

壹、智慧

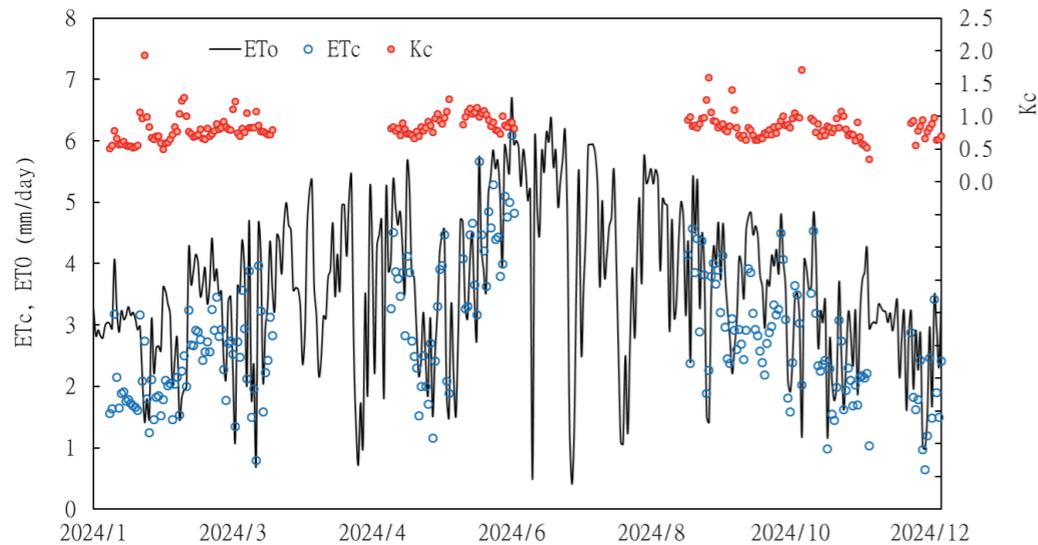
建構精準農業， 加速智慧科技擴散帶動產業發展

一、推動智慧農業及省工高效農機，提升農業產銷效能

(一) 智慧農業跨域整合系統開發

1. 大宗蔬菜最適灌溉模式建立與驗證

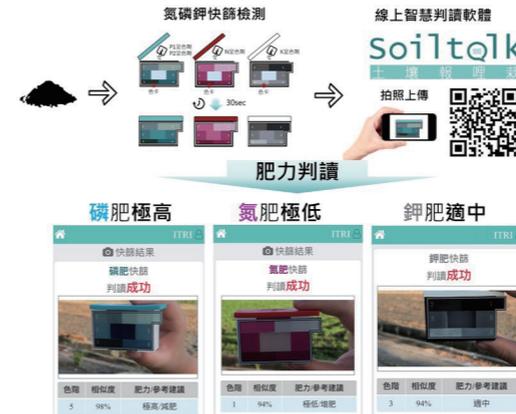
為建立花椰菜與甘藍最適灌溉模式與用水指引，依據 ET_0 和 K_c 值計算的作物需水量符合實際灌溉需求，惟降雨期間灌溉量會有過剩情形。依本年度試驗結果顯示，花椰菜灌溉需求為 218-245 公厘，需水量為 199-243 公厘， K_c 值 0.82-0.92；甘藍台中 2 號灌溉需求為 142 公厘，作物需水量為 190 公厘， K_c 值為 0.89，與花椰菜相似，符合 FAO 建議值 (1.05~0.95)。另試驗證實張力計監測模式能準確提供灌溉時機，提升作物產量與光合作用能力。



利用環境參數評估甘藍生育期需水量

2. 無土栽培營養源智慧監測與補給系統開發

優化工研院研發之營養源快篩試劑，成功將氮、磷、鉀等肥料檢測準確度提升至 88% 以上，並推廣至轄內設施栽培農戶試用。另完成花胡瓜排液再利用生產體系，排液經紫外線滅菌後，將其以 15% 及 30% 比例添加於栽培液，對花胡瓜生長無負面影響，能提升設施水資源利用效率，並減少肥料與水分浪費。



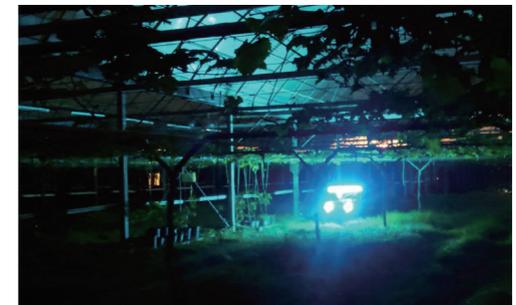
優化之營養源快篩試劑其檢測準確度達 88% 以上



花胡瓜排液再利用生產體系可提升設施水資源利用效率，並減少肥料與水分浪費

3. 葡萄智能化生產管理技術開發應用

葡萄為勞力密集產業，且關鍵物候期如萌芽、開花及果實肥大時期易因氣候變化造成病害防治困難。本研究係開發運用物聯網技術，建立一種 UVC 光源燈照抑制害物技術，於作物栽培環境中，以特殊波長光線有效降低場域病害發生率。防禦系統並結合自走裝置與定置式兩種模式為應用基礎，利用燈照防治、路徑規劃、智慧控制等方式，提升作物葉片光照病害防治效果的管理效率；整合應用自走機具可有效提高機具效率，並節省人力及設備成本，而定置式系統透過研發物聯網環控系統，於實地栽培場域應用可降低葡萄病害如白粉病、銹病之發生率，進而減少藥劑噴施次數。現階段已完成「植物害物燈照抑制系統」非專屬技術授權，持續進行產業推廣應用。



植物害物燈照抑制系統搭配智慧自走載具於果樹溫室中的防治應用



植物害物燈照抑制技術結合定置式環控系統於果樹溫室防治應用

(二) 省工機械開發與應用

1. 穴盤苗用植物移植機開發

研發穴盤苗用植物移植機，應用於水耕栽培場域，可控制夾持機構將 2-4 本葉苗齡之洋桔梗穴盤苗由 288 格穴盤夾出，並移植至水耕保麗龍盤之承苗杯上，完成自動化移植作業。植物移植機具獲證 2 項新型專利，並已技轉予廠商，應用於 8 週苗齡洋桔梗水耕移植，作業效率為每 2.5 分鐘完成 1 盤 40 格保麗龍盤苗移植，2 小時可完成 1 座水耕槽 (1,920 株) 移植作業，移植成功率可達 92-98%。成果於彰化縣溪州鄉水耕洋桔梗生產場域辦理 1 場次觀摩會。



水耕洋桔梗穴盤苗移植機示範觀摩活動



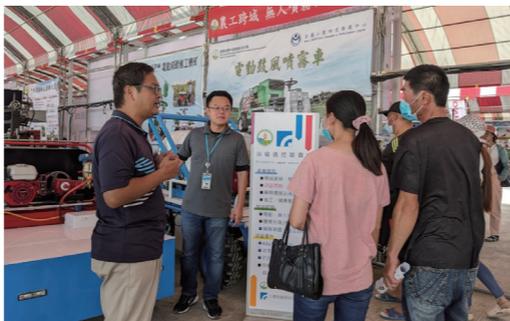
機器移植成功率達 92-98%

2. 葡萄園無人自主行走噴霧載具之研究

慣行葡萄病蟲害防治作業使用人工牽管噴霧或乘坐式燃油鼓風噴霧車，費時耗力，或作業人員背靠燃油引擎，需承受震動、噪音、廢熱與廢氣等不適工作環境。本場與工研院中分院跨域合作，共同研發省工高效之無人噴霧載具，動力採用 96 伏特 50 安培小時電池模組，行走部為四輪驅動、轉向車台，搭載高壓噴霧模組，可遙控車台行走、噴桿升降及噴霧開關，並以 IoT 收集最適噴藥與三電控制參數，結合 GPS 及 LiDAR 定位感測，持續開發輪式車台自走控制。經測試行走部直線行進流暢，轉彎幅度與偏差則持續優化校正，另加裝每分鐘 1,800 轉直流馬達送風機構，則可微幅提高霧粒噴施距離。



無人噴霧載具於葡萄園測試



無人噴霧載具於雲林農機展亮相

(三) 雲世代數位工具導入

農業導入數位化經營是發展的趨勢，農業部自 110 年起推動農業數位基盤星點輔導與推動計畫，建置雲市集農業館推動平台提供包含「多元數位行銷」、「客戶關係管理」、「雲端企業資源整合」、「雲端 POS 多元整合」、「雲端進銷存管理」、「雲端辦公協作」、「資訊安全」及「農業數位生產」等 8 大數位服務方案。113 年本場輔導促案農業中小微業者導入 112 件數位工具，其中服務方案以多元數位行銷方案為主，占 51.79%，其次為農業數位生產管理方案 (占 47.32%)，及客戶關係管理方案 (占 0.89%)。期藉由數位工具導入，協助業者提升數位化經營程度，提高數位經營效益及競爭力。

右上：本場透過臉書宣導數位工具導入計畫補助資訊，促進農業中小微業者參與數位化轉型

右下：本場宣傳數位工具導入計畫補助資訊，提高農業中小微業者參與數位化轉型



二、AI 導入智慧農業，提升作物管理效率

(一) 預測預警模型建構

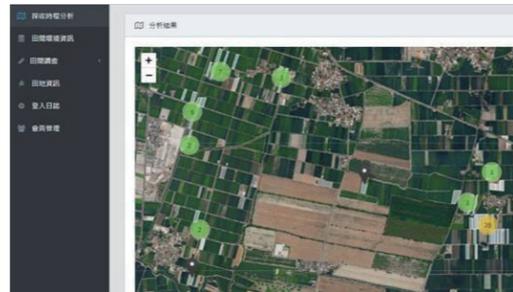
1. 青花菜產期產量預測模型開發

青花菜 (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) 為臺灣重要之十字花科蔬菜，在臺灣多以契作生產。收集‘42 號’、‘綠寶’2 個品種 3 個不同栽培期的生育、光合作用相關生理、UAV- 光譜植生指數、AIoT 環境參數等田間連續數據及最終產量，作為訓練集資料，於卷積神經網路 (CNN) 架構下進行機器學習演算，建立並優化產期與產量預測模型。

模型對現蕾期的日期預測區間為 ±2 day，採收期為 ±4 day，產量準確率可達 94 % 以上，實現高準確率開花、採收與產量推估。隨著青花菜作物動態預測模型的優化，整合開發數據管理協作 SaaS 平台，以建構穩定生產青花菜供需鏈之數位化栽培技術。



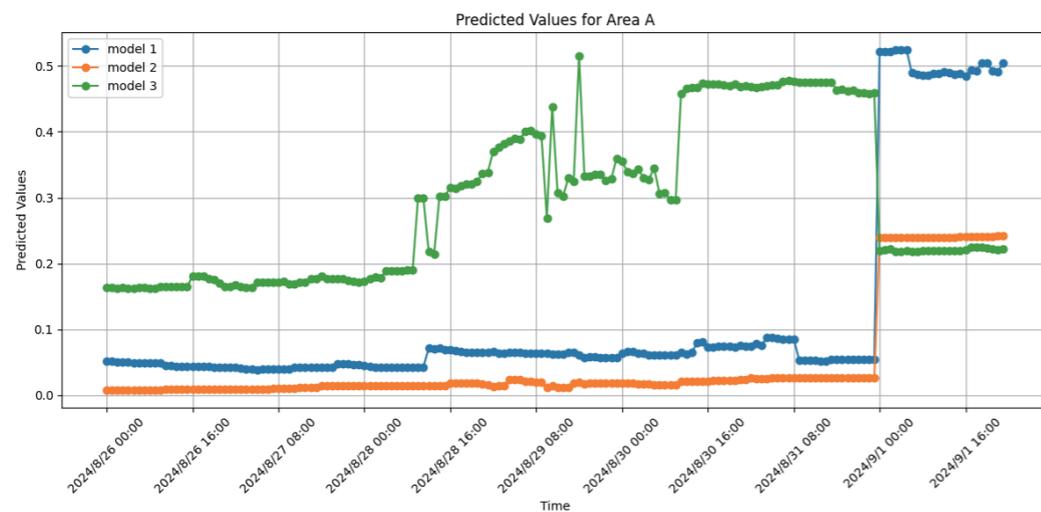
國內青花菜契作生產田區



整合開發數據管理協作 SaaS 平台

2. 葡萄露菌病預警模型建立

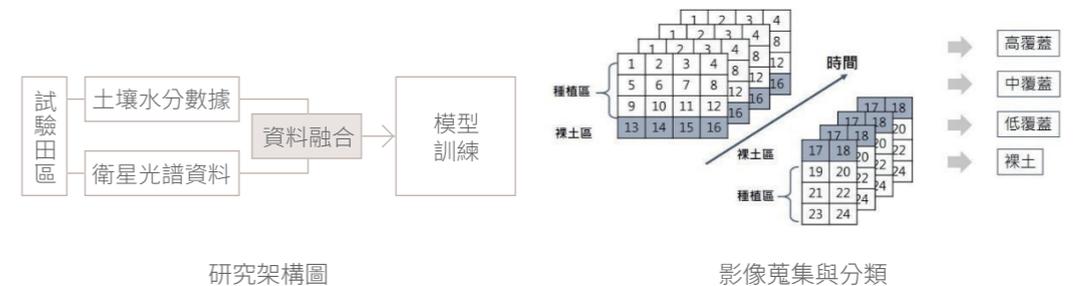
葡萄露菌病 (Downy mildew) 是臺灣葡萄生產中最具威脅性的病害之一，常於梅雨季或初秋高濕環境中快速爆發。該病害初期症狀隱蔽，且傳播迅速，常在農民察覺前即已造成葉片及果實損傷，使防治難度大幅提升，導致重大品質與產量損失。因此，本研究以提升早期預警能力為目標，蒐集田間溫濕度、葉片濕度、栽培期作紀錄及病原生理特性等數據，作為建立露菌病發生預測模型的依據。資料透過整理與標準化處理後，運用機器學習方法進行模型建構，並經場域驗證修正模型參數，確保預測結果具實際應用價值。結果顯示，開發之預警模型可提前 6 天準確預測露菌病爆發，並依風險等級提供防治建議，整體預測準確度達 98.92%。



葡萄露菌病發生預警模型場域 A 之驗證預警時效分析

3. 應用近遠程遙測技術於農田土壤水分含量監測

土壤水分含量為重要的田間資訊，傳統土壤含水量測定為單點，須於田間架設儀器或採破壞性測定，耗費時間及人力，而遙測技術能快速獲取大面積影像資訊，對於土壤水分含量監測具發展潛力，因此本研究擬建立一套基於衛星影像與機器學習的土壤含水量預測模型。試驗田區種植硬質玉米，依據衛星影像解析度，將田區劃分為數個 10*10 公尺網格作為土壤採樣及影像資料分析單位，田間採樣日期則配合衛星週期進行。土壤及衛星資料蒐集後，進行資料處理，包含過濾雲遮、對應資料日期及將資料分為四階段 (不同生長期作物覆蓋率)，再用於訓練模型。初步結果顯示，機器學習模型表現優於公式模型，且 15 公分土層預測結果整體優於 30 公分，此外為因應目前樣本數較少的情況，透過拔靴 (Bootstrap) 抽樣法降低模型過擬合的可能性，後續將繼續蒐集資料以提升模型表現的準確性。



(二) 影像辨識系統開發應用

1. 葡萄病蟲害影像辨識系統建構

為了讓農民能即時、便利地掌握田間病蟲害狀況，本研究建立葡萄病害影像辨識技術，採用 Swin Transformer 作為特徵提取主幹，並結合 YOLOv8 的高速偵測架構，不僅大幅提升多類病蟲害的影像分類與病徵定位能力，整體辨識準確率更突破 90%。後續將進一步將模型整合至農業部農產業天然災害現地照相 app，農民只要透過手機拍照，即可自動回傳葉面病蟲害判讀結果及防治建議，達到隨拍隨測的智慧監控，提升農民田間防治的時效性與精準度。



右：葡萄病蟲害影像辨識系統辨識及標註葉片露菌病發生區域

2. 青花菜影像辨識自動採收系統研發

為達到省工採收效益，開發 AI 影像辨識輔助之花球採收機，並建構高架式電動化採收機構，以 1,160 張圖資進行 YOLOv8 模型訓練，經 100 Epochs 訓練後，精確率 (precision) 及召回率 (recall) 皆逾 90%，其 mAP50-95 為 0.926，顯示訓練模型具花球偵測和定位精度穩定性。透過網路攝影機拍攝影像進行圖像擷取、校正與辨識，並將二維座標傳送給採摘機構以進行採收。採收機械結構於 113 年申請並取得我國新型專利，並獲得技術報告肯定專利具有新穎性。系統持續於冬季裡作期間進行圖資收集、模型與採收機構實際驗證及訓練優化作業。



青花菜影像模型校正與辨識



青花菜採收機構田間測試

3. 穴盤苗篩選影像辨識系統開發

育苗業提供農友各類穴盤生產蔬果花卉苗株，其栽培管理工作占總人力約 66%，苗株篩選汰弱需由具經驗人員進行，相當耗費人力，鑒於此，本場研製應用於穴盤苗之影像系統篩選，藉由輸送模組乘載穴盤，透過影像擷取與分析，挑選出發育不佳弱勢株，再透過汰除機構自動化剷除，本裝置於 113 年獲得我國新型專利。持續收集甘藍‘初秋’品種播種後第 3 日至第 10 日連續穴盤苗影像，應用影像處理取得葉面積數據，以資料分析苗株篩選之適齡及閾值，期應用該參數結合篩選機構，進行穴盤苗影像辨識自動化篩選作業。未來亦可透過影像圖資進行模型訓練，藉以辨識蔬菜或花卉作物穴盤苗生長勢。



結合影像辨識之穴盤苗篩選系統



穴盤苗影像辨識及自動化篩選結果

三、創新農業訓練與整合農機應用，改善缺工及輔導青農

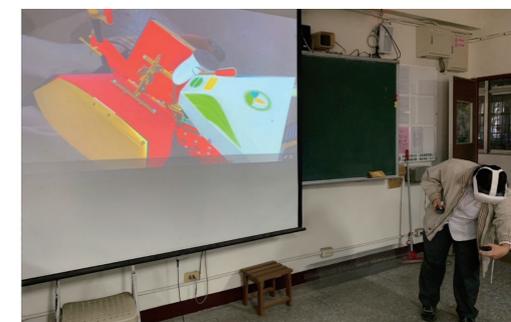
(一) 建立農機數位化訓練教材

1. 中耕機保養數位化教材開發

中耕機具備翻耕、除草及作畦等功能，為農民最常操作的小型農機具。但多數農友忽略使用後的保養工作，發生問題多依賴農機行，不僅耗時又傷荷包。為提升農友基本維修保養能力，開發中耕機保養數位化教材，應用數位 3D 立體模型搭配混合實境 (Mixed Reality; MR) 技術，以擬真方式透過 MR 頭戴顯示器學習中耕機 6 項簡易保養維護技能，學員可不受環境及時間限制，透過數位化教材自行學習，操控 MR 手把實際演練維護步驟，並且可透過測驗單元實際瞭解自身學習程度，並反覆練習，讓農機維修保養不再是難事。



MR 數位化教材可真實呈現實體中耕機外觀，並進行保養步驟操作練習



國立中興大學附屬臺中高級農業職業學校學生試用數位化教材情況

2. 葡萄園枝條修剪數位化教材開發

為讓新手能快速掌握葡萄枝條修剪技術，建立葡萄園枝條修剪數位化教材，運用混合實境 (MR) 技術，打造沉浸式學習體驗，本教材分為 (1) 教學指引模式，在擬真的葡萄園中，依循逐步指導，學習辨識芽點、結果枝、結果母枝，掌握不同生長期與休眠期的修剪技巧。(2) 考核挑戰模式，於無提示下獨立完成修剪，並即時獲得成績與錯誤分析以檢視學習成果。學員可無限次練習修剪技巧，同時教師可隨時提供反饋與指導，讓學習過程更具針對性，提升學習成效。



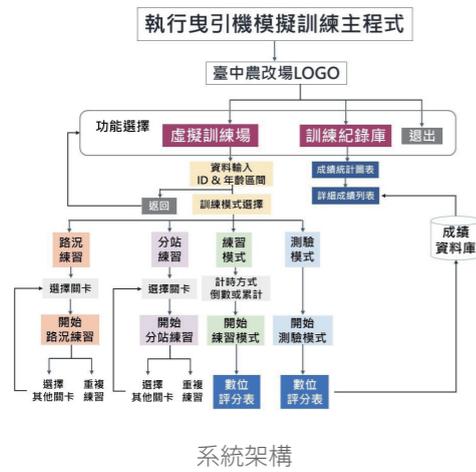
指導老師可透過投放畫面，向學員做進一步說明



葡萄枝條擬真還原，以數位化教材逐步詳細解說

3. 農用曳引機數位化訓練平台建立

建立農用曳引機數位化訓練平台，以虛實整合技術提供安全學習環境，本平台學習情境為 (1) 基本駕駛能力，設置啟動引擎、倒車入庫、曲線前進、上下坡道、路面障礙、路邊停車、環場道路行駛、終點停車等 11 個評測項目。系統提供操作說明、分數及時間，並自動判別扣分及跳出警示，結束後顯示評分表以評估人員表現。(2) 路況駕駛能力，模擬駕駛到田區之實際路況及田間操作。駕駛須遵守相關規範，系統自動顯示錯誤操作提示，並提供時間及里程紀錄。



系統架構



農用曳引機數位化訓練平台實際操作情況



水稻導入智慧省工並具減碳效益的農機具，包括自動駕駛輔助乘坐式曳引機 (附減碳圓犁型，左) 及再生紙覆蓋水稻插秧機 (右)



建置旱田雜糧大豆省工減碳一貫化機械栽培作業場域，包括微整地真空播種機 (左) 與雷射水平整地儀 (右)

(二) 輔導機耕一貫化作業

1. 中部地區友善水稻、雜糧及園藝作物省工減碳一貫化栽培機械之作業建置

建置 3 個省工減碳一貫化栽培作業場域，包括有機友善水稻、旱田雜糧大豆及設施蔬菜，各場域分別購置智能化省工農機具 9、4 及 3 項。水稻以自動駕駛輔助乘坐式曳引機與再生紙覆蓋水稻插秧機具智能省工與減碳效果，雜糧以雷射水平整地儀與微整地真空播種機具省水與減碳效益，蔬菜以設施土耕用小型曳引機與電動圓盤式施肥機可達智能省工目的；透過導入及測試相關機具在現行栽培模式的表現，並進行優化調整使其更適合本土一貫化作業場域操作，可降低人力需求至少每期作 10 人以上 (水稻 5 人、雜糧 3 人、蔬菜 2 人)，優化作物栽培效率每期作每公頃至少 40 小時 (水稻 20 小時、雜糧 12 小時、蔬菜 8 小時)，並透過觀摩示範擴散相關技術場域人次達 100 人以上。

2. 蔬果省工一貫化栽培示範場域建置

為提升設施蔬菜與花卉栽培效率與減輕農事勞力負擔，並促進病蟲害防治、介質循環再利用及環境友善栽培技術的普及與落地，於本場溫室建置設施蔬菜花卉省工一貫化栽培系統示範場域，導入並應用介質消毒機、節能補光系統、超低容量噴霧機、分區可調床面植床、冷霧噴霧機等智能省工機具，有效提升病蟲害管理效率及達成 20% 的省工效果。示範場域進行系列示範觀摩，展示田間一貫化機械設備的操作流程與應用方式，提供農友新栽培技術參考。其中與台灣農業設施協會共同辦理「2024 年新溫室技術交流研討會」及「園藝設施循環栽培機具觀摩」活動，展示熱水淋洗介質循環再利用技術與各項機具操作，達成栽培介質減量與重複使用效益。6 月 21 日接待宜蘭大學師生進行省工一貫化栽培示範場域觀摩與教學交流，進一步促進技術在學術與農業現場的擴散與應用。



左上：於蔬菜溫室場域觀摩介質消毒機應用成果
右上：示範操作介質消毒機
左下：於花卉溫室展示分區可調床面植床裝置

3. 果木修剪枝條循環一貫化設備應用

臺灣每年約生產 25 萬公噸果木修剪枝條，部分農友採用焚燒方式處理，除導致空氣汙染外，亦不利於淨零減碳政策推行。為此，本場結合既有之鏟裝機、輸送裝置、過篩機及打包機，另導入固定式碳化設備及功能性微生物，將果木修剪枝條循環開發製成堆肥化介質，每批次堆肥包含 5 公噸果木枝條木屑，55 天可完成堆肥腐熟，於本場堆肥舍每批次可製作 20 公噸果木枝條堆肥，一年可循環應用 120 公噸果木枝條堆肥，堆肥成品經試驗確認可完全替代進口泥炭，應用於東方甜瓜、網紋洋香瓜及大胡瓜之介質生產，其產量及品質與種植於泥炭介質無顯著差異，可應用為本土介質；此外，碳化設備可將果木枝條精準控制於特定溫度進行炭化，每批次可碳化完整葡萄枝條 70 公斤，若為粉碎葡萄枝條則為 280 公斤，成炭率約 25%，炭化之葡萄枝條酸鹼值約 9.5、電導度值 (1:10) 約 2.8 dS/m，生產木醋液之酸鹼值 4.0，而電導度值約為 4.2 dS/m。



果木修剪枝條循環一貫化應用途徑



左：果木修剪枝條循環一貫化設備之炭化爐
右：炭化之葡萄枝條

4. 百香果一貫化栽培示範場域建置

為提升百香果栽培及採後處理效率，整合田間管理技術，建置百香果省工栽培示範場域，結合溫室、露天栽培場域進行栽培疏密度、有機與慣行比較及產期調節等栽培管理模式試驗，導入電動施肥機及電動搬運機、次氯酸水清洗塗蠟風乾秤重一貫作業機等，提供從種植到採收後處理的全流程管理模式與操作技術，可以節省採後處理時 3-4 個人力，同時提高採後處理速度約 2.5 倍。成果於 3 月 26 日舉辦「百香果一貫化省工栽培與田間作業示範觀摩會」，吸引產業相關單位及從業人員逾 90 人參加，並深入交流。



百香果採收後一貫化示範場域