



農業部臺東區農業改良場

食農×原力暨年度試驗研究推廣成果研討會議程

時間：113年1月19日(星期五) 上午9時至下午4時50分

地點：本場區域教學中心二樓會議室

議程表

時 間	主 題	主持人/演講者
08:30~09:00	報到、領取資料	
09:00~09:10	開幕、長官及貴賓致詞	主持人：陳信言場長
第一場次		主持人：蔡恕仁科長
09:10~09:40	食農教育推廣現況及案例分享	講者：郭愷瑋科長
09:40~10:30	農藥安全使用與食農教育之關係	講者：許如君教授
10:30~11:00	茶敘時間	
第二場次		主持人：丁文彥科長
11:00~11:30	部落保種與文化傳承	講者：藍保·卡路風
11:30~12:00	南迴永續旅行聯盟	講者：武撒恩·卡羅
12:00~13:30	午餐 / 休息	
第三場次		主持人：陳振義科長
13:30~13:55	跨域合作推動臺東地區食農教育	講者：吳菁菁副研究員
13:55~14:20	臺東原鄉傳統農耕智慧及飲食文化研究	講者：黃蒼臻助理研究員
14:20~14:45	樹豆省工經濟栽培模式之研究	講者：黃立中助理研究員
14:45~15:05	茶敘時間	
第四場次		主持人：蘇炳鐸研究員
15:05~15:30	臺東原鄉雜糧機械化栽培試驗	講者：黃政龍副研究員
15:30~15:55	小萊豆預煮加工技術初探	講者：林真如技佐
15:55~16:20	番荔枝夏期果精準灌溉技術之研究	講者：李子易助理研究員
16:20~16:50	綜合討論	主持人：陳信言場長
16:50~	結 束	

目錄

序.....	1
第一場次	
食農教育推廣現況及案例分享.....	郭愷瑋..... 5
農藥安全使用與食農教育之關係.....	許如君..... 7
第二場次	
部落保種與文化傳承.....	藍保・卡路風..... 15
南迴永續旅行聯盟.....	武撒恩・卡羅..... 17
第三場次	
跨域合作推動臺東地區食農教育.....	吳菁菁..... 23
臺東原鄉傳統農耕智慧及飲食文化研究.....	黃薈臻、陳振義..... 41
樹豆省工經濟栽培模式之研究.....	黃立中..... 53
第四場次	
臺東原鄉雜糧機械化栽培試驗.....	黃政龍..... 65
小菜豆預煮加工技術初探.....	林真如..... 77
番荔枝夏期果精準灌溉技術之研究.....	李子易、張芳魁、顏嘉慧、江淑雯..... 89
海報展示資料	
臺東卑南族保健作物繁殖技術之研究.....	陳敬文、盧秀俞..... 107
貯藏條件對洛神葵‘臺東6號-黑晶’乾果萼機能性成分之影響.....	陳盈方..... 109
春石斛‘臺東1號-貓熊’之育成.....	李文南..... 110
小米傳統播種方法與育苗移植技術之比較.....	張芳魁..... 111
東部地區水稻水資源利用效率探討.....	廖勁穎..... 113
水稻臺東35號在節水栽培之應用.....	丁文彥..... 115
有機水稻黑椿象防治技術之建立.....	王誌偉..... 116
燈光誘集監測水稻黑椿象族群動態.....	蔡恕仁..... 117
改變果園雜草管理方式增加土壤碳匯.....	黃文益、張繼中..... 118
稻草回收利用機械研發.....	黃政龍..... 119
有機番荔枝果園之地被植物（雜草）管理技術.....	陳奕君..... 120
留果數對刺番荔枝夏期果產季及品質之影響.....	陳筱鈞..... 121
以質構儀判斷鳳梨釋迦軟熟程度之研究.....	江淑雯、林逸文、陳筱鈞..... 122
臺東南迴線部落行動學堂辦理情形.....	詹欽翔..... 123
原民傳統農耕文化與知識數位典藏建置應用.....	黃薈臻..... 124

序

臺東地區氣候條件與地理環境特殊，豐富的原民及多元族群文化，早已發展出獨具特色的農產業。本場以「原生特色、早熟豐產、有機樂活」等區域有利條件為核心價值，持續推動轄區各項農業科技研發工作，據以協助臺東農產業發展。為促進部落農耕文化升級與傳承，並結合在地飲食生活，本場特舉辦本次研討會，邀請農政機關、大專院校相關科系、各試驗改良場所、轄區內農業單位、農會、合作社及農友等共同參與，分享研發成果，俾奠定產官學三方合作基礎。

本年度研討會以「食農」及「原力」為雙主軸，農業部、臺灣大學、土坂部落及力卡咖啡館等專家學者分別進行主題演講，有食農教育推廣現況及案例分享、農藥安全使用與食農教育之關係、部落保種與文化傳承及南迴永續旅行聯盟等主題。另有本場6篇年度研究論文發表，包括跨域合作推動臺東地區食農教育、臺東原鄉傳統農耕智慧及飲食文化研究、樹豆省工經濟栽培模式之研究、臺東原鄉雜糧機械化栽培試驗、小萊豆預煮加工技術初探及番荔枝夏期果精準灌溉技術之研究等成果主題。期藉由本次產、官、學界研討會知識和經驗的交流，激發創新構想及研究能量，充實本場進一步開創新技術能量，強化臺東地區食農教育與部落原力推動，提升整體農產業競爭力。

茲將本次研討會內容文章編輯成冊，以提供日後相關試驗研究推廣之參考。本專刊之完成，承蒙專家學者及場內同仁熱心協助撰稿及工作團隊充分配合，始能順利付梓，在此深表感謝，並請各界先進不吝指正。

農業部臺東區農業改良場

場長 **陳信言** 謹識

中華民國113年1月19日

食農教育推廣現況及案例分享

郭愷瑋¹

¹農業部農民輔導司農業推廣科 科長

摘要

食農教育法為我國推動食農教育重要依據，農業部為中央主管機關，需整合政府部門進行跨部會合作，更需要民間團體積極投入食農教育工作，公私協力推動讓國人重視農業的重要性，推動全民食農教育，以達臺灣農業永續之目標。

食農教育相關子法規及行政規則，亦為食農教育推動之重要基石，包含食農教育推動會設置要點，邀集相關機關代表、專家、學者及團體代表組成食農教育推動會，監督與檢討食農教育政策及計畫；國內糧食救助作業要點（修正）、零飢餓推動要點，讓國人得以取得價格穩定、安全、營養且足夠之糧食；國家食農教育傑出貢獻獎獎勵辦法，對於具有傑出貢獻之機關（構）、法人、團體或自然人予以適當獎勵；推行食農教育補助作業原則，提供雙向計畫研提機制，鼓勵多元團體投入食農教育；獎勵優先採用在地生產農產品要點，鼓勵政府機關（構）優先採用在地生產之農產品；以及食農教育專業人員資格及培訓辦法，訂定專業人員應具備之資格與其認可、廢止、遴聘、培訓、在職訓練及其他相關事項。

此外，積極推動第一期食農教育推動計畫（112-116年），輔導縣市政府發展地方特色食農教育體系，持續擴大大學校營養午餐全面採用國產可溯源食材，鼓勵學校優先選擇農業場域進行食農教育，擴大食農教育宣導，設置食農教育資訊整合平臺等工作。透過與民間團體共同合作，讓食農教育多元發展，也經由食農教育案例蒐集及分享，帶動國人對於食農教育的認同與支持，未來農業部將持續透過橫向串聯以及垂直整合，引動民間非營利組織及各公民團體共同推動食農教育，促進全民共同參與。

農藥安全使用與食農教育之關係

許如君

國立臺灣大學昆蟲學系 教授

摘要

農藥的使用會影響到作物的可利用性和安全性。消費者如對農產品的外觀要求越高，生產者就會投入越多資材管理。在國內用於防除農林作物或其產物之有害生物者或用於調節其生長或影響其生理作用者，就歸屬於農藥。作物的生長過程中，會需要肥料及農藥來促進生長，生病時需利用農藥來進行防治。農藥分為化學農藥、生物農藥及不列管農藥，其中針對有機農業可以使用的農藥又以友善資材來定義。在「食品安全衛生管理法」中，如農藥有效成份的安全性較高時，就不需訂定農藥殘留容許量，反之，則定有殘留農藥安全容許量之標準，以確保流通於市面農產品的食品安全。在國內積極推動農產品產銷履歷（TGAP）的驗證制度來確保農產品安全性。不過，驗證需要較多的文書作業增加生產成本，政府亦以農民生產追溯系統來溯源管理；另一方面，不管是生產的農場、集貨場、拍賣市場或是消費市場的農產品，政府都有定期採驗農藥殘留以確保農產品安全。但食品安全和/或保障不能端靠後端的檢測或是農產品的生產溯源管理，如生產者的教育及自覺才會是解決的食品安全和/或保障的作法。透過食農教育可以讓消費者追求農產品的品質而不僅是外觀，並引導生產者安全使用農藥，達到生產者和消費者雙贏。

一、前言

作物提供人類80%以上的食物來源，也是牲畜營養的主要來源。植物病蟲害常常威脅到人類和動物所食用植物的可用性和安全性。全球重要主糧作物的產量損失可能高達30%，糧食生產損失達數千億美元。食品安全和/或保障是和作物健康問題直接相關，一般可分成四大類，如作物本身生病造成品質低落或產量減低、作物產生毒素造成人畜健康問題、作物生產

的過程中有對人致病的病原菌的污染及農產品上有農藥殘留造成食品安全性的問題。

世界衛生組織認為食品安全、營養和糧食保障密不可分。其在網站上描敘，據估計，全球每年有6億人因食用受污染的食物而生病，導致42萬人死亡。尤以低收入和中等收入國家每年因不安全食品而造成生產力和醫療費用損失達1,100億美元。百分40%的食源性疾病（foodborne illness，foodborne disease）發生在5歲以下的兒童，每年甚造成12萬5千人死亡。

俗稱食物中毒（food poisoning）就是指進食受污染食物、致病微生物（如細菌、病毒、真菌等），又或被寄生蟲、化學品或天然毒素或是有毒動植物性（例如：姑婆芋）感染的食物而引起的疾病，正式名稱為食源性疾病。其中化學性污染，包括農藥殘留，可能導致急性中毒或是長期疾病，例如癌症。國內在這些食源性疾病的現今案例中，化學性污染中以農藥殘留的不合格較為普遍發生但未造成健康危害的案例。反而在誤用的案例，如自殺或謀殺的案例中造成較大的危害；或是生產者因使用不當造成中毒的案例。

不管是生產者或是消費者，如果能接受到關於農藥相關知識的食農教育，在生產方安全使用農藥，在消費端不盲目追求農產品外觀，就可以避免雙方接觸到有較高毒性農藥的污染。下面就如何安全使用農藥、優質農產品生產的價值及消費者端的作為等食農教育來介紹之間的相關性。

二、農藥安全使用

在作物的生長過程中，會需要肥料及農藥來促進生長或是農藥來進行防治。所以，農藥被稱為「必要之惡」。因以往的農藥對人畜的安全性危害比較大，又有人會以易取得的有毒農藥當作自殺或謀殺的工具，甚至在郵包運送或搭乘交通工具時，農藥都在禁止之品項。造成民眾排斥農藥，甚視為危險有毒的等同物質。

事實上，在國內「農藥管理法」中，針對農藥的定義採用使用目的，除政府指定外，表列三種包括用於防除農林作物或其產物之有害生物者、用於調節農林作物生長或影響其生理作用者及用於調節有益昆蟲生長者。

所以，如果農民拿肥皂水來噴害蟲或是芥花油來噴病原菌，這二個資材也都是屬於農藥的範疇。國內法規將農藥分成三大類，化學農藥、生物農藥及不列管農藥，上述原料屬食品安全衛生管理法第三條第一款所定食品就屬不列管農藥的範圍。這些農藥可以依其急毒性的劑量分成劇毒、中等毒、輕毒及低毒等類別；也可因對環境危害的特性，分成對水生生物有毒或對蜜蜂有毒等標註；如有對人類健康為害的農藥也會規定要有毒性或慢性危害的標註。

國內屬於亞熱帶國家，種植的作物極易發生病蟲害的問題，為了確保生產的農產品可以收成，國內的農民必需比歐美日等溫帶國家的農民付出更多的管理精力，才可以確保收成。現今，缺工是常態，農民不可能人工除蟲或是拔除病株，用農藥變成是必要的手段，針對有機農業可以使用的農藥又以友善資材來定義。這裡面屬於農藥的包括生物農藥、礦物油、石灰、硫磺及波爾多液，以及不列管農藥。這些資材安全性相對較高，對環境造成的風險極小；但反之，對病蟲害的防治效力則較低，需要再多搭配不同的人工管理方式，在近幾年政府積極推廣友善栽種的面積還是僅佔慣型農法的百之五以內。

慣型農法栽種的品質和產量仰賴化學農藥，這些化學農藥屬殺生劑，其的使用方法都需要經過農業部的核可。作物栽種過程中的用藥，有可能會造成收成中農產品的農藥殘留。依照「食品安全衛生管理法」中，如農藥有效成份的安全性較高時，就不需訂定農藥殘留容許量；反之，則定有殘留農藥安全容許量之標準，以確保流通於市面農產品符合法規規範。

農民在使用農藥時，會操作到原倍的成品農藥，經稀釋上百到上數千倍才開始施用，這時的施用濃度大概是50-500ppm。而消費者在農產品上接觸到合法的農藥殘留值，幾乎都在10ppm以下，大多是1-2ppm等級。以接觸到農藥的風險，還是以施用的農民數百倍到千倍於一般消費者，且頻度也會高很多。農民因農藥所受到的傷害風險理論上比消費者多很多。所以針對農藥安全使用教育對象會在農民，並告知其有效用藥的技巧，防護措施以讓其產生用藥風險概念，小心安全用藥。

三、食農教育

許多食源性疾病可能導致食用者長期殘疾和死亡，而屬化學污染的農藥殘留，在國內的農政單位管理及各試驗改良場所輔導下，合格率平均可達95%以上，也未有造成急性生病或死亡的案例。農業部農糧署自民國83年起，啟動「農作物農藥殘留監測與管制」委託農業藥物試驗所及各區域檢驗中心執行國內蔬果的農藥殘留監測，每年平均檢測2萬件左右樣品。以109年成果顯示，蔬菜檢測14類別，合計9千多件樣品，合格率95.6%，檢驗不合格率則為4.4%；水果共檢測6大類別，合計4,492件，合格率97.3%，檢驗不合格者率2.7%。

農藥殘留檢測是末端查核或是嚇阻的工具，成本花費很大且治標不治本。近年來著重於源頭管制，農業部建立三章一Q的機制，屬農產品作物生產有機、產銷履歷及溯源農糧產品追溯（QR code）等來追溯生產者，鼓勵農民自我管理，消費者在選購農產品時，可以很便利查詢到產品相關資訊，提升對國產農產品之信賴，促進地產地消。提升農產品品質。利用這些制度，可以提高農民產品辨識性及增加產品競爭力，引導價格的差異化，正向回饋來更重視農產品的生產品質。

以上這些價值都可透過食農教育來讓消費者瞭解，農產品生產時遇到的挑戰，要維持品質和其價值需要更多的管理成本，引導消費者願意花費更多來支持優質的農產品。優質的農產品在品質上及藥殘上符合安全，在管理上會採用更友善的方法來種植，讓農民的辛勞得到合理的報酬，正向的鼓勵，除了維持食安也影響用藥安全，讓環境永續。

參考文獻

1. 曾德賜。2021。農藥藥理與應用：殺菌劑。第二版。藝軒圖書出版社。新北市。
2. 農藥理化性及毒理試驗準則第3條：農藥類別
3. 農業藥物試驗所。2020。109年度蔬菜農藥殘留監測研究成果報告。臺中市。
4. 農業藥物試驗所。2020。109年度水果農藥殘留監測研究成果報告。臺中市。
5. 農藥管理法第5條第二項：成品農藥。
6. 農藥管理法第9條：不列管農藥。
7. Food safety. 2022. 19 May 2022. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>.
8. D. M. Rizzo, M. Lichtveld, J. A. K. Mazet, E. Togami, and S. A. Miller. 2021. Plant health and its effects on food safety and security in a One Health framework: four case studies. One Health Outlook. 2021; 3: 6. doi: 10.1186/s42522-021-00038-7.

部落保種與文化傳承

土坂部落 藍保·卡路風 (Langpaw Kalijuvung)

來自台東土坂部落，藍保在部落成立了「Talem農事教育共耕地」以種植小米等排灣族傳統作物。Talem共耕地同時具備食農、農事教育、狩獵教育等傳統學習知識。「Talem」的意思是「種植」，排灣族語裡沒有「傳承」這個詞，但是從種子成長至出穗再結為種子，這個過程本身就是一種傳承。

土坂部落屬於大竹高溪流域農事習慣法則，是以小米為核心，依小米生長循環訂定農事生活習慣及農事祭儀，並與自然山林植物互相對應。

山林植物是大竹高溪流域排灣族傳統作物的時序指標，就如無患子樹落果時，我們就開墾耕地。直到烏皮九芎開花時，小米的種子就撒在土地上完成播種等……。用在地的環境土地，譜出大竹高溪農事自然編年法。

所以，一但我們沒有了小米，沒保有種子，我們的生活、習慣與文化將流失崩塌。

南迴永續旅行聯盟

力卡咖啡館 武撒恩·卡羅 (Usan.Karo)

發起聯盟的脈絡，緣至2015年創立位在金崙部落的打個蛋海旅說起，民宿開店即無提供一次性的衛浴備品，鼓勵旅客自備，雖然開始落實也遇到困境，但漸漸的找到認同環保意識的旅客。民宿的早餐也從2016年開始受到臺東慢食節的影響，重視產地到餐桌的理念，也受到阿美族優席夫藝術家提出的「愈在地愈國際」的概念，開始結合部落小農的作物，讓早餐成為打個蛋海旅最特別也最讓旅客難以忘懷的好滋味，即使訂不到客房，也希望可以吃上一頓產地餐桌的小農早餐，這樣需求愈來愈多，累積二年的聲量，於是2018年也同在部落的力卡咖啡館正式開幕，店內的烘焙及餐點就是來自部落小農的作物，落實產地到餐桌的感動，力卡咖啡還有一個創舉，至2018年開幕至今，都沒有提供一次性外帶的塑膠杯、紙杯、塑膠袋等，也曾上過媒體，標題大大的寫著「在觀光區不提供外帶，老闆肯定腦袋壞了，這種錢都不想賺」，是呀?!我們也曾想過，為什麼可以賺很多的錢我們不賺，其實不是這樣的，我們思考著，身為族人除了在出生的土地上創業，是否也能為自己的家鄉守護，尤其在愈來愈多遊客來到金崙時，能收支平衡、培力部落青年、支持部落小農，這樣生活就過的了。而這樣的實踐也在在感動不少南迴的許多店家，他們默默關心著我們。

2021年疫情嚴竣的一年，我們在疫情微解封時辦了一場地方慶典「南方草草節」為悶壞的觀光產業注入了一點活力，累積過去所有在部落學習的能量，讓當時的國旅出遊潮帶來許多想認識原民文化的活動人潮，今年更是創造1200人次到訪，最另人驚豔的不只是音樂、講座、工作坊，還有不提供一次性包材的市集活動，我們會提醒前往參與的朋友記得攜帶環保餐具，連續三年的南方草草節，每一次結束，垃圾量都無法塞滿一個小垃圾袋，市集活動現場也提供便利旅客的洗滌專區，讓旅客不擔心餐盒無法

繼續乾淨的使用美食。也從2022年開始，串起了南迴有特色的店家夥伴，一起支持南方草草節的環境永續活動，沒想到當時支持的永續活動十個店家也成了現在「南迴永續旅行聯盟」創始夥伴。累積至今2023年已突破三十個店家、個人及協會加入了聯盟。

南迴永續旅行聯盟有三項永續項目指標：文化永續、生態永續、環境永續。每位聯盟夥伴各自在產業中成為倡議、實踐到影響力的角色。聯盟推動環境永續的媒界是環保永續杯（簡稱永續杯），2023年暑假前約有十個民宿夥伴各配給10個永續杯，我們提供給住宿在部落裡旅行時可以攜帶運用，無論是去手搖飲買飲料、便利商店買咖啡都可以在一趟旅行之中間接減少許多一次性包材，也是為環境盡一份心力。同時有兩間民宿更提供二次利用帆布製作的海廢包，讓住宿旅客可以在早上看日出時也能淨灘，讓淨灘不再只是號召型的活動，而是成為了旅遊日常。而靠近海邊的力卡珈琲也提供了免費租借海廢包服務，讓淨灘可以隨租隨淨，累積至今，已經也超過了上千位身體力行的旅人，讓旅行也能為喜歡的目的地盡一份心力，此服務也感動不少旅人。

三十個聯盟夥伴不同的產業，卻能串起不同行政區域豐富的永續遊程，目前聯盟已規劃五條永續遊程，由南至北：大武線、達仁土坂線、太麻里金崙流域線、金針山線、金峰新興線。以推薦制的方式提供給自由行的旅客參考，二天一夜的行程中都有串聯永續店家，讓每一趟旅行都能為環境努力、推動文化、生態保護。而透過民宿免費租借的永續杯可以提供甲地租借乙地還的便利服務，而且有效租借期限三天，可以大大運用在旅行期間減少更多的一次性垃圾的產生。

今年暑假，台東縣府環保局看到聯盟在南迴努力的永續理念身受感動，並挹注500個環保杯給聯盟使用，我們將500個環保杯應用在三個方向：社區型、觀光區型、協會團體型，皆為甲租甲還。社區型的應用像是在部落裡的早餐店提供社區的熟客外帶、外送使用，使用完再還給早餐店即可；觀光區型像是海癒小村咖啡的客人想要外帶咖啡去華源海灣散步，即可免費租借，散步完飲料喝完再將永續杯還至咖啡館，這樣更能減少觀光區垃圾產量。感謝環保局增加聯盟環境永續的戰力、擴張影響力。

十月也受2023南迴藝術季的邀請，透過雄獅旅行設計包裝，將藝術季及永續旅行商品上架，提供給需要導覽及司機接送的旅行服務，此永續遊程將會成為常態性的旅遊商品，除了推薦制自由行的遊程外也提供旅行社包裝的商品，讓旅人來到南迴有更多的旅行選擇。

南迴永續旅行聯盟，正在建立一個「新的旅行文化」，當大家開始習慣使用起環保餐具旅行時，這個次文化影響層面會擴張，期待有一天整個台灣的旅行文化也能開始為地方環境努力，而不單單只是消費還有守護。南迴永續旅行聯盟南迴三十個店家，一起倡議、落實並成為影響人，從旅行規劃之中，也能裝載著環境永續的意義，旅行不再只是視覺、味覺享受，而是可以有意識的、在旅行途中為環境盡一份心力。

南迴永續旅行聯盟夥伴：

1. 太麻里鄉：環山雅築、打個蛋海旅、線織屋民宿、金站溫泉民宿、金崙一田屋溫泉民宿、金崙馬魯大民宿、海癒小村咖啡店、黑手咖啡HeySoul Café、LI.KA CAFE 力卡珈琲、少妮孃手工烘焙坊、kituru 咖啡、7-11金倫門市、部落沃客、穀白那哪手工麵包、芙瀨實驗廚房bulaibulaikitchen、比努禮曼工作室、5181聽海-文創工作室&咖啡、ALEI阿雷冷飲、7-11新太麻里門市、叮哥茶飲-金崙店、後面那間餐坊、OFALO屋法露、撒花咖啡 Sakinu&Hanaku Cafe'、虎比公寓
2. 金峰鄉：吉廬夫敢藝文民宿、夫魯克民宿、奇瓦拉民宿、太麻里城堡溫泉會館、7-11金峰鄉門市
3. 達仁鄉：土坂金宿、阿塋壹部落廚房
4. 大武鄉：東方雲民宿、獵場、南田社區發展協會-阿塋壹古道部落遊程、戈路gerlu

跨域合作推動臺東地區食農教育之現況分析與探討

吳菁菁

農業部臺東區農業改良場農業推廣科 副研究員

摘要

本研究旨在探討公務機關如何透過跨域協調與合作，共同推動轄內校園特色作物食農教育課程。研究顯示，目前食農教育推動問題與困擾因素包含教師農業專業知識不足、欠缺共通語言、重視分工但缺乏整合；跨域合作有助於提升業者因應環境變遷之調適能力、減少教師授課壓力、公部門凝聚共識發揮綜效；公私部門資源導入校園前，應先了解需求再提供必要之協助、學校則可透過申請特色作物食農教育課程計畫，提供資源進入校園。

一、前言

「食農教育法」業於111年5月4日公布實施，第15條第三項規定，主管機關與目的事業主管機關應協助各級學校及幼兒園優先參與主管機關與目的事業主管機關所輔導之相關機關（構）、法人、團體辦理之食農教育課程及體驗活動⁽⁶⁾，顯示我國對於培養學童正確的農食觀念的高度重視，並期待未來能透過公私部門的跨域合作，共同協助學校推動食農教育。

本國食農教育的推行概念與經驗法則，一方面引導參與者親身體驗食物從生產到消費的歷程，建立良好飲食觀念及培育農事基礎技巧；另一方面設法改善偏差的飲食習慣和營養失衡的現象，進而提升國民的健康，讓「食」與「農」由基礎教育紮根，逐步打造安全的糧食生產及製造的環境。

為積極推動食農教育，臺東農改場（以下簡稱本場）於105-108年進入臺東縣國中、小學校園，著重於金針、木鼈果、香草等特色作物，規劃涵蓋產地、耕地、餐桌等5項課程，內容包含土壤肥料、病蟲害管理、採收管理、食譜製作及餐桌禮儀等，致力發展符合在地特色的食農課程。然而，

在推展的過程中發現，國小教師在食農教育的專業知識與教學信心相對不足，這是急需協助解決的重要課題。

因此，本研究旨在探討公務機關如何透過跨域協調與合作，讓公私部門共同參與校園特色作物食農教育課程，藉此減輕教師授課壓力。研究結果期能提供有興趣推動特色作物食農教育課程之校園、農場業者或相關農政輔導單位參考，以落實我國食農教育政策之推廣。

二、文獻探討

（一）研究背景

1. 食農教育資源應用

本場105年臺東地區食農教育課程發展現況盤點之研究顯示，在偏鄉學校教學現場，規劃飲食體驗課程活動中較缺乏「瞭解營養均衡及多樣性食物攝取的價值」、「瞭解食物里程及在地食材之觀念」、「瞭解人類飲食對大自然環境之衝擊」等課程的傳授；而在農育課程上，學校在作物的選擇，較少以在地傳統作物當體驗材料，有礙學童認識在地農作物生產過程⁽³⁾。108年臺東地區食農教育學習成效之研究顯示，對於食農知識程度普遍不足，可透過跨域合作協助解決教師食農專業知識，應是校園最為適當的食農教育推廣模式。

為協助解決偏鄉教育食農師資不足問題，本場本（112）年以跨域合作模式，規劃特色作物食農課程，結合在地農業人力資源，以強化食農教育推動之深度與參與廣度，結合在地青農與轄內國小、國中學校合作推動10種特色作物食農教育課程，完成20所學校實施特色作物食農教育課程。

2. 課程設計

本場設計10種在地特色作物食農教育教材內容，以小米、釋迦、鳳梨釋迦、洛神葵、臺灣藜、木鱉果、金針花、樹豆、檸檬香茅、小白菜等特色作物教材，提供授課青農及教師運用。

食農教育課程教材設計項目以作物名稱、主要特徵、品種來

源、生產概況、營養成分、挑選方法、保存方法、生產過程、小知識、料理食譜、消費者Q&A等相關農食知識內容說明。

3.跨域組織協調

跨域（across boundaries）為跨越多重領域，意謂跨領域或跨區域之意。跨域合作係指在不同領域、學科、組織、部門之間進行合作、互動。藉由組織間衍生出以結盟或協力的方式，達成組織間資源有效運用。更宏觀的考量不同參與者來源與類型的影響力⁽¹⁾。

跨域合作關係可以是正式或是非正式的，正式合作係指參與者彼此簽訂具有法律約束力的契約或者共同成立一個法人。非正式合作是指參與者之間的合作關係不具有強制力和法律效力，具較高程度的自由度和靈活性，合作的基礎是彼此的信任關係與共同目標⁽²⁾。合作形式無論是正式或非正式，營造良好的信任關係是確保合作順利進行之重要關鍵。

為落實食農教育課程推廣，本場運用跨域協調導入正式與非正式跨域協調機制等方式實踐。

（1）正式跨域協調機制

本場推動食農計畫，為加速整合各主管意見並形成共識，每個月於場務會議與主管會報中宣導推展狀況，各主管有共同目標，利於排除困難與加速計畫之進行。

（2）非正式跨域協調機制

- a.定期接觸：與跨域組織參與夥伴如縣政府業務承辦人、學校校長、農會主管及指導員、農場主等，於環境教育輔導小組團務運作諮詢會議經常性交流。
- b.良好非正式關係：本場重視轄區校園食農教育的推廣與發展，允許非正式管道之建立社群媒體Line群組，發展健康非正式關係。
- c.協調人員溝通技巧佳：有共同目標且未持機關本位主義之態度進行溝通。

d.時時表達善意與關心：不定期參與彼此機關相關食農研習或活動，有效建立雙方組織和諧共識氣氛。

三、材料與方法

（一）問卷設計及資料蒐集

本研究依臺東食農教育推動現況設計問項，分析產業、學校、政府單位之「目前推動食農教育遇到的問題與困擾」、「跨域合作意願」、「合作成效」、「學校尋求外部資源方式、產業與政府單位能提供相關資源」、以及「現階段對於跨域合作意見」等五大面向。透過質性訪談收集資料，主要著重於食農教育單位-產業、學校及政府部門於跨域合作之現況分析，助於食農教育未來於偏鄉推廣。

（二）研究對象

本研究採立意取樣，對象包含產業、學校、政府單位等共計15位接受訪問，受訪者職稱、年資及訪談時間等基本資料彙整如表1。

表1.受訪者基本資料

Table 1. Basic information of the respondents.

類別	編號	職稱	年資	訪談時間
產業	A-1	00農場	25年	08.12
	A-2	00田媽媽	16年	08.12
	A-3	00農場	14年	07.18
	A-4	00農場	13年	07.17
	A-5	農會指導員	5年	08.13
學校	B-1	國小校長	27年	06.27
	B-2	國小校長	35年	06.27
	B-3	國小老師	34年	08.12
	B-4	國小主任	10年	08.25
	B-5	國中校長	32年	09.02
政府單位	C-1	衛生局科長	15年	08.15
	C-2	改良場科長	25年	08.13
	C-3	教育處人員	21年	08.21
	C-4	分署秘書	25年	08.22
	C-5	農業處科長	21年	08.22

四、結果與討論

（一）食農教育推動問題與困擾因素

1. 教師農業專業知識不足

食農教育尚未列入學校新課綱的議題，且學校受訪者B-2表示，「食農教育的認知跟解讀不一；老師對食農教育的背景專業知能不足；沒有合適對應的空間環境和資源」，學校受訪者B-1更進一步提出，「多數教師缺乏農具與農機使用的技術」，正顯現出現階段執行食農教育的挑戰與困難之處，學校受訪者B-3表示，「學校沒有其他支援人力來協助，有意願的老師要親自去開拓、整理、規劃、維護」。老師平常課務繁重，倘為推動食農教育還需自行設法尋找資源，推動意願自然不高。

2. 欠缺共通語言

由農場業者進入學校協助特色作物食農課程推動，產業界受訪者A-2表示，「對於學校的教學方法並不瞭解」更進一步表示「不瞭解學校的教學語言與方式，所以和學校的接軌有時候會有落差」，受訪者A-1及A-5更指出「所提供的課程內容與孩子所學、能力是否相仿」與「課程設計須符合教學對象適宜性」，顯見產業界希望透過跨域合作推動食農教育，但擔心所傳遞的資訊是否能讓學童充分吸收與瞭解，並達到推動食農教育的目的。現階段食農教育推動藉由農業部門、學校、青農或農場業者之間的跨域合作。彼此間可能有不同的目標和優先事項，未建立共通語言，降低合作意願。食農教育通常發生在社區環境中，需要社區成員的參與和支持。共通語言有助於建立信任和協作，以確保社區參與是有意義的⁽⁴⁾。

3. 重視分工缺乏整合

公部門各有專業職掌且均處於資源有限的環境，機關間如何相互交流與妥善運用資源，以互補彼此不足之處。（如表2、表3）

表2.食農教育推動問題分析

Table 2. Analysis of food and agriculture education promotion problems.

項目分析	食農教育推動問題點
產業	1. 課程內容是否與孩子所學、能力是否相仿。 2. 學校的教學方法並不瞭解。 3. 並非學校正規課程且課程時間掌握不易。僅能用校定或相關課程辦理，容易超時且缺乏食概念、現場課程秩序管制。 4. 推動時間無法固定及推動需求道具自行設計及安排。 5. 尋求專業講師不易、課程設計與應用。
學校	1. 課程設計，一般教師在這方面的專業知識不足。環境建置上，教師缺乏農具與農機使用的技術。 2. 未列入新課綱的議題、教育行政體系對食農教育重視度不高。無固定的上位或相關計畫支持補助；學校環境跟資源有差異性。 3. 考量是否有經費、行政支持。 4. 場地的維護與經營。 5. 只在社團時間實施，運用時數有限。
政府單位	1. 營養推廣需依據不同族群不同飲食習慣進行營養教育；相關業務人員需要具備足夠的文化敏感度；本縣腹地廣闊族群眾多，製作的均衡飲食衛教道具也需考慮使用者觀點。 2. 預算執行整合、當年度預算編列、補助等。 3. 機關之間是否能清楚了解，彼此需要達到目標，能否滿足彼此的需求。 4. 在多元績效條件下，可能面臨人力資源不足困境。 5. 地方政府專責推動食農業務，但人力資源稍顯不足。

表3.食農教育推動之困擾因素分析

Table 3. Analysis of factors causing difficulty in food and agriculture education Promotion.

項目分析	食農教育推動困擾
產業	1. 是學校課程的延續，是學生不同階段各種能力的總合呈現。 2. 不瞭解學校的教學語言與方式，所以和學校的接軌有時候會有落差。 3. 課程活動時間短，無法有效傳達食農理念。 4. 非全職推動者，必然受農作時間影響，僅能利用農作空檔時段。 5. 專業講師缺乏尋求管道，且課程設計須符合教學對象適宜性。
學校	1. 推動食農教育的背景專業知能不足，缺乏教學信心。 2. 食農教育的認知跟解讀不一；沒有合適對應的空間環境和資源。 3. 學校沒有其他支援人力來協助，老師要親自去開拓、整理、規劃、維護；班級的食農教育可能會被拒絕。 4. 無設計食農課程配合。 5. 參與的學生數有限。
政府單位	1. 各單位推廣食農教育需同時注意相關法規。 2. 各單位是否存在過度本位主義、同時考驗承辦窗口的應變能力。

(二) 跨域合作意願

1. 參與者首重熱忱

經詢問產業界受訪者影響你們與學校（其他機關）跨域合作推動食農教育的意願為何？在合作意願方面，受訪對象均給予肯定的答案。受訪者A-4表示「遇到農忙時必須放下手邊工作，執行食農教育」，足見參與對象願意支持各項行動，具備熱忱及投入感情，自然更有機會與老師建立合作夥伴關係⁽¹⁾。受訪者A-1及A-2則認為「老師是否願意一起推動，才是合作的關鍵。如果老師沒有意願，或者食農教育的主題與老師教學的方向搭配不起

來，對老師而言只是負擔」，顯示食農教育推動者的熱忱與意願是成功的關鍵⁽⁸⁾。此外，執行時是否為農忙期、是否有編列講師費及材料費、是否有教學經驗皆影響投入意願。

2. 換位思考

學校方面，受訪者B-1表示「課程所設定的教學目標、教學的內容是否符合老師與學生需求」，受訪者B-2更強調「合作對象是否好互動，成果可以相互分享，更願意一起合作」，顯示授課對象課程內容能配合學校推動需求及合作夥伴願意共享成果，若是合作夥伴以自願性相互調整達成共同目標，皆有助於建立良好合作基礎與彼此信任關係。

政府單位則均表示願意並支持，受訪者C-4表示「如何分工與合作，亦可能受各機關首長或工作人員而影響推動意願」，顯見未來機關之間跨域合作，宜先需取得共識，透過協商對話，分享組織文化價值與績效利益，建立正向互動關係⁽⁹⁾。（如表4、表5）

表4. 跨域合作意願分析

Table 4. Analysis of cross-boundary cooperation willingness.

項目分析	跨域合作意願
產業	1. 以學校與老師端為主軸共同推動。 2. 考量農忙時放下農事工作執行食農教育、講習費用收入及教學經驗等因素。 3. 鎖定到訪年紀，更有利於推動的目標設定及成效；學校推行如團體預約到訪，執行方便度大為提升。 4. 跨域合作可拓展更多資源（如：經費、經驗等）。
學校	1. 以課程、教學、時間、經費、教師、學生等多面向考量意願。 2. 發展是否有高度的相符、合作對象條件、過程態度跟過去經驗性、成果可相互分享和延續。 3. 課務繁忙，能用在食農教育的時間少。 4. 有意願推動的教師，基本上皆能順利推動食農教育。

項目分析	跨域合作意願
政府單位	1. 臺東縣衛生局對於跨機關跨域合作推動食農教育絕對支持且贊成。 2. 課程是否符合學校推動需求，老師是否有時間可以一起推動。 3. 如何分工與合作，亦可能受各機關首長或工作人員而影響推動意願。

表5. 跨域合作意願其他考量點分析

Table 5. Analysis of other considerations in cross-boundary cooperation willingness.

項目分析	其他考量點
產業	1. 到校推動難以連續性及固定時段授課；非全職推動，必然受農作時間影響。 2. 課程往往學期初提出，產業界能配合的部分低。 3. 學校到訪產業場域活動，會特別考量安全性。
學校	1. 多花教學及行政業務以外時間來學習食農教育方面相關知識，以及叮嚀跟提醒學生和親自去照顧植物。
政府單位	1. 各機關單位經常性業務繁重，可能被視為再增加工作量。

(三) 合作成效

1. 提升業者因應環境變遷之調適能力

經詢問產業界就「跨域合作在農場經營上有沒有幫助？」題項，受訪者A-2表示「更了解如何跟國小年紀的客人，聊聊食農相關議題」，受訪者A-4認為「培養新飲食習慣；了解自己對農業的狀況，指導前把農事或活動過程流程化，以利操作；提升員工教育訓練及農事體驗活動」，受訪者A-5則認為「增加農場曝光度與知名度，以及推廣農場作物至更多消費族群」，受訪對象均給予肯定的答案，除了增加個人專業知識外，同時豐富課程或體驗內容，藉由跨域合作也提升業者因應環境變遷之調適能力。

2. 減少教師授課壓力

學校方面在「跨域合作在校務（教學）上有沒有幫助？」題項，受訪者B-2說明「帶動學校課程教學的在地化及特色，補足老師部分教學專長不足，提供人力、物力及場域資源，教學成效顯著」，從受訪者正向態度顯示，引進人力與物力資源，解決教師農業專業知識不足的問題，也減少教師授課壓力。

3. 公部門凝聚共識，可發揮1加1大於2之綜效

政府單位針對「公部門透過跨域合作在食農教育業務推動上是否有加倍的效果？」題項，受訪者C-2表示「每個機關各有專業與技術，藉由合作一定能夠達到1加1大於2的效果」，顯示擬具共同目標後再行動，討論任務分工，清楚了解各自的位置與任務，才有機會讓推動成效加倍^(5,8)。（如表6）

表6.跨域合作成效分析

Table 6. The effectiveness of cross-boundary cooperation.

項目分析	成效	舉例說明
產業	有	1. 增加更多不同領域的專業知識，讓課程或實作內容更多元豐富。 2. 更了解如何跟國小年紀的客人聊聊食農相關議題。 3. 培養新飲食習慣、更了解農業狀況、提升員工教育訓練及農事體驗活動成效。 4. 需求面互補且互助加分。 5. 增加農場曝光度與知名度，以及推廣農場作物至更多消費族群。
學校	有	1. 多元面向思考校務經營時所遇到的情境，能再引進更多資源與支持的力量。 2. 帶動學校課程教學的在地化及特色、補足老師部分教學專長不足、提供人力物力場域資源帶動教學成效。 3. 解決了費用、專業知識問題。 4. 透過其他領域的資源挹注，活化教師食農教育能量。 5. 參與食農教育的學生能手腦並用，並能穩定其行為。

項目分析	成效	舉例說明
政府單位	有	1. 衛生局社區營養推廣中心在教育和宣傳扮演重要角色；食品藥政科積極推動「食安五環」，提高飲食健康意識，不斷學習和實踐食農教育理念。 2. 各機關皆有其負責業務與專業，跨域合作共同推動，可達成綜效。 3. 延伸更廣面向，同時集思廣益，更具深度。

(四) 產業與政府單位所能提供相關資源、學校尋求外部資源方式

1. 了解學校需求，共同討論再提供資源協助

經詢問產業界就「您有進入校園協助推動食農教育的經驗嗎？如何協助推動呢？」題項，受訪者A-3及A-4均有類似經驗，「進入校園首先必須了解學生、場地、老師需求，進而教學傳達的內容及校定目標，設計討論共同教案及執行課程」，提供相關資源進入校園之具體作為如，親自帶孩子在校園栽種蔬菜、認識家鄉作物、分享日常生活飲食主題與實際操作，業師與學校老師共同傳遞食農教育概念，在地青農與家政班媽媽協作指導課程；政府機關受訪者C-2表示「提供國產農特產品教材、農業主題館、協助媒合農育與食育師資名單」，其他具體作為如營養師、農事相關專業人才投入活動，辦理主題性活動如烹飪比賽，以及有機食材提供校園營養午餐使用。

產業界與政府機關受訪對象均有協助學校推動食農教育的經驗，願意先瞭解彼此需求，營造良好互動氛圍，進而建立信任感，這是跨域合作是否能成功之關鍵因素之一^(7,9)。

2. 學校透過申請食農計畫，導入外部資源進入校園

學校方面，以「學校會用什麼方式尋求外部資源？進入校園發展食農教育？」題項，受訪者B-1、B-2、B-3、B-4及B-5均表示，「正式向改良場申辦食農教育計畫，協助校園推動食農教育課程」，此外其他管道亦有學生家長入校協助，或透過學生家長介紹適當人選入校協助推廣、上級機關媒合、搜尋網路資源等，

學校藉由多元管道，積極尋求合作夥伴，共同推動食農教育。

(表7)

產業與政府單位能提供相關資源、學校尋求外部資源之具體方式彙整如表8。

表7.尋求外部資源與相關資源分析

Table 7. Analysis of search for external resources and related resources.

項目分析	尋求外部資源與資源進入校園
產業	1. 進入校園宣導及志工說故事時間。 2. 了解學生、場地、老師進而教學傳達的內容及校定目標，設計討論共同教案及執行課程。 3. 透過農會四健會辦理作業組課程。
學校	1. 上網查詢相關工作的機關單位或團體；透過學校同仁的推薦、家長社區的引薦；上級機關的協助媒合。 2. 搜尋網路資源或請教相關資源人士；正式申辦計畫的資源導入資源；相關的公關及人脈。 3. 相關單位若有計畫提供學校申請，會善用資源積極參與；調查班級相關資源。 4. 引進地方農夫、農業改良場與相關公部門進行合作，給予技術與課程指導。 5. 學生家長入校協助，或透過學生家長介紹適當人選入校協助推廣。
政府單位	1. 衛生局提供營養師、營養教育資源、健康活動與比賽。 2. 與教育部環境教育輔導小組計畫結合。 3. 提供國產農特產品教材、農業主題館、協助媒合農育與食育師資名單。 4. 可結合農村社區組織或青農等經營主體，申請農村再生等計畫；依時令季節將在地特產，作為食農教案及教具，亦可媒合校園學生並結合農村體驗，共同推動。

表8.尋求外部資源與提供相關資源具體方式

Table 8. Specific methods of search for external resources and providing related resources.

項目分析	具體方式
產業	1. 帶孩子在校園栽種蔬菜，DIY料理。 2. 把家鄉的作物帶進班級，重新認識日常所見的作物。 3. 日常生活貼近的飲食主題，實際操作活動，了解日常生活的小細節。 4. 業師與學校老師共同執行；持續型的課程有效傳達農、食、生命的概念。 5. 透過農會四健會辦理作業組課程，聘請在地青農、家政媽媽指導學生，加強人才養成。
學校	1. 透過學校粉絲專頁與社群網路平台的推廣行銷，也可以吸引一些志同道合的熱心人士或機關單位提供協助。 2. 調查學生家長中若有務農的或是農業專家會邀請他入班教學。
政府單位	1. 營養師人力提供校園內營養講座和飲食指導，幫助學生和教職員工了解飲食重要性，並學習如何選擇健康食物。 2. 營養教育資源，例如印刷品、手冊、單張、海報、扇子等在校園內發放，提供有關均衡飲食、食物營養價值和飲食指南信息。 3. 衛生局每年皆舉辦各種與健康飲食和食農教育相關的活動和比賽。例如：烹飪比賽、均衡飲食著色比賽等，活動可增加學生對健康飲食興趣，並加深對食物認識。 4. 國產農特產品教材已有10種版本，另提供農業主題館如釋迦、小米及臺灣藜、洛神葵，讓教師蒐集資料不受空間與時間限制。 5. 有機農產提供校園營養午餐、教育處辦理食農教育校園紮根。

(五) 現階段對食農教育跨域合作意見

1. 建立溝通管道

產業面認為各角色清楚彼此想法，讓課程每階段目標明確，其中需要各領域溝通，才能有新活動體驗，提升學生學習興趣。

政府單位以政策口號宣導擴大服務年齡層、結合農村社區、農產業及學校等系統性教育，並且建立共同目標，避免專業偏執。此外建立跨部門溝通管道以及彙整資源、定期聯繫會議或工作小組、食農教育推動會，透過聯合舉辦活動與食農教育，且提供創新農產品或在地特色活動，以宣導健康飲食與提升地方農業經濟等。

2. 整合並共享資訊平台

產業界希望建置共享平台或資源整合，可望減輕教師的授課壓力。

學校認為跨域合作是學術與農事專業結合，不僅能吸引學生學習動力，還能強調農業環境自然接觸的重要性，而產生相加相乘的合作效果。此外，建議教育部公告相關食農教育經費，以鼓勵學校申請。（表9）

表9.食農教育跨域合作意見

Table 9. Suggestions for food and agriculture education cross-boundary cooperation.

項目分析	看法	說明
產業	認同及贊成、支持、推動系統性教育	1. 讓各個角色（學校、改良場、業者…）更清楚彼此的想法，讓課程的每個階段的目標更清楚。 2. 不同領域間的溝通很重要。 3. 業師不同思維，與老師能蹦出不一樣的火花，且更專業的說明農食相關知能並以新活動體驗，提升學生學習興趣。 4. 共享平台或有資源整合會更完善。 5. 結合農村社區、農產業及學校等資源，推動系統性教育。

項目分析	看法	說明
學校	更聚焦、更專業、更有效率、增加農業與自然環境接觸、豐富有趣	1. 在學校面跨域合作的方式來共同推動食農教育，教師提供教學技術專業，外部協同的夥伴提供食農的專業。學生學習面而言，應是非常有趣也有效的學習歷程。 2. 雙方產生相加相乘的推展成效；學校的在地化課程教學特色發展；促進協同教學與合作。 3. 在校園內實施食農教育，學生隨時去照顧跟觀察，提升孩子們接觸農業及自然環境是非常好推動方式。 4. 能實際用在課堂。 5. 跨域推動能達成全人教育的目標。
	跨域推動瓶頸	1. 剛開始學校其他班級老師們看到孩子們在種植只是好奇，當看到孩子們收成喜悅也提升老師們的興趣，但是現在老師們可能教學壓力太大了，所以其他老師們還是不太敢規劃其他的時間去嘗試，可能心有餘而力不足。
政府單位	擴大服務、建立共同目標、整合資源、推動慢經濟	1. 衛生局積極以「三好一巧」原則、「我的餐盤」圖像及六句口訣為宣導重點，深入社區針對高齡者推廣正確的均衡飲食原則，未來規劃擴大營養服務的年齡層。 2. 建立共同目標、去除本位主義，避免專業偏執。 3. 跨域合作共同推動食農教育，結合農村再生及社區產業發展，並搭配臺東縣政府推動慢經濟。

五、建議

為解決偏鄉教育食農師資不足的問題，單一部門或組織的力量顯然不足以提供有效的解決方案，必須採用合作或協力的方式，以更有效地整合

各組織之間的資源。本研究為了探討如何透過跨域合作來提升臺東地區偏鄉教育資源，提出以下建議：

（一）建立在地食農教育人才資料庫

1. 人才資源調度與串連更有效率：以本場為首，透過網絡協調模式運作，創設以「食農教育」為主題之農業人才資料庫，包含農民團體(如農會、產銷班、青農組織、家政班、田媽媽、休閒農業區發展協會)、法人團體(如中華民國四健會協會)以及大專院校(如臺東大學、臺東專科學校)等各單位，以發揮食農教育推廣之最大綜效，藉由公私部門參與者發揮優勢互補，體現同心協力的夥伴關係。
2. 建置教師食農社群群組：透過本場安排教師增能研習，建置教師食農社群群組，培養良好溝通氛圍，有助於學校將特色作物食農教育課程融入教學之意願，進而編制特色作物食農教案。
3. 設置食農教育資訊整合平臺：整合各地區之食農教育教材及教案，提供教學者查詢使用。

（二）鼓勵教師發展在地特色食農教材、教案：參與本（112）年度本場食農教育計畫之校園，倘有興趣繼續延續相關課程，建議可申請113年度農業部辦理之食農教育推廣計畫，選取在地傳統作物當體驗材料，透過比較栽培管理與農藝性狀表現，以及烹飪傳遞在地飲食文化與風土環境關連性，型塑具有在地特色的學校食農教育課程。

（三）力促臺東縣政府成立食農教育推動會

1. 設置跨部門工作小組：由臺東縣政府農業處主政，邀請教育處共同成立推動食農教育跨部門工作小組，配合機關可納入公部門，包含農業部駐臺東機關等，以全觀視野綜整各項相關計畫內容可避免府內與機關間資源重疊與浪費。
2. 參與者享有決策權：參與者在跨域協調的互動過程中，因有共同願景，彼此需去除本位主義，才能有效發揮統合協調的功能。參與者在與其他單位合作協調，需具備決策力，俾能加速整合歧見，完成工作最重要之關鍵。

參考文獻

1. 呂育誠。2012。跨域治理概念落實的挑戰與展望。文官制度季刊 4(1):85-106。
2. 呂育誠。2020。跨域協調與合作。薦任公務人員晉升簡任官等訓練課程教材核心職能（上）。臺北：國家文官學院。
3. 吳菁菁、蘇炳鐸。2016。臺東地區食農教育課程發展現況盤點。出自”105年度臺東有機農業發展暨試驗研究推廣成果研討會專刊” 87-103。
4. 李佳芳。2023。木酢達人x Rewood-傳產二代的進擊 從一粒炭到一片林的廢材重生記。微笑臺灣夏季號6月。臺北：天下雜誌股份有限公司。
5. 紀俊臣。2008。臺灣地方間跨域合作的課題與對策。研習論壇月刊 92:145-163。
6. 食農教育法。2022。全國法規資料庫。（<https://law.moj.gov.tw/Index.aspx>，上網時間20231002）。
7. 陳景霖。2008。公私協力夥伴關係之治理模式-以花蓮縣豐田社區總體營造為例。花蓮:國立東華大學公共行政研究所。
8. 楊鎮宇。2018。食・農-給下一代的風土備忘錄。臺北：游擊文化股份有限公司。
9. 謝卓君。2022。教育治理之跨域途徑與協力策略。教育研究集刊 68(2):39-79。

Analysis and Exploration of Current State of Cross-boundary Cooperation in Promoting Food and Agriculture Education in Taitung

Ching-Ching Wu

Associate Researcher of Agricultural Extension Section of
Taitung DARES, MOA

Abstract

The purpose of this study is to explore how public agencies may jointly promote food and agriculture education courses on special crops at schools in their jurisdictions through cross-boundary coordination and cooperation. It was found that current factors causing problems and difficulties with promotion include teachers' inadequate knowledge of agriculture, the lack of a common language, and the focus on division of work that somewhat ignores integration. Cross-boundary cooperation could help those in the industry better adapt to environmental changes, reduce instructional pressure on teachers, and allow public agencies to achieve consensus and produce synergy. Before bringing public and private resources to schools, agencies should first find out what schools need and provide related assistance. Schools that apply for food and agriculture education courses on special crops will receive related resources.

臺東原鄉傳統農耕智慧及飲食文化研究

黃蒼臻¹ 陳振義²

¹農業部臺東區農業改良場農業推廣科 助理研究員

²農業部臺東區農業改良場農業推廣科 副研究員兼科長

摘要

本研究透過深度訪談，盤點臺東地區縱谷線及南迴線地區原鄉部落之農耕知識及飲食文化概況，並藉由文獻資料蒐集與彙整，深入瞭解部落傳統生態知識運用及發展演變。結果顯示，臺東原鄉族群部落均保留傳統農耕方式，惟隨部落發展及經濟發展，部分逐漸採用現代農耕技術。小米作為部落重要作物，與傳統祭儀及農耕時序運行密切關聯。小米於各部落之農耕時序大致相同，依不同海拔地區，生產時序略有差異。傳統耕作方式結合土地空間及時間之應用，週年皆有作物產出，維持部落糧食安全及經濟自足，原住民傳統農耕為經由長期適應當地自然環境演變而來之農業經營方式，於當地生態資源保存及永續發展觀點，可提供現行農業參考應用方向。作物種原保存及知識傳承為當前部落主要需求及關注重點。

一、前言

臺東地區人口結構組成多元，其中有近三分之一為原住民，於全臺原住民族群中占有7個不同的原住民族群，擁有多元、豐富的族群風貌，所衍生之傳統生態知識及文化亦具地方獨特性。

傳統生態知識，目前最廣泛熟知的定義為Berkes⁽¹⁾所提出，被視為與生物(包含人類)之間及其與自然環境的密切互動所衍生之知識、實踐及信仰的累積，透過文化世代傳承。傳統知識通常具有幾個特性，如知識起源多為經驗法則，由許多人的生活互動與實踐所積累而成、知識傳遞基於世代口耳相傳、知識具動態及流動性，會隨著社會與外在環境變遷持續演進、具有地方性，通常歸屬於特定地區的某群居民⁽⁴⁾⁽⁶⁾。

在原住民傳統農耕文化中，小米為原住民族早期重要糧食作物之一，

同時也代表原住民族之信仰寄託，是祖靈所賜予的食物，亦可做為人與神靈之間的溝通媒介⁽⁵⁾。在小米種植期間的農事勞動及最終收成，透過人與人之間彼此協助，使部落組織的情感更加緊密，因此衍生出許多農耕倫理規範、禁忌及儀式需遵守。透過歲時祭儀，如小米開墾、除草、收穫及儲倉等儀式，表現出人與自然環境和諧共存之樣貌。原住民傳統農耕知識與對環境及資源利用息息相關，同時存在於社會文化、歲時祭儀、禁忌規範等，當文化、語言逐漸消失時，其中所蘊藏對植物、飲食知識資產也隨之凋零。本研究即透過資源盤點及資料蒐集，彙整記錄原住民族對農業之傳統應用知識，期能提供相關單位參考運用，讓原民知識及文化資產得以永續傳承。

二、材料與方法

(一) 研究方法

本研究於臺東縣縱谷地區關山鎮、海端鄉、延平鄉、卑南鄉、臺東市及南迴地區金峰鄉、達仁鄉等部落，針對其農耕及飲食文化等知識，進行田野調查。資料盤點範圍依據目的及文獻蒐集，概分為農耕知識、歲時祭儀、飲食文化及民俗植物應用等類別，研究方法如圖1。

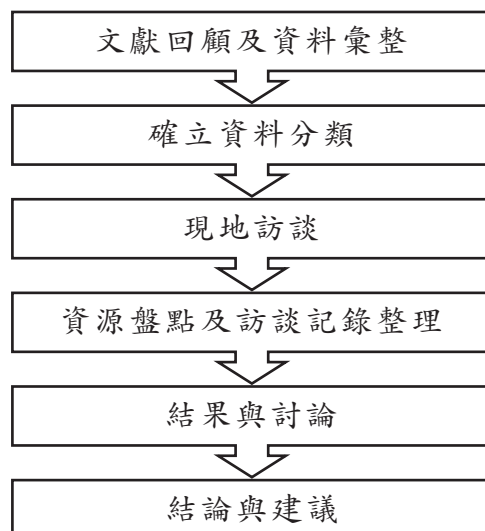


圖1. 研究方法

Fig 1. Research method

(二) 問卷設計及深度訪談

本研究採半結構式訪談進行資料蒐集，依據研究目的及文獻資料設計訪談大綱，以部落傳統農耕模式及作物為主題，延伸至飲食文化、節慶祭儀、植物應用知識等(表1)。針對個別對象深入訪談，訪談過程中，為確保避免內容疏漏，經取得受訪者授權同意後，全程錄音及錄影，藉以確保資料準確及完整性。透過導引方式，讓受訪者依據個人經驗回應，並視受訪者回答情形，視需要調整問卷問項及順序，以更能貼近實際狀況。

表1.半結構式訪綱問卷

Table 1. Semi-structured interview questionnaire of the study.

項目	細部問項
基本資料	生活背景、部落產業介紹、農業輔導需求
傳統農耕模式 與作物知識	部落主要栽種作物與其文化扮演重要性 耕地選擇及耕作時機之判斷 目前還保留或知道的傳統耕作技巧 部落農事生產是否有分工及其運作方式 作物種原保存方式為何
歲時祭儀	耕作期間有無禁忌、儀式或注意事項 有無與農事相關的祭儀活動 部落農耕時序為何
傳統飲食文化	是否可敘述部落傳統食用之食材植物，如何烹調 部落傳統飲食為何
植物應用	生產或採集取得之農作物，除食用外，是否具其他用途 哪些植物會用於釀酒以及如何取得 酒麴植物種類及製作方法

(三) 研究對象

採立意(判斷)抽樣方式，依據研究目的及對母體瞭解程度，抽取主觀認為具代表性之樣本，常用於深度訪談。本研究選取對象為熟知部落整體狀況，以及熟知傳統文化、農耕知識之部落耆老、文史工作者、部落餐飲業者、產銷班成員、農民等，共計8處13人(表2)。

表2.受訪者一覽表

Table 2. Basic information on the respondents.

序號	族別	部落	產業別	性別
1	阿美族	關山鎮電光部落	部落餐飲業者	女
2	阿美族	關山鎮電光部落	部落耆老	男
3	布農族	海端鄉加拿部落	發展協會理事長	男
4	布農族	延平鄉桃源部落	部落文史工作者/農民	男
5	魯凱族	卑南鄉達魯瑪克部落	部落組織成員/農民	女
6	魯凱族	卑南鄉達魯瑪克部落	部落組織成員/農民	女
7	卑南族	臺東市普悠瑪部落	部落餐飲業者	女
8	卑南族	臺東市普悠瑪部落	部落耆老	男
9	卑南族	卑南鄉下賓朗部落	部落耆老	女
10	卑南族	卑南鄉下賓朗部落	文化健康站照服員/農民	女
11	排灣族	金峰鄉嘉蘭部落	農民	男
12	排灣族 魯凱族	金峰鄉嘉蘭村 帛勒伯勒甚部落	部落耆老/農民	女
13	排灣族	達仁鄉土坂部落	文史工作者/農民	男

三、結果與討論

(一) 傳統農耕文化與土地應用

本研究所採訪之部落均以小米生長週期為傳統農事階段的依據，並以布農族農事耕作曆⁽⁵⁾為例，小米種植可大致分為擇地、燒墾、整地、播種、除疏、小米生長（狩獵期）、驅鳥、收穫、儲倉等階段，每個階段均存在對應之祭祀儀式（表3）。由訪談所知，約於每年10月至12月之間，布農族人會開始尋找耕地，依據海拔地區不同，選用低海拔羅氏鹽膚木或是高海拔臺灣赤楊，或使用裡白櫨木⁽²⁾等白色枝幹作為標記，並舉行立白祭，以月亮圓缺作為小米耕種依據，及代表與月亮立下約定，儀式順利完成後才能進

行開墾。早期農業生產採傳統山田燒墾方式，屬自給經濟，農產品產出項目也依據生產者所需調配。相較於現代農業，山田燒墾為低投入低產出，皆以該地原有之自然資源作為主要肥分，不隨意額外添加資材，僅於少數部落調查到有添加自製肥料情形，仍以自然環境可取得之原料為主。耕地開墾時會先清除土地地上物，於耕地四周邊界拉設防火帶，並依據風向及耕地地形決定起燃點。透過燒墾方式，除可降低病蟲害的發生，燃燒後的灰燼亦提供為耕地天然肥分來源，且雜草較不易生長，同時不破壞原有之農業生態系統，具有對環境友善且資源循環利用之觀念。焚燒後進行整地，耕地位置處於坡地，則會另外進行邊坡保護措施，如排灣族會在耕地周圍推砌石頭（mupu），又稱石砌法，若耕地石塊較缺乏則以木材（semangatj）替代⁽¹⁾⁽³⁾，除了作為土地界線及區隔不同農作物外，還具有水土保持用途，避免土石流失，布農族有類似作法，稱hansal，通常該攔水處肥分豐富，常種植芋頭、地瓜及黃瓜等，作為族人上山耕作時解渴食材。

開墾後約12月至2月之間開始播種小米，傳統以撒播方式，將小米撒在土地上後再以掃帚或樹枝均勻分布之，種植約1個月後，方進行疏苗及除草作業。以保種、祭祀為種植目的者，多採取撒播作法，通常面積不會超過1分地，有些在住家旁的菜園種植2-3畦；以經濟生產為目的者，通常為產銷班成員，基於成本考量，部分改為條播方式，除了節省種子用量，同時減少後續田間疏苗及除草管理作業，現代亦有採用小米機械播種、育苗移植等方式，已大幅降低人力及管理成本。通常疏苗時會順便除草，雜草不會完全清除，其不影響小米生長，可提供土壤保水能力。除草結束後進入小米生長拔節期，從拔節期到小米抽穗前為農事空閒期（4月至5月），此時布農族男子上山狩獵，會進行布農族射耳祭，祈求狩獵順利及小米豐收；而如其他族群則會是傳統技藝養成及居家整頓時期，等待小米成熟。5月至6月小米抽穗至成熟期間，此時最重要是趕鳥，要搶在太陽還未升起前到田裡，一直到太陽下山才可返家。傳統利用

鐵罐、竹片、亮片條、沖天炮等製造聲響及視覺干擾的方式驅趕小鳥，持續1至2個月不等。6月至7月為部落小米收穫季節，並將該年度收穫之小米乾燥後入倉貯放，早期小米種植僅一期作，完成入倉儀式後即進入休耕期，等待下一個種植周期。

表3. 小米農耕時序及相關祭儀一覽表

Table 3. Millet farming time sequence and related ritual list.

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
									擇地、開墾		
									立白祭、開墾祭		
播種											小米
											播種祭
		幼苗期									
		除疏祭、除草完工祭									
			拔節期、抽穗期至 籽粒形成期前								
			驅鳥祭								
						小米收穫					
						收穫祭					
						小米儲藏					
						進倉祭、嚐新祭	休耕、雜作				

部落對於傳統土地利用方式，隨著人口大量成長、糧食需求增加，原有逐地耕作已無法負荷，加上土地私有化等因素，土地の利用已多改成同一土地上輪作或混作（植）方式替代，如現今小米栽培因土壤條件及氣候環境適應緣故，多改為二期作，惟部落仍傾向以春作小米為主，較符合部落傳統農耕時序及祭儀運作，第二期作前仍會採取休耕或是種植其他短期作物方式，例如南迴線金峰鄉嘉蘭村農民，於小米採收後改種植臺灣藜、芋頭或是花生；縱谷線延平鄉、海端鄉等地區小米採收後會種早稻或是玉米等雜作作物，或利用種植豆科作物如鵲豆、八月豆、虎爪豆、油菜等作為其他食物補充來源及休耕時的綠肥作物使用；南迴線土坂部落同樣會種植八月豆、鵲豆、樹豆及虎爪豆等，藉由豆科作物固氮及快速覆蓋土壤的能力，達到補充肥分、水土保持及改善土壤理化性質之功用。在作物混植部分，通常會選取南瓜、地瓜、野菜及豆科作物等次要作物，如樹豆等具灌木型態，又如八月豆、小萊豆、萊豆、鵲豆等豆

科作物，通常會種在主要作物耕地邊界，除了節省種植空間，並達到防風綠籬效果。各部落混植方式略為不同（表4），以海端鄉加拿村為例，小米作為主食作物，較不會與其他作物混植，僅在田區周圍種植臺灣藜、玉米等當作邊界及鳥類防制使用，在次要作物如玉米會與地瓜、南瓜等低莖作物間作，或是花生與芥菜、小白菜等混作。而達魯瑪克部落種植小米時會與其他作物混耕，如地瓜、南瓜等低莖作物，但兩者均以不影響作物彼此生長為主要目的。原住民族傳統農耕方式依據其對於環境之瞭解，如日照長短、水源、土壤質地等來判斷其作物種植需求，並透過不同環境、空間及時間之搭配，充分利用土壤及陽光等自然資源，在早期山區缺乏栽培及灌溉設施的環境下，實為具效率且安全之生產方式⁽¹⁾。

表4. 耕地傳統作物種類及混植作物選擇

Table 4. Traditional crop types and mixed crop selection in cultivated land.

部落	耕地傳統作物	混（間）作物
加拿部落	小米、花生、南瓜、 玉米、瓜類、樹豆、 地瓜、芋頭	不會跟主食作物混作，避免影響小米生長。 小米田周邊會種臺灣藜，兼具忌避功能。 玉米與地瓜、花生、樹豆、南瓜、芥菜、小白菜間作
桃源部落	小米、臺灣藜、花生、 旱稻、南瓜、芋頭、 地瓜、葛鬱金、 豆類（樹豆、赤小豆、 八月豆、花豆）	花生與臺灣藜、地瓜間作 玉米與花生、芋頭、豆類（黑芸豆）間作 南瓜與絲瓜間作
達魯瑪克部落	小米、樹豆、菜豆、 芋頭、地瓜、甘蔗、 鵲豆、洛神葵	小米與地瓜、南瓜、野菜間作，利用植株高低交錯達到土地多重利用。 豆類種在主食作物耕地周邊，具綠籬用途。
嘉蘭部落	小米、臺灣藜、高粱、 油芒、芋頭、花生、 玉米、洛神葵、山藥、 南瓜、地瓜、豆類 （樹豆、鵲豆、豇豆）	樹豆種在小米田周圍，或是其他豆科作物種在樹周圍及石堆縫隙，節省空間。 玉米與地瓜、樹豆、芋頭混種。 小米與臺灣藜混植，減少鳥類為害。 小米不和玉米或地瓜生長在一起。 混植考量為高莖作物及低莖作物之搭配
土坂部落	小米、八月豆、鵲豆、 花生、樹豆、地瓜、 芋頭	花生與八月豆混植

隨著環境變遷及現代農業技術之引進，部落在農作物的耕作選擇亦有所更動，南迴地區排灣族部落常見傳統作物有小米、臺灣藜、地瓜、玉米、芋頭、花生、南瓜等十多種，而現代主要經濟作物僅剩小米、臺灣藜、洛神葵及樹豆4種，小米為祭儀及文化傳承所需，仍然持續種植，惟種植的地方品系越來越少，僅以糯性及梗性來區分，族人大多種植消費者所喜好之品種，臺灣藜在排灣族主要作為釀酒之酵母使用，以及主食替代作物、田間忌避作物，嫩莖葉可當蔬菜食用，文化上則可作為頭環裝飾用，但在經濟考量下，會視有無收購及銷售通路，才有經濟規模之種植。洛神葵作為金峰鄉當地推廣之經濟作物，生產相對穩定。樹豆傳統主要種在小米田四周，現同樣依據收購與否，呈現整塊土地單一作物契作的現象。野菜多為採集取得。卑南族常用傳統作物為小米、地瓜、旱稻、臺灣藜、木鼈果、山柚、鵲豆、藥草類等，現部落內僅種植不足1分地之面積小米，主要作為祭儀節慶使用，其餘住家零星種植豆科作物，野菜類多以田區周遭採集為主。縱谷線地區阿美族部落，水稻為大宗作物，小米僅剩零星種植，較多以採集野菜植物為主，其中包含製作酒麴之植物10種。而在海端鄉及延平鄉等布農族部落則維持種植一定面積之小米，另外也種植經濟作物如水稻、苦茶、愛玉、梅子等，傳統作物則包含玉米、甘藷、芋頭、葛鬱金、豆類等十多種作物。本場透過輔導部落設置保種圃、辦理作物保種及繁殖技術相關課程，協助部落自主建立保種技術，達到藏種於民，保存部落傳統植物及文化。

（二）飲食文化

小米作為重要傳統主食，具有多元用途，部落小米種原大致分為糯性及非糯性兩種，依據卑南族、布農族及排灣族的習慣，非糯性小米多煮成小米粥、小米湯，讓病人及孕婦食用；糯性小米則製成小米飯、小米粥等日常飲食，如排灣族的山地飯pinuljacengan、布農族的小米飯，祭儀節慶時應用於製酒、小米粽（依據不同族群有Abai、Cinavu等稱呼）、麻糬及湯圓等，而有些傳統料理也會以

糯米作為原料。除了小米以外，芋頭、南瓜、地瓜、玉米、旱稻等同樣為原住民族傳統主食，通常會在小米產量不足或是糧食短缺時，作為替代主食。其餘如臺灣藜、油芒等亦會摻於主食中一同食用，補充額外營養。除了主食外，其他重要副食如豆類，作為肉類以外的重要蛋白質攝取來源，同樣常見於各部落，常見有樹豆、八月豆、小萊豆、萊豆、鵲豆等，日常會與肉類共同煮湯，通常不會特別調味，另外卑南族傳統料理糯米飯會加入小萊豆食用⁽⁸⁾，排灣族結婚時會煮樹豆湯邀請親朋好友食用。野菜及製作酒麴的植物主要依靠採集獲取，從山坡地、耕地田埂至住家周遭皆為常見採集點，各部落共同常用野菜為龍葵、雙花龍葵、山萵苣、昭和草、野萵、刺萵、紫背草、假酸漿等，而阿美族以豐富的野菜採集及飲食文化聞名，其採集種類及範圍更加多元，包含木鱉果、車輪茄、豆瓣菜、黃藤心、山棕、構樹雄花序、山柚、南瓜嫩葉、山蘇、過溝菜蕨等不同食用部位之野菜種類⁽⁷⁾。

（三）農業人力運用模式

過往部落從事農業生產如除草、驅鳥及收割或蓋傳統屋等重要活動，都會利用換工方式完成，如阿美族電光部落該田地之主人會準備餐食及飲品提供前來協助耕作者。不同的族群及部落間，換工方式略有差異，如布農族過去習慣為具姻親關係或是世代好友的家族協助換工，逐漸演變成同一個部落內互相認識者都可換工，且布農族及排灣族在農事上較無嚴格規範性別分工，通常是家族自行耕作，男性負擔相對較粗重如整地開墾、小米收割後的搬運工作。另在卑南族部落及東魯凱族的達魯瑪克部落則以女性為主要農事勞動力，小米除草等換工作業以女性為主，卑南族稱婦女工團（misa'ur，即換工團），達魯瑪克部落稱換工制度為mwarayray'i，在3至4月小米除草的季節，會由班長（換工團、工班等組織領導者）挨家挨戶通知大家一起上工，在除草結束之時，會辦理卑南族的除草完工祭（mahumut）及達魯瑪克部落的除草祭等活動。然而，現代貨幣的流通也使金錢交易取代了餐食提供，根據受談者所

述，由於部落勞動人口減少以及傳統農耕模式施作之困難，有些農事工作如除疏及驅鳥等較難找到換工人力，換工模式多改成請工模式。本場近年研製太陽能人型驅鳥器、防鳥網等各式防治資材，已持續輔導推廣族人使用，協助降低生產成本。現今部落換工制度多作為傳統儀式保存進行，而非部落主要農業生產模式，尤以機械化操作較發達之地區，換工情形更少見，同時也影響部落小米等經濟作物生產方式之轉變。

五、結論及建議

臺東原住民部落傳統農耕模式利用作物多樣化種植結合空間及時間混合之經營型態，使土地利用達最大效率，符合部落自給自足的生產模式。建議可考慮結合分區耕作及輪作模式，在生態環境及經濟產能之間維持平衡。部落所保有與小米相關的祭儀及組織規範，除了讓族人瞭解到前人種植的辛勞，也呈現對於維持部落生存的農作物的敬重，消費者更能了解原住民於自然環境利用觀點，達到教育效果。原住民族傳統農耕知識如何應用於現代產業之經營，將生產端連結至銷售端應用，透過傳統知識及文化資源盤點記錄，作為部落未來發展文化及農業遊程時之參考依據，讓部落產業得以永續經營。

參考文獻

1. 王相華、田玉娟。2009。台灣六個原住民部落之山田燒墾農耕方式及其傳統生態知識。國家公園學報19：4。
2. 田哲益。2019。布農族傳統文化誌。臺中：晨星出版。
3. 拉夫朗斯·卡拉雲漾、羅珍門·多樂門。2013。排灣族傳統知識體系~傳統農法篇。屏東：屏東縣原住民族部落大學。
4. 郭華仁、陳昭華、陳士章、周欣宜。2005。傳統知識之保護初探。清華科技法律與策論叢，2(1)：56-61。
5. 陳勃聿、余建財、陳振義、曾祥恩。2014。原住民族農耕文化巡禮-小米篇。臺東：行政院農業委員會臺東區農業改良場。
6. 張孟瑄。2015。數位化原住民農耕知識之策略-以尖石泰雅部落為例。碩士論文。臺北：國立政治大學地政學系。
7. 游之穎。2021。台灣原味-原住民野菜營養又多樣。花蓮區農業專訊第118期。
8. 蘇炳鐸。2012。原民豆類蔬菜-小粒菜豆。臺東區農情月刊第145期。
9. Berkes, F. 1993. Traditional Ecological Knowledge in Perspective. In: Inglis, J.T., Ed., Traditional Ecological Knowledge: Concepts and Cases, Canadian Museum of Nature, Ottawa, 1-9.

Research on traditional farming wisdom and food culture in Taitung's indigenous tribes

Hui-Chen Huang¹ and Chen-I Chen²

¹Assistant Researcher of Agricultural Extension Section of
Taitung DARES, MOA

²Associate Researcher and Chief of Agricultural Extension Section of
Taitung DARES, MOA

Abstract

This study uses in-depth interviews to take stock of the farming knowledge and food culture of the indigenous tribes in the Longitudinal Valley Line and Southern Circuit areas of the Taitung region. It also collects and compiles literature to gain an in-depth understanding of the application and development of tribal traditional ecological knowledge. The results show that Taitung's indigenous tribes all retain traditional farming methods, but with the development of tribes and economic development, some have gradually adopted modern farming techniques. As an important crop for tribes, millet is closely related to traditional rituals and farming schedules. The farming timing of millet in various tribes is roughly the same, but the production timing is slightly different depending on the altitude area. Traditional farming methods combine the application of land space and time to produce crops every year, maintaining tribal food security and economic self-sufficiency. The traditional farming system is an agricultural management method that has evolved through long-term adaptation to the local natural environment and preserves local ecological resources. From the perspective of local ecological resource preservation and sustainable development, which can provide reference application directions for current agriculture. Preservation of indigenous crop species and inheritance of knowledge are the current main needs and focuses of tribes.

樹豆省工經濟栽培模式之研究

黃立中¹

¹農業部臺東區農業改良場作物改良科 助理研究員

摘要

樹豆為原住民族傳統作物，環境適應性優良，富含蛋白質、膳食纖維與礦物質，為臺東地區特色雜糧作物之一；目前樹豆均以人工採收，因人力成本過高，影響農友收益，因而降低栽種意願，不易擴大樹豆種植面積。本研究以密植栽培開發樹豆省工採收技術，並以慣行栽培做為對照，結果顯示密植栽培中，行株距50公分×25公分處理組之採收成本與採收時間僅為慣行栽培（150公分×150公分）的13.4%與0.7%，產量可增加21%、株高降為154公分（降低52.8公分），縮短生育日數至211日（縮短97日），此外尚有縮小樹豆莖桿直徑、可利用雜糧聯合收穫機採收，並利於整地耕犁作業之優點。

一、前言

樹豆（*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.）又稱為木豆，可做為糧食或飼料使用，栽培歷史可追溯至4,000年前非洲與亞洲地區，為國際上重要作物之一，性喜溫暖氣候，廣泛分布於非洲、亞洲與加勒比海等地的熱帶與亞熱帶地區。在臺灣為原住民特色作物，由於不耐寒害與霜害，中低海拔之原住民地區較為常見。樹豆花序為無限生長型，故可發現花、鮮莢與熟莢共存同一枝條之現象（圖1）。籽粒以圓形、橢圓形居多。因種子小、易攜帶與保存、富含營養，並具耐熱、耐旱與耐貧瘠等環境適應性，為原住民族開墾遷徙與食用的重要作物。其生產管理方式較為粗放，不需精細栽培，在原民部落中占有一席之地。

樹豆慣行栽培為3-4月播種，12月至隔年2月成熟，生育期約8-11個月，一般會選擇全株有80%豆莢成熟時採收，過晚採收豆莢會有開裂情形（圖2），若採收時遇連續降雨，豆莢可能發霉或種子發芽，降低產量與品

質。採收時會將豆莢及莖桿一同剪下進行日曬，曬乾後以木棒輕敲脫粒，再由風選機將殘枝去除，留下種子。

目前慣行栽培面臨3個困境：（一）採收成本過高：採收時以人工為主，過高的人力成本，直接影響收益，且人工採收效率低，若種植面積較大，易錯過最適採收期，降低產量與品質；（二）生育期過長：樹豆生育期長達8-11個月，在輪作制度上搭配不易，難以安排與其他作物交替種植，複作指數低；（三）殘株處理不易：植株成熟期莖桿過粗，需以人力挖除或以怪手挖掘殘株，否則將影響下一期作整地耕犁作業。因慣行栽培方式具有上述3個缺點，使樹豆不易產業化栽培，多為小面積生產自用。為改進慣行栽培缺點，執行樹豆省工經濟栽培模式之研究，探討延後播種及不同栽培密度對樹豆農藝性狀與產量之影響，並分析機械採收與人工採收的成本效益，做為未來推廣樹豆省工栽培模式的基礎。



圖1. 樹豆花、鮮莢與熟莢共存同一枝條

Fig. 1. Flowers, immature pods and matured pods coexist on the same branch of pigeon pea.



圖2. 樹豆過晚採收之豆莢於田間開裂

Fig. 2. Splited pod which is harvested too late in the pigeon pea field.

二、材料與方法

- (一) 試驗地點：本場豐里試驗地。
- (二) 試驗材料：樹豆‘臺東1號’。
- (三) 試驗處理與試驗設計：試驗時間為2022年8月至2023年4月，8月播種，行距50公分，分別以25、50、75公分株距做為試驗處理（下稱密植栽培），並以4月播種、行株距為150公分×150公分者做為對照（下稱慣行栽培）。田間採完全隨機設計（CRD），每小區面積為9公尺×6公尺，調查面積為3公尺×3公尺，4重複。
- (四) 調查項目：成熟時調查植株生育日數、株高、分支數、地上部乾重、百粒重、莖桿直徑、始莢高度與產量，並調查人工採收與雜糧聯合收穫機之採收時間與成本。
- (五) 統計分析：本試驗數據之差異性使用變異數分析(ANOVA)及最小顯著差異法進行分析（Fisher's protected Least Significant Difference, LSD）。

三、結果與討論

- (一) 樹豆不同栽培方式對株高、分支數、地上部乾重與百粒重的影響

3種密植栽培處理的株高介於154.0-156.3公分，各處理間無顯著差異，但均顯著低於對照組慣行栽培之206.8公分；分支數以慣行栽培最多，為4.3支，密植栽培處理則較少，介於2.6-3.4支，50公分株距與慣行栽培處理間無顯著差異；地上部乾重以慣行栽培之3,912.5公克顯著最重，密植栽培均較輕，其中以25公分株距栽培者最輕，為139.8公克（表1）。樹豆的株高、分支數及地上部乾重和植株生育茂盛度相關，這3者數值愈高，表示植株生長愈茂密，由結果可看出密植栽培之植株明顯小於慣行栽培。而7-10月為颱風好發期，慣行栽培之樹豆於此期間植株已生長茂密、株高較高，遇颱風發生倒伏與折枝風險高；陳（2017）提出可立支柱支撐莖桿、並修剪冗枝降低受風面，或將樹豆延後至6-7月播種以縮小植株，此論點與本研究結果類似，均可縮小植株並降低颱風危害風險。

百粒重與種子大小相關，同一品種的百粒重愈重，代表種子愈大顆與

飽滿，密植栽培與慣行栽培的樹豆百粒重介於10.43-10.75公克（表1），二者間無顯著差異，顯示不同播種時間及不同行株距對種子大小與飽滿程度無明顯影響，此與Indudhar Reddy等（2020）研究指出栽培密度對百粒重無顯著影響之結果相似。

表1. 樹豆不同栽培密度對農藝性狀之影響

Table 1. The effect of agronomic characters of pigeon pea by the different cultivational densities.

Spacing between rows and plants (cm×cm)	Height (cm)	Number of branch (branch)	Shoot dry weight (g/plant)	100-seeds weight (g)
50×25	154.0 ± 2.8 ^y b ^z	3.0 ± 0.1 b	139.8 ± 7.4 c	10.75 ± 0.21 a
50×50	156.3 ± 1.3 b	3.4 ± 0.2 ab	304.6 ± 5.7 bc	10.60 ± 0.15 a
50×75	156.0 ± 2.6 b	2.6 ± 0.1 b	425.3 ± 37.9 b	10.43 ± 0.21 a
150×150	206.8 ± 9.2 a	4.3 ± 0.5 a	3,912.5 ± 164.8 a	10.75 ± 0.21 a

^y Mean ± Standard error (n=4).

^z Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

（二）樹豆不同栽培密度對莖桿直徑、始莢位高度與機械採收之比較

本研究以大豆機械採收常見採收高度之10-15公分、部分雜糧聯合收穫機採收高度上限60公分為參考依據，測量樹豆離地15公分及60公分莖桿直徑，並建立始莢位高度及莖桿直徑資料，做為未來調整雜糧聯合收穫機機械參數使用。結果顯示慣行栽培處理離地15公分、離地60公分與始莢位莖桿直徑分別為6.41公分、1.90公分與1.28公分，均顯著高於密植栽培處理離地15公分、離地60公分與始莢位莖桿直徑之1.25-1.86公分、0.93-1.10公分與0.52-0.54公分。慣行栽培組離地15公分處莖桿過粗，聯合收穫機的割刀難以順利切斷，不利機械採收，若將採收高度提升至離地60公分處或始莢位高度採收較細莖桿，殘留的過粗基部莖桿需以人工或怪手挖除（圖3），否則後續整地耕犁的曳引機迴轉犁刀容易磨損且不易切碎殘株，影響後期作物生長；密植栽培處理的樹豆莖桿直徑可明顯縮短（表2），可讓雜糧聯合收穫機順利切斷莖部並採收樹豆（圖4），基部莖桿直徑亦明顯縮小，採後可直接使用曳引機進行整地耕犁、將殘株打入田間，減輕殘株處理問題。



圖3. 成熟期樹豆基部莖桿直徑，左為密植栽培處理，右為慣行栽培處理
Fig. 3. The diameter of pigeon pea stem base. The method of dense cultivation (A), and traditional cultivation (B).



圖4. 雜糧聯合收穫機可將密植栽培樹豆莖部切斷（左）並採收（右）
Fig. 4. The combine harvester can cut off and harvest the dense planting cultivation method of pigeon.

表2. 不同栽培密度之樹豆莖桿直徑、始莢位高度與莢長

Table 2. Stem diameter, initial pod height and pod length of pigeon pea in different cultivation densities.

Spacing between rows and plants (cm×cm)	Stem diameter of 15 cm height (cm)	Stem diameter of 60 cm height (cm)	First pod height (cm)	Stem diameter of first pod height (cm)	Length of pod (cm)
50×25	1.25 ± 0.01 ^y c ^z	0.93 ± 0.02 b	99.7 ± 3.2 a	0.52 ± 0.02 b	6.3 ± 0.0 a
50×50	1.83 ± 0.02 b	1.04 ± 0.04 b	89.2 ± 1.2 b	0.54 ± 0.02 b	6.6 ± 0.2 a
50×75	1.86 ± 0.06 b	1.10 ± 0.06 b	92.1 ± 1.4 b	0.54 ± 0.05 b	6.1 ± 0.1 a
150×150	6.41 ± 0.23 a	1.90 ± 0.22 a	76.5 ± 2.5 c	1.28 ± 0.07 a	6.6 ± 0.1 a

^y Mean ± Standard error (n=4).

^z Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

始莢位高度是指地面至植株第1個豆莢結莢位之高度，結果顯示以密植栽培株距25公分處理之99.7公分最高，對照組株距150公分之76.5公分最低，具有行株距愈大、始莢位高度愈低之趨勢。始莢位高度會影響機械採收的高度，一般機械採收的採收高度會配合作物始莢位高度進行調整，若採收高度高於始莢位高度，則低節位豆莢未被採收而造成損失；若採收高度離始莢位高度過低，將採入大量莖葉，無益於產量，且會使收穫機的割刀過於接近土面，在採收過程中可能會因田區不整而使收穫機的割刀切到石粒磨損或混入砂土^(1,5,7)。本研究密植栽培處理樹豆的始莢位高度介於89.2-99.7公分，較機械採收高度60公分尚高有29.2-39.7公分，扣除莢長介於6.1-6.6公分，仍有提高採收高度10-20公分的空間。農友進行樹豆機械採收時，建議應依照田間植株始莢位高度、莢長等植株生長狀況與使用的雜糧聯合收穫機可採收高度範圍，決定機械採收的高度，以達最佳採收效果。

(三) 樹豆不同栽培密度對產量、生育日數與採收成本分析比較

農友收益與產量及採收成本息息相關，生育日數則會影響全年輪作制度之作物搭配，因此本研究調查前述3者數據，比較密植栽培與慣行栽培之差異。調查結果顯示，產量隨栽培密度增加而增加，以密植栽培25公分株距之產量最高，為1,113公斤/公頃，慣行栽培的產量最低，為920公斤/公頃（表3）。樹豆延後播種密植除增加產量外，生育期也可縮減近97日，有利

於輪作其他作物。黃等（2023）將樹豆延後至7月中旬播種，並以行株距60公分×24公分種植之結果顯示，生育日數可縮短2-5個月，產量為1,039公斤/公頃，均與本試驗結果相近。

表3. 不同栽培密度之樹豆生育日數與產量調查結果

Table 3. Days to mature and yield of pigeon pea in different cultivation densities.

Spacing between rows and plants (cm×cm)	Sowing date	Harvesting date	Days to mature (days)	Yield (kg/ha)
50×25	August 3, 2022	March 2, 2023	211	1,113 ± 29 ^y a ^z
50×50	August 3, 2022	March 20, 2023	229	1,040 ± 5 b
50×75	August 3, 2022	March 14, 2023	223	951 ± 18 c
150×150	April 19, 2022	February 21, 2023	308	920 ± 33 c

^y Mean ± Standard error (n=4).

^z Means within same column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

雜糧作物因採收成本與效率考量，使用機械採收蔚為趨勢，本研究機械採收及人工採收成本如表4所示，密植栽培的機械採收成本為慣行栽培人工採收成本之13.4%，每公頃約可節省採收成本97,000元，且每公頃的機械採收所需時間僅為人工採收的0.7%，大幅提升採收效率，降低採收速度較慢而延誤採收時機之風險；若遇採收期的天氣不穩定，也可趁晴天時以雜糧聯合收穫機迅速採收，減少田間降雨使豆莢發霉、發芽而影響產量。依據黃等（2023）研究結果顯示，每公頃機械採收時間與人工採收時間分別為6.7小時與50人天（每天工作時間8小時，計400小時），與本試驗機械採收與人工採收時間之3.7小時與560.2小時略為不同，推測為操作速度差異所致；黃等的研究指出，人工採收時間較少，故人工採收成本較低，僅為87,200元，在該研究中使用機械採收則可節省72,200元的採收成本；另外，機械採收時間及成本分別為人工採收時間及成本的1.7%與17.2%，與本研究均具有省工、快速、省成本之優點。本研究的種植地點、時間與行株距雖略有不同，但均獲得相似結果與趨勢，由此可見樹豆發展密植栽培之潛力，未來可至臺東縣其他鄉鎮執行場外試驗，建立不同地區氣候環境對於密植栽培之影響資料，並評估大面積推廣之可行性。

慣行栽培樹豆採收後需再人工脫粒，成本較高，反觀雜糧聯合收穫機在採收過程會一併進行脫粒作業，出料口即為樹豆籽粒且無明顯破損，

此亦為樹豆機械採收優勢之一。樹豆以人工脫粒或機械採收後的籽粒仍會夾雜些許莖葉，仍需進一步人工挑出或使用風鼓機風選以去除雜質，若有適用於樹豆之種子選別分級機，更可如大豆選別分級機般自動進行種子分級，提高樹豆種子品質^(2,4)。

表4. 不同栽培密度之樹豆採收成本分析

Table 4. The cost and time of harvest for pigeon pea in different cultivation densities.

Spacing between rows and plants (cm×cm)	Method of harvest	Harvest time (h/ha)	Harvest time index (%)	Cost of harvest (NT\$/ha)	Cost of harvest index (%)
50×25	Mechanical	3.7	0.7	15,000	13.4
50×50					
50×75					
150×150	Manual	560.2	100.0	112,000	100.0

四、結論

樹豆傳統上以人工採收為主，耗費人力成本，影響農友收益因而減少種植意願，本研究探討慣行栽培與密植栽培之比較試驗，結果顯示密植栽培可藉由改變種植時間及植株密度等，搭配雜糧聯合收穫機進行採收，建立省工採收技術，降低採收成本、提升採收效率，其中以50公分×25公分行株距種植者最佳，具有產量最高、利於機械採收之較細莖桿直徑優點，且因生育期縮短，有利於輪作其他作物，可增加農作的收益。

參考文獻

1. 王明茂。1976。大豆機械採收。豐年半月刊26(12)：30。
2. 張光華、簡宏諭、蔡秉芸、邱淑媛。2019。大豆選別分級設備。花蓮區農技報導132：1-3。
3. 陳振義。2017。樹豆不同播種期栽培技術。臺東區農技報導53：1-3。
4. 黃佳興、陳緯宸、詹凱峻、張光華。2023。樹豆省工機械栽培介紹。花蓮區農業專訊124：7-9。
5. 詹平喜。1990。大豆聯合收穫機在花蓮區使用遭遇之困難及改進措施。花蓮區農業推廣簡訊7(1)：22-23。
6. Indudhar Reddy, K., A.V. Ramanjaneyulu, M.V. Nagesh Kumar, C.V. Sameer Kumar, and M. Venkata Ramana. 2020. Performance of pigeonpea (*Cajanus cajan* L.) varieties under different spacings during rabi season. Curr. Appl. Sci. Technol. 39(31): 61-66.
7. Kuzbakova M., G. Khassanova, I. Oshergina, E. Ten, S. Jatayev, R. Yerzhebayeva, K. Bulatova, S. Khalbayeva, C. Schramm, P. Anderson, C. Sweetman, C.L.D. Jenkins, K. L. Soole, and Y. Shavrukov. 2022. Height to firstpod: A review of genetic and breeding approaches to improve combine harvesting in legume crops. Front. Plant Sci. 13:948099. doi: 10.3389/fpls.2022.948099.

Research on Labor-saving and Economical Cultivation of Pigeon Pea

Li-Zhong Huang¹

¹Assistant Researcher of Crop Improvement Section of Taitung DARES, MOA

Abstract

Pigeon pea is a traditional crop of indigenous peoples, environmental adaptability well and richness in protein, dietary fiber and minerals, and one of the special local upland crops in Taitung. Pigeon pea is currently harvested by manually, the labor cost is high, that would be less income for farmers, and hard to expand the pigeon pea planting area. We developed the labor-saving harvesting technology for different cultivation densities of pigeon pea to compare with traditional cultivation method. The results showed the harvesting cost and harvesting time of the 50cm×25cm treatment (inter and intra row space respectively) in the dense planting cultivation method reduce to 13.4% and 0.7%, respectively, yield could be increased 21%, plant height is 154 cm (reduced 52.8 cm), and days to mature reduced to 211 days (reduced 97 days). It would be reduced the stem diameter of the pigeon pea, harvested by combine harvester, and plowing conveniently for next cropping.

臺東原鄉雜糧機械化栽培試驗

黃政龍¹

¹農業部臺東區農業改良場作物環境科 副研究員

摘要

臺東是原民雜糧主要的生產地，其中小米及臺灣藜都為臺灣最大的生產面積，過去多以人工作業方式栽培，因成本及農業勞力短缺，導致栽培面積逐漸下降，因此有導入機械栽培的需求。本研究整合及試驗適用小米及臺灣藜各項田間機械，包括播種、移植、除草及收穫等機械，其中開發2種播種機械，分別為單行手推式及雙行自走式，與人工條播作業比較，可提升3倍及6倍效率，且較人工撒播節省1/2以上種子。另開發四行式連續紙穴盤移植機並應用於小米栽培，作業效率為0.15-0.2 ha/h，小米移植後可整齊生長並方便後續除草等管理。除草機械開發改裝2種型式，分別為單行式及雙行式，田間使用2次可較人工作業效率提升12.5及20.0倍，但雙行式除草機械僅可在植株20 cm以下使用。收穫機械分別發展三種不同機型，分別適用大、中、小不同栽培規模，小型收穫機型效率至少為人工收穫之4.5倍，中、大型機械更可提升8.8倍及16倍。以上各種機械可供原民雜糧依不同栽培規模選擇，以機械取代人工可大幅提升小米及臺灣藜各項田間管理工作之效率並降低人工作業成本。

一、前言

臺東地區原住民族主要栽培的雜糧有小米、臺灣藜及樹豆等作物，其中小米是原住民族重要作物，常用於祭祀、炊飯、煮粥及釀酒等，代表豐收的訊息⁽²⁾，依農業年報統計111年全臺栽培面積為91.42 ha⁽⁶⁾，較過去有下降的趨勢，以臺東及屏東兩縣為主，其中臺東縣栽培面積約59.26 ha，是最主要產區。臺灣藜亦稱紅藜，為原住民族部落中常見的傳統農作物，依文獻統計106年臺東栽培面積約150-200 ha⁽⁴⁾，為主要產區，除了食用外，也是重要慶典不可或缺的裝飾物件。這些雜糧由於較少有大規模栽

培，田間各項作業多以人工為主，生產體系機械化不足，播種時多以人工撒播種子，再以人工手持鐮刀除草並間苗，直到採收都是以人工作業⁽³⁾，極為耗時費工，使得小米及臺灣藜田間管理成本居高不下，同時也影響了栽培意願，導致面積無法擴大。因此本場針對這些雜糧作物，開發相關栽培機械，改善上述問題，近年亦引進連續紙穴盤的新栽培方式⁽¹⁾，評估對於小米的雜草管理有所助益。本研究探討從播種、移植、除草至收穫的栽培過程，以機械化方式取代原有人工作業，減輕農民負擔。期望透過機械化栽培，解決人力不足並降低生產成本，促進原民雜糧之栽培，提升原住民族部落經濟。

二、材料與方法

（一）播種機械研發與試驗

以汽油引擎及自製播種器等材料，開發單行手推播種器及雙行自走播種機，進行小米及臺灣藜播種試驗，並分析作業效率及成本。

（二）連續紙穴盤移植機械研發與試驗

以四輪電動車、太陽能板及自製移植機為材料，研製四行式連續紙穴盤電動移植機，配合連續紙穴盤進行小米移植試驗，降低小米以撒播田間發芽不整齊及後續間苗、除草的人工成本。

（三）除草機械研發與試驗

配合播種機條播之行寬，以汽油引擎、除草輪等材料，研製單行及雙行之雜糧行間除草機械，試驗與分析人工作業效率。

（四）收穫機械研發與試驗

以二行式收割網綁機、中型雜糧聯合收穫機及水稻聯合收穫機為材料，改良部分結構，進行小米機械收穫試驗，並與人工作業效率比較。

三、結果與討論

（一）播種機械研發與試驗

人工種植臺灣藜或小米，可分為撒播及條播2種栽培型式。撒播作業速度快，但生長較不整齊，日後在進行除草和人工間苗時比較困難；條播小米及臺灣藜則生長較整齊一致，後續除草和人工間苗時較容易。因此研製

適用之條播機械，包括單行手推播種器及雙行自走式播種機兩種型式進行試驗。

單行手推播種器以人工推動即可進行條播，特點為重量輕，全機重量為5kg，以鋁管為機架及把手，連接塑膠接地輪、種子盒及播種盤（圖1），推動時接地輪旋轉驅動播種盤轉動，將種子盒內的種子定量輸出，兩側有劃線機構以方便標定下一行作業，因重量輕，可適用小面積之地形，換行時搬動播種器也不費力。

雙行自走式種子播種機（圖2），採用市售2 hp汽油引擎作為前進動力來源，搭配45：1之減速機驅動車輪，後方安裝兩具自製播種器，作業時可透過把手之轉向離合器轉向，使本機便於田區快速操作，機體兩側具有可折疊之畫線器，可方便在換行時對齊機體位置。

田間試驗比較人工撒播、人工條播及研發之兩款播種機，調查作業時間及使用種子量，條播採用行距50 cm進行試驗，各播種方式之作業效率及臺灣藜播種量比較如表1。



圖1.單行手推播種器田間播種情形。

Fig 1. Single row seeder.



圖2.雙行自走式播種機田間播種情形。

Fig 2. Double row self-propelled seeder.

表1.不同播種方式對臺灣藜之作業效率和播種量比較

Table 1. Comparing of efficiency and seed consume with different seeding methods.

Seeding methods	Efficiency (ha/h)	Seed consume (kg/ha)	Efficiency ratio
Manual spread seeding	0.20	7.5	1.00
Manual row seeding	0.03	3.5	0.15
Single row seeder	0.10	3.5	0.50
Double row self-propelled seeder	0.18	3.5	0.90

試驗結果顯示，在各種播種方式中以人工撒播作效率最高，但使用種子數量也是最高；雙行自走式播種機效率，幾乎與人工撒播相當，單行手推播種器的作業率約為雙行自走式播種機一半，人工條播作業效率最低。因此，使用研發之雙行自走式播種機或單行手推播種器可大幅提升在田間條播的效率，也可減少後續除草及間拔時間。

(二) 連續紙穴盤移植機械研發與試驗

為減少雜草對雜糧作物養分及生長空間的競爭，確保作物田間生長整齊，部分農友會以移植的方式栽培，目前大多以穴盤苗或土拔苗，配合人工移植方式作業，然此方式作業效率低且成本高，不利大面積作業；近年國內有引進連續紙盤的移植方式，因此將此方式應用於原民雜糧之栽培作業。

由於臺灣目前引進之連續紙穴盤多使用於蔬菜栽培，規模較小，故移植器僅有單行及雙行兩種型式，不利於較大面積之雜糧栽培應用，故本場自行研製太陽能四行式連續紙穴盤電動移植機，以24 V、1.4 kW直流馬達為動力驅動後輪，採乘坐方式可輕鬆操作，機體上方搭配300W單晶矽太陽能板，於天候良好的狀態下，約4-5 h可自動充電增加1 h的操作時間。太陽能板除了可持續對電瓶進行充電以外，對於操作農友也提供良好遮陰。後方附掛自行研製，可依地形浮動之移植機構，移植機構的升降使用電動推桿作為動力。於臺東縣金峰鄉進行田間試驗，機械可於碎石地作業，田間移植直線作業速度為0.6 m/s，作業效率為0.15-0.2 ha/h。小米移植後可方便後續除草等管理，經育苗及使用機械移植之栽培方式，可減少小米田間栽培失敗機率，並降低人工作業之辛勞及成本。



圖3. 四行式連續紙穴盤移植機械田間試驗情形。

Fig 3. Four-row paper chain pot transplanting machine.

（三）除草機械研發與試驗

傳統上原民雜糧多以人工手持鐮刀方式進行除草，可同時除去行間和株間雜草並進行間拔，除草效果佳，但需大量人力同時進行，才能短時間完成田區除草作業，調查約需10人天才可完成0.1 ha。除了使用純人工除草，也有使用背負式割草機進行除草，優點是速度快，但背負引擎割草機機體的重量及振動易造成操作者疲勞，且原民雜糧大都種植在山區部落附近，田區土壤中有許多大小不等的石頭，使用背負式割草機割草容易有石

子噴濺危險性。為解決此問題本場研製單行及雙行2種不同型式之雜糧作物行間除草機進行試驗，雙行式以市售無輪式中耕機改裝（圖4），將中耕機後方阻力棒改為雙輪，並將前方除草輪之間距加大，容納作物通過，以跨過作物進行除草。單行式採用市售小型汽油引擎作為動力來源（圖5），驅動自製之鋤刀式除草輪高速旋轉，以除去行間雜草，除草輪周圍用軟墊護板遮住粉碎後雜草，降低對操作人員危險性。機械除草通常作業2次，各式機械除草作業與人工除草比較如表2。



圖4. 雙行式糧雜行間除草機田間作業情形。

Fig. 4. Double row weeder.



圖5. 單行式糧雜行間除草機田間作業情形。

Fig. 5. Single row weeder.

表2.不同除草方式效率比較

Table 2. Comparing of efficiency and application scope with different weeding methods.

Weeding methods	Efficiency (ha/d)	Application scope	Efficiency ratio
Manual weeding	0.01	Inter row and plant	1.0
Shoulder carrying mower	0.30	Inter row	15.0
Single row weeder	0.25	Inter row	12.5
Double row weeder	0.40	Inter row	20.0

試驗結果顯示，經兩次機械除草，雙行式除草機械效率最高，是人工作業20倍，且機械改裝容易，但因機械跨過作物，因此只可以在種植初期，植株高度還未超過20 cm使用，背負式割草機速度次之，單行除草機作業速度為背負式割草機83%，兩者均可在不同時期移除行間雜草；手持鐮刀式割草具有行間和株間雜草可同時移除優點，但耗費大量勞力，僅適用於小面積栽培。

(四) 收穫機械研發與試驗

小米或臺灣藜如種植於山坡地，無法運用國外大型雜糧收穫機械，目前收穫還需仰賴以人工採收，每公頃約需20人天的作業，極為耗時費工，因此發展可適用於目前栽培模式之機械收穫。目前已開發3種不同收穫機型，分別適用大、中、小不同小米及臺灣藜栽培規模。大面積平地栽培可以使用臺灣常見的水稻聯合收穫機進行收穫，以150cm之機型試驗（圖6），經修改篩網及鼓風機風速，以低速收割，作業效率可達0.8ha/d，收穫之損失可降低至5%，作業效率高，但需注意栽培期間雜草管理，以免造成收穫機之輸送鏈條或脫穀桶阻塞，收穫後之小米可由散裝桶卸載。

中型栽培規模以全鋸入式收穫機試驗（圖7），本機為割寬120cm，與水稻聯合收穫機不同之處，在於割取後之小米及枝葉，均會送入脫穀桶內進行脫穀及細碎，經改良脫穀桶提升細碎效率、加寬輸送鏈條及加裝篩選機構後，收穫損失率為7.5%，作業效率可達0.44ha/d，本機以袋裝方式集穀，操作以兩人較為方便，因其重量較水稻聯合收穫機輕巧，經實驗可在坡度15度以內的緩坡地操作。

小面積栽培使用雙行式割稻捆綁機（圖8），修改傳動軸固定結構提高收割高度，減少小米收割後的植體長度及重量⁽⁵⁾，收割後機器自動將作物

捆綁成束排出，再以人工配合傳統水稻之脫穀機，直接進行濕穀脫粒，此方式作業效率為0.24 ha/d；其機體小操作靈活的特性，適合小面積栽培的環境。

綜合上述結果，使用改良之水稻聯合收穫機，可運用於平地栽培之收穫，其作業效率大幅超越人工作業，且目前水稻聯合收穫機汰換率高，被淘汰之堪用品價格不高，可供大型農場參考運用。而全餵入式收穫機經改良後，相較於水稻聯合收穫機，能忍受較高的雜草密度，可於緩坡地操作等特性，值得產銷班或中型農戶參考使用。小面積栽培可使用二行式小型割稻捆綁機收割，再以脫穀機脫粒，效率至少為人工收穫之4.5倍。相關機械作業效率與人工收穫比較如表3。



圖6. 小米使用水稻聯合收穫機進行收穫試驗。
Fig. 6. Rice combine harvester for millet harvest.



圖7. 全餵入收穫機於坡地進行小米收穫情形。
Fig. 7. Medium-sized grain harvester.



圖8. 改良二行式小型割稻捆綁機進行小米收割情形。
Fig. 8. Improved harvesting and bundling machine.

表3.不同收穫方式之效率比較

Table 3. Comparing of efficiency with different harvesting methods.

Harvesting method	Efficiency (ha/d)	Efficiency ratio
Manual harvesting	0.05	1.0
Harvesting and bundling machine	0.24	4.5
Medium-sized grain harvester	0.44	8.8
Rice combine harvester	0.80	16.0

結論

小米及臺灣藜除了是原住民族重要的作物，也是對抗氣候變遷的潛力作物，面對乾旱條件且受到養生觀念影響，產品也逐漸受到市場歡迎。但傳統栽培人工作業方式，除了增加農民生產成本以外，也使栽培面積和產量都受到相當的限制。本研究分別對播種、移植、除草及收穫等田間工作開發適用之機械，可大幅提高單位時間作業量能和減少勞力成本，供不同栽培條件及規模之農友選擇。運用各項機械使小米及臺灣藜之生產，可大幅降低人力增進效率，有效提升農民種植意願，振興原住民族部落經濟。

參考文獻

1. 邱淑媛。2021。芹菜省工栽培技術。花蓮區農技報導第137期。
2. 陳振義。2013。小米臺東8號條播栽培法。臺東區農技報導第15期。
3. 曾祥恩、陳振義。2017。臺灣藜、小米栽培機械化運用及產品加值。106年度臺東地區特色農業創新加值暨試驗研究成果研討會專刊P.45-54。
4. 黃子芸。2020。臺灣藜臺東1號之育成。臺東區農業改良場研究彙報30:1-11。
5. 黃政龍。2013。小米收穫機之研發與改良。臺東區農業專訊第85期P.12~16。
6. 農業統計資料。取自網路<https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/InquireAdvance.aspx> (2023.9)

Study on Mechanized Cultivation of Miscellaneous Grains in Taitung Indigenous Tribes

Jeng-Lung Huang

Associate Researcher of Crop Environment Section of Taitung DARES, MOA

Abstract

Taitung is a major miscellaneous grains production area for indigenous people. Millet and djulis are the largest production area in Taiwan and mostly cultivated by manual methods. Due to cost and shortage of agricultural labor, the cultivation area is gradually declined, so mechanical cultivation must be introduced. This study integrates and tests various machines applicable for millet and djulis, including seeding machinery, transplanting machinery, weeding machinery, and harvesting machinery. Two types of seeding machinery have been developed, single-row hand-pushed type and double-row self-propelled type. Compared with manual work, the efficiency can be increased by approximately 3 times and 6 times. A four-row paper chain pot transplanting machine has been developed and applied for millet cultivation. The operating efficiency is 0.15-0.2 ha/h. After transplantation, millet can grow neatly and facilitate subsequent management such as weeding. Two types of weeding machinery have been developed and modified, single-row and double-row. Used twice in the field, the efficiency can be increased by 12.5 and 20 times compared with manual work. However, the double-row weeding machinery can only be used on plants height less than 20 cm. Harvesting machinery has been developed into three different models, which are suitable for large, medium and small cultivation scales. The efficiency of small harvesting models is 4.5 times than manual harvesting, medium and large machines can be increased by 8.8 times and 16 times. The various types of machinery can be used by different cultivation scales. Using machinery for saving labor can greatly improve the efficiency of field management of millet and djulis and reduce labor costs.

小菜豆預煮加工技術初探

林真如¹

¹農業部臺東區農業改良場作物改良科技佐

摘要

菜豆在臺灣地區依籽粒大小可分為小粒種與大粒種，臺東地區原住民族部落常見種植小菜豆，因其成熟乾燥籽實結構細緻堅硬，烹煮耗時，本研究以預煮加工技術處理小菜豆，希望減少其烹煮時間。結果顯示，小菜豆經過浸水16小時，瀝乾水分蒸煮10-30分鐘後，再以50℃乾燥8小時，可節省烹煮時間超過50%，惟處理後破損籽實比例較高，尚須持續調整以優化製程。

一、前言

菜豆（*Phaseolus lunatus* L.）又名皇帝豆、觀音豆、白扁豆，為蝶形花科菜豆屬作物，依種子外觀，概分成三種主要型態，大粒扁平腎形者稱Big lima、中小粒扁平腎形者為Sieva、Potato則屬小而圓形者⁽⁴⁾。臺灣市場上常見為大粒菜豆，其鮮豆仁以水煮清炒食用為主，小粒菜豆則屬區域性少量種植，因對環境適應力強，常見於原住民族部落，臺東地區僅少量流通。採收小菜豆鮮豆仁需耗費大量人工剝取豆莢，且籽實顆粒又小，成本較高，若將豆莢掛藤乾燥收成乾燥籽實，乾燥豆莢易開裂，脫粒時節省人工，且乾燥籽實便於貯藏販售。惟其籽實結構細緻堅硬，復水吸脹速度慢，料理乾燥小菜豆時需要事先浸泡，否則須用較長時間烹煮，若直接水煮乾燥小菜豆，需時40-50分鐘才可熟透，或以水浸泡隔夜，使其充分吸水膨脹後，可減少烹煮時間。本場收集臺東地區小菜豆6品種（系），經營養分析其蛋白質營養中含有9種人體無法自行合成之必需胺基酸（表1），為良好的蛋白質攝取來源，但豆類成熟乾燥籽實多需長時間烹煮之特性，使一般消費者選購意願低，為帶動發展東部地區樂活農業，故研究預煮加工技術於小菜豆之應用。

預煮加工成品會產生一些物理性及化學性變化，常見利用於稻穀上，稻米經預煮處理後之成品稱為蒸穀米（parboiled rice），世界上約有1/4的稻穀經過預煮處理，臺灣較少見到蒸穀米產品，於南亞國家、中國及歐美各國皆有產品流通；蒸穀米比稻米有更佳的營養性，維生素B1含量較高，且因經過高溫處理降低病蟲害提升貯存性，另外，抗解澱粉含量增加，有利消化道健康並降低升糖指數^(1,2)。亦有學者進行預煮雜糧豆類之研究，預煮製程通常為浸泡、蒸煮、乾燥，部分加入冷凍的步驟，也有在浸泡時添加NaCl或NaHCO₃，不同作物之最適製程條件不同，主要訴求為節省烹煮時間、減少顏色變化並維持成品完整性^(3,5,6)。本試驗探討預煮加工技術並了解小萊豆於不同浸泡及蒸煮條件下之變化，加工製程為浸泡、蒸煮、乾燥等三個主要步驟，期待後續可應用於開發免浸泡便利快煮產品，以符合現今要求快節奏與便利性之社會。

表1.臺東地區6品種(系)小萊豆之必需胺基酸含量

Table1. Essential amino acid content of 6 varieties of lima bean from Taitung.

Seed color	Phe ^x	Val	Thr	Trp	Ile	Leu	Met	His	Lys
White	604	577	527	14	524	888	30	116	906
Purple 1	831	764	654	9	700	1369	99	305	1117
Purple 2	900	823	690	13	765	1424	58	191	1152
Purple 3	871	804	689	73	736	1389	73	299	1137
Dark 1	649	613	565	15	562	943	26	323	889
Dark 2	948	864	754	102	804	1509	102	151	1243
Average	801	741	647	38	682	1254	65	231	1074

^x Phe: Phenylalanine, Val: Valine, Thr: Threonine, Trp: Tryptophan, Ile: Isoleucine, Leu: Leucine, Met: Methionine, His: Histidine, Lys: Lysine. 委託捷生國際標準檢驗股份有限公司量測。單位：mg/100g

三、材料與方法

（一）小萊豆浸水試驗：

1. 試驗材料：市售深紫色（褐色）乾燥小萊豆，取30粒小萊豆為一樣本，每處理3重複。
2. 試驗方式：分別以冷水或熱水浸泡24小時，浸泡初期（9小時內）每小時測量其重量與體積變化，之後於第16、20及24小時分別測量之，熱水浸泡組別起始水溫約為95℃，約1小時後水溫下降為

室溫並繼續浸泡。每處理於浸泡前後分別測量小菜豆之重量及體積，浸泡後之樣品去除表面水分再進行量測。

(二) 不同浸泡條件對預煮處理之影響

1. 試驗材料：市售紫色乾燥小菜豆，取50克小菜豆為一樣本，每處理3重複。
2. 不同浸泡時間處理：將小菜豆籽實分別以冷水浸泡16小時、冷水浸泡24小時及熱水浸泡3小時等3種浸泡處理，每處理3重複。
3. 浸泡後預煮條件：浸泡完成之小菜豆瀝乾水分，瓦斯爐架蒸籠蒸煮90分鐘，再以50°C熱泵乾燥15小時，完成預煮處理製程。

(三) 不同蒸煮時間對預煮處理之影響

1. 試驗材料：市售紫色乾燥小菜豆（與試驗二相同來源）。
2. 浸泡與篩選前處理：小菜豆以冷水浸泡16小時，瀝乾並清水沖洗後，以1/2 mesh及3/8 mesh篩網篩去除未吸水之小菜豆，可得吸水膨脹者，每處理100克，每處理3重複。
3. 不同蒸煮時間：瓦斯爐架蒸籠，蒸煮10分鐘、20分鐘及30分鐘，3種蒸煮時間，再以50°C熱泵乾燥8小時，完成預煮處理製程，每處理3重複。
4. 預煮小菜豆復煮方法：上述三種不同蒸煮時間之預煮處理小菜豆組別，每組挑選未破裂之小菜豆20顆，分別以滾水煮10分鐘及20分鐘，撈起測量其復水率、破裂率及籽粒硬心率，每處理3重複。

(四) 各項指數測量方法

1. 復水率測量方法：小菜豆乾燥籽實浸泡吸水後，瀝乾並擦乾表面水分再秤重，復水率=吸水後重量/未吸水前重量，每處理3重複，取平均值。
2. 體積變化測量方法：量筒排水法，將小菜豆放入裝有50mL水的100mL量筒，計算增加之水量為起始體積，再以經過浸泡處理之小菜豆（發生膨脹）放入裝有50mL水的100mL量筒，計算增加水量為膨脹後體積，以膨脹後體積除以起始體積，測得體積變化，每處理3重複，取平均值。

3. 水活性指標測定方法：利用水活性測定儀（Water Activity Indicator, AquaLab Decagon 4TE）測定，溫度設定25℃，取4克樣品放入樣品盒中，體積不超過容器邊緣，將樣品放入儀器，闔閉機器上蓋開始檢測，每處理6重複，取平均值。
4. 含水率指標測定方法：利用紅外線水分分析儀（AND MX-50）測定，溫度105℃，水分蒸發速度0.05%/min以下，取1克樣品乾燥至恆定，每處理6重複，取平均值。

（五）統計分析：

1. 本試驗數據使用統計分析軟體R語言version 4.3.0進行最小顯著差異法分析（Fisher's Least Significant Difference, LSD）。
2. 本試驗數據使用繪圖軟體SigmaPlot 12（Systat Software Inc.）繪製。

三、結果與討論

（一）小萊豆浸水試驗

小萊豆乾燥籽實結構細緻堅硬，為了解其浸水後吸脹變化，分別以冷水及熱水浸泡後，測量其重量與體積增加狀況，連續取樣測量至24小時。小萊豆重量變化如圖1，冷水浸泡組別隨浸泡時間越長，小萊豆吸水後重量有線性增加趨勢，直至浸泡16小時重量增加為1.52倍、浸泡20小時重量增加1.5倍、浸泡24小時重量增加1.52倍，三組別間無顯著差異，推測以冷水浸泡16小時後變化增加狀況趨於飽和；相較熱水浸泡處理之小萊豆，浸泡1小時處理，重量已增加為1.66倍，遠高於冷水浸泡各組別。熱水浸泡並不因浸泡時間增加而使重量有明顯線性增加變化，熱水浸泡處理使小萊豆重量增加約為原重量之1.73倍。小萊豆體積變化則如圖2，與重量變化趨勢相似，冷水浸泡處理24小時後，小萊豆體積增加約為原體積之1.68倍，熱水浸泡處理24小時後，小萊豆體積增加約為原體積之2.29倍，由以上試驗推論若以熱水給予小萊豆種皮破壞，有助於籽實吸水膨脹，熱水浸泡效果遠高於冷水浸泡。

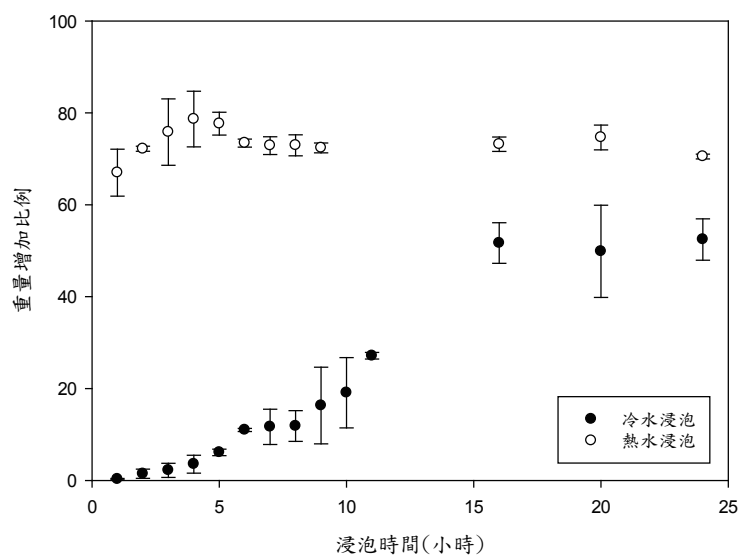


圖1.小萊豆分別以冷水及熱水浸泡之重量變化。

Fig. 1. Changes in weight of lima beans soaked in cold water and hot water.

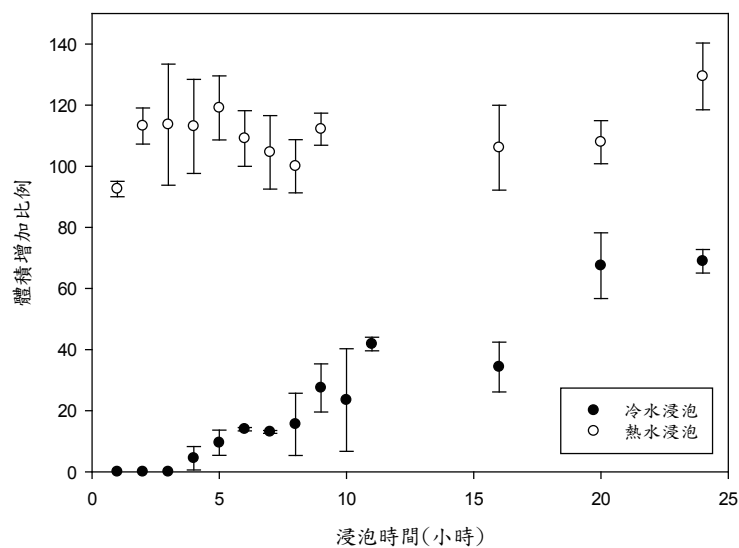


圖2.小萊豆分別以冷水及熱水浸泡之體積變化。

Fig. 2. Changes in volume of lima beans soaked in cold water and hot water.

(二) 不同浸泡條件對預煮處理之影響

浸泡步驟為種實水分吸收階段，與預煮產品後續柔軟度及減少烹飪時間有關，為探討不同浸泡條件對預煮處理之影響，分別以熱水浸泡3小時、冷水浸泡16小時及冷水浸泡24小時等3種不同浸泡條件處理，其後瀝乾水

分，蒸煮90分鐘，再以熱泵設備乾燥15小時完成預煮處理。試驗結果如表2，冷水浸泡24小時後，小萊豆復水率（重量增加比例）最高，為1.65倍，顯著高於熱水浸泡3小時者，此試驗與前段所述浸水變化試驗不同（無論浸泡時間，熱水處理之復水率遠超過冷水處理者），推測為試驗材料來源不同所致，但仍可由兩次試驗得知小萊豆需較長時間浸泡方能充分吸收水分而膨脹，後續試驗將進一步收集更多材料，並規劃探討不同品種（系）小萊豆之差異。浸泡處理後進行蒸煮處理，蒸煮後小萊豆破裂狀況（裂痕不計）介於5.55-13.83%，處理間無顯著差異。蒸煮完成後再乾燥，完成預煮製程，發現以冷水浸泡24小時處理之小萊豆乾燥後有嚴重破損開裂狀況，顯著高於其他兩處理，破損籽實失去產品價值。水活性部分，以冷水浸泡24小時處理者最低為0.32，熱水浸泡3小時最高為0.49，似與浸泡復水狀況呈反向關係，並可再縮短乾燥時間，節省設備用電。

另外，於本次試驗中發現，小萊豆浸泡後吸水膨脹狀況參差不齊（圖3），熱水浸泡組別有部分膨脹之顆粒，冷水浸泡組別則有大量未吸水顆粒，此現象會導致成品於後續復煮時，熟度不均之狀況發生，難以篩除部分膨脹顆粒（熱水浸泡處理發生），故後續試驗三以冷水浸泡16小時後，增加過篩處理篩除未吸水膨脹之小顆粒籽實，再進行後續蒸煮與乾燥步驟。

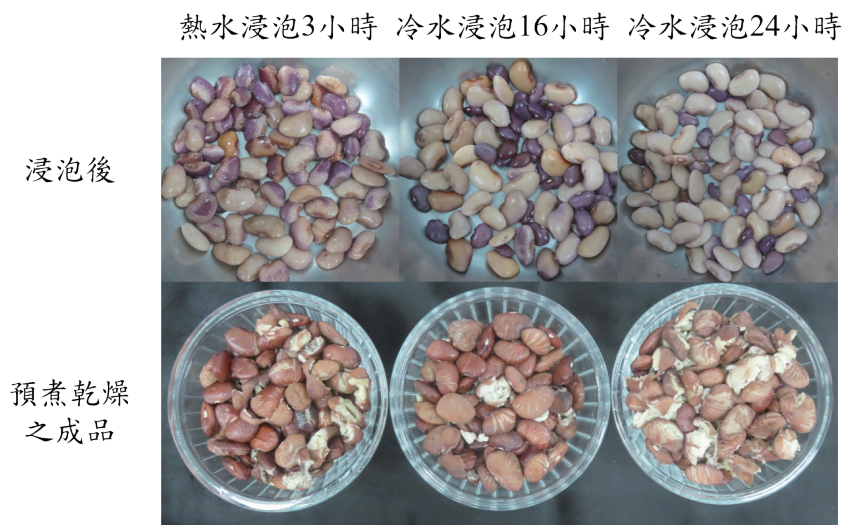


圖3.不同浸泡條件之預煮小萊豆外觀

Fig. 3. Appearance of precooked lima bean under different soaking conditions.

表2.不同浸泡條件對小萊豆預煮處理之影響

Table2. Effects of different soaking conditions on precooked lima beans

Soaking			Precooking	Dehydration	
Treatment		Hydration ratio	Broken bean (%)	Broken bean (%)	Water activity
Hot water	3 hrs	1.36b ^z	10.77a	13.67b	0.49a
Cold water	16hrs	1.49ab	13.83a	18.23b	0.42b
	24hrs	1.65a	5.55a	31.00a	0.32c

^z Means with different letters in the same column differ significantly at 5% level by Fisher's protected LSD test.

(三) 不同蒸煮時間對預煮處理之影響

接續微調試驗二結果，本次試驗固定小萊豆浸泡條件為冷水浸泡16小時，並增加過篩去除未膨脹籽粒之步驟（圖4），篩除率為38%（以篩除顆粒數/總顆粒數計算）。取充分吸水之小萊豆，分別以蒸籠蒸煮10分鐘、20分鐘、30分鐘，成品外觀如圖5，蒸煮後小萊豆破裂數量少，處理間無顯著差異，平均為1.35%（表3）；後續以50℃熱泵設備乾燥8小時，乾燥後破裂狀況較蒸煮後高，平均為25.83%，本次試驗蒸煮時間降至30分鐘內，預計應可減低乾燥後成品破裂率，惟結果顯示，遠高於試驗二以冷水浸泡16小時，蒸煮90分鐘者（18.23%），推測應為本次試驗增加篩選步驟，剔除未充分吸水之小萊豆顆粒所致。小萊豆預煮加工目前尚未有相關研究資料，需多方測試取得最適條件，因不同豆類的質地及性質不同，前人研究以22℃浸泡18小時，蒸煮後60℃乾燥，結果成品破裂率在預煮黃豆為1.91%、預煮扁豆為26.06%、預煮綠豆為14.63%、預煮鷹嘴豆為4.48%⁽⁶⁾，本次試驗之破裂率應還有改善空間，後續仍須進一步研究如何調整預煮條件，減少小萊豆預煮處理後成品之破損及結構缺陷。

三種不同蒸煮時間之預煮處理完成後，將破裂顆粒挑出，以未破裂之小萊豆進行水煮複煮測試，分別水煮10分鐘及20分鐘，結果如表4所示，進行復煮後其復水率以預煮處理蒸煮20分鐘及30分鐘處理，顯著大於蒸煮10分鐘者，而在復煮後小萊豆破裂及硬心狀況，處理間無顯著差異，經過預煮處理，小萊豆再次復煮可較快速煮熟，僅少量顆粒還有些微硬心狀況，而未經處理的乾燥小萊豆籽實水煮20分鐘後硬心比例仍為98%，需水煮

40-50分鐘才可熟透，基本上三種預煮處理方法，水煮10至20分鐘即可使小菜豆鬆軟，水煮30分鐘則破裂狀況增加使水變混濁。



圖4.小菜豆浸泡後過篩去除未吸水膨脹之籽實再繼續預煮處理
Fig. 4. Sieve and remove the unswollen lima bean and continue precooking processing.

冷水浸泡16小時
蒸煮10分鐘
50℃ 乾燥8小時

冷水浸泡16小時
蒸煮20分鐘
50℃ 乾燥8小時

冷水浸泡16小時
蒸煮30分鐘
50℃ 乾燥8小時



圖5.不同預煮處理之小菜豆成品外觀
Fig. 5. Appearance of lima bean with different precooking treatments.

表3.不同蒸煮時間對小菜豆預煮處理之影響

Table3. Effects of different steaming times on precooked lima bean.

Steaming Time	Soaking		Precooking	Dehydration		
	Hydration ratio	Filter out (%)	Broken bean (%)	Broken bean (%)	Water activity	Moisture content (%)
10 min	1.55	44	0.96 a ^z	23.67a	0.61a	4.76a
20 min	1.53	37	1.25 a	29.75a	0.51b	5.79a
30 min	1.47	34	1.85 a	24.07a	0.49b	4.87a
Average	1.51	38	1.35	25.83	0.54	5.14

^z Means with different letters in the same column differ significantly at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表4.不同預煮處理小菜豆以滾水再次復煮之狀況

Table4. Boiling lima bean with different precooking treatments.

Precooking method	Rehydration ratio		Broken bean (%)		Hard-center bean (%)	
	10min ^x	20min	10min	20min	10min	20min
Steam 10 min	1.96 b ^z	2.02b	1.7a	6.7a	10.0a	6.7a
Steam 20 min	2.13 a	2.18a	6.7a	6.7a	8.3a	6.7a
Steam 30 min	2.15 a	2.24a	10.0a	15.0a	5.0a	6.7a

^x Precooked lima bean boiled for 10 minutes and 20 minutes.

^z Means with different letters in the same column differ significantly at 5% level by Fisher's protected LSD test.

四、結論

現今社會生活方式節奏快，人們追求速成便利，在家事料理方面，因豆類的烹煮耗時，較長的食物準備時間可能使豆類之消費受到排擠，並被營養價值較低、烹飪時間較快速食品所取代。本研究利用臺東地區原民特色之小菜豆為材料，探討預煮加工處理後是否能減少烹煮時間，進而開發能於煮飯直接添加共煮同熟的免浸泡豆類產品。試驗結果發現，小菜豆以冷水浸泡16小時，蒸氣蒸煮10-30分鐘，再以50℃熱泵乾燥8小時之預煮豆，可縮短烹煮時間一半以上，但預煮豆類除了節省烹煮時間之訴求外，另外還需注意成品之結構完整性，破損豆則無商品價值，未來將持續精進小菜豆之預煮技術，提高產品品質與穩定性，並再探討前端作物收穫調製乾燥方式，提升種實復水整齊度。

參考文獻

1. 李佳燕、陳時欣。2020。台灣預熟粳米的製備與特性。2020臺加全穀豆類營養保健與創新加工國際研討會:198-215。
2. 葉家豪。2017。蒸穀粳米與秈米之理化性質與儲存性。國立台灣大學食品科技研究所碩士論文。
3. Cai T. D. and K. C. Chang.1997. Processing to improve quality of dehydrated precooked pinto beans. J. Food Sci.62:141-144.
4. Lioi L. 1994. Morphotype relationships in Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) deduced from variation of the evolutionary marker phaseolin. Genetic Resources and Crop Evolution 41: 81-85.
5. Schoeninger, V., S. R. M. Coelho, D. Christ, and S. C. Sampaio. 2014. Processing parameter optimization for obtaining dry beans with reduced cooking time. LWT- Food Sci. Technol. 56(1)49-57.
6. Zhao B. and K. C. Chang. 2008. Evaluation of effects of soaking and precooking conditions on the quality of precooked dehydrated pea, lentil and chickpea products. J. Food Process. Preserv. 32(3):517-532.

Studies on Precooking Process of Lima Bean.

Chen-Ju, Lin.

Junior Technical Specialist of Crop Improvement Section of
Taitung DARES, MOA

Abstract

Lima bean can be divided into small size and large size according to the seed appearance in Taiwan, the small one is commonly grown by aboriginal tribes in Taitung. The mature seeds have a delicate and hard structure, so it takes a lot of time to cook. In this study, precooked lima bean processing is used to reducing their cooking time. Results showed that after soaking the lima bean in water for 16 hours, draining the water and steaming for 10-30 minutes, and then dehydration at 50°C for 8 hours, the precooked bean can save more than half of the cooking time. This study was preliminary for the precooking of lima bean, it can be used to develop local characteristic time-saving cooking products. However, the process still needs to be adjusted to decrease the level of broken beans to achieve a quality product and a greater consumer acceptance.

番荔枝夏期果精準灌溉技術之研究

李子易¹、張芳魁²、顏嘉慧³、江淑雯⁴

¹農業部臺東區農業改良場班鳩分場 助理研究員

²農業部臺東區農業改良場作物改良科 助理研究員

³農業部臺東區農業改良場班鳩分場 研究助理

⁴農業部臺東區農業改良場班鳩分場 副研究員兼分場長

摘要

受氣候變遷的影響，臺灣豐枯水期降雨愈趨不均，為因應未來連續乾旱日數增加以及降雨季節移動等環境變化，水資源之有效利用遂為重要課題。番荔枝為臺東地區最重要的果樹產業，為確保水資源的有效利用，必須先瞭解各生育階段的水分需求及用水量資訊，進而建立番荔枝的精準灌溉模式。本研究以土壤水勢計，調查番荔枝生育時期各階段發育最適水勢值（ Ψ ）範圍，並與傳統灌溉形式推估之需水量進行比較。試驗比較2022年慣行灌溉及無灌溉之差異，並進行土壤水勢 ≤ -40 kPa及 ≤ -60 kPa時灌溉之乾旱處理，調查修剪後之植株生長勢、氣象資料（氣象站72S590、72S200）與土壤水勢變化。初步結果顯示，2022年臺東地區降雨頻繁，慣行灌溉之土表下30公分處土壤水勢，於新梢發育期平均為0 kPa，開花授粉期0~ -30 kPa，小果至採收期平均0~ -40 kPa。根據遮雨設施內進行之不同水勢灌溉試驗調查結果，慣行灌溉組、 ≤ -40 kPa及 ≤ -60 kPa時灌溉處理組，其植株生長及果實重量皆無顯著差異。試驗期間 ≤ -40 kPa時灌溉組平均6.6天需灌溉一次；若以-60 kPa作為起灌點進行灌溉，則約17天需灌溉一次，以固定噴頭固定時間計算，可減少用水量38.0%，且不影響開花與果實重量，可提供作為後續精進節水技術研究之參考依據。

一、前言

根據聯合國政府間氣候變遷專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC）公布之最新氣候變遷第六次評估報告（IPCC-AR6）

顯示，受氣候變遷影響，臺灣未來25年期間年最大1日暴雨強度有增加趨勢，但年最大連續不降雨日數亦明顯增加，在最劣情境（SSP5-8.5）預測模式下，21世紀中、末最大連續不降雨日數平均增加幅度為5.5%與12.4%，顯示未來極端天氣發生頻率劇增，暴雨與乾旱等天然災害持續影響之時間越來越大，強度亦更強，天氣兩極化明顯，臺灣農業生產所面臨的風險將劇增。故各項作物應及早進行韌性調適技術研究，並建立更有效率的水資源應用技術。

臺灣2021年適逢百年大旱，許多地區面臨缺水及停灌之困境，造成全臺超過新臺幣5億元之農業損失，臺東地區番荔枝亦面臨缺水困境，因此針對嚴重旱災發生，有效節水與水資源利用時機之調配遂成為關鍵。目前作物灌溉指標及起灌依據，多以水分收支平衡概念，藉土壤含水量喪失速率及程度作為依據，有助於穩定土壤含水率變化。研究指出土壤蓄水能力為根域範圍內能夠保留的水分量，多數作物的土壤水分管理為保持水勢在-10 kPa至-100 kPa的範圍內。為了保障園藝作物維持最足量的水分消耗，蔬果類的起灌基準點多在-30 kPa 或-50 kPa，果樹則為-50 kPa或-60 kPa⁽¹⁾。一般有利於果樹作物生長的土壤水勢值範圍為-20 kPa至-50 kPa，而果園土壤的水勢應維持在-50 kPa以內，以保證最大的枝條及果實生長⁽⁴⁾，否則將影響產量與果實品質。此外作物不同生育階段有其適宜的需水量，如柑橘在果實細胞分裂期，水勢值應保持在-30 kPa至-60 kPa之間，在果實成熟期，略為降低土壤水勢值於-60 kPa至-90 kPa之間，有助於提高果實甜度^(3,4)。番荔枝一般慣行果園之灌溉土壤水勢值，從採收後休眠、修剪後新梢生長至授粉後的著果期，土壤水勢值皆在0至-30 kPa之間⁽⁴⁾，然而針對番荔枝果實發育後期的調查資料目前並未完整，因此實際栽培過程中，不同生育階段適合的最低需水量無法確切得知，土壤水分狀態與番荔枝生長發育表現間的關係，有待進一步了解。

番荔枝利用修剪技術產期可達一年兩收，依產季分夏期果與冬期果，從7月至翌年3月皆可生產。目前實際田間栽培普遍使用的噴灌系統有固定式噴頭及旋轉式灑水噴頭，二種皆待建立各別的精準用水模式，本研究針對番荔枝調查各生育時期需水量，以土壤水勢作為灌溉指引，配合供水設

施出水量，根據作物生長表現、土壤水分含量變化以及實際用水情形三方面資訊的結合，建立番荔枝精準灌溉模式，期能達到穩定產量及品質之高效水分管理模式目標。

二、材料與方法

(一) 試驗期間：自2022年4月至2022年9月。

(二) 地點與材料：

本試驗於班鳩分場(卑南鄉美農村班鳩17號)及臺東縣卑南鄉班鳩段1069、1070號之釋迦園區進行，共建置試驗果園兩處。參試品種為大目釋迦"臺東2號"，植株株齡皆為五年生以上，選擇樹勢相近的健康植株進行試驗。

(三) 試驗處理：

試驗田區設置無線土壤水勢儀、微型氣象站、分區灌溉系統和架設透光遮雨棚設施，避免降雨對不同水分處理的干擾。試驗期間自短截修剪後至採收間之新梢萌發期、開花授粉期、小果生長期與果實發育期等四個階段。

夏期果生育階段：設2試驗區，以水勢值 (Ψ) 做為不同起灌點：

1. 比較灌溉與無灌溉之試驗：

(1) 露天慣行灌溉處理；

(2) 露天不灌溉處理（僅依賴降雨獲取水分）。

2. 比較不同土壤水分狀態對番荔枝各生育階段之影響試驗：

於夏期果生育階段（4月至9月），進行3種灌溉處理

(1) 露天慣行灌溉處理；

(2) 土壤水勢值小於-40 kPa時灌溉；

(3) 土壤水勢值小於-60 kPa時灌溉。

灌溉方式採管路灌溉及固定式噴頭，當處理組表土下土壤深度30公分處，達灌溉條件時，於下午四時開始灌溉1小時，使土壤飽和（0 kPa）。

(四) 調查項目與方法：

1. 土壤水分監測：以無線土壤水勢計（RX3004/RXMOD-RXW-900/

RXW-T21-921, HOBO, USA)、土壤水勢計(2450 Mini Stations, WatchDog, Spectrum Technologies, UK), 監測土表下15公分處、30公分處與45公分處水勢(-kPa)及土壤體積含水率(WVC%)變化。

2. 試區氣象資料：架設農業微型氣象站(3240 Weather Station, WatchDog, Spectrum Technologies, UK), 收集氣溫(°C)、相對空氣濕度(%)、雨量(mm)資訊。

3. 管路灌溉之用水時間、用水量：管路裝設壓力表及流量計，灌溉噴頭採銅質平頭固定式穩壓噴頭(俗稱香菇頭)，固定開口3 mm，1/2HP馬達，出水壓力2 kg/cm²。

4. 植株生長勢調查：調查修剪後之新梢葉片數、開花率、新梢花苞數量及平均果重。

(五) 試驗設計及統計分析：

試驗採CRD設計，各處理標定5株，每株擇定3個枝組調查，以單株為1重複，共5重複。數據以統計軟體(Statistical Product and Service Solutions; SPSS, IBM, USA)，進行單因子(One-way analysis of variance; ANOVA)檢定，分別探討因子之間交感作用或處理組間平均值差異是否達5%顯著水準，並以Fisher的最小顯著差異性測驗(Fisher's protected least significant difference test; LSD test)及獨立樣本t檢定(Independent sample t-test)，分析各處理間個別差異性。

三、結果

(一) 參試田區土壤基本分析

田區土壤物理性質分析顯示，夏期果參試田區土壤屬於砂質壤土，pH為6.57，陽離子交換率(cation exchange capacity; CEC)為13.02 cmol/kg，有機質含量9.04% (表1)。

表1.參試田區土壤肥力與質地三相分析

Table1. The soil fertilizer and texture analysis of the experiment filed.

Sample No.	pH	CEC (cmol/kg)	EC (mS/cm)	Organic (%)	Texture				Infiltration rate (ml/s/ mm/hr)	
					sand (%)	silt (%)	clay (%)	classification		
11WTTS011	6.57	13.02	-	9.04	54.35	35.18	10.47	Sandy Loam	2.50	92

(二) 番荔枝夏期果不同水勢下灌溉之土壤水勢變化及植株生長情形

1. 慣行灌溉與無灌溉比較試驗

夏期果(4月至9月)於修剪後至採收期間，調查土壤水勢變化與植株生育情形，2022年4-5月之雨水較多，至6月降雨情形始和緩。慣行灌溉處理組6月至8月底共進行4次噴灌，農友主要於番荔枝開花授粉期及小果生長期進行灌溉，灌溉時土壤水勢狀態，多為土壤深度30公分處水勢值接近-40 kPa或土表下15公分處水勢值高於-120 kPa時(圖1)。

慣行灌溉與無灌溉比較試驗期間，土壤深度30公分處水勢值變化0~-20 kPa之日數為108~110天，占比81~83%；-20~-40 kPa之日數為23~25天，占比17~19%。以各生育階段區分，慣行灌溉組新梢生育與開花授粉期0~-20 kPa之日數為63天，占比87%；-20~-40 kPa之日數為9天，占比13%；小果生長期0~-20 kPa之日數為41天，占比75%；-20~-40 kPa之日數為14天，占比25%；果實發育期至採收0~-20 kPa之日數為31天，占比69%；-20~-40 kPa之日數為14天，占比31%。無灌溉處理組新梢生育與開花授粉期0~-20 kPa之日數為69天，占比96%；-20~-40 kPa之日數為3天，占比4%；小果生長期0~-20 kPa之日數為35天，占比64%；-20~-40 kPa之日數為20天，占比36%；果實發育期至採收0~-20 kPa之日數為45天，占比100%(表2)。

植株生育部分，慣行灌溉與無灌溉組於新梢萌發期、開花授粉期、小果生長期與果實發育期，生長勢皆無顯著差異，參試植株新梢長度約27.3~29.3 mm，葉片數約12.0~12.8片，平均新梢萌生花朵數1.8~2.3朵，單果重402.1 g~543.0 g，雖以慣行灌溉組調查之數據，有較高之表現，但兩組間未達統計上顯著差異(表3)。

2. 不同水勢灌溉之試驗

果園依不同土壤水勢進行灌溉之試驗，結果顯示慣行灌溉處理組、 ≤ -40 kPa時灌溉及 ≤ -60 kPa時處理組，灌溉次數分別為5次、12次及10次，期間累積降雨量891.5 mm(圖2)。 ≤ -40 kPa時灌溉

處理組灌溉周期約5-8天一次， ≤ -60 kPa時灌溉處理組約17-20天需灌溉一次。

分析土壤深度30公分處之0~ -20 kPa、-20~ -40 kPa、-40~ -60 kPa及 ≤ -60 kPa之水勢天數占比，分別為慣行灌溉組99%、1%、0%、0%； ≤ -40 kPa時灌溉處理組55%、37%、6%、2%； ≤ -60 kPa時灌溉處理組50%、27%、17%及6%（表4）。以各生育階段區分，慣行灌溉組新梢生育與開花授粉期0~ -20 kPa、-20~ -40 kPa、-40~ -60 kPa及 ≤ -60 kPa之水勢天數占比，分別為97%、3%、0%與0%；小果生長期，分別為100%、0%、0%與0%；果實發育期至採收期，分別為100%、0%、0%與0%。 ≤ -40 kPa時灌溉處理組新梢生育與開花授粉期，分別為42%、50%、4%與4%；小果生長期，分別為66%、27%、7%與0%；果實發育期至採收期，分別為69%、31%、0%與0%。 ≤ -60 kPa時灌溉處理組新梢生育與開花授粉期，分別為37%、35%、18%與10%；小果生長期分別為46%、27%、27%與0%；果實發育期至採收期分別為69%、31%、0%與0%（表5）。

各處理組間植株之平均新梢生長長度29.8~41.8 mm、新梢葉片數11.8~12.8片、枝條開花率45~70%以及單果重333.2~432.9 g，雖 ≤ -60 kPa時灌溉處理組之平均單果重333.2 g較慣行灌溉組與 ≤ -40 kPa時灌溉處理組小，但皆無顯著差異。其中慣行對照組平均新梢萌生花朵數之1.5朵，顯著小於 ≤ -40 kPa與 ≤ -60 kPa時灌溉處理組之6.5及5.1朵(表6)，推測與新梢生長期（4-5月）之降雨較多有關。

表2. 慣行灌溉和無灌溉之番荔枝新梢萌發期和開花授粉期、小果生長期與果實發育期土壤水勢值(深度30cm)所占日數與比例

Table 2. The number of days and ratio of water potential in conventional irrigation and non-irrigation treatment at shoots germination and pollination period, small fruit growth period and fruit development period of sugar apple.

Water potential	Open field, conventional irrigation		Open field, non-irrigation	
	day	percentage	day	percentage
shoots germination and pollination period				
0~ -20 kPa	63	87%	69	96%
-20~ -40 kPa	9	13%	3	4%
-40~ -60 kPa	0	0%	0	0%
≤ -60 kPa	0	0%	0	0%
small fruit growth period				
0~ -20 kPa	41	75%	35	64%
-20~ -40 kPa	14	25%	20	36%
-40~ -60 kPa	0	0%	0	0%
≤ -60 kPa	0	0%	0	0%
fruit development period				
0~ -20 kPa	31	69%	45	100%
-20~ -40 kPa	14	31%	0	0%
-40~ -60 kPa	0	0%	0	0%
≤ -60 kPa	0	0%	0	0%

表3. 番荔枝慣行灌溉與無灌溉之生育狀況

Table 3. Plant vigor in conventional irrigation and non-irrigation treatment of sugar apple.

Treatment	Shoot length(cm)	No. of leaf	No. of flowers	Fruit weight(g)
Irrigation	29.3 ± 0.8 n .s. ^z	12.0 ± 0.4 n.s.	2.3 ± 0.9 n.s.	543.0 ± 53.8 n.s.
Non-irrigation	27.3 ± 3.4	12.8 ± 0.5	1.8 ± 0.4	402.1 ± 28.3

^z n.s. means each column were no significant different within two groups at $p < 0.05$ by the Student's t-test (independent sample t-test).

表4. 番荔枝夏期果不同灌溉處理之土壤水勢值（深度30cm）所占日數與比例
Table 4. Water potential of the number of days and ratio between different irrigation treatments at 30cm under soil surface in summer production period of sugar apple.

Water potential	Open field, irrigation		≤ -40 kPa irrigation		≤ -60 kPa irrigation	
	day	percentage	day	percentage	day	percentage
0~ -20 kPa	170	99%	94	55%	84	50%
-20~ -40 kPa	2	1%	64	37%	47	27%
-40~ -60 kPa	0	0%	11	6%	30	17%
≤ -60 kPa	0	0%	3	2%	11	6%

表5. 不同灌溉處理之番荔枝新梢萌發期和開花授粉期、小果生長期與果實發育期土壤水勢值（深度30cm）所占日數與比例
Table 5. The number of days and ratio of water potential in different irrigation treatments at shoots germination and pollination period, small fruit growth period and fruit development period of sugar apple.

Water potential	Open field, conventional irrigation		≤ -40 kPa irrigation		≤ -60 kPa irrigation	
	day	percentage	day	percentage	day	percentage
shoots germination and pollination period						
0~ -20 kPa	70	97%	30	42%	27	37%
-20~ -40 kPa	2	3%	36	50%	25	35%
-40~ -60 kPa	0	0%	3	4%	13	18%
≤ -60 kPa	0	0%	3	4%	7	10%
small fruit growth period						
0~ -20 kPa	55	100%	36	66%	25	46%
-20~ -40 kPa	0	0%	15	27%	15	27%
-40~ -60 kPa	0	0%	4	7%	15	27%
≤ -60 kPa	0	0%	0	0%	0	0%
fruit development period						
0~ -20 kPa	45	100%	31	69%	31	69%
-20~ -40 kPa	0	0%	14	31%	14	31%
-40~ -60 kPa	0	0%	0	0%	0	0%
≤ -60 kPa	0	0%	0	0%	0	0%

表6. 不同土壤水勢值下灌溉番荔枝（5/9至6/20）之生育狀況

Table 6. Plant vigor in different irrigation treatments by water potential of sugar apple.

Treatment	Shoot length (cm)	No. of leaf	Percentage of flowering (%)	No. of flowers	Fruit weight(g)
open field, irrigation	29.8±3.4 ^z n.s. ^x	11.8±0.5 n.s.	45±4 n.s.	1.5±0.5 b ^y	432.9±63.0 n.s.
≤-40 kPa Irrigation	41.8±3.1	12.8±0.5	70±6	6.5±1.3 a	551.2±114.1
≤-60 kPa Irrigation	38.5±3.7	12.5±0.6	57±11	5.1±1.5 a	333.2±12.8

^z Error bar represent the standard error of mean (n=4).

^x n.s. means each column were no significant different at 5% level by the Fisher's protected LSD test.

^y Means within each column followed by the same letter indicates no significant difference at 5% level by the Fisher's protected LSD test.

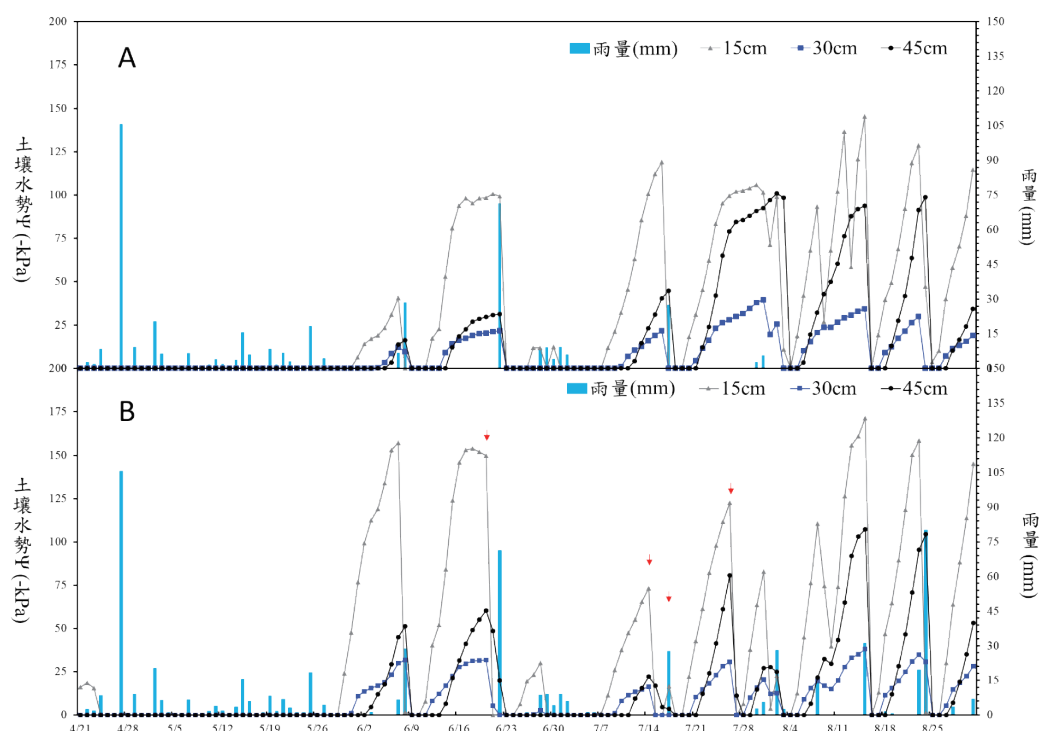


圖1. 番荔枝灌溉試驗田區土壤水勢變化。(A)無灌溉區(B) 慣行灌溉區。紅色箭頭為灌溉日期，固定以固定式噴頭，開口3mm，壓力2 kg/cm²，噴灌1小時

Fig 1. Changes in soil water potential in the sugar apple irrigation experimental field. (A) Irrigation (B) Non-irrigation. The red arrow indicates the irrigation date. Use fixed sprinkler head with opening of 3mm and pressure of 2 kg/cm² for 1 hour.

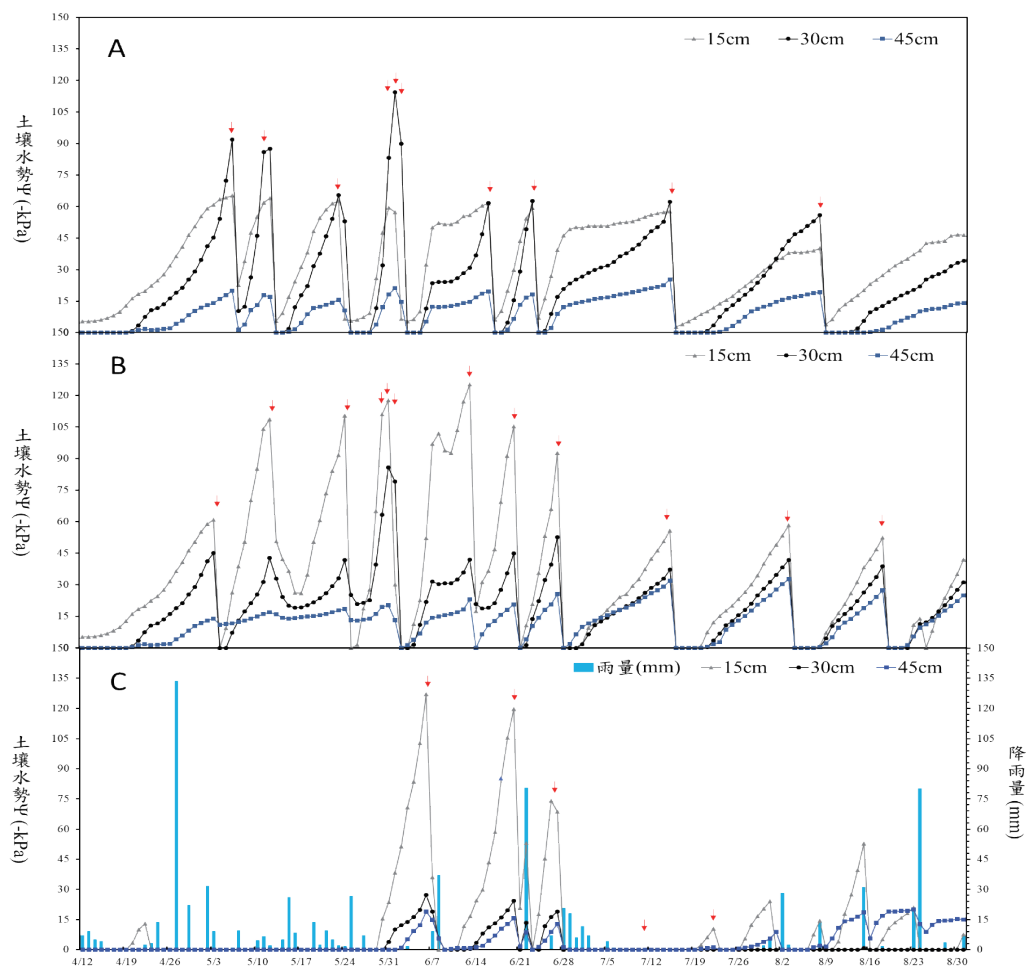


圖2. 番荔枝不同水勢灌溉試驗田區之土壤水勢變化，試驗於透明塑膠遮雨棚內進行。(A) ≤ -60 kPa時灌溉試區，(B) ≤ -40 kPa時灌溉試區與(C)慣行灌溉試區。紅色箭頭為灌溉日期，固定以固定式噴頭，開口3 mm，壓力2 kg/cm²，噴灌1小時

Fig 2. Changes in soil water potential of sugar apple in different water potential irrigation experimental fields. The test was conducted inside a transparent rain shelter. (A) Water potential ≤ -60 kPa for irrigation. (B) Water potential ≤ -40 kPa for irrigation. (C) Open Field, Irrigation. The red arrow indicates the irrigation date. Use fixed sprinkler head with opening of 3 mm and pressure of 2 kg/cm² for 1 hour.

(三) 灌溉頻率及用水分析

監測農友（卑南鄉地區）用水習慣，結果顯示，番荔枝農友多數使用旋轉式噴頭（俗稱噴鳥），亦有使用固定式噴頭（俗稱香菇頭）進行灌

溉，單位時間內固定式噴頭出水量通常較旋轉式大，灌溉時程較短。因田區管路配置與灌溉設備多有差異，且同一時間灌溉之單位面積影響出水量甚劇，30個固定式噴頭以內出水量為15-35 L/min，噴頭數量多於30個時，出水量約10-15 L/min，管線壓力約2-3 kg/cm²（圖3）。依參試田區灌溉時間調查結果，平均灌溉時間自1小時至3小時不等，此灌溉方式可使土表下30 cm處土壤水勢值達0 kPa，端視農友評估田區土壤乾燥程度及灌溉方式而定。試驗紀錄之平均灌溉量約90,720-109,069 L/ha/hr，平均每棵樹一次灌溉量約544.3-584 L（以1公頃500株計算）。

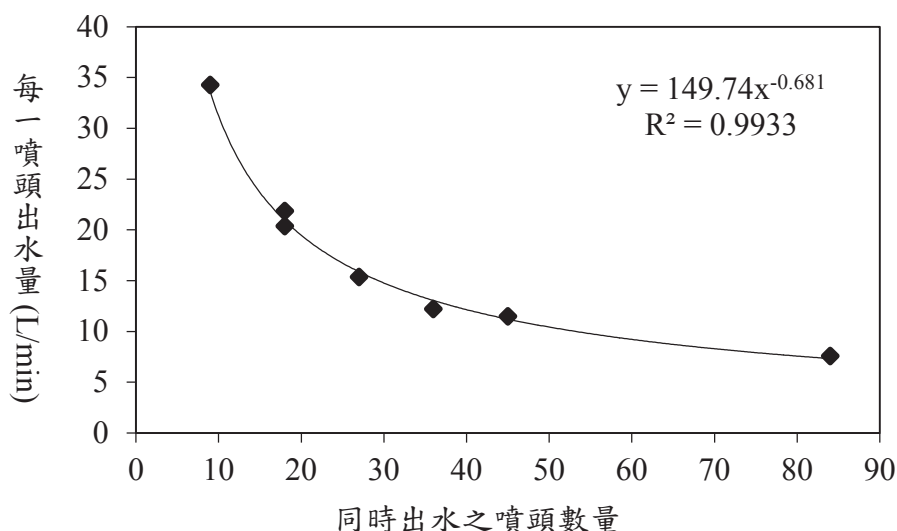


圖3. 噴灌用水量與固定式噴頭數量之關係。固定以固定式噴頭，開口3mm，壓力2 kg/cm²，噴灌1小時計算

Fig 3. The relationship between water consumption and the number of fixed sprinkler heads. Use fixed sprinkler head with opening of 3 mm and pressure of 2 kg/cm² for 1 hour.

四、討論

番荔枝為臺東地區重要經濟果樹，依產期調節後之採收時間分為夏期果與冬期果，故試驗分兩年，分別進行兩期果生長發育需水量調查。調查2022年夏期果結果顯示，卑南鄉班鳩地區多屬於砂質壤土，土壤入滲率約9.2 cm/hr，土壤肥力偏低，排水性質良好。但灌溉頻率需考量作物需水量，而灌溉時間受灌溉類型與供水壓力等供水設備因素影響。其皆受到降

雨、土壤蒸發 (evaporation) 及作物蒸散 (evapotranspiration) 影響，因此與作物別、作物生長發育時期、氣候條件及土壤性質息息相關^(1,2,3,5)。為有助於田間推廣，故多採用水勢值 (水分張力計即可獲得，1分巴; centibar; CB = -0.01 bar = -1 kPa) 做為參考之起灌依據。

土壤水分不足將導致植株生長發育受阻，將3年生鳳梨釋迦盆植置於缺水且相對溼度低 (蒸氣壓差0.3 kPa) 的環控條件中，植株葉片面積顯著減少，且花朵未達雄花期即掉落之比率增加，著果率及單果重皆明顯下降⁽⁶⁾；10個月大之盆植釋迦苗，於缺水逆境下 (夏季3、6、9天不澆水；冬季5、10、15天不澆水)，植株淨光合作用產量與氣孔導度下降，蒸散作用減少且葉片水分潛勢下降⁽¹⁰⁾。除了使葉片生長勢與光合作用效果下降外，缺水逆境亦影響番荔枝果實發育後期的內生物質表現，如釋迦採收前30天不予灌溉，將導致植株葉片光合速率、氣孔導度、葉綠素螢光 (處理後7天以前) 皆低於每天灌溉30 L/株之灌溉組之外，無灌溉組果實中脯胺酸、總糖類以及內生ABA含量皆高於灌溉組；果實乙烯產生速率及乙烯產生高峰亦高且早於灌溉組，並且無灌溉組果實軟熟速度較快，造成果實保存難度大幅增加^(7,8,9)。顯示乾旱確實會造成番荔枝生長受阻，且果實品質下降。

本研究為田間試驗，其田間干擾因素遠比盆栽試驗環控場域複雜，受2022年4-5月降雨頻繁影響，導致露天參試田區之慣行灌溉與無灌溉試驗，處理組效果未如預期，因新梢萌發期、開花授粉期、小果生長期與果實發育期，土壤30公分處皆多維持0~-20 kPa，故生長勢皆無顯著差異；而不同水勢灌溉試驗之慣行灌溉對照處理組之開花數，亦因受到連續降雨影響，落花嚴重，顯著少於正常應有的花朵數 (表4)。依目前遮雨設施內試驗結果顯示，番荔枝於土壤深度30公分處深度達-60 kPa時灌溉，尚不會影響番荔枝果之生長發育及果實品質。

番荔枝需水量之推估參考農民多數使用之固定式與旋轉式噴頭，調查灌溉用水習慣，農民使用旋轉式噴頭灌溉一次平均供水約544-872 L/株，灌溉頻率依降雨而定。依結果所示，採用固定式銅質平頭穩壓噴頭，以1-2 kg/cm²壓力，開口3 mm，於開花授粉期及果實發育期，欲維持砂質壤土土

表下30公分處水勢0~ -20 kPa，每次灌溉水量約為199,500 L/ha/hr，灌溉1小時即可，供水400 L/株（500株/公頃），相較慣行灌溉2-3小時，每期作可減少灌溉用水量26.5%。據2022年初步調查結果，以-60 kPa為起灌點，不影響番荔枝植株生育及果實品質，惟小果生長期為細胞分裂的重要時期，若植株留果數較多，以-60 kPa為起灌點是否仍能維持果實品質與產量，則尚待後續進一步觀察。進入果實發育期至採收時期，相對乾旱則有助於果實品質提升，此時若以-60 kPa作為起灌點，臺東地區灌溉周期約17天一次，相比 $\leq$ -40 kPa時灌溉維持新梢抽生時期（5-6月）土表下30公分處水勢0~-40 kPa，約6.6天需灌溉一次，預期可減少灌溉頻率62.3%，有效減少灌溉用水量38.0%。

六、結論

試驗結果顯示，採用固定式銅質平頭穩壓噴頭（1-2 kg/cm²壓力，開口3 mm）於新梢抽生與開花期，維持土表下30公分處之土壤水勢-20~0 kPa，灌溉1小時，平均供水400 L/株，能穩定維持番荔枝生產，且相較慣行灌溉夏期果可減少灌溉用水量26.5%；若以-60 kPa做為果實發育期起灌點，可有效減少灌溉用水量38.0%，且初步調查顯示不影響產量與品質。

七、參考資料

1. 向為民、吳宗諺。2004。農田土壤水分管理。花蓮區土壤特性及合理化施肥研討會論文集 p. 64-68。
2. 唐琦、張裕山。2010。以土壤水分遞減法與熱收支法估算臺東地區新興地番荔枝果園蒸發散量。農業工程學報56:35-43。
3. 黃政龍。2010。無線土壤水分感測系統在番荔枝果園之應用。臺東區農業專訊73:18-20。
4. 張敏德、黃裕益、盛中德。2002。電阻式土壤水分計於灌溉控制之應用。農林學報 51:29-39。
5. Endres L. 2007. Daily and seasonal variation of water relationship in sugar apple (*Annona squamosa* L.) under different irrigation regimes at semi-arid Brazil. Scientia Hort. 113:149–154.
6. George, A.P. and R.J. Nissen. 1988. The effects of temperature, vapour pressure deficit and soil moisture stress on growth, flowering and fruit set of sugarapple (*Annona cherimola* × *Annona squamosa*) 'African Pride'. Scientia Hort. 34: 183-191.
7. Kowitcharoen, L., C. Wongs-Aree, S. Setha, R. Komkhuntod, V. Srilaong, and S. Kondo. 2015. Changes in abscisic acid and antioxidant activity in sugar apples under drought conditions. Scientia Hort. 193:1-6.
8. Kowitcharoen, L., C. Wongs-Aree, S. Setha, R. Komkhuntod, V. Srilaong, and S. Kondo. 2017. Physiological changes of fruit and C/N ratio in sugar apples (*Annona squamosa* L.) under drought conditions. Acta Hort. 1166:195-201.
9. Kowitcharoen, L., C. Wongs-Aree, S. Setha, R. Komkhuntod, S. Kondo, and V. Srilaong. 2018. Pre-harvest drought stress treatment improves antioxidant activity and sugar accumulation of sugar apple at harvest and during storage. Agr. Nat. Resour.52:146-154.
10. Oliveira, J.D.S., E.E.P. Lemos, R.V. Carvalho Filho, E.F. Santos, R.B. Silva, and C.M. Gallo. 2020. Physiological changes in the initial growth of sugar apple (*Annona squamosa* L.) submitted to water stress. Revista de Ciências Agrárias. 43:53-63.

Research on Precision Irrigation of Summer Fruit of Sugar Apple

Tzu-I Li¹, Fang-Kuei Chang², Chia-Hui Yen³, Su-Wen Jiang⁴

¹Assistant Researcher of Banchiu Branch Station of Taitung DARES, MOA

²Assistant Researcher of Crop Improvement Section of Taitung DARES, MOA

³Research Assistant of Banchiu Branch Station of Taitung DARES, MOA

⁴Associate Researcher and Chief of Banchiu Branch Station of Taitung DARES, MOA

Abstract

Affected by climate change, rainfall during wet and dry periods in Taiwan has become increasingly uneven. To cope with environmental changes such as the increase in the number of consecutive drought days and the shift of rainfall seasons in the future, the effective use of water resources has become an important issue. Sugar apples (*Annona squamosa*) are the most important fruit in Taitung. To ensure the effective use of water resources, the water demand and water consumption information of each growth stage of the crop must first be understood, and then a precise irrigation model to achieve the goal of water-saving irrigation while maintaining or increasing profits. This study used a soil water potential meter to investigate the optimal water potential value (Ψ) for the growth of sugar apples at each growth stage and compared it with the estimated water requirement of conventional irrigation methods. The experiment compares the difference between conventional irrigation and non-irrigation in 2022, and conducts drought treatment when the soil irrigation water potential is under -40 kPa and $\leq$ -60 kPa. The growth vigor, meteorological data (weather stations 72S590, 72S200), and soil water potential changes after irrigation were investigated. Results show that due to frequent rainfall in 2022, the soil water potential at 30 cm below the surface is 0 kPa on average during the shoot

development stage, 0~ -30 kPa during the flowering and pollination stage, and the small fruit-to-harvest period is 0~ -40 kPa in conventional irrigation. According to the results of the irrigation test with different water potentials conducted in the rain-shielding facilities in 2022, there was no significant difference in plant growth and fruit weight amount the conventional irrigation group, the under -40 kPa and under -60 kPa irrigation treatment groups. During the test period, the under -40 kPa irrigating group needs to irrigate once every 6.6 days. If it used under -60 kPa irrigating as the starting point, it needs to be irrigated once every 17 days. Based on the fixed time of the fixed sprinkler head, the water consumption can be reduced by 38.0%. And preliminary results show that it does not affect flowering and fruit weight, and can be used as a reference for further research on water-saving technologies.

臺東卑南族保健植物繁殖技術之研究

作物改良科 陳敬文、盧秀俞

卑南族雞酒為族人傳統坐月子不可或缺的料理，配方中常見的植物有白花草（*Leucas mollissima* Wall. var. *chinensis* Benth.）、白花蛇舌草（*Hedyotis diffusa* Willd.）、白花益母草（*Leonurus japonicus*）及紅田烏（*Alternanthera sessilis* (L.) R. Brown）等4種保健植物。為建立無性繁殖及有性繁殖技術，以扦插方式將上述作物於春季進行繁殖，以長度10-15公分，莖節2-4節，帶3片葉之枝條為插穗，扦插於泥炭土、蛭石、珍珠石=1:1:1 (v/v) 混合介質，置於空氣相對溼度約70%-80%之遮陰環境，扦插成活率及生育最佳。播種試驗於控溫生長箱進行，白花草於20/15℃發芽率較佳，然平均發芽速率及株高則以25℃下較佳；白花蛇舌草及紅田烏於20/15℃及25℃發芽率無顯著差異，惟平均發芽速率及株高以25℃下較佳；白花益母草於20/15℃及25℃下發芽率、平均發芽速率及株高皆無顯著差異。本研究已建立上述4種植物繁殖技術，期使族人自給自足，穩定部落原料生產及原民傳統飲食文化之傳承。



圖1、卑南族雞酒料理添加之植物原料。由左至右分別為白花草、白花蛇舌草、白花益母草及紅田烏。



表1.不同留葉數對卑南族保健植物扦插苗生育之影響

作物	留葉處理	發根率(%)	根數(no.)	根長(cm)	株高(cm)
白花草	無	13	2.00 b ^z	1.50 b	5.50 b
	3片葉	75	16.00 a	14.25 a	16.00 a
白花益母草	無	0	0.00 b	0.00 b	0.00 b
	3片葉	63	6.50 a	10.50 a	11.25 a
白花蛇舌草	無	79	5.20 b	4.40 a	8.10 b
	3片葉	96	12.80 a	5.60 a	19.80 a
紅田烏	無	100	21.80 a	11.00 a	16.70 b
	3片葉	100	22.00 a	10.40 a	23.80 a

^z Means (n=3) within each crop and column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's protected LSD test.

表2.以25℃恆溫處理及20/15℃變溫處理對卑南族保健植物實生苗生育之影響

作物	溫度(°C)	發芽率(%)	平均發芽天數 ^y (day)	平均發芽速率 ^x (1/day)	發芽勢 ^w	株高(cm)
白花草	20/15	86.67 a ^z	11.40 a	0.09 b	0.48 a	0.77 b
	25	70.00 b	9.05 b	0.11 a	0.52 a	1.77 a
白花益母草	20/15	91.67 a	5.53 a	0.18 a	0.31 a	1.00 a
	25	66.67 a	3.67 a	0.30 a	0.58 a	1.50 a
白花蛇舌草	20/15	83.33 a	12.00 a	0.08 b	0.50 a	0.10 b
	25	100.00 a	4.40 b	0.23 a	0.50 a	0.60 a
紅田烏	20/15	66.67 a	7.33 a	0.14 b	0.50 a	0.93 b
	25	66.67 a	2.17 b	0.47 a	0.50 a	1.50 a

^z Means (n=3) within each crop and column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's protected LSD test.

^y Σ (每日發芽粒數×播種天數)/總發芽粒數。

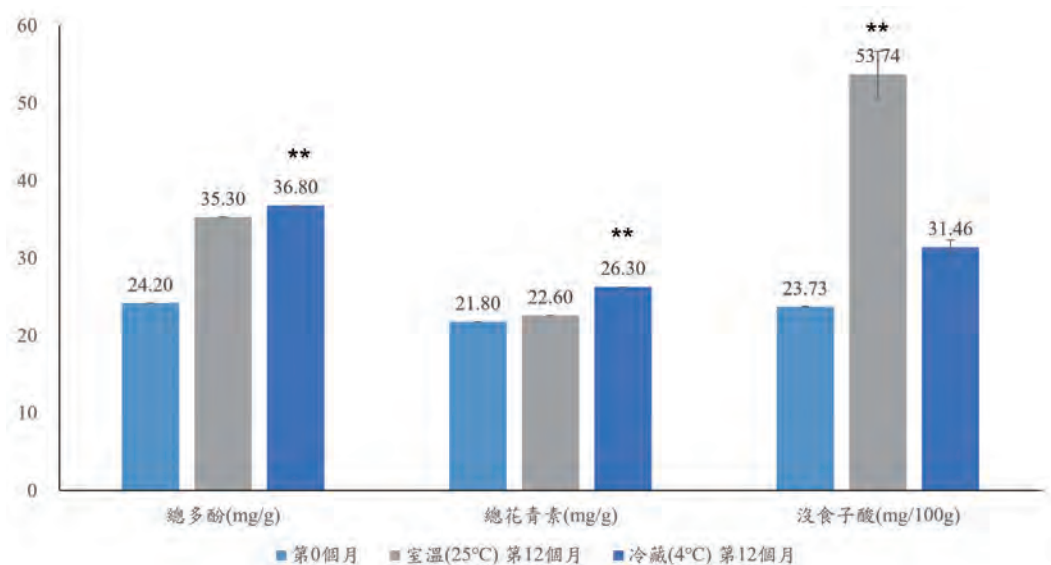
^x $1/\Sigma$ (每日發芽粒數×播種天數)/總發芽粒數。

^w 自開始發芽期間之最高發芽數/供試種子總數。

貯藏條件對洛神葵‘臺東6號-黑晶’乾果萼機能性成分之影響

作物改良科 陳盈方

洛神葵‘臺東6號-黑晶’產期集中於11月，果萼機能性成分主要有總多酚、總花青素及沒食子酸等。本研究探討冷藏（4℃）及室溫貯藏對洛神葵‘臺東6號-黑晶’乾果萼機能性成分之影響。新鮮去籽果萼以1%鹽水清洗，並利用清水漂洗除去鹽分，以60℃熱風乾燥進行製作乾果萼。樣品經貯藏1年後，兩種貯藏方式於總多酚、總花青素及沒食子酸含量皆增加，總花青素含量於初產製時為21.08 mg/g，經貯藏1年後，冷藏樣品含量為26.30 mg/g，室溫貯藏樣品含量為22.60 mg/g且花青素變化穩定，顯示洛神葵臺東6號果萼乾製品可於室溫貯藏，惟仍須注意避光並保持環境乾燥，減緩貯藏期間製品水活性與含水率升高而影響品質。藉由高機能成分新品種開發及加工技術，持續開拓保健食品市場，有助於洛神葵產業提升與發展。



圖、洛神葵‘臺東6號-黑晶’乾果萼之機能性成分及其貯藏變化



春石斛‘臺東1號-貓熊’之育成

作物改良科 李文南

春石斛（*nobile-type Dendrobium*）為石斛蘭屬（*Dendrobium*）植物，係由金釵石斛（*Den. nobile*）原種群所雜交選育出之品種群的總稱，具有組織培養無性繁殖容易、花朵符合大眾審美需求，及可利用溫度進行產期調節等符合商業花卉需求之生物特性。因其自然花期集中於每年2-4月之春季，故名之春石斛。春石斛產業競爭力之主要關鍵因子為品種（系），目前臺灣仍缺乏新品種以穩固市場需求，本場以傳統雜交技術經多年選育，育成新品種石斛蘭（春石斛）‘臺東1號-貓熊’，於2023年3月31日取得品種權（證號：品種權字第A02912號）。本品種翼瓣、上下萼瓣皆為圓形至卵圓形，花型外觀圓潤，且翼瓣除暈色外，內側具有點斑，為目前商業春石斛品種少見之特徵，具有高辨識度（圖1）。臺灣氣候下自然花期集中於春季3至4月。本品種生長快速、氣候適應性佳，視覺效果特殊，具有市場潛力（圖2）。

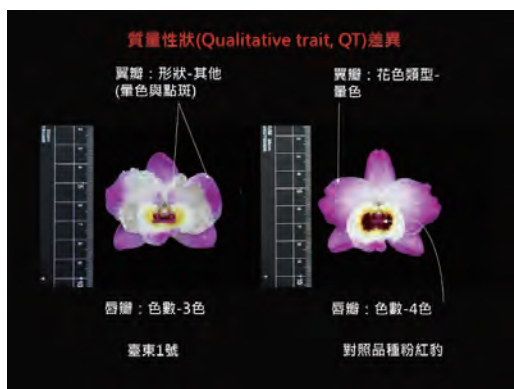


圖1、春石斛‘臺東1號-貓熊’翼瓣圓潤，且同時具有暈色與點斑，為目前商業品種所罕見。



圖2、春石斛‘臺東1號-貓熊’外觀圓潤亮麗，為組合盆花優良素材。

小米傳統播種方法與育苗移植技術之生產成本比較

作物改良科 張芳魁

小米傳統栽培係以人工撒播或機械條播方法種植，生育期間進行間拔與除草作業至少1次，每0.1公頃撒播栽培需4人×3天之工作量，條播栽培則要4人×2天之工作量，過程耗時費力，不易擴大生產規模。小米育苗移植技術係以蜂巢式紙穴盤先育苗2週，再用移植機以人力拖拉的方式將苗移植到田間，由於種植密度固定（株距10公分），小米無需間拔；種植時，小米苗已生長2週，後續不易受雜草影響，可省略除草作業。育苗移植所使用的種子量少，僅是人工撒播的1/10，機械條播的1/2。育苗移植技術初期投入的設備與材料成本約10萬元。種植0.1公頃約需要76個紙穴盤，紙穴盤每盤有264穴格（共約20,000株），利用播種盒播種，種子可同時落入每一個穴格，提升操作效率，約耗費2人×2天之工作量。移植前需充分將田間土壤打鬆與推平，俾利移植時苗的地下部順利埋入土中，對整地的要求高於撒播或條播栽培。利用移植機移植小米僅需拉動機械即可完成種植，方便又省工。拉動過程，苗與紙穴盤被拉成一長條，苗依序被埋入土中，開溝、放苗及覆土，所有動作一併完成。使用單行式移植機種植0.1公頃小米約1人×4小時之工作量。比較採收前投入的成本，人工撒播、機械條播及育苗移植每0.1公頃分別約30,000元、22,350元及25,500元。綜上所述，育苗移植技術比傳統栽培更有利於擴大小米生產規模，解決缺工問題。



表1. 不同種植方式小米種子用量、工作量及投入成本之比較

種植方式	每公頃 種子用量	每0.1公頃工作量			每0.1公頃投入成本
		種植前作業	播種或移植	間拔與除草	
人工撒播	5~10公斤	除草、鬆土	1人×2小時	人工： 4人×3天	整地成本：5,000元 人力成本：25,000元 合計：30,000元
手推式 播種器	1~2公斤	除草、鬆土、 開溝	1人×2小時	人工+機械： 4人×2天	整地成本：5,000元 人力成本：17,000元 設備成本：350元 (以7,000元每年2季共10年攤提計算) 合計：22,350元
育苗移植 技術	約0.5公斤	除草、鬆土、 整平 育苗： 2人×2天 (76盤)	單行式： 1人×4小時 雙行式： 1人×2小時	可省略	整地成本：5,000元 人力成本：9,000元 耗材成本：7,000元 設備成本：4,500元 (以90,000元每年2季共10年攤提計算) 合計：25,500元

※人工成本以每人每天工資2,000元計算，不足半天則以1,000元計算。

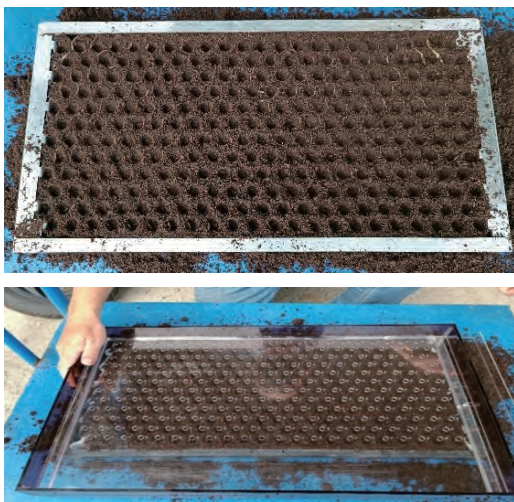


圖1、利用蜂巢式紙穴盤與播種盒進行育苗



圖2、利用單行式移植機種植小米

東部地區水稻水資源利用效率探討

作物改良科 廖勁穎

為探討東部地區水稻水資源利用效率，112年度於臺東縣關山鎮小尺度灌溉示範場域進行不同插秧期間水稻用水效率試驗，場域面積共計5公頃，設置田間智慧灌溉系統，觀測項目包含進水量、排水量、即時流量、灌溉量、土壤濕度、土壤pH值、田間水位；透過自動化監測數據，分析及收集不同田區的用水資訊。112年第1期作進行4個不同插秧期（1月中旬、1月下旬、2月上旬、2月中旬）用水量調查，結果顯示，用水量最大需求均集中於分蘗始期至曬田期，其次為幼穗分化期至抽穗期。場域田灌溉量平均為11,781.6 m³/ha，水稻生產水利用效率為0.87 kg/m³。以不同插秧期實際灌溉用水量，估算統一插秧期用水量，除了4月中旬曬田期外，不同插秧期用水尖峰均少於統一插秧期，顯示錯開插秧期可避免用水過於集中，降低假性斷流發生，有效分配水資源利用。

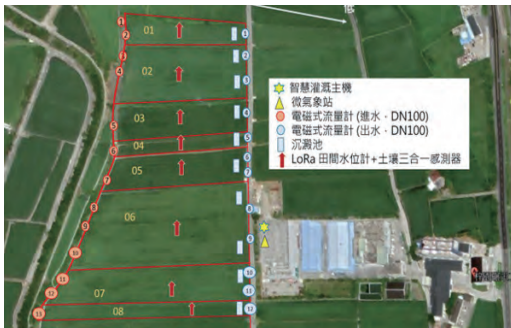


圖1、於臺東縣關山鎮建立小尺度灌溉示範場域



圖2、田間智慧灌溉平台即時監控田間各項觀測資料





圖3、示範場域設置儀器設備包括：出入水口電子流量計、田間水位計、氣象站

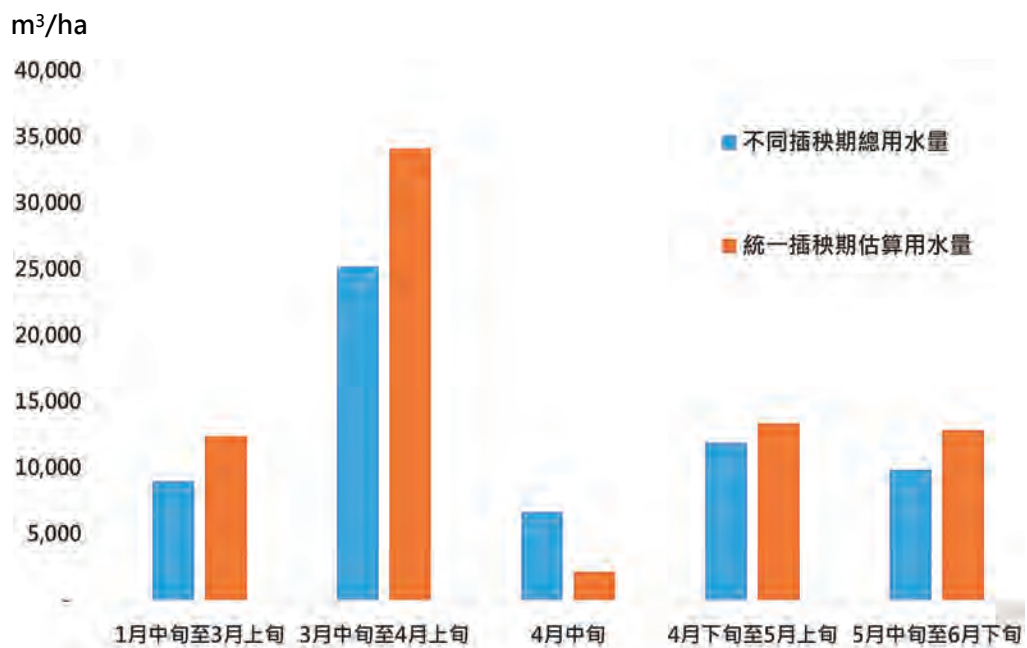


圖4、以不同插秧期實際灌溉用水量估算統一插秧期用水量，除4月中旬曬田期外，不同插秧期用水尖峰均少於統一插秧期

水稻臺東35號在節水栽培之應用

作物改良科 丁文彥

以水稻臺東35號為材料，探討水稻生育期間減少灌溉用水量20%與氮肥用量對水稻產量及品質之影響。結果顯示，2019年採節水栽培處理者，其株高較矮，1期作氮肥用量120公斤之處理每公頃產量為4,803公斤，較慣行法減少21.8%；氮肥用量80公斤之處理則減產35.1%；2期作亦分別減產29.7%及24.9%；稻米品質則有蛋白質含量較低，食味值較高的情形。2020年在節水栽培下採增施氮肥用量發現，施用氮肥160公斤之處理，其株高較高，1、2期作每公頃產量較慣行法分別減少6.8%及2.5%；稻米品質則有蛋白質含量較高，食味值較低的趨勢。由以上結果顯示，節水栽培影響水稻產量的表現，提高氮肥用量可降低因缺水逆境所造成的減產現象，可作為未來推動節水栽培之參考。

表1. 2019年節水栽培與氮肥用量對水稻臺東35號農藝性狀及產量之影響

期作	處理	氮肥用量 公斤/公頃	株高 公分	穗數 支	穗長 公分	稔實率 %	產量 公斤/公頃
I	慣行法	120	89.4a	25.0	17.0	89.1	6,146a*
	節水20%	80	79.6b	13.2	15.0	95.0	3,986c
	節水20%	120	75.7c	15.3	15.6	96.6	4,803b
II	慣行法	120	100.6a	15.9	20.3	90.3	6,080a
	節水20%	80	93.1b	14.9	19.6	97.4	4,566bc
	節水20%	120	92.6b	14.8	16.6	93.6	4,274c

*同一欄英文字母相同，表示平均值差異未達5%顯著水準。

表2. 2020年節水栽培與氮肥用量對水稻臺東35號農藝性狀及產量之影響

期作	處理	氮肥用量 公斤/公頃	株高 公分	穗數 支	穗長 公分	稔實率 %	產量 公斤/公頃
I	慣行法	120	104.1b	23.4	18.5	94.4	6,380a*
	節水20%	120	98.2c	22.0	17.8	86.9	5,622c
	節水20%	160	109.5a	26.0	17.7	92.3	5,949bc
II	慣行法	120	93.4a	18.8	19.8	98.8	6,123a
	節水20%	120	84.4c	18.0	17.9	93.2	5,214b
	節水20%	160	90.2b	21.1	19.0	89.0	5,969ab

*同一欄英文字母相同，表示平均值差異未達5%顯著水準。



有機水稻黑椿象綜合防治技術

作物環境科 王誌偉

臺東稻米品質優良遠近馳名，關山鎮梓園碾米工廠配合有機農業政策，109年號召成立連綿100公頃的有機水稻栽培區，於去（111）年稻黑椿象大發生，惟各項現有有機可用之防治方式效果相當有限。臺東區農業改良場（以下簡稱為臺東農改場）與苗栗區農業改良場（以下簡稱為苗栗農改場）、國立中興大學等單位共同努力合作，1年內研發出有效的稻黑椿象有機防治策略，讓原本已打算放棄有機栽培的60多位農友，重新燃起堅持有機栽培的信心。

稻黑椿象為臺灣早期水稻五大害蟲之一，1970年代化學農藥普遍使用後已鮮少發現。關山鎮水稻田區轉行有機栽培3個期作後，110年第2期作收割時，部分田區出現大量稻黑椿象成蟲，當期作全區100公頃收成僅有機栽培正常收穫量之7成、損失慘重；111年第1期作結束時，田間稻黑椿象成蟲總數估計達上億隻，產量降至約300公噸，部分為害嚴重田區幾乎無收成。112年度第1期作經由臺東農改場與各單位攜手合作下，產量已恢復正常水準。

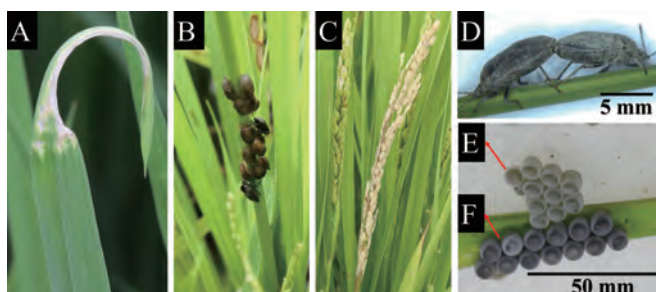


圖1、稻黑椿象危害等田間照片。水稻葉片受稻黑椿象為害葉尖乾枯(A)、稻黑椿象成蟲聚集於水稻莖桿吸食為害(B)、為害後稻穗不稔呈白穗狀(C)、成蟲交尾(D)、稻黑椿象剛產下卵塊呈墨綠色(E)、被寄生蜂寄生時呈黑色(F)。

稻黑椿象有機綜合防治策略

- 每年發生2代（與水稻栽培季同步）
- 避免施用過多氮肥

各階段防治策略

成蟲

3月、8月分藥期，監測每10稻樞平均聚集2隻以上時，以黑殭菌防治，降低密度。

卵

3月、8月下旬釋放黑卵蜂。
本場與苗栗農改場合作完成建立量產及釋放技術。

若蟲

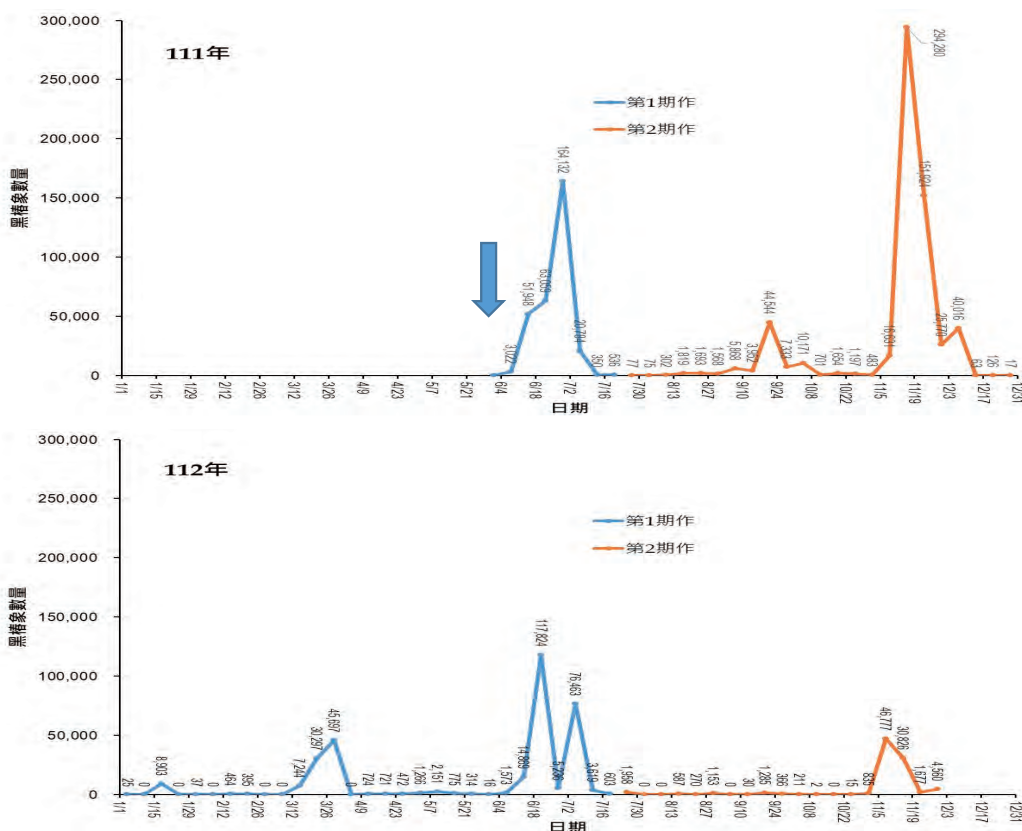
4月、9月若蟲孵化期，監測每稻樞平均出現5隻以上或1個以上白色卵塊時，再次以黑殭菌加強防治。



燈光誘集監測水稻黑椿象族群動態

作物環境科 蔡恕仁

關山鎮梓園碾米工廠於2020年推動110公頃水稻田區由慣行轉為有機栽培，在無化學農藥施用的環境中，沈寂已久的害蟲稻黑椿象，歷經4期作已繁衍出龐大族群。2022年1期作該區域約有50公頃田區發生嚴重，影響收成，唯當時無有效資材可供防治；同年2期作為害更甚，水稻收割後大量稻黑椿象移動至鄰近民宅，造成民眾恐慌。為評估田間稻黑椿象族群，以本場研製之溺水式太陽能捕蟲器為基礎，改製成大型棚架式燈光誘集裝置，以監測田間稻黑椿象族群動態。稻黑椿象於日落後被燈光誘引，開燈後1個小時誘引數量為最多。調查發現，水稻分蘗期（春分、秋分）有一小波峰產生，此為稻黑椿象移動至水田進行交配之時期；稻黑椿象被燈光誘引最大數量出現於稻作收穫時。此外，1期作插秧前翻耕土地時有一微小波峰出現，研判係原本躲藏於土中之稻黑椿象受到干擾而飛出。目前稻黑椿象因生物防治成效良好而數量驟減，而捕獲之成蟲數與田間族群數量之相關性仍待進一步確認。



改變果園雜草管理方式增進土壤碳匯

作物環境科 黃文益 張繼中

為延緩地球暖化，目前世界各國已達成2050淨零碳排的共識，而減少大氣中溫室氣體的總量是各部門努力的目標，在農業方面將大氣中的二氧化碳固定成能增進土壤地力的有機質也稱為「土壤碳匯」的方式，是農業淨零碳排目標中的重要作業模式。果園中增加土壤碳匯有二種簡便的方式，首先農友要改變雜草管理方式，儘量不使用除草劑或降低使用量（圖1），因為果園中的綠色草類能行光合作用，將大氣中的溫室氣體二氧化碳固定成植物生質體，最後再成為土壤有機質的一部分。其次可循環利用農業副產品如稻稈，經編織後敷蓋於果樹樹冠下可降低農友雜草管理人力，且稻稈為光合作用的產物，亦能增進土壤有機質含量（圖2）。本場於果園進行不同雜草管理方式試驗，並調查其對土壤有機質的影響，結果顯示在半年後草生栽培及敷蓋稻稈試驗組土壤有機質含量均高於噴施除草劑的對照組（表1），顯示果園草生栽培及有機敷蓋有增加土壤有機質含量的趨勢。因此農友在果園雜草管理方式可採用全園草生，或用有機敷蓋，儘量降低除草劑使用以增加土壤碳匯，為延緩地球暖化盡一份心力。

表1. 不同地被植物對土壤地力的影響

處理	pH	電導度 mS/cm	有機質 %	有效性磷 mg/kg	交換性鉀
草生栽培	6.1	0.11	2.2	738.0	128.8
編織稻桿	5.6	0.10	2.4	733.7	132.7
除草劑	6.2	0.09	1.9	775.6	102.3



圖1、使用除草劑會降低土壤有機質含量。



圖2、樹冠下敷蓋稻稈能循環利用、抑制雜草且能增進土壤碳匯。

稻草利用機械回收試驗與應用

作物環境科 黃政龍

水稻是臺灣主要的栽培作物，除了生產稻米外，也會產生大量的剩餘資材-稻草。隨著時代變遷及石化工業的發展，稻草的利用率逐漸下降，目前主要作法是在收穫時以機械進行細碎，待犁耕時混拌入土壤中，但稻草翻耕掩埋後，尚需一段時間才能分解，特別是第一期作收穫至第二期作插秧之間時程緊迫，部分混入土壤中之稻草未完全分解，易引起窒息病。為促進稻草循環利用，本場以機械進行稻草回收作為覆蓋資材使用，相關機械及運用分別介紹如下。

- 一、小型稻草打包機（圖1）：稻草打包機為附掛式，機體附掛於曳引機後方作業，可將平鋪於田間之稻草拾起並捆綁為圓柱形。收集的稻草卷直徑最大可達50公分、長度約80公分，稻草卷的大小及重量適合單人於田間搬運作業，較傳統人工捆綁省時省力，為目前稻草收集之主流。
- 二、稻草鋪平及編織機械（圖2）：傳統稻草回收若做為覆蓋資材，除直接鋪設外，也可以編織為草蓆以方便利用。以本場研製之稻草鋪平機械配合現有稻草編織機械，將前述之稻草卷自動解包並編織成稻草蓆，僅1人即可作業，較傳統無鋪平機械可減少1-2人，每小時約可編織150-168公尺。作業時可依需求排列不同厚薄之稻草，形成不同重量及實度之草蓆，如純粹覆蓋防止雜草，則可編織厚一點，以增加防草效果；如以種植蔬菜或草皮為主要目的，則可稀疏一些，避免壓縮作物的生長空間。



圖1、曳引機附掛小型稻草打包機於田間收集稻草作業情形



圖2、稻草鋪平機械配合編織機械可單人作業

有機番荔枝果園之地被植物（雜草）管理技術

班鳩分場 陳奕君

有機栽培果園著重生態環境及生物多樣性，藉由天敵效應及拮抗作用等生態力量逐漸控制病蟲害及促進地力表現，使得果園整體生態環境達到相對平衡穩定狀態，進而降低對資材的依賴，其中地被植物（雜草）扮演重要關鍵角色。優質的有機番荔枝果園地被樣態，應具有草種多樣性。為兼顧省工與果園生態且符合果農管理需求，本場建議地被管理模式為，於需靠近植株進行相關栽培管理作業前，以農機具進行地被管理，並儘量採分時段及分區域方式進行，以保留「生態跳島」，緩衝對地被生態之影響；其他時期，原則上果園地被盡量保持高度覆蓋。

實務操作要點如下：一、管理時期：於修剪、肥培、人工授粉、套袋及採收等作業期之前，視地被狀況進行割草或抑草處理（主要處理位置為人員作業動線），以利進行管理作業；其他時期亦須注意，若地被植物過高，較低處的果實會有擦傷的風險，亦須進行適度的地被處理。二、操作方式：（一）行間及樹冠下，以乘坐式割草機進行處理。若地被過高過密，須將其割短時，啟動割草部作業；不須割草時，則將割草盤降到最低（貼地表）且不啟動，連同輪胎，以拖拉、輾壓地被方式進行抑草處理即可。一般而言，行間的地被較不會影響到管理作業，建議保留完整的地被狀態，作為生態跳島；需處理時，建議採上述抑草方式，儘量能最大程度保留之以維護生態。（二）樹冠下株間（即乘坐式割草機無法作業之處），若地被過高時，以人工揸負式割草機進行割草；若尚不需進行割草，則可利用動力綠籬剪將其割短，或人員靠近作業時，順勢將較高的地被踩踏使其倒伏即可。



圖1、理想的有機番荔枝果園地被樣態，應具有草種多樣性（右）；整體生態環境優於草相單一的慣行農法果園（左）。

留果數對刺番荔枝夏期果品質及產量之影響

班鳩分場 陳筱鈞

刺番荔枝 (*Annona muricata* L.) 在臺東地區可生產冬期果及夏期果，其中夏期果之生產方法為10月至11月進行人工授粉，於隔年的夏季採收果實，因此生育期長且橫跨冬、春兩季。刺番荔枝為熱帶果樹，耐寒性較低，在冬季及春季期間多有落葉及落果情形，使得夏期果的生產較冬期果不易。為穩定刺番荔枝夏期果之生產，本研究探討留果數對夏期果產量及品質之影響。試驗於10月及11月進行人工授粉，10月授粉之處理含單株留10粒、留20粒及留30粒；11月授粉者因開花量較少，處理為單株留10粒、留15粒及留20粒。結果顯示，留果數對果實生育（停滯期及發育期日數）及落果率無顯著影響（表1），但落果率皆偏高，10月授粉者為42.4%至56.2%，11月授粉者為34.9%至57.7%。果實品質方面，留果數對果肉可溶性固形物含量及可滴定酸無顯著影響，僅11月授粉之單果重具顯著差異，但不影響商品價值（表2），惟不論授粉月份，夏期果在後熟階段多有軟熟不均問題，推測與採收成熟度有關。單株產量受留果數影響大，10月處理者，以留20粒及30粒處理明顯較高，分別為28.8kg及30.9kg，留10粒者最低，僅18.4kg；11月授粉者，單株產量以留20粒者顯著最高，為26.7kg，留15粒者可能受實生苗個體差異影響，僅9.7kg。考量經濟生產，建議10月授粉之留果數採20至30粒，11月授粉者採20粒；果實品質雖不受留果數影響，但後續應建立採收成熟度判別技術。

表1. 刺番荔枝夏期果不同留果數處理之果實生育、落果率及單株產量比較

授粉時間	處理	停滯期 日數	發育期 日數	落果率 (%)	單株產量** (Kg)
10月	留10粒	110.5 ± 5.1	235.8 ± 2.7	42.4 ± 5.9	18.4 ± 1.1b
	留20粒	105.7 ± 4.9	225.3 ± 3.6	43.9 ± 7.6	28.8 ± 3.7a
	留30粒	91.0 ± 7.2	228.3 ± 5.0	56.2 ± 5.3	30.9 ± 3.6a
P-value		0.086	0.182	0.278	0.003
11月	留10粒	96.1 ± 7.6	217.3 ± 4.5	34.9 ± 16.0	16.3 ± 3.2ab
	留15粒	94.4 ± 1.8	210.3 ± 3.6	57.7 ± 16.4	9.7 ± 3.1b
	留20粒	97.7 ± 2.4	220.4 ± 4.0	44.3 ± 21.7	26.7 ± 4.6a
P-value		0.880	0.239	0.656	0.004

表2. 刺番荔枝夏期果不同留果數處理之果實品質比較

授粉時間	處理	果實重量* (g)	可溶性固形物含量 (°Brix)	可滴定酸 (%)
10月	留10粒	2976.7 ± 151.3	11.7 ± 0.4	0.91 ± 0.04
	留20粒	2710.6 ± 212.3	10.9 ± 0.4	1.06 ± 0.18
	留30粒	2795.5 ± 175.3	11.5 ± 0.6	0.83 ± 0.01
P-value		0.584	0.496	0.320
11月	留10粒	2622.9 ± 129.3 b	11.7 ± 0.6	0.90 ± 0.05
	留15粒	3705.8 ± 314.2 a	12.6 ± 0.7	0.89 ± 0.06
	留20粒	2967.5 ± 209.6 ab	12.5 ± 0.6	0.9 ± 0.03
P-value		0.047	0.654	0.945



以質構儀建立鳳梨釋迦果實軟熟程度之非破壞檢測技術

班鳩分場 江淑雯 林逸文 陳筱鈞

鳳梨釋迦為更年性水果，果實的軟熟程度會影響貯架壽命及加工利用，因此本研究利用非破壞式質構儀測量果實之形變與拮抗力，以準確判別鳳梨釋迦的後熟程度。試驗將鳳梨釋迦以手感區分為硬果、六分熟、七分熟及八分熟果，質構儀採直徑10mm探頭，固定向下位移深度，測定果實中段鱗目處之拮抗力值，並與破壞式硬度計比較。結果顯示，質構儀測量果實拮抗力值與破壞式硬度計具顯著之線性關係（圖1），判定係數（ R^2 ）為0.9，顯示質構儀非破壞檢測可與傳統破壞式硬度計相互驗證。觀察檢測後之果皮外觀狀況，破壞式硬度計易造成果皮傷口，並產生木質化癒傷組織或褐斑（圖2）；質構儀僅產生淡淡壓痕，且痕跡幾乎可被肉眼忽視。不同軟熟程度果實之質構儀拮抗力值具顯著差異，硬果為5673.3g、六分熟果為2013.0g、七分熟果為1284.5g、八分熟果為549.0g（圖3），顯示質構儀可有效區分鳳梨釋迦果實的軟熟程度，未來可應用於後熟程度的判別，並能讓加工端取得軟熟狀態穩定且一致之果實。

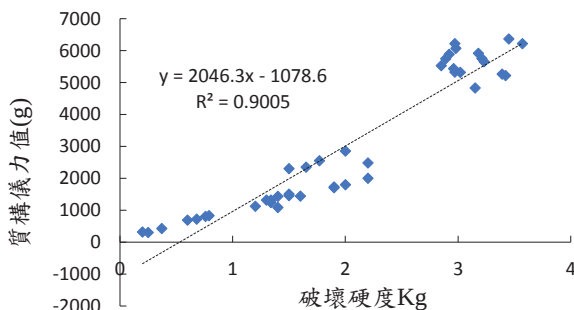


圖 1、質構儀拮抗力值與破壞式硬度計之迴歸分析

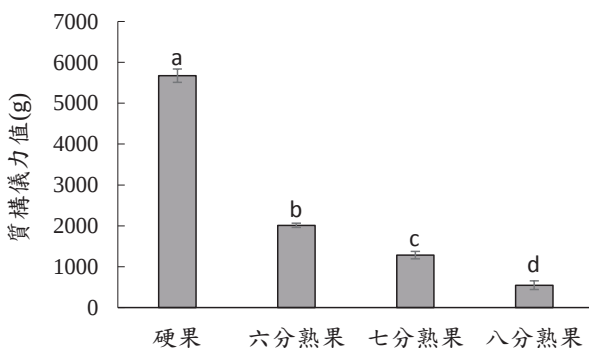


圖 3、不同軟熟程度鳳梨釋迦之拮抗力值



圖 2.鳳梨釋迦檢測後之果皮外觀狀況
(A)破壞式檢測 (B)質構儀檢測

臺東南迴線部落農業技術需求盤點及輔導

詹欽翔 助理研究員

臺東場於本（112）年針對臺東南迴線廊道原民部落進行生態農業技術缺口盤點，藉由訪談部落指標性人物，蒐集6個鄉鎮11個部落之農產業概況及農業技術需求，結果需求排序最高的是原味餐盒開發（9分），第2為種原保存技術（8分），第3為農遊體驗活動設計（6分）。依據各部落發展需求，辦理「找回原力部落行動學堂」系列課程，培育部落農業專業人才；截至本（112）年9月底，辦理6場次，共計178人參加，課程包括原味餐盒開發、原鄉創意料理示範觀摩及實作、原民蔬菜及保健植物種原保存技術、農遊體驗活動設計等。課程以滿意度分析與前後測驗，作為分析學員知能學習幅度之重要數據。6場次課程平均整體滿意度為4.8分（滿分為5分），學員對課程安排為「滿意」；前後測驗結果，6場次學員之整體知能提升10.22%，學習效果良好。

表1、南迴線廊道部落技術缺口統整表

技術缺口類別		達仁鄉			大武鄉		金峰鄉		太麻里鄉	臺東市		卑南鄉	需求數量統計(占比)	需求數量排名
		森永部落	安朔部落	土坂部落	大島部落	愛國滿部落	壠坵部落	嘉蘭部落	大溪部落	射馬干部落	普悠瑪部落	下賓朗部落		
生產技術類別	種原保存技術												8 (72.7%)	2
	雜糧栽培技術												5 (45.5%)	4
	原民蔬菜栽培技術												3 (27.3%)	5
	病蟲害防治技術												2 (18.2%)	8
加工技術類別	加工產品開發												3 (27.3%)	5
	加工產品包裝設計												3 (27.3%)	5
六級產業類別	農遊體驗活動設計												6 (54.5%)	3
	原味餐盒開發												9 (81.8%)	1
	部落廚房建置												1 (9.1%)	9

備註：紅色填滿部分為有需求之項目

表2、找回原力部落行動學堂課程學員前後測分析結果

場次 項目	1	2	3	4	5	6	平均
	歷坵部落小米學堂	射馬干部落草地便當	臺東專科學校餐旅科西餐教室	金峰鄉嘉蘭部落卜拉米農坊	大武鄉大島部落社區關懷據點	卑南鄉遊客中心	
平均前測成績(分)	83.33	80.42	80.77	69.29	85.00	85.53	
平均後測成績(分)	93.33	87.92	88.08	81.43	88.75	93.24	
進步程度	12.00%	9.32%	9.05%	17.52%	4.41%	9.01%	10.22%



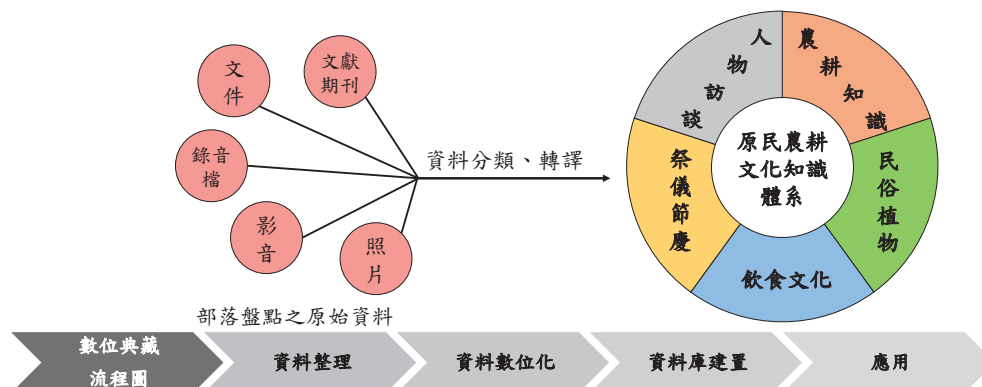
原民傳統農耕文化與知識數位典藏建置應用

農業推廣科 黃蒼臻

原住民族農耕知識主要透過生活中的實踐及口耳傳承，隨著時代演變，部落人口外移及老化，知識傳承及保存越發困難。本研究藉由部落訪談及田野紀錄等方式盤點各原鄉部落傳統農耕知識，建立原民農耕知識數位典藏資料庫，將知識及資料以數位化方式記錄，大量且穩定長久的保存，未來透過網際網路推播，相關知識應用範圍能更加廣闊。目前已盤點縱谷線及南迴線等11個原鄉部落，涵蓋阿美族、布農族、魯凱族、排灣族、卑南族等族群之農耕及飲食文化資料，將盤點之各項原始素材如田野採集實物、影音紀錄、歷史文獻及現地訪談文字稿等彙整、分門別類，轉化為相同規格之數位物件，加入後設資料描述，並依據採集素材分類成民俗植物、人物訪談、祭儀節慶、飲食文化和農耕知識5個類別（表1），透過串聯各知識架構及藏品資料，呈現部落農耕知識體系。藉由數位典藏方式保存部落傳統農耕知識，達到資訊流通及共享，俾有助於未來原住民族知識傳承及產業多元應用。

表1.數位典藏知識欄位資訊

知識類別	內容細項
民俗植物	收集部落內常用之植物名稱，包含族語、使用族別/部落、物種學名、利用部位、用途類別、生長季節。
人物訪談	主要記錄部落訪談對象之族別、部落、族名、部落簡介、人文資訊、產業類型、訪談內容(逐字稿、影音資料)等。
祭儀節慶	以各族群部落持續運作儀式為主，包含農耕相關祭儀、生命禮俗祭儀、其他傳統祭儀、農事禁忌、社會規範、祭儀使用植物及其代表意義等。
飲食文化	包含節慶料理、日常飲食等，記錄其族語、料理方式、所利用之(動)植物食材種類、採集/利用月份、利用部位、對應時序等。
農耕知識	記錄部落栽培/採集作物種類、作物生產時序、傳統農耕模式、農事禁忌、生態智慧等。



國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

食農×原力暨年度試驗研究推廣成果研討會專刊 / 丁文彥, 王誌偉, 江淑雯, 李子易, 李文南, 吳菁菁, 林真如, 林逸文, 武撒恩·卡羅, 許如君, 郭愷瑋, 張芳魁, 張繼中, 陳奕君, 陳盈方, 陳振義, 陳筱鈞, 陳敬文, 黃文益, 黃立中, 黃政龍, 黃蒼臻, 詹欽翔, 廖勁穎, 蔡恕仁, 盧秀俞, 顏嘉慧, 藍保·卡路風作; 盧柏松總編輯. -- 第一版. -- 臺東市: 農業部臺東區農業改良場, 民113.01

面; 公分

ISBN 978-626-7368-84-8 (平裝)

1.CST: 農業部臺東區農業改良場 2.CST: 農業推廣 3.CST: 技術發展 4.CST: 文集

430.33

112021944

版權所有·翻印必究

書名: 食農×原力暨年度試驗研究推廣成果研討會專刊
發行人: 陳信言
總編輯: 盧柏松
副總編輯: 江淑雯
編輯: 陳筱鈞、李子易
作者: 丁文彥、王誌偉、江淑雯、李子易、李文南、吳菁菁、林真如、林逸文、武撒恩·卡羅、許如君、郭愷瑋、張芳魁、張繼中、陳奕君、陳盈方、陳振義、陳筱鈞、陳敬文、黃文益、黃立中、黃政龍、黃蒼臻、詹欽翔、廖勁穎、蔡恕仁、盧秀俞、顏嘉慧、藍保·卡路風(按姓名筆劃順序排列)
工作團隊: 丁文彥、王天佐、王金龍、江念主、吳英政、吳蕙茗、林逸文、周泳成、周碧慧、高玉美、高梁傳義、許力尹、陳奕君、陳柏源、陳振義、陳德源、楊健道、劉素瑛、劉福義、蔡恕仁、顏嘉慧、蘇炳鐸(按姓名筆劃順序排列)
出版機關: 農業部臺東區農業改良場
地址: 950244臺東縣臺東市中華路一段675號
電話: (089) 325110
網址: <https://www.ttdares.gov.tw>
電子信箱: service@mail.ttdares.gov.tw
印刷: 時岱企業有限公司
電話: (089) 323025
出版年月: 中華民國113年1月
版次: 第一版第一刷250本
定價: 新臺幣320元整
展售書局: 五南文化廣場 臺中市北屯區軍福七路600號(物流中心)
<https://www.wunanbooks.com.tw/>
國家書局 臺北市松江路209號1樓
<https://www.govbooks.com.tw/>

GPN : 1011300030

ISBN : 978-626-7368-84-8 (平裝)