

出國報告（出國類別：研究）

美國農業部太平洋盆地農業研究中心
東方果實蠅寄生蜂之飼育方法及
量產技術之研究

服務機關：苗栗區農業改良場
姓名職稱：吳怡慧 助理研究員
派赴國家：美國
出國期間：101.08.26~09.03
報告日期：101.11.13

摘要

爲增進東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) 生物防治天敵之應用，參訪美國農業部太平洋盆地農業研究中心 (U.S. Department Of Agriculture -Pacific Basin Agricultural Research Center, USDA-PBARC) ，學習東方果實蠅寄生蜂之飼育方法及量產技術，美國農業部在寄生蜂不論是大量飼養或其生理特性研究皆已進行多年，本次主要以學習東方果實蠅卵寄生蜂 (*Fopius arisanus*) 及幼蟲寄生蜂 (*Diachasmimorpha longicaudata*) 飼育 技術爲主，飼育階段可分爲 1. 寄生、2. 化蛹、3. 選別及 4. 寄生蜂羽化階段。此次參訪後如能參考其飼養經驗於台灣建立卵及幼蟲寄生蜂的飼養技術，不僅是運用台灣原生的天敵物種，更增加田間防治東方果實蠅的方法，在東方果實蠅卵、幼蟲或蛹階段都有其寄生性天敵可釋放進行防治，並結合現今東方果實蠅其他非農藥防治方法，以最自然的手段，達到有效防治東方果實蠅。

關鍵字:東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*)、東方果實蠅卵寄生蜂 (*Fopius arisanus*)、東方果實蠅幼蟲寄生蜂 (*Diachasmimorpha longicaudata*)、飼養技術 (rearing techniques)

目 錄

一、行程.....	1
二、拜會人員.....	2
三、目的.....	2
四、太平洋盆地農業研究中心介紹.....	2
五、果實蠅的種類介紹.....	4
六、東方果實蠅寄生蜂及應用介紹.....	6
七、過程.....	10
(一) 卵寄生蜂 <i>Fopius arisanus</i> 飼養流程.....	10
(二) 幼蟲寄生蜂 <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> 飼養流程.....	15
(三) 寄生蜂飼養盒之規格.....	17
(四) 果實蠅飼養介紹.....	18
八、心得與建議.....	19
九、結論.....	20

一、行程

日期	行程
8/26	桃園機場-> 東京成田機場-> 夏威夷 歐胡島檀香山 (Honolulu)-> 夏威夷大島 Hilo
8/27	1. 美國農業部太平洋盆地農業研究中心 (USDA-PBARC) 寄生蜂實驗室學習飼養技術 2. 參觀 PBARC 其它實驗室
8/28	美國農業部太平洋盆地農業研究中心 (USDA-PBARC) 寄生蜂實驗室學習飼養技術
8/29	美國農業部太平洋盆地農業研究中心 (USDA-PBARC) 寄生蜂實驗室學習飼養技術
8/30	1. 參觀夏威夷火山豆（昆士蘭果）栽培區、Mauna Loa Macadamia Nut Visitor Center 及科納咖啡栽培區 2. 參觀 Hawaii Volcanoes National Park
8/31	夏威夷大島 Hilo -> 夏威夷 歐胡島檀香山 (Honolulu)
9/1	參觀 Honolulu 傳統市集及 U. S. Army Museum Of Hawaii
9/2~3	夏威夷 歐胡島檀香山 (Honolulu) -> 東京成田機場-> 桃園機場

二、拜會人員

1. Chiou Ling Chang Ph. D Research Biologist
2. Michael McKenney Biological Technician
3. Danny M. Seo Biological Technician

三、目的

為學習東方果實蠅卵及幼蟲寄生蜂之量產技術，於 101 年 8 月 26 日~9 月 3 日參訪位於夏威夷大島 (Big Island) 的美國農業部太平洋盆地農業研究中心 (U.S. Department Of Agriculture -Pacific Basin Agricultural Research Center, USDA-PBARC) 寄生蜂飼養室，學習東方果實蠅寄生蜂之飼育方法及量產技術，以期能於台灣建立寄生蜂之大量飼養技術。

四、太平洋盆地農業研究中心介紹

太平洋盆地農業研究中心 (Pacific Basin Agricultural Research Center) 之設立是為了在夏威夷地區持續發展農業系統和進行病蟲害管理，確保農產品的進出口，並防止其它國家外來種的入侵，其相關的研究也有助於減少美國農藥的使用量，降低病蟲害的發生，主要的研究方向有果實蠅及其它入侵害蟲的區域防治、農產品檢疫及果樹類分子生物及遺傳資源等相關研究。研究細項如下：

(一) 熱帶植物遺傳資源管理:熱帶植物遺傳資源的收集、保存、評估、特化和分布研究，並發展新的作物。

(二) 熱帶植物生理、病害和生產:為熱帶作物的永續生產開發綜合耕作體系；進行農藝作物性狀 DNA 等特性的鑑定，開發新技術以減少開發、分布和對植物病害衝擊；寄主和病原交互作用的分子生物、生理和遺傳的研究。

(三)熱帶植物害蟲管理:在過去 40 年裡，太平洋盆地農業研究中心在果實蠅的研

究一直是世界的領導地位，其研究包括改進果實蠅類偵測系統、防治策略和食餌；害蟲族群動態和寄主遺傳交互作用；開發生物防治用天敵；昆蟲生長的化學物質的鑑定；農藥的使用策略和遺傳抗性；開發新型而環境可接受的誘引劑、忌避劑、毒餌和生長調節劑。

(四)採收後熱帶商品的研究:包括開發採收後處理，以確定農產品品質，管理檢疫病害蟲，以符合輸出市場標準。確定農產品的營養特性、加工過程以提出農產品品質和增加出口農產品的價值。熱帶產品輸出的檢疫處理、儲存、包裝和運輸之新技術的開發。

而在果實蠅的防治上太平洋盆地研究中心與夏威夷大學、夏威夷農業部共同合作「夏威夷大地區果實蠅害蟲綜合管理計畫」(Hawaii Area-Wide Fruit Fly Integrated Pest Management, HAW-FLYPM)，以生物防治方法和永續害蟲管理策略來降低殺蟲劑的使用共同有一合作計畫。其主要工作有兩項，一項為果實蠅族群偵測，一項為果實蠅壓制技術。果實蠅偵測又包括三部份，分別為調查點的捕捉、網室捕捉、寄主地圖分布和被害偵測。在壓制技術方面包括田間衛生管理、滅雄技術、蛋白質食餌利用及生物防治，壓制技術為一般我們在向農民推廣時可宣導的項目。

果實蠅之壓制策略

- 1.田間衛生:撿拾並移除田間受果實蠅危害果實，利用塑膠袋、筒及挖洞收集或掩埋，以降低果實蠅密度，降低羽化的果實蠅再度危害。
- 2.滅雄技術:以甲基丁香油或克蠅在網區大量誘集果實蠅，誘引劑放在捕捉籠或纖維板，其效果達數月之久。
- 3.蛋白質食餌應用:蛋白質食餌在低量下於耕作區使用以降低果實蠅密度。
- 4.生物防治:釋放不孕性果實蠅及天敵寄生蜂擴大釋放。

五、夏威夷瓜果實蠅種類

美國農業部太平洋盆地農業研究中心目前共飼養 4 種果實蠅分別為：東方果實蠅 Oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*)、瓜實蠅 Melon fruit fly (*B.cucurbitae*)、地中海果實蠅 Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*)、及馬來西亞果實蠅 (*B. latifrons*)，以下將簡述其特性。

(一)東方果實蠅：東方果實蠅 (*B. dorsalis*) 屬雙翅目 (Diptera)、果實蠅科

(Tephritidae)，為目前國際認定之 26 種重要果實蠅類檢疫害蟲之一。其移動能力強，寄主種類達 150 種，使得防治不易，一年可發生 8-9 世代，雌蟲一生可產 1,200~1,500 粒卵，將卵產於果皮下，卵經 1-2 天孵化為幼蟲，幼蟲蛀入果肉內取食，使果實畸形腐爛，降低品質及產量，而腐爛之落果更為東方果實蠅幼蟲主要孳生源，也是台灣果樹類重要害蟲。

(二)瓜實蠅：瓜實蠅 (*B. cucurbitae*) 屬雙翅目、果實蠅科，於 1895 年入侵夏威夷，主要危害瓜類作物，其寄主植物有 80 種以上，包括甜瓜、洋香瓜、胡瓜、苦瓜、山苦瓜、絲瓜、稜角絲瓜、西瓜、冬瓜、南瓜、夏南瓜、扁蒲、越瓜等瓜類作物，瓜實蠅的雌成蟲通常在雌花謝花後即前來產卵，卵產於瓜類果實的皮下，通常數粒卵或近 10 粒的卵成堆，受害之絲瓜、小黃瓜扁蒲之幼果之表皮會有流膠的現象，交尾後的雌蟲便可產下有效卵，且僅交尾 1 次便可終身產下有效卵，單隻雌蟲可產下進千粒左右的卵。瓜果實蠅從危害作物上區別，瓜實蠅所危害的作物，均是瓜類作物為主；在水果上危害的果實蠅均以東方果實蠅為主，在台灣地區經濟栽培的作物上，兩者危害的寄主是有明顯的區隔。

(三)地中海果實蠅：地中海果實蠅 (*C.capitata*) 屬雙翅目、果實蠅科，於 1910 年夏威夷立足，地中海果實蠅被認為是源自非洲下撒哈拉地區，幼蟲寄主超過三百種，主要受害之經濟性果蔬有桃、李、梅、枇杷、柑桔、番石榴、咖啡果、木瓜、蕃茄、柿子、芒果、蓮霧、釋迦、金桔、鳳梨釋迦、茄子、青椒等，目前只有亞洲熱帶地區無此害蟲外，其餘地區果實或蔬菜皆受其危害，地中海果實蠅成蟲可存活 1-2 個月，雌蟲可產七百個卵，為害狀和瓜實蠅一樣，為台灣重要檢疫害蟲。

(四)馬來西亞果實蠅：馬來西亞果實蠅 (*B. latifrons*) 於 1983 年在歐胡島發現，之後傳遍附近島嶼，最常見的寄主植物為茄科植物，特別是辣椒，其他寄主植物包括胡瓜、瓜類和其他野生茄科植物。

六、東方果實蠅寄生蜂及應用介紹

東方果實蠅之寄生性天敵有卵、幼蟲及蛹寄生蜂。在國外於美國的夏威夷島、佛羅里達州、澳洲及以色列等相關國家地區皆已有東方果實蠅寄生蜂應用與大量飼養及釋放研究。1949~1950 年間台灣採集果實蠅之天敵計有跳小蜂科 (Encyrtidae)、瘿蜂科 (Cynipidae) 及金小蜂科 (Pteromalidae)，並將採集東方果實蠅蛹送到夏威夷，共羽化 8 種寄生蜂種類。苗栗區農業改良場生物防治分場所飼養的為蛹寄生格氏突闊小蜂 (*D. giffardii*) 為 1995 年 5 月間中央研究院李文蓉博士研究室自引進夏威夷種原及飼養技術，目前已在苗栗區農業改良場生物防治分場建立寄生蜂大量飼養繁殖方法，並可提供予農民進行釋放，為台灣目前唯一進行東方果實蠅寄生蜂之飼養單位。

卵寄生蜂 (*Fopius arisanus*) 為目前國外最常應用的東方果實蠅天敵，在夏威夷島 Puna 地區調查寄生果實蠅的比率可達 42-72%。在應用的卵寄生蜂的研究上，法屬的 Tahiti 島上，東方果實蠅於 1996 年才於島上發現，但其有 2 種同樣會危害果實的 *B. kirki* 和 *B. tryoni* 在 1928 和 1970 年就在 Tahiti 島上，美國農業部太平洋盆地農業研究中心於 2002 開始釋放卵寄生蜂，2003 年則已在該島立足，經過每年至 2009 年的調查，在番石榴、熱帶杏仁及 Polynesian chestnut 果實上，卵寄生蜂的比例每年逐年增加，至 2009 年其寄生率達 $64.8 \pm 2\%$ ，果實蠅降低有 70%。而另外在 2007 年釋放的幼蟲寄生蜂 (*D. longicaudatus*) 寄生率較卵寄生蜂差，則約僅有小於 5% 的寄生率。因此他們認為卵寄生蜂是可以有效應用來防治果實蠅的天敵。

(一) 卵寄生蜂 (*Fopius arisanus*)

卵寄生蜂 *Fopius arisanus* 屬膜翅目 (Hymenoptera)、小繭蜂科 (Braconidae)，其在夏威夷 1953、1961、1984 及 1993 等年都有紀錄使東方果實蠅數量降低。卵寄生蜂體內單員寄生性之天敵昆蟲，其特性為寄生於東方果實蠅的卵，孵化後取食其組織並與東方果實蠅同時發育成長，直至寄生蜂羽化後始離開寄主體。雌蟲的產卵力可維持約 2 星期，2 星期後就會逐漸降低。在實驗室內 $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，濕度 45%，寄生東方果實蠅卵後，經過 18~26 天後卵寄生蜂陸續羽化，雄蜂較雌蜂早 2-3 天，雄蜂壽命約 3~15 天比雌蜂短 5~25 天。



東方果實蠅卵寄生蜂 *Fopius arisanus*

(二) 幼蟲寄生蜂 (*Diachasmimorpha longicaudatus*)

幼蟲寄生蜂 *Diachasmimorpha longicaudatus* 屬膜翅目 (Hymenoptera)、小繭蜂科 (Braconidae)，為東方果實蠅幼蟲之天敵，成蟲呈桔黃色，雌成蟲體長 4~6mm (不含產卵管伸出體外部份)，雄蜂 4~5mm 雌成蟲以末齡東方果實蠅幼蟲為寄主。每個東方果實蠅蛹體只羽化一隻寄生蜂，雌蜂羽化後不久即可與雄蜂交尾，產卵時產卵管呈垂直，插入寄主體內產卵。幼蟲寄生蜂之卵透明呈紡錘形，兩端尖，細長，長度約 0.4~0.5mm。被幼蟲寄生蜂寄生孵化之幼蟲寄生蜂白色透明，在東方果實蠅蟲體內取食組織，幼蟲隨著成長充滿蛹殼內部，體內各處分散乳白色斑點，其幼蟲分兩型，卵孵化後為第一型為步行蟲幼蟲型，長大後幼蟲轉變為第二型稱蜂類幼蟲型。幼蟲寄生蜂的蛹為自由蛹，蛹體呈黃褐色，雌蛹長寬約為 4~5mm *1.5~2mm，雄蛹則稍小。

在實驗室溫度 24°C± 2°C 濕度 45% 時，卵期約 2 天、幼蟲期 6 天、蛹期 6~8 天、成蟲壽命 10~15 天。寄生蜂蛹發育成熟後，雄蜂羽化較雌蜂早 2-3 天。



東方果實蠅幼蟲寄生蜂 *Diachasmimorpha longicaudatus*

(三) 蛹寄生蜂 (*Dirhinus giffardii*)

蛹寄生蜂 *Dirhinus giffardii* 屬膜翅目 (Hymenoptera)、小蜂科 (Chalcididae)，格氏突闊小蜂成蟲黑色，雌蜂以產卵管插入東方果實蠅蛹內，孵化之幼蟲於蛹內吸食果實蠅之蟲體而發育成長，至羽化後才離開，因此達成防治東方果實蠅的效果。其卵呈透明紡錘形，長 0.3~0.4mm，孵化之幼蟲體長 0.4~0.5mm，稱蜂類幼蟲型。蛹為自由蛹，前蛹期約 3 天淡黃褐色，後蛹期為黑色，被寄生的蛹體只羽化出一隻寄生蜂，為體內單員寄生性之天敵昆蟲。雄蜂體長 3.5~4mm，雌蜂體長 3~3.5mm，雌蜂產卵時以觸角碰觸果實蠅蛹體並四處環繞，適當時機即翹起腹部，進行寄生。

在實驗室 27°C±2°C，濕度 70~75%，卵發育至羽化成蟲約需 18~20 天，其中卵期約 2 天，幼蟲期 9~10 天，蛹期 7~8 天，羽化時間多在上半雄蜂羽化較雌蜂早 2~3 天，雌蜂羽化後不久即可與雄蜂交尾，成蟲壽命 10~15 天，。



東方果實蠅蛹寄生蜂 *Dirhinus giffardii*

七、過程

本次主要在美國農業部太平洋盆地農業研究中心寄生蜂之飼養室學習寄生蜂大量飼養技術，其目前共飼養 4 種果實蠅分別為：地中海果實蠅 *Mediterranean fruit fly* (*C. capitata*)、瓜實蠅 *Melon fruit fly* (*B. cucurbitae*)、馬來西亞果實蠅 (*B. latifrons*) 及東方果實蠅 *Oriental fruit fly* (*B. dorsalis*)。1 種卵寄生蜂 *F. arisanus*、2 種幼蟲寄生蜂 *D. longicaudata* 及 *Psytalia fletcher*。

飼養時間主要以星期一~星期三為主，其他時間則進行飼料配製、寄生蜂性別品質計數紀錄，每週皆進行收果實蠅的卵、幼蟲，進行相同的寄生的程序以維持寄生蜂的種源，本次因以學習卵寄生蜂 *F. arisanus* 及幼蟲寄生蜂 *D. longicaudata* 為主，以下為其 2 種寄生蜂飼養過程。

(一)卵寄生蜂 *Fopius arisanus* 飼養流程

1. 寄生階段

供卵寄生蜂產卵的方式為將 39g 的洋菜溶於 4.2 升的水倒入每盤為 10 × 10 × 1.5cm 的方形盤中，在洋菜冷卻凝固後，放置薄衛生紙，再將 0.5ml 東方果實蠅的卵 (約 6000 粒卵) 平均刷於衛生紙上，最後將方形盤放置於飼養木箱底部，卵寄生蜂產卵管可穿過木箱底部的細網寄生東方果實蠅的卵，寄生時間為 21 小時，在放入寄生 2 小時後需先觀察寄生蜂寄生情形，如寄生蜂太老或太年輕寄生情形不佳者，則需將洋菜塊放至寄生能力強的飼養木箱底，飼養環境為 24℃、45% 相對濕度、每日光照時間 12 小時、暗期 12 小時。



將 0.5ml 東方果實蠅的卵 (約 6000 粒卵) 平均刷於衛生紙上，供卵寄生蜂寄生



將已塗卵之方形盤放至於飼養木箱底部，卵寄生蜂會隔紗細網仍可進行寄生

2.化蛹階段

已寄生 21 小時的洋菜片自方形盤中取出放置於配置好東方果實蠅飼料盒中，每一飼料盒放 4 片洋菜片，再將飼料盒放入另一更大箱中，箱內四周放蛭石，並蓋上蓋子，等一星期後幼蟲成熟後則陸續跳至蛭石中化蛹，則可移開幼蟲飼料盒。其飼養環境因為使發育時間更快，所以溫度較高，為 27℃、80% 相對濕度、每日光照時間 12 小時、暗期 12 小時。



將已寄生 21 小時的洋菜片放置於東方果實蠅幼蟲飼料上及含蛭石的箱中

3.選別階段

將已化蛹的寄生蜂或東方果實蠅利用篩子從蛭石中過濾出，因卵寄生蜂寄生過後的蛹會在雌雄上大小有差別，與未被寄生的東方果實蠅大小也不同，有被寄生的雄寄生蜂蛹的尺寸最小，其次是雌寄生蜂的蛹，未被寄生的東方果實蠅蛹則最大。利用這種蛹大小的差異，選擇最佳部份（40% 雄蟲、60% 雌蟲）繼續繁殖，為此該研究心有一寄生蜂蛹尺寸的選別機，從蛭石中篩選出的蛹倒入選別機中，利用滾輪之間縫隙由小至大，將蛹加以大小分類，在選別機下有依滾輪之間的空隙分了 1~15 個漏斗，每次選擇的部份為號碼 #9~#11。

爲了控制每次寄生的品質，每次用選別機選別前會先取樣 2g 的蛹，和選別後取 #9~#11 號碼 2g 的蛹，待其東方果實蠅和寄生蜂羽化後，計數其寄生蜂雌雄性別、東方果實蠅和未羽化蛹的數量。



卵寄生蜂蛹之性別選別機，取 #9~#11 盒內的蛹作為後續飼養部分

4.寄生蜂羽化階段

雖然選擇 #9~#11 號碼的寄生蜂會減少東方果實蠅的數量，但是仍會有部份蛹可能是東方果實蠅，為避免在寄生蜂繁殖時會有東方果實蠅在同個飼養盒內，會將選別後的 #9~#11 蛹放至一木箱待羽化時間早的東方果實蠅先羽化並有部份死亡後，取 11g 的蛹約共 600~700 的蛹再裝至 1 個直徑 9cm 的圓盒蓋上 2mm 的紗網，紗網的大小會讓東方果實蠅不能出來但卵寄生蜂可飛出進行產卵，再將此圓盒放入寄生蜂飼養箱中，並在木箱上方提供洋菜和塗蜂蜜。



取 11g 的已被篩選過的蛹放入 2mm 紗網的圓盒中，紗網大小會讓東方果實蠅不能出來但卵寄生蜂可飛出進行產卵

(二) 幼蟲寄生蜂 *Diachasmimorpha longicaudata* 飼養流程

幼蟲寄生蜂飼養過程較簡易，選擇從東方果實蠅卵發育至幼蟲約 6 天的東方果實蠅幼蟲，和其飼料一起放入訂製的扁圓盒內，讓幼蟲寄生蜂可以透過扁盒上方的紗網寄生到東方果實蠅幼蟲同樣放到幼蟲寄生蜂飼養箱內 2 小時後就可取出，再將幼蟲放置東方果實蠅幼蟲飼料配方中，待其化蛹。隔一週後同樣將蛹自蛭石中篩選出待幼蟲寄生蜂羽化。



特製裝置幼蟲的扁盒



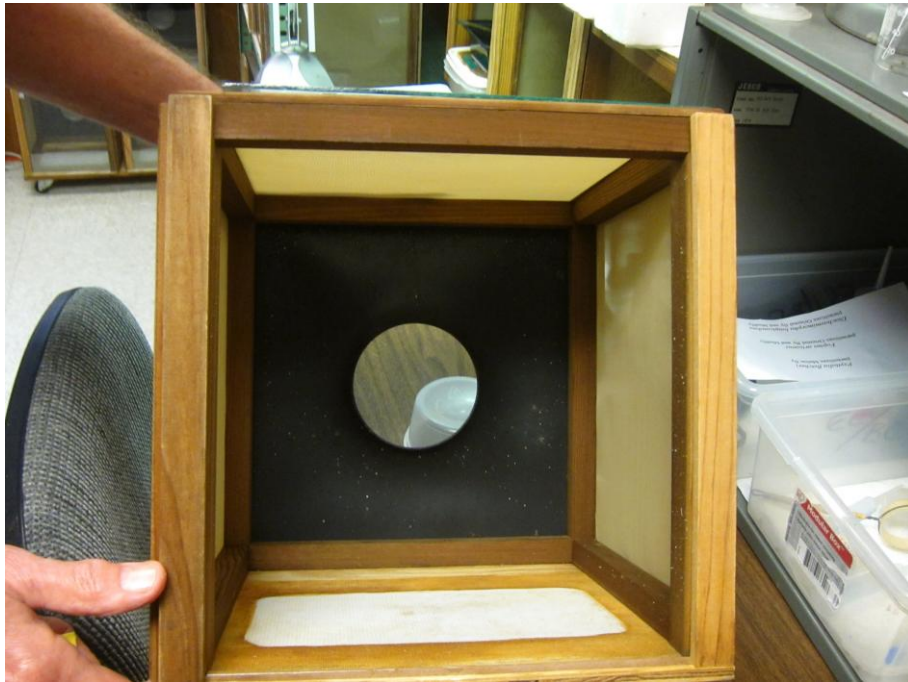
幼蟲寄生蜂經 2 小時的寄生後，將被寄生的幼蟲放置東方果實蠅幼蟲飼料配方中



幼蟲寄生蜂於扁盒上寄生果實蠅的幼蟲

(三) 寄生蜂飼養盒之規格

寄生蜂飼養盒之主體是以木頭為框架，每邊都為 25cm 之正方形，在木盒上方及 旁側都是為 1mm 的紗網，底部紗網部分為 1~2mm，寄生蜂產卵器可通過產卵，在木箱的前側是玻璃，但在玻璃從底部 1/4 處有貼一條顏色較深的透明紙，降低寄生蜂在底部因擁擠而受傷，後側則是黑色軟塑膠上並有 9cm 的孔，方便需要時可將手放入飼養盒內操作。



寄生蜂之飼養盒

(四)果實蠅飼養介紹

美國農業部太平洋盆地農業研究中心目前所飼養 4 種果實蠅分別為地中海果實蠅、瓜實蠅、馬來西亞果實蠅及東方果實蠅。其研究中心飼養果實蠅之方式與生物防治分場較不同的為成蟲飼養盒之大小，其以可移動式的大鐵箱飼養，在清洗及防治蟻類發生會較簡單。在誘集瓜果實蠅產卵則同樣於瓶子上刺洞引誘瓜果實蠅產卵。而在飼養幼蟲方面，會將卵放在幼蟲飼料後，蓋上鐵盒蓋，並在四周封上膠帶，避免幼蟲孵化後鑽出鐵盒蓋的縫隙。



瓜果實蠅成蟲飼養箱

八、心得及建議事項

1. 本次主要是學習寄生蜂之飼養技術，觀察其環境控制極為重要，美國農業部太平洋盆地農業研究中心寄生蜂飼養室為使溫濕度穩定，因此不論是果實蠅或寄生蜂飼養的空間都不大，幼蟲或成蟲也都分別設立飼養室，可做為我們未來規劃寄生蜂飼養室的參考，以利控制環境的溫濕度，提高在冬天時因溫度低或夏天高濕情況下寄生蜂寄生能力下降的情形。
2. 果實蠅的飼養箱為以鐵箱飼養，在一鐵箱內有多個產卵盒，在操作、清洗較為方便，也不易有蟎類發生，可做為未來東方果實蠅飼養箱重新設計時參考。
3. 台灣東方果實蠅寄生蜂紀錄於 1979 年之後都未再有相關紀錄，建議再進行野外採集，紀錄目前東方果實蠅寄生蜂的種類，並增加生物防治之多樣性。
4. 本次前往學習的卵及幼蟲寄生蜂大量飼養技術，在應用策略上除了可以搭配目前以現有的蛹寄生蜂格氏突闊小蜂釋放在果園內，也可釋放於公園、路樹、廢棄果園或其他不易到達野生植物區域，降低東方果實蠅數量由其自然繁殖立足，以自行尋找東方果實蠅卵、幼蟲及蛹為宿主，結合現今東方果實蠅其他非農藥防治方法共同使用。
5. 果實蠅的防治應落實區域防治為主，配合清理果園、滅雄、釋放寄生蜂共同執行以達有效降低控制果實蠅的危害。
6. 增加國際間生物防治合作計畫與管道，促進國際交流及合作。

九、結論

東方果實蠅為果樹類之嚴重害蟲，在現今提倡有機生活，提供安全的食物及環境予消費者，釋放天敵為降低害蟲密度方法之一，苗栗區農業改良場生物防治分場目前已有大量飼養蛹寄生蜂格氏突闊小蜂 (*D.giffardii*)，也建立完整的大量飼育技術。台灣有關東方果實蠅寄生蜂的研究紀錄，在 1977~1978 年姚安莉博士曾於台灣東部採集到與夏威夷目前所飼養的卵寄生蜂 *F. arisanus* 及幼蟲寄生蜂 *D. longicaudata* 相同的種；去 (2010) 年於苗栗大湖、公館、卓蘭等地也曾採集到東方果實蠅卵寄生蜂及幼蟲寄生蜂，本次將夏威夷的寄生蜂標本帶回來鑑定是否與台灣為同種。

美國農業部在研究果實蠅的寄生蜂不論是大量飼養或其生理特性皆已進行多年，此次參訪後如能參考其飼養經驗於台灣建立卵及幼蟲寄生蜂的飼養技術，不僅是運用台灣原生的天敵物種，更增加田間防治東方果實蠅的方法，在東方果實蠅卵、幼蟲或蛹階段都有其寄生性天敵可釋放進行防治，並結合現今東方果實蠅其他非農藥防治方法，以最自然的手段，達到有效防治東方果實蠅。