

應用綠肥建立水稻—硬質玉米環境親和型輪作模式 (建立硬質玉米環境親和型輪作模式)

林上湖^{1*} 鄭梨櫻²

摘要

為因應氣候變遷對台灣硬質玉米生產之考驗及現行耕作制度的衝擊，以硬質玉米品種選擇搭配環境親和型栽培方式，規劃二年一輪環境親和型水旱田輪作模式，規劃重點為輪作綠肥與水旱田輪作。試驗結果，輪作綠肥可減施化學肥料避免土壤酸化、提升土壤有效性磷含量及降低土壤電導度，減緩土壤鹽化。以土壤地力維護及輪作收益為評估指標，輪作模式 B：一期水稻—二期青皮豆—裡作晚熟玉米（第一年）—一期青皮豆—二期水稻—裡作早熟玉米（第二年）為較佳之輪作模式。

關鍵詞：環境親和型耕作、綠肥、硬質玉米。

前言

氣候變遷影響玉米耕作農時。除日夜平均溫度提高及早澇災頻仍外，秋高氣爽適合旱作栽培的秋作已不明顯，加以颱風侵台的月份延後，農民慣於秋作栽培玉米只得延至裡作栽培，惟於嘉義、台南等主要栽培地區裡作則進入旱季，除於苗期灌溉水源不足影響生長，於生育期間尚有低溫寒害的風險，因此，氣候變遷無疑對硬質玉米生產帶來嚴峻考驗。此外，以往於秋作栽培晚熟高產品種，尚可於翌年早春採收隨即播種一期稻，一期稻收割後經二個月短期休閒即進入秋作栽培玉米，目前因玉米延至裡作栽培，晚熟品種至翌年四月方能採收，玉米採收後農民只得選擇休耕輪作綠肥，因無一期水稻可配合水稻收穫作業採不整地栽培，綠肥播種不是耕犁過深影響幼苗出土，抑或種子撒播於土面未覆蓋而影響發芽，綠肥普遍生長不佳，加以休耕期長達約半年，造成休耕田區雜草叢生。農民另一個選擇則為改種早熟玉米品種，於裡作栽培尚可於翌年早春採收隨即播種一期稻，惟因一般早熟品種產量較低，一期水稻收割後農民會再栽培二期稻作或其它經濟作物，造成一年三個期作經濟作物，土壤地力負荷沉重。

1 種苗改良繁殖場副研究員 linsh@tss.gov.com.tw。

2 種苗改良繁殖場退休人員 lycheng1111@gmail.com。

* 通訊作者電子信箱：linsh@tss.gov.com.tw；電話：04-25825490。

農田輪作綠肥對土壤保育及降低化學肥料用量有正面的效益，水旱田輪作亦為土壤管理有效措施。本計畫以水田輪作一期綠肥及一期裡作硬質玉米，規劃二年一輪環境親和型水旱田輪作模式。硬質玉米品種包含早熟品種及晚熟品種，以品種選擇搭配環境親和型栽培方式，因應氣候變遷對硬質玉米生產之衝擊。

材料與方法

一、輪作模式設計

(一) 模式 A (對照組)

一期水稻—二期水稻—裡作早熟玉米—一期水稻—二期水稻—裡作早熟玉米

(二) 模式 B

一期水稻—二期青皮豆—裡作晚熟玉米—一期青皮豆—二期水稻—裡作早熟玉米

(三) 模式 C

一期青皮豆—二期水稻—裡作晚熟玉米—一期青皮豆—二期水稻—裡作晚熟玉米

二、實施方法

(一) 實施地點：嘉義縣義竹鄉

(二) 實施材料：水稻台南十一號、玉米台農一號 (早熟品種)、玉米明豐三號 (晚熟品種)、綠肥青皮豆

(三) 播種方法：

1. 二期綠肥配合一期水稻採收作業採不整地栽培，一期綠肥採整地灑播栽培。
2. 水稻及飼料玉米按一般慣行法實施田間管理，前作為綠肥之水稻或玉米則施肥量按慣行法減施。

三、調查項目

(一) 土壤調查：有效性氮、磷、鉀、pH 值及 EC 值。

土壤採樣方法：每模式三重覆，每重覆取五個土壤樣點。於田區中心點取一點，中心點至四周邊界之中點各取一點。取樣時以土壤取樣器取表土 20 cm 土壤，五個土壤樣點混合為一樣品送農試所協助進行土壤化學性質分析。土壤取樣時間為每期作整地播種前。

(二) 成本分析：栽培成本 (種子費、施肥量、耕作及採收費、農藥噴施費)、產量及粗收益。

結果

一、土壤調查

依圖 1 調查結果，101 年一期作輪作模式 C、102 年二期作輪作模式 B 及 102 年二期作輪作模式 B 之輪作綠肥經掩施腐熟後皆可提高土壤有效性氮含量，102 年二期作

輪作模式 C 則未明顯提升，主要為田間綠肥青皮豆生育不佳所致，輪作綠肥區之後作分別減施 20%至 50%化學肥料，依圖 4 調查結果，有輪作綠肥之輪作模式 B 及 C 於 101 年裡作、102 年一期作及 102 年二期作之土壤 pH 值皆較對照模式 A 高，此結果應與輪作綠肥區減施化學肥料有關。對照組輪作模式 A 於 102 年二期作之土壤 PH 值明顯提升，可能與一期作水田環境改善土壤酸化有關。依圖 2 調查結果，有輪作綠肥之輪作模式 B 及 C 在減施化學肥料下，土壤磷肥 (Bray1) 於 102 年一期及二期作仍較對照模式 A 高，顯示輪作綠肥可有效提升土壤有效性磷肥含量。依圖 3 調查結果，不同輪作模式土壤鉀肥含量變化無明顯差異。依圖 5 調查結果，有輪作綠肥之輪作模式 B 及 C 之土壤電導度有逐漸下降之趨勢，且於 101 年裡作以後明顯較對照模式 A 低，此結果應與輪作綠肥區減施化學肥料減緩土壤鹽化有關。

依圖 1 至圖 5 之試驗結果，輪作綠肥 (模式 B 及模式 C) 相較於對照組 (模式 A) 可減施化學肥料避免土壤酸化、提升土壤有效性磷含量及降低土壤電導度減緩土壤鹽化。

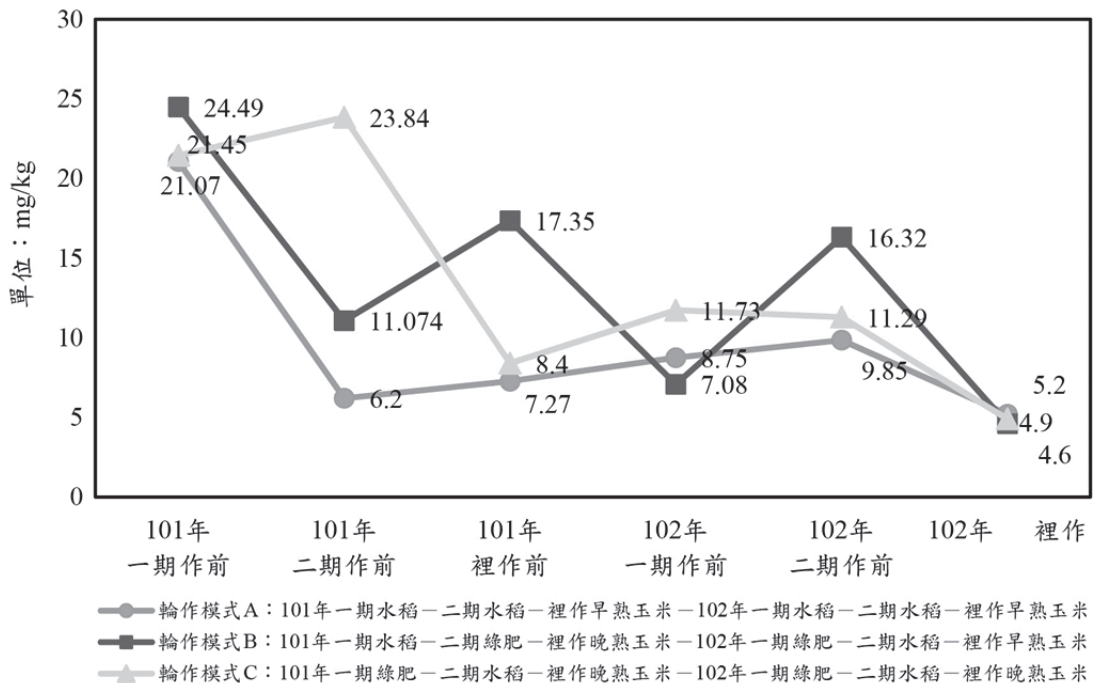


圖 1. 不同輪作模式土壤有效性氮變化情形

The Nitrogen content change of soil in different rotation cropping model.

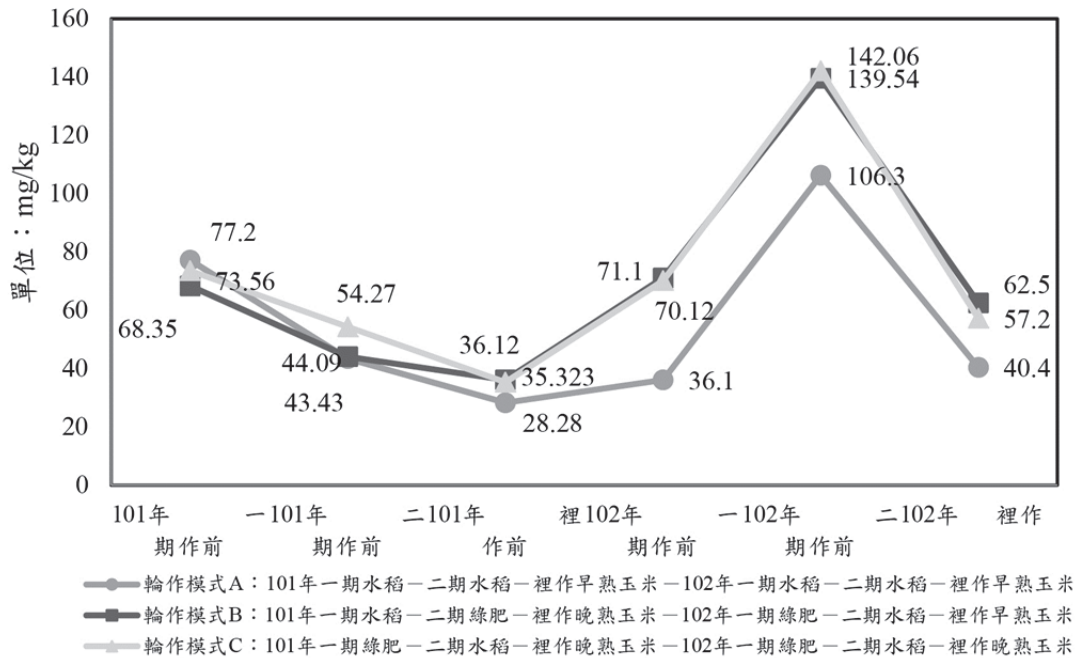


圖 2.不同輪作模式土壤磷肥變化情形

The Phosphate content change of soil in different rotation cropping model

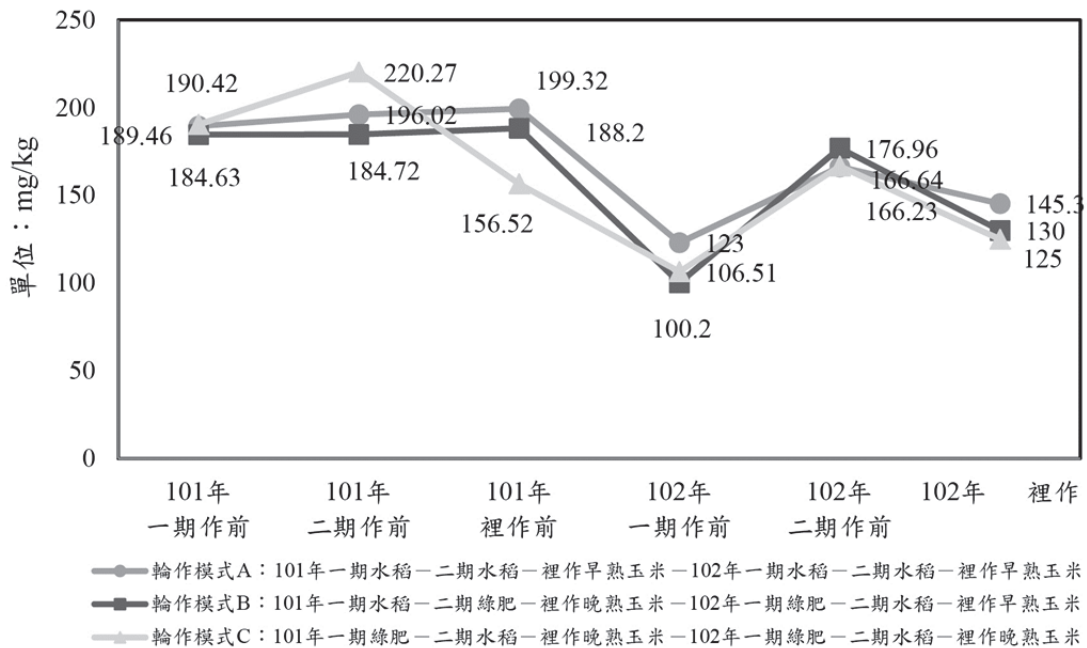


圖 3. 不同輪作模式土壤鉀肥變化情形

The Potash content change of soil in different rotation cropping model

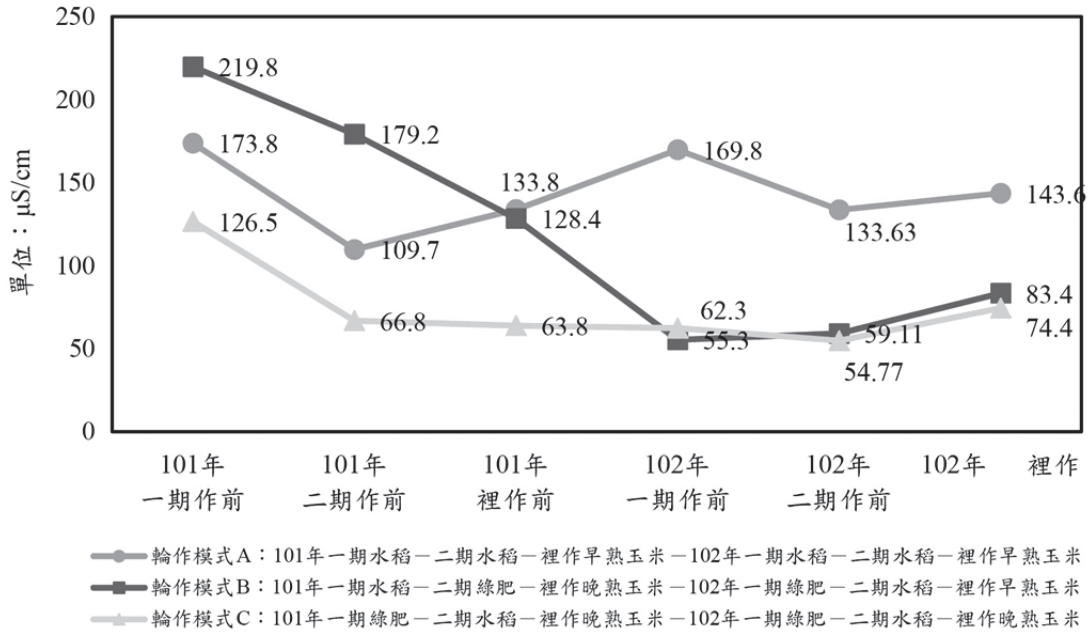


圖 4. 不同輪作模式土壤 pH 值變化情形

The change in PH value of soil in different rotation cropping model

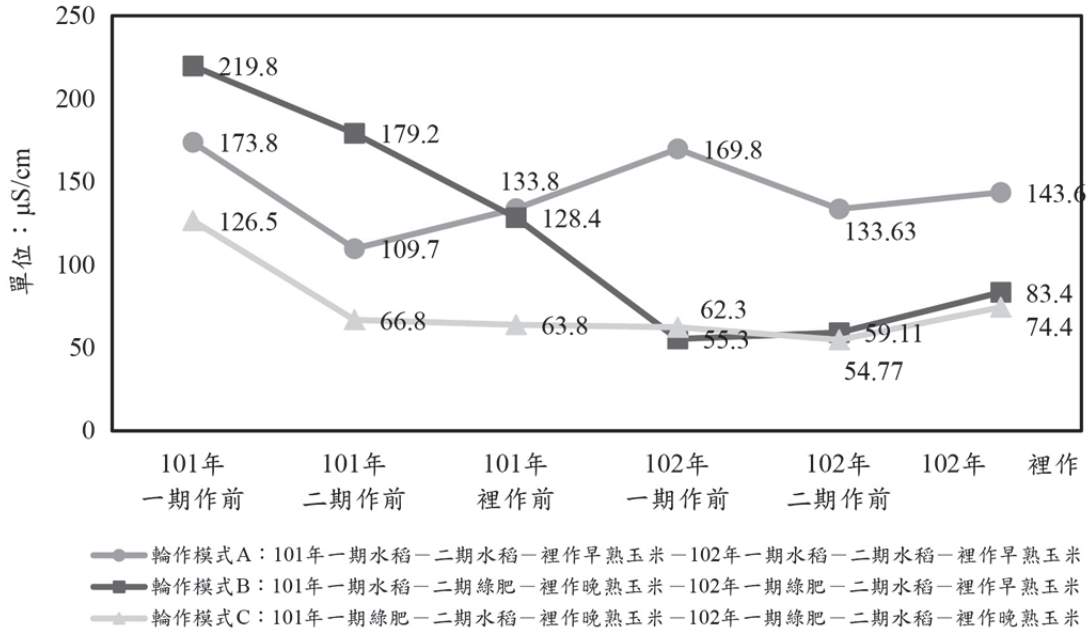


圖 5. 不同輪作模式土壤電導度變化情形

The change in EC value of soil in different rotation cropping model

二、收益分析

二項輪作綠肥之模式中，模式 B 配置一期水稻可應用不整地方式栽培二期綠肥降低輪作綠肥成本，其二期綠肥增加土壤有效性氮含量，又可降低裡作玉米 20% 化學肥料施用量及提高 10% 玉米產量 (與模式 C 比較) 及 25% 玉米產量 (與模式 A 比較)，故 101 年至 102 年二期作之粗收益較輪作模式 C 多 8%。三項輪作模式粗收益仍以一年有三期現金收益之對照模式 A 最高(表 1)，惟輪作模式 B 若列入二期休耕輪作綠肥補助則總粗收益每分地可達約五萬元，雖為對照模式 A 之 74%，惟其於土壤地力維護卻優於對照組，因此，以土壤地力維護及輪作收益為評估指標，本試驗以輪作模式 B 為較佳之輪作模式。

表 1. 101 年至 102 年不同輪作模式收益分析

| 收益分析 | 輪作模式 | | | |
|----------|--------------|---------|---------|--------|
| | 模式 A | 模式 B | 模式 C | |
| 101 年一期作 | 乾穀產量(公斤/分) | 1,022.2 | 1,045.9 | 綠肥 |
| | 栽培成本(元/分) | 6,846 | 7,294 | 1,176 |
| | 粗收益(元/分) | 18,709 | 18,854 | -1,176 |
| 101 年二期作 | 乾穀產量(公斤/分) | 896.6 | 綠肥 | 975.7 |
| | 栽培成本(元/分) | 7,440 | 176 | 6,315 |
| | 粗收益(元/分) | 14,976 | -176 | 18,078 |
| 101 年裡作 | 玉米籽實產量(公斤/分) | 744 | 992 | 887 |
| | 栽培成本(元/分) | 3,275 | 3,190 | 3,330 |
| | 粗收益(元/分) | 3,421 | 5,738 | 4,653 |
| 102 年一期作 | 乾穀產量(公斤/分) | 1,043.4 | 綠肥 | 綠肥 |
| | 栽培成本 (元/分) | 8,022 | 1,176 | 1,176 |
| | 粗收益(元/分) | 18,058 | -1,176 | -1,176 |
| 102 年二期作 | 乾穀產量 (公斤/分) | 776.2 | 957.3 | 950 |
| | 栽培成本(元/分) | 7,181 | 6,107 | 6,107 |
| | 粗收益(元/分) | 12,224 | 17,826 | 17,643 |
| 102 年裡作 | 玉米籽實產量(公斤/分) | 602.8 | 603 | 605.4 |
| | 栽培成本(元/分) | 3,275 | 3,275 | 3,275 |
| | 粗收益(元/分) | 2,150 | 2,152 | 2,174 |
| 合計 | 粗收益(元/分) | 69,538 | 43,218 | 40,196 |

輪作模式 A：101 年一期水稻—二期水稻—裡作早熟玉米—102 年一期水稻—二期水稻—裡作早熟玉米

輪作模式 B：101 年一期水稻—二期綠肥—裡作晚熟玉米—102 年一期綠肥—二期水稻—裡作早熟玉米

輪作模式 C：101 年一期綠肥—二期水稻—裡作晚熟玉米—102 年一期綠肥—二期水稻—裡作晚熟玉米

討論

農田輪作綠肥對土壤保育及降低化學肥料用量有正面的效益，為環境親和型耕作模式之可行措施。惟如何於輪作制度中配置不同作物或品種，使綠肥輪作成本降低，綠肥肥效得以有效提供後續作物生長需求，以降低栽培成本並增加作物產量，提高輪作制度收益，是為綠肥輪作重要的議題。

裡作硬質玉米生產若結合一期水稻水旱輪作，再搭配二期綠肥保養地力，實為理想之環境親和型耕作制度，惟為增加硬質玉米產量選擇種植晚熟高產品種，則無法結合一期水稻水旱輪作，若以二年一輪耕作制度，裡作硬質玉米品種採折衷方式，以一年種植晚熟品種一年種植早熟品種，於耕作制度配置一期水稻－二期青皮豆－裡作晚熟玉米（第一年）－一期青皮豆－二期水稻－裡作早熟玉米（第二年），為應用綠肥實施水稻-硬質玉米環境親和型輪作模式理想的選擇。

參考文獻

- 王啟柱。1956。台灣之綠肥與覆土作物。台灣銀行季刊。8(2):180。
- 邱怡詮。1997。覆蓋作物敷蓋及不整地栽培對青割玉米產量之影響。國立台灣大學農藝學研究所碩士論文。台北。台灣。
- 吳昭慧、連大進。2002。綠肥兼覆蓋用大豆品種育成及在農業永續性之利用。雜糧與畜產。338:9-13。
- 蔡宜峰、許愛娜。2000。綠肥青皮豆與水稻輪作對稻米產量及土壤肥力之影響。台中區農業改良場研究彙報。69:13-21。

Establishment of Rice-Feed Corn Environmental Friendly Crop Rotation Model by Application Green Manure

Shang-Hu Lin^{1*} and Lee-Ying Cheng²

Abstract

In response to the impact of climate change on the feed corn production and existing farming systems in Taiwan, applied different feed corn varieties with environment-friendly cultivation methods, planned for 2-years a round crop rotation patterns. The rotation patterns focuses on paddy field and dry land rotation and green manure application. The results showed that compared with the control, green manure application can reduce chemical fertilizer usage to avoid acidification, improve soil phosphorus content, reduce soil EC value and slow down soil salinization. Soil fertility maintain and cash earnings of crop rotation for the assessment index, rotation model B is the preferred mode of rotation. Model B: first crop season Rice →second crop Green manure →winter crop late variety Feed corn (First year)→first crop Green manure →second crop Rice →winter crop-f early variety Feed corn (Second year).

Keywords: Environment-Friendly Cultivation, Green Manure, Feed Corn.

1 Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Council of Agriculture, Executive Yuan.
linsh@tss.gov.com.tw.

2 Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Council of Agriculture, Executive Yuan.
lycheng1111@gmail.com.

* Corresponding Author, Email: linsh@tss.gov.com.tw ; Tel: 04-25825490.