

## 智慧監控系統於溫室草莓栽培管理應用

新埔分場 副研究員 羅國偉 03-5894949 分機 12

臺灣農業正面臨農業人口老化、缺工、全球化競爭及氣候變遷等問題，草莓產業亦不例外，近年來勞動力短缺與極端氣候的雙重挑戰，產業有新型病害感染、主流品種改變、人工成本高、高溫造成種苗繁殖不易、產期縮短及極端氣候風險增加等問題，亟需克服。智慧農業發展已是世界農業趨勢，在韓國及日本亦致力發展智慧農業技術，因應氣候變遷及農業人口老化問題，運用在草莓智慧溫室栽培上亦有多數成功案例，如「日本GRANBERRY大地」農場園區，運用高科技農業設施結合智慧農業技術，透過充分利用自然光及通風設備，以溫室栽培技術確保生產高品質草莓。我國自106年開始推動智慧農業技術發展與數位轉型，透過數據驅動技術藉由提高產量、減少損失和降低投入成本來幫助提高農業生產力。智慧農業結合資通訊技術(ICT)、物聯網(IoT)、大數據(Big Data)分析等技術，可提供農民更有效率的農場經營管理模式。政府科研及產業主管

單位亦積極進行強固型設施與高架栽培體系推動，以確保作物在極端氣候下能穩定生產，亦為克服農業人口老化及減輕勞動強度的方式之一。本文就作者於桃園區農業改良場(以下稱本場)進行溫室草莓高架立體化栽培研究與示範成果，以及導入自動化及智慧化栽培之經驗，提供草莓栽培農友參考。

### 育成基地草莓高架栽培示範溫室重點

1. 省工高架栽培：以多種類型栽培床架進行試驗，並測試不同草莓品種，透過自動化水分及養液管理，達到省工栽培目的，可作為農民投入高架栽培之參考。
2. 利用溫室栽培降低氣候風險：如寒流、降雨等，並有助於減少病蟲害發生，栽培管理期間以生物防治法及非農藥防治方式，建立草莓溫室栽培管理技術。
3. 導入自動及智慧化栽培管理：整合植物生理、微氣候、水分、養液參數，溫室可智慧自行運作，利用數據作為精準管理依據。



▲圖 1. 溫室草莓高架化立體栽培。

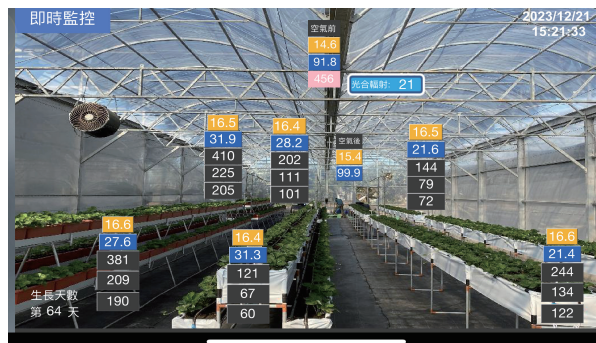


▲圖 2. 不同型式草莓立體化床架。



▲ 圖 3. 溫室智慧監控系統。

草莓為高經濟價值作物，根據農糧署草莓生產成本調查，人工費占45%為最多，省工化管理可降低人工成本，而提高單位面積產值，產業可透過高架化、自動化及智慧化管理進行升級，逐步朝向精準化、穩定生產、降低生產成本及提高品質為目標邁進。草莓溫室與露天栽培最大的差異在於溫室栽培可提供作物較穩定的生育環境，以降低開花結果期間受降雨造成果實腐爛之風險，與減少病蟲害發生；但溫室內微氣候會受外在氣候環境影響，必需再適時進行環控管理，以確保適合作物生長環境條件，若管理不慎，可能會對於作物生育及病蟲害發生影響甚大。溫室栽培管理包括溫度管理、濕度管理、光照管理等；草莓作物栽培管理包括植株管理、水分管理、養分管理及病蟲害管理等。溫室內微氣候管理與作物生理管理密切相關，因此，溫室栽培管理的首要重點必需瞭解溫室內微氣候狀況，以維持作物與環境之間平衡；例如當溫室內溼度偏高，管理者需透過風扇或增加通風等方式達到降低濕度目的，在作物需求上，濕度偏高時對於水分需求相對較低，則可減少灌溉，以避免過度潮濕造成病害感染。在傳統栽



▲ 圖 4. 感測器蒐集溫室參數作為管理參考。

培管理模式皆是以經驗法則，並無儀器進行測量，且管理人員必需在現場進行管理操作，相對費時費工，並難以即時準確管控溫室環境。

智慧農業著重關鍵3P，包括預測(predictable)、預防(preventive)和精準(precise)。導入溫室智慧監控系統有如汽車的自動輔助駕駛功能，具有提示、警告與協助駕駛人，避免意外事故的發生，而溫室智慧監控系統亦利用各種感測器，透過數據輔助管理者，以管控溫室相關設備，提供有利於作物生長的環境，達到增加生產力、提高品質並減輕生產成本的目標，並實現精準化、省工化及降低風險。溫室環境監測數據亦可作為改善作物生育環境之科學化評估參考依據，環境感測器主要為監測環境相關參數，溫室環境感測器種類有溫溼度感測器、照度感測器、二氧化碳感測器、光合有效輻射感測器、土壤水分、電導度感測器、風向及風速感測器等。溫室內常見環境控制設備包括內外遮陰網、循環風扇、負壓風扇、水牆、天窗、灌溉系統及養液系統，溫室環境控制除可以手動控制及時間控制外，目前智慧化控制為更精準的管理模式。智慧化控制





▲圖 5. 農民參訪學習溫室草莓自動化及智慧化管理。



▲圖 6. 監測土壤水分及電導度感測器，作為水分及養分管理參考。

即利用環境感測器蒐集數據後，透過數據驅動技術，即可因應溫室各項環境參數，讓環控設備智慧自行運作。但有效的環境控制除了須考量其經濟效益外，尚必須建立在草莓作物的植物生理基礎上；管理者則必須先瞭解草莓各生育階段的基本適合條件，如育苗期、定植後、開花期及果實發育期管理需求，才能建立智慧管理模式，以滿足草莓生育階段生理所需。

智慧農業為未來省工栽培管理之趨勢，在進行智慧農業轉型前，傳統栽培模式可先以導入自動化管理為初期目標，以減少部分人力支出，提高工作效率；再透過自身栽培管理經驗，配合環境監測數據

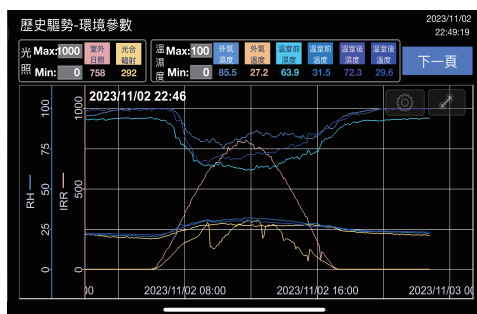
輔助，逐步建立經驗數位化，後續可再依生產規模及管理需求，進階智慧化栽培管理。現今許多農友已導入智慧農業技術，農民可利用手機遠端監控，不出門也能知道溫室環境及植物狀況，並可遠端操作進行溫室設備控制；當有環境異常狀況發生時，可即時通報現場資訊給管理者，有效降低生產風險及提早因應，大幅減輕農民管理壓力，為農民分憂解勞。未來本場亦將進一步建立整合溫室草莓栽培管理技術，包括品種、種苗繁殖、高架省工栽培管理、土壤肥料及病蟲害防治等相關技術，並結合智慧化創新農業科技，促進草莓產業永續發展。



▲圖 7. 利用溫室栽培降低氣候風險，穩定生產。



▲圖 8. 利用溫濕度及二氧化碳濃度感測器，監控溫室微氣候環境。



▲圖 9. 監測溫室環境參數變化，輔助進行草莓栽培管理作業。