

出國報告〔出國類別：訪問〕

臺美作物病蟲害管理合作  
(Taiwan-U.S. Crop Disease and Pest  
Management Cooperation)

服務機關：農業部農業試驗所

姓名職稱：黃晉興研究員、林宗俊副研究員、蔡佳欣副研究  
員、林玫珠助理研究員

派赴國家/地區：美國華盛頓特區、西維吉尼亞、  
邁阿密、佛羅里達州

出國期間：113年8月16日至9月1日

報告日期：113年10月25日

## 摘要

農業試驗所為加強作物生產與管理技術，執行國科會補助計畫，於美國進行多項交流活動。參訪單位包括美國農業部 (USDA) 的研究中心及馬里蘭大學、佛羅里達大學等機構，主要探討植物病蟲害的管理技術。

在美國農部阿帕拉契果樹研究站，雙方針對 UVC 技術進行深入交流。研究顯示，夜間使用 UVC 照射可有效控制病蟲害，且不傷害作物，為臺灣草莓等高經濟作物減少藥劑依賴提供新思路。UVC 技術能促進植物防禦基因表達，有潛力運用於溫室作物。馬里蘭大學則分享了草莓與釀酒葡萄病害管理經驗。草莓產業面臨霜凍及土壤病害威脅，依賴覆蓋保護及土壤熏蒸。釀酒葡萄則面臨 "*Colletotrichum*" 病害挑戰，建議在雨季每 10 天施藥並輪流使用多種藥劑，避免抗藥性產生。臺灣可根據此模式，開發適合本土的病害管理方案。在貝爾茨維爾農業研究中心，永續農業系統研究室分享了微生物防治劑在病害管理上的應用，並研究土壤及覆蓋作物對病害抑制的效果，雙方未來可能合作於防治劑保存期延長及覆蓋作物應用研究。此外，分子植物病原研究室展示了人工智慧 (AI) 診斷病害技術，包括圖像增強及模型訓練，此技術對於臺灣重要作物病害管理具有潛力。在佛羅里達大學熱帶研究中心 (TREC) 的參訪中，雙方交流了病害診斷工具及 IPM 策略，研究熱帶水果及蔬菜病害管理。此外，專家討論了氣候變遷對 *Phytophthora* 病害的影響，提供臺灣應對極端氣候的啟發。柑橘黃龍病 (HLB) 研究為另一亮點。美方展示了抗病基因篩選及病原體的共培養技術，儘管尚未達到純培養，但在生物防治微生物篩選上提供了新方向，對臺灣柑橘病害管理意義重大。

此次美國參訪使臺灣學術團隊了解到先進的病害管理技術和應對極端氣候的方法。UVC 照射、AI 病害診斷、微生物防治劑等技術展現美方在精準農業及永續發展的成果，為臺灣病害管理提供實質幫助。結合雙邊專業知識和科技創新，未來可望提升臺灣農業的永續發展水平，逐步實現病蟲害管理的自動化與精準化。

## 目 次

摘要-----	2
壹、 目的-----	4
貳、 出國研究人員背景-----	5
參、 出國行程-----	6
肆、 參訪與交流內容-----	7
一、 參訪美國農部西維吉尼亞阿帕拉契果樹研究站-----	7
二、 參訪馬里蘭大學農業及自然資源學院-----	7
三、 參訪美國農部貝爾茨維爾農業研究中心-----	9
四、 參訪佛羅里達大學熱帶研究及教育中心-----	11
五、 邁阿密市場調查及田間參訪-----	13
六、 參訪美國農部亞熱帶植物病害研究中心-----	13
伍、 心得與建議-----	15
陸、 參訪與交流照片-----	16

## 壹、目的

本次參訪主要目的在強化臺美農作物病蟲害管理國際合作研究，近年來農試所與美國農部農業研究署(USDA-ARS)已建立良好交流的管道，同時依 2022 年「臺美農業科學合作會議」結論，加強人才培育與技術交流，以延續雙方農業研究人員合作網絡。本參訪擬積極參與與 USDA-ARS 科學家的聯合研究項目，重點關注媒介昆蟲、菌質體、馬鈴薯瘡癩病菌、黃龍病和病毒等特定領域，參與實驗和研究，以獲得尖端方法的實務經驗、以及建立試驗材料的交換及提供我國檢疫的病原核酸材料，提升目前國內檢測方式的準確度與廣度。在知識交流：藉由參加由 USDA-ARS 和其他研究機構組織的工作坊和座談會，可展現國內的研發成果、分享見解並積極參與討論。這種知識交流不僅有助於正在進行的研究，而且還提供了一個展示國內研發能力的平台。在實地考察：到美國不同地區農場的實地考察，這將使研究人員切實瞭解農民面臨的挑戰、農業操作的差異以及病蟲害對農作物的現實影響。

## 貳、出國研究人員背景

序號	研究人員	專長
1	Jin-Hsing Huang (黃晉興)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biology of Oomycetes</li> <li>● Pest management of greenhouse crops</li> <li>● Integrated management of vegetable fungal diseases</li> </ul>
2	Tsung-Chun Lin (林宗俊)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biological control of plant diseases</li> <li>● Integrated Pest management of plant diseases</li> <li>● Induced disease resistance</li> </ul>
3	Chia-Hsin Tsai (蔡佳欣)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bacteriology</li> <li>● Citrus Huanglongbing</li> <li>● Tomato bacterial disease</li> </ul>
4	Mei-Ju Lin (林玫珠)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Plant viral disease</li> <li>● Plant Fungal disease</li> <li>● Biological control</li> <li>● Molecular diagnosis of plant disease</li> </ul>

## 參、出國行程

表 1、行程日期、地點及內容簡列

	日期	地點	內容
1	8/16(五)	臺中→桃園機場→BR32	交通行程
2	8/17(六)	抵達紐約(22:05pm)	交通行程
3	8/18(日)	搭車至紐約市住宿	調整時差
4	8/19(一)	搭火車前往華盛頓 美國農部馬里蘭總部 USDA-ARS Beltsville, Maryland	拜訪 Dr. Joseph E. Munyaneza & Dr. Timothy Widmer
5	8/20(二)	美國農部西維吉尼亞阿帕拉契果樹研究站	拜訪 Dr. Tracy Leskey 團隊，學習應用 UV-C 防治植物病蟲害
6	8/21(三)	馬里蘭大學	拜訪 Dr. John Erwin & Dr. Mengjun Hu 討論真菌病害及殺菌劑抗藥性
7	8/22(四)	美國農部貝爾茨維爾農業研究中心(USDA-BARC)永續農業系統研究室及疫病菌研究團隊	拜訪 Dr. Daniel P. Roberts 團隊討論生物防治
8	8/23(五)	美國農部貝爾茨維爾農業研究中心(USDA-BARC)分子植物病原研究室	拜訪 Dr. Wei-Wei, 討論國際植物菌質體鑑定方法與分類系統分析
9	8/24(六)	美國農部貝爾茨維爾農業研究中心(USDA-BARC)果樹與蔬菜遺傳改良研究室	拜訪 Dr. Christopher Clarke 團隊討論馬鈴薯蒼痂病病害發生、分類與防治方法
10	8/25(日)	華盛頓飛往邁阿密	交通行程
11	8/26(一)	邁阿密市場調查	
2	8/27(二)	佛羅里達大學(UF/IFAS) 熱帶研究及教育中心(Tropical Research & Education Center)	拜訪 Dr. Romina Gazis 團隊，病蟲害診斷站
13	8/28(三)	佛羅里達大學(UF/IFAS) 熱帶研究及教育中心(Tropical Research & Education Center)	Dr. Shouan Zhang
14	8/29(四)	田間參訪(酪梨與火龍果)	參觀 Mr. Wu & Mr. Chen 農場
15	8/30(五)	參訪美國農部亞熱帶植物病害研究中心	拜訪中心 Dr. Yong-Ping, Duan 研習柑桔黃龍病與病毒的偵測與交叉保護防治
16	8/31(六)	佛羅里達→西雅圖(BR25)	交通行程
17	9/1(日)	西雅圖→飛往臺灣桃園(BR25)	交通行程返國

## 肆、參訪與交流內容

### 一、參訪美國農部西維吉尼亞阿帕拉契果樹研究站

8月20日與Dr. Joseph E. Munyaneza (Joe)、Dr. Timothy Widmer (Tim)一同拜會位在西維吉尼亞州之美國農部西維吉尼亞阿帕拉契果樹研究站 (USDA Appalachian Fruit Research, USDA- AFRC)，拜訪Dr. Tracy Leskey 團隊並討論 UVC 技術在農業中的應用、安全性與研究。

**(一) UVC 技術的應用與研究進展**，該中心介紹了技術轉移的合作廠商 TRIC Robotics 公司 UVC 技術在農業中的多種應用，特別是在草莓田中的使用，並與大型公司如 Driscoll 合作。為了確保操作安全，使用 UVC 燈時必須穿戴面罩、防護服和手套。研究發現，UVC 光的效果會隨著與光源距離的增加而減弱，因此 TRIC Robotics 公司使用自主機器人平台在夜間進行田間作業，並利用機器人繪製農田地圖來操作 UVC 燈。此外，UVC 光還能誘導草莓植株的防禦基因，這一現象正在透過 RNA 測序分析進行深入研究。UVC 技術也可應用於收穫後的處理，例如對櫻桃進行 UVC 光照來抑制病原體如輪枝孢菌和褐腐病，並且不會損傷果實本身。UVC 還被用來控制農業害蟲，如斑翅果蠅、蜘蛛蟎和粉蝨等，關於薊馬的研究則仍在進行中。初步研究表明，UVC 處理對人體沒有顯著的有害影響。會議中也對比了 254 nm 和 220 nm 波長的 UVC 光對 DNA 和蛋白質的影響，結果顯示，250 nm 的波長可能更安全。

**(二) UVC 技術的應用擴展與優化**，會議還討論了 UVC 技術在臺灣病蟲害管理中的應用前景，並強調了找到合適的 UVC 劑量以避免對作物產生藥害的重要性。UVC 技術在蘋果和梨等水果收穫後的滅菌處理，還有藍光對青黴菌的效果，也引起了廣泛的關注。與會者還探討了 UVC 在臺灣溫室作物中的使用挑戰，特別是減少農藥使用的需求，同時提出了將 UVC 與有益微生物相結合的可行性，以構建更可持續的病蟲害管理系統。會議強調了 UVC 應用時的安全措施和機器人技術的配合使用，並指出 UVC 技術的持續發展和深入研究至關重要。與會者認為，不同作物和栽培系統需要針對性的 UVC 劑量校準，以增強病蟲害防治效果並降低藥害風險。夜間利用機器人進行 UVC 作業的方式被認為更安全，因為這樣可以避免對授粉昆蟲的影響。會議還討論了如何計算 UVC 劑量，這需要考慮波長、距離和作用時間等因素，相關細節將在後續研究論文中詳細說明。

**結論、建議及未來與阿帕拉契果樹研究站的合作**，建議邀請 Dr. Tamara Collum 代表參加臺灣 TARI 的 2025 研討會。UVC 技術在臺灣未來的研究應用建議(1)針對每個農業系統，根據作物特性和環境條件進行特定的 UVC 劑量校準，以減少藥害風險並提升病蟲害控制的效果；(2)UVC 技術在消毒箱和收穫後處理中的應用效果顯著，其使用有助於減少化學藥劑的投入，從而實現可持續的病蟲害管理；(3)將有益微生物與 UVC 技術結合，可能為創建更加環保的病蟲害管理系統提供解決方案；(4)夜間使用機器人操作 UVC 技術能有效避免對授粉昆蟲的干擾，並增強作業的安全性。(5) UVC 劑量的計算應根據波長、距離和作用時間等參數進行精確設計，具體的計算方法建議參考相關的研究成果。持續的研究與國際間的合作將是優化和推廣 UVC 技術在臺灣農業防治上應用的關鍵。

### 二、參訪馬里蘭大學農業及自然資源學院

於8月21日赴馬里蘭大學植物科學與景觀學系(Department of Plant Science and Landscape, University of Maryland) 拜訪Dr. John Erwin 及 Dr. Mengjun Hu，討論草莓與釀酒葡萄產業遇到的困難與真菌抗藥性之研究。

**(一) 草莓產業及面臨的問題**：美國草莓產業以加州和佛羅里達州為主，加州生產超過90%的草莓，而佛州供應冬季草莓。加州的 day-neutral 品種適應性強，全年可生產，佛州則因冬季氣候溫暖成為冬季草莓主產地。其他地區如美國東部，草莓生產季節短，主打當地銷售和觀光採摘，強調新鮮和風味。農民通常在8月或9月播種，使用

走莖扦插苗，初期投入較大，但有助於保證草莓高產量與質量。**草莓種植過程中面臨的最大挑戰之一是春季霜凍**，尤其是在美國東部地區。為了應對霜凍，農民們會採取多種保護措施，(1)**覆蓋不織布 (row cover)**，這種布料可以有效提升土壤溫度 1 到 2 度，防止霜凍對草莓植株的損害；(2) **結合使用噴水系統和不織布覆蓋**，進一步加強防護效果。不織布覆蓋的成本相對較低，每平方米的重量僅為 1.25 到 1.5 盎司，並且能夠透光，從而保持植物的正常生長。在春季氣溫回升後，農民會迅速移除這些覆蓋物，以防止過熱，並準備應對隨後可能出現的晚霜。

除了霜凍，草莓種植還面臨**土壤病害的威脅**。由於草莓通常需要在同一片土地上連續種植數年，因此土壤中的病原體會累積，對草莓的生長造成威脅。為了解決這一問題，農民們會(1)**在種植前進行土壤熏蒸**，以消滅病菌和害蟲。傳統上，草莓種植依賴於化學熏蒸劑，如甲基溴 (methyl bromide)，然而，這種化學品已被禁用，因此農民們需要尋找其他替代方案，如生物熏蒸或使用其他允許的化學品。(2)**土地輪作**，這有助於減少土壤中病原體的累積。常見的輪作作物包括西蘭花等十字花科蔬菜等，這些作物可以幫助抑制土壤中的病菌。

(二) **釀酒葡萄產業與病害管理**：過去二十年，馬里蘭州的釀酒葡萄產業興起，尤其在西部地區氣候和土壤適合葡萄生長。種植者多元，有的將葡萄賣給酒莊，有的自釀葡萄酒。每英畝土地可種 1200 到 1400 株葡萄，僅售賣葡萄利潤較低，故許多種植者選擇自釀酒，因葡萄酒附加值較高，每株可生產 30 串葡萄，約能釀 3 瓶酒，每瓶售價 30 至 50 美元。當地消費者熱衷週末前往酒莊品酒，促進了區域市場的繁榮。然而，釀酒葡萄的種植也面臨著許多挑戰，特別是病害管理。葡萄是一種多年生作物，需要長期的細心管理，尤其是在病害防治方面。在馬里蘭州，常見的葡萄病害包括葡萄白粉病、霜霉病和灰霉病等。

而其中一種名為 "*Colletotrichum*" 的病害（即臺灣所稱的 "晚腐病"）對葡萄的影響尤為嚴重。這種病害通常在葡萄成熟期發作，會嚴重影響葡萄的品質，導致經濟損失。根據 Dr. Mengjun Hu 多年的試驗結果，(1)**應用葡萄套袋研究病害發生**：在不同時期對果實進行套袋及拆掉套袋，發現這種病害的最佳防治時期是在葡萄轉色期後到完全成熟之間，這段時間是病害最易發生的時期。因此，在這個時期使用有效的農藥來進行防治，可以減少藥劑的施用及病害的發生。(2)**應用藥劑防治 *Colletotrichum* 病害**，為避免病原體產生抗藥性，使用多種藥劑輪流施用是目前推薦的做法。常用的藥劑包括 Fludioxonil（護汰寧），這是一種多位點殺菌劑，能有效防治病害，且不容易產生抗藥性。此外，Captan（蓋普丹）也是一種有效的選擇，但由於其可能會影響葡萄酒的風味和發酵過程，農民在使用時需要謹慎。另一種有效的藥劑是 Solatenol (商品名 Aprovia)，這是一種屬於 SDHI 類的殺菌劑，在對抗 *Colletotrichum* 病害方面有著良好的效果。還有一類是 DMI 類藥劑，如 Tebuconazole（得克利），這些藥劑也被廣泛應用於葡萄病害防治中。(3)**藥劑施用的時間和頻率的重要性**，一般來說，在雨季或高濕度條件下，每隔 10 天左右應該施藥一次，以確保病害得到有效控制。如果降雨頻繁，則需要在雨後重新施藥，以確保藥劑能夠發揮其最大效果。此外，盡量在降雨前施藥，因為這樣可以有效防止病害的傳播。

(三) **馬里蘭大學的殺菌劑抗性研究**：集中於理解、檢測和管理農作物病原體的抗性，以促進永續農業和確保殺菌劑的有效性。研究重點包括以下幾個領域：(1)**抗藥性產生機制**：研究真菌病原體抗藥性的遺傳和生化機制，包括基因突變、目標基因的過度表現、外排泵啟動和代謝排毒等。這些機制降低了殺菌劑的效果，使病原體能夠存活和傳播。(2)**監控偵測**：利用分子診斷技術，研究人員監控不同作物中的真菌族群，及早發現抗藥性菌株，幫助農民在抗性廣泛傳播前實施管理措施。(3)**害蟲綜合治理 (IPM)**：強調綜合化學防治、文化實踐和生物防治，減少對單一殺菌劑的依賴，以延緩抗藥性的發展。(4)**抗藥性流行病學**：研究導致抗藥性真菌菌株傳播的環境因素、農業實踐和殺菌劑使用模式，幫助制定更有效的抗藥性管理策略。(5)**田間試驗與最佳實**

踐：與種植者合作進行田間試驗，評估殺菌劑計劃的效果，並制定輪換殺菌劑、混合使用和最佳施用時機的建議。(6)特種作物抗性：針對水果、蔬菜和觀賞植物等作物，研究對灰黴病、白粉病、疫黴菌等病原體的抗性，這些病害對產量和品質有顯著影響。

建議與未來合作：透過這些領域的深入研究，馬里蘭大學幫助農業界更好地應對抗藥性挑戰，維持殺菌劑的功效，促進永續農業發展。未來建議研提科技部計畫，邀請 Dr. Hu 到 TARI 進行短期研究，針對目前草莓及葡萄產業之炭疽病及晚腐病之防治與抗藥性進行研究建議及協助，有助於解決重要之產業問題。

### 三、參訪美國農部貝爾茨維爾農業研究中心

於 8 月 22 日至 8 月 24 日赴美國農部貝爾茨維爾農業研究中心進行參訪與合作交流，分別與永續農業系統研究室(Sustainable Agricultural Systems Lab.)、分子植物病原研究室(Molecular Plant Pathology Lab.)、果樹與蔬菜遺傳改良研究室(Genetic Improvement for Fruits & Vegetables Lab.)及弗雷德里克國外病害雜草研究中心(Foreign Disease-Weed Science Research: Frederick, MD)之研究人員進行學術交流。

(一) 參訪永續農業系統研究室：由前研究室主持人 Daniel P. Roberts 博士及其研究團隊一起討論，與該研究討論內容包括 (1)微生物生物防治劑，Roberts 博士專注於將微生物生物防治劑整合到多策略病害管理中。這些微生物防治劑（如 *Bacillus* 和 *Pseudomonas* 等細菌）能有效抑制土壤病原菌，從而促進植物健康，並減少對化學農藥的依賴。(2)土壤條件和覆蓋作物的影響，Roberts 博士的研究強調了土壤條件和覆蓋作物在增強微生物防治劑效果方面的作用。覆蓋作物不僅能改善土壤健康，還能為微生物劑提供有利的環境來抑制植物病害。(3)生物防治產品的商業化挑戰，Roberts 博士指出，生物產品（尤其像 *Pseudomonas* 這樣的革蘭氏陰性細菌）保存期短是生物防治產品面臨的主要挑戰。這些細菌不能形成內孢子，因此 Roberts 博士建議將細菌包裹在水凝膠中，以延長其有效性並提高產品的商業化潛力。(4)產品一致性與規模化生產，Roberts 博士強調了在商業化規模擴大過程中保持產品一致性的難度，這對確保生物防治劑在實際農業應用中的有效性至關重要。

與 TARI 未來的合作機會：(1)開發針對作物病害的生物防治劑：Roberts 博士的微生物生物防治劑專業知識可與 TARI 在稻米、草莓和馬鈴薯等作物病害防治領域的研究相輔相成。雙方可共同開發 *Bacillus* 和 *Pseudomonas* 等微生物，應用於控制如稻熱病、草莓炭疽病和馬鈴薯瘡癩等病害。(2)延長生物防治產品的保存期限：雙方可在研究延長細菌產品保存期方面展開合作，這是 TARI 面臨的主要挑戰。Roberts 博士提出的將細菌包裹在水凝膠中的技術，能夠解決產品存儲和應用難題，值得進一步探索。(3)覆蓋作物與病害抑制：雙方可共同研究覆蓋作物（如毛蕊草和紅三葉草）在抑制病原菌方面的作用，特別是針對像尖孢镰刀菌 (*Fusarium* spp.) 這類病害的防治。這種合作將有助於加強病害管理策略，並改善土壤健康。(4)商業化生物防治產品的規模化生產：雙方可合作開發具有一致性且可商業規模化的生物防治劑，這將包括分享如何在大規模生產過程中保持微生物菌株一致性的技術。

(二)參訪分子植物病原研究室：實驗室主持人 Dr. Wei Wei 與 Jonathan 向我們展示該實驗室以人工智慧(AI)的植物菌質體病害診斷的最新研究進展。植物質體是一種沒有細胞壁的細菌，全球多種植物病害的致病源。它們主要通過刺吸式昆蟲（如葉蟬）來傳播給植物。葉蟬吸食健康植物，並將病害帶入其中。植物質體病害的影響範圍廣泛，常見的受害作物包括草莓、葡萄和蘋果，尤其在美國的佛羅里達州，蘋果作為高價值作物更是受到重視。關於菌質體之研究(1)現有的檢測方法具有局限性，大多數的檢測方法依賴實驗室中的 PCR 技術，然而，這一方法存在成本高、耗時長的缺點。近年來，AI 在農業領域的應用取得了顯著進展，特別是在圖像檢測方面，並且我們是首

個專注於植物質體病害的團隊。Plant Village 數據庫為我們提供了大量的圖像資料，以支持 AI 的學習與識別。(2)機器學習訓練流程，為了進行有效的特徵提取與機器學習訓練，訓練集需要足夠的圖像（以番茄植物為例）約需要約 4000 至 5000 張圖像。訓練後，整體上利用測試集（約 10000 張圖片）的數據來評估模型的性能，包含健康與病害番茄的圖片進行訓練，以幫助 AI 辨別健康植物與生病植物之間的區別。當訓練數據不足時，我們利用數據增強技術進行圖像旋轉，從而增強圖像數量，使機器將其視為不同的圖像。(3)自定義模型的建立，自定義模型有助於掌握設計的每一層細節。最終的輸出層設有兩個神經元，分別對應「健康」與「病害」的標籤。在數據驗證中，我們使用了 20% 的數據進行模型性能評估。雖然自定義模型在數據需求上相對較低，但仍需大量數據支持。我們的目標是創建一個通用的模型，避免僅能針對特定數據進行預測。(4)多模型投票機制，使用多模型投票機制進行最終預測，根據不同模型的投票結果來判斷植物的健康狀態。數據結果顯示，我們的模型準確率超過 90%。即使某些模型的準確率較低，整體的預測結果仍能保持高效的準確性。

**未來與 TARI 合作計劃與應用**，接下來，我們計劃將這些技術應用於其他作物的檢測，例如蔓越莓，特別是針對難以檢測的「花器葉化」。另外我們將建立可搜索數據庫，涵蓋所有菌質體及其寄主的圖像，為植物病理學家和農民提供診斷工具。這項研究對農業及植物病理學的貢獻將是深遠的，並將推動相關技術的進一步發展。與 TARI 的合作部分，對於臺灣新發生的菌質體病害進行合作，提供分子鑑定及檢測的技術，共同研究發表。

**(三)參訪果樹與蔬菜遺傳改良研究室**，Christopher Clarke 博士的研究主要集中在 Streptomyces 病原體及其在馬鈴薯瘡痂病（Common Scab）中的作用。Clarke 博士的研究提及(1)馬鈴薯瘡痂病菌株差異，Streptomyces 會在馬鈴薯上引起凹陷性和突起性的病變，這嚴重影響作物的市場價值，尤其是對於加工用的馬鈴薯。(2)馬鈴薯瘡痂病菌株產生 Thaxtomin 毒素，Clarke 博士的研究強調，Thaxtomin 毒素的產生對於瘡痂病的症狀發展至關重要，基因敲除實驗證實該毒素在多種作物（如蘿蔔、甜菜和胡蘿蔔）中的作用。(3)病原體的多樣性，Clarke 博士的研究涉及分離和測序大量 Streptomyces 菌株，以了解其基因多樣性和致病性。Clarke 博士的團隊已經描述了多種新的 Streptomyces 物種，這些物種在瘡痂病中發揮作用。(4)基因組測序，Clarke 博士的團隊已經測序了近 1000 株 Streptomyces，揭示了該屬內的複雜性和多樣性，並通過詳細的系統發育研究繼續探索這種多樣性。

**與農業試驗所 (TARI) 未來的合作機會**，包括(1)馬鈴薯病原菌多樣性調查，Clarke 博士建議可以與 TARI 合作，進行臺灣 Streptomyces 菌株的調查，重點是從患病的馬鈴薯樣本中分離和測序菌株，以了解病原體的多樣性。(2)病原檢測技術，Clarke 博士的實驗室開發了一種 qPCR 檢測技術，可以轉移至 TARI，用於檢測土壤或馬鈴薯塊莖中 Streptomyces 病原體的存在及其嚴重程度。該檢測技術與疾病嚴重程度高度相關，對於田間管理具有重要意義。(3)生物防治與新代謝物，Clarke 博士的團隊擁有大量 Streptomyces 菌株，這些菌株對多種病原體（包括線蟲）顯示出生物防治的潛力。這些菌株以及探索次級代謝物作為生物防治劑，可能成為合作研究的基礎。

**(四)在美國農部 USDA-ARS 貝爾茨維爾農業研究中心舉行 Phytophthora meeting**，這次會議多位 Phytophthora 專家，USDA-BARC 真菌與線蟲遺傳歧異與生物學研究室的 Dr. Lisa Castlebury、Tyler Bourret 及弗雷德里克國外病害雜草研究中心的 Jo Anne Crouch、Alina Puig、Nina Shishkoff 進行學術交流，他們各自介紹了關於不同作物和氣候條件下疫黴屬病害的研究經驗。會議涵蓋的議題從疫黴屬物種的致病性、形態學與分子分析、雜交現象、到氣候變遷對病害的影響。探討了疫黴屬 (Phytophthora) 相關的研究進展、疾病管理策略以及未來的合作機會。(1) Jim Huang 主要從事臺灣的農業研究，專攻蔬菜病害管理，提出臺灣的極端天氣事件，如強降雨，顯著增加了疫黴相關疾病的發生率。他分享了降雨數據，並指出洪水對農作物病

害，疫黴病害在水體中傳播，可能進一步擴散到其他宿主植物上。並介紹了強降雨如何加劇作物病害。包括 *P. kalmani* (引發瓜類病害但對黃瓜的感染力較弱)、*P. virginia-like* (在臺灣洪水中引發 99% 的病害，被認為是具高致病性的病原) 以及 *P. melonis* (顯示出嚴重的致病性)。(1) Alina Puig 的研究重點是疫黴屬對番茄、馬鈴薯、甘蔗、玉米和高粱等作物的影響，尤其關注霜霉病的防治，並分享了她在作物病害診斷上的見解。(2) Tyler Bourret 自 2012 年起專注於疫黴屬的研究，他的博士學位研究涉及橡樹猝死病，使用形態學觀察和分子生物學技術，通過對 ITS、 $\beta$ -2 微管蛋白、延伸因子 EF1 $\alpha$  和 COX-1 等基因的分析，構建了不同疫黴屬物種的系統發育樹，並指出這些疫病菌的遺傳等級差異。(4) **討論雜交種與病原性**，提出疫黴屬的雜交種的定義與由來，如 *Phytophthora nicotiana* 和 *Phytophthora cacotorum* 的雜交種，可能比親本更具致病性或具有不同的宿主範圍。(5) **種的鑑定部分**，透過多基因座測序來識別雜交種，是比單純依靠形態學更準確的鑑定方式，這對今後的病害研究具有重大意義。(6) **強調進一步研究極端天氣對疫黴病害的影響**，並探索新的病害管理方法。此外，研究者們討論了疫黴屬物種的保存與基因組測序技術，強調了將疫黴屬菌株數據儲存在公共數據庫中的重要性，以應對技術變遷的挑戰。(7) **田間工作與實地診斷的重要性**，並討論了如何在現場對疫黴病害進行有效診斷和防治。最終，參與者一致認為需要加強疫黴菌株的收集和保存，並將文化儲存在公共收藏中以支持未來的研究。

**心得、建議與未來合作**，(1) 這次會議內容豐富，涉及到疫黴屬病害的多方面討論，特別是在病害特性、雜交現象以及氣候變遷對疫黴病害的影響等領域，為未來的研究方向提供了明確的指引。*Phytophthora* 物種的致病性與形態學和分子生物學的結合分析，為病害防治提供了更精確的依據。多基因座測序技術在雜交種的鑑定上表現出色，這對解決目前診斷上的挑戰尤為重要。(2) 參與者對氣候變遷對疫黴病害的影響深表關注，特別是臺灣的極端天氣如何加劇作物病害的問題。這一議題提醒我們在病害管理上，不僅要針對病原體本身，還需要考慮外部環境的變化，尤其是氣候變遷帶來的挑戰。未來的病害防治策略應當更加靈活，能夠適應多變的氣候條件。(3) 在合作建議方面，*Phytophthora* 物種的跨國研究與數據共享應該得到強化，尤其是基因組測序技術的推廣能為全球科學家提供更多的數據支持。同時，疫黴屬物種的保存與文化資源的管理也是一個關鍵課題，需要更多的合作和資源投入，確保這些關鍵病原體資料能夠得到妥善保存。(4) Jo Anne Crouch 主要研究馬鈴薯病害，未來將進行馬鈴薯捲葉病毒檢測技術之合作。

總結來說，疫黴屬研究在病害防治、氣候應對和國際合作上都具有巨大潛力，未來的研究應更加強調跨學科合作，並將基礎研究與應用研究更好地結合，以應對日益增長的農業挑戰。

#### 四、參訪佛羅里達大學熱帶研究及教育中心

於 8 月 27-28 日訪問位於邁阿密的佛羅里達大學熱帶研究及教育中心(UF/IFAS Tropical Research & Education Center, UF/IFAS-TREC)，由所長親自接待及介紹整個研究教育中心的編制及研究服務內容。該中心成立於 1929 年，位於美國佛羅里達州的霍姆斯特德市 (Homestead)，是佛羅里達大學 (University of Florida, UF) 的分支研究機構之一。TREC 的設立旨在服務南佛羅里達的農業、自然資源及環境科學領域，並透過研究、教育和擴展服務，促進當地農業的可持續發展。TREC 的地理位置特殊，位於美國的熱帶和亞熱帶交界處，這使得它成為研究熱帶和亞熱帶地區作物、病蟲害及自然資源的理想場所。由於南佛羅里達的氣候類似於加勒比海、拉丁美洲和其他熱帶地區，TREC 的研究成果不僅服務於佛羅里達州，還具有國際影響力。TREC 的研究領域非常廣泛，涵蓋了熱帶水果、蔬菜、觀賞植物和其他經濟作物，以及土壤、灌溉、病害防治和環境保護等多個方面。

(一)植物診斷診所 (Plant Diagnostic Clinic)，由 Romina Gazis 博士主持，主要負責(1)病害診斷：Gazis 博士在佛羅里達大學熱帶研究與教育中心領導一個植物診斷診所，專注於熱帶和亞熱帶作物的病害診斷。該診所每年處理約 1300 個樣本，每個樣本收費 50 美元，主要來自觀賞植物和苗圃產業。診斷在整合病蟲害管理 (IPM) 中發揮著關鍵作用，有助於識別病害的致病因子。Gazis 博士的工作重點之一是開發診斷工具，包括分子技術，以更好地檢測和管理植物病原體。(2)果樹整合病蟲害管理 (IPM)，Gazis 博士的計劃旨在通過將診斷工具與 IPM 策略結合來減少農藥使用。目標是幫助農民生產更環保和成本更低的產品，同時通過減少化學投入來保護環境。(3)樟科萎凋病 (Laurel Wilt)，Gazis 博士的實驗室的主要研究重點是酪梨的樟科萎凋病，這是一種由真菌 *Raffaelea lauricola* 引起的對酪梨的毀滅性病害，並由橙樹甲蟲傳播，Gazis 博士表示佛州發現之甲蟲經親緣鑑定證實來自臺灣。此病在佛羅里達州及其他地區廣泛流行，已造成數十萬棵樹木死亡。Gazis 博士的實驗室正在探索多種對策，包括基因抗性、生物防治和預測模型。

與 TARI 未來的合作機會，包括(1)病害診斷：TARI 在病毒診斷工具 (如免疫條帶) 方面的專長可以補充 Gazis 博士在真菌和細菌病害診斷中的研究。兩個機構可以共享研究協議和診斷工具，以增強熱帶和亞熱帶作物病害的檢測和控制。(2)生物防治與 IPM，在擴展熱帶水果病害的生物防治方法方面存在合作潛力，包括樟科萎凋病和根瘤線蟲問題。TARI 在開發生物防治劑方面的經驗可以應用於管理佛羅里達的關鍵作物病害。兩個機構可以合作開發整合病害管理策略，包括使用更少的化學投入和更可持續的方法。(3)熱帶和亞熱帶疾病的研究：由於兩個機構在酪梨、番石榴和蕃茄等相似作物上都有研究，聯合研究可以集中於抗病育種、診斷和環境管理策略，以應對氣候變遷。聯合研究可以探討臺灣和佛羅里達的本土生物防治劑的識別，這可以幫助管理入侵物種和植物病害。(4)資源和專業知識的共享：TARI 和 TREC 可以交流資源，如病原體樣本、診斷工具和數據，以進一步推進雙方在可持續農業中的研究。研究人員可以合作開發農民和推廣人員的培訓計劃，以改善田間診斷能力。

(二)新興病害之研究，藉由病蟲害植物診斷診所診斷之新興病蟲害，Shouan Zhang 博士進行相關之發病生態研究與防治工作，(1)番茄細菌性斑點病，研究發現土壤鹽分能夠減少番茄細菌性斑點病的嚴重程度。Zhang 博士目前的研究探討鹽分對植物的生理變化和基因表達的影響，以及鹽分如何增強病害抗性。(2)火龍果潰瘍病，Zhang 博士的團隊確定了火龍果潰瘍病是佛羅里達州火龍果的主要病害。研究包括測試不同的殺菌劑、修剪方法以及衛生措施來降低病害發生率。(3)新病害檢測，Zhang 博士的研究包括對新病害的識別，如番茄褪綠斑點病毒 (TCSV)，並制定有效的病害管理策略。(4)生物防治，Zhang 博士的研究涉及使用生物防治劑 (如 *Pseudomonas* 產品) 結合殺菌劑，以減少化學品的使用，並保持有效的病害控制。田間試驗顯示，生物產品在控制像立枯絲核菌 (*Rhizoctonia spp.*) 等土壤病害方面具有良好的效果。(5)種子傳播病原的檢測，Zhang 博士研發針對種子傳播病原的 qPCR 檢測方法，尤其是在秋葵種子上的應用。

與 TARI 未來合作機會，(1)土壤鹽分與病害抗性，雙方可合作研究如何利用環境因素 (如土壤鹽分) 來減輕作物病害，特別是在臺灣與佛羅里達州都有種植的作物上。2. 火龍果病害管理，合作測試火龍果潰瘍病的殺菌劑和衛生措施，比較臺灣與佛羅里達州的田間條件和結果。3. 新病害的早期檢測，雙方可以在早期病害檢測方法上展開合作，尤其是在番茄褪綠斑點病毒 (TCSV) 等可能在臺灣出現的病害上。(4)生物防治劑，在臺灣進行聯合田間試驗，評估生物防治劑在土壤病害中的效果，並將其整合到可持續病害管理策略中。(5)種子傳播病原檢測，雙方可合作開發針對不同作物的種子傳播病原快速診斷工具，提高雙方的商業作物種子健康檢測能力。

## 五、邁阿密市集及田間參訪

8月26日及8月29日，參觀Miami 蔬菜水果販售市集，當地多以地產地銷為主的小形市集，包含熱帶水果與亞熱帶水果。田間部分則參訪酪梨、百香果及火龍果農場。

(一)田間參訪，參訪邁阿密火龍果園，農場主人表示病害不易控制，園區中火龍果潰瘍病嚴重、部分濕腐病及日燒症狀，由於當地栽培面積大，園區採粗放式管理，未進行適當之修整枝條，導致枝條嚴重重疊，濕度高，病原菌容易藏匿難以控制。參訪酪梨園，經甲蟲傳播之真菌性病害 Laurel Wilt 在田間之迅速蔓延，因此，一旦發生病株，建議在二到三週內清除植株連同根部一併銷毀，許多農場難以進行這樣的清除工作，致使酪梨栽培面積大量減少。百香果的栽培上以黃色品種居多，佛羅里達州南部百香果種植園中主要病原體是鐮刀病菌 (*Fusarium solani*) 造成的潰瘍病，症狀包括葉冠突然枯萎，葉冠褪綠，莖基部周圍死亡，植株枯萎，因此建議可以與臺灣合作引進健康種苗之百香果品種試種。

(二)農產市集，多雨，邁阿密當地氣候屬於夏季高溫悶熱、沈悶、多雨潮濕和多雲時陰；冬季短、舒適、潮濕、有風和晴時多雲；全年溫度一般在 17°C 至 32°C 的範圍內，因此病害發生嚴重，不耐儲運，果樹的栽培多以地產地銷為主，形成需多的小型觀光農場市集。其中熱帶果樹居多，其次是亞熱帶果樹。包括有木瓜、凱特芒果、檸檬、萊姆、酪梨、人心果、波羅蜜、蛋黃果、黃金山竹、百香果、酪梨等。可發現溫帶蔬果較為平價，如柑橘、蘋果及番茄等。然而在貨架上品相不佳之百香果，價格卻達每磅 13.95 美元。顯示我國盛產之百香果實或健康種苗有出口美國之潛力。臺灣較為少見的水果，如蛋黃果 (學名: *Pouteria campechiana*; 英文名: Canistel) 又名仙桃，山欖科，卵形果頂長尖，果肉橙黃色柔軟，果皮熟透為最佳賞味期，以勺子挖取果肉食用。黃金山竹 (學名 *Garcinia humilis*，亦稱作 Achachairú 或 Achacha) 酸中帶微甜的軟綿果肉，當地視為 "Delicious"。馬米果 (mamey fruit)，果實軟熟後多汁、味甜，適合製作為水果奶昔。

## 六、參訪美國農部美國農部亞熱帶植物病害研究中心

8月30日赴位於佛羅里達的美國農部亞熱帶植物病害研究中心 (USDA-Agricultural Subtropical Plant Pathology Research, USDA-ASPPR)

(一) Yong-Ping, Duan 博士研究的重點：Duan 博士專注於柑橘黃龍病 (HLB)，這是一種對佛羅里達柑橘產業造成毀滅性影響的疾病。Duan 博士的研究涉及：1. 抗菌劑篩選：開發有效的抗菌劑，包括一種高效的芽孢桿菌株。2. 病原培養：在液體培養基中培養 *Candidatus Liberibacter*，以進一步研究病原體。3. 分子機制：探索病原體與宿主之間的相互作用，以及如何通過分子方法提高植物抗性。4. 品種選擇：通過生物資訊學和遺傳分析，識別對 HLB 具有抗性或耐受性的柑橘品種。未來與 TARI 的合作機會：1. 抗菌劑篩選：合作發現和測試針對柑橘黃化病及相關病原體的抗菌劑。2. 生物防治研究：共同探索影響臺灣亞熱帶作物的病原體的生物防治劑，特別是在柑橘和蔬菜領域。3. 病原培養方法：分享液體培養基中病原體的培養技術，使農業試驗所能夠適應美國農業部的技術，研究當地的病原體，如青蔥根瘤線蟲 (*Meloidogyne graminicola*)。4. 抗病的基因選擇：共同研究作物 (如柑橘) 中病原體抗性的分子機制，並將這些研究成果應用於臺灣的作物品種，特別是提高對疫病菌 (*Phytophthora*) 和根瘤線蟲的抗性。5. 抗病品種開發：交流嫁接技術和遺傳抗性篩選的專業知識，以開發能夠抵抗柑橘黃龍病和臺灣特有病害 (如青蔥捲葉型炭疽病) 的作物品種。

(二)Weiqi Luo 博士研究的重點：Luo 博士專注於病害建模和流行病學，特別是使用統計模型來預測柑橘黃龍病 (HLB) 和其他植物疾病的擴散。他的研究整合 1. 氣候數據分析：利用歷史和實時天氣數據（例如颶風、颱風）來預測病害爆發。2. 調查設計和檢測策略：優化早期檢測疾病的方法，以改善防控措施。3. 病害擴散建模：利用數據開發模擬工具，以預測不同地形中病害的擴散模式。未來與 TARI 的合作機會：1. 基於氣候的疾病預測：合作開發針對臺灣農業病害的預測模型，特別是那些受到颱風和季風影響的疾病，類似於佛羅里達州由颶風驅動的病毒擴散。2. 病害調查策略：分享並調整 Luo 博士的早期病害檢測策略，特別是針對臺灣主要作物中的 HLB 和類似的病毒或細菌威脅。3. 流行病學建模：共同開發模擬工具，以預測臺灣亞熱帶農業系統中病害的擴散，特別是對根瘤線蟲和番茄葉捲病等高影響的病害。4. 實時害蟲和病害追蹤：合作建立區域性害蟲和病毒管理系統，利用臺灣農場的衛星影像和田間巡查的實時數據，重點關注粉虱和薊馬等害蟲。5. 擴散模型：應用美國農業部的擴散核和景觀流行病學技術來管理臺灣蔬菜和柑橘產業中病毒和害蟲的擴散。

## 伍、心得與建議

這次參訪美國農業部的各個研究機構與大學，對農業病蟲害防治、環境管理和科技應用等方面都有了深刻的理解，也為臺灣農業的未來提供了深刻的啟示。在真菌抗藥性研究、植病AI診斷技術及生物防治劑等方面，我們看到了美國先進農業科技的應用以及其在永續發展中的潛力。

首先，在UVC技術的應用上，阿帕拉契果樹研究站展示了UVC在不同作物病蟲害管理中的應用。機器人夜間操作不僅提高了UVC應用的精確度，也避免了粉蟲的危害。此技術應用在臺灣可減少化學藥劑依賴的作物，並與溫室設施結合，降低高經濟作物的損害。其次，與馬里蘭大學在研究病害蟲害管理上進行了交流。產業霜凍防護技術，如使用不織布覆蓋和噴水系統；而葡萄產業可參考多藥劑輪用於避免抗藥性產生，並適當調整藥劑施用時間，以提高病害防治效果。雙邊可共同開發適合臺灣草莓和葡萄病害管理方案，提升病害抵抗能力。

在貝爾茨維爾農業研究中心的交流中，永續農業系統研究室提出了微生物生物防治劑在病蟲害管理中的應用，尤其是在病原多樣性和土壤管理中的作用。主要是青蔥等蔬菜開發生物防治劑，並研發延長這些微生物保存期的技術，解決產品儲存困難，增加其商業應用的空間。此外，雙方合作研究覆蓋作物在臺灣病蟲害管理中的應用，推動臺灣可持續病害管理系統的建置。分子植物病原研究室在AI技術和影像辨識方面的創新應用值得臺灣學習。資料增強技術和AI模型訓練，針對青蔥、番茄等臺灣重要作物進行AI病害診斷技術的推廣。

在佛羅里達大學TREC的參訪中，該中心的植物診斷診所與IPM策略顯示了熱帶和亞熱帶病害的綜合應對方案。加強與TREC的合作，開發適合本土臺灣環境的診斷工具，並推動IPM策略在臺灣農業的應用，尤其是在高病害風險的熱帶水果及亞熱帶蔬菜的管理上，可有效應對新病害的診斷和管理。針對疫黴屬病害的討論，尤其是美國佛羅里達州和臺灣類似的極端天氣對疫病擴散的影響，我們深入探討氣候變遷對病害控制的挑戰。重要性，這對臺灣農業病害管理具有啟示意義。

最後，此次參訪的另一個亮點是與段平博士對柑橘黃龍病（HLB）的研究及應對方案。段平博士以microbiome分析不發病與發病柑橘植株，進而去尋找分離可以應用在生物防治的微生物想法提供了我們一個新的研究方向。此外對於難培養的黃龍病菌的培養研究，雖然尚未達到純培養，但已達到不同微生物一起共培養的程度，將來以培養的細菌去驗證可使用的防治資材效果，可加速對疫情防治制定應對措施提供了科學依據。總結來說，此次訪美獲益良多，美方的先進技術、有效的管理經驗以及跨學科的研究方法為臺灣農業病蟲害管理提供了寶貴的訊息。機構的合作，聚焦於適應臺灣氣候技術的UVC應用、生物防治劑開發、AI智慧診斷技術以及極端氣候因應等領域，逐步實現病蟲害管理的自動化、精準化與永續發展。

由於臺美雙方在多項研究議題上展開了深入的合作，但目前這些合作計畫尚缺乏穩定的經費支持。鑑於雙方政府對於臺美雙邊合作充滿高度期待，建議雙方考量在這些工作項目中編列適當的預算，以便推動更具實質效益的合作成果。

## 陸、參訪與交流照片

### 一、參訪美國農部西維吉尼亞阿帕契果樹研究中心



圖1、聽取USDA-AFRC主任Dr. Tracy Leskey的簡報

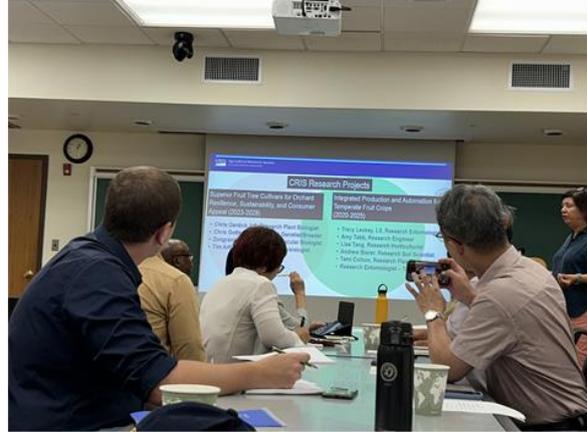


圖2、USDA-AFRC主任Dr. Tracy Leskey介紹中心的研究計畫與研究人員



圖3、聽取Dr. Tamara Collum介紹UV-C對病蟲害防治的基礎研究



圖4、影片介紹UVC應用在田間防治病蟲害



圖5、應用於防治研究的UV-C燈具



圖6、說明在田間如何設置與使用UV-C燈具

## 二、參訪馬里蘭大學農業及自然資源學院



圖7、與馬里蘭大學農業及自然資源學院植物科學與景觀學系主任Dr. John Erwin 及 Dr. Mengjun Hu合影



圖8、Dr. Mengjun Hu介紹釀酒葡萄晚腐病之研究

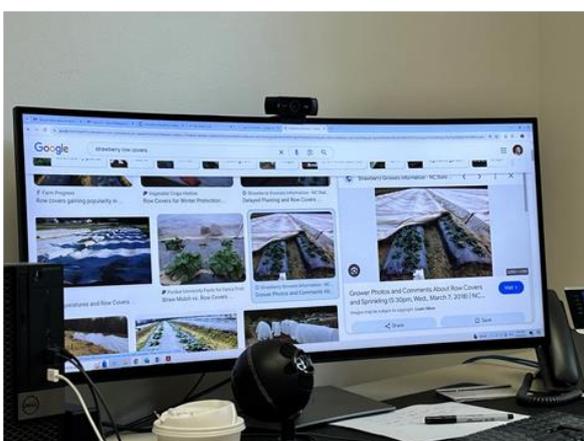


圖9、草莓春季霜凍保護的覆蓋不織布 (row cover)提升土壤溫度1到2度

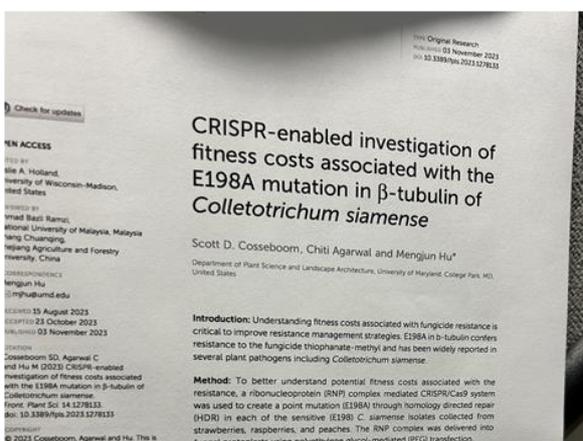


圖10、應用CRISPR研究葡萄晚腐病 (*Colletotrichum siamense*)之抗藥性



圖11、參觀試驗葡萄酒莊之葡萄栽培與病害解說。圖中植株感染葡萄羽扇破葉病毒。



圖12、應用修整枝條方式調整樹型降低病害。修去背光面及果實旁葉片，將果實掛在向光面及植株下方，增加通風降低濕度及病害發生。

### 三(一)、參訪美國農部貝爾坎茲研究中心分子植物研究室



圖13. 參加USDA-BARC Dr. Wei Wei 主持的分子植物研究室的meeting



圖14. 研究室團隊Dr. Jonathan Zheng介紹AI在植物菌質體病害診斷的研究

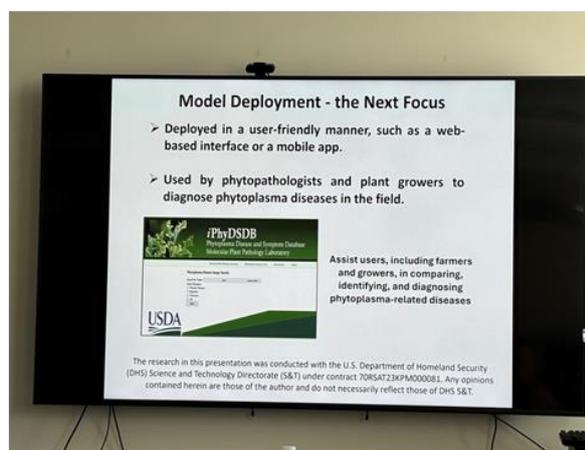


圖16. Dr. Wei Wei實驗室團隊正在建造菌質體病害的網路資料庫iPhyDSDB，供農友與研究者應用參考



圖15. 與USDA-BARC 分子植物研究室研究人員合影

三(二)、參訪美國農部貝爾坎茲研究中心果樹與蔬菜遺傳改良研究室



圖17、聽取USDA-BARC果樹與蔬菜遺傳改良研究室Dr. Christopher Clarke 介紹馬鈴薯蒼痂病的研究，並進行交流與討論



圖18、馬鈴薯蒼痂病的不同病原型造成不同病徵，與ThaxtominA毒素有關



圖19、聽取Dr. John Stommel的育種工作，多元化的育種與鮮食彩椒的培育



圖20、果樹與蔬菜遺傳改良研究室參訪並介紹分析土壤中馬鈴薯蒼痂病菌的方法



圖21、Dr. Christopher Clarke 介紹溫室中接種保存不同馬鈴薯蒼痂病菌菌株

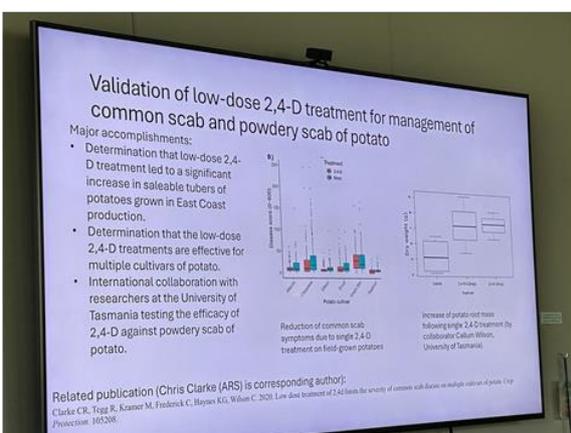


圖22、以殺草劑2,4-D進行馬鈴薯蒼痂病之防治工作

三(三)、在美國農部貝爾坎茲研究中心的 Phytophthora meeting



圖 23、與USDA-BARC 及USDA-FDWSR的專家討論關於 Phytophthora的研究



圖 24、黃晉興博士介紹因氣候變遷在台灣Phytophthora的大發生



圖 25、與美國農部貝爾坎茲研究中心(USDA-BARC)真菌與線蟲遺傳歧異與生物學研究室及弗雷德里克國外病害雜草研究中心(USDA-FDWSR)的Phytophthora專家合影。(左起)Dr. Tyler Bourret、Dr. Alina Puig、Dr. Nina Shishkoff、Dr. Lisa Castlebury、Dr. Jo Anne Crouch、Joe、Jim、Tim

四(一)、參訪佛羅里達大學熱帶研究及教育中心(一)-研究簡報與交流討論



圖 26、與UF/IFAS-TREC的Dr. Shouan Zhang 及 Dr. Romina Gazi 研究室的研究人員合影

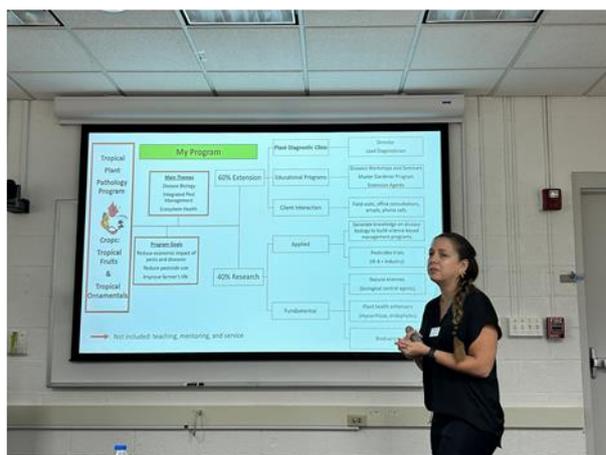


圖 27、Dr. Romina Gazi 介紹她的工作內容涵蓋熱帶果樹及花卉作物，推廣工作占60%、研究工作占40%，

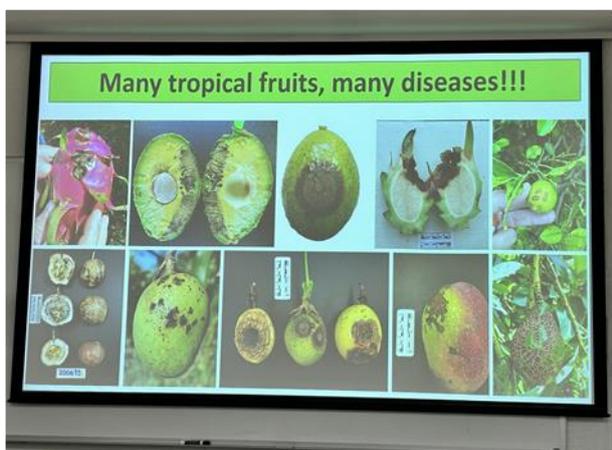


圖 28、熱帶果樹上的主要病害

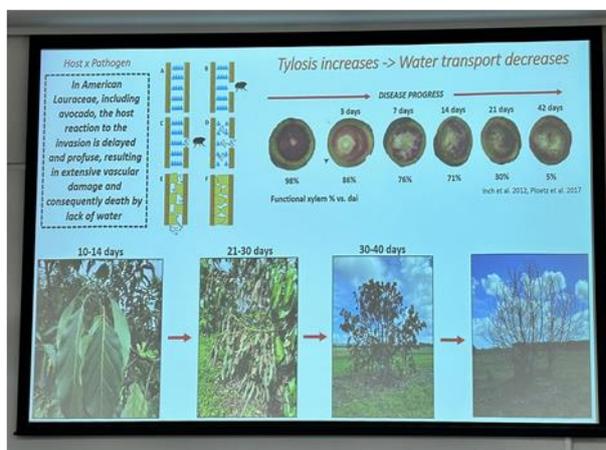


圖 29、佛州酪梨主要病害Laurel wilt，由甲蟲傳播的真菌性病害，造成植株嚴重萎凋，重創酪梨產業



圖 30、Dr. Zhang 介紹佛州火龍果的產業與病害

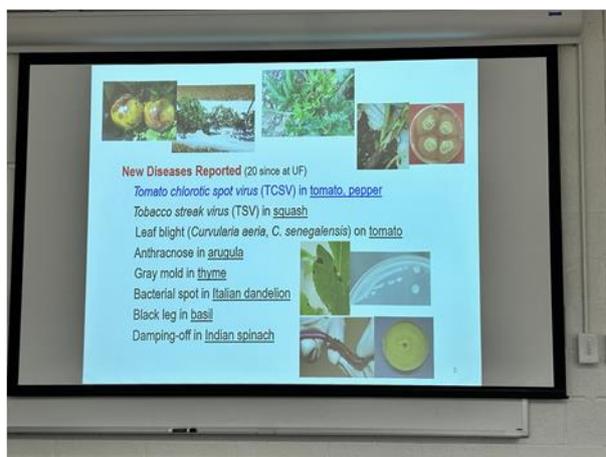


圖 31、Dr. Zhang 因診斷鑑定服務所發現之新病害與新的研究議題

四(二)、參訪佛羅里達大學熱帶研究及教育中心-植物診斷所



圖 32、參訪UF/IFAS-TREC的植物診斷所

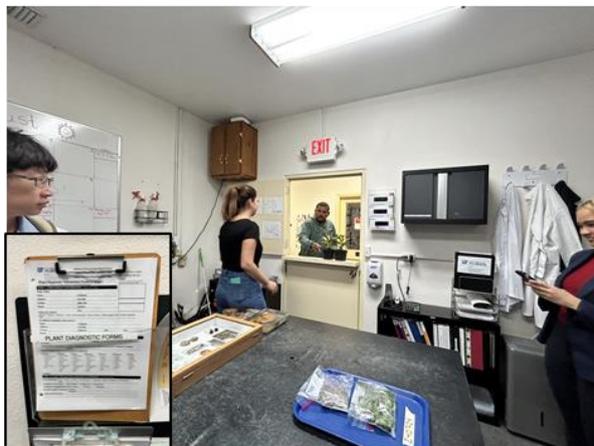


圖33、植物診斷所農民送件及填寫表格，每個案件收費 \$ 50



圖 34、植物診斷案件收件後的診斷流程



圖 35、傳播的酪梨主要病害Laurel wilt，診斷鑑定後保存的甲蟲標本。



圖 36、危害酪梨造成Laurel wilt的真菌 *Raffaelea lauricola* 的菌落型態



圖 37、酪梨病害Laurel wilt罹病植株受真菌感染的病兆。

五(一)、邁阿密田間參訪



圖 38、參訪邁阿密火龍果園，植條茂密，農場主人表示病害不易控制



圖 39、田間參訪發現未見過之病毒，隔週Dr. Romina Gazi 送佛羅裏達州農業暨消費者服務部鑑定為 Cactus mild mottle virus



圖 40、佛羅里達高溫多雨，百香果栽培上面臨多種病原危害及高溫障礙



圖 41、田間酪梨Laurel wilt危害病癥，受感染植株約2-3週即死亡，亦藉由根部接觸傳染



圖 42、天南星科觀葉植物感染銹病



圖 43、人心果感染葉斑病

五(二)、邁阿密水果市集



圖 44、蛋黃果又名仙桃，山欖科，卵形果頂長尖，果肉橙黃色柔軟，果皮熟透如右上為最佳賞味期



圖 45、當地生產的百香果，單價每磅13.32美元



圖 46、火龍果採收，因栽培未進行疏果，果實小



圖 47、Delicious的黃金山竹酸中帶微甜



圖 48、依序為木瓜、凱特芒果、檸檬、萊姆、酪梨、人心果與波羅蜜的展示與販售

## 六、參訪美國農部美國農部亞熱帶植物病害研究中心



圖 49、美國農部亞熱帶植物病害研究中心 (USDA-ASPPR) 的研究人員合影。



圖 50、Dr. Duan 展示難以培養的柑橘黄龙病菌體外培養研究



圖 51、Dr. Duan 展示以柑橘病毒柑橘交叉保護黄龙病菌之防治研究



圖 52、Dr. Duan 蒐集各地品種進行田間病圃自然選拔抗黄龙病根砧



圖 53、Dr. Weiqi Luo 與病毒研究室人員介紹粉蝨族群預測模型的建立交流如何應用粉蝨族群監控防治病毒傳播



圖 54、Dr. Scott Adkins 說明佛州番茄主要病毒是 Tomato chlorotic spot virus (TCSV)，而 Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) 不常發生。