

建置多重環境逆境模擬設施整合系統

蘇俊峯、傅愈希、簡蘭懿、陳純葳
農業試驗所

一、因應氣候變遷下模擬情境設施的需求

隨著全球暖化，日、夜溫明顯上升，極端氣候增加颱風、豪雨、低溫、冰雹與乾旱的機會，導致水資源利用異常，淹水、缺水隨之而來，氣候變遷對於農業生產環境影響甚鉅。在這動態變動的環境中，多種氣象因子和生物因子同時發生變化，這些變化可能會改變寄主植物的生理反應、寄主對病原微生物的抵抗力，並改變病原微生物的生活世代與繁殖速度，最可能的影響是寄主植物和病原微生物的地理分佈，與寄主植物和病原微生物之間的交互作用，也反映在農作物的損失變化上。雖然有些病害會更嚴重，相對的有些病害則會更輕微。為能瞭解快速的氣候變化對農作物與病蟲害發生的關聯性，需要建置能控制快速變化栽培環境的現代化多重環境逆境模擬設施整合系統，期能在氣候變遷的環境下瞭解其對作物病蟲害發生的影響，進而提出適當的因應措施，以確保農業生產安全。



於高山上種百合，常因氣溫下降、濕度上升導致百合灰黴病的嚴重發生。



急降雨導致蝴蝶蘭溫室淹水，伴隨而來的是細菌性軟腐病與疫病的大爆發。

二、 多重環境逆境模擬器的功能

當未來的氣候情境越來越多變不可測，打造一個可自由設定颱風、下雨、焚風發生時機和強度的模擬器，是作為驗證預防策略成效與評估損失的重要基礎。現在農業最常遇到的情況之一「雷陣雨後的陽光普照」，下雨時溫度會下降約 10°C ，雨停了回到高溫 34°C 以上，還有濕度的變化、風力、雨滴的物理性傷害，綜合所有因子的變化即稱之為「作物的多重環境逆境」，亦可能是「病原微生物的多重環境逆境」。過去的一般溫室或生長箱實驗，是無法模擬如此複雜的環境變化。透過多重環境逆境模擬器的建置，在 4×3 平方公尺的鹽化鋼板隔間中，由操作面板設定溫度 ($15\text{-}60^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$)、濕度 ($40\text{-}100\%\pm 5\%$)、雨量 ($0\text{-}300\text{mm/h}$)、風速 ($0\text{-}17\text{m/s}\pm 10\%$)、光照 ($0\text{-}1000\mu\text{mole/cm}^2/\text{sec}$) 與時間 (每小時變化) 等 6 項因子。啟動機器後，6 項因子就如同在真實環境中，動態的進行各種環境情境的變化，從高溫、高濕、淹水到強風，短時間傷害到長時間逆境皆可進行模擬，讓研究人員能更了解在不同的環境情境下，作物與病原微生物之間的交互作用是如何的被影響？以便擬定更有效的預防及災後復耕策略，共同打造更經得起未來考驗的韌性農業。



多重環境逆境模擬器可設定溫度、濕度、雨量、風速、光照與時間等 6 項因子。

三、多重環境逆境模擬設施整合系統的應用

試驗植株在「多重環境逆境模擬器」不同情境模式處理後，則移置於具整合、統一調控管理、風扇水牆降溫的設施整合系統玻璃溫室內，與無逆境情境處理的對照組進行比較試驗，以瞭解快速的氣象因子對農作物本身，與農作物和病蟲害發生之間的關聯性。建立科之學試驗結果數據，則可提出更適當的因應對策，以確保農業生產安全。舉例說明：將供試番茄植株分成環境逆境處理組（設定值參考中央氣象局 2009 年莫拉克颱風登陸 3 小時內的環境參數）與一般溫室對照組（設定值以 32℃時啟動風扇水牆降溫系統為主），各處理再分有接種番茄青枯病菌的接種組（澆灌 100mL 青枯病菌菌液）與否之對照組（澆灌 100mL 無菌水）。試驗處理後，供試植株則全移置於一般溫室下進行觀察比較試驗。將番茄青枯病之罹病等級，從無病徵到植株死亡區分為 0-5 級，所得資料再換算番茄青枯病的罹病度 (%)=[$\sum$ (罹病等級 x 該罹病等級株數)/(5x 總株數)] x 100 (%)。試驗結果顯示在環境逆境處理，有接種青枯病菌的供試植株，處理後第 3 天即出現青枯病葉片萎凋的病徵，至

第 8 天則全株萎凋；而在一般溫室有接種青枯病菌的供試植株，要到接種後第 8 天才開始出現萎凋的病徵。試驗觀察至第 16 天，環境逆境處理組與一般溫室處理組的接種青枯病菌供試植株，青枯病罹病度分別為 44%與 23%，具有顯著差異 ($P<0.05$)，而無接種青枯病菌者，則都不發病。由此可知，環境逆境會加速番茄青枯病的發生與更嚴重的危害。因此，在一般番茄的栽培過程中，除按一般青枯病病害防治策略以預防青枯病發生之外，在多雨的季節，則需進一步注意田間排水與減少田間淹水的機會，以防番茄植株因淹水逆境導致青枯的加劇發生。防風、防雨設施的建置，則可更具體的減少番茄青枯病的發生。



試驗植株在「多重環境逆境模擬器」不同情境模式處理後，則移置於具整合、統一調控管理、風扇水牆降溫的設施整合系統玻璃溫室內，與無逆境情境處理的對照組進行比較試驗。