

出國報告（出國類別：國際研討會）

行政院國家科學技術發展基金管理會補助計畫
農業副產物在減碳增匯及循環加值之開發應用

服務機關：農業部臺中區農業改良場

姓名職稱：郭建志副研究員

羅佩昕助理研究員

王照仁助理研究員

派赴國家/地區：法國

出國期間：112年08月19日至08月27日

報告日期：112年11月24日

目次

壹、摘要-----	1
貳、目的-----	2
參、出國人員-----	3
肆、出國行程-----	3
伍、工作與參訪內容-----	4
一、第十二屆國際植物病理大會-----	4
二、國際生物防治技術發展-----	4
三、新興重要病蟲害及病害管理技術發展-----	6
四、採後病害最新研究及其防治技術發展-----	8
五、可分泌毒素的真菌種類及其防治技術-----	11
六、復原力對土壤健康與病害抑制的影響-----	12
陸、心得與建議-----	13
柒、圖片-----	17
捌、附錄	

壹、摘要

一、國際生物防治技術發展

近年來，全球面臨氣候變遷的頻繁發生導致作物病蟲害相改變，因此。生物防治議題為本次國際植物病理大會主軸之一，共有 12 位學者專家進行專題討論演講，內容包含新興生物防治研究、螢光假單孢菌生物農藥開發及木黴菌應用等等。新興生物防治研究包括澳洲學者應用內生叢枝菌根菌結合內生根瘤細菌，共同接種至番茄作物上，利用螢光標定技術，得知兩種微生物可共生，並有助於菌根菌的菌絲擴展並纏繞番茄根系上，可顯著降低番茄萎凋病及立枯病的發生。此外瑞典學者研究粉紅粘帚黴菌 *Clonostachys rosea*，此菌可寄生於病原真菌上，為一種生物防治菌種，該菌體內的 Small-RNAs 小分子為防治小麥灰黴病及赤黴病重要的關鍵因子，此外亦能降解小麥赤黴病所產生的 DON 毒素含量。另外有幾位學者均發表可產生抗生物質 phenazine 1-carboxylic acid 的螢光假單孢菌株，該菌種具有多種功能，包含產生多樣代謝產物、鉗鐵物質，對於馬鈴薯瘡痂病具有良好防治效果，甚至能運用於防治鱗翅目與雙翅目害蟲幼蟲，未來應用潛力可期。

二、新興重要病蟲害及病害管理技術發展

由於全球化及貿易自由化的關係，蔬菜產業的規模從種子採種、種苗運送及田間管理是複雜且相關聯的，由於成本與人力考量，許多大型蔬菜種子公司均於第三世界國家進行採種作業，該田區若受到氣候環境導致蔬菜病害的發生，目前在歐洲被認為具有威脅的 3 種病原真菌分別為造成萎凋的鐮孢菌、葉斑病菌 *Alternaria spp.* 及露菌病，前兩者可藉由種子帶菌傳播，造成長距離傳播風險，現階段是以分子檢測診斷技術結合種子處理降低病原菌傳播風險。病害管理專題討論中，除了現有生物防治外，也有學者分享利用分子育種方式，篩選草中 995 個 NLR 接受子，最後鑑別出 19 個抗性基因可對於小麥莖銹病有優異的抵抗效果，可作為分子育種的良好材料。

三、採後病害最新研究及其防治技術發展

採後病害的相關研究是本次大會主軸之一，邀請各地學者分享其研究，內容分為三大主題：(1) 採後病原菌與寄主間的交互作用及其微生物相 (microbiome)，運用果實表面微生物相的動態變化觀察，藉以找到果實的核心微生物及最適病害防治時期；(2) 採後病害的永續管理新技術與方法，透過酵母菌、新一代有機農業可使用之殺菌劑 Natamycin、植物萃取物及 RNAi 等新技術於採後病害防治的應用；(3) 以環境流行病學 (eco-epidemiological) 新觀點探討採後病害與真菌毒素，探討採前的田間因子及管理模式對採後病害發生與真菌毒素的產生。本次主題廣泛自採後延伸至田間因子的探討，由巨觀的採後病害新防治方式至微觀的果表微生物相分析與流行病學探討，各

國學者分享透過果表微生物菌相的變化，了解採後病害發生的動態變化，從中瞭解可作為生物防治的核心菌群，另分享採後病害管理的新技術與方法，延伸探討至採前田間因子與管理模式對採後病害之影響。

四、可分泌毒素的真菌種類及其防治技術

目前各國已日趨重視真菌毒素(mycotoxins)相關議題，因為這類可產生真菌毒素的菌種，對於人類與哺乳類動物的危害風險巨大，因此國外已持續投入相關研究。本次研討會邀請多國（義大利、奈及利亞、大陸、美國及英國）專家，針對各自國內作物如：玉米、高粱、燕麥、開心果及果樹類進行介紹，並針對镰胞菌屬(*Fusarium spp.*)與麴黴菌屬(*Aspergillus spp.*)等易產生真菌毒素的菌類進行探討。其探討議題包含：環境因子對產毒菌株之分布與影響、去毒/解毒化相關機制探討及田間生物防治以降低高風險菌系等。透過學者所分享的研究成果，顯示目前已有方法可有效降低田間高風險菌株的族群數量，或利用一些化學物質可有效降解真菌毒素或減低其毒性；但是因全球氣候變遷導致環境溫度、二氧化碳含量及極端降雨機率皆明顯上升，反而造成可以產生 mycotoxin 相關的病原菌種類和數量明顯變多，這對於我們未來農產品與民眾食的安全造成嚴重的衝擊，確實不可不防。

五、復原力對土壤健康與病害抑制的影響

由於氣候環境與人為因素的限制，全球可耕地面積持續減少，因此各國對於如何維持農業土壤健康與永續發展日趨重視，同時對於土壤根圈微生物(rhizosphere microbiome)、植物及病原菌之間的關聯性也持續研究。本次會議在探討土壤復原力(resilience)與土壤健康及病原菌之間的關聯，內容分別針對：生物性殺線蟲劑之開發、塑膠微粒對植物和土壤與微生物的影響、土壤與根圈中之微生物對於植物與病原菌之關聯、除草劑對於土壤微生物之影響及厭氧土壤消毒法(Anaerobic Soil Disinfestation)對土傳性病害的影響等議題進行介紹與探討。透過這些研究，可幫我們釐清與了解前述物質或材料對環境微生物與植物間之衝擊和利害關係，同時高風險資材或化學藥劑則應盡量限制使用以減少對環境的衝擊，如此才可以維持土壤健康與環境永續的發展。

貳、目的

為執行 112 年度科發基金補助計畫「農業副產物在減碳增匯及循環加值之開發應用」項下之「農業副產物之減碳應用-降低農藥用量」工作項目，本場於 2023 年 8 月 20 日至 25 日前往法國里昂參加第十二屆國際植物病理大會(International Congress of Plant Pathology, ICPP)，發表相關論文海報及學習國際植物病理新知與交流。本次於海報發表 3 篇，分別為「The pathogens of *Fusarium solani* species

complex (FSSC) causing collar rot and fruit rot of passion fruits in Taiwan」, 「Characteristics and fungicides sensitivity of *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC) causing muskmelon fruit rot disease in Taiwan」, 「Controlling cucumber powdery mildew and anthracnose by *Bacillus velezensis* strain Tcb43」吸引多國學者前往交流與討論。

參、出國人員

郭建志副研究員/臺中區農業改良場作物環境科
羅佩昕助理研究員/臺中區農業改良場作物環境科
王照仁助理研究員/臺中區農業改良場作物環境科

肆、出國行程

日期	行程	地點及人員	備註
112/8/19(六)	搭機啟程, 機上過夜	臺灣→法國里昂	
112/8/20(日)	飛機抵達法國里昂, 2023國際植物病理學研討會報到日	法國里昂Lyon	抵達里昂聖埃克絮佩里機場及研討會報到日
112/8/21(一)	2023國際植物病理學研討會第1日	法國里昂Lyon	研討會專題演講及論文宣讀
112/8/22(二)	2023國際植物病理學研討會第2日	法國里昂Lyon	研討會專題演講及論文宣讀
112/8/23(三)	2023國際植物病理學研討會第3日	法國里昂Lyon	研討會專題演講及論文宣讀
112/8/24(四)	2023國際植物病理學研討會第4日	法國里昂Lyon	研討會專題演講及論文宣讀
112/8/25(五)	2023國際植物病理學研討會第5日	法國里昂Lyon	研討會專題演講及論文宣讀
112/8/26(六)	搭機回程, 機上過夜	法國里昂Lyon→臺灣	
112/8/27(日)	抵達臺灣	臺灣桃園國際機場	

伍、工作與參訪內容

一、第十二屆國際植物病理大會 (International Congress of Plant Pathology, ICPP)

ICPP 是全球最大的植物病理大會，更是在 Covid-19 疫情後，久違的實體大會。本次主辦為法國植物病理學會 (French Phytopathological Society)，會議自 112 年 8 月 20 日至 25 日，為期 5 天，會議地點舉辦在法國第三大城市里昂 (Lyon) 的會議宮 (Palais des congrès de Lyon)。「One Health for all plants, crops and trees」為本次會議的重要宗旨，隨全球氣候變遷，近年來許多國家皆報導新病蟲害的侵入，在病蟲害日趨難以控制的環境下，植物病理學者在植物保護上扮演重要的角色，而植物健康與動物健康、環境健康環環相扣，更與人體健康息息相關。因此本次大會集結來自各國的植物病理學者，針對氣候變遷對植物所帶來的各種威脅與因應方法進行分享與討論。

本次會議邀請里昂大學傳播科學、人類病毒學及植物病理學專家指導 34 位生命科學學士生，為本次大會主題創建一海報展覽區，內容涵蓋實行「One Health for all plants, crops and trees」所面臨的限制與困難，如真菌毒素、抗藥性、病蟲害等問題。大會中各國學者藉由口頭發表、海報發表及討論對於植物健康與人類、動物及環境健康間的關係。本次共有 2 場全體會議、6 場主題演講，同時有超過 50 場會議及 1000 則海報展示，內容極為豐富。

本場本次前往會議進行海報發表 3 篇，題目分別為「The pathogens of *Fusarium solani* species complex (FSSC) causing collar rot and fruit rot of passion fruits in Taiwan」歸類於 At the heart of disease emergence: determinants and consequences of host range contours of plant pathogens 主題、「Characteristics and fungicides sensitivity of *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC) causing muskmelon fruit rot disease in Taiwan」歸類於 Necrotrophic plant pathogens 主題、「Controlling cucumber powdery mildew and anthracnose by *Bacillus velezensis* strain Tcb43」歸類於 Progress in Disease control 主題，發表內容為臺灣重要病害及應用有益微生物防治病害之相關研究，吸引多國學者前往交流與討論。

二、國際生物防治技術發展

本次有關生物防治分別於 8 月 21 日及 8 月 22 日進行兩場次的主題會議，主軸為「增強生物防治和植物微生物相功能對植物健康的重要性」，共邀集多位學者專家進行專題演講。第一場次由澳洲學者 Dr. Stephane Compant 說明真菌和細菌之間特定的相互作用可以導致影響植物生長和健康，因此他們篩選 *Serendipita indica*，它是一種內生叢枝菌根菌 Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF)，具有促進植物生長和對不同逆境的反

應。另外亦發現一種放射根瘤菌，會生活在菌根菌菌絲體內。因此結合內生叢枝菌根菌結合內生根瘤細菌，共同接種至番茄作物上，利用螢光標定技術，得知兩種微生物可共生，並有助於菌根菌的菌絲擴展並纏繞番茄根系上，可顯著降低番茄萎凋病及立枯病的發生。接著由瑞典學者 Dr. Mukesh Dubey 演講應用生物防治真菌粉紅粘帚黴菌 *Clonostachys Rosea* 和植物病原菌灰黴菌(*Botrytis cinerea*) 和镰孢菌(*Fusarium*)之間的寄生關係，研究了 sRNA 在真菌寄生中的作用機制，突變 *Clonostachys Rosea* 中內切核糖核酸酶基因所產生的突變株，反而降低對灰黴病的拮抗能力及小麥根腐病的防治效果，主要也降低了抗生物質 Sorbicillin 的生成量，最終研究結果顯示以 sRNA 主導的 RNAi (RNA 干擾) 在真菌寄生作用效果，表示使用 *C. rosea* 作為微生物製劑進行生物防治的 RNA 干擾機制新策略為後續可持續研究的方向。另外來自瑞典的學者 Dr. Magnus Karlsson 評估了 63 種生物防治真菌 *Clonostachys rosea* (粉紅粘帚黴菌) 的菌株，分析它們對镰孢菌引起之小麥根腐病之室內拮抗測試、對植物生長促進結果及對不同的殺菌劑敏感性測試。*C. rosea* 對於同時也是防治小麥灰黴病及赤黴病重要的關鍵因子，此外亦能降解小麥赤黴病所產生的 DON 毒素含量。同時，他們也評估了 200 個基因型小麥品種對 *C. rosea* 防治的小麥葉枯病的反應性。不同小麥基因型之間的生物防治反應性存在顯著差異，其結果可作為後續分子抗病育種的參考資料。接著由西班牙的 Dr. Enrique Monte，主要講述利用木黴菌進行生物防治的工具，原理在於可以對病原真菌及卵菌類病原進行寄生，同時可以產生蛋白分解酵素、幾丁質分解酵素或是產生抑制卵孵化的二次代謝物，故也能對線蟲及害蟲進行防治。學者純化木黴菌的二次代謝產物，可以抑制昆蟲卵的孵化及吸引捕食性與寄生性天敵的效果。另外瑞典的學者 Dr. Iqbal Mudassir 則是研究黑酵母菌對於草莓冠腐、根腐及灰黴菌的生物防治效果，灰黴病菌是草莓常見的採後病害，會大大縮短保存期限及降低果實品質。該學者特別利用 Flying Doctors®系統，利用由熊蜂(*Bombus terrestris*) 為載體，攜載生物防治黑酵母菌 *Aureobasidium pullulans* (AP-SLU6)，可以有效抑制灰黴菌的發生和延長草莓收穫後的保鮮時間。使用大黃蜂作為各種生物防治劑的載體正變得越來越流行，而現階段對於蜜蜂的任何潛在負面影響沒有特別研究。而該學者的研究結果，顯示在為期 4 週的試驗期間，蜜蜂的表現和活動並未受到黑酵母菌的影響。熊蜂成功獲取黑酵母菌粉劑，並攜帶至花朵上，與對照處理相比，生物防治處理顯著減少 45%果實灰黴病發生率，保鮮期亦延長 100%。結果證實開花期間施用的生物防治真菌成功地減少了灰黴病的感染，從而有效地保護了果實遭受灰黴病的侵害。

第二場次的生物防治主講會議首先由加拿大的 Dr. Filion Martin 報告有關馬鈴薯瘡痂病的主要病原是由鏈黴菌所引起的，常規的防治方式效果不如預期，目前以篩選並開發有益細菌做為防治工具，研究中以螢光假單胞菌 *Pseudomonas* spp. 為主要成分的微生物菌株，可以有效於田間條件抑

制馬鈴薯瘡痂病的發生，可做為新一代的生物防治菌株。接著是由比利時學者 Dr. Hofte Monica 介紹在歐洲最常研究的 3 種生物防治菌種，分別是芽孢桿菌屬、螢光假單胞菌屬和鏈黴菌屬。大多數的微生物農藥產品多為芽孢桿菌類，鏈黴菌與螢光假單胞菌的微生物農藥菌株並不多，但對於防治田間病害及產生二次代謝物的表現，極具開發成為微生物農藥的潛力。接著瑞典的學者 Dr. Collinge David B. 說明穀類作物受到赤黴菌的感染，會嚴重造成減產，其中赤黴菌所產生的毒素則會對動物及人體健康產生疑慮。目前抗病品種與化學防治都不能有效的控制此病害的發生與毒素的累積，該學者自小麥根系及健康穀物組織內分離出 *Penicillium olsonii* 和 *Clonostachys rosea* 等內生菌，經由人為控制的條件下，進行生物防治試驗，其結果可以有效的降低赤黴病的發生及毒素 DON 的累積，有潛力能開發成微生物農藥菌株。接著瑞士學者 Dr. Vacheron Jordan 則是介紹保護假單胞菌(*Pseudomonas protegens*)的特性，該菌可促進植物生長、抑制植物病原真菌、原生生物和植物免疫防禦的啟動。這些細菌也能表現出對某些鱗翅目與雙翅目害蟲的幼蟲殺蟲活性。保護假單胞菌對於病害與蟲害的抑制主要是通過產生和釋放各種抗菌代謝物和殺蟲毒素。此類新型的病蟲害生物防治菌株，其作用機制仍在研究中，未來有潛力作為生物防治用途。最後則是大陸的學者 Dr. Li Min 說明馬鈴薯黃萎病是由 *Verticillium dahliae* 所引起的，此菌株屬於維管束病害，化學藥劑防治的效果均不彰，因此尋找替代的友善環境資材，該研究篩選出 5 株對黃萎病、镰孢菌、立枯絲核菌及疫病菌具有優異的拮抗效果的微生物菌株，其中 1 株 *Bacillus velezensis* XS142 對黃萎病的生物防治效果最高，XS142 菌株亦可促進馬鈴薯的生長。XS142 的基因組定序顯示有八個基因組參與合成具有抗菌特性的次級代謝產物。其研究顯示 *B. velezensis* XS142 具有作為開發成為防治馬鈴薯黃萎病之微生物製劑潛力。

三、新興重要病蟲害及病害管理技術發展

本次討論有關國際新興重要病蟲害及病害管理技術策略，共有三個部分，第一部分於 8 月 22 日上午的專題演講「Invasive and Emerging Plant Diseases 入侵重要病害」專題演講，首先由義大利都靈大學的學者 Dr. Gullino 說明蔬菜生產過程重要發生的病害、未來的挑戰及觀點。蔬菜產業規模龐大且複雜，對於產品貿易量大且經常生產的貨物，由於各蔬菜種苗種子公司常集中於某些國家採種，因此種子受到病原菌入侵均集中在鄰近的採種地點，然後銷往世界各地。對於此類病原菌的發生主要原因是 (1) 少數作物和品種的集中、(2) 密集的栽培方式、(3) 全球化的發展、(4) 要求準時供貨的供應鏈、(5) 氣候變遷因素。常發生的病原菌主要由三種，分別為镰孢病菌 *Fusarium wilt*、蔬菜葉斑病 *Alternaria spp.* 和露菌病 Downy mildews 等為新的傳播病原，常會導致嚴重的病害發生及產量損失，特別前兩者具有種子帶菌的可能性。主要防止方式為應用可靠且靈敏性高的診

斷檢測工具，有助於控制種子的健康。這些診斷工具對於國際農產品貿易斡旋與合作研究跨越國家壁壘至關重要。此外，來自荷蘭的 Dr. Potting 則是針對過去到現在歐盟入侵的作物病蟲害進行風險分析評估報告，外來新的昆蟲和病原菌的數量有增加的趨勢，這些可能會對農業造成重大影響以及生態系統的威脅。有害生物風險分析是評估科學性的過程確定病原菌是否為有害生物、並應予以管制的決定因素，以及應對其採取哪些官方植物檢疫管理措施。害蟲風險評估是對有害生物傳入和傳播的可能性分析以及相關潛在經濟後果的嚴重程度。

第二部分是於 8 月 23 日上午的主題會議，報告主題為「Progress in disease control 作物病害管理之發展」，由瑞士學者 Helge Sierotzki 及法國學者 Anne Sophie Walker 主持。首先由法國學學者 Dr. Eric Chantelot 報告露菌病和白粉病對法國葡萄產業造成嚴重影響，直接影響當季的產量和品質。法國葡萄種植方式不斷發展，採用新的生產模式，主要是注重農業生態及保護環境策略。這種方法主要基於三個方案：抗性品種的選擇、土壤肥力管理的改進以及生物製劑的導入的應用。生物製劑策略包括生物防治和生物刺激劑。生物製劑策略有助於減少對化學農藥的依賴，並可持續性的使用，此外亦可納入綜合性病蟲害管理(IPM)策略中，降低病害影響及化學農藥使用。接著由加拿大學者 Dr. Oscar Villanueva 說明由 *Phytophthora capsici* 造成的辣椒疫病，目前用於防治辣椒疫病的化學農藥效果有限，且容易造成農藥殘留疑慮。加拿大目前利用微生物農藥產品 Fortryx®，主要成分為兩種木黴菌組成，*Trichoderma asperellum* 和 *Trichoderma gamsii*，均有研究證明可有效減輕辣椒疫病與根腐病的發生。Dr. Oscar Villanueva 於 2021 及 2022 年的實驗研究測試了生物殺菌劑、床架類型、覆蓋物質和灌溉頻率對辣椒根腐病和冠腐病的影響。結果顯示，這高床架型和 Fortryx® 微生物製劑的應用對減輕病害有顯著效果。然而，與對照組相比，單獨使用 Fortryx® 微生物製劑在 2021 年明顯降低了植物發生疾病的機率。後續也會將此微生物製劑納入 IPM 綜合管理中，以有效控制辣椒疫病菌與根腐病的發生。接著由美國學者 Dr. Kari Peter 報告美國大西洋中部的蘋果受到蘋果苦腐病的困擾，自 38 個果園中採集 500 個樣本，從中分離 220 株炭疽病菌，包括 *Colletotrichum fiorninae*、*C. chrysophilum*、*C. noveboracense*、*C. siamense*、*C. fructicola*、*C. henanense* 和 *C. gloeosporioides sensu stricto*，並與 32 個對照菌株進行 FRAC22 種殺菌劑進行敏感性測試，通過 EC50 和 EC20 分析，分離株對許多殺菌劑有效成分出現不同程度的差異，研究室測試與田間試驗結果的比較顯示，在美國東部的幾個地點，EC25 值作為殺菌劑功效的預測指標比正常田間條件下的 EC50 值更為可靠，可作為監測蘋果苦腐病抗藥性現況及用藥策略的調整。接著由西班牙學者 Dr. Dolores Fernandez-Ortuno 說明灰黴病與白粉病為葫蘆科作物產業的限制因子之一，而這兩種病原真菌被殺菌劑抗性行動委員會分類作為具有高風險產生殺菌劑抗性的植物病原菌，而西班牙根據歐洲綠色協議，農

友可使用的殺菌劑種類至 2030 年將減少 50%。因此需要研發替代策略。根據該學者研究，檢查新興的 RNA 干擾(RNAi)策略，被稱為"噴霧誘導基因沉默"(SIGS)，作為替代殺菌劑活性。這個方法可成為防治 *Botrytis cinerea* 和 *Podosphaera xanthii* 的有效且持續替代方案。為此，我們設計了針對參與毒力與致病性的靶基因的雙鏈 RNA(dsRNA)，以對抗兩種病原體。為了提高這些寡核苷酸在該領域的應用，目前正在研發奈米顆粒的研究，這種新的分子殺菌作用可能被作為新型的植物保護策略中。

第三部分則是 8 月 23 日下午的專題報告，主題為「New Developments in Plant Disease Management 植物病害管理的新發展」。由德國學者 Dr. Jochen Kleemann 及美國學者 Dr. Mathews Paret 共同主持，共有三位主講者進行報告。首先由墨西哥學者 Dr. David Hodson 講述小麥銹病是全球小麥生產的重要威脅病害之一，其特性為高傳染性之流行病，且菌株變化性大，嚴重會造成毀滅性的農損。主要的防治策略是優先進行監測及預防，透過大規模的病害監測網路平台已經可以隨時追蹤新發生小麥銹病的存在，透過監測及檢測技術組成可以完成更快、更準確的預警系統，並改進早期警報系統的缺點，傳播資訊更快並即時給予預防管理建議，並減少流行病威脅。透過預警系統進行早期的決策以及病害管理策略，可以有效防治小麥銹病的發生，這套模式也能擴展到其他重要的小麥病害，確保小麥農友更能有效地應付即將發生的病害。接著由奈及利亞學者 Dr. Lava Kumar 演講，在撒哈拉以南非洲香蕉長期受到香蕉束頂病毒(Banana bunchy top virus, BBTV)的威脅。該病毒由蚜蟲傳播，以往該地區利用包括耐病或抗病品種，清潔種子以及植物檢疫規範，然而這些方法的控制不如預期，此病毒最近傳入西非及東非等新地區，因此需要採用綜合管理方式來防治蟲媒傳播及除滅受害植株，其方式包含尋找對 BBTV 抗性的品種、監測系統及開發快速診斷工具，以及研發防治蚜蟲的生物防治及轉基因作物策略，藉以有效控制此病毒的蔓延與發生。最後由英國學者 Dr. Helen Brabham 分享找尋抗病基因的研究，透過引入功能性抗性基因強化作物免疫系統，育成免受病蟲害侵害的作物品種對於永續農業及糧食安全是相當重要的方式，對環境友善且可有效控制病蟲害的發生。該研究利用篩選 18 個草種的 995 個 NLR，鑑定出 19 個新抗性基因防治小麥莖銹病，小麥莖銹病也是小麥生展的重要限制因子之一。該管道有利於快速從不同植物物種中發現抗性基因以產生抗病作物。

四、採後病害最新研究及其防治技術發展

採後病害的相關研究是本次大會主軸之一，邀請各地學者分享其研究，內容分為三大主題: (1) 採後病原菌與寄主間的交互作用及其微生物相(microbiome)，運用果實表面微生物相的動態變化觀察，藉以找到果實的核心微生物及最適病害防治時期; (2) 採後病害的永續管理新技術與方法，透過酵母菌、新一代有機農業可使用之殺菌劑 Natamycin、植物萃取

物及 RNAi 等新技術於採後病害防治的應用; (3) 以環境流行病學(eco-epidemiological)新觀點探討採後病害與真菌毒素，探討採前的田間因子及管理模式對採後病害發生與真菌毒素的產生。本次主題廣泛自採後延伸至田間因子的探討，由巨觀的採後病害新防治方式至微觀的果表微生物相分析與流行病學探討，各國學者分享透過果表微生物菌相的變化，了解採後病害發生的動態變化，從中瞭解可作為生物防治的核心菌群，另分享採後病害管理的新技術與方法，延伸探討至採前田間因子與管理模式對採後病害之影響。

1. 採後病原菌與寄主間的交互作用及其微生物相

在「採後病原菌與寄主間的交互作用及其微生物相」主題會議中，由以色列學者 Samir Droby 及義大利學者 Davide Spadaro 主持，兩位學者在採後病害防治及微生物相(microbiome)的研究成果相當卓越。Droby 博士屬以色列農業研究組織，開發應用於採後病害防治的微生物製劑，然其指出採後使用的微生物製劑，受限於市場，成功商品化的產品較少。過去在採後病害的研究上，套用基礎的病害三角環(Disease triangle)，認為一種病原菌引起一種病害，近年來，逐漸轉向以立體的病害金字塔(Disease pyramid)作為探討，為多營養的生態系統，結合寄主、病原菌、環境及微生物相。其近期研究著重於了解蘋果果實從田間栽培、採收前、採收及貯藏期間表面的微生物相變化，運用不同品種的果實表面微生物相組成，可深入了解果實上核心的微生物種類，以加速後續在篩選有益微生物並提升防治效果，另透過果實上微生物相動態變化的觀察，了解病害的發生是一個過程，透過病理微生物相(pathobiome)的研究，進而可知最佳病害防治的時期，且分析果實施用有益微生物-類酵母菌 *Aureobasidium pullulans* 後，微生物相的變化，可了解其對病害防治之效果。本場於 2018 年即前往以色列拜訪 Samir Droby 博士，且與其討論關於應用於採後病害防治之有益微生物開發及微生物相的相關研究概念，本次於大會中再次與 Droby 博士討論與請益柑橘微生物相研究的相關研究技術探討。

另由來自義大利的學者 Davide Spadaro 提出「微生物相可作為採後病害流行病學的闡述工具」的概念，近年來將高通量的定序技術-總體基因學(metagenomic)運用在果實採後病害的研究，自 2017 年陸續皆有相關研究。其主要藉由本技術想釐清在多種蘋果品種果實上造成重要病害的病原菌其發生特性，為內生菌或表生菌，又其發生的階段及是否可藉由空氣傳播，藉由蘋果不同生長時期果實表面微生物相的分析資料，可知病原菌發生的時期，並藉由田間空氣中收集的孢子微生物相，了解病原菌於田間的傳播之最盛時期，可能為其感染果實的階段，運用微生物相的分析了解採後病害的流行病學，以擬定病害防治的最佳時期。

來自希臘的學者探討不同的農事操作對於果實表生菌(carposphere)的真菌與細菌族群的影響，透過是否灌溉、是否落葉及樹叢密度三種不同的

農事操作，觀察從田間栽培到採收的果表菌微生物族群變化，並觀察不同的操作方式對於 *Aspergillus sp.*的族群量，其為造成的葡萄果串腐爛的病害，在進行灌溉、不落葉及高樹叢密度的農事操作下具有較高的濃度。透過其所分享的結果，可見透過果表微生物相的分析可了解不同農事操作上對於 *Aspergillus sp.*族群的影響，且農事操作的模式會顯著的影響到果表微生物的族群，並可從中篩選出可降低 *Aspergillus sp.*族群的拮抗微生物種類，可加速拮抗微生物的篩選。

有多位學者則針對採後病原菌與寄主間的交互作用，深入探討病原菌的訊息傳遞路徑，中國學者即探討影響果實後熟的乙烯，對炭疽病菌的訊息傳遞，研究中可知果實所產生的乙烯會加速炭疽病菌的孢子發芽、附著器形成及對寄主的入侵，乙烯可誘導炭疽病孢子發芽與毒力的基因表現，另可誘導黑色素幾丁質分解酵素的形成，透過 1-MCP 的處理，抑制乙烯在炭疽病菌上所誘發的訊息傳遞因子，進而可達到抑制病原菌侵染的效果。

2. 採後病害的永續管理新技術與方法

全球對於採後病害的永續管理技術中，學者分享運用微生物-酵母菌、微生物代謝物 Natamycin、植物萃取物、dsRNA 等新型技術防治採後病害。桃褐腐病(*Monilinia fructicola*)是歐洲地區桃於採後發生的主要病害，義大利學者評估酵母菌於貯藏期間防治效果，貯藏期間可有效降低褐腐病的發生，然在櫥架期間，其對病害之防治效果則未能顯著表現，另透過果表微生物相的探討，可知處理酵母菌的果實，在貯藏期間果表以酵母菌為主要的微生物族群，在果表佔據褐腐病菌的生存空間，因此可在貯藏期間有效降低褐腐病發生。來自美國研究學者 James Adaskaveg 提出殺菌劑 Natamycin 應用在柑橘採後病害的使用，美國研究發現，常見應用在柑橘採後病害防治的化學農藥，造成柑橘綠(青)黴病的 *Penicillium* 屬已對 Thiabendazole、Propiconazole、Imazalil 產生抗藥性，而 *Penicillium* 屬對低抗藥性風險的化學藥劑也已逐漸產生抗藥性，為了可使防治效果提升，積極開發低抗藥性風險的農藥。2016 年 Natamycin 於美國登記為可應用在採後病害防治的新一代殺菌劑，Natamycin 是鏈黴菌的天然代謝產物，已是食品上應用超過三十年的食品添加物，抑制食品受真菌污染，對柑橘綠黴病與酸腐病具有良好的防治效果，低抗藥性風險，目前所面臨的問題在於 Natamycin 在外銷上農藥殘留容許量的訂定。西班牙學者運用覆膜 (edible coatings) 資材阿拉伯膠與酪梨種子的萃取物的混合配方，可顯著降低李的褐腐病發生，與減少低溫貯藏所造成的寒害，並維持果實品質。dsRNA 是近年來許多研究應用於防治採後病害-灰黴病的發生，就由 dsRNA 誘發灰黴病菌的基因靜默(gene silencing)反應，進而抑制灰黴病菌的生長，是一項對於環境友善且具高專一性的防治方式，然這項技術的開發受限於 dsRNA 在環境中的穩定性與功效的呈現，美國學者運用大腸桿菌建立 dsRNA 的生產與封裝(minicell-encapsulated)平台，ME-dsRNA 即可

克服 dsRNA 穩定性問題。

3. 以環境流行病學新觀點探討採後病害與真菌毒素

真菌毒素是真菌感染寄主後所產生的二次代謝產物，通常多研究其對人體的負面的影響，在本會議中由學者分享 *Penicillium spp.* 感染造成核果類果腐病，並產生真菌毒素 patulin，透過 patulin 接種在不同品種的蘋果上，可產生青黴的病徵，不同品種蘋果與不同劑量會影響病徵表現，但其不受寄主範圍限制，在柑橘、阿拉伯芥及梨接種後，都可以看到相似的病徵。Patulin 會抑制其他採後病原菌的生長，但不會影響 *Penicillium spp.* 的生長，因此推測可能是要成 *Penicillium* 具有感染優勢的機制。另玉米赤黴毒素(Zearalenone, ZEA)與嘔吐毒素(Deoxynivalenol, DON) 是 *Fusarium graminearum* 感染所產生，是影響許多穀類作物市場價值的重要真菌毒素，學者研究指出，兩真菌毒素的產生從田間感染即開始，並且在採後因環境、寄主及病原菌間的交互關係而增加，因此了解田間與採後各種環境因子與真菌毒素生成的交互關係，將有助於此真菌毒素的控制。

酸腐病(sour rot)的發生近期再次受到歐洲研究學者的重視，西班牙學者推測由於氣候變遷的影響，導致酸腐病在核果類與柑橘採後大發生。酸腐病菌為土棲菌，學者探討酸腐病之田間環境因子對罹病率和病原菌豐富度的影響，結果顯示降雨量和風速對罹病率和豐富度為負相關，與陣風具有強烈的正相關性，陣風是酸腐病重要的傳播媒介，因此，為有效管理酸腐病的發生，建立病害發生的流行病學資料，將是重要基礎。

五、可分泌毒素的真菌種類及其防治技術

本節是由義大利 Cattolica del Sacro Cuore 大學的 Battilani 教授與奈及利亞的國際熱帶農業中心(International Institute of Tropical Agriculture)的 Ortega-Beltran 研究員擔任主持人，本次受邀的講者來自義大利、奈及利亞、大陸、美國及英國，針對的作物品項有玉米、高粱、燕麥、大麥、開心果及果樹類，而主要針對可產生真菌毒素的病原菌種類有 *Aspergillus*、*Fusarium* 及 *Penicillium* 這幾類真菌，分別產生如 Aflatoxins、Fumonisin 及 Patulin 等常見的真菌毒素進行一系列的探討。目前義大利學者針對該國境內產生真菌毒素的菌進行長時間的監測與調查，其研究結果顯示，由於氣候變遷與全球暖化已成定局且持續發生，結果顯示因為溫度與二氧化碳的提升和急遽降雨等現象普遍發生，因此造成可以產生 mycotoxin 相關的病原菌種類和數量在也明顯變多，根據他們的研究結果發現，自歐洲地區所收集到的菌株中已有 54%的菌株具有產生 2 種以上的 mycotoxins 的能力，這對於我們未來農產品與民眾食的安全造成嚴重的衝擊，確實不可不防。同時這位義大利學者也透過大數據、人工智慧-machine learning 及輔助決策系統來幫助他們國內的農友給予對應的田間管理措施，藉此減少或延緩氣候變遷對於國內農民造成的衝擊或影響。

此外，另一位義大利學者 Moretti Antonio 則是針對 *Fusarium proliferatum* 進行探討，由於該菌已被證實可以產生 Fumonisin B (FBs) 的致癌性真菌毒素，且相關蛋白表現基因也已被許多國家學者進行研究。然而，全球範圍內從多種作物（如棗樹、無花果、甘蔗、小麥）所分離的菌株卻缺乏產生 FBs 的能力，而後續研究發現可以產生和不能產生 FBs 的菌株間之 FB 基因區間與相關基因序列並無顯著差異，進行的物種內研究的系統發育分析僅提供了輕微的差異。因此，顯示 *F. proliferatum* 來自不同寄主植物，其基因表現和真菌毒素的產生仍有所不同，顯示該菌族群具有極大的生物多樣性，也因此該團隊持續以 *F. proliferatum* 為主要目標，持續與全球多個研究小組合作進行研究與探討。

而奈及利亞、美國及中國的研究學者則是透過生物防治與毒素降解的方式，藉此減低真菌毒素對於農作物或是民眾的影響風險。奈及利亞的學者提到撒哈拉以南的非洲地區作物面臨嚴重的 aflatoxins 汙染風險，尤其是受氣候變化惡化的薩赫勒地區。玉米、花生和高粱經常受到由 *Aspergillus* spp. 生產的 aflatoxins 的汙染，而 Aflasafe BF01 是一種已被證實具有降低穀物受到真菌毒素汙染的生物防治產品，已在非洲多個國家測試並且證實具有防治效果，並且可降低高風險區域的肝癌病例；美國學者同樣也是針對 aflatoxins 進行探討，且同樣是以生物防治的策略為主，該學者利用不會產生真菌毒素的 *A. flavus* AF36 菌株的利用，使其提早於田間建立族群，藉此降低可產生真菌毒素菌株的族群密度與纏據在目標作物上，成功減少作物中的真菌毒素量。另外，中國學者則是針對水果及其相關產品如果汁受到真菌毒素的汙染風險，並以 *Penicillium expansum* 所產生的真菌毒素-Patulin，對蘋果及蘋果汁產品構成嚴重威脅。該學者透過從 *Candida guilliermondii* 中發現的短鏈脫氫酶/還原酶 CgSDR，能將 Patulin 轉化為 Eascladiol，達到減毒或是降毒的效果。這種方法顯示能在短時間內有效去除 Patulin，同時在果汁中表現出良好的解毒效果，具有應對汙染問題的潛力。

最後則是由英國學者針對目前歐洲地區燕麥上的真菌毒素-HT 2 和 T2 進行探討，目前，HT 2 和 T 2 等真菌毒素在歐洲法定容許量正處於起草階段，預計該法案將於 2024 年實施。而根據對英國商業燕麥作物的先前調查，有機栽培和慣行生產體系、輪作和燕麥品種之間在燕麥上殘留的 HT 2+T 2 的真菌毒素濃度具有顯著差異。而最後該學者認為透過法規的制定與推行，方可作為最有效的限制因子，並且有效提升種植者改種更抗病的燕麥品種，以達到法規要求的毒素殘留值。

六、復原力對土壤健康與病害抑制的影響

近年來各國對於農業土壤健康與永續發展相關議題十分重視，而在土壤根圈微生物(rhizosphere microbiome)、植物及病原菌三方之間的關聯

性也持續投入相關研究進行探討。本節會議旨在探討土壤復原力(resilience)與土壤健康及病原菌之間的關聯，並針對數個議題如：生物性殺線蟲劑之開發、塑膠微粒對植物和土壤與微生物的影響、土壤與根圈中之微生物對於植物與病原菌之關聯、除草劑對於土壤微生物之影響及厭氧土壤消毒法(Anaerobic Soil Disinfestation, ASD) 對土傳性病害的影響等題目進行介紹與探討。其中韓國學者提到聚乙烯製成的農業覆蓋膜(農膜)，已被廣泛運用於農田耕作栽培上。然而對於後續農膜的去除和處理已成為一個挑戰，並可能造成農田土壤中塑膠污染的機率上升。該學者提到積累的農業塑膠在土壤中可影響土壤的理化特性、土壤微生物群落和植物生長。最近的研究更指出土壤中的奈米塑膠顆粒可能被植物吸收並且造成植物基因與根圈微生物菌落的改變，顯示農業塑膠污染對植物與土壤微生物群確實具有潛在的影響。而美國學者則針對除草劑-嘉磷塞(glyphosate)對環境微生物的影響進行相關研究，該研究透過環境微生物 DNA 定序技術進行調查，其結果發現環境施用嘉磷塞對於根圈有益細菌的族群數量與種類具有負面影響，而具有植物病原性的細菌和真菌族群反而無不良影響甚至有刺激的現象。此外，該學者也提到環境施用嘉磷塞，對哺乳動物腸道中的有益微生物同樣具有不良影響，而對於動物有毒害的微生物衝擊反而較小。因此，環境施用除草劑對除了對農業作物栽培上具有一定程度的衝擊外，對於人類同樣具有一定程度的風險，因此不可不防且須持續進行相關風險評估。特色花卉的生產涉及各種系統，包括在高隧道中的箱子、高起床、地面床，或是在開闊田野中。農業土壤和無土栽培基質經常被再利用，引入了許多土傳病害的風險。商業種植者在病害控制方面歷來依賴土壤燻蒸劑，但溴甲烷的全球淘汰使得他們在化學選擇上受限。

由於政府與相關研究單位對於永續與環境保護議題越來越重視，因此許多研究學者已針對非農藥防治技術投入研究並進行探討，例如本場議題則是針對 ASD 進行相關介紹，探討該技術應用在菊花莖腐病的防治潛力，該技術則是利用農業剩餘資材如豆粕、小麥糠及番茄殘渣作為碳源添加至土壤中，之後灌溉至土壤飽和狀態，隨後進行覆蓋 4 週使土壤進行厭氧發酵。結果發現該技術可以顯著降低發病率與發病度。顯示 ASD 是確實具有延伸應用在農業栽培上的潛力。

陸、心得與建議

一、國際生物防治技術發展

本次經由研習過程中，了解到國際間對於生物防治的研究是很廣泛的，早期研究大多集中於 *Bacillus spp.* 芽孢桿菌與木黴菌的研發，現今則是對於不同真菌類的微生物菌株進行開發與研究，甚至將有益真菌與細菌進行結合後共同施用於作物上抵抗土壤傳播性病害。國外亦有木黴菌複合產品上市，防治效果可以加乘，發揮 1+1 大於 2 的效果。本場在此策略已有類似

的操作模式，相較菌株單獨施用，共同施用確實發揮更大的效益。另外利用熊蜂當作載體將微生物菌株粉劑攜帶至草莓花朵上，確實可以降低草莓灰黴病的發生及降低果實為害機率，為新型的防治策略，可供國內研究參考。此外，小麥赤黴病仍為歐洲重要的穀物病害之一，加上此病原會產生 DON 毒素，會影響人體及動物健康，因此也是目前生物防治菌株防治的重點害物之一，國內小麥種植也有紀錄遭受此病害的感染，但仍屬零星發生階段。此外螢光假單孢菌、粘帚黴菌與酵母菌的開發也是近年也有相當多的研究與防治實例，國內對於此類生物防治菌株的研究並不多，僅在於學術研究階段，尚未進入到商品化及產業化，主要為劑型選擇與產品成分及效果之保存期限尚未解決，此部分仍尚待研究突破。此外這次研習國外學者報告某些生物防治菌株具有可同時防治病害與蟲害的潛力，可作為後續本場開發新型微生物的重要參考依據。

二、新興重要病蟲害及病害管理技術發展

研習本次各國學者研講有關國際間重要病害及管理技術，對於可藉由種子或是種苗傳播的病害，如鐮孢菌及格孢菌等。以及會短時間造成大規模發生的作物流行病，例如疫病、白粉病、露菌病、炭疽病與銹病依然是各國相當重視的作物病害問題，甚至以害蟲為媒介的香蕉束頂病毒仍然困擾著非洲的香蕉，因此目前各國研究人員及學者們均研究不同的防治方式，最後因應各地不同情況與田地條件，訂定適合的綜合病蟲害防治管理策略 (Integrated Pest Management, IPM)，現階段的防治策略可分為下列幾種：(1) 運用分子抗病育種找尋病蟲害抗性基因，縮短傳統抗病育種時間。(2) 建立流行病害長期監測系統及精進檢測方式，可以及早預警及推薦適合的病害預防管理技術。(3) 建立確實的植物檢疫規範及緊急防治措施，由於世界各國貿易頻繁，許多藉由種子或種苗傳播的病害需特別防範，從種子消毒、檢疫抽查樣本病原檢測、新入侵的緊急防治作為以及後續病害管理都需要詳細規定並執行。(4) 了解目前高風險抗藥性病原菌菌株族群現況，選擇有效的防治藥劑，減少防治成本及抗藥性病害族群發生。(5) 研發具有優異防治效果的微生物製劑，此方式也是各國研究生物防治的重點，目前國外已經有許多不同微生物菌種的產品問世，真菌性的微生物製劑產品、鏈黴菌及螢光假單孢菌的研發日益增多，會是往後研究的方向與趨勢。(6) 生物刺激素的研究雖然在這次的研習討論並不多見，但有許多學者及研究人員均有將生物刺激素納入 IPM 的策略中，主要是協助植物緩解環境逆境，確保植物正常生長，國內才剛開始進行生物刺激素的研究，目前仍在研發階段，但會是往後的研發重點。(7) 新型的病害防治技術研發，例如 RNA 干擾技術，經由田間實證可降 *Botrytis cinerea* 和 *Podosphaera xanthii* 的發生，有助於開發新型生物防治的工具。

三、採後病害防治與微生物相研究

微生物相是運用高通量定序技術所得的分析成果，可快速了解一樣品的總體微生物種類，目前國內多運用在土壤微生物相的分析。近年來國外採後相關的專家學者將其運用在果實表面微生物相的分析，可快速了解果實表面的微生物相組成及果表微生物的動態變化，作為採後病害的流行病學研究、病害發生的預測，及可作為了解採後病害最佳的防治時機擬定的參考資料。另一方面，有別於以往大海撈針式自環境中盲篩有益微生物，且環境中所篩選的有益微生物在目標作物上未必可順利生存並發揮防治效果，從微生物相資料了解果實表面的核心微生物，可讓有益微生物的篩選更具有效率，較能突顯果實採後病害的防治效果，是非常值得探討的領域。

另在新採後病害防治技術的研究分享中，來自美國的研究學者提出殺菌劑 *Natamycin* 應用在柑橘採後病害的使用，面對採後病害對現有採後可使用的殺菌劑抗藥性的產生，運用已是食品上應用數十年的食品添加物 *Natamycin*，具有抑制食品真菌污染效果，且未產生任何抗藥性，因此，美國在 2016 年登記其為可應用在採後病害防治的新一代殺菌劑，十分具有潛力。國內現有可應用在採後病害防治的藥劑種類少，且多數具有抗藥性的產生，因此建議 *Natamycin* 可於國內進行採後病害防治的相關研究評估，以增加未來在採後病害防治的選擇及提升防治成效。本場在 109 年亦關注到國外將 *Natamycin* 應用在採後的相關研究成果，並著手進行相關的採後病害防治研究，評估其在國內常見採後病害防治效果，本次大會與美國學者交流，並了解目前 *Natamycin* 在國外農藥殘留訂定所面臨的問題，後續可在研究上請益及討論。另在有益微生物的相關研究分享，可見多國學者在採後病害防治上，多運用類酵母菌 *A. pullulans* 進行防治研究，運用在田間噴灑或採後處理，進行灰黴病的防治，可見類酵母菌為具應用在採後病害防治潛力的重要有益微生物菌種，本場在 108 年即著手進行應用類酵母菌在柑橘綠黴病與番石榴瘡痂病的防治，期未來可朝向微生物製劑發展。

過去在討論採後病害防治，多以採後環境因子調控以達到防治目的，然時而成效未能顯著彰顯，本次大會各國學者分享以環境觀點探討採後病害之相關研究成果，田間栽培期間病原菌已在環境中存在，透過釐清田間環境因子與病原菌豐富度間的交互關係，了解病原菌重要的感染時機，在田間栽培條件的改變或時機點管理模式調控，將有助於採後病害在採後發生的防治。這類的研究也為國內在進行採後病害防治提供新觀點，未來在採後病害的防治上可跳脫單純以採後階段進行防治，田間栽培環境因子與病原菌的交互關係，可能也是採後病害防治的重要關鍵。

透過本次大會在各國採後病害防治的研究分享，可知目前在採後病害防治的策略多以微觀了解果實表面微生物相的變化，藉以了解病害發生的時機，可提供精準防治的時機點，並有別於以往自環境中篩選有益微生物的盲目篩選，更加運用微生物相資料，了解病原微生物與拮抗微生物間的拮抗關係，與核心微生物群的發掘，以加速開發可應用在採後病害防治的有益微生物，

另目前各國學者在採後病害防治的策略逐漸轉移至栽培期間的採後病害流行病學資料建立，藉以把握田間最佳的防治時機。

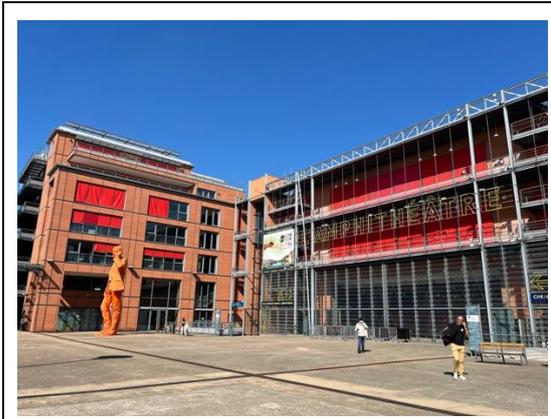
四、真菌毒素

以真菌毒素而言，國內確實已有一些研究針對這類真菌進行相關研究或機制的探討，但是對於整體全國性的分布與菌項種類的相關數據累積仍不夠完整，確實需要向國外學習他們的研究方式，同時也需要政府的重視與計畫資金的持續投入，才能夠獲取足夠的基礎資料，對於未來的防治技術或是方向才可以更為準確的預測與提出準確的診斷方式或是預估系統。至於土壤健康議題的探討，其實目前農業部與防檢署已都有持續投入經費輔導或委託相關學術與農業研究單位進行試驗，利用友善資材或綜合管理的措施盡可能減少對環境的衝擊，這方面國內研究其實不輸國外。

五、復原力對土壤健康與病害抑制的影響

由於氣候環境與人為因素的限制，全球可耕地面積持續減少，因此各國對於如何維持農業土壤健康與永續發展日趨重視，同時對於土壤根圈微生物 (rhizosphere microbiome)、植物及病原菌之間的關聯性也持續研究。本次會議在探討土壤復原力(resilience)與土壤健康及病原菌之間的關聯，分別針對：生物性殺線蟲劑之開發、塑膠微粒對植物和土壤與微生物的影響、土壤與根圈中之微生物對於植物與病原菌之關聯、除草劑對於土壤微生物之影響及厭氧土壤消毒法 ASD 對土傳性病害的影響等多個議題進行介紹與探討。透過這些研究，可幫我們釐清與了解前述物質或材料對環境微生物與植物間之衝擊和利害關係，同時高風險資材或化學藥劑則應盡量限制使用以減少對環境的衝擊，如此才可以維持土壤健康與環境永續的發展。而目前國外所測試的 ASD，目前國內已有相關研究單位進行測試，初步測試結果與國外相符，顯示該技術確實可以針對目前國內尚無有效推薦方法的土壤傳播性病害有不錯的防治效果，未來可以持續投入並完善該技術，且測試不同作物種類藉此評估對作物的衝擊與影響，對於國內土壤傳播性病害的防治極具潛力與應用性，也確實是目前國內農友所急需的策略選項，對農友幫助極大。

柒、 圖片



圖一、第十二屆國際植物病理大會舉辦在法國里昂會議廳(Palais des congrès de Lyon)



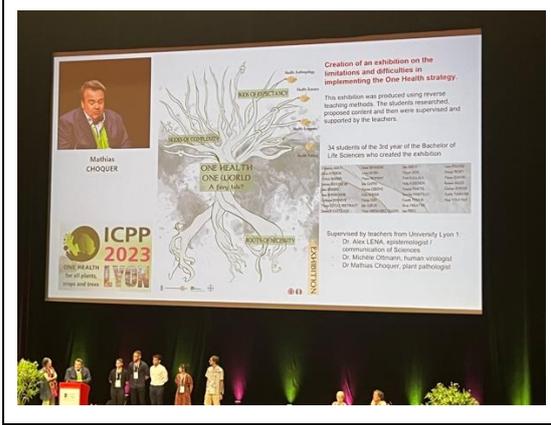
圖二、本次大會議程手冊



圖三、本場同仁參加大會與海報發表



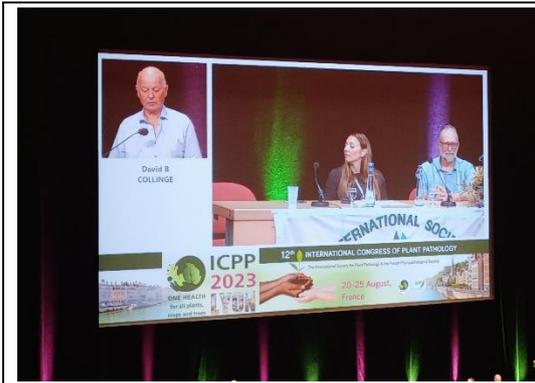
圖四、大會吸引各國學者共襄盛舉



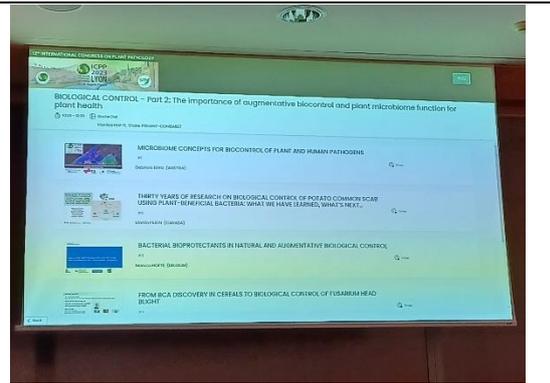
圖五、里昂大學教授介紹本次大會宗旨 “One Health for all plants, crops and trees” 展區的設計理念



圖六、“One Health for all plants, crops and trees” 展區，由里昂大學學生所設計的海報



圖七、參加生物防治主題為「增強生物防治和植物微生物相功能對植物健康的重要性」，開場由主持人 Dr. David B Collinge 介紹第一位演講者



圖八、參加生物防治第二部分主題仍為「增強生物防治和植物微生物相功能對植物健康的重要性」



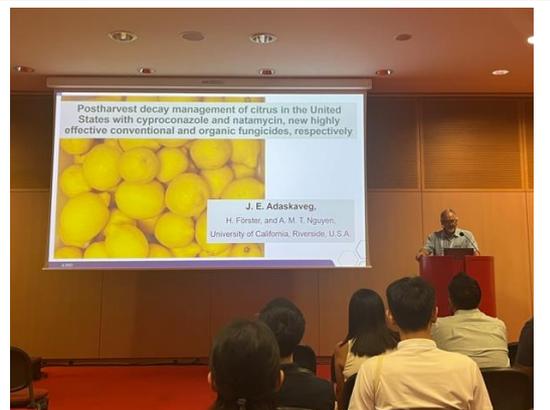
圖九、Dr. Gullino 介紹蔬菜產業常發生之緊急病害種類及因應措施



圖十、Dr. Chantelot 說明應用 IPM 策略管理葡萄病害成果



圖十一、「採後病原菌與寄主間的交互作用及其微生物相」主題會議中，由以色列學者主持



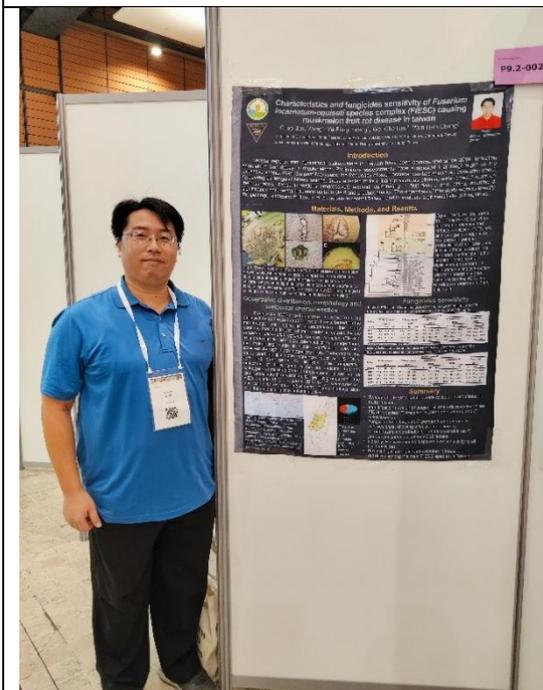
圖十二、「採後病害的永續管理新技術與方法」主題會議，由美國學者分享新型殺菌劑在採後病害防治之相關研究



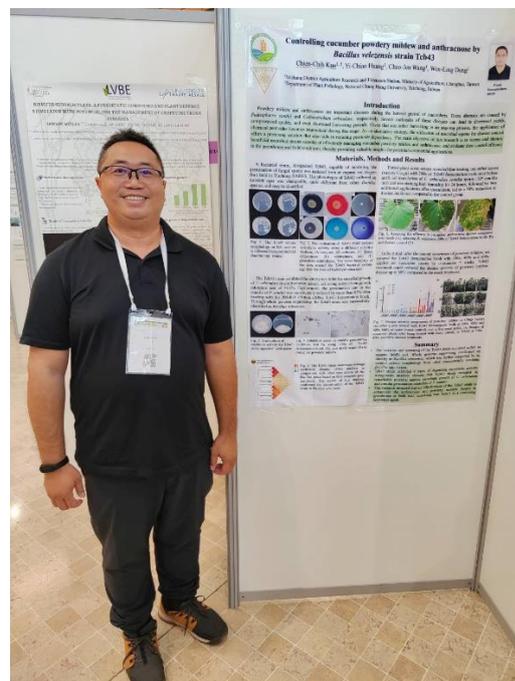
圖十三、本場於 108 年前往以色列拜訪採後專家 Dr. Samir Droby，本次大會見面並討論果表微生物相之相關研究



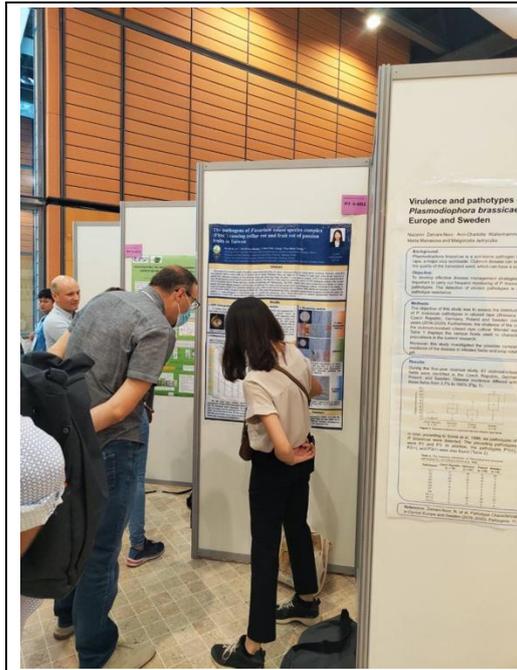
圖十四、由羅佩昕助理研究員進行「The pathogens of *Fusarium solani* species complex (FSSC) causing collar rot and fruit rot of passion fruits in Taiwan」研究之海報發表



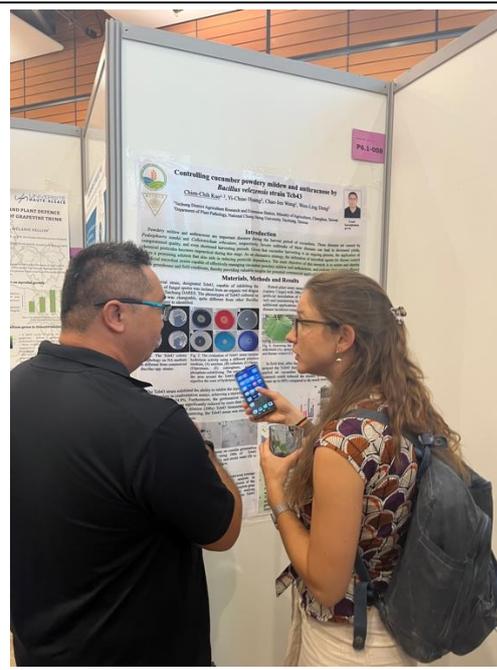
圖十五、由王照仁助理研究員進行「Characteristics and fungicides sensitivity of *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC) causing muskmelon fruit rot disease in Taiwan」研究之海報發表



圖十六、由郭建志副研究員進行「Controlling cucumber powdery mildew and anthracnose by *Bacillus velezensis* strain Tcb43」研究之海報發表



圖十七、百香果病害相關研究之海報發表吸引多國學者共同討論



圖十八、有益微生物開發之海報發表吸引多國學者前往討論

捌、附錄

(一) 第十二屆國際植物病理大會議程

GENERAL PROGRAM-AT-A-GLANCE		 ONE HEALTH for all plants, crops and trees 20-25 August, France
SUNDAY, AUGUST 20		
17:00	Registration	Welcome reception 18:00-20:00
20:00		
MONDAY, AUGUST 21		
08:30	Plenary Opening & Jakob Eriksson Prize	
10:00	COFFEE BREAK AND EXHIBITION	
10:30	KEYNOTE LECTURE	
12:30	LUNCH AND EXHIBITION	
14:00	CONCURRENT SESSIONS	
16:00	COFFEE BREAK AND EXHIBITION	
16:30	KEYNOTE LECTURE	
18:00	POSTERS SESSION, FLASH TALK SESSION AND EXHIBITION	ROUND TABLES 18:15 - 19:45
20:00		
TUESDAY, AUGUST 22		
08:30	KEYNOTE LECTURE	
10:00	COFFEE BREAK AND EXHIBITION	
10:30	CONCURRENT SESSIONS	
12:30	LUNCH AND EXHIBITION	
14:00	CONCURRENT SESSIONS	
16:00	COFFEE BREAK AND EXHIBITION	
16:30	KEYNOTE LECTURE	
18:00	POSTERS SESSION, FLASH TALK SESSION AND EXHIBITION	ROUND TABLES 18:15 - 19:45
20:00		
WEDNESDAY, AUGUST 23		
08:30	KEYNOTE LECTURE	
10:00	COFFEE BREAK AND EXHIBITION	
10:30	CONCURRENT SESSIONS	
12:30	LUNCH AND EXHIBITION	
14:00	KEYNOTE LECTURE	
15:30	Keynotes conclusion and Poster Prizes	
16:00	COFFEE BREAK	
16:30	POSTERS SESSION, FLASH TALK SESSION AND EXHIBITION	ROUND TABLES
18:30	Conference dinner (compulsary registration)	
20:00		
00:00		
THURSDAY, AUGUST 24		
08:30	CONCURRENT SESSIONS	
10:30	COFFEE BREAK AND EXHIBITION	
11:00	CONCURRENT SESSIONS	
13:00	LUNCH AND EXHIBITION	
14:30	CONCURRENT SESSIONS	
16:30	COFFEE BREAK	
17:00	POSTERS SESSION, FLASH TALK SESSION AND EXHIBITION	ROUND TABLES 16:45 - 17:45
18:00	CONCURRENT SESSIONS	
20:00		
FRIDAY, AUGUST 25		
08:30	CONCURRENT SESSIONS	
10:30	COFFEE BREAK	
11:00	CLOSING CEREMONY	
12:30		
14:00		
16:00	SFP GENERAL ASSEMBLY	
18:00	CONFERENCE GRAND PUBLIC	

MONDAY, AUGUST 21

Program-at-a-glance



8:30 - 10:00	Plenary Opening & Jakob Eriksson Prize	L'Amphithéâtre
10:00 - 10:30	Coffee break and exhibition	Forum 4-5-6
10:30 - 12:30	K1 - Plant Pathology in a One Health World	L'Amphithéâtre
12:30 - 14:00	Lunch and exhibition	Forum 4-5-6
14:00 - 16:00	C1.1 - Biological Control - Part 1 The importance of augmentative biocontrol and plant microbiome function for plant health	L'Amphithéâtre
	C1.2 - Plant virus and host interactions from molecular mechanisms to crop protection	Gratte Ciel
	C1.3 - Plant responses to pathogens	Grand Salon Prestige
	C1.4 - Mycotoxin producing fungi and their management: A serious challenge to attain the One Health goals	Tête d'Or 1-2
	C1.5 - BioInvasion in the urban environment: Pathways, early warning, mitigation measures, Institutional frameworks and policy implementation	Salon Tête d'Or
	C1.6 - Mind the Gap: Innovation and Opportunities In Seed Health testing	Bellecour 1
	C1.7 - Impact of war and conflicts in plant pathology research and food safety of countries	Bellecour 2-3
16:00 - 16:30	Coffee break and exhibition	Forum 4-5-6
16:30 - 18:00	K2 - Food Security in an Unsecure Future & Glenn Anderson Lecture	L'Amphithéâtre
18:00 - 20:00	Poster viewing session 1	Forum 4-5-6
	F-21 - Flash Talk session	Agora
18:15 - 19:45	R1.1 - Getting rights right: A round table exploration of Indigenous rights and participation in plant pathology	L'Amphithéâtre
	R1.2 - Management of postharvest diseases in Mediterranean countries to reduce food waste	Bellecour 2-3

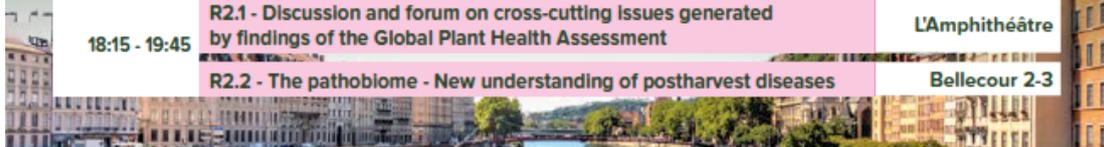


TUESDAY, AUGUST 22

Program-at-a-glance



08:30 - 10:00	K3 - Invasive and Emerging Plant Diseases	L'Amphithéâtre
10:00 - 10:30	Coffee break and exhibition	Forum 4-5-6
10:30 - 12:30	C2.1 - Molecular drivers of plant bacterial interactions	L'Amphithéâtre
	C2.2 - BIOLOGICAL CONTROL - Part 2: The Importance of augmentative biocontrol and plant microbiome function for plant health	Gratte Ciel
	C2.3 - Population genomics of plant pathogens	Grand Salon Prestige
	C2.4 - Viral modification of plants and vectors	Tête d'Or 1-2
	C2.5 - POST-HARVEST - Part 1: Interactions of postharvest pathogens with the host and its microbiome	Salon Tête d'Or
	C2.6 - Understanding emergence of pathogens in commercial and public forest ecosystems	Bellecour 1
	C2.7 - Food Security for Sustainable Food Systems	Bellecour 2-3
12:30 - 14:00	Lunch and exhibition	Forum 4-5-6
14:00 - 16:00	C3.1 - Molecular aspects of plant-fungal interactions Part 1: Effectors	L'Amphithéâtre
	C3.2 - Risk assessment for plant pathogens, a key tool for biosecurity under global changes	Gratte Ciel
	C3.3 - Post-harvest - Part 2: Sustainable managements of postharvest diseases: New technologies and approaches	Grand Salon Prestige
	C3.4 - Resilience in soil health and disease suppression	Tête d'Or 1-2
	C3.5 - Tracing the long-distance pathways of aerial dissemination of plant pathogens	Salon Tête d'Or
	C3.6 - Bacteriophages: Ecological roles and potential applications against bacterial plant pathogens	Bellecour 1
	C3.7 - Germplasm seed movement and global plant health	Bellecour 2-3
16:00 - 16:30	Coffee break and exhibition	Forum 4-5-6
16:30 - 18:00	K4 - A Global Plant Health Assessment of the state of Plant Health and Its Impact on Ecosystem Services	L'Amphithéâtre
18:00 - 20:00	Poster viewing session 1	Forum 4-5-6
	F-22 - Flash Talk session	Agora
18:00 - 21:30	ISPP Councillors (by invitation)	Bellecour 1
18:15 - 19:45	R2.1 - Discussion and forum on cross-cutting issues generated by findings of the Global Plant Health Assessment	L'Amphithéâtre
	R2.2 - The pathobiome - New understanding of postharvest diseases	Bellecour 2-3



WEDNESDAY, AUGUST 23

Program-at-a-glance



08:30 - 10:00	K5 - Current Topics In Molecular Plant-Microbe Interactions	L'Amphithéâtre
10:00 - 10:30	Coffee break and exhibition	Forum 4-5-6
10:30 - 12:30	C4.1 - Progress in disease control - Part 1	L'Amphithéâtre
	C4.2 - Development of Molecular Diagnostic Tools for Plant Pathogens in a Globalizing World	Gratte Ciel
	C4.3 - Genome evolution in filamentous plant pathogens	Grand Salon Prestige
	C4.4 - The ecology plant viruses and epidemiology of the disease they cause: How fundamental ecological research in natural systems can inform and advance plant pathology	Tête d'Or 1-2
	C4.5 - Advances in the use of exotic sentinel trees and novel monitoring programs to detect incipient threats posed by forest pathogens	Salon Tête d'Or
	C4.6 - Post-Harvest - Part 3: Eco-epidemiological perspectives generating new concepts on postharvest diseases and mycotoxins	Bellecour 1
	C4.7 - Impact of scientific advances in plant health	Bellecour 2-3
12:30 - 14:00	Lunch and exhibition	Forum 4-5-6
14:00 - 15:30	K6 - New Developments In Plant Disease Management	L'Amphithéâtre
15:30 - 16:00	ICPP 2023 Best Posters Awards Ceremony	L'Amphithéâtre
16:00 - 16:30	Coffee break and exhibition	Forum 4-5-6
16:00 - 18:30	Poster viewing session 2	Forum 4-5-6
	F-23 - Flash Talk session	Agora
16:30 - 18:00	R3.1 - The Impact of discoverles in plant health	L'Amphithéâtre
	R3.2 - Sharing and exploiting HTS data	Bellecour 2-3
	R3.3 - Germplasm Seed Movement and Global Plant Health	Salon Tête d'Or
16:30 - 18:00	ISPP Councillors (by invitation)	Bellecour 1
20:00 - 00:00	Conference dinner In Imagine Circus (compulsary registration in advance)	Imagine Circus



THURSDAY, AUGUST 24

Program-at-a-glance

08:00 - 10:30	First ISPP Executive Committee and Secretariat (2023-2028), by Invitation	Foyer Gratte Ciel Parc
08:30 - 10:30	C5.1 - Modelling and analysis to better understand and predict epidemics	Gratte Ciel
	C5.2 - Molecular aspects: Plant-oomycetes Interactions	Grand Salon Prestige
	C5.3 - Current and emerging forest pathology issues	Tête d'Or 1-2
	C5.4 - Immune receptors: Activation, signaling & evolution	Salon Tête d'Or
	C5.5 - New Developments in Fungicide Resistance	Bellecour 1
	C5.6 - The Potential of Seed Microbiomes	Bellecour 3
	C5.7 - Plant pathogens interactions in multi stress conditions (abiotic and biotic stresses): Viruses and other pathogens?	Bellecour 2
10:30 - 11:00	Coffee break and exhibition	Forum 4-5-6
11:00 - 13:00	C6.1 - Progress in disease control - Part 2	Gratte Ciel
	C6.2 - High Throughput Sequencing approaches for the detection of pathogens	Grand Salon Prestige
	C6.3 - Molecular aspects: Plant-nematode Interactions	Tête d'Or 1-2
	C6.4 - Particle-based delivery of biomolecules for crop protection	Salon Tête d'Or
	C6.5 - Soil-borne plant viruses	Bellecour 1
	C6.6 - Towards structure-based design of disease resistance genes	Bellecour 3
	C6.7 - A mechanistic approach of the varietal mixture effects on plant pathogens	Bellecour 2
13:00 - 14:30	Lunch break and exhibition	Forum 4-5-6
14:30 - 16:30	C7.1 - Molecular aspects of plant-fungal interactions Part 2: Mechanisms of Infection	Gratte Ciel
	C7.2 - Plant protection potential of persistent (cryptic) viruses in fungi, plants and insect vectors of plant disease	Grand Salon Prestige
	C7.3 - At the heart of disease emergence: Determinants and consequences of host range contours of plant pathogens	Tête d'Or 1-2
	C7.4 - One health: Impact of resistance to antibiotics and fungicides in plant pathogens	Salon Tête d'Or
	C7.5 - Pathovars of Pseudomonas and Xanthomonas SPP.: Do they really exist?	Bellecour 1
	C7.6 - Social and cultural dimensions of international forest health	Bellecour 3
	C7.7 - APP-titude for social media in Plant Disease Research	Bellecour 2

THURSDAY, AUGUST 24

Program-at-a-glance



16:30 - 17:00	Coffee break and exhibition	Forum 4-5-6
16:30 - 18:00	Poster viewing session 2	Forum 4-5-6
	F-24 - Flash Talk session	Agora
16:45 - 17:45	International Plant Pathology organizations (by invitation)	Salon Tête d'Or
	ISPP Subject Matter Committee of "Forest Pathology" (by invitation)	Bellecour 1
16:45 - 17:45	R4.1 - Research Integrity in Plant Pathology	Bellecour 2
	R4.2 - Jobs in Plant Pathology: How a plant Pathologist works in Industry setting (opened only for Ph.D students and Post-docs)	Foyer Gratte Ciel Parc
18:00 - 20:00	C8.1 - Botryosphaeria dieback: Which hosts are affected, what we know and how to fight	Gratte Ciel
	C8.2 - Emerging Phytophthora's: Tackling Global Outbreaks that Impact Food security	Grand Salon Prestige
	C8.3 - Latest advancements in knowledge and management of Ralstonia species	Tête d'Or 1-2
	C8.4 - Re-emergence of tobamoviruses threatening global vegetable production	Salon Tête d'Or
	C8.5 - Controlling Globally Developing Disease Threats of Banana	Bellecour 1
	C8.6 - From the deciphering of host pathogen interactions to disease management: The Leptosphaeria maculans /rapeseed case study	Bellecour 3
	C8.7 - Raising awareness of plants and ways of teaching plant pathology	Bellecour 2
20:30 - 22:30	Cérémonie des 50 ans de la SFP (by invitation - Private meeting in French)	Hôtel de Ville de Lyon



FRIDAY, AUGUST 25

Program-at-a-glance



08:30 - 10:30	C9.1 - CRISPR crops: Plant Genome Editing Toward Disease Resistance	Auditorium Lumière
	C9.2 - Necrotrophic plant pathogens	Amphi Pasteur
	C9.3 - Endophytes and diseases	Salon Pasteur
	C9.4 - The future of disease surveillance and prediction: Beyond the usual suspects	Rhone 3A
	C9.5 - Forest pathogenic fungi interacting with insect pests: Research fronts and perspectives	Rhone 2
	C9.6 - Synergism/antagonism between microbial pathogens and disease complexes: Implications in epidemiology and management	Rhone 1
	C9.7 - Biology and paleovirology of the Caulimoviridae	Rhone 3B
10:30 - 11:00	Coffee break and exhibition	Place Haute
11:00 - 12:30	Closing Ceremony	Auditorium Lumière
14:00 - 16:00	SFP General Assembly (by invitation)	Auditorium Lumière
16:00 - 18:00	Conférence grand public Les plantes attaquées par des microbes nuisibles: demain nous lutterons avec des microbes bénéfiques	Auditorium Lumière

