

中部地區作物栽培環境親和輪作經營模式

戴振洋^{1*} 林訓仕² 陳鴻堂³

摘要

本試驗為探討不同作物間輪作模式一期水稻、夏作蔬菜-甘藍、秋冬作的小麥及綠肥作物對作物栽培環境之影響。本試驗顯示不同作物間輪作模式後，仍以慣行栽培方式較親和栽培產量增加，以二年期計算在水稻增加 $575 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (5.9%)，在甘藍增加 $3,647 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (10.9%)，在小麥增加 $852 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (14%)。而對不同輪作模式或不同施肥量（慣行及親和），就農業環境而言，不同作物間輪作模式（一期水稻、夏作蔬菜-甘藍、秋冬作的小麥及綠肥作物後），慣行或親和栽培對就土壤 pH 值、EC 值、全氮含量及有機質含量等土壤環境之影響，大部分無顯著差異。在水稻（二化螟蟲）、甘藍（露菌病、黑腐病及小菜蛾）、小麥（螟蟲）方面等病蟲害發生情形，不同處理慣行或親和栽培在病蟲害發生並無顯著差異。因此在考量不同地區、不同的氣候條件、不同的農產品（一期水稻、夏作蔬菜、秋冬作的小麥）需要，以創造各種不同輪作模式農民最大收益下，本試驗輪作栽培模式仍有待後續長期評估後再能定論。

關鍵詞：栽培、環境親和、輪作。

前言

所謂「環境親和型農業」是指在栽培農作物時，不使用或儘量少使用農藥和化肥，以此謀求人與自然的親和^(2,4,6)。其概念是指以有機物還田為主的培育土壤和合理的種植生產體系為基礎，適當地施用化肥、農藥且不會過分依賴，讓環境保護與農業生產維持互相調和的永續性農業^(1,4,9)。在台灣農作操作模式，即以全年持續性栽培為主，易因施肥及噴灑農藥等農事操作不慎，致使栽培環境惡化，面臨生產困難之瓶頸及土壤累積肥料鹽分等問題。長期施用化學肥料，或過量施用有機質肥料，且相同作物連作容易造成土壤中某些養分含量失衡，不利作物生長或形成二次污染⁽⁷⁾。因此要使有土壤養分有效性發揮最大，必須使肥料的養分礦化速率與作物養分吸收速率互相配合，才能達到經濟且有效地使用^(5,12,13,14)。面對農業生態環境日益惡化的現實，重新審視現行農業操作模式，以尋求新的農業發展途徑，以積極開展環境親和型農業新技術的研究開發與普及推廣^(3,8,9)。

1 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員 taijy@tdais.gov.tw。

2 行政院農業委員會臺中區農業改良場技佐 linhsuns@tdais.gov.tw。

3 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員 chenhgtg@tdais.gov.tw。

* 通訊作者電子信箱：taijy@tdais.gov.tw；電話：04-8531970。

本研究擬針對中部地區主要農作操作模式進行研究，探討不同作物間輪作對土壤環境之影響，藉以作為水稻-蔬菜-小麥輪作推廣之正確依據；同時就不同作物施肥對環境影響整體機制加以分析探討，期能研擬農業生產與環境親和之平衡點，兼顧農業生態永續發展。

材料與方法

- (一) 試驗地區：臺中區農業改良場 (彰化縣大村鄉)。
- (二) 生產環境資料分析：進行輪作生產環境資料分析，包括一期作水稻種植後、夏作甘藍種植及裡作小麥 (或綠肥作物) 種植後等之土壤採樣及分析調查。
- (三) 輪作制度模式：
 - (1) 輪作作物：水稻、甘藍及小麥作物 (或綠肥)。
 - (2) 試驗處理：一期水稻 (慣行及親和施肥)，夏作蔬菜-甘藍 228 品種 (慣行及親和施肥)，秋冬作 (小麥及綠肥作物)。
 - (3) 參試品種：一期水稻 (101 年台梗 9 號、102 年台中 191 號)；夏作蔬菜甘藍 228；秋冬作小麥為台中選 2 號。
 - (4) 採逢機完全區集設計，四重複，一期作水稻 101 年於 2 月 24 日，102 年於 3 月 4 日進行一期水稻 (慣行及親和施肥) 插秧，小區面積 125 m²，試驗處理及試區肥料施用量如表 1，其他依一般農民慣行法管理。夏作蔬菜甘藍 101 年 9 月 5 日，102 年於 8 月 12 日進行定植，試驗處理及試區肥料施用量如表 2，其他依一般農民慣行法管理。秋冬作小麥試驗處理及試區肥料施用量如表 3，其他依一般農民慣行法管理。
- (四) 調查項目：
 - (1) 輪作栽培後進行土壤取樣分析，包括土壤 pH 值、有機質含量等。
 - (2) 一期水稻調查項目分別為收穫之稻穀包括產量、穗數、一穗粒數、稔實率、千粒重。同時調查稻穀之糙米率、白米率及完整米率，並利用近紅外光分析儀測定白米之粗蛋白質之含量、以及生產成本。
 - (3) 夏作蔬菜甘藍調查產量、品質、病蟲害發生情形、以及生產成本等變化。
 - (4) 秋冬作小麥調查項目分別為穗數、一穗粒數、稔實率、千粒重、產量、病蟲害發生情形、以及生產成本。
 - (5) 土壤分析項目及方法：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，土壤全氮以濃硫酸消解，微量擴散法定量。土壤無機態氮 (NO₃⁻、NH₄⁺)：2N 氯化鉀萃取，土：溶液= 1：5，微量擴散法定量⁽¹⁰⁾。土壤 pH 以水：土 1:1、EC 值以水：土 1:5 分別萃取後，利用電極測定。土壤有機質含量採用 Walkley-Black 法測定⁽¹¹⁾。

各小區所得數據資料經變方分析後，若處理差異顯著，各小區所得數據資料經變方分析後，若處理差異顯著，則以 L.S.D. (Fisher's Least Significant Difference) 測驗法或 T test 比較處理間平均值之差異性。

表 1. 一期作水稻親和栽培及慣行栽培處理之施肥量

Table 1. Amount of fertilizer application on the convention and environmental friendly cultivation system of rice at 1st cropping

處理	親和栽培(kg /0.1 ha)	慣行栽培(kg /0.1 ha)
基肥	複合肥料 39 號 20	複合肥料 39 號 20
一追	硫酸銨 20	硫酸銨 30
二追	複合肥料特 5 號 20	複合肥料特 5 號 40
穗肥	硫酸銨 20	硫酸銨 30

表 2. 夏作甘藍親和栽培及慣行栽培處理之施肥量

Table 2. Amount of fertilizer application on the convention and environmental friendly cultivation system of cabbage at summer cropping

處理	親和栽培(kg /0.1 ha)	慣行栽培(kg /0.1 ha)
基肥	硫酸銨 40.4 過磷酸鈣 44.6 氯化鉀 8.3 有機質肥料 400	硫酸銨 80 過磷酸鈣 80 氯化鉀 20
一追	硫酸銨 26 氯化鉀 5.4	硫酸銨 30 氯化鉀 10
二追	硫酸銨 26 氯化鉀 5.4	複合肥料特 5 號 40
三追	硫酸銨 26 氯化鉀 5.4	複合肥料 1 號 50
四追	硫酸銨 26 氯化鉀 5.4	複合肥料 1 號 50

表 3. 裡作小麥親和栽培及慣行栽培處理之施肥量

Table 3. Amount of fertilizer application on the convention and environmental friendly cultivation system of wheat at intercrop

處理	親和栽培(kg /0.1 ha)	慣行栽培(kg /0.1 ha)
基肥	複合肥料 39 號 40 硫酸銨 40 氯化鉀 5	複合肥料 39 號 60 硫酸銨 40 氯化鉀 5

結果

(一) 一期作水稻生育情形

101 年進行一期水稻 (慣行栽培及親和栽培) 於 2 月 24 日插秧工作, 收割日期為 6 月 29 日。產量調查顯示, 慣行栽培處理產量較親和處理施肥每公頃增產 130 kg (1.8%), 穗長及一穗粒數亦略為增加, 其它性狀則無顯著差異, 而在生產成本上, 每公頃慣行栽培成本較親和栽培者施肥提高 3,150 元, 但因其產量亦較親和栽培者施肥增產 130 kg, 故慣行栽培之每公斤生產成本僅高於親和栽培者 0.2 元 (表 4)。

102 年進行一期水稻 (慣行栽培及親和栽培) 於 3 月 4 日插秧工作, 產量調查顯示, 慣行小麥-慣行水稻之水稻產量最高, 每公頃產量達 3,154 kg, 分別高於苕子-慣行水稻 3.3%、親合小麥-親合水稻 14.4%、苕子-親合水稻 17.2%, 且其株高、穗長、穗數、一穗粒數及千粒重皆顯著高於其它處理, 因此生產成本最低 (每公斤 19.7 元)。在生產成本上, 慣行小麥-慣行水稻栽培每公頃生產成本較親合小麥-親合水稻處理增加 1,450 元, 但其產量亦增產 454 kg, 致使親合栽培每公斤生產成本高於慣行栽培 2.8 元。

就產量方面來看, 以二年期合併計算慣行栽培方式較親和栽培產量增加, 在水稻增加 575 kg · ha⁻¹ (5.9%)。

表 4. 不同年期一期作水稻親和栽培及慣行栽培處理之農藝性狀及生產成本

Table 4. Agronomic traits and production cost on the convention and environmental friendly cultivation system of rice at 1st cropping in 2012 and 2013

處理	株高 (cm)	穗長 (cm)	穗數 (支)	一穗 粒數	稔實率 (%)	千粒重 (g)	產量 (kg/ha)	生產 成本 (NT/kg)
101 年一期作(台稉 9 號)								
親和栽培	100.5	19.6b*	15.8	85.8b	83.3	28.5	7,090b	10.2
慣行栽培	100.9	20.3a	16.0	88.0a	82.4	28.6	7,220a	10.4
102 年一期作(台中 191 號)								
前期作/處理								
綠肥苕子/親合栽培水稻	94.3b	17.8b	6.5b	54.3b	79.0b	20.6b	2,610b	23.3
親合小麥/親合栽培水稻	97.6ab	17.7b	6.9a	58.0b	80.0ab	22.3a	2,700b	22.5
綠肥苕子/慣行栽培水稻	97.0ab	18.3ab	8.0ab	70.9ab	83.8a	21.5b	3,050ab	20.4
慣行小麥/慣行栽培水稻	102.1a	21.3a	9.6a	72.1a	84.0a	22.8a	3,154a	19.7

*同一欄位英文字母相同者表示性狀間差異不顯著。

(二) 夏作甘藍生育情形

101 年夏作甘藍於一期水稻收割後進行整地，於 9 月 5 日定植，11 月 19 日採收及調查。夏作甘藍 (228 品種) 因親和栽培施肥量較慣行栽培少，所以慣行栽培較親和栽培多 1,206 元/公頃，但產量慣行產量較親和栽培增產 3,670 kg (12.4%)，故每公斤生產成本較親和栽培可降低為 0.8 元。102 年於 8 月 12 日定植，10 月 29 日採收及調查。夏作甘藍 (228 品種) 慣行栽培較親和栽培產量增產 3,635 公斤 (10.3%)，故每公斤生產成本較親和栽培可降低為 0.58 元。就產量方面來看，以二年期合併計算慣行栽培方式較親和栽培產量增加，在甘藍增加 7,305 kg · ha⁻¹ (11.2%)。

不同年期夏作甘藍之病蟲害發生情形調查，在親和栽培及慣行栽培處理，不論是露菌病及黑腐病罹病度 (%), 以及小菜蛾 (蟲數/株) 等病蟲害發生情形，101 年以慣行栽培黑腐病罹病度的 7.5% 及小菜蛾 7.9 蟲數/株較高 (表 6)，但無統計上顯著性差異，102 年病蟲害發生情形也是有相同趨勢 (表 7)。

表 5. 不同年期一期作甘藍親和栽培及慣行栽培處理之園藝性狀及生產成本

Table 5. Horticultural traits and production cost on the convention and environmental friendly cultivation system of cabbage at summer cropping in 2012 and 2013

處理	株高 (cm)	展幅 (cm)	最大 葉長 (cm)	最大 葉寬 (cm)	單球重 (g)	可溶性 固形物 (Brix°)	產量 (kg/0.1ha)	生產成本 (NT/kg)
101 年夏作								
親和栽培	29.8	59.9	31.2	31.8	895	5.3	2,963	7.9
慣行栽培	29.8	64.1	31.9a	32.4	1,009	5.5	3,330	7.1
102 年夏作								
綠肥苜蓿/親和栽培甘藍	23.4	59.2a*	29.2b	30.0b	1,213 b	4.6b	3,307 b	7.1
親和小麥/親和栽培甘藍	23.7	59.2b	30.6b	30.1b	1,599ab	4.9a	3,760 ab	6.2
綠肥苜蓿/慣行栽培甘藍	24.3	63.3a	33.8a	33.8a	2,028 a	4.6b	3,974 a	6.2
慣行小麥/慣行栽培甘藍	24.4	60.5ab	33.3a	33.3a	1,584ab	4.7ab	3,820 a	5.9

*同一欄位英文字母相同者表示性狀間差異不顯著。

表 6. 101 年夏作甘藍親和栽培及慣行栽培處理之病蟲害發生情形¹

Table 6. Situation of pests and diseases on the convention and environmental friendly cultivation system of cabbage at summer cropping in 2012

	露菌病罹病度 (%)	黑腐病罹病度 (%)	小菜蛾 (蟲數/株)
親和栽培	0.0	4.8	5.7
慣行栽培	0.0	7.5	7.9

¹採收結束期調查

(三) 秋冬作小麥生育情形

101 年裡作小麥於 11 月 28 日撒播工作，因種植時間較晚，成熟後期高溫使小麥提早成熟，致使本期作小麥產量較低，慣行及親和處理每公頃產量分別為 2,680 及 2,630 kg，但在農藝性狀及產量上，處理間皆無顯著差異。但每公斤生產成本親和栽培較慣行栽培可降低 0.5 元。102 年慣行栽培產量為 4,254 kg，明顯高於親和處理施肥的 3,452 kg (23.2%)，慣行栽培每公斤生產成本 9.8 元，遠低於親和處理者施肥的 11.4 元，故每公斤生產成本較親和栽培可降低為 1.6 元。

就產量方面來看，以二年期合併計算慣行栽培方式較親和栽培產量增加，在小麥增加 852 kg · ha⁻¹ (14%)。

(四) 各類輪作經營模式之收益分析

針對本次研究各類輪作經營模式進行收益分析，以探討水稻-蔬菜-小麥輪作經營模式之整體收益，其中以慣行栽培 (水稻-甘藍-小麥) 兩年收益可達 554,358 NT \$ / ha，其次依序為親和栽培 (水稻-甘藍-小麥) 507,031 NT \$ / ha、慣行栽培 (水稻-甘藍-綠肥) 346,328 NT \$ / ha、親和栽培 (水稻-甘藍-綠肥) 319,816 NT \$ / ha (表 9)。因在秋冬作如表 7。102 年夏作甘藍親和栽培及慣行栽培處理之病蟲害發生情形¹

Table 7. Situation of pests and diseases on the convention and environmental friendly cultivation system of cabbage at summer cropping in 2013

	露菌病罹病度 (%)	黑腐病罹病度 (%)	小菜蛾 (危害指數/株)
親和栽培-小麥-甘藍	0.0	0.3	1.9
親和栽培-綠肥-甘藍	0.0	0.2	1.5
慣行區-小麥-甘藍	0.0	0.5	2.2
慣行區-綠肥-甘藍	0.0	0.0	1.7

¹採收結束期調查

表 8. 不同年期裡作小麥親和栽培及慣行栽培處理之農藝性狀及生產成本

Table 8. Agronomic traits and production cost on the convention and environmental friendly cultivation system of wheat at intercrop in 2012 and 2013

處理	穗數 (No./m ²)	穗長 (cm)	一穗粒數 (No./panicle)	千粒重 (g)	產量 (kg/ha)	生產成本 (NT/kg)
101 年裡作						
親和栽培	158	8.5	20.5	35.1	2,630	14.6
慣行栽培	175	9.2	22.2	38.5	2,680	15.1
102 年裡作						
親和栽培	228b*	11.0	54.3b	50.1	3,452b	11.4
慣行栽培	261a	11.1	60.0a	47.5	4,254a	9.8

*同一欄位英文字母相同者表示性狀間差異不顯著。

果種植小麥的輪作模式，可以增加農民的收益，而秋冬作種植綠肥作物則無收入，該期作種植綠肥主要為增加地力、改善土壤。如單純以農民最大收益下考量，則各種不同輪作模式以水稻-蔬菜-小麥輪作經營模式之慣行栽培為最佳，但將對整體環境親和列入考量，仍有待後續長期評估，是否對栽培環境有所影響，才能定論何種輪作經營模式最佳。

(五) 對土壤理化性之影響

不同作物間輪作對土壤環境之影響：經第二年期的一期水稻、夏作蔬菜-甘藍 228 品種、秋冬作的小麥及綠肥作物後，在土壤（土面下 0–15 cm）在有機質含量在親合栽培區種植親合小麥者為 26.2 g/kg 最高。在土壤（土面下 30–60 cm）在 EC 值及全氮含量方面，以親合栽培區種植綠肥苕子者最高分別為 0.16 dS m⁻¹ 及 0.148 g/kg。其餘土壤理化性不論是慣行栽培或親和栽培在土壤 pH 值、EC 值、全氮含量及有機質含量差異不顯著。顯示就此不同作物間輪作模式，以本試驗的慣行或親和栽培等不同處理其對土壤理化性環境影響並無全面性顯著的差異（表 10）。

討論

現在中部地區作物輪作經營栽培模式是經過前人不斷修正而後建立之輪作模式，而輪作栽培制度複雜而又要滿足不同季節人民基本生活所需求，因此在不同地區、不同的氣候條件、不同的農產品需要下，以創造各種不同輪作經營栽培模式，達到農產品多樣化、穩定生產化、高產量化以及滿足農民基本收益的目的⁽⁸⁾，合理的作物輪作制度，應為合理的利用該地區的農業資源，將這些資源優勢轉化為生產該農產品優勢，將此優勢轉化為全面發展，這也是作物輪作制度方面需要不斷隨時代需求進行不同輪作制度的研究。

表 9. 各類輪作經營模式兩年收益

Table 9. Revenue analysis of convention and environmental friendly cultivation system of cropping in 2012 and 2013

項目	水稻 (NT \$ /ha)	甘藍 (N \$ T/ha)	小麥 (NT \$ /ha)	兩年收益 (NT \$ /ha)
親和栽培(水稻-甘藍-綠肥)	223,638*	96,178	-	319,816
親和栽培(水稻-甘藍-小麥)	221,643	102,928	182,460	507,031
慣行栽培(水稻-甘藍-綠肥)	234,401	111,927	-	346,328
慣行栽培(水稻-甘藍-小麥)	236,706	109,632	208,020	554,358

* 收益計算方式為產量乘以當年平均價格（水稻 101 年 23.1 元/公斤；102 年 22.17 元/公斤。甘藍 101 年 15.83 元/公斤；102 年 14.9 元/公斤。小麥製作價格 101 年 30 元/公斤；102 年 30 元/公斤）。

表 10. 輪作體系及栽培對不同土層土壤化學性之影響

Table 10. Effects of crop rotation and cultivation system on the soil characteristics in 2012 and 2013

土層深度 (土表面下)	處理	pH	EC (dS m ⁻¹)	OM (g / kg)	全氮 (g / kg)	NH ₄ ⁺ ---- (mg / kg) --	NO ₃ ⁻
		101 年					
種植前		7.80	0.34	18.3	0.84	6.0	7.0
裡期作/處理		102 年					
0-15 公分	綠肥苜蓿/親合栽培	7.92	0.16	16.9b*	0.193	7.5	11.7
	親合小麥/親合栽培	7.87	0.12	26.2a	0.185	7.5	9.1
	綠肥苜蓿/慣行栽培	7.76	0.13	16.2b	0.198	7.9	11.1
	慣行小麥/慣行栽培	7.97	0.10	20.7ab	0.173	7.4	10.0
		101 年					
種植前		8.08	0.30	10.5	0.94	5.5	5.0
裡期作/處理		102 年					
16-30 公分	綠肥苜蓿/親合栽培	7.99	0.14	12.6	0.160	6.3	9.3
	親合小麥/親合栽培	7.96	0.11	16.1	0.155	6.5	8.8
	綠肥苜蓿/慣行栽培	7.98	0.14	18.0	0.153	6.3	8.8
	慣行小麥/慣行栽培	7.96	0.13	18.6	0.148	7.2	8.9
		101 年					
種植前		8.01	0.18	1.7	0.29	3.9	4.0
裡期作/處理		102 年					
31-60 公分	綠肥苜蓿/親合栽培	8.15	0.16a*	8.4	0.148a	6.1	7.7
	親合小麥/親合栽培	8.17	0.11b	7.5	0.108b	7.1	7.5
	綠肥苜蓿/慣行栽培	8.15	0.13ab	8.3	0.123b	7.2	7.1
	慣行小麥/慣行栽培	8.25	0.11b	7.7	0.103b	6.1	7.7

*同一欄位英文字母相同者表示性狀間差異不顯著。

由本試驗顯示不同作物間輪作模式一期水稻、夏作蔬菜-甘藍 228 品種、秋冬作的小麥及綠肥作物後，仍以慣行栽培方式較親和栽培產量增加，以二年期計算在水稻增加 575 kg · ha⁻¹ (5.9%)，在甘藍增加 3,647 kg · ha⁻¹ (10.9%)，在小麥增加 852 kg · ha⁻¹ (14%)。而對不同輪作模式或不同施肥量 (慣行及親和)，由本試驗顯示對農業環境親和型而言，不同作物間輪作模式 (一期水稻、夏作蔬菜-甘藍 228 品種、秋冬作的小麥及綠肥作物後)，以慣行或親和栽培對就土壤 pH 值、EC 值、全氮含量及有機質含量等土壤環境之影響，大部分無顯著差異。在水稻 (二化螟蟲)、甘藍 (露菌病、黑腐病及小菜蛾)、小麥 (螟蟲) 方面等病蟲害發生情形，不同處理慣行或親和栽培在病蟲害發生並無顯著差異。

針對本次研究之作物輪作經營栽培模式，探討水稻-蔬菜-小麥輪作推廣方式，除了不同作物間輪作對土壤環境無顯著影響外，一期作種植水稻、夏作種植蔬菜、秋冬種植小麥的輪作模式，在中部地區往往容易受到氣候因素，影響下期作物生產，因此在考量不同地區、不同的氣候條件、不同的農產品（一期水稻、夏作蔬菜、秋冬作的小麥）需要，以創造各種不同輪作模式農民最大收益下，此輪作經營栽培模式仍有待後續長期評估後再能定論。

參考文獻

- 福岡縣境保全型農業推進計畫。2009。http//：www.f-ninsyou.net。
- 王永靜、程廣斌。2007。日本環境保全型農業對其我國的啓示。安徽農業科學。35(16):4949-4952。
- 殷正華。2008。由前膽趨勢分析日本安全農業發展願景與生技策略之運用。農業生技產業季刊。8-16。
- 莊同春。2006。日本環境保全型農業概述及啓迪。黑龍江農業科學。6:83-85。
- 都韶婷、章永松、林咸永、王月、李剛、張英鵬。2007。蔬菜積累的硝酸鹽及其對人體健康的影響。中日農業科學。49 (9):2007-2014。
- 楊秀平、孫東升。2006。日本環境保全型農業的發展。世界農業。9:82-130。
- 戴振洋。2012。食用番茄之環境親和型施肥技術。豐年。62(20):37-42。
- 戴振洋、林訓仕。2015。中部地區作物栽培環境親和輪作經營模式。農業世界。382:14-20。
- 戴振洋、蔡宜峰。2012。以日本為例-談環境親和性農業。農業世界。342:77-83。
- Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. In: Methods of Soil Analysis (A. L. Page, H. Miller & D. R. Keeney ed.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.595-624pp.
- Marriott, E. E. and M. M. Wander. 2006. Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems. Soil Sci. Soc. Am. J. 70:950-959.
- 木村武。1999。設施園藝における環境保全型土壤、肥培管理。日本土壤肥料學雜誌。70(6):475-480。
- 吉田裕一、松野大樹、後藤丹十郎、高田圭太。2010。培養液濃度が根域制限一日射比例給液栽培トマトの生育・収量と果実品質に及ぼす影響。岡山大農センター報告。32:15-19。
- 岩崎貢三、竹尾優子、田中壯太、櫻井克年。2001。環境保全型農業導入前後における施設栽培土壤の養分集積実態の比較。日本土壤肥料學雜誌。72(2):265-267。

Establishment of Environmental Friendly Rotation Cropping Model for Agricultural Cultivation in Central Taiwan

Chen-Yang Tai^{1*}, Hsun-Shih Lin², and Houn-Tang Chen³

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of rotation model 'rice-cabbage-wheat and green manure' on crop cultivation as well as environment. The results showed the yield of crops with conventional cultivation still had significant incensement than environmental friendly treatment after rotation. According to the evaluation of two-year study, 575 kg · ha⁻¹ (5.9%), 3647 kg · ha⁻¹ (10.9%), and 852 kg · ha⁻¹ (14%) were increased in rice, cabbage, and wheat, respectively. For environmental changes, there were not significant differences in soil pH, EC, total nitrogen content, and organic content. For the pest and disease happened such as rice-stem borer, downy mildew, black rot, and moth in cabbage, and wheat border, there were also not significant difference between conventional and friendly treatments. Therefore, in consideration of different regions, different climate conditions as well as different agricultural products, the rotation model of present study still required further long-term evaluation to create the maximum income.

Keywords: Cultivation, Environmental friendly, Rotation cropping.

1 Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan. taijy@tdais.gov.tw.

2 Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan. linhsuns@tdais.gov.tw.

3 Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan. chenhgtg@tdais.gov.tw.

* Corresponding Author, Email: taijy@tdais.gov.tw ; Tel: 04-8531970.