粒率，臺梗8號之整粒率並未受到綠肥處理之影響而表現皆相同。

在輪作系統中納入綠肥作物，可減少土壤中病原菌或害蟲族群，降低病虫害之發生，亦可打破毒害物質引起之連作障害<sup>(15)</sup>。栽培綠肥作物亦須注意適宜之栽培時期、栽培管理及掩施時間等，又其中如田菁、青皮豆、油菜等較容易發生病蟲害，需注意適期進行防治<sup>(6,19,20)</sup>。

## 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. 王鍾和 2003 綠肥在有機栽培的應用 農業世界雜誌 241:35-39。
2. 巫嘉昌、朱鈞 1994 綠肥栽培與利用 科學農業 42:259-265。
3. 李文輝 1999 稻田耕作制度調整 農業世界雜誌 194:10-19。
4. 呂秀英、呂椿堂 1998 綜合變方分析的正確使用 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. 林經偉、黃山內、陳文雄、劉瑞美、陳世雄 2005 水稻連作與綠肥輪作制度下甲烷氣體之釋放及減量研究 臺南區農業改良場研究彙報 46:1-9。
10. 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。

11. 連大進 1994 臺灣綠肥作物之栽培與推廣展望 臺南區農業專訊 7:6-8。
12. 連大進 1995 田菁綠肥之利用與實例 臺灣農業 31:111-118。
13. 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。
14. 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。
15. 黃伯恩 1994 推廣綠肥之宗旨-保養農田土壤 農藥世界 127:26-27。
16. 賴文龍 2004 淺談稻田栽培綠肥作物與利用(一) 農業世界雜誌 251:18-28。
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. 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 3月號:96-98。
19. 蕭文鳳 1998 綠肥作物的管理 農藥世界雜誌 176:38-39。
20. 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 127:44-48。
21. A.A.C.C. 1985. American Association of Cereal Chemists Approved Methods. 9th ed. The Association : St. Paul, MN.
22. 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.
23. Cagampang, G. B., C. M. Perez and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. J. Sci. Food Agr. 24:1589-1594.
24. Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16:334-338, 340, 360.
25. 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.
26. 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.
27. 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.
28. Okabe, M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. J. Texture Studies 10: 131-152.
29. 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 First Crop Rice<sup>1</sup>

Ai-Na Hsu and Sheen Shiun<sup>2</sup>

## ABSTRACT

The effects of different manure crops on the yield and quality of two rice cultivars for the first crop season were studied in 1998-2002. The experiment included seven treatments: Ching-Pyi soybean, sesbania and sun hemp planted in the second crop season; Egyptian clover, hairy vetch and rapeseed planted in the winter inter-crop season, and the check plot without planting any manure crop. The results showed that cultivar was the most important factor affecting the agronomic traits and yield performance. The effects of different manure crops planted in previous season were greater on Taikeng 8 of the first crop season than that of Taichung sen 10 in term of agronomic traits performance, but there was no significant difference on yield between cultivars. The effects of different manure crops on milling quality were different between cultivars, but there was no significant difference on percentage of head rice. Milled rice grain appearance of two varieties showed different responses under different green manure treatments, Taikeng 8 turned less white center and maintained a similar translucency, while Taichung sen 10 became more translucent, less white belly and less whiteness. The overall rice quality was improved by years, as the crude protein contents of rice grains under green manure treatments were higher than that of the check plot, and Taichung sen 10 had greater rice quality improvement than Taikeng 8. The physical properties of cooked rice could be significantly improved after cultivating green manure crops for several years, but the effects were cultivar dependent. Green manure treatments had slightly improvement on sensory eating quality of cooked rice for both varieties, while Taikeng 8 had greater improvement than Taichung sen 10. The major characteristic affected brown rice quality of Taikeng 8 was cracked kernel ratio for the first two years, but there was no significant difference among different green manure treatments. As for Taichung sen 10, the factors affecting the brown rice quality were cracked kernel ratio and broken kernel ratio for the first year, and broken kernel ratio for the second year. Cracked kernel ratio was the highest under sesbania treatment planted in the second crop season, while broken kernel ratio showed no difference among seven green manure treatments.

**Key words:** rice, first crop, green manure, yield, rice quality.

---

<sup>1</sup>Contribution No. 0686 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup>Associate Agronomist, Assistant Agronomist of Taichung DARES, COA.