

春作綠肥作物適合性之評估¹

黃惠娟² 曹文隆² 張愛華³

摘要：由於春作休耕田逐年增加，所以提供農民初期生育快、生長期長、莖葉產量高及覆蓋性強，適合氣溫較低時期栽培之綠肥作物種類及栽種方式極為重要；本試驗即以田菁、青皮豆及油菜三種綠肥作物為材料，採單作及混作種植方式進行，結果如下：青皮豆表現最佳，有顯著較高的鮮株重，又能充份達到抑制雜草的生長，且能顯著提升土壤全氮含量，使後作玉米有最高的植株乾重，應可推薦為一適合中部、雲嘉南及東部春作休耕田之綠肥作物。田菁雖有高的後作玉米植株鮮重，但因初期生育受春作氣溫較低之影響，其鮮株重及控制雜草量，均不如青皮豆佳。另田菁+青皮豆+油菜混作區之鮮株重亦佳，雜草量少，並能顯著提升土壤的全氮含量，且其後作之玉米果穗百分比、總營養消化率（TDN）最高，為混作區中表現最好，值得提出做一新的栽種方式之參考。

在後作物玉米產量及品質之比較，各綠肥處理小區均優於兩期連續種植玉米之小區，產量以田菁、青皮豆小區較佳，而品質以三種綠肥混作區最佳。

關鍵詞：綠肥、鮮重、土壤肥力、後作玉米試驗。

自推行稻田轉作及水旱田輪作制度以來，休耕面積逐年增加；由於休耕易造成雜草叢生、病蟲害增加，使地力逐年減退，所以在休耕土地種植綠肥以維護、改進土地生產力有其必要，但以往在本省進行的綠肥相關試驗，大多以二期作休耕水田、冬裏作或兩期作之中間作時期進行，農民亦習慣利用此時期種植綠肥^(2,3,4,5)，而較少在春作（一期作）種植，故適宜栽培的綠肥作物往往生育期較短，或不適初期氣溫較低之春作，同時栽培方式均以單一綠肥作物種植，未曾嘗試數種綠肥混作種植方式是否較佳？而今因春作休耕田及輪作綠肥的機會增加，實有必要找出春作或氣溫較低時期之適宜綠肥作物及較佳的栽培種植方法。綠肥作物可分為大株型的大豆類、田菁、太陽麻等，及小株型的三葉草、紫雲英、油菜等，前者木質素含量多，在土壤中分解較慢，具長效性，另小株型的三葉草、紫雲英、油菜等綠肥，木質素少，在土壤中分解較為快速⁽⁷⁾；本試驗即擬以豆科的大株型綠肥作物田菁、青皮豆及小株型十字花科的油菜，採分別及混合播種，在春作時於本所臺中霧峰試區種植，探討不同綠肥作物單作與混作方式，對綠肥鮮株重、雜草形成量、土壤肥力及其對後作物玉米生育之影響。

材料與方法

一、試驗材料：

(一)田菁 (二)青皮豆 (三)油菜 (四)玉米

二、處理項目：試驗期間前作綠肥及後作玉米均不施任何化學肥料。

1. 臺灣省農業試驗所研究報告 第 1810 號。

2. 本所農藝系助理與助理研究員。

3. 本所農化系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

(一)前作綠肥：打田整地後，撒播綠肥種子。

1. 全區為田菁，播種量為 30kg/ha。
2. 全區為青皮豆，播種量為 50kg/ha。
3. 全區為油菜，播種量為 7kg/ha。
4. 田菁1/2播種量+青皮豆1/2播種量，混合播種。
5. 田菁1/2播種量+油菜1/2播種量，混合播種。
6. 油菜1/2播種量+青皮豆1/2播種量，混合播種。
7. 田菁1/3播種量+青皮豆1/3播種量+油菜1/3播種量，混合播種。
8. 全區種植玉米。
9. 對照區，無種植任何作物。

(播種量依照農林廳編印之『本省主要綠肥作物栽培簡介』⁽¹⁾)

(二)後作玉米：青割玉米台農351號。

三、試驗設計：

採逢機完全區集 (RCBD) 設計，小區面積 25m² (5m×5m)，三重覆。

四、試驗期間：

綠肥試驗：82年 1 月 7 日至82年 5 月23日

後作玉米試驗：82年 7 月 7 日至82年10月29日

五、試驗地點：本所農場88號田區，前作為水稻田，綠肥種植前30天測得土壤有機質含量為1.3%，pH 值 5.13，有效磷 19.6ppm，有效鉀 47.7ppm，全氮含量 847ppm。

六、調查項目：

(一)土壤調查分析

將綠肥作物翻犁至土壤中30天後，田間各處理小區土壤取樣測定 (分析方法依據「作物需肥診斷技術」⁽⁶⁾進行，簡述如下)：

1. 土壤 pH 值：玻璃電極法，土：水=1：1。
2. 土壤有機質含量：樣品加 1N K₂Cr₂O₇ 及濃硫酸後，待冷，加蒸餾水及指示劑，再以 0.5 N FeSO₄ 滴定。
3. 土壤全氮含量：樣品加入等量催化劑及濃硫酸加熱後蒸餾，以 4% H₃BO₃ 吸收蒸餾液，再以 0.01N HCl 滴定。
4. 有效性磷：樣品加 0.03N NH₄F+0.1N HCl 過濾後，取濾液分別加入 0.8M H₃BO₃、(NH₄)₆MO₇O₂₄.4H₂O 液及 SnCl₂ 稀釋後，以比色計測定吸光度。
5. 有效性鉀：樣品加 250ml 乳酸鈣抽出液振盪1.5小時，過濾，再加 1% 草酸液，半小時後取澄清液以焰光計測定。

(二)種植後95天、105天各小區植株分別取樣，稱植株鮮重 (Kg/m²) 及雜草生質量 (Kg/m²)。

(三)後作玉米產量及性狀調查：

1. 植株鮮重：玉米由地表割下，秤整株鮮重，換算成 ton/ha。
2. 莖葉果穗乾重：前述之樣品將各部位分離後，在 70°C 下烘乾，5 天後秤取莖葉果穗乾重，以 ton/ha 表示。
3. 植株乾重：為小區莖葉乾重加小區果穗乾重。
4. 整株含水率=100×(植株鮮重-植株乾重) / 植株鮮重。
5. 果穗百分比：果穗乾重 / 整株乾重。
6. 總營養消化率 (TDN) % = 100 × [(莖葉乾物重 × 0.582) + 果穗乾物重 × 0.85] / (莖

葉乾重+果穗乾物重)]。

結果與討論

一、不同種植方式對綠肥鮮株重及雜草生質量之影響

田菁、青皮豆及油菜三種綠肥作物，以單作及不同種類之混作種植，調查在播種後95天、105天之鮮株重、雜草生質量，經變方分析後顯示出不同的小區處理間有顯著差異(表1)。

然因本試驗於一月初播種時氣溫較低，導致綠肥發芽出土較慢，對於初期雜草控制並不理想，直到播種後45天左右油菜首先超越雜草之生長勢，但之後約25天雜草則又迅速超越油菜生長，而青皮豆約在78天才超越雜草生長勢，田菁約85天，兩者在此之後的生長勢均強於雜草，故依當時綠肥的生長情形，分別在播種後95天及105天時，進一步探討三種綠肥作物不同種植方式之鮮株重及雜草生質量，由表1中發現在鮮株重量方面，以全區種植青皮豆者最佳，在播種後95天達到 1.32kg/m²，至105天達到 2.07kg/m²，除了95天之油菜+青皮豆的 1.08kg/m² 及105天田菁+青皮豆的 1.78kg/m² 外，顯著的高於其它處理小區；另混作區中有一半是種植青皮豆的小區，如油菜+青皮豆、田菁+青皮豆，以及青皮豆+油菜+田菁三作物之混作區，其鮮株重均高於田菁、油菜之分別單作及混作區；由於青皮豆之植株生長最茂盛，其抑制雜草生長的效果亦最佳，在95天及105天調查所得之雜草最少，均只有 0.38kg/m²，顯著少於沒有種植任何作物的對照處理區(95天為 0.68kg/m²，105天為 0.83kg/m²)，尤其在105天的雜草量亦顯著的少於田菁、油菜、田菁+青皮豆以及田菁+油菜的處理小區。

表 1. 種植後95天及105天之綠肥鮮株重及雜草量

Table 1. Shoot fresh weight of green manures and weeds at 95 and 105 days after planting.

Treatment	fresh	fresh	weed	weed
	weight at 95 days	weight at 100 days	weight at 95 days	weight at 100 days
	Kg/m ²			
1. Sesbania	0.23c ^z	0.74d	0.52abc	0.73ab
2. Chin-pea-dou	1.32a	2.07a	0.38c	0.38d
3. Rape	0.28c	0.33e	0.43bc	0.63bc
4. Sesbania+Chin-pea-dou	1.02b	1.78ab	0.57ab	0.62bc
5. Sesbania+Rape	0.47c	0.78d	0.42bc	0.57bc
6. Rape+Chin-pea-dou	1.08ab	1.57bc	0.43bc	0.48cd
7. Sesbania+Chin-pea-dou+Rape	0.82b	1.33c	0.47bc	0.52cd
8. Corn	■ ^y	■	0.48abc	0.45cd
9. CK	■	■	0.68a	0.83a

^z Means followed by same letters are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

^y No planting green manure.

二、不同綠肥種植方式對土壤肥力之影響

在綠肥植株掩埋至土壤中30天後進行土壤肥力調查，結果列於表2。pH 值方面，各處理小區之土壤均呈微酸性，數值在 pH5.5~6.0 之範圍內，其中油菜及田菁+油菜的小區較高，分別為5.9及6.0，且極顯著的高於對照區的5.75，此可能由於油菜為小株型綠肥，掩埋後植株分解較快所致。另所測得之土壤有機質、有效磷及鉀含量，在各處理小區之間並沒有顯著的差異，但有機質及有效磷含量均以玉米小區最低。在全氮含量方面，以豆科單作之田菁及青皮豆之小區表現較好，分別為 929 ppm 及 924ppm，此種因豆科根部具固氮作用，能維持及累積土壤中氮素含量之現象，已在多項實

驗中被證實^(2,3,5,7,8,9,10,11)，另油菜+青皮豆及田菁+青皮豆+油菜小區之全氮含量亦分別達 916ppm 及 925ppm，此四小區均顯著的高於對照區及種植玉米之處理 (846ppm)。Badarnddin and Meyer⁽⁸⁾試驗指出單一期春作種植豆科綠肥即可觀察出土壤中的硝酸態氮明顯的高於種植其他作物小區，其試驗並證實豆科綠肥對不施氮肥的非豆科作物，尤其禾本科作物，可提供必需性的氮素。另在 Baquet and Dabney⁽⁹⁾之試驗亦指出，前作豆科綠肥的氮素含量可充足供給後作高粱生長所需之氮素。

本試驗各處理小區除全氮含量及 pH 值外，其餘所測之土壤肥力差異大多不顯著，且除了玉米小區因無掩埋綠肥需消耗地力所造成肥力較低外，其他處理並無明顯的優劣，此或許因本試驗僅為一期作之結果，各處理間之差異尚無法顯現。Hargrove⁽¹⁰⁾之連續三年綠肥試驗也有此種現象，第一年僅可看出種植黑麥小區氮素顯著低於其他豆科綠肥及休耕區，但第三年即可顯著區分出不同處理小區間氮素含量的差異，而後作高粱的產量亦在三年平均下，方可看出前作為休耕的對照區及黑麥小區顯著較低。楊⁽⁷⁾指出若能長期連續種植綠肥作物，將能有效的增加土壤有機質含量，且其認為大株型綠肥，因木質素含量高，分解速度較慢對土壤有長效改善的效果，而本試驗中青皮豆及田菁屬於此型綠肥，故若能連續性栽培對土壤應更具有長期肥效性。

表 2. 綠肥耕犁入土壤後之肥力調查
Table 2. The effects of green manures on soil chemical properties.

Treatment	pH	O.M. (%)	available P (ppm)	available exchangeable K (ppm)	total N (ppm)
1. Sesbania	5.76	1.42	17.7	52.7	929*
2. Chin-pea-dou	5.50	1.42	18.2	51.1	924*
3. Rape	5.90**	1.40	17.7	55.2	901
4. Sesbania+Chin-pea-dou	5.63	1.40	16.8	58.6	905
5. Sesbania+Rape	6.00**	1.40	17.3	48.3	909
6. Rape+Chin-pea-dou	5.53	1.41	18.2	49.8	916*
7. Sesbania+Chin-pea-dou+Rape	5.70	1.42	17.2	53.1	925*
8. Corn	5.57	1.33	16.2	52.5	846
9. CK	5.75	1.37	16.4	53.3	846
L.S.D. 5%	0.08	0.13	3.0	15.1	63
L.S.D. 1%	0.12	0.18	4.1	20.8	87

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

三、不同綠肥種植方式對後作玉米生育之影響

在綠肥後作種植玉米，調查玉米鮮株重、乾株重、整株含水率、果穗比率、總營養消化率 (TDN) 等項目，由表 3 發現玉米植株鮮重以前作為田菁之小區最高，達 25.2 ton/ha，其次依序為青皮豆小區 (24.5 ton/ha) 及三種綠肥混合種植小區 (24.4 ton/ha)，最差的為玉米連作小區僅有 19.1 ton/ha；乾株重最高者，依序為青皮豆 (9.6 ton/ha)、油菜 (9.4 ton/ha) 及田菁+油菜 (9.1 ton/ha)，最差的同樣為連作玉米之小區 (7.5 ton/ha)；後作玉米果穗乾重以三綠肥之混作區最高，為 2.6 ton/ha，另莖稈乾重以青皮豆小區最高，為 7.7 ton/ha，惟各個小區間之玉米植株鮮、乾重差異並不呈顯著。玉米之整株含水率以前作為田菁小區之 67.1% 最高，亦即整株乾物率為 32.9%，其餘小區含水率在 64.7~59.7% 之間 (表 4)。另玉米之果穗比率與 TDN 成正比，且較高的比率有較好的青割品質⁽¹²⁾，由表 4 中可知以前作為田菁+青皮豆+油菜之小區的果穗比率 29.3

%及 TDN 66.0%最高，其品質亦應較好，較差的為玉米連作區、對照區及油菜區，此三小區之果穗比率分別為19.7、19.8、19.9%，TDN 為63.3、63.4、63.4%。由表 3、4 結果可知，前作種植綠肥之小區的玉米產量及品質的確較連續種植兩期作玉米之小區為佳，然因此試驗僅為一期作之綠肥試驗結果，其與前作為休耕而未消耗地力的對照區集差別並不大。在連及鐘⁽⁵⁾、余等⁽²⁾之探討田菁中間作對水稻後作玉米生產影響的試驗中，指出田菁對後作玉米有顯著的增產及節省氮肥之效果，土壤通氣性亦較佳，且前者建議以不整地之田菁敷蓋法較整地之田菁掩埋法對玉米生育、收量較好；但因本試驗以氣溫較低之春作綠肥為主，田菁無法似中間作（七月）時高產，故以掩埋法行之，同時由表 1 已知此時期田菁之鮮株重及雜草控制效果均顯著的低於青皮豆。另在多項單一期作或連作綠肥試驗中，後作種植高粱、小麥及水稻之試驗結果，後作均有較高的產量及較好的品質，甚至較具抗蟲性，尤其後作物以不整地進行省工栽培時，效果更為顯著^(8,9,10,11)。

表 3. 綠肥後作玉米之產量試驗
Table 3. Yield trial of corn after cultivating green manure.

Treatment	plant fresh weight	plant dry weight	ton/ha	
			ear dry weight	stover dry weight
1. Sesbania	25.2	8.3	1.7	6.6
2. Chin-pea-dou	24.5	9.6	2.0	7.7
3. Rape	23.4	9.4	1.9	7.5
4. Sesbania+Chin-pea-dou	23.5	8.8	2.0	6.8
5. Sesbania+Rape	22.5	9.1	2.3	6.9
6. Rape+Chin-pea-dou	21.6	7.9	1.7	6.2
7. Sesbania+Chin-pea-dou+Rape	24.4	8.8	2.6	6.2
8. Corn	19.1	7.5	1.5	6.0
9. CK	22.5	8.0	1.6	6.4
L.S.D. 5%	6.5	3.3	1.4	1.9
L.S.D. 1%	9.0	4.6	2.0	2.6

表 4. 綠肥後作玉米全株含水率、果穗比率及總營養消化率之平均
Table 4. Mean of plant water content and ear percentage and TDN of corn after cultivating green manure.

Treatment	Plant water content (%)	ear percentage (%)	TDN (%)
1. Sesbania	67.1	20.4	63.7
2. Chin-pea-dou	64.7	20.4	63.7
3. Rape	59.9	19.8	63.4
4. Sesbania+Chin-pea-dou	62.7	22.5	64.2
5. Sesbania+Rape	59.7	25.3	65.0
6. Rape+Chin-pea-dou	63.4	21.1	63.7
7. Sesbania+Chin-pea-dou+Rape	63.9	29.3	66.0
8. Corn	60.4	19.7	63.3
9. CK	64.5	19.9	63.4

因田菁栽培以中、南部及東部為佳，另大豆在中部、雲嘉南及東部之春作播種期亦相近，而油菜更在全省均可栽培⁽¹⁾，故本試驗雖在臺中本所進行，但試驗結果應可適用於中部、雲嘉南及東部地區

。綜觀以上結果，就栽培種植方式而言，依序以單作青皮豆、單作田菁及混作之田菁+青皮豆+油菜三者效果最好；青皮豆小區鮮株重較佳，對雜草的抑制效果良好，植株埋入土中後，小區所測之土壤全氮含量顯著增加（表 2），且使得後作玉米有較高的乾株重，及僅次於田菁小區之玉米植株鮮重，同時青皮豆於夏作種植時採種容易，可自行繁殖種子，以供春作或秋作種植，而本省田菁及油菜種子則大部份仰賴進口⁽⁴⁾，故青皮豆應可推薦為中部、雲嘉南及東部地區春作休耕田或初期生育氣溫較低時之綠肥作物。而油菜雖然在45天左右，就超越雜草的生長，然其生長期較短，約70天時已漸黃化，已過了適宜掩埋的時期（約半數開花時），所以油菜雖為優良且普遍種植之冬季綠肥作物，但因播種至掩埋的生育期間較短，故以冬裡作種植較適宜，並不適合於時間較長之休耕田。田菁亦為優良普遍栽種之綠肥，且本試驗中其後作玉米有最高的鮮株重，但因其氣溫較低之冬季或早春種植時發芽遲緩，又無法生長茂盛，兼而造成大量雜草生長，同時田菁採種不似青皮豆容易為其缺點。

另探討混作區之效果，以田菁+青皮豆+油菜之小區的表現較好，有較高的鮮株重及較少的雜草量，且其後作之土壤全氮含量亦顯著較對照小區增加，同時在後作玉米生長性狀調查發現，此小區果穗比率及 TDN 最高，即有較好的品質，故此混作種植方式也值得提出給農民參考。惟在播種時應注意，油菜應在另二作物已出土（田菁幼苗高約 3~5cm，青皮豆約 5~7cm）時再行撒種，否則因油菜生育期短，在另二作物達適當掩埋期時，油菜已過開花期，開始結籽、黃化，而影響掩埋至土壤中之鮮株量及養份。

李⁽⁵⁾進行的 5 年耕作制度試驗結果指出，水稻—大豆—玉米、水稻—田菁—玉米及高粱—大豆—玉米三種耕作制度分別較雙期作水稻全年純收益增加 42.39~30%，但若考慮在配合稻田休耕及休耕田種植綠肥之政策，甚至在水資源妥善利用的前提下，應可提倡春作即一期作綠肥—二期作玉米（玉米於二期作比一期作有較佳的產量⁽⁶⁾）的耕作方式，而春作綠肥可選擇生長期較長、莖葉繁茂，對溫度、日照較鈍感的大豆類為最佳，而播種時溫度較高時，則可選擇田菁，或數種豆科綠肥的混合種植。

引用文獻

1. 臺灣省政府農林廳。1985。本省主要綠肥作物栽培簡介。
2. 余德發、張建生、詹平喜。1993。降低玉米生產成本之研究—田菁對水稻後作不整地玉米生產之影響。413—419 頁。雜糧作物試驗研究年報 82年版。
3. 李文輝。1992。耕作制度對土壤肥力及作物產量與收益之研究。臺南區農業改良場研究彙報 28：23—37。
4. 李文輝。1993。嘉南地區豆科綠肥作物之適合性評估。臺灣農業 29：8—13。
5. 連深、王鐘和。1988。田菁中間作與耕耘方式對水稻玉米輪作田土壤理化性質及玉米生產之影響。中華農業研究 37：416—423。
6. 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法作物需肥診斷技術。9—26頁 臺灣省農業試驗所編印。
7. 楊秋忠。1993。休耕不如種綠肥—綠肥在有機農法上的應用。自然農法 1：7—10。
8. Badaruddin, M. and D. W. Meyer. 1990. Green-manure legume effects on soil nitrogen, grain yield, and nitrogen nutrition of wheat. *Crop Sci.* 30：819—825.
9. Baquet, D. J. and S. M. Dabney. 1991. Reseedling, biomass, and nitrogen content of selected winter legumes in grain sorghum culture. *Agron. J.* 83：144—148.
10. Hargrove, W. L. 1986. Winter legume as a nitrogen source for no-till grain sorghum. *Agron. J.* 78：70—74.
11. Morris, R. A., R. E. Furoc, and D. D. Stuthuman. 1986. Rice responses to a short-duration green manure. I. Grain yield. *Agron. J.* 78：409—412.
12. Roth, L. S., G.C. Marten, W.A. Compton, and D.D. Stuthrman. 1970. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea Mays* L.) forage. *Crop Sci.* 10：365—367.

Assessment on the Feasibility of Spring Manure Cultivation¹

Huey-Jiuan Huang² Wen-Long Tsaur² and Ay-Hwa Chang³

Summary

The fallow field in spring season of Taiwan area has increased gradually in the recent years. It seems very important to provide some fast growing green manure crops with longer growth phase for the farmers. Therefore, the selection of flourishing plants with good covering ability and suitable for cultivation in the Spring duration is needed.

In the present experiment, three green manure crops namely Sesbania, Chin-pea-dou (*Glycine max*) and rape were used as the material. They were cultivated by single cropping or mixed cropping. The results showed that the : Chin-pea-dou was the best green manure in this study. In the field of Chin-pea-dou, the weed growth could be sufficiently controlled, and it also had a significantly higher plant fresh weight. Furthermore, the total nitrogen content of soil was increased significantly, and the subsequent corn got a highest dry matter yield. So the results showed that this crop is a suitable green manure for the spring fallow in the central area, Yun-chia-nan area and eastern area of Taiwan. As for Sesbania, although it gave higher fresh weight in the subsequent corn crop also, however, it had less fresh weight and more weeds than Chin-pea-dou due to the low temperature in the spring season which is unfavorable for the growth of Sesbania.

In the mixed cropping plot which consisted of Sesbania, Chin-pea-dou and rape, it also had good plant fresh weight and less weed. After its incorporation, the total N content of soil was increased significantly. Moreover, it also gave the highest ear percentage and total digestible nutrient (TDN) percentage in the subsequent corn crop. Therefore, the mixed crop of these three green manure crops is also worth recommending to farmers. The results showed that the yield and quality of corn subsequent to all green manure plots were better than the corn plot of continuous cropping.

Key words: Green manure, Fresh weight, Soil fertility, Trial fo subsequent corn.

1. Contribution No. 1810 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Assisant and Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI.

3. Assistant research fellow, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.