

出國報告〔出國類別：其他（國際會議）〕

參加第 12 屆國際植物病理學會年會
(12th International Congress of
Plant Pathology, 簡稱 ICPP)
報告

服務機關：農業部農業試驗所

姓名職稱：謝廷芳研究員兼主任秘書、蔡志濃研究員兼組
長、鄭櫻慧研究員兼系主任、陳金枝副研究員、
黃晉興副研究員、董耀仁副研究員、林宗俊副研
究員、陳錦桐助理研究員、林玫珠助理研究員、
蔡佳欣助理研究員、林靜宜助理研究員、楊婉秀
助理研究員、陳怡如助理研究員、余祥萱助理研
究員、梁鈺平助理研究員、

派赴國家/地區：法國里昂、昂熱、凡爾賽與巴黎

出國期間：112 年 8 月 17 日至 9 月 3 日

報告日期：112 年 11 月 16 日

摘要

農業部農業試驗所執行行政院國家科學技術發展基金 112 年度補助計畫「農業科技研發成果之國際交流與擴散策略研究」，派員參加第 12 屆國際植物病理學會年會 (12th International Congress of Plant Pathology, ICPP 2023) 及參訪法國國家農業研究院 INRAE (昂熱) 與 IJBC (凡爾賽) 二研究中心，藉由參與重要的國際研討會，了解目前全球農業植物病蟲害研究趨勢及面臨的困難與因應策略，並與國際研究人員交流，可提供國內植物病蟲害研究參考。本次年會七天的行程中，衛星會議預先於會前 8 月 19 至 20 日舉辦，分成 20 個主題，本所研究人員分別參與 **Plant Bio Res 2023**、**Fusarium wilt**、**Pectobacterium** 及**樹病田間參訪**等。ICPP 2023 大會在 8 月 20 日至 25 日於法國里昂會議中心 (Palais des congrès de Lyon) 舉行，以全球策略「**One Health for all plants, crops and trees**」的概念，旨在推動植物健康與植物病理學融入 One Health 的理念當中！我們全體分別參加了 6 個不同主題之演講，包含一個**健康世界中的植物病理學**、**不安全未來之糧食安全**、**入侵與新興的植物病害**、**全球植物健康狀態評估與對生態系的影響**、**植物與微生物相互作用的分子研究**，以及**植物病害管理的新進展等**重大國際前瞻議題等，了解目前國際植物病理學重要議題的研究及最新成果，同時完成 1 篇口述及 15 篇海報共 16 篇成果發表，除了進行國際交流外，也提升我國植物病蟲害研究之能見度。大會致力於促進學術交流，包括辦理多場次衛星會議，並透過紙本、應用程式和線上問答功能提供相關資訊。會議最後由一千多名研究人員選出植物病理學的重大成就和挑戰，包括高通量篩選、基因組學、大數據、人工智慧、氣候變遷、基因改造生物、抗性、育種、昆蟲學和線蟲學等主題。值得注意的是，氣候變遷加劇農作物病蟲害帶來的挑戰，將成為全球農作物生產中無法避免的挑戰。該會議匯集 100 個國家的 2,400 多名專家，是收集植物病理學最新研究和行業資訊的寶貴平台，使植病領域的專業人士受益，並可為臺灣未來舉辦大型國際學術活動提供參考的資訊。

此外，我們前往昂熱 (Angers) 參訪法國農業研究院的 Institute of Research in Horticulture and Seeds (IRHS) 研究中心，就經種子傳播的病害研究、高通量表型分析 (High throughput phenomics analysis platform)、蘋果及西洋梨的遺傳育種及植物抗性研究、法國菌種保存方式、遺傳及環境因子對胡蘿蔔品質之影響及非生物與生物因子對種子發育及萌發之影響等議題進行了解。透過 IRHS 研究人員的講解了解 IRHS 研究方向與目前進展情形，可提供國內農業病害研究與菌種保存等之參考，促進國內產業發展及提昇農業水準均有助益。另前往參訪位於凡爾賽鎮 (Versailles) 的 Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB) 研究中心，主要交流的項目有表型遺傳學與 small RNA 的研究對於 siRNA 在植物體內的運作與機制；種子品質上，植物和種子代謝物的多樣性及其在植物適應不利環境中的功能研究；氮肥與植物病原菌的交互作用研究與外表型自然變異在因應氣候變化給農作物帶來新的挑戰，在這種背景下，尋找新的方向來提高栽培植物對水分逆境、熱障礙和病害蟲的抵禦能力之研究等。顯示法國農業研究除了基礎學術研究外，對於氣候變遷對作物病蟲害造成的衝擊與因應策

略進行深入研究。同時也利用行程移動空檔時間參訪農場、進行市場調查。法國常見的蔬菜種類與臺灣相近，大多數為法國自產，亦進有進口自西班牙、美國、埃及、義大利等國。有機觀光農場採開放式田區及溫室區栽種各類蔬菜、水果及花卉，並以合理、永續農業之操作原則種植，病蟲害有李和蘋果上很常發現 *Monilia* sp. 引起之褐腐病，夏南瓜白粉病、病毒病，茄科作物則多有蚜蟲危害等，農場也採用混合有益微生物 *Bacillus* sp. 的介質栽培草莓，生長狀況不錯，也用費洛蒙陷阱防治果實蠅。對於有機農場的實踐提供不同的創見與作法，亦是自然農法融入大眾生活以永續經營的體現。

目 次

壹、目的-----	5
貳、出國人員及報告題目-----	6
參、出國行程-----	8
肆、會議內容-----	9
一、國際植物病理學會年會活動及流程-----	9
二、研討會-----	10
伍、參訪行程-----	19
一、參訪法國農業研究院昂熱的 Institute of Research in Horticulture and Seeds (IRHS)研究中心-----	19
二、參訪法國農業研究院凡爾賽鎮的 Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB) 研究中心-----	21
三、市場調查與巴黎近郊 Gally 農場參訪-----	26
陸、心得與建議-----	28
柒、會議及參訪照片-----	30

壹、目的

國際植物病理學會 (International Society for Plant Pathology ; ISPP) 是目前國際上最重要的植物病理學術組織，每 5 年舉辦 1 次「國際植物病理學會年會 (International Congress of Plant Pathology)」，第 12 屆於 2023 年 8 月 20 到 25 日在法國里昂舉行，此次議題包含一個健康世界中的植物病理學、未來的糧食安全、入侵與新興的植物病害、全球植物健康狀態評估與對生態系的影響、植物與微生物相互作用的分子研究及植物病害管理的新進展等議題。農業試驗所執行行政院國家科學技術發展基金 112 年度發基金的「前瞻農業議題國際標竿學習與交流研究」計畫，派員參加第 12 屆國際植物病理學會年會及參訪法國國家農業研究院 INRAE (昂熱與凡爾賽) 二個研究中心，藉由參與相關主題研討會，了解世界各地最新的植物病理研究成果及進展，吸取各國重要發展經驗，並收集相關農業科技技術及產業資訊等訊息，期望提供給國內產官學界人士參考，並有助於植物保護永續發展。

貳、出國人員及發表題目

2023 ICPP 國際植物病理學大會發表			
序號	發表人	發表主題	發表形式
1	Tsai, J. N.(蔡志濃), Tsai, H. L., Chuang, W. T., Huang, C. C., Lin, C. P., and Ann, P. J.	Diversity and pathogenicity of <i>Colletotrichum</i> species causing passion fruit anthracnose in Taiwan	論文摘要 (海報)
2	J.-H. Huang*(黃晉興), and C.-Y. Yuan	Heavy rainfall has given rise to severe crop diseases caused by <i>Phytophthora</i> spp. in Taiwan	論文摘要 (口頭報告)
3	Yu-Ping Liang(梁鈺平) and Hui-Fang Ni	The <i>in vitro</i> and <i>in vivo</i> phosphite sensitivity of <i>Phytophthora cinnamomi</i> isolates from avocado orchards in Taiwan	論文摘要 (海報)
4	Chia-Hsin Tsai(蔡佳欣), Shu-Ling Hwang, and Mei-Ju Lin*(林玫珠)	Development of detection technology for tomato pith necrosis caused by <i>Pseudomonas mediterranea</i>	論文摘要 (海報)
5	Cheng, Y. H.(鄭櫻慧), Chen, C. C.(陳金枝), Lin, F. C., Wang, J. Y. and Lin, M. J.(林玫珠)	Induction of pepper resistance against pepper mild mottle virus by <i>Bacillus velezensis</i> treatment	論文摘要 (海報)
6	Ching-Yi Lin*(林靜宜) and Hui-Ju Lin	Efficacy of inorganic chemicals as plant resistance inducer on the control of potato common scab disease	論文摘要 (海報)
7	T. C. Lin(林宗俊), S. S. Huang, C. S. You, Y. N. Chen, C. W. Chen, J. F. Su and T. F. Hsieh(謝廷芳)	A potential biocontrol agent for managing potato common scab in Taiwan	論文摘要 (海報)
8	T. C. Lin(林宗俊), C. S. You, S. S. Huang, Y. N. Chen, C. W. Chen, and J. F. Su	Application of a biocontrol agent for managing root-knot nematode, <i>Meloidogyne graminicola</i>	論文摘要 (海報)
9	Lin, C. P., Chen, C. C.(陳金枝), Cheng, Y. H.(鄭櫻慧), Lin, M. J.(林玫珠), and Tsai, J. N.(蔡志濃)	Application of rapid nucleic acid extraction method to simplify molecular detection of plant pathogens	論文摘要 (海報)

10	Lin, M. J.(林玫珠), Chen, J. T.(陳錦桐), Cheng, Y. H.(鄭櫻慧), Chen, C. C.(陳金枝), Hsieh, T. F.(謝廷芳) and Tsai, C. H.* (蔡佳欣)	Screening and application of induced resistance microbe for viral disease control in cucumber	論文摘要 (海報)
11	Shiang-Shiuan Yu(余祥萱), and Yun-Sheng Lu*	Identification and fungicide sensitivity of <i>Xylaria</i> sp. grown on shiitake wood log in Taiwan	論文摘要 (海報)
12	Jin-Tong Chen(陳錦桐), Mei-Ju Lin*(林玫珠), Che-Wei Chu	Biocontrol activity against some soil-borne plant pathogens by <i>Bacillus</i> spp.	論文摘要 (海報)
13	Yaw-Jen Dong(董耀仁), Hsien-Tzung Shih, Wan-Hsiu Yang(楊婉秀), Chung-Jan Chang, Chiou-Chu Su	Integrated management of insect vectors of Pierce's disease in Taiwan	論文摘要 (海報)
14	Wan-Hsiu Yang(楊婉秀), Hsien-Tzung Shih, Yaw-Jen Dong(董耀仁), Chung-Jan Chang, Chiou-Chu Su	Vectors of <i>Xylella</i> spp. and its role in global transmission	論文摘要 (海報)
15	Chen, Y. J. (陳怡如), Cheng, Y. H.(鄭櫻慧), Lin, F. C.	Integrated management strategy for thrips-born disease in Taiwan and Implications	論文摘要 (海報)
16	Chia-Hsin, Tsai (蔡佳欣)	The bacterial stalk rot of maize caused by <i>Dickeya oryzae</i>	海報

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	8/17(四)	臺中(含花卉分所及嘉義分所) →桃園機場→BR87	交通行程
2	8/18(五)	抵達巴黎，搭乘 TGV 至里昂住宿	交通行程
3	8/19(六)	里昂國際會議中心	報到參加衛星會議及 Gala Dinner
4	8/20(日)	里昂國際會議中心	參加衛星會議、第 12 屆國際植物病理年會開幕
5	8/21(一)	里昂國際會議中心	參加國際植物病理年會專題演講 分組研討會、海報演繹及閱覽。
6	8/22(二)		
7	8/23(三)		
8	8/24(四)		
9	8/25(五)		
10	8/26(六)	里昂	里昂市場調查
11	8/27(日)	里昂→昂熱	交通行程
2	8/28(一)	昂熱	Institute of Research in Horticulture and Seeds (IRHS)研究中心參訪交流
13	8/29(二)	昂熱→凡爾賽鎮	交通行程、農產市集參訪
14	8/30(三)	巴黎近郊	Picking Gally 農場參訪
15	8/31(四)	凡爾賽	INRAE (Institut Jean-Pierre Bourgin) 參訪交流
16	9/1 (五)	凡爾賽→巴黎	交通行程與巴士底廣場市集調查
17	9/2(六)	巴黎機場→飛往台灣桃園	交通行程返國
18	9/3(日)	桃園→臺中、雲林、嘉義	交通行程返國

肆、會議內容

一、國際植物病理學會年會活動及流程

國際植物病理學會 (International Society for Plant Pathology, ISPP) 成立於 1968 年，是國際生物科學聯盟 (International Union of Biological Sciences, IUBS)、國際微生物學會聯盟 (International Union of Microbiological Societies, IUMS) 的成員，並與聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 有聯繫，是目前國際上最重要的植物病理學術組織。ISPP 的宗旨是促進全球植物病理學的發展，傳播植物病害和植物健康管理知識。該學會每 5 年定期主辦國際植物病理學研討會 (ICPP) 以及其他有關植物病理學和密切相關主題的國際會議，以促進在全球範圍內的合作和知識傳遞，對所有對植物病理科學感興趣的研究人員、教育工作者、學生和植物保護行業的專業人士開放參加；第 12 屆國際植物病理學研討會於 2023 年 8 月 20-25 日在法國里昂舉行，第 13 屆研討會將於 2028 年 8 月 18-26 日於澳洲昆士蘭舉辦。

二、會議介紹

(一) 人事時地物組成

第 12 屆國際植物病理學研討會 (the 12th International Congress of Plant Pathology, ICPP 2023) 在 8 月 20 日至 25 日於法國里昂會議中心 (Palais des congrès de Lyon) 舉行，本次會議共有來自 100 個國家共計 2400 人註冊參加，其中包含 550 位博士生，分為會前衛星會議 (Satellite events) 及主會議，會前衛星會議於 8 月 19 至 20 日舉辦，分成 20 個主題，我國研究人員分別參與 Plant Bio Res 2023、Fusarium wilt 和 Pectobacterium 場次，以及樹木病害田間參訪，來自全世界研究人員、教師、學生和公司代表共計 600 人參加。主會議則在里昂會議中心 (Palais des congrès de Lyon) 舉行，共邀請 21 位重量級講者進行 6 場主題演講，由 368 位講者進行 63 場同步專題報告，以及 9 場圓桌討論會，由於參與規模龐大，多數參與者以海報形式呈現研究成果，4 場場次共展示 1400 張海報，至少 43 個贊助商和組織協助本活動。

(二) 宣示大會理念

首日由本屆國際植物病理學會 (International Society for Plant Pathology, ISPP) 主席珍 利奇 (Jan E. Leach) 與法國植物病理學會主席西利夫·德國-雷塔納 (Sylive German-Retana) 引言拉開序幕，說明本次年會的標題是：「所有植物、農作物和樹木的一種健康」。One Health 概念是一項全球戰略，分成 3 個大主軸 (圖 3) 健康的人、健康的環境及健康的動物，旨在擴大人類、動物和環境醫療保健各個方面的跨學科合作與溝通。然而，植物健康與植物病理學通常不包括在這定義中，ICPP 2023 將整合促進植物健康的與植物病理學進入一種健康概念 (one health)。大會主席 Jan E. Leach 台風一流，除了介紹 One health 源起，傳達植物健康受到忽略，也在會前

頒獎給重要工作人員及表達感謝 ISPP 在疫情期間參與 COVIDA 計畫協助檢測。開場最重要的理念就是宣導植物病理應爭取在 One health 世界佔有一席之地。

(三) 主題演講

除邀請研究目前重量級植物病理學家介紹當前關鍵病害外，也邀請多位國際組織代表宣導組織理念或重要計畫，如：FAO, esfa, CIMMY。

1. 傳達理念強調跨國合作的重要性：介紹 W.A.V.E (Central and West African Virus Epidemiology) 資料庫，傳達建立模組、發展抗性植物、全球、區域合作及當地不同階層合作的重要性，表達 solution is global；
2. 強調 plant health 應該要被放入 one health；
3. 了解病原菌發生：了解微生物相的多樣性 (microbiome diversity)，最好能在微生物變成植物病原菌的潛力前，找出病原菌的孳生源頭及如何傳播；
4. 抗病：交換野生種質的重要性，了解野生植物的內生菌；
5. 未來是 AI 學習的時代：基於對資料的渴望 (data hungry)，善用 AI 可以減少研究人員許多時間；
6. 強調健康種苗：管理種苗場的重要性，減少種子帶菌是相當重要的一環；
7. 病蟲害風險控管：對歐盟很重要，需要同心團隊合作建立機制；
8. 培育青年科學家。

二、分組研討會

(一) 病害與病理

本次研討會之病害研究主要可分為入侵、新發生、已知病原菌的演化與重新爆發之病害等 4 大類方向，而可能的傳播媒介除常見的水源外，亦可能包含野生物種、新作物品種以及第三國生產之種子和植物等，其中在致病機制的研究上，包括寄主的轉移 (host jump)、全基因複製 (whole genome duplication)、雜合 (hybridization)、基因的水平轉移 (horizontal gene transfer) 與轉移子的活性 (transposon activity) 等。除過往常見的病害研究之外，在本次研討會中較特別的是與森林病害與食品安全等方面的相關研究較往年增加許多，顯見此兩領域亦為未來植物病理學之重要研究方向，因此將針對此次研討會中森林真菌性病害與食品安全之研究進行說明，而在植物病理研究上，則大針對病原細菌的致病機制進行重點說明。

1. 森林病害

近年隨著樹木保育的觀念抬頭，越來越多研究人員投入樹木病害研究，同時也認為非本土、入侵性的樹木病原菌和昆蟲 (Non-native, invasive tree pathogens and insect pests, PIPs) 是目前全球森林生態系統的最大威脅。世界各國科學家雖已了解大多數侵入性病原菌種類，然其對新環境之森林生態系統構成的威脅，及後續全面爆發流行病的起始時間點仍然未知，因此綜合本次研討會之研究內容可區分為早期預防及偵測、新入侵病害的病勢發展與媒介昆蟲類型，以及都會區樹木保育。於早期偵測部分，美國學者提出於距離林地數公里外地區種植感病的寄主物種以進

行病原菌與昆蟲監測，應用「哨兵樹」(sentinel trees)的概念保護森林資源，以利於及時防治病害擴展。此外，近年科技發展迅速，亦有研究使用衛星監測可傳播樹木病害之媒介昆蟲與相關病原菌動態，不僅可大規模減少人力資源的使用，更可於短時間內圍堵感染區域，達到良好的病害防治效果。而相較於過往納於其他主題之下，今年和森林病害相關研究的口頭報告和海報展示皆已被大會獨立列為單一主題，其中口頭報告約 35 場，海報投稿約 47 篇，明顯較過去發表數量上升，且由報告中可知歐美及澳紐等國對於森林保育之意識較亞洲地區來得強烈，可能也和當地具有產業需求有關。臺灣雖具有豐富的林相資源，然相關病蟲害研究量能較為薄弱。因此，若能將國外相關研究模式延伸應用於臺灣森林樹木病蟲害研究上，相信必能保留甚至提升我國森林生物多樣性。

2. 食品安全

CIMMYT 執行長 Dr. Bram Govaerts 於專題演講中提出 21 世紀糧食安全遭遇的四大挑戰 (4C)，包括氣候變遷 (climate change)、戰爭衝突 (conflict)、COVID-19 和生活成本危機 (cost-of-living crisis)。而克服這些挑戰的策略眾多，例如設立早期警報和監測系統防止其他地區之新興病蟲害傳播，抑或是維持採收後作物之安全性與延長櫥架壽命，其中農產品的櫥架壽命長短則會受儲藏期病原菌的影響。本次相關發表之研究作物品項繁多，如洋蔥、葡萄、鷹嘴豆、酪梨、柑橘、桃、李、地瓜、蘋果和梨等，其中熱帶果樹研究較少，多以溫帶果樹為其主要研究作物，推測可能與研討會舉辦地點於歐洲有關。而本次研討會之儲藏期病害研究範疇廣泛，以炭疽病為例，相關研究除進一步蒐集儲藏期病原菌侵染過程 (如菌絲生長、分生孢子發芽、分生孢子感染和分生孢子產生) 資料外，亦有學者透過此些數據搭配環境條件建立病害發展預測模型，或監測乙烯生成量，以建立精準防治措施的施用時機，減少儲藏性病害所造成的影響。此外，會產生真菌毒素 (mycotoxin) 的真菌與害蟲也會導致食安問題，其中在穀類作物中最常見的真菌毒素包括 deoxynivalenol、zearalenone、T-2 和 HT-2，而這些毒素會以緊急發生、變種和形成不同組合等方式再次影響採收後作物之食用安全性，影響人體健康，也因此歐盟目前正在考慮對燕麥中常見的真菌毒素設定新的檢測限值。為降低毒素對農產品所造成的影響，諸多研究發現利用不同的物理與生物防治方法處理採後農產品，可降低病原菌產生之毒素量，並提高食品的安全性。而此概念與臺灣政府近年所推行的食安五環政策不謀而合，然目前國內研究大多著重於化學農藥與肥料的減量使用，忽略儲藏期病原菌之毒素對人體健康的影響。未來若能投入此部分的研究，將可更全方位地保護食品安全，也為新一代農民提供更多生計的機會，他們亦可持續種植營養豐富的食物給予消費者選擇。

3. 軟腐細菌病害病理學研究

近年由於全基因分析技術純熟，許多細菌學名更迭快速，以軟腐病菌為例，從過去 1998 年之 *Erwinia* 屬經不斷地更新學名，至今已變更為 *Pectobacterium* 屬 20 種、*Dickeya* 屬 12 種，2021 年有 1 個新屬 *Musicola* 成立，包含有 2 個種 *M. paradisiaca* (原名 *Dickeya paradisiaca*) 及 *M. keenii*，此類細菌大多為植

物病原性細菌，快速分析表現型特徵 (Phenotypic analysis)，例如纖維分解酵素 (cellulase)、果膠分解酵素 (pectinase) 及蛋白質分解酵素 (protease) 與致病性的相關，可協助確認其病原性。本次研討會有學者提出 1 個與 *Dickeya* 相近之新屬 *Prodigiosinella*，包含 1 個種 *Pr. aquatilis* 可再分為 2 個亞種 (subspecies)。在表現型特徵的分析上，不具有果膠分解酵素，無纖維分解能力及果膠分解能力，在植物組織侵染能力低，推測非植物病原性細菌。馬鈴薯為歐洲重要糧食作物，本次與會研究者多篇研究馬鈴薯軟腐細菌的種類，並探討其致病機制。而在病原細菌的鑑定上，除了多基因的分析 (MLSA) 外，全基因體的分析已經普遍的被利用，尤其是應用在新種菌株的鑑定。由本次研討會可以發現在植物病原細菌上，病菌的鑑定在基因層次上已經廣泛地使用到全基因體分析技術，以提供更詳細且具信賴性分析結果，值得研究人員學習應用。

(二)、檢測新技術

隨著科技日新月異，病原菌檢測技術也隨之精進，發展更為簡便、快速、精確且符合成本之檢測技術，以符合當前需求。本研討會中關於病原菌檢測技方面分享了 NGS (Next Generation Sequencing)、MARPLE (Mobile And Real-time PLant disEase)、High throughput identification 及 High throughput sequencing-based diagnostics 等技術。

1. **NGS 為近來新病原菌診斷鑑定上之利器**，如新病毒之鑑定等；利用同時間大量的定序反應，達到高速、高通量的特性，並經由軟體分析組裝以獲得基因組，但因缺乏生物學上之特性分析及病原菌分布資訊等因素，故以此法鑑定之新病原菌通常不適合納入有害檢疫生物名單中。
2. **MARPLE 是利用泛基因組 (Pangenome) 理論為基石所發展之技術**，可針對病原菌 strain-level 上進行鑑定分類，如複合性的真菌、細菌族群，同時亦可針對基因功能上進行分類，有利於抗藥性突變等基因演化進行偵測及演化分析。田間調查時往往需處理大量之檢測樣品，因此簡單、快速及低成本之技術極為重要，以雙生病毒檢測為例，除了傳統之 PCR、LAMP 等技術之外，目前也開發出 Tissue blot hybridization chain reaction (TB-HCR)、Recombinase polymerase amplification (RPA)。不同的是 TB-HCR 利用 DNA 探針、hairpins 進行雜合，並利用螢光或 Biotin 呈色，具備了成本低、操作簡便的特點，此外，跳脫了血清製備的限制，只需足夠的序列資訊即可設計使用，適合於處理大量樣品，同時於實驗室或田間皆能進行操作，缺點為樣品量少時，無法縮短時間成本；若背景值高時，仍須以 PCR 等技術確認結果之正確性。RPA 利用 3 種酶 (recombinase、SSB 及 strand-displacing polymerase) 於恆溫下 (37-42°C) 進行反應，僅需 20 min 即可完成。此技術專一性高、快速，可於實驗室或田間進行操作，同時生成之產物可進行解序，這是與 LAMP 的差異之一。其缺點為成本昂貴，且目前販賣之廠牌選擇少。
3. 以 High throughput sequencing-based 發展之診斷鑑定技術已逐漸成為主流，將

田間採集之樣品經由核酸萃取、DNA library 的建立及解序、組裝及數據比對分析，即可分類鑑定病原菌種類及進行親源演化分析。本研討會中以細菌為例，利用所建置之資料庫中涵蓋 250 個之完整菌株 genomes (如 *Pectobacterium*, *Dickeya*, *Clavibacter*)，以及相關地理分布資訊與演化關係資料，並藉由 CAMISIM 及 MetaSim 系統建置 BacPath 分析平台，具有高靈敏性及精確性，可於最少 100 reads 中偵測出病原細菌，除了檢測使用之外，亦可提供其他相關科學研究之用。

(三)、誘導抗病防治病害研究

植物在遭受到非生物性或生物性逆境時，會啟動自身之防禦機制以抵禦不利因子的侵擾。這些防禦反應的程度也受到許多因素的影響，如氣候環境、植株自身生理生化反應、養分供給與吸收、病原菌與環境因子等。因此，科學家嘗試利用不同方式或物質來誘導植物產生抗病性，藉以增加作物產量。例如：

1. **學者 (Elsa Ballinl) 提及可利用 neighbor mediated susceptibility 促成植物免疫的生態系**，藉由鄰近之不同基因型或表現型植物與所種植作物之間的相互作用，可影響種植作物的病害發生程度，亦即種植作物的方式可由 cultivar mixtures 轉變為 allelic mixture 以降低病害的危害程度。
2. **在植物對病毒誘導抗病方面，多利用交互保護的方式達成**，亦即經弱系病毒接種的受保護植物，就不會再被強系同種病毒感染。目前已有商品化產品於歐洲販售，以植物疫苗方式於幼苗移植前後施用 PMV-01，可有效防治 Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)，適用於溫室種植的番茄。然而，此類型植物疫苗之發展除了需有基礎之病毒相關研究與防治效果試驗之外，於登記植物保護產品的過程中需要更多的投資才能成功。此外，亦須進一步探討植物疫苗與其他防治策略相互配合之整合性管理的效果。研究顯示交互保護時選用之病毒株需與挑戰病毒之親緣性越高，其保護性越好，於防治 Grapevine fanleaf virus (GFLV) 之研究中顯示，交互保護使用與 GFLV 不同屬之病毒株 (TBRV、BtMV) 無法提供保護效果，與 GFLV 同屬之病毒株則有效，且與其親緣性越高，其保護性越好，但此研究目前僅於模式植物 (菸草) 系統上證實，其他植物及田間效果需進一步試驗。此外，2004 及 2022 年之研究證實交互保護亦可應用於 DNA 病毒 begomovirus 的防治上，然而在重組病毒 TYLCV-IS76 (TYLCSV+TYLCV) 卻發現其複製不受交互保護作用影響，表現出逃脫的現象，顯示重組病毒在感染植物內具有競爭優勢。此外，也可利用病毒交互保護的原理來抗蟲，以 CMV 為例，利用接種突變病毒株 Fny-CMV- Δ 2b 於菸草上可誘導植物產生抗蚜蟲 (*Myzus persicae*) 的效果。主要機制是藉由突變病毒株之 1a replication protein 誘發菸草內 JA-dependent defensive signaling，進而影響蚜蟲在植物上之生存與繁殖率。但此抗性與品種有關，需有 JA co-receptor coronatine-insensitive 1，若 CMV 之 2b protein 存在時，則會與 1a replication protein 作用，使蚜蟲抗性失效。其他病毒是否也有相似的作用，則需更多之研究。
3. **比利時根特大學 (Ghent University) 的 Höfte 教授介紹應用細菌產生之生物界面**

活性劑 (biosurfactant) 誘導植物抗性之研究。 目前被研究最多的生物界面活性劑包括鼠李醯酯 (rhamnolipid) 及環狀脂肽 (cyclic lipopeptide)，前者主要由 *Pseudomonas aeruginosa* 產生，後者則主要由 *Pseudomonas* 和 *Bacillus* 屬內之某些類群產生。*Bacillus* 產生的環狀脂肽主要家族為 surfactins、iturins 及 fengycins，*Pseudomonas* 產生的環狀脂肽則較多樣，目前至少可歸屬於 17 個不同的家族。研究顯示，生物界面活性劑除了對病原菌有直接抗菌作用外，生物界面活性劑可透過與微生物釋放的 elicitors 和植物細胞膜中的脂質相互作用，誘導植物產生抗病性。其中一項研究提到，測試多種天然及合成的鼠李醯酯在生體外對病原菌之抗菌效果、對植物防禦反應之激活，天然的鼠李醯脂在雙子葉植物有阿拉伯芥、葡萄、油菜、番茄等在細胞外可產生 100M 的活性氧 (ROS)。在單子葉植物，天然的鼠李醯脂在小麥上則沒有活性，不引起直接的抗性，對小麥葉斑病 (*Zymoseptoria tritici*) $EC_{50} > 1500 \text{ uM}$ 。然而合成的鼠李醯酯 Rh-Est-C12 卻對小麥葉斑病之防治效果效果佳，此研究顯示 C12 碳鍊在鼠李醯酯的生物活性中扮演重要角色。

4. 巴西聖塔尼娜聯邦大學的二位植物病理學家 Ariana 和 Marciel，提出浮萍萃取物可防治豆類作物炭疽病與促進植物生長，將生長 5 周的浮萍以酒精萃取，在接種炭疽病菌前 3 天噴灑浮萍萃取液，並接種炭疽病菌後 7-12 天觀察。結果發現浮萍萃取液可降低炭疽病的罹病度，且具有系統性的防治效果，此外浮萍萃取液在培養基平板的測試發現其可抑制炭疽病菌絲生長達 32%。
5. 巴西聖塔尼娜聯邦大學的 Mateus 等人提出噴施海藻的類黃酮-小麥黃素 (flavonoid triclin) 可以誘導小麥植株抗小麥葉斑病。
6. 澳洲聯邦科學與工業研究組織 (CSIRO) 路易絲撒切爾博士的團隊發表根際微生物組的保護作用，因抑病土 (disease suppressive soils) 的發現而廣為人知，抑病土壤累積了植物保護性微生物群，可以保護植物後代免受病原體的侵害。植物可利用與根部相關的微生物群來優化養分獲取和免疫力，例如阿拉伯芥露菌病菌 (*Hyaloperonospora arabidopsidis*, Hpa) 與微生物菌體共同接種，不同的 Hpa 培養物可誘導葉際特定細菌群落 (Hpa-associated microbiome, HAM)。這些 HAM 可在土壤中生存，並可纏據於植物的根系和芽體，進而抑制 Hpa 的感染。此種與病原菌相關的保護性微生物組，稱為“抗性微生物組”。因此，瞭解與病原菌相關抗性微生物組的形成機制，將有助於開發相關的作物品種，進而減少化學農藥的使用。
7. 法國國家農業研究院 Lukasz 等人提出有關番茄在種子發育階段可識別病菌並啟動防禦，屬於被動防禦 (表型遺傳與防禦啟動)；種子成熟後萌發時會活化防禦機制。植物抗性的誘導劑 PRIs (Plant resistance inducers) 如 MeJA, INA, BABA, Bion，可以在種子中誘導啟動不同的防禦代謝途徑。但是，目前尚未達到直接應用的階段，需要識別其下游的分子才行，而種子內源性肽 (peptides) 是 PRI 活化的一部分，可作為生物防治的分子。

在以上的報告中，研究學者介紹多種方式或物質來誘導植物產生抗病性的研究成果。例如，生物界面活性劑可以透過與植物膜中的脂質相互作用，誘導植物產生抗氧

化反應，提高細胞壁強度，最終提升植物對病原菌的抵抗力。然而，這些研究大多集中在模式植物或特定作物上，還需要進一步的研究以驗證其在不同作物和田間條件下的效果。

(四) 誘導抗蟲研究發展

由於氣候快速變化和消費者對農藥使用要求日益嚴格，目前迫切需要發現和開發新的、更永續的植物保護策略，以滿足當前不斷增長的世界人口和未來的糧食需求。從植物-病原微生物和植物-昆蟲相互作用的基礎研究中，我們能更理解這些在分子層次、生理和生態學上複雜的相互作用關係，進而開發新的作物保護策略所需的工具。誘導抗性 (Induced resistance, IR) 是植物在遭受病原體、害蟲、有益微生物、化學製劑、物理傷害或食草動物侵染後，植物所產生的防禦反應。與未受刺激的植物相比，受到此類刺激的植物會提高對未來攻擊的基礎抵抗力。IR 長期以來因其在病蟲害綜合管理方法中的價值而得到認可，在本次研討會的專題演講中，研究學者將 IR 視為作物病害整合管理 (Integrated pest management, IPM) 措施中，於作物面臨極低或低風險病原菌危害時，首選的預防性措施。

昆蟲誘導引起的植物防禦反應與病原菌引起的相似：前人研究中已知壞死營養型病原菌 (necrotrophic pathogens) 一般所引發的植物誘導防禦反應，與植物遭受咀嚼式昆蟲取食所引起的防禦反應相似，而生物營養型病原菌 (biotrophic pathogens) 一般認為所引起的防禦反應則與植物遭受刺吸式昆蟲取食所引起的防禦反應相似。與植物病原發病相關的蛋白質 (Pathogenesis-related proteins, PR)，能分解病原體或是促進植物防禦反應信號激素激活，植物遭受蚜蟲危害已知能增加幾種 PR 蛋白質活性，特別是過氧化酶及幾丁質酶。因此，藉由此次參與 ICPP2023 國際會議中，各國學者針對誘導抗病物質的新的研究進展，有助於未來國內利用在誘導抗蟲的研究上。

前人研究中已知多種物質可誘導作物對病原菌的防禦反應，包括：

1. **天然物質**，如 1. 昆布多醣 (laminarin 一種從褐藻海帶中提取的 β -葡聚醣) 及其硫酸鹽衍生物；2. 幾丁聚醣 (chitosan, 從昆蟲、甲殼類動物的外骨骼和真菌細胞壁以鹼性去乙酰作用產生獲得的幾丁質)；3. 由幾丁寡醣 (chito-oligosaccharides, 幾丁聚醣 chitosan 片段) 和寡聚半乳糖醛酸 (oligogalacturonides, OGs 來自植物細胞壁的果膠片段) 的混合物，稱為 Cos-Oga；和 4. cerevisane (從釀酒酵母細胞壁中萃取物)。
2. **活的微生物**：如寡雄腐霉菌 (*Pythium oligandrum* 屬於腐霉科腐霉屬，其菌絲能夠以侵入真菌細胞的內部，吸收並消耗其生長所需營養物質，達到防治病原真菌的效果。寡雄腐霉分泌的酶類物質也會產生一種不適合真菌生長的環境，如同一層防護膜。
3. **化學物質**，如苯並噻二唑 benzothiadiazole、苯並-S-甲基 acibenzolar-S-methyl、乙磷鋁 fosetyl-Al 和磷酸鉀 potassium phosphonate，也有直接抑制病原菌效果。
4. **揮發性有機化合物 (VOC)**，除調控害蟲天敵及病媒昆蟲行為外，同時可作為植物間

訊號傳播引起對後續病蟲害的誘發防禦反應。

- 5. 有益微生物**，如非致病性哈氏木黴菌 *Trichoderma harzianum* 是一種真菌，也被用作殺菌劑。可施用於葉面、種子和土壤處理，以控制引起各種植物真菌病害的真菌病原體、除防治病害外，木黴菌亦有促進植物生長及防治害蟲（玉米秋行軍蟲）的效果，木黴菌被認為是農業生產上作物生長促進劑、病蟲害生物防治劑、去除農用藥劑毒性和分解農業廢棄物，木黴菌這些特性在農業永續生產上有顯著應用優勢；細菌螢光假單胞菌 *Pseudomonas fluorescens* 又稱螢光菌，為革蘭氏陰性菌，是一種常見的細菌，廣泛存在於自然界之中。對植物無致病作用（non-pathogenic），但可做為生物防治細菌，施用於作物上降低病害發病率。對微生物病原體的表面滅活（Surface inactivation）早在西元前 2600 年~2200 年即有描述可使用銅表面對胸部傷口和飲用水進行消毒。金屬基表面塗層用於衛生敏感的環境中，既可以作為細胞免疫的滅活劑也可以做為調節劑，現今，門把上的黃銅和青銅應用於阻止微生物在醫院傳播。但是金屬表面產生的活性氧自由基（ROS）也會透過氧化蛋白質和脂質來損害人體細胞。氮化矽（ Si_3N_4 ）是一種非氧化物陶瓷化合物，同時也是重要的結構陶瓷材料。它是一種超硬物質，本身具有潤滑性，並且耐磨損，為原子晶體；高溫時抗氧化。而且它還能抵抗冷熱衝擊，在空氣中加熱到 1000°C 以上，急劇冷卻再急劇加熱，也不會碎裂。往昔研究已知氮化矽具有表面抗菌性且對人體無害。氮化矽在水環境中有獨特的表面化學性質及其抗菌性能，已被廣泛用作骨關節病的新型治療生物陶瓷材料。 Si_3N_4 表面在水性環境中經歷 Si-N 共價鍵的均裂。氮和矽的釋放是 Si_3N_4 生物功效的化學根源，這最終導致一氧化氮（NO）和過氧亞硝酸鹽（ OONO^- ）自由基的形成，它們是病原體最致命的物質。目前氮化矽被研究應用於口罩，使其不僅可以捕獲病原微生物，同時還可以殺死病原微生物。噴施氮化矽水溶液在防治葡萄霜霉病（Grapevine Downy Mildew）的研究結果顯示，氮化矽影響病原體的生化成分和細胞活力，因此具有保護葡萄免受感染的巨大潛力。
- 6. RNA 干擾（RNAi）**，是自然界大多數真核生物中發現的一種自然機制，可用於改善植物健康，RNAi 的技術目前已經廣泛發展，已實現的例子證實了它在作物生產和保護領域的巨大潛力。RNAi 被用來調整植物中的內源基因表達，以及針對植物內的害蟲和病原體基因（即宿主誘導的基因沉默，HIGS）和局部應用（例如噴霧誘導的基因沉默，SIGS）。在分子層面上，該途徑透過將長 dsRNA 加工成所謂的小干擾 RNA（siRNA）分子來發揮作用，這些途徑特異性識別目標信使 RNA（mRNA），從而將其中和。透過這種方式，可以針對植物基因去除不需要的代謝物或增加作物中有益的營養物質。在害蟲和病原體中，必需基因可以被抑制，從而有效保護植物。由於 siRNA 基於序列互補性識別目標基因 mRNA，可以設計具有高特異性的系統，其中具有同源序列的基因可以針對狹窄的物種範圍。可用基因組和轉錄組序列數據的指數增長允許設計高度特異性的靶向 dsRNA，從而最大限度地降低非標靶生物體中脫靶效應或沉默效應的風險。

上述的誘導防禦物質有部分國內已有研究發展應用於蟲害防治上，如木黴菌及幾丁

質等，但對於較新的揮發性有機物 (VOCs)、生物陶瓷氮化矽 (Si_3N_4) 及 RNA 干擾 (RNAi) 技術，目前國內尚無實際應用成果，具有研究發展潛力。本所有豐富的病蟲害研究人員，結合雙方的專長研究，有利於發展安全、永續的農作物生產及保護策略。

(五) 第四屆歐洲 *Xylella fastidiosa* 會議 (4th European Conference on *Xylella fastidiosa*)

匯集了研究人員、風險評估者、風險管理者和利益相關者，討論了自 2013 年首次在歐洲檢測到 *X. fastidiosa* 以來進行的研究成果。*X. fastidiosa* 入侵歐洲所造成橄欖快速萎凋 (olive quick decline syndrome, OQDS) 為近年來歐洲相當重視植物病害問題，成立多個相關的計畫經費投入研究，並自 2017 年起每 2 年召開一次歐洲的會議，透過會議交流該細菌在歐洲最新的病害發展情形、防治技術、媒介昆蟲生態、監測及偵測工具等研究近況資訊，以利歐洲各國管控病害之傳播，此會議另有針對青年/新興學者提供贊助，鼓勵年輕學者投入相關研究。

會議由歐洲食品安全局 (EFSA) 主辦，歐盟和跨國研究項目 (BeXyl、BIOVEXO、ERC MultiX 和 EUPHRESCO) 積極參與組織，會議由 Blanca B. Landa 和 Giuseppe Stancanelli 共同主持，他們分別是歐盟資助的 BeXyl (超越 *Xylella*) 項目的協調人，以及 EFSA 的植物健康風險評估團隊負責人。除有 *X. fastidiosa* 病害發生現況之報告，會議的議題和討論涵蓋了 *X. fastidiosa* 的最新發現、數據和知識，包括下列主題：

1. **病原體生物學、生態學和基因學**：義大利專家說明該病害在其國內發生之南北差異，造成差異的原因可能是氣候變遷及沫蟬族群及病原菌濃度差異；也比較各國細菌品系的分類差異，提到可透過分子標誌去釐清 ST6&7 彼此間的差異。美國則提到該菌在杏仁樹的發生情形，野生植物內的病菌和不同在栽培作物體內的種質 (germplasm) 不同。比利時學者提到該菌在植物的分布，病菌可以抵達根部。
2. ***X. fastidiosa* 病害的流行病學和建模**：西班牙學者開發一個基於度日模型 (Degree-day-based) 來預測沫蟬 (*Philaenus spumarius*) 卵孵化的時間，並用 2016-2021 年的田間調查數據進行驗證。模型預測與西班牙卵孵化的田間觀測一致。在兩個不同的日期 (40%和 90%的卵孵化) 進行控制措施，可以針對最多數量的若蟲進行防治。
3. **寄主植物相互作用和抗性/耐受植物基因組**。
4. **監測和早期檢測工具**：針對偵測方式及建立寄主資料庫，不同寄主需採用不同偵測方式。另可利用觀察哨兵植物的病徵做監測依據。目前在葡萄牙陸續有新的 *Xylella* 寄主，也有新菌系 ST88&ST89 出現。
5. **傳播媒介生物學和可持續控制策略**：由媒介昆蟲的角度減緩病害發生，包含中斷產卵及利用昆蟲來衡量發生風險，及導入 RNA-seq 了解媒介昆蟲傳毒效率。
6. **用於 *X. fastidiosa* 控制的內生微生物資源**：利用野生抗病根砧達到系統性免疫，或是防禦誘導物質建立內部治療 (Endotherapy)，利用 RNA-seq 及 SSR 了解抗病機制的。

7. 預防和減少 *X. fastidiosa* 病害影響的可持續性和綜合害物管理策略：除傳統防治方法外，法國學者描述了一個跨領域組合的工作流程，該工作組利用各種數據和方法，為風險分析和採樣設計提供科學證據的支持。建議可不斷改進風險分析和監測類型，加強野生和半自然區域的監測，根據不同地區和亞種的特性制定監測和管理策略。

(六) 媒介昆蟲

1. 媒介昆蟲的帶毒率在不同媒介病害模式下差異很大，媒介昆蟲會因此產生有條件的偏好性，詳情可參考該文 (Cunniffe et al., 2021)。
2. 栽培管理中的邊境管理是蟲媒病害管理的重要一環，除了媒介昆蟲傳播方式，也需考量因傷口引起之傳播方式 (cutting-borne)。
3. 粉虱是 cassava mosaic virus 的有效媒介昆蟲，高傳播率加上低亡率是 cassava mosaic virus 爆發的主因，目前認為獲毒效率優越，但難以估算潛伏期，詳情可參考該文 (Donnelly et al., 2023)。
4. Dr. Marilyn UZST 是研究蚜蟲特殊口器(acrostyle)受器和病毒交互作用的權威，蚜蟲口針高度複雜，透過 RNAi 技術在其蚜蟲若蟲及其成蟲，驗證與植物病毒相關的口鞘蛋白稱作 stylins 是潛伏期及釋出病毒期的重要成分，該蛋白在 CaMV 傳播上扮演重要的角色；病毒與昆蟲高度交互作用也在蚊子上發生，昆蟲具有 helper protein 可以加速其傳播，詳情可參考該文 (Deshoux et al., 2023)。
5. 蚜蟲在甜菜根傳播多種病毒，複合病毒感染與單一病毒感染之蚜蟲傳毒效率有所差異，因此複合感染相當難以管理。
6. 蚜蟲以非持續性方式傳播 PVY 病，透過抑制特殊鞘蛋白(coat protein, CP)表現可降低病毒複製及在細胞間的移行。實驗證實改變 CP 蛋白結構確實可以影響其蛋白質與蛋白質間的交互作用，能夠應用於降低病毒的傳播。
7. Dr. Murad Ghanim 探討新興病毒和媒介昆蟲之間的關係，詳情可參考該文 (Ghosh et al., 2019)。
8. Dr. Saskia 從基因表現層面探討病媒或病毒體內的交互作用，特別是針對 phytoplasm effectors，進一步了解 effectors 如何影響植物及媒介昆蟲，可能是降低病徵、調整作物生產，因此開發降低該蛋白表現的物質可能作為防治病毒新方式，所以持續鑑定媒介昆蟲可用於傳播病毒的 effectors 對於病害管理是相當有助益。該研究部分與中研院郭志鴻合作。
9. 非生物因子會影響蟲媒病害發生，例如二氧化碳會影響昆蟲的取食行為 進而改變傳毒效率。詳細情形可參考 (Byamukama et al., 2014)。

研討會期間與 7 位以上從事媒介昆蟲及其病毒及細菌專家進行研究交流，有來自 (1)美國喬治亞大學昆蟲學系 Rajagopalbabu (Babu) Srinivasan 教授；(2)美國農部 Kai-Shu Lin 研究員；(3)美國農部農業研究署 Jianchi Chen 博士；(4)歐洲食品安全

局義大利帕瑪分部 Giuseppe Stancanelli 博士；(5)以色列農業部 Volcani 研究中心 Murad Ghanim 研究員；(6)西澳大學 Roger Jones 教授，以及來自台灣的(7)嘉義大學植物醫學系蔡文錫主任。以上專家主要從分子層次及基因方面探討寄主植物病毒及昆蟲間的交互作用，甚至跨足擬定田間管理策略。在討論中，Srinivasan 教授及 Kai-Shu Lin 研究員都很歡迎國內學者前往美國訪問。Jianchi Chen 博士很樂意分享研究技術及經驗，Giuseppe Stancanelli 博士想了解 *Xylella taiwanensis* 的相關研究，Ghanim 研究員則表示很願意來台參與研討會，Jones 教授建議需多和有經驗的應用植物病毒學家以擬定符合時事的管理策略，他提到若要擬定良好的蟲媒病害管理策略需分階段執行，針對初次感染及二次感染擬定不同策略，並建議多與應用病毒學家合作，才能了解田間發生。此外，非生物因子常會加劇昆蟲的取食加速其傳播，因此水分管理及控制二氧化碳濃度對於媒介昆蟲病害發生的影響值得進一步評估，也可能可作為病蟲害管理的策略。

伍、參訪行程

一、參訪法國農業研究院昂熱的 Institute of Research in Horticulture and Seeds (IRHS; INRAE, Angers)研究中心

本團於 2023 年 8 月 28 日參訪位於昂熱 (Angers) 的 Institute of Research in Horticulture and Seeds (IRHS)研究中心。

(一) 機構背景

IRHS 為法國國家農業研究院 (INRAE)、Agrocampus Ouest 和昂熱大學(University of Angers)等技術支援下，由 GenHort、PaVé、SAGAH 和 PMS 等前身實驗室合併而成的機構。該研究所主要透過遺傳、育種、病理、生理、生物化學、生態生理學、模型學和統計學等面向之跨域合作，發展出新穎的綜合性作物保護方法。中心分為 3 個部門並下設有 14 個研究團隊。

(二) 交流研究議題

1. Introduction and overview of TARI and IRHS

先由本所謝廷芳主任秘書開場，同時介紹雙方人員互相認識後，再由該所副所長 Dr. Mathilde Briard 介紹該所組織架構與研究內容，會後謝主秘代表本所致贈紀念品並進行全體合照。

2. 種子病害研究 (SUCSEED Program: Seed disease detection technology)

Dr. Matthieu Barret 介紹該團隊首要研究可經種子傳播的病原菌，包含番茄(14 種病菌)、小麥(18 種病菌)、豆類(23 種病菌)、油菜籽(7 種病菌)，其中在番茄上主要研究的病菌為 *Clavibacter* sp.及 *Pythium* sp.，油菜為 *Alternaria* sp.和 *Rhizoctonia* sp.，豆類為 *Xanthomonas* sp.，小麥為 *Fusarium* sp.，研究內容則包括不同品種的作物對病原菌之感受性測試、種子對於病菌的防禦機制、種子的微生物相 (microbiome)、種子在不同環境的生理反應等。建議上述之種傳病菌可列為我國後續對歐洲國進口種子檢疫之關注對象。此外，其團隊亦進行種子處理研究包括殺真菌與殺昆蟲藥劑，其中真菌病原防治研究占 65%以上。

3. 高通量表型體分析 (High throughput phenomics analysis platform)

Dr. Tristan Boureau 說明該技術主要於溫室內架設影像偵測系統，包括 RGB、chlorophyll fluorescence 和 thermal imaging 等設備，透過每日蒐集影像資料並分析影像變化以判別生物性以及環境逆境對植物生長的影響。另外該團隊亦在室內進行植株 3D architecture 影像辨識，針對環境對植株生長勢影響進行研究，雖 3D 技術所需之照片角度較多，但仍尚屬於低通量影像分析。討論會之後亦至該中心之溫室進行參觀，雙方交流熱烈，加上本所亦有高通量表型體技術研究，因此於未來有機會可建立緊密合作關係。

4. ResPom (Apple and pear resistance to diseases and pests)

由研究人員 Dr. Marie-Noëlle Brisset、Dr. Charles-Eric Durel 及 Dr. Emilie Vergne 介紹該團隊研究成果 (圖 7)，其研究主軸為透過遺傳育種及植物抗性誘導

物質 (plant resistance inducer, PRI) 增強蘋果及西洋梨對主要病蟲害之抗性。此團隊研發了一套以即時定量 PCR 為基礎之生物晶片 qPFD (專利 WO/2011/161388), 可快速一次分析 29 個抗性相關基因之表現量; 研究中以誘導抗病物質處理果樹等育種材料, 並分析品種間抗性基因表現之差異, 以被誘導抗性能力作為選育品種的參考指標。同時他們以此技術於實驗室篩選出具潛力之抗性誘導物 acibenzolar-S-methyl (ASM) 後, 於田間測試其對蘋果及西洋梨主要病蟲害之防治效果, 且亦發現不同品種、不同氮肥處理及不同溫度下, ASM 之保護效果亦有不同。會中提及雙方未來可藉由合作方式進行誘導抗病等相關研究。

5. EmerSys (Emergence, systematics and ecology of plant-associated bacteria)

由 Dr. Perrine Portier 介紹法國菌種保存機構 CIRM-CFBP (French Collection Plant-associated Bacteria), 其主要任務為保存植物相關細菌, 並提供國內外科學研究發展, 至今已保存超過 7,200 個已發表之菌株, 也持續因應新的細菌分類系統, 對已保存之菌株進行再次鑑定, 以及分析來自不同地區、作物之菌株的族群遺傳結構。此外, 也嘗試運用 MALDI-TOF、OmniLog 系統等新技術進行細菌之分類鑑定及菌株表現型分析比較。Dr. Perrine Portier 提及保存中菌株的確認是一項重要的工作, 而系統的建立及菌株更新則需要耗費許多人力資源。

6. QuaRVeg (Quality and resistance to bioaggressors in vegetable crops)

Dr. Mathilde Briard 介紹該團隊旨在了解遺傳及環境因子對胡蘿蔔品質之影響, 以及胡蘿蔔對葉枯病 (病原菌 *Alternaria dauci*) 之抗病機制。近年之研究成果包括發現逆境 (缺水) 時又遇葉枯病感染, 將使胡蘿蔔根之類胡蘿蔔素含量顯著減少, 而胡蘿蔔根代謝物組成亦會受環境與品種之交互作用影響而有差異性。此外, 該團隊亦分析多個抗病及感病之胡蘿蔔品種中與苦味最相關之代謝物, 並分析抗性 QTL (quantitative trait locus) 及代謝物 QTL 間之關聯性, 於未來有機會育出高抗性但低苦味之品種。

7. SEED (Seeds, environment and development)

Dr. Jerome Verdier 介紹此團隊之研究主軸為非生物及生物因子對種子發育及萌發造成之影響, 近年發現種子於不同發育階段之抗性表現不同, 且種子之抗病機制與葉片亦有所差異, 而此部分之機制目前於學界仍有很大之知識空白。此外, 該團隊經由試驗發現抗性誘導物質可誘導番茄種子之防禦反應, 其中更包含以抗性誘導物質處理之種子其滲出液中含有具抗菌活性之肽, 未來有望進一步以種子披衣處理技術進行病害防治。

二、參訪法國農業研究院凡爾賽鎮的 Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB; INRAE, Versailles) 研究中心

本團於 2023 年 8 月 31 日參訪位於凡爾賽鎮 (Versailles) 的 Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB) 研究所。

(一) 機構背景

該研究所為歐洲最大的植物科學研究單位之一，以生物學、化學和數學等多學科領域的實驗資源和專業知識的獨特結合而聞名。IJPB 是 INRAE (法國國家研究農業、環境和食品部門) 和 AgroParisTech (巴黎高等農業研究學院) 共同研究單位 (UMR1318)，並隸屬於 Paris-Saclay 大學轄下，也是 EUR Saclay Plant Science (SPS) 聯盟的創始成員。IJPB 旗下實驗室於不同研究領域中皆取得先驅性的突破，如 Dr. Georges Morel 及其學生在植物細胞生物學 (分生組織培養) 和病理學 (農桿菌) 方面具有重大貢獻。Dr. Jean-Pierre Bourgin 領導其實驗室在植物單倍化研究方面亦有許多重要發現，他也同時推動分子遺傳學、基因組學以及於植物生理學中使用模式物種如阿拉伯芥。

此研究所之目標為發展跨學科的概念和工具，將植物生物學和農學的基礎知識拓展到解決複雜的科學和社會挑戰的創新解決方案中，中心目前共有 3 個研究目標，下設有 27 個研究團隊，而在 IJPB 的研究中，主要關注以下 5 個議題：(1) 植物基因的表現與演化；(2) 環境逆境對植物影響以及與生物多樣性間的關係；(3) 不同生育期植物信號傳遞和溝通之機制，包含細胞、全株及種子；(4) 複雜生物現象之預測模組；(5) 植物代謝物及其生物產品(纖維素、木質素、脂質和特殊代謝物)之特性分析。

(二) 交流研究議題

本次參訪，由 IJPB 所長 Dr. Helen Northe 親自接待與主持，並為我們的到訪安排參訪流程，會後安排相關與會人員合照。首先由 Dr. Helen Northe 所長介紹該機構的歷史沿革、組織人員及研究部門與研發成果，之後由本所播放英文簡介，並由林宗俊博士代表介紹本所參訪成員之研究主題與成果；中場 30 分鐘的分組討論，IJPB 中心則安排了四大研究主題的研究人員與我們分組進行經驗分享。相關分組討論之交流心得如下：

1. Epigenetics & small RNA

Dr. Herve Vaucheret 詳盡地解說 microRNA 與 small RNA 的特性，及其在植物體內的運作與機制，並強調 siRNA 可系統性移行。他同時也分享數篇相關的文獻以及他們最新發表的研究報告，讓我們對植物免疫防禦相關機制有深入的了解，獲益匪淺。

2. Seed development and quality

Dr. Massimiliano Corso 的研究主要為確認植物和種子特定代謝物 (specialized metabolites) 的多樣性、可塑性及其在植物適應不利環境中的功能。主要針對十字花科 (阿拉伯芥、亞麻薺、油菜) 和其他物種種子 (小麥、番茄、蠶豆) 在非生物逆境 (例如高溫、乾旱) 和生物逆境「例如鍊格孢屬 (*Alternaria* sp.)、黃單胞菌 (*Xanthomonas* sp.) 和利用氯化銅 (CuCl_2) 模擬的病原體逆境」的條件，對其種子圈 (spermosphere) 特定代謝物 (如脂肪酸、醣類、胺基酸、類黃酮化合物、類萜化合物等) 組成與多樣性(官能基修飾如羥基化、糖基化、酰化和甲基化) 的影響，並已建立相關的資料庫。未來希望可以利用這些具功能性的代謝物來調節植物的生理反應，使其對非生物逆境或生物逆境更具耐受性，並成為化學農藥的替

代物，進而減少化學農藥的使用。

3. Nitrogen-Pathogen Interactions

此部分主要為該機構 Dr. Mathilde Fagard 的研究，由 Samantha Vernhettes 研究員代為介紹。以往研究已知氮肥施用量會影響作物對病害之抗性，低氮肥下有利於壞死性 (necrotrophic) 病原侵染，高氮肥則有利於生物營養性 (biotrophic) 病原，而半生物營養性 (hemibiotrophic) 之病原則不一定。同一種病原菌於不同寄主之反應亦不同，例如高氮肥在阿拉伯芥上會使 *Botrytis cinerea* 病害加劇，但在番茄上卻是減少。團隊以阿拉伯芥/*Erwinia amylovora* 及阿拉伯芥/*B. cinerea* 之系統為模式，研究在不同氮肥施用量下，對病害嚴重度之影響、病原菌及寄主相關基因表現與代謝物之差異，以及利用突變株驗證特定基因在此一互動中所扮演之角色。另外，寡聚半乳糖醛酸 (oligogalacturonide, OG) 具有調控植物生長、發育、以及誘導抗病等方面的功能，為新興的生物農藥，但其相關研究並不多，主因為技術上的限制。該研究團隊因此開發一套靈敏的 OG 分析方法，驗證果膠分解酶活性降低時對致病性之影響與植物內相對應之 OG elicitors 之篩選。

4. Epigenetic Natural Variation

本部分為與 Dr. Nicolas Bouché 資深研究員進行討論。為因應氣候變化給農作物帶來新的挑戰，在這種背景下，尋找新的來源來提高栽培植物對水分逆境、熱障礙和病蟲害的抵禦能力，透過表觀等位基因(epigenetics) 的研究，選定馴化過程中能穩定下來的遺傳表觀突變的農藝性狀，篩選具有農藝意義的物種，為選育植物提供創新解決策略。研究的基礎是以阿拉伯芥為對象，透過 CRISPER 基因編輯獲得許多突變株，並通過高通量表型體的分析，了解每個基因的表現型特性，而高通量表型體分析設備分為大型植株 (1 間，一次可栽培 600 株) 及小型植株 (4 間) 適用的走入式生長箱，以人工光源補光，並以自動輸送帶以每四分鐘挪移一格的方式移動，目的在減少光源對植株生長之影響。研究嘗試將表型與表觀基因組的修飾進行關聯性分析，並評估它們的遺傳性和穩定性。表觀基因組分析工具，特別是生物資訊學，提供得知變異的可能性，以便將它們納入未來的育種計劃中。為保持研究地位與競爭力，法國和歐洲各國開始制定與此相關的策略和計畫，因此 IJPB 五年前開始投入番茄的研究，目前已在法國蒐集約 535 種番茄品種。Dr. Nicolas Bouché 表示透過 CRISPER 對番茄進行基因編輯，其中最困難的部分是 regeneration，整個基因編輯的系統大約花了二年時間可建構完成，而以一個基因的編輯來說從開始到完成大約需耗時 5-6 個月，隨後即可快速進行相關研究。

表2、Institute of Research in Horticulture and Seeds (IRHS) 研究團隊。

	研究團隊
1	Structure and branching in response to genotype and environment
2	Genetic and diversity of ornamental plants
3	Valorization of fruit diversity, breeding programs and genetic resources management
4	Apple and pear resistance to diseases and pests
5	Evolutionary ecology of fungi
6	Quality and resistance to bioagressors in vegetable crops
7	Emergence, systematics and ecology of plant pathogenic bacteria
8	Seed-borne fungal pathogens
9	Epigenetic stress, memory of horticultural plants
10	Source and sink metabolism and stress responses
11	Seeds, environment and development
12	Bioinformatics for plant defense Investigations
13	Valorization of epigenetic marks in plants
14	Imaging for horticulture and phenotyping

表3、Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB)研究分為三大領域，共 27 個研發團隊。

Biomass, Environment, Adaptation and Metabolism	
1	Nitrogen Use, transport and signaling
2	Carbon, allocation, transport and signaling
3	Dynamics and structure of lipid bodies
4	Management of nitrogen and crops productivity
5	Germination physiology
6	Strigolactones and allelochemicals signaling
7	Senescence, autophagy, nutrient recycling and nitrogen use efficiency
8	Nitrogen-pathogen interactions
9	Lignocellulosic biopolymers: from cell wall assemblies to synthons for green chemistry
10	Biomass quality and interactions with drought
Development, Signalling and Modelling	
1	Transcription factors and architecture
2	Cell biology and plant regeneration
3	Primary cell wall
4	Glycans and signaling
5	Cell to cell adhesion and communication
6	Chromatin dynamics and signalling
7	Spatial control of cell division
8	Design, engineering, compartmentalization of lipid metabolism
9	Seed development and quality
10	Modeling and digital imaging
Genomes	
1	Variation and abiotic stress tolerance
2	Meiosis mechanisms
3	DNA repair and genome engineering
4	Epigenetics and small RNAs
5	Epigenetic natural variation
6	Organelles and reproduction
7	Epigenetics, reproduction and transposable elements

三、市場調查與巴黎近郊 Gally 農場參訪

(一) 連鎖生鮮超市

法國常見之連鎖生鮮超市包括家樂福 (Carrefour)、歐尚 (Auchan)、Franprix 等。本次行程調查此季節連鎖生鮮超市販售之蔬菜種類，大多包括數種品種之大番茄、小番茄、黃瓜、茄子、辣椒、青椒、甜椒、夏南瓜、馬鈴薯、甘藷、洋蔥、胡蘿蔔、菜豆、荷蘭豆、菠菜、根芹菜、芹菜、甜茴香、韭蔥、青花椰、白花椰、高麗菜、萵苣、櫻桃蘿蔔、洋菇、杏鮑菇、秀珍菇與褐色蘑菇等，水果則包括杏、甜瓜、西瓜、香蕉、草莓、藍莓、覆盆子、西洋梨、柑橘、無花果、數種品種之葡萄、蘋果、桃子等，以上大多數為法國自產，亦有自西班牙、美國、埃及、義大利等國進口者。大部分為進口之蔬果種類及其常見之進口國包括芒果 (塞內加爾)、椰子 (象牙海岸)、薑 (中國大陸)、百香果 (大部分越南、少數哥倫比亞)、奇異果 (智利、紐西蘭)、鳳梨 (哥斯大黎加)、酪梨 (秘魯、肯亞)、熱帶酪梨 (巴西)、仙人掌果 (義大利) 等。此外，超市亦有專門販售有機蔬果之區域，產品上均貼有法國之有機認證標章，另外也有販售鳳梨、蘋果、木瓜等水果之截切包裝。在法國的超市中，可以看出番茄、番椒、瓜類是其大宗蔬果，且有不同品種的鮮果在販售，當地即有種植；其他水果例如百香果在法國為進口的高單價水果，於里昂及巴黎的超市中，僅有零星擺賣，單價上由越南進口者，每公斤約 24.99-29 歐元。

(二) 農產市場

除了連鎖超市之外，本次行程亦調查凡爾賽 Notre-Dame Market 農產市場及巴黎巴士底廣場市集，有販售蔬果、肉類、海鮮、乳製品、酒類、熟食等。販售之蔬果基本上與連鎖超市差不多，包括各品種之番茄、櫻桃蘿蔔、萵苣、茄子、黃瓜、酪梨、葡萄、杏、桃、李、草莓、無花果、蘋果、香蕉、香瓜、鳳梨 (哥斯大黎加)、克里邁丁紅橘 (烏拉圭)、百香果 (越南)、芒果 (墨西哥)、栗子、香草等，花卉部分有玫瑰、繡球花、薰衣草、文心蘭、向日葵、蒔蘿、洋桔梗、翠菊、泡盛草、大理花等花卉。

(三) 參訪 Gally 農場

巴黎近郊有數個觀光農場，讓遊客自行採摘再秤重購買，本次行程調查巴黎近郊之 Gally 農場 (La Ferme de Gally - Cueillette)。此農場園區總面積超過 60 公頃，採開放式田區及溫室區栽種各類蔬菜、水果及花卉，並以合理、永續農業之操作原則種植。此季節可採摘之作物種類包括大黃、夏南瓜、草莓、李、花卉、向日葵、劍蘭、韭蔥、酸模、小黃瓜、甜菜、抱子甘藍、甜茴香、胡蘿蔔、櫻桃蘿蔔、辣椒、甜椒、番茄、洋蔥、蘋果等。開放式田區採用自然生態式的栽種方式，不刻意除雜草；園區的草莓、茄子採用設施內的高架栽培；番茄於開放田區或設施內栽培都有，而田區種植的番茄則因匍匐於土表而有被踩踏受損狀況。觀察園區作物之生長及病蟲害發生情形，可發現園區管理模式較為粗放，為人員採收方便，番茄的整理採用人工割草方式處理，易造成落果與傷口而引起病害發生。其他作物也因管理粗放而有一定比例之病蟲害發生，例如李和蘋果上很常發現 *Monilia* sp. 引起之褐腐病，夏南瓜可發現白粉病、病毒病，茄科作物則多有蚜蟲危害等。於病蟲害防治部分，現場可以看到

該農場也採用混合有益微生物 *Bacillus* 的介質栽培草莓，生長狀況不錯，也用費洛蒙陷阱防治果實蠅。

整體而言可以看出「留得下的就有收穫，消費者接受就有市場」，消費者的認同度，對農場的經營方式有極大的影響，有消費市場就有農場理念存在的效益。本次參訪可以發現在園區的消費者還是很多，尤其是全家大小一起，或朋友結伴一起來現場採果採買。

(四) 園藝資材

法國之連鎖園藝資材店包括 botanic、Gamm vert 等。以里昂附近之園藝資材店 botanic Villeurbanne 為例，其中販售多種觀賞植物、庭園造景、肥料、介質及病蟲害防治資材等。病害防治資材包括柑橘精油、碳酸氫鉀、硫磺溶液等，蟲害防治資材包括黃色黏紙、各式費洛蒙陷阱、誘殺器，以及噴劑如脂肪酸鉀鹽等，販售之費洛蒙種類包括黃楊木蛾 (*Cydalima perspectalis*)、櫻桃實蠅 (*Rhagoletis cerasi*)、蘋果蠹蛾 (*Cydia pomonella*) 等之費洛蒙。店內亦有販售盒裝之天敵，包括七星瓢蟲 (*Coccinella septempunctata*)、二星瓢蟲 (*Adalia bipunctata*)、草蛉 (*Chrysoperla carnea*)、線蟲 (分別用於防治土蠅、黃楊木蛾、鱗蠀、蛭蟪或馬丁字灰蝶 *Cacyreus marshalli* 等)。此外，也有販售內含化學農藥 (如阿巴汀 abamectin) 之噴劑。

陸、心得與建議

一、行前規劃：

1. **儘早行程安排規劃：**由於科發基金計畫於每年 11 月開始研提，計畫通過時間約隔年 3-4 月，國際會議往往訂在 8 月，建議一開始研提計畫時即完善規劃日程，以避免日後計畫變更。
2. **機票購買及交通安排：**因會議時間為 8 月份是旅遊旺季，待計畫通過再購買機票，或無經濟艙機位或機票費用增加；另代步的交通工具亦須提早於前一年預定。
3. **參訪單位安排與聯絡：**由於法國方面回覆速度不如預期，建議參訪必須透過熟悉單位或研究人員協助，方能及早確認，不致影響後續行程。

二、會議活動：

1. **里昂會議場地位置便利**，可從里昂火車站搭乘輕軌電車和巴士前往，會議場地亦有里昂旅遊中心工作人員駐守提供協助。
2. **會議規模宏大、內容豐富**，精心安排 21 位主講人進行重要議題的分享，組織 20 個衛星會議，及 28 個前瞻議題及重要趨勢，日程緊湊，標誌只有英文，有時需要依靠工作人員引導。
3. **場地寬敞**，會議團隊在入口處確實實施安全檢查，議場佈局動線複雜，須預做功課熟悉或透過工作人員引導。
4. **海報展示**，會議中提供海報專區及特定的交流時間，讓與會學者能夠有機會就彼此研究討論交流。
5. **提供會議 APP**，提供各項會議相關資訊，促進來自世界各地的學者互動，並透過紙本、應用程式和線上問答功能提供資訊；議場亦提供一個光線充足的網路區域。
6. **休息時間提供精緻的法國美食**，由於與會人數眾多，安排許多組服務生，提供優質服務，現場隨處可見等候美食的隊伍。
7. **會議獲得多個贊助商**，並為資源有限的學生提供獎學金。
8. **會議致力促進學術交流**，會議最後由一千多名研究人員選出植物病理學的重大成就和挑戰。
9. **提供寶貴資訊交流平台**，該會議匯集 100 個國家的 2,400 多名專家，是收集植物病理學最新研究和行業資訊的平台。
10. **完美的閉幕式**，介紹幕後工作人員及一年多來的籌備規劃，並由比利時學者就本次會議內容進行精要的重點摘錄及未來方向，同時介紹下屆主席及會議主題，鼓勵大家 2028 年澳洲再見面。

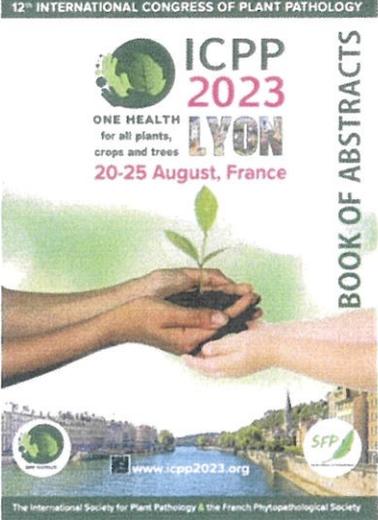
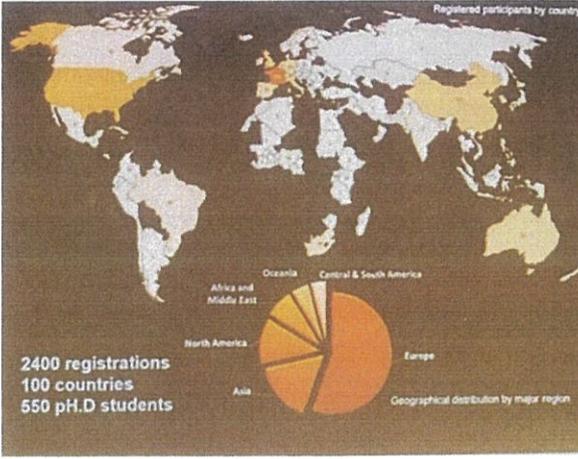
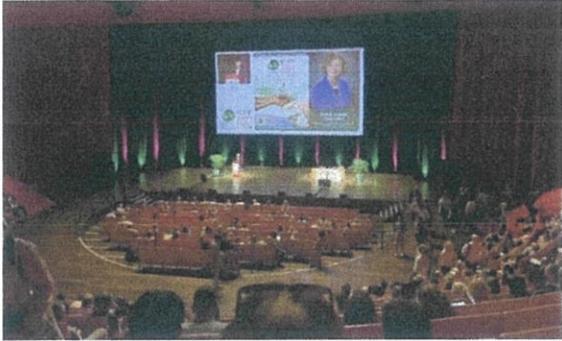
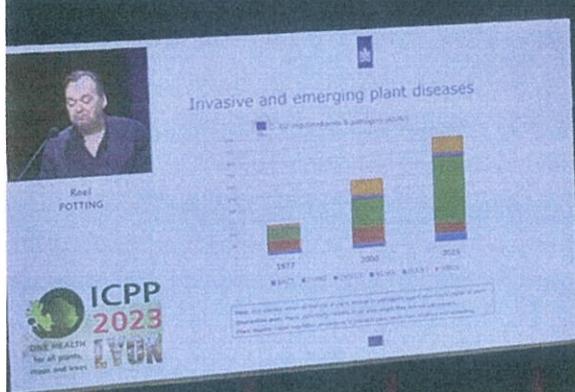
會議最後由主席提出四個問題，讓與會超過千位研究人員進行回答，並選出各問題主要的 3 個答案分別是：

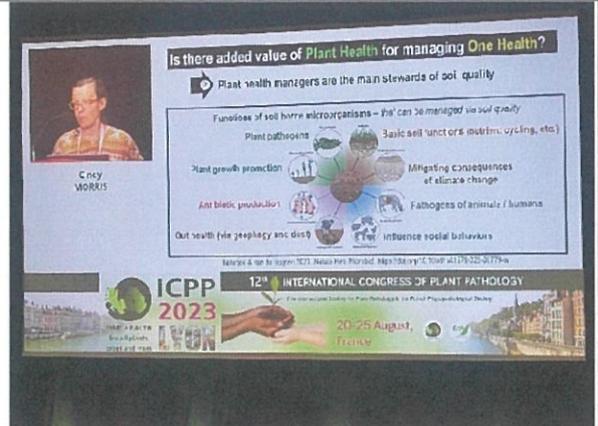
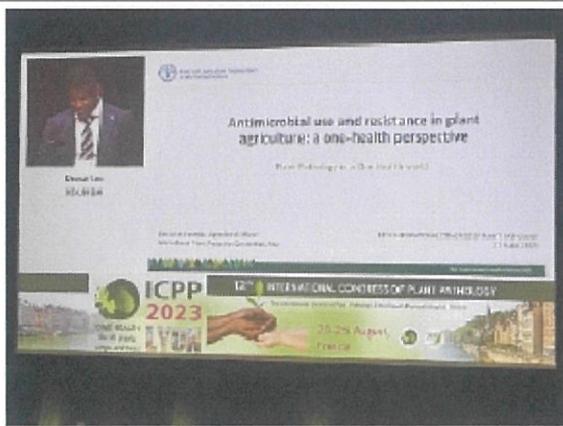
1. 近 20 年來植物病理學的主要成就是什麼？高通量篩選 (HTS) 技術、基因體學 (Genomics) 及大數據 (Big data) 應用；
2. 未來 20 年在植物健康管理上將產生哪些重大變化？人工智慧 (AI)、氣候變遷 (Climate change) 及基改生物 (GMO)；
3. 植物健康面臨的十大挑戰是什麼？氣候變遷 (Climate change)、病原菌抗性 (Resistance) 及育種 (Breeding)；
4. 希望在未來看到本次大會中缺少哪些對植物健康做出貢獻的主題或領域？氣候變遷 (Climate change)、昆蟲學 (Entomology) 及線蟲學 (Nematology)。

由各國研究人員的答案中，可看出未來因氣候變遷所導致的作物病蟲害發生加劇的問題，是各國作物生產無法避免的挑戰。因應這個挑戰，本所在未來病蟲害防治研究上，大數據、人工智慧、基因體學、育種學及生物防治等議題，是各研究組室間技術的研發、交流與整合應用中不可或缺的元素。本次大會集結 100 個國家 2,400 名以上專家，活動設計相當複雜，藉由本次與會廣收資料，了解世界各地最新的植物病理研究成果及進展，吸取各國重要發展經驗，並收集相關農業科技技術及產業資訊等訊息，期望提供給國內產官學界人士參考，也可做為我國將來舉辦大型國際學術活動的參考。

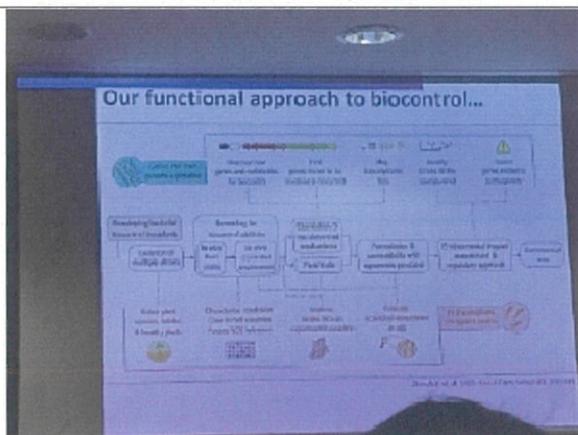
柒、會議及參訪照片

一、國際植物病理學會年會活動照片

 <p>12th INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY ICPP 2023 ONE HEALTH for all plants, crops and trees LYON 20-25 August, France BOOK OF ABSTRACTS www.icpp2023.org The International Society for Plant Pathology & the French Phytopathological Society</p>	 <p>Registered participants by country 2400 registrations 100 countries 550 p.H.D students Geographical distribution by major region Europe, Asia, North America, Africa and Middle East, Oceania, Central & South America</p>
<p>ICPP 大會會刊</p>	<p>ICPP 參與組成</p>
	
<p>開幕式會場與本屆大會主席珍 利奇 (Jan E. Leach) 博士致詞</p>	<p>本次年會的主題：「一個健康世界的人類、動物與環境的 One Helath 概念」。</p>
	 <p>Invasive and emerging plant diseases Real POTTING 1977, 2002, 2015 50% of new plant diseases are caused by viruses</p>
<p>法國植物病理學會主席西利夫·德國-雷塔納(Sylve German-Retana)引言</p>	<p>紐西蘭學者就新興病害之病原種類分析，表示約 50%為植物病毒病害所引起</p>



Dr. Descartes Koumba 與 Dr. Cindy Morris 就 One-health 的重要性進行分享。



Microbiome & health 的生物防治的策略。Dr. Maria Lodovica Gullino 提出病害的因應對策。



主題會議議場



交接會旗宣布 ICPP 2028 在澳洲



大會提供之交流場所



大會於休息交流時提供的點心



參加會議的團員與部分學者合照



分組研討會之會場

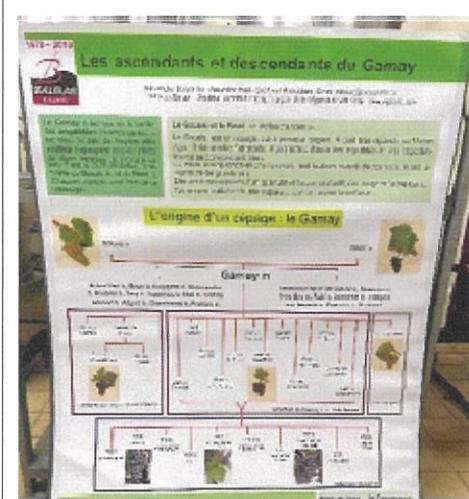
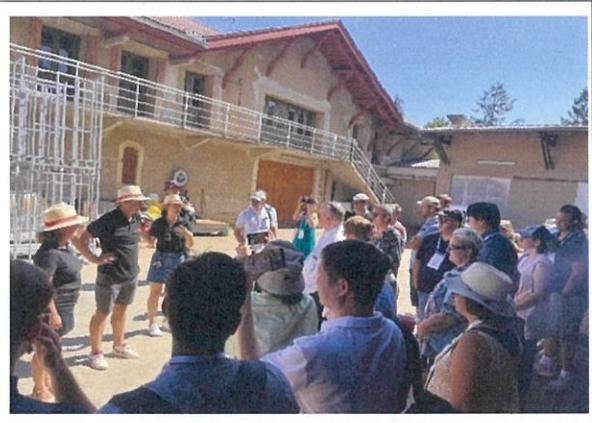


衛星會議-樹木病理田間調查





與會議中許多學者進行交流



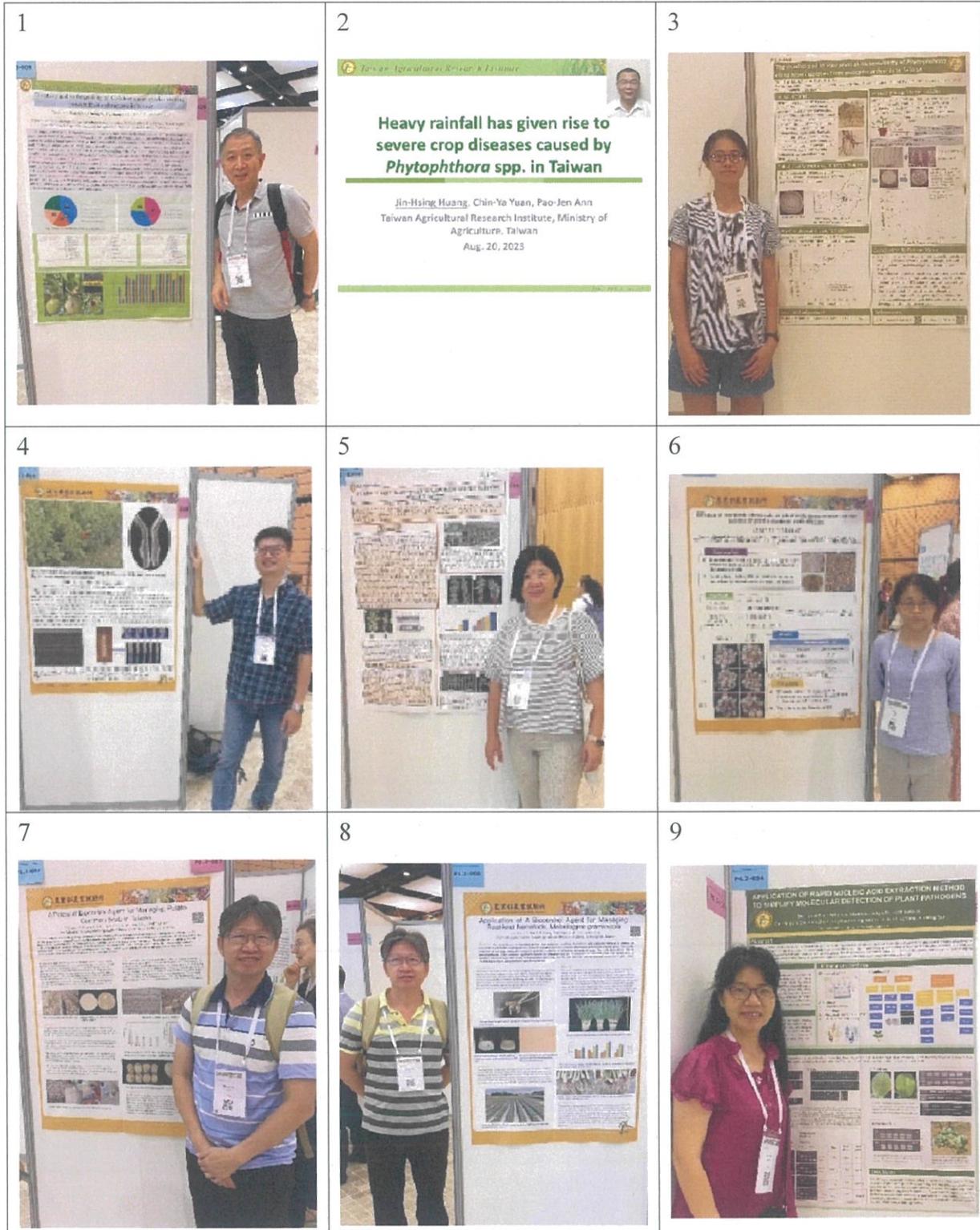
參訪博若萊葡萄園實驗基地 (Beaujolais vineyard experimental platform)



參加衛星會議 PlantBioRes 2023

參加 PlantBioRes 2023 會議國家

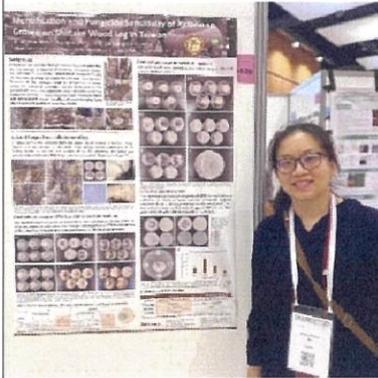
二、研討會報告照片(編號請參考參、出國人員及發表題目)



10



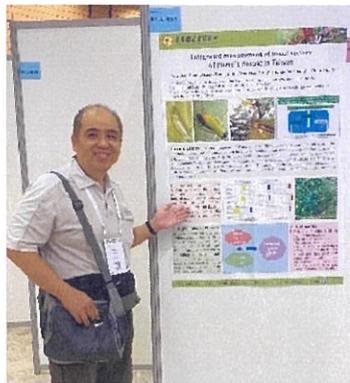
11



12



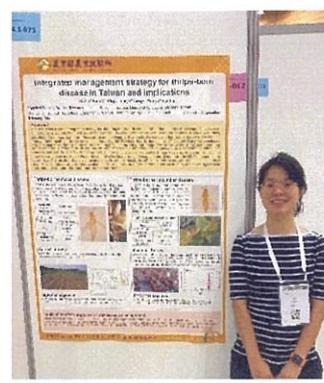
13



14



15



16



臺灣機場出境

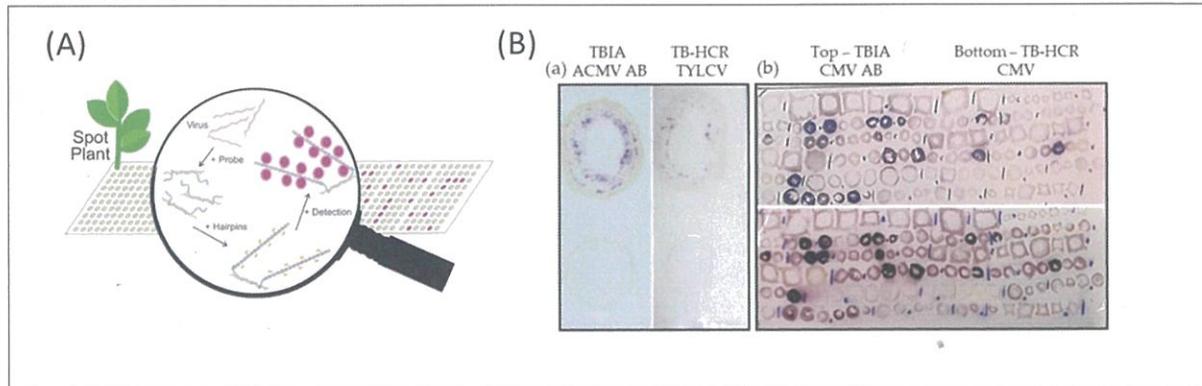


法國出境前往 TGV 月台

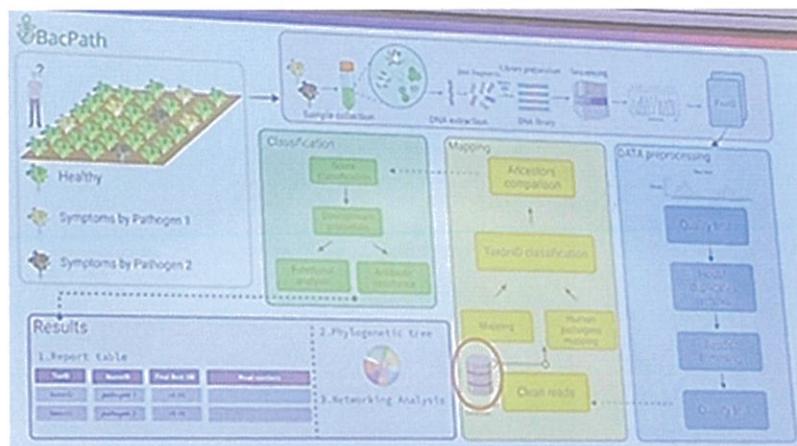


搭乘 TGV 前往里昂

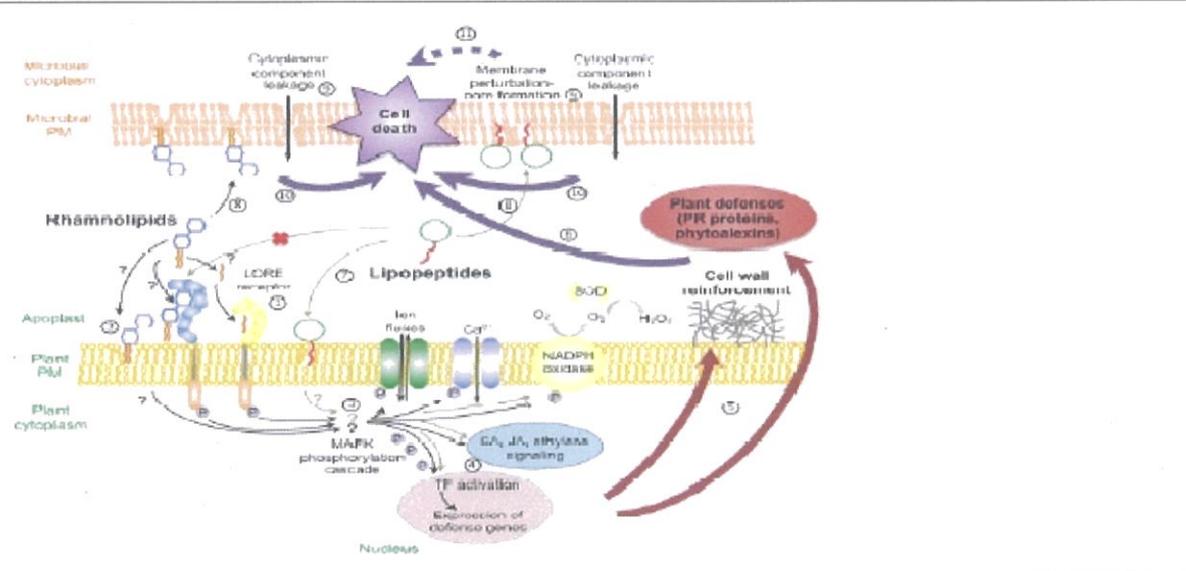
三、研討會會議中照片



(A) Tissue blot hybridization chain reaction (TB-HCR)技術原理與 (B)應用於病毒檢測



應用 high throughput sequencing-based 方式建立 BacPath 分析平台之操作流程



Rhamnolipids 和 lipopeptides 的作用：抗菌活性與誘導植物產生抗病性的示意圖

四、參訪交流

1、Institute of Research in Horticulture and Seeds (IRHS; INRAE, Angers)



本所謝主任秘書廷芳介紹本所研究業務與研究人員。



Mathilde Briard 副所長介紹 IRHS 中心組



會議結束後，由謝主秘代表本所致贈紀念品並與 IRHS 同仁進行大合照。



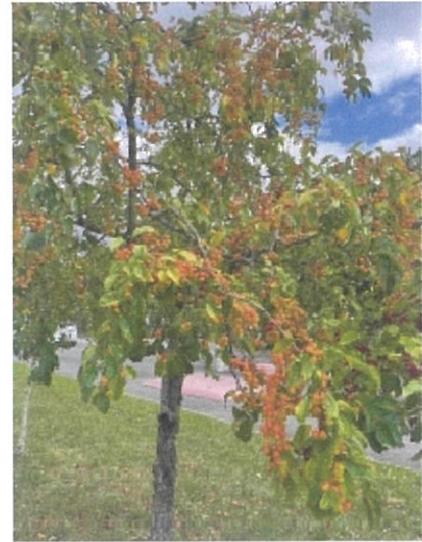
Dr. Mattheieu Barret 介紹該中心種子跨領



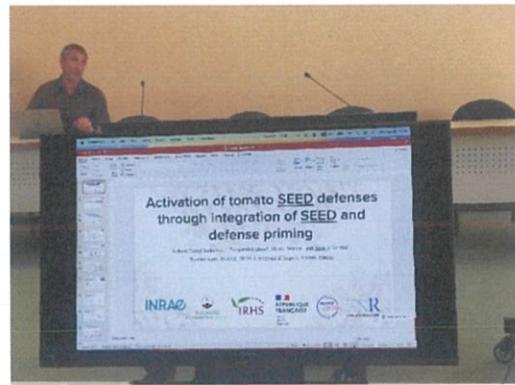
Dr. Tristan Boureau 介紹高通量表型體分析



Dr. Perrine Portier 介紹 CIRM-CFBP 之主要細菌保存工作及成果。



ResPom 團隊介紹蘋果育種研究成果，研究人員由左至右分別為 Dr. Marie-Noëlle Brisset、Dr. Emilie Vergne 及 Dr. Charles-Eric Durel。(右圖為所內小果蘋果種原)



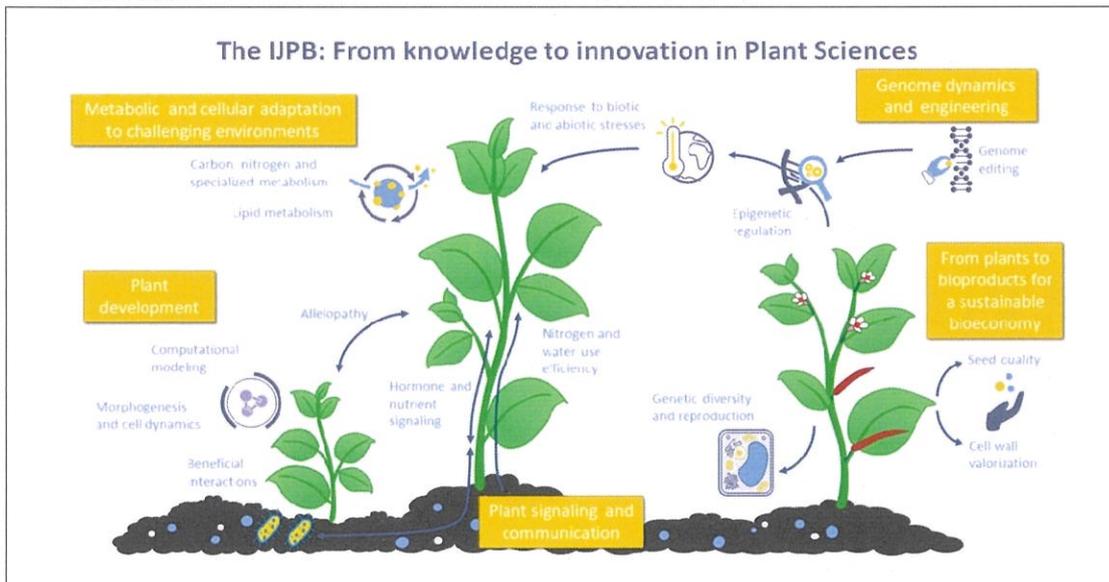
Dr. Mathilde Briard 介紹 QuaRVeg 團隊之研

Dr. Jerome Verdier 介紹 SEED 團隊之研
究成果。



同仁至 IRHS 參觀番茄培育表型體溫室。

2、參訪交流 Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB)



Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB)研究中心之研究架構 (摘自該中心官



訪問團與 IJPB 中心主任 (Dr. Helen Northe；前排右三) 合影。

五、市場調查



超市販售之各種果菜



超市販售之各種蔬菜



超市販售之各種水果



超市販售之各種進口水果



超市販售之各種進口水果



超市之有機蔬果區



超市販售之白洋菇



超市販售之秀珍菇



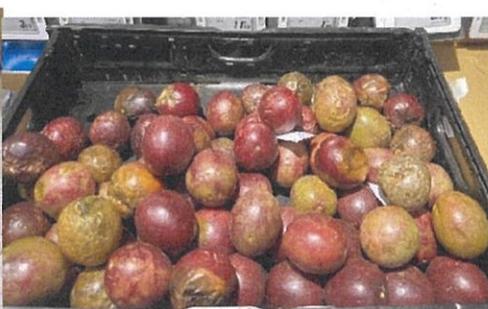
超市販售之褐色蘑菇



超市販售之杏鮑菇



番茄在法國屬於大宗消費蔬果，在超市內的番茄有各式不同顏色與果型的品種。



百香果在法國為高單價的進口鮮果(每公斤 24.99-29 歐元)；但有上架很久果實已毀敗依然販售中(左下)。



Notre-Dame Market 農產市場販售之各式蔬菜



Notre-Dame Market 農產市場販售之各式香草



巴士底廣場市集的蔬果攤



巴士底廣場市集的蔬果攤



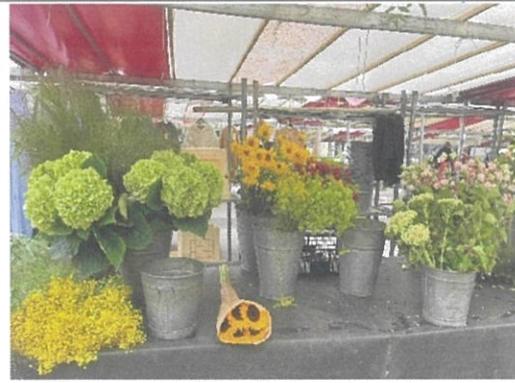
巴士底廣場市集的蔬果攤



巴士底廣場市集的蔬果攤



巴士底廣場市集販售的花卉



巴士底廣場市集販售的花卉



巴士底廣場市集販售的花卉



巴士底廣場市集販售的花卉



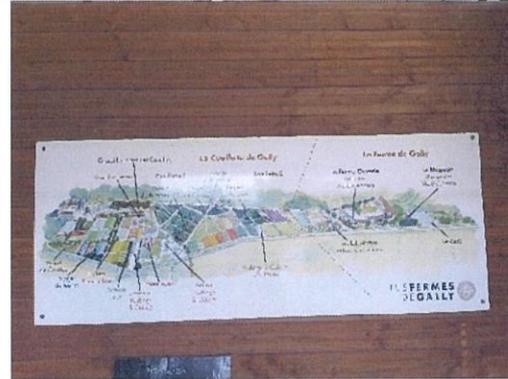
巴士底廣場市集販售的花卉



巴士底廣場市集販售的花卉



於 Gally 農場前大合照



Gally 農場園區地圖



Gally 農場開放式田區的自然栽培樣態，主作物與雜草同生，病害自然發生，留得下的就有收穫，消費者接受就有市場。



Gally 農場番茄植株修剪



Gally 農場開放式田區的番茄，植株雖然匍匐在土表仍舊豐收，但有些果實有被踩踏折損的現象



Gally 農場種在設施內的各式品種番茄，植株高過人，產量豐盛。



Gally 農場中感染褐腐病的李果實



Gally 農場中感染褐腐病的蘋果



Gally 農場中疑似感染病毒病的夏南瓜



Gally 農場中感染白粉病的夏南瓜



Gally 農場設施內的草莓採高架栽培，天然管理方式下，看得到昆蟲及其他可能病害。



Gally 農場採用混合有益微生物 Bacillus 的介質栽培草莓



Gally 農場中受蚜蟲危害的茄子葉片



Gally 農場中防治果實蠅



Gally 農場的向日葵



園藝店內販售之蝴蝶蘭



園藝店內販售之各種觀賞植物



園藝店內販售之各種陷阱



園藝店內販售之各種天敵



園藝店內販售之各種防治資材



園藝店內販售之各種費洛蒙