

## 出國報告 (出國類別:其他)

# 赴美國參加 2019 美國昆蟲學會 年會 (Entomology 2019)

服務機關：行政院農業委員會苗栗區農業改良場

姓名職稱：盧美君 研究員

林孟均 副研究員

派赴國家：美國

出國期間：108 年 11 月 16 日至 108 年 11 月 23 日

報告日期：109 年 01 月 20 日

## 摘 要

美國昆蟲學會(Entomological Society of America) 為全球最重要之昆蟲學術團體，其年會同時為國際昆蟲學術交流年度盛會。本場盧美君研究員及林孟均副研究員，於 2019 年 11 月 16 日至 23 日奉派赴美國密蘇里州聖路易市參加 11 月 17-20 日舉辦之美國昆蟲年會(Entomology2019)。在 4 天的年會期間共有超過 3,500 名產官學專家參與盛會，有 597 場專題發表或工作坊，總計 3,734 篇最新研發成果發表，其中秋行軍蟲、蜜蜂及埃及斑蚊等主題各有超過 70 篇以上發表，為大會之熱門議題。此次本場除了發表我國在家蠶量產外源蛋白體系創新技術、清淨蠶生產系統、基徵草蛉捕食效益評估及蠶絲敷料效能等 4 篇重要研發成果外，同時參與秋行軍蟲、作物害蟲整合防治管理 (Integrated Pest Management, IPM)、草蛉飼育及田間應用、蜜蜂病蟲害及創新昆蟲商品開發等重要議題之交流，並參訪了丹佛斯植物科學中心(Donald Danforth Plant Science Center)，及與美國 Florida 大學昆蟲系洽談未來國際合作之可能主題。此行不僅有助於我國農業生物技術及天敵昆蟲應用之國際接軌，也開啟了與會人員病蟲害防治及友善農耕的新思維，將有助於未來有益昆蟲研發方向擬定及規劃。

# 目錄

|  |    |
|--|----|
| 壹、 行程 .....  | 4  |
| 貳、 目的 .....  | 5  |
| 參、 研討會介紹.....  | 5  |
| 一、 美國昆蟲學會(Entomological Society of America, ESA) ... | 5  |
| 二、 2019 美國昆蟲年會(Entomology 2019).....                 | 6  |
| 肆、 研討會內容及重點.....                                     | 8  |
| 一、 有益昆蟲研究發表 .....                                    | 8  |
| 二、 研討會交流 .....                                       | 10 |
| 三、 研究機構參訪 .....                                      | 18 |
| 伍、 心得與建議.....  | 20 |
| 陸、 致謝 .....  | 21 |

## 壹、行程

| 日期 (臺灣時間) | 行程  |
|-----------|---|
| 11 月 16 日 | 臺灣桃園國際機場 至 美國舊金山國際機場  |
| 11 月 17 日 | 美國舊金山國際機場 至 聖路易國際機場   |
| 11 月 18 日 | <ul style="list-style-type: none"><li>● 美國昆蟲學會年會開幕</li><li>● 研討會會議交流</li></ul>  |
| 11 月 19 日 | <ul style="list-style-type: none"><li>● 美國昆蟲年會</li><li>● 海報發表: <i>Bombyx mori</i> silk fibroin and insulin-like growth factor-1 as a repair factor to promote healing of diabetic wounds</li><li>● 研討會會議交流</li><li>● 參訪 Donald Danforth Plant Science Center</li></ul>  |
| 11 月 20 日 | <ul style="list-style-type: none"><li>● 口頭發表: Innovative methods for silkworm (<i>Bombyx mori</i> L.) bioreactor system to facilitate high efficiency and large scale protein production</li><li>● 口頭發表: Establishment of the Clean Silkworm (<i>Bombyx mori</i> L.) Mass Production System</li><li>● 研討會會議交流</li></ul> |
| 11 月 21 日 | <ul style="list-style-type: none"><li>● 海報發表: Assessment of prey capacity of lacewing (<i>Mallada basalis</i> (Walker))(Neuroptera: Chrysopidae) on three different pests</li><li>● 研討會會議交流</li><li>● 美國昆蟲學會年會閉幕</li></ul>  |
| 11 月 22 日 | 美國聖路易國際機場 至 美國洛杉磯國際機場   |
| 11 月 23 日 | 美國洛杉磯國際機場 至 臺灣桃園國際機場  |

## 貳、目的

為宣揚我國昆蟲相關研究之成果，增廣研究人員在病蟲害防治、有益昆蟲與友善農耕研究的學術涵養，由行政院農業委員會苗栗區農業改良場盧研究員美君及林副研究員孟均赴美國昆蟲學會年會，發表我國最新家蠶及草蛉在生物技術及友善農耕的相關研究成果，計畫性參與秋行軍蟲、蜜蜂病蟲害、作物害蟲整合防治管理及草蛉友善農耕應用等相關研討會，並參訪植物病蟲害防治及基改作物研發重要單位-丹佛斯植物科學中心，期透過此行蒐集國際間盛行病蟲害相關情報及研發現況，藉此與國際間著名昆蟲研究機構與學人交流，尋求國際合作之機會，俾利於未來昆蟲研究方向之擬定及規劃。

## 參、研討會介紹

### 一、美國昆蟲學會(Entomological Society of America, ESA)

美國昆蟲學會為全球最大的昆蟲及相關科學研究團體，ESA 自 1889 年創立至今已逾 130 年，擁有來自全球研究、專業、教育、推廣、行銷、顧問、學生、顧問及業餘等共計 7,000 多名會員，總部位於美國馬里蘭州 (Maryland state) 的安納波利斯 (Annapolis)，ESA 每年定期經營出版包括 American Entomologist、Annals of the Entomological Society of America、Arthropod Management Tests、Environmental Entomology、Insect Systematics and Diversity、Journal of Economic Entomology、Journal of Insect Science、Journal of Integrated Pest Management 及 Journal of Medical Entomology 等共 9 種期刊或年鑑刊物，期刊之影響力在昆蟲研究領域頗富盛名。每年舉辦的年會更吸引超過 3,000 名以上來賓參加，除了提供研究成果發表機會外，還提供國際合作、工作坊及工作媒合等交流規模，整體規模及人數更勝於國際昆蟲年會，被昆蟲學人視為年度必訪之研討會議。





圖一、美國昆蟲學會會徽 (左)及年會會徽 (右)

## 二、2019 美國昆蟲年會(Entomology 2019)

2019 美國昆蟲年會於 11 月 17-20 日在美國密蘇里州聖路易市美國會議中心 (America's Center) 舉辦，在 4 天的年會期間共有超過 3,500 名產官學專家參與盛會，並辦理 597 場專題發表或工作坊，總計有超過 5,000 名學者聯合投稿 3,734 篇最新研發成果發表。其中秋行軍蟲、蜜蜂及埃及斑蚊等主題各有超過 70 篇以上發表，成為大會之熱門議題。Entomology 2019 為了便利廣大的參加成員，除了發送年會手冊外，還開發了本次年會專用手機 APP- Entomology 2019 Mobile App，提供與會來賓各大會會議資訊、講者摘要、活動排程、活動訊息、關鍵搜尋、評論系統、互聯通知及資源分享等共 19 項強大功能。



圖三、年會於聖路易市美國會議中心舉辦



## 肆、研討會內容及重點

### 一、有益昆蟲研究發表

本次研討會本場共發表了 4 篇研究成果，其中在 Plant-Insect Ecosystems (P-IE), Novel Tools and Products 會議中報告 Innovative methods for silkworm (*Bombyx mori* L.) bioreactor system to facilitate high efficiency and large scale protein production 為題的研究成果，說明臺灣如何運用家蠶高效率的生產特殊蛋白相關技術的開發，並且實際運用在田間試驗，達到疫苗高劑量量產的目標，會後吸引了許多以其他昆蟲量產體系生產蛋白，或模式動物的研究學者諮詢，想了解運作的方式及拓展到其他國家運用的可能性，此外宣讀 Establishment of the Clean Silkworm (*Bombyx mori* L.) Mass Production System 為題的研究成果，闡述本場如何運用家蠶人工飼料、品種開發、環境及系統建置達到量產清淨昆蟲的目標，現場學者對於臺灣能夠達到家蠶全齡飼育的技術及新品種的高蛋白質產量，均對於引入清淨蠶作為試驗模式動物表達高度的興趣。

在 Medical, Urban, & Veterinary Entomology (MUVE)會議單元發表了 *Bombyx mori* silk fibroin and insulin-like growth factor-1 as a repair factor to promote healing of diabetic wounds 為主題的海報，說明本場如何運用蠶絲製成高效的慢性傷口敷料，促進敷料的親和性並提高細胞爬行效率。與會的學者多提問集中在將昆蟲蛋白精煉成高透度的敷料製程設計。在 Recent advances in the study of Neuropterida 會員會議中我們發表 Assessment of prey capacity of lacewing (*Mallada basalis* (Walker))(Neuroptera: Chrysopidae) on three different pests 為主題的海報，提出本場利用草蛉在 3 種常見害蟲的防治效率及飼育條件的研究，吸引在場許多草蛉領域的學者駐足觀看，並詢問運用草蛉運用在蚜蟲以外的害蟲研究的評估方法及成效。



圖六、本場共發表 2 篇家蠶相關研究口頭報告

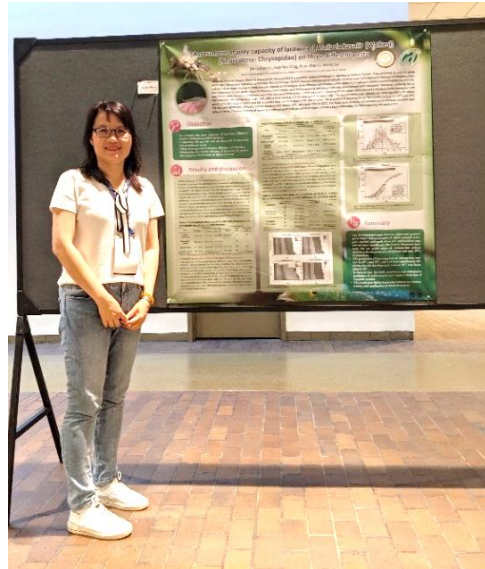
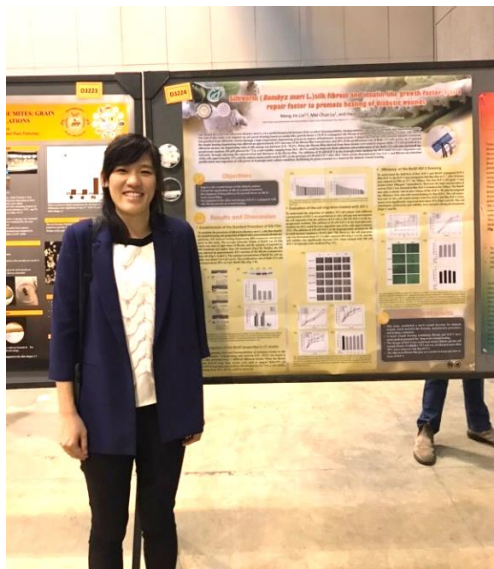




圖七、本場家蠶相關研究在會議中(左)及會後(右) 均吸引學者提問及交流



圖八、研究成果發表會議吸引各國專家駐足參與



圖九、本場蠶絲及草蛉相關研究成果海報發表



圖十、海報成果發表吸引各國專家提問

## 二、研討會交流

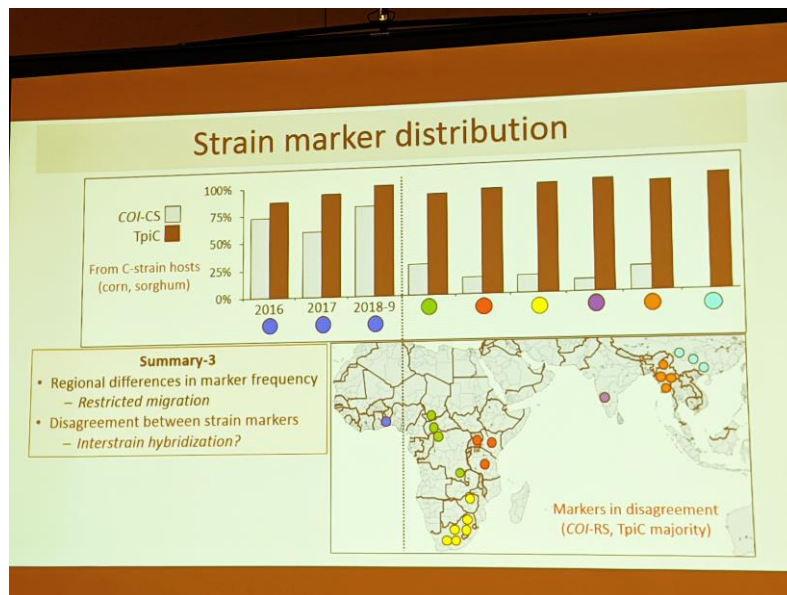
### (一) 秋行軍蟲 (fall armyworm, FAW)

秋行軍蟲 (*Spodoptera frugiperda*) 為夜蛾科 (Noctuidae) 夜盜蛾屬 (*Spodoptera*) 的蛾類幼蟲，為近年來受到矚目的害蟲，根據聯合國農糧組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 資料，秋行軍蟲原生於美洲，於 2016 年入侵非洲，2018 年入侵亞洲-印度、斯里蘭卡與中國等地，並於 2019 年在台灣首次發現，主要危害遍及玉米、水稻、高粱、棉花、十字花科、葫蘆科、茄科等經濟作物。本次年會共有 95 篇論文發表，相關內容多著重於秋行軍蟲的地區監測、傳播族群分布、遺傳基因分析、藥劑防治及綜合性防治策略等主題。

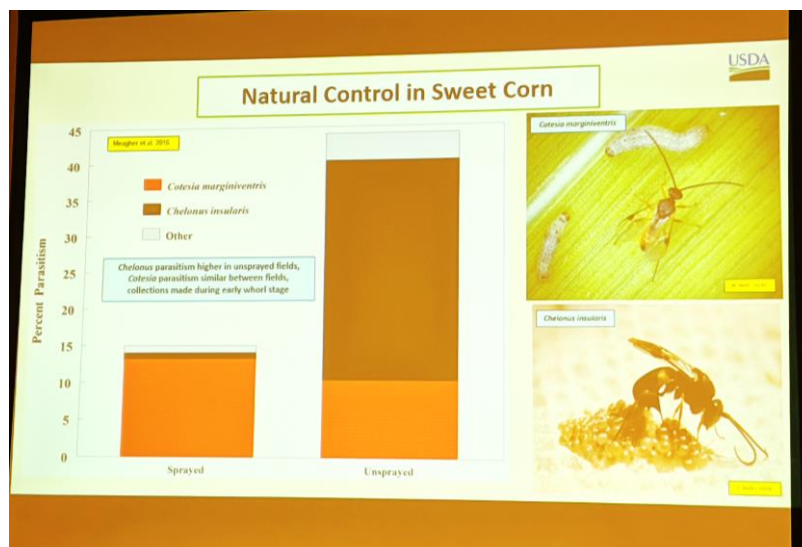
本次會議中美國農部 (United States Department of Agriculture, USDA) 研究學者發表秋行軍蟲在全球遷移的途徑及基因型分布的差異，目前可分為 C-strain 及 R-strain 兩個表現型，並具有高度的遺傳變異性 (genetic variation)。在遷徙路徑的研究中，排除經由貿易運輸傳播的可能性，推測主要以自然遷徙 (natural migration) 的方式傳播，並受到地理屏障的因素影響，目前主要是由西非擴散至整個非洲大陸、並向東移入印度及東南亞地區。此外，來自中國、印度及肯亞等各國學者，提出許多秋行軍蟲有效的防治方式，包括運用 Bt 作物及殺蟲劑進行防治為主，非農藥防治部份許多學者提出運用白殭菌、黑殭菌、蟲生線蟲 (entomopathogenic nematode)、核多角體病毒等方式，均可用來防治秋行軍蟲，亦有學者提出以寄生蜂如：緣腹絨繭蜂 (*Cotesia marginiventris*) 及島甲腹繭蜂 (*Chelonus insularis*) 等，運用蟲卵寄生抑制族群數量，達到防治之



效果。此外，提出運用 IPM 的方式可提高防治效率，包括增加食物資源、替代寄主等方式來降低秋行軍蟲的危害。



圖十一、秋行軍蟲遷移途徑與基因表現型之關係 (Nagodhi, 2019)



圖十二、運用寄生蜂來進行秋行軍蟲防治之成效 (Meagher, 2019)

## (二) 作物害蟲整合防治管理 (IPM)

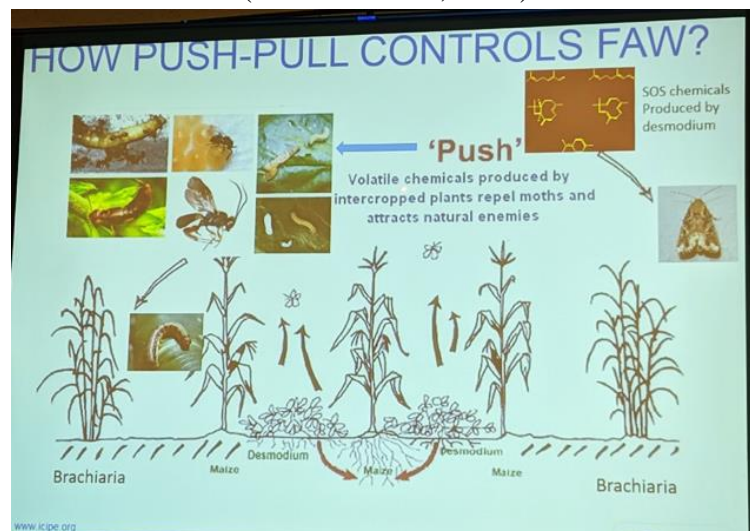
根據美國國家環境保護局 (United States Environmental Protection Agency, EPA) 指出，作物害蟲整合防治管理 (Integrated Pest Management, IPM) 係一種運用環境交互作用來降低害蟲危害的防治方式，透過環境控制、農藥及非農藥防治方式相互結合，在對人員、財產及環境影響最小的前提下，達成害蟲防治的目標。具體的 IPM 為一系列有害生物管理評估、決策及控制系統，主要程

序包括行動閾值設定 (Set Action Thresholds)、監測與辨識 (Monitor and Identify Pests)、預防(Prevention) 及控制(Control) 等。

在本次年會中探討了包括西瓜、洋蔥、小麥、大豆、秋葵、咖啡、李及櫻桃等作物運用 IPM 系統的研究成果，同時也有與慣行防治方式進行比較，均顯示運用 IPM 防治技術可維持作物的品質產量，並可減少害蟲數量，對於維持作物田間的生態微環境，具有正向益處。此外，美國及印度等國學者，提出推拉田間系統 (push and pull farming system)運用效果驗證，包括在秋行軍蟲的防治上，以具有忌避作用的豆科山蚂蝗屬作物及具有替代性寄主作用的禾本科作物，間作在玉米田中，達到 60% 以上防治成效。



圖十二、IPM 技術在田間運用的策略示意圖  
(Marrison et al., 2019)



圖十三、運用推拉農業系統來進行玉米蟲害防治之成效 (Midega and Khan, 2019)



### (三) 草蛉飼育及田間應用

草蛉科 (*Chrysopidae*) 為脈翅目昆蟲，幼蟲多為肉食性以捕食蚜蟲為主，又有「蚜獅」之別名。草蛉的幼蟲對於可捕食蚜蟲外，亦可使用在其他小型害蟲的防治上，近年在有機防治及 IPM 的運用頗受重視。本次參與的草蛉發表會議，美國佛羅里達大學 (University of Florida) 提出以基徵草蛉運用在亞洲柑橘木虱 (Asian citrus psyllid, ACP) 控制上用於防治柑橘黃龍病 (huanglongbing)，顯示相較於傳統化學藥劑防治，施用有機防治油劑，搭配捕食性天敵基徵草蛉、瓢蟲及蜘蛛，以及寄生性天敵 *Tamarixia radiata* 等的綜合防治效果最佳。此外，美國俄勒岡州立大學 (Oregon State University) 及德州 A&M 農業研究所 (Texas A&M AgriLife Research) 也提出運用草蛉等天敵組合運用在防治榛子蚜蟲 (*Myzocallis coryli* Goetze) 甘蔗蚜蟲 (*Melanaphis sacchari* Zehntner)，可有效抑制蚜蟲數量，達到作物經濟量產之目標。

此次更與 2016 年曾到訪本場的佛羅里達大學 Oscar liburd 教授相約進行近期在生物防治及草蛉研究成果的相關交流，針對未來可以合作的項目，進行意見交換及細節討論。

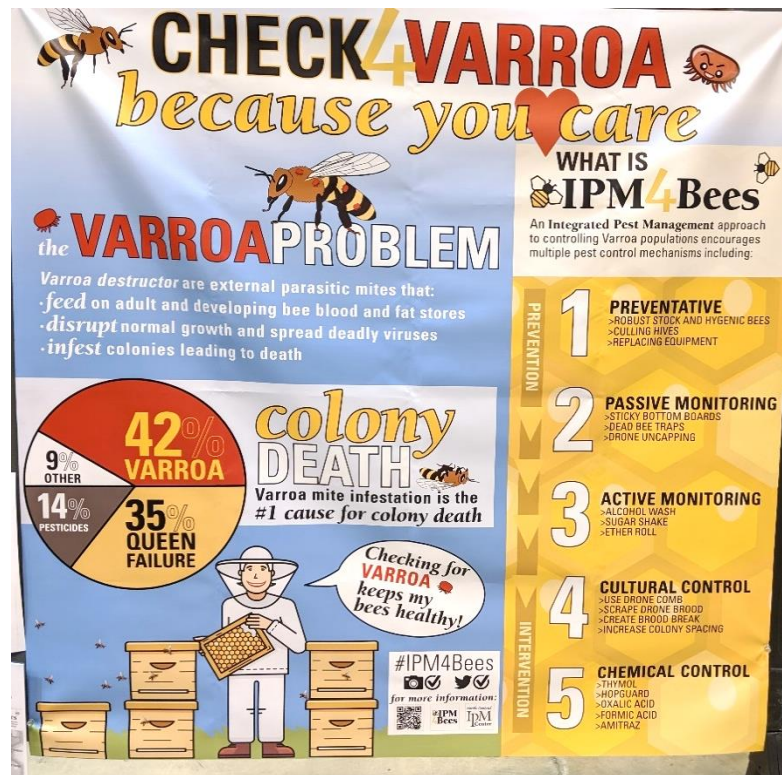


圖十四、與 Dr. liburd 進行近期研究交流及合作洽談事宜

### (四) 蜜蜂病蟲害

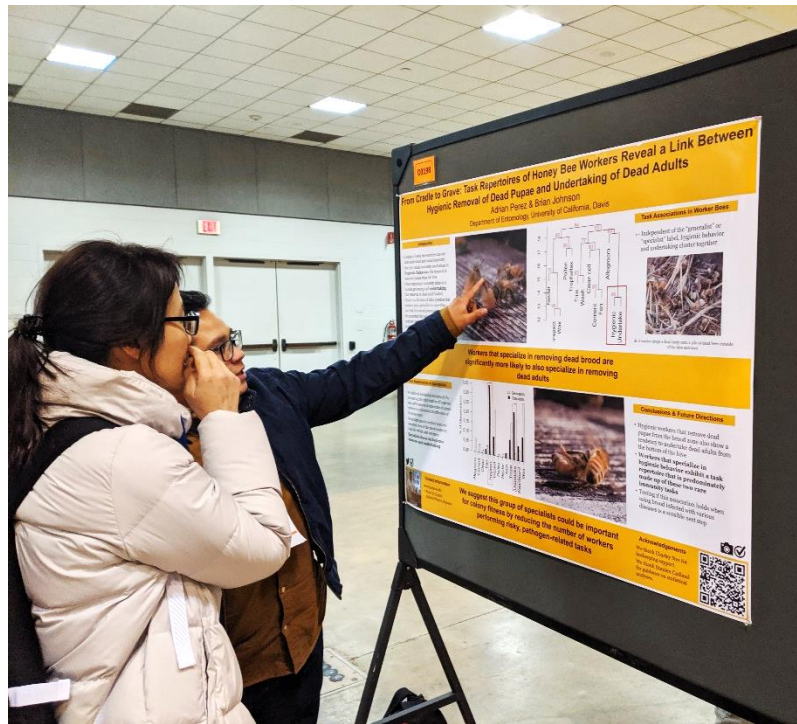
蜜蜂 (*Apis mellifera* L.) 為蜜蜂科 (*Apidae*) 蜜蜂屬 (*Apis*) 昆蟲，為全世界主要用於授粉及飼養的蜂種，近年來由於蜂群崩壞症候群 (Colony Collapse Disorder, CCD) 的發生，各地紛傳蜜蜂消失或大量死亡的案例，其中受到蜂蟹蟎 (*Varroa destructor*) 的寄生

及造成的弱化及病毒傳播被視為 CCD 的關鍵因素之一。本此年會總共有 138 篇關於蜜蜂相關研究的發表，其中約有 22 篇蜂蟹蟎防治及相關研究。會議中針對常見殺蟎劑 Amitraz、Coumaphos 及 tau-fluvalinate 之抗性，經接觸性生物監測，分析蜂蟹蟎藥物代謝酯酶活性，推測蜂蟹蟎對這些藥物尚未出現抗藥性，仍是現行可有效使用的防治藥劑。此外，學者提出除了預防 (preventative) 及藥物防治外，可運用 IPM 管理策略提升防治效率，包括被動監測 (passive monitoring)、主動監測 (active monitoring)、遺傳學防治 (cultural control) 及化學防治 (chemical control) 等，全面防範蜂蟹蟎造成蜂群的危害。在蜜蜂的健康及管理中，學者比較了種植單一作物及多元化栽植蔬菜及花卉農場中的蜜蜂健康程度，指出在多元化農場裡蜂群擴增速度較快，且不會出現劇烈變化，且可累積較高的體脂質含量，推論可運用增加作物種類，提高蜜蜂營養並提升健康。蜜蜂行為的調查，顯示從事專門從事幼雛清潔行為 (hygienic behavior) 的工蜂，相較於其他工蜂 (generalist workers) 有傾向執行清潔工作的趨勢，並會傾向執行死亡成蜂移除的工作，此外，在親緣關係分析也指出幼雛清潔行為的蜂會與清除死亡成蜂 (undertaking bee) 群體分在同一遺傳群叢 (Cluster) 中，說明蜜蜂的工作組織可能會受到遺傳基因的分配而所調整。



圖十五、蜜蜂蟲害學者製作圖像式海報輔助說明口頭報告之內容 (St. Clair et al., 2019)





圖十六、加州大學提出蜜蜂清潔行為可能與其他遺傳基因有關

#### (五) 創新產品開發及展示

今年在美國昆蟲年會的創新商品會議中有多項新的害蟲防治裝置及害蟲管理決策系統發表，包括蚜蟲、粉蝨、秋行軍蟲、菌蠹蟲等害蟲的新型防治藥劑，與以往不同的是，新型藥劑的發表除了強調對害蟲的防治效力外，企業及研究單位紛紛投入資源，研究這些新型藥劑對環境及天敵的危害評估，以降低藥劑對其他生物毒性為開發目標，盡可能發展專一性藥劑、並以忌避、誘捕等策略取代撲殺等產品為趨勢，大幅提高新產品對環境的友善性與永續發展。

在展覽會場上可看到來自全球各式各樣昆蟲的相關產品展示及販售，包括販售昆蟲標本及相關採集器具、田間害蟲捕集偵測等新型工具、蜜蜂飼育微環境偵測系統、各種昆蟲書籍等。其中美國美國食品藥品監督管理局 (U.S. Food and Drug Administration, FDA) 也同時有設置宣導攤位，宣導昆蟲檢疫及防疫觀念，此外，一家宣導食用昆蟲的公司，亦設攤販售以添加蚱蜢製成的「EAT BUGS」玉米脆片，強調以食用昆蟲取代動物不僅可達到營養均衡之目標，且可減少 100 倍溫室氣體產生及降低 2,000 倍水資源的浪費，現場吸引許多專家試吃並購買，創新的吃蟲愛地球點子成功地在年會中形成一股話題。



圖十七、美國昆蟲年會於會場展示發行刊物



圖十八、炫麗奪目的昆蟲標本吸引許多學者駐足參觀





圖十九、廠商解說新式害蟲偵測工具的操作原理



圖二十、現場有廠商販售添加昆蟲的調味食品

### 三、研究機構參訪

本次研討會同時參訪了密蘇里州植物科學研究基地-丹佛斯植物科學中心 (Donald Danforth Plant Science Center)，該中心創立於 1998 年，實驗室佔地 3 公頃，並有 43 座溫室，該中心共有來自 20 多個國家的 267 名員工其中包含 193 位科學家，致力於糧食品種生產改善、分子生物、生質能源、代謝生理、設施環控、新藥及基轉作物評估等研究主題。本次參訪的主軸包括參訪該中心的半自動化環控溫室，了解該中心正在執行的糧食改善計畫-運用木薯品種改良、種植研究及營養成分分析等，期能透過培育出適合種植在水資源缺乏的地區栽種的木薯品種及技術，藉以提高貧困地區的糧食自給率。此外，參訪該中心核心實驗室，研究人員正在測試秋行軍蟲的防治 RNAi 藥劑，根據測試結果顯示該藥劑穩定性高，可於苗期施用達到長效保護的效果，且專一性高，可降低對環境的衝擊性，為秋行軍蟲相關藥劑的開發趨勢，未來也會率先在美國上市使用，再推展到全球。



圖二十一、參訪植物中心執行木薯糧食改善計畫的精密溫室





圖二十二、研究專家展示秋行軍蟲防治藥劑對照組（左）、試驗組（右）的效果



圖二十三、學者專家們在訪後提出對於中心營運及未來發展相關問題

## 伍、心得與建議

這次的美國昆蟲年會舉辦於聖路易市的美國會議中心，辦理的研討會模式及提供資源，遠大於過去參加過的其他國際研討會的規模。在 4 天的會期中共舉辦了 597 場專題發表及各種技術交流學習工作坊，在佔地 14,000 坪的會議中心隨時有重要的昆蟲研發會議及教學活動正在舉行。為了統整此次年會的所有資訊，美國昆蟲學會除了發行活動手冊外，開發了專屬的 APP，便利地提供與會者查訊資訊及相互連繫使用，此外，提供專家交流討論專區、學生實習及正式職缺諮詢專區等。在硬體部份，提供了全天候的諮詢及導覽中心，簡報修改及服務中心、市區導覽、研究單位參訪接駁及行李海報寄放等服務，市中心沿途更設置了引導宣傳的旗幟，試圖讓研討會的效益最大，對於資源的應用及拓展方式，值得我們學習。

透過參與本次的研討會，我們發表了家蠶量產外源蛋白體系創新技術、清淨蠶生產系統、基徵草蛉捕食效益評估及蠶絲敷料效能等四篇重要研發成果，除了達到宣揚我國昆蟲研發成效外，與會學者也都針對這類經濟昆蟲飼育及運用技術，提供了許多寶貴的研發建議，也有部份專家提出清淨蠶相關產品外銷販售或國際合作的需求，大幅提升了我國農業生物技術及天敵昆蟲應用的國際接軌。

此行我們參與了許多重要議題的會議討論，包括當前全球矚目的秋行軍蟲防治，政府單位及研究學者透過了解傳播途徑及基因型，企圖阻斷秋行軍蟲的擴散及危害。此外各種的防治方式及藥劑成效發表，共同為秋行軍蟲危害的國家提供解決對策，雖然秋行軍蟲入侵我國的時間尚短，但透過吸收及借鏡他國長期的研究及防治經驗，取精華而用之，相信可大幅降低秋行軍蟲危害對我國農業帶來的衝擊。

在作物害蟲整合防治管理及草蛉應用等會議中，我們得以窺見有別於目前過去強調快速有效的化學防治藥劑，目前世界各國紛紛以非農藥防治資材、天敵昆蟲及環境調控等綜合性防治策略，來減量甚至取代化學性防治藥劑，與我國宣示農藥減半及環境友善的相關農業政策相符，已成為國際間共同努力的方向。在蜜蜂病蟲害的會議中，蜂蟹蟎對於蜜蜂的危害已確立為當前蜂群死亡的主因，除了運用 IPM 的方式進行綜合防治外，研究不同蜂群間的清潔能力及提高清潔能力的育種策略，被視為育成抗蜂蟹蟎的蜜蜂族群的主要方法，值得本場未來投入更多心力，育成抗病的蜂群，不論是用來進行作物授粉或蜂產品生產，能造福更多蜂農及消費者。

我們同時參訪了丹佛斯植物科學中心，了解了國際研究組織的運作方式及研發方向，也從該中心學習溫室設施設計及營運模式，未來可以應用國內相關作物試驗上。此次也與美國 Florida 大學昆蟲系洽談未來國際合作之可能主題及方向。透過參加這次的研討會，我們看見來自世界各國的專家學者針對不同的昆蟲及不同的議題，彼此分工合作，透過相互驗證共同發表研發



成果，針對意見相左之處，也能無私地互相協調幫助，提供寶貴的研究經驗，並約定後續分工及未來研究重點，此行不僅開啟了與會人員對昆蟲產業化產品、病蟲害防治及友善農耕的新思維，接觸了許多國際知名的昆蟲研究學者，促成了國際合作的機會，更對未來在有益昆蟲及作物計畫的推動與研發有很大的幫助。

## 陸、致謝

出國經費由科技部科技發展基金會補助 108 年「提高農產品品質及櫥架壽命」計畫 (MOST 108-3111-Y-225-008)，在此一併致謝。