

綠肥青皮豆與水稻輪作對稻米產量及土壤肥力之影響¹

蔡宜峰、許愛娜²

摘 要

本研究目的擬探討利用青皮豆分別於一期春作、二期秋作及冬季裡作栽培之生長效應，以及掩施青皮豆對後作水稻產量及土壤肥力之影響。由試驗結果顯示，一期春作、二期秋作、二期秋作再生及冬季裡作所播種的青皮豆，在掩施前單位面積地上部植體鮮重分別可達到5.73、5.29、1.49及0.16 kg/m²，且其所含有的氮素量分別為505、590、114及11 kg/ha。其中於春作及秋作播種及掩施青皮豆綠肥處理對水稻有增產效益，惟冬季裡作播種及掩施青皮豆綠肥處理的效益則不明顯。在掩施青皮豆處理區土壤有機質、磷、鉀、鈣、鎂含量，以及微量元素之鐵與錳含量略高於對照區。顯示掩施青皮豆處理對增進稻米產量及維護水田土壤肥力有顯著的效益。

關鍵字：青皮豆，綠肥，水稻，土壤肥力。

前 言

有機質在土壤中營養要素之轉化及利用機制中扮演著極重要的關鍵角色^(7,12,13)，因此為維護農田永續經營之首要策略之一，即須強化農田土壤有機質管理以維持農田土壤永續經營發展。中國祖先很早即懂得種植作物，除發展犁具以犁田及中耕除草外，並已懂得將動物排泄廢棄物、植物之殘體，甚至收集野外植生加入農田(綠肥)，以永保土壤肥力，使之不至因耕作而消耗⁽¹⁾，如此耕作制度合乎自然而儼然發展成一永續農業，而此永續農業自古即相傳下來。隨著『綠色革命』的發生，以及為了滿足不斷膨脹人口所需要的營養食物，農業發展遂以冀求單位面積增產為標的，形成集約化及單一作物式的農耕模式。惟如果未能將中國自然資源循環的理念帶入，又未能合理的施用化學性肥料及農藥等，將可能影響到農業生態，如土壤性質劣變等問題^(5,7,21)，進而影響到土壤生產潛能⁽⁹⁾。

台灣地區對於綠肥作物在農業生產及農田地力之影響研究與應用，已有許多豐碩的成果^(2,3,6)，惟近年來由於經貿發展趨向於國際化，使得加入世界貿易組織(WTO)成為必要之形勢，所以未來台灣地區已無法避免將面臨進口農產品之強大衝擊。而且無論是為因應加入WTO後之衝擊，或考量消費者對農產品品質要求日益提高之趨勢，如何加強提昇農產品品質及儘量降低生產成本，應是較積極且正面的可行方式之一。由於適當地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^(6,10,15)。因此在目前台灣地區最大栽種面積之水稻栽培中，尤其現行一年兩期作水稻耕作制度，如能研究建立適當的綠肥應用技術，將有助於維繫水稻產業競爭力及維護農田地力。本研究目的擬探討利用青皮豆分別於一期、二期及

¹台中區農業改良場研究報告第 0471 號。

²台中區農業改良場副研究員。

裡作栽培之生長效應，以及掩施青皮豆對後作水稻生長及土壤肥力之影響，以期瞭解不同期作青皮豆與水稻輪作之效益，以供日後研究及應用之參考。

材料與方法

本試驗期間自1995年二期秋作至1998年一期春作止，除1995年二期作剛開始進行試驗，以及1997年一期春作因氣候影響，致使水稻產量未列入調查統計外，前後共計三年六期作。試區設置於彰化縣大村鄉本場農場內，試區土壤屬於粘板岩沖積土二林系，試驗前土壤EC值為0.51 mS/cm，pH值為7.36，有機質含量為3.9%，有效性磷含量為10 mg/kg，交換性鉀、鈣及鎂含量分別為83、4,776及309 mg/kg。試驗採裂區設計，小區面積為100平方公尺，水稻收穫時不採用邊行。試驗之主區處理為青皮豆(*Glycine max* Merr.)綠肥與水稻輪作之四種耕作系統，其中Sp處理為一期春作青皮豆、二期秋作水稻、裡作休耕。Fa處理為一期春作水稻、二期秋作青皮豆、裡作休耕。Wi處理為一期春作水稻、二期秋作水稻、裡作青皮豆。Ck處理為一期春作水稻、二期秋作水稻、裡作休耕(表一)。試驗之副區處理為三種不同水稻品種，其中TK8處理為台? 8號，TK9處理為台? 9號，TCS10處理為台中秈10號(表一)。水稻採用整地後機插方式，青皮豆採用不整地撒播方式，播種量約70 kg/ha。水稻施肥量N-P₂O₅-K₂O為150-67.5-45 kg/ha，分成基肥及三次追肥使用。惟自1997年一期作起將有播種及掩施青皮豆綠肥處理區(包括Sp、Fa、Wi)之水稻氮肥用量酌減為110 kg/ha，即第二次追肥不施氮肥，磷肥及鉀肥用量不變，另Ck處理區之水稻肥料用量不變，當期作播種青皮豆之田區不施用化學肥料。

青皮豆於開花盛期割取地上部先進行鮮重調查，再將樣品經70℃烘箱烘乾後秤取乾物重，另以濕灰法(硫酸)分解後測定氮、磷、鉀、鈣及鎂含量^(11,14,19)，其中以蒸餾法測定全氮量，利用鉬黃法呈色及分光光度計於420 nm下比色，測定其全磷量，利用燄光分析儀測定其全鉀量，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量。又於水稻整地後插秧前分別採取不同小試區之土壤樣品，土壤樣品先經風乾處理，經2 mm過篩後分別測定土壤化學性質^(14,18,19)，土壤EC及pH以水:土比1:1萃取及電極法測定。土壤有機質含量採用Walkley-Black法測定。以1M醋酸銨(pH 7.0)土:溶液比1:10抽出液，用燄光分析儀測土壤交換性鉀含量，用原子吸收分析儀測土壤鈣及鎂含量。以Bray No. 1方法抽取並用鉬藍法測土壤有效性磷含量。

表一、試驗處理說明

Table 1. The treatment of experiment

		Spring	Fall	Winter
Crop system	Spring (Sp)	Blue soybean	Rice	None
	Fall(Fa)	Rice	Blue soybean	None
	Winter(Wi)	Rice	Rice	Blue soybean
	Control(Ck)	Rice	Rice	None
Rice variety	TK8	Taikeng 8		
	TK9	Taikeng 9		
	TCS10	Taichung Sen 10		

結果與討論

一、青皮豆生長效應

一般做為綠肥用途之青皮豆(*Glycine max* Merr.)亦屬於大豆同科植物，由於此豆科植物根部之根瘤固氮效率大，莖葉生長迅速繁茂，在短期內可獲得的植株生質量大，頗適宜當做綠肥作物⁽⁴⁾。惟目前利用青皮豆做為中部地區水田綠肥用途之相關研究報告尚少，所以本研究即探討於一期春作、二期秋作及冬季裡作栽培青皮豆之生長效應，以及掩施青皮豆對後作水稻生長及土壤肥力之影響。由試驗結果顯示，青皮豆栽培於第二期秋作，株高約50~60 cm，開花結實正常，大約於播種三個月豆莢轉黃後，將豆株掩施入土壤內，約一兩週後會再發芽出土，由於出土時間較裡作栽培青皮豆為早，故植株生育較裡作栽培青皮豆為旺盛，形成自然連作連續栽培青皮豆兩次之現象，次年第一期春作整地前再掩施。裡作栽培青皮豆，由於溫度低之關係，生育遲緩，在次年第一期春作整地前翻犁入土壤內時之株高約僅10 cm，故可能對土壤肥效影響較小。至於第一期作栽培青皮豆，可能由於光期之關係，青皮豆僅有如藤蔓式莖葉之繁茂營養生長，偶或開數朵花，並未有豆莢之生成，亦於栽培約三個月後掩施入土壤內。

由青皮豆地上部植體生質量調查結果顯示(表二)，于一期春作、二期秋作及冬季裡作所播種的青皮豆，在掩施前單位面積地上部植體鮮重分別可達到5.73、5.29及0.16 kg/m²。另在二期秋作青皮豆掩施後，再發芽生長之再生青皮豆的單位面積地上部植體鮮重可達1.49 kg/m²。顯然青皮豆在一期春作及二期秋作生長較正常，而能獲得較高的生質量，平均每公頃鮮重量可達52.9~57.3 tons。而在裡作採不整地撒播青皮豆，其單位面積的生質量顯著劇減，僅為1.6 t/ha。另由二期秋作青皮豆掩施入土壤後，再次發芽生長，由於約比裡作青皮豆提早1~2週發芽，且此時氣溫尚高，植株生長較迅速，所以地上部植株鮮重可達14.9 t/ha。因此在中部水田地地區栽培裡作青皮豆，所獲得的植株生質量顯然過於偏低，似不值得推廣應用。

表二、不同期作青皮豆及雜草地上部鮮重與乾重

Table 2. The fresh shoot weight and dry shoot weight of blue soybean and weed in different crop seasons

Crop season	Fresh weight (kg/m ²)		Dry weight (kg/m ²)	
	Blue soybean	Weed	Blue soybean	Weed
Spring	5.73a ²	-	2.18a	-
Fall	5.29a	-	2.01a	-
Volunteer ¹	1.49b	0.63	0.57b	0.28
Winter	0.16c	0.32	0.06c	0.14

¹ Volunteered from the fall crop.

² Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

一般將綠肥掩施入農田土壤中，綠肥植株生質部份因含有大量有機物，除能提供有機質而改良土壤特性外，且綠肥植株亦含有豐富的植物營養要素成分，將會經由土壤微生物的分解而釋出供作物吸收利用^(8,20)。由表三青皮豆植體養分分析結果顯示，不同期作的青皮豆植體中氮、鈣及鎂含量有顯著差異，其中植體中氮含量以二期秋作青皮豆的2.94%最高，其次分

別為一期春作2.32%、裡作2.02%及二期再生1.84%。植體中鈣及鎂含量則均以裡作及二期秋作再生青皮豆較高，其次分別為二期秋作及一期春作。另青皮豆植體中磷及鉀含量在不同期中差異不顯著。其中磷含量範圍約為0.25~0.35%，鉀含量範圍約為1.62~2.05%。

為確實評估掩施青皮豆所能提供之營養要素總量，另將青皮豆植體中養分含量(表三)乘以單位面積青皮豆植體乾物重(表二)，即可獲知單位面積內經由掩施青皮豆進入土壤中的養分總量(表四)。其中一期作青皮豆每公頃可提供的養分總量包括氮505 kg、磷76.2 kg、鉀389 kg、鈣279 kg、鎂118 kg，二期秋作青皮豆每公頃可提供的養分總量包括氮590 kg、磷62.3 kg、鉀326 kg、鈣271 kg、鎂116 kg，二期秋作再生青皮豆每公頃可提供的養分總量包括氮114 kg、磷14.0 kg、鉀116 kg、鈣97 kg、鎂45 kg。裡作青皮豆每公頃可提供的養分總量包括氮11 kg、磷1.6 kg、鉀12 kg、鈣10 kg、鎂4 kg。由於二期秋作青皮豆掩施後在裡作期間會再長出青皮豆，所以在一期作水田之前，由二期秋作及其再生青皮豆所累積的乾物量及養分總量即相當可觀。而裡作青皮豆所提供的養分總量則相對最少。

表三、青皮豆地上部植體氮、磷、鉀、鈣及鎂含量

Table 3. The N, P, K, Ca and Mg contents of blue soybean shoot

Crop season	N	P	K	Ca	Mg
	----- % -----				
Spring	2.32ab ²	0.35a	1.79a	1.28b	0.54b
Fall	2.94a	0.31a	1.62a	1.35b	0.58b
Volunteer ¹	1.84b	0.27a	1.98a	1.70a	0.75a
Winter	2.02b	0.25a	2.05a	1.71a	0.80a

¹ Volunteered from the fall crop.

² Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表四、青皮豆地上部植體氮、磷、鉀、鈣及鎂總量

Table 4. The N, P, K, Ca and Mg amounts of blue soybean shoot

Crop season	N	P	K	Ca	Mg
	----- kg/ha -----				
Spring	505a ²	76.2a	389a	279a	118a
Fall	590a	62.3a	326a	271a	116a
Volunteer ¹	114b	14.0b	116b	97b	45b
Winter	11c	1.6c	12c	10c	4c

¹ Volunteered from the fall crop.

² Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

二、稻米產量效應

掩施綠肥不僅能增進土壤肥力且有利於後作作物生長^(6,10,21)，有研究報告指出，當掩施含氮素量70~80 kg N/ha的綠肥混入土壤中，對後作水稻可以增產約1.2~2.0 mg/ha^(16,17)。由本研究不同期作之水稻產量顯示(表五)，1996年第一期春作不同水稻品種之產量在包括Fa、Wi及Ck等處理間均差異不顯著，其中Sp處理當期作為播種青皮豆處理，故無水稻產量資料。1996

年第二期秋作水稻產量在台中秈10號無顯著差異，惟在台? 8號及台? 9號品種中有顯著差異，其中台? 8號以春作播種及掩施青皮豆綠肥處理(Sp)之水稻產量6,498 t/ha顯著較高，台? 9號亦以春作播種及掩施青皮豆綠肥處理(Sp)之水稻產量6,153 t/ha最高。1997年第二期秋作不同品種之水稻產量在包括Sp、Wi及Ck等處理間均有顯著差異，惟台? 8號及台? 9號是以對照處理(Ck)的水稻產量較高，台中秈10號則以對照處理(Ck)的水稻產量較低，由於自本期作開始將有播種及掩施青皮豆綠肥處理區(包括Sp、Fa、Wi)之水稻氮肥用量由150 kg/ha降低至110 kg/ha，而對照處理(Ck)之水稻氮肥不變，因此可能會影響到本期作Sp及Wi處理之水稻產量。1998年第一期春作不同品種之水稻產量在包括Fa、Wi及Ck等處理間均有顯著差異，其中都以秋作播種及掩施青皮豆綠肥處理(Fa)的水稻產量顯著較高。綜合以上結果顯示，春作及秋作播種及掩施青皮豆綠肥處理對水稻產量有顯著效益，惟裡作播種及掩施青皮豆綠肥處理的效益則不明顯，且當播種及掩施青皮豆綠肥處理後的第三年起，如酌量減少氮肥用量，青皮豆綠肥區水稻產量仍然相較於對照區有顯著的增產效益。所以長期利用青皮豆綠肥作物，不僅可以適量減少化學肥料用量，且對後作水稻生長及產量均有顯著的正面效益顯現。

表五、不同期作之水稻產量

Table 5. The rice yield in different crop seasons

Crop season	Treatment ¹	Rice variety		
		TK8	TK9	TCS10
----- kg/ha -----				
1996	Fa	7,914a ²	7,340a	7,774a
	Wi	6,060a	6,757a	7,299a
	Ck	6,402a	6,344a	7,718a
1996	Sp	6,498a	6,153a	6,198a
	Wi	5,509b	5,505ab	5,940a
	Ck	5,502b	5,062b	6,283a
1997	Sp	5,175ab	4,528b	6,040a
	Wi	4,289b	4,959b	5,773a
	Ck	5,302a	6,127a	4,995b
1998	Fa	8,496a	8,998a	7,467a
	Wi	6,964b	6,766b	6,339b
	Ck	6,267c	7,618ab	7,001ab

¹. See Table 1.

². Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

三、水田土壤肥力效應

土壤有機質是植物養分的寶庫，如氮、磷、硫及微量元素等大都和有機質結合，施用有機質肥料及綠肥具有增加土壤有機質含量的直接效果^(12,13)。學者研究指出在長期施用有機肥區，土壤氮素的蓄積約倍增於化學氮肥區，且有機肥區土壤有機碳含量高於化肥區，可以增加土壤有機質含量並穩定供應養分⁽⁵⁾。由試驗前及不同期作水稻插秧前土壤肥力分析結果顯示(表六)，試驗前土壤pH為7.36屬於微鹼性，此為試區土壤屬於粘板岩沖積土(二林系)的特性

之一，且土壤pH在不同期作試驗期間掩施青皮豆處理差異不顯著，大多維持在7.29~7.75微鹼性範圍內。另土壤EC值、有機質含量、有效性磷含量、交換性鈣及鎂含量等在掩施青皮豆處理間亦差異不顯著。試驗前土壤有效性磷含量10 mg/kg屬於中等範圍，在試驗期間則大多維持在28~40 mg/kg之足量範圍，有掩施青皮豆處理的有效性磷含量僅略高於對照區約1~10 mg/kg。土壤有機質含量及交換性鈣、鎂含量在試驗前或試驗期間均維持在足量偏高的範圍，惟掩施青皮豆處理區之上述土壤肥力等特性，在不同期作亦都有略高於對照區的結果。

就土壤交換性鉀含量而言，在水稻一期作插秧前土壤中，有掩施二期作青皮豆處理者的交換性鉀含量顯著較高，其次分別為裡作青皮豆區、一期作青皮豆區及對照區。另在水稻二期作插秧前土壤中，交換性鉀含量在掩施青皮豆處理間差異不顯著。由於一般鉀成分在植體中大多以離子態存在，故掩施青皮豆後，鉀離子較易溶解釋出，所以上期作(二期及裡作)有播種及掩施青皮豆處理區的土壤交換性鉀含量即較高。在二期作水稻插秧前，一期青皮豆及上年度二期作青皮豆處理區的土壤交換性鉀含量亦略高於其它處理區，惟未達差異顯著水準，其原因可能與一期作水稻生長期間屬於雨季，雨量較多，致使土壤中鉀易偏失，故掩施青皮豆之處理效益未能顯現。

表六、不同期作插秧前之土壤肥力變化

Table 6. The change of soil fertility in different crop seasons before transplant

Crop season	Treatment ¹	EC	pH	OM	Avail. P	Exchangeable		
						K	Ca	Mg
		mS/cm		%	-----	mg/kg	-----	
1996	Sp	0.60a ²	7.30a	3.30a	29a	91ab	4630a	320a
	Fa	0.56a	7.56a	3.80a	34a	122a	4438a	316a
	Wi	0.62a	7.29a	3.30a	32a	107ab	4353a	329a
	Ck	0.57a	7.39a	3.30a	32a	85b	4235a	312a
1996	Sp	0.67a	7.15a	3.70a	33a	110a	4315a	305a
	Fa	0.64a	7.24a	3.80a	36a	116a	4289a	298a
	Wi	0.58a	7.45a	3.50a	39a	99a	4331a	290a
	Ck	0.62a	7.42a	3.40a	32a	98a	4265a	287a
1997	Sp	0.58a	7.71a	3.90a	32a	67b	4630a	315a
	Fa	0.60a	7.67a	3.80a	34a	87a	4438a	303a
	Wi	0.67a	7.66a	4.00a	38a	78ab	4353a	290a
	Ck	0.61a	7.67a	3.70a	30a	66b	4335a	308a
1997	Sp	0.59a	7.76a	4.00a	38a	74a	4128a	293a
	Fa	0.64a	7.68a	4.00a	39a	76a	4175a	318a
	Wi	0.56a	7.74a	3.90a	40a	65a	4308a	303a
	Ck	0.56a	7.75a	3.70a	30b	63a	4195a	295a
1998	Fa	0.56a	7.36a	4.20a	37a	107a	4659a	304a
	Wi	0.59a	7.37a	4.30a	36a	93ab	4695a	315a
	Ck	0.53a	7.38a	4.00a	32a	83b	4380a	283a

¹ See Table 1.

² Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

綜合土壤肥力分析結果顯示(表六), 掩施青皮豆處理區土壤有機質含量略高於對照區, 且掩施青皮豆處理區土壤中磷、鉀、鈣、鎂含量, 以及微量元素之鐵與錳含量亦略高於對照區, 顯然掩施青皮豆處理對水田土壤肥力特性有增進之效益, 且在不同期作中均有相似的效果, 所少對土壤肥力的維護及農田永續經營有正面的效益。其中在秋作播種及掩施青皮豆, 除了在當期作能提供相當量的生質量及養分總量外, 掩施後再生長之裡作青皮豆的生質量及養分總量亦相當可觀(表二及四), 所以在秋作栽培青皮豆做為綠肥用途是相當值得推廣應用。惟當播種及掩施綠肥後, 必須注意評估綠肥所分解釋出及累積的養分量, 在後作栽培標的作物時, 適當調整化學肥料用量, 以期能達到最佳的經濟效益^(6,17,21)。因此本研究利用青皮豆做為水田綠肥, 並證實對後作水稻產量及土壤肥力有正面的影響(表五及六), 惟為瞭解青皮豆與水稻輪作之長期的影響效益, 或為建立正確適當的土壤及肥料管理方法, 日後仍有相當值得進一步研究探討的空間。

參考文獻

1. 吳聰賢 1990 農業史 p.15-32 黎明文化事業出版。
2. 洪崑煌 劉天斌 1977 作物殘渣對後作之影響 稻草及紫雲英在高溫下之分解對水稻種子之發芽及幼苗生長之影響 中國農業化學會誌 15:26-32。
3. 陳振鐸 翟鴻祥 1972 自給有機肥料(稻桿與綠肥)之肥效與在土壤中之分解過程 中國農業化學會誌 10:32-49。
4. 連大進 1995 本省栽培主要綠肥作物--大豆 p.29-36 綠肥作物栽培利用 台灣省政府農林廳編印。
5. 黃山內 1991 豬糞堆肥在作物生產之利用 p.1-18 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯台灣省畜產試驗所編印。
6. 黃山內、蔡宗仁、蘇匡基 1982 栽種滿江紅對節省水稻氮肥之經濟性研究 台中區農業改良場研究彙報 6:103-111。
7. 雷通明 1987 從土壤學觀點談農業現代化 中華水土保持學報 18:1-12。
8. Atallah, T. and J. M. Lopez-Real. 1991. Potential of green manure species in recycling nitrogen, phosphorus and potassium. *Biol. Agric. Hort.* 8:53-65.
9. Bationo, A. and A. U. Mkwunye. 1991. Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production: With special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. *Fertilizer Research* 29:117-125.
10. Bouldin, D. R. 1988. Effect of green manure on soil organic matter content and nitrogen availability. p.151-163. In *Green manure in rice farming, Symposium of the role of green manure crops in rice farming systems*. IRRI. Philip.
11. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. *In: Page A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2 Academic Press, Inc., New York.*

12. De Bertoldi, M., G. Vallint, A. Pera and F. Zucconi. 1985. Technological aspects of composting including moddling and microbiology. p.27-41. *In: Gasser, J. K. R. (ed.) Composting of agricultural and other wastes.* Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.
13. Hendrix, P. F., D. C. Coleman and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy* 2:63-82.
14. Kundsens. D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. *In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds). Methods of Soil Analysis Page Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
15. Meelu, O. P. and R. A. Morris. 1988. Green manure management in rice-based cropping systems. p.209-222. Green manure in rice farming. Symposium of "The role of green manure crops in rice farming systems". IRRI. Philip.
16. Morris, R. A., R. E. Furoc and M. A. Dizon. 1986. Rice responses to a short-duration green manure. I. Grain yield. *Agron. J.* 78:409-412.
17. Morris, R. A., R. E. Furoc and M. A. Dizon. 1986. Rice responses to a short-duration green manure. . N recovery and utilization. *Agron. J.* 78:413-416.
18. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. *In: Page A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
19. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. *In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
20. Singh, J. K., ladha, B. Singh and C. S. Khind. 1994. Management of nutrient yields in green manure systems. p.125-153. *In: Ladha, J. K. and D. P. Garrity (eds.). Green manure production systems for Asian ricelands.* IRRI. Philip.
21. Sukthumrong, A., S. Chotechaungmanirat, J. Chancharoensook and V. Veerasan. 1987. The effect of green manure-chemical fertilizer combinations on soil fertility and yield of corn. Food & Fertilizer Technology Center. Extension Bulletin No. 246.

Effect of Blue Soybean (*Glycine max* Merr.) and Rice Rotation on Rice Yield and Soil Fertility¹

Yi-Fong Tsai and Ai-Na Hsu²

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of blue soybean (*Glycine max* Merr.) and rice rotation systems on rice yield and soil fertility. Field experiments were conducted with different rotation systems that blue soybean was sowed in spring, fall and winter, respectively. The results indicated that the fresh shoot weight of blue soybean in spring crop, fall crop, volunteered plants from the fall crop, and winter crop were 5.73, 5.29, 1.49 and 0.16 kg/m², respectively. The amounts of nitrogen from above green manure were 505, 590, 114 and 11 kg/ha, respectively. The rice yields were significantly increased on the treatments of sowed and incorporated of blue soybean in both spring or fall season, but no significant effect in winter season. The soil organic matters, such as P, K, Ca, Mg, Fe and Mn contents in incorporated blue soybean plots were slightly higher than those of control. Therefore, the incorporation of blue soybean may significantly increase rice yield and maintain soil fertility.

Key words: blue soybean (*Glycine max* Merr.), green manure, rice, soil fertility.

¹ Contribution No. 0471 from Taichung DAIS.

² Associate Researcher of Taichung DAIS.