



作物溫度逆境模擬試驗平臺進行番茄初級核心種原試驗，此計畫試驗種原計有 4,992 個品系。

今日農業如何順應極端氣候？

「作物溫度逆境模擬試驗平臺」體驗危機，篩選抗逆種原

文／曾清山、陳涵葳、杜元凱、關政平 行政院農業委員會農業試驗所生物技術組助理研究員
攝影／曾清山

臺灣於2016年初受寒流影響，臺北、高雄分別持續長達62、32小時10°C以下的低溫，造成臺灣農損高達42億3,086萬元。臺灣冬季盛行東北季風，當西伯利亞極地冷氣團南下時，造成氣溫劇降，稱為寒流或寒潮。每年12月～次年3月都

可能發生寒流，其中以1月出現頻率最高。

臺灣中部因地形關係，冬季時較北部、南部更容易出現低溫，且最低溫度遠較北部、南部為低。氣溫突然下降及持續低溫，對於臺灣農業、養殖漁業造成的損失尤為顯著。

溫度逆境越趨劇烈，農業風險增強 低溫危害

低溫可分為冷害 (chilling injury) 及凍害 (freezing injury)。凍害指 0°C 以下低溫對越冬作物所造成的傷害；冷害指 0°C 以上低溫對作物的損害。低溫對作物的影響，輕微者僅對生理代謝造成抑制，其中最明顯的是光合成速率降低，同化產物供應不足等生理影響。嚴重時，作物組織將凍結，或使作物體內水分失衡引起落葉或新梢、幼葉枯死等現象，或無法正常授粉或受精，引起花朵脫落或果實畸形彎曲，最終導致外觀劣化，影響商品價值及產量明顯下降。

臺灣南部冬季夜溫常低於 10°C 以下，寒流來臨時，清晨溫度甚至可以低於 4°C，不利於熱帶果樹生長。若適逢果樹開花期，容易造成花粉稔性下降、授粉、授精、著果不良及花朵分化異常情形。果實發育期遭遇低溫，則會發生落果、生長停滯、果皮受傷，甚至果實受寒害。近年來冬季低溫已成為熱帶果樹減產的原因之一，使農民面臨減產的經濟損失。

高溫危害

溫度超過作物適應溫度上限後，即對植物有害，溫度越高對植物的傷害越嚴重。短暫或連續性高溫會增加作物呼吸作用，並抑制光合作用、酵素、胞膜代謝活性，因而發生變化。例如，蛋白質變性導致代謝失調、不飽和脂肪酸含量減少等；造成植物於形態、生理及生化上產生變化，影



作物溫度逆境模擬試驗平臺監控畫面，此平臺具有溫度、濕度、光度感測器，依試驗需求可額外追加二氧化碳、酸鹼值、風速感測器。(攝影／謝佩穎)

響植物的生長發育，並且可能導致產量大
幅削減。

舉例而言，水稻在營養生長期發生高溫傷害，葉尖發生白化、白色帶狀與斑點等現象，同時造成分蘗數減少；抽穗開花期遭受高溫傷害，對水稻產量及品質影響最大，主要由於高溫造成植株花器快速脫水而枯萎，穗上穎花也因無法正常授粉及發育，變成白色空穎；溫度越高，時間越久，空穎比率相對也較高。成熟期遭受高溫傷害，則會使穀粒變小、心腹白或不稔實率增加，影響稻穀品質表現，降低出售價格。

溫室打造 3 種溫層， 逆境模擬未來農業挑戰

承前所述，作物溫度逆境包括低溫、高溫危害，每種作物各有適宜條件、最高及最低忍受值。使用各種環控設備如機械風扇、水牆、遮陰網、加濕機等，目的在於調節這些微氣候條件，達到適合生長狀態。



預備進行作物表型耐旱試驗，設有自動澆水秤重，每臺車可放置 10 個樣品，進行耐旱、耐淹試驗。
(攝影／謝佩穎)

臺灣日照充足，大多數溫室均設置遮陰網以減少日射量，除了風扇也利用蒸發冷卻原理，以水牆或噴霧方式進一步降溫。另外也須具備適量加溫能力，以便冬天尤其夜間提供保護作物所需溫度。

行政院農業委員會農業試驗所現有溫室，具獨立雙層遮陰網、風扇、水牆等降溫裝置，藉由環控感應系統，可隨環境變化而自動開閉降溫裝置，將溫室溫度控制在 28 ~ 35°C 之間。

為因應未來溫度逆境發生，以既有溫室設施維護增修，同時考量後續維護以最低成本規劃，建置可模擬高溫、低溫逆境的溫室試驗平臺，進行災害相關研究。已完成的「作物溫度逆境模擬試驗平臺」包含低溫溫室 (5 ~ 10°C) 3 間、中溫溫室 (20 ~ 30°C) 2 間、高溫溫室 (30 ~ 45°C) 1 間。

低溫溫室面積為 12.8 平方公尺，每間溫室設備包含獨立空調系統，可控制溫度在 4 ~ 10°C 之間；8 支冷陰極管，提供額外人

工光源；具高效率空氣 (HEPA) 濾網裝置，阻隔 0.6 微米 (μm) 以上微粒子；溫濕度、光度自動監測紀錄；處理排放水、植體廢棄物、栽培介質，以及器具等滅菌設備。

中溫、高溫溫室面積為 36 平方公尺，可以放置 20 臺植栽推車 (1.2 公尺 × 0.75 公尺)，每間溫室設備包含獨立空調系統，可控制溫度在 20 ~ 45°C 之間；28 支冷陰極管，提供額外人工光源；獨立雙層遮陰網，可隨環境變化而自動開閉降溫裝置；溫濕度、光度自動監測紀錄；處理排放水、植體廢棄物、栽培介質及器具等滅菌設備。

提升作物目標性狀， 由外而內加強逆境體質

作物溫度逆境模擬試驗平臺於 2016 年底完成建置，隨即於 2017 年 2 月針對國家作物種原中心所保存的番茄種原，以及種苗業者所提供的育種品系，進行番茄初級核心種原研究。

番茄為重要蔬菜種類之一，為因應氣候變遷或產業發展而有新品種改良需求時，面對數量龐大的種原收集，評估與篩選相當耗時耗力。因此，建立可包含整個種原遺傳歧異度的「核心種原」，提升評估與篩選工作效率，縮短番茄品種改良時程。

多數重要作物特性皆由數量遺傳所調控，常受環境因子影響，而不易探索相關功能基因。表型體學 (Phenomics) 為基因型表現的整體結果，更是育種目標性狀的表現結果，目標性狀如耐寒、耐熱、耐旱，因此是育種成敗的決定因素。表型體的表



作物溫度逆境模擬試驗平臺溫室外觀為玻璃溫室，具有雙層遮陰網，可依照試驗需求，自動開啟或關閉。

現易受環境因子影響，一個遺傳性狀必須在穩定的環境控制狀態下，進行表型體測定，才能獲得準確、穩定的外表型表現。

未來將配合作物溫度逆境模擬試驗平臺，建置表型體分析相關軟硬體設施，包含自動化栽培、影像擷取、資料分析等。發展表型體分析技術，結合次世代生物技術，完成臺灣重要作物核心種原基因體資源開發及快速育種平臺的建置，以大幅提升未來種苗產業於新品種的開發速度與廣度，進而提升臺灣農業的國際競爭力。

對於農業生產而言，氣候變遷下所衍生

的極端氣候變化，使得糧食生產環境變得更具挑戰，進而影響糧食供應的不確定性，牽動著國內外糧食供應政策與應變機制，解決此項問題成為現代農業的首要事項。

為防止類似災情再次發生，作物防災技術研發及災損評估，需要可模擬多重氣象環境的試驗場域，才能提供精準及可重複的試驗數據，也可驗證防災技術成效。作物溫度逆境模擬試驗平臺提供各試驗場所及國內研究單位進行作物溫度逆境模擬試驗相關研究，並提供進行溫度逆境作物品種選育及環控栽培方式。 