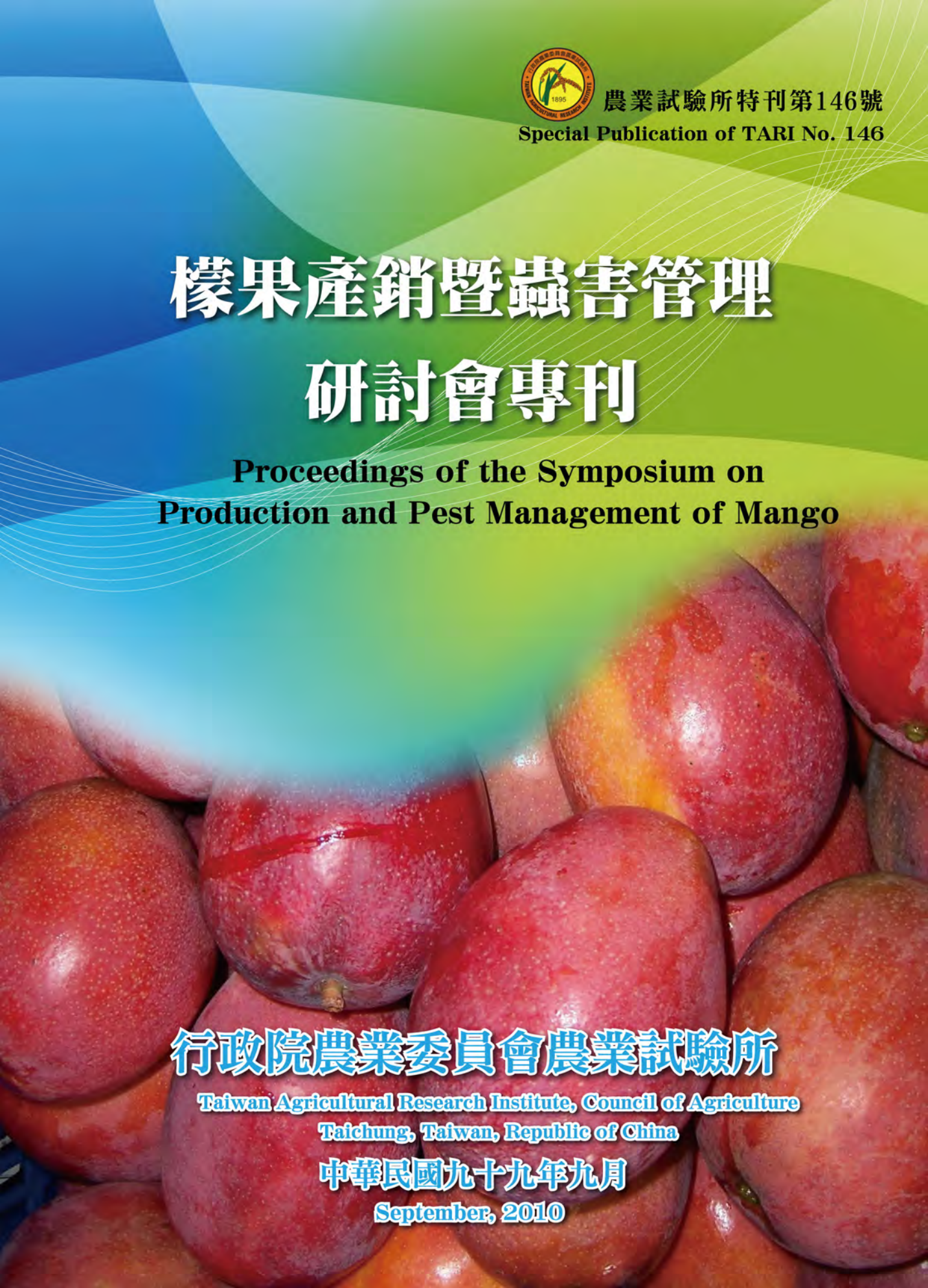
農業試驗所特刊第146號
Special Publication of TARI No. 146

檬果產銷暨蟲害管理研討會專刊

Proceedings of the Symposium on Production and Pest Management of Mango



行政院農業委員會農業試驗所
Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture
Taichung, Taiwan, Republic of China
中華民國九十九年九月
September, 2010

農試所特刊第 146 號

Special Publication of TARI No. 146

檬果產銷暨蟲害管理研討會專刊

Proceedings of the Symposium on Production and Pest Management of Mango

主編　王清玲 石憲宗 余志儒 邱一中

Edited by
Chin-Ling Wang, Hsien-Tzung Shih,
Jih-Zu Yu, and Yi-Chung Chiu

行政院農業委員會農業試驗所
Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture
Taichung, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年九月

September, 2010

序

檬果為台灣僅次於柑桔類的重要經濟果樹，自 450 年前明朝嘉靖年間，即西元 1561 年首次引入台灣，種植於台南縣六甲鄉地區，後逐漸擴大。據 2009 年農委會統計，台灣的栽培面積約 1 萬 7 千公頃，主要分布於台南、高雄、屏東等地區，南投、彰化、台中、花蓮也有相當面積的栽培，年總產量超過 14 萬公噸。檬果品種繁多，經栽培環境、消費喜好等因素及多年的演變，包括國外引進及國人選育的品種，大致可分成土檬果、南洋種、改良種及新興品系四大類。其中以愛文、金煌、凱特、海頓、玉文、臺農 1 號、金興、聖心、黑香等較常見。台灣的檬果，色、香、味迷人，除了內銷，近年政府也持續積極推展外銷，提升生產品質，同時也增加檬果產值。

檬果在栽培過程中，易受氣候、栽培管理措施及病蟲害等諸多因子的影響，造成授粉狀況、果品品質或產量的不穩定，亟需一整合性管理技術，生產安全優質的果品。鑑於此，本所邀請專家主辦此次研討會，內容涵蓋產銷概況、生產管理技術、重要蟲害如葉蟬、薊馬、果實蠅等之生態與防治管理、有害生物綜合管理等多面向之探討，主講者均為目前學有專精的相關領域專家，內容精闢豐富。本次研討會資料已編印成專刊，提供產、官、學及各試驗改良單位參考，期對日後檬果產業的規劃與發展有所助益。

本次研討會承蒙各位學者、專家以及業界朋友在百忙中撥冗參加，並分享心得與研究成果，本人在此特表誠摯的謝意，並祝我國檬果產業在一流的生產技術之下，更具競爭力，滿足國人消費，並能成功步上國際舞台。

行政院農業委員會農業試驗所

所長 陳駙季

中華民國九十九年九月

檬果產銷暨蟲害管理研討會

Symposium on Production and Pest Management of Mango

議 程 表

時　　間： 99 年 9 月 23 日 (星期四)

地　　點：農委會農業試驗所科技服務大樓 3 樓國際會議廳

主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所

時間	題目	主講人	主持人
08:30-09:00	報到		
09:00-09:10	開幕、長官致詞		陳駿季所長
09:10-09:30	合照		
09:30-10:00	台灣檬果蟲害現況分析及防治策略	張瑞璋	侯豐男教授
10:00-10:30	檬果生產管理技術	邱國棟	
10:30-11:00	中場休息		
11:00-11:30	高屏地區檬果重要有害生物綜合管理技術	莊益源	吳文哲教授
11:30-12:00	台南地區檬果重要有害生物管理及產銷概況	林明瑩	
12:00-13:20	午餐		
(12:40-13:10)	參觀昆蟲標本館陳列室：李奇峰、陳淑佩		
13:20-13:50	檬果主要害蟲之族群消長與氣候因子關係	溫宏治	張念台教授
13:50-14:20	全球檬果葉蟬之生態及防治	石憲宗	
14:20-14:50	檬果薊馬之生態及防治	邱一中	
14:50-15:20	中場休息		
15:20-15:50	果實蠅在檬果上之為害特性及整合性管理	黃毓斌	陳文雄顧問
15:50-16:20	檬果小型害蟲監測及整合管理	林鳳琪	
16:20-16:50	綜合討論	王清玲組長、吳文哲教授、侯豐男教授、陳文雄顧問、張念台教授	

檬果產銷暨蟲害管理研討會專刊

目錄

序 ---------- i

議程表 ---------- ii

台灣檬果蟲害現況分析及防治策略 ---------- 張瑞璋 1

檬果生產管理技術---------- 邱國棟 11

高屏地區檬果重要有害生物綜合管理技術 ---------- 莊益源 21

台南地區檬果重要有害生物管理及產銷概況---------- 林明瑩 31

檬果主要害蟲之族群消長與氣候因子關係---------- 溫宏治 43

全球檬果葉蟬之生態及防治---------- 石憲宗 55

檬果薊馬之生態及防治---------- 邱一中 71

果實蠅在檬果上之為害特性及整合性管理---------- 黃毓斌 87

檬果小型害蟲監測及整合管理---------- 林鳳琪 99

台灣檬果重要蟲害現況分析及防治策略

張瑞璋[1]、陳保良[1]、邱安隆[1,2]

摘要

檬果為台灣重要經濟果樹，栽培期間從開花至結果期，易受多種害蟲為害，其中以薊馬、葉蟬及東方果實蠅等為主，可造成早期落花、落果及果實劣化，影響果實品質及產量甚鉅，為降低害蟲族群數量、減少蟲害發生及提升農民用藥技術，防檢局積極推動作物蟲害綜合管理，包括疫情監測、田間衛生、使用套袋或誘引資材、推動用藥紀錄並掌握用藥時機及農民組訓等措施，避免農藥殘留過量，確保果品安全，提升我國檬果產業之競爭力。

關鍵詞：檬果、蟲害、防治、整合性管理。

前言

檬果係屬熱帶果樹，在台灣主要分布於屏東、高雄及台南等地區，依 98 年農業統計年報資料顯示栽培面積達 17,130 公頃，產量 140,290 公噸，外銷量 4,538 公噸，產值約達 984 萬美元以上。台灣位處亞熱帶地區，氣候高溫多濕，作物全年可生長，相對也適合蟲害之發生與蔓延，如檬果之蟲害有紀錄者共計 86 種，其中薊馬類 (小黃薊馬 *Scirtothrips dosalis* Hood，腹鉤薊馬 *Rhipiphorothrips cruentatus* Hood，花薊馬 *Thrips hawaiiensis* (Morgan))、葉蟬類 (檬果褐葉蟬 *Idioscopus nitidulus* (Walker)，檬果綠葉蟬 *I. clypealis* (Lethierry)) 及東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 等，為檬果生產期的重要害蟲 (石等, 2010；楊等, 1999)，檬果從開花至小果期常遭薊馬及葉蟬之侵襲，果實成熟期則受東方果實蠅之為害，因此防治工作不可疏忽，且檬果之開花結果期長，若逢高溫或乾旱期，小型昆蟲為害猖獗，農民噴藥頻繁，極易造成果實上農藥殘留。由於農藥具有方便使用及防治效果顯著等優點，深受農民的喜愛，多年來亦為農民在蟲害防治策略上首選之措施，惟近年來由於消費者對食品安全、生態及環保之要求日益提升，如何合理適時使用農藥防治主要害蟲，將是檬果栽培的重要關鍵技術。從生產管理者角度來看，為有效防止蟲害的發生及符合農產品安全的原則，須採行包括應用物理、化學或天然資材等方法之整合性管理，目前動植物防疫檢疫局 (簡稱防檢局) 刻正結

1. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局植物防疫組組長、科長、技正。台灣 台北市。
2. 通訊作者，電子郵件：anlong@mail.baphiq.gov.tw；傳真機：(02)23431473。

合各試驗改良場所共同推行作物蟲害綜合管理等方法防治檬果蟲害，以達到農藥減量的目的，並符合消費者的要求，讓檬果產業朝永續經營的目標邁進。

檬果重要蟲害種類現況分析

為害檬果害蟲種類繁多，且族群密度高，該些害蟲倘未能及時加以適當防治，常造成不結果或結果不良，甚至大量落果而無收成。一般而言，檬果從開花至結果期為害蟲之防治適期，因檬果非屬蜜源植物，其授粉須靠麗蠅等昆蟲為媒介，而在檬果上核准登記之藥劑多為非選擇性殺蟲劑，對麗蠅毒性強，因此噴藥防治害蟲時，亦須考量不能影響其他有益昆蟲而危及其授粉結果。近幾年，薊馬、葉蟬及東方果實蠅等重要害蟲 (石等, 2010) 為害檬果日趨嚴重，且氣候持續高溫，也間接提供促進該些害蟲大發生的條件，尤其薊馬及葉蟬為檬果開花期最重要的害蟲，嚴重影響檬果收成，故深受農民及農政機關的關注，針對上述重要害蟲之現況分述如下：

一、薊馬 (Thrips)

為害檬果的薊馬種類包括小黃薊馬 (亦稱姬黃薊馬 *S. dosalis*)、腹鉤薊馬 (*R. cruentatus*) 及花薊馬 (*T. hawaiiensis*) (楊等，1999)，其中又以小黃薊馬發生最為普遍，其主要發生於檬果的新梢、花穗及幼果，尤其檬果植株抽新梢時會誘集周邊寄主植物上的薊馬前來取食與產卵，此時如不加以防治，薊馬數量會急遽增加，進而為害花穗與小果，造成果實龜裂及疤痕 (圖 1)，影響檬果結果及果實品質。另外，因小黃薊馬體型小，喜躲藏在檬果花穗、幼果果蒂處及新葉葉脈附近刺吸為害，初期不易察覺，待被害狀出現時，往往為時已晚難以防治，故在謝花後應特別注意小黃薊馬的防治工作。再者，據台南區農業改良場 (簡稱台南場) 研究人員指出，部分農友防治薊馬成效不佳，其原因應包括藥劑殘效期不長或無法殺滅薊馬的卵，惟農友如能準確掌握疫情、且適時施用不同作用機制之藥劑，仍可有效控制薊馬之為害。如屏東地區檬果的主要花期在 12 月底至隔年 1 月底，由於 98 年 1 至 3 月降雨量少，農友疏於防治檬果害蟲，致使 2 月底至 3 月初檬果薊馬數量急劇上升，導致檬果產量及品質受影響。99 年本局監測薊馬密度資料，依據農業試驗所 (簡稱農試所) 研究結果顯示在 0.1 公頃吊掛 10 張黃色黏板，薊馬每週蟲口數量平均達 40 隻即需進行防治，防檢局亦適時發布警報提醒農友施用核准登記之藥劑，如 10% 克凡派水懸劑或 4.95% 芬普尼水懸劑進行防治，其防治成效良好。

二、葉蟬 (Leafhoppers)

檬果葉蟬包括檬果褐葉蟬 (*I. nitidulus*) 及檬果綠葉蟬 (*I. clypealis*) ，為檬果花期及新梢期最重要的害蟲，主要發生於每年 12 月至翌年 3 月 (石等, 2010; 楊等, 1999)，成蟲產卵於幼嫩葉脈中肋或花梗內，並聚集於花穗或嫩葉吸取汁液，導致花穗枯萎，花蕾脫落，引起落花、落果或幼葉畸形，影響花芽之形成及結果率，若蟲有群集性及趨光性，集中於葉背脫皮或羽化，受到刺激時會爬行或跳躍飛離現場，另成蟲及若蟲排泄物亦可誘發煤煙病，污染植株或果實，影響光合作用。防治得當

與否與收成好壞有密切關係，防治方法包括防治適期使用核准登記的藥劑，適當剪除枝條，保持良好的通風及充足的日照，可收事半功倍之效，另必要時可與種植荔枝或龍眼之附近鄰園實施共同防治葉蟬等，以降低害蟲的密度及其為害。再者，葉蟬危害植株的徵狀有時與缺乏養份、或與病害引發的黃化或壞疽等徵狀相似，或與葉蟎取食植株葉片所產生的白色斑點或條斑極為相似，均容易讓農友誤判，進而錯失防治時機 (石等, 2010)。除此，農試所應用動物組研究人員於 2009 年發現二點小綠葉蟬可危害新梢、幼葉及花期 (石等, 2010)。

三、東方果實蠅 (Oriental fruit fly)

東方果實蠅為雜食性害蟲，具遷移性，且分散能力極強，為果樹最重要的害蟲之一，年繁殖 8 至 9 世代，加上國內果樹普遍使用產期調節技術生產，致該害蠅幾乎全年都會發生，尤以 5 至 10 月為高峰期，個別地區族群密度之高峰與當地果樹結果期有密切關係 (楊等, 1999)。雌蟲產卵於成熟果皮內嵌入組織中，孵化後幼蟲蛀蝕果肉引起果實腐爛及落果，熟齡幼蟲爬出被害果並潛入土中化蛹，至羽化後鑽出土中蛻變成蟲，繼續為害作物 (楊等, 1999)。目前防檢局已協調地方政府配合區域性共同防治工作，訂定轄區防治目標及組訓農民，並協請果農共同配合落實清園、懸掛誘殺資材、黃色黏紙及果實套袋等工作，以發揮整體最大的防治效果。

檬果蟲害防治策略：建構綜合管理防疫體系

所謂綜合管理 (Integrated Pest Management, 簡稱 IPM) 屬一符合經濟水準之防治策略，其定義為利用多元化防治方法控制害物族群，使其低於經濟為害水準之下而減少作物損失，並配合正確農藥使用而達到生產高品質作物及其附屬品之目的，同時兼顧公眾健康、保護環境及有益生物之作物管理方法 (黃等, 2008; 楊等, 2000; U. S. Environmental Protection Agency, 2010)。基於此原則，欲降低檬果蟲害的發生，防檢局爰訂定適當的防治策略並落實推動檬果綜合管理工作，其相關策略包括 (1) 疫情監測以獲得最新疫情並啟動防疫機制；(2) 組訓農民以建立農民清園觀念及提升栽培管理技術；(3) 採用果實套袋與使用誘引資材以保護果實免受害蟲為害；(4) 推動合理用藥採掌握施藥時機並使用不同作用機制農藥。在此簡要分述如下：

一、疫情監測：加強疫情監測及落實預警工作

為能充分掌握田間疫情發生情形，防檢局委請農試所、台南場及高雄區農業改良場 (簡稱高雄場) 之專家組成團隊，以分工方式共同執行薊馬及東方果實蠅密度之監測，監測自 12 月開始進行至隔年 4 月，於台南縣玉井鄉、南化鄉、屏東縣枋寮鄉、長治鄉及新埤鄉設立 80 個監測點，每 1 至 2 週監測調查乙次。除定期監測及通報調查資料外，遇有即時疫情，則請接獲通報單位立即回報防檢局，經試驗改良場所研判後，適時發布警報並啟動防治工作。另外防檢局也補助地方縣市政

府設置疫情管理員及地方農會設置疫情調查員，機動性在轄區內協助疫情監測工作。

二、組訓農民：建立農民清園觀念及提升栽培管理技術

一般果園防治蟲害的基本要件，即對栽植園區於果實採收後進行徹底清園，此項管理措施包括清除落果及其他植株殘體，可減少害蟲存活的棲息處所，以降低下一季果樹生長期感染害蟲的機率，例如東方果實蠅主要為害作物包括檬果、蓮霧、番石榴、柑橘、楊桃及釋迦等多種果樹，當果園的果實採收後，落果若未及時清除，殘存於果實內東方果實蠅的卵孵化後，將繼續為害作物。另徹底清園亦可降低害蟲發生機會，直接減少農藥使用次數，達到農藥減量目的。另一種有效的防治方法是改變栽培環境，即在清園後，適時的對園區及經修剪後的檬果植株實施噴灑農藥，該果園內的害蟲應會大幅減少，惟相鄰田區宜採大面積共同防治，以提高防治效果。對於上述工作，防檢局每年均補助地方政府辦理蟲害防治講習及座談會，並由農試所、台南場及高雄場等試驗單位提供技術協助，另防檢局與台南場及高雄場共同協助地方政府落實推動檬果蟲害整合性防治工作，以有效控制疫情。

三、果實保護措施：採用果實套袋與使用誘引資材

作物蟲害防治一般以預防為重，其中以套袋為最簡單有效的方法，當果實約拇指至雞蛋大時，於前一日或當日先徹底施用藥劑一次，經風乾後再行套袋 (圖 2)，同時注意套袋之袋口與果梗須密合，以防止東方果實蠅及薊馬等害蟲的為害 (王等, 2010)。目前本局已委請農委會所屬 7 個改良場及香蕉研究所彙編檬果、水蜜桃、葡萄、梨、蓮霧、番荔枝及香蕉等作物的果實套袋方式，於 100 年透過各試驗改良場所舉辦的講習會，將彙編資料發送給農友參考使用。有關東方果實蠅防治工作，除目前採行套袋之外，亦可懸掛誘殺器 (圖 3) 進行誘殺；另防檢局積極結合農委會所屬試驗改良場所推行東方果實蠅區域性共同防治 (洪及李, 2008)，希望經由懸掛含毒甲基丁香油大量誘殺東方果實蠅雄蟲，達到壓制其族群數量的目標 (王等, 2010)，惟本項技術應全面實施，以達到共同防治的效果。此外，果實蠅屬小型昆蟲，都有其偏好之顏色，利用果實蠅偏好黃色黏板或噴膠，或噴施含毒蛋白質水解物於果園四週或懸掛於果園內，也可達到誘殺果實蠅的效果。故利用黏紙或黏板除可進行防治害蟲功效外，亦可進行害蟲族群偵測，藉以達到早期預警及早期防治之效果。

四、推動合理用藥：掌握施藥時機並使用不同作用機制農藥

99 年台南場及高雄場刻正辦理檬果病蟲害防治示範工作，從農民角度考量，研發省時省力省成本的田間操作程序有其必要性，依作物關鍵病蟲害發生及其防治時期、田間管理標準作業流程，示範觀摩會執行成效及成本效益等四部分，撰寫檬

果病蟲害整合性防治技術手冊或折頁，提供果農參考使用。政府近年推動優質外銷供果園，均規定果農須填寫用藥紀錄 (圖 4)，除供用藥查核外，亦可供試驗改良場所技術專家依紀錄簿給予用藥指導，以引導農民合理輪用不同作用機制藥劑並適時施用農藥。對於農民進行病蟲害管理工作時，各試驗單位持續宣導使用已核准登記的藥劑，惟施藥時仍應遵守安全採收期之規定，以生產安全高品質的果實。我國近年來越來越重視農產品外銷，而外銷農產品除需克服檢疫病蟲害的貿易障礙外，農產品的農藥殘留也是能否成果外銷的關鍵點，故外銷供果園田間用藥須謹慎使用，以免因農藥檢驗不符合貿易國之農藥殘留標準而影響外銷，例如日本於 95 年推動農藥殘留檢驗正面表列之新制度，其農藥殘留標準明顯較舊制之規範嚴格，檬果為我國輸日之重要農產品之一，果農若未妥善處理用藥問題，將衝擊我國檬果在日本市場之佔有率。防檢局為協助檬果果農使用農藥能符合日本農藥殘留標準，特別整理輸日檬果等果樹病蟲害防治用藥參考基準，置於網站上供各界參考 (http://www.baphiq.gov.tw/welcome/welcome.htm)，列出我國核准登記之藥劑種類，及我國與日本的農藥殘留標準，其中亦提供對於擬生產輸日檬果之用藥種類給農民參考，目前在農委會所屬各相關機關的通力合作下，96 年起至 99 年台灣均能符合進口國農藥殘留檢驗標準，使檬果能順利外銷至日本等國家。

結論及展望

綜合管理的目標是將專家學者所研究的成果與農友田間實作經驗相結合，而達到對生產者有利潤、讓消費者吃的安心及對環境生態上能保持永續，惟如何將理論與實務配合將是防疫單位未來努力的目標。另對於農友而言，建立 「預防勝於治療」 是蟲害管理首先應有的基本認知，在田間進行實際操作時，可應用不同的蟲害防治法達到此成效 (U. S. Environmental Protection Agency, 2010)，如維持田間衛生、套袋、吊掛含毒蛋白質水解物或黏紙及適時適量噴施農藥等。至於防治蟲害觀念上的建立，可藉由參加果樹蟲害管理講習會或座談會 (圖 5)，讓專業人員對農民進行講課及意見交流，建立農民正確用藥的觀念，將有助於提升農民正確的購藥與用藥的新觀念。

展望未來，研究不同蟲害生活史與族群動態，減少施藥次數以避免抗藥性害蟲的產生，開發與應用非農藥防治資材等，均為未來推展作物蟲害綜合管理的基石。尤其欲生產符合安全用藥之高品質果品，果園應遵循良好農業作業規範 (Good Agricultural Practice, GAP)，由源頭管理開始進行，落實田間栽培管理措施，於適當的時機噴施核准登記之藥劑並進行套袋，確實將田間施藥等資料登記在管理記錄簿，供技術輔導人員進行用藥輔導，藉以提升果品品質並建構品牌，俾利該項產品的內外銷及其永續發展。

引用文獻

王清玲、余志儒、盧秋通、林鳳琪、石憲宗。2010。物理資材及誘引劑。第 96-150 頁。作物蟲害非農藥防治資材。行政院農業委員會農業試驗所特刊第 142 號。台中。183 頁。

石憲宗、林鳳琪、王清玲、邱一中。2010。檬果葉蟬生態及防治。農業試驗所技術服務 82: 14-18。

行政院農業委員會統計室。2010。農業生產：檬果種植面積及產量，第 85 頁，農業統計年報。行政院農業委員會。台北。352 頁。

洪裕堂、李木川。2008。瓜果實蠅綜合防治國際研討會紀要。動植物防疫檢疫季刊 18: 13-15。

黃鴻章、黃振文、謝廷芳。2008。作物有機栽培之病害管理技術。第 248-264 頁。永續農業之植物病害管理。國立中興大學。台中。319 頁。

楊秀珠、吳育郎、黃裕銘、鄭慶生。1999。檬果綜合管理。台灣省農業藥物毒物試驗所。台中。248 頁。

楊秀珠。2000。桃綜合管理。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。台中。277 頁。

U. S. Environmental Protection Agency。2010。Integrated Pest Management (IPM) Principles。(http://www.epa.gov/opp00001/factsheets/ipm.htm)

The important pests of mango and their control strategies in Taiwan

Ruey-Jang Chang[1], Pao-Liang Chen[1] and An-Long Chiou[1,2]

Abstract

Mango is an economically important fruit crop in Taiwan, however, the crop was devastated by several pests from flowering to fruiting during growing season, losses caused by early dropping of flower and fruit, and deteriorated of fruit has been tremendous. The important pests including thrips, leafhoppers and oriental fruit fly, could affect both quality and quantity of the fruit. Aiming to prevent the damage caused by mango pests, the Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine (BAPHIQ) launched an integrated pest management (IPM) program. The strategies of the IPM program contain decrease pest population by using monitoring technique in combination with pesticide spraying and poisoned baits, eradication of initial source of pest population by field sanitation, protection fruit from pest infestation by bagging, and training farmers on how to use pesticides properly and safely, and keep records of each application. The objectives of the IPM program are not to avoid unnecessary pesticide residues but also to increase the safety of the fruit and improve the competitiveness of mango production in Taiwan.

Key words: Mango, Pest, Control, Integrated pest management.

[1.] Respectively, Director, Section chief and Specialist, Plant Protection Division, Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Taipei, Taiwan, ROC
[2.] Corresponding author, e-mail: anlong@mail.baphiq.gov.tw; Fax: (02)23431473.



圖 1. 檬果幼果期受薊馬為害使果蒂部表面產生粗糙疤痕。



圖 2. 檬果果實均需早期進行田間套袋以防病蟲害。



圖 3. 檬果果園內懸掛含毒蛋白質水解物防治東方果實蠅。



圖 4. 優質供果園管理記錄簿詳填農藥使用種類。



圖 5. 舉辦作物疫病蟲害防治講習會。

檬果生產管理技術

邱國棟[1,2]

摘要

檬果的生產會受到氣候、樹體狀況、栽培措施及病蟲害等諸多因子的影響，造成品質或產量的不穩定。因此生產上需要一整合性管理技術，包括品種選用及栽培技術、肥培管理、田間規劃等栽培管理策略，有效的管制果實品質，並同時達成有效管理病蟲害之發生。利用人為的方式適當改善或改變樹體樹勢、微氣候及果園環境，如透過水分管理，給予灌溉或排水；確實修剪、矮化，增進透光通風，並落實清園，以降低病原及害蟲密度，有利於病蟲害防治；藉由樹勢管理及肥培管理，使樹體強健，提升植株對病蟲害或逆境的忍受性；利用不時花品種調節產期，以修剪和肥培管理等方法，調節開花等方面加以整合性管理，降低農藥的使用，才能達成生產既安全又優質的果品。

關鍵詞：檬果、整合性管理、不時花品種。

前言

檬果 (*Mangifera indica* L.) 又名檨仔，原產於印度，為漆樹科 (Anacardiaceae) 的熱帶果樹。台灣的檬果栽培，早期以在來種 (柴檨、香檨、肉檨及柿果檨等) 為主，直到 1954 年才由前農復會從美國引進愛文 (Irwin)、海頓 (Haden)、吉祿 (Zill)、凱特 (Keitt) 及肯特 (Kent) 等品種，其中愛文、海頓、凱特等品種因產量高、果型大、品質佳，於 1960 年在台灣南部大量推廣後，逐漸成為主要栽培品種。1967~1970 年間，本分所自東南亞引進 30 多個品種，區域試種結果顯示，多數品種不適應台灣氣候條件，適應性較佳而推廣予農戶種植者，包括大益利 (Dasheri)、寶貝 (Pope)、阿蘋 (Ahping)、愛德華 (Edward)、肯生 (Kensington)、萬利 (Vanary)、拔卡南 (Buchanan) 及聖心 (Sensation) 等品種。在 1970 年以前，台灣的檬果仍以引進國外優良品種試種推廣為主，並未進行育種工作。1969 年起，由本分所進行自然雜交與實生選拔等育種工作，經多年的選育及試作，選出「台農 1 號」及「台農 2 號」，於 1985 年正式命名推廣 (陳, 1991)。1976 年，果農黃金煌先生在高雄縣六龜鄉產地果園中，發現優良的實生品系「金煌」，其果實碩大、產量豐、

1. 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。臺灣 高雄 鳳山市。
2. 通訊作者，電子郵件：kuodung@fthes-tari.gov.tw；傳真機：(07)7315590。

甜度高，亦於 1980 年逐步推廣種植，也在國內佔有一席之地，以上各品種果實特性詳如表 1 (李等, 2009)。後來農民自行選育杉林、金興、玉文 6 號等優良地方品系，2008 年由高雄區農業改良場育成高雄 3 號夏雪。目前依據農委會統計資料，台灣檬果的栽培面積廣達 17,130 公頃，產量 140,290 公噸 (農業統計年報, 2009)。主要栽培在台南、屏東及高雄等縣。栽培品種以愛文最多，其次為在來種、金煌、凱特、台農 1 號等，生產期 3~10 月，盛產期為 6~7 月。

栽培管理

一、氣候

一般檬果不耐寒，若氣溫降至 1℃ 時，幼齡樹會遭傷害，開花期間氣溫如降 至 6℃ 以下，花穗及幼果會遭受寒害，生育最適宜的氣溫在 24~27℃ 間，葉片光合作用最適合的葉溫為 26~33℃ (張, 1997)。檬果雖性喜高溫，但遭受過高的溫度，如 37℃ 以上的乾熱風 (焚風)，則會使枝梢受傷。另外，沿海的檬果園 (枋山地區) 枝梢在生長期遭高溫及帶有鹽分的風吹襲，也會造成枝葉乾枯，植株生育受損。而檬果果實發育的速度也受到溫度影響，果實發育期間氣溫愈高，果實愈早成熟，形成台灣檬果產期依序由南至北，以屏東最早，約在 5 月成熟，其次為高雄、台南，約在 6~7 月成熟，中部地區最晚，約 8 月成熟，晚熟檬果品種甚至可遲至 10 月才採收的主因，農民均利用此一生長特性調節檬果生產期，以免產期重疊影響價格。溫度是控制檬果生長過程中最重要的因子之一，大部分品種花芽分化都在冬季進行，需要一段時間的低溫，當春季來臨時檬果的芽體是抽營養梢還是花穗，深受溫度的影響。低溫 15℃ 左右可誘導檬果花芽形成，在 25℃ 以上則促進營養生長，不利花芽形成 (Bally *et al*., 2000; Naphrom & Sruamsiri, 2004)。因此，12~2 月間已停梢之植株，須維持在低溫條件，若突然遭遇高溫 (暖冬)，且溫度達 25℃ 以上，會使得原本已進行花芽分化的枝梢，又逆轉回營養梢而無法形成花穗，影響之後的產量。檬果花粉之發芽對溫度極為敏感，溫度在 15℃ 以下或 35℃ 以上時發芽率會降低 (Issarakraisila *et al*., 1993)。溫度也會影響花粉管生長，在低溫 10~20℃ 下，會抑制檬果花粉管的生長 (黃等, 2008)，而降低授粉率，使檬果結果變少。檬果開花期大部分集中於 1~2 月，冬季寒流來襲，氣溫下降至 15℃ 以下，雖不致於造成花穗的寒害，但影響花粉活性及授粉媒介昆蟲的活動，往往導致檬果開花不結果。

二、果園管理

(一) 栽植

冬季氣溫低，檬果幼苗幾乎停止生長，此時不宜種植，南部平地宜在 2~3 月栽植，山坡地宜在 5~6 月雨季來臨時種植。若在秋季栽植，宜在雨季結束前栽植完成，使根群發育良好，以便過冬。檬果栽植的行株距，依品種而異，愛文品種可採寬行密植，5×3 公尺 (666 株/公頃)、5×4 公尺 (500 株/公頃) 或

4×4 公尺 (625 株/公頃)，金煌品種因植株高大，宜加寬其行株距為 5×5 公尺 (400 株/公頃) 或 6×6 公尺 (278 株/公頃)，在來種的行株距宜更大，初期 5×5 公尺，後期間伐成為 10×10 公尺 (100 株/公頃) (劉, 1994)。

(二) 施肥

檬果幼齡期，需要較多的氮素肥料，以促進枝梢生長。結果期需增加磷、鉀肥，才能促進開花、結果良好，若土壤中，氮素肥料太多，開花結果困難。每株檬果所需肥料，視樹齡、土壤性質、當年結果量、樹體的營養及品種而定。一般而言，成年的檬果樹當豐產時，樹體營養自然較衰弱，施肥量應較平常酌增，反之，則可稍減。全年肥料量分 2 次施用，第 1 次於 6~8 月 (基肥)，果實採收後施放 1/2 量，促進開花結果。第 2 次於果實發育如拇指大時 (追肥)，再施 1/2 量。施肥建議分配如表 2 (林, 2005)。

(三) 水分

檬果的栽培上雖然耐旱性及耐濕性均很強，但為良好的檬果生長及開花結果，仍然需配合適當的水分管理與灌溉措施，才能增加果實產量 (張, 1994) 及品質。檬果的植株生長受到水分的影響很大，當土壤含水量低時，會抑制檬果營養生長，促進開花 (Chacko, 1991)。檬果植株在花芽分化前需有一段乾燥期，才會使新梢停止生長並發育充實，花芽分化才會良好。進入開花期地上部需要保持乾燥，此時若逢自然下雨，雨水會將花粉沖掉，同時授粉昆蟲在雨天的活動力亦較弱，常會影響到小花的有效授粉：開花期雖然地上部分怕雨水，但地下部此時卻需要水，土壤應適當人工給予灌水，否則土壤乾旱下易造成花穗長度變短、花序上的小花數量減少及落花等現象。幼果期至果實肥大期，此時為最需要水分的時期，但此時正逢南部地區乾旱少雨期，如氣候過於乾旱，必須利用人為的方法，加強灌溉，果實生長才能正常，使單果重及果實糖度增加，並減少裂果等從而提高產量及果實品質；果實接近成熟前 (約採收前 30~45 天)，此時須停止灌溉並適度的保持乾旱，對果實糖度、果皮轉色、品質及耐貯性等才具有提升之效果。另外降雨及空氣中的濕度會影響檬果的病蟲害發生。降雨與高濕有利於各種檬果病害的發生，尤其是炭疽病、藻斑病與地衣等。檬果害蟲的族群消長和降雨多寡有密切關係，如薊馬的族群及發生，在雨量少、乾燥的季節數量高，危害最嚴重，近年來因地球溫室效應氣溫微升，致每年發生暖冬現象，以致檬果開花、幼果時期處於高溫、乾燥氣候下，薊馬的危害更趨嚴重，使得屏東、台南地區檬果遭受危害，造成嚴重損失。

(四) 修剪

檬果植株因生長旺盛常造成枝條過密、透光性不佳、通風不良、病蟲害嚴重，需要剪除病蟲害枝條、過密枝條及短截修剪以控制植株高度。因此檬果每年的修剪大致上分成 3 的重要時期：

1. 採果後修剪：果實採收後隨即進行短截修剪，沿結果枝上生長較健壯有芽

的地方回剪 1 次至 2 次梢，並除去太細弱或過密枝條。剪定的位置只能剪至濃綠色的枝條部位，不可截短至褐色的位置，因為過度的截短，會影響到翌年的抽穗。

2. 開花前修剪：於秋末冬初枝梢成熟、停止抽梢且葉片濃綠時進行疏剪，將樹冠內太密或太細弱枝梢除去，促進透光與通風，並選取健壯枝條供開花結果。
3. 幼果期：疏果同時，將未著果枝梢進行短截修剪，培養為翌年的結果枝，並提高光照，促進果實著色。因此一方面要選留發育強壯的新梢，剪去無用過多的纖細梢，另一方面將無結果的老枝及短枝自基部加以剪除。

三、著果管理

(一) 飼養授粉昆蟲

檬果開花集中在 1 月至 2 月間，此時正值低溫時期，而檬果為蟲媒花，低溫會影響昆蟲授粉之活力，需靠人工飼養麗蠅幫助授粉，以改善結果率。麗蠅飼養可在檬果抽梢時開始，因檬果抽梢至小花開放時間約 10~20 天，而麗蠅自卵孵化至成蟲約需 14~20 天，因此在抽梢期開始飼養，正好趕上盛花期之有效授粉，其飼料可用魚粉加黃豆粉 (比例為 2：8)。於開花期間避免噴施殺蟲劑，以免減少授粉昆蟲數量。

(二) 疏果

為減少養分消耗，於幼果如拇指大小時即開始疏果，將畸形果、無子果、罹病蟲害果、密集簇生的小果及殘留果梗剪除，適當的留果數量會因不同的檬果品種而異，如愛文檬果每穗宜留 1~2 果 (劉, 1994)。如植株發育良好，所留的果實均能成長碩大。供給愛文檬果長 4-6 cm 的果實至少要 20 個葉片，但隨果實生長，若能有更多葉片供給光合產物，則可增加生長，因此每果穗留 2 果平均每顆重低於留 1 果者，但 2 果穗留 1 果者並無法進一步提升果實品質 (林及李, 1997)。疏果時應注意留果位置，因留果位置亦會影響果實品質，以著生在果穗末端第 1 級分枝的果實重量較重 (李, 2006)。

(三) 套袋

套袋原為預防果實蠅為害，並非栽培所必需，如能徹底消除果實蠅，即無需套袋。套袋會影響果皮顏色、果肉澱粉及可溶性糖含量等果實品質項目 (陳, 2010)，另外套袋對檬果炭疽病、蒂腐病等病害具有良好防治效果，並且套袋時間愈早，防治病害效果愈佳 (莊等, 1999)。但紅色品種如套袋太久，果皮不豔紅或轉淡，會降低商品價值，袋子以白色耐水紙袋最佳，可透光、透氣，其他質料的袋子較不適宜。果實開始成熟前 30 日套袋，套袋太早，因紙袋經風雨，容易破損，也影響果皮顏色，引起病蟲侵害。近年來農政單位建議實施提早套袋，果實於生理落果至雞蛋大小時即予以套袋，主要目的是為分散農忙期、預防病蟲及減少噴藥次數。套袋前先進行病蟲害防治；套袋種類因品

種而異，以選用優質防水紙質者為佳；套袋應確實以防止雨水自袋口延果梗流入袋內。

四、重要病蟲害防治

(一) 病害及防治

檬果病害種類包括炭疽病、白粉病、黑斑病、蒂腐病、煤病及藻斑病等，在生產栽培上會影響檬果的產量及品質。炭疽病為檬果最嚴重之病害，主要危害果實、花穗、嫩葉及嫩枝等。幼嫩葉片易受侵染，初期產生紅色小斑點，逐漸擴大呈褐色，病斑部位生長停止且易脫落而形成穿孔狀，病斑互相癒合時致使葉片扭曲、皺縮。成熟之葉片，因組織增厚，病原菌較不易侵入，侵入後病斑之擴展亦較緩慢且受限制，病斑亦少有癒合現象，故葉片不變形，但會形成穿孔。花穗被感染後花梗變黑褐色，小花亦褐變後脫落。幼果受害時，初期出現紅色小斑點，之後病斑逐漸擴大，呈現不規則之黑點，病斑癒合後會造成落果。較大果實被病原菌侵入，不會立即出現病徵，果實表面會呈現紅色針狀小點，當病原菌分生孢子藉雨水或露水由果柄往下污染，果實表面會形成紅色淚斑，此為潛伏感染的現象，待果實後熟時針狀小點開始擴大，出現黑色凹陷而不規則狀病斑，俟病斑互相癒合，造成果實水浸狀腐爛。可藉由清園、適當修剪以加強樹體通風、套袋、藥劑等方式防治。

(二) 蟲害及防治

主要害蟲有檬果葉蟬、檬果薊馬、烏臼蚜、檬果木蝨、檬果夜蛾、檬果細蛾、毒蛾類、避債蛾類、金龜子類、介殼蟲類、膠蟲、東方果實蠅及檬果癭蚊等。薊馬類之小黃薊馬發生於開花末期及新梢期，主要危害花穗、幼果及嫩葉，危害花穗時常銼食花梗，影響花器發育；危害嫩葉時，受害部如同燙傷；危害幼果時促使果蒂部表面產生粗糙疤痕。腹鉤薊馬主要發生於檬果生育期，危害中、老葉，由葉背靠近葉柄部份開始發生，初齡若蟲聚集一處危害，被害處呈銹色或深暗色斑，葉色變黃，嚴重時可致脫落，其排泄物沾在葉面上，易引來雜菌寄生，污染葉面，阻礙光合作用。花薊馬僅發生於開花期，主要破壞花器，影響授粉。東方果實蠅危害果實，一年有 8~9 世代，終年可見，以 7~9 月為高峰期，無越冬現象。雌蟲於交尾後，以產卵管插入 6~7 分熟之檬果鮮果並產卵。孵化後之幼蟲以果肉為食。引起果實軟化、變黃、腐爛及落果，降低產量並使果實失去商品價值。

五、產期調節

台灣檬果產期多集中在 5~7 月，此時又正值其他水果的盛產期，常造成售價低廉，影響農民收益。為了分散產期及提高收益，常使用提早產期或延後開花等方式來調節。有關檬果產期調節的方法，除了栽培地區的差異外，不外乎使用化學藥劑、肥料，或進行環刻、摘除花穗等人為處理，進行催花或延遲開花。這些處理雖可稍微調節檬果產期，但長期使用或處理稍有不慎，容易造成植株藥害，導致樹勢

衰弱，或發生藥劑殘留等問題。此外，利用品種的特性，也可以調節檬果的產期。過去本分所由國外蒐集引進許多可開不時花 (off-season) 的品種，包括：廣東番禺、Duncan (鄧肯)、Chok Anan (卓安南)、Baramasi、Hin Tong、Nan-Dok-Mai 等，經田間試種觀察結果，其中以卓安南的開花情形表現最好，最具發展潛力。本品種一年四季皆可結果，果實大小與愛文相近，香味濃、肉質細、纖維少，糖度高，品質頗佳 (表 3) (邱, 2008)。如能利用其不時花之品種特性，再以修剪及肥培管理等來方式調節其開花，應可調節檬果產期，分散產銷風險。

結論

檬果是台灣重要的經濟果樹，生產之果品不但供應國內市場，近年來成為主要的外銷果樹種類，也是政府極力推展的外銷旗艦農產品之一，對於檬果的品質及安全要求嚴格，不但要提高果實品質，又要合乎安全用藥，於是病蟲害的防治成為生產上重要關鍵，但若僅依靠農藥防治，又常過度用藥，造成農藥殘留的問題，因此有效的防治病蟲害並非一味使用藥劑，必須透過整合性管理才能達成，由品種選用、栽培環境、修剪、肥培及水分管理、樹勢管理、病蟲害管理、農藥使用等著手，才能建立優質安全的生產體系。

引用文獻

李文立、邱國棟、翁一司。2009。檬果種原親緣關係之研究。台灣農業研究 58: 243–253。

李姿蓉。2006。愛文檬果著果與果實品質研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。135 頁。

林宗賢、李國譚。1997。檬果葉片數目影響果實品質。提升果樹產業競爭力研討會專輯Ⅲ。台灣省台中區農業改良場特刊 38: 73–84。

林宗賢編審。2005。優質檬果整合性生產、採後處理與品質作業規範。

邱國棟、林榮貴。2008。檬果不時花品種「卓安南」。園藝之友 128: 11–13。

張哲瑋、林慧玲、顏昌瑞、李國權。1994。灌溉及不同氮肥施用量對愛文檬果產量、果實品質及葉片礦物元素濃度之影響。第 21–29 頁。臺灣經濟果樹栽培技術及應用研究研討會專輯。

張連晉。1997。 環境因子及生理因子對愛文檬果葉片光合作用之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。86 頁。

莊再揚、呂理燊、安寶貞、楊秀珠、楊宏仁、高清文。1999。外銷檬果之炭疽病防治流程。第 109–116 頁。檬果綜合管理。

陳敏祥。1991。台灣檬果之栽培概況與展望。第 317–332 頁。台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊。

陳誌健。2010。結果枝懸掛及套袋對愛文檬果品質之影響。國立中興大學園藝系碩士論文。64 頁。

黃鏡浩。2008。低溫對檬果授粉生物學的影響。西南大學學報 30: 106–110。

劉銘峰。1994。檬果栽培技術。久洋出版社。

Bally, I. S. E., M. Harris, and A. W. Whiley. 2000. Effect of water stress on flowering and yield of 'Kensington Pride' mango (*Mangifera indica* L.). Acta Hort. 509: 277–281.

Chacko, E. K. 1991. Mango flowering--still an enigma!. Acta Hort. 291: 12–21.

Issarakraisila, M., J. A. Considine, and D. W. Turner. 1993. Effects of temperature on pollen viability in mango cv. Kensington. Acta Hort. 341: 112–124.

Naphrom, D., P. M. Sruamsiri, N. Hegele, F. B. Boonplod, and P. Manochai. 2004. Hormonal changes in various tissues of mango trees during flower induction following cold temperatures. Acta Hort. 645: 453–457.

Oosthuyse, S. A. and G. Jacobs 1995. Relationship between branching frequency, and growth, cropping and structural strength of 2-year-old mango trees. Sci. Hort. 64: 85–93.

Mango culture and management

Kuo-Dung Chiou [1,2]

Abstract

Factors such as climate, condition of trees, cultivation methods, disease, and pests influence mango production. These factors create instability for both quality and total yield of farmed mangos. An integrated production system including species selection, cultivation technology and field management could be the answer to effectively managing fruit quality and control disease. The following four steps would reduce pesticide usage and contribute to the production of safe, high quality fruits: (1) Use of artificial enhancements, such as water management for irrigation, to improve the rate of tree growth, microclimate, and the environment of orchards; (2) Cleaning orchards by trimming and dwarfing to enhance light transmission, reduce pathogens, and control pests; (3) Improve the management of tree growth to enhance tolerance to disease; (4) Adjust the blossoming period by off-season cultivars, pruning and fertilization management.

Key words: Mango, *Mangifera indica* L., Integrated production system, Off-season.

[1.] Assistant Researcher, Fengshan Tropical Horticultural Experimental Branch, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
[2.] Corresponding author, e-mail: kuodung@fthes-tari.gov.tw; Fax: (07)7315590.

表 1. 不同檬果品種 (系) 果實型態調查表 (李等, 2009)

Cultivar or line	Fruit shape	Skin color of ripe fruit	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Total Soluble solid (^{o}Brix)	Acidity (%)	Seed weight/ Fruit weight (%)	Embryo type
Tsar-Swain (柴檨)	Elliptic	Yellow green	151	9.1	5.7	14.3	0.20	25.9	Polyembryonic
Pung-Swain (香檨)	Eblong	Yellow green	140	9.1	5.2	12.8	0.12	17.3	Polyembryonic
Va-Swain (肉檨)	Elliptic	Yellow green	80	6.9	4.9	13.8	0.27	22.9	Polyembryonic
Shih-Go (柿果檨)	Elliptic	Yellow green	294	9.8	7.5	17.4	0.07	10.7	Polyembryonic
Dasheri (大益利)	Elliptic	Yellow green	151	8.3	5.7	16.8	0.07	17.4	Monoembryonic
Irwin (愛文)	Elliptic	Orange red	343	10.0	7.8	12.5	0.24	8.79	Monoembryonic
Buchanan (拔卡南)	Roundish	Orange and red	402	10.2	8.7	16.2	0.18	8.4	Monoembryonic
Ahping (阿蘋)	Roundish	Orange and red	363	10.4	8.7	19.1	0.13	6.7	Monoembryonic
Pope (寶貝)	Roundish	Orange and red	282	8.7	7.8	16.3	0.12	9.4	Monoembryonic
Haden (海頓)	Roundish	Yellow and red	283	8.2	7.6	15.4	0.20	10.2	Monoembryonic
Vanary (萬利)	Roundish	Yellow and red	665	11.8	10.5	17.1	0.37	7.6	Monoembryonic
Zill (吉祿)	Roundish	Yellow and red	253	8.6	7.8	19.5	0.12	11.02	Polyembryonic
Sensation (聖心)	Rlliptic	Yellow and red	341	9.9	8.2	14.8	0.20	15.88	Monoembryonic
Jin-Hwang (金煌)	Oblong	Yellow	946	19.0	10.0	15.7	0.13	6.43	Monoembryonic
Edward (愛德華)	Roundish	Yellow orange	387	9.8	8.4	16.6	0.21	10.15	Monoembryonic
Tainong No.1 (台農 1 號)	Elliptic	Yellow and red	216	9.4	7.0	16.9	0.23	16.42	Monoembryonic
Keitt (凱特)	Elliptic	Yellow and red	718	12.8	10.3	14.4	0.34	7.58	Monoembryonic
Kent (肯特)	Elliptic	Orange red	690	11.8	10.6	16.7	0.52	8.96	Monoembryonic
Kensington (肯生)	Roundish	Yellow and red	345	9.7	8.5	14.8	0.14	12.35	Polyembryonic
Yu-Win No.6 (玉文 6 號)	Oblong	Orange red	782	15.8	9.9	16.2	0.29	5.65	Monoembryonic

表 2. 檬果氮、磷、鉀三要素推薦量 (公克/株/年)

樹齡或產量		三要素用量			換算台肥複合肥料	
		氮素	磷酐	氧化鉀		
幼樹	1-3 年生	75	75	75	43 號	500
	5 年生	150	150	150		1000
成樹	30 公斤/株	250	125	188		1563
	45 公斤/株	300	150	225	5 號	1875
	60 公斤/株	350	175	263		2188

註：A. 每株施用 20-30 公斤有機肥，如不施用有機肥，化學肥料宜增加 20-30%。
B. 礫質地或粗質地施肥量宜增加 30-40%，細質地保肥力強可減施 20-30%。
C. 本表摘錄自「優質檬果整合性生產、採後處理與品管作業規範」第 14 頁。

表 3. 卓安南與愛文檬果之比較

特 性	品種	
	卓安南	愛文
開花期	全年 (但以 1-3 月及 6-8 月間較多)	1-3 月
花穗軸顏色	淡黃色	暗粉紅
果實採收期	全年 (但以 5-8 月及 10-12 月間較多)	5-7 月
果皮色	黃色	紅色
果肉平均糖度 (^{o}Brix)	16.5	12.5
果肉平均酸度 (%)	0.16	0.21
果肉色	橙黃色	橙黃色
果形	橢圓形	橢圓形
平均果重 (g)	375	380
種核/果重 (%)	9.6	7.3
種子胚性	多胚	單胚

高屏地區檬果重要有害生物綜合管理技術

莊益源[1] 魏妙楹[2] 張念台[2] 侯豐男[3] 唐立正[3,4]

摘要

東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 為台灣果樹栽培的首要害蟲，高屏地區檬果的主要產季接續於其他幾種重要經濟果樹之後，更是深受其害。高雄區農業改良場研發長效型果實蠅誘殺器可改善此果實蠅的為害情形，再藉由其區域防治策略之推動，逐年降低其於檬果栽培區的族群密度，加上適時應用套袋保護果實避免受害。其次，小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 為害檬果歷史已久，尤以近年來其族群密度於開花期及幼果期具大幅升高之趨勢，並已嚴重影響果實的產量與品質。田間測試各種不同顏色黏板的誘捕效率，發現顏色對誘捕蟲數之差異與其反射光譜及相對反射率間有密切相關性，刻正進一步探討顏色黏板於田間監測或防治應用的實用性。另外，鱗翅目昆蟲亦為檬果栽培期間常見的害蟲種類，田間試驗探討應用燈光誘捕器做為偵測此類害蟲之發生、監測族群密度動態或直接應用於防治之可行性。目前，針對此三大類害蟲研擬田間監測與可行應用的防治資材，配合加強田間衛生管理工作的宣導，協助農友在合理使用農藥外，綜合應用各種耕作技術，達到提升田間控管此等害蟲之效能，生產更安全及更具國際競爭力之果品。

關鍵詞：東方果實蠅、小黃薊馬、鱗翅目昆蟲、區域防治、燈光誘捕器。

前言

高屏地區檬果的栽培與產業得天獨厚，高溫多濕的氣候環境，相當適合此種果樹之栽培，藉由產期調節之田間管理技術，果實產期相較全台其他產區可提早約 1-1.5 個月以上。近年來，檬果更獲選為台灣加入 WTO 後最具國際競爭力的四大外銷旗艦農產品之列，自 2007 年起外銷數量與產值逐年提升，每年外銷總產值均高達新台幣 3 億元以上，主要以外銷日本為主，2010 年外銷日本的愛文檬果的數量即達 993 公噸，產值高達新台幣 2 億元，佔檬果外銷總值的三分之二。而屏東縣的愛文檬果外銷數量，從 2008 年的 297.5 公噸，增加至 2010 年的 775.3 公

1. 行政院農業委員會高雄區農業改良場作物環境課副研究員。台灣 屏東縣 長治鄉。
2. 國立屏東科技大學植物醫學系研究生、教授。台灣 屏東縣 內埔鄉。
3. 國立中興大學昆蟲學系教授、副教授。台灣 台中市 南區。
4. 通訊作者，電子郵件：lctang@dragon.nchu.edu.tw；傳真機：(04)22855426。

噸，佔外銷日本總量的 78.1% (資料來源：行政院農業委員會農產貿易統計查詢系統，http://agrapp.coa.gov.tw/TS2/TS2Jsp/Index.jsp)，儼然已成為外銷日本最主要的供果園區。

惟高溫多濕的氣候環境，加上果園密集且作物相多元化，也使得各種病蟲害發生相當頻繁。除了本區原來即為全島東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 族群密度熱點區外，又因檬果產季接續於其他水果產季之後，更易遭受更高密度果實蠅族群之為害，歷年來農友僅能依賴套袋作業及套袋前密集的施藥，以保護果實避免受害。而其他重要病蟲害如原來即普遍發生之檬果褐葉蟬 (*Idioscopus nitidulus* (Walker))、檬果螟蛾 (*Chlumetia transversa* Walker)、細菌性黑斑病 (Bacterial black spot, *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*) 與炭疽病 (Anthracnose, *Glomerella cingulata* (Ston.) Spauld et Schrenk) 等肆虐之問題，加上近 2 年來薊馬類害蟲的異常大發生，此等病蟲害不僅於檬果生育期間影響植株生長發育，甚至直接造成果實受損而影響商品價值，使得農友於檬果栽培期間施用農藥之種類與頻度遠高於其他果樹之管理，不但增加田間管理成本，也易導致農藥殘留過高之風險。日本自 2006 年起實施農藥殘留檢測新制後，為符合外銷日本需求及提升國內果品食用安全，田間病蟲害的綜合管理愈形重要。

高雄區農業改良場自 2001 年起，針對高屏地區高密度東方果實蠅為害問題，進行一系列田間試驗與防治誘殺資材的改進，並在行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 (防檢局) 經費補助下，極力推廣長效型誘殺器於高屏各果樹栽培區 (目前已普遍應用於 22,000 ha 果樹區)，協助果農防治東方果實蠅。自 2005 年起於重要經濟果樹栽培區，包括主要種植蓮霧、檬果、玉荷包荔枝之鄉鎮，推廣果實蠅區域防治計畫 (area-wide fruit fly control program)，以降低果實生產期間之果實蠅密度 (Chuang & Hou, 2008a)。自 2008 年起與國立中興大學昆蟲學系及國立屏東科技大學植物醫學系合作，調查葉蟬類及薊馬類害蟲在檬果栽培區的族群密度動態，並著手薊馬類害蟲田間監測技術之改進與探討，期能改善近來薊馬類害蟲異軍突起的為害情形。同時，也初步應用燈光誘捕器 (light trap) 於田間測試對鱗翅目害蟲之防治成效，並加強宣導田間衛生管理對防範各種重要病蟲害之重要性，協助農友綜合應用各種技術，適時進行田間重要病蟲害防治工作，以期達到減少農藥使用與農藥殘留風險，生產合乎安全規範的果品，提升內外銷果品之競爭力。

屏東地區檬果重要害蟲與防治概況

一、東方果實蠅

東方果實蠅的分類地位屬於雙翅目 (Diptera)、果實蠅科 (Tephritidae)、背寡毛果實蠅屬 (*Bactrocera*) 之昆蟲，已有為害記錄之寄主種類高達 173 種之多

(Metcalf & Metcalf, 1992; Vargas *et al*., 2000; Vargas *et al*., 2005)。從 1994 年起，行政院農業委員會農業試驗所 (農試所) 每旬於台灣全島 60 餘鄉鎮進行本害蟲族群密度之監測，資料顯示南台灣的果實蠅族群密度長久以來一直為高密度熱點區域 (Su *et al*., 2003)。因本區檬果的產季接續於印度棗、玉荷包荔枝及蓮霧等重要經濟果樹之後，常因此等果樹產季末期價格低落或未做好田間衛生管理，加上高溫氣候條件使得田間果實蠅密度驟升，導致幼果期尚未來得及套袋前，即已遭受高密度果實蠅之威脅，且全年果實蠅最高峰密度期幾乎與此果實產季重疊；因此，果農常需藉由密集的施用農藥來避免果實受害，不但增加生產管理之成本，也提高農藥殘留之風險。

高雄區農業改良場為防治南台灣高密度的果實蠅族群，開發適合南部高溫多雨氣候下適用的果實蠅防治資材，研發長效型果實蠅誘殺器，經測試在南台灣高氣溫環境下可持效達 34 週以上 (Chuang & Hou, 2008b)。在 2002 年首次將此長效誘殺裝置原型 (Chuang & Hou, 2005) 應用於田間進行果實蠅防治之實務工作，在防檢局「果瓜實蠅共同防治期中加強計畫」經費補助下，僱工將 5,000 ml 保特瓶改裝成原型長效誘殺器，在屏東縣數個果實蠅高密度鄉鎮進行田間防治測試。包括檬果主要栽培區之枋寮、枋山地區及鄰近佳冬鄉等進行測試，隔年於枋寮地區即達到將 5 月中旬最高峰果實蠅密度降低 74.8% 之防治成效，有效的在當地檬果主要產果期間降低果實蠅族群密度。自 2005 年起為了強化果實蠅的防治工作，針對高經濟價值或具外銷潛力之果樹種植區，進行果實蠅低密度流行區之規劃，沿用農試所自夏威夷引入之果實蠅區域防治策略 (Cheng *et al*., 2002; 2003; Mau *et al*., 2003)，應用 GIS/GPS 系統輔助防治區規劃與調查果實蠅族群密度、作物相、可疑孽生源等工作，目前已針對高屏高經濟或具外銷潛力的果樹區建立防治示範區，防治結果顯示在各區果實重要產季可將果實蠅族群密度控制在極低密度。未來，再配合果實套袋、食物蛋白質餌劑的施用與加強田間衛生管理工作，將可提供果實在主要產季足夠的保護。應用果實蠅區域防治策略，將有助於此檢疫害蟲防治工作之改進，達到減輕果實受害壓力。

二、薊馬類害蟲

薊馬 (thrips) 為纓翅目 (Thysanoptera) 昆蟲，目前已知的薊馬種類多達 5,500 種，約有 1% 被記錄為嚴重的害蟲 (Morse & Hoddle, 2006)，大多數造成經濟損失的薊馬屬於錐尾亞目 (Terebrantia) 的薊馬科 (Thripidae)，其在植物上取食、產卵及傳播植物病毒病害等，直接或間接造成農業損失，為擬定植物健康管理策略，深入探討此等重要薊馬之空間分布及族群動態有其必要性。據 2009 年本場與中興大學在屏東地區之愛文檬果園開花至結果期調查結果顯示，檬果園內發現之薊馬種類包括：小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood)、台灣花薊馬 (*Frankliniella intonsa* (Trybom))、菊花薊馬 (*Microcephalothrips abdominalis* (D. L. Crawford))、花薊馬 (*Thrips hawaiiensis* (Morgan)) 及管尾薊馬亞科 (Phlaeothripinae) 薊馬等，其中小黃

薊馬所佔的比例高達 97.9%。

小黃薊馬主要分布於亞洲、澳洲、太平洋群島等熱帶地區，寄主植物相當廣泛，於各類果樹、蔬菜、花卉等作物均有危害紀錄。其為目前於屏東地區為害檬果之最主要薊馬種類，偏好於嫩葉新梢棲息為害，在葉上可發現黃褐色凹陷斑點，亦能刺吸破壞幼果上皮組織造成傷疤，影響果實商品價值 (Chang, 1992; Wang & Hsu, 2007)。依據薊馬的生態習性，多數個體在植株上有特定的分布位置，其分布方式亦受晝夜長短、陽光及相對溼度等微環境因素所影響。正確的選用適合的資材，往往是田間薊馬類害蟲偵測與族群密度監測的關鍵因子 (Bielza *et al*., 2008)。另外，本場與國立屏東科技大學植物醫學系，除了在田間針對為害檬果之薊馬類持續監測其在檬果不同生育期間各種薊馬之族群動態外，亦比較市售各種不同顏色黏板及黏板設置高度等評估在田間最佳之監測方式。初步結果顯示黏板之顏色對誘捕蟲數之差異，取決於其反射光譜與相對反射率；設置高度則與不同檬果種類，植株不同生育期之間有所差異。正確應用黏板做為田間薊馬類害蟲之監測與管理之輔助工具，才能達到有效管控薊馬族群及合理施用農藥防治之目的。此外，亦著手比較不同採樣技術如敲擊法、洗滌法、CO_2 等方法 (Aliakbarpour & Md Rawi, 2010)，評估與黏板誘捕蟲數間之相關性，期望能在最不影響植株生育情況下，能簡便與精準的監測此類害蟲之發生，做為田間防治因應之參考。

三、蛾類害蟲

在檬果園發生的蛾類害蟲種類相當多，常見者包括毒蛾科之小白紋毒蛾 (*Orgyia postica* (Walker))、台灣黃毒蛾 (*Euproctis taiwana* (Shiraki))、柑毒蛾 (*Olene mendosa* (Hubner)) 等；夜蛾科的檬果螟蛾 (*Chlumetia transversa* Walker)，及細蛾科的檬果細蛾 (*Acrocercops astaurota* Meyrick) 等，分別於檬果各生育期為害葉片、嫩梢或花梢等部位。從 2009 年起於枋寮鄉一處檬果外銷供果園以國立中興大學昆蟲學系開發之燈光誘捕裝置 (聖力儀器公司製造，台中縣大里市) 進行鱗翅目害蟲誘捕的初步測試，利用此設備特定波長的誘蟲燈管於夜間誘引蛾類成蟲或夜間趨光性昆蟲，再利用固定於燈管下方之吸風扇，將蟲體吸入銜接於下方之捕蟲網袋中。初步試驗結果，可誘捕相當多種類及數量之蛾類，目前進行評估其單位面積的使用數量、設置方式與誘捕蟲數間之相關性，未來將有助於改善田間鱗翅目害蟲為害情形。另外，測試改裝此裝置搭配白色黏板，應用光源反射原理誘黏蟲體，用以監測各種蛾類及其密度變化，做為檬果生育期間評估防治此類害蟲施藥時機的參考依據。惟此裝置需藉由交流電電力驅動之設計，常造成田間使用不便或安全性考量等缺點，仍有待改進。

討論

東方果實蠅的撲滅計劃適用於初遭到入侵或其族群尚未成功立足的地區，對於已在台灣成功立足近百年的東方果實蠅族群，滅絕工作有實際困難度，包括作物相複雜控管不易、氣候條件適宜繁衍、分布遍佈全台及小農耕作制度等因素。因此，以綜合管理模式減輕主要產果期之受害，來取代「撲滅」為較可行的防治策略。農試所自 2000 年引進夏威夷果實蠅區域防治理念，經詳細規劃與實際田間測試，已可有效降低防治區之果實蠅族群密度 (Cheng *et al*., 2003) 。台灣在傳統小農制下，每一地區的作物相複雜，由於各種作物產季的不同，影響共同防治的成效，使得需要藉由該區所有果農共同配合的滅雄技術，常有疏漏而無法達到整體防治成效。區域防治觀念的引進與推行，重新組織與教育訓練，提升防治共識，對於改善果實蠅的防治功效卓著。但單獨滅雄技術對於管控果實蠅族群仍有不足，適時配合其它防治措施，將有助於防治效益提升。農試所在小區域蓮霧栽培區及嘉義縣大林鎮柑桔栽培區防治試驗中，運用甲基丁香油 (methyl eugenol) 誘殺雄蠅、含毒食物誘餌誘殺雌蠅及清園等防治措施，達到減少農藥施用與增加收益，深獲農友認同 (Chiang *et al*., 2007; Huang *et al*., 2008)。

南台灣應用長效型誘殺資材，提升現行主要防治策略「滅雄技術」之田間應用價值，大幅降低果實蠅族群密度，且其田間持效性與耐候性，方便田間操作、節省藥劑與更換防治資材的時間與勞力。在果農的共同配合下，全區應用長效型誘殺器，每年僅需 1~2 次的更換誘殺劑作業，即可達到大幅降低該區的果實蠅族群密度之功效。但在有些防治區內隱藏了部分廢棄果園及受害廢棄果處理等田間清潔管理的問題，如何改善這些狀況？仍為目前在果實蠅區域防治系統中所面臨最重要的考驗。

近年來檬果薊馬危害問題，由田間監測數據顯示，小黃薊馬為主要為害檬果的薊馬種類，嚴重影響果實的產量與果品的商品價值。本年度 (2010 年) 調查資料，自 2 月間小黃薊馬族群密度即迅速攀升，本場連續於 2-3 月發佈多次警報，提醒農友加強此類害蟲之田間管理工作，經適當施藥防治，均能有效控制其族群密度。但此類害蟲蟲體細小且善於隱藏，不同種類間之鑑定不易；因此，田間應用的監測技術、資材與損害評估基準仍有待進一步改進與訂定，以達到監測與預警的功效。田間觀察與週年調查資料顯示，夏末秋初新枝葉萌生時，小黃薊馬族群已在園區蠢蠢欲動，此時若未能妥善加以防治，除了影響嫩葉新梢的發育，將來更易成為花期及幼果期受損之隱憂，進而影響產量與商品價值。

鱗翅目害蟲所造成新稍、葉片、枝條損害或毒蛾類引起之過敏反應等徵狀，此等田間顯而易判斷的蟲害問題，常觸發農友施用化學農藥防治之衝動，但部分此類害蟲所引起的經濟損害，並不如其可能造成的農藥殘留風險高。藉由田間清潔管理、物理性誘蟲設備或適當的監測與評估改善此類害蟲之為害，有助於農友合理施用農

藥，減輕農藥殘留之風險。

目前高雄區農改場針對為害檬果三大類主要害蟲，研擬適時偵測、監測、適當防治資材與技術，期望能在合理施用農藥下，達到有效控管此等害蟲之目的，兼顧防治成本並達到提升果品食用安全與產品競爭力。

誌謝

本文相關田間防治計畫承蒙行政院農業委員會動植物防疫檢疫局經費補助，行政院農業委員會農糧署南區分署屏東辦事處謝美蓮小姐協助相關外銷統計資料彙整，及高雄區農業改良場鍾嘉綾博士協助文稿編校，廖蔚章先生、林娟如小姐等協助田間調查工作，在此一併謹誌由衷謝忱。

引用文獻

Aliakbarpour, H. and C. S. Md Rawi. 2010. Diurnal activity of four Species of thrips (Thysanoptera: Thripidae) and efficiencies of three nondestructive sampling techniques for thrips in mango inflorescences. J. Econ. Entomol. 103: 631-640.

Bielza, P., V. Quinto, J. Contreras, M. Torné, A. Martín, and P. J. Espinosa. 2007. Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of southeastern Spain. Pest Manag. Sci. 63: 682-687.

Chang, N. T. 1992. The Important Thrips in Taiwan. Published by Council of Agriculture, ROC. 102pp. (in Chinese)

Cheng, E. Y., Y. B. Huang, C. H. Kao, and M. Y. Chiang. 2002. An area-wide control program for the oriental fruit fly in Taiwan. pp. 57-71. *in*: Plant Prot. Bull. Spec. Publ. Newsletter No. 4. Proceedings of the Symposium on Insect Ecology and Fruit Fly Management. The Plant Protection Society of the Republic of China. Taichung, Taiwan, 19 December 2002. (in Chinese)

Cheng, E. Y., C. H. Kao, M. Y. Chiang, and Y. B. Huang. 2003. Modernization of oriental fruit fly control in Taiwan: the planning and execution of an area-wide control project. pp. 49-66. *in*: Plant Prot. Bull. Spec. Publ. New No. 5. Proceedings of the Workshop of Plant Protection Management for Sustainable Development: Technology and New Dimension. The Plant Protection Society of the Republic of China. September 2003. (in Chinese)

Chiang, M. Y., C. H. Kao, Y. B. Huang, E. Y. Cheng, and M. C. Lee. 2007. Studies on small model area-wide control of the oriental fruit fly for wax apple. J. Taiwan Agric. Res. 56: 153-164.

Chuang, Y. Y. and R. F. Hou. 2005. Field tests and evaluation of effectiveness using the longer efficiency trap for the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. Research Bulletin, Kaohsiung District of Agricultural Research and Extension Station, ROC. 16: 50-59. (in Chinese)

Chuang, Y. Y. and R. F. Hou. 2008a. Area-wide control of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae), in southern Taiwan. pp. 37-46. *in*: Formosan Entomol. Spec. Publ. No. 10. Proceedings of the International Symposium on the Recent Progress of Tephritid Fruit Flies Management. Taiwan Entomological Society. Taichung, Taiwan, 25 June 2008.

Chuang, Y. Y. and R. F. Hou. 2008b. Effectiveness of attract-and-kill systems using methyl eugenol incorporated with neonicotinoid insecticides against the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 101: 352-359.

Huang, Y. B., C. H. Kao, M. Y. Chiang, E. Y. Cheng, and M. C. Lee. 2008. Studies on small model area-wide control of oriental fruit fly for citrus. J. Taiwan Agric. Res. 57: 63-73.

Mau, R. F. L., E. B. Jang, R. I. Vargas, C. Chan, M. Y. Chou, and J. S. Sugano. 2003. Implementation of a geographic information system with integrated control tactics for areawide fruit fly management. pp. 23-33. *in*: Proceedings of Workshop on Plant Protection Management for Sustainable Development: Technology and New Dimension. Plant Protection Society of the Republic of China. Taichung, Taiwan, ROC.

Metcalf, R. L. and E. R. Metcalf. 1992. Fruit flies of the family Tephritidae. pp. 109-152. *in*: R. L. Metcalf, and E. R. Metcalf [eds]. Plant Kairomones in Insect Ecology and Control. Routledge, Chapman & Hall, London.

Morse, J. G., and M. S. Hoddle. 2006. Invasion biology of thrips. Annu. Rev. Entomol. 51: 67-89.

Su, W. Y., C. N. Chen, E. Y. Cheng, and Y. B. Hwang. 2003. The geographical distribution and statistical forecasting of oriental fruit flies in Taiwan. pp. 67-110. *in*: Plant Prot. Bull. Spec. Publ. New No. 5. Proceedings of the Workshop of Plant Protection Management for Sustainable Development: Technology and New Dimension. The Plant Protection Society of the Republic of China. 4 September 2003. (in Chinese)

Vargas, R. I., J. D. Stark, B. Mackey, and R. Bull. 2005. Weathering trails of Amulet cue-lure and Amulet methyl eugenol “attract-and-kill” stations with male melon flies and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. J. Econ. Entomol. 98: 1551-1559.

Vargas, R. I., J. D. Stark, M. H. Kido, H. M. Ketter, and L. C. Whitehand. 2000. Methyl eugenol and cue-lure traps for suppression of male oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii: effects of lure mixtures and weathering. J. Econ. Entomol. 93: 81-87.

Wang, C. L. and M. Y. Hsu. 2007. Important Thrips of Agricultural Plants. Published by Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, ROC. Taichung, Taiwan, 155pp. (in Chinese)

Integrated pest management for major insect pests of mango in Kaohsiung-Pingtung area

Y. Y. Chuang[1], M. Y. Wei[2], N. T. Chang[2], Roger F. Hou[3], and L. C. Tang[3,4]

Abstract

This investigation examines the integrated pest management (IPM) strategies targeting three major threats to mangos in southern Taiwan. The first pest, the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), is the most destructive pest to fruit production in Taiwan. The mango season generally follows the seasons of several other fruits important to the Taiwanese economy. As a result, the oriental fruit fly is particularly prevalent during mango season and has significantly reduced mango production in the Kaohsiung-Pintung area. To reduce the infestation of this widespread pest, a special long-lasting trap was developed and applied in combination with fruit bagging techniques. Since the implementation of this area-wide fruit fly management, the population density of *B. dorsalis* in mango growing areas has gradually decreased. The second pest, the small yellow thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood, is another common pest associated with mangos in the southern region. Recently, the population density of *S.* dorsalis, has increased greatly during flowering and young-fruit stages, causing a marked reduction in the yield and quality of mangos. Field tests on trapping efficiency showed that variations in the numbers of insects caught by sticky boards of various colors are closely related to their reflection spectra and relative reflectivity. The practical field application of colored sticky boards to the monitoring and control of this pest is currently being evaluated. The third pest, the lepidopteran insect, is also typically observed during the mango season. Light traps are being field tested to assess their effectiveness in detecting and monitoring occurrence and population dynamics of these insects. The feasibility of applying light traps for their control is also being assessed. In summary, continuous efforts have been made to develop more efficient monitoring systems and control techniques. The population of the oriental fruit fly, small yellow

1. Associate researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Pingtung, Taiwan, ROC.
2. Respectively, Graduate Student and Professor, Department of Plant Medicine, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, ROC.
3. Respectively, Professor and Associate professor, Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: lctang@dragon.nchu.edu.tw; Fax: (04)22855426.

thrip, and the lepidopteran species can be effectively controlled by diverse measures including detection and monitoring of insects, farm sanitation, pesticide application, and non-pesticide techniques. A highly efficient IPM system will help farmers produce safer and higher quality fruits with more competitive prices.

Key words: *Bactrocera dorsalis*, *Scirtothrips dorsalis*, Lepidopteran insects, Area-wide fruit fly management, Light trap.

台南地區檬果重要有害生物管理及產銷概況

林明瑩[1,4] 陳昇寬[1] 張淳淳[1] 張錦興[2] 侯明雄[3] 鄭安秀[1]

摘要

台南地區檬果的重要有害生物有小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis*)、檬果葉蟎 (*Oligonychus mangiferus*)、檬果夜蛾 (*Chlumetia transversa*)、東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*)、檬果葉蟬類、介殼蟲類等，分別為害檬果的新芽、嫩葉、花穗、幼果、枝幹、葉片及果實等部位。其中以小黃薊馬為害最嚴重，於果實表面造成粗糙的疤痕，影響其商品價值。檬果葉蟎主要為害老葉；檬果夜蛾為蛀食新梢及花穗的害蟲；東方果實蠅則是為害成熟果實。檬果的產銷主要可分為國內市場與外銷市場，其中愛文檬果的外銷逐年增加，以輸日之外銷量最高，韓國次之。以供貨鄉鎮而言，南化鄉在外銷的數量為最高。

關鍵詞：檬果、有害生物、產銷、台南地區

前言

台南地區為檬果主要的產地之一，種植面積約 7570.85 公頃，占全台灣檬果種植面積的 42.9% (98 年農業統計年報)，主要產地集中在南化鄉、玉井鄉、楠西鄉及左鎮鄉等。由於檬果檢疫處理技術的成熟，外銷的通路亦隨之拓展，近年在鮮果外銷的成績上屢創佳績，順利輸往日本、韓國、澳洲、香港、新加坡及中國大陸等地，年出口量亦穩定地成長，特別是愛文檬果之外銷，大大提昇了愛文檬果的價格及產地農友的收益。

Peña 等人 (1998) 指出檬果與大多數果樹相同，通常受 2~3 種主要害蟲為害，少數的次要害蟲及大量的在種植當地非經常出現的偶發性害蟲。檬果上包含主要與次要的害蟲與蟎類計有 260 種，包含為害果實、葉片、花器、新芽及取食枝條與樹幹者 (Peña *et al.*, 1998)。在台灣檬果害蟲種類則有 23 科 56 屬 80 種及蟎類 2 種 (溫, 2000)。惟在檬果上發生且需進行防治管理的主要害蟲不到 10 種 (Peña *et*

1. 台南區農業改良場作物環境課助理研究員、助理研究員、助理研究員及研究員兼課長。台灣 台南縣。
2. 台南區農業改良場作物改良課副研究員。台灣 台南縣。
3. 台南縣南化鄉農會農事指導員。台灣 台南縣。
4. 通訊作者，電子郵件：mylin@mail.tndais.gov.tw；傳真機：(06)5912908。

al., 1998; 溫, 2000)。

愛文檬果在不同之生育期發生的有害生物有明顯的不同，計有小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis*) (李及溫, 1982; 林等, 2006; 林等, 2010a; 2010b)、檬果葉蟎 (*Oligonychus mangiferus*) (林等, 2006; 林及陳, 2009)、檬果夜蛾 (*Chlumetia transversa*) (蔡, 1961)、檬果葉蟬類 (石等, 2010)、檬果癭蚋 (*Procontarinia mangicola*) (陳, 2003)、介殼蟲類、東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) 等 (劉, 1981)。僅以此文對台南地區愛文檬果主要發生之害蟲、害蟎之生態及其管理措施進行簡單地介紹，並將目前產銷情形扼要地進行概略性的說明。

台南地區愛文檬果主要之有害生物

一、小黃薊馬

Peňa 等人 (1998) 指出薊馬在檬果上主要是為害花穗、新芽及葉片之害蟲。李及溫 (1982) 指出台灣地區檬果上發生的薊馬主要為腹鈎薊馬、小黃薊馬 (亦稱姬黃薊馬或茶黃薊馬) 及花薊馬。腹鈎薊馬主要為害檬果之老葉，小黃薊馬則針對新梢、幼果、花穗為害，花薊馬僅為害花穗。在台南地區腹鈎薊馬並不常見，主要以小黃薊馬為主，於檬果產區全年發生且不易防治，特別於謝花後之幼果期及新葉生長期族群密度往往相當高，為目前檬果產區最主要且嚴重影響果實外觀之害蟲 (林等, 2006; 林等, 2010a; 2010b)。

小黃薊馬是檬果新梢期、花期與幼果期相當重要的害蟲，主要以口器刺破幼嫩表皮，吸取細胞內汁液，造成表皮細胞壞死，因而呈銹色或褐色斑點。在嫩葉上，主要集中於檬果新葉的葉脈處與葉緣刺吸為害。若薊馬密度高時，受害之葉片不論葉面或葉背，其葉脈會呈現黑褐色之被害狀，葉片皺縮變形，嚴重時會乾枯褐化，葉緣亦會出現褐色之被害狀，造成葉片無法正常生長。在花穗上刺食花梗影響花器發育。於幼果上，初期均於果蒂附近為害，使果蒂部表面呈現不規則之疤痕，嚴重時整個幼果均受害，此被害狀在 1981 年經田間試驗證實 (李及溫, 1982)。受害部位會隨果實增長而擴大造成果皮龜裂，致產生粗糙疤痕。果實受害後便無法恢復，為害造成後不論是輕微或嚴重均無法彌補，嚴重影響商品價值 (圖 1)。幼果受害嚴重者會落果，較輕微者其部位隨果實擴大，表皮一層粗糙狀，和正常果之光滑外觀相差甚遠，賣相變差，嚴重影響品質。薊馬對果實的為害雖不影響風味及果肉的品質，但是外觀被害，使這些果實無法進入 A 級品的規格，無法以鮮果輸日。

李及溫 (1982) 於 1979 年至 1981 年間曾於玉井地區之檬果園進行薊馬類之密度監測，當時的調查小黃薊馬密度高峰期約在 10 月左右，密度約 180 隻/100 片葉片。現今的小黃薊馬在新葉生長期間之密度，每個葉片高於 100 隻小黃薊馬是相當常見的，由此可見現在的族群密度與約 30 年前的情形不盡相同。2010 年以黃色粘紙於玉井之愛文檬果園進行小黃薊馬定期監測 (圖 2)，小黃薊馬於 1 月下旬密度便上升至平均每張粘紙 226 隻，此時期正值花穗生長之開花期；之後密

度便一直維持在 200 隻以上/每張粘紙，直至 6 月初密度方下降。密度以 5 月下旬最高，達 737.3 隻/每張粘紙，此高峰檬果主要介於開花期至幼果期間，於 4 月底至 5 月初即完套袋。此園監測自 1 月起密度便居高下，縱使農友相當積極進行防治薊馬之工作，惟似乎不易將小黃薊馬族群予以有效控制。

在防治管理上，目前登記於檬果上防治薊馬的藥劑僅有丁基加保扶、克凡派及芬普尼等 3 種。在實際防治層面均不敷使用，農友往往使用標示載明防治檬果葉蟬或東方果實蠅的殺蟲劑延伸進行小黃薊馬之防治，較常使用的藥劑如益達胺、亞滅培、賽洛寧、第滅寧等，這類藥劑在防治上均有一定的效果，但是施藥後在短暫的時間內，有時僅 2 天，幼果上又可見許多薊馬。在擔心幼果有受害之虞，無法達外銷之 A 級品規格，農友往往再進行施藥。因此對管理外銷供果園的農友而言，如何有效地進行小黃薊馬的管理，是一大課題。截至目前為止在台南地區的檬果產區小黃薊馬的防治工作仍面臨許多難題，有待相關人力投入進行防治策略的探究。

二、檬果葉蟎

檬果葉蟎在檬果上的為害已有些年，但檬果上尚未正式有登記之殺蟎劑可供使用，故 2005 年外銷檬果農藥殘留檢驗報告，即檢測出殺蟎劑之殘留，顯示農友已在使用殺蟎劑來防治檬果上的葉蟎。且近來檬果上的葉蟎族群密度有上升的趨勢，對此害蟎的防治實不容忽視。符及張 (2002) 提及檬果葉蟎在海南島是相當嚴重的害蟎，在當地造成檬果葉片嚴重的為害。溫 (2003) 指出在台灣以植株高大之本地種受蟎害的程度較明顯。現今於檬果園所看到的情形已稍有不同，多數改良種檬果的葉片均會受害，且在乾旱的季節發生較嚴重。以愛文、金煌、玉文、海頓、凱特等品種均會受害，其葉片上密度高時，葉表會佈滿許多紅色的小點，便是檬果葉蟎的族群 (圖 3)。

雌蟎產卵於葉面，主要於葉片主脈之兩側、及支脈處。卵孵化後若蟎及成蟎以葉片為食，吸食汁液，被害處葉綠素消失，變為蒼白斑點，發生嚴重時，受害部位密集，葉片主要面積呈蒼白狀，影響葉片之光合作用，密度高時所有老葉均受害，嚴重者導致落葉。可終年為害，於溫暖乾燥的氣候，有利其生長繁殖，往往發生較嚴重。檬果葉蟎主要棲息於檬果的老葉上，且於葉片表面居多，密度高時葉背亦會發生，新葉上不易發現。葉蟎之族群密度常在 2~6 月間和 10~12 月間出現明顯高峰，7~9 月的颱風季節其密度較低，但颱風較少的年份，密度仍然甚高。降雨對檬果葉蟎族群密度會明顯下降 (Nangia *et al.*, 1989)。在台南地區尚有農友，由於不清楚檬果葉蟎為害之習性，在葉片受害嚴重呈蒼白斑駁狀後，往往認為是因久旱無雨之乾旱所致，如此的認知常常會錯過防治適期，使得檬果葉蟎族群在葉片上大量繁殖，嚴重影響樹體的生長 (林, 2008)。

檬果葉蟎於愛文檬果上，卵於 29℃ 下需 4.5 日方能孵化，幼蟎之發育期為 1.7 日，前若蟎與後若蟎之發育期分別為 1.2 與 1.6 日。整個幼期發育所需時間

為 9 日。雄成蟎之壽命 11.0 日，而雌成蟎則為 6.4 日，平均每隻雌蟎可產 19.5 粒卵。其內在增殖率 (*r*) 為 0.1823 (1 /day)。終極增殖率 (λ) 1.2000 (1 /day)。幼期之發育臨界低溫與發育總積溫分別為 11.1℃ 及 185.5 日度(林及陳, 2009)。

由於檬果葉蟎在檬果上的發生及為害在早期尚未正式登記殺蟎劑供使用，直至 2006 年才由台南區農業改良場以公務預算之田間委託試驗進行田間藥劑篩選，當初選擇了 3 種殺蟎劑進行試驗，試驗結果以新殺蟎及芬普蟎具較佳之防治率。在 2007 年植物保護手冊便正式登記 25% 新殺蟎乳劑 1000 倍與 5% 芬普蟎水懸劑 2000 倍為檬果葉蟎之防治藥劑。在防治上著重久旱無雨之乾旱季節，檬果葉蟎往往發生嚴重。在防治上並不困難，只要進行殺蟎劑之噴灑，族群便明顯下降，一般發生嚴重之檬果園連續噴灑 2 次，即可達到有效地防治。

三、檬果夜蛾

檬果夜蛾現今在愛文檬果外銷供果園亦是一主要的害蟲，雌蟲會將卵單產在剛抽出的花梗或是新芽上，甫孵化的幼蟲即鑽入嫩梢或花穗中取食，遺留幼蟲的排泄物於鑽入的洞口外，受害的新芽或花穗乾枯死亡，幼蟲於為害的枝條或花穗內化蛹，羽化時才飛出。此蟲密度高時一棵檬果的受枝條可達數十枝，若為害花穗，對產量會造成較大的影響。有時在幼果果蒂或 2 個幼果靠接處亦會遭受產卵，幼蟲直接取食果蒂或果實，嚴重影響檬果的商品價值。

由於此蟲在田間世代重疊，如何掌握最佳防治時機便是一個課題，防治適期為花穗及新梢生長的時期，透過使用登記之藥劑如芬殺松或加保利等進行噴灑，當可減低受害的比例。

四、東方果實蠅

檬果是東方果實蠅相當喜愛的寄主之一 (鄭, 1991)，檬果果實成熟期間，在台南產地市集的檬果上，常常可見數量如蒼蠅般的大量東方果實蠅在果實上停留。目前愛文檬果的外銷供果園在作業規範的要點載明，果實於雞蛋大小時便需進行套袋，甚至要求必需於 4 月底前完成套袋作業，現今的農戶多數都能遵守規定，儘早完成套袋。此方式除可以有效防治果實上嚴重發生的炭疽病外，在果實開始轉色成熟，香氣轉濃郁時，因果實受紙袋的保護亦可有效地避免東方果實蠅的產卵為害。現今外銷供果園的檬果百分之百套袋，東方果實蠅的密度在檬果園雖高，果實已進行套袋之物理防治，有效阻絕果實蠅產卵的機會，所以在外銷的愛文檬果上東方果實蠅為害的問題並不嚴重。

五、葉蟬類

為害檬果新梢及花序的葉蟬主要有檬果褐葉蟬 (*Idioscopus nitidulus*)、檬果綠葉蟬 (*I. clypealis*) (溫, 2000; 蔡, 1961) ，以及 2009 年發現的檬果新紀錄害蟲 - 二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula*) (石 等, 2010)。在非集約或疏於管理的檬果園，新梢生長及開花期間往往葉蟬發生嚴重，密度甚高，造成葉表及花序常覆蓋一層煤煙狀

之物質 (石等, 2010; 溫及李, 1978)。但是在台南地區愛文檬果之外銷供果園因近年來積極進行小黃薊馬的防治，葉蟬在檬果上之為害已不易發現。

六、其他害蟲

在檬果抽稍新葉伸展的嫩葉階段，葉片會受檬果癭蚋的為害，造成葉片微凸之蟲癭，幼蟲於葉片組織內取食，成蟲羽化前會從葉片中鑽出，後期受害處往往是嚴重發生炭疽病的部位 (陳, 2003)。但在集約管理的外銷供果園事實上此蟲並不常見。

檬果的枝幹及葉片上亦會有介殼蟲類的害蟲，此蟲以刺吸方式取食為害，密度高者可造成枝條與葉片乾枯的情形。枝條與葉片是介殼蟲主要為害的部位，但在果實生長期間若降雨較少，有利於介殼蟲之遷移，亦會在套袋的果實內發現為害的情形。一般於培養枝條期至花芽分化期中間，進行全園的介殼蟲防治是較佳的時間點。

台南地區檬果之產銷概況

檬果是產期相當集中的水果，主要收成期間集中在夏季。以台南地區的檬果為例主要的產銷方式概略地可以區分為國內市場與外銷市場。而國內市場主要的通路如拍賣市場，各縣市果菜市場的傳統行口以及產地的果菜市場、以及物流進行宅配直銷等。外銷市場與國內市場最大的差異在於，外銷均以產銷班為單位在採收前先行與貿易商訂定契約，價格在採收前已雙方達成協議，因此單價相當穩定。反之，國內市場檬果需在市場出售時才知單價，供需市場若緊縮，或量大供過於求時價格便明顯下跌，因此波動相當大。再者，外銷檬果的作業愛文檬果在班集貨場進行拆袋初步選別後，貿易商在班集貨場再選果後，直接運至蒸熱處理場，免去國內市場的裝箱之包裝。

檬果外銷的輸出國家主要為日本、韓國、中國大陸、香港、新加坡及澳洲等地，進行外銷的檬果品種有愛文、金鍠、凱特等，其中以愛文檬果外銷日本的單價較高，產地平均約可達每公斤 80~90 元左右。由於輸日通路的積極拓展，在產地貿易商收購的單價亦較國內市場或外銷至其他國家高，有許多管理檬果的農戶，紛紛加入外銷供果園的制度下運作。於 98 年的統計台灣地區共有 38 個檬果產銷班、計 456 戶、565 公頃的面積加入檬果外銷供果園 (台南縣政府網站)。

以愛文檬果為例，台灣歷年外銷的統計量整理如圖 4。現今愛文檬果的外銷量仍是以日本居首位，韓國次之。早在民國 85 年間愛文檬果便開始外銷日本，當年的外銷量有 25.2 公噸，於 89 年外銷量突破百公噸達 144.7 公噸，93 年起至 95 年間外銷日本已達 445 公噸以上。96 年外銷日本之數量有 782 公噸，97 年成長至 852 公噸，99 年已達 997.4 公噸的外銷量。韓國的外銷情形以 96 年達 728 公噸為最高，之後的貿易量便下滑，99 年有 530.7 公噸。澳洲的外銷通路雖已開

啟，但是輸出的量仍相當有限，目前僅約 10 公噸的貿易量。

台南地區愛文檬果外銷之數量以南化鄉所占的比例為最高。茲將南化農會近年來改良種檬果產銷情形整理如表一。檬果的主要通路仍是以國內市場為主，外銷數量所占比例有逐年提高的趨勢，以 97 及 98 年而言，整體產量明顯較往年低，但外銷的量所占的比例達 24.86 及 19.78%。其中愛文的外銷量在 97 年有 273.8 公噸，98 年統計有 334.9 公噸。若與圖 4 相較 98 年愛文檬果的外銷日本，南化農會外銷的量占全國的 33.6%。

愛文檬果順利輸日主要是鮮果為主，次級品切丁冷凍亦有，惟兩者在產地收購的價差相當大， A 級品的果實，端賴果實生育期間的妥善管理，有效地防治病蟲害，果實外觀不能有病斑，被害痕跡、蟲孔，物理傷害等，且果實轉色必需正常，不能有畸型果、果皮轉色不佳等問題，更重要地，在果品進行農藥殘留檢測時必需符合日方容許量的標準，才能順利輸日。因此在全年任何管理期間，均需適時選擇正確地藥劑進行防治，才能生產符合規格的果實，再者亦要用心的管理使園內採收的檬果，A 級品的比例逐年提高，相對的收入才能穩定的增加。

結論

檬果上發生且必需進行防治的主要的蟲害及蟎害種類並不多，近年為害嚴重需加強防治工作的對象便是小黃薊馬。在有害生物管理上農友應將較新的思維帶入，對害蟲的生態習性、防治藥劑的作用機制充份瞭解，掌握田間害蟲發生種類為何，於防治上有效的進行調配，才能較妥善處理。現今檬果的產銷通路愈走愈廣，在安全農業的前題下，農藥於防治上正確地、合理地使用更應注意，不論是國內抑或是國外市場，絕不容許農藥殘留的問題產生，檬果產業才能永續經營，在市場上才能占有一席之地。

誌謝

小黃薊馬監測工作由蔡瀚沅及李兆彬先生協助調查，檬果產銷之資料係由台南縣政府農業處與南化農會提供，謹此致謝。

引用文獻

石憲宗、林鳳琪、王清玲、邱一中。2010。檬果葉蟬生態及防治。農業試驗所技術服務 82: 14-18。

李錫山、溫宏治。1982。檬果薊馬類發生消長與為害調查及其防治試驗。植物保護學會會刊 24: 179-187。

林明瑩、陳昇寬。2008。檬果葉蟎之發生及其田間防治試驗。行政院農業委員會臺南區農業改良場研究彙報 51: 1-8。

林明瑩、陳昇寬。2009。溫度依變下檬果葉蝴在愛文芒果上之生活史。台灣昆蟲 29: 338。

林明瑩、宋一鑫、陳昇寬、張煥英、陳文雄。2006。芒果上兩種需注意的小型害蟲。農業世界 279: 38-44。

林明瑩。2008。芒果上應注意的害蝴「芒果葉蝴」。惠光雜誌 63 期 8-9。

林明瑩、宋一鑫、張淳淳、陳昇寬。2010a。芒果小黃薊馬之之生態及防治策略。台南區農業專訊 71: 17-21。

林明瑩、宋一鑫、張淳淳、陳昇寬。2010b。芒果小黃薊馬之防治策略。豐年 60 (16): 42-46。

陳仁昭。2003。檬果癭蠅。第 62-66 頁。植物保護圖鑑系列 10-檬果保護。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。台北。

溫宏治。2000。兩種檬果葉蟬之田間分布與藥劑防治。中華農業研究 49: 61-67。

溫宏治、李錫山。1978。檬果褐浮塵子 (*Idiocerus niveosparsus* Leth) 之生態觀察及防治試驗。中華農業研究 27: 47-52。

溫宏治。2003。檬果害蝴。第 68-70 頁。植物保護圖鑑系列 10-檬果保護。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。台北。

符悅冠、張方平。2002。溫度對芒果小爪蝴實驗種群增長的影響。熱帶作物學報 23: 47-52。

蔡致謨。1961。檬果病蟲害之研究。植物保護學會會刊 3: 113-121。

鄭明發。1991。東方果實蠅在檬果之產卵偏好。嘉義農專學報 26: 275-279。

劉玉章。1981。台灣東方果實蠅之研究。興大昆蟲學報 16: 19-26。

Peňa, J. E., A. I. Mohyuddin and M. Wysoki. 1998. A review of the pest management situation in mango agroecosystems. Phytoparasitica 26: 129-148.

Nangia, N., P. S. Jagadish, and B. K. Nageshchandra. 1989. Biology and control of *Oligonychus mangiferus* (Rahman and Sapra) (Acari: Tetranychidae) on *Terminalia* spp., important host plants of silkworms. Mysore Journal of Agricultural Sciences 23: 355-358.

Management of the major pest on mango and its profile of production and marketing at Tainan district

Ming-Ying Lin[1,4], Shen-Kuan Chen[1], Chun-Chun Chang[1], Chin-Shing Chang[2], Ming-Shong Hou[3], and Ann-Hsiou Cheng[1]

Abstract

In the Tainan district, the major threats to mango production are thrips (*Scirtothrips dorsalis*), mango red spider mites (*Oligonychus mangiferus*), mango shoot borers (*Chlumetia transversa*), oriental fruit flies (*Bactrocera dorsalis*), mango leafhoppers, and scale insects that damage buds, leaves, inflorescence, fruit, and trunks of mango trees. *Scirtothrips dorsalis* has the most significant effect in the Tainan area because it creates rough scars on the mango that affects the commercial value of the fruit. *Oligonychus mangiferus* damages mainly the foliage of the mango plant. *Chlumetia transversa* injures the shoot and florescence of the mango plant. *Bactrocera dorsalis* damages the fruit of the tree. Mango production and marketing in Tainan are aimed at both domestic and export markets. The export of Irwin mangos has been increasing yearly, with Japan as the primary purchaser, followed by Korea. Of all of the Townships in Taiwan, the Nan Hua Township supplies the most Irwin mangos for export.

Key words: Mango, Pest, Production and marketing, Tainan district.

1. Respectively, Assistant Scientist, Assistant Scientist, Assistant Scientist, and Senior Scientist and Chief, Division of Crop Environment, Tainan District Agriculture Research and Extension Station, Tainan, Taiwan, ROC.
2. Associate Scientist, Division of Crop Improvement, Tainan District Agriculture Research and Extension Station, Tainan, Taiwan, ROC.
3. Farming instructor, Nan Hua Farmer's Association, Tainan, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: mylin@mail.tndais.gov.tw; Fax: (06)5912908

表 1. 台南縣南化農會近年檬果之產銷概況

Table 1. The general situation of the production and marketing of mango at Nan-hua Farmer‘s Association, Tainan County

Year	The amount of the marketing mango (Kg)		
	Domestic	Export	Irwin mango
91	6,230,392	-	-
92	7,000,000	800,000	-
93	6,900,000	400,000	-
94	3,922,812	278,000	-
95	4,356,002	391,877	-
96	3,861,702	592,163	-
97	2,214,900	732,858	273,827
98	2,074,124	511,642	334,931
99	-	-	158,491



圖 1. 受小黃薊馬嚴重為害的檬果幼果。

Fig. 1. The fruit of mango that damage seriously by thrips, *Scirtothrips dorsalis*.

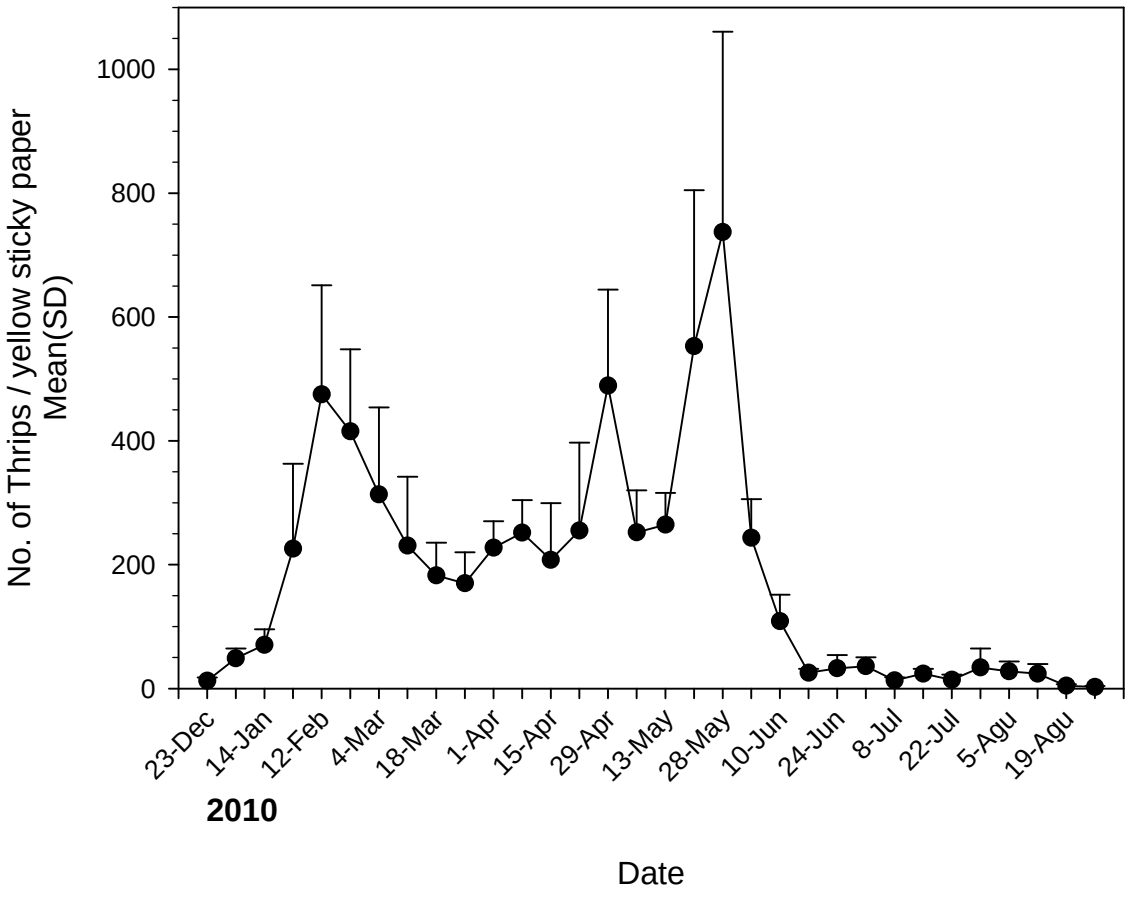


圖 2. 小黃薊馬於台南玉井愛文檬果園之族群變動。

Fig. 2. The fluctuation of *Scirtothrips dorsalis* in Irwin mango orchard at Yujen, Tainan County.



圖 3. 檬果葉片上檬果葉蝴的族群。

Fig. 3. The population of mango red spider mite, *Oligonychus mangiferus* on the leaf of mango.

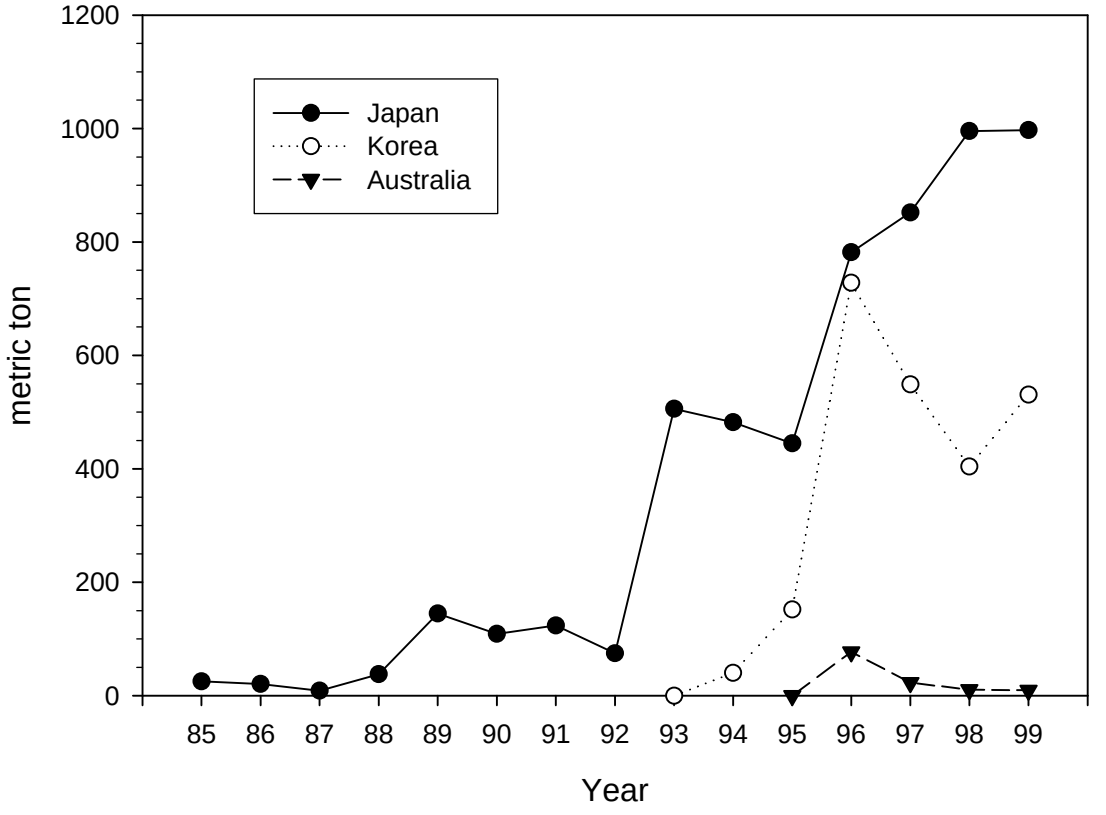


圖 4. 愛文檬果歷年來外銷數量。
Fig. 4. The export amount of Irwin mango over the years.

檬果主要害蟲之族群消長與氣候因子關係

溫宏治[1,3] 吳文哲[2]

摘要

檬果主要害蟲有檬果褐葉蟬 (*Idioscopus nitidulus*)、檬果綠葉蟬 (*I. clypealis*)、薊馬類 (thrips)、檬果木蝨 (*Microceropsylla nigra*)、東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*)、檬果葉蟎 (*Oligonychus mangiferus*) 及檬果癭蚋 (*Procontarinia mangicola*)。檬果褐葉蟬全年均會發生，其族群消長由 2 月開花期逐漸增加，至 3 月中旬達最高峰， 4 月中旬便逐漸減少，其間高峰期之氣候乾燥，溫度介於 21℃ 與 26℃ 間。檬果綠葉蟬族群密度於開花期 (1~4 月) 最高，其族群消長受氣候影響因素中以溫度因子最大。檬果木蝨之族群發生密度除與檬果新梢之生長有關外，也受溫度之影響，5~7 月為其發生最高峰期。檬果薊馬類害蟲中，腹鉤薊馬 (*Rhipiphorothrips cruentatus*) 發生於 8 月至次年 1 月間，小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis*) 全年均會發生，花薊馬 (*Thrips hawaiiensis*) 僅發生於 1~3 月之開花期，降雨量大可顯著降下彼等薊馬之族群密度，其中對腹鉤薊馬之影響最大，小黃薊馬影響較小，而溫度升高對小黃薊馬之繁殖潛能有增加之趨勢。檬果園內東方果實蠅之族群變動之季節指數於 4~6 月之結果期間較高，1~3 月之開花期次之，7~9 月新梢期大幅降低，10~12 月越冬期最低，於開花期間其族群密度與溫度成正相關。檬果葉蟎之族群密度於 2~6 月及 10~12 月為最高峰，時值氣候溫暖乾燥。檬果癭蚋之族群密度於 9~10 月新梢期最高，此期間氣候溫暖。

關鍵詞：檬果害蟲、氣候因子、族群消長。

前言

檬果 (*Mangifera indica* L.) 俗稱檨仔，屬於漆科 (Anacardiaceae)，原產於熱帶地區，台灣栽種已有 300 多年歷史。政府自民國 43 年陸續由美國引進優良品種，如愛文、海頓、吉祿、凱特和肯特，由於其品質優良，深受國人喜愛，栽種面積急速增加，至今依據 97 年農業年報統計台灣栽培面積有 18,022 公頃，主要產地分佈在嘉南、高屏及台東地區 (未具名, 2009)。由於台灣屬熱帶海島型氣候，冬季乾

1. 國立台灣大學植物醫學研究中心特約研究員。台灣 台北市。
2. 國立台灣大學昆蟲系教授兼植物醫學研究中心主任。台灣 台北市。
3. 通訊作者，電子郵件：Wenhc422@ntu.edu.tw；傳真機：(02)33669617。

旱，極適宜病蟲之滋長，是故檬果之病蟲害種類很多，加上近年來入侵者有檬果癭蚋 (*Procontarinia mangicola* (Shi)) (陳及張, 2003; Shi, 1980)，新為害紀錄者有二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida)) (石等, 2009; 石等, 2010)，致檬果的害蟲迄今在台灣有紀錄者共有 6 目 23 科 62 屬 86 種，害蟎 3 種，合計 89 種 (蔡, 1961; 李, 1988; 呂, 1993; 翁等, 1999; 王, 2002; 羅, 2006; 王及徐, 2007; Sohi, 1990)，其中以檬果葉蟬類、木蝨、薊馬類及東方果實蠅為害較為嚴重，有關檬果害蟲之發生與氣候因子關係的研究較少，而通常氣象因子對農作物栽培影響甚大，而蟲害也直接、間接受其影響 (郭及楊, 1981; 曾等, 1986; 唐及徐, 2007)。尤其近年來疑是地球暖化，微氣候之變化，可能改變昆蟲之生活習性，如檬果上之葉蟬及小黃薊馬有加劇危害情形，檬果葉蟎也有浮現情形 (何, 2004; 林及陳, 2007)，最近筆者等也發現另有一種薊馬也會為害檬果果實，傷害情形不亞於小黃薊馬，凡此均值得探討彼等害蟲之發生與氣候之關係。本報告乃收集以往已發表之檬果害蟲消長與氣候資料，及最近在東方果實蠅族群發生與氣候因子相關調查結果，連結整合作為田間害蟲發生與氣候變遷生態基本資料，俾能提高害蟲之綜合防治效果。

檬果主要害蟲之族群消長與氣候關係

檬果主要害蟲發生種類，可依檬果樹之生育期分為：1. 開花期 (1~4 月) 有檬果葉蟬類、薊馬類；2. 結果初期 (4~5 月) 有小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood)；3. 果實發育期 (5~7 月) 有東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel))；4. 新梢期 (8~10 月) 有檬果木蝨 (*Microceropsylla nigra* (Crawford))、檬果螟蛾 (*Chlumetia transversa* Walker)、腹鉤薊馬 (*Rhipiphorothrips cruentatus* Hood) 及檬果癭蚋 (*P. mangicola* (Shi))；5. 休眠期 (11~12 月) 有葉蟎類 (溫, 1999, 2001)。而檬果各種害蟲之族群消長與檬果不同生育及各氣候因子均有關係，分別敘述如下：

一、檬果褐葉蟬

檬果褐葉蟬 (*Idioscopus nitidulus* (Walker, 1870)) 亦稱頭巾葉蟬，為檬果花期主要害蟲，在花穗上吸食汁液，造成花穗枯萎、花蕾脫落，影響結果甚大。1976 年 8 月至 1977 年 7 月，每隔 2 週在鳳山分所檬果園地實地調查，發現檬果褐葉蟬無嚴格越冬現象，在檬果生育期有嫩葉即可產卵繁殖，無嫩葉時僅可發現其成蟲，加以檬果新梢萌發參差不齊，故在台灣南部終年見其蟲卵、若蟲及成蟲，至開花期其可大量產卵於花梗、花柄上，故發生密度由 2 月逐漸增加，至 3 月中旬達最高峰，4 月中旬逐漸減少，5 月後檬果進入結果期，又逢梅雨季節，因而密度急遽下降 (陳及張, 1972, 1988)。

影響檬果褐葉蟬族群密度因子除檬果樹品種及發育期之不同外，亦受天敵 (卵寄生蜂、草蛉等捕食性動物) 及氣候因子中如溫度是重要影響因素，其中開花期溫度介於 21℃至 26℃ 之間，並隨著溫度之升高，其族群密度似有增加之趨勢 (溫及李, 1978, 1980; 溫, 1999, 2000, 2001; Palo & Garcia, 1936)。

二、檬果綠葉蟬

綠葉蟬 (*I. clypealis* (Lethierry, 1889)) 又稱龍眼葉蟬，寄主植物除檬果外，尚有龍眼，其為害方式與檬果褐葉蟬相似，其田間族群密度與檬果褐葉蟬一樣，同受檬果品種與植株大小所影響，其中綠葉蟬在本地種檬果的族群量較大，同時其族群也受鄰近寄主植物如龍眼之影響 (溫, 2000)。2000 年至 2004 年，利用黃色黏紙於鳳山分所檬果園偵測綠葉蟬族群密度結果，於開花期 (1~4 月) 密度最高，開花期同時以葉蟬族群密度與溫度、雨量及相對濕度三因子進行複迴歸分析，其間相關性 (r^2 = 0.8517, P = 0.0026)，用路徑分析變數因子之貢獻率，以溫度影響最大，雨量與相對濕度影響較小，其因乃檬果開花期長，前後溫差大，且雨量較少，相對濕度變化不大，故溫度成為關鍵因素 (溫及劉, 2006)。

三、檬果木蝨

檬果木蝨 (*M. nigra*) 為檬果新葉主要害蟲，成蟲產卵於表皮葉肉內，卵孵化後若蟲吸食葉液，致使葉片枯萎，並分泌蜜露誘發煤病，影響樹體發育。1977 年 6 月至 1978 年 6 月，於鳳山分所檬果園調查木蝨之族群密度結果，發現其族群消長與檬果新梢之生長有密切關係，檬果樹通常於 4~12 月會抽新梢，有時同一植株一年抽梢 3 至 4 次，而木蝨在 4~12 月發生的情形與檬果抽梢有密切關係，其因乃木蝨必須產卵於初長之新葉上。檬果木蝨每年有兩次高峰，第一次在 5~7 月，第二次在 10 月至次年 1 月間，尤以 7 月最高雨量之多寡和木蝨之發生消長似無顯著關係，因而雨量影響木蝨之族群不大，其因可能檬果新葉大且下垂，木蝨棲息葉背有受保護之作用，故期間木蝨反而隨溫度之升高有增加之趨勢 (溫及李, 1980)。

四、檬果薊馬類

於台灣為害檬果薊馬種類至少有 5 種，其中以小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis*)、花薊馬 (*Thrips hawaiiensis* (Morgan)) 及腹鉤薊馬 (*R. cruentatus*) 發生最為普遍，三蟲之為害時期、部位均不相同。1979 年 4 月至 1981 年 4 月分別在鳳山分所與玉井地區調查檬果薊馬類之發生消長情形，三種薊馬以小黃薊馬發生最多，幾乎全年均有出現，無論在生育期 7~12 月，花期 1~2 月或 3 月，結果期 3~6 月均可見其蹤跡；腹鉤薊馬發生於生育期，結果期較少；花薊馬僅發生於花期。進一步比較當年鳳山與玉井兩地區之降雨量，第 1 年 4~12 月鳳山地區降雨量 1383.2 公厘，玉井地區則為 2134.4 公厘，腹鉤薊馬在玉井無發現，鳳山僅少量發生，第 2 年兩地區降雨量均降低，分別為 524 公厘及 1246.5 公厘，腹鉤薊馬因而在鳳山地區發生較多，玉井則少量發生。小黃薊馬則受雨量影響程度較低，即使大雨密度下降，1~2 月後又恢復其族群。另在內在增殖力之研究中，由 20 至 30℃ 間之世代增殖率由 7.4 倍增至 10.5 倍，世代時間由 34.4 日縮短為 17.8 日，證實溫度影響其甚大 (張及李, 2009a)。另 2008 年小黃薊馬在數種果樹服務診斷案件突然增加甚多 (圖 1)，分析當年氣候乃年初氣溫偏低，5 月梅雨不明顯，下雨集中

於 6~7 月間，且有暖冬現象，氣候持續乾燥高溫有利於小黃薊馬繁殖肆虐。張及李於 2009 年調查小黃薊馬於印度棗園之族群變動中，得知小黃薊馬之發生量與當地溫度、雨量均有相互關係，與溫度相關性 0.5，與雨量相關性為 0.3，顯示溫度因子對小黃薊馬之影響大於雨量因子 (張及李, 2009b)。另邱等 (1991) 在台南、屏東地區調查白柚等 4 種芸香科上小黃薊馬之族群消長，發現 8~12 月間其族群最高，推測小黃薊馬喜食植株之嫩葉及幼果，期間正逢嫩葉及幼果期，至 1 月時溫度下降其族群量減少，故其發生與植物生長及溫度均有密切關係。陳 (1984) 於茶樹調查小黃薊馬之發生消長情形也非常相似，主要受溫度與雨量所影響。

五、東方果實蠅

東方果實蠅 (*B. dorsalis*) 為台灣經濟果樹重要害蟲，而且為許多果品外銷檢疫害蟲，由於其飛行能力強，故其族群密度受氣候、水果產期及面積影響 (溫, 1999)。於 2005 年至 2009 年於鳳山分所二區檬果園，一區有管理，另一區無管理，分別均放置黃色黏板定期計算誘蟲數，累積 5 年數據，加予換算族群變動，結果東方果實蠅於檬果園內之族群變動，有管理區之檬果園內其密度由 4 月開花期上升，6 月達最高峰，而此時正值檬果果實發育期，可能是果實之香味誘引東方果實蠅來此活動或準備產卵，7 月後逐漸下降，其族群變動幅度大 (圖 2)；而無管理區之檬果園之族群波動變化較少，開花期 (2-4 月) 密度最高 (圖 3)，此期一併了解瓜實蠅於園中之活動情形，檬果雖非瓜實蠅的寄主，但其在無管理之檬果園活動也頻繁，可能飛來取食花蜜或葉蟬、木蝨所分泌的蜜露，東方果實蠅也有相同習性，故開花期其於果園之密度也高，結果期 (5~7 月) 次之。分析各生長期東方果實蠅之族群與氣候因子關係中 (圖 4)，於開花期果實蠅之族群密度與溫度間較有關係 (y = 24.62x - 240.03, r^2 = 0.4521)，新梢期則與雨量較有關係 (y = -0.52x + 622.3, r^2 = 0.4226)。分析檬果各生長期氣象因子中僅開花期之溫度與東方果實蠅族群消長較為密切，且期間因正值乾旱，雨量與濕度變化不大，更突顯溫度影響大，至結果期雖逢雨季，但東方果實蠅族群密度不因下雨而降低，反而有增加趨勢，推斷當時雨量因子對其族群密度影響不大，故東方果實蠅之族群密度於檬果結果期偏高，此與李 (1988) 在柑橘園研究結果相同。李等 (2010) 研究東方果實蠅與氣候關係中，在 26 至 30^{o}C 間溫度愈高其密度越高，在濕度 60 至 80% 間相對濕度愈小，其發生量越大，每月降雨量在 100~150 mm 間有利其增長。另溫度變化對其族群介量影響亦大 (劉等, 1985)。

六、其他害蟲之族群消長與氣候關係

一般植物葉蟎類發生於乾燥、溫暖氣候為多 (羅, 2006)，而檬果的葉蟎類近年來崛起，可能與地球溫暖化有關。為害檬果之葉蟎以檬果葉蟎 (*Oligonychus mangiferus* (Rahman & Sapra)) 為主，通常於本地種檬果發生較多，其成蟎及若蟎均在葉面吸食，招致葉片枯黃。依據台南改良場林及陳 (2009) 之報告，檬果葉蟎之族群密度於 2~6 月及 10~12 月為其高峰期，期間氣候屬於溫暖乾燥 (何, 2004;

林及陳, 2007)。最近幾年梅雨減少，暖冬情形明顯，可能為造成葉蟎增加之原因。林及陳 (2007) 以愛文檬果飼育此蟎發現其平均世代所需時間，可由 21℃ 之 25.9 日縮短為 29℃ 之 13.9 日，又陳等 (2009) 同樣以土檬果飼育本蟎結果，20℃ 時之總發育期須 19.7 日，30℃ 時縮短為 7.8 日，可見溫度影響其發育甚大。檬果癭蚋係 2000 年入侵台灣，為檬果新梢及幼葉重要害蟲，幼蟲蛀食葉肉成癭狀如炭疽病。日人也同時在琉球發現此蟲為害當地檬果，為害徵狀相同 (Nami *et al.*, 2002)。又陳及張 (2003) 之報告，檬果癭蚋之族群密度於 9~10 月新梢期最高，期間屬溫暖氣候，加上檬果樹大量抽梢有利其產卵繁殖。中國大陸有 3 種寄生蜂寄生於檬果癭蚋的紀錄 (許等, 1999)，台灣是否存在及影響族群，尚待調查。總之，二蟲之發生除與檬果發育期有關外，溫度亦影響其族群密度。

結論

由於近年來地球溫暖化現象已逐漸明顯，溫度微升對部份檬果害蟲為害有加劇情形，由此次分析各檬果害蟲之年發生消長與氣候關係 (表 1)，的確部份害蟲猖獗與氣候改變有關。在適溫範圍內，溫度略升，氣候乾旱下，檬果害蟲如葉蟬類、薊馬類、檬果木蝨、東方果實蠅及檬果葉蟎等之族群量會增加或延長為害時間，致作物受創嚴重，無形中增加防治費用。將來如何在逆境中使作物免於蟲害，或許可從農作上稍為改變彼等害蟲之周遭環境，即是改變微氣候使害蟲生存不利，例如檬果園採草生栽培，可降低土溫，保持土壤濕度，改善土壤通氣結構，有益植株生長，提高抗蟲能力，並有利天敵之存活，發揮其生物防治功能。旱季果園改以噴灌，除了可降溫外，且可直接擊落葉片上之害蟲如薊馬、葉蟎等，大幅減少其族群密度。

誌謝

本文的部分研究承蒙行政院農業委員會 5 年公務氣象經費補助，特予致謝。鳳山分所胡登淵先生、黃益美小姐、陳慈善小姐及洪瑞蘭小姐協助參與，並承植醫中心吳明真小姐整理資料一併致上衷心謝忱。

引用文獻

王清玲。2002。臺灣薊馬生態與種類。行政院農業委員會農業試驗所特刊 99: 39-41。

王清玲、徐孟愉。2007。農園植物重要薊馬。行政院農業委員會農業試驗所特刊第 131 號。155 頁。

未具名。2009。臺灣農業統計年報。第 101 頁。行政院農業委員會出版。

石憲宗、范姜俊承、林鳳琪、邱一中、王清玲。2009。臺灣檬果之新記錄害蟲─二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida,1913) (半翅目：角蟬總科：葉蟬科：小葉蟬亞科)。台灣昆蟲 29: 354。

石憲宗、林鳳琪、王清玲、邱一中。2010。檬果葉蟬生態與防治。農業試驗所技術服務 82：14-18。

李文蓉。1988。東方果實蠅之防治。果樹害蟲綜合防治研討會專刊。第 51-60 頁。臺灣省政府農林廳編印。

李錫山。1988。檬果主要害蟲之發生與防治。中華昆蟲特刊 (果樹害蟲綜合防治研討會) 2: 71-79。

李錫山、溫宏治。1980。檬果木蝨週年消長調查及其防治試驗。中華農業研究 29: 219-224。

李錫山、溫宏治。1982。檬果薊馬類發生消長與為害調查及防治試驗。植保會刊 24: 179-187。

李鴻均、劉浩強、姚延山、胡學華、冉春、雷慧德、黃良爐、張萍。2010。桔小實蠅發生期及發生量預測模式研究。果樹學報 27: 275-280。

何琦琛。2004。荔枝葉蠣 (*Oligonychus litchii*) 在台灣成為重要農業害蠣。植保會刊 46: 299-302。

呂鳳鳴。1993。臺灣薊馬種類及其寄主植物名錄。行政院農委員會出版。121 頁。

林明瑩、陳昇寬。2007。台南地區檬果葉蠣之發生與防治。植保會刊 49: 361-362。

林明瑩、陳昇寬。2009。溫度依變下檬果葉蠣在愛文檬果上之生活史。台灣昆蟲 29: 338。

邱煇宗、沈秀美、吳美雲。1991。南台灣柑橘園薊馬類之發生消長及其為害。中華昆蟲 11: 310-316。

唐崎、徐森雄。2007。台灣南部地區農業氣象環境與猜災害發生潛勢。作物、環境、生物資訊 4: 11-22。

翁振宇、陳淑佩、周樑鎰。1999。臺灣常見介殼蟲圖鑑。行政院農業委員會農業試驗所特刊第 89 號。98 頁。

郭文鑠、楊之遠。1981。台灣地區農業氣候區域之劃分。氣象學報 27: 16-28。

陳文雄、張松壽。1972。檬果浮塵子之生態研究。臺灣省臺南區農業改良場編印 。18 頁。

陳文雄、張煥英。1988。檬果葉蟬之防治改進試驗。中華昆蟲 8: 193。

陳文雄、張煥英。2003。芒果癭蚊。檬果保護。植物保護圖鑑系列。第 62-67 頁。行政院農委會動植物防疫檢疫局出版。

陳文華、周志偉、林家華。2009。不同定溫下檬果葉蠣 (*Oligonychus mangiferus* (Rahman et Punjab)) 在土檬果之生活史。98 年植物保護學會年會論文宣讀 (EN-13) p. 15。

陳惠藏。1984。茶黃薊馬生態觀察。臺灣茶葉研究彙報 3: 5-14。

許再福、李雪英、右德就。1999。芒果癭蚊的三種寄生蜂。昆蟲天敵 21: 170-173。

曾文炳、朱鈞、楊之遠。氣象因素對台灣地區農作物安全栽培期限之影響。氣象學報 32: 109-119。

張萃瑛、李燕姿。2009a。不同溫度下小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis dorsalis* Hood) (纓翅目：薊馬科) 於檬果上之生命表。98 年植物保護學會年會論文宣讀 (EN-14) p. 16。

張萃瑛、李燕姿。2009b。小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis dorsalis* Hood) (纓翅目：薊馬科) 於印度棗園之分布、族群變動與最適採樣數之估測。 98 年植物保護學會年會論文宣讀 (EN-19) p. 21。

溫宏治。1999。檬果蟲害之發生與防治。第 83-97 頁。檬果綜合管理。台灣省農業藥物毒物試驗所編印。

溫宏治。2000。兩種檬果葉蟬之田間分布與藥劑防治。中華農業研究 49: 61-67。

溫宏治。2001。影響二種檬果葉蟬田間族群因子探討。中華昆蟲 21: 424-425。

溫宏治、李錫山。1978。檬果褐浮塵子之生態觀察及防治試驗。中華農業研究 27: 47-52。

溫宏治、李錫山。1980。檬果褐葉蟬之產卵與卵寄生蜂調查。中華農業研究 29: 245-250。

溫宏治、劉政道。2006。檬果綠葉蟬之發生消長與氣候因子關係。台灣農業研究 55: 53-62。

劉玉章、齊心、陳雪惠。1985。溫度與食物對東方果實蠅族群介量之影響。中華昆蟲 5: 1-10。

蔡致謨。1961。檬果害蟲之研究。植保會刊 3: 113-116。

羅幹成。2006。台灣農業害蟎圖說。行政院農業委員會農業試驗所特刊第 116 號。216 頁。

Nami, U., K. Futoshi, T. Makoto, and Y. Jurichi. 2002. A mango pest *Procontarinia mangicola* (Shi) comb. nov. (Diptera: Cecidomyiidae), recently found in Okinawa, Japan. Appl. Entomol. Zool. 37: 589-593.

Palo, M. A., and C. E. Garcia. 1936. Further studies on the control of leaf hopper and top-borers on mango inflorescence. Philipp. J. Agric. 6: 425-464.

Shi, D. S. 1980. A new species of gall midge affecting young leaf of mango (Diptera: Cedidomtiidae). Entomotaxonomia 2: 131-134.

Sohi, A. S. 1990. Mango leafhopper (Homoptera: Cicadellidae)- A review. J. Insect Sci. 3: 1-12.

Relationship between population occurrence of mango insect pests and climate factors

Hung-Chich Wen[1,2], and Wen-Jer Wu[1]

Abstract

The major pests associated with mangos in Taiwan are mango brown leafhoppers (*Idioscopus niveosparsus*), mango green leafhoppers (*I. clypealis*), thrips, mango psyllids (*Microceropsylla nigra*), oriental fruit flies (*Bactrocera dorsalis*), mango spider mites (*Oligonychus mangiferus*) and mango gall midges (*Procontarinia mangicola*). The population of brown leafhoppers generally increases as mango begin blossoming in February, gradually reaching a peak in mid-March. The population usually decreases during mid-April, which corresponds to the mid-point of the dry season when temperatures range between 21°C and 26°C. The population of the mango green leafhopper is closely associated with temperature during the mango blossoming stage, which typically lasts for one to four months. The population growth of mango psyllids is also related to temperature, usually peaking between May and July. The population of grapevine thrips (*Rhipiphorothrips cruentatus*) and flower thrips (*Thrips hawaiiensis*) is inversely related to precipitation. The population of chili thrips (*Scirtothrips dorsalis*) increases with increases in temperature. Population fluctuations among oriental fruit flies is positively correlated with temperature. This corresponds to the blossoming stage of mangos between January and March, as the population of fruit flies tends to increase dramatically between April and June, but decreases substantially between the months of July and September. Fruit fly population levels are lowest between October and December. The population density of mango spider mites increases during dry, warm weather. The population of mango spider mites tends to peak between February and June, with another jump between October and December. The population of mango gall midges typically peaks between September and October.

Key words: Mango tree, Mango insect pests, Occurrence, Climate factors.

1. Respectively, Special researcher, Professor and Director of Research Center for Plant Medicine, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.
2. Corresponding author, e-mail: wenhc422@ntu.edu.tw; Fax: (02)33669617.

表 1. 歷年檬果主要害蟲發生高峰期與主要影響氣候因子

Table 1. The peak stage of major mango insect pests and affected climate factors

Pests	Peak stage (month)	Climate factors	References
Mango brown leafhopper	Feb.-Apr.	Temp.	Wen & Lee, 1978
Green leafhopper	Jan.-Apr.	Temp.	Wen & Liou, 2006
Mango psyllid	May-Jul.	Temp.	Lee & Wen, 1980
Grape vine thrips	Aug.-Jan.	Temp. and Rainfall	Lee & Wen, 1982
Chilli thrips	Mar.-May and Aug.-Nov.	Temp. and Rainfall	Lee & Wen, 1982
Flower thrips	Jan.-Mar.	Temp.	Lee & Wen, 1982
Oriental fruit fly	Apr.-Jun.	Temp. and Rainfall	Lee, 1988
Mango gall midge	Sep.-Oct.	Temp.	Shi, 1980
Mango spider mite	Feb.-Jun. and Oct.-Dec.	Temp. and Rainfall	Lin & Chen, 2007

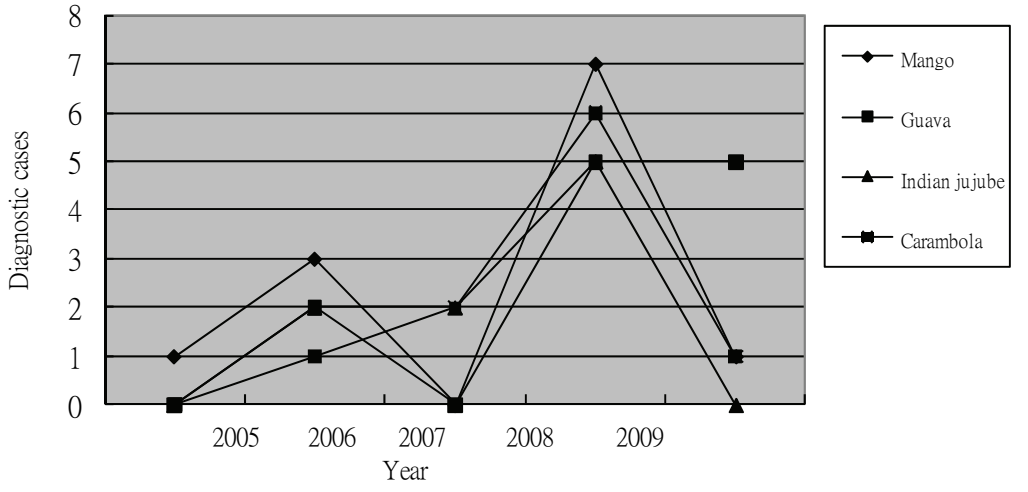


圖 1. 果樹小黃薊馬之診斷件數 (鳳山, 2005-2009 年)。

Fig. 1. The diagnostic cases of chilli thrips on the fruit tree at Fengshan from 2005 to 2009.

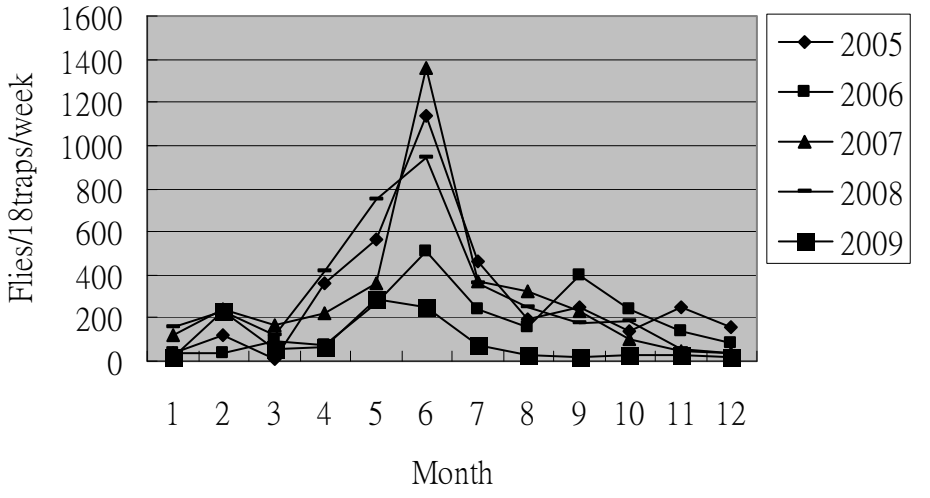


圖 2. 有管理的檬果園內東方果實蠅週年族群變動 (2005-2009 年)。
Fig. 2. Population dynamics of oriental fruit flies in manageable mango orchard in Fengshan area from 2005 to 2009.

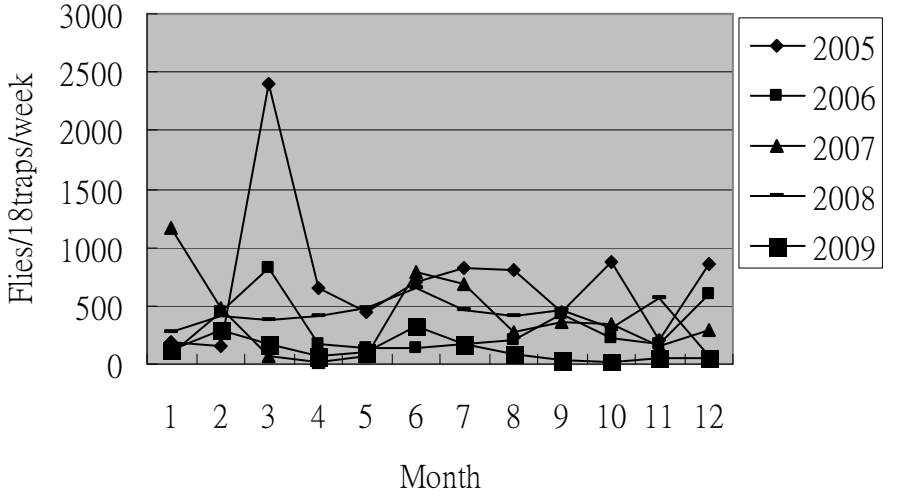


圖 3. 無管理的檬果園內東方果實蠅週年族群變動 (2005-2009 年)。
Fig. 3. Population dynamics of oriental fruit flies in unmanageable mango orchard in Fengshan area from 2005 to 2009.

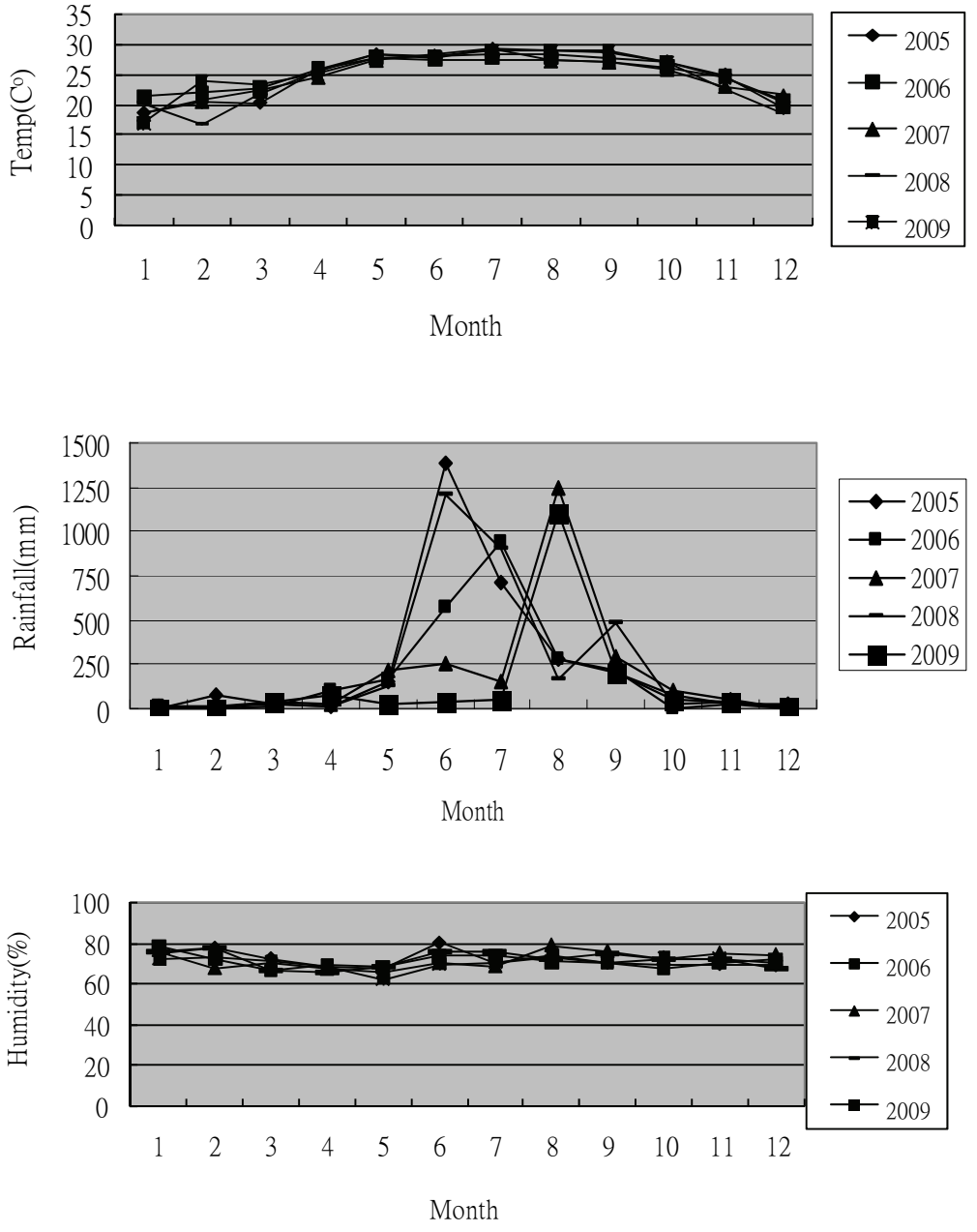


圖 4. 鳳山地區溫度、雨量、及相對濕度等氣候因子之變化情形 (2005-2009 年)。
Fig. 4. Changes of climate factors including temperature, rainfall and relative humility at Fengshan, Kaoshiung, Taiwan from 2005 through 2009.

全球檬果葉蟬之生態與管理

石憲宗[1,2] 邱一中[1] 林鳳琪[1] 王清玲[1]

摘要

全球被記錄為檬果主要或次要害蟲的葉蟬，約有 7 亞科 27 種，其中檬果褐葉蟬 (*Idioscopus nitidulus* (Walker))、檬果綠葉蟬 (*I. clypealis* (Leth.))、擬檬果綠葉蟬 (*I. nagpurensis* (Pruthi)) 及檬果長突葉蟬 (*Amritodus atkinsoni* (Leth.)) 為東方區及澳洲區的主要害蟲；東方隱脈葉蟬 (*Sophonia orientalis* (Matsumura)) 與二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida)) 則分別為夏威夷及台灣具為害風險的害蟲。本文針對不同取食習性檬果葉蟬的資料進行分析，期望未來也可對檬果害蟲管理提供有用的資料。

關鍵詞：檬果葉蟬、片角葉蟬亞科、小葉蟬亞科、橫脊葉蟬亞科、生態、管理。

前言

檬果 (*Mangifera indica*) 原產於印度-緬甸地區 (Indo-Burma region) (Viraktamath, 1989)，在印度的栽培史已超過 6 千年 (Veeresh, 1988)，為熱帶與亞熱帶國家的重要經濟果樹。根據 FAO 的紀錄，全球生產檬果的國家已超過 92 個，其中檬果栽培面積最大的國家為印度，佔全球的 43.36% (Fivaz, 2009)，此可說明全球約有 90% 的檬果有害生物相關報告是來自印度 (Veeresh, 1988)。

目前全球所知可危害檬果的害蟲與害蟎約有 260 種 (Pena *et al*., 1998)，歸納各國報告，各國檬果重要害蟲的發生種類及其為害程度，明顯受到害蟲地理分布與氣候條件限制，其中具經濟重要性的分類群 (taxon)，包括纓翅目薊馬科，半翅目葉蟬科、木蝨科、蚜蟲科、粉蝨科與介殼蟲總科，鱗翅目夜蛾科與毒蛾科，鞘翅目象鼻蟲科，雙翅目果實蠅科與癭蠅科等。將此些害蟲的取食方式及為害部位進一步歸納，可區分為 1. 咀嚼式口器害蟲：可取食葉片者，如金龜子科成蟲、毒蛾科幼蟲、檬果癭蠅幼蟲；可鑽食嫩莖者，如夜蛾科幼蟲；可蛀食樹幹者，如小蠹蟲亞科的幼蟲與成蟲；可蛀食果實者，包括果實蠅科幼蟲與檬果果實象鼻蟲；可蛀食種子

1. 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組助理研究員、聘用助理研究員、副研究員及研究員兼組長。台灣 台中縣 霧峰鄉。
2. 通訊作者，電子郵件：htshih@tari.gov.tw；傳真機：(04)23317600。

者，如檬果種子象鼻蟲；2. 銼吸式口器害蟲：如小黃薊馬與西方花薊馬等錐尾亞目薊馬科的幼蟲與成蟲，可銼食檬果嫩葉、花器與幼果；3. 刺吸式口器害蟲：如半翅目的葉蟬、木蝨、蚜蟲、粉蝨與介殼蟲之若蟲與成蟲，可直接吸食檬果嫩葉、葉芽、枝條、花器、果實的汁液；肛門所排出的尿液，掉落在檬果各部位，將引發真菌孢子發芽所形成的煤煙病，間接造成檬果產量與品質的經濟損失。

農友在防治上述各類檬果害蟲的過程，對為害徵狀明顯者 (如鞘翅目金龜子科、鱗翅目毒蛾科與雙翅目果實蠅科)，尚能藉由觀察，推估害蟲發生時機。但對棲所隱匿性高 (如藏匿於花器、未展開新芽、葉背、樹幹內部或縫隙的害蟲)、世代 (生活史) 短、繁殖力強的薊馬、粉蝨、介殼蟲與葉蟬等害蟲，常因發生初期密度不高、為害徵狀不明顯，進而錯過適當防治時機，一旦檬果受害徵狀明顯時，害蟲密度多已超過為害水平，此時即便施以化學藥劑緊急防治，也無法改善檬果的產量與品質。

本文將針對檬果葉蟬 (mango leafhoppers) 這類發生在檬果葉部與花期之重要害蟲，回顧各國之重要研究報告。根據作者統計，全球迄今可取食檬果的葉蟬，累計為 7 亞科 27 種，這些種類僅分布於亞洲、澳洲與大洋洲，其中具經濟重要性者約為 20 種 (Pena *et al*., 1998; Aguin-Pombo *et al*., 2007; 石等, 2010)。至於美、非兩洲的檬果生產大國，如墨西哥 (栽培面積位居全球第 4 名)、奈及利亞 (第 7 名)、巴西 (第 9 名) 與南非 (第 10 名) (Fivaz, 2009) 等國，尚無資料顯示其境內具有檬果葉蟬為害，但這些國家的檬果產業都有重要檢疫害蟲的發生，如種子類象鼻蟲、西方花薊馬、檬果粉介殼蟲及其他果實蠅等 (Bokonon-Ganta *et al*., 2002; Haji *et al*., 2004; Fivaz, 2009)。

本文內容包括作者等人整理、歸納與分析全球重要檬果葉蟬之相關資料，同時融入第一作者對葉蟬分類研究、生態調查與整合防治的見解，針對不同取食習性的檬果葉蟬，提出或可適用於台灣的檬果葉蟬整合防治看法，以提供產 (農友)、官 (農政單位)、學 (農業試驗改良場所或植物保護相關領域的研究人員) 界擬定檬果產銷與有害生物管理策略時，有可資參考的研究報告。本文最終目的與本研討會舉辦宗旨是一致的，我們期待台灣檬果產業的內、外銷市場，在政府與農友的持續努力之下，可以生產具有食用安全無虞、品質優良、價格穩定的台灣特色商品，如此方能擺脫生產成本低廉且產期一致等檬果生產國的產銷競爭，以創造農友與消費者雙贏的檬果永續產業。

葉蟬的寄主植物 (host plants) 與食料植物 (food plants)

葉蟬科 (Cicadellidae) 昆蟲，中文俗稱為葉蟬、浮塵子，英文俗稱為 leafhoppers。由於成蟲或若蟲均善於跳躍，台灣農友將其稱為「跳仔」。葉蟬科的生活環 (life cycle) 包括卵期、若蟲期 (具有 5 個齡期) 及成蟲期，無論是若蟲或成

蟲，均以刺吸式口器吸食植物汁液。

葉蟬科所有成員，皆為植食性昆蟲 (phytophagous insects; herbivorous insects)，舉凡維持個體發育、生存或繁衍後代所需之營養來源，皆來自於植物，故與植物的關係非常密切，使得葉蟬對其吸食所獲取的植物汁液，具有不同的利用方式。例如，某些植物汁液所含有的胺基酸，為葉蟬繁殖過程所需要的必要成份；某些植物所含有的無機塩或植物次級代謝產物，為葉蟬體內共生菌所需要的必要成份，這些是植物、葉蟬、葉蟬體內共生菌經過長期共同演化的適應結果。因此，葉蟬利用植物的方式，為農業上管理具經濟重要性葉蟬的重要參考依據。

Oman (1949) 將葉蟬取食的植物，區分為寄主植物及食料植物，「寄主植物」是指葉蟬的每個世代都可在此植物上完成整個生活環，包括成蟲可在其上取食與產卵，且孵化後的若蟲，同樣可在此植物上取食，並發育為成蟲；「食料植物」僅能維持成蟲或若蟲生存所需的養份，卻無法提供成蟲繁殖所需的必要養份，因此葉蟬無法在食料植物上完成完整的生活史。事實上，Oman (1949) 的定義，可作為研究刺吸式植食性昆蟲的生物學、取食行為、發生生態與防治管理的基礎理論，僅需適度修正此定義，即可運用於所有的半翅目植食性昆蟲。

葉蟬的取食習性 (feeding habits) 與寄主範圍 (host range)

葉蟬獲取植物汁液的來源部位，包括木質部導管、韌皮部篩管、葉肉細胞之其中一處，學者據此將葉蟬的取食習性區分為木質部取食者 (xylem feeders)、韌皮部取食者 (phloem feeders) 與葉肉細胞取食者 (mesophyll feeders)。事實上，葉蟬的取食習性，除了決定葉蟬取食與危害作物的部位，更是影響葉蟬寄主植物的範圍，如木質部取食者，一般僅能吸食木質部汁液的水份與無機塩，通常其寄主範圍相對較為廣泛，也使得絕多數的這類昆蟲，屬於多食性昆蟲 (polyphagous insects)；韌皮部取食者從韌皮部汁液中，可獲得較大量的碳水化合物及其他植物次級代謝產物，其寄主範圍相對較窄，多為寡食性昆蟲 (oligophagous insects)；至於葉肉細胞取食者，則以細胞內含物為食源，依其內含物組成份與葉蟬細胞內共生物的利用與代謝效率，決定其寄主範圍，通常此類昆蟲的寄主範圍包括多食性、寡食性或專食性 (monophagous insects)。

全球與檬果有關之葉蟬種類

一、可取食檬果汁液的葉蟬

根據 Viraktamath (1989) 的報告指出全球曾被記錄可取食檬果汁液的葉蟬，共有 6 亞科 26 種，但該報告未將 *Idioscopus niveosparsus* (Lethierry, 1889) 這個檬果褐葉蟬的同物異名 (synonym) 剔除，本文於此修正為 6 亞科 25 種。

除此，近 5 年來，有 2 種往昔從未危害檬果的葉蟬，已成為檬果的重要新興害蟲，包括：1. 橫脊葉蟬亞科 (Evacanthinae) 的東方隱脈葉蟬 (*Sophonia orientalis* (Matsumura, 1912)) 可危害夏威夷當地檬果等多種熱帶果樹 (Aguin-Pombo *et al*., 2007)，雖然這是橫脊葉蟬亞科首次被記錄為檬果害蟲的物種，但本種葉蟬至今缺乏在檬果上完成生活史的報告，因此檬果應為東方隱脈葉蟬的食料植物；2. 小葉蟬亞科 (Typhlocybinae) 的二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida, 1913)) 可危害台灣產檬果的葉片及花器，並於檬果上完成生活史 (石等, 2009; 石等, 2010; 林等, 2010)。

由上可知，全球迄今可取食檬果的葉蟬，累計為 7 亞科 27 種，這些種類分布於亞洲、澳洲與大洋洲，其中具經濟重要性者約為 20 種 (Pena *et al*., 1998; Aguin-Pombo *et al*., 2007; 石等, 2010)。

二、檬果葉蟬 (mango leafhoppers; mangohoppers)

檬果葉蟬 (mango leafhoppers) 是一個名詞統稱，國內、外研究報告多以 mango leafhoppers 或 mangohoppers 來代表與檬果有關的葉蟬，但並非所有可在檬果棲息或取食的葉蟬，都可將檬果作為其寄主植物或食料植物；況且，葉蟬吸食寄主植物或食料植物汁液的過程，對植物的產量與品質是否造成為害、或是產生為害的程度，主要是受葉蟬 (發生密度、發生時期、生態習性)、植物品種 (植物組織表面的物理結構、各部位汁液之營養組成份及比例)、環境 (溫度、濕度、地理分布) 等多重因子所影響。

石等 (2010) 以 Oman (1949) 的定義作為基礎，提出「檬果葉蟬係指可吸食檬果的組織液，並於檬果樹上完成繼代繁殖，且吸食過程可直接 (如過度吸食養份，造成檬果樹勢衰弱或花器凋落等) 或間接 (如檬果葉蟬肛門所排尿液，可引發煤煙病) 引發檬果產量與品質的經濟損失」。

已知全球約有 7 亞科 27 種葉蟬被記錄可取食檬果 (石等, 2009; 石等, 2010; Viraktamath, 1989; Aguin-Pombo *et al*., 2007)，其中僅有片角葉蟬亞科 (Idiocerinae) 與小葉蟬亞科的部份種類較為重要。

三、生態習性

葉蟬危害作物的徵狀，與缺乏養份或受植物病原菌危害而產生的黃化或壞疽等徵狀相似，有時也與植物缺乏水份所產生的萎凋類似，甚至也與葉蟎危害植物葉片所產生的白色斑點或條斑類似，以上都是容易讓農友誤以為是由其他有害生物所引發的為害狀，待農友發現葉蟬才是引發作物損害的真正原因時，多已錯失最佳防治時機。

作者根據葉蟬取食習性，將全球可取食檬果的 27 種葉蟬，歸類如下 3 群，並簡述各群重要葉蟬之生物學特性與為害特性 (為害部位、為害徵狀與經濟重要性等)，以作為擬定植物檢疫 (檬果有害生物風險分析) 與植物防疫 (檬果有害生物或檬果葉蟬整合防治管理) 政策及相關研究之參考依據。

(一) 木質部取食習性的葉蟬

此類取食習性的葉蟬，吸食寄主植物與食料植物木質部的汁液，因此直接危害作物的徵狀，多與缺乏水份所產生的萎凋類似。不過木質部取食者直接對作物產生嚴重為害的報告並不多，本類葉蟬的經濟重要性，在於可傳播作物木質部導管細菌性病害，進而引發的作物經濟損失。

被記錄可取食檬果的木質部取食者葉蟬，共計 2 亞科 2 種，分別為大葉蟬亞科 (Cicadellinae) 的黑尾大葉蟬 (*Bothrogonia ferruginea* (Fabricius, 1787)) (Viraktamath, 1989)，以及橫脊葉蟬亞科的東方隱脈葉蟬 (*S. orientalis*) (Aguin-Pombo *et al*., 2007)。

有關黑尾大葉蟬取食檬果的紀錄，僅見於印度與菲律賓 (Viraktamath, 1989)，但無明確資料顯示其為害程度、或可否在檬果完成繼代繁殖。東方隱脈葉蟬原產於亞洲國家 (包括台灣)，在原產地並無危害檬果的任何紀錄；但本種葉蟬於 1987 年由東南亞傳入夏威夷群島、1996 年傳入美國加洲，隨後又傳入法屬波里尼西亞群島部份島嶼，目前已成為夏威夷的檬果等多種果樹之重要害蟲 (Aguin-Pombo *et al*., 2007)，目前也無本種葉蟬於檬果完成繼代的紀錄。由此可知，檬果對這 2 種葉蟬而言，僅是食料植物。

(二) 韌皮部取食者

被記錄可取食檬果的韌皮部取食者葉蟬，共計 4 亞科 19 種，包括 1 種角頂葉蟬亞科 (Deltocephalinae)、13 種片角葉蟬亞科、3 種耳葉蟬亞科 (Ledrinae)、2 種錐胸葉蟬亞科 (Tartessinae) (Viraktamath, 1989)。

以上各種葉蟬對檬果的為害程度不一，但最具經濟重要性者，都是片角葉蟬亞科 (Idiocerinae) 的成員，包括檬果褐葉蟬 (*Idioscopus nitidulus* (Walker, 1870))、檬果綠葉蟬 (*I. clypealis* (Lethierry, 1889))、檬果擬綠葉蟬 (*I. nagpurensis* (Pruthi, 1930)) 與檬果長突葉蟬 (*Amritodus atkinsoni* (Lethierry, 1889)) (Pena *et al*., 1998)，由於此 4 種葉蟬可在檬果上完成繼代繁殖，故為典型的檬果葉蟬，Viraktamath (1989) 指出印度的片角葉蟬亞科葉蟬，可引發檬果產量損失 25~60%，嚴重為害時甚至達到 100%。

本類葉蟬危害檬果的部位，並無物種的差異性，成蟲與若蟲均能群集吸食嫩枝、嫩芽、嫩葉、幼葉、花芽、花穗、花蕊、果柄的汁液，造成養份供給不足，使檬果嫩莖、嫩葉、花穗生長衰弱與發育不良，造成花芽分化不良、落花、著果 (fruit set) 率下降以及幼果萎縮等；且雌蟲偏好將卵產於幼嫩組織或花器，使該處的水份或養份輸送受阻、細胞發育不正常，致使產卵部位的組織變形；再者，各部位組織若沾附葉蟬分泌的蜜露 (因肛門所排出尿液，含碳水化合物，故稱之)，該部位將覆滿真菌的菌絲及孢子 (煤煙病)，影響光合作用之外，更嚴重影響果實發育及外觀品質。

國內往昔對檬果樹上的葉蟬研究始於 Kato (1928)，但僅止於物種與基本

生態調查。其後，農業試驗所及台南區農業改良場的研究人員對檬果葉蟬類生態與防治研究極為詳盡，此部份讀者可參閱參考文獻所列的各篇台灣報告。下列僅就韌皮部取食習性的國內、外重要檬果葉蟬，進行概要介紹，以供讀者參考。

1. 檬果褐葉蟬 (*I. nitidulus*)

(1) 地理分布

檬果褐葉蟬原產於亞洲熱帶及亞熱帶地區 (含東南亞島嶼、巴布亞紐幾內亞 (Papua New Guinea) (Smith, 2008))，1986 年在澳洲東北方拖列斯海峽的兩個小島發現 (Day & Fletcher, 1994)，1987 年於澳洲大陸北方出現 (Fletcher & Dangerfield, 2002)，至今已成為澳洲檬果產業的重要害蟲。

(2) 同物異名問題

Maldonado-Capriles (1973) 指出本種葉蟬具有顏色的多態型，因此在不同國家或地區曾出現的同物異名，包括 *Idioscopus niveosparsus* (Lethierry, 1889), *I. basalis* (Melichar, 1903), *Idiocerus maculates* Distant, 1912 以及 *Idioscopus incertus* (Baker, 1924)。

(3) 生物學特性

a.成蟲羽化時段

第五齡若蟲多於早上 8~11 點或傍晚 19~21 點羽化 (周及沈, 1997)。

b.交尾及產卵行為

周及沈 (1997) 指出本種交尾時間多在凌晨至早上 12 點，極少數於 19~22 點交配。雌蟲多數僅交配 1 次，交尾隔日開始產卵，卵呈間歇性連續產出，產卵期長達 3~15 天，每隻雌蟲平均可產 187 粒卵；少數雌蟲在第 1 次交配連續產卵後進行第 2 次交配。產卵時先用口器連續刺破檬果樹嫩枝、嫩梢、嫩葉主脈、花穗的表皮組織，作出可以產卵的裂孔，然後調轉腹部，將卵產於裂孔中，1 個孔產 1 粒卵，裂孔相鄰時，會有 3~10 粒卵，成行排列。卵在表皮組織中孵化，孵化時若蟲鑽出裂孔，幾個裂孔相連成裂縫，造成枝梢部分表皮組織枯死或葉片扭曲。

c.若蟲齡期

葉蟬科的若蟲期均為五個齡期，從卵孵化開始計起，每經過一次脫皮，即成長一齡。自卵孵化為第一齡若蟲開始，至羽化為成蟲，仍需脫五次皮。根據第一作者研究室飼育多種台灣產葉蟬的觀察結果，在極少數狀況下，會出現同一雌蟲所產的卵，會有 4 或 6 個若蟲齡期的狀況。

d.活動與性比

本種葉蟬喜陰涼環境、且有群集取食的為害習性。周及沈 (1997) 指出本種葉蟬的活動與溫度密切相關，15℃~30℃時活動正常，偏高或偏低對其活動都有影響，盛夏或正午溫度高或冬季溫度低或溫度驟降時，成蟲與若蟲群集於陰涼的枝葉背後；除此，成蟲趨光性差，自然分布之雌、雄比例為 1.5:1。

e.發生世代

本種葉蟬全年世代數目與地理分布及溫度有關，在雲南元江地區年發生 8~9 個世代 (周及沈, 1997)，台灣約有 12~13 個世代 (溫及李, 1978; 陳及張, 2003)

f.花期對若蟲與成蟲的重要性

根據 Nordin & Ibrahim (1995) 研究，將成蟲飼育在檬果幼嫩枝條所獲得的產卵數量，僅為取食花穗的 1/2，推測檬果花穗所富含的蛋白質成份，有利於提升成蟲的生產能力。

(4) 寄主範圍

陳及張 (2003) 指出本種葉蟬的寄主植物，尚包括龍眼與荔枝。

2. 檬果綠葉蟬 (*I. clypealis*)

(1) 地理分布

檬果綠葉蟬原產於亞洲熱帶及亞熱帶地區 (含東南亞島嶼、巴布亞紐幾內亞)，Fletcher & Dangerfield (2002) 指出澳洲東北方拖列斯海峽的幾個島嶼，於 1990~1995 年之間，就有本種標本的採集紀錄，並於 2000 年進入澳洲大陸，隨後也成為澳洲檬果產業的重要害蟲。

(2) 生物學特性

本種葉蟬的生物學，與檬果褐葉蟬及檬果擬綠葉蟬相似，但本種主要於花穗上取食及繁殖，而後 2 種則可在嫩葉及花穗上繁殖 (Viraktamath, 1989; Fletcher & Dangerfield, 2002)，有關本主葉蟬在台灣的生物學特性，可參考溫 (2000)、陳及張 (2003) 與溫及劉 (2006) 等報告。

(3) 寄主範圍

溫等 (2002) 調查台灣南部地區 (台南縣及高雄縣) 的龍眼害蟲，確認無患子科 (Sapindaceae) 的龍眼 (*Dimocarpus longan* Lour) 為檬果綠葉蟬的寄主植物；另外，陳及張 (2003) 指出本種葉蟬寄主還包括荔枝。

3. 檬果擬綠葉蟬 (*I. nagpurensis*)

(1) 地理分布

本種分布於巴基斯坦 (Mohyuddin & Mahmood, 1993)、印度、泰國

(Viraktamath, 1989) 與斯里蘭卡 (Gnaneswaran *et al.*, 2007)。

(2) 形態

本種與檬果綠葉蟬的外部形態相似，Gnaneswaran *et al.* (2007) 指出可藉由兩者的色斑分布及雄蟲外性器突起 (aedeagal processes) 相對大小，彼此予以區辨。

(3) 棲息的植物

Gnaneswaran *et al.* (2007) 從斯里蘭卡的數種植物上採獲本種葉蟬，包括檬果、文旦 (*Citrus maxima*)、酪梨 (*Persea gratissima*)、鐵刀木 (*Mesua nagassarium*)、紅毛丹 (*Nephelium lappaceum*)、楊桃 (*Averrhoa carambola*)、柚木 (*Tectona grantis*)、胡椒 (*Piper nigrum*)、咖啡 (*Coffea arabica*) 及可可 (*Theobroma cacao*)。

(4) 生態習性

本種為印度半島及中南半島局部發生的檬果葉蟬，其發生盛期為花期，亦為花期重要害蟲 (Mohyuddin & Mahmood, 1993)，在旱季發生的密度遠甚於雨季 (Gnaneswaran *et al.*, 2007)。

4. 檬果長突葉蟬 (*A. atkinsoni*)

長突葉蟬屬 (*Amritodus*) 的 8 種葉蟬，均產於印度半島，均可在檬果繁殖 (Viraktamath, 1997)，故為典型的檬果葉蟬，其中檬果長突葉蟬與檬果短莖長突葉蟬 (*A. brevistylus*) 在印度具有經濟重要性。

(1) 地理分布

本種葉蟬分布於巴基斯坦、印度、緬甸、斯里蘭卡 (Viraktamath, 1989; Viraktamath, 1997)。

(2) 生物學特性

Babu *et al.* (2002) 在印度南部 Tirupati 地區研究本種葉蟬之季節發生與生物學，發現本種葉蟬會在檬果的生長期與繁殖期建立族群，完成一個生活史約為 17~26 日，族群密度的高峰期出現在開花盛期；雌成蟲偏好於花梗或嫩枝 (下位葉) 產卵，每枝花梗與嫩枝的平均產卵量分別為 115.2 及 130.6 粒卵；在葉片不同部位的產卵偏好，從葉片基部、中央至端部，其平均產卵量分別為 0.8264, 1.9906 與 6.1547 粒卵；除此，本種葉蟬危害檬果的程度，隨氣溫升高而加劇，低溫、多雨及高濕對葉蟬則有不利影響。另外，Pena *et al.* (1998) 指出本種葉蟬在印度不同地區，每年具有 1~6 個世代；在巴基斯坦則有 4~5 個世代。

(三) 葉肉細胞取食者

小葉蟬亞科的口器短小，此類葉蟬以其短小口針直接穿刺葉部或花軸表面，再從中吸食細胞滲出的汁液，因此被稱為葉肉細胞取食者。由於小葉蟬在吸食汁液的過程，唾液會回流至吸食部位，進而殺死吸食部位附近的細胞，

造成受害部位的組織壞疽乾枯。

全球至今可取食檬果的小葉蟬亞科，共有 6 種，包括 Viraktamath (1989) 記錄 *Amrasca splendens* Ghauri, 1967, *Bakera* (*Bakera*) *luzonica* Hongsaprug & Wilson, 1985, *Bakera* (*Bakera*) *nigrobilineata* (Melichar, 1923), *Mangganeura reticulata* Ghauri, 1967 與 *Zygina sindhensis* Ahmed, 1969 等 5 種可取食檬果的小葉蟬，但這些小葉蟬的經濟重要性不高；另外，石等 (2009) 及石等 (2010) 證實二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida)) 為台灣產檬果新梢期及花期的害蟲，且能於檬果上完成生活史。

二點小綠葉蟬為台灣第 3 種檬果葉蟬，其經濟重要性比 Viraktamath (1989) 所記錄的小葉蟬還重要，為使農友瞭解本種葉蟬的生態習性，茲將作者等人近兩年之研究成果，簡列如下。

1. 二點小綠葉蟬 (*A. biguttula*)

(1) 地理分布

包括亞洲與大洋洲多數國家 (石等, 2009)。

(2) 寄主範圍與生態習性

二點小綠葉蟬的寄主範圍廣泛，屬多食性昆蟲，為棉花及黃秋葵的重要害蟲 (Maketon *et al*, 2008)，在台灣則為茄子重要害蟲 (何及陳, 1992)，石等 (2009) 指出本種既有的 25 種寄主植物，並未包括漆樹科的檬果。

石等 (2010) 自 2009 年 7 月至 2010 年 2 月，於台中霧峰進行室內、外試驗，發現本種葉蟬在檬果可完成生活史，在室溫下，從卵期發育為成蟲，僅需 15~30 日左右，溫度愈高，發育時間明顯縮短；經交尾後的雌蟲，將卵產於幼葉近葉脈的葉肉組織中，此可確認二點小綠葉蟬符合檬果葉蟬的定義。

根據作者等人在台南及台中進行檬果園二點小綠葉蟬的族群監測，顯示本蟲族群發生密度與檬果抽出新梢的時間有關 (石等, 2010)，發生盛期為秋末至初春間的新梢期。由於檬果抽出新梢及花芽形成的時期，與品種、溫度及栽培管理等因素有關，因此台灣各地檬果園的二點小綠葉蟬發生時機及為害程度並不一致；石等 (2010) 也指出本種葉蟬主要發生在集約栽培的檬果園，如愛文、土檨及金煌等主要鮮食品種產區皆可發現，但在未施藥或粗放管理的行道樹或民宅等處，其發生機會甚低。

除此，本種葉蟬與檬果褐葉蟬多利用嫩葉養份為主，在檬果新梢出現前後，兩者具有較一致的發生高峰，當檬果園的幼葉發生盛期過後，本種葉蟬因口器短小，無法吸食成熟莖、葉的汁液，進而遷出尋找其他寄主植物 (如其他品系的檬果、茄子及黃秋葵等)，使原來檬果園的發生密度明顯遽降。

(3) 為害特性

二點小綠葉蟬危害檬果的徵狀，與前述片角亞科幾種檬果葉蟬的為害特性不同。本種葉蟬的若蟲或成蟲吸食幼葉後，經過 6~10 日左右，吸食處出現明顯的水浸狀，並擴及至被害葉的葉緣及端部，其後受害部位開始出現褐化、壞疽、扭曲變形，乃至枯萎；發生密度高時，可使嫩枝端部的葉片乾枯，嚴重為害將造成嫩枝或幼苗枯死 (石等, 2009)；除此，本種葉蟬在取食花軸過程，致使花軸表面皺縮萎凋，此時即便花軸上已有花蕾或幼果，也將落花或落果 (石等, 2010)，以上有關本種葉蟬於檬果所造成的為害狀，可參考石等 (2010) 之圖二~三。

檬果葉蟬之防治管理

影響檬果葉蟬族群密度的氣象因子，包括溫度、濕度及雨量等，溫度是最重要的因子，溫度上升則葉蟬發生密度隨之升高 (溫及劉, 2006; Viraktamath, 1989)。由於檬果葉蟬類昆蟲具有偏好吸食檬果幼嫩組織及花器汁液的特性，若未能有效控制其發生密度，將使檬果產量蒙受重大經濟損失。

目前尚無任何一種防治方法可有效降低或撲滅檬果葉蟬，但最佳的方式是透過族群密度監測，針對正確的防治時機，兼用下列 2 種或數種防治方法予以管理。以周及沈 (1997) 的調查為例，在中國透過綜合防治措施，可使檬果梢、葉受檬果褐葉蟬危害的百分率自 100% 及 96.4%，下降為 4.7% 及 6.2%。

一、耕作防治

耕作防治包括田間衛生管理及降低園區出現害蟲其他寄主植物的存在比例。

田間衛生管理，包括：1. 因檬果葉蟬喜棲於陰涼環境，修剪過密枝條與剪除沒有必要的嫩梢，有助於降低葉蟬發生密度，此在屏東、高雄與台南等集約栽培或外銷供果園的農友就很重視，對葉蟬發生密度也具某種程度的控制效果；但對於粗放管理或廢棄果園而言，過密的枝條與過高的樹木 (如種植於陡坡或作為行道樹的土檺，樹高普遍約有 3~8 公尺之間)，相對成為檬果葉蟬棲息的溫床，也成為防治漏洞；2. 當農友將產量不高或樹勢衰弱的檬果植株砍除之後，所留地上部的樹幹，勢必生出新生枝芽，成為檬果葉蟬等小型害蟲取食及棲息的場所，建議農友可將塑膠袋套於此類樹幹，以杜絕害蟲滋生源。

在降低園區存在害蟲其他寄主植物比例方面，以檬果褐葉蟬與檬果綠葉蟬為例，其寄主植物還包括龍眼與荔枝 (溫等, 2002; 陳及張, 2003)；二點小綠葉蟬的寄主除了終年可見的茄子之外，還包括在台灣夏末至春初普遍種植的錦葵科作物，如洛神 (石, 未發表資料) 與黃秋葵，因此檬果園區內、外若有此些作物，勢將影響檬果葉蟬於田間的發生生態及防治效果。

二、監測及物理防治

檬果害蟲整合管理系統，首重取樣方式及監測方法 (Pena, 2004)。各國目前主

要仍以黃色黏蟲紙作為監測農作物葉蟬田間發生密度的工具，Pena *et al*. (1997) 指出由於影響檬果花期與葉部害蟲發生密度的因子複雜，所以很難以黏蟲紙的監測結果具體擬訂檬果葉蟬的防治基準。雖然如此，黃色黏蟲紙仍是全球最普遍採行之葉蟬監測工具。

作者等人於台南玉井及台中霧峰地區，於檬果樹冠層之外圍，吊掛黃色黏蟲紙，結果顯示黃色黏蟲紙所誘集之檬果葉蟬數量，其發生高峰仍以檬果新梢期至開花後期居多，此可說明黃色黏蟲紙在檬果葉蟬類害蟲的應用上，其監測資料是可以反應出防治時機的實際價值，監測過程所捕獲的大量葉蟬，也表明此法在田間葉蟬密度高時，為合適的物理防治資材。

三、化學防治

此為全球各檬果生產國防治害蟲的主要手段，在正確的防治時機 (檬果抽出新梢期的前後以及開花期之前) 施用農藥，可有效抑制葉蟬發生密度；輪流使用不同殺蟲機制的農藥 (如胺基甲酸塩類、有機磷類、類尼古丁系統、除蟲菊類等等)，則可減緩害蟲產生抗藥性的速度，延長各類農藥在田間的使用壽命，避免浪費防治成本、或發生無藥可用的窘境。

我國農友欲使用防治檬果害蟲的殺蟲劑種類，必需依據植保手冊所規範的推薦藥劑及其施用方式，而外銷日本的供果園，則需參照防檢局 2009 年修訂的「輸日檬果病蟲害防治用農藥參考基準」，以生產符合輸日外銷標準的檬果。事實上，植保手冊所推薦各類作用機制的葉蟬防治用藥，多數仍具防治效果，第一作者據此進行各種藥劑的室內殺蟲效果測試，結果顯示 48 小時致死率以類尼古丁系統的可尼丁 (4000 倍)、氨基甲酸塩系統的加保扶 (800 倍) 與納乃得 (800 倍）較高，分別為 94%、91% 與 88% (石, 未發表資料)。

四、生物防治

已知檬果葉蟬的生物天敵，包括寄生性及捕食性。

在寄生性天敵當中，以卵寄生蜂最為普遍，防治效果也較明顯，國內外已記錄種類包括 *Gonatocerus* sp., *Aprostocetus* sp. 及 *Quadstichus* sp. 等 (Mohyuddin & Mahmood, 1993; 周及周，1990)，在台灣則以魅小蜂科 *Gonatocerus* sp. 的寄生率最高 (周及周，1990)。

雖然寄生蜂成蟲在施用農藥的園區不易生存，但對於已寄生於卵中的寄生蜂而言，由於葉蟬的卵埋於檬果組織，因而受到藥劑的影響有限 (Mohyuddin & Mahmood, 1993)，但對其他非卵期的寄生蜂或寄生捕食者 (如雙翅目大頭蠅或撚翅目昆蟲) 而言，受化學藥劑的影響相對較大。因此，減少施藥次數以及正確時機用藥，可有效保護卵期及若蟲期的寄生天敵；至於葉蟬的微生物天敵調查方面，印度學者在田間發現檬果綠葉蟬可被 *Verticillium lecanii* 及 *Beauveria bassiana* 等蟲生真菌寄生 (Srivastava & Tandon, 1986)。

國外有關檬果葉蟬的捕食性天敵報告不多，已被記錄的包括螳螂、長椿、草蛉、

跳蛛與黃獵蟻 (weaver ants; *Oecophylla* spp.) 等 (Peng & Christian, 2005)，其中僅有膜翅目蟻科的黃獵蟻 (或稱黃狂蟻或織葉蟻) 可有效運用於田間。Van Mele (2008) 指出黃獵蟻常被運用在捕食或干擾椰子、可可、柑橘、腰果及檬果園區的害蟲，例如越南與泰國有許多傳統栽培的檬果園其樹高達 15 公尺左右，果農很難用一般的害蟲防治法處理樹冠層的害蟲，在越南已開始用 *O. smaragdina* (Fabricius) 防治檬果樹冠層的葉蟬、薊馬與種子象鼻蟲等害蟲。另外，Peng & Christian (2005) 以 *O. smaragdina* 防治入侵澳洲的檬果褐葉蟬，結果顯示田間施用黃獵蟻之後，開花枝條及嫩梢被危害的比率，分別為 2~4% 及 10%，此效果與化學防治相似，部份地區的效果甚至優於化學防治，因此黃獵蟻確實為檬果褐葉蟬的有效生物天敵，可作為檬果嫩梢及花期的生物防治資材，在澳洲地區黃獵蟻也可捕食紅帶薊馬、葉部與花器上的蛾類、果實蠅等檬果害蟲，所以學者認為黃獵蟻或許具有防治有機檬果園區葉蟬類害蟲的潛力。

當然，黃獵蟻就如同其他生物防治物種一樣，並非害蟲防治的仙丹，黃獵蟻具有保護領域的聚集行為，會干擾農友採收果實，這部份可在採收前噴水將其驅離；不過，黃獵蟻會保護粉介殼蟲才是學者擔心之處，畢竟粉介殼蟲會藏匿於果蒂、危害果實發育、造成果實品質降低 (Peng & Christian, 2005; Van Mele, 2008)，因此在運用黃獵蟻防治葉蟬或薊馬等害蟲之前，需審慎評估其適用性。

五、檬果葉蟬整合管理

檬果栽培過程，首先需作好前述之田間衛生管理，園區應避免種植二點小綠葉蟬、檬果褐葉蟬及檬果綠葉蟬的寄主植物 (如茄子、黃秋葵、荔枝與龍眼)，如果園區內、外存有荔枝與龍眼，在這類作物的嫩梢及花期，皆應同步實施噴藥 (共同防治)，以降低檬果葉蟬的發生密度。

再者，檬果抽出營養梢至抽花芽的這段期間，可運用黃色黏蟲紙監測園區葉蟬密度，並作為葉蟬與薊馬類害蟲的物理防治資材。當黃色黏蟲紙出現首批葉蟬成蟲，且嫩枝梢或葉片主脈上可明顯發現葉蟬的新鮮產卵孔或產卵孔已褐化開裂，此時產區需依植保手冊所列之檬果葉蟬施藥種類、施藥方法與注意事項，採行區域共同化學防治，以降低其後之發生密度。

另外，檬果綠葉蟬為花期的優勢葉蟬種類，其繁殖所需營養來源，主要來自花穗養份，因此抽出花芽至花軸發育完成的這段時間，成為檬果花期害蟲的重要防治時機，但檬果園區果樹之間的花期並不一致，此相對拉長葉蟬與薊馬類害蟲的防治時間；同時，某些依賴家蠅授粉的檬果園，在此期間則需考量施藥對授粉昆蟲的影響。

未來展望

全球檬果栽培面積前 5 名的國家分別為印度、中國、泰國、墨西哥與印尼 (Fivaz, 2009)，我國的產量與生產成本，自然無法與這些國家相抗衡。檬果雖為我國第 2 大外銷鮮食水果，但外銷產值也僅佔總產值的 1.8~2.6%，此與主要鮮食品

種 (如愛文) 的病蟲害管理不一、產期過於集中、產量過剩、農藥殘留等問題有關。就檬果有害生物層面而言，檬果葉蟬類的防治，可與其他發生時期一致的害蟲一併管理，以解決部份農友針對一種害蟲施用一種或多種農藥的迷思。

未來，如果我國檬果產期可以進行調控、產地也有正確的病蟲害監測資料可作為用藥時機的參考、產區可推行區域共同防治、建立輪用不同殺蟲機制的用藥習慣等，將可有效降低防治成本，使檬果內銷市場達到供貨、品質、食品安全及價格皆能穩定的產銷目標，以與前述檬果重要生產國的外銷檬果有所區隔，以進一步拓展我國優質檬果的外銷市場。

誌謝

本文係作者等執行農委會熱帶果樹研究團隊計畫 -「檬果重要害蟲鑑定、監測調查及田間管理策略之研究」 (計畫編號：99 農科-4.2.2-農-C4 (19)) 之部份成果；在葉蟬分類研究部分，則承國科會補助 「葉蟬塗抹與梳刷行為於葉蟬科高階分類之應用」(計畫編號：NSC 98-2313-B-055 -006 -MY3) 計畫經費。本文部份試驗承余世文、范姜俊承、洪婉芳、洪笠瑛與陳麗中之協助；承國立台灣大學昆蟲學系吳文哲教授及柯俊成教授，提供部份葉蟬分類文獻；撰稿過程承國立中興大學昆蟲學系楊正澤教授精闢解說動物命名法規實例。作者謹此表達誌謝。

引用文獻

石憲宗、范姜俊承、林鳳琪、邱一中、王清玲。2009。台灣檬果之新紀錄害蟲 – 二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida, 1913)) (半翅目：角蟬總科：葉蟬科：小葉蟬亞科)。台灣昆蟲 29: 354。

石憲宗、林鳳琪、王清玲、邱一中。2010。檬果葉蟬生態與防治。農業試驗所技術服務 82：14-18。

何琦琛、陳文華。1992。茄園葉蜱種類調查及赤葉蜱、南黃薊馬、二點小綠葉蟬在茄園之季節消長。中華昆蟲 12: 259-268。

周根清、周樑鎰。1990。檬果葉蟬之天敵調查。中華農業研究 39: 70-75。

周又生、沈發榮。1997。芒果扁喙葉蟬 (*Idioscopus incertus* (Baker)) 生物學及其綜合防治的研究。西南農業大學學報 19: 152-156。

林鳳琪、邱一中、石憲宗、王清玲、莊益源。2010。檬果害蟲防治管理 –以屏東地區為例。農業世界 317：1-8。

陳文雄、張煥英。2003。檬果葉蟬類。第 14-20 頁。植物保護圖鑑系列 10 – 檬果保護。郭克忠、鄒慧娟、施季汎 編。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。台北市。195 頁。

溫宏治。2000。兩種檬果葉蟬之田間分布與藥劑防治。中華農業研究 49: 61-67。

溫宏治、李錫山。1987。檬果褐浮塵子 (*Idiocerus niveosparsus* Leth.) 之生態觀察及防治試驗。中華農業研究 27: 47-52。

溫宏治、劉政道。2006。檬果綠葉蟬之發生消長與氣候因子關係。台灣農業研究 55: 53-62。

溫宏治、呂鳳鳴、郝秀花、劉政道。2002。臺灣南部地區龍眼害蟲之發生與防治。中華農業研究 51: 56-64。

Aguin-Pombo, D., A. M. F. Aguiar, and V. G. Kuznetsova. 2007. Bionomics and taxonomy of leafhopper *Sophonia orientalis* (Homoptera: Cicadellidae), a Pacific pest species in the Macaronesian Archipelagos. Ann. Entomol. Soc. Am. 100: 19-26.

Babu, L. B., T. U. Maheswari, and N. V. Rao. 2002. Seasonal incidence and biology of the mango hopper *Amritodus atkinsoni* Lethierry (Homoptera: Cicadellidae). Entomon. 27: 35-42.

Bokonon-Ganta, A. H., H. de Groote, and P. Neuenschwander. 2002. Socio-economic impact of biological control of mango mealybug in Benin. Agric. Ecosyst. Environ. 93: 367-378.

Day, M. F. and Fletcher, M. J. 1994. An annotated catalogue of the Australian Cicadelloidea (Hemiptera: Auchenorrhyncha). Invertebr. Taxon. 8: 1117–1288.

Fivaz, J. 2009. Mango production in South Africa as compared to the rest of the world. Acta Hort. 820: 29-46.

Fletcher, M. J. and P. C. Dangerfield. 2002. *Idioscopus clypealis* (Lethierry), a second new leafhopper pest of mango in Australia (Hemiptera: Cicadellida: Idiocerinae). Aust. J. Entomol. 41: 35-38.

Gnaneswaran, R., K. S. Hemachandra, C. A. Viraktamath, D. Ahangama, H. N. P. Wijayagunasekara, and I. Wahundeniya. 2007. *Idioscopus nagpurensis* (Pruthi) (Hemiptera: Cicadellidae: Idiocerinae): A new member of mango leafhopper complex in Sri Lanka. Trop. Agric. Res. 19: 78-90.

Haji, F. N. P., F. R. Barbosa, P. R. C. Lopes, A. N. Moreira, J. A. de Alencar, and R. C. F. Ferreira. 2004. Monitoring mango pests within an integrated production program in Brazil. Acta Hort. 645: 163-165.

Kato, M. 1928. On homopterous insects infesting mango. Formosan Agric. Rev. 22: 47-52. (In Japanese)

Maketon, M., P. Orosz-Coghlan, and D. Hotaga, 2008. Field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (metschnikoff) sorokin in controlling cotton jassid (*Amrasca biguttula biguttula* Ishida) in aubergine (*Solanum aculeatissimum* Jacq.). Int. J. Agri. Biol. 10: 47-51.

Maldonado-Capriles, J. 1973. Studies on Idiocerinae leafhoppers: X. *Idioscopus nitidulus* (Walker), new combination (Homoptera: Cicadellidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 75: 179-181.

Mohyuddin, A. I. and R. Mahmood. 1993. Integrated control of mango pests in Pakistan.

Acta Hortic. 341: 467-483.
Nordin, A. R. M. and A. G. Ibrahim. 1995. The biology of mango leafhopper, *Idioscopus nitidulus* in Malaysia. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 18: 159-162.
Oman, P. W. 1949. The Nearctic leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). A generic classification and check list. Wash. Ent. Soc. Mem. 3: 1-253.
Pena, J. E., A. I. Mohyuddin, and M. Wysoki. 1997. The current mango pests management in the tropics and subtropics. Acta Hort. 455: 812-820.
Pena, J. E., A. I. Mohyuddin, and M. Wysoki. 1998. A review of the pest management situation in mango agroecosystems. Phytoparasitica 26: 129-148.
Pena, J. E. 2004. Integrated pest management and monitoring techniques for mango pests. Acta Hort. 645: 151-161.
Peng, P. K. and K. Christian. 2005. The control efficacy of the weaver ant, *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae), on the mango leafhopper, *Idioscopus nitidulus* (Hemiptera: Cicadelloidea) in mango orchards in the Northern Territory. Int. J. Pest Manage. 51: 299-306.
Smith, E. S. C. 2008. Mango leafhopper (*Idioscopus nitidulus*). Department of Primary Industry, Fisheries and Mines. Northern Territory Government, Australia. Agnote 769. (on-line) http://www.nt.gov.au/d/Content/File/p/Plant_Pest/769.pdf
Srivastava, R. P. and P. L. Tandon. 1986. Natural occurrence of two entomogenous fungi pathogenic to mango hopper, *Idioscopus clypealis* Leth. Indian J. Plant Pathol. 4: 121-123.
Van Mele, P. 2008. A historical review of research on the weaver ant *Oecophylla* in biological control. Agr. Forest Entomol. 10: 13-22.
Veeresh, G. K. 1988. Pest problems in mango-world situation. Acta Hortic. 231: 551-565.
Viraktamath, C. A. 1989. Auchenorrhyncha (Homoptera) associated with mango, *Mangifera indica* L. Trop. Pest Manage. 35: 431-434.
Viraktamath, C. A. 1997. A revision of the Idiocerine leafhopper genus *Amritodus* (Hemiptera: Cicadellidae) breeding on mango. Entomon. 22: 111-117.

The ecology and management of mango leafhopper in the world

Hsien-Tzung Shih[1,2], Yi-Chung Chiu[1], Feng-Chyi Lin[1] and Chin-Ling Wang[1]

Abstract

Throughout the world, 7 subfamilies and 27 species of Cicadellidae have been recorded as minor and major pests associated with mangos. Of these, *Idioscopus nitidulus* (Walker), *I. clypealis* (Leth.), *I. nagpurensis* (Pruthi), and *Amritodus atkinsoni* (Leth.), are major threats to mango production in the Oriental and Australian regions; and the species *Sophonia orientalis* (Matsumura) and *Amrasca biguttula* (Ishida) are potential threats to mangos in Hawaii and Taiwan, respectively. This review provides an analysis of the available information regarding the feeding habits of mango leafhoppers, as well as examples for future mango pest management.

Keywords: Mango leafhoppers, Idiocerinae, Typhlocybinae, Evacanthinae, Ecology, Management.

[1.] Respectively, Assistant Entomologist, Assistant Entomologist, Associate Entomologist, and Senior Entomologist and Director, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
[2.] Corresponding author, e-mail: htshih@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.

檬果薊馬之生態及防治

邱一中[1,2] 林鳳琪[1] 石憲宗[1] 王清玲[1]

摘要

在台灣有紀錄危害檬果的薊馬有 6 種，包括小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood)、腹鉤薊馬 (*Rhipiphorothrips cruentatus* Hood)、花薊馬 (*Thrips hawaiiensis* (Morgan))、台灣花薊馬 (*Frankliniella intonesa* (Trybom))、檬果花薊馬 (*Megalurothrips typicus* Bagnall) 和赤帶薊馬 (*Selenothrips rubrocinctus* (Giard))。近年來薊馬在檬果 (*Mangifera indica* Linn.) 上發生嚴重，造成檬果品質及產量下降。其中尤以小黃薊馬的危害更甚。為提供有效防治之建議，本文敘述檬果薊馬的分布、寄主、生活史及危害情形等生態資料，並介紹防治薊馬的方法及提供實驗室藥劑篩選之有效藥劑，期能有效解決現階段檬果薊馬的危害問題。

關鍵詞：薊馬、小黃薊馬、檬果、防治。

前言

檬果 (*Mangifera indica* Linn.) 為台灣內、外銷市場重要的農產品，是我國第二大外銷鮮食水果。往昔資料顯示，已記錄的臺灣產檬果害蟲約有 6 目 23 科 62 屬 86 種及害蟎類 3 種，有 10 餘種能夠導致檬果產量和品質受損 (王, 2002; 郭等, 2003; 羅, 2006; 王及徐, 2007; 石等, 2009; 石等, 2010)。其中記錄的薊馬類，包括小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood)、腹鉤薊馬 (*Rhipiphorothrips cruentatus* Hood)、花薊馬 (*Thrips hawaiiensis* (Morgan))、台灣花薊馬 (*Frankliniella intonesa* (Trybom))、檬果花薊馬 (*Megalurothrips typicus* Bagnall) 和赤帶薊馬 (*Selenothrips rubrocinctus* (Giard)) 等 6 種，前 3 種薊馬在台灣普遍發生。

台灣早期栽植檬果薊馬危害輕微，並未造成經濟損失的問題，後來過於依賴農藥，在農藥大量使用下，造成抑制薊馬密度的天敵消失，加上氣候暖化變遷的生態環境改變，薊馬的危害才逐漸嚴重。加上原來並非危害檬果的薊馬，逐漸擴增轉移寄主危害，如腹鉤薊馬原危害蓮霧後擴增寄主危害檬果，花薊馬則由多種開花植物轉移危害檬果花。在檬果普遍發生的 3 種薊馬中，以小黃薊馬危害檬果幼葉、花

1. 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組聘用助理研究員、副研究員、助理研究員及研究員兼組長。台灣 台中縣 霧峰鄉。
2. 通訊作者，電子郵件：ycchiu@tari.gov.tw；傳真機：(04)23317600。

和幼果，以及腹鉤薊馬危害檬果中、老葉較為嚴重，必須加以防治才能保全果實的品質，而花薊馬危害較輕微，依發生族群密度給予防治，密度低時在花內穿梭也有助於授粉 (郭等, 2003)。

但近年來檬果栽植以小黃薊馬危害最為嚴重，在檬果抽芽期發生大量薊馬吸食危害新芽，造成新芽變形皺縮或枯萎，影響檬果樹生長勢及開花期之花穗形成；而小黃薊馬危害花穗會影響結果數量，幼嫩小果受薊馬銼食表皮受傷，成長後果實表皮褐化粗糙而失去商品價值，因此，徹底防治小黃薊馬為目前檬果生產過程中亟待解決的問題之一。本文針對檬果上主要且普遍發生的 3 種薊馬做論述，期望能提供作為產、官、學界對重要檬果薊馬的管理措施。

重要檬果薊馬的生態

一、小黃薊馬 (*S. dorsalis* Hood)

小黃薊馬體小色淡黃，雌蟲長約 0.9 mm，雄蟲較雌蟲體小約 0.7 mm，原分布於亞洲 (孟加拉、汶萊、中國大陸、印度、印尼、以色列、日本、韓國、馬來西亞、緬甸、巴基斯坦、菲律賓、斯里蘭卡、泰國、台灣)，但陸續於非洲 (南非、象牙海岸、肯亞)、美洲 (美國、波多黎各、墨西哥、千里達、拖貝哥、委內瑞拉、蘇利南、巴貝多) 及大洋洲 (澳洲、紐西蘭、巴布亞新幾內亞、所羅門群島) 等地發生並危害作物 (CABI, 2005; Nietschke *et al*., 2008)。本種薊馬為雜食性，寄主植物至少分屬 40 個科、多達 150 種以上，包括辣椒、蔥、大豆、玉米、棉花、瓜類、花生、紅豆、檬果、葡萄、柑橘、奇異果、百香果、香蕉、釋迦、草莓、蕃茄、馬鈴薯、茶、煙草、玫瑰、菊花、蓮花等重要經濟作物 (王, 2002; 郭等, 2003; Mound & Palmer, 1981; Umeya *et al.*, 1988; Seal *et al.*, 2006)。

小黃薊馬可行孤雌生殖產雄蟲及兩性生殖，生活史可分為卵、幼蟲、蛹及成蟲 4 個時期，卵產於幼嫩的組織中 (圖 1; 2)。在檬果田間消長以 9~11 月和 4~6 月的棲群密度最高，全年均可發生；在室內定溫定濕的環境下，以檬果嫩葉飼養，於 15℃ 時，卵期約 10 天，幼蟲期約 9 天，蛹期約 7 天，成蟲期約 24~59 天，平均產卵數約 14 粒；於 28℃ 時，卵期約 3 天，幼蟲期約 3 天，蛹期約 3 天，成蟲期約 7~22 天，平均產卵數約 36 粒 (作者未發表資料)。在茶園田間消長以 4~5 月和 8~9 月的棲群密度最高，全年均可發生，冬季無茶芽嫩葉時轉移寄生茶花；以嫩茶葉的室內飼養，一年可發生 14 世代，每世代均重疊，卵期平均 9.4 天，幼蟲期平均 6.7 天，蛹期平均 3.9 天，雌成蟲平均壽命 28.5 天，雄蟲平均壽命 19.1 天，雌成蟲平均產卵數 35.9 粒 (陳, 1984)。

小黃薊馬主要危害檬果之花穗、幼果及嫩葉，故全年均可發生及危害。在檬果新稍期及發育期時，大量產卵於嫩芽及幼葉組織中，危害檬果嫩葉的族群密度高，常潛伏於葉脈兩側銼吸葉片汁液，受害葉片經數日後呈現如燙傷之斑痕，嚴重時葉

芽及葉片焦枯脫落 (圖 3)。在檬果開花期時，危害花穗時常銼食花梗或潛伏於花朵中危害，產生傷口形成病原菌入侵的門戶 (如白粉病、炭疽病等)，族群密度高嚴重危害時，造成花器萎凋花瓣枯萎、凋落。但若密度低時，對檬果有授粉作用，可說是利弊兼具。在檬果結果期時，於花謝後結幼果時危害，在果蒂及果肩之果皮表面處銼吸危害，被害組織產生木栓化，造成落果或果實於成長過程中形成粗糙之龜裂疤痕，使果實幾無商品價值 (圖 4) (李及溫, 1982; 郭等, 2003; 林等, 2010a, 2010b)。

二、腹鉤薊馬 (*R. cruentatus* Hood)

腹鉤薊馬體呈黑褐色，雌成蟲體長約 1.2~1.5 mm，雄成蟲較雌蟲小，但體較細長，腹節為黃褐色 (圖 5; 6)。本種薊馬目前只分布在亞洲的熱帶及亞熱帶地區，包括印尼、爪哇、菲律賓、印度、斯里蘭卡、巴基斯坦、阿富汗、台灣及中國大陸等國發生及危害作物。該薊馬為雜食性，已記錄危害的寄主植物有數十種，主要包括蓮霧、葡萄、檬果、番石榴、釋迦、龍眼、荔枝、梨、楊桃、柑橘、柚、橄欖、枸杞、腰果、玫瑰、千葉紅、欖仁、茄苳、烏桕等經濟作物 (邱, 1984; 陳, 1981; 郭等, 2003, 2004)。

腹鉤薊馬於 1976 年首度發現侵入台灣危害蓮霧，短短數年間就普遍發生於多種作物上，尤以中、南部的經濟果樹受害最嚴重，成為經濟果樹之重要害蟲 (陳, 1981)。本薊馬可行孤雌生殖產雄蟲及兩性生殖，生活史可分為卵、幼蟲、蛹及成蟲 4 個時期，卵產於葉肉組織或果實組織內中。在蓮霧田間消長以 5~10 月為其族群密度的高峰期，冬季族群的密度較低。在室內定溫的環境下，以蓮霧葉飼養，於 28℃ 時，卵期約 13.2 天，幼蟲期約 9.2 天，蛹期約 3.3 天，雌成蟲壽命約 21.9~22.7 天，雄成蟲壽命約 16.3~21.6 天，平均產卵數約 11~13.1 粒；於 16℃ 時，幼蟲期約 27.7 天，蛹期約 10.4 天，雌成蟲壽命約 23.8~29.8 天，雄成蟲壽命約 10.7~21.3 天 (邱, 1984)。在室內定溫的環境下，以葡萄葉飼養，於 30℃ 時，卵期約 7.8 天，幼蟲期約 8.4 天，蛹期約 3.1 天，成蟲壽命約 18.8 天，平均產卵數約 26.4~28.4 粒；於 15℃ 時，幼蟲期約 28.8 天，蛹期約 15.8 天，成蟲壽命約 31.8 天 (施, 1989)。

腹鉤薊馬主要發生於檬果中、老葉及果實上危害，幼蟲常群聚於葉背之葉脈凹陷處及果蒂和果縫隱蔽處，幼蟲行動較活潑，前蛹及蛹期行動遲緩不喜活動、不取食且群集葉背、果蒂、果縫等隱蔽處，受干擾會緩慢移動。幼蟲及成蟲以口器銼吸葉片，受害葉片呈褐色斑點並造成捲曲，加上幼蟲聚集之排泄物污染葉片，影響光合作用，最後黃化落葉，嚴重時影響樹勢及開花結果 (圖 6)。該薊馬也會危害果實，並能在果食上生長發育，受害後果皮呈赤褐色木栓化疤痕，嚴重影響果實品質 (邱, 1984; 施, 1989)。

三、花薊馬 (*T. hawaiiensis* (Morgan))

花薊馬之雌成蟲頭與胸呈橘黃色，腹部黑褐色，觸角多為 7 節，體長約 1.4~1.6 mm，雄蟲體呈黃色，較雌蟲體小約 1.05 mm (圖 7)。本種薊馬幾乎全世界均有其分布，以亞洲 (孟加拉、緬甸、寮國、印度、印尼、伊朗、日本、南韓、馬來西亞、巴基斯坦、菲律賓、新加坡、斯里蘭卡、泰國、越南、中國、香港、台灣) 及太平洋地區 (澳洲、關島、夏威夷、中途島、諾福克島、新幾內亞、薩摩亞、坎貝爾島) 最為普遍，亦分布在非洲 (安哥拉、莫三比克、奈及利亞、烏干達、獅子山國、留尼旺島)、美洲 (美國、牙買加、墨西哥) 及歐洲 (法國、英國) 等地發生並危害作物 (王, 2002; 郭等, 2003; Reynaud *et al.*, 2008)。

該種薊馬為雜食性，屬於寄主植物十分廣泛的食花性薊馬，寄主植物木本、灌木與草本均有，普遍存在於農耕作物、觀賞花卉與山區郊野植物的花上，在台灣曾造成香蕉及柑桔類的經濟損失。主要寄主植物包括香蕉、檬果、柑桔、蘋果、桃、梨、番石榴、龍眼、柚、檳榔、李、玉米、蔥、辣椒、敏豆、茼蒿、茶、蘭花、玫瑰、百合、水仙、金露花、蟛蜞菊、馬茶花、紅蝦花、梅花、珊瑚刺桐、月桔、合歡、福木、桂花、羊蹄甲等具經濟性的各種果樹、蔬菜、花卉及雜糧作物的花部，此外其他雜草及植物的花部也可發現存在 (王, 2002; 郭等, 2003; Reynaud *et al.*, 2008)。

花薊馬的生活史可分為卵、幼蟲、蛹及成蟲 4 個時期，卵產在植物較幼嫩的部分，例如新芽、幼葉、花瓣等組織內。在檬果田間消長以 1~3 月的開花期為其族群密度的高峰期，其他時間則轉移至附近其他開花的植物上。在室內定溫的環境下，以香蕉花飼養，於 25℃ 時，卵期約 3.0 天，幼蟲期約 3.8 天，蛹期約 2.8 天，雌成蟲壽命約 13.8 天，每一雌蟲平均產卵數約 33.5 粒 (湯, 1974)。Murai (2001) 在實驗室以花粉和蜂蜜混合飼養，一年可發生 11~18 個世代，每個世代需 153.8 日度發育，於 10℃ 時 38.9 天可發育至成蟲，但失去產卵能力無法產卵；於 15℃ 時 19.4 天可發育至成蟲；於 20℃ 時 16 天可發育至成蟲；於 25℃ 時 10.3 天可發育至成蟲；於 30℃ 時 8 天可發育至成蟲；當環境中溫度 (20℃) 與寄主植物適宜，每一雌蟲可產卵達 536 粒。

花薊馬是台灣發生最普遍的薊馬之一，成蟲與幼蟲大多活躍好動，白晝均為其活動期，不時在葉面、花瓣、果皮上穿梭爬行，化蛹時老齡幼蟲彈跳離開植株，掉落在附近土中發育成蛹，不久即羽化為成蟲。在檬果上主要出現在花部銼吸危害花梗及花器，使花瓣凋萎，破壞花粉，密度高時會影響檬果的授粉及結果 (李及溫, 1982; 郭等, 2003)。花期一過，成蟲就另行尋找附近其他開花植物，因此在開花期間發生本種薊馬，於非開花期間則不棲息於檬果樹上。

檬果薊馬的防治

目前應用於農作物上防治薊馬的方法，如利用銀色覆土資材、濾除紫外線塑膠膜、黃色及藍色黏板誘捕薊馬等物理性防治技術，均有文獻報導可以降低薊馬的數量 (王, 2002)。此外，亦有利用生物天敵如捕食性蟎類 *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) 和 *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) 在辣椒園中可有效防治小黃薊馬 (Arthurs *et al.*, 2009)，捕食性椿象如中華斑腿盲椿象 (*Campylomma chinensis* Schuh) 和小黑花椿象 (*Orius* spp.) 可防治薊馬、蚜蟲等小型害蟲 (王及朱, 1994; 邱等, 2005; 邱及王, 2006)。但是物理及生物防治用於檬果上防治薊馬效果有限，目前仍以施用化學藥劑為主。

台灣有關檬果薊馬的防治用藥，只有 1987 年登記於農委會發行之植物保護手冊的 48.34% 丁基加保扶 (carbosulfan) 乳劑，及 2009 年登記的 4.95%芬普尼 (fipronil) 水懸劑和 10% 克凡派 (chlorfenapyr) 水懸劑等 3 種殺蟲劑。但植物保護手冊上登記用於防治檬果其他害蟲，包括檬果螟蛾 (*Chlumetia transversa* Walker)、檬果赤圓介殼蟲 (*Aonidiella aurantii* (Maskell))、檬果葉蟬 (*Idioscopus niveosparsus* (Lethierry) 和 *I. clypealis* (Lethierry))、檬果木蝨 (*Microceropsylla nigra* (Crawford)) 及東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* Handel)，則計有 36 種 (郭等, 2003; Anonymous, 2007)，遠多於登記在檬果薊馬上的防治藥劑。雖然此等藥劑可施用於檬果上同時防治檬果薊馬；且其他作物防治薊馬有效的藥劑，如賜諾殺、滅賜克、馬拉松等亦可供參考登記應用 (Anonymous, 2007)，但此類藥劑於田間經長期使用，其對檬果上小黃薊馬之毒效仍須釐清。

邱等 (2010) 針對 30 種市售殺蟲劑成品測定其殺蟲效果，以瞭解目前玉井鄉檬果上小黃薊馬對常用殺蟲劑登記之稀釋倍數的感受性，研究結果可供整合檬果害蟲管理技術之參考應用。在供試的 30 種殺蟲劑中，僅滅大松、加保扶、丁基加保扶、賜諾殺、芬殺松、滅賜克、40% 及 24% 納乃得、馬拉松和撲芬松等 10 種殺蟲劑的登記稀釋倍數，浸葉處理小黃薊馬經 24 小時之殺蟲效果有 72.8% 以上，其餘殺蟲劑的登記稀釋倍數對檬果小黃薊馬的死亡率均未達 50%，殺蟲效果不佳。

上述對檬果小黃薊馬毒效較佳的殺蟲劑，為分別登記在檬果葉蟬、檬果螟蛾、檬果木蝨及東方果實蠅上使用的殺蟲劑，可提供做為殺蟲劑擴大使用範圍的參考。而滅大松為登記在檬果赤圓介殼蟲上使用的殺蟲劑，試驗結果對小黃薊馬的毒效極佳，但因滅大松 40% EC 為劇毒性農藥，政府將於 2010 年 12 月 31 日禁用。另外，賜諾殺、滅賜克和馬拉松雖非檬果上登記使用的殺蟲劑，但為登記在其他作物上薊馬的防治藥劑，試驗結果對檬果上小黃薊馬的毒效亦佳，可作為登記於檬果用藥的參考。研究藥效較佳的 10 種殺蟲劑中，除賜諾殺為細菌產生之抗生物質 (antiobiotic) 外，均為有機磷和氨基甲酸鹽類，在殺蟲劑輪用原則下，有效殺蟲劑的選擇性少，這也是目前小黃薊馬防治困難的原因之一。

由小黃薊馬對供試殺蟲劑登記使用之稀釋倍數的死亡率比較，滅大松、加保扶、丁基加保扶、賜諾殺、芬殺松、滅賜克和 40% 納乃得的毒效較佳，其中，滅大松及芬殺松為乳劑劑型之有機磷類，因該類劑型有落花及果實黑化的疑慮，農民於開花至小果期時有使用的顧慮。加保扶為劇毒性殺蟲劑，施用時常有導致中毒的情形，農民使用意願較低。丁基加保扶為 1987 年登記在檬果薊馬上使用的藥劑，在與台南和屏東檬果栽培農民的訪查中，該藥劑已久未在檬果田間使用，研究結果顯示對小黃薊馬的感受性尚佳，且對人屬中毒性，可優先推薦使用。滅賜克和賜諾殺為薊馬常用的防治藥劑，但滅賜克已證實會使西方花薊馬產生抗藥性 (Brødsgaard, 1994; Jensen, 2000)，且抗性比高達 30 倍。在台灣也證實小菜蛾 (*Plutella xylostella* (Linn.)) 對賜諾殺產生抗藥性，採自高雄縣路竹鄉的族群抗性比達 58.7 倍，彰化縣溪湖鄉的族群抗性比更高達 65.3 倍 (Kao & Cheng, 2001)。雖然滅賜克和賜諾殺尚未登記在檬果上使用，但小黃薊馬是否如同西方花薊馬及小菜蛾分別對滅賜克和賜諾殺產生抗藥性一樣，值得進一步注意監測。

滅大松、芬殺松等有機磷類，加保扶、丁基加保扶、滅賜克等氨基甲酸鹽類，及賜諾殺對小黃薊馬具有速效性，在檬果薊馬密度高，或密度快速升高時，可利用此類藥劑快速降低田間薊馬密度。賜諾殺為輕毒性殺蟲劑，丁基加保扶、芬殺松和滅賜克為中毒性殺蟲劑，但滅大松和加保扶為劇毒性殺蟲劑，使用時須謹慎。而納乃得、馬拉松和撲芬松對小黃薊馬毒性稍低，可選用在檬果小黃薊馬密度尚低，但有攀升趨勢時使用，此類為輕毒到中毒性殺蟲劑，可作為例行性的管理藥劑。

雖然實驗室內殺蟲劑對小黃薊馬的毒效測試，變因單純可控制，所得的小黃薊馬死亡率，不能全然等於對田間小黃薊馬的防治率，但建立的殺蟲劑對檬果小黃薊馬的毒效資料，仍可提供農民對檬果小黃薊馬的用藥參考，也可作為將來研究比對的參考。

結論

小黃薊馬近幾年陸續在蓮花、釋迦、番石榴、蜜棗、檬果等作物上造成危害，蟲口密度在嫩葉、開花及結果期居高不下，已成為重要的作物害蟲。Brødsgaard (1994) 歸納出西方花薊馬 (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) 猖獗危害的可能原因有三點：1. 薊馬產卵於植物組織中，且化蛹在隱蔽處或土中，活動期棲息於葉背、花芽中，因此不易接觸到殺蟲劑；2. 具危害性薊馬多為雜食性；3. 過於頻繁使用殺蟲劑，造成天敵減少及薊馬產生抗藥性。此推論亦可做為台灣近幾年小黃薊馬猖獗的參考。此外，邱等 (2010) 研究顯示檬果上小黃薊馬對藥劑的感受性與王等 (1999) 在蓮花的試驗數據比較，明顯降低，顯示抗性提高，施藥後效果不彰，應該是台灣近年小黃薊馬猖獗的主要原因。

檬果害蟲種類眾多，需管理的時期長，防治工作不可疏忽，且因檬果開花及結果期長 (1~6 月)，在開花至小果期若逢少雨乾旱，檬果薊馬的發生將更為猖獗，農

民噴藥頻繁，農藥殘留問題堪慮，為確保生產者與消費者的安全與降低生產成本，則必須監測檬果薊馬的發生時間，於適當的用藥時間點選擇有效的藥劑輪用噴施，當可將檬果薊馬控制在可忍受的密度之下，減少農藥使用次數及用量，使農業與環境可以永續發展。

引用文獻

王清玲、徐孟愉、楊清翰、簡毓伶。1999。殺蟲劑對蓮花上小黃薊馬 (纓翅目：薊馬科) 之毒效。中華昆蟲 19: 377–380。

王清玲。2002。台灣薊馬生態與種類。行政院農業委員會農業試驗所特刊第 99 號。328 頁。

王清玲、徐孟愉。2007。農園植物重要薊馬。行政院農業委員會農業試驗所特刊第 131 號。155 頁。

石憲宗、林鳳琪、王清玲、邱一中。2010。檬果葉蟬生態及防治。農業試驗所技術服務 82: 14-18。

石憲宗、范姜俊承、林鳳琪、邱一中、王清玲。2009。台灣檬果之新記錄害蟲–二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida, 1913)) (半翅目：角蟬總科：葉蟬科：小葉蟬亞科)。台灣昆蟲 29: 354。

李錫山、溫宏治。1982。檬果薊馬類發生消長與危害調查及其防治試驗。植保會刊 24: 179–187。

林鳳琪、邱一中、王清玲。2010a。植物病蟲害防治摺頁22-小黃薊馬之習性與防治。行政院農委會動植物防疫檢疫局出版。

林鳳琪、邱一中、石憲宗、王清玲。2010b。檬果害蟲防治管理–以屏東地區為例。農業世界 317: 44–51。

邱一中、王清玲 。2006。薊馬的有效天敵小黑花椿象。苗栗區農業專訊 36: 6-10。

邱一中、何佳蓉、王清玲 。2005。利用天敵防治作物害蟲。永續農業 23: 22-27。

邱一中、林鳳琪、石憲宗、王清玲。2010。殺蟲劑對檬果小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) (Thysanoptera: Thripidae) 之毒效。台灣農業研究 59: 134–141。

邱煇宗。1984。腹鉤薊馬 (*Rhipiphorothrips cruentatus* Hood) 之生物學及化學防治。植保會刊 26: 365–378。

施錫彬。1989。腹鉤薊馬危害葡萄的習性及環境因子對其族群變動之影響。國立中興大學昆蟲研究所碩士論文。72頁。

陳連勝。1981。台灣網紋薊馬亞科之分類研究。植保會刊 23: 117–130。

陳惠藏。1984。茶黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 生態觀察。台灣茶葉研究彙報 3: 5–14。

郭克忠、鄒慧娟、施季汎。2003。植物保護圖鑑系列 10–檬果保護。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。195 頁。

郭克忠、鄒慧娟、施季汎。2004。植物保護圖鑑系列 14–蓮霧保護。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。154 頁。

湯慶詮。1974。台灣香蕉薊馬生態研究。國科會研究彙刊 7: 371–383。

羅幹成。2006。台灣農業害蟎圖說。行政院農業委員會農業試驗所特刊第 116 號。216 頁。

Anonymous. 2007. Mango. p. 56-79. *in*: Plant Protection Manual (Fruits). (Fei, W. C. and Y. C. Wang, eds.) TACTRI/COA Press. Taichung, Taiwan. (in Chinese)

Arthurs, S., C. L. McKenzie, J. Chen, M. Dogramaci, M. Brennan, K. Houben, and L. Osborne. 2009. Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper. Biol. Control 49: 91–96.

Brødsgaard, H. F. 1994. Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue-on-glass test. J. Econ.Entomol. 87: 1141–1146.

CABI. 2005. Crop Protection Compendium. CAB International, Wallingford, UK.

Kao, C. H. and E. Y. Cheng. 2001 Insecticide resistance in *Plutella xylostella* L. XI. Resistance to newly introduced insecticides in Taiwan (1990–2001). J. Agric. Res. China 50: 80–89.

Mound, L. A. and J. M. Palmer. 1981. Identification, distribution and host plants of the pest species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae). Bull. Entomol. Res. 71: 467–479.

Murai**,** T. 2001. Development and reproductive capacity of *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Thripidae) and its potential as a major pest. Bulletin of Entomological Research 91: 193–198.

Nietschke, B. S., D. M. Borchert, R. D. Magarey, and M. A. Ciomperlik. 2008. Climatological potential for *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) establishment in the United States. Florida Entomol. 91: 79–86.

Reynaud, P., V. Balmes, and J. Pizzol. 2008. *Thrips Hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae), an Asian pest thrips now established in Europe. EPPO Bulletin 38: 155–160

Seal, D. R., M. Ciomperlik, M. L. Richards, and W. Klassen. 2006. Comparative effectiveness of chemical insecticides against the chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), on pepper and their compatibility with natural enemies. Crop Prot. 25: 949–955.

Umeya, K., I. Kudo, and M. Miyazaki. 1988. Pest Thrips in Japan. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai Pub. Co. Japan. 422 pp.

Ecology and control of thrips on mango

Yi-Chung Chiu[1,2], Feng-Chyi Lin[1], Hsien-Tzung Shih[1], and Chin-Ling Wang[1]

Abstract

Six species of thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood, *Rhipiphorothrips cruentatus* Hood, and *Thrips hawaiiensis* (Morgan), *Frankliniella intonesa* (Trybom), *Megalurothrips typicus* Bagnall, and *Selenothrips rubrocinctus* (Giard) have been recorded as pests associated with mangos in Taiwan. In recent years, thrips have seriously reduced the quality and yield of mangos, and the damage caused by *S. dorsalis* is particularly serious. In order to solve the current problem, this paper describes ecological information such as the distribution, host plant, life history of mango thrips, injury to fruit they cause, control measures, as well as the effective insecticides under laboratory screening.

Key words: Thrips, *Scirtothrips dorsalis*, Mango (*Mangifera indica*), Control.

[1.] Respectively, Assistant Entomologist, Associate Entomologist, Assistant Entomologist, and Senior Entomologist and Director, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
[2.] Corresponding author, e-mail: ycchiu@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.

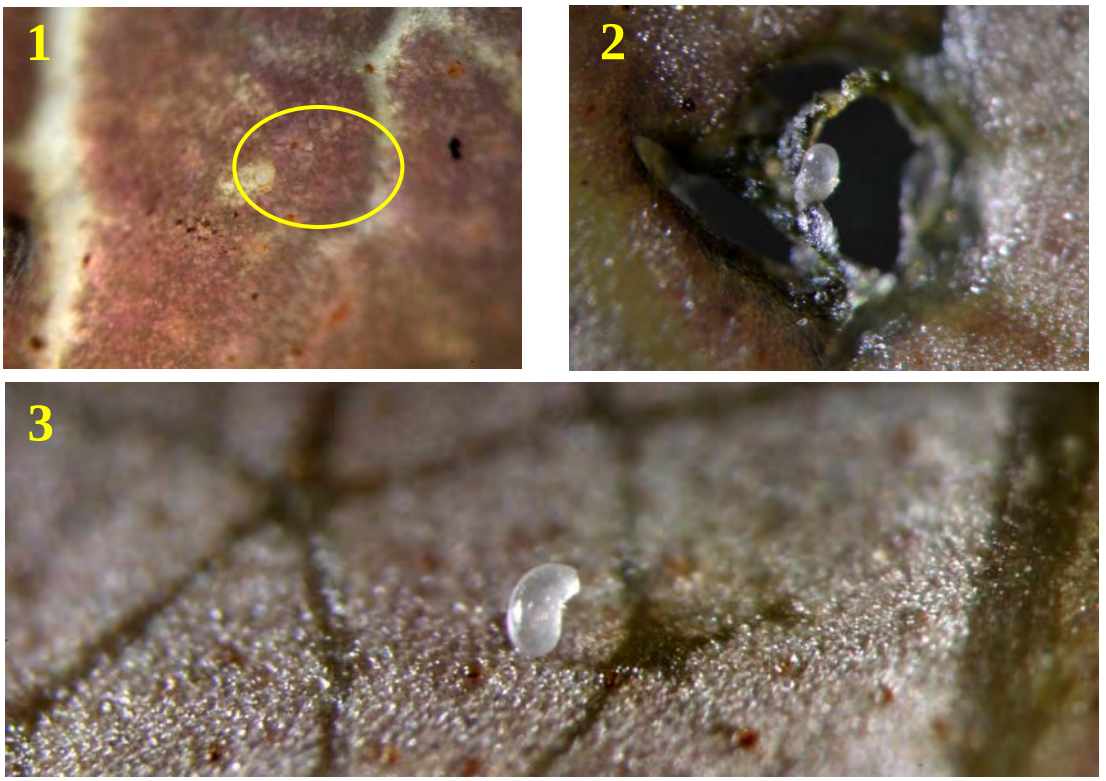


圖 1. 小黃薊馬：(1) 卵產於檬果嫩葉組織中；(2) 從檬果葉中取出的卵粒；(3) 呈腎形的卵粒。

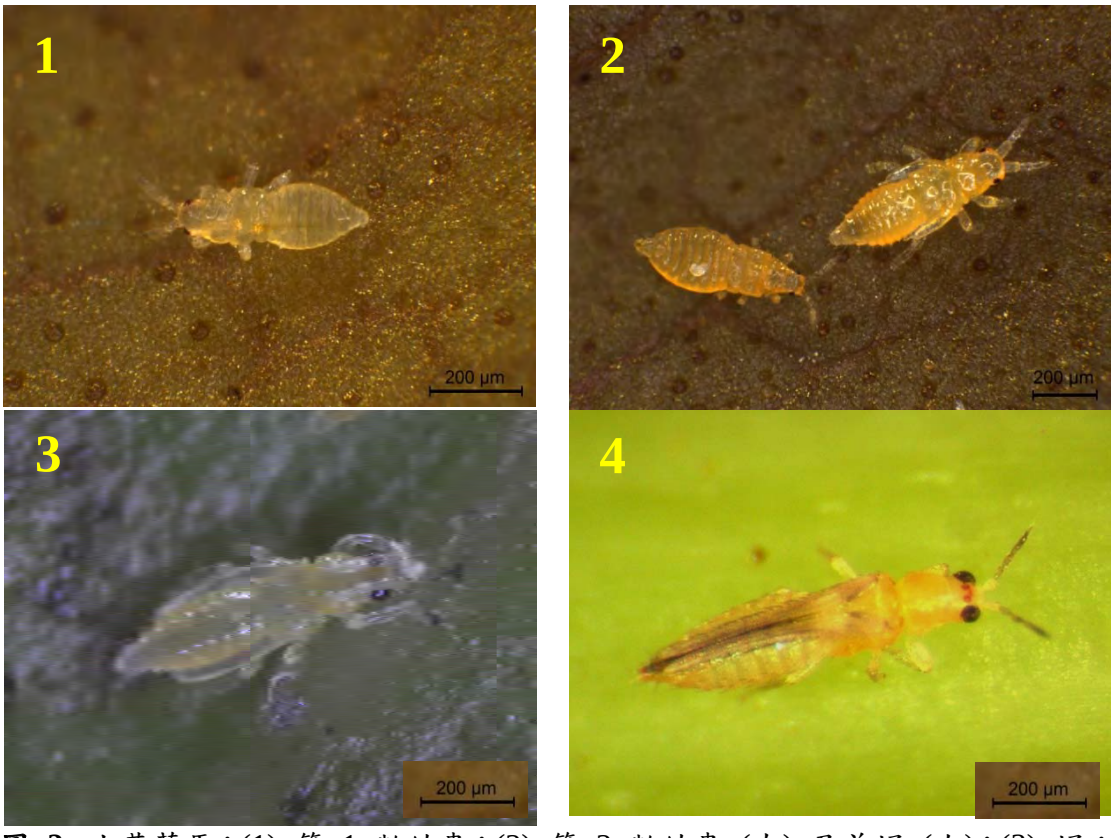


圖 2. 小黃薊馬：(1) 第 1 齡幼蟲；(2) 第 2 齡幼蟲 (左) 及前蛹 (右)；(3) 蛹；(4) 成蟲。

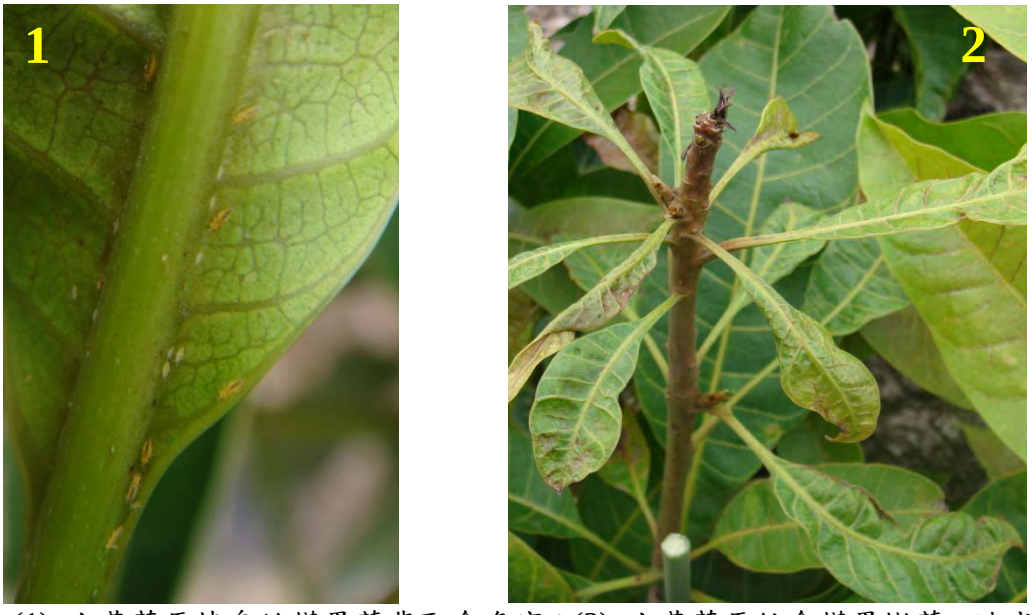


圖 3. (1) 小黃薊馬棲息於檬果葉背取食危害；(2) 小黃薊馬銼食檬果嫩葉，造成葉片產生不規則褐斑、變形、葉芽乾枯。



圖 4. 小黃薊馬危害檬果幼果，造成果蒂及果皮表面產生粗糙疤痕。



圖 5. 腹鉤薊馬玻片標本照。

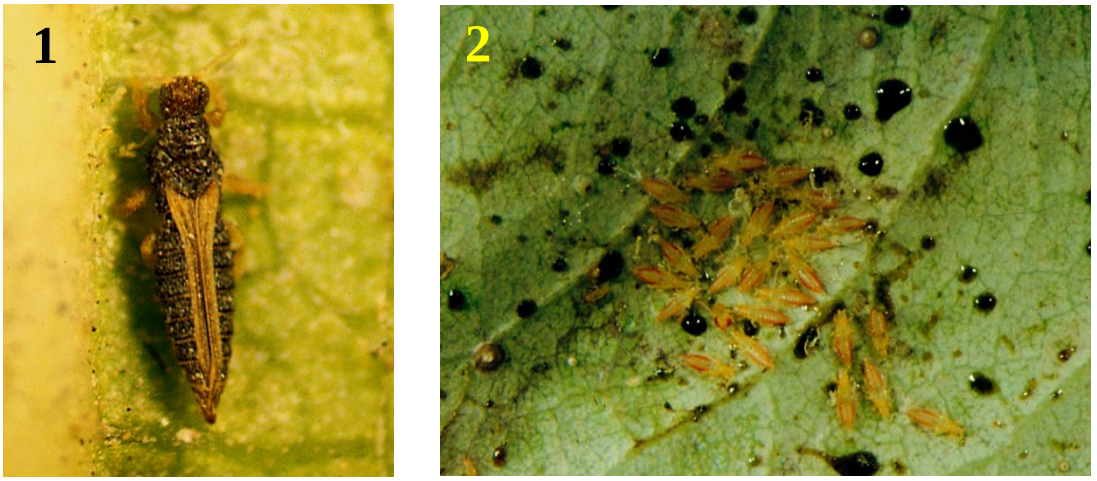


圖 6. (1) 腹鉤薊馬棲息葉部取食危害；(2) 腹鉤薊馬群集葉部危害及其排泄物。



圖 7. 花薊馬玻片標本照。

表 1. 台南玉井地區小黃薊馬成蟲經不同藥劑處理於 6、24、48 小時後之死亡率 (邱等, 2010)

Table 1. Mortality of adults of *Scirtothrips dorsalis* after feeding on insecticide-treated leaves of mango for 6, 24 and 48 hours

Insecticide	Conc. X	No. of thrips treated	Mortality (%) of thrips adult after treatment		
			6 hours	24 hours	48 hours
Methidathion 40% EC	1000[y]	161	92.5± 0.6 a[x]	100.0± 0.0 a	100.0± 0.0 a
Carbofuran 44% SC	800	110	94.1± 3.8 a	100.0± 0.0 a	100.0± 0.0 a
Carbosulfan 48.34% EC	1000	100	85.6± 1.7 ab	100.0± 0.0 a	100.0± 0.0 a
Spinosad 2.5% SC[z]	2000	107	86.3±11.8 ab	97.4± 2.6 ab	100.0± 0.0 a
Fenthion 50% EC	1000	144	90.6± 3.7 a	96.4± 2.3 ab	99.3± 0.7 a
Methiocarb 50% WP[z]	1000	95	90.9± 7.2 a	96.3± 3.7 ab	100.0± 0.0 a
Methomyl 40% SP	800	102	76.8± 7.7 ab	90.6± 6.3 abc	96.7± 3.3 a
Methomyl 24% SL	500	107	77.5±11.8 ab	82.1± 9.7 bcd	92.0± 5.9 ab
Malathion 50% EC[z]	500	114	57.9±16.7 bc	76.2± 6.6 cd	90.7± 7.3 ab
Fenvalerate+Fenitrothion 30% EC	800	56	31.6±25.5 c	72.8± 0.6 d	83.2± 4.0 b
Clothianidin 16% SG	4000	108	31.1± 6.7	48.6±13.4	73.4±10.3
Imidacloprid 9.6% SL	3000	116	14.6± 4.6	36.4± 9.1	76.7± 2.2
Dinotefuran 20% SG	3000	124	22.1±12.2	32.4±12.3	64.4±10.7
Phosmet+Lambda-cyhalothrin 42% WP	2000	108	11.9± 7.8	32.8±12.3	70.7± 7.4
Thiamethoxam 25% SP	7500	83	13.4± 4.9	32.2±11.7	73.1±13.6
Acetamiprid 20% SP	4000	114	6.1± 2.1	29.5± 6.4	63.2± 3.7
Buprofezin 25% WP	750	105	6.0± 3.4	28.8± 7.1	49.0± 3.9
Fenitrothion 50% EC	1000	137	11.8±11.7	28.6±20.4	73.4± 9.8
Bifenthrin 2.5% SC	2000	94	5.7± 3.9	28.5±15.5	88.8± 4.0
Buprofezin+Deltamethrin 11.78% EC	1500	108	12.5± 8.5	28.5±11.1	53.0±12.4
Carbaryl 85% WP	1700	86	9.1± 7.3	26.2±16.4	33.6± 7.7
Chlorfenapyr 10% SC	1000	113	14.1± 6.7	24.7± 9.4	58.1±13.5
λ-cyhalothrin 2.8% EC	4000	144	13.4± 6.7	22.5± 5.0	43.7± 8.9
λ-cyhalothrin 2.46% CS	4000	129	13.0± 4.3	22.4± 1.5	56.3± 8.0
Fipronil 4.95% SC	2500	128	13.5±10.9	21.8±10.6	68.5± 2.7
α-cypermethrin 3% EW	1000	118	7.9± 7.5	21.1±11.2	59.1±10.2
α-cypermethrin 3% EC	1000	98	14.5± 4.3	20.5± 7.1	49.0±18.3
Pymetrozine 25% WP	1500	93	5.7± 1.9	18.4± 6.7	75.3±13.2
Bifenthrin 2.8% EC	2000	138	10.5± 6.6	15.9± 8.0	54.8± 7.2
β-cyfluthrin 2.9% EC	1500	80	3.0± 2.2	13.9± 6.5	26.3± 9.8

[z] Not registered for use in the control of mango pests.

[y] Recommended application rate for each insecticide listed in the Plant Protection Manual.

[x] Data on mortality were corrected by Abbott's formula and showed by mean ± sem; means within each column followed by the same letter are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

果實蠅在檬果上之為害特性及整合性管理

黃毓斌[1,2] 高靜華[1] 江明耀[1] 謝雨蒔[1]

摘要

檬果在台灣屬季節性果樹，栽培面積達 17000 公頃，主要集中於屏東、高雄及台南，嘉義以北之地區僅零星栽培，產季從本地種檬果 4 月至晚熟種改良種凱特 9 月結束，台灣地處亞熱帶，氣候適宜，近年由於農業栽培技術改良與進步，新品種整年皆可生產。東方果實蠅因具有高繁殖力及極佳之飛行力，族群可藉由多樣的寄主持續繁衍，檬果即為其危害嚴重之寄主。果實蠅主要為害檬果果實，少數單偽果或不良果黃化時可發現產卵痕跡，大部分均於熟果期果實轉色後大量危害，此種為害特性以本地種檬果及愛文品種最為常見。須經催熟之金煌或凱特品種則於中果期套袋保護，果實蠅為害風險較低，惟於集貨場或包裝場風險極高。台灣本島因栽培地區地理環境及氣候差異，針對果實蠅發生時期及其防治重點策略稍有不同，屏東地區因果實成熟期較其他地區早，防治關鍵應與蓮霧產期時著手進行。高雄及台南地區須注意印度棗後期及番石榴產期配合防治。其他檬果零星栽培區對果實蠅防治時應與鄰近寄主作物共同進行。以滅雄 (male annihilation)、食物誘餌 (food bait) 及田間衛生 (Sanitation) 為基礎的區域防治，藉由嚴密地密度監測與地理資訊網絡，果實蠅防治工作較能彰顯。

關鍵詞：東方果實蠅、檬果、區域防治

前言

東方果實蠅 (Oriental fruit fly，*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 俗稱蜂仔或果實蠅，長久以來被視為亞太地區危害經濟果樹最為嚴重之害蟲，此類果實蠅於適宜環境下具高繁殖能力，短期內族群能夠迅速增長，造成寄主果實落果及腐爛，失去商品價值。另外其為害寄主種類繁多，大凡園藝作物如檬果、番石榴、楊桃、蓮霧、桃、梨及柑桔類等皆可為害。果實蠅之生活史中，在不同生命階段有不同生態環境，成蟲具飛行能力，可作長距離分散，其日間活動則以覓食、產卵或交尾為主，因此藉由誘引劑才能有效誘引成蟲。幼蟲期則因於果實內潛行蛀食，藥劑防治不易達

1. 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組助理研究員、研究員、助理研究員及助理研究員。台灣台中縣 霧峰鄉。
2. 通訊作者，電子郵件：ybhuang@tari.gov.tw；傳真機：(04) 23309097。

成，惟可利用田間衛生清理受害果加以克服防除。老熟幼蟲鑽入土壤化蛹，最易受天敵攻擊或土壤環境變化影響 (圖 1)。雌產卵主要以成熟鮮果為主，其果實香味、大小及色澤指標為產卵選擇之偏好，影響其產卵行為及產卵量 (Christerson, 1960; Bateman, 1972)。不同寄主水果其產卵偏好亦有差異，其中雌蟲在番石榴與柑桔上產卵量最高，香蕉及芒果次之，蓮霧則最低 (劉及黃, 1990)。

針對果實蠅族群生態特性，採取適當防治技術，是為防治果實蠅最佳策略，其田間棲息地之生態特性，可分 4 個繁衍棲息地 (habitant)，1. 果樹栽培區：最能反應作物經濟損害，採收期之果實對於果實蠅入侵危害特別敏感，此地區亦常為果實蠅防檢疫工作最重要之地區；2. 廢棄果園：因生產成本不敷支出而停止管理或長期性停止耕作之果樹，短期性廢棄果園常提供果實蠅額外滋生源，短期內會造成族群大量發生。長期性廢棄果樹會提供果實蠅族群休養之機會，使族群不斷繁衍；3. 零星栽培：一般家庭田園零星栽培，屬自給自足、零售或觀賞用，缺乏專業管理之措施，甚少利用農業上之防治資材。一般對於蟲害問題均採消極阻絕方式，常為果實蠅防治之死角；4. 野生寄主：在台灣常見果實蠅危害之寄主有 80 餘種，其中 20 餘種屬經濟性作物，其餘非經濟性栽培作物仍佔多數，但此類作物之果實，不具經濟價值，故一般於果實蠅防治上甚少被注意，惟此類作物可提供果實蠅暫時分散及棲息之場所，使果實蠅有再度入侵果樹栽培區之機會。

果實蠅在檬果上之為害特性

我國檬果栽培面積約 17000 餘公頃，本地種檬果主要分布於屏東及台南，改良種愛文主要產區分佈於屏東、高雄、台南等地區，其餘如嘉義縣，南投縣、台中縣等只有零星栽培 (農糧署農情報告資源網, http://agr.afa.gov.tw/afa/)。屏東地區愛文品種的開花期約在 12 月中~下旬，1~2 月幼果期，3 月為生理落果期，4 月為果實肥大期，5 月為成熟及收穫期。高雄、台南地區一般開花期等約晚 1 個月。6~7 月為成熟及果實採收期 (凱特等晚熟品種可延後至 8~9 月採收)。基於檬果生長季節及不同品種間之差異，茲分別就果實蠅為害時特性加以探討：

一、依檬果生長季節

開花期：無文獻報導果實蠅為害檬果花器。

結果期：依果實大小及硬度 (膨壓) 可分 4 種方式：

1. 小果期：不良果 (單偽果) 轉色老化時，果香會吸引果實蠅雌蟲產卵，惟幼蟲發育不佳，難完成世代。
2. 中果期：由於果實逐漸膨大硬化，通常果實蠅無法順利產卵，惟於疏果掉於地上後，其果實軟化後香味吸引雌蟲產卵，幼蟲可順利發育完成世代。
3. 熟果期：隨果實成熟度增加，檬果果實被果實蠅為害機率增大 (劉及黃, 1990)，果實轉色逐漸軟化或成熟度達 8 分後，果香氣味吸引果實蠅雌蟲於果皮產卵 (圖 2)，此時期成蟲白天來回果園產卵或覓食。

4. 採收後果實：經催熟之果實軟化，果香漫溢，常吸引成蟲進入無隔離裝置集貨場產卵，致果實出貨後被檢出受害或於包裝分級場被檢出被害果。

二、依檬果品種

1. 本地種 (在來種) 檬果：俟樹上果實成熟後才採收販賣，採收期常受到果實蠅嚴重為害。果實蠅危害風險高，雌蟲產卵於果皮內，幼蟲大都喜於果皮與果肉間蛀食，可能與果皮厚及果肉纖維較多有關。此品種樹種較高，很少套袋防蟲，於中果期採收部份果實進行檬果青 (情人果) 加工。一般公共造產的檬果樹種，蟲害管理粗放，幾乎成果實蠅孳生源，屏東縣沿山公路、高雄縣大崗山沿線檬果種植皆屬之。屏東部份鄉鎮種植經改良矮化品種，蟲害管理已逐漸專業化，果實蠅為害已可控制。
2. 愛文：果實採全熟採收，皮薄肉多，果實蠅直接產於果皮內，幼蟲潛行蛀食果肉。一般幼果期較少被危害，果實蠅密度高時偶有發現畸形果或不良果 (單偽果) 被產卵，然卵無法孵化或幼蟲發育瘦小。此品種中果期病蟲害問題皆採套袋管理，避免成熟果時被為害，一般外銷供果園則於 7~8 分熟度採收，故此品種被果實蠅為害風險低，然集貨場及分級包裝場的周圍環境是防檢疫死角，相關隔離裝置或防治措施不可輕忽。
3. 金煌：較少全熟果採收，大都以 7~8 分熟果催熟，果實蠅田間為害風險低。果實皮薄肉多，常以雙層內襯黑色套袋保護，近果蒂部位易受果實蠅產卵為害。
4. 凱特：屬晚熟品種，8~9 月仍常見，此品種常受日照時甜度會較高，惟避免果實蠅為害，常以雙層內襯黑色套袋保護。若套袋包裝不實，果蒂部位常受到果實蠅產卵。
5. 四季檬果：同一株樹種會出現成熟果實及其它分枝開花，一年四季可見果實，皮薄肉多種子小為此品種之特色。若冬季結果時可避開夏季果實蠅高峰期，危害風險較低，以透光紙袋保護果實，避免果實蠅直接為害。

重要檬果產區內其果實蠅族群變化情形與防治策略

大部分檬果品種生產屬季節性，然檬果產區通常鄰近其它果實蠅寄主水果栽培如印度棗、蓮霧及番石榴等，其產期如圖 3。茲依照不同檬果產地生長期及果實蠅族群發生特性，探討各檬果產地果實蠅族群變化與防治策略 (圖 4)

一、屏東地區

以本地種檬果及愛文品種為主，開花及結果期均較其他縣早，產地果園如鹽埔、內埔及枋寮鄉等鄰近蓮霧栽種區。由果實蠅族群變化趨勢來看，此地區族群增長從 3 月延續至 9 月。因蓮霧採收後期 (3 月後)，樹種剪枝更新之前，病蟲害採粗放管理，此期間環境溫度上升，果實蠅族群增長迅速，若防治果實蠅工作執行不徹底，其孳生族群將會持續危害早熟芒果如本地種檬果，果實蠅族群危害壓力進而影響下一期的愛文及金煌果實採收 (圖 3)。因此本地區地果實蠅防治關鍵期為每年

蓮霧採收當季 (12~2 月) 就要著手防治，整體防治面應擴大至沿山公路旁兩側公用樹林。

二、高雄地區

本地種檬果種植大都分布於大崗山沿線，屬於粗放管理。改良種以愛文及金煌品種為主，少部份晚熟種為凱特。田寮鄉阿蓮鄉及六龜鄉為主要產地，產地果園鄰近番石榴及印度棗果園。本地區果實蠅族群消長全年相當穩定，主因該縣全年性作物番石榴栽培面積最大，而印度棗及檬果等季節性寄主水果提供豐富食物資源。通常於農曆春節過後價格大跌，農民著手進行印度棗整園及剪枝作業，未採收之樹上果任意丟棄，招引果實蠅族群孳生，族群衍生至鄰近番石榴園，族群發展至農曆清明節後，番石榴樹種進行剪枝作業，採粗放管理，若果實蠅防治工作不徹底，其孳生族群將會持續危害早熟芒果如本地種檬果，若防治層面不足，後期的愛文及金煌，果實蠅族群危害壓力將會更大。因此本地區地防治關鍵在於印度棗及番石榴採收當季 (2~3 月) 就要著手防治，整體防治面應擴大至大崗山旁兩側公用樹林。

三、台南地區

以本地種檬果及愛文品種，佔全縣果品栽培面積 31% (依農委會農情報告資源網 http://agr.afa.gov.tw/afa/ 98 年資料)，開花及結果期均較高屏晚，主要產地為玉井鄉、楠西鄉、南化鄉、大內鄉、官田鄉。另楊桃、番石榴及蜜棗分佔全縣果品栽培面積 6%、2% 及 1%。本地果實蠅族群密度高峰主要於檬果盛產期，其全年性寄主水果番石榴及楊桃產季期間之防治工作，仍居關鍵。整體防治時程應於農曆立春 (約 2~3 月) 著手進行。

四、嘉義及其它本省檬果產地

嘉義縣主要生產改良品種，以番路鄉栽培面積最大，其次為中埔鄉。轄區內仍有番石榴、蓮霧及印度棗等零星栽培，果實蠅發生密度高峰約於檬果採收後期，因此其採收後期之田間衛生將是重要關鍵。

果實蠅防治技術與綜合性管理應用

根據國內外有關果實蠅防治技術報導，以滅雄法 (male annihilation) 及食物誘餌 (food bait) 最為常用，此類技術誘殺效果穩定，所用資材取得容易且成本低廉。所使用之方式係依照果實蠅行為生態特性加以研發，茲分述如下：

一、滅雄法

基於果實蠅雄成蟲性成熟後，觸角內化學接受器 (chemical receptor) 對於甲基丁香油化學分子極為敏銳，雄成蟲藉此定位取食含有混合農藥之甲基丁香油後造成死亡，雄蟲經大量撲殺後，雌成蟲與雄蟲交尾機會降低，子代無法繼續繁衍，族群密度無法增加，而達到降低果實蠅族群之防治目標。此技術由於壓制族群密度效果明顯，不但符合經濟效益，且廣為國際上實施防治果實蠅時所採用。此技術在於誘殺雄蟲，故誘殺時機是為關鍵，於開花期或中果期前應開始防治，若能大面積持續

進行更佳，若於族群密度高時進行誘殺，效果不易彰顯。

目前誘殺方法有二種，一為浸漬含毒甲基丁香油之誘殺板，另一為含毒甲基丁香油藥液放置於特定誘蟲盒，懸掛於果園附近或灌木林遮陰處。可長期使用，高度約 100~150 公分，每公頃約 4~6 片，使用數量農民可依果園範圍適度調整，惟須保持至少 30~50 公尺距離。目前此類資材仍由農委會動植物防疫檢疫局統籌供應，依季節及疫情分發給農民使用。

二、食物誘殺

成蟲為延續生存及繁衍後代，亟須從自然界攝取食物，以獲得營養，尤其蛋白質之攝取更為雌蟲生殖產卵所必需，利用蛋白質水解物誘殺雌成蟲為防治果實蠅重要技術之一，惟此食物誘餌持效短且誘引距離近，於族群密度驟升或結果期，以點噴添加農藥之蛋白質水解物使用即可。目前市售蛋白質水解物或酵母水解物皆可誘引成蟲取食，據國內外報導，配製蛋白質水解物添加硼砂可提升 PH 值，藉此提高誘引能力及延長時效，每公頃用量 2~4 公升量，點噴於果樹或果實蠅棲息樹木上，田間試驗效果極佳。另國外研發新型蛋白質水解物添加低毒性生物製劑 (GF120)，能夠毒殺成蟲，國內已由農藥商取得販賣登記，另國外引進無農藥酵母球誘餌及國內自行研發酵母乾式誘餌之測試效果均有一定誘蟲效果，極具防治果實蠅潛力。

除了上述防治技術外，套袋則為防堵果實蠅為害方式之一，惟須考量成本，使用時須注意紙袋是否會影響寄主果實成熟或傷害及套袋防治時機。藥劑防治方面，植物保護手冊裡有關果實蠅防治推薦農藥屈指可數，化學藥劑無法徹底防除，抗藥性及農藥殘毒問題須克服之。

針對果實蠅防除，現有防治技術已臻成熟，農政單位每年投入大筆經費與人力，在農民配合下，進行全島性果實蠅防治工作，並設置全國密度監測網，掌握疫情資訊，以便採取防治手段。然果實蠅嚴重危害仍時有所聞，熱源區 (hot spot) 經常出現高密度族群，死角不易防除，防治工作出現瓶頸。果實蠅孳生源常引起果實蠅族群大量發生，造成嚴重經濟損害，棲息處所列為防治重點，同時依據其特性，採取不同防治層面，因而衍生了 Knipling (1979) 所提區域防治觀念，所謂區域共同防治 (Area-wide control)，乃是在一定區域內，運用人力及防治資材，於同一時期進行全面性防治工作，使區域內害蟲族群長期控制於低密度，廣泛運用區域共同防治，可控制栽培區內果實蠅之繁衍，族群蹤跡可藉監測資材調查出來，進而採取防治措施，依照 Lindquis (2000) 報導提出實施「區域防治」要件：1. 一群生產者；2. 防治是有組織性的；3. 長期而且是主動計畫的；4. 高科技的技術；5. 對環境的影響。區域防治所要達成的目標是藉由很多人的參與，在特定區域內使目標害蟲降低到非經濟水平。

以經濟效益而言，我國在人口稠密及土地被充份利用下，進行全島大規模果實蠅防治似乎不太可能。然經過劃定之防治區域， 容易找到各區域內之果實蠅防治

重點，依各地作物特性及產銷體系，防治目標便可達成。澳洲政府曾於 1995 年針對木瓜實蠅 (*Bactrocera papayae*) 之入侵危害，於昆士蘭地區採取滅雄法 (male annihilation) 及食物誘餌 (food bait) 種低成本及效益高之防治技術。實施大面積區域防治 (涵蓋面積約 78000 平方公里)，並劃分危害區、緩衝區及非疫區，逐步展開撲殺木瓜實蠅，持續進行防治後，於 1997 年 7 月全島偵測時，已很難找到族群蹤跡及受害果 (Aluja, 1996)。由此可見，採用果實蠅共同防治，除全面性防治外，劃分防治範圍，依據各區之特性，施用不同程度之防治手段，防治成效較易達成。

果實蠅在檬果外銷檢疫上之蟲害問題

東方果實蠅為國際間重要檢疫害蟲，自溴化甲烷被禁用於蔬果檢疫處理後，基於環境保護原則，檢疫處理技術發展以物理除蟲或尋求溴化甲烷替代物為最主要方向。一般持續高溫下，果實蠅卵或幼蟲皆會被殺死 (Armstrong et *al*., 1989)，在考量果實品質與殺蟲能力，目前我國檬果外銷檢疫技術採蒸熱處理，果實中心溫度須達 46.5°C，時間維持 30 分鐘，此技術已被日本、美國及韓國等國認證接受。鑑於高溫對果實品質及口感仍有影響，開發其它化學物理除蟲如 X 光照射等技術開發，實為克不容緩。

未來展望

農試所參考夏威夷防治果實蠅之經驗，推行區域共同防治 (Vargas *et al*., 2007)，即在農民強烈之產銷組織下，自行劃定防治區，教育農民如何實施防治工作，定期實施全面防治，並於區內外設置密度監測點，掌握果實蠅滋生源及可能入侵危害之族群，整個防治區以地理資訊系統 (Geographic Information System) 管理，瞭解防治區附近作物相，使果實蠅防治效能提高 (鄭等, 2003; 蘇等, 2003)。防治區所使用之防治技術有三大項，1. 滅雄法；2. 食物誘餌；3. 果園清潔 (Sanitation)。因區域防治技術著重全面性及持續性，當前面兩項工作進行時，若加入田間衛生工作後，可減少果實蠅滋生源，此時果實蠅族群受到壓制又無新生族群出現，防治區果實蠅就會被壓制至低密度水平及低受害，進而達到防治目標 (黃等, 2008; 鄭等, 2007)。除了定期防治外，同時於防治區內外設置監測點，掌握蟲源滋生地，迅速加以防治，減低防治區再入侵果園之機會，擴大緩衝區範圍，減低果實蠅再為害之機會，單以一個具有共同目標的生產班，團結所有參與農民的力量共同來執行防治工作，成效能夠彰顯。農業試驗所針對區域防治之輔導已由台東縣釋迦產區、嘉義縣大林鎮芎蕉山柑桔產區及圳南村蓮霧產區之示範推廣 (Kao *et al*., 2008)，逐步推展於竹崎龍山村、番路鄉下坑村及中埔鄉金蘭村，並協助區改良場建立區域防治示範區。中部地區如台中縣石岡鄉、東勢鎮及和平鄉等鄉鎮已可獨立

自主整合柑桔產銷班組織，建立當地果實蠅區域防治示範區。

就果實蠅防治工作而言，區域防治可建立族群變化資訊、蟲害管理履歷及作物生產管理資訊，這樣的防治理念正逐漸受到農民重視，未來對於外銷供果園之建置，符合外銷檢疫上之要求，提供完善之供果資料，減低檢疫處理之成本。

引用文獻

鄭允、高靜華、江明耀、黃毓斌。2003。東方果實蠅防治現代化-區域防治之策略與執行。第 49-66 頁。植物保護管理永續發展研討會專刊。何琦琛等主編。中華植物保護學會編印，台中。

蘇文瀛、陳秋男、鄭允、黃毓斌。2003。 台灣東方果實蠅族群之地理分布及統計預測。第 67-110 頁。植物保護管理永續發展研討會專刊。何琦琛等主編。中華植物保護學會編印，台中。

鄭允、蘇文瀛、李木川、高靜華、黃毓斌、江明耀。2007。瓜果實蠅的區域性整合管理。第 91-106 頁。台灣植物保護發展願景研討會專刊。陳健忠等主編。台灣昆蟲學會編印，台中。

黃毓斌、高靜華、江明耀、鄭允、李木川。2008。東方果實蠅小面積區域防治模式研究 (一) 柑桔園之測試。台灣農業研究 57: 63-73.

劉玉章、黃莉欣。1990。東方果實蠅之產卵偏好。中華昆蟲 10: 159-168。

Aluja, M. 1996. Future trends in fruit fly Management. In: Fruit fly pests-a world assessment of their biology and management. (Eds: Bruce A. Mcpheron and Cary J. Steck). 309-317.

Armstrong, J. W., J. D. Hansen, B. K. S. Hu, and S. A. Brown. 1989. High-temperature forced-air quarantine treatment for papayas infested with tephritid fruit flies. J. Econ. Entomol. 82:1667-1674.

Bateman, M. A. 1972. The ecology of fruit flies. Ann. Rev. Entomol. 17: 483-518.

Christenson, L. D., and R. H. Foote. 1960. Biology of fruit flies. Ann. Rev. Entomol. 5: 171-192.

Kao, C. H., Y. B. Huang, M. Y. Chiang, E. Y. Cheng, and Y. L. Hsieh. 2008. Area-wide management of oriental fruit fly and melon fly in Central Taiwan. pp 27-36. *In*: Proceedings of the International Symposium on the Recent Progress of Tephritid Fruit Flies Management. Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan.

Knipling, E. F. 1979. The basic principles of insect suppression and management. Agriculture Handbook. No. 512. USDA, SEA, Washington, D. C. 659 pp.

Lindquist, D. A. 2000. Pest management strategies: area-wide and conventional, pp. 13-19. *in*: Proceedings of the Area-wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests, Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia.

Vargas, R. I., R. F. L. Mau, R. Wong and E. B. Jang. 2006. Successful utilization of the area-wide approach management of fruit flies in Hawaii. pp. 31-40. *in*: Proceedings of the International Symposium on Area-wide Management of Insect Pests., Japan.

The infestation and integrated pest management of the oriental fruit fly on mango

Yu-Bing Huang[1,2], Cing-Hua Kao[1], Ming-Yau Chiang[1] and Yi-S Shieh[1]

Abstract

Mangos in Taiwan cover a cultivated area of 17,000 hectares, and are mainly produced in the areas of Pingtung, Kaohsiung, and Tainan. The typical production season of mangos spans from April to September, but in recently the mango season has been extended throughout the year, due to improvements in cultivation techniques. Oriental fruit flies cause serious damage on mango fruits. Control strategies for oriental fruit flies differ based on regional geography and climate. In the Pingtung region, fruit matures earlier than it does in other regions. As a result, control of oriental fruit flies should be initiated during the wax apple production period. Control in Kaohsiung and Tainan regions should be applied at harvest season of India jujube and guava. In other mango cultivation areas, the control of oriental fruit flies should be implemented with other neighboring host plants. Male annihilation, food bait, and field sanitation other control methods that could be implemented regionally. The effectiveness of control of oriental fruit flies can be highlighted by the close monitoring of population fluctuations and the application of geographic information systems.

Key words: Oriental fruit fly, Mango, Area wide control.

[1.] Respectively, Assistant Entomologist, Senior Entomologist, Assistant Entomologist, and Assistant Entomologist, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
[2.] Corresponding author, e-mail: ybhuang@tari.gov.tw; Fax: (04) 23309097.



圖 1. 東方果實蠅之生活史。
Fig. 1. The life cycle of oriental fruit fly.



圖 2. 果實蠅雌蟲於檬果上產卵。
Fig. 2. The female laid eggs on mango.

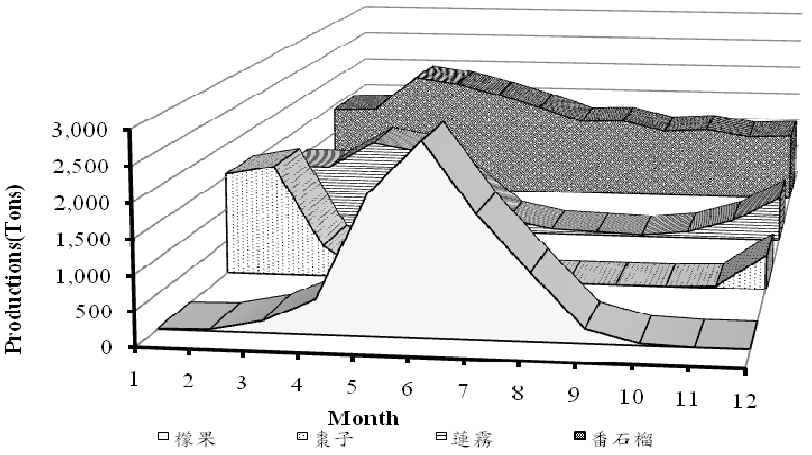


圖 3. 常見四種寄主水果產期及產量之示意圖。

Fig. 3. The differences of productive season and productions among the four host plants.

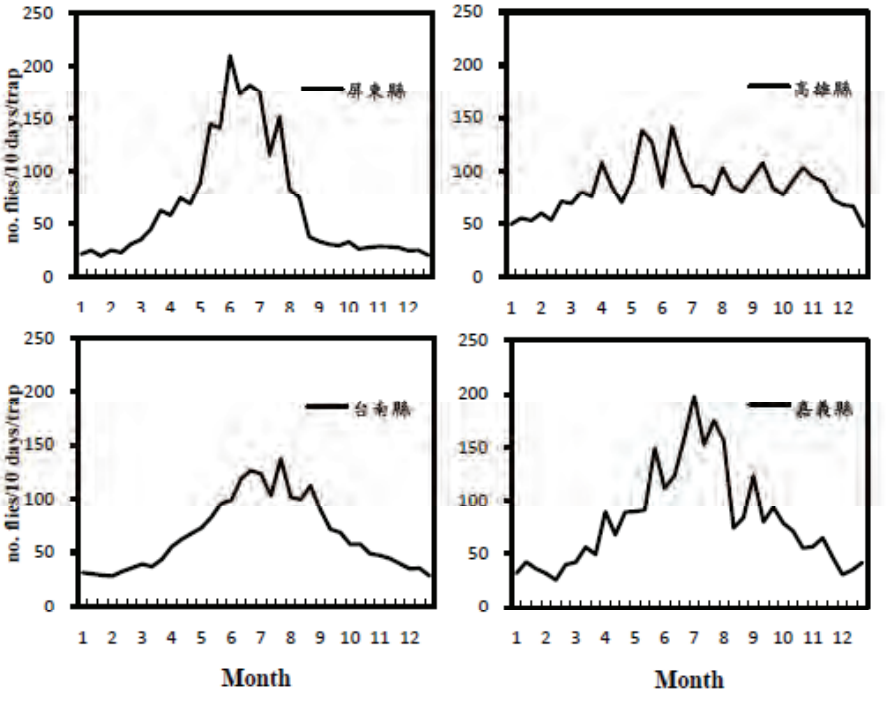


圖 4. 近 3 年重要檬果產區東方果實蠅族群變化情形。

Fig. 4. The population fluctuation of oriental fruit flies on important cultivated mango area in 2007~2009.

檬果小型害蟲監測與整合管理

林鳳琪[1,2] 邱一中[1] 石憲宗[1] 王清玲[1]

摘要

小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 危害檬果新梢、花穗及小果，為影響檬果產量及品質的關鍵害蟲。檬果小型害蟲整合管理模式係以小黃薊馬為主要防治對象，以每週果園中逢機懸掛 20 張黃色黏板 (11.5x15 cm) 監測小黃薊馬發生密度，當週平均黏紙誘集薊馬成蟲達 40 隻為防治基準，應立即採取防治措施，防治時應選擇施用對小黃薊馬毒效較佳之藥劑。2009 年 10 月至 2010 年 4 月，於台南縣楠西鄉檬果園進行模擬整合管理試驗效果評估，其防治效益與前一年未施行整合管理之生產相較，全年減少約 20% 藥劑使用次數，開花期施藥次數則減少約 30%，檬果品質由前一年全為三級品，提升至一、二及三級品的產量分別佔 18.2%、68.2%及 13.6%。

關鍵詞：小黃薊馬、防治基準、檬果、監測。

前言

據台灣農業統計年報 (2009) 記載檬果目前在台灣的栽種面積約 17000 公頃，年產量約 14 萬公噸，為南台灣重要的熱帶果樹之一。根據文獻紀錄檬果害蟲 (蟎) 計有 86 種 (石等, 2009; 溫及李, 1978; 李, 1988)，而具影響經濟重要性者有薊馬類、葉蟬類、檬果木蝨 (*Microceropsylla nigra* (Crawford))、檬果螟蛾 (*Chlumetia transversa* Walker)、東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 等十數種 (蔡, 1961; 溫及劉, 2006; 郭等, 1993)。近年來，尤以薊馬及葉蟬等小型害蟲危害檬果所造成經濟損失較大型害蟲更為嚴重 (李及溫, 1982; 溫及劉, 2006)。其主要原因為小型害蟲生活史短、繁殖力強，於適合的環境下，短短一、二週內，族群密度往往驟增數倍甚至十數倍，加上體型細小具隱匿性，發生初期不易察覺，一旦發現被害狀，其族群密度已達難以控制程度，而造成果品的損害。此外，為防治各種檬果害蟲，長期使用某類殺蟲劑，忽略了藥劑輪用原則，導致小型害蟲對該類藥劑產生抗藥性，雖於檬果園頻繁施藥，但仍無法有效防治小型害蟲 (邱等, 2010)。

1. 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組副研究員、聘用助理研究員、助理研究員及研究員兼組長。台灣 台中縣 霧峰鄉。
2. 通訊作者，電子郵件：fclin@tari.gov.tw；傳真機：(04)23317600。

為解決小型害蟲危害檬果，有效策略為結合害蟲的密度監測與防治技術為一整合管理模式。首先，要有簡便省時的害蟲監測方法，方可了解害蟲田間發生的密度，並設立防治基準，提供果農是否應採取防治措施的依據，達到適時防治及減少不必要施藥的目的。在整合性管理模式中，瞭解目前田間所使用藥劑對重要害蟲的毒效，也是整合管理害蟲能否成功的重要一環，應全盤考量殺蟲劑使用的策略，避免使用害蟲已產生抗藥性的殺蟲劑，各種殺蟲劑施用的時機，並輪流使用不同殺蟲機制且殺蟲效果優良的殺蟲劑，如此於田間防治效果可期，亦可減少農藥用量並延緩抗藥性產生。

發生於檬果上的害蟲很多，是否只要有害蟲出現就應一一加以防治呢?以經濟效益的觀點而言，只有害蟲對作物造成經濟損失，才需要防治，否則只是徒增生產成本。因此，以作物生產過程中造成損失的關鍵害蟲為主，開發其整合性防治技術，是符合經濟效益的作法。小黃薊馬發生於檬果抽梢、開花及小果期，不但造成新芽萎凋，新梢畸形萎縮，甚至影響來年的樹勢及結果數；取食小果造成粗糙褐色果皮，影響果品的價值，對檬果造成的經濟損害遠大於其他害蟲 (林等, 2010)。本文以小黃薊馬為主，論述檬果小型害蟲於檬果上發生及危害現況、密度監測技術之改進及整合管理模式建立等相關資料，提供防治檬果小型害蟲參考應用，期能提高防治效益。

檬果小型害蟲發生與危害

檬果小型害蟲包括檬果木蝨、烏臼蚜 (*Toxptera odinae* Vander Goot)、介殼蟲類、葉蟬類、薊馬類、檬果癭蚋 (*Procontarinia mangicola* (Shi))及蟎類等 (郭等, 2003)。這些檬果害蟲周年發生消長及族群變動與溫度、降雨等氣象因子、害蟲習性及檬果生育習性等息息相關。檬果周年生育習性，自每年 1 月起歷經開花期、幼果期及生理落果期、果實肥大期、成熟採收期、生育期及花芽分化期等，各期發生的早晚及長短因栽培品種、區域而略有差異。檬果不同生育期與其植株部位發生的害蟲種類亦有差異，但以發生在檬果每年 9~11 月抽梢期及翌年 2~4 月開花結果期危害嫩葉、花穗及小果的害蟲最為重要。

檬果木蝨主要危害新梢，每年於 5~7 月及 10 月至翌年 1 月發生，大都非檬果害蟲重點防治時期。烏臼蚜危害嫩葉、花穗及果實，在 10 月至翌年 3 月發生，以無管理或廢棄果園發生較普遍，且於防治其他害蟲時可一併防除之。檬果上發生的介殼蟲雖種類繁多，但發生密度均不高，主要發生於植株茂密陽光不足之處，若能適時修剪枝條保持良好通風與日照，介殼蟲不至影響檬果樹生長及產量。檬果癭蚋 2000 年於台灣南部及琉球紀錄發生，主要危害檬果新梢嫩葉，造成蟲癭，使葉片變黑、畸型甚至枯萎，每年以 9-10 月檬果抽梢期為發生高峰，但成蟲微小纖弱，易受雨水及大風之影響，而抑制其族群發生。檬果葉蟎主要棲息取食危害老葉，雖偶而族群發生密度頗高，但並不危害新梢、花穗及果實 (林及陳, 2008)，對檬果產

量及品質不至造成威脅。以上簡介的數種檬果小型害蟲 (郭等 2003)，由於害蟲生物特性、發生時期、危害部位及族群易受自然氣候因子調節控制等因素，於檬果生產過程中，對檬果造成嚴重經濟損失的機率甚低，均屬次要害蟲。

發生在檬果上的葉蟬，以往紀錄主要有檬果褐葉蟬 (*Idioscopus nitidulus* (Walker)) 及檬果綠葉蟬 (*I. clypealis* (Leth.)) 兩種，危害檬果新梢及花穗，其分泌大量蜜露誘發煤煙病，不但影響植株光合作用且污染果品使其失去商品價值，一直是影響檬果產量主要害蟲 (溫及劉, 2006; 石等, 2010)，以植物保護手冊登記防治檬果葉蟬的藥劑佔所有藥劑 80% 以上，即可得到印證。自 2009 年至 2010 年以黃色黏紙調查檬果綠葉蟬及檬果褐葉蟬的族群密度，每週平均每一黏板低於 10 隻，顯示近年來葉蟬在檬果上發生不再猖獗，而由發生密度高的小黃薊馬取而代之。此外，於試驗調查期間亦發現二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida)) 發生並危害檬果葉片的新紀錄 (石等, 2009)。

危害檬果的主要薊馬有 3 種，腹鉤薊馬 (*Rhipiphorothrips cruentatys* Hood) 發生於檬果老葉。花薊馬 (*Thrips hawaiiensis* (Morgan)) 僅發生於開花期。小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 則發生於檬果抽梢、花穗及結果期，不但發生期長，危害檬果幼嫩組織，造成新芽萎縮及葉片變黑捲縮，影響檬果生長樹勢及來年的結果數；危害幼果造成成熟果表皮褐化結痂，嚴重影響品質與價格。近年來，每屆檬果萌花期，小黃薊馬密度急速攀升，農業試驗試所、相關改良場所及動植物防疫檢疫局，均有發佈相關疫情警報之紀錄。此外農試所於玉井檬果園害蟲密度調查顯示，小黃薊馬在檬果上發生最普遍，密度最高，故檬果生產過程中的關鍵害蟲應屬小黃薊馬。

小型害蟲族群密度之監測

以往調查檬果或其他果樹上薊馬或葉蟬族群密度，大多以採集葉片計算其上蟲數為取樣調查方法，雖可以直接估算害蟲密度與產量損失之關係，但是往往必須採取數百甚至數萬個樣品 (何及陳, 1993; 張及李, 2009)，所得資料方具可信之精確度及代表性，如此，在取樣及蟲數計算上，必需投入龐大的人力與時間，且檬果樹勢高大，採樣工作將難以執行。

特定顏色對薊馬、葉蟬等具誘引性，可以設計為調查工具 (林, 2010)，如以有色黏紙或捕捉器 (如 CC trap) 監測或研究果樹上小型害蟲的族群動態。溫等 (2006) 以黃色黏紙偵測檬果園的葉蟬的發生消長與氣候關係。Chu *et al.* (2006) 試驗比較以藍、黃、白三種不同顏色改良式的 CC-trap、新型的 blue-D trap 及 3 種有色黏紙，在屏東檸檬園誘集小黃薊馬的能力，結果顯示以黃色黏紙較其他有色陷阱誘集較多小黃薊馬，適合做為其族群偵測的調查工具。

作者等為開發省時省力的檬果小型害蟲密度監測工具，於 2009 年，7 月 3 日至 7 月 24 日，進行 4 次測試藍、黃及黃藍各半的有色黏紙誘集效果，黏板懸掛

檬果樹 1 週回收後計算誘集的害蟲種類及蟲數。黃色及藍色黏板均可誘集小黃薊馬及葉蟬類。在誘集數量之比較，單一黃色黏板上平均一週誘集 19.1~217.6 隻葉蟬及 1.5~38.0 隻薊馬;單一藍色黏板上平均一週誘集 1.6~34.2 隻葉蟬及 0.45~2.4 隻薊馬；藍黃各半黏板黃色區域所誘得薊馬與葉蟬數量均較藍色區域較多，約 2~5 倍。試驗結果顯示，黃色黏板誘集害蟲種類廣、數量多，各採用其調查監測檬果小型害蟲密度之工具。

農試所於台南玉井選擇 6 處檬果園，試行以黃色黏板 (11x15cm) 監測檬果小小型害蟲，6 處果園面積大小分別約為 0.6-3 公頃，以所得小黃薊馬族群密度資料探討分析最適取樣數，利用 Iwao's 線性迴歸分析，精密度為 0.2，當週平均黏板誘得 20 隻薊馬成蟲時，無論果園大小，所需最適樣品數均低於 20 個黏紙 (作者等未發表資料)。因此，田間推薦以長尾夾將黃色黏板逢機分散固定檬果樹新梢或花穗附近枝條，每週定期回收並更新黏板，攜回室內鏡檢害蟲種類及數量，以監測檬果薊馬與葉蟬族群密度。根據 2009 年 6 月至 2010 年 6 月執行調查情況估算，完成一果園 20 張黃色黏板更換與回收約耗時 30 分鐘，為省時省工簡便可行的監測方法。

小型害蟲整合管理

目前檬果害蟲的防治，僅東方果實蠅採用誘殺、噴藥、套袋及耕作防治等交錯應用 (陳及張, 2001)，其他害蟲之防治仍以噴施殺蟲劑為主。雖然國、內外亦有利用捕食性蟎類或椿象等天敵防治不同作物上的小黃薊馬的研究報告 (Arthurs *et al.* 2009; 邱等, 2005; 邱及王, 2006)，但仍侷限於基礎研究，於田間並未推廣應用。農試所於檬果園試驗調查期間，發現小黑花椿象 (*Orius* sp.) 捕食小黃薊馬的情形，雖未進一步評估其生物防治之潛力，但以小黃薊馬在環境適宜時，於檬果園的族群密度迅速增加數倍之趨勢推估，應用耕作、物理或生物防治等防治效率較低或緩慢的方法，無法立即將小黃薊馬壓制於低密度時，其族群密度攀升的速度將難以控制。即使採藥劑為防治手段，也應選擇對小黃薊馬毒效較高的藥劑，因此殺蟲劑毒效及使用時間亦為施行整合管理成功與否的重要因素。

一、殺蟲劑對小型害蟲之毒效

登記於植保手冊防治檬果害蟲的殺蟲劑多達 30 種以上，其殺蟲作用機制 (林等, 2010) 歸納分為有機磷和胺基甲酸鹽、除蟲菊類、類尼古丁類、幾丁質合成抑制劑、苯吡唑類及吡咯殺蟎劑等六類。登記為防治薊馬藥劑有 4.95% 芬普尼水懸劑、10% 克凡派水懸劑及 48.34% 丁基加保扶乳劑，其他藥劑主要多為防治葉蟬所登記。近年來，由於檬果小黃薊馬發生嚴重，農友也選擇噴施其他檬果害蟲用藥以防治薊馬。為釐清各類殺蟲劑對小黃薊馬的毒效，採集台南縣玉井鄉薊馬於實驗室內進行毒性測定 (邱等, 2010)，試驗結果僅滅大松、加保扶、丁基加保扶、芬殺松、納乃得、賜諾殺及滅賜克等藥劑在處理 24 小時後觀察薊馬死亡率達 90% 以

上，其他測試藥劑殺蟲效果不佳，而賜諾殺及滅賜克均未登記用於檬果上使用，無法用於檬果防治害蟲。5 種對薊馬毒效較佳藥劑，大都為早期登記用於防治檬果害蟲，為目前農友鮮少選用之藥劑，而以克凡派、芬普尼或其他類尼古丁類藥劑如益達胺、可尼丁及達特南等新類型藥劑防治檬果害蟲，推測由於該 5 種藥劑在田間較少使用，故對小黃薊馬仍能維持較高的毒效，新類型的藥劑由於農友長期普遍施用，小黃薊馬對其已產生抗藥性的可能性高。

殺蟲劑毒效測定結果顯示，單以藥劑控制小黃薊馬發生非常困難。目前登記於檬果上對薊馬毒效較佳之藥劑，其殺蟲作用機制均為同類 (有機磷劑和胺基甲酸鹽類)，故無法輪用藥劑作為管理或延緩抗藥性產生。傳統有機磷及胺基甲酸鹽類殺蟲劑對哺乳動物毒性較高；而傳統乳劑劑型藥劑如丁基加保扶，農友反應在檬果小果期使用容易產生藥害。此類藥劑在檬果上殘效期長，若經常噴施，無論於內、外銷市場，其果品超過農藥殘留標準的風險增加。

前述檬果害蟲防治用藥面臨的種種問題解決之道，必須調整殺蟲劑使用策略，配合害蟲發生密度監測，掌握施藥時機。因此，開發簡便的監測技術，設立防治基準，作為採取防治害蟲的依據，藉以提升藥劑於田間防治小型害蟲的效率，並減少用藥以降低農藥殘留風險，為現階段檬果小型害蟲整合管理模式中亟待建立的標準與技術。

二、小黃薊馬防治基準

作物害蟲綜合管理理論係以經濟效益為主要考量，管理的概念是將害蟲密度抑制於可能造成經濟損失的的基準下，必須事先訂定害蟲經濟危害限界 (Economic injury level, EIL)--害蟲造成作物損失與防治成本相等的害蟲臨界密度，是害蟲綜合管理體系中決定防治與否的依據 (Pedigo *et al.*, 1986)。訂定害蟲經濟危害限界，需先行分析不同害蟲密度對作物造成的損失，大部分以人工在盆栽或田間作物接蟲模擬危害試驗 (鄭, 2003)，因此，試驗的環境條件及害蟲發生季節等與田間害蟲實際發生情況有所差異，所估算的數值往往無法確實反應田間害蟲密度與損失之關係。商品價格及防治成本為估算害蟲經濟危害限界所用之參數，在台灣，市場價格變動過大；防治成本因小面積的栽培制度難以掌控及精確估算，因此以經濟危害限界為基石的害蟲綜合防治，在台灣極少有落實應用於田間成功管理害蟲之實例。

基於上述因素，且檬果小黃薊馬急須建立防治基準為田間管理之應用，提高防治效率及矯正農友過量施藥之情形，作者簡化及改變傳統估算經濟危害限界試驗程序，利用 2009 至 2010 年，玉井地區檬果小黃薊馬族群變動調查資料，以田間小黃薊馬族群增長速度、黃色黏紙誘集與葉片薊馬數量之關係及藥劑防治率等數值，歸納估算小黃薊馬防治基準。分析小黃薊馬於抽梢與開花期每週發生密度 (作者未發表資料)，當平均黏板誘得 0~20 隻薊馬，每週薊馬密度呈 4~10 倍數增長；平均黏板誘得蟲數達 20 隻薊馬以上，則每周薊馬呈 2~4 倍數增長。黏板誘集薊馬成蟲與葉片有薊馬蟲數之關係顯示，調查當 1 週黏紙誘得 100 隻薊馬時，葉片上

薊馬數約為 11 隻，若不防治薊馬，次週黏板薊馬數增加約為 460 隻，葉片上薊馬數達 50 隻以上甚至達數百隻，對檬果葉片或小果將造成損害，為控制小黃薊馬密度低於平均 460 隻/黏紙，必須提早在小黃薊馬密度尚未達到平均 100 隻/黏板時進行防治，遏阻其密度攀升。估計殺蟲劑在田間對小黃薊馬防治率為 80% ，當小黃薊馬密度為 40 隻，噴施藥劑後尚存活 8 隻薊馬，以當週薊馬族群密度增加 10 倍計算為 80 隻薊馬，仍低於 100 隻；若以黃色黏板偵測薊馬數達 50 隻時進行防治，以相同方式估算，下週薊馬數將達 100 隻，故將檬果小黃薊馬防治基準定為 40 隻/黏板/週。

三、整合管理模式與防治效果評估

檬果害蟲中以發生於抽梢、花期及小果期者對果品的產量及品質影響最大，防治時期上應著重在 9~11 月芽期及 1~4 月開花結果期，防治對象主要為薊馬與葉蟬，以小黃薊馬為影響果品的關鍵害蟲，故檬果小型害蟲的管理模式以防治小黃薊馬為主，並兼顧防治其他同期發生的害蟲。綜合歸納其管理模式的操作如下，每週以果園中逢機選取 20 個新芽、花穗或小果等附近枝條上懸掛黃色黏板，以監測害蟲發生密度；當週黏板平均誘集小黃薊馬達 40 隻以上時，即應採取防治措施，低於 40 隻則毋需防治。防治時殺蟲劑使用原則如下，儘量選擇使用廣效性藥劑可共同防治所有害蟲，若無法有效防除害蟲再配合使用專一性藥劑予以防治，以減少殺蟲劑使用次數。此外，應避免連續多次使用同一殺蟲作用機制的藥劑，以避免或延緩害蟲的抗藥性產生。

此套檬果小型害蟲管理模式，於 2009 年 11 月至 2010 年 4 月中旬與台南縣楠西鄉陳三田先生合作，在檬果園進行模擬防治評估效果，根據小型害蟲密度監測結果，做適時的害蟲防治。根據陳先生用藥的紀錄與 2009 年相較，整年檬果用藥次數減少 20%，以開花至結果期而言，更是減少 30% 用藥次數，不但減少農藥的用藥成本與人力，亦降低果品農藥殘留風險。以檬果品質而言，2009 年生產果實受到薊馬嚴重危害，果皮粗糙，全是三級品。本年生產檬果品質大為提升，所生產果品一至三級品依序分別佔 18.2%、68.2% 及 13.6%。因此，在檬果園實施害蟲監測及整合管理較以往盲目施藥防治單一害蟲，更具經濟效益，值得未來繼續改進整合防治技術及推行。

未來展望與結論

在氣候變遷地球溫暖化日益嚴重下，作物害蟲發生較以往更為激烈，若不能掌握害蟲族群變動的情形，適時加以防治，害蟲密度往往迅速增加至無法收拾地步，檬果上小黃薊馬即屬此類害蟲，而田間過度使用農藥，導致大部分已登記藥劑均無法有效防治小黃薊馬。為及時解決檬果小黃薊馬之問題，雖完成害蟲族群監測技術及防治基準的設立，配合有效藥劑的選用，初步完成檬果小型害蟲整合管理模式。該模式於田間模擬應用亦證實可以減少農藥使用次數並提高產品品質，但也只是在

檬果小型害蟲整合管理技術的起始而已，尤其是防治基準仍待進一步估算調整，方能更精準用於管理害蟲族群，達到更大的經濟效益。限於其他壓制小黃薊馬的防治方法效率緩慢，目前管理模式中仍以藥劑防治為主要手段，未在來防治技術之研究開發應以低毒、無毒、安全及對環境更友善為目標，並納入完整的檬果害蟲綜合管理系統中，在兼顧環境保護下，替農友創造最大的生產效益，。

開發完善的害蟲整合管理技術供農友使用為研究人員之責任，但是優良防治技術或策略要落實應用於田間，尚需農友配合，推廣人員如何教育訓練農友調整其過去不良防治習慣及觀念，是未來害蟲整合管理能否成功的重要課題之一。

引用文獻

農業統計年報。2009。行政院農委會編印。

石憲宗、范姜俊承、林鳳琪、邱一中、王清玲。2009。台灣檬果之新紀錄害蟲-二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida, 1913) (半翅目：角蟬總科：葉蟬科：小葉蟬亞科)。台灣昆蟲 29: 354。

石憲宗、林鳳琪、王清玲、邱一中。2010。檬果葉蟬生態及防治。農業試驗所技術服務 82: 14-18。

何琦琛、陳文華。1993。南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 在茄園之分布及最適取樣數之估測 中華昆蟲 13: 293-303。

李錫山。1988。檬果害蟲生態與防治。中華昆蟲特刊 2: 71-79。

李錫山、溫宏治。1982。檬果薊馬類發生消長與危害調查及其防治試驗。植保會刊 24: 179-187。

林明瑩、陳昇寬。2008。檬果葉蝴之發生及其田間防治試驗。台南區農業改良場研究彙報 51: 1-8。

林鳳琪。2010。作物蟲害非農藥防治資材-顏色誘捕。行政院農業委員會農業試驗所特刊 142: 109-114。

林鳳琪、邱一中、石憲宗、王清玲。2010。檬果害蟲防治管理–以屏東地區為例。農業世界 317: 44-51。

邱一中、王清玲 。2006。薊馬的有效天敵小黑花椿象。苗栗區農業專訊 36: 6-10。

邱一中、何佳蓉、王清玲 。2005。利用天敵防治作物害蟲。永續農業 23: 22-27。

邱一中、林鳳琪、石憲宗、王清玲。2010。殺蟲劑對檬果小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) (Thysanoptera: Thripidae) 之毒效。台灣農業研究 59: 78-85。

郭克忠、鄒慧娟、施季汎。2003。植物保護圖鑑系列 10--檬果保護。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。195 頁。

張萃媖、李燕姿。2009。小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) (纓翅目：薊馬科)於印度棗園之分布、族群變動與最適取樣數之估測。中華植物保護學會年會議程表及論文摘要。台中。21頁。

陳文雄、張煥英。2001。檬果害蟲之生態與防治。台南區農業改良場技術專刊 110: 1-18。

溫宏治、劉政道。2006。檬果綠葉蟬之發生消長與氣候因子之關係。台灣農業研究 55: 53-62。

鄭清煥。台灣水稻害蟲綜合管理研究之回顧與展望。行政院農業委員會農業試驗所特刊 106: 11-36。

蔡致謨。1961。檬果病蟲害之研究。植保會刊 3: 113-121。

Arthurs, S., C. L. McKenzie, J. Chen, M. Dogramaci, M. Brennan, K. Houben, and L. Osborne. 2009. Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper. Biol. Control 49: 91–96.

Chu, C. C., M. A. Ciomperlik, N. T. Chang, M. Richards, and T, J. Henneberry. 2006. Developing and evaluating traps for monitoring *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae). Florida Entomol. 89: 47-55).

Pedigo, L. P., S. H. Hutcfhins, and L. G. Higley. 1986. Economic injury levels in therory and practice. Annu. Rev. Entomol. 31: 341-368.

Monitoring and integrated management of small insect pest on mango

Feng-Chyi Lin[1,2], Yi-Chung Chiu [1], Hsien-Tzung Shih[1], and Chin-Ling Wang[1]

Abstract

Chilli thrips (*Scirtothrips dorsalis* Hood) damage buds, flowers, and young fruits, is a key pest affecting mango quality and yield. The integrated management program aims to depress effectively the population of Chilli thrips. Twenty yellow sticky traps (11.5 cm x 15 cm) were hanged in a mango orchard to monitor the population of the pests. Control measures should be applied when 40 adult thrips in average were caught per sticky trap per week. A integrated mango orchard pest management plan was conducted at Nanzih Township of Tainan County from October, 2009 to April, 2010. The results showed that approximately 20 % of insecticides could be saved than the previous year. In addition, times of spray for flowering period decreased by approximately 30 %. Furthermore, mango quality was improved, the fruits of first, second, third grade were 18.2 %, 68.2 % and 13.6 %, respectively, compared with that of all third grade in the previous year.

Key words: *Scirtothrips dorsalis*, Mango (*Mangifera indica*), Control threshold, Monitoring

[1.] Respectively, Associate Entomologist, Assistant Entomologist, Assistant Entomologist, and Senior Entomologist and Director, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
[2.] Corresponding author, e-mail: fclin@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.