

溫室作物對抗熱障礙，從根溫管理下手

[感謝本校秘書室媒體公關組提供資料](#)

果身通紅、果肉肥厚、果膠多的牛番茄，是漢堡、蔬菜沙拉、披薩、燉煮牛肉的重要食材，受到國人喜愛。但是來自溫帶的它，引進亞熱帶的臺灣後，成為冬季盛產作物。但是到了夏季，總是無法對抗高溫的生長障礙，導致產量不足，使得農民面對需求較高的夏季市場，只有鞭長莫及之嘆。

中興大學園藝學系副教授黃三光指出，臺灣氣候高溫多濕，容易引起番茄病蟲害，因此許多農民選擇在可調控環境的網室設施裡栽種牛番茄，得到穩定品質與產量；但是進入夏天，平地溫室空間密閉，散熱慢、溫度高，易導致牛番茄花朵的花柱，出現生長過長，阻礙授粉、不易著果。此外，牛番茄在過熱的環境裡，會關閉葉片的氣孔，使蒸散作用變弱，影響根莖吸收鈣，使其無法運輸至果實組織內，產生果實「黑屁股」的尻腐病，因此農民多將牛番茄移到較冷山區種植。

然而，在山區種植作物，常會引發水土保持疑慮，「如果把牛番茄留在平地栽培，利用植物工廠的冷房設施，絕對可以避免發生『熱障礙』，不過電力花費很高，無法低成本生產。」中興大學生物產業機電工程學系教授盛中德說。

所以，在牛番茄缺貨的夏季市場，如果有成本低、效果好的方法來對抗熱障礙，將能幫助農民獲得更高收益。

這樣的盼望，由盛中德、黃三光與一群技術頂尖的專家，包括中興大學園藝學系教授宋好、電機工程學系特聘教授蔡清池，以及農委會臺中區農業改良場副研究員戴振洋、屏東科技大學生物機電工程系助理教授陳韋誠，提出「牛番茄高溫環境生產管理及病蟲害預警與防治」的研究，在科技部「智慧科技於農業生產之應用」專案計畫支持下，一步步地實現。

選拔耐熱品種 因應高溫逆境

盛中德指出，由於臺灣的牛番茄比較適合在平地設施內栽培，因次團隊提出因應對策，配合金三角蔬果運銷合作社的農場進行應用生產，希望能有效降低設施牛番茄的夏季高溫障礙，同時也針對病蟲害，建立預警系統。

「我們要让牛番茄克服高溫逆境，從現有品種中，選拔出抗熱品種，是比較快速達成的策略。」宋好強調。目前研究團隊共篩選出 3 個品種，分別是「TMB-768、金福 993、金福 994」，能在高溫條件下，不會發生長柱頭現象且著果率高於其他品種，是提供農民栽培的參考。

為了強化牛番茄的著果，研究團隊配合牛番茄生長特性、人工交配或噴灑植物

生長調節劑等需求，開發一台溫室使用的田間機器人，會自動找出花的位置，噴上植物生長素，提高自花授粉的效率，並配合病蟲害預警控制系統，進行預防控制策略，降低農損。

負責機器人技術的陳韋誠說，機器人代替人力噴藥，省時又兼具智慧化控制，目前他們為機器人開發的硬體設備、軟體系統，已完成模組化，造價成本約為 30 至 40 萬元，迎合農民使用農機重視便宜、方便使用的特性。

同時，研究團隊的病蟲害預警控制系統，是利用物聯網（IoT）技術，蒐集氣候數據資料、土壤感測器所偵測的數據資料，以及縮時攝影相機的影像資料等，進一步發展決策平台。

戴振洋表示，預警是防治作物病蟲害的新觀念，主要是利用即時監測害蟲的族群變化，以及環境參數與病害發生的相關性，預測病蟲害的發生，並且在設施環境出現病蟲害大發生之前，先阻斷好發疾病、害蟲的溫濕度，降低病蟲害入侵。不過，病蟲害預警系統的開發，向來難度極高，目前系統偵測將來或即將可能發生病蟲害的訊號上，仍有需要克服的挑戰，團隊正努力從機械視覺、人工智慧找出預警的關鍵訊號。

「這套生產系統已經可以辨識番茄常見的白粉病、早疫病與銀葉粉蝨，平均辨識精度已達 88.89%，快要接近病蟲害專家辨識 90% 的功力，而農民也能依據系統的辨識結果，進行病蟲害防治作業。」蔡清池指出。

冰水循環降低根溫 拉長產期、競爭搶市

氣候逆境、熱障礙，是目前全球許多區域存在的農業問題，眼前所見的智慧農業因應對策，匯入各技術領域的專業，打開全方位的戰線。

「以往對於熱障礙的對抗，多以環控管理方式為主，而我們現在做的研究，要讓植物自己提高某些生理作用，具有對付熱障礙的能力。」盛中德說，研究團隊利用植物根部溫度（根溫）管理，開發夏季使用的冰水循環根溫控制系統，給根部多吸收一些水分，搭配蒸散作用，排出植物體內的熱，降低牛番茄的熱障礙，成功提高著果率。

而且繼牛番茄之後，研究團隊將根溫控制的研究成果，進一步延伸應用到受到熱障礙影響更嚴重、夏天無法生長的溫室草莓，與位於臺中清水的沐光農場合作試驗。

時序進入 10 月，臺中的平地氣溫有時高達 30°C，熱烘烘的空氣停滯在沐光的溫室內。「用冷氣強迫溫室降溫，電費很可觀，也相對困難。但是幫植物根系降溫、對抗熱障礙則比較有機會。」宋好來到沐光的試驗區，查看冰水循環根溫

控制系統的運作，以及草莓根系環境溫度經過降溫後，出現提早開花的初步成果。

在白天運作的冷水機，將室溫的水降至 5°C，然後輸往埋入草莓高架床裡的銅管，進行 15 分鐘一次的冰水循環，為草莓根部降溫，維持在 20°C 上下。

沐光的經營者黃文慶，畢業自中興大學園藝學系碩士班，曾獲選農委會百大青農，擁有多年種植及育苗草莓的豐富經驗。他說，清水地區氣溫高於苗栗大湖草莓區，導致生產的草莓上市時間晚於大湖，而且產期結束得比大湖早，「我與老師一起研究冰水循環根溫控制系統，看看能不能讓我們的草莓提早上市，同時將產期延後到 5 月，供應母親節蛋糕市場。」

如果冰水循環根溫控制系統奏效，清水地區草莓的定植時間，將可提前至晚夏初秋的 8、9 月，接著在 10 月長出果實，11 月就有草莓上市，產期一路持續到隔年的 5 月。

盛中德強調，研究團隊開發的根溫管理系統，在經濟負擔不重或具經濟效益的情形下，進行植物生產，所衍生的經濟效益非常大。而且對有熱逆境生長問題的短期葉菜或設施栽培的作物，可提供直接明顯的助益。

隨著氣候劇變、全球暖化，衝擊農業的威脅愈來愈大，研發對抗熱逆境、降低作物熱障礙的技術，是一場與老天競速、看不見盡頭的競賽。此時此刻的臺灣，必須掌握更多前瞻的栽培經驗，成為賽道上的領先群。