

# 出國報告（出國類別：開會）

參加 2023 年國際植物病理學大會 (International Congress of  
Plant Pathology, ICPP2023)

服務機關：農業部 農業藥物試驗所

姓名職稱：梁瑩如 副研究員

宋孟真 助理研究員

派赴國家：法國里昂

出國期間：112 年 8 月 16 日 至 112 年 8 月 30 日

報告日期：112 年 11 月 23 日

## 摘要（200-300字）

國際植物病理學會今年於 8 月 20-25 日在法國里昂舉行國際植物病理學大會 (International Congress of Plant Pathology, ICPP)。來自世界各地的植物病理學家和研究人員齊聚一堂，討論最新的研究及當前和未來面臨的問題。今年的主題：「One Health for all Plants, Crops and Tree」。藉由該會議針對各種病害的多方面交流和討論，包括新興病害、氣候變遷造成之病害發展影響、農藥施用、既有難防治病害及各種防治策略等，我們可以更清楚知道當今研究人員運用哪些策略來解決植物病理的問題，增進該領域的研究人員對於病害防治永續發展的可行作法。綜合此次會議列出與本所業務相關建議供參：

### 1. 國際法規與風險評估：

由於未來 RNAi 作為生物農藥可能在國內發展，建議提前查詢國際上有關 RNAi 的毒理和環境法規。積極制定國內 RNAi 作為生物農藥的管理辦法，以確保其安全性和可行性。

### 2. 跨領域研究：

鼓勵進一步跨領域研究，尤其是針對病害管理中的新技術應用，以促進更全面的理解和發展。

### 3. 政策配套：

提出建議應與現行政府政策配套，特別是針對減少化學農藥使用的政策，加強新興植物保護資材的發展。

### 4. 風險溝通：

未來在新興植物保護資材(如 RNAi)作為生物農藥的應用中，建議加強風險溝通，特別是針對可能的健康和環境影響，以增加公眾對新技術的理解。

## 目次

摘要-----	II
目的-----	IV
過程-----	IV
心得與建議-----	XII
附錄-----	XIII

## 目的

瞭解各國關心的植物病理議題、新的植物病理學研究方法學、不同作物或是氣候的植物病理學議題，藉以接軌國際趨勢，同時精進我國對於病害管理的觀點與技術。

## 過程

### 研習日期:

8月16日 出發

8月17日 抵達里昂

8月19日 ~ 8月25日 研習

8月26日 ~ 8月29日 個人行程

8月30日 抵桃園國際機場

國際植物病理學會今年於 2023 年 8 月 20-25 日在法國里昂舉行國際植物病理學大會 (International Congress of Plant Pathology, ICPP)，聚集世界各地的植物病理學家和研究人員，共同討論最新的研究及當前和未來面臨的問題。今年的主題：「**One Health for all Plants, Crops and Tree**」，內容包括作物病害、種子病害、儲藏病害及森林病害等。ICPP 是世界上最大的植物病理學會議，系列會議已有 55 年的悠久傳統，旨在促進全球植物健康和糧食安全，2018 年在美國波士頓舉辦，吸引來自 88 個國家的 2400 多名與會者。此外，ICPP 也促進已開發國家和新興國家植物病理學家之間的合作，包括對於新興國家的重要經濟作物的關注，以及對已開發國家中重要病害的防治技術與藥劑施用問題等。本次會議共包括 2 場全體會議、6 場主題演講、50 多場同步會議、多場圓桌會議、約 1000 張海報以及約 20 場會前衛星會議。

本次會前的衛星會議視不同議題分別為一天或兩天，需額外付費參加，主題包括維管束侷限菌 (*Xylella fastidiosa*)、關於植物病原細菌的分類與診斷、森林病病害田野巡禮、香蕉黃葉病、全球植物病害評估、卵菌綱病原菌基因體學、白粉病、水稻病害、種子健康、應用高通量在病毒研究和診斷等等。本所選擇參與的主題是關於種子健康 (Plant Health Starts

with Seed Health) 的議題 (圖 1)，該衛星會議為 8 月 19 日整天，內容包括使用健康的種子可以最大程度地提高植物健康和增加豐收的機會，特別在蔬菜領域。蔬菜種子產業透過國際種子健康倡議 (International Seed Health Initiative, ISHI) 積極開展活動，該倡議由國際種子聯合會 (International Seed Federation, ISF) 推動，目的在制定和驗證種子病害檢測標準，利用最新的分生技術加速測試並提高試驗靈敏度。在該次衛星會議參與人員包括 ISF 的工作人員、種子業界人員、種子病理研究人員等。

而對植物病理研究人員而言，Jacob Eriksson Prize 是植物病理學成就的最高國際榮譽，相當於植物病理界的諾貝爾獎項，該獎項由瑞典皇家科學院管理。該獎項是在 1923 年開始設立，為紀念雅各布·埃里克森 (Jakob Eriksson)，他是一位著名的瑞典真菌學家和植物病理學家，於 1931 年去世。是一位熱心的國際主義者，支持植物病理學國際研究工作。

今年 Jacob Eriksson Prize 得主是哥倫比亞籍的 Silvia Restrepo 博士 (圖 2)，現就職於哥倫比亞的洛斯安第斯大學 (Los Andes University)，研究專長為真菌學、病害流行病學、和植物病理學，ISPP 藉 Jacob Eriksson Prize 表彰她在真菌學和植物領域的開創性國際工作病理學，及長期關注影響木薯和馬鈴薯等發展中國家重要作物的病害。在演講內容中介紹她研究工作中作的植物與病原菌分子交互作用 (圖 3)、還有在哥倫比亞長期做的疫病菌 (*Phytophthora* spp.) 的研究內容 (圖 4)，由於疫病菌在許多寄主作物都會造成嚴重的病害，包括多種高經濟價值的作物如馬鈴薯 (如引起愛爾蘭飢荒的晚疫病)、番茄 (番茄晚疫病)、可可、橡膠等，因此研究其基因組生物學和演化史有其重要性，而 Silvia Restrepo 博士利用分子生物學的方式，包括利用 SMRT 定序技術釐清各菌株的遺傳特性，這可能對於疫病菌的毒力基因有所影響。

主體會議 (keynote speech) 演講包括 Plant Pathology in One health World, Food Security in an Unsecure Future & Glen Anderson Lecture, Invasive and Emerging Plant Diseases, A Global Plant Health Assessment of the state of Plant Health and its Impact on Ecosystem Services, Current Topics in Molecular Plant-Microbe Interactions, New Developments in Plant Disease Management。

摘要主題會議內容簡述如下:

在 Plant Pathology in One health World 議題中，包括好幾個講者圍繞此議題發表看法，例如 Justin Pita 博士分享 Plant Health for One Health in Central and West Africa，包括在非洲地區的國家共同結盟研究的情形，並介紹目前面臨較嚴重的病害危機，如樹薯病毒病害，樹薯病害分別由好幾個病毒引起，目前已在中非與西非發病狀況嚴重 (圖 5)，經過防治傳播病毒的蟲害等，則降低病毒病害的嚴重程度。

由 FAO 代表分享 antimicrobial use and resistance in plant agriculture: one health perspective 的議題中，抗生素可用來預防或治療人類、動物和植物病害，在農業上使用的抗生素用量大約每年 63,000 至 240,000 噸/年，此比例大約佔總體抗生素使用量 0.2~0.4%，因此在 FAO 對於抗生素使用制定行動方案 Global Action Plan on Antimicrobial Resistance，由於抗生素抗藥性 (antimicrobial resistance, AMR) 的感染對人類、動物、植物和環境健康產生越來越大的負擔，也可能成為導致死亡的主要原因，該行動方案可作為全球努力解決糧食和農業部門抗菌素抗藥性問題的路徑圖，該行動方案由糧農組織多學科團隊制定，確保考慮到所有面向，包括陸地和水生動物健康和生產、作物生產、食品和飼料安全、遺傳資源、自然資源管理、風險溝通和行為改變等。在作物上常見的抗藥性包括鏈黴素 (streptomycin)、oxytetracyclin、kasugamycin、validamycin、aureofungin、ningamycin、oxolinic acid、gentamicin (圖 5)，分別可以單獨使用或混合使用，來防治細菌和真菌病害。在單獨使用部分目前有 kasugamycin (用在防治因 *Clavibacter michiganensis*、*Xanthomonas* sp., *Pseudomonas* sp. 或 *Erwinia* sp. 引起的病害)、kasugamycin (用在防治水稻稻熱病、番茄早疫病)、validamycin (用在防治水稻紋枯病)、aureofungin (用在防治水稻稻熱病、水稻胡麻葉枯病、葡萄露菌病、葡萄炭疽病等等)，混合使用部分包括 gentamicin+oxytetracycline 防治 *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* 引起之病害，kasugamycin+copper oxychloride 防治葡萄炭疽及細菌性葉斑病、水稻葉稻熱病等，streptomycin sulphate+tetracyclin hydrochloride 防治蘋果火傷病、豆科 halo blight、柑橘潰瘍病等等。

在 New Developments in Plant Disease Management 議題中，包括來自墨西哥的 David Hodson 博士介紹小麥銹病的預警系統 (warning and advisory systems)，小麥種植常常面臨多種病原菌的侵染，其中最具破壞性的是銹病 (rust disease) 和 blast disease 真菌性病害。銹病是世

世界各地麥農的長期問題，2015 年的一項研究估計，三種銹病(莖銹病、條銹病和葉銹病)導致超過 1500 萬噸小麥被毀壞，全球損失近 30 億美元。而 blast disease 對小麥生產的威脅日益嚴重，孟加拉和尚比亞均發現該病害。由於這些病害都可能在毫無預警下毀掉全部收成，而影響農民收入和糧食安全，因此在本報告中簡要說明該預警系統，包括連結跨洲研究機構與學術單位的資料收集、資料管理(維護、加強和擴展現有 Wheat Rust Toolbox 資料管理系統的功能、整合各實驗室的資料，並確保公平存取資料等)、流行病學預測 (多種輸入來源、模型驗證等)、監測(宿主及病原菌監測、利用全面性電子即時監控田間狀況、擴大覆蓋範圍等)、診斷(加強現有診斷能力、開發新的診斷方法等)、訊息傳播及視覺化工具(提供合作夥伴幾乎即時訊息，給推廣人員、農民和政策制定者提供可靠和可執行的諮詢與警報)等。另外，由來自奈及利亞的 Lava Kumar 學者說明在非洲薩哈拉地區的病毒病害案例，及來自英國的 Helen Brabham 學者說明 NLRseed™ 的應用。在作物病蟲害綜合管理方法中，利用不同防治方法達到防治效果，包括：(1) 農業操作 (意即輪作、種植密度、混合種植)，(2) 化學防治 (例如使用殺蟲劑和殺菌劑)，以及(3)遺傳抗性。遺傳抗性是藉由植物育種者不斷整合不同的抗性來源而達成，因此識別新抗病基因通常涉及篩選不同的馴化或野生種，再使其與既有作物品種進行雜交，使抗性基因可以進到既有作物品種中。NLRseed™ 系統是利用具有功能性抗性基因特徵的高通量轉化系統來加速育種流程。利用這種方法，該團隊從屬於 18 個早熟禾科物種挖掘抗性基因，並鑑定了 19 個莖銹病抗性基因。植物免疫受體其中一個主要類別是 nucleotide binding, leucine-rich repeat receptors (NLRs) 重複受體，但識別功能性 NLR 的工作非常耗時且資源密集，該團隊分析 NLR 受體的特定特徵並將該與高通量技術相結合，進而開發 NLRseek™系統，而能夠快速識別並在植物中驗證來自非馴化種的功能性 NLR。藉由這種方法，可已知的 NLR 數量增加一倍並用於篩選抗小麥莖銹病的品種，因此，NLRseek™ 系統有助於快速發現作物的抗性基因應用。

正式會議期間，除每日安排的上述會議外，我們分別選擇跟工作相關的主題與感興趣的議題聆聽，分述如下。

**主題一: 鐮孢菌複合種的殺菌劑抗藥性 (Fungicide Resistance in *Fusarium graminearum* species**

complex)

禾穀镰孢菌 (*Fusarium graminearum*) 是禾穀镰刀菌複合體 (*F. graminearum* species complex, FGSC) 的一種，是全世界穀類作物，尤其是小麥中最常見和最具感染性的病害，可引起 Fusarium head blight (FHB)，該病害在本次的會議中多次被提及，包括病原菌分布狀態、用藥與抗藥性等等。在全世界上小麥種植區，至少每四年或五年就會發生一次嚴重的 FHB 流行病。本次講者為中國浙江大學的馬博士，提及自 2010 年以來，在中國 FHB 發生頻率更加頻繁 (每隔一到兩年一次)。FHB 發病率提高可能歸因於全球暖化、耕作方式、輪作技術和/或將麥稈留在田區等操作方式。中國 FHB 平均每年發生影響面積超過 450 萬公頃，約佔小麥總種植面積的 20%，2000 年至 2018 年間造成年產量損失超過 341 萬噸。在美國，從 1990 年代初到 2008 年，FHB 造成的產量損失估計為 30 億美元。南美洲主要小麥產區也常發生嚴重的 FHB 疫情。例如，2012 年 FHB 病害導致阿根廷小麥減產達 70%，2000 年至 2010 年間，FHB 導致巴西南部小麥產量損失 11.6% 至 39.8%。

除嚴重的產量損失之外，FHB 病原菌還藉由各種黴菌毒素污染小麥、大麥和玉米，對人類和動物健康產生嚴重的潛在影響，如 deoxynivalenol (DON)。為了降低人類和動物接觸黴菌毒素 DON，各國監管機構多制訂穀物及其產品中可容許的 DON 含量。也基於 FHB 對經濟的重要性和其所產生之黴菌毒素影響，禾穀镰刀菌已被列為十大真菌植物病原體之一，其致病性和 DON 生物合成調節機制已被廣泛研究。目前，由於缺乏有效的抗病品種，施用化學殺菌劑仍是世界許多地區防治 FHB 的主要方法之一。去甲基化抑制劑 (Demethylation inhibitor, DMI) 類的殺菌劑，特別是得克利 (tebuconazole) (圖 6)、滅特座 (metconazole) 和 prothioconazole，可阻斷真菌固醇生合成，是抑制 FHB 和減少黴菌毒素積累的最廣泛使用和有效的殺菌劑。另外苯並咪唑類 (benzimidazole carbendazim) 藥劑也能有效對抗 FHB，約可減少 70% 的病害。苯醌抑制劑類 (Quinone inhibitor) 殺菌劑已被證明會增加穀物中的 DON 含量，因此不建議用於 FHB 和 DON 控制。在中國，一種針對肌球蛋白 I (myosin I) 的新型殺菌劑 phenamacril 與得克利 (tebuconazole) 混合使用也廣泛用於 FHB 控制。

Phenamacril 是新型化合物，其不僅可以抑制 FHB 生長，還可以透過破壞毒物體 (toxisome) 的形成來有效減少 DON 的產生。另外，一種高效能的琥珀酸脫氫酶抑制劑 (succinate

dehydrogenase inhibitor, SDHI), 英文普通名為 pydiflumetofen 已在阿根廷和美國登記, 用於治療 FHB。而由於 FHB 易發生抗藥性, 在本次會議中除介紹該菌株產生抗藥性可能之機制外, 也提出使用微生物製劑+化學藥劑來延緩抗藥性產生 (圖 7)。

## 主題二: 以微粒傳遞的生物分子在作物保護的應用 (Particle based delivery of biomolecules for crop protection)

在全球生產受到限制的情況下, 實現可持續的產量增加是必要的, 目前, 抗性品種、化學農藥和綜合管理實踐是應對生物威脅的最有效方法, 然而, 近年人們對化學農藥的使用越來越擔憂, 特別是對人類和環境健康的影響, 包括對目標和非目標生物缺乏區分的作用機制, 以及農藥抗性的普遍發展, 因此, 開發創新且環境可持續的農作物保護方法變得越來越重要。隨著植物基因體學和基因特性研究中的一些重要進展, 尤其聚焦在 RNA 干擾和定點突變等基因編輯技術的發現和應用, 植物基因編輯技術得到了快速的發展。為了跟上植物基因編輯工具的發現和應用, 傳遞這些生物分子(biomolecules)的方法也得到了各種不同方式的開發並嘗試應用到作物保護上。本主題聚集了來自昆士蘭、美國、義大利、西班牙、以色列以及希臘的團隊分享最新關於利用不同材質的奈米載體(nanocarriers)搭配 RNAi 或是 Spray-Induced Gene Silencing (SIGS)技術來進行病蟲害防治, 主要內容包含:(1) 納米技術的應用: 利用納米技術, 特別是納米粒子, 作為傳遞載體來提高生物分子(如 RNAi 等)在植物中的傳遞效率。納米粒子可以提供保護, 促進穿越植物細胞壁等優勢;(2) 改進的傳遞效率: 開發更有效的粒子傳遞系統, 以確保生物分子能夠在植物組織中更有效地傳遞, 並實現所需的生物效果;(3) 定向傳遞: 開發能夠實現生物分子定向傳遞的技術, 更精確地將治療物質引導到特定的植物組織或細胞;(4) 生態友好性: 在開發新的粒子傳遞系統時, 將注意力放在確保這些技術的環境友好性, 並且在應用中不對非目標生物造成不良影響;(5) 多功能載體: 探索具有多功能性的載體, 這些載體不僅能夠傳遞生物分子, 還能夠具有其他功能, 例如對抗病原體或害蟲。而作為傳遞生物分子的載體(納米粒子)方面, 有多種物質被研究並應用。

此主題之 6 位講者分享的重點均圍繞在 RNA 干擾 (RNA interference, RNAi) 在農業病蟲

害防治之應用，探討利用 RNAi 作為生物農藥之可能，RNAi 作為一種作物保護措施的發展得益於觀察到植物對病毒入侵的反應與對基因的反應有功能相關，RNAi 在植物中的非細胞自主性特性使其能夠提供高度選擇性的系統性抗性，RNAi 不僅應用於對抗病毒，還用於對抗真菌和節肢動物害蟲，對於植物病毒和真菌的防治中，也因為葉面噴施 dsRNA 的技術有了重要的進展，這種方法能夠抑制病原體在植物內的生長，甚至在未噴灑處也能控制病原體擴散，在病毒和真菌的防治方面，葉面噴灑 dsRNA 能夠有效地抑制病原體的生長。在節肢動物害蟲的防治方面，由於 RNAi 信號傳播和 dsRNA 在攝食過程中的降解等技術挑戰，局部應用 RNAi 技術相對複雜，利用生物信息學方法進行靶點基因的篩選，同時尋找合適的 dsRNA 穿越載體，以提高 dsRNA 的穩定性和傳遞效率，其中，使用納米材料作為載體是一種解決方案，能夠提高 dsRNA 的穩定性，同時有助於其傳遞到目標組織，這些納米粒子通常被設計成能夠穿越生物界面，並保護載體內的生物分子，以提高它們在特定應用中的傳遞效率。以下是一些常見的納米粒子載體及其特點：(1) 矽納米粒子：矽納米粒子具有可調節的表面性質，並且可以通過功能化表面來改變其親水性和親脂性。這使得矽納米粒子成為潛在的生物分子載體。(2) 聚合物納米粒子：聚合物納米粒子由合成的聚合物組成，具有調節表面性質和載體結構的能力。聚合物納米粒子可用於傳遞各種生物分子，並且可以通過調整其化學性質來提高穩定性和生物相容性。(3) 脂質納米粒子：脂質納米粒子是由脂質分子組成的納米尺寸的球形結構。這種載體通常包括磷脂質，具有良好的生物相容性，可以用來傳遞核酸、蛋白質等生物分子。(4) 金屬納米粒子：金屬納米粒子，如金、銀、銅，具有特殊的光學和電子性質。它們可用於載體或輔助載體。這些納米粒子載體的選擇取決於特定應用的要求，包括生物相容性、穿透能力、穩定性以及生物分子的特性。

本主題中最令人印象深刻的是來自昆士蘭大學的 Prof Mitter 分享的內容，其團隊來自世界各地的科學家正在攜手合作，致力於開發一項有望提升全球食品安全的突破性技術。這項研究的基礎發表在《自然植物》期刊上，主要內容是關於使用含有雙股 RNA (dsRNA) 的陶瓷載體（稱為 BioClay）進行葉面噴施，以達到對白粉蝨的有效控制。白粉蝨是一種全

球性的農業害蟲，屬於半翅目。傳統上，對抗害蟲的方法之一是利用 RNA 干擾 (RNA interference, RNAi)，而將 dsRNA 應用於植物葉片上是一種吸引人的方法，然而，以往的挑戰在於 dsRNA 在植物體內的吸收和輸送受到限制，尤其是對於植食性昆蟲的響應。為了克服這一問題，Prof Mitter 團隊使用了陶瓷載體 BioClay，將 dsRNA 裝載在這個載體上，然後以葉面噴施的方式應用於植物，研究中通過高通量的單一和多基因目標的鑑定，報告了 BioClay 對於植物中的多個白粉蟲發育階段的有效破壞，實驗中還發現添加輔助劑可以增強葉面噴施的 dsRNA 被植物吸收和傳遞至維管束，進而進入白粉蟲體內，特別值得注意的是，相較於裸露的 dsRNA，使用 BioClay 噴霧能夠更好地保護植物免受白粉蟲的幼蟲攻擊，顯示了這種平台在對抗白粉蟲以及潛在其他害蟲的整個生命週期控制方面的潛力。基於此研究基礎，Prof Mitter 的團隊亦繼續進行相關的害蟲防治，類似於對抗白粉蟲的情況，BioClay 噴霧可能也能應用於對抗其他植食性害蟲，如蚜蟲、卷葉蟲等，病毒病防治，將對抗病毒的 dsRNA 載入 BioClay 並進行有效傳遞，則這種技術有可能應用於對抗一些植物病毒及真菌性病害防治，對於真菌性病害，若能將抗真菌的 RNA 或其他相應物質載入 BioClay，有望實現對真菌的精確防治，然而，這些應用的可行性需要在實驗室和田間條件下進行進一步的評估和驗證，不同的生物體系和病原體可能對這種技術的適應性有所不同，因此，要確定 BioClay 對其他害蟲、病毒或真菌的應用，Prof Mitter 團隊持續在進行更多的研究和實證。

## 心得及建議

植物病理學與農業生產體系息息相關，且牽涉作物病蟲害管理技術，包括栽培管理、用藥技術等等，本此會議議題涉及層面廣泛，然而時間有限且同步會議因同時進行，難以兼顧甚為可惜。而在本次議題中，也可以發現除常見作物病害外，森林病害逐漸受到重視。

在趨勢上，可以發現利用新技術如次世代基因體技術分析環境、病原菌與作物的關係，也逐漸解答病害三角的細節，及高通量技術應用作物抗病技術等，還有使用不同策略的資材進行防治，例如結合微生物製劑與化學製劑來延緩抗藥性等。

近年政府推動化學農藥十年減半，隨著科技之進展，國際上新興的植物保護資材持續被開發，本主題中利用 RNAi 開發為生物農藥就是其中一種，依據此次研討會內容了解到 RNAi 作為生物農藥的應用有著潛在的許多好處，包含：(1) 低毒性：相對於許多現有的農藥，RNAi 生物農藥具有較低的毒性，有助於減少對人體和環境的損害；(2) 物種特異性：RNAi 技術能夠實現對特定物種的高度選擇性，這有助於最小化對非目標生物的影響；(3) 環境影響輕微：通過適當的 dsRNA 設計，RNAi 的應用對環境的影響相對較小，特別是因為 dsRNA 在環境中能夠迅速降解。然而同時也需注意一些風險和挑戰，其中在實現 RNAi 的應用中，適當的傳遞機制是一個重要的技術挑戰，包含如何選擇適當的載體及施用方式，而雖然對人體的 dsRNA 吸收存在多層次的屏障，但風險評估仍然是至關重要的，是否包括對人體健康和環境的意外影響的風險，特別是對於與目標物種基因相似的相近物種，且對於環境的潛在後果需要謹慎評估，特別是針對與目標物種基因相似的非目標生物。因為此研討會之內容主要以學術研究與應用為主，並無討論到國際上對於 RNAi 此類新興植物保護之關的規範和法規，而事實上國內也尚無相關之研究進行，本所透過此次研討會了解到此類 RNAi 生物農藥的發展現況，未來很有能也有相關產品開發或進入國內登記，應提早因應。

綜合此次會議列出與本所業務相關建議供參：

### 1. 國際法規與風險評估：

由於未來 RNAi 作為生物農藥可能在國內發展，建議提前查詢國際上有關 RNAi 的毒理和

環境法規。積極制定國內 RNAi 作為生物農藥的管理辦法，以確保其安全性和可行性。

## 2. 跨領域研究：

鼓勵進一步跨領域研究，尤其是針對病害管理中的新技術應用，以促進更全面的理解和發展。

## 3. 政策配套：

提出建議應與現行政府政策配套，特別是針對減少化學農藥使用的政策，加強新興植物保護資材的發展。

## 4. 風險溝通：

未來在新興植物保護資材(如 RNAi)作為生物農藥的應用中，建議加強風險溝通，特別是針對可能的健康和環境影響，以增加公眾對新技術的理解。

## 附錄



圖 1、Satellite meeting 中各組討論報告一隅。



圖 2、Jacob Eriksson Prize 得主 Silvia Restrepo 博士演講，圖左下方為 Restrepo 博是本人，上方為放大投影幕。

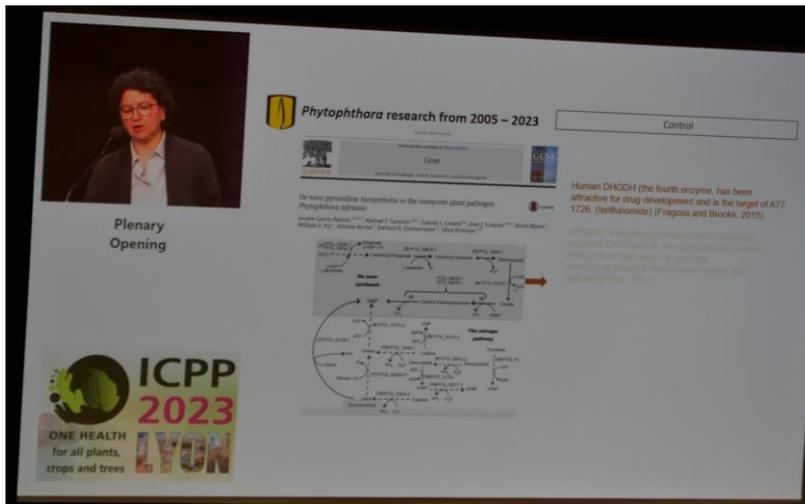


圖 3、植物與病原菌分子交互作用

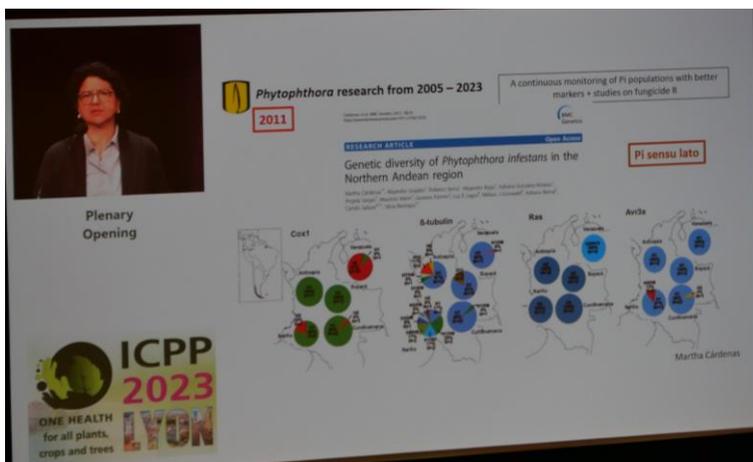


圖 4、哥倫比亞疫病菌的菌株變化。



圖 5、FAO 臚列用在作物上的抗生素種類

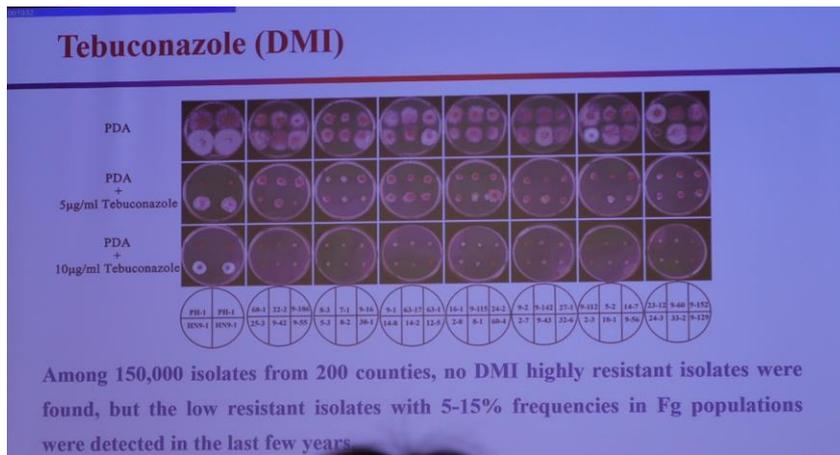


圖 6、所分離的不同 FHB 病原菌以待克利在實驗室初步評估抗藥性

### Mixtures of chemical + biocontrol agent can delay resistance development

#### Prothionazole + Jingangmycin

#### DMI + Bacillus sp.

枯草芽孢杆菌  
有效成分含量: 100亿芽孢/克  
剂型: 可湿性粉剂  
净含量: 100克

解淀粉芽孢杆菌  
有效成分含量: 10E<sup>9</sup>/CFU/克  
剂型: 可湿性粉剂  
净含量: 100克

43

圖 7、混合化學製劑和生物製劑以延緩抗藥性產生

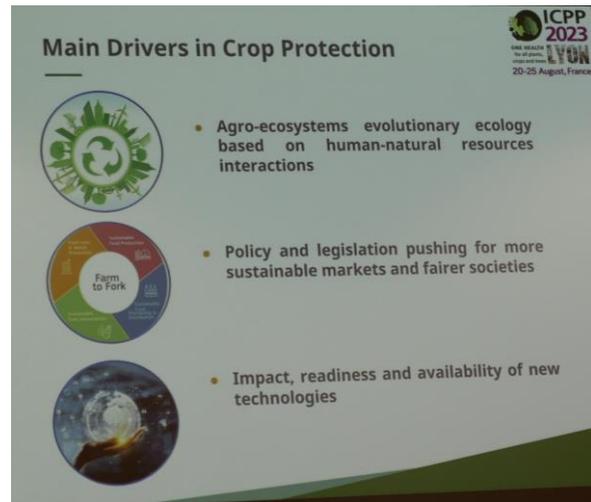
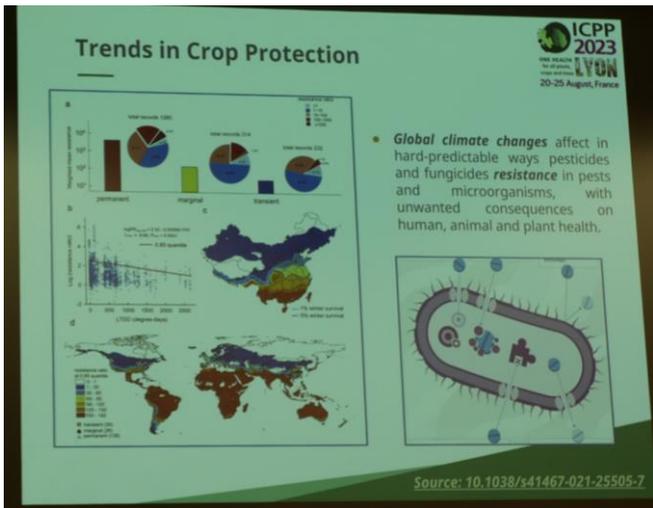


圖 8、本主題由義大利及美國的 M. L. Paret 及 G. M. Balestra 開場介紹目前作物保護之趨勢及開發創新且環境可持續的必要性。

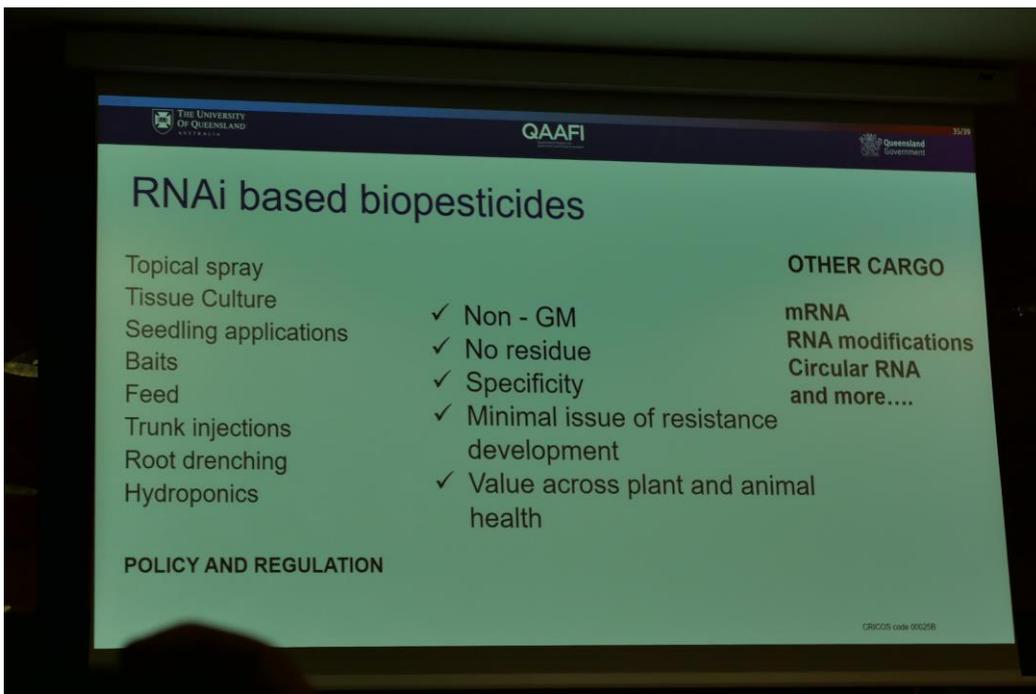


圖 9、昆士蘭大學的 Prof Mitter 說明利用 RNAi 作為生物農藥之施用方式及優點。

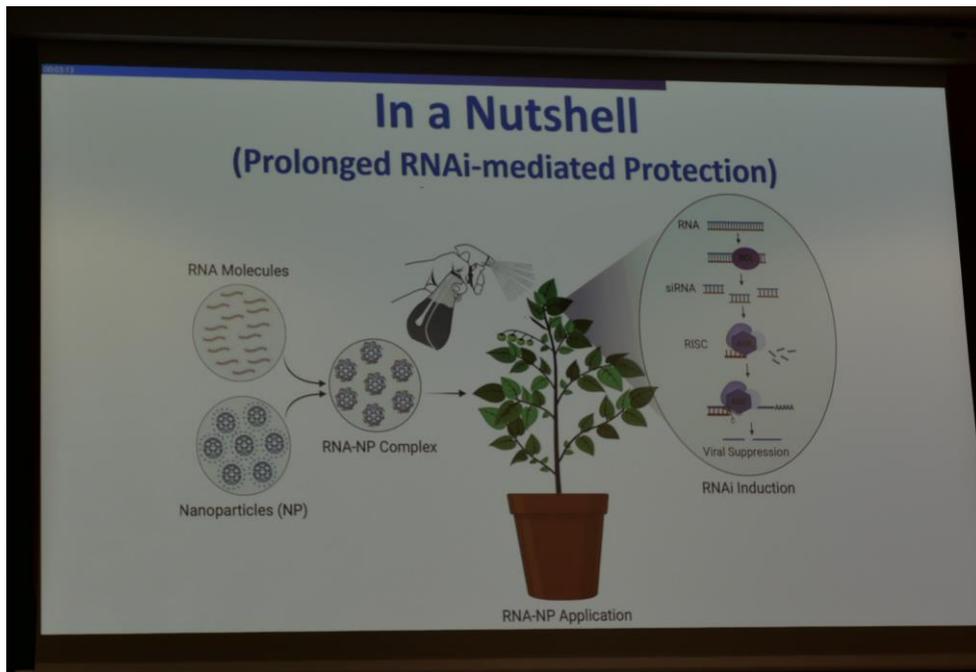


圖 10、美國康乃狄格州農業實驗站的 Washington 博士分享應用奈米載體搭配 RNAi 進行作物保護之施用方式。

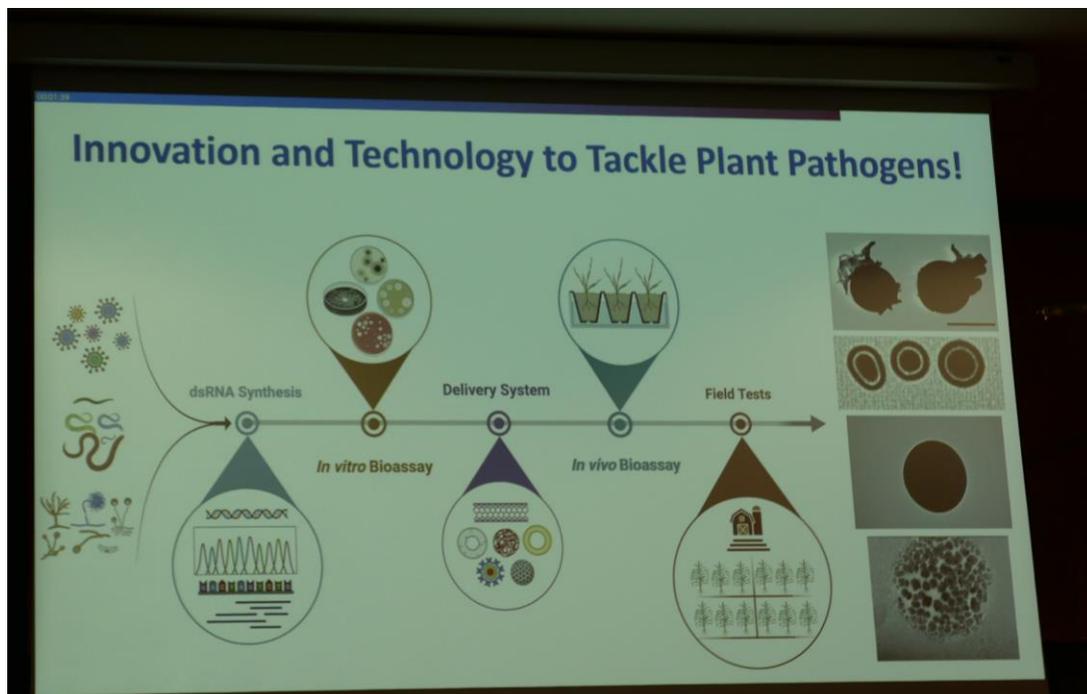


圖 11、美國康乃狄格州農業實驗站的 Washington 博士分享開發 dsRNA 用在作物保護的流程。

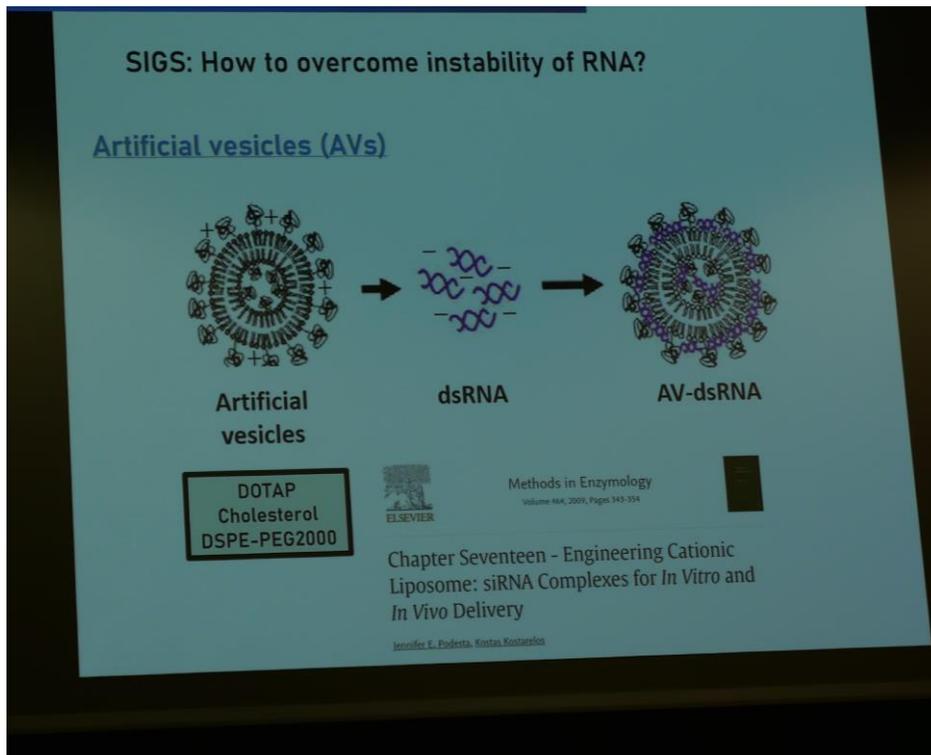


圖 12、Jonatan 分享西班牙的團隊利用 artificial vesicles 克服 RNA 在環境中不穩定的問題。

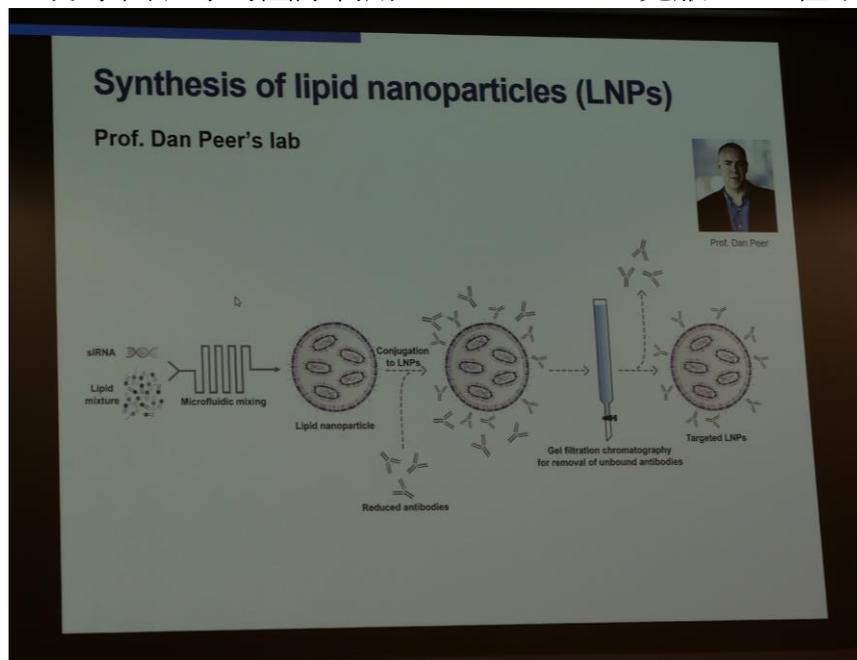


圖 13、以色列的 Laura 介紹了以脂質納米粒子作為 RNA 載體並應用於作物保護的內容。

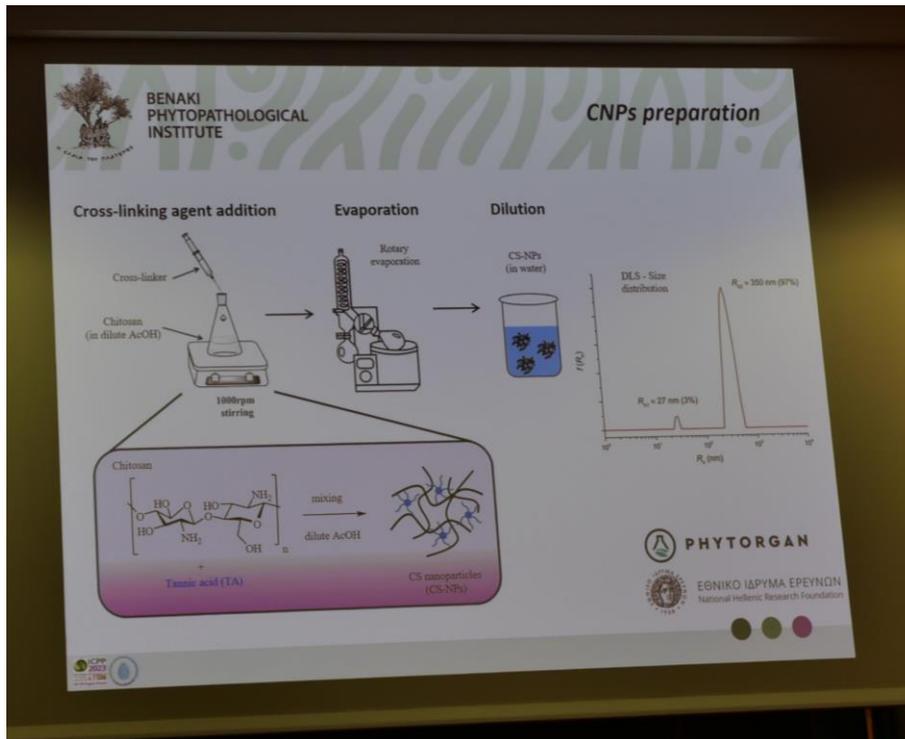


圖 14、希臘的團隊介紹了利用 chitosan 作為 RNA 載體並應用於作物保護的內容。

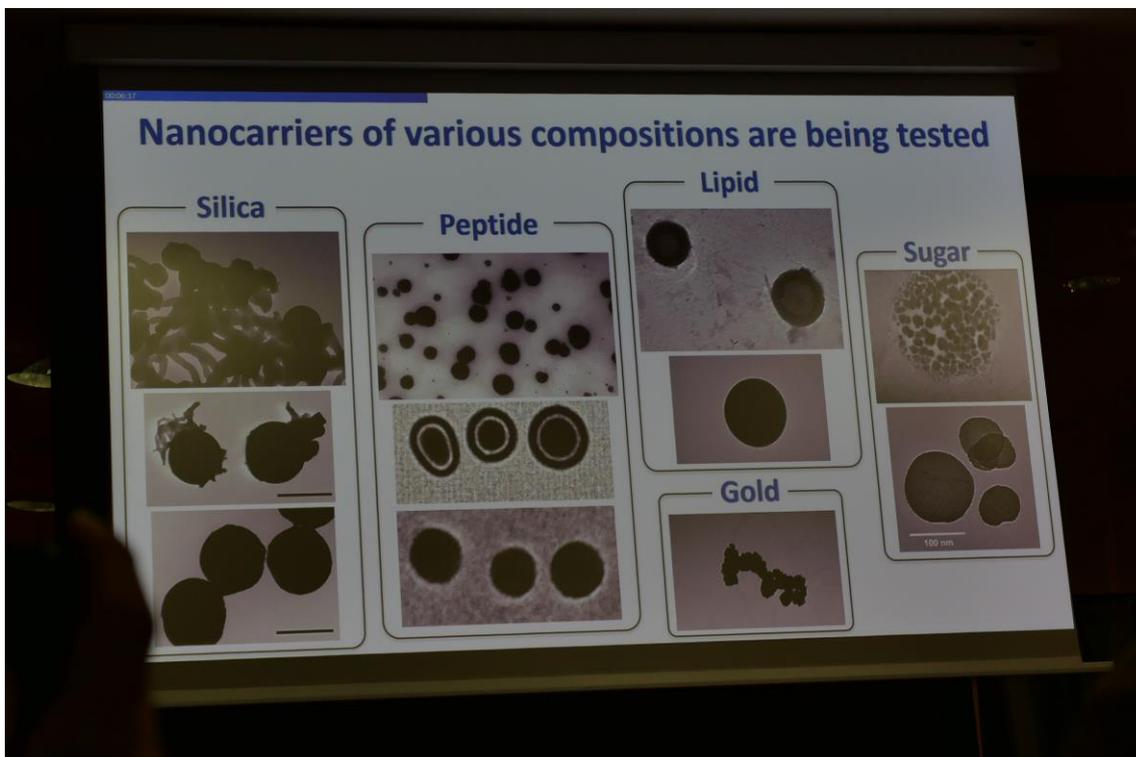


圖 15、美國康乃狄格州農業實驗站的 Washington 博士常見的納米粒子載體及其特點