2025 AGRICO國際農業研討會見聞錄：永續農業技術與生物防治之前瞻探索

文／圖 ■ 蔡小涵、陳盈丞、張淳淳

第12屆國際農業研討會：全球農業永續轉型的戰略交會點

全球農業生產體系正處於一個歷史性的轉型臨界點。隨著氣候變遷引發的極端氣候常態化，傳統工業化農業高度依賴化學合成農藥與肥料的模式，已暴露出其在環境韌性上的脆弱性。面對全球人口對基礎糧食需求的不斷攀升，如何平衡「產量增長」與「環境補償」，成為各國農業研究機構的首要課題。

「第12屆國際農業研討會（AGRICO 2025)」於2025年9月在泰國曼谷舉行，由國際知識管理研究院 (TIIKM) 主辦。TIIKM作為全球農業學術交流的重要推手，其核心使命在於縮短「實驗室理論」與「農田應用」之間的鴻溝。本次會議的主軸清晰地展示了農業技術正從單純的「產量驅動」轉向「韌性驅動」。

本文分享當前國際專家的研究趨勢，探討如何透過生物防治、智慧管理與生態服務，構築未來全球糧食供應鏈的穩定性。

臺灣農業生物技術的本土實踐

本次研討會中，本場研究團隊針對生物防治、安全資材及整合性管理 (IPM) 提出了三項深具應用潛力的成果，獲得與會專家的關注。

蟲生真菌淡紫菌 (*Purpureocillium takamizusanense*) 於害蟲管理之應用潛力

陳盈丞副研究員的研究聚焦於本土分離菌株的微生物農藥開發。針對近年威脅果樹產業的入侵害蟲「荔枝椿象」，研究團隊篩選出具蟲生真菌特性的淡紫菌。

(1) 生理機制與大規模生產潛力： 研究發現該菌株在臺灣田間氣候下具有良好適應性，其最適生長溫度與椿象活躍期高度吻合。在實驗室中，該菌株能於特定液態培養基中高效發酵，產孢量穩定，具備了跨入工業化大規模生產的門檻。

(2) 多重防禦破解機制： 該菌能分泌澱粉酶 (Amylase)、脂肪酶 (Lipase) 與幾丁質酶 (Chitinase)，能穿透害蟲體壁。更重要的是，實驗證實該菌與多種田間常用殺蟲劑具備良好相容性，這為其納入IPM輪替用藥策略提供了科學依據。

(3) 未來戰略方向： 儘管具備潛力，但生物農藥普遍存在致病作用較慢的缺點。未來的研發將優先針對致病二次代謝物的純化與配方優化，以期在縮短致死時間的同時，降低與特定殺菌劑之間的拮抗作用。

芒果白粉病之安全性植物保護防治資材評估

蔡小涵助理研究員針對芒果花期最常見的白粉病 (*Oidium manigiferae*引起)，評估了「柑橘精油」與「波爾多液」這兩種非農藥資材的替代效能。

(1) 物理與化學雙重防線： 柑橘精油 (含抑菌成分d-檸檬烯) 透過物理包覆機制，阻斷病原菌孢子與空氣接觸，進而抑制其萌發。而4-4式波爾多液則作為傳統的廣效性保護劑，在植物表面形成保護及廣效殺菌效果。

(2) 精準施藥窗口：研究數據顯示，在氣溫低於30℃的環境下施用300～400倍稀釋的柑橘精油，防治效果顯著且對芒果花穗無藥害。這對於用藥需求高的芒果產業而言，無疑是極具價值的綠色防護工具之一。

設施番茄應用捕食性天敵之整合性害物管理 (IPM) 成本效益分析

張淳淳助理研究員則從「經濟學視角」切入，評估以天敵「菸盲椿象」防治設施番茄害蟲的效益。

(1) 銀行植物 (Banker Plants) 的戰略作用：研究比較了單純釋放天敵與結合銀行植物兩種模式。結果顯示，透過銀行植物提供天敵庇護所與替代食物源，能顯著延長天敵在溫室內的族群維持時間，進而降低重複購買天敵的成本。

(2) 三贏局面：成本效益分析證實，生態協同作用下的管理模式，不僅降低了化學農藥成本，更提升了番茄的產值，為農民創造了實質的經濟動力去採納永續經營模式。



張淳淳助理研究員介紹臺灣的小果番茄產業

來自世界各國的研究分享：全球永續趨勢解讀

除了本場的貢獻，研討會中其他國際專家的研究也反映了當前農業科研的四大核心趨勢：生物藥劑多樣化、跨域技術融合、系統性生命週期評估，以及生態系服務的價值化。

永續性病蟲害綜合管理之創新策略

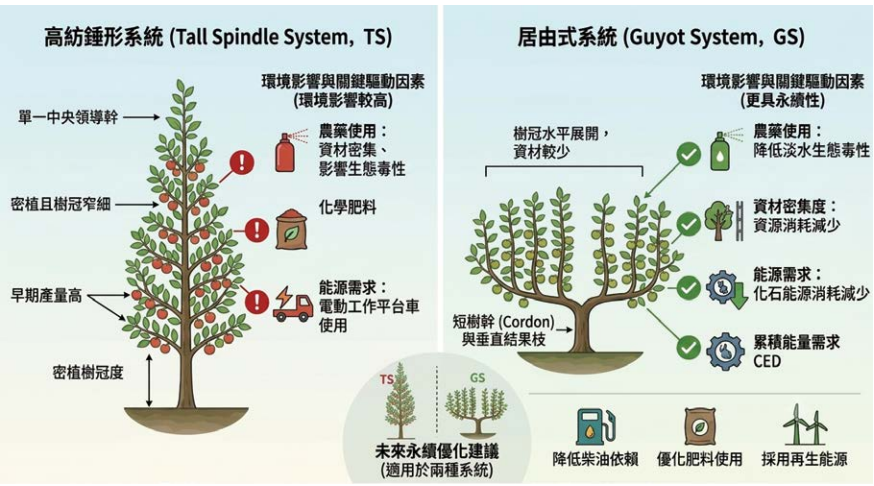
(1) 微生物防治的新疆界：乳酸菌的抗病潛力

馬來西亞沙巴大學 (UMS) 的Khim Phin Chong教授團隊針對威脅東南亞香蕉產業的「血蕉病」(Banana blood disease, BDD) 提出了創新見解。BDD由細菌*Ralstonia syzygii*引起，會造成維管束壞死與產量全損。

研究團隊發現，特定乳酸菌 (*Lactiplantibacillus plantarum*) 的細胞外代謝物中含有「單葡萄糖基腸桿菌素 (Monoglucosyl-enterobactin)」等抗菌物質。這些天然化合物能精準破壞病原菌的細胞膜結構，且不殘留於環境中，為熱帶地區經濟作物的病害管理開闢了全新路徑。

(2) 植物源生物農藥的效能評估：菸草與天竺葵

植物萃取物因其易分解與多點作物機制之特性，正成為生物農藥或生物刺激素研發的熱點。



「高紡錘型」與「居由式（Guyot）」管理系統示意圖

速效殺蟲：菲律賓水稻研究所的研究指出，菸草葉片萃取物對禾蛛緣椿象的防治效果驚人。4%濃度的萃取液在4小時內的致死率高於常見化學藥劑賽洛寧。這顯示在特定蟲害暴發期，植物萃取液可作為強力的救援策略。

精油殺菌：南非自由州大學針對「大豆猝死病」的研究則顯示，天竺葵油 (Geranium oil) 在0.5%的低濃度下即可顯著抑制鐮孢菌的生長。研究特別強調其安全性，確保在達到抗真菌效果的同時不引發植物藥害。

(3) 跨域防治技術：奈米科技與臭氧水

綠色合成奈米顆粒：菲律賓中央呂宋州立大學利用毛蓼與蒲瓜樹萃取物作為還原劑，合成「氧化銅奈米顆粒 (CuONPs)」。這些奈米顆粒對福壽螺卵塊具有極高的殺滅活性。這種「生物＋材料」的結合方式，大幅提升了傳統資材的傳導效率與防治力。

臭氧水的風險管理：美國貝魯特大學 (AUB) 的研究則提醒了技術應用的細微差別。雖然900mV電位的臭氧水對線蟲有良好抑制效果，但若提升至1000mV則會直接導致作物死亡。這說明了在引入物理防治技術時，「劑量生理學」研究的重要性。

整合性田間管理系統：義大利山區蘋果園的 LCA 啟示

本次會議中，義大利帕多瓦大學Moe Thae Oo提出的生命週期評估 (LCA) 研究，將農業管理從「單一環節」提升到「系統全局」。

研究對比了傳統「高紡錘型」與「居由式 (Guyot)」管理系統。後者雖衍生自葡萄栽培，但在蘋果生產中表現出極佳的環境韌性：

能源與碳排：居由式系統由於結構更簡約，降低了田間機械操作的能耗 (減少8.1%) 與碳排放 (減少3.6%)。

生態毒性：最顯著的改進在於其開放的樹體結構，改善了通風並大幅降低了藥劑噴施時的飄散損失，使「淡水生態毒性」指標降低了15.8%。這證明了透過結構性設計減少環境影響，可能比單純尋找農藥替代品更為高效。

作物改良與氣候韌性育種之前瞻

面對氣候變遷，育種工作已不單是產量的競爭，更是「環境適應力」的競爭。

篩選方法學的嚴謹性：南非學者Steyn博士指出，在大豆菌核病抗性篩選中，接種位置 (莖部vs葉柄) 會得出完全不同的抗性結果。顯現了標準化的溫室篩選流程重要性。

氣象預警系統的整合：印度科學家透過長期數據監測，找出氣溫、濕度與豆莢螟族

群動態的相關性。這項研究的意義在於：農民不再是看到蟲才噴藥，而是根據氣象預報提前釋放天敵或調整施肥策略，實現「精準農業」的願景。

利用生態系服務提升農業生產力

永續農業的核心概念在於「將自然納入生產力計算」。斯里蘭卡油棕授粉的研究提供了一個極佳的範例。

透過引入東方蜂 (Apis cerana)，油棕的結果率從33%飆升至79%，產量翻了三倍。這項研究打破了「生態保護與經濟產出衝突」的迷思。它證明了保護生物多樣性 (如授粉媒介昆蟲) 不僅是生態考量，更是實在的經濟增長動能。

反思與技術轉化建議

參與本次AGRICO 2025之心得，未來農業的發展路徑可聚焦於以下三個面向的深化：

知識管理的全球化與標準化

TIIKM 提供的平台讓我們看到，雖然各國面臨的作物不同 (如泰國的香蕉、義大利的蘋果、臺灣的芒果)，但其核心挑戰（氣候變遷、抗藥性、環境毒性）是共通的。建立跨國界的「生物資材數據庫」與「標準化測試流程 (SOP)」刻不容緩。

生物防治的組合戰略

單一技術 (如單一菌株或單一資材) 很難完全取代化學農藥。未來的方向應是「生物防治組合」(也就是大家耳熟能詳的IPM)，例如：利用微生物農藥作為防治基底，結合免登資材進行輔助管理，再配合天敵進行末端清理，必要時當然也需要農藥來協助。這種多層次的防禦網，才能應對田間複雜的變異。

從「單體產出」轉向「系統健康」

正如義大利蘋果園的研究所示，農業的永續性取決於整個生態系統的設計。我們不僅要研發新的資材，更要思考如何透過田間架構設計 (如銀行植物、改善通風的整枝模式) 來降低系統對外部投入的依賴。

結語：技術轉化與未來農業的想像

從實驗室到田間的技術跨越並非坦途。科學家必須在保持願景的同時，維持基本的嚴謹。誠如詩人Rudyard Kipling在《如果(If—)》中所寫：

「如果你能在眾人對你存疑時，依然相信自己，但同時也留點空間給那些懷疑……」

這段詩句精確地捕捉了科學研究人員的靈魂：我們必須對生物技術解決農業困境的願景保持信心，但也必須對實驗中的各種變異性等「懷疑因素」保持嚴謹的科學審視。透過國際研討會的分享、交流與推動，我們正逐步將這些點滴的發現，轉化為守護全球糧食安全與地球永續的堅實基石。



代表臺灣，將精采的農業研究成果分享到世界各地，也是農業改良場的工作之一