

嘉南地區環境親和型旱田輪作經營模式

詹碧連

行政院農委會台南區農業改良場

摘 要

試驗旨在探討旱田輪作制度各期作對土壤肥力、作物田間雜草、病蟲害發生及作物灌水量，以及作物產量與收益之評估。耕作制度有六種為：A. 甜玉米-綠肥田菁-胡麻；B. 甜玉米-綠肥田菁-黑豆；C. 綠豆-綠肥田菁-甜玉米；D. 黑豆-綠肥田菁-甜玉米；E. 紅高粱-綠肥田菁-綠豆；F. 薏苡-綠肥田菁-胡麻等等六種處理。試驗結果，雜草重量以處理 D 之黑豆田間公頃鮮株重 3,870 公斤/公頃最高。夏作綠肥田菁發生斜紋夜盜蟲，危害率輕微僅 0.8%。秋作綠豆及黑豆發生斜紋夜盜蟲，危害率 6.8%。作物產值以秋作胡麻 200,500 元/公頃最高。輪作模式全年淨收益以處理 A：甜玉米-綠肥田菁-胡麻之公頃淨收益 250,560 元最多。輪作模式田間公頃總用水量（灌溉水量加降雨量）以處理 A：甜玉米-綠肥田菁-胡麻最少僅 15,003 立方公尺。
關鍵詞：耕作制度、甜玉米、綠肥田菁、胡麻、黑豆、綠豆、紅高粱、薏苡。

前 言

根據日本平野曉研究指出，水旱田輪作其土壤係處於還原（湛水）與氧化（排水）相互交換狀態，因此土壤養分及水分發生很大之變化，與水田連作相比較其土壤理化性變化大，水田因灌溉水有多量的鹽基及鈣、鎂、鉀離子之聚積，以及藻類之繁殖，稻田之利用使有機質蓄積，造成磷酸被固定，利用率降低，因此水田之土壤肥力較佳，如轉作旱作物可增加產量，而且水旱田輪作土壤水分發生環境急劇變化，水旱田輪作之水田及旱田雜草受抑制而減少，可節省除草劑及工資降低生產成本，而水稻及旱作物產量可達到穩定，水旱田輪作也可減低病蟲害發生之程度，如水稻紋枯病、葉斑病及稻飛蟲，高粱葉斑病及大豆紫斑病、青割玉米莖腐病、毛豆及紅豆之立枯病等，旱作物需水量為水稻 20%，可節省灌溉水量。

材料及方法

一、試驗期間：102 年 1 月 1 日至 102 年 12

月 31 日。

二、試驗地點：台南場朴子分場

三、土壤種類及性質：

1. 地目：輪作田（三年二作田）。
2. 土類：砂頁岩沖積土。
3. 土壤質地：砂質壤土（SIL）。
4. 土色：灰褐色，滲透性良好。

四、耕作制度處理：

1. 耕作制度：一期（春）作－夏作－二期（秋）作

- A. 甜玉米－綠肥田菁－胡麻
- B. 甜玉米－綠肥田菁－黑豆
- C. 綠豆－綠肥田菁－甜玉米
- D. 黑豆－綠肥田菁－甜玉米
- E. 紅高粱－綠肥田菁－綠豆
- F. 薏苡－綠肥田菁－胡麻

2. 試驗方法：

- (1) RCBD、六處理、三重複、小區面積 13 公尺×18 公尺=234 平方公尺，試驗區面積 4,212 平方公尺
- (2) 作物品種及行株距：

- A. 甜玉米：台南 26 號，撒播種子量 10 公斤/公頃。
- B. 胡麻：台南 1 號，撒播種子量 6 公斤/公頃。
- C. 黑豆：台南 3 號，撒播種子量 40 公斤/公頃。
- D. 綠豆：台南 5 號，撒播種子量 25 公斤/公頃。
- E. 紅高粱：兩糯 1 號，撒播種子量 10 公斤/公頃。
- F. 薏苡：台中 1 號，撒播種子量 50 公斤/公頃。
- G. 田菁：市售品種，撒播種子量 30 公斤/公頃。
- (3) 施肥法：依作物栽培技術施肥慣行法進行施用。
3. 調查項目：各輪作作物之農藝性狀、產量、生產成本及收益調查、病蟲害種類、

雜草種類、作物需水量等。

結 果

(一) 102 年度旱田輪作制度作物田間雜草發生情形，春作以處理 D 之黑豆田間公頃鮮株重 3,870 公斤/公頃最高，雜草種類有牛筋草、荊萇、香附子及馬齒莧。夏作綠肥田菁田區雜草重以處理 E 之 250 公斤/公頃最多，雜草種類有稗草、香附子及馬齒莧。秋作則以處理 B 之黑豆田區 1,320 公斤/公頃最重，雜草種類有龍葵、牛筋草、香附子及馬齒莧 (如表 1)。

(二) 102 年度旱田輪作制度病蟲害發生情形，春作以處理 A 及處理 B 之甜玉米發生病毒病 8.9%較嚴重。夏作田菁田區發生斜紋夜盜蟲，危害率僅 0.8%。秋作綠豆及黑豆發生斜紋夜盜蟲，危害率 6.8% (如表 2)。

表 1. 101 年度旱田輪作制度試驗作物雜草發生情形調查

處理 期作別	雜草名稱	株數 (株/公頃)	重量 (公斤/公頃)
A. 春作甜玉米	稗草、馬齒莧、龍葵、荊萇、牛筋草	266,668	960
A. 夏作綠肥田菁	馬齒莧、牛筋草	28,000	230
A. 秋作胡麻	稗草、馬齒莧、小葉灰藿、牛筋草、荊萇、鼠尾草	123,630	270
B. 春作甜玉米	龍葵、小葉灰藿、鼠尾草、香附子、荊萇、	136,000	740
B. 夏作綠肥田菁	稗草、馬齒莧、荊萇	25,000	220
B. 秋作黑豆	馬齒莧、牛筋草、香附子、龍葵	190,000	1,320
C. 春作綠豆	稗草、馬齒莧、荊萇、牛筋草	280,000	3,350
C. 夏作綠肥田菁	稗草、荊萇、馬齒莧	23,000	210
C. 秋作甜玉米	香附子、稗草、小葉灰藿、鼠尾草	81,250	170
D. 春作黑豆	牛筋草、荊萇、馬齒莧、香附子	106,667	3,870
D. 夏作綠肥田菁	荊萇、牛筋草、稗草	21,000	180
D. 秋作甜玉米	馬齒莧、小葉灰藿、稗草	92,000	190
E. 春作紅高粱	荊萇、馬齒莧、香附子、牛筋草	68,000	680
E. 夏作綠肥田菁	稗草、馬齒莧、香附子	23,000	250
E. 秋作綠豆	稗草、馬齒莧、荊萇、牛筋草、小葉灰藿、鼠尾草	136,360	1,000
F. 春作薏苡	荊萇、牛筋草	2,600	15
F. 秋作綠肥田菁	稗草、荊萇、馬齒莧	23,000	220
F. 秋作胡麻	稗草、鼠尾草、馬齒莧、荊萇	32,730	110

表 2. 102 年度旱田輪作制度調整研究作物病蟲害發生情形調查

處理 期作別	病害名稱	罹病等級(級)	害蟲名稱	危害率(%)
A.春作甜玉米	葉斑病	1.0		
	銹病	1.5		
	病毒病	8.9%		
A.夏作綠肥田菁	-		斜紋夜盜蟲	0.8%
A.秋作胡麻	白粉病	2.5	斜紋夜盜蟲	2.5%
B.春作甜玉米	葉斑病	1.0		
	銹病	1.5		
	病毒病	8.9%		
B.夏作綠肥田菁	-			
B.秋作黑豆	白粉病	1.5	斜紋夜盜蟲	6.8%
C.春作綠豆	白粉病	2.0	斜紋夜盜蟲	6.8%
C.夏作綠肥田菁	-		斜紋夜盜蟲	0.8%
C.秋作甜玉米	葉斑病	0.5		
D.春作黑豆	白粉病	0.5	斜紋夜盜蟲	5.2%
D.夏作綠肥田菁	-		斜紋夜盜蟲	0.8%
D.秋作甜玉米	葉斑病	0.5		
E.春作紅高粱	葉斑病	1.5		
E.夏作綠肥田菁	-		斜紋夜盜蟲	0.8%
E.秋作綠豆	白粉病	5.6	斜紋夜盜蟲	6.8%
F.春作薏苡	葉枯病	1.0		
F.秋作綠肥田菁	-		斜紋夜盜蟲	0.8%
F.秋作胡麻	白粉病	2.5	斜紋夜盜蟲	2.5%

(三) 102 年度旱田輪作制度作物之生育日數，春作以紅高粱之生育日數 124 天最長，夏作綠肥田菁 45 天，秋作胡麻 89 天，各輪作之作物均可配合輪作制度栽培。公頃灌溉水量，春作種植作物(甜玉米、綠豆、黑豆、紅高粱及薏苡)之田區公頃灌溉水量均為 1,750 立方公尺，秋作種植作物(甜玉米、綠豆、黑豆及胡麻)之田區公頃灌溉水量均為 3,500 立方公尺，各輪作制度田間全年公頃灌溉水量均為 5,250 立方公尺(如表 3)。

(四) 旱田輪作制度作物播種前及收穫後之土壤理化性變化：101 年播種前之土壤與收穫後之土壤變化情形(如表 4)。由表瞭解 A, B, C, D, E, F 等六處理之 pH 值均維持

在微酸至微鹼，有利於作物對肥料的吸收。各處理收穫後較播種前之有效性磷含量均降低。導電度 (EC) 收穫後之土壤較播種前有增加趨勢。

(五) 102 年度旱田輪作制度作物的公頃產量、生產成本及公頃收益，春作甜玉米之公頃產值為 198,770 元及 188,100 元；公頃生產成本為 87,000 元；公頃收益分別為 111,770 元及 101,100 元。綠豆之公頃產值為 86,400 元；公頃生產成本為 10,000 元；公頃收益-13,600 元。黑豆之公頃產值為 60,450 元；公頃生產成本為 57,000 元；契作補貼每公頃 45,000 元；收益為 48,450 元。紅高粱之公頃產值為 37,675 元；公頃

生產成本為 52,000 元；製作補貼每公頃 24,000 元；收益為 9,675 元。薏苡之公頃產值為 188,100 元；公頃生產成本為 52,000 元；公頃收益為 136,100 元。夏作田菁生產成本 11,940 元；因無產值公頃收益為 -10,940 元。秋作甜玉米之公頃產值為 200,310 元及 192,940 元；公頃生產成本為 87,000 元；公頃收益分別為 113,310 元及 105,940 元。綠豆之公頃產值為 55,800 元；公頃生產成本為 10,000 元；公頃收益 -44,200 元。黑豆之公頃產值為 68,250 元；公頃生產成本為 57,000 元；製作補貼每公頃 45,000 元；收益為

56,250 元。胡麻之公頃產值為 287,500 元及 248,400 元；公頃生產成本為 87,000 元；公頃收益分別為 200,500 元及 161,400 元(如表 5)。

(六) 102 年度旱田輪作制度各耕作模式全年淨收益，以處理 F:薏苡-綠肥田菁-胡麻之公頃淨收益 324,660 元最多；依次為處理 A:甜玉米-綠肥田菁-胡麻之 250,560 元；處理 B:甜玉米-綠肥田菁-黑豆 156,080 元；處理 D:黑豆-綠肥田菁-甜玉米 142,450 元；處理 E:紅高粱-綠肥田菁-綠豆 -46,465 元；處理 C:綠豆-綠肥田菁-甜玉米 -87,770 元 (如表 6)。

表 3. 102 年度旱田輪作制度作物生育期間田間總用水量 (灌溉水量加降雨量) 調查

處理 期作別	生育日數 (日)	降雨天數 (日)	降雨量 (m ³)	灌溉水量 (m ³)	總用水量 (m ³)
A.春作甜玉米	86	26	7,250	1,750	9,000
A.夏作綠肥田菁	45	8	1,847	-	1,847
A.秋作胡麻	89	5	656	3,500	4,156
合計			<u>9,753</u>	<u>5,250</u>	<u>15,003</u>
B.春作甜玉米	86	26	7,250	1,750	9,000
B.夏作綠肥田菁	45	8	1,847	-	1,847
B.秋作黑豆	87	5	656	3,500	4,156
合計			<u>9,753</u>	<u>5,250</u>	<u>15,003</u>
C.春作綠豆	93	28	7,365	1,750	9,115
C.夏作綠肥田菁	45	8	1,847	<u>5,250</u> -	1,847
C.秋作甜玉米	87	4	614	3,500	4,114
合計			<u>9,826</u>	<u>5,250</u>	<u>15,076</u>
D.春作黑豆	115	29	7,416	1,750	9,877
D.夏作綠肥田菁	45	8	1,847	<u>5,250</u> -	1,847
D.秋作甜玉米	87	4	614	3,500	4,114
合計			<u>9,877</u>	<u>5,250</u>	<u>15,838</u>
E.春作紅高粱	124	35	8,506	1,750	10,256
E.夏作綠肥田菁	45	8	1,847	-	1,847
E.秋作綠豆	83	5	656	3,500	4,156
合計			<u>11,009</u>	<u>5,250</u>	<u>16,259</u>
F.春作薏苡	115	29	7,416	1,750	9,116
F.秋作綠肥田菁	45	8	1,847	-	1,847
F.秋作胡麻	89	5	656	3,500	4,156
合計			<u>9,919</u>	<u>5,250</u>	<u>15,119</u>

表 4. 102 年度旱田輪作制度之土壤 pH 值、有機質及肥料含量分析結果

處理	調查時期	E/C(1:5) (ds/m)	pH 值 (1:1)	有機質 (%)	有效性磷 (mg/kg)	有效性鉀 (mg/kg)	有效性鈣 (mg/kg)	有效性鎂 (mg/kg)
A	一期作播種前	0.05	6.90	1.93	163	223	1871	287
	二期作收穫後	0.09	6.31	1.85	60	257	1483	208
B	一期作播種前	0.05	6.47	1.95	150	156	1504	261
	二期作收穫後	0.07	6.74	1.65	70	189	1431	172
C	一期作播種前	0.07	6.30	1.85	108	152	1756	284
	二期作收穫後	0.10	5.26	1.83	44	198	1004	166
D	一期作播種前	0.06	6.03	1.91	169	192	1054	177
	二期作收穫後	0.11	5.07	1.71	48	218	982	144
E	一期作播種前	0.06	6.50	1.85	134	186	1627	242
	二期作收穫後	0.15	5.96	1.91	45	262	1275	210
F	一期作播種前	0.08	6.59	1.75	153	185	1462	243
	二期作收穫後	0.12	5.94	1.91	57	251	1355	193

表 5. 102 年度旱田輪作制度之作物產量、成本及收益

處理 期作別	產量 (公斤/公頃)	產值 (元/公頃)	生產成本 (元/公頃)	淨收益 (元/公頃)	總收益 (元/公頃)
A. 春作甜玉米	17,100	188,100	87,000	101,100	
A. 夏作綠肥田菁	31,720	-	11,940	-1,940	
A. 秋作胡麻	1,080	248,400	87,000	161,400	
B. 春作甜玉米	18,070	198,770	87,000	111,770	
B. 夏作綠肥田菁	35,000	-	11,940	-11,940	
B. 秋作黑豆	1,050	52,500	57,000	-4,500	45,000
C. 春作綠豆	960	76,800	85,000	-8,200	
C. 夏作綠肥田菁	35,800	-	11,940	-11,940	
C. 秋作甜玉米	18,210	200,310	87,000	113,310	
D. 春作黑豆	930	46,500	57,000	-10,500	45,000
D. 夏作綠肥田菁	35,200	-	11,940	-11,940	
D. 秋作甜玉米	17,540	192,940	87,000	105,940	
E. 春作紅高粱	1,507	37,675	57,000	-19,325	24,000
E. 夏作綠肥田菁	30,800	-	11,940	-11,940	
E. 秋作綠豆	620	49,600	85,000	-35,400	
F. 春作薏苡	2,090	114,950	57,000	57,950	
F. 夏作綠肥田菁	30,700	-	11,940	-11,940	
F. 秋作胡麻	1,250	287,500	87,000	200,500	

註：1. 甜玉米 11 元/公斤，胡麻 230 元/公斤，黑豆 50 元/公斤，綠豆 80 元/公斤，紅高粱 25 元/公斤，薏苡 55 元/公斤。

2. 製作補貼：黑豆每公頃 45,000 元；釀酒高粱每公頃 24,000 元。

(七) 102 年度旱田輪作制度全年田間公頃總用水量 (灌溉水量加降雨量)，處理 A：甜玉米-綠肥田菁-胡麻 15,003 立方公尺；處理 B：甜玉米-綠肥田菁-黑豆 15,003 立方公尺；處理 C：綠豆-綠肥田菁-甜玉米 15,076 立方公尺；處理 D：黑豆-綠肥田菁-甜玉米 15,838 立方公尺；處理 E：紅高粱-綠肥田菁-綠豆 16,259 立方公尺；處理 F：薏苡-綠肥田菁-胡麻 15,119 立方公尺 (如表 7)。

討 論

作物產值以秋作胡麻 200,500 元/公頃最高。輪作模式全年淨收益以處理 A：甜玉米-綠肥田菁-胡麻之公頃淨收益 250,560 元最多。輪作模式田間公頃總用水量(灌溉水量加降雨量) 以處理 A：甜玉米-綠肥田菁-胡麻最少僅 15,003 立方公尺。

引用文獻

台灣省政府農林廳編印。1995。綠肥作物栽培利用。中興新村，南投，台灣。

李文輝。1992。耕作制度對土壤肥力及作物產量與收益關係之研究。臺南區農業改良場研究彙報 28:23-37。

吳昭慧、吳文政、連大進、黃山內。2007。綠肥大豆對水稻產量級土壤肥料之影響。臺南區農業改良場研究彙報 49:49-55。

吳炎融、游添榮。2006。雲嘉南地區稻田耕作制度之研究。雜糧作物研究年報 93:235-245。

鄭書杏、白強。1995。不同輪作制度對後作水稻生產力之影響。花蓮區農業改良場研究彙報 11: 1-10。

羅秋雄。1987。作物施肥手冊。農林廳編。玉米 P38、向日葵 P46。

譚增偉、王鐘和。2000。輪作制度的起源、歷史、意義與範圍。農業試驗所技術服務 44: 1-3。

Uchino, H., K. Iwama, Y. Jitsuyamaa, K. Ichiyama, E. Sugiura, T. Yudate, S. Nakamura, and J. Gopal. 2012. Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression under an organic and rotational cropping system 1. stability of weed suppression over years and main crops of potato, maize and soybean. Field Crops Res. 127:9-16.

表 6. 102 年度旱田輪作制度之全年淨收益

處理 耕作制度	春作淨收益 (元/公頃)	夏作淨收益 (元/公頃)	秋作淨收益 (元/公頃)	合計淨收益 (元/公頃)
A.甜玉米-綠肥田菁-胡麻	101,100	-11,940	161,400	250,560
B.甜玉米-綠肥田菁-黑豆	111,770	-11,940	40,500	140,330
C.綠豆-綠肥田菁-甜玉米	-8,200	-11,940	113,310	93,170
D.黑豆-綠肥田菁-甜玉米	34,500	-11,940	105,940	128,500
E.紅高粱-綠肥田菁-綠豆	4,648	-11,940	-35,400	-42,692
F.薏苡-綠肥田菁-胡麻	57,950	-11,940	200,500	246,510

表 7. 102 年度旱田輪作制度田間總用水量(立方公尺)

處理 耕作制度	灌溉水量 (m ³)	田間降雨量 (m ³)	總用水量 (m ³)
A.甜玉米-綠肥田菁-胡麻	5,250	9,753	15,003
B.甜玉米-綠肥田菁-黑豆	5,250	9,753	15,003
C.綠豆-綠肥田菁-甜玉米	5,250	9,826	15076
D.黑豆-綠肥田菁-甜玉米	5,250	9,877	15,838
E.紅高粱-綠肥田菁-綠豆	5,250	11,009	16,259
F.薏苡-綠肥田菁-胡麻	5,250	9,919	15,119

Environmental-Friendly Mode of Upland Crop Rotation in Chia -Nan Area

B. L. Chan

Tainan DARES, COA, Executive Yuan

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the effect of upland crop rotation mode on the soil property, fertility, the density of weeds, disease, insect pest, water demand and crop yield. Six crop rotation systems contain: (A) sweet corn-sesbanias-sesame; (B) sweet corn-sesbanias-soybean; (C) mungbean-sesbanias-sweet corn; (D) soybean-sesbanias-sweet corn; (E) sorghum-sesbanias-mungbean; (F) Job's tears -sesbanias-sesame. There are six treatment in the program and the results are summarized as followed: The weeds of Soybean field was the highest 3,870 kg/ha in spring season. Army worm harmed 0.8% in Sesbanis 、mungbean and soybean was harmed by Amy worm account for 6.8%. in fall season The net income of sesame was the highest (NT\$200,500) in fall season. The annal net income of treatment A was the highest (NT\$250,560). The treatment A had the lowest the water deamand 15,003 (m³/ha).

Key words: Cropping system, Sweet corn, Sesbanis, Sesame, Soybean, Mungbean, Sorghum, Job's tears.