綠肥青皮豆對於不同耕種方式的一期稻作產量與米質之影響[1]

許愛娜、蔡宜峰、張隆仁[2]

摘　要

1995-1997年分別在二期作與裡作栽培綠肥作物青皮豆，與三個水稻品種輪作。並利用省工之直播與機插，探討青皮豆與耕種方式對次年一期作稻米產量與品質之影響。不同品種間之差異最爲明顯，以臺中秈10號表現最高產(7,474 kg/ha)，碾米品質粳稻優於秈稻，白米外觀以臺粳8號最佳，米質理化性狀以粳稻直鏈澱粉含量較高、粗蛋白質含量較低，米飯物理性以臺中秈10號優於其餘兩個粳稻品種，米飯食味檢定以臺粳9號最受喜愛，糙米品質則以秈稻表現較好。不同綠肥處理間，產量以裡作種青皮豆處理之6,233 kg/ha較表現相同之對照處理與二期作種青皮豆處理爲低，碾米品質以兩個綠肥處理稍差於未種任何綠肥之對照處理，但其米質理化性狀較對照處理稍有增進，以及裡作種青皮豆處理在米飯食味檢定結果稍佳之外，白米外觀、米飯物理性與糙米品質則表現相同。不同耕種方式間，僅直播(7,641 kg/ha)之產量高於機插(5,757 kg/ha)之外，其餘之碾米品質、白米外觀、米質理化性狀、米飯物理性、米飯食味官能檢定、糙米品質表現結果皆相同。不同年度間，碾米品質與米飯食味檢定均以第二年較佳，米質理化性狀中較特別的是第二年蛋白質含量明顯下降，至於產量、白米外觀、米飯物理性與糙米品質表現皆相同。

關鍵字：水稻、綠肥、青皮豆、耕種方式、產量、米質。

前　言

近年來由於經貿快速發展，在加入世界貿易組織(WTO)後，國內水稻生產已面臨進口稻米之強大衝擊。爲因應加入WTO後的水稻生產走向，提高米質、減少種稻面積與採用降低生產成本之耕種方式，應是積極且正面的作法。利用稻田休閒期間種植綠肥作物，爲最經濟有效的肥培管理。大部分豆科綠肥可與固氮菌共生，固定空氣中游離氮素。掩埋時之碳氮比低，是一種具有相當潛在效率之氮源，爲符合水稻有機栽培經營之優良資材[15,18,19,25]。一般二期稻作產量較低，若於夏季或冬季休閒期種植生育快且生長期較短的綠肥，不但可減少雜草蔓延，更可提高下一期作物之產量與品質[8,15,26]。

---

[1] 臺中區農業改良場研究報告第 0556 號。

[2] 臺中區農業改良場副研究員、副研究員、助理研究員。

水稻直播栽培把稻種直接播種在本田，至收穫爲止，全生育期間均在本田管理之栽培方式。不像移植栽培，須先育苗，再插秧移植至本田。是不必經過育苗插秧手續的一種水稻栽培法[1,10,13]。直播除可降低生產成本[2,6,7,10]外，並可節省灌溉用水[7]。我國水稻直播栽培面積最高曾達三萬公頃以上，但自從插秧機之推廣，使得田間作業效率提高，隨後育苗中心又普遍設立，直播面積即逐年遞減，佔所有稻作栽培5%以下[1,10,11]。本研究採二期作種青皮豆、裡作種青皮豆，並與一期作種水稻的輪作方式，再配合兩個水稻耕種方式即整地直播與機插，探討綠肥青皮豆對於次年一期稻作產量與米質之影響。

材料與方法

(一)試驗材料：

1.水稻品種：臺粳8號(Taikeng 8)、臺粳9號(Taikeng 9)與臺中秈10號(Taichung sen 10)等三個。

2.綠肥作物：青皮豆(blue soybean, *Glycine max* Merr.)。

(二)試驗方法：

選取前作未進行任何肥料試驗之田地，採裂區設計，二重複，小區面積爲100 m^2。青皮豆於前作水稻收穫前兩天進行撒種，並於水稻收穫後覆蓋稻草，進行不整地栽培。

1.主區處理：

(1)第一處理二期作栽培青皮豆，一期作種水稻。

(2)第二處理裡作栽培青皮豆，一、二期作皆種水稻。

(3)第三處理不栽培青皮豆，一、二期作皆種水稻，作爲對照處理(control, CK)。

種植綠肥小區的次年水稻，第一年按正常良質米施肥管理，第二年則減施第一次追肥(氮肥全量之20%)，但對照處理區(CK)則兩個期作皆按正常良質米施肥管理，不減施氮肥。

2.中區處理：機插與整地直播(撒播)兩個耕種方式。

3.小區處理：三個水稻品種。

4.調查方法：

(1)調查項目：水稻農藝性狀與產量(agronomic performances and grain yield)、碾米品質[7](milling quality)、白米外觀[5](appearance of milled rice)、米質理化性狀[17,20,21,23](physicochemical property of rice quality)、米飯物理性[24](physical property of cooked rice)、米飯食味(eating quality of cooked rice)官能檢定[12]、糙米品質[9](brown rice quality)等。

(2)統計分析方法：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，與米飯食味官能檢定各項目，由品評人員所評定之分數，須先經常態分數(normal score)轉換後，才進行統計分析。

(3)試驗年期：1995年第二期作至1997年第一期作。

(4)試驗地點：彰化縣大村鄉本場。

結果與討論

綠肥作物不僅生長期短，且能於極短時間積蓄豐富營養成分，取代部份化學肥料，增加土壤肥力，有效降低生產成本[3]。本試驗在二期作栽培青皮豆時，開花結實正常，於播種三個月後，此時株高約50~60 cm，即豆莢轉黃後，將豆株掩施入土壤內，掩施約一兩週後會再發芽出土，由於出土時間較另一小區裡作栽培之青皮豆早約一個月，故植株生育更爲旺盛，形成同一田區自然連作兩次青皮豆之現象，次年一期稻作整地前再進行掩施。至於裡作栽培青皮豆，由於播種期較晚溫度低之關係，生育遲緩，在次年一期稻作整地前翻犛入土壤內時之株高約僅10 cm，對土壤肥效影響不及二期作種青皮豆處理[14]。

水稻農藝性狀與產量之變方分析結果，年度間之明顯差異僅見於株高，其他顯著差異則出現在品種間的所有調查性狀，耕種方式間除穗長外的其餘所有性狀與綠肥處理間的株高與產量(表一)，顯示農藝性狀與產量表現主要受到品種與不同耕種方式的影響，而又以株高與產量最容易受到影響。而各因子間交感作用，除穗長全無外，皆至少有一項達顯著水準，其中株高、產量與穗數爲最多，分別有五項、四項與三項，且都有顯著的四個因子間交感作用，亦說明株高、產量與穗數等三性狀皆會同時受到年度、品種、綠肥處理與耕種方式等四個因子彼此間的影響，此外，穗重亦會受到年度、品種與綠肥處理等三個因子彼此間的影響，稔實率會受到年度與耕種方式等兩個因子彼此間的影響，每穗粒重則受到年度、品種與綠肥處理等三個因子彼此間交感作用的影響，並無法完全以單一個因子作爲解釋，故若須詳細探就時，皆應進行各項有關因子組合後的個別探討。

栽培綠肥青皮豆後一期水稻農藝性狀與產量之表現，年度間之變化，除株高由第一年之110.3 cm降爲104.1 cm外，其餘性狀間之表現相同(表二)。品種間之差異最爲明顯，其中臺粳8號與臺粳9號爲適合臺中地區直播栽培之品種[1]，但觀其產量表現，反以臺中秈10號之7,474 kg/ha明顯優於臺粳8號的6,421 kg/ha與臺粳9號的5,137 kg/ha，其中又以前者較後者高產，此和侯[7]所指秈稻品種較粳稻更適合不整地直播結論相符，但不同處爲本研究採用的爲整地直播方式。農藝性狀則僅除有效穗數外，其餘皆以臺中秈10號明顯較高。栽培青皮豆處理之差異，自然發生連作之二期作種青皮豆處理與裡作種青皮豆處理對於次年一期作之水稻產量，若與對照處理之6,812 kg/ha相較，以裡作種青皮豆之6,233 kg/ha較低，而與二期作種青皮豆處理之7,052 kg/ha之表現相同，顯示裡作種青皮豆對土壤肥效影響確實不如二期作種青皮豆處理[14]，就增加產量言，若裡作種青皮豆生育遲緩時，氮肥似不宜減施。其他農藝性狀的明顯差異則僅表現在株高與每穗粒重。兩個耕種方式間之差異，直播較機插有較高之產量，分別爲7,641與5,757 kg/ha，主要是源自直播較機插有二倍以上之有效穗數，其他農藝性狀之表現則多以機插表現較優或相同。

表一、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

Source of variation[1]	df	Plant height	Panicle weight	Panicle number	Panicle length	Seed setting per panicle	Grain weight per panicle	Grain yield
BL (YEAR)	1	0.06	0.001	3784.5	2.72	19.01	0.033	437736.1
YEAR (Y)	1	672.22**[2]	0.015	109044.5	9.10	1770.13	0.589	18649760.2
CM×BL	1	0.00	0.039	6384.5	0.80	2.35	0.001	47637.6
VAR(V)	2	680.26**	2.801**	28304.0*	272.71**	2627.06**	2.272**	17381964.9**
BS(B)	2	113.93**	0.145	16590.9	0.08	198.85	0.029	6644124.8**
CM(C)	1	234.72**	7.069*	3535140.5*	2.88	20033.35**	10.253**	99833160.1*
Y×B	2	3.43	0.031	22807.5*	2.39	142.04	0.131	1115976.9
Y×V	2	3.76	0.013	7638.8	1.76	20.67	0.030	353014.9
Y×C	1	10.89	0.081	1963.6	0.85	3514.01**	0.923	10433312.0**
V×C	2	7.10	0.014	14160.1	0.40	9.56	0.008	4083568.9**
V×B	4	31.47**	0.046	4227.3	0.31	6.18	0.056	586695.5
B×C	2	367.26**	0.077	24829.9*	3.90	3.35	0.025	4033501.7**
Y×V×B	4	14.22*	0.281*	26490.7**	2.85	254.71	0.317*	603002.5
Y×V×C	2	14.76*	0.029	6846.7	0.51	57.39	0.033	409943.3
V×B×C	4	5.26	0.105	13207.3	1.21	39.68	0.109	495174.4
Y×V×B×C	6	14.43*	0.121	24476.3**	2.60	85.10	0.170	1380242.1*

[1] BL: Block. CM: Cultivation method. VAR: Variety. BS: Planted pattern of blue soybean.

[2] **,* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

表二、栽培青皮豆綠肥後一期水稻之農藝性狀與產量

Table 2. Agronomic performances and yield of the 1st crop rice after planting blue soybean as green manure

Treatment	Plant height	Panicle weight	Panicle number per m^2	Panicle length	Seed setting per panicle	Grain weight per panicle	Grain yield
	cm	g		cm	%	g	kg/ha
1st year	110.3a[1]	2.35a	569a	20.6a	77.7a	2.06a	6292a
2nd year	104.1b	2.38a	491a	21.3a	87.6a	2.24a	7106a
Taikeng 8	102.1c	2.27b	531ab	18.9b	79.5b	2.08b	6421b
Taikeng 9	106.8b	2.08b	564a	19.1b	74.2b	1.88c	5137b
Taichung sen 10	112.7a	2.74a	495b	24.8a	94.4a	2.48a	7474a
Blue soybean planted in the 2nd crop season	106.5b	2.41a	530a	21.0a	82.3a	2.16a	7052a
Blue soybean planted in the inter-crop season	105.4b	2.41a	526a	21.0a	85.8a	2.17a	6233b
Control(CK)	109.6a	2.27a	530a	21.0a	80.0a	2.11c	6812a
Direct seeding	105.4b	2.05b	751a	20.7a	66.0b	1.77b	7641a
Transplanting	109.0a	2.68a	308b	21.1a	94.4a	2.52a	5757b

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

碾米品質之變方分析結果，各因子間的顯著差異是出現在年度間之白米率與完整米率、品種間的所有三個性狀以及綠肥處理間的完整米率(表三)。各因子間交感作用，糙米率、白米率與完整米率分別有二項、五項與八項達顯著，說明糙米率、白米率同時會受到年度、品種與耕種方式等三個因子彼此間的影響外，白米率還會受到年度、品種與耕種方式等三個因子彼此間的影響，此外，白米率更受到年度、品種、耕種方式與綠肥處理等四個因子彼此間幾乎所有交感作用的影響，並無法完全以單一個因子作爲解釋，故若須詳細探就時，皆應進行各項有關因子組合後的個別探討。

表三、碾米品質綜合變方分析之均方值

Table 3. Combined analyses of variance for milling quality

Source of variation[1]	df	Percentage of brown rice	Percentage of milled rice	Percentage of head rice
BL (YEAR)	1	0.101	0.036	1.650
YEAR (Y)	1	1.550	65.742*	996.811*
CM×BL	1	0.281	0.802	1.711
VAR (V)	2	125.278**[2]	104.292**	58.982**
BS(B)	2	0.109	0.101	192.904**
CM (C)	1	0.911	6.242	73.003
Y×B	2	0.174	1.488**	7.655
Y×V	2	0.256	4.119**	69.686**
Y×C	1	0.040	0.569	315.423**
V×C	2	1.321**	1.984**	24.969**
V×B	4	0.047	0.398	48.392**
B×C	2	0.012	0.077	16.867**
Y×V×B	4	0.252	0.728*	25.815**
Y×V×C	2	0.468*	1.283**	77.119**
V×B×C	4	0.034	0.173	6.792
Y×V×B×C	6	0.086	0.159	42.169**

[1] BL: Block. CM: Cultivation method. VAR: Variety. BS: Planted pattern of blue soybean.

[2] **,* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

栽培綠肥青皮豆後一期水稻之碾米品質(表四)，年度間之變化，第二年較第一年有較佳之白米率與完整米率，分別爲73.0%與55.5%，顯示碾米品質在連續兩年栽培青皮豆後似乎獲得改善。品種間仍以粳稻品種之碾米品質優於籼稻品種，表現相同之臺粳8號與臺粳9號之完整米率分別爲53.1%與52.1%，臺中籼10號則爲50.0%。不同青皮豆處理所造成之差異，僅見於完整米率，其中以裡作種青皮豆處理之48.8%最差，二期作種青皮豆處理之52.1%次之，而以對照處理之54.4%最佳。兩個耕種方式直播與機插之表現皆相同，直播與機插之完整米率分別爲50.7%與52.8%。

表四、栽培青皮豆綠肥後一期水稻之碾米品質

Table 4. Milling quality of the 1st crop rice after planting blue soybean as green manure

Treatment	Brown rice	Milled rice	Head rice
	%	%	%
1st year	80.8a[1]	71.1b	48.0b
2nd year	81.3a	73.0a	55.5a
Taikeng 8	82.6a	74.0a	53.1a
Taikeng 9	82.1b	72.3b	52.1a
Taichung sen 10	78.4c	69.9c	50.0b
Blue soybean planted in the 2nd crop season	81.0a	72.1a	52.1b
Blue soybean planted in the inter-crop season	81.0a	72.0a	48.8c
Control (CK)	81.1a	72.1a	54.4a
Direct seeding	80.9a	71.8a	50.7a
Transplanting	81.1a	72.3a	52.8a

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

白米外觀之變方分析結果，各因子間的顯著差異是出現在年度間、品種間的所有四個性狀，綠肥處理間的透明度、心白與腹白以及耕種方式間的透明度與心白(表五)。各因子間交感作用，除背白受到年度與品種等兩個因子彼此間的影響外，透明度、心白與腹白幾乎完全受到年度、品種、耕種方式與綠肥處理等四個因子彼此間所有交感作用的影響，顯示白米外觀受各因子交感作用影響頗深，若須詳細探就時，皆應進行各項有關因子組合後的個別探討。

栽培綠肥青皮豆後一期水稻白米外觀之表現(表六)，年度間之變化，第二年透明度較差，心白、腹白皆有增加之現象，但背白則明顯減少，若將心、腹、背白等級相加所得之總合，分別爲0.95與0.78，第二年反而較少，但加上透明度實際上的肉眼外觀應相差不多。品種間之差異，透明度皆以臺粳8號表現最佳，臺粳9號次之，臺中秈10號最差；心白僅以臺粳8號稍有發現，背白則以臺粳9號有高達1.5級之表現，腹白則發生在臺粳9號與臺中秈10號，皆爲0.5級，三個品種中以臺粳9號明顯有白堊質粒多的現象，臺粳8號幾乎沒有，顯示臺粳9號可能容易受到栽培環境條件的改變而影響到白米外觀，臺粳8號則表現穩定。不同青皮豆處理之差異，透明度以裡作種青皮豆處理稍差，兩個綠肥處理皆有較對照處理爲稍多之腹白，背白等級表現相同，對照處理則略有心白，若將心、腹、背白等級相加所得之總合，分別爲0.92、0.83與0.83，加上透明度，實際上的肉眼外觀仍應是差不多。兩個耕種方式直播與機插明顯差異雖見於透明度與心白，但心、腹、背白等級相加所得之總合分別爲0.83與0.89，在實際肉眼外觀上亦應極爲接近。

稻米品質之理化特性的變方分析結果，各因子間的顯著差異是出現在年度間、品種間與綠肥處理間的除鹼性擴散值外的三個性狀(表七)。各因子間交感作用，直鏈澱粉含量、蛋白質含量與凝膠展延性皆受到年度、品種、耕種方式與綠肥處理等四個因子彼此間交感作用的影響，兩個因子或三個因子間之顯著交感作用亦分別有八項、四項與七項，顯示稻米品質之理化特性受各因子影響頗深，若須詳細探就時，應進行各項有關因子組合後的個別探討。

表五、白米外觀綜合變方分析之均方值

Table 5. Combined analyses of variance for appearance of milled rice

Source of variation[1]	df	Translucency	White center	White back	White belly
BL (YEAR)	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
YEAR (Y)	1	0.6806**[2]	0.0556**	2.0000**	0.2222**
CM×BL	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
VAR (V)	2	0.8472**	0.0556**	18.0000**	2.0000**
BS (B)	2	0.0139**	0.0556**	0.0000	0.1667**
CM (C)	1	0.0139**	0.0556**	0.0000	0.0000
Y×B	2	0.0139**	0.0556**	0.0000	0.0556**
Y×V	2	0.5139**	0.0556**	2.0000**	4.2222**
Y×C	1	0.0139**	0.0556**	0.0000	0.2222**
V×C	2	0.0139**	0.0556**	0.0000	0.0000
V×B	4	0.0347**	0.0556**	0.0000	0.1667**
B×C	2	0.0972**	0.0556**	0.0000	0.1667**
Y×V×B	4	0.0347**	0.0556**	0.0000	0.0556**
Y×V×C	2	0.0139**	0.0556**	0.0000	0.2222**
V×B×C	4	0.0347**	0.0556**	0.0000	0.1667**
Y×V×B×C	6	0.0556**	0.0556**	0.0000	0.0556**

[1] BL: Block. CM: Cultivation method. VAR: Variety. BS: Planted pattern of blue soybean.

[2] **,* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

表六、栽培青皮豆綠肥後一期水稻之白米外觀

Table 6. Appearance of milled rice of the 1st crop rice after planting blue soybean as green manure

Treatment	Translucency	White center	White back	White belly
1st year	3.67b[1]	0.00b	0.67a	0.28a
2nd year	3.86a	0.06a	0.33b	0.39b
Taikeng 8	3.58c	0.08a	0.00b	0.00b
Taikeng 9	3.75b	0.00b	1.50a	0.50a
Taichung sen 10	3.96a	0.00b	0.00b	0.50a
Blue soybean planted in the 2nd crop season	3.75b	0.00b	0.50a	0.42a
Blue soybean planted in the inter-crop season	3.79a	0.00b	0.50a	0.33b
Control(CK)	3.75b	0.08a	0.50a	0.25c
Direct seeding	3.78a	0.00b	0.50a	0.33a
Transplanting	3.75b	0.06a	0.50a	0.33a

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

表七、米質理化性狀綜合變方分析之均方值

Table 7. Combined analyses of variance for physicochemical properties of rice quality

Source of variation[1]	df	Amylose content	Protein content	Alkali spreading value	Gel consistency
BL (YEAR)	1	0.031	0.0338	0.000	1.125
YEAR (Y)	1	162.300**[2]	40.1408*	0.000	1035.125*
CM×BL	1	0.023	0.0108	0.000	10.125
VAR (V)	2	40.661**	1.7440**	0.000	394.347**
BS (B)	2	1.078**	0.6006**	0.000	86.264**
CM (C)	1	1.361	0.0470	0.000	0.681
Y×B	2	0.693**	0.0578	0.000	143.042**
Y×V	2	3.156**	0.5034**	0.000	79.125**
Y×C	1	0.740**	0.3362**	0.000	45.125**
V×C	2	0.113**	0.0180	0.000	1.431
V×B	4	0.174**	0.0714	0.000	50.368**
B×C	2	0.034	0.1946**	0.000	32.931**
Y×V×B	4	0.055**	0.0505	0.000	12.729*
Y×V×C	2	0.272**	0.0901	0.000	17.542*
V×B×C	4	0.169**	0.1281**	0.000	7.743
Y×V×B×C	6	0.267**	0.0705*	0.000	85.861**

[1] BL: Block. CM: Cultivation method. VAR: Variety. BS: Planted pattern of blue soybean.

[2] **,* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

稻米品質之理化性狀在年度間有明顯之變化(表八)，直鏈澱粉含量由第一年之16.4%增加爲第二年之19.4%，蛋白質含量則由第一年之7.6%明顯降爲第二年之6.1%，凝膠展延性則由第一年之80.2 mm降至第二年的72.6 mm，其中蛋白質含量下降，顯示未施第一次追肥的效果，但更高的直鏈澱粉含量與較硬的凝膠，卻並未真正顯現米質之改進。品種間之差異，兩個粳稻品種皆有較臺中秈10號爲高之直鏈澱粉含量，其中以臺粳8號最高，爲19.4%，臺中秈10號則爲16.9%；蛋白質含量則以臺中秈10號的7.08%最高，臺粳9號的6.55%最低；凝膠展延性則以臺粳8號之81.1 mm高於其餘兩個表現相同之品種。不同青皮豆處理間之差異，可自然連作兩次之二期作種青皮豆處理，後作一期水稻之直鏈澱粉含量最低，爲17.8%，對照處理最高，爲18.1%，相較於年度與品種間之差異，結果差距小的多；蛋白質含量以裡作種青皮豆處理最低，爲6.69%，二期作種青皮豆處理最高，爲7.0%，對照處理居間，可能和裡作種青皮豆處理之青皮豆生育遲緩，掩施後可利用的有機質較少有關(14)；凝膠展延性則以二期作種青皮豆處理最軟，達78.3 mm，裡作種青皮豆處理次之，達76.4 mm，顯示兩個綠肥處理相較於對照處理言，米質稍有增進。直播與機插兩個耕種方式間之米質表現則完全相同。

表八、栽培青皮豆綠肥後一期水稻之米質理化性狀

Table 8. Physicochemical properties of rice quality of the 1st crop rice after planting blue soybean as green manure

Treatment	Amylose	Crude protein	Alkali spreading value	Gel consistency
	%	%		mm
1st year	16.4b[1]	7.60a	6.0a	80.2a
2nd year	19.4a	6.10b	6.0a	72.6b
Taikeng 8	19.4a	6.92b	6.0a	81.1a
Taikeng 9	17.4b	6.55c	6.0a	74.0b
Taichung sen 10	16.9c	7.08a	6.0a	74.1b
Blue soybean planted in the 2nd crop season	17.7c	7.00a	6.0a	78.3a
Blue soybean planted in the inter-crop season	17.8b	6.69c	6.0a	76.4b
Control(CK)	18.1a	6.87b	6.0a	74.5c
Direct seeding	18.0a	6.88a	6.0a	76.3a
Transplanting	17.7a	6.83a	6.0a	76.5a

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

米飯之物理性的變方分析結果，各因子之顯著差異僅出現品種間的所有六個性狀與綠肥處理間的彈力性(表九)。各因子間交感作用，多爲兩個因子間達顯著水準，粘度、均衡度、凝集性、粘著性與彈力性分別有一或兩項至多三項，三個因子間之顯著交感作用僅見於粘度一項，顯示米飯之物理性雖然受各因子交感作用影響較其他性狀小，但若須詳細探就時，仍應就各項有關因子個別組合後進行探討。

米飯之物理性，在不同年度間、除彈力性外之三個青皮豆處理間與兩個耕種方式間之表現多相同(表十)，顯著的差異僅出現在品種間，臺中秈10號米飯皆較其他兩個粳稻品種爲軟，臺粳8號最硬；粘度以臺中秈10號最佳，臺粳8號最不粘；因而臺中秈10號有最好的均衡度表現，臺粳9號次之，臺粳8號最差；凝集性則有和硬度相同的表現，粘著性和粘度有相同的表現，彈力性以臺粳8號稍高於其他兩個表現相同的品種。

米飯食味官能檢定之食用品質的變方分析結果，各因子之顯著差異，有年度間的口味、硬性與總評，品種間的所有六個性狀與綠肥處理間的外觀、口味、粘性與總評，以及耕種方式間的外觀(表十一)。各因子間交感作用達顯著者，外觀、香、口味、粘性、硬性與總評分別有六項、兩項、七項、六項、兩項與七項，顯示米飯之物理性受各因子交感作用影響頗深，若須詳細探就時，應就各項有關因子個別組合後進行探討。

表九、米飯物理性狀綜合變方分析之均方值

Table 9. Combined analyses of variance for physical properties of cooked rice

Source of variation[1]	df	Hardness	Stickiness	Balance	Cohesiveness	Adhesiveness	Springiness
BL (YEAR)	1	0.0100	0.0016	0.000050	0.00005	0.00320	0.00067
YEAR (Y)	1	0.9964	0.0193	0.000272	0.00681	0.00294	0.00605
CM×BL	1	0.0572	0.0005	0.000556	0.00009	0.00161	0.00045
VAR (V)	2	3.4470**[2]	0.0707**	0.019476**	0.01982**	0.03625**	0.00491**
BS (B)	2	0.0237	0.0026	0.000226	0.00074	0.00080	0.00282*
CM (C)	1	0.0728	0.0020	0.000800	0.00020	0.00569	0.00094
Y×B	2	0.0221	0.0016	0.000210	0.00011	0.00181	0.00293*
Y×V	2	0.0576	0.0044*	0.000760**	0.00056	0.01623**	0.00082
Y×C	1	0.0528	0.0174**	0.001800**	0.00376**	0.01227**	0.00180
V×C	2	0.0159	0.0016	0.000263	0.00015	0.00135	0.00024
V×B	4	0.0208	0.0037*	0.000233	0.00025	0.00132	0.00079
B×C	2	0.0663	0.0005	0.000029	0.00035	0.00009	0.00119
Y×V×B	4	0.0373	0.0009	0.000178	0.00037	0.00154	0.00050
Y×V×C	2	0.0467	0.0020	0.000163	0.00048	0.00233	0.00012
V×B×C	4	0.0256	0.0032*	0.000260	0.00004	0.00211	0.00131
Y×V×B×C	6	0.0284	0.0013	0.000225	0.00043	0.00058	0.00071

[1] BL: Block. CM: Cultivation method. VAR: Variety. BS: Planted pattern of blue soybean.

[2] **,* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

表十、栽培青皮豆綠肥後一期水稻米飯之物理性

Table 10. Physical properties of cooked rice of the 1st crop rice after planting blue soybean as green manure

Treatment	Hardness	Stickiness	Balance	Cohesiveness	Adhesiveness	Springiness
1st year	3.43a[1]	0.28a	0.083a	0.74a	0.16a	0.87a
2nd year	3.19a	0.25a	0.079a	0.72a	0.14a	0.85a
Taikeng 8	3.63a	0.21c	0.058c	0.76a	0.12c	0.87a
Taikeng 9	3.40b	0.25b	0.074b	0.74b	0.14b	0.86b
Taichung sen 10	2.89c	0.32a	0.113a	0.70c	0.19a	0.84b
Blue soybean planted in the 2nd crop season	3.29a	0.27a	0.084a	0.74a	0.15a	0.86ab
Blue soybean planted in the inter-crop season	3.29a	0.27a	0.083a	0.73a	0.16a	0.87a
Control(CK)	3.35a	0.25a	0.078a	0.73a	0.14a	0.85b
Direct seeding	3.28a	0.27a	0.085a	0.73a	0.16a	0.85a
Transplanting	3.34a	0.26a	0.078a	0.73a	0.14a	0.86a

[1] Values within the same column followed by different letters are statistically significant different (P<0.05).

表十一、食用品質綜合變方分析之均方值

Table 11. Combined analyses of variance for eating quality of cooked rice

Source of variation[1]	df	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
BL (YEAR)	1	0.1535*[2]	0.0009	0.0119	0.0175	0.0002	0.0100
YEAR (Y)	1	0.9380	0.0017	2.4024*	3.4405	2.9213**	2.5316*
CM×BL	1	0.0107	0.0089	0.0649	0.0598	0.0435	0.0452
VAR (V)	2	0.5900**	0.2045**	0.7454**	1.3181**	1.1310**	1.1364**
BS (B)	2	0.1092*	0.0061	0.1071**	0.1645**	0.0179	0.1280**
CM (C)	1	0.0527*	0.0082	0.0711	0.0450	0.0505	0.0165
Y×B	2	0.0080	0.0036	0.0140	0.0526	0.0303	0.0504
Y×V	2	0.4828**	0.0046	0.0625*	0.1177**	0.2099*	0.1204**
Y×C	1	0.0019	0.0251*	0.0271	0.0079	0.2581**	0.0165
V×C	2	0.1419**	0.0050	0.2773**	0.2669**	0.0939	0.2248**
V×B	4	0.0358	0.0027	0.0658**	0.0798**	0.0500	0.0946**
B×C	2	0.1274**	0.0049	0.0571	0.0986**	0.0367	0.1305**
Y×V×B	4	0.0720**	0.0104*	0.0791**	0.0510*	0.0296	0.0493*
Y×V×C	2	0.0046	0.0015	0.0987**	0.0008	0.0456	0.0146
V×B×C	4	0.0696*	0.0045	0.0712**	0.0529	0.0775	0.0926**
Y×V×B×C	6	0.1516**	0.0055	0.2483**	0.2108**	0.0616	0.3098**

[1] BL: Block. CM: Cultivation method. VAR: Variety. BS: Planted pattern of blue soybean.

[2] **,* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

經人爲官能品評米飯之食用品質結果，年度間之變化，第二年之米飯總評優於第一年，起因於第二年米飯較軟，口味變得較好，食味表現較第一年有所增進(表十二)，此應和蛋白質含量下降有關[(22)]。品種間之差異，由於臺粳9號之米飯最粘、最軟與口味最佳，總評表現是三品種中最優的，臺中秈10號食味表現次之，但有較受人喜愛之香味與外觀，臺粳8號則因爲較硬、較不粘及口味較差，加上米飯外觀不佳，整體之總評表現是三個品種中最低的，此結果和表十之米飯物理性不完全符合，顯現米飯食味最終仍以人爲感官品評爲宜。不同青皮豆處理間之差異，總評以裡作種青皮豆處理稍佳於其於兩個表現相同之二期作種青皮豆處理和對照處理，造成原因和外觀、口味以及粘性有關。兩個耕種方式間，除機插的米飯外觀較直播爲佳之外，其餘表現皆相同。

糙米品質的變方分析結果，年度間之明顯差異見於未熟粒、異形粒與胴裂粒(表十三)，品種間的顯著差異則出現在所有九個調查性狀，綠肥處理間之顯著差異再現於未熟粒、異形粒、胴裂粒、死米、茶米與著色粒，耕種方式間之顯著差異則出現在整粒、異形粒、胴裂粒、碎米與發芽粒。而各因子間交感作用，除著色粒有兩項達顯著水準，發芽粒有三項達顯著水準，未熟粒有七項達顯著水準外，其餘六個性狀皆至少有八項達顯著水準，而其中之茶米與碎米更呈現所有因子組合的十項達顯著交感作用，顯示糙米品質受到栽培環境條件影響頗大，故糙米品質亦無法完全以單一個因子作爲解釋，若須詳細探就時，應進行各項有關因子組合後的個別探討。

表十二、栽培青皮豆綠肥後一期水稻米飯食味官能檢定之食用品質

Table 12. Eating quality of the 1st crop cooked rice after planting blue soybean as green manure

Treatment	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
1st year	-0.05a[1]	0.017a	-0.23b	-0.27a	0.25a	-0.22b
2nd year	0.18a	0.027a	0.13a	0.17a	-0.15b	0.15a
Taikeng 8	-0.10c	-0.047b	-0.21c	-0.28c	0.26a	-0.23c
Taikeng 9	0.10b	-0.013b	0.14a	0.18a	-0.17c	0.20a
Taichung sen 10	0.21a	0.127a	-0.08b	-0.05b	0.06b	-0.08b
Blue soybean planted in the 2nd crop season	0.01b	0.018a	-0.07b	-0.04a	0.05a	-0.06b
Blue soybean planted in the inter-crop season	0.13a	0.040a	0.03a	0.02a	0.02a	0.05a
Control(CK)	0.06ab	0.009a	-0.10b	-0.14b	0.07a	-0.09b
Direct seeding	0.04b	0.033a	-0.08a	-0.08a	0.07a	-0.05a
Transplanting	0.10a	0.012a	-0.02a	-0.03a	0.02a	-0.02a

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

表十三、糙米品質綜合變方分析之均方值

Table 13. Combined analyses of variance for brown rice quality

Source of variation[1]	df	Whole kernel	Immature kernel	Off-shape kernel	Cracked kernel	Dead kernel	Brown kernel	Colored kernel	Broken kernel	Sprouted kernel
BL (YEAR)	1	57.1	1.29	14.2	0.95	0.09	0.027	0.347	2.10	0.642
YEAR (Y)	1	992.4	471.50*	20964.7*	305.25*	1.00	2.801	0.017	15.17	32.536
CM×BL	1	80.0*[2]	0.69	2.3	1.61	0.16	0.014	0.201	0.21	0.002
VAR (V)	2	1867.7**	243.22**	838.3**	136.73**	12.22**	0.221**	2.480**	241.26**	0.891*
BS (B)	2	15.3	12.39**	62.8**	6.47**	0.59**	0.551**	1.396**	5.15	0.283
CM (C)	1	2545.4**	3.45	1065.7*	30.36*	5.28	0.245	11.123	45.05*	1.280*
Y×B	2	37.7	13.63**	39.3**	3.36**	0.24	0.551**	0.413	34.80**	0.540
Y×V	2	513.2**	96.81**	368.2**	19.49**	0.54**	0.221**	0.187	6.09*	1.201*
Y×C	1	2199.0**	14.36**	548.9**	0.01	5.84**	0.245**	10.657**	23.75**	0.436
V×C	2	38.0	12.18**	71.3**	13.02**	1.10**	0.102**	0.729**	56.92**	0.139
V×B	4	58.0*	1.06	4.5	6.70**	0.44**	0.036*	0.171	12.03**	1.089**
B×C	2	26.4	0.57	100.1**	0.73	0.55**	0.082**	0.398	6.99*	0.087
Y×V×B	4	65.4*	1.56*	17.4*	5.41**	0.58**	0.036*	0.219	39.93**	1.025**
Y×V×C	2	113.1**	17.52**	61.3**	6.45**	1.85**	0.102**	0.211	6.52*	0.641
V×B×C	4	26.5	2.13**	4.6	2.60**	0.38**	0.138**	0.149	6.46*	0.571
Y×V×B×C	6	34.0	0.34	17.3**	2.16**	0.40**	0.119**	0.074	12.34**	0.509

[1] BL: Block. CM: Cultivation method. VAR: Variety. BS: Planted pattern of blue soybean.

[2] **,* Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

糙米品質在年度間之變化，雖然第二年之未熟粒率、異形粒率明顯增加，但因胴裂粒率明顯下降，導致兩年之完整粒率表現相同(表十四)。品種間之差異，完整粒率以臺中秈10號最高，臺粳9號次之，臺粳8號最少；其中臺中秈10號之異形粒率、碎米率最高，但其未熟粒率、胴裂粒率與死米率爲最低，臺粳9號之未熟粒率、死米率、茶米率、著色粒率、發芽粒率較高，而臺粳8號之胴裂粒率高達三成，臺粳9號亦高達兩成，是造成其完整粒率較差的主因。不同青皮豆處理間之差異，完整粒率表現雖然相同，但其中各處理之胴裂粒率皆約近二成，有偏高的現象，追究原因爲採用日曬乾燥方式，又爲七月高溫期，稍不慎易造成胴裂粒，調製方式應以適當之較低溫度乾燥爲宜。兩個耕種方式間，直播之完整粒率明顯低於機插，起因於偏高的胴裂粒率，在相同之收穫調製方式下，顯示直播之糙米品質較不穩定。

表十四、栽培青皮豆綠肥後一期水稻之糙米品質
Table 14. Brown rice quality of the 1st crop rice after planting blue soybean as green manure

Treatment	Whole kernel	Immature kernel	Off-shape kernel	Cracked kernel	Dead kernel	Brown kernel	Colored kernel	Broken kernel	Sprouted kernel
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1st year	68.3a[1]	2.24b	1.77b	22.1a	0.74a	0.00a	1.36a	3.17a	0.32a
2nd year	60.9a	7.36a	5.89a	17.4b	0.98a	0.39a	1.33a	4.08a	1.66a
Taikeng 8	57.1c	5.22b	2.23c	30.9a	0.90b	0.10c	1.13b	1.69b	0.77b
Taikeng 9	62.4b	7.75a	2.68b	20.6b	1.55a	0.29a	1.71a	1.90b	1.11a
Taichung sen 10	74.3a	1.43c	6.57a	7.8c	0.12c	0.20b	1.18b	7.28a	1.09a
Blue soybean planted in the 2nd crop season	64.5a	5.27a	3.88b	20.0a	0.99a	0.08c	1.12b	3.09a	1.10a
Blue soybean planted in the inter-crop season	65.4a	3.98b	3.29c	20.4a	0.68b	0.15b	1.31b	3.91a	0.89a
Control (CK)	63.8a	5.16a	4.32a	19.0b	0.90a	0.37a	1.60a	3.88a	0.98a
Direct seeding	58.6b	5.02a	4.48a	23.4a	1.13a	0.14a	1.73a	4.42a	1.12a
Transplanting	70.5a	4.58a	3.18b	16.3b	0.59a	0.26a	0.95a	2.83b	0.86b

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

綜觀上述，若不考慮年度，在另三個參試因子中，以品種間表現出最多的差異，青皮豆處理間稍有些變化，至於耕種方式間可說是除產量與糙米品質外幾乎完全相同。品種間由於有秈稻與粳稻的變化，較多之不同是可以理解的。青皮豆處理間之差異不多，或許與試驗進行之年限短有關，但若能擴展應用至其他種類的綠肥作物，研究對於後作水稻產量與品質之影響，在臺灣加入WTO後，稻作休耕面積增加，可提供農民作爲選擇改種綠肥之參考，除可兼顧維持整個大環境的綠色景觀外，亦能達成植物-土壤-微生物三者間生態平衡，且合乎整體性生態平衡及永續農業規範(3)。但從水田耕種改爲旱田耕種，綠肥作物之病蟲害防治(16)與綠肥掩施後之雜草防除將會是要面對的難題。另外仍值得一提的是，若採用青皮豆當作綠肥作物時，在二期作栽培會有自然連作的效果，可降低生產成本。

兩個水稻耕種方式直播與機插，雖然米質表現幾乎相同，甚至直播表現得較機插更高產，每平方公尺有效穗數之明顯增加應爲主因，亦相同於許與宋[13]之報告。實際上，將稻種直接播種於廣大的本田中，第一期作首先可能在寒流來襲時保溫困難[13]，其次，與移植栽培相較約晚15~20天[13]，加上多年生雜草不易控制[7, 10]等影響栽培的變數，除糙米品質外，直播的其他表現也有可能不如機插。但在今日，由於直播機或背負式動力粒狀肥料噴撒機已廣泛被利用，各種有效的防治殺草劑亦不斷被開發，加上各試驗場所育成適宜直播栽培之品種以及栽培技術的改善[13]，使得農友對直播栽培可以更具信心，爲因應目前水稻生產走向，直播栽培若管理得宜，不但可降低生產成本，產量亦能獲提升，米質並不受影響，在一期作水稻田亦可進行推廣。

誌　　謝

本研究承蒙農委會科技計畫(85科技-1.3-糧-46)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研究室全體同仁之鼎力協助。

參考文獻

1. 丁全孝 1999 水稻直播栽培 p.313-328 臺灣稻作發展史 臺灣省政府農林廳發行。
2. 丁全孝 1997 降低水稻生產成本—省工栽培 花蓮區農業專訊 20: 4-5。
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 臺中 臺灣。
6. 林文龍 1981 水稻不整地直播栽培試驗 臺灣農業 17: 31-33。
7. 侯福分 1984 水稻不整地直播栽培試驗 臺中區農推專訊 31:1-8。
8. 侯福分、郭金條、吳炳奇 1996 水稻有機栽培 臺南區農業專訊 18: 2-5。
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 中興新村 彰化 臺灣。
10. 莊義雄 1998 不同省工栽培方法對水稻產量與米質之影響 花蓮區農業改良場研究彙報 15: 1-10。
11. 張學琨 1999 臺灣稻米移植栽培技術之演進 p.265-312 臺灣稻作發展史 臺灣省政府農林廳發行。
12. 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。
13. 許志聖、宋勳 1994 水稻直播栽培 臺中區農業專訊 7: 18-24。

14. 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。
15. 鄭書杏 1996 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. 蕭文鳳 1998 綠肥作物的管理 農業世界雜誌 176: 38-39。
17. A. A. C. C. 1985. American Association of Cereal Chemists Approved Methods. 9th ed. The Association: St. Paul, MN.
18. Abrol, I. P. and S. P. Palaniappan. 1988. Green manure crops in irrigated and rainfed lowland rice-based cropping systems in South Asia. p.71-82. *In*: Sustainable Agriculture: Green Manure in Rice Farming. IRRI. Los, Banos, Philip.
19. Bouldin, D. R. 1988. Effect of green manure on soil organic matter content and nitrogen avalilability. p.151-163. *In*: Sustainable Agriculture: Green Manure in Rice Farming. IRRI. Los, Banos, Philip.
20. 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.
21. Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16:334-338, 340, 360.
22. Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. p.443-524. *In*: Juliano. B. O. (*ed*.). Rice: Chemistry and Technology. Am. Assoc. Cereal Chem., MN.
23. 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.
24. Okabe, M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. J. Texture Studies 10: 131-152.
25. Singh, N. T. 1984. Green manures as sources of nutrients in rice production. p.217-228. *In*: Organic matter and rice. IRRI. Los, Banos, Philip.
26. Watanabe, I. 1984. Use of green manures in northeast Asia. p.229-234. *In*: Organic matter and rice. IRRI. Los, Banos, Philip.

Effects of Green Manure Blue Soybean and Different Cultivation Methods on the Yield and Quality of the First Crop Rice[1]

Ai-Na Hsu, Yi-Fong Tsai and Long-Zen Chang[2]

ABSTRACT

Blue soybean, grown as green manure in the second crop season and inter-crop season, were rotated with three rice varieties in the first crop season under direct seeding and machine transplanting. The results indicated that there were much more significant differences among three rice varieties. Taichung sen 10 had the highest yield performance (7,474 kg/ha). Milling quality of Japonica rice was better than that of Indica rice. Taikeng 8 showed the best appearance of milled rice. Japonica rice had the higher amylose content and lower crude protein content. Physical properties of cooked rice of Taichung sen 10 were better than that of other two Japonica rice varieties. Taikeng 9 had the best eating quality. Indica rice had better brown rice quality. Among three different green manure treatments, the treatment of blue soybean planted in inter-crop season had the lowest rice yield, 6,233Kg/ha. Milling quality of two green manure treatments was slightly less than that of check, which never planted blue soybean, but the physicochemical properties of rice quality were slightly improved. Eating quality of treatment of blue soybean planted in the inter-crop season had better performance. Appearance of milled rice, physical properties of cooked rice and brown rice quality among green manure treatments had the same performance. Between two different cultivation methods, only the yield (7,641 kg/ha) of direct seeding was higher than that (5,757 kg/ha) of machine transplanting. Milling quality, appearance of milled rice, the physicochemical properties of rice quality, physical properties of cooked rice, eating quality and brown rice quality all had the same performance. Results of different year trials showed that milling quality and eating quality of the second year were better than that of the first year. Crude protein content of rice quality reduced significantly for the second year. Yield, appearance of milled rice, physical properties of cooked rice and brown rice quality all had the same performance.

Key words: rice, green manure, blue soybean, cultivation method, yield, rice quality.

---

[1]Contribution No. 0556 of Taichung DAIS.
[2]Associate Agronomist, Associate Soil Scientist and Assistant Agronomist of Taichung DAIS.