

# 雲嘉南地區環境親和型旱田輪作經營模式

詹碧連、王培珊、劉居全

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 C. 春作之綠豆田間公頃鮮株重 4,260 公斤最高。夏作綠肥田菁發生斜紋夜盜蟲，危害率輕微僅 0.2%。秋作綠豆及黑豆發生斜紋夜盜蟲，危害率 8.9%。作物產值以秋作胡麻 338,550 元/公頃最高。輪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 506,830 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 10,319 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，而水稻及早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、葉斑病及稻飛蝨，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：101 年 1 月 1 日至 101 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) 101 年度旱田輪作制度作物田間雜草發生情形，以處理 C:春作之綠豆田間公頃鮮株重 4,260 公斤/公頃最高，雜草種類有龍葵、小葉灰藿、稗草、香附子及馬齒莧。夏作綠肥田菁田區雜草重以處理 D 之 720 公斤/公頃最多，雜草種類有稗草及馬齒莧。秋作則以處理 E 之綠豆田區 365 公斤/公頃最重，雜草種類有香附子及馬齒莧 (如表 1)。

(二) 101 年度旱田輪作制度病蟲害發生情形，春作以處理 C:之綠豆發生白粉病 2%。夏作田菁田區發生斜紋夜盜蟲，危害率僅 0.2%。秋作綠豆及黑豆發生斜紋夜盜蟲，危害率 8.9% (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	69,350	830
A. 夏作綠肥田菁	稗草、馬齒莧	73,000	730
A. 秋作胡麻	稗草、馬齒莧、香附子、龍葵	4,700	250
B. 春作甜玉米	稗草、馬齒莧、龍葵、牛筋草	82,670	708
B. 夏作綠肥田菁	稗草、馬齒莧、牛筋草	58,000	750
B. 秋作黑豆	馬齒莧、牛筋草、香附子、龍葵	5,400	102
C. 春作綠豆	稗草、香附子、馬齒莧、牛筋草、小葉灰藿	385,500	4,260
C. 夏作綠肥田菁	稗草、荊莧	53,000	720
C. 秋作甜玉米	香附子、稗草、馬齒莧、小葉灰藿	4,860	163
D. 春作黑豆	稗草、牛筋草、荊莧、馬齒莧、香附子、廣東	289,280	1,620
D. 夏作綠肥田菁	荊莧、紅稗、香附子、馬齒莧、稗草	65,000	910
D. 秋作甜玉米	香附子、馬齒莧、小葉灰藿、稗草	5,340	185
E. 春作紅高粱	荊莧、稗草、牛筋草	50,000	20
E. 夏作綠肥田菁	稗草、稗草、香附子	57,000	750
E. 秋作綠豆	馬齒莧、香附子	4,800	365
F. 春作薏苡	荊莧、牛筋草	30,000	10
F. 秋作綠肥田菁	稗草、馬齒莧	55,000	730
F. 秋作胡麻	稗草、小葉灰藿、馬齒莧、香附子	4,300	150

表 2. 101 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	0.5		
A.夏作綠肥田菁	-		斜紋夜盜蟲	0.2
A.秋作胡麻	白粉病	2.0		
B.春作甜玉米	葉斑病	0.5		
B.夏作綠肥田菁	-			
B.秋作黑豆	白粉病	1.0	斜紋夜盜蟲	8.9
C.春作綠豆	白粉病	2.0	斜紋夜盜蟲	3.2
C.夏作綠肥田菁	-			
C.秋作甜玉米	葉斑病	0.5		
D.春作黑豆	白粉病	0.5		
D.夏作綠肥田菁	-			
D.秋作甜玉米	葉斑病	0.5		
E.春作紅高粱	葉斑病	2.0		
E.夏作綠肥田菁	-			
E.秋作綠豆	白粉病	2.0	斜紋夜盜蟲	8.9
F.春作薏苡	葉枯病	1.5		
F.秋作綠肥田菁	-			

(三)101 年度旱田輪作制度作物之生育日數，春作以黑豆之生育日數 119 天最長，夏作綠肥田菁 43 天，秋作黑豆 97 天，各輪作之作物均可配合輪作制度栽培 (如表 3)。

(四)101 年度旱田輪作制度全年田間公頃灌溉水量，處理 A：甜玉米-綠肥田菁-胡麻 1,120 立方公尺；處理 B：甜玉米-綠肥田菁-黑豆 1,120 立方公尺；處理 C：綠豆-綠肥田菁-甜玉米 1,300 立方公尺；處理 D：黑豆-綠肥田菁-甜玉米 1,300 立方公尺；處理 E：紅高粱-綠肥田菁-綠豆 1,120 立方公尺；處理 F：薏苡-綠肥田菁-胡麻 1,120 立方公尺(如表 3)。

(五) 旱田輪作制度作物播種前及收穫後之土壤理化性變化：

播種前之土壤與收穫後之土壤，各處理之 pH 值均維持在微酸至微鹼，有利於作物對肥料的吸收。有機質含量、有效性磷、有效性鉀、有效性鈣及有效性鎂各處理均有差異 (如表 4)。

(六) 101 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 207,740 元及 203,320 元，公頃生產成本為 85,000 元，公頃收益分別為 122,740 元及 118,320 元。綠豆及黑豆之公頃產值為 94,770 元及 78,000 元，公頃生產成本為 10,000 元及 55,000 元，公頃收益分別為-5230 元及 23,000 元。紅高粱及薏苡之公頃產值為 48,850 元及 183,960 元，公頃生產成本為 50,000 元，公頃收益分別為-1,150 元及 133,960 元。夏作田菁生產成本 10,940 元，因無產值公頃收益為-10,940 元，秋作甜玉米之公頃產值為 210,990 元及 174,200 元，公頃生產成本為 85,000 元，公頃收益分別為 125,990 元及 89,200 元。綠豆及黑豆之公頃產值為 158,400 元及 156,650 元，公頃生產成本為 10,000 元及 55,000 元，公頃收益分別為 58,400 元及 101,650 元。胡麻之公頃產值為 338,550 元及 334,850 元，公頃生產成本為 85,000 元，公頃收益分別為 330,050 元及 249,850 元 (如表 5)。

表 3. 101 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 (mm)	灌溉水量 (mm)	總用水量 (mm)
A.春作甜玉米	77	19	3,375	-	3,375
A.夏作綠肥田菁	43	17	5,008	-	5,008
A.秋作胡麻	81	8	816	1,120	1,936
合計			<u>9,199</u>		<u>10,319</u>
B.春作甜玉米	77	19	3,375	-	3,375
B.夏作綠肥田菁	43	17	5,008	-	3,375
B.秋作黑豆	97	17	1,187	1,120	2,307
合計			<u>9,570</u>		<u>10,690</u>
C.春作綠豆	93	34	9,773	-	9,773
C.夏作綠肥田菁	43	17	5,008	-	5,008
C.秋作甜玉米	78	8	816	1,300	2,116
合計			<u>15,597</u>		<u>16,897</u>
D.春作黑豆	119	36	9,780	-	9,780
D.夏作綠肥田菁	43	17	5,008	-	5,008
D.秋作甜玉米	78	8	816	1,300	2,116
合計			<u>15,604</u>		<u>16,904</u>
E.春作紅高粱	106	34	9,773	-	9,773
E.夏作綠肥田菁	43	17	5,008	-	5,008
E.秋作綠豆	68	2	24	1,120	1,144
合計			<u>14,805</u>		<u>15,925</u>
F.春作薏苡	98	34	9,773	-	9,773
F.秋作綠肥田菁	43	17	5,008	-	5,008
F.秋作胡麻	81	8	816	1,120	1,936
合計			<u>15,597</u>		<u>16,717</u>

表 4. 101 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	0.13	6.7	1.94	127	154	1072	229
	二期作收穫後	0.05	6.90	1.93	163	223	1871	287
B	一期作播種前	0.17	6.55	2.16	116	150	1346	251
	二期作收穫後	0.05	6.47	1.95	150	156	1504	261
C	一期作播種前	0.15	5.76	2.05	117	141	892	225
	二期作收穫後	0.07	6.30	1.85	108	152	1756	284
D	一期作播種前	0.08	6.46	2.13	121	187	941	208
	二期作收穫後	0.06	6.03	1.91	169	192	1054	177
E	一期作播種前	0.13	6.29	1.61	105	121	998	197
	二期作收穫後	0.06	6.50	1.85	134	186	1627	242
F	一期作播種前	0.17	6.37	1.86	130	169	1046	243
	二期作收穫後	0.08	6.59	1.75	153	185	1462	243

表 5. 101 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	15,980	207,740	85,000	122,740	122,740
A.夏作綠肥田菁	23,500	-	10,940	-10,940	-10,940
A.秋作胡麻	1,830	338,550	85,000	330,050	330,050
B.春作甜玉米	15,640	203,320	85,000	118,320	118,320
B.夏作綠肥田菁	24,000	-	10,940	-10,940	-10,940
B.秋作黑豆	2,410	156,650	55,000	101,650	101,650
C.春作綠豆	1,053	94,770	100,000	-5,230	-5,230
C.夏作綠肥田菁	31,660	-	-	-10,940	-10,940
C.秋作甜玉米	16,230	210,990	85,000	125,990	125,990
D.春作黑豆	1,200	78,000	55,000	23,000	23,000
D.夏作綠肥田菁	20,500	-	10,940	-10,940	-10,940
D.秋作甜玉米	13,400	174,200	85,000	89,200	89,200
E.春作紅高粱	1,954	48,850	50,000	-1,150	-1,150
E.夏作綠肥田菁	23,000	-	10,940	-10,940	-10,940
E.秋作綠豆	1,760	158,400	100,000	58,400	58,400
F.春作薏苡	2,044	183,960	50,000	133,960	133,960
F.夏作綠肥田菁	27,800	-	10,940	-10,940	-10,940
F.秋作胡麻	1,810	334,850	85,000	249,850	249,850

註：甜玉米 13 元/公斤，胡麻 212.3 元/公斤，黑豆 65 元/公斤，綠豆 90 元/公斤，紅高粱 25 元/公斤，薏苡 90 元/公斤。

(七) 101 年度旱田輪作制度各耕作模式全年淨收益，依次為處理 F:薏苡-綠肥田菁-胡麻之公頃淨收益 506,830 元最多，其次為處理 A: 甜玉米-綠肥田菁-胡麻之 441,850 元，處理 E:紅高粱-綠肥田菁-綠豆 46,310 元，處理 B:甜玉米-綠肥田菁-黑豆 209,030 元，處理 C:綠豆-綠肥田菁-甜玉米 109,820 元，處理 D:黑豆-綠肥田菁-甜玉米 101,260 元 (如表 6)。

(八) 101 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 10,319 立方公尺；處理 B：甜玉米-綠肥田菁-黑豆 10,690 立方公尺；處理 C：綠豆-綠肥田菁-甜玉米 16,897 立方公尺；處理 D：黑豆-綠肥田菁-甜玉米

16,904 立方公尺；處理 E：紅高粱-綠肥田菁-綠豆 15,925 立方公尺；處理 F：薏苡-綠肥田菁-胡麻 16,717 立方公尺 (如表 7)。

## 討 論

作物產值以秋作胡麻 338,550 元/公頃最高。輪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 506,830 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 10,319 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。

表 6. 101 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	122,740	-10,940	330,050	441,850
B.甜玉米－綠肥田菁－黑豆	118,320	-10,940	101,650	209,030
C.綠豆－綠肥田菁－甜玉米	-5,230	-10,940	125,990	109,820
D.黑豆－綠肥田菁－甜玉米	23,000	-10,940	89,200	101,260
E.紅高粱－綠肥田菁－綠豆	-1,150	-10,940	58,400	46,310
F.薏苡－綠肥田菁－胡麻	133,960	-10,940	249,850	506,830

表 7. 101 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 <sup>3</sup> )	田間降雨量 (m <sup>3</sup> )	總用水量 (m <sup>3</sup> )
A.甜玉米－綠肥田菁－胡麻	1,120	9,199	10,319
B.甜玉米－綠肥田菁－黑豆	1,120	9,570	10,690
C.綠豆－綠肥田菁－甜玉米	1,300	15,597	16,897
D.黑豆－綠肥田菁－甜玉米	1,300	15,604	16,904
E.紅高粱－綠肥田菁－綠豆	1,120	14,805	15,925
F.薏苡－綠肥田菁－胡麻	1,120	15,597	16,717

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. Jitsuyama, 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.

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

B. L. Chan, P. S. Wang and J. C. Liu

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 mungbean field was the highest 4,260 kg/ha in spring season. Army worm harmed 0.2% in Sesbanis, mungbean and soybean was harmed by Amy worm account for 8.9%. in fall season The net income of sesame was the highest (NT\$338,550) in fall season. The annual net income of treatment F was the highest (NT\$506,830). The treatment A had the lowest the water demand 10,319 (m<sup>3</sup>/ha).

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