

農業技術擴散，整合落地布局

跨域技術整合 打造葉菜穩產設施

林禎祥¹ 李阿嬌¹

壹、設施葉菜產業現狀與挑戰

短期葉菜類為國內重要的蔬菜品項，全國栽培面積超過2.7萬公頃，根據農糧署105年建構農業資源行動調查服務體系計畫（農業設施調查）及地方政府109年設施面積統計，北部地區設施葉菜栽培約4,730公頃（473公頃x複種10次，桃園市占79%、新竹縣占11%），占全國栽培面積比例雖不高，但肩負平衡夏季蔬菜產銷功能（穩定供貨、平抑物價）。設施葉菜生產需耗費相當多人力，桃園區農業改良場（簡稱桃園場）根據農場整地種植至採收各工作階段調查，栽培過程以採收、種植及田間管理勞力支出占總生產勞力之45%、29%及17%最多。此外，農場栽培經驗不易傳



農業公費專班教育訓練除理論課程外，並進行田間操作以累積實務經驗，有利於學員未來投入產業應用。

| 註1：農業部桃園區農業改良場。

承，當栽培環境及田間管理人員不同，常出現葉菜產量及品質不穩定而影響供貨。整體而言，雇工不易，勞力普遍缺乏及產量、品質易因環境不同而變動，為產業普遍面臨的問題。

貳、技術擴域整合對應解決產業問題

桃園場根據設施葉菜產業需求，組成包含作物栽培、農業機械、有害生物防治、問題土壤管理及智慧農業等專家之跨領域產業輔導小組，根據田間作業之規劃、生育、採收及採後處理等不同時期，盤點農場技術需求，如輪作、土壤管理、種子種苗檢查、病蟲害整合管理（IPM）、雜草管理、智慧灌溉、省工農機及冷鏈等進行模組化設計，藉由場內各單位之不同場域（各自測試場域、共同測試場域、育成基地及驗證場域等）進行技術彼此間之調校，建立一套可複製且可隨環境變動調整之栽培技術套組，並以技術套組導入前之農場經營情形為比較基準，調查、分析技術套組導入後之經營效益，供設施葉菜栽培者參考。

參、技術擴散應用具體措施

桃園場以栽培技術套組為基礎，再根據農場環境，進行技術導入客製化設計，滿足農場省工、維持葉菜產量及品質之需求。技術如何擴散至農

民場域，以田間每天均需操作的智慧灌溉系統，及省工並可提升田間效率之可變行株距葉菜移植機操作技術套組為例進行簡要介紹：

一、智慧灌溉

田間管理過程中，澆水頻率及水量須隨著葉菜種類、生育期及季節的不同進行之調整。因此，澆水工作之良窳直接影響作物產量及品質，實務上此工作多由農場主或資深員工操作，耗時、費工且可取代性低，難以複製及擴散。有鑑於此，桃園場建立智慧農業開發系統，運用網頁可視化之程式積木編排，大幅降低農場設備建置成本，且農場可根據環境條件、設備規格及生產需求，設計客製化的管理模式。為協助農場快速建立系統應用能力，桃園場進一步設計3階段輔導措施，分別為1. 透過手機介面控制（遠端控制）；2. 設定灌溉閥值，透過 LineBot 訊息通知再由管理者決定操作與否（人機協同決策）；3. 透過程式積木編排，以區域為單位進行管理（排程控制）等，藉由此過程逐步累積灌溉決策參數及建立使用者操作信心，在減輕勞力負擔過程中朝全程管理智慧化邁進。

二、可變行株距葉菜移植機操作技術套組

穴盤苗人工移植為設施葉菜常見的種植方式，耗時、費工且長時間

附表. 技術套組驗證/示範場域建立情形

農場/地點	場域別	建置時間	技術項目
A有機農場/臺南市柳營區	驗證、示範	111/04/13	可變行株距葉菜移植機操作技術套組
B農場行/雲林縣荊桐鄉	驗證	111/08/25	可變行株距葉菜移植機操作技術套組
C有機農場/桃園市蘆竹區	驗證、示範	111/10/28	可變行株距葉菜移植機操作技術套組、智慧灌溉、物理性防治(高緻密度防蟲門)
D生產合作社/桃園市八德區	驗證、示範	112/08/15	整合性技術套組(問題土壤改良、智慧灌溉、IPM、可變行株距葉菜移植機操作技術套組)
E有機農場/桃園市新屋區	驗證、示範	113/08/19	設施葉菜生產排程系統
F有機農場/桃園市蘆竹區	驗證、示範	113/10/23	問題土壤改良

蹲著操作有造成身體負擔之慮，桃園場開發之可變行株距葉菜移植機種之葉菜行株距13~15cm，符合設施葉菜栽培業者需求，相較傳統人工移植，移植成功率高且可提高田間移植效率，但機械化省工效益除溫室結構要符合機械操作需求外，溫室土壤狀況及穴盤苗規格等均需互相搭配方能使效益充分表現。爰此，根據土壤環境整備條件(整地次數、曳引機操作條件)、土壤疏鬆度指標(硬度、總體密度)、穴盤苗培育及規格(無徒長、株高約10 cm、4片葉)等，配合移植機操作方式建立操作技術套組供農場應用。

三、場域驗證、示範及合作

桃園場進行轄區內設施葉菜產業客製化輔導外，另與國內短期葉菜類重要產區之地區農改場及設施葉菜農場合作，栽培技術套組分別擴散至臺南市、雲林縣、臺中市、新竹市、新竹縣、桃園市及新北市等地區之設施葉菜生產場域合計17處，擴散面積共約32公頃，並建立整合性栽培技術套組、可變行株距葉菜移植機操作技術套組、問題土壤改良、智慧灌溉及物理性防治(高緻密

度防蟲門)等6處驗證/示範場域，以利後續產業擴散應用。

四、人才培育

技術的整合及應用，與場域空間配置、設施結構息息相關，一般農場受限於資金、土地取得甚或商業模式限制，如訂單需求無法進行十字花科與非十字花科葉菜輪作，以及溫室跨距、門寬不一難以機械化操作等，致使新技術、設備的導入受阻，而不利於經營者或管理者栽培技能的提升。人才培育為農業經營的根本，為使新技術、設備的應用發揮最大效能，管理及第一線操作人員的職能益顯重要，桃園場設立占地1萬3,600m²的育成基地，計有23棟溫室，包含10棟圓頂力霸塑膠型溫室(UTP)、10棟山型力霸塑膠型溫室(VTP)及3棟圓頂塑膠型溫室(UBP)，配置智慧灌溉系統，進行溫度、光累積值等環境參數的收集以進行智慧化管理工作，並可進行自主研發之穴盤苗移植機、田間作業管理機、葉菜收穫機等機械一貫化作業，為北部地區農業創新的先導實驗場域，肩負執行產業服務、教育訓練與支援研究等任務。教育訓



水電操作實務。

練除配合農民學院開設相關課程外，並於112年及113年開辦農業公費專班技術培訓課程，合計有國立嘉義大學、宜蘭大學及屏東科技大學等38位學生參加為期2週（每週5天），共計80小時的訓練，課程針對設施蔬菜栽培，透過育成基地軟硬體設備及桃園場內外部專業師資，除講授農場經營規劃、栽培技術、農場財務經營與成本分析理論課程外，並進行田間栽培、水電安裝及灌溉智慧管理系統以操作以累積實務經驗，有利於農作生產新技術的產業應用及農事服務業的發展。

五、整合行政資源

新技術及設備於生產場域之應用，需經過一段時間的驗證、調校方能符合農場需求。因此，桃園場與農糧署及地方政府合作，建立先導型計畫一跨單位合作擴散機制，農改場提供技術協助並結合行政單位產業輔導資源，透過智慧灌溉及高緻密度防蟲門示範計畫的執行，降低農場設備初期投入成本及生產風險，進而促成新技術的產業應用。

肆、擴大應用產業效益（成功技術整合實踐案例）

一、桃城蒔菜農業生產合作社

96年返鄉務農的農三代邱冠鈞先生，以共生、共榮、共好為理念，邀集專業農戶、青年農民成立桃城蒔菜農業生產合作社，目前設施葉菜經營面積12.8公頃，社員共21位，平均年齡40歲，為相對年輕的青年農民生產組織。合作社根據消費端需求採用客製化方式生產葉菜，多家知名的連鎖餐飲集團及大型連鎖超市均為合作對象，因應多變的市場需求，合作社對新技術及設備的接受程度高。基於合作社生產需求及農場場域條件，桃園場以整合性栽培技術套組為基礎，根據設施葉菜生產流程，導入輪作、灌溉設備檢測、種子發芽檢測、IPM綜合管理技術、智慧灌溉及可變行株距葉菜移植機操作技術等技術套組，相關技術套組經過驗證分別有下列效益：

- （一）可變行株距葉菜移植機，相較人工移植，可提高3.8倍移植效率，且移植成功率達95%。



附掛式可變行株距葉菜移植機操作訓練。



田田圈有機農場為提升田間作業效率，根據可變行株距葉菜移植機操作技術等技術套組驗證結果，調整溫室結構，相較原有傳統溫室（左），加大跨距及門徑，營造設施內良好的機械操作空間（中），可節省33%整地及30%清園管理、搬運勞力，且仍可維持正常葉菜生產（右）。

- (二) 智慧灌溉系統，可有效減少90%灌溉勞力及節省9%灌溉水量，夏季高溫影響蔬菜生長，以智慧灌溉系統自動感測到高溫啟動短時噴水，可有效降低溫室內溫度，具克服熱障礙的功用。
- (三) IPM綜合管理技術的應用有效減少農藥使用量39.2%。
- (四) 鹽害土壤改良使葉菜生產恢復正常，相較改良前增加整體產量63.5%。

驗證成果於112年8月15日舉辦「設施葉菜智慧、省工及節水栽培技術整合與應用觀摩會」進行示範推廣，活動計有10個中央及地方政府單位、5個農會、2位



觀摩會中，時任農業部長陳吉仲先生（中）與邱冠鈞場長（左）一同操作可變行株距葉菜移植機，種菜免彎腰，省工並提升田間效率。

民意代表、6個法人機構及28個農業生產單位/農場，合計177人參與，活動成果媒體披露11則，擴散效果顯著。

二、田田圈有機農場

資管及幼教背景的農場主曾吾強、陳雪玲夫婦，基於友善環境及提供下一代最自然、健康食材的理念，跨域投入生產設施有機蔬菜，於102年創立面積約1.8公頃的田田圈有機農場，實際投入農業生產後發現，雇工不易且勞力成本居高不下的狀況，大大限縮農場的發展。

桃園場根據農場場域條件及栽培需求，110年以栽培技術套組為基礎，導入智慧灌溉及可變行株距葉菜移植機操作技術等技術套組，經過驗證，智慧灌溉系統可節省94.4%灌溉人力，並根據機械化操作條件，農場於111年擴增經營面積至2.2公頃；經調整溫室結構，加大跨距及門徑，營造設施內良好的機械操作空間，可節省33%整地及30%清園管理、搬運勞力，113年進一步導入高緻密度防蟲門並搭配場區雙層防蟲網隔離及輪

作、清園等作業，可顯著降低病蟲危害，葉菜收穫率保持在95%以上。

整體而言，農場設施葉菜產能增加12萬7,400公斤/年，年收益增加509.6萬元。財團法人農業科技研究院111年10月28日與桃園場合辦「設施葉菜高效生產體系之技術整合及擴散運用」跨單位技術交流會，計有農試所、農試所鳳山分所及臺中區農業改良場相關研究人員與會，討論技術擴散、驗證及農場輔導歷程，活動中並由農場主曾吾強先生分享農場導入智慧灌溉之省工效益，為進一步達到省工目的，預留機械操作迴轉空間配置之溫室結構調整歷程。

為瞭解技術套組落地應用情形，113年8月29日農業部農業科技司邀集產、官、學、研等7位專家學者，赴桃園市八德區桃城蒔菜農業生產合作社及蘆竹區田田圈有機農場，進行實地訪視並與業者交流，訪視過程中各專家學者對技術落地應用情形多所肯定。

伍、未來挑戰與展望

北部地區為設施短期葉菜類生產重鎮，如何在土地成本高及普遍缺工的產業現況下，實現農場周年穩定供貨，並滿足訂單化、規格化生產之需求為桃園場持續努力的目標之一。藉由產業輔導的過程可知，新技術之開發及應用應奠基於產業需求，以產業鏈的角度進行思考，並透過生產場域的驗證方有利於技術的擴散，因此未

來科技研發及產業輔導的策略，除著重於新技術的建立及整合應用外，應以生產到銷售概念，提供產業問題整合性解決措施，導入省工機械、智慧化管理工具及因應氣候變遷建立之韌性栽培措施如：夏季降溫技術、重要病蟲害發生預警、IPM綜合管理及採後預冷等技術，建立省工、智慧化生產示範場域/育成基地，並提供溫網室設備、空間配置示範圖樣，供農民參考以減少錯誤嘗試機會，進而提升農場經濟收益並帶動產業轉型。

陸、結語

設施短期葉菜種類多元，業者經營模式變化快速，桃園場以模組化概念，建立可隨栽培環境及經營模式調整之技術套組，技術導入前預先進行場域調查並評估農場實際需求，建立客製化輔導措施，再透過技術測試、驗證及調校等過程，使技術套組能夠契合實際生產需求。相關技術已擴散17處農場，並建立6處驗證/示範場域，適時舉辦觀摩會進行技術擴散；透過育成基地，進行人才培育，讓學員能夠將理論與實務相互結合，並使研究單位技術的開發更能夠契合實際生產需求。後續桃園場將持續以生產到銷售概念，提供設施葉菜產業問題整合性解決措施，建立技術套組場域驗證及擴散模式，輔導農民田間管理經驗數位化並將溫室規格、機械化生產及智慧化管理措施相互搭配，以提升技術落地應用效率。