



花蓮地區有機雜糧耕作模式介紹

陳緯宸^{1*} 黃佳興¹ 陳維翰¹ 葉育哲¹

摘要

花蓮是國內有機農業發展最興盛的縣市，近年由於「綠色環境給付」及「大糧倉計畫」的政策推動，縣內有機雜糧種植面積急劇上升。其中以有機大豆種植面積最大、蕎麥種植面積上升最快。此外，由於轄內原住民族占比高，樹豆也為其中最普遍栽培且具特色的雜糧；然而，這些作物的生產皆面臨人力不足、生產成本高昂，及田間管理不易等問題。為此本場投入研發，於有機大豆生產中開發低成本專用省工農業機械及智慧化管理系統，於蕎麥生產導入不整地無人機撒播技術，更研發樹豆機械化生產技術，反轉過往全人工栽培的生產模式。希望藉由這些技術的研發來強化農友生產經營的穩定度，更盼此類技術的應用，能讓農友更有信心擴大有機栽培面積，協助更多農友投入於永續生產的實踐。

關鍵詞：有機農業、大豆、蕎麥、樹豆、機械化

¹ 農業部花蓮區農業改良場

*通訊作者(weichen@hdares.gov.tw)



前言

農業生產提供人類生存所需的食物以及活動所需的其他資源，是維持人類生活最基本也最重要的產業；然而，受氣候變遷影響、生物多樣性降低、土壤劣化及流失、水資能源的逐漸枯竭，以及生產成本上升，種種不利因素漸漸威脅著農業滿足人類需求的能力(楊，2007；楊與蕭，2022)。「永續農業」相關概念也因而陸續被提出；然而，目前尚未有一致且明確的定義規範永續農業是如何操作(Velten et al., 2015)。根據美國法典的定義，永續農業是一個動植物的綜合生產系統，且能在長期目標上達成滿足人類食品和纖維需求、提升環境品質、有效利用非再生資源和農場資源，並整合適當的自然生物循環和控制、保持農場經營的經濟可行性，以及提升農民和整個社會的生活品質(U.S. Congress, 1990)。而有機農業在狹義範圍下也被認為是實踐永續農業的一種辦法(謝，1993；林，2005；朱等人，2018)。

近年我國政府為響應國際倡議加大減碳力道，亦開始追求 2050 淨零轉型的目標，各部門紛紛動員研議階段性減碳目標與策略，其中農業部門更肩負經濟發展、生態保護與糧食安全等任務(施等人，2021)。2018 年我國溫室氣體總排放量，雖然農業部門僅占全國排放量 2%，但仍有努力空間，而其中非燃料燃燒排放就占農業部門的 47%，之中又以農業土壤占比最大為 45.9%，其次便是水稻種植產生的排放占 22.7%，故在維持糧食安全前提下，減少水稻生產面積便是首要減少碳排放的策略之一，因此農政單位也已經推動相關行動計畫包括綠色補貼、大糧倉計畫、配合水情計畫下的大輪作系統規劃、循環農業與農機補助等政策(施等人，2021；精緻農業高峰論壇，2022)。

自農業部動調整耕作制度活化農地、大糧倉計畫－推動國產雜糧產業發展等政策後，讓國產雜糧產業方興未艾，原本就是國內有機農業大本營的花蓮縣，從 105 年到 112 年 6 月間有機雜糧 / 特用作物種植面積也急速成長快 10 倍，從 99 公頃增加至 983 公頃，此類作物占縣內有機耕作土地面積更從 7% 提升至 31%(行政院農委會農糧署，2016；行政院農委會農糧署，2023)；然而，在有機耕作面積快速成長的同時，從農人口高齡化、農業缺工、有機生產成本高昂，以及本縣地形南北狹長，耕地分散不易形成代耕制度等限制，皆讓有機農友在維持作物永續生產道路上面臨挑戰，也因此機械化與智



慧化生產技術導入是有其必要，故本場透過低成本的農機及技術研發，提高農友作業效率並減輕農事辛勞及成本，並依產業發展規模推升產業邁向機械化，甚至智慧化生產。

有機大豆智慧化生產省工又減碳

在消費市場日漸重視食品安全的世界潮流下，宜蘭花蓮一直是有機農業的大本營，即使在台灣加入 WTO 後，國產雜糧面積持續下降的大環境下，有機大豆仍是花蓮地區雜糧主力栽培作物之一。花蓮地區於民國 100 年有機大豆種植面積不到 10 公頃；然至今已遽增至 300 多公頃，成長幅度逾 30 倍以上，且成長趨勢未歇，顯示有機大豆極具開發潛力。

然而，國內已達超高齡社會，東部地區除人口高齡之外，亦有人口外流嚴重之問題，除此之外，經盤點在花蓮的有機大豆生產困難更集中於播種、雜草管理、採收、乾燥、選別、分級等農事操作耗費太多人力，以及氣候變遷衝擊下的田間管理操作模式變化。由於宜蘭花蓮地形南北狹長，生產者型態又以小農居多，在土地多非自有且大多呈現零星分布的情況下，農友常須四處奔波，致難以集中管理，因此，如何在人力有限之前提下提高人力使用效率，對於宜蘭花蓮地區農友而言是一大考驗。

鑑於宜花有機大豆產業發展面臨的種種挑戰，為此本場研究團隊投入有機大豆專用省工農業機械研發，讓小農能以低成本購入農機設備滿足生產需求，同時規劃推動有機大豆生產管理邁向智慧化，建置有機大豆智慧化管理系統平台，藉由導入感測器及攝影機等 IOT 科技設備 (圖 1)，蒐集各田區實景影像、田區氣象及土壤監測數據，如氣溫、光照、雨量、風速、土壤溫度、含水量、電導度等，再藉由系統中有機大豆生長模型演算分析，估算各田區作物生長階段，最後智慧化管理系統更能進一步針對各田區生育階段提供對應的農務操作建議，如播種期建議、除草時機建議、施肥、病蟲害管理及採收等，以及未來一周農務操作天氣風險警示，來協助轄區內農友改善並擬定適合的生產排程策略。

目前省工農業機械研發已有成效，本場針對有機農友之經濟需求開發一系列符合



生產規模的農機，包括播種機、除草機、選別機、分級機等，可減少傳統人力栽培成本 90%，創造每年 3,500 萬之市場效益 (張等人，2019)；而有機大豆智慧化管理系統平台導入後，線上掌握田區生產情形更能降低農友於田區間的移動次數，減少交通所耗費的大量能源，使有機大豆生產永續節能再升級，符合全球節能減碳之產業趨勢，另外，透過此平台協助農友將田區資訊如作物生長階段、未來天氣預報、田區氣象資訊等因素綜合整理後，提出相關農事操作建議及風險評估，將增加人力調配之彈性及使用效率、提升對災害風險的調適能力，以利農友進一步優化經營版圖。此平台的導入已由實例證實讓農友避開因天災導致超過減產 30% 的風險。

在過去，多數有機大豆田區只能採取非常粗放的管理方式，造成相對減產的困境。本場進一步導入科技，以數據支持方式輔助農友進行大田作物生產，與過去耕作方式有所區別。目前以轄區產業快速發展的有機大豆作為初步開發對象，期望本技術未來能普及於露天大面積栽培作物，提高農友對於每塊田區的掌握度和精確度，讓農友能更即時掌握田間訊息，有效進行田區生產管理，也減少農業生產碳足跡。

有機樹豆邁向機械化永續又減災

樹豆為原鄉重要傳統作物，富含蛋白質及礦物質，近年消費者對於健康意識抬頭，促使產業逐漸復甦。然而，傳統樹豆栽培主要在畸零地或較無水源的坡地栽培，種植後管理較為粗放，慣行樹豆多於 2-4 月間採播種或移植幼苗方式種植，植株因具光週期敏感影響，約於 10-11 月開花，並於次年 1-3 月採收，如此長的生長週期提高生產風險，此外，由於樹豆開花期長，有豆莢成熟期不一致的問題，因此不論何種種植方式最後皆是由人工進行採收，另亦伴隨農業缺工及原鄉人口流失、人工成本大幅增加之問題，使生產成本高昂，如此不僅壓縮產品利潤，也使產品相對高價難以走入一般消費市場，如此更加不利生產者栽培面積擴張 (蔡等人，2021)。再者，人力不足的問題也常導致農友錯過最佳播種及收穫期，田間收穫產量因此降低，產品品質也較參差不齊，無法穩定建立加工市場。

為解決部落面臨的困境，勢必得在傳統栽培方式之外走出不一樣的路，讓樹豆產



業除了在部落生根，更能增加面積，使原鄉特色作物能經濟化地規模永續生產。解決人力短缺的問題最有效方式就是機械化；但以慣行方式採較大的行株距栽培，到隔年樹豆收穫適期，植株株高可超過 2 公尺，主莖直徑最粗甚至可超過 8 公分，並不適合機械採收。因此，本場從 110 年便以「應用雜糧產業現有農械設備輔助樹豆生產機械化」為目標，持續於「找回原力－原鄉生態永續新農業核心技術研發與擴散」執行計畫研究解決方法，開始嘗試利用大豆產業既有設備，如真空播種機進行樹豆播種，並透過改變播種期及栽培密度來調整樹豆的植株型態，以利後續由雜糧聯合收穫機收穫，在最後的樹豆分級篩選工作，本場亦導入自行研發之「豆豆跑步機」，讓樹豆產業全程機械化。

經本場初步試驗發現於 7 月中旬後，以產業現有播種機械採平畦栽培，行距在 60 公分，株距設定在 12 公分 -24 公分種植較為合適，如此栽培密度下至 8 成豆莢成熟轉色收穫適期時，樹豆植株型態有明顯變矮小現象，其株高不超過 2 公尺，主莖直徑平均不超過 2.5 公分 (圖 2)。本栽培技術突破傳統栽培方式下植株生長型態的限制，因而得以利用現有的雜糧聯合收穫機進行機械採收 (圖 3)；然而，若以產業現有播種機械採作畦栽培，株距設定不論是 12 公分或是 24 公分，樹豆植株會因為畦上有雙行的機械設定，導致畦上行距較近而有過度密植情形，影響了植株生長及降低產量，後續需要針對此部分再進一步研究。

傳統樹豆採收是以人力收穫，一般農友會於樹豆成熟時期分批進行成熟豆莢採收，採收效率上 1 人每天僅能收穫 0.02 公頃；而雜糧聯合收穫機採收的作業效率 1 人就可達每天 1.2 公頃的收穫量，單就採收而言，田間作業效率上提高了 60 倍。此外，雜糧聯合收穫機出料時已是脫粒好之樹豆；傳統人力採收豆莢後，尚需經人工以小型脫粒機進行脫粒作業。就採收時間上來看，傳統樹豆人工採收每公頃需 6 名工人以 7-10 天採收，再加上 2 名工人 2 天的脫粒作業時間；然而，機械化採收每公頃採收及脫粒 1 天便可完成，減少了大量人力成本，每公頃淨收益也增加近 1 萬元。作物生產週期部分，透過機械化生產及栽培期調整至 7 月中旬，收穫時期上亦與傳統栽培差異不大 (陳，2019)，相較之下整體生產時間減少 3-4 個月，不僅省工、省時、省成本，又能大幅降低農友生產管理上面臨的天氣風險。

初步建立樹豆機械化栽培技術後，花蓮場將持續完善樹豆產業，一方面透過栽培技



術提升樹豆機械化栽培的單位產量；另一方面因為目前國內樹豆品種並不是以機械收穫為目的選拔，品種仍有生育期不一致與株型較大的問題，生育期不一致可能造成機械收穫後的樹豆成熟度不一，而有發霉或未熟粒，品質較差，株型較大可能使栽培密度的降低造成減產，因此，本場也將透過品種選育，補足適合機械收穫樹豆品種的缺口（詹等人，2022；黃等人，2023）。

有機蕎麥從天空降落省時又減碳

蕎麥近年在花蓮栽培面積急速成長已達 655 公頃，主要產區集中於花蓮玉里。一般當地蕎麥種植是與水稻輪作，在水稻收穫完成整地後才播種，播種方式是以人工方式背負裝滿種子的肥料桶進行撒播。然而，由於水稻生產鏈已相當完善，從播種整地到收穫多是由代耕業者協助完成，也因此農忙時期農友得等待代耕業者完成水稻收穫整地後，方才能接續蕎麥撒播工作，農務時間調配上並無彈性，也可能因此錯失播種適期，使得蕎麥播種因發芽不均且生育期短使得植株低矮，造成單位產量偏低現象。

此外，由於當地從農人口年齡分布普遍偏高，以人工方式背負約 30 公斤的裝備進行 1 小時的播種工作，讓農友身體負擔相當大，也讓不少農友因此遭受職業病而被迫提早退休。為呼應「以農業科技解決產業問題」及「解決缺工及自動化」的政策目標，本場積極投入省工機械以及無人機應用研究，於玉里與農友合作，於水稻收穫前後著手測試蕎麥不耕犁播種的減碳耕作模式，建立蕎麥省工無人機撒播技術。

試驗利用無人機撒播蕎麥‘台中二號’種子，處理分為割稻前不整地施追肥、割稻後不整地施追肥、割稻後整地施追肥、割稻後整地不施追肥、並以割稻後整地後人工撒播不施追肥方式作為對照。播種種子含水率為 12-15%，每公頃撒播 60 公斤，追肥時間為播種後 28 天。無人機機型為擎壤 EG316，以每秒 3.5-5 公尺的飛行速度在 3.5-4 公尺的飛行高度及寬幅下航行，並使用 360°撒播器，設定轉盤轉速約 1,450-1,650 rpm，撒播器開啟 20% 出料口的參數下，以每公斤蕎麥種子撒播約需 12 秒的速率進行播種（圖 4）。

初步試驗蕎麥應用無人機撒播的產量表現，在割稻前不整地追肥處理下每公頃可收穫 1,800 公斤，顯著高於一般割稻整地後人工撒播不施追肥的生產模式下每公頃只能收



穫 1,274 公斤。此外，在播種作業效率上，無人機撒播每公頃作業時間約 10-15 分鐘，較一般以人力播種需 50-60 分鐘提高作業效率至少 5 倍以上。同時，應用無人機撒播可在前期作水稻未收穫前即進行撒播，並在水稻採收後再將稻稈切碎覆蓋在蕎麥種子上，不但能達到敷蓋效果而避免雜草生長及種子被鳥類啄食，更能少去整地工作，達到不耕犁栽培的減碳效果 (何，2022)，也因此節省每公頃 6,000 元的翻耕整地成本。由於此播種方式不用等待前期作收割機及曳引機打田的代耕排程，在農務時間調配上更具彈性。

結論

農業要永續，國家才會永續。要讓農業永續，除要有土地、陽光、水，更重要的是要有農民去耕作與生產 (陳與葉，2023)。永續農業的實踐，需先達到農民經濟收入與生活的穩定，方能追求達成最終目標「與自然環境共處地和諧生產」。國內有機農業大本營的花蓮縣，近年有機雜糧種植面積急速上升，呼應政策走向，解決轄內產業問題，並致力推動及輔導有機農業發展是本場的任務。要協助大糧倉計畫目標「擴大雜糧耕作面積」順利達成，首要階段就得先改善農友面臨的生產栽培困境，重拾農友從事雜糧生產的信心。本場從轄區內面積最大的雜糧作物大豆、面積急劇飆升的蕎麥，以及傳統部落種植的永續作物樹豆進行生產耕作模式的研發改進，在各自生產模式中紛紛導入機械化，甚至是智慧化，來強化農友生產經營的穩定度，更盼望以此類技術的開發應用，能讓農友在生產技術端更加放心，使其投入更多心力於永續生產的實踐。

參考文獻

- 朱衍臻、李宗翰、楊志維、黃文達。2018。永續農業對土壤有機碳庫的影響。中華民國雜草學會會 39(1):85-96。
- 行政院農委會農糧署。2016。臺灣地區有機栽培農戶數及種植面積概況。國內有機及友善耕作種植面積概況。
- 行政院農委會農糧署。2023。112 年 6 月友善栽培農戶數及種植面積概況。國內有機及



- 友善耕作種植面積概況。
- 柯宜嫻。2022。一碳究竟 低碳農法的整合效益－不整地栽培＋水旱輪作 激發雙倍減碳威力。豐年雜誌 72(4):32-39。
- 林俊義。2005。永續農業之理念與發展策略。合理化施肥專刊 1-14。
- 施雅惠、林旻韻、陳琦玲。2021。因應 2050 淨零排放農業部門減排策略初擬。技術服務 32(4):1-6。
- 張光華、簡宏諭、蔡秉芸、邱淑媛。2019。有機大豆生產機械化之研發與推動。臺中區農業改良場特刊 139 號 :135-144。
- 陳振義。2019。播種期對樹豆生育及莢果產量之影響。臺東區農業改良場研究彙報 29 輯 :35-44。
- 陳吉仲、葉小慧。2023。客座總編輯－農業永續國家才能永續，農業部全面啟動。豐年雜誌 73(7):18-23。
- 黃佳興、陳緯宸、詹凱竣、張光華。2023。樹豆省工機械栽培介紹。花蓮區農業專訊 124:7-9。
- 楊純明。2007。全球氣候變遷對農作物生產之潛在影響。中華民國雜草學會會刊 28(1):112-130。
- 楊純明、蕭巧玲。2022。氣候變遷下的永續農業。台灣農業研究 71(3):185-197。
- 詹凱竣、蔡秉芸。2022。樹豆栽培與國際半乾早熱帶作物研究中心引種樹豆簡介。花蓮區農業專訊 121:2-6。
- 精緻農業高峰論壇。2022。2022 精緻農業高峰論壇－因應氣候變遷與淨零排放趨勢下、運用智慧科技與循環經濟之永續農業策略。農業生技產業季刊 (69):42-46。
- 蔡秉芸、呂柏寬、詹凱竣。2021。樹豆栽培管理。花蓮區農業專訊 116:14-18。
- 謝順景。1993。世界各國之永續農業研究與推廣。臺中區農業改良場特刊 32 號 :19-45。
- U.S. Congress. Food, Agriculture, Conservation, and Trade Act of 1990. Public Law 101-624: U.S.Farm Bill, 28 November 1990.
- Velten, S., Leventon, J., Jager, N., Newig, J. 2015. What Is Sustainable Agriculture? A Systematic Review. Sustainability, 7(6):7833-7865.



◀ 圖 1 有機大豆大田生產導入田間監測設備

Fig. 9 A multi-sensor system in organic soybean production



▲ 圖 2 樹豆密植技術導入後，主莖直徑明顯降低

Fig. 10 The diameter of the main stem has been significantly reduced after the introduction of the dense planting technology of pigeon peas by the HDARES.



▲ 圖 3 雜糧聯合收穫機進行樹豆機械化採收
Fig. 11 Harvesting pigeon peas with a combine harvester.



▲ 圖 4 無人機撒播蕎麥示意圖
Fig. 12 Illustration of buckwheat sowing by the drone.



Introduction to organic cultivation of upland crops in Hualien

Wei-Chen Chen^{1*} Chia-Hsing Huang¹ Wei-Han Chen¹ Yu-Che Yeh¹

Abstract

Hualien is the county with the most prosperous organic agriculture development in Taiwan. In recent years, the policies such as "Green Environment Payment Policy" and the "Big Granary Program" have led to a sharp increase in the cultivation area of organic upland crops in the county. Among them, organic soybean has the largest planting area, and buckwheat has shown the fastest growth in cultivation area. Additionally, due to a high proportion of indigenous peoples residing in the region, pigeon pea is also a commonly cultivated and distinctive upland crop. However, the production of these crops faces challenges such as labor shortages, high production costs, and difficulties in field management. To address these issues, we have developed low-cost specialized agricultural machinery and an intelligent management system for organic soybean production, introduced drone-based sowing technology in buckwheat production, and developed mechanized production techniques for pigeon peas, aiming to transform the traditional labor-intensive cultivation mode. We hope that the application of such technologies will instill confidence in farmers to expand their organic cultivation areas and encourage more of them to engage in sustainable production.

Keyword: Organic farming, Soybean, Buckwheat, Pigeon pea, Mechanization

¹ Hualien District Agricultural Research and Extension Station, MOA, Taiwan

*Corresponding author (weichen@hdares.gov.tw)