農業試驗所特刊第 201 號

農業試驗所 120 週年所慶成果發表

農業害蟲管理暨食安把關研發成果研討會專刊

主編 石憲宗 申屠萱 陳怡如 高靜華

行政院農業委員會農業試驗所

中華民國一〇六年四月

序

承襲農業試驗所創所以來之研發理念，應用動物組長期配合國家推動的農業政策，針對作物有害昆蟲及蟎類持續開展多元研究，於害蟲分類與監測、農作物重大害蟲整合管理、天敵與天然植物保護資材開發、積穀害蟲監測與智能管理、農藥殘留快篩檢測技術研發與應用等項目，已奠定穩固的研發基礎。近年來，為因應氣候極端化、有害生物危害頻生、食品安全問題及農業人口老化對我國農業發展的衝擊，同仁積極與國內外農業相關產學研單位進行交流合作，並參與多項重大科技研發計畫，冀望能推升研究量能以支持農業之永續發展。

本專刊內容係以應用動物組過去20年間投入最深之研發產出為主軸，報告害蟲監測與診斷鑑定服務、環境友善植保資材之研發與應用、蔬果糧作有害生物整合性管理、天敵在安全農業之應用及農藥合理使用與把關檢測共五項議題的研發成果，期能使各界瞭解本組研究方向及相關管理技術之應用面向。透過面對面的意見交流與討論，除了可提供各界實務應用參酌，亦能激發研究人員更精進研發的潛能，也期望未來消費者隨時都能安心選購優質安全的農產品。

行政院農業委員會農業試驗所

所長 陳駙季

中華民國一〇六年四月

2015 農業害蟲管理暨食安把關研發成果發表會

一、　主辦單位：農業委員會農業試驗所

二、　時　　間：中華民國 104 年 10 月 27 日 (星期二)

三、　地　　點：農業試驗所國際會議廳

時間	議程		主持人
09:30-10:00	報到		主辦單位
10:00-10:10	開幕		陳駿季所長
	講題	**講員**	**引言人**
主題一	**害蟲監測與診斷鑑定服務**		陳健忠 研究員
10:10-11:20	高風險入侵害蟲之偵查	陳健忠	
	蔬果害蟲監測在防治策略上之應用	黃毓斌	
	檬果小黃薊馬之監測及在防治上之應用	邱一中	
	輸美蘭花害蟲之監測與管理、害蟲診斷鑑定資料庫之運用與管理	陳淑佩	
	昆蟲存證標本收藏與管理	李奇峰	
	經驗交流		
主題二	**環境友善植保資材之研發與應用**		余志儒 助理研究員
11:20-12:00	非農藥資材：害蟲防治無需化學合成農藥	余志儒	
	「阻隔害蟲取食及果實防曬之長效型礦物資材」實務應用 – 以柑橘為例	石憲宗	
	網室花胡瓜栽培經驗分享	李啟陽	
	經驗交流		
12:00-13:30	**午餐/研發成果實物及海報展示**		**主辦單位**
主題三	**蔬果糧作有害生物整合性管理**		黃毓斌 助理研究員
13:30-14:20	瓜果實蠅區域整合管理	黃毓斌	
	設施番茄病蟲害綜合管理	林鳳琪	
	積穀害蟲之監測與管理	姚美吉	
	葡萄皮爾斯病之媒介昆蟲整合性管理	石憲宗	
	經驗交流		
主題四	**天敵在安全農業之應用**		林鳳琪 副研究員
14:20-15:00	應用小黑花椿象防治薊馬	林鳳琪	
	草蛉在害蟲防治上之應用	許北辰	
	跳小蜂防治木瓜秀粉介殼蟲	陳淑佩	
	經驗交流		
主題五	**農藥合理使用與把關檢測**		高靜華組長
15:00-15:40	害蟲抗藥性與農藥減量策略	周桃美	
	農產品自主把關-生化檢驗體系簡介	江明耀	
	食安把關新利器-農藥殘留快篩試劑	張淑貞	
	經驗交流		
15:40-16:00	**綜合討論**		高靜華組長

農業試驗所 120 週年所慶成果發表 –
農業害蟲管理暨食安把關研發成果研討會專刊

目　　錄

害蟲監測與診斷鑑定服務

高風險入侵害蟲之偵察 ---------- 陳健忠 1

蔬果害蟲監測在防治策略上之應用 ---------- 黃毓斌等 9

檬果小黃薊馬之監測及在防治上之應用 ---------- 邱一中等 19

輸美蝴蝶蘭害蟲監測與管理、農作物害蟲診斷鑑定資料庫之管理與運用 ------- 陳淑佩等 25

昆蟲存證標本收藏與管理 ---------- 李奇峯 29

環境友善植保資材之研發與應用

害蟲防治無需化學合成農藥 ---------- 余志儒 33

阻隔害蟲取食及果實防曬之長效型礦物資材實務應用-以柑橘為例 ---------- 石憲宗等 37

網室花胡瓜栽培經驗分享 ---------- 李啟陽等 41

蔬果糧作有害生物整合性管理

區域整合蟲害管理在瓜果實蠅防治上之應用 ---------- 黃毓斌等 45

建立設施番茄病蟲害綜合管理及安全生產模式 ---------- 林鳳琪等 53

積穀害蟲之監測與管理 ---------- 姚美吉等 57

葡萄皮爾斯病之媒介昆蟲整合性管理 ---------- 石憲宗等 63

天敵在安全農業之應用

應用小黑花椿象防治薊馬 ---------- 林鳳琪等 69

基徵草蛉在害蟲防治上之應用 ----------許北辰等 75

跳小蜂防治木瓜秀粉介殼蟲 ---------- 陳淑佩等 81

農藥合理使用與把關檢測

害蟲抗藥性與農藥減量策略 ---------- 高靜華等 85

農產品自主把關-生化檢驗體系簡介 ---------- 江明耀等 89

食安把關新利器-農藥殘留免疫檢測技術 ---------- 張淑貞等 95

高風險入侵害蟲之偵察

陳健忠 [1,*]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者：chiencc@tari.gov.tw

摘要

由於國際間農產品貿易日增和觀光旅遊發達，使得入境農產品夾帶外來害蟲入侵臺灣的風險增加。為了保護農業生產環境，臺灣在 1989 年建立了一個外來檢疫害蟲偵察網。這個偵察網由大學院校、農業研究單位、地方政府機關共同組成，調查範圍涵蓋臺灣本島及澎湖、金門、馬祖等外島，主要是為了早期發現入侵的重要檢疫害蟲，並在其立足之前啟動撲滅作業，予以消滅。偵察調查工作持續至今 (2015) 已有 26 年，尚未發現 19 種標的檢疫害蟲入侵，確立臺、澎、金、馬地區的非疫狀態，促進我國鮮果外銷並提升國際地位。這個偵察網的調查結果，同時可以做為國際農產品貿易諮商談判及植物有害生物風險評估之佐證。

關鍵詞：檢疫害蟲、偵察調查、臺灣。

前言

國際農產品貿易日益頻繁，入境旅客連年增長，加強關口檢疫防堵外來害蟲入侵，一直是植物防疫的重要工作。然而從世界各國的檢疫實務經驗得知，再嚴格的把關仍然無法完全杜絕外來害蟲入侵。此外，外來害蟲尚可隨著氣流、水流、走私農產品或種苗等其他管道傳入，更增外來害蟲入侵風險。

臺灣地處亞熱帶但高山林立，因此熱帶及溫帶果樹均適合種植。主要栽培的果樹如柑桔、芒果、荔枝、番石榴、釋迦、蓮霧、木瓜、印度棗、枇杷、楊桃、桃、李、梨、梅、柿、蘋果等，均為重要經濟作物，也是果實蠅等多種檢疫害蟲的寄主。新興水果如紅龍果、酪梨、波蘿蜜、榴槤蜜、黃金果、楊梅果、仙桃、山竹等陸續加入栽培行列，雖然面積較小但也都是果實蠅喜好的作物 (White & Elson-Harris 1992; Liu *et al.*, 2011)。這些果樹散布全臺各地，交替開花結果，終年不斷，大幅增加外來害蟲立足的機會。為了保護農作物，避免遭到新入侵害蟲為害，許多國家均已針對特定作物與特定害蟲進行偵察，以期及早發現入侵的害蟲，並謀求滅絕之對策。這些特定害蟲多屬本國尚未發生之檢疫害蟲，偵察結果亦可確立非疫狀態 (pest-free status)，做為農產品進出口風險評估及貿易諮商談判之佐證資料。我國於 1989 年開始執行果樹檢疫害蟲調查，並逐步建立完成有系統的檢疫害蟲偵察網，為了因應貿易自由化與國際化之趨勢，須持續強化現有偵察作業與效率，以確保臺灣地區農業生產環境之安全，維護農產品外銷之競爭力。

臺灣檢疫害蟲偵察調查體系之建置

政府為了蒐集與確認我國法定檢疫害蟲的發生現況，做為國際農產品貿易諮商談判的佐證資料，同時針對大量進口蘋果、桃、李、梨等鮮果，以及國人自行攜帶入境水果數量劇增所引發的害蟲入侵風險，認為有必要長期偵察重要檢疫害蟲，俾於其立足為害之前予以撲滅。乃於 1989 年 11 月由農委會補助農業試驗所執行「溫帶果樹新入侵害蟲調查」計畫，開啟我國系統化的檢疫害蟲偵察調查工作。該計畫的偵察對象包括九種在國外嚴重為害溫帶果樹且已列為我國檢疫規定中之「檢疫害蟲」：蘋果蠹蛾 (*Cydia pomonella* (L.))、地中海果實蠅 (*Ceratitits capitata* (Wiedemann))、昆士蘭果實蠅 (*Bactrocera tryoni* (Froggatt))、南美果實蠅

(*Anastrepha fraterculus* (Wiedemann))、西印度果實蠅 (*Anastrepha oblique* (Macquart))、墨西哥果實蠅 (*Anastrepha ludens* (Loew))、蘋果果實蠅 (*Rhagoletis pomonella* (Walsh))、李象鼻蟲 (*Conotrachelus nenuphar* (Herbst))、桃柾蛾 (*Anarsia lineatella* Zeller)。

第一年的重要工作項目包括：(1) 選定及採購國外監測或防治上述標的害蟲所普遍使用的誘餌和誘蟲器，(2) 利用國內現有材料設計及組裝燈光誘集裝置，(3) 規劃偵察地點並設置偵察資材，(4) 定期執行田間調查與更新偵察資材，(5) 檢視捕獲的害蟲並保存部分田間調查後攜回的資材，(6) 記錄調查結果，(7) 開始向國外專家索取相關檢疫害蟲標本以供比對可疑的樣本。初步於臺中縣東勢、梨山、武陵農場及苗栗縣卓蘭共設置 12 個偵察點，執行過程中詳細評估偵察資材、偵察方法、偵察點配置、偵察路線與人力等項目，做為提升偵察效率與未來擴大偵察規模的參考。翌年 (1990 年) 主管輸入商品檢驗及檢疫的經濟部商品檢驗局 (臺中分局) 曾義雄先生加入偵察計畫，偵察地區由溫帶果樹栽培區擴及臺灣各主要水果產地、機場、港口及市郊地，偵察點增為 64 點，偵察標的增加為 11 種。我國第一個系統性的檢疫偵察網於焉成形，奠定此後持續性的檢疫害蟲偵察基礎。當時我國參加關稅及貿易總協定 (General Agreement on Tariffs and Trade, GATT) 迫在眉睫，為了因應貿易自由化所帶來的檢疫害蟲入侵風險，必須迅速強化檢疫害蟲偵察網，復於 1993 年邀請臺灣大學加入協助執行調查計畫，擴大團隊陣容。

1998 年防檢局成立後接手主管檢疫害蟲偵察計畫，續增偵察單位與擴大偵察範圍涵蓋臺、澎、金、馬地區。納入外島地區的檢疫害蟲偵察，可以降低中國大陸發生的害蟲經由外島侵入臺灣的風險。2002 年我國正式加入世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO)，為了強化檢疫害蟲偵察工作，執行單位增加為 17 個，偵察團隊包含臺灣大學、嘉義大學、屏東科技大學、宜蘭技術學院、花蓮師範學院、臺東師範學院、農業試驗所、澎湖縣農漁局、金門縣動植物防疫所、連江縣農業改良場、以及桃園、苗栗、臺中、臺南、高雄、花蓮、臺東區農業改良場，偵察點數增為 552 點。偵察對象增加柑桔大實蠅 (*B. minax* (Enderlein))、楊桃果實蠅 (*B. carambolae* Drew & Hancock)、木瓜果實蠅 (*B. papayae* Drew & Hancock)、菲律賓果實蠅 (*B. philippinensis* Drew & Hancock)、印度果實蠅 (*B. caryeae* (Kapoor))、斯里蘭卡果實蠅 (*B. kandiensis* Drew & Hancock)、梨果實蠅 (*B. pyrifoliae* Drew & Hancock)、黑果實蠅 (*A. serpentine* (Wiedemann))，刪除香蕉果實蠅，總共成為 20 種。 2003 年執行單位續增防檢局基隆、新竹、臺中、高雄分局專注機場與港口地區，以及臺灣香蕉研究所與桃園、新竹、苗栗、臺中、南投、臺東縣政府。至此，我國檢疫害蟲偵察網佈建更為完整，執行單位共 25 個，負責調查人員近百名，偵察點達 1011 點。除了縣市政府單位負責的偵察點懸掛蘋果蠹蛾與地中海果實蠅二種誘餌外，其餘各點再加掛桃柾蛾誘餌、甲基丁香油、克蠅誘餌以及黃色黏板，共 6 種誘蟲資材，每二週調查一次。所有的偵察點均完成 GPS 定位，以便結合地理資訊系統與作物疫情等相關資訊進行整合，發揮預警功能與啟動撲滅行動。為了提高外來害蟲的偵察效率與團隊合作，於 2003 年出版「檢疫害蟲偵測調查標準作業手冊」(Chen *et al.*, 2003)，供所有執行人員參考，並於 2007 年修訂二版 (Chen *et al.*, 2007)。為了有效運用偵察人力與資材，停止桃柾蛾和李象鼻蟲的偵察，另外為了因應日韓進口溫帶鮮果的風險，於 2008 年在 100 處偵察點增掛桃蛀果蛾 (*Carposina sasakii* Matsumura) 誘餌，並出版「桃蛀果蛾偵察調查標準作業手冊」(Chen *et al.*, 2010)。此後至今 (2017 年) 28 年間，執行單位未再增減，執行人員略有變動，偵察點數則因經費刪減，從 2009 年的 1015 點大幅降為 656 點，並維持至今沒有太大的變動 (2015 年為 620 點)。

檢疫果實蠅及其重要性

臺灣的 36 種法定檢疫害蟲中有高達 17 種為果實蠅科害蟲 (表 1) (Anonymous, 2014)；在歐洲暨地中海地區植物保護組織 (European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO) 所列舉的檢疫害蟲中有 16% 為果實蠅科害蟲 (EPPO, 2014)；歐洲地區所列的檢疫害蟲中也有 33% 屬於果實蠅科 (CABI/EPPO, 1997)；顯見其在檢疫上的重要性。全世界已知有超過 500 屬 4,000 種的果實蠅，除了極地之外，廣泛分布於各地。果實蠅幼蟲能危害植物的莖、葉、花、果實及種子，以危害果實所造成的經濟損失最大，其中較具經濟重要性的果實蠅分別屬於 *Anastrepha*、*Bactrocera*、*Ceratitis*、*Dacus* 及 *Rhagoletis* 五個屬。雌蟲以發達的產卵管將卵產於果實內，孵化的幼蟲蛀食果肉使果實潰爛或落果，常造成重大的危害。果實內的卵或幼蟲能隨寄主鮮果的進出口而散布到各地，由於成蟲飛行力強，一旦在新地區立足便會迅速擴散，短期間內即可成為新的重要害蟲，所以各國均將果實蠅列為重要的檢防疫害蟲，嚴加管制以遏止其入侵，防止作物受到威脅。在臺灣地區單就本地的東方果實蠅和瓜實蠅，每年造成瓜果的損害，估計高達數十億元。此外，疫區的鮮果常無法外銷或需經過檢疫處理，處理後的鮮果品質降低，陳售期短，常失去市場競爭力。因此，各國無不極力防堵外來果實蠅入侵，避免淪為疫區而形成農產品外銷的障礙。

表 1. 2015 年偵察調查之重要檢害蟲種類

Serial no.	Chinese common name	Scientific name
1	南美果實蠅	*Anastrepha fraterculus* (Wiedemann)
2	墨西哥果實蠅	*Anastrepha ludens* (Loew)
3	西印度果實蠅	*Anastrepha obliqua* (Macquart)
4	黑果實蠅	*Anastrepha serpentina* (Wiedemann)
5	楊桃果實蠅	*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock
6	印度果實蠅	*Bactrocera caryeae* (Kapoor)
7	番石榴果實蠅	*Bactrocera correcta*(Bezzi)
8	斯里蘭卡果實蠅	*Bactrocera kandiensis* Drew & Hancock
9	柑桔大實蠅	*Bactrocera minax* (Enderlein)
10	木瓜果實蠅	*Bactrocera papayae* Drew & Hancock
11	菲律賓果實蠅	*Bactrocera philippinensis* Drew & Hancock
12	梨果實蠅	*Bactrocera pyrifoliae* Drew & Hancock
13	昆士蘭果實蠅	*Bactrocera tryoni* (Froggatt)
14	桃果實蠅	*Bactrocera zonata* (Saunders)
15	地中海果實蠅	*Ceratitits capitata* (Wiedemann)
16	甜瓜實蠅	*Dacus ciliatus* Loew
17	蘋果果實蠅	*Rhagoletis pomonella* (Walsh)
18	蘋果蠹蛾	*Cydia pomonella* (L.)
19	桃蛀果蛾	*Carposina sasakii* Matsumura

表 2. 歷年來參與偵察網之單位與偵察點數量

Year	No. of institutions involved	No. of survey sites	Year	No. of institutions involved	No. of survey sites
1989	1	12	2004	25	1011
1990	2	64	2005	25	1022
1991	2	64	2006	25	1015
1992	2	64	2007	25	1015
1993	3	108	2008	25	1015
1994	3	178	2009	25	1015
1998	3	178	2010	25	656
1999	9	191	2011	25	656
2000	9	191	2012	25	656
2001	9	191	2013	25	640
2002	17	552	2014	25	640
2003	25	1011	2015	25	620

檢疫害蟲偵察工作項目及實施方法

為了及早發現入侵的檢疫害蟲，於臺灣全島及金門、馬祖、澎湖離島地區之重要港站、主要農作物產區、果菜市場及觀光景點等地，設置偵察點並完成各點 GPS 定位，歷年設置的偵察點數如表 2，至 2015 年負責執行調查的單位與點數詳如表 3。每一偵察點懸掛傑克森誘蟲器內置地中海果實蠅性誘引劑、翼型誘蟲器內置蘋果蠹蛾性費洛蒙誘餌、麥氏誘蟲器分別內置甲基丁香油誘殺板和克蠅誘殺板、以及黃色黏板加繫內裝碳酸銨的指形瓶等五種誘引資材，部分偵察點加掛翼型誘蟲器內置桃蛀果蛾性費洛蒙誘餌，每二週調查標的檢疫害蟲 (如表 1) 一次。執行流程如下：

一、大學院校、試驗改良場所、離島地區執行單位

(一) 田間調查

1. 疫情調察員於各偵察點檢查上述五 (或六) 種誘蟲器內是否捕獲標的檢疫害蟲，並收回捕獲的果實蠅及黃色黏板，同時依標準偵察作業手冊更新誘引資材。
2. 麥氏誘蟲器所採到蟲體寄至臺灣大學昆蟲學系；黃色黏板連同蟲體，寄至農業試驗所應用動物組進行複檢；傑克森、翼型誘蟲器的蟲體由各負責單位自行檢查。
3. 寄送麥氏誘蟲器捕獲之蟲體前先行初步檢視，若發現可疑者需另外裝存，再一併寄送，黃色黏板上的樣本則直接以麥克筆標記，並註明調查時間、偵察點編號、調查者。
4. 每次調查後，由各負責單位於防檢局「植物疫情管理資訊網」填報調查結果。

(二)標本處理、登錄、建檔

1. 收到調查樣本後先做登錄給予流水號。
2. 將無問題的蟲體放入烘箱烘乾。
3. 可疑種類先行鑑定後記錄鑑定結果並烘乾。
4. 將烘乾的蟲體在解剖顯微鏡下做進一步檢查。
5. 將處理完的樣本編號後放入保存盒中，再置於昆蟲標本櫃存放在臺大昆蟲系。
6. 黃色黏板上的蟲體直接與黏板存放在農試所應用動物組，由於受限於保存環境之條件與空間，調查樣品只保存三年做為憑證。

二、桃園市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、南投縣及臺東縣政府

各縣市政府協調相關農會及產銷班之熱心農友，於轄區重要水果產地設置 50 個以上的偵察點，每一偵察點懸掛傑克森誘蟲器內置地中海果實蠅性誘引劑及翼型誘蟲器內置蘋果蠹蛾性費洛蒙誘餌進行偵察。農友每二週檢查誘蟲器一次，調查是否捕獲地中海果實蠅和蘋果蠹蛾，並將調查結果電話通報縣市政府防疫人員，並由主辦人員於「植物疫情管理資訊網」填報建檔。檢查時若發現可疑蟲體則立即電話通報，並將標本限時郵寄到臺灣大學或農業試驗所鑑定確認。

表 3. 2015 年參與偵察調查之單位及負責之偵察點數

Serial no.	Institution	No. of survey sites[1]
1	Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine - Keelung Branch, Hsinchu Branch, Taichung Branch, Kaohsiung Branch	23 (11)
2	Department of Entomology, National Taiwan University[2]	50 (7)
3	National Chiayi University	30 (7)
4	National Pingtung University of Science and Technology	40 (7)
5	National Ilan University	30 (7)
6	National Dong Hwa University	30 (7)
7	I-Shou University	30 (7)
8	Taiwan Agricultural Research Institute[3]	36 (19)
9	Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station	20 (7)
10	Miaoli District Agricultural Research and Extension Station	10 (7)
11	Taichung District Agricultural Research and Extension Station	14 (7)
12	Tainan District Agricultural Research and Extension Station	20
13	Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station	10
14	Hualien District Agricultural Research and Extension Station	10
15	Taitung District Agricultural Research and Extension Station	20
16	Taiwan Banana Research Institute	40 (7)
17	Taoyuan City Government	25
18	Hsinchu County Government	25
19	Miaoli County Government	25
20	Taichung City Government	25
21	Nantou County Government	25
22	Taitung County Government	25
23	Penghu County Government	18
24	Bureau of Animal and Plant Health Inspection, Kinmen County	21
25	Lienchiang County Government	18
Total		620 (100)

[1] Number in the parentheses indicates number of survey sites for the peach fruit moth *Carposina sasakii*.

[2] Also responsible for fruit fly identification and specimens preservation.

[3] Also responsible for verification of the fruit flies trapped by the yellow sticky trap and distribution of the survey materials.

偵察成果與效益

我國的檢疫害蟲偵察調查從 1989 年開始至 2015 年已 26 年，偵察區域由臺灣本島擴展至金門、馬祖和澎湖，偵察點由最初的 12 點最高增至 1022 點，目前為 620 點。歷年的執行成果彙整如下：

1. 調查期間並未發現 19 種標的檢疫害蟲入侵，確定臺、澎、金、馬地區為非疫區。
2. 完成建構完整有系統的檢疫害蟲偵察網，持續發揮外來害蟲入侵的預警功能與提供撲滅行動之依據。
3. 長期的偵察結果確立我國非疫狀態，同時提供農產品進出口風險評估及貿易諮商談判之佐證資料，訂定進口鮮果檢疫條件，保護我農業生產環境，強化農產品競爭力，促進農產外銷。
4. 先進國家均已建立相關之外來害蟲偵察系統，我國為世界貿易組織 (WTO) 之成員，擁有完善的檢防疫體系，展示我們努力維護檢疫害蟲非疫區的決心，有助於提升我國的國際地位。
5. 一旦發現外來害蟲，可以提供分析入侵途徑的資料，進行溯源與管理，降低後續的檢疫風險。
6. 引進及改良偵察資材如麥氏誘蟲器、翼形誘蟲器、傑克森誘蟲器等，並輔導國內廠商生產，大幅節省偵察成本。
7. 有助本地果實蠅之蟲相調查 (表 4)，增強辨識比對檢疫果實蠅的能力，提升偵察效率。
8. 參與人員於訓練與執行過程中，可以體認檢疫害蟲偵察之重要性並獲得相關知識與技能。

表 4. 各偵察點改良型麥氏誘蟲器與黃色黏板較常捕獲之果實蠅種類

Chinese common name	Scientific name
東方果實蠅	*Bactrocera* (*Bactrocera*) *dorsalis* (Hendel, 1912)
瓜實蠅	*Bactrocera* (*Zeugodacus*) *cucurbitae* (Coquillett, 1899)
南瓜寡毛實蠅	*Bactrocera* (*Zeugodacus*) *tau* (Walker, 1849)
巨斑寡毛實蠅	*Bactrocera* (*Zeugodacus*) *synnephes* (Hendel, 1913)
臺灣長角實蠅	*Dacus formosanus* Tseng and Chu, 1983
六條尖帶實蠅	*Acrotaeniostola sexvittata* Hendel, 1915
腹帶實蠅	*Gastrozona fasciventris* (Macquart, 1843)
長鞘寬頭實蠅	*Dioxyna sororcula* (Wiedemann, 1830)
黃斑尖角實蠅	*Acroceratitis plumose* Hendel, 1913
普西黑翅實蠅	*Ptilona persimilis* Hendel, 1915
黑楯板寡毛實蠅	*Bactrocera scutellata* (Hendel, 1912)

未來的展望

關口檢疫是防止外來害蟲入侵，保護本國農業生產與環境最重要的第一道防線。然而，證諸以往各國的經驗，即使是先進國家亦頻傳外來害蟲入侵的案例，臺灣則幾乎每年都有新的害蟲出現，顯示我們正曝露在高度的外來害蟲入侵風險中，因此田間的偵察工作益顯重要，可以填補檢疫的缺口，成為第二道防線，實有必要繼續維持。有害生物非疫區可以視為農業的一項無形資產，一旦失去很難再回復。政府重視檢疫害蟲的偵察，在人力與經費方面持續投入，使我們農業生產環境獲得多一層保障，產業界與農民如能配合參與並共同維護，更能發揮嚴密的防堵效用。

外來害蟲的偵察是一項連續性的工作，主政單位宜編列公務預算穩定支應所需的經費，避免造成空窗期，以保持害蟲發生記錄的完整性。檢疫害蟲為高威脅性

的害蟲，一旦發生常迅速蔓延，因此設置少量偵察點但長期記錄，比短期內在局部地區設置多量偵察資材，更能反應非疫狀態的維持。檢疫與防疫單位需密切合作，隨時掌握臺灣進口農產品的情形和輸出國的疫情，評估最可能入侵的地點和立足區域，適當調整偵察計畫，進行重點偵察以為因應。害蟲鑑定需要專業的昆蟲分類人員，因此本國人才的培養以及與國外相關機構或專家建立良好的合作關係殊為重要。此外，針對標的害蟲，應隨時留意國際上廣為各國採用之新開發的偵察資材，以提高偵察效率與公信力。由於偵察計畫參與的人數眾多，疫情調查員也會更動，定期舉辦講習會，可以加強參與人員的執行能力。

總之，目前雖然我們的檢疫害蟲偵察網已具規模，也獲得國際間的肯定，但是一個害蟲偵察網的功能和效率會受到時空環境的變化而改變。面對日益增加的害蟲入侵風險，惟有隨時保持警覺，持續提升偵察效率，同等重視每一個偵察點，並謹慎進行每一次的調查，才能發揮偵察網的最大預警功能。

引用文獻

Anonymous. 2014. Quarantine Requirements for the Importation of Plants or Plant Products into the Republic of China. Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan. 98 pp.

CABI/EPPO. 1997. Quarantine Pests for Europe. 2nd edition. C.A.B. International, Wallingford. 1425 pp.

Chen, C. C., Y. J. Dong, S. H. Yen, and W. J. Wu. 2010. Guideline Series 13- Surveillance of *Carposina sasakii* Matsumura. Published by Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan; Taiwan Agricultural Research Institute, COA, Executive Yuan; Department of Entomology, National Taiwan University; Department of Biological Sciences, National Sun Yat-sen University. 31 pp. (in Chinese)

Chen, C. C., W. J. Wu, S. F. Shiao, and Y. J. Dong. 2003. Guideline for Detection Survey of Plant Quarantine Pests. Published by Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan; Taiwan Agricultural Research Institute, COA, Executive Yuan; and Department of Entomology, National Taiwan University. 61 pp. (in Chinese)

Chen, C. C., W. J. Wu, S. F. Shiao, and Y. J. Dong. 2007. Guideline Series 1- Detection Survey of Plant Quarantine Pests (2nd Edition). Published by Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan; Taiwan Agricultural Research Institute, COA, Executive Yuan; and Department of Entomology, National Taiwan University. 71 pp. (in Chinese)

EPPO. 2014. EPPO A1 List of Pests Recommended for Regulation as Quarantine Pests. European and Mediterranean Plant Protection Organization.

Liu, P. C., H. H. Fang, and L. H. Chang. 2011. Special Publication of Cultivation and Management of New Fruit Crops. Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan. 144 pp. (in Chinese)

White, I. M., and M. M. Elson-Harris. 1992. Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. C.A.B. International, Wallingford. 601 pp.

蔬果害蟲監測在防治策略上之應用

黃毓斌[1,*] 江明耀[1] 丁柔心[1] 吳孟修[1]

[1]行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者：YBHUANG@tari.gov.tw

摘要

對於已立足本島之有害生物 (Pest) 而言，因其族群已能適應本島氣候及作物相環境，生物特性藉由遺傳傳遞下來，綿延不斷，因此這些有害生物每年或季節就會出現族群高峰，造成流行性疫病蟲害發生，成為從事農業生產工作者最大之成本，同時亦需花費龐大支出來控制有害生物。然而大部分有害生物經由移動、尋找庇護或介質傳遞後，會重新建立新族群，若無法掌握有害生物之蹤跡，常讓防治資材效率大打折扣，因此研發有害生物之監測技術在植物保護領域更顯重要。藉由電腦資訊之科技進步，可有效管理繁雜之資料，以平面式或立體展現人工所無法顯現之資訊。農試所為有效掌握害蟲之動態資訊，利用地理資訊系統及其他資訊網絡，於全國蔬果栽培區及彰雲嘉南特定旱作區設置密度監測站，並依所採集蟲體數量，以密度指標作為分級管理之策略性行動。建立我國重要蔬果害蟲之地理分布及密度監測資料，能完整有效掌握族群的空間動態及作物被害風險，提供整體果實蠅共同防治以及夜蛾類害蟲密度變化參考，俾利掌握疫情及資材有效利用，大幅提高防治效能，降低化學農藥等之作物生產成本。另結合完整地理定位點之資訊，迅速掌握蟲害空間及寄主水果分布，可藉此評估蟲害發生及損害風險之機率，提升整體防治效能。藉由監測資訊傳遞，讓相關單位可及時掌握最新疫情，採取有效防治手段，同時提供中央至地方共同檢討修正防治策略參酌。另外，除比較各防治區執行效率之優劣，提升農民信心外，對於防治資材分配之公平性、效益性及機動性，均能客觀地加以評估。

關鍵詞：監測、疫情、地理資訊系統。

前言

臺灣常年高溫多濕，農作物栽培管理體系之有害生物種類繁多，常因族群密度增高危害植株，於栽種期或出貨期間影響其品質，進而影響農友之利益。有害生物之管理必須融入整個栽培管理體系，妥善規劃各項監測與預防措施，並對症下藥，以達最佳的防治功效，密度監測為蟲害防治重要工作項目，掌握害蟲族群動態，便能適時採取適當防治措施，以達事半功倍之效。利用電腦地理資訊系統之管理，除監測全省各地密度變化外，且提供為害地區之相關地理位置，確保防治時機，使疫情發生監測能達到預期功效。

針對我國果樹與糧作主要害蟲如東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel))、瓜實蠅 (*Bactrocera cucurbitae* (Coquillett))、斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura* (Fabricius))、甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua* (Hübner)) 及番茄夜蛾 (*Helicoverpa armigera* (Hübner)) 等，整合百餘個農會之農事人員建立密度監測網，定期發佈蟲害疫情旬報，提供農民預警及適時採行防治措施參酌。更因能迅速掌握蟲害空間及寄主水果分布，可藉此評估蟲害發生及損害風險之機率，提升整體防治效能。另由此資訊傳遞，讓各相關單位掌握最新疫情，採取有效防治手段，同時提供中央至地方共同檢討修正防治策略。本文就密度監測工作執行方式及在蟲害管理上之應用分別加以敘述。

密度監測執行方式

一、 主動監測

1. 選定害蟲種類：影響我國農業生產上之常見蔬果害蟲如東方果實蠅、瓜實蠅、斜紋夜蛾、甜菜夜蛾及番茄夜蛾等。
2. 地點選定：於我國重要蔬果產地或疫災風險地區，以鄉鎮為單位，利用昆蟲誘引劑設置陷阱若干個。
3. 時間間隔：依據害蟲生活史特性，每個月分三旬人工收集資料，定期執行，長期累積資料。

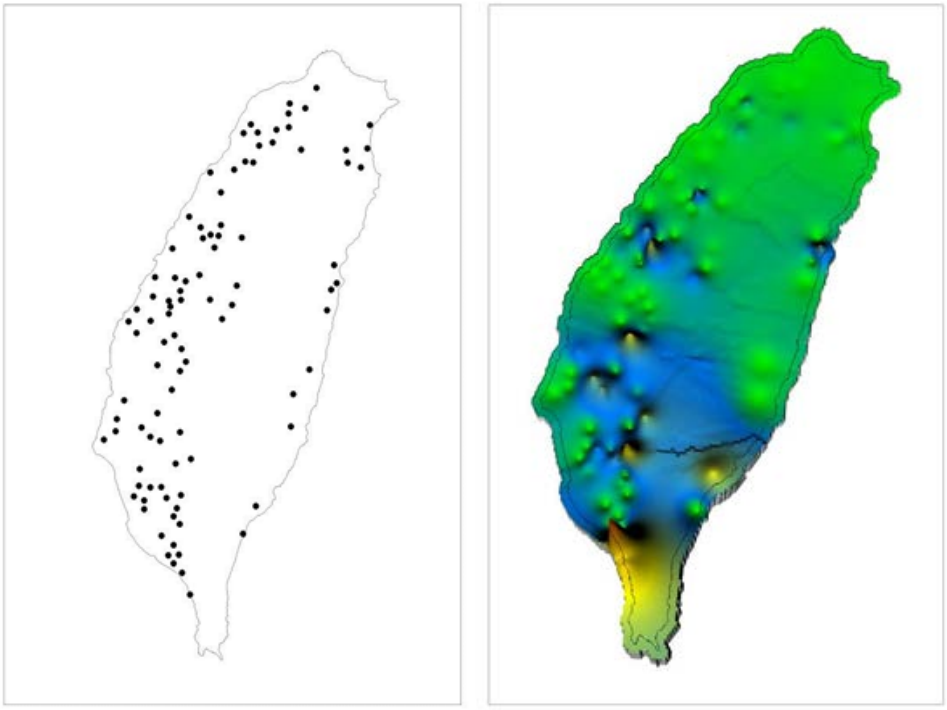


圖 1. 東方果實蠅密度監測點及全島族群分布範例 (5~7 月)。

4. 展示資料：以蟲體寄回或傳真資料，整理統計分析並製圖，以地理資訊系統展示。
5. 資料傳遞：郵寄或電子郵件傳遞至 220 個單位，供農民及農政單位作為蟲害管理時參考依據，並將此資料配合疫情資訊放置於農試所網站 (http://www.tari.gov.tw/) 及農委會開放資料植物疫情管制，供各界下載及加值應用。

以蔬果害蟲密度監測為例，每旬所收集資料顯示可知地理分布上各測定點之相對位置，藉由密度資料之輸入及設定圖例顏色變化，套入數位地圖，即可以展現當期各測定點之位置及密度差異。由其差異可得知在臺灣地區所呈現出密度高低及鄰近地區可能造成疫情之風險，顏色變化亦得知害蟲族群在鄰近地區蠢蠢欲動。害蟲密度監測及被害調查。監測區規劃以個別鄉鎮為單位，每十天完成發行蔬果重要害蟲密度旬報 (如圖 1)。

彰雲嘉南三種夜蛾害蟲密度旬報 (6~11 月，如圖 2)，監測對象為斜紋

夜蛾、甜菜夜蛾及番茄夜蛾之雄成蛾，採用性費洛蒙監測技術，運用性費洛蒙誘引劑搭配專用誘蟲盒，以誘捕雄蛾的數量作為密度變化動態評估之依據。監測工作係彰雲嘉南地區 57 個鄉鎮市農會協助辦理，由農會推廣人員及核心農民於轄區內執行夜蛾害蟲密度監測，監測區規劃以個別鄉鎮為單位。為落實全面監測，監測點涵蓋當地的「主要綠肥及作物區」，監測田區的設置避免集中於鄰近區域，調查週期以旬為單位，每月調查次，並同時進行轄區內綠肥區及重要作物區之害蟲密度機動巡查。年度監測工作執行期間為 6 月至 11 月，部分鄉鎮執行周年性度監測。

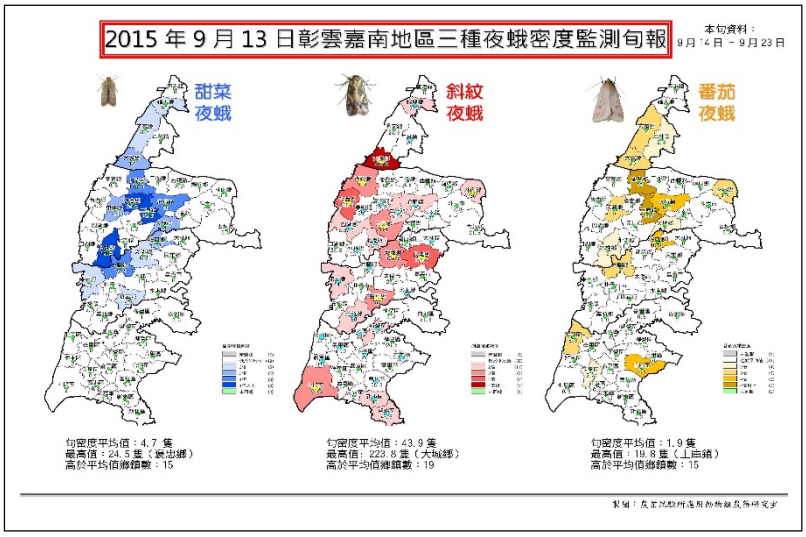


圖 2. 彰雲嘉南三種夜蛾害蟲密度旬報。

二、 機動監測：

監測人員於田間調查時，一併檢視作物產區是否有害蟲危害，如有發現疫災情，立即通知防檢局或農試所安排現場查勘。

鑑往知來

害蟲密度監測為蟲害防治之重要工作項目，即時掌握害蟲族群動態有助於決定防治時機與防治資材用量，適時採取適當防治措施，並能藉此預估經濟損失。藉由實地勘察，更能精準下達決策，若能長期收集資料並分析歸納，在無異常環境變化狀況下，就能鑑往知來，掌握害蟲動態。

一、以東方果實蠅密度監測工作為例：

此工作執行以來已累積多年資料，依據密度監測資料、地理位置及寄主產銷資訊，作為實施果實蠅共同防治之策略，由歷史資料可歸納出動態變化趨勢。

1.依近五年之監測密度動態：

根據歷年之監測資料歸納臺灣本島整體果實蠅密度消長，可分為 4 個時期(圖 3)：

(1) **低密度期 (1~3 月) – 綠色線**

由於低溫及持續之防治，此期果實蠅密度均處於低密度狀態，最低密度出現於 1 月中旬 (14.5 隻/旬)，亦恰為全島平均氣溫最低之時期。 2 月中旬後，氣溫逐漸回升，果實蠅密度亦逐漸增加，但尚處於低密度狀態，防治策略為維持常態性之誘殺工作。

(2) **密度上升期 (4~5 月) – 黃色線**

春季氣候適宜且正值許多寄主水果 (蓮霧、桃子、番石榴、梨及檬果等) 之產期，因食物來源無虞，族群增加速率為全年中最快的時期。本階段屬防治重點時期，除持續督促農民進行常態性的誘殺，亦必須迅速壓制高密度地區之果實蠅族群。

(3) **穩定增長期 (6~10 月) – 紅色線**

由於食物供應充裕及溫度適合繁衍，此時期之果實蠅族群雖受颱風及雨季影響，不再大幅上升，但仍保持高密度並持續增長。為減輕果實蠅為害，以密集的防治壓制其增長為本階段之工作重點。

(4) **密度下降期 (11~12 月) – 藍色線**

此階段之初期，果實蠅密度仍維持平穩， 10 月後由於寄主作物減少及環境溫度下降，大部份縣市之果實蠅密度均開始下降，惟常態性之防治仍屬必要，如懸掛誘殺資材。

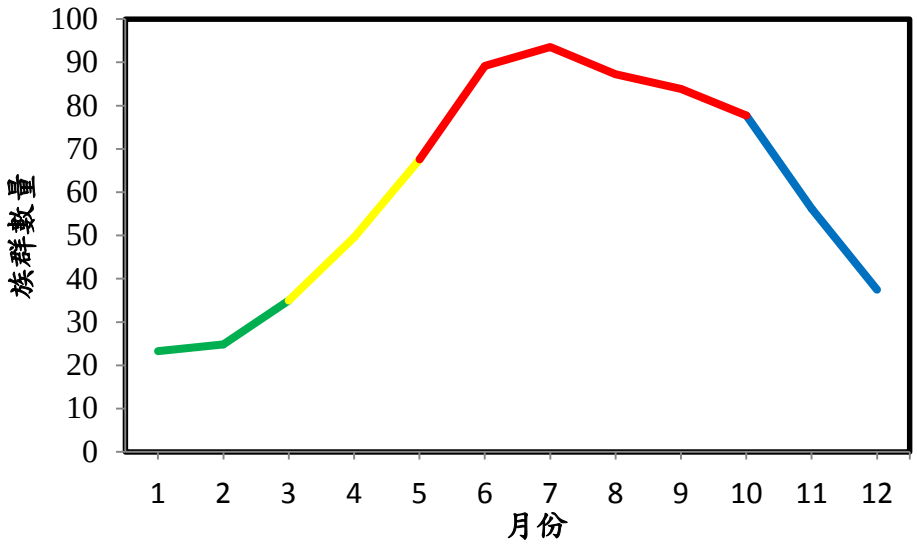


圖 3. 依據歷年密度監測資料，果實蠅全年密度消長趨勢。

各個時期應實施不同的防治策略，可以讓有限的防治資材發揮更大效用。雖每一階段之臨界期依地區、作物及氣候之影響，略有變動。

2. 依地理位置及作物差異：

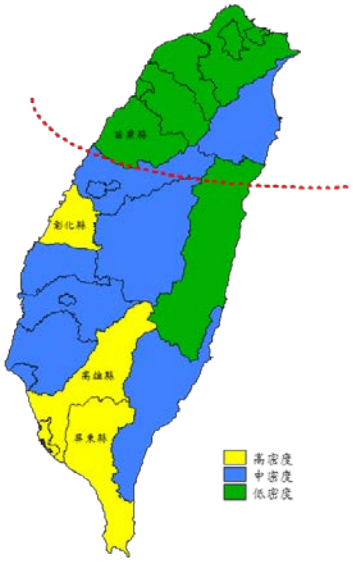
以氣候型變化作為區隔，依密度指標顏色劃分 (圖 4)：

(1) 依歷史資料顯示，果實蠅密度分布以彰化、嘉義、臺南、高雄及屏東等縣市之年平均密度較高。除 12 月至翌年 2 月受低溫影響外，彰化及高雄二縣市果實蠅一直維持高而穩定之密度，這與該等地區全年生產番石榴及季節性印度棗有關 (陳等，1996)。尤其以 4~5 月份因番石榴價格低而暫採粗放管理，造成果實蠅大量繁衍，密度幾達全年之最高點。

(2) 依近 5 年年監測資料顯示，果實蠅密度分布現況以彰化、嘉義、臺南、高雄及屏東等縣市之年平均密度較高 (藍色及黃色區域)。除 12 月至翌年 2 月受低溫影響密度略為降低外，彰化及高雄二縣市果實蠅一直維持高而穩定之密度，這與該等地區全年生產番石榴及季節性印度棗有關。屏東縣果

實蠅密度消長則為典型之隨水果產期而起伏的季節性變動，該縣主要水果為蓮霧 (約佔全國 46%) 及檬果 (約佔全國 34%)，2 月份起即因蓮霧之生產以及氣溫回升，而使果實蠅密度呈線性增長，至 6–8 月檬果採收期後則逐漸下降。臺南市同屬果實蠅密度較高之地區， 5–8 月檬果及龍眼採收期果實蠅密度達到高峰，且誘蟲數持續維持在 100 (隻/旬) 以上，直到 11 月才有減緩趨勢。

(3) 依氣候型潛在地理分布及地理位置分別分析，不同顏色等級風險呈現分布如圖 5，依據我國近 30 年平均氣候溫度資料，以生物氣候模式評估果實蠅其潛在地理分布圖，得知西部地區及花東縱谷區具有非常適合果實蠅生存之趨勢，顯見藍色及黃色區域，具有嚴鉅之危害風險程度，若加上寄主作物分布將更明顯看出其危害熱點分布。



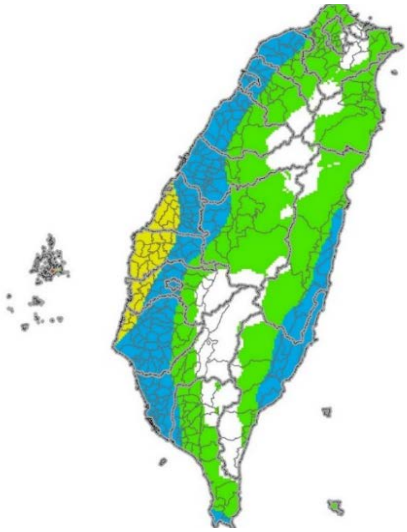


圖 4. 依近年來監測密度高低之果實蠅族群分布圖。

圖 5. 東方果實蠅在臺灣之潛在地理分布。

二、 以彰雲嘉南三種蛾類害蟲監測為例，由歷年收集之蛾類密度變化，可推估害蟲密度高風險時期，作為事先預防之參考資訊。

1. **歷年監測密度動態** (圖 6)：

(1)斜紋夜蛾：

6 月開始監測的密度高峰平均密度約 150 隻/陷阱/旬，而後平均密度持續下降至 8 月下旬達低點，9 至 10 月間密度逐漸上升，以 10 月下旬的密度值較高。

(2)甜菜夜蛾：

監測初期密度稍高，而後緩慢下降，9 月上旬平均密度持續回升，至 11 月中旬上升至密度高峰。

(3)番茄夜蛾：

6 月上旬監測初期平均密度低於 10 隻 /陷阱/旬以下，至 9 月間監測密度均維持低水平，平均密度於 10 月上旬開始上升持續至 11 月中旬。

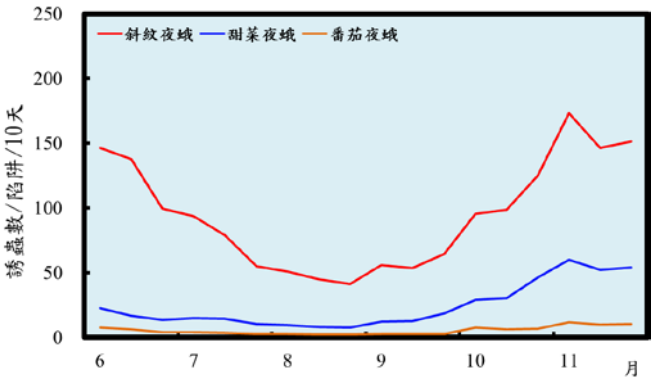


圖 6. 三種夜蛾害蟲歷年密度消長。

2. **歷年斜紋夜蛾密度消長資料**

經計算旬增殖率後，發現不同年度之增殖率變化情形呈現相同趨勢，於 9 月 23 日至 10 月 3 日間增殖率大幅增加，此即為其成蟲密度在二期作後期大幅竄升的關鍵時間點。配合本蟲基本生態資料推估，此期間大幅增加之成蟲所繁衍的幼蟲於 10 月下旬將發育至 4~5 齡，由於數量多且食量大，易造成農作損失。

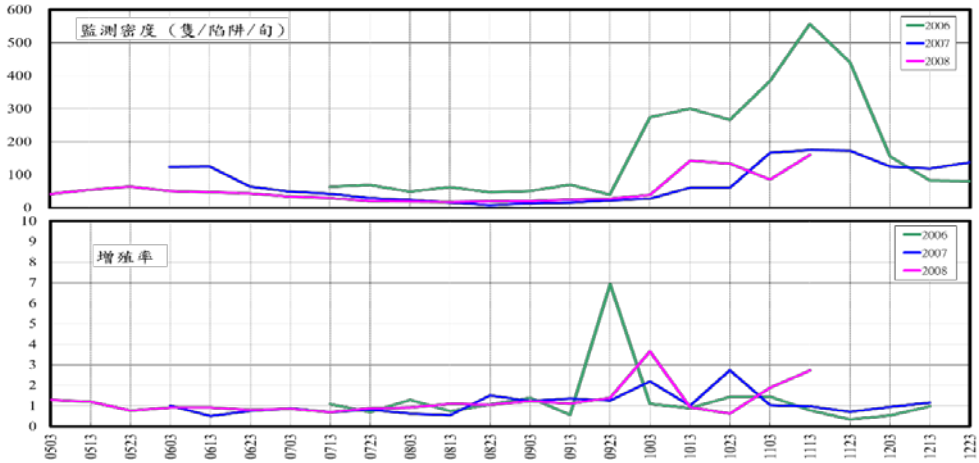


圖 7. 斜紋夜蛾旬密度及旬增殖率。

掌握疫情

由於環境氣候因子影響作物的成長，也影響農業害蟲之族群增長，再加上害蟲與寄主作物間之營養取食關係 (圖 8)，形成了農業害蟲疫情擴散與控制之運用手段。氣候適合發育生長時，且寄主食物供應充裕，害蟲危害疫情很難掌握，極有可能疫情大爆發。若極端氣候影響農作物生長，農業害蟲因食物品質不佳且須克服惡劣之氣候條件，此時族群增長則呈不穩定狀態，因此密度監測工作就扮演相當大之角色。

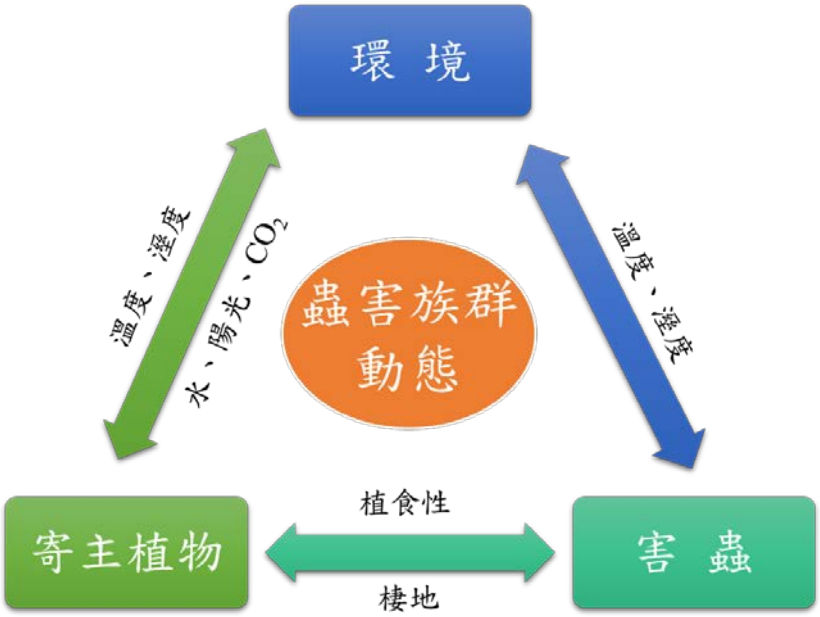


圖 8. 害蟲、寄主植物及環境三者間之關係。

藉由長期監測害蟲動態，可了解害蟲可能發生季節變化之情形，若能結合其寄主作物之栽培生長期，除了對害蟲動態變化發布預警，亦能藉此洞悉疫情風險分布地區，對於後續害蟲防除工作即能完全掌握疫情。以東方果實蠅共同防治工作，農委員動植物防疫檢疫局配合全國性果實蠅密度監測調查，藉由農情及疫情之管理，對於防治工作才易達到事半功倍之效。密度監測網絡之設置，可讓實際從事地區性防檢疫工作人員，透過這些資訊進而調整相關防治工作。

就我國果樹栽培面積及歷年果實蠅發生疫情資料，分析高風險地區之疫情，評估方式有 (1) 果樹栽培種類：可由農糧署所彙整之 103 年各縣市轄區果樹栽培面積，總計約 14 萬公頃 (已扣除檳榔及椰子)，由栽培面積比重大小，可看出地區鄉鎮受到果實蠅危害之風險及疫情擴散，管理者藉以規劃防治資材分配比重。果品所占比重及產期產量之資訊，可藉此了解哪個地區其果品及採收時期最有可能造成果實蠅疫災之風險。 (2) 果實蠅之族群動態：藉由長期收集地區性果實蠅族群監測資料，可有效掌握近期果實蠅動態，配合防治資材之取得，採取強有力之防治措施 (蘇等, 2003)，藉由兩者評估，才能正確推估疫情之發展。

決策及防治曆擬定

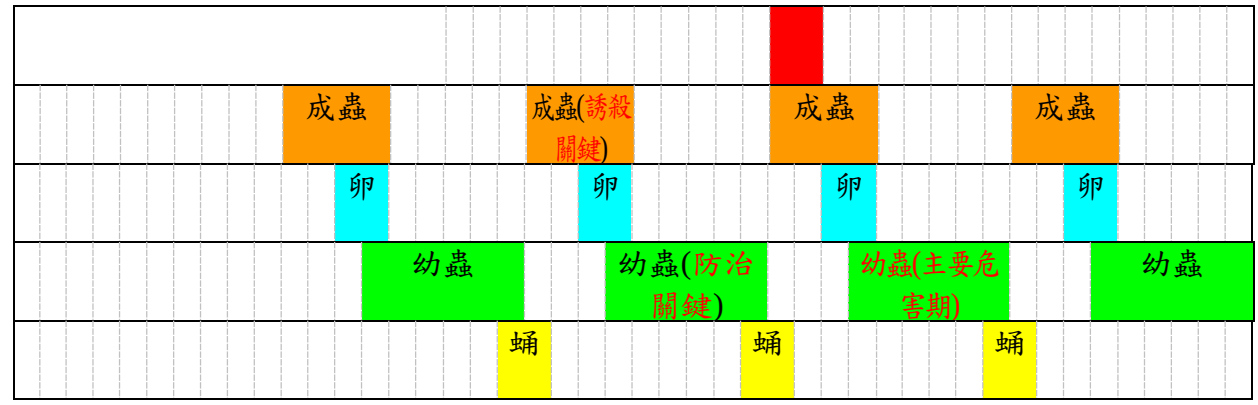
調查害蟲田間發生動態，藉由分析不同地區不同時間消長狀況，可作為防治措施進行時機之參考。這些資訊上可依受害程度或族群數量水平作為採取之手段有：

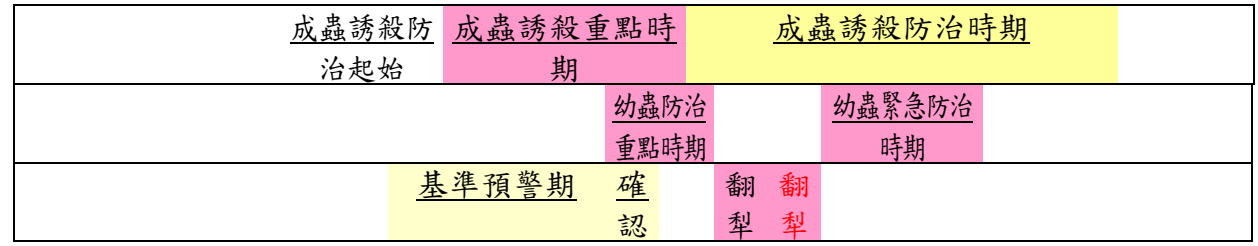
1. 不須採取防治 (Do nothing)；
2. 採取防治策略依施用程度有防除 (Prevention)；壓制 (Suppression)；根絕 (Eradication)；
3. 化學防治是否要使用：考量生產成本，擬定合理用藥策略，藉由不同類型藥劑搭配運用及輪用不同機制藥劑，加強防治效果並延緩抗藥性產生。
4. 依害蟲發展趨勢訂定防治曆。以彰雲嘉南地區斜紋夜蛾防治曆為例 (表 1)，建議最遲於 6 月下旬起進行斜紋夜蛾性費洛蒙誘殺持續至 11 月；於 8 月底至 9 月底期間加強幼蟲藥劑防治；10 月中旬前完成綠肥翻埋作業；

10 月上中旬期間密切監控田間幼蟲發生數量，必要時進行緊急藥劑防治，以避免蟲害發生影響作物生產。

5. 整合性蟲害管理 (Integrated Pest Management)：在環境友善及經濟閥界考量之下，整合多種防治技術，控制害蟲族群發展及危害。
6. 實施區域共同防治 (Area-wide control) 及全島共同防治 (Island- wide control)。

表 1. 雲嘉南地區斜紋夜蛾年度防治曆 (5~12 月)





0503 0513 0523 0603 0613 0623 0703 0713 0723 0803 0813 0823 0903 0913 0923 1003 1013 1023 1103 1113 1123 1203 1213 1223

監測資料應用

一、 依據定期害蟲監測情，每年定期提供疫情資料

1. 協助防檢局重要蔬果害蟲疫情網絡 (83 站)：由蔬果產地農會、鄉鎮區公所及合作社場所協助，提供農民當地蟲害疫情及分布。給予在地蟲害動態資訊及防治建議，應用於農民產銷組織集會時，適時宣導疫情及反應。除了進行蟲害密度監測及診斷服務工作，
2. 近年配合重要果樹害蟲產區之區域防治及協助斜紋夜蛾大面積監測工作，由參與農會及本所協助設置之密度監測網，已於嘉義縣梅山鄉 (蓮霧)、大林鎮 (甜橙)、番路鄉 (柿子)、中埔鄉 (番石榴及絲瓜)、雲林縣崙背鄉 (洋香瓜)、二崙鄉 (西瓜)、彰化縣二林鎮 (蘆筍) 等 7 個鄉鎮及澎湖縣瓜果產區，實施整體監測與防治多年，對於蟲害防治效果頗多貢獻。
3. 提供農糧署休耕或活化休耕生產專區，進行重要夜蛾類疫情流行通報機制(57 站)：於二期作 (6~11 月) 提供本會農糧署及防檢局活化休耕地及特用作物害蟲危害監測數據，列為休耕政策執行翻犁或蟲害管理之參考資料。

二、建立重要蔬果害蟲密度監測及危害診斷資料庫：

建立全臺重要害蟲密度及空間分布之電子化圖資資料庫，累積自民國 83 年 (1994) 以來，長期資料已建置 720 組歷年重要害蟲密度變動資料，及蔬果產地已累計達 648,000 筆地區性害蟲田間監測資料，提供研究單位進行長期物種生態調查或物種多樣性之研究題材。此外本項資料已做為臺灣大學及中興大學昆蟲系列入作為害蟲變動模式之探討及因子影響差異性比較。害蟲密度監測資料，與本所農化組進行介接，提供完整土地覆蓋物、氣候災害及病蟲害風險推估，俾利 E 化工作-農民田間管理之防護作業推播服務之推展。

三、收集大量國內氣候資料及下載全球氣候變遷情境資料：

結合資訊平臺害蟲積溫模式推估，探討氣候變遷對病蟲害或糧食安全之衝擊與風險評估作業。以 CLIMEX 生態氣候模式建置害蟲潛在地理分布，完整呈現國內害蟲潛在地理分布風險，同時可作為評估對入侵害蟲或天敵引進之潛在地理空間分布，已提供防檢疫單位對外談判或政策之依據。

未來展望

一、 氣候空間資訊整合：

由於一般地理空間內插模式 (如 IDW、Kriging 等) 通常無法充分反映地形環境等因素對氣候的影響，因此，需將空間內插後之氣候資料，利用本所農業化學組已開發 PRISM 完成之統計成果為基礎進行氣候資料的校正，介接中央氣象局資料開放平臺 (http://opendata.cwb.gov.tw/index.htm) 分析氣象資料加值化利用，收集 Open Data 所提供資料之內容，找出介接之資料集項目及內容，並針對 Open Data 平臺所發布之 XML 檔案進行資料結構分析。將儲存至系統平臺之氣候資料進行氣候測站空間化，並依序將全臺地區氣候測站點之每日各項即時氣候資料利用 GIS 進行空間內插，取得連續性氣候網格資料。經換算後之蟲害網格資料屬可交換及介接屬性，將可結合氣象災害防護預警及國土農作物土地覆蓋物圖層，做為我國國土土地利用之相關資料庫。

二、資訊平臺整合：

連結應動組同仁內部蟲害監測技術資料及數位影像資訊，達到蟲害動態資訊與診斷鑑定合而為一，俾利使用者於害蟲資訊平臺搜尋量化蟲害動態資料及為害特徵資訊。諮詢平臺的整合與資料加值化為本年度著手整合蟲害監測及預警資訊平臺連接蟲害診斷系統，主要提供一般農民、農企業使用者及國內研究人員使用，包含蟲害風險預警查詢、害蟲世代變化查詢、重要害蟲監測資料查詢、害蟲資料報表下載及資料交換專區等功能 (http://61.222.245.129/PestWarning/Climex)。

三、資通技術 (Information Communicate Technique) 的應用：

國內已有研究開發利用自動化感測裝置 (WSN) 系統連續監測的特性，有助於我們即時瞭解害蟲包括族群密度、空間分布、棲息地及遷移等特性及其相互間的關聯性，可增加防治的效能。資通訊服務導入害蟲監測標準作業流程及數化影像診斷結合，有助於未來系統資料整合與連結，為農業害蟲知識庫平臺之基礎架構。除了運用於害蟲防治外，因訊息快速，可協助瞭解並解決許多昆蟲等生態上的許多問題。因網路的應用蓬勃發展，相信未來會有更多架構於網

路上之智慧型資訊系統被開發出來，客製化依需求使用即時或是歷史的資訊。

結論

農試所為有效掌握害蟲之動態資訊方式，乃利用地理資訊系統套裝軟體，於全國至少 60 個鄉鎮及彰雲嘉南特定旱作區設置密度監測站，並依所採集之蟲體，以一定密度指標作為分級管理之策略性行動。每旬所收集資料顯示可知平面上各測定點之相對位置，藉由密度資料之輸入及設定圖例顏色變化，套入數位地圖，即可以展現當期各測定點之位置及指標顏色差異。由顏色變化亦得知害蟲族群在鄰近地區蠢蠢欲動。除了疫情監測調查外，另因應個別產區發生之疫情，執行專案研究，藉由組織農民進行自主監測、擬定防治策略、提供防治資材進行區域示範等工作，指導農民有效管理，以降低農損，提升收益。

建立我國重要蔬果害蟲之地理分布及密度監測資料，可完整有效掌握空間上族群動態及作物被害風險，提供整體共同防治之參考，掌握疫情可讓資材有效利用，大幅提高之防治效能，降低化學農藥之作物生產成本。另結合完整地理定位點之資訊，迅速掌握蟲害空間及寄主水果分布，可藉此評估蟲害發生及損害風險之機率，提升整體防治效能。除此之外，藉由資訊傳遞，讓各相關單位及時掌握最新疫情，以便採取有效防治手段，同時提供中央及地方共同檢討修正防治策略。比較各防治區執行效率之優劣外，對於防治資材分配之公平性、效益性及機動性，均能客觀地加以評估。

引用文獻

陳秋男、鄭允、黃毓斌、高靜華、蘇文瀛。1996。東方果實蠅族群變動與寄主水果產量之關係。植物保護學會會刊 38:149-166。

蘇文瀛、陳秋男、鄭允、黃毓斌。2003。臺灣東方果實蠅族群之地理分布及統計預測。植物保護管理永續發展研討會專刊。第 67-110 頁。中華植物保護學會。臺中。臺灣。356 頁。

Hong, S. C., R. D. Magarey, D. M. Borchert, R. I. Vargas, and S. K. Souder. 2015. Site-specific temporal and spatial validation of a generic plant pest forecast system with observations of Bactrocera dorsalis (oriental fruit fly). NeoBiota 27: 37–67. doi: 10.3897/neobiota.27.5177.

檬果小黃薊馬之監測及在防治上之應用

邱一中 [1,*] 陳怡如 [1] 林鳳琪 [1,*]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*] 通訊作者：ycchiu@tari.gov.tw; fclin@tari.gov.tw

摘要

小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 近幾年在檬果 (*Mangifera indica* Linn.) 上發生嚴重，已成為影響當前臺灣檬果品質和產量的關鍵害蟲。由於薊馬的世代短、繁殖力高與分散能力強，以及農民的用藥習慣，造成該蟲對多種防治藥劑的感受性下降。本研究調查檬果小黃薊馬族群變動資料，以田間小黃薊馬族群增長速度、黃色黏板誘集數與葉片上薊馬數之關係及藥劑防治率等數值，並分析檬果新梢期與開花期每週薊馬發生密度，歸納估算檬果小黃薊馬的防治基準，將檬果小黃薊馬防治基準定為每週每黏板平均誘集 40 隻。利用黃色黏板 (11 cm x15 cm) 作為監測檬果園中小黃薊馬族群發生密度的調查工具，將黃色黏板分散固定在檬果新稍、花穗與幼果附近枝條上，每週更換並計算每週平均誘集的小黃薊馬蟲數，瞭解果園小黃薊馬族群變動情形，當每週黃色黏板平均誘到小黃薊馬達 40 隻以上，即應立即施藥防治，掌握施藥時機提升藥劑於田間防治的效率，控制小黃薊馬族群密度低於造成幼果受害的數量。另外，針對登記可使用之殺蟲劑進行感受性測試，以瞭解田間小黃薊馬對殺蟲劑的感受程度，提供農民適當的用藥資訊。妥善運用害蟲綜合防治管理策略，從監測田間發生密度開始，以訂定之防治基準，掌握適當用藥防治時機，提升藥劑防治效果，進而將檬果小黃薊馬控制在可忍受的密度之下，可提高檬果產量及品質，並符合果品農藥殘留規定，也有利於農業與環境生態的永續發展，達到安全與健康農業的生產目標。

關鍵詞：小黃薊馬、監測、防治基準、防治策略、檬果。

前言

據臺灣農業統計年報 (2014) 記載檬果目前在臺灣的栽種面積約 15,000 公頃，年產量約 15.3 萬公噸，為南臺灣重要的熱帶果樹之一。根據文獻紀錄檬果害蟲 (蟎) 經由石等 (2013) 重新修訂後，計有 80 種昆蟲與 6 種蟎類，其中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)) 等十餘種 (郭等 1993; 溫及劉 2006)。近年來因氣候變遷及栽培管理方式的改變，薊馬及葉蟬等小型害蟲的危害更為嚴重 (李及溫 1982; 溫及劉 2006)。農民為求果實品質，盲目過度依賴殺蟲劑，且忽視藥劑輪用原則，使生活史短、繁殖力強，加上體型細小具隱匿性，發生初期不易察覺的小型害蟲，對慣用藥劑產生抗藥性，因此造成此等小型害蟲猖獗危害日益嚴重的窘境 (邱等 2010)。

為解決檬果因小型害蟲的危害，整合管理模式為有效的管理策略，也就是將害蟲的監測、預警與防治技術結合為一。在整合性管理模式中，首先要有簡潔明確的害蟲監測技術，進而設立防治基準，提供預警及採取防治時機，達到適時防治及減少不當施藥的目的。最後全面普查殺蟲劑對關鍵害蟲的毒效，全盤考量使用殺蟲劑的策略，於啟動藥劑防治的時機，輪用殺蟲效果優良的藥劑，不僅達到防治效果，更可減少農藥用量及延緩抗藥性產生。

發生於檬果上的害蟲很多，但對關鍵害蟲的防治，才是能減少損失符合經濟效

益的作法。檬果小黃薊馬發生於檬果抽梢期、開花期及小果期，不僅影響樹勢及來年的開花著果，更直接取食小果造成果實品質低劣，為檬果經濟損害最關鍵的害蟲(林等, 2010a)。因此以檬果小黃薊馬為關鍵防治基準，論述應用密度監測技術之改進及整合管理模式之建立，實際運用田間當能提高檬果管理的效益。

檬果小黃薊馬的發生與危害

檬果以發生在每年 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，其中又以檬果小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 危害最嚴重。近年因氣候變遷的影響及栽培管理方式改變，加上小黃薊馬食性及寄主甚雜，可取食危害的寄主植物至少分屬 40 科、多達 150 種以上 (Mound and Palmer 1981; Umeya *et al.*, 1988; Seal *et al*., 2006; 王 2002)，在臺灣陸續在蓮花、檬果、番石榴、楊桃、蜜棗、釋迦、柑桔、蓮霧及茄瓜類等重要經濟蔬果造成嚴重危害，已成為臺灣重要的作物害蟲。在檬果生產過程中，可發生於新梢生育期、開花及結果期，每年於 2~11 月發生密度高，不僅危害新芽造成變形萎縮及葉片褐化捲縮 (如圖 1)，影響樹勢及來年的開花結果數外，更取食花器及幼果，造成落花及著果不良，果皮粗糙褐化 (如圖 2)，嚴重影響產量品質。近年來，檬果產區小黃薊馬常急速攀升，相關試驗改良場及動植物防疫檢疫局，均有發佈疫情警報之紀錄，顯示小黃薊馬是檬果栽培最普遍關鍵的害蟲。



圖 1. (1) 小黃薊馬棲息於檬果葉背取食為害；(2) 銼食幼芽嫩葉，造成葉芽如燙傷般乾枯、褐斑、變形。



圖2. 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。

檬果小黃薊馬體型極為細小，體長不到 1 mm，在田間不易發現；世代短且繁殖潛能高，發生初期危害徵狀不明顯，但在適合的氣候條件下，小黃薊馬可在 1~2 週內，蟲口數量可暴增數倍至數十倍，待危害徵狀明顯時，族群密度已甚高，錯失防治時機，須多次且密集施用藥劑方能降低危害蟲族群密度，但檬果的產量與品質已受到損害。登記及延伸的防治藥劑種類繁多但對小黃薊馬的藥效不明，為能控制小黃薊馬危害，農民用藥量與次數大增，農藥殘留問題堪慮，在長期藥劑選汰下，小黃薊馬可能已產生抗藥性，導致防治效果不佳，抗藥性問題亦成為隱憂。因此，管理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。

檬果小黃薊馬之族群密度監測

小型害蟲族群密度的調查，多以採集葉片計算蟲數為取樣方法 (何及陳 1993; 張及李 2009)，但需投入人力與時間，且檬果樹高大，採樣工作困難，且無法普及農民自主監測。

特定顏色對薊馬等小型害蟲具有誘引性，可以設計為調查工具 (林 2010)。溫及劉 (2006) 試驗以黃色黏紙作為偵測葉蟬在檬果園的族群動態與氣候關係。Chu *et al.* (2006) 試驗比較不同顏色的誘集陷阱及黏紙，在檸檬園誘集小黃薊馬的能力，結果顯示黃色黏紙較適合做為小黃薊馬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，在臺南玉井地區測試有色黏紙的誘集效果，結果顯示黃色黏板誘集害蟲種類廣數量多，較適合作為檬果園調查監測小黃薊馬密度的工具。作者進一步於臺南玉井地區選擇 6 處檬果園，以黃色黏板 (11 cm x 15cm) 監測檬果小型害蟲，以所得小黃薊馬族群密度資料探討分析最適取樣數，結果不論果園大小，所需最適取樣數均低於 20 張黏板 (作者未發表資料)。因此推薦以長尾夾將黃色黏板逢機分散固定於檬果樹新梢或花穗附近枝條 (圖 3)，每週定期回收計算害蟲種類及數量，可監測檬果小黃薊馬族群發生動態。根據調查執行估算，完成一果園黃色黏板更換與回收約耗時 30 min，為省時省工簡便可行的監測方法。目前完成的檬果小黃薊馬族群監測技術，亦可同時監測其它重要的小型害蟲，如檬果木蝨、檬果褐葉蟬、檬果綠葉蟬、檬果癭蚋等，可做到事先預警即時防治的成效，並可作為調查新浮現害蟲的工具，2009 年及 2012 年便藉由監測過程中，發現新紀錄危害檬果的二點小綠葉蟬和檬果壯鋏普癭蚋 (石等 2010; 2013)。



圖 3. 檬果園設置黃色黏板監測小黃薊馬族群密度。

建立小黃薊馬整合管理的防治策略

目前檬果害蟲的防治，僅有東方果實蠅採用誘殺、噴藥、套袋及耕作防治等交

錯應用的防治管理模式 (陳及張, 2001)，其他害蟲之防治仍以噴施殺蟲劑的化學防治為主。雖然有利用天敵，防治不同作物上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。以小黃薊馬族群消長的趨勢，應用耕作、物理或生物防治等方法，在環境適宜的條件下應無法立即壓制攀升族群，即使以化學防治，也需選擇藥效佳的藥劑，因此有效的藥劑和施用的時機，是施行整合防治成功與否的重要因素。

在臺灣檬果薊馬的防治用藥，原僅 1987 年登記的丁基加保扶，2004~2005 年檬果小黃薊馬危害問題浮現，至 2009 年才又登記芬普尼和克凡派 (Anonymous 2012)。邱等 (2010)以 30 種藥劑進行室內藥效測定，結果僅 7 種殺蟲劑在 24 hr 內對小黃薊馬具有 90% 以上的致死毒效，未達 50% 致死毒效的藥劑多達 20 種，可見小黃薊馬對多種藥劑產生耐藥性。2011 年再登記益達胺、滅賜克和賜諾特 3 種藥劑，另增列畢芬寧、益達胺和賽洛寧等 7 種延伸使用範圍的藥劑，2012 年再登記脫芬瑞用於防治檬果薊馬，目前已有 14 種登記藥劑可供使用防治檬果薊馬 (如表 1)。2011 年作者進行臺南及屏東地區檬果小黃薊馬對 8 種藥劑的感受性調查，其中新登記的賜諾特藥效佳 (邱等 2012)。

表 1. 臺灣登記和延伸用於防治檬果薊馬之藥劑種類

Chemical classes	Common name of insecticides		IRAC codes
	Chinese	English	
METI acaricides	15% 脫芬瑞水懸劑	tolfenpyrad	21A
Spinosyn	11.7% 賜諾特水懸劑	spinetoram	5
Arylpryrrole	10% 克凡派水懸劑	Chlorfenapyr	13
Carbamate	50% 滅賜克可濕性粉劑	methiocarb	1A
	48.34% 丁基加保扶乳劑	carbosulfan	1A
Phenylpyrazoles	4.95% 芬普尼水懸劑	fipronil	2B
Neonicotinoid	18.2% 益達胺水懸劑	imidacloprid	4A
	9.6% 益達胺溶液*	imidacloprid	4A
	9.6% 益達胺水懸劑*	imidacloprid	4A
Pyrethroid	2.8% 畢芬寧乳劑*	bifenthrin	3A
	2.5% 畢芬寧水懸劑*	bifenthrin	3A
	2.8% 賽洛寧乳劑*	lambda-cyhalotrin	3A
	2.5% 賽洛寧微乳劑*	lambda-cyhalotrin	3A
	2.46% 賽洛寧膠囊懸著劑*	lambda-cyhalotrin	3A

*Extend the insecticides in the scope of application.

室內檢測毒效較佳的藥劑，多為早期登記使用的藥劑，推測這些藥劑因在田間較少使用，使該等藥劑恢復對小黃薊馬的感受性，而新型的藥劑農民普遍施用，小黃薊馬可能產生耐藥性。室內藥效試驗毒效較佳之藥劑，多為有機磷劑和胺基甲酸鹽類，無法有效輪用藥劑延緩抗藥性，且此類藥劑殘效期長，無論於內、外銷市場，其果品超過農藥殘留標準的風險增加。因此必須調整殺蟲劑使用策略，配合害蟲密度監測，設立防治基準，掌握施藥時機，藉以提升藥劑於田間防治小型害蟲的效率，並減少用藥降低農藥殘留風險。

作者團隊運用害蟲綜合管理的概念，成功開發以黃色黏板 (11 cm x 15 cm) 作為監測檬果小黃薊馬族群發生密度的調查工具，利用簡便可行的方式執行監測工

作，掌握小黃薊馬在田間的發生趨勢。分析多年累積的小黃薊馬族群變動調查資料、生態發生資料、族群增長及藥劑防治率的因子，歸納設立檬果小黃薊馬防治基準為每週每黏板平均誘集 40 隻，以此基準作為預警及掌握施藥時機，提升藥劑於田間防治的效率，控制小黃薊馬族群密度低於造成幼果受害的數量 (林等 2010b)。檢測登記在檬果的殺蟲劑對小黃薊馬的毒效，做為防治選用及輪用藥劑之參考，依據檬果生長及農藥殘留標準，擬定用藥策略。此外，利用耕作管理的配合，鋪設抑草席或反光塑膠布，消除讓薊馬殘存的雜草庇護所及落入土中繁衍的機會，確實做到田間衛生的要求。以此整合的防治管理模式，可有效控制檬果小黃薊馬的發生密度，解決小黃薊馬防治的瓶頸。

檬果小黃薊馬整合防治管理技術建立後，已實際輔導農友運用於田間，該整合管理模式可有效降低小黃薊馬的危害，有效減少 20%-30% 的殺蟲劑用量及次數，不但減少農藥的用藥成本與人力，降低果品農藥殘留風險，也減緩小黃薊馬抗藥性的發生，延長有效藥劑的使用年限，更提高檬果的產量與品質，增加農民生產收益。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，值得繼續改進及推行整合管理的防治技術。

未來展望與結語

在氣候變遷地球溫暖化日益嚴重的情形下，作物害蟲發生較以往更難掌握和防治管理，若不能掌握正確的防治時間點，害蟲密度會快速增加無法收拾，檬果上小黃薊馬即屬此類害蟲。為確實解決檬果小黃薊馬危害問題，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，初步研擬檬果小黃薊馬整合管理模式，在田間實際模擬應用亦證實可以減少農藥使用並提高果品品質，但目前管理模式中仍以藥劑防治為主要手段，未來在防治技術的研究開發上，為降低生產成本，友善對待生產環境，並確保消費者的食用安全，應再開發以低毒、無毒、安全及對環境更友善的防治技術和資材為目標，在兼顧環境保護下，妥善運用害蟲綜合防治管理策略，替農友創造最大的生產效益，並達到安全與健康農業的生產目標。開發完善的害蟲整合管理技術供農友使用為研究人員的責任，但一個優良的防治管理模式或策略要落實應用於田間，尚必須要農友能完全接受與配合，因此研究及推廣人員要如何教育訓練農友，並調整過去防治錯誤的習慣及觀念，將是該等技術成功應用推廣的下一個重要課題。

引用文獻

王清玲。2002。臺灣薊馬生態與種類。農試所特刊第99號。行政院農業委員會農業試驗所編印。臺中市。328 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、郝秀花、邱一中、林鳳琪、楊曼妙。2013。臺灣產檬果害蟲 (蟎) 名錄修訂與附記。臺灣昆蟲 33: 27-51。

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、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。檬果葉蟎之發生及其田間防治試驗。臺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。作物蟲害非農藥防治資材。

農試所特刊第142號。第109-114頁。行政院農委會農業試驗所出版。臺中市。183頁。

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

林鳳琪、邱一中、石憲宗、王清玲。2010b。檬果小型害蟲監測及整合管理。檬果產銷暨蟲害管理研討會專刊。農試所特刊第146號。第99-107頁。行政院農委會農業試驗所出版。臺中市。107頁。

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。臺灣農業研究 59: 78-85。

邱一中、林鳳琪、石憲宗、王清玲。2012。檬果小黃薊馬抗藥性及其防治管理研究。臺灣昆蟲特刊第15號-防檢疫重要薊馬防治研討會論文集。221-232頁。行政院農委會動植物防疫檢疫局出版。臺北市。242頁。

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。臺北市。195 頁。

農業統計年報。2014。行政院農委會編印。臺北市。329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。臺中。21頁。

陳文雄、張煥英。2001。檬果害蟲之生態與防治。臺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。臺灣農業研究 55: 53-62。

鄭清煥。臺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。

Anonymous. 2012. Mango. p. 593-622. *in*: Plant Protection Manual. (Fei, W. C. and Y. C. Wang, eds.) TACTRI/COA Press. Taichung, Taiwan.

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.

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.

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

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.

輸美蝴蝶蘭害蟲監測與管理、農作物害蟲診斷鑑定資料庫之管理與運用

陳淑佩[1,*] 林秀枝[1]

[1]行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者：spchen@tari.gov.tw

摘要

自 93 年 7 月我國蝴蝶蘭通過的輸美蝴蝶蘭帶介質工作計畫後，針對美方對我國列名之檢疫有害生物，如斜紋夜盜 (*Spodoptera litura* (Fabr.))、臺灣花薊馬 (*Frankliniella intonsa* Trybom)、太平洋臀紋粉介殼蟲 (*Planococcus minor* (Maskell)) 及扁蝸牛 (*Bradybaena similaris* (Ferussac)) 等檢疫害蟲，定期在符合輸美蝴蝶蘭帶介質工作計畫之溫室進行偵測工作。此外，並調查植株及其介質中之有害生物相。利用歷年調查所得的資料 (如種類、生物學資料、危害狀影像及其族群密度之消長等) 加以分析歸類，進而建立輸美蝴蝶蘭園區重要有害生物預警系統 (包括有害生物及危害狀影像、相關生物學資料及田間密度，並提供最新植保手冊推薦用藥等)，提供給相關業務執行者及研究人員查詢，以達到對重要有害生物即時預警及其防治建議，期能促進我國農產品之外銷競爭力。此外，由於本所歷年對送檢的農作物害蟲進行診斷鑑定並蒐集其相關資料，進而建立農作物害蟲診斷鑑定查詢系統 (包括作物種類、有害生物鑑定資料、危害狀影像、防治建議及相關網站的聯結)，其中已持續建立蘭花蟲害診斷鑑定結果、危害狀影像及防治建議等相關資訊，即時提供蘭花有害生物種類及其防治建議，以達對重要有害生物即時預警及其防治建議，期能促進蘭花的栽培品質，以增農友之收益。

關鍵詞：蝴蝶蘭、農作物、害蟲、診斷鑑定資料庫。

前言

農作物之栽培管理體系在臺灣常年高溫多濕的環境下，有害生物種類繁多，亦可能出現並建立其族群加以危害植株，不管栽種或出貨期間，可能因而影響其品質，進而影響農友之利益。其解決之道重點在於對有害生物之管理措施，能有效融入整個栽培管理體系之中，規畫各項預防措施。農作物之有害生物管理首要在於確知其種類後，才能對症下藥，以達最佳的防治功效。若將累積多年的資料，變成資訊化，可達及時防治之效。由參與國家型數位化 (Chen, 2012) 及協助檢防疫局鑑定有害生物的經驗 (Chen *et al*., 2011 a, b) 及建置的流程 (Chen & Wu, 2012)，再加上電腦科技之進步，影像資料之儲藏及處理已變得更為有效、簡便，這種高解析度的照相及掃瞄，除可將忠實地以影像紀錄下來外，也可透過局部放大及消除特徵外之雜質，將分類重要特徵放大，或將其與相近種類之影像比對，比較其差異性，並加以分析及歸類進而建立查詢系統 (包括作物種類、有害生物鑑定資料、危害狀影像、防治建議及相關網站的聯結)。藉由網際網路的普遍化，即時提供給農友及研究人員查詢有害生物種類及其防治建議，以達到對重要有害生物的即時預警、防治及促進我國農產品之外銷競爭力為本研究之目標。

材料與方法

害蟲資料庫資料來源

一、 輸美蝴蝶蘭帶介質工作計畫蟲相調查資料：

93 年 7 月我國蝴蝶蘭通過的輸美蝴蝶蘭帶介質工作計畫後，針對符合輸美蝴蝶蘭帶介質工作計畫之輸美蘭園，迄今每月定期以黃色黏板 (高冠牌 20 x 15 cm，懸掛於約距植床 30 cm 高，約 20 坪懸掛 1 張) 於輸美帶介質工作計畫的蝴蝶蘭園，調查 3.5 吋蘭苗之蟲相 (包括介質蟲相)，將黏有害蟲之黃色黏板帶回實驗室利用解剖顯微鏡鏡檢，或將蟲體製成玻片以光學顯微鏡鑑定其學名並建立完整之蟲害影像。此外，運用性費洛蒙誘引劑每 50 m 懸掛 1 個 (每 30 天置換誘引物一次)，加以證實及監測有無美方列為檢疫害蟲中的鱗翅目害蟲 (如斜紋夜盜 *Spodoptera litura* (Fabr.) 及夜盜類害蟲 *Spodoptera* spp.) 入侵；並利用黃色黏板，偵測有無臺灣花薊馬 (*Frankliniella intonsa* Trybom) 及太平洋臀紋粉介殼蟲 (*Planococcus minor* (Maskell)) 有翅型雄成蟲。

二、 農友送檢之農作物蟲害診斷鑑定資料：

自 97 年 1 月迄今已逐年建置完整的農作物害蟲診斷鑑定的書面資料檔案 (包括如果樹、蔬菜及觀賞花木等作物種類之有害生物鑑定資料、危害狀影像及防治建議等)，並轉成 EXCEL 檔及用顯微鏡或是目測檢視農友受害植株全株 (含根)，將其作物被害病徵 (如葉片、枝條、莖、根、花、果實等)，於顯微鏡下檢查樣品受害狀 (2~5 張)，進行拍攝之工作。依危害昆蟲及被害寄主植物之不同，使用顯微鏡 (Leica Z16 Apo) 及翻拍架進行拍攝存證，並將影像後製處理 (編碼及製作浮水印) 後，建立危害狀及害蟲等影像檔案。

害蟲及其他有害生物影像之數位化

經整理、鑑定分類定名後，針對符合輸美蝴蝶蘭帶介質工作計畫之輸美蘭園及歷年農友送檢農作物之有害生物標本除定名證據標本 (voucher specimen) 外，亦同時蒐集形態或是危害狀，進行影像數位化工作。工作流程 (Chen 2012；Chen & Wu, 2012) 包括 (A) 利用實體巨視顯微鏡 (Leica Z16 Apo Stereomicroscope, Switzerland) 並配合自動步進馬達 Piezo 控制調焦器 (Leica Piezo Z-drive, Switzerland)、彩色 RGB CCD 攝影機 (Leica DFC 420 Digital Microscope Cameras, Switzerland)、電子式標準色溫環形燈組、標準色溫反射臺組 (5000 R/L, ring light LED, Switzerland) 拍攝害蟲生態及危害狀等。對於微小有害生物 (如介殼蟲) 之定名玻片標本，則利用光學顯微鏡 (Leitz DMRB, Leica, Milton Keynes, U.K.) 配合配合自動步進馬達 Piezo 控制調焦器、彩色 RGB CCD 攝影機，進行形態特徵的數位化工作。存證標本依不同的送檢來源，每筆資料所包含之所有玻片標本進行拍攝工作。(B) 標本照去背、後續影像處理–對已數位攝影完成之數位影像檔進行後續處理及修正工作，如去背、調整色差及亮度…等工作，使每筆影像檔更清晰。(C) 標本照命名與建檔–利用 MS Office 之 Word 及 Access 等套裝軟體，進行分析整理文字資料。如以 Excel 建置相關基本資料的標本基本資訊、圖檔基本資訊、參考文獻等，同時對於所整理分析之文字資料，依照資料庫制定之欄位，將資訊輸入欄位並儲存，以完成每筆元數據 (metadata)。(D) 校對、再校對後上傳網頁及資料備份–利用個人電腦並參考有害生物分類學資料以進行校對的工作，待正確無誤之後始傳至網頁上，供使用者利用。資料備份由專任助理執行，將正確無誤之所有資料，利用燒錄軟體 NERO 7.0，燒錄成 DVD 光碟。每筆燒錄約需耗時 20 min。

害蟲資料庫及查詢系統網頁建置及測試修正

網頁之開發程式運用 FreeBSD+Apache+MySQL+PHP 系統，後端資料庫採用 MySQL，Excel 所建置的元數據，經由上傳程式上傳至 MySQLl 資料庫 (Chen, 2012；Chen & Wu, 2012)。採用程式的特色為所需成本低 (Apache, MySQL 及 PHP 皆為免費軟體)，安裝容易，系統穩定，在相關功能的發展上也逐漸能與付費軟體並駕齊驅。PHP 軟體可跨不同平臺 (Unix, Linux, Windows, Apche, IIS) 及處理動態網頁；資料庫系統 MySQL 可跨平臺支援、彈性的安全機制、支援 PHP 快速的存取資料庫資料。上傳資料錯誤可經由維護程式更新或透過 MySQL 資料庫管理界面 Navicat8 進行維護。每筆皆約需 10 min 處理。上傳拍攝之影像檔及輸入之文字檔並備份後，測試程式之實用性與流暢性，修正其缺點。

結果

整合於農試所農業博物館網站的農友送檢之農作物蟲害查詢網頁屬於開放式，以「資料明細」、「認識害蟲」、「彙整查詢」、「相關連結」四大主題呈現。「資料明細」單元是查詢歷年送檢農作物之診斷鑑定明細 (包括診斷結果、危害狀與防治建議等相關資料)；「認識害蟲」單元是依作物別、被害部位、害蟲及危害狀等查詢角度，透過圖文並列方式，讓使用者能對農作物害蟲進行查詢並對其有害生物之分類、形態鑑別特徵、生態、危害習性、分布、寄主植物等有所認識；「彙整查詢」單元則由不同角度彙整分析診斷鑑定資料，使用者只要鍵入相關查詢欄位條件即能自動檢索符合條件資料列表。「相關連結」單元提供有關農作物有害生物管理相關網站，以利使用者擴展使用更多更詳盡資訊。

具權限管控的蘭花有害生物預警及查詢系統 (http://orchidpests.tari.gov.tw) 網站以「蟲相分析」、「鑑定明細」、「害蟲簡介」、「資料搜尋」、「相關網站」五大主題呈現。「蟲相分析」單元依各種不同的查詢角度擷取蟲相調查資料彙整統計其族群密度消長之變化，提供給防檢疫及研究人員預警及分析之用；「鑑定明細」單元是查詢歷年調查驗證溫室有害生物調查明細 (包括害蟲族群消長與相關資料等)；「害蟲簡介」單元透過圖文並列方式讓使用者能對蘭園重要或是常見之有害生物之分類、形態鑑別特徵、生態、危害習性、分布、寄主植物等有所認識，目前已建置了有關薊馬、介殼蟲、斜紋夜盜、蚜蟲、蟎類及蝸牛等類害蟲簡介。「資料搜尋」單元只要鍵入關鍵字即能自動檢索符合條件資料列表。「相關網站」單元提供有關蘭花栽培管理相關網站，並提供最新植保手冊推薦用藥等，以達到對重要有害生物即時預警及其防治建議。

討論

輸美蝴蝶蘭害蟲監測與農作物害蟲診斷鑑定查詢系統是將歷年來有關符合蝴蝶蘭帶介質輸美工作計畫之蘭園或農友送檢之農作物蟲害診斷鑑定資料為基石，透過資料庫之彙整統計分析功能，建立一套有關農作物有害生物及時鑑定查詢系統，期能透過網路平臺提供給相關業務執行者及研究人員更快速更全面的管理輔助工具，能確保農作物在栽種過程中不因有害生物而受損，進而提升其品質與收益並期能促進我國農產品之外銷競爭力。

誌謝

本研究承行政院農業委員會計畫 [104 農科-10.7.2-農-C1(1)] 經費之協助，謹致謝忱。

引用文獻

Chen, S. P., W. J. Wu, and J. Y. Wong. 2011a. Damage diagnosis and identification of scale insects and case analysis. p.61-72. *in*: Proceedings of Symposium on Diagnosis and Identification of Plant Pest and Case Analysis. September 19, 2011. Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan. 107 pp. (in Chinese with English summary)

Chen, S. P., W. J. Wu, and J. Y. Wong. 2011b. Introduction of scale insects (Hemiptera: Coccoidea) intercepted from imported agricultural products in Taiwan. Plant Prot. Bull. 53: 29-46. (in Chinese with English summary)

Chen, S. P. 2012. Taiwan Agricultural Research Institute Insect Specimens Digital Archives. 2012 AFITA (Asian Federation for Information Technology in Agriculture) 8th International Conference.

Chen, S. P and W. J. Wu. 2012. Plant quarantine pest query system. 2012 AFITA (Asian Federation for Information Technology in Agriculture) 8th International Conference.

昆蟲存證標本收藏與管理

李奇峯[1,*]

[1]行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者：chifeng@tari.gov.tw

摘要

一般人對於存證標本似乎是沒有正確的觀念，本文藉由一些新聞事件來解釋存證標本的重要性；並簡介農業試驗所昆蟲標本館主要的標本收藏類型及歷史。
關鍵詞：存證標本、昆蟲標本館、農業試驗所。

由新聞事件彰顯存證標本的重要性

去年 (104 年) 八月底東森新聞報導主要內容如下：「一名臺籍旅客從日本帶了 104 隻活甲蟲返回松山機場，托運行李通過檢驗儀器時被關稅處發現，移請防檢局裁處。防檢局副局長馮海東表示，該名遊客未經申報檢疫，逕自攜帶活體昆蟲返臺，會依法裁處移送法辦，此外， 104 隻昆蟲全部被沒收，鑑定後確定不是保育類。馮海東說，目前甲蟲還在送檢階段，大約有金龜子科及象鼻蟲科等。因此這些昆蟲的鑑定將會決定違法旅客的刑責，例如是否有些昆蟲屬於保育種或是有害生物，都有不同的罰則，而這些標本 (存證標本) 變成重要的「證物」。

另外一則來自今日新聞的例子：「原在大甲國中擔任教師的王邵永秋，一年前退休後專心務農，因鑑於大甲芋頭的價格在市場是非常穩定，今年大量種植八分地芋頭田；前些日子王邵永秋巡視芋頭田時，發現田間的積水內有許多白色的點，於水中還會蠕動；向興農公司的專家王宗基請教，並帶往芋田查看，便知芋田罹患難以根除的長角象鼻蟲，緊急施灑加保扶、培丹等農藥」。而後經臺中區農業改良場緊急採樣，後送至農試所鑑定，發現為雙翅目的水虻，此類昆蟲取食枯枝落葉，並無危害芋頭，因此應無需施藥。此例若能在第一時間採集標本，後送到專門的研究機構做鑑定，便可避免這種耗時耗力又燒錢的無意義舉動，而存證標本保存後對將來有類似的案例更可快速處置。

發現作物有病蟲害，該如何處置?

請進入本所網站，尋找「申辦項目」這一項，然後按下；便可看到「農業試驗所作物病蟲害及土壤肥力診斷服務採樣注意事項 (含申請表) 」，依照上面的指示採集及保存樣品，然後冷藏快遞寄至本所技術服務組，本所會盡快回復。

若認為有昆蟲危害，請採取蟲體樣本或剪取受害植株全株 (含根) 或剪取受害植株組織 (如葉片、枝條、莖、根、花、果實等) ，以乾淨密封塑膠袋或紙盒裝妥，填妥資料後，以冷藏快遞或快捷郵寄儘速送至本所；樣本敘述務請註明：種植時間 (長期作物，請註明幾年生) 、種植面積、受害部位、受害徵狀 (取食痕跡、破損、枯萎、黃化等....) 、何時發現蟲跡、單株或全園、之前是否曾施用過藥劑、施用何種藥名.....等。

與國、內外昆蟲與蟎類分類學者具體交流與合作

本所於 1983 年聘請美國昆蟲研究所所長 Henry K. Townes 博士，將本館所保存之 7 萬件膜翅目姬蜂 (除 Ichneumoninae 亞科以外) 標本鑑定至屬 (周等，1992) ，對臺灣產姬蜂之分類研究基礎有莫大貢獻。歷年來與本所進行學術及標本

資源交流之重要博物館包括：大英自然史博物館、法國巴黎自然史物館、瑞士巴塞爾自然史博物館、荷蘭萊登自然史博物館、比利時皇家自然科學院、美國加州科學院、哈佛大學比較動物學博物館、檀香山主教博物館、丹麥哥本哈根大學動物學博物館、捷克布拉格國家博物館、德國漢堡大學動物學博物館、柏林洪寶大學自然博物館、德意志昆蟲研究所、斯圖加特國立自然博物館、瑞典國家自然史博物館、奧地利維也納自然史博物館、義大利熱那瓦自然史、日本愛媛大學及北九州自然史博物館等。此外，有關國、內外昆蟲分類學者親自來館檢查標本、來函商借或交換標本之交流或合作案件， 101 年有來自 5 個國家 12 件申請案，共借出 1,071 隻標本，有 4 篇學術論文引用本館的標本； 102 年則有 4 個國家 11 件申請案，共借出 985 隻標本，有 3 篇學術論文引用本館的標本； 103 年則有 2 個國家 15 件申請案，共借出 1,874 隻標本，有 2 篇論文引用本館的標本。

此外，標本館設立之陳列室亦不定時開放作為教育推廣之用，提供有興趣民眾、學術單位、教師學生、特定對象等之參觀，由同仁解說標本館的歷史、重要館藏、農業害蟲標本等。受限於經費，目前無專職解說人員，係由分類研究研究人員協助導覽解說，101 年有 5 個梯次及 189 人次來參觀陳列室； 102 年則有 9 個梯次及 150 人次參觀陳列室；103 年則有 5 個梯次 200 人次參觀標本館 (含替代役、學校、研討會、教師研習營)。

表 1. 農試所標本館與各國學術交流應用概況

	101 年	**102 年**	**103 年**	備　註
申請標本交流之國家	5	4	2	與農試所進行標本交流之國家：美國、捷克、日本、西班牙、荷蘭、英國…。
標本交流案件	12	11	15	
出借標本件數	1,071	985	1,874	
引用本館標本之國外論文篇數	4	3	2	
預約參觀人次	189	150	200	



圖 1. 針插標本的收藏。



圖 2. 玻片標本的收藏



圖 3. 模式標本的收藏

引用文獻

石憲宗、何琦琛、陳淑佩。2002。農業試驗所標本與蟎類標本館的館史與特色。博物館專業成長研習：博物館展示實務的合作經驗。第 65-68 頁。國立自然科學博物館編印。臺中市。72 頁。

周樑鎰、邱瑞珍。1987。臺灣省農業試所昆蟲標本館簡介。博物館學季刊 1(2): 75-76。

害蟲防治無需化學合成農藥

余志儒 [1,*]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者：JZYu@tari.gov.tw

摘要

農業試驗所針對害蟲入侵設施的途徑，運用田間管理與非農藥資材 (對環境友善之植物保護資材)，設計出有效的整合性害蟲管理策略，成功達到完全不用化學合成農藥的蔬果生產目的。害蟲入侵設施的主要途徑有五：(一) 設施的漏洞，設施也是一種防治，管理操作得當，至少可以有效防堵較大體型的害蟲；(二) 設施內留民 (害蟲)，是指在前期作殘留的枝葉、果實，甚至雜草上殘存並孳生的害蟲，種植前，務必清場；(三) 介質夾帶，包括客土與有機肥料等，土壤消毒雖有效果，但慎選來源才是上策；(四) 苗的攜帶，定植前用「植物油混方」行浸苗處理，可大幅清除苗株上小體型的害蟲；(五) 人員機械的攜帶，避免人員、械具在進出設施、行進途中接觸到雜草，而將雜草上的害蟲帶入設施。另外，藉由田間蟲害監測，及早發現入侵的害蟲也是重點工作。依據害蟲發生種類與程度、調整適當的方法與強度，掌握防治時機。為防害蟲入侵初期不易察覺，作物定植後，即應懸掛黃色黏紙，可監測並輔助防治。每週噴佈一次「植物油混方」400~500 倍水稀釋液，可減緩蚜蟲、害蟎、銀葉粉蝨等較小體型的害蟲坐大，也符合及早治療的精神。多在細微處用心著眼，許多作物的害蟲管理，真的可以擺脫化學合成農藥。

關鍵詞：設施、預防、植物油混方。

前言

農作物以設施栽培已相當普及，農業試驗所針對害蟲入侵設施的途徑，將設施也視為害蟲防治的手段之一，運用田間管理與非農藥資材 (對環境友善之植物保護資材)，設計出有效的整合性害蟲管理策略，成功達到完全不用化學合成農藥的蔬果生產目的。

首先將害蟲入侵設施的主要途徑歸納有五：設施的漏洞、設施內留民 (害蟲)、介質夾帶、苗的攜帶及人員機械的攜帶。為防堵這五入侵途徑，有賴預防勝於治療的落實，包括田間管理、害蟲監測、適實調整非農藥資材的使用方法等的貫徹配合。茲就其操作方法及注意事項分述如后。

害蟲入侵設施的五個途徑

一、設施的漏洞，設施也是一種防治，管理操作得當，至少可以有效防堵蛾類、甲蟲類、椿象類、瓜果實蠅等較大體型的害蟲，粉蝨、蚜蟲、薊馬及害蟎等較小體型的害蟲，則可透過田間管理與非化學合成防治資材的策略運用，加以控制。

常見的漏洞包括：1. 防護不完善：完善的防護至少包括兩部份，門以及週邊。門的部份，除了拉門，應該再外加兩層交錯覆蓋的紗網，如傳統蚊帳。週邊，設施週邊牆面近地面的部份，應該要有堵水功能。可以用塑膠、橡膠、木板或磚塊水泥等皆可。可因應淹水處理的需求，也兼防堵害物的侵入。2. 破洞：一有破損，要及時修補或換新。3. 接縫：紗網與塑膠布的接軌處，常有疏忽或不嚴謹的處理。粉蝨、蚜蟲、薊馬類害蟲，常會隨氣流分散，即使像在太子樓設施這種高位置，也是害蟲入侵的孔道。4. 出入習慣：如右圖，這是最容易被輕忽的環節。為圖方便、通風而門戶大開，害蟲侵入設施內的風險大增。



二、設施內留民 (害蟲)，是指在前期作殘留的枝葉、果實，甚至雜草上殘存並孳生的害蟲，種植前，務必清場。包括 1. 清園：前期作的殘留物、雜草等要徹底的清除或掩埋。2. 淹水處理：有機會滅除殘存的害蟲。通常害蟲的蛹期較能抗逆境。所以，淹水的時間要長過害蟲的蛹期，若再加上化蛹前的靜止期，所以淹水時間能在 2 星期以上較為可靠。淹水期間，不要有活的植物體露出水面，避免害蟲有苟延殘喘的機會。

三、介質夾帶，包括客土與有機肥料等，可能夾帶土棲害蟲，金龜子的幼蟲 (蠐螬) 是最常見被夾帶的害蟲。一旦侵入園區，要清除之極費周章。因此，客土與有機肥料等在進如園區之前，行土壤消毒雖有相當的效果，但慎選來源才是上策。

四、苗的攜帶，如果是先育苗再移植本田，在定植之前的苗必須要有除蟲的處理。可以用如右圖「植物油混方」進行浸苗處理，可大幅清除苗株上小體型的害蟲。如棉蚜、銀葉粉蝨、二點葉�螨、神澤葉蟎、多食細蟎等。植物油混方 200 倍水稀釋液浸漬處理後，對棉蚜、二點葉、神澤氏葉及銀葉粉蝨各個蟲期皆有 100%的致死效果 (表 1)。



表 1、**植物油混方** 200 倍水稀釋液以浸沒法對 4 種害蟲之致死效果

Pest		No. pest recruited	Mortality post-treatment (%) [y]
Aphis gossypii	-Mix [z]	33.5 ± 6.8	100
Tetranychus urticae	-Egg	23.5 ± 10.0	100
	-Mix	29.3 ± 13.4	100
Tetranychus kanzawai	-Egg	12.0 ± 2.8	100
	-Mix	12.3 ± 2.9	100
Bemisia argentifolii	-Egg	495.5 ± 47.1	100
	-Mix	54.5 ± 11.9	100

[z]: Mix: nymph (or/and larva) and adult.
[y]: Mortality was observed at 1 and 7 days post-treatment for mix and egg, res.

浸苗處理及其注意事項：

1. **濃度**：「**植物油混方**」200~300 倍水稀釋液。
2. **時間**：整株苗，可連介質、植缽完全浸入。1 秒已有效果，延長浸入時間有藥害風險。
3. **藥害測試**：先浸少量，浸後經 48 小時，確保無藥害反應，才可大量處理。
4. **其他**：浸苗處理應在設施外進行，處理後盡快移入設施內。

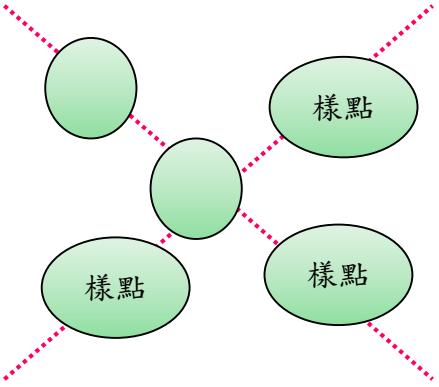


五、人員機械的攜帶，藉由動物、人類及機具的攜帶，是害蟲遷移的方式之一。所以，避免人員、械具在進出設施時，尤其在行進路上，切勿接觸到雜草，而將雜草上的害蟲帶入設施。

另外，藉由田間蟲害監測，及早發現入侵的害蟲也是重點工作。依據害蟲發生種類與程度、調整適當的方法與強度，掌握防治時機。為防害蟲入侵初期不易察覺，作物定植後，即應懸掛黃色黏紙，可監測並輔助防治。每週噴佈一次「植物油混方」400~500 倍水稀釋液，可減緩蚜蟲、害蟎、銀葉粉蝨等較小體型的害蟲坐大，也符合及早治療的精神。

田間害蟲監測

著重在及早發現及早防治。無論面積大小，每塊田區取 5 個樣點，每個樣點取 5 個葉片或其他部位、或 5 株，以目測認為被害最嚴重的為取樣目標。如此，雖會高估田間害蟲密度，卻符合及早治療的精神。發現害蟲有產後代，表示已經立足，已是開始大量發生的前兆。必須調整防治強度、或方法。



「植物油混方」應用原則及注意事項

1. 噴到蟲體：植物油混方以窒息的方式殺死害蟲 (機制) ，故須覆蓋到蟲體才能發揮效果。害蟲棲息處 (如葉背、葉脈凹陷處) 是噴施重點。
2. 策略運用：預防性－害蟲族群密度低時、減少害蟲接觸化學合成殺蟲劑的機會。
3. 避免藥害：先以 100 倍稀釋液噴施少量嫩梢、花或幼果，經 48 小時，確認無被傷害後，才能擴大面積施用。
4. 稀釋倍數：平時，水稀釋 400~500 倍用；害蟲已立足時，改 施 200~300 倍水稀釋液。針對較小體型害蟲生活史的生物特性，應每週噴施 2 次，加以壓制。

結語

嚴謹的預防與治療措施，有事半功倍的效果，多在細微處用心著眼，許多作物的害蟲管理，真的可以完全擺脫化學合成農藥。門檻雖高，卻是食物安全意識高漲之下，很值得考慮的選項。拒絕施用化學合成農藥的作物栽培，操作人除了要有堅貞的理念之外，還需要有體力、有時間，以及對害蟲要有警覺力。總之，最重要的還是人的執行力。

承接『植物油混方微乳化技術』技術移轉業者

地球村生態有限公司、綠之緣國際生物科技有限公司、保祥企業有限公司

詳細資訊請上農業試驗所網站查詢，網址：http://www.tari.gov.tw/

阻隔害蟲取食及果實防曬之長效型礦物資材實務應用 – 以柑橘為例

石憲宗[*,1] 李啟陽[1] 何明勳[2] 楊舜臣[3] 姚銘輝[4]
黃維廷[5] 陳祈男[6] 周桃美[1] 高靜華[1] 林宗俊[7]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組；[2] 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所；[3] 行政院農業委員會農業試驗所秘書室；[4] 行政院農業委員會農業試驗所農業工程組；[5] 行政院農業委員會農業試驗所農業化學組；[6] 行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所園藝系；[7] 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組；[*]通訊作者：htshih@tari.gov.tw

摘要

化學藥劑至今仍是降低農作物少受有害生物造成經濟損害的主要防治手段，但不合理的使用或未具用藥知識，容易加速害蟲產生抗藥性、環境污染與農藥殘留超過安全容許量等負面問題。有鑑於此，本所於 2010 年研發以礦物為主成份之「阻隔害蟲取食及果實防曬之長效型礦物資材 (以下簡稱 TK99)」，此資材噴施於植物表面所形成的薄膜，並不具殺蟲效果，施用適當濃度於植物表面，不會影響植物的光合作用與呼吸作用，且兼具阻隔刺吸式口器害蟲 (蟎) 吸食組織汁液與預防果實日曬與寒害等功能。本文將簡介複合型氣象逆境對柑橘類果樹之生理病害、有害動物之影響，並將傳統的防減災措施及本資材特性予以簡介，提供農友妥善運用適當方法予以防範，未來待本資材完成商品化之後，即可將之運用為果實保護資材，導入現行的有害生物防治體系予以整合運用，一方面可保護與降低果實表面被薊馬等小型刺吸式害蟲取食之機率，同時也可降低果實受烈日曬傷或低溫寒害凍傷之機率。本資材已從事試驗的田間應用效果，並說明為何適用於熱帶及亞熱帶高溫多濕之農業環境。

關鍵詞：礦物、阻隔、薊馬、日燒、化學藥劑。

前言

臺灣歷年已記錄柑橘害蟲與害蟎已超過 150 種，絕多數屬於次要害蟲或地區性的害蟲，無論是主次要害蟲，其危害部位、發生期皆與果樹生育期有關，例如各季之柑橘作物新梢期葉部共通性的重要害蟲包括木蝨、蚜蟲、柑橘潛葉蛾與葉蟎等，花期與幼果重要害蟲則為薊馬，中大果實之重要有害動物則為球粉介殼蟲與柑橘銹蟎 (羅，2002；陳等，2003；洪，2012；溫，2015)。以上，薊馬、蚜蟲與蟎類等有害動物，因其體型小且隱匿性佳，不易目視判別，一旦被害狀出現，往往已超過防治適期，加上此類害物世代短以及繁殖潛能強，用藥時機或用藥方法若不正確，將加速抗藥性產生。至於其他有害動物，尚包括野鼠啃食果樹地基部樹幹表皮以及扁蝸牛取食嫩葉造成傷口，都成為病原菌入侵樹體的重要管道，致使樹勢衰弱。以上這類主要害蟲除直接造成產量與品質受損外，其間接危害也會衝擊柑橘產業，例如柑橘木蝨所傳播的黃龍病，為柑橘產業重要限制因子；介殼蟲、蚜蟲、粉蝨及木蝨分泌的蜜露，誘發煤煙病，影響光合作用，造成樹勢衰弱；東方果實蠅、介殼蟲及柑橘銹蟎等果實重要害蟲，則需符合輸入國之果實檢疫處理，否則也是外銷之重要限制因子。事實上，柑橘類有害生物之族群發生，與氣象逆境有密切相關。例如柑橘銹蟎與薊馬類害蟲的族群密度，於高溫環境快速竄升，我國在梅雨季至颱風季之間，為高溫、高日射量與多雨環境，這段時間農友很難判斷，在天雨期間之短暫晴天，何時才是適合施用果實防曬劑或補施殺蟲、殺菌劑的時間點，常在等待天氣

正常狀況之間，就發生高溫與高日射量所引發的果實日燒、害蟲密度竄升或病害嚴重發生等問題。

有鑑於此，農業試驗所應用動物組以刺吸式口器害蟲 (蟎) 為防治目標，尋找可有效阻隔此類害物吸食作物組織汁液，且兼具適用於高溫多雨氣候環境的礦物源資材，以大幅降低農藥施用次數，自民國 99 年開始研發「阻隔害蟲取食及果實防曬之長效型礦物資材 (以下簡稱 TK99)」。本研究於 99~102 年期間，從事 TK99 對檬果、桃樹、長豇豆、梨樹、葡萄、火龍果、茄子、印度棗、文旦、檸檬、茂谷、水稻等作物的最佳濃度試驗，作為調整配方與製程的依據，並分析各作物間的共通適用濃度範圍，其後再針對各類作物不同害物的防治適期、施用頻度與果實著色等課題，進行系列試驗，以作為日後田間完全試驗設計書的參考。以柑橘為例，自 102 年 6 月上旬至 9 月下旬，於雲林縣進行茂谷柑花期至果實發育期間的 TK99 田間試驗，期間歷經 7 月 11~13 日之強颱蘇力颱風、8 月 20~22 日之輕颱潭美颱風、8 月 27~29 日之輕颱康芮颱風與 9 月 19~22 日之強颱天兔颱風，顯示不同濃度之 TK99，在極端氣候發生期間的總施用次數為 4~8 次，而農友所施用之碳酸鈣高達 10 次，顯示 TK99 資材確實具有延緩雨水沖刷的潛力，若能優化製程與精進配方，將能有效降低施用次數與施用濃度，降低成本與提升效益。

複合型氣象災害影響果實生理病害與有害動物族群密度及其防減災措施

臺灣屬熱帶性海洋及亞熱帶氣候，境內地形複雜，氣候環境多變，常見的氣象災害包括颱風、大雨、豪雨、雷電、冰雹、龍捲風、強風、濃霧、低溫、焚風及乾旱等 (張等，2009)，在農業生產過程發生足以致使作物生長發育受阻與產量降低的上述各類氣象災害，即稱之為「農業氣象災害」。「複合型氣象災害」可舉颱風為例，臺灣每年 7~9 月為颱風、高溫與高日射量合併發生的時期，當颱風來襲，除帶來雨量與強風引發作物損失之外，來襲期間或過後所出現的晴日，因作物組織表面雨水未乾，受陽光直射的作物組織部位，就因高溫與高日射量度造成日燒灼傷。

以臺灣的柑橘類果樹為例，全年各生育期所遭受之氣象災害，包括 (一) 低溫寒害 (10℃ 以下)：並非每年發生，發生時機出現在 12 月至隔年 3 月，此期適值椪柑、茂谷與桶柑採收期，低溫危害造成果實受害處果皮塌陷，內部呈水浸狀，不具食用及商品價值；(二) 霪雨 (連續天雨)：非固定季節發生，可能發生於梅雨或颱風季，或其他任何時段，霪雨可造成授粉不良或落果問題；(三) 大雨及豪雨：於梅雨或颱風季期間的發生機率較高，在柑橘類果樹各生育期所產生的災害，包括造成落花、不易授粉、落果；(四) 高溫與高日射量：於每年 6~10 月之間發生，當總日射量達 400MJ/ m2，為薄皮柑類 (如茂谷、椪柑、金桔、砂糖橘等) 果實日燒重要發生時機，其實臺灣柑橘類果樹之果實日燒發生時期也恰值梅雨季或颱風季，故日燒為典型的複合型氣象逆境所造成的柑橘類果實生理病害。(五) 強風 (平均風力達 6 級以上或陣風達 8 級以上)：雖較無固定發生時段，但地理位置是重要因素，近海或較平坦地區，分別易受海風或季風影響。強風會使果樹枝條與葉片或果實摩擦，也會造成風疤與傷口，發生時機若適值下雨前後或期間，傷口容易成為植物病原菌之重要入侵孔道。

以下列舉複合型氣象逆境影響柑橘各生育期，造成果實生理病害與重要有害動物田間族群密度變動概況，以及可採取的整合管理策略，(一) 低溫寒害：田間在低溫逆境發生末期或之後，對東方果實蠅可採取既有的區域防治 (如滅雄法、食物誘餌法) 策略，以避免殘存族群數量上升及轉往其他寄主園區，故低溫逆境是防治東方果實蠅的最佳時機。除此，倘低溫逆境發生在柑橘抽梢至開花期，也有利抑制

薊馬類、蚜蟲類與木蝨類害蟲；(二) 霪雨及大雨：此類逆境若長時發生，對絕多數柑橘類地上部害蟲發育均不利，但對體表具蠟粉或硬介披覆之介殼蟲類影響較小(對其移動者螞蟻，亦不利)，對地下部害蟲 (如金龜子幼蟲或潛藏地下或地基部之夜蛾類幼蟲)更為不利；(三) 高溫與高日射量：(1) 果實日燒發生時機及預防策略：臺灣各地薄皮柑類果實日燒之發生期略異 (屏東至雲林發生期多在 6~10 月，部分地區甚至為 5~10 月；雲林至桃園視其園區位置，發生期在 6~7 月至 9~10 月之間)，農友多以碳酸鈣 (以碳酸鈣:南寶樹脂，約 4: 1~2 比例，加水混合至適當黏稠度) 預防果實日燒；除此，美國農部開發後技轉予廠商之 Surround，其劑型為可濕性粉劑 (WP)，在美國登記為病蟲害防治資材的農藥，另也獲 OMRI 推薦為有機資材，但此資材適用在乾燥少雨之農業環境，目前在歐美國家廣泛應用於蘋果與石榴等果實防曬及阻隔病蟲害危害，此類資材使用時務必使用口罩，以防將其揚塵吸入肺部，另因溶液非常容易沉降，需使用特定攪拌速度之施藥系統。以上各型防曬資材，國內農友自行配製的碳酸鈣，需注意南寶樹脂的濃度不能過高，避免長期施用後，造成柑橘類葉片小葉化；(2) 無論是小黃薊馬或柑橘銹蜱，高溫季節是其族群增長的助力，為此臺灣若在梅雨及颱風季節，遇到少雨少颱的狀況，必需注意此兩類害蟲與害蜱的危害，一般可在花期前的抽梢期至幼果期，針對薊馬等葉部害蟲，採用植物保護手冊推薦之化學藥劑使用方法，予以預防 (園區若以草生栽培者，施藥前需先割草，施藥時也需噴施樹下雜草，以防薊馬潛藏)；(3) 柑橘銹蜱的防治，需先注意園區所在地，倘若 20℃ 以上之月均溫可長達 6 個月以上，該區就是高風險發生區，每年 4~5 月為柑橘銹蜱自老葉或近葉片的樹幹表皮，遷移至新葉的重要時期，倘若能在此時期就根據植保手冊推薦藥劑採取預防性防治，將可大幅改善後續無法有效抑制其族群數量的問題 (羅，2002)，否則果實很容易在 5~6 月分受其開始危害之後，造成火燒柑 (亦稱象皮病或黑柑)；再者，一旦發現某株葉部或嫩枝表皮，出現柑橘銹蜱之少許為害狀，此時需進行化學防治，同時也應將其鄰近植株一併噴施藥劑。至於部分農友反應其園區之柑橘銹蜱，找不到可用的農藥，此除上述用藥時機不正確之外，也與某些地區未貫徹輪流施用不同作用機制的推薦用藥有關，倘若在適合發生此蜱期間，遭遇梅雨或颱風帶來的雨水，可減緩其數量發生，但晴天之後，其族群數量往往快速回升，因此關鍵時刻的預防性防治，是防治柑橘銹蜱的正確方法。

阻隔害蟲取食及果實防曬之長效型礦物資材在柑橘產業之應用

複合型氣象逆境誘發之柑橘類果實有害生物或日燒現象，雖可分別透過化學藥劑與噴施碳酸鈣進行改善，但這兩種防治方法歷經連續天雨或豪大雨等不同程度之雨水淋洗後，其防治效果受到極大壓制，此情況在天雨後之高溫與烈日環境更顯嚴重，因為發育世代短的薊馬及柑橘銹蜱等有害生物，在果實化學藥劑藥效大幅消退，果實表面碳酸鈣大量被雨水淋洗後，其族群數量趁勢獗起。再者，由於農友無法有效掌握氣象逆境發生時間 (例如梅雨期間之間歇性烈日發生，豪大雨後，也可能會有非持續性的陰雨，這些都造成農友無法下達噴藥決心)，在未及時處理之下，兩者所造成的農業災損，成為果實採收之重大限制因子。除此，農友施用於柑橘果實表面之碳酸鈣，在豪大雨天候除了容易被雨水淋洗，長期使用，會使葉片小葉化或樹勢衰弱。至於美國針對植物日曬而開發的防曬資材，其劑型為可濕性粉劑，在國外確實有不錯的應用效果，且其具高度安全，但該資材在臺灣多雨環境 (如梅雨、颱風及任何下雨時期) 被雨水淋洗的程度，應多加考量。

由於 TK99 SC 開發之初，其功能已定位為「高度安全及兼具防治有害生物與預防複合型農業氣象災害之植物保護資材」，在運用於柑橘類作物防治果實薊馬類害蟲及降低日燒的試驗結果，顯示施用適當的 TK99 SC 濃度，其防治果實類薊馬的防治率，為未施藥組的 3 倍，且不亞於 48.34% 丁基加保扶乳劑的防治效果；在防治日燒部分，施用適當的 TK99 SC 濃度，為未施藥組的 8 倍以上。除此，TK99 SC 在連續天雨的狀況下，具有長達 2 週的保護效果，此對試用農戶而言，皆認為優於化學藥劑。本所發展 TK99 SC 係以農藥登記為目標，並以專屬授權方式辦理技術轉移，目前已由大成化學工業股份有限公司承接，並開始進入農藥登記審查程序，未來待推出商品後，即可有效運用於目標作物，使之可以導入作物有害生物整合管理體系 (本資材與生物防治或化學藥劑均具高度相容性)，有效降低氣象災害與有害生物引發的農業災損，更可為政府節省每年投入之巨額農業災損經費補助。

引用文獻

洪士程。2012。柑橘蟲害之診斷鑑定與防治。農業試驗所特刊第166號：15-31。

陳文雄、鄭安秀、陳紹崇。2003。柑桔類病蟲害防治。臺南區農業改良場技術專刊 90-7 (No. 116)：1-24。

張致盛、陳怡靜、張林仁。2009。臺灣果樹農業氣象災害與因應策略。作物、環境與生物資訊 6：61-71。

溫宏治。2015。有機柑橘害蟲防治。園藝之友 171：28-38。

羅幹成。2002。柑橘銹蟎。柑橘保護(上冊): 134-140。

網室花胡瓜栽培經驗分享

李啟陽[1,*]、姚美吉[1]

[1]行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
*通訊作者 cylee@tari.gov.tw

摘要

花胡瓜又稱小黃瓜，清脆可口、營養豐富，為國人喜愛的餐桌上美食。一般種植約 35 天即可開始收成，然為連續採收作物，又有多種病蟲害，農藥殘留問題不易克服。為防治病蟲害，建議簡易溫網室栽培為首要的栽培環境，簡易溫網室可隔離大部分大型害蟲，又可隔離雨水及傳病昆蟲，可說是最佳的物理防治手段。雖然大部分病蟲害可隔離，但小型害蟲如粉蝨、蚜蟲、葉蟎、細蟎，甚至於斜紋夜盜仍有可能入侵，造成栽培上的損失。本文報告研究室近年來進行溫網室花胡瓜栽培及如何利用低風險性資材防治蟲害問題之經驗分享。

關鍵詞：花胡瓜、蟲害、網室、栽培、低風險資材。

前言

花胡瓜又稱小黃瓜，清脆可口、營養豐富，為國人喜愛的餐桌上美食。依農糧署出版之 103 年度農業統計年報記錄，臺灣胡瓜栽培面積由 94 年度約 2,917 公頃，逐年降低至 103 年度 2,073 公頃，但每公頃產量由 94 年度 17,615 公斤，逐年增加至 103 年度 22,572 公斤。以屏東、高雄、雲林、彰化、南投、嘉義、苗栗栽培面積皆超過 100 公頃，其中屏東地區 796 公頃面積最多。胡瓜為臺灣重要的栽培作物之一，尤其是花胡瓜，每公斤批發價格自 94~103 年度介於 22.1 元~29.1 元。只要經過連續大雨或颱風過後，新聞報導價格飆漲的蔬菜一定都會提及花胡瓜，可見其在國人消費重視的地位。花胡瓜適合生長溫度為 20℃~30℃，一般種植約 35 天即可開始收成。花胡瓜初期為露天栽培，有多種病蟲害，且為連續採收作物，農藥殘留問題不易克服。為防治病蟲害，建議簡易溫網室栽培為首要的栽培環境，簡易溫網室可隔離大部分大型害蟲，又可隔離雨水及傳病昆蟲，可說是最佳的物理防治手段。雖然大部分病蟲害可隔離，但小型害蟲如粉蝨、蚜蟲、葉蟎、細蟎，甚至於斜紋夜盜仍有可能入侵，造成栽培上的損失。本文報告研究室近年來進行以溫網室花胡瓜栽培，及如何利用低風險性資材防治蟲害問題之經驗分享。

栽培及重要蟲害

此處描述非專業栽培，這是幾年防治試驗操作，僅供參考。專業栽培請參考謝 (2001)、王等 (2009)、梁 (2013) 等栽培資料。利用農試所簡易溫網室栽培花胡瓜，網室內是以單行栽植床方式種植，栽植床每畦長寬高 12 公尺、30 公分、25 公分，行距 2.2 公尺，株距 36 公分，攀爬架自畦面以上 180 公分，本場地為進行防治試驗為主，行距較寬，如改 1.2 公尺~1.5 公尺，每分地種植植株數會大於 1,200 株。以培養土為介質，定植前每畦混拌 20 公斤臺肥生技 1 號有機質肥料 (5–2.5–2.5–81 (有機質)) 及 1 公斤臺肥 39 號複合肥料 (12–18–12) 作基肥。基肥混拌後 2–3 週定植養蟲室事先育苗 2~3 週之花胡瓜幼苗，定植後每週滴灌 500 倍臺肥 1 號即溶複合肥料 (26–13–13)及 500 倍臺肥活力生技營養劑 3 號肥料 (0.5–0.1–1)，

第 1 朵花出現後改施滴灌 500 倍臺肥 4 號即溶複合肥 (14–28–14)，第 1 條花胡瓜收成後改施滴灌 500 倍臺肥 6 號即溶複合肥 (5–18–18–4 (氧化鎂))。在這幾年試驗階段，遭遇到的常見花胡瓜病蟲害有下列幾種：病毒病、露菌病、白粉病、疫病、棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover)、南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny)、銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)、葉�螨 (spider mites)、茶細蟎 (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)、斜紋夜盜 (*Spodoptera litura* Fabticius)。這 4 個病害中疫病在定植後幼苗即易發生，病毒病、露菌病及白粉病隨植株生長，若感病，病徵會漸漸顯見。棉蚜、薊馬、粉蝨、葉蟎、細蟎及斜紋夜盜等 6 個常見蟲害則也是定植後就可能入侵危害。詳盡病蟲害描述請參考王等 (2009)、劉等 (2009) 及劉等 (2011)。

防治策略

針對上述 4 項病害及 6 種蟲害，以下討論研究室近年來進行如何利用低風險性資材防治蟲害問題經驗分享。在種植花胡瓜的操作一般區分為 4 個階段，種植前清園、育苗、定植至開花及開花至採收。首先種植前清園非常重要，如清除前期殘株落葉、淹水、蒸汽消毒，以低風險資材硫磺消毒皆是可採取的手段 (劉等 2011)，另外洪 (2015) 記述波爾多液對瓜類的真菌及細菌都很有效，石灰硫黃水對白粉病及炭疽病也很有效。惟以硫黃、波爾多液及石灰硫黃在植前清園時是很好的手段，但若直接噴灑植株時需注意高溫藥害。另外高溫悶棚也是可採取的手段之一，周 (2004) 建議當有植株種植，黃瓜高溫悶棚時，當棚內最高溫度達到 47.0~49.5 ℃ 後，持續高溫 1.5~2.0 h (小時)，效果較好，植株生長基本正常，蟲害得到有效控制。黃瓜高溫悶棚次數應視病蟲發展和作物生長狀況而定，每次間隔 12~15 d (天) 為宜。植前清園並無植株，若能在土壤表面再覆蓋一層塑膠布，長期高溫悶棚，消毒效果更佳。

其次建議以育苗方式種植，因為一般種植花胡瓜約 35 天開始收成，育苗約需 2 週，隨天氣變化育苗日數會有增減，集中育苗可節省管理成本，植株尚小好照顧，惟減少施藥的可能，需要在至少 50 目的溫網室內育苗 (Huang *et al.*, 2013)。但若無法自行育苗，購買的幼苗定植前需先全株均勻噴施 0.5% 植物油乳液加 50% 枯草桿菌可濕性粉劑 800 倍，或如洪 (2015) 記述以植物油混方 200~300 倍定植前先浸苗，防治幼苗上的蚜蟲、葉蟎等小型害蟲。

定植後各種蟲害入侵可能性增加，其中遭遇 4 種病害，由於是栽植床方式種植花胡瓜，經驗上觀察定植後植床水分不要太濕，疫病幾乎不發生。露菌病防治以 50% 枯草桿菌可濕性粉劑 800 倍可以控制，白粉病可以由植物油乳液加以預防進而控制，病毒病則是以控制媒介昆蟲而預防發生，園內若發生，則儘早拔除。過去幾年操作防治動作是以噴施 0.5% 植物油乳液加 50% 枯草桿菌可濕性粉劑 800 倍定植前全株均勻噴施幼苗開始，定植後每週再噴施一次，連續 3~4 次，直至植株摘心。此外攀爬架每 2~3 公尺掛附一張黃色黏紙，每周在噴藥後更換一次。另外每 30 公尺也懸掛本組農藥室提供之斜紋夜盜性費洛蒙，每月更新一次。

上述方法是依據 Cook *et al.* (2007) 提議的推拉策略 (push-pull strategies) 在害蟲綜合防治上的應用而來，該篇作者提議利用昆蟲不喜歡的操作將昆蟲驅離作物 (即推策略)，如 visual distraction、non-host volatiles、anti-aggregation pheromones、alarm pheromone、oviposition deterrents、antifeedants，再利用誘引刺激物加陷阱捕殺害蟲 (即拉策略)，如 visual stimulants、host volatiles、aggregation pheromones、sex pheromones、oviposition stimulants，gustatory stimulants。植物油、精油、萃取

液或是其他天然、化學物質等都有成為推拉策略的可能成分 (Ateyyat *et al*., 2009; Cloyd *et al*., 2009; Picard *et al*., 2012; Li *et al*., 2014; Abtew *et al*., 2015)，現今的研究目標是尋找可在田間經濟可行的資材及其應用方法。蚜蟲、薊馬、粉蝨皆有可能傳播病毒，利用植物油乳液即是製造一個薊馬及粉蝨不喜歡的葉面環境，驅使害蟲飛向黏紙而死，避免產卵於葉面上。0.5% 植物油乳液無法殺死薊馬及粉蝨，但是可以殺死蚜蟲及葉蟎，並且藉由在葉面產生薄膜，可以預防白粉病發生。枯草桿菌則是預防露菌病發生。雖然藉由斜紋夜盜費洛蒙捕捉雄蛾，但若發生斜紋夜盜或其他夜蛾，則添加蘇力菌加以防治。蘇力菌雖然有效，可惜尚未登記在花胡瓜上使用。0.5% 植物油乳液是施用在無蟲及妨礙雌成蟲產卵的初期栽培，並不能完全滅絕蟲害，一但在蟲害密度升起時，則需增加為 1% 植物油乳液，防治效果才能完全。至於細蟎的防治，由於細蟎是經由粉蝨攜帶傳播 (Fan and Petitt 1998; Soroker *et al*., 2003)，粉蝨控制得宜，細蟎就能減少危害。硫黃可濕性粉劑雖可防治細蟎，可惜尚未登記於花胡瓜。石灰硫黃水溶液也未登記於花胡瓜使用，據 Venzon *et al*. (2012) 報告記載石灰硫黃水溶液濃度需 0.95% 才能壓抑細蟎族群增長，但此濃度在辣椒 (*Capsicum frutescens* L.) 上使用並無藥害。有機農業雖可使用自製石灰硫黃水溶液，惟正確使用濃度及使用時機尚需探討，另外硫黃或石灰硫黃在高溫下使用也有可能產生藥害。

待植株摘心開始收成後枯草桿菌即無需再噴施，視害蟲出現危害情形以 1% 植物油乳液及蘇力菌維持到收成完畢。

結語

由於農藥殘毒引起的食安及環境污染為國人所關切的議題，以低風險性資材防治小型害蟲為近年來重視的研究方向，惟使用低風險性資材除需注意保護施藥者安全外，施藥時需完全覆蓋植株及蟲體，要有耐性確實操作施藥動作，另外由於試驗無法兼及各種花胡瓜品系、各種栽培條件及栽培氣候，藥害問題並無法在此明確說明，參考本報告防治資料需留意此一問題。2015 年防檢局也開始公告了甲殼素等 9 項免登記植物保護資材，如此已邁出一大步因農藥法規限制低風險性資材使用的限制。花胡瓜栽培生長周期短，又可栽培在簡易溫網室中，不使用化學農藥防治的報告及觀摩會很多，讀者請上網搜尋多研讀比較引用文獻中的參考資料。本文報告這幾年來研究室栽培防治的經驗僅供參考。

引用文獻

王啟正、陳任芳、倪禮豐。2009。小胡瓜有機栽培。花蓮區改良場。花蓮縣。35 頁。

周殿波、王繼濤、王玉萍。2004。黃瓜高溫悶棚防治病蟲害試驗初報。中國蔬菜 2004 (6): 34。

洪嘉萱。2015。設施甜瓜無農藥栽培技術成果觀摩會活動報導。農試雙週刊 80: 3-4。

梁國聖。2013。生育強健多雌豐產的小胡瓜-翠姑。園藝之友 158 (7-8): 40-42。

劉興隆、白桂芳、沈原民、趙佳鴻。2009。設施花胡瓜病害之非農藥管理實務。82-86 頁。有機農業產業發展研討會專輯。臺中區農業改良場特刊第 96 號。臺中改良場。臺中市。

劉興隆、趙佳鴻、王妃嬋、白桂芳。2011。無農藥殘留之設施花胡瓜健康管理技術。

植物保護通報 26: 20-23。

謝明憲。2001。花胡瓜設施栽培。臺南區農業專訊 35:4-10。

Abtew, A., S. Subramanian, X. Cheseto, S. Kreiter, G. T. Garzia, and T. Martin. 2015. Repellency of plant extracts against the legume flower *Thrips Megalurothrips* sjostedti (Thysanoptera: Thripidae). Insects 6: 608-625.

Ateyyat, M. A., M. Al-Mazra'awi, T. Abu-Rjai, and M. A. Shatnawi. 2009. Aqueous extracts of some medicinal plants are as toxic as toxic as imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabasi*. J. Insect Sci. 9 (15): 1-6.

Cloyd, R. A., C. L. Galle, S. R. Keith, N. A. Kalscheur, and K. E. Kemp. 2009. Effect of commercially available plant-derived essential oil products on arthropod pests. J. Econ. Entomol. 102 (4): 1567-1579.

Cook, S. M., Z. R. Khan, and J. A. Pickett. 2007. The use of push-pull strategies in integrated pest management. Annu. Rev. Entomol. 52: 375-400.

Fan, Y. and F. L. Petitt. 1998. Dispersal of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrododae). Exp. Appl. Acarol. 22: 411-415.

Huang, B. H., G. K. Lin, X. H. Wang, and X. F. Zhang. 2013 Control effects of fly nets to the pests of vegetables in greenhouses. Plant Prot. 39 (6): 164-169. (in Chinese with English abstract)

Li, Y., S. Zhong, Y. Qin, S. Zhang, Z. Gao, Z. Dang, and W. Pan. 2014. Identification of plant chemicals attracting and repelling whiteflies. Arthropod-Plant Interact. 8: 183-190.

Picard, I., R. G. Hollingsworth, S. Salmieri, and M. Lacroix. 2012. Repellency of essential oils to *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) as affected by type of oil and polymer release. J. Econ. Entomol. 105 (4): 1238-1247.

Soroker, V., D. R. Nelson, O. Bahar, S. Reneh, S. Yablonski, and E. Palevsky. 2003. Whitefly wax as a cue for phoresy in the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). Chemoecology 13: 163-168.

Venzon, M., R. M. Oliveira, A. L. Perez, F. A. Rodriguez-Cruz, and S. M. Filho. 2012. Lime sulfur toxicity to broad mite, to its host plants and to natural enemies. Pest Manag. Sci. 69: 738-743.

區域整合蟲害管理在瓜果實蠅防治上之應用

黃毓斌[1,*] 丁柔心[1] 江明耀[1]

[1]行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者：YBHUANG@tari.gov.tw

摘要

在一個特定區域內，整合許多農民的力量及蟲害管理技術，並考量經濟利益及環境友善層面，達成一個品質、安全及友善的農業生產目標，這就是實施區域防治的基本理念。所謂區域整合蟲害管理 (Area-Wide Integrated Pest Management, AW-IPM) 係在一定區域內，運用人力及蟲害防治資材，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的水平。可依作物及地區差異，推動區域防治整合性蟲害管理工作，其所要達成的目標是藉由生產者的參與，在特定區域內使目標害蟲密度降低到經濟限界 (Economic threshold)。區域整合防治技術著重全面性及持續性，當整合滅雄及食物誘餌撲殺等兩項防治技術，若再加入田間衛生工作，減少孳生源，此時族群受到壓制又無新生族群出現，防治區之害蟲族群就會被壓制至低密度水平，達到防治目標。藉由地方與中央共同推動之區域整合性蟲害防治工作，除了由團隊定期進行防治外，自願工作者協助設置密度監測點及運用 GIS 圖資展示地理相關位置，掌握蟲源熱點 (Hot spot) 動態，迅速加以防治，減低防治區內害蟲再入侵果園之機會，擴大緩衝區範圍，減低族群再為害之機會。此項管理策略必須藉由具有共同目標的產銷班，團結所有參與農民的力量共同來執行防治工作，成效方能夠彰顯，農業永續進行。

關鍵詞：區域防治、滅雄法、食物誘餌。

前言

參考夏威夷防治瓜、果實蠅之經驗，我國自 2001 年引進區域共同防治。實施之初，結合產銷組織中具有強烈共同意願之農民參與，自行劃定防治區，教育農民如何實施防治，並指導於區內外設置密度監測點，掌握果實蠅孳生源及可能入侵危害之族群，整個防治區輔以地理資訊系統 (Geographic Information System) 進行管理，全面性瞭解防治區附近作物相，使果實蠅防治管理工作邁入現代化 (圖 1)。因區域防治技術著重全面性及持續性，若能落實田間衛生 (清園) 工作，可大幅減少果實蠅滋生源，此時果實蠅族群受到壓制又無新生族群出現，防治區果實蠅密度就會被壓制 (Suppression) 至低密度水平，達到防治目標。採用區域防治策略可建立害蟲族群變化資訊、蟲害管理履歷及作物生產管理資訊，未來對於外銷供果園之建置，可快速轉型符合外銷檢疫上之要求，提供完善之供果園管理資料，減低檢疫處理之成本。

區域整合防治之概念與實施方式

一般農業地區最常見的蟲害管理方式，就是個別農民在單一處田區，利用最大強度的防治技術 (如農藥) 消滅目標害蟲，往往短期內目標害蟲就被控制下來，表面上好像解決了蟲害問題，惟經過一段時間後族群又於同一處所重新建立起來，必須重複進行相同防治工作，使防除工作效能無法彰顯，防治成本亦無法顯著降低。為避免受害蟲危害造成經濟損失，農民在目標作物田 (Target plant) 採取防治措施

如農藥，每位農民採取個別防治，卻忽略了鄰近環境中其它孳生源或庇護所等棲息地之防治，由於族群本身之補償作用，族群經一段時間後仍會重新建立，永續存在於田間 (圖 2)。

臺灣農業耕地面積約有 80.8 萬公頃 (2011 年農糧署統計資料)，農地零星分配予小農操作，每位農友僅能針對所擁有耕作土地進行栽培或病蟲害管理，果實蠅管理採慣行個別作業，缺乏統整的觀念與做法，往往各行其事，致生產效率不彰。然我國農民有結社組織，農民可自由選擇加入生產合作社或農會等農民團體，在相同理念下，栽種相同作物的農民組織成立產銷班或合作社 (grower association)，因此組織成員就共同的生產目標及經濟利益動機，可以實施共同經營的農業管理模式，達到農作物高產量高收益的目標 (鄭等，2004)。

區域整合防治之概念

「區域防治」的概念最早由美國學者 Knipling (1979) 提出，其主要論點為應用正規的防治技術，去壓制特定區域內每一個世代全部族群的發展，其所達成的防治效果會比施用高強度的防治技術但僅能處理部分的族群所獲得的防治成果佳。沿用這樣的理論基礎， Knipling 率先使用單一的不孕性技術 (Sterile Insect Technique) 應用於大面積的區域防治，成功控制催催蠅 (Tsetse flies, *Glossina spp.*) 的族群，此種概念由單一防治技術之防治策略，歷經 20 餘年的發展，其基礎與實施技術更趨完整與純熟。就「區域防治」其定義，在相對廣大的特定區域內，一群種植相同或相似作物的生產者，為了防治相同的目標昆蟲，其防治前提為具有共同的經營目標並針對特定關鍵害蟲 (Key pest) 所採取符合經濟效益的防治策略 (Lindquist, 2000)。

聯合國轄下之國際原子能委員會 (International Atomic Energy Agency) 基於維護人類和平用途，全力促成區域防治暨整合性蟲害管理策略 (Area-Wide Integrated Pest Management) 之推動。於 2007 年邀請各國專家撰寫之區域防治技術專書出版，針對世界各國重大害蟲如傳播病媒之蚊蠅類、蛀蛾類、果實蠅類、火蟻及福壽螺等，提供實施區域防治及蟲害整合性管理的規範 (Verysen *et al*., 2007)。



圖 1. 實施區域性整合性防治之方式。

區域整合防治策略之施用與方式

就管理者而言，首重於防治區之基本資料收集，如行政區圖、立體空照圖及周邊地區的栽培作物相、氣象資料及甚至於地區農民組織等。防治區的大小、核心區 (Core area) 及緩衝區 (Buffer zone) 的範圍，則須考慮經濟因素及害蟲本身的分散能力，單純作物相或防治區隔離與否，會直接影響害蟲族群的再入侵能力等。

基於對環境友善的考量，採用大面積防治策略，壓制族群的增長，為目前各國公認最佳之策略，然而減少孳生源，則是實施防治工作成功與否之關鍵，農民配合之耕作防治方法如套袋、棲息作物 (庇護所) 的防除或自備誘殺陷阱等納入區域整

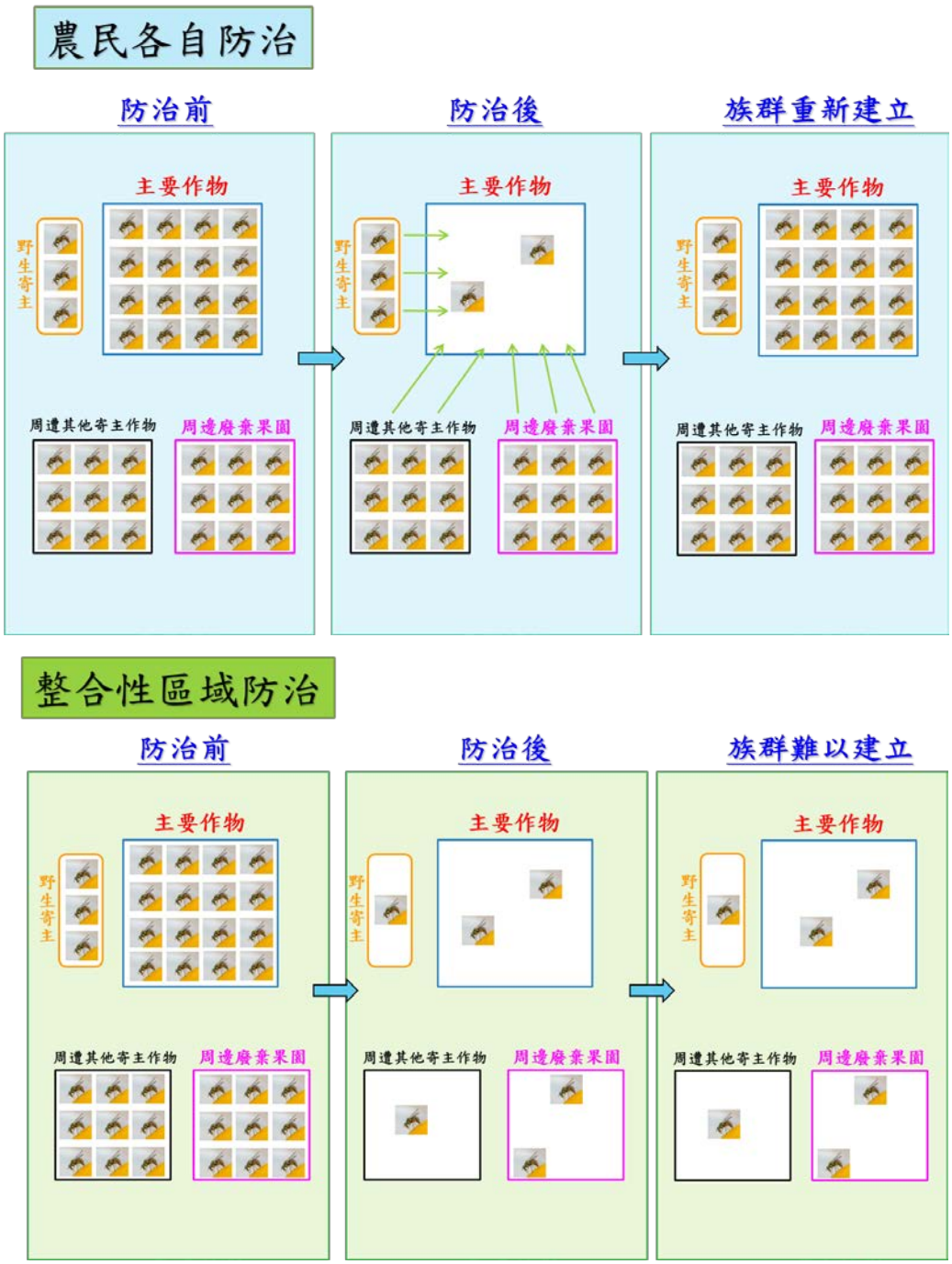


圖 2. 農民各自管理與區域防治整合性管理之圖示。

合性蟲害防治管理體系內，更能落實全面防治而彰顯防治效能。因為實施方式係針對生產者或產銷組織，是由下而上的自主管理，再由公部門及試驗改良場所指導防治技術，因此區域防治有以下二項工作必須落實進行：

1. 農民教育訓練：

區域防治之核心就是把整個防治工作回歸到農民，唯有農民自發性的參與，防治工作才會落實。透過實施前與當地農民集會討論工作細節，廣徵農民的意見及協同參與規劃工作，再應用講習說明防治資材的正確使用知識及整體蟲害防治觀念，凝聚農民防治共識 (圖 3)。

害蟲監測系統的建立與實施，必須透過講習訓練，簡化操作方法，以免因人為操作差異而影響資料可靠度。長期且持續的收集密度監測資料後，再經資料彙整分析歸納防治重點資訊，作為防治管理上重要背景知識並傳遞給農民。



圖 3. 防治技術說明與示範觀摩。

2. 防治效益評估:

評估區域防治工作的效益，可分成 (1) 蟲害密度或寄主受害率；(2) 作物生產成本及收益等二個客觀資料收集比對 (Verghese *et al.*, 2004)。

對生產者而言，採用最低之防治成本，達到最大收益是每位生產者之終極目標。區域防治之成果效益評估作業須以全區參與之農民為基礎，輔以當地氣候資訊，然後以書面或口頭問卷方式，調查實施前後農民對此防治工作之正負面影響及生產成本的差異，作為年度防治工作效益評估之依據。

國內外實施東方果實蠅區域防治實例

國外研究區域防治及整合性管理策略向以美國為翹楚，美國農部 (USDA, United State of Department Agriculture) 為了解決長久以來影響美國本土蘋果生產最嚴重之蘋果蠹蛾 (Codling moth, *Cydia pomonella*)，結合了產官學界共同擬定以性費洛蒙 (Sex pheromone) 干擾交尾 (Mating disruption) 方法為主，進行大面積區域整合性管理，致力於壓制蘋果蠹蛾的族群，實施近5年後成功控制此蛾類之危害，美國農部因此積極推展相關研究計畫。

果實蠅類研究重鎮則在夏威夷州，自2000年整合ARS (Agriculture Research Service, 相當於農業試驗所)及夏威夷大學研究團隊，針對瓜實蠅 (*Bactrocera cucurbitae*) 實施區域防治整合性管理 (AreaWide-Integrated Pest Management)，採用了1-2-3 (1) 清園 (Field sanitation), (2) 食物誘殺 (Food bait), and (3) 誘雄 (Male annihilation) 防治策略，在 Waimea、Kula 及 Ewa 等3地共約551公頃瓜類作物區進行測試，實施近 4 年後，有效降低瓜實蠅密度至 5~7 隻/陷阱/日，果實危害率

僅約 4%，並減少 90% 農藥的使用 (表1)，瓜農每公頃淨收益增加約 15,893 美金 (Mau *et al.*, 2007)。針對果實蠅類實施區域防治所採取之策略有 (1) (2) (3)等3種為主，有時會把生物防治 (寄生蜂) 及族群監測 (Population monitoring) 也列為區域防治工作項目。

我國則於 2001 年起與美國夏威夷州果實蠅研究團隊密切交流，經執行臺美農業科技合作計畫引進「區域防治」概念，促進我國東方果實蠅防治工作的現代化 (鄭等，2003；蘇等，2003)。2000年 至 2015 年間結合產地農民及產銷組織，採用三種防治手段，分別為滅雄誘殺、食物誘餌毒殺及清園，並結合地區性密度監測技術。依作物及地區差異，推動果瓜實蠅區域防治整合性蟲害管理概念，陸續於臺東地區釋迦園、嘉義梅山圳南村蓮霧園區、大林鎮甜橙園區、竹崎鄉椪柑園區、中埔鄉絲瓜園、雲林縣二崙鄉西瓜園，完成 6 個地區的果實蠅防治示範及評估(江等，2007； 高等，2010；黃等，2013)。

表 1.在實施瓜實蠅區域防治策略下，夏威夷(Hawaii)、茂宜(Maui)及歐胡島(Oahu)等島防治區之效益評估資料。

實施區域防治工作對防治區之影響				
防治區實施面積	瓜實蠅族群密度變化		防治之效益	
	實施前(2000年) 隻/陷阱/日	實施後(2004年) 隻/陷阱/日	平均為害率 (%)	有機磷類農藥減少量
Waimea, Hawaii 46 公頃	12 (baseline)	0.52 (grid)	> 20 to < 2%	100% (目前已不用)
Kula, Maui 100 公頃	100 (baseline)	> 5 (baseline)	> 40 to < 5%	90%
Ewa, Oahu 405 公頃	135 (baseline)	> 7 (baseline)	>30 to < 6%	90%

(譯自 Mau *et al.*, 2007)

小型園區區域整合防治技術評估

除大面積使用方式外，於小型園區仍可利用區域防治概念進行。利用滅雄法及含毒蛋白質水解物兩種防治方法組合，配合作物生長季節進行東方果實蠅防治工作，為期三個月，並以酵母錠陷阱盒及園區內果實受害率調查，來評估不同防治方法對東方果實蠅的防治效力。試驗於嘉義縣中埔鄉的番石榴園進行，每個園區約 1 公頃，分為四個防治區，分別為 A. 滅雄、B. 含毒蛋白水解物、C. 滅雄+含毒蛋白水解物以及 D. 不防治，每週更換誘引劑並調查果實受害率，以評估不同防治方法對東方果實蠅的防治效力 (如圖 4)。

於中埔兩塊番石榴試驗田區進行果園整合防治技術效能測試，設置滅雄及含毒蛋白水解物誘殺陷阱，於 2 區果園進行果實蠅防治技術整合評估，第一區果園面積約 1.2 公頃，田區劃分 4 個小區，每個小區分別約 0.3 公頃，第二區果園面積約 1.0 公頃，每個小區分別約 0.25 公頃。分別進行滅雄、食物誘餌、滅雄+食物誘餌及對照組之防治效能比較。以 Torula yeast 所誘得之成蟲數及果實受害率做為評估指標。

結果顯示第一區果園之果實受害率顯示 4 個小區中，只有對照組的果實受害率與其他 3 小區相比有顯著差異 (LSD, P>0.0005) (如圖 5)，第二區果園之受害率也是以對照組為最高，A 小區 (滅雄法) 次之 (LSD, P>0.0005) (如圖 6)。如同時比較兩園區之受害率則可發現對照組最高， A 小區 (滅雄法) 次之，C 小區之果實受害率為最低 (LSD, P>0.0001) (如圖 7)。

利用 Torula yeast 所誘得平均成蟲數約 155 隻與對照組無顯著差異 (LSD, P>0.05)，顯示於番石榴結果期果實蠅族群進入園區相當頻繁，與防治資材並無絕對關係，此與田區緩衝區有關。然就果實平均受害率仍以對照組 53% 最高，滅雄及食物誘餌其受害率則分別為 35.0%，37.0%，滅雄+食物誘餌則為 33.0%。

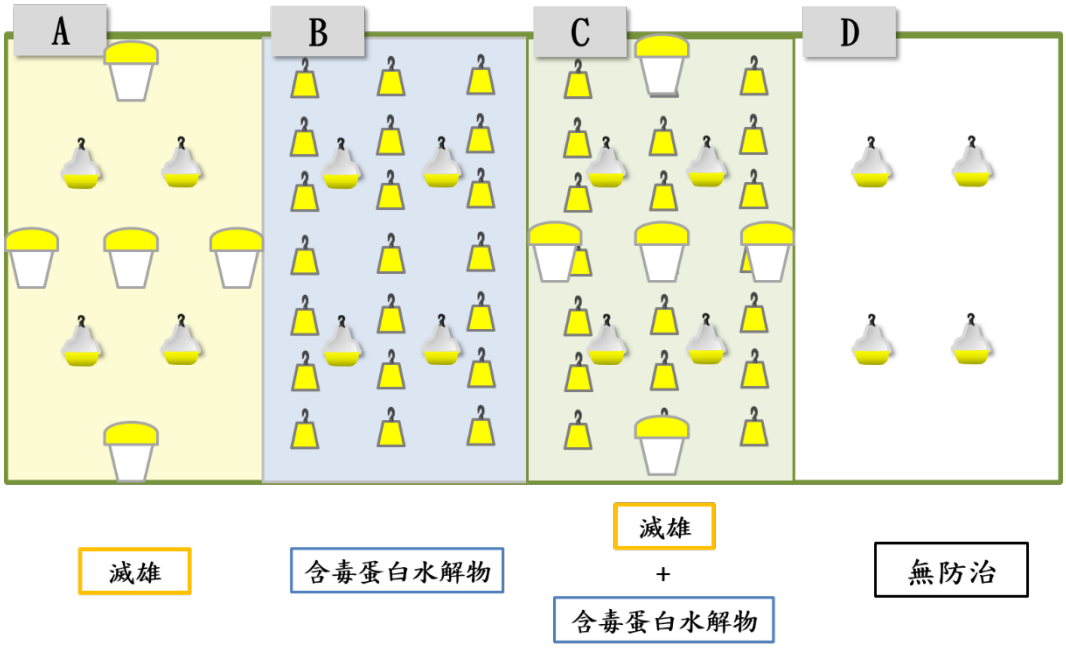


圖 4. 區域整合性蟲害管理方式評估測試。

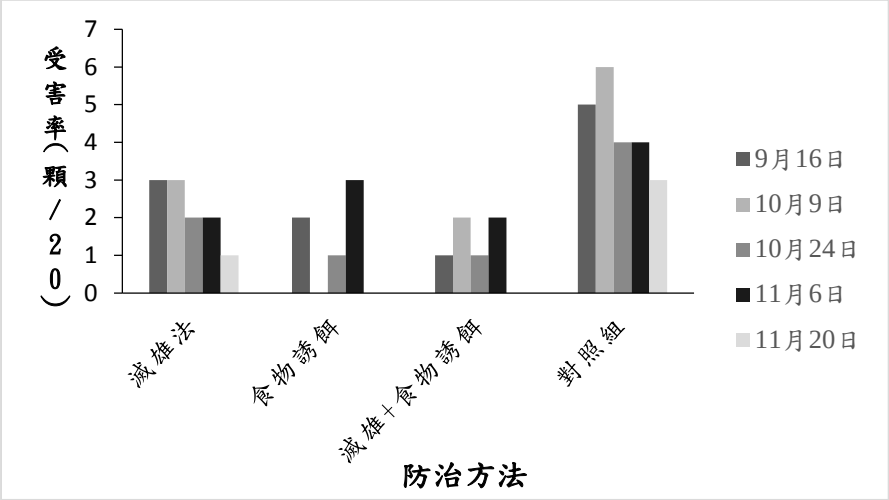


圖 5. 比較不同防治方法對果實受害率之影響(第 1 區)。

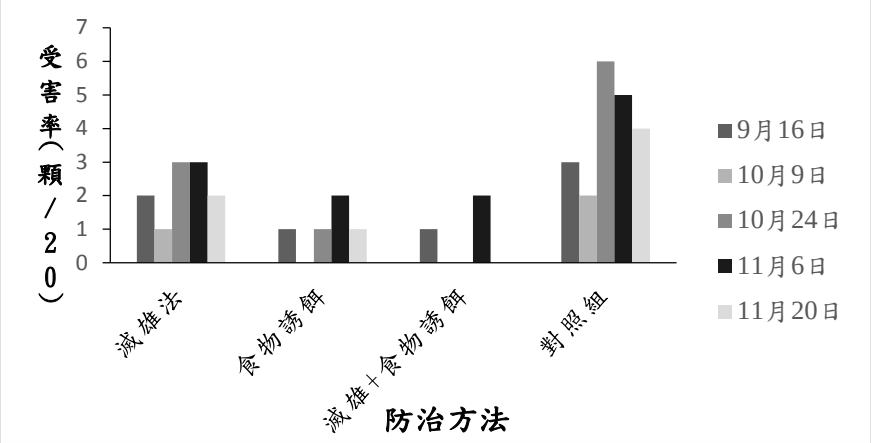


圖 6. 比較不同防治方法對果實受害率之影響(第 2 區)。

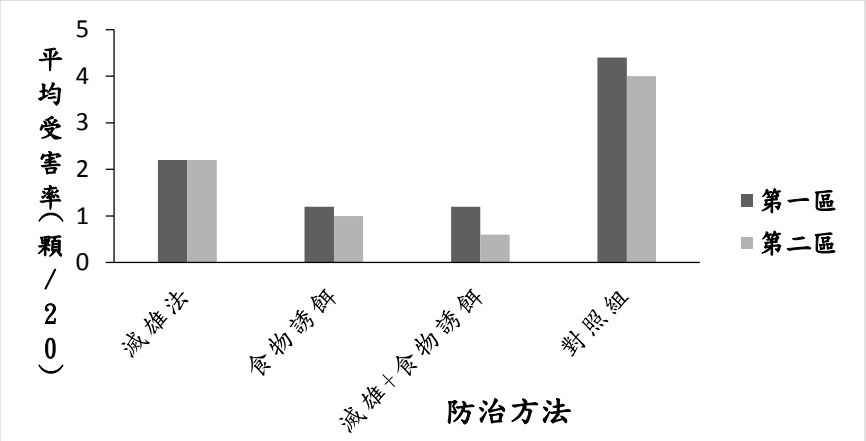


圖 7. 不同防治方法對兩區果園果實受害率之差異比較。

結論

運用區域防治觀念，進行整合性蟲害管理，主要目的就是要控制害蟲族群密度於經濟閾值以下或低密度水平，進而降低受害率，進而減少農藥的施用，提高農產品品質，增加農民收入。無形的效益則是藉由產銷組織及行政團隊的結合，推展在地特產或深耕基層農民教育。展望未來區域防治蟲害管理的施行，如能配合作物栽

培與合理化施肥管理，建立作物栽培期間病蟲害防治曆，教導農民依照栽培時程操作，整體農業環境管理將會更加落實及永續經營。

引用文獻

江明耀、高靜華、黃毓斌、鄭允、李木川。2007。東方果實蠅小面積區域防治模式研究(一)蓮霧園之測試。臺灣農業研究。56(3): 153-164。

高靜華、黃毓斌、江明耀、謝雨蒔。2010。東方果實蠅大面積區域防治效果評估模式研究-臺東地區釋迦果園測試。臺灣農業研究。59: 249-260。

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(二)柑橘園之測試。臺灣農業研究。57(1): 63-73。

黃毓斌、高靜華、江明耀、謝雨蒔。2012。由區域防治觀念談蟲害整合性管理-以東方果實蠅為例。農業世界。342: 22-31。

鄭允、黃毓斌、高靜華、江明耀。2002。東方果實蠅防治之現代化-區域防治。昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊 第 57-71 頁。中華植物保護學會。臺中。臺灣。

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。植物保護管理永續發展研討會專刊 第 49-66 頁。中華植物保護學會。臺中。臺灣。

Knipling, E. F. 1979. The basic principles of insect population suppression and management. ESA Agriculture Handbook No.512. U.S. Department of Agriculture.

Lindquist, D. A. 2000. Pest management strategies: area-wide and conventional. p.13-19. *in*: Proceedings, Area-wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests. (K. H. Tan ed.). Penerbit University Sains Malaysia Pub., Penang, Malaysia.

Mau, R. F. L., E. B. Jang, and R. I. Vargas. 2007. The Hawaii fruit fly area-wide fruit fly pest: management programme: influence of partnership and a good education programme. p.672-683. *in*: Verysen, M.J.B., Robinson, A. S. And Hendrichs, J. (eds) Area-wide Control of Insect Pests: from Research to Field Imlementation. Springer, Dordrecht, Netherlands..

Vargas, R. I, R. F. L. Mau, and E. B. Jang. 2007. The Hawaii fruit fly area-wide pest management program: Accomplishments and future directions. Proceedings of the Hawaii Entomological Society. 39: 99-104.

Verghese A, P. L. Tandon, and J. M. Stonehouse. 2004. Economic evaluation of the integrated management of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in mango in india. Crop Prot. 23(1): 61-63.

Verysen, M. J. B., A. S. Robinson, and J. Hendrichs. 2007. Area-Wide control of Insect Pests: From Research to Field Implementation. Springer press, Netherlands. 789 pp.

建立設施番茄病蟲害綜合管理及安全生產模式

林鳳琪[1,*] 陳怡如[1,] 鄭櫻慧[2] 許秀惠[3]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組；[2] 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組
[3] 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護系
[*] 通訊作者：fclin@tari.gov.tw

摘要

番茄是臺灣重要設施栽培作物之一，為克服露天栽培番茄病蟲害嚴重危害之問題，逐漸改以設施栽培，惟仍有多種病蟲害發生，尤其是銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows &Perring = *Bemisia tabaci* type B) 及其傳播之雙生病毒 (The genus Begonovirus) 若無適當的防治，將嚴重影響產量與品質及商品價格。根據番茄栽培管理及病蟲害發生模式，其管理策略著重在番茄採收前應徹底有效防治其關鍵病蟲害，一旦進入採收期後即不再施用化學藥劑，改以生物防治或是其他天然植物保護資材防治，達到減少用藥的目的。其關鍵技術以栽植嫁接苗避免番茄青枯病 (*Ralstonia solanacearum* Smith) 之發生；銀葉粉蝨的管理，以每週於設施內逢機懸掛 30 張黃色黏紙 (11.5×15 cm) 監測粉蝨之發生密度，當週平均黏紙誘集粉蝨數量達防治基準 (50 隻成蟲/黏板/週)，即進行防治工作，防治時應選擇對粉蝨殺蟲效果較佳藥劑，配合拔除罹病植株及改善設施內防蟲網的設置，可以控制番茄黃化捲葉病 (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV) 之罹病率低於 10%。本技術實際於高雄市阿蓮區蔬菜產銷班第 7 班及溪州精密溫室實施及應用，進行效益評估，結果顯示，番茄罹病毒率低於 5%，殺蟲劑之使用較一般慣行管理之用量減少三至七成，產量提升 1.2 倍以上。

關鍵詞：銀葉粉蝨、番茄黃化捲葉病毒、綜合防治。

前言

番茄近年來在臺灣栽培面積約 5,200 公頃，產值達 36 億新臺幣，根據臺灣農業統計年報 (2014) 為我國重要農作物之一，其主要病蟲害發生相當複雜，如茄科青枯病 (*Ralstonia solanacearum* Smith)、晚疫病 (*Phytophthora infestans* (Mont.)) 及各類病毒 (林等, 1995)。在蟲害方面，主要以小型害蟲為主，過去普遍發生危害番茄的南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 與二點葉蟎 （*Tetranychus urticae* Koch.）近年發生少，取而代之者為銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring = 煙草粉蝨 B 生理小種 ; *B. Tabaci* B biotype) 及其傳播番茄黃化捲葉病毒 (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV) 危害，造成設施番茄重要經濟損失，是影響設施番茄最為關鍵的病蟲害。

番茄關鍵病蟲害具體型小、繁殖潛能大、族群擴散迅速及易產生抗藥性等生物特性，加上番茄連續採收的特性，若無全盤的管理策略，過度注重於單一病蟲害的防治或依賴化學藥劑，難以達到防治成效，甚至衍生農藥殘留影響農產品的安全及消費者健康。農試所研究團隊近年對設施番茄重要病蟲害建置整合性管理方案，輔導協助農友有效控制病蟲害的發生，以及減少農藥使用，生產優質安全番茄。本文介紹以銀葉粉蝨及其傳播之番茄黃化捲葉病毒為主的番茄安全生產的綜合管理模式，以及輔導農民應用之效益。

釐清關鍵病蟲害有助對症下藥

番茄栽培因設施環境與栽培品種、時期等因素病蟲害發生種類不一，如在高溫潮濕的環境下，易引起細菌性斑點病 (bacterial spot)、黑黴病 (black leaf mold)、早疫病 (early blight) 的發生。因降雨或過度澆灌造成土壤過濕而引起青枯病 (bacterial wilt)、疫病。在溫暖乾燥季節下適合白粉病 (powdery mildew) 發生。低溫高溼下則易發生晚疫病 (late blight)。番茄連作時易發生青枯病、疫病 (phytophthora blight)、線蟲病 (如根瘤線蟲、根腐線蟲、腎形線蟲) 等土壤傳播性病害。以及各類毒素病，如煙草嵌紋毒素病、胡瓜嵌紋毒素病、番茄斑點萎凋病、馬鈴薯 Y 病毒、馬鈴薯 A 病毒、捲葉病毒等。

大型的番茄害蟲如斜紋夜盜蛾 (*Spodoptera litura* Fabricius)、番茄夜蛾 (*Helicoverpa armigera* (Hubner)) 及甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua* Hubner) 等露天栽培發生普遍，但設施內主要以小型害蟲為主，如斑潛蠅、蚜蟲、薊馬與粉蝨。斑潛蠅潛食葉片造成白色隧道式條紋，不危害果實及傳播病害，重要性不如媒介其它病害之害蟲。南黃薊馬取食葉部為主，同時傳播番茄上的西瓜銀斑病毒。蚜蟲在番茄上傳播的病毒有胡瓜嵌紋病毒及馬鈴薯病毒，大量排泄密露，容易引起煤煙病。近幾年番茄栽培又以銀葉粉蝨及其傳播番茄黃化捲葉病毒 (TYLCV) 危害，如無適當防治罹病率往往超過 7 成，嚴重影響產量與品質。

由於番茄病害蟲種類繁多，所造成的損失輕重不一，先釐清病蟲害發生種類、程度即可能造成的損失，再評估所需投入防治措施，據以對症下藥，不但可有效控制病蟲害，減少不必要的防治或農藥使用，避免衍生農產安全問題。例如番茄青枯病可選擇抗病嫁接苗及更新介質等減少發生，番茄銹蟎 (*Aculops lycopersici* (Massee) 施以石灰硫磺，防治效果達 70% 以上，其他病蟲害在發生初期可以利用栽培調整或是較低毒安全植物保護資材防治，避免擴散蔓延，農藥則是最後一道防線。

銀葉粉蝨對番茄危害及其管理策略

銀葉粉蝨體型細小，成蟲體長約 1 毫米，產卵於葉背，孵化後若蟲固定於葉背生活及發育，在番茄上最適宜發育與繁殖溫度約為 25~28℃，卵發育為成蟲所需時間在平均溫度 20℃ 時約為 40 天，平均產卵 54 粒；溫度 25~28℃ 則縮短約為 20 日，平均產卵約 110 粒 (楊，2001)。臺灣設施番茄栽培大多在每年 10 月以後定植，栽培期約 6 個月，至翌年 4~5 月產程結束，其設施栽培環境氣溫非常適宜銀葉粉蝨之發育與繁殖，因此設施內番茄上銀葉粉蝨族群密度發生呈逐漸上升之趨勢。

粉蝨以刺吸式口器吸食植株組織液，造成葉片黃化斑點。大量粉蝨聚集及排泄大量蜜露，將使葉片發生煤煙病，進而影響植株的光合作用。銀葉粉蝨是傳播番茄黃化捲葉病毒唯一媒介昆蟲。根據調查，小果番茄 (紅真珠品系) 在苗期至結果(第一串)時約前 8 週時感染番茄黃化捲葉病毒，對產量與品質影響較大，尤其在苗期感染病毒後，植株無法正常生長、開花及結果，但進入採收期之後植株感染病毒對其產量影響小 (林等，2011)。

安全有效防治策略，應著重於番茄苗期及栽培初期粉蝨的管理，由於粉蝨卵及若蟲均固定在植物體上，只有帶毒成蟲具傳播擴散的能力，因此，番茄苗期應迅速徹底防治成蟲，減少其在植物上產卵，延遲或減緩銀葉粉蝨在田間擴建族群，以避免作物早期感染病毒而造成嚴重損失。透過適當檢測與監測，可以了解帶毒粉蝨發生的數量，掌握後續植物病毒病勢的發展，提早進行防治工作。

在防治措施的選擇與整合，掌握所使用的殺蟲劑對田間粉蝨群的毒性，選用毒效高的藥劑，迅速降低銀葉粉蝨族群密度，提高防治效率，有助減少用藥，為管理粉蝨減少傳播病毒第一要務。其它結合早熟品種栽培及田間衛生的管理，提供健康的種苗有助於後續防治工作；或發展作物的抗性品系等可作為防治粉蝨傳播病毒的防治手段。

有效及安全生產管理模式

一、銀葉粉蝨監測與關鍵防治時刻

在番茄定植後以黃色黏紙監測粉蝨的密度，了解粉蝨發生數量，可以掌握防治關鍵時刻。在粉蝨密度低時提早進行防治工作，可抑制粉蝨密度急速升高，減少番茄黃化捲葉病毒的發生及傳播蔓延。目前農業試驗所團隊依研究結果，分析推薦於網室內逢機懸掛 30 張黃色黏紙 (15x12cm)，每週回收更換黏紙並檢視其上粉蝨成蟲之多寡，作為是否施藥之依據。

根據在多處設施調查結果之直線迴歸分析，當每週平均每一黏紙誘集粉蝨成蟲在 50 隻以下，次週番茄植株罹病率低於 5%；若平均粉蝨超過 100 隻，次週罹病率將達 10% 以上，因此建議其防治基準為每週監測粉蝨成蟲平均達 50 隻時應施用有效粉蝨防治藥劑，可控制罹病率低於 10%。

二、粉蝨防治要點及其他病蟲害的管理

1. 栽種前選擇健康苗及拔除罹病株

選擇乾淨不帶病毒及粉蝨的健康苗，一旦發現罹病株就要拔除，減少感染源及粉蝨傳播病毒的機會。苗株進入溫室定植前以藥劑防治粉蝨或逕行其他病原之消毒，可減少病蟲害發生。選擇登記於植物保護手冊中防治番茄害蟲銀葉粉蝨或其他害蟲之殺蟲劑，如選用 9.6% 益達胺水懸劑稀釋 2000 倍、及 2% 阿巴汀乳劑稀釋 1000 倍，對成蟲防治效果較佳

2. 定植後配合防治基準選用防治資材

番茄定植後配合粉蝨的監測，族群密度平均成蟲未達 50 隻/黏板，不需要以藥劑防治，可選擇應用其他天然植物保護資材或釋放天敵 (王等, 1999)，如以蚜小蜂防治銀葉粉蝨；以草蛉或小黑花椿防治蚜蟲、薊馬或葉蟎等害蟲。另外番茄銹蟎可施以石灰硫磺合劑。粉蝨達防治基準時應施以有效殺蟲劑，迅速降低其密度，減少成蟲傳播病毒之機率。同時將粉蝨密度壓低，可以避免採收後期因粉蝨數量增加，大量排泄密露，所誘發的煤煙病汙染番茄造成損失。

3. 採收期不使用化學防治

由於番茄結果後感染番茄黃化捲葉病毒，對其產量與品質影響有限，選擇其他天然植物保護資材或天敵防治病蟲害，減少病蟲害發生，可兼顧番茄品質與安全。

4. 栽培全期配合適當的肥培管理

適當的給予肥料讓番茄強壯健康，提升對病蟲害的抵抗力，即使中後期感染番茄黃化捲葉病毒，能可維持一定水準產量與品質。

應用實例與成效

一、阿蓮區蔬菜產銷班第7班

本項綜合管理模式，實際於高雄市阿蓮區蔬菜產銷班第 7 班農友應用

(2012~2014)，所輔導之農友，每分地平均總收益達 55萬~65 萬，產量較前一年度提升，殺蟲劑之使用較一般慣行管理之用量減少 30~50%，所生產之番茄經農藥殘毒檢驗均未檢出殘留農藥。2013 年加入自主害蟲監測及接受管理指導之農友增加為 5 位，用藥亦較慣行管理栽培減少 50~75%，番茄罹病率均低 5%。

二、喬伊登溫室

2015 年於彰化溪州喬伊登高階精密溫室，進行以農試所研究團隊擬定之基礎綜合防治模式應用效益評估，輔導全期害蟲監測及指導用藥。栽培前期施用 2 次 20% 達特南 (Dinotefuran) 水溶性粒劑 3000倍稀釋液防治粉蝨，在番茄進入採收 2 週前及不再使用農藥，並於溫室內釋放蚜小蜂、草蛉及小黑花椿象以防治粉蝨及葉蟎，共計釋放30萬隻天敵。經試驗評估，銀葉粉蝨發生密度較前一年業者自行管理 (2014年) 降低，可以控制銀葉粉蝨發生密度低於防治基準達 16 週 (圖1)，粉蝨傳播之番茄黃化捲葉病毒 (TYLCV) 之罹病率低於 2% 以下，無煤煙並發生，全程使用殺蟲劑 2 次，較傳統慣行法在採收前每週用藥一次節省 70% 以上之農藥使用。

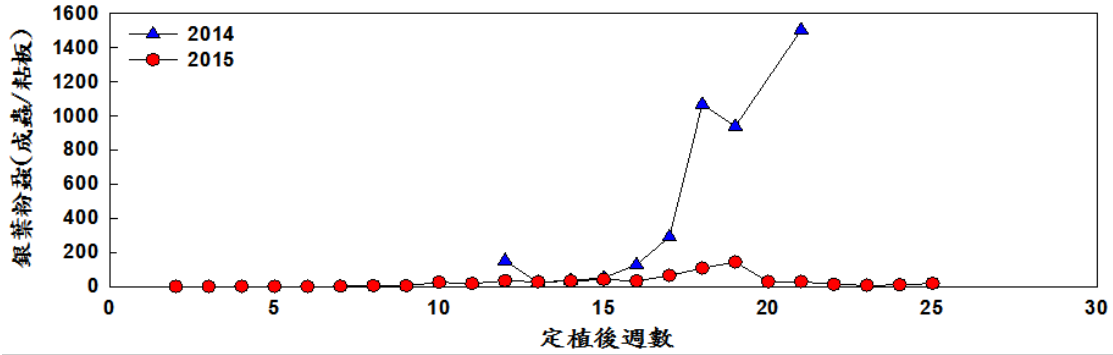


圖1. 設施內模擬應用番茄病蟲害整合性防治(2015)即自行管理(2014)之銀葉粉蝨發生密度。

引用文獻

農業統計年報。2014。行政院農委會編印。臺北市。329頁。

王清玲、吳子淦、李文臺、李啟陽、林鳳琪、高靜華、陳文華，鄭允、羅幹成、蘇文贏。1999。生物防治-天敵研究和利用介紹。農業試驗所編印。63頁。

林益昇、鄭清煥、高清文編。1995。臺灣農家要覽 農作篇(三)植物保護 頁1-360。豐年社。500頁。

林鳳琪、張淑貞、鄭櫻慧、王清玲、胡仲祺。2011。銀葉粉蝨傳播蔬果雙生病毒及其防治研究。農試所特刊 152: 193-204。

楊大吉。2001。銀葉粉蝨之生態及防治策略。花蓮區農業專訊37：21-25。

積穀害蟲之監測與管理

姚美吉[1,*] 李啟陽[1]

[1]行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者：yaomc@tari.gov.tw

摘要

稻米是國人最主要糧食，政府為穩定國內稻米供需，每年貯藏稻穀量超過 50 萬公噸，平均貯藏期約 2 年。惟貯藏時期因積穀害蟲危害，導致稻穀損失約 2%~5%，粗估每年損失為 1.7 億元。為建構積穀之完整害蟲管理模式，將從預防勝於治療角度切入，避免使用農藥為原則，從濕穀烘乾階段開始清除稻穀乾燥機內殘存活蟲，逐一進行清源、防堵及監測等工作，建立倉儲階段蟲害管理 SOP，降低害蟲危害以獲取最大利益，新近研發導入多重物理防治資材及技術，包含 (1) LED 誘殺器、(2) 無線感測網路害蟲監測及 (3) 防蟲網等技術。透過「LED 誘殺器」再結合「無線感測網路」，即可進行遠距自動化監測，提供最佳防治時機。此外，於稻穀進倉後可利用「防蟲網」阻絕害蟲遷移，避免混倉貯藏時新穀受舊穀原有蟲源之入侵，能明顯降低害蟲繁殖。另本所已建構積穀害蟲防治管理平臺 (http://spir.tari.gov.tw/) 網站，提供給農會、碾米廠及相關業者多樣化之積穀害蟲防蟲技術，亦分享本所於各鄉鎮不同類型穀倉合作之實際案例，是穀倉管理人員及糧政人員之學習與諮詢最佳交流平臺。

關鍵詞：積穀害蟲、無線感測網路、LED誘殺器、防蟲網。

前言

臺灣最主要糧食作物為稻穀，栽培面積在 2014 年約 27.1 萬公頃，糙米量約 140 萬公噸，產值約 414 億元。近年來政府推動濕穀收購，透過各地區農會或碾米廠之稻穀乾燥中心進行濕穀烘乾，再進倉貯藏。稻穀收穫後約 75%~80% 成為自營糧，其他 20%~25% 由政府會輔助收購成為公糧。因自營糧主要由農會或碾米廠自行收購貯藏，供應當期之民生需求，貯藏期約 3~6 個月，大部分貯藏於 18℃ 下冷藏筒中，少量以太空包裝方式常溫貯藏，害蟲之為害相對輕微。而公糧部分，於收購後置於穀倉貯藏，大部份放置於常溫倉，少則半年，長則 2 年以上，累計之貯藏量常達 50 萬噸以上，在貯藏期間有害生物之為害，如昆蟲、老鼠、鳥類等，常是管理者最大難題，其中又以昆蟲之為害更為嚴重。以往管理常於害蟲嚴重為害後，才開始規劃蟲害防治，其穀物損失已達 2%~5%。若以貯藏時期損失 2% 計算，每公斤稻穀約 23 元，其經濟損失約達 1.7 億元以上。

為建構積穀之完整害蟲管理模式，本文將從預防勝於治療角度切入，避免使用農藥為原則，從濕穀烘乾階段開始清除稻穀乾燥機內殘存活蟲，逐一進行清源、防堵及監測等工作，建立倉儲階段蟲害管理 SOP，降低害蟲危害以獲取最大利益。並分享農業試驗所近年之研發成果，包含多重物理防治資材及技術，如 (1) LED 誘殺器、(2) 無線感測網路害蟲監測及 (3) 防蟲網等技術。透過「LED 誘殺器」再結合「無線感測網路」，即可進行遠距自動化監測，提供最佳防治時機。此外，於稻穀進倉後可利用「防蟲網」阻絕害蟲遷移，避免混倉貯藏時新穀受舊穀原有蟲源之入侵，能明顯降低害蟲繁殖。本文亦將介紹已完成建構之積穀害蟲防治管理平臺，此平臺內含各種害蟲資訊及詳細防治資訊、實際案例，將成為穀倉管理人員及糧政人員之學習與諮詢最佳交流平臺。

預防勝於治療

臺灣之水稻栽培期間，為害水稻之主要害蟲為褐飛蝨 (*Nilaparvata lugens* (Stal))、黑尾葉蟬 (*Nephotettix* spp.)、二化螟 (*Chilo suppressalis* (Walker)) 及瘤野螟 (*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée)) (Cheng 2003)，這些害蟲在稻穀收穫後進倉貯藏，在貯藏期間均未再發現。同樣在稻穀收穫後貯藏期間，最嚴重為害之主要害蟲如穀蠹 (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius))、米象 (*Sitophilus oryzae* L.) 或麥蛾 ((*Sitotroga cerealella* Olivier)) 等 (Yao & Lo 1992)，在水稻栽培期間亦甚少發生為害。主要因這些害蟲之生態及危害習性均各異，因此害蟲之發生會因其習性，在不同作物生長期產生不同為害狀況。在害蟲之防治管理上，若能掌握不同害蟲習性。針對其生產期之害蟲進行防治，就不會在防治上失焦，且能有效進行害蟲防治管理。

近年來政府推動濕穀收購，透過各地區農會或碾米廠之稻穀乾燥中心進行濕穀烘乾，再進倉貯藏。原先在田間發生之害蟲，本應因生態習性不同而無法在穀倉生存，照常理推論烘乾完成之稻穀應完全無害蟲。那為何最後穀倉仍產生嚴重蟲害現象呢？綜合現階段臺灣倉庫的實際狀況，大致可歸納下列原因：

1. 稻穀乾燥機在新穀乾燥前未先清除殘穀，導致濕穀在乾燥期間就受殘穀中之害蟲侵入為害，並隨之進入穀倉。
2. 放置新穀之倉庫，在舊穀清倉後，未全面性進行防蟲處理，如倉庫內壁、角落、樑柱、木板等縫隙間，經常有害蟲存在。導致原有害蟲在新穀放置後，尾隨侵入新穀中為害。
3. 放置新穀之倉庫，有部分會習慣在倉底預先舖設穀殼，以避免底層穀物接觸地面受潮。而穀殼一般都未經防蟲處理，尚含有許多害蟲，當穀物堆積後，害蟲即遷移到新穀中為害。
4. 集中型穀倉在同一處就包含多間穀倉，以貯存多期稻穀。而倉與倉常為面對面，距離甚近。其出入口完全開放，使害蟲自由進出，讓舊穀之害蟲源很輕易轉移到另一倉之新穀中繼續繁殖。
5. 同一間穀倉因倉容不足，必須放置不同期別稻穀時，舊有之期別稻穀中害蟲，亦容易傳播到新置入之新穀中。
6. 力霸式穀倉因其穀倉面積甚大，常放置多期稻穀，各期稻穀均未彼此區隔，導致舊穀之害蟲亦可輕易傳播到新置入之新穀中。
7. 舊穀在清倉碾製時，從原貯藏倉轉移到碾製區時，舊穀殘存之害蟲亦隨之遷移至碾製區之稻穀倉中。
8. 當穀物買賣後，原倉庫之害蟲源亦會在運輸過程中，透過運輸工具 (如穀物輸送帶、卡車、火車、船倉等) 將已有害蟲帶至另一處穀倉。
9. 新穀在裝袋時，使用未經害蟲防治處理的舊袋子，其中殘留的害蟲又可持續為害。

由以上因素可知害蟲從舊穀侵入於新穀中，都是管理者在起初第一階段稻穀乾燥機，就未能未雨綢繆將原有蟲源清理乾淨，導致害蟲能輕易從舊穀轉移侵入新穀。所以只能說穀倉之蟲源是穀倉自己養的，端看你的態度，就影響之後蟲數之多寡及稻穀之損失了!

積穀倉庫之蟲害管理模式

以往穀倉管理，常傾向於無為而治，直等到害蟲大發生後，才尋找防治對策處理，導致貯穀已受一定程度的為害。管理者甚至認為倉庫環境無法完全隔絕害蟲的發生，且常因倉容量不足，不同期別稻穀混倉已是常態，而放任害蟲之取食。本文

想打破這類思維，提供治本的害蟲防治及穀倉管理規劃，澈底解決穀倉之害蟲為害。雖無法完全達到無蟲境界，卻可降低蟲害發生到現今狀況之十分之一，絕非難成之事。針對穀倉管理的規劃，主要分成五階段，分別為清源、防堵、第滅寧藥劑處理、監測、進階害蟲防治處理。若前四個階段，能澈底執行，已完成防治的一大半，甚至不需要再執行常態防治。

一、清源

是公糧穀倉管理的基本功，此階段以往常被忽略，導致新穀一進倉，就一步一步踏上被汙染的命運。為澈底執行清源工作，建議管理者依下列建議，逐一自行檢驗是否完成清源工作：

1. 稻穀收割機及載送濕穀之車輛，是否先行全車清理。
2. 稻穀烘乾機之內部螺旋桿、鏈條及底層空間是否有殘穀積存，建議至少每兩個月清理一次。
3. 稻穀烘乾機之螺旋桿或鏈條是否過於老舊，請定期更換。因老舊之螺旋桿會宛如利刀，將嚴重使稻穀穎破裂，導致害蟲之入侵，尤其對米象族群最明顯。
4. 稻穀烘乾機之環境整理，因機器下方常容易掉落穀粒，成為害蟲繁殖的汙染源，一樣建議至少每兩個月清理一次。
5. 此階段亦可在稻穀烘乾機之空間加裝燈光誘蟲器，將殘留蟲源再進一步清除乾淨。
6. 預定進穀倉庫之空倉處理，將原先倉庫之雜物進行清理乾淨，尤其原先放置於底層之粗糠袋，需全部清除。
7. 尚未進穀之空倉時期，可利用 25% 百滅寧可濕性粉劑或 10% 巴賽松燻煙劑進行空倉殺蟲處理。
8. 以棧板方式貯藏之倉庫，在棧板使用前，是否先清理乾淨。

二、防堵

既然公糧穀倉之害蟲是自己養的，如何降低穀倉原先害蟲再侵入，就是重要一環。首先就是避免不同期別之稻穀混倉貯藏，再來就是倉與倉之間要能彼此隔絕，使其各自獨立，互不影響。以下針對倉與倉之阻隔及防堵害蟲侵入，建議具體措施如下：

1. 獨棟式穀倉，在其穀倉出入口加裝防蟲紗網，網目為 32 目以上，將能阻隔絕大部分之害蟲。紗網安裝模式，可仿照網室，於門口加裝不銹鋼支條為框架，中間以S形壓條固定住，出入時將S型壓條拉開或壓入，即可自由進出，極為便利亦能有效阻隔。
2. 集中型穀倉因倉與倉相對且密集在一起，其倉與倉更需以紗網阻隔，否則害蟲在倉與倉之間，彼此遊走的狀況就更為頻繁。
3. 除門口加裝紗網外，亦可於門口外加裝燈光誘引器，將外來蟲源誘殺，避免蟲源之入侵。
4. 有些穀倉因倉容不足時，需混倉貯藏。其害蟲輕易從舊穀轉移，為解決此問題，可利用紗網隔絕成兩部分，或在新穀進倉後以紗網覆蓋，完全罩住宛如蚊帳一般。大面積之力霸式穀倉，亦可利用此方式，將新穀覆罩，達到與其他期別舊穀之隔絕。若穀蠹要侵入，常被隔絕於網外，而造成大量死亡。

三、第滅寧藥劑處理

農糧署每年均針對公糧穀倉，提供化學藥劑混拌於稻穀中，以進行害蟲防治，以往曾使用馬拉松 (malathion)、巴賽松等藥劑，但當使用一段時間後，最後均因害蟲對藥劑有抗藥性，而面臨必須更換藥劑的下場。自 2002 年起農糧署已使用

0.055% 第滅寧粉劑取代巴賽松應用於穀倉害蟲防治。正確的使用為與稻穀均勻混拌後 (稻穀與藥劑比例為 750:1)，再進行裝袋後貯藏，使穀中之蟲源因接觸藥劑而死亡。現階段濕穀進倉烘乾後，在烘乾流程添加藥劑達到推薦比例，若以噸袋方式裝填是可行之道。但因大部分貯穀仍以 60 公斤袋裝方式貯藏，導致工作人員要裝填混拌後之稻穀，確實有困難且極為危險，可能因吸入太多藥劑而造成健康之影響。導致大部分公糧穀倉之管理人員，僅將第滅寧粉劑噴灑於穀袋表面而已，而使防治效果明顯降低。

四、監測

當穀物進倉貯藏後，即應定期檢查倉內穀溫、穀物含水量及害蟲發生量。當穀溫及穀物含水量上升時，必需改善通風狀況。當害蟲發生量逐漸增多時，達到防治基準時，再加以後續害蟲防治處理。以期能於害蟲大量發生前，適時的防治，減少穀物的損失。在每年 4~10 月間因高溫多濕，害蟲發生較嚴重，應每月定期檢查一次，其餘時間則兩個月檢查一次即可。

五、防治

其實清源、防堵、第滅寧藥劑處理及害蟲監測，均為害蟲防治的一部分，但以往常被忽略，而使害蟲發生到嚴重地步時，才想以藥劑進行防治。因此若能確實執行前四階段之管理措施，甚至不用其他防治處理，直到公糧稻穀到出倉。但當害蟲確實發生了，可針對不同的倉庫型式，導入多重物理防治資材及技術，進一步進行害蟲防治處理!

多重物理防治資材及技術

稻穀貯藏期間之害蟲防治，以往常偏重於農藥防治。1971 年政府推薦使用馬拉松 (malathion)防治積穀害蟲，經 10 年後卻發現玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motchulsky) 對馬拉松已產生 6 倍之抗性 (Wang *et al*., 1982)。1979 年起推薦之巴賽松 (phoxim)，亦在多年使用後導致主要積穀害蟲穀蠹及麥蛾對巴賽松產生嚴重抗藥性現象 (Kao & Tzeng 1992; Yao & Lo 1994, 1995)。在 2002 年推薦以第滅寧 (deltamethrin) 與稻穀混拌進行害蟲防治，而圓筒倉或公糧進口糙米倉則常以以磷化鋁 (aluminium phosphide) 進行燻蒸。雖農藥防治雖有速效之特性，但往往使害蟲發展出抗藥性或穀物之藥劑殘留問題。磷化鋁燻蒸防治雖無藥劑殘留問題，但從以往研究針對燻蒸效果評估顯示，倉庫在燻蒸後 2~4 個月，害蟲常有再發生現象，導致需重複燻蒸的狀況持續發生 (Yao *et al*., 2009)。在無法完全排除藥劑防治環境下，開發物理防治資材及技術成為當務之急，以減少藥劑之使用頻率，將可改善藥劑殘留及延緩害蟲抗藥性發生。

本所近年來為降低藥劑之使用，已開發多項物理防治資材及技術，包含 LED 積穀害蟲誘殺器、無線感測網路害蟲監測技術及防蟲網防蟲技術等，將簡述如下：

一、LED積穀害蟲誘殺器

主要利用害蟲對特殊光波的偏好原理，研發出 LED 誘引技術防治積穀害蟲，「飛蛾撲火」就是此現象之最佳寫照，更針對「節能」及「高誘殺效能」之需求，選定最佳誘引波長，使誘殺器每 10 分鐘誘蟲數可達 2,500 隻。此 LED 誘蟲器，在設計上採 360 度圓柱型軸心，使光源無死角。且利用害蟲假死特性及防逆逃設計，使害蟲被誘捕後無法逆逃。此誘蟲設備乃利用物理特性防蟲，對主要積穀害蟲－穀蠹有極佳防治效果，無農藥殘留疑慮。未來若技術移轉，不只可應用於稻穀倉，亦可推廣至玉米、高粱或食材工廠。除提升各類穀倉害蟲防治的安全性，亦可解決

消費大眾對食材農藥殘留的疑慮。

二、無線感測網路害蟲監測技術

主要利用 LED 積穀害蟲誘殺器及無線感測網路 (WSN) 方式進行遠距自動化監測，除監測稻穀倉之害蟲族群消長趨勢，並可評估環境因素對害蟲消長之影響。透過遠距自動化監測，在電腦、手機或平板電腦上，可直接即時瀏覽倉庫之害蟲發生數量、穀倉之室外、室內及袋內之溫濕度資料，並可統計長時間各項資料之變化，以各種統計圖表呈現其穀倉環境資料與害蟲發生之關係。若害蟲發生數量超過危害水平時，亦可利用簡訊即時回傳到倉庫管理員及系統管理員之手機，以方便能即時研擬後續之防治對策。

三、防蟲網防蟲技術

「防蟲網」之觀念如家中門窗加裝紗窗或蚊帳防蚊之思維，稻穀進倉後可利用防蟲網阻絕害蟲遷移，避免穀倉間與穀倉內新舊穀共存時害蟲侵入危害，明顯降低害蟲繁殖數。在彰化伸港農會 8 號稻穀倉 (101-2 期) 在貯藏 9 個月後，以防蟲網覆蓋之稻穀害蟲繁殖數約僅開放式稻穀害蟲數之 8.9%。此方式在力霸式穀倉或同倉有多期稻穀混倉貯藏時，最適合推廣應用。

結語

本土稻穀倉庫在稻穀貯藏期間。若能在管理上依循清源、防堵、第滅寧藥劑處理、監測處理。能逐項照 SOP 徹底執行，使管理人員按表操課，將能控制害蟲之發生在防治基準之下，甚至不需進階害蟲防治處理。為提供穀倉管理人員之管理資訊及害蟲鑑定相關資料，本所已建構積穀害蟲防治管理及監測系統網站 (http://spir.tari.gov.tw/)，包含重要害蟲相關資訊、防治技術及管理方案，提供穀倉管理人員及糧政人員之交流平臺，並提供互動意見，以期使穀倉管理的工作能更完整及規劃更妥善。

引用文獻

Cheng, C. H. 2003. Review and prospects of integrated management of rice insects in Taiwan. p.11-38. *in*: Proceedings of the Integrated Management of Crops Pests in Taiwan. (Cheng *et al*., eds.) Taiwan Agric. Res. Inst. Special Pub. No. 106. Taichung. 224 pp. (in Chinese with English abstract)

Kao, S. S. and C. C. Tzeng. 1992. A survey of the susceptibility of rice moth (*Corcyra cephalonica*) and angoumois moth (*Sititroga cerealella*) to malathion and phoxim. Chinese J. Entomol. 12: 239-245. (in Chinese with English abstract)

Wang, S. C., F. Sun, and T. Y. Ku. 1982. Effect of insecticides on the resistance and the reproductive rate in maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motchulsky). Plant Prot. Bull. 24: 143-151 (in Chinese with English abstract)

Yao, M. C. and K. C. Lo. 1992. Insect species and population densities in stored japonica rice in Taiwan. Chinese J. Entomol. 12: 161-169. (in Chinese with English abstract)

Yao, M. C. and K. C. Lo. 1994. Phoxim resistance in *Rhyzopertha dominica* Fabricius in Taiwan. Chinese J. Entomol. 14: 331-341. (in Chinese with English abstract)

Yao, M. C. and K. C. Lo. 1995. Phoxim resistance in *Sititroga cerealella* Olivier in Taiwan. J. Agric. Res. China 44: 166-173. (in Chinese with English abstract)

Yao, M. C., C. Y. Lee, and K. H. Lu. 2009. Survey and monitoring of insect and mite pests in imported rice. J. Taiwan Agric. Res. 58: 17-30. (in Chinese with English abstract)

葡萄皮爾斯病之媒介昆蟲整合性管理

石憲宗[1,*] 蘇秋竹[2] 張哲銘[2] 曾美容[1] 詹富智[3]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組；[2] 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所；[3] 國立中興大學植物病理學系；[*]通訊作者：htshih@tari.gov.tw

摘要

葡萄皮爾斯病 (Pierce's disease, PD) 為國際檢疫病害，為美洲之葡萄產業重要病害。本病害最早於 1883 年在美國加州 Anaheim 地區的葡萄發現，Newton Pierce 自 1889 年於該地區進行田野調查，至 1938 年 William Hewitt 將本病害稱為 Pierce's disease，但至 1987 年 Wells 等人才將此細菌性病原命名為 *Xylella fastidiosa*。我國防檢局在 2002 年針對國內葡萄是否存在 PD 而啟動偵測調查，經藥試所蘇秋竹博士證實本病存在於臺灣以來，迄今發現臺灣所發生之 PD 的主要媒介昆蟲為大葉蟬亞科的白邊大葉蟬 (*Kolla paulula* (Walker))。由於尚無化學藥劑可以防治 PD，此病的病原及其媒介昆蟲的整合管理，除剷除病株外，至今較務實的作法就是從媒介昆蟲防治著手，往昔研究顯示有效降低媒介昆蟲族群密度，可大幅降低病害流行。為此，本文提出作者等人以臺灣臺中市新社區之 PD 及媒介昆蟲整合管理研究為例，說明 PD 媒介昆蟲的整合防治技術包括透過農友自主監測，並在適當時機分別或聯合化學防治、物理防治及管理媒介昆蟲寄主植物 (雜草防治) 等防治方法，如此將可有效降低白邊大葉蟬等媒介昆蟲之田間族群密度，並大幅降低罹病樣區 PD 罹病株的發生率。

關鍵詞：葡萄皮爾斯病、媒介昆蟲、白邊大葉蟬、整合管理。

前言

臺灣於 2002 年由行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 (簡稱防檢局)，針對國內是否存在葡萄皮爾斯病 (以下簡稱 PD)，啟動偵測調查，確認南投縣草屯鎮與竹山鎮的極少數葡萄罹病株後，邀集國立臺灣大學與中興大學之蟲媒病害相關系所教授，與農委會農業藥物毒物試驗所 (簡稱藥毒所)、農委會農業試驗所 (簡稱農試所)、臺中區農業改良場、苗栗區農業改良場合作及相關縣市政府，合力針對葡萄產區進行病株普查與剷除，釐清 PD 發生區域，其後委由藥毒所與農試所合作研究病原與媒介昆蟲的監測技術、生態、寄主範圍與流行病學等研究，至 2011 年已確認病原及媒介昆蟲的寄主，以及媒介昆蟲族群密度的有效控策略，至今臺灣的 PD 高風險發生區農友，已可藉由自主監測病徵、剷除罹病株與防治媒介昆蟲，將產區之 PD 維持在低密度流行，大幅降低葡萄產業的損失。再者，倘若無法於上述高度風險區作好葡萄皮爾斯病與媒介昆蟲的整合管理，PD 將有可能對臺灣葡萄產業的中度與低度風險區，產生高度的威脅性。本文就我國所發生之葡萄皮爾斯病，說明農作物蟲媒病原原核生物及其媒介昆蟲之整合管理策略，以提供產官學界日後處理新興或外來蟲媒作物病害時，可迅速與有效整合跨領域與跨機關的研究團隊，大幅降低此類蟲媒病害與媒介昆蟲對產業所造成的重大經濟損失。

媒介昆蟲

葡萄皮爾斯病 (PD) 為國際檢疫病害，是由棲息導管細菌 *Xylella fastidiosa* 所引起，其傳播途徑包括媒介昆蟲傳播及病株的枝條嫁接。此病害之媒介昆蟲，美國已確認的種類，包括藍綠尖頭葉蟬 (*Graphocephala atropunctata* (Signoret))、褐透

翅尖頭葉蟬 (*Homalodisca vitripennis* (Germar))、綠尖頭葉蟬 (*Draeculacephala minerva* (Ball)) 與紅首尖頭葉蟬 (*Xyphon fulgida* (Nottingham)) 等 4 種大葉蟬亞科 (Cicadellinae) 昆蟲以及尖胸沫蟬科 (Aphrophoridae) 的黃頭長沫蟬 (*Philaenus spumarius* (Linnaeus))。臺灣被學者以分子診斷或傳病驗證為媒介昆蟲的大葉蟬亞科種類計有 2 種，包括黑尾大葉蟬 (*Bothrogonia ferruginea* (Fabricius)) 與白邊大葉蟬 (*Kolla paulula* (Walker)) (蘇等，2011；林及張，2012； Su *et al*., 2013b; 張等，2014；Tuan *et al*., 2016)。

媒介昆蟲整合管理策略

葡萄皮爾斯病至今仍無化學藥劑可資防治，其防治重點包括剷除罹病株、防治媒介昆蟲、剷除病原或媒介昆蟲之寄主、抗病育種與推行健康種苗等。在媒介昆蟲防治方面，以化學防治作為緊急防治或快速壓制媒介昆蟲族群密度的重要手段，並輔以生物防治、耕作防治與物理防治等方法持續降低媒介昆蟲密度，有效降低病害傳播速度。事實上，擬定 PD 之媒介昆蟲整合管理策略，需考量病原、媒介昆蟲、寄主植物與環境等因子之相互關係，茲簡述如下。

一、藉由管理病原之寄主或替代寄主植物，降低病原密度

Su *et al*. (2013a) 指出臺灣發生之 PD 寄主植物，除包括常見之葡萄商業栽培品系外，已確認的替代性寄主植物包括葫蘆科雙輪瓜 (*Diplocyclos palmatus* (L.) C. Jeffrey)、葡萄科漢氏山葡萄 (*Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Trautv var. *hancei* (Planch.) Rehder)、桑科葎草 (*Humulus scandens* (Lour.) Merr.) 及大戟科白匏仔 (*Mallotus paniculatus* (Lam.) Muell. -Arg.)。由於臺灣之 PD 高風險發生區的山坡，遍存此些替代性寄主植物，顯示罹病葡萄園區的農友，可透過自主管理，將園區周圍的此類植物予以剷除，大幅降低病原潛存機率。但位於山區原住民保留地及公有土地部分，則有賴主管機關支持地方政府經費，針對高風險發生區，以定期方式聘請該區志工剷除替代性寄主植物，減緩罹病植株的帶病率。

二、藉由管理媒介昆蟲之寄主或食料植物，降低媒介昆蟲密度

有關臺灣 PD 媒介昆蟲寄主定義，主要依據 Oman (1949) 的定義，即媒介昆蟲之若蟲與成蟲期可在同一種植物完成生活史者，該植物即為其寄主植物 (host plant)；反之，僅若蟲或成蟲期可在該植物取食，則該植物僅視為媒介昆蟲之食料植物 (food plant)。據此，以臺灣 PD 病原媒介昆蟲之白邊大葉蟬為例，其寄主植物包括菊科的小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha* Kunth)、大花咸豐草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. Bip.) 、紫花霍香薊 (*Ageratum houstonianum* Mill.) 以及鴨跖草科的竹仔菜 (*Commelina diffusa* Burm f.) 等 4 種雜草寄主 (Shih *et al*., 2009)，以及葡萄科的葡萄 (含不同的商業品系) ，其中大花咸豐草與竹仔菜為白邊大葉蟬的偏好寄主植物。上述雜草皆為臺灣葡萄產區之優勢雜草，為了實際驗證田間雜草寄主對白邊大葉蟬族群密度之影響，以及防治雜草對於降低 PD 病原密度的影響，本研究團隊於臺中市新社區代號白毛臺-60 的葡萄罹病園，自 2011 年 3 月以樣區內部與周圍的大花咸豐草為防治目標，由農友自行以割草機處理路邊與園區之大白花鬼針，每 1.5 個月防治一次，結果顯示除草後當月之白邊大葉蟬族群數量，為未除草前一個月的 0.2 倍，直到 2012 年 12 月底，白邊大葉蟬的族群數量未再明顯升高。雖然以割草機防治雜草所耗費的人力成本較高，但葡萄為臺灣高經濟價值果樹，割草機除草卻可大幅降低媒介昆蟲族群密度，相對於使用除草劑所造成的環境污染，是一個對農業環境友善的防治方法。

三、藉由剷除病原與媒介昆蟲之共通寄主植物，可有效降低病原及媒介昆蟲密度

第一作者以臺灣 PD 病原的 4 種替代性寄主，測試白邊大葉蟬是否可以取食，結果僅有漢氏山葡萄為其食料植物，其餘 3 種皆非其寄主或食料植物。此結果顯示，野外 PD 病原，倘若要透過白邊大葉蟬自然傳播，葡萄與漢氏山葡萄可能是一個重要的傳播路徑。為此，如果想阻斷罹病園區之 PD 病原透過白邊大葉蟬，從罹病葡萄或 PD 的替代性寄主傳播予健康的葡萄，可透過剷除田間罹病葡萄株與白邊大葉蟬的雜草寄主，大幅降低園區內外之 PD 病原及其媒介昆蟲的密度。以臺灣目前的既有研究資料顯示，PD 病原的寄主植物與替代性寄主植物，與媒介昆蟲的寄主或食料植物，彼此間的植物種類重疊性甚低，此呈現出「愈能掌握病原及其媒介昆蟲的寄主範圍，就是掌握這類病原防治的關鍵技術」。為此，農業先進國家對於無法以化學藥劑防治的蟲媒植物病原原核生物，其科技研究重點，就是如何精進病原及其媒介昆蟲的寄主範圍研究技術，以作為降低病原及其媒介昆蟲整合管理策略之重要依據，此些包括導入可大幅提升病原偵測效率的分子生物技術，以及導入可大幅縮短確認媒介昆蟲寄主植物的取食監測電子技術 (如昆蟲刺探電位圖譜監測儀 (Electrical penetration graph monitor, 簡稱 EPG 監測儀))。

四、掌握媒介昆蟲生物學特性及氣候因子對媒介昆蟲影響要件，研擬適時適地適用之媒介昆蟲整合管理技術

本研究團隊在 2002~2012 年於野外調查與採集本種葉蟬的結果，顯示茂密的樹林內部，很少採獲白邊大葉蟬，歸納其棲所特性，包括 (1) 在清晨太陽出來之前與下午 5~6 點之後，本種葉蟬多棲息於雜木林與果園邊緣地區的雜草或灌木棲息，並直接利用該區的寄主植物，(2) 棲所多屬陰良與乾燥環境 (Shih *et al*., 2013)。以上，可以說明臺灣的 PD 發生區，可將白邊大葉蟬最常出現的雜木林與果園邊緣地區的雜草或灌木，列為雜草防治的重要防治區域。再者，實驗室常溫環境飼養白邊大葉蟬，發現其世代發育時間 (卵期至成蟲期) 約為 62~94 日，其中秋冬季 (10 月至隔年 2 月) 發育時間約為夏季 1.2~1.5 倍 (Shih *et al*., 2013)，此可在田間族群密度監測過程，研擬最佳防治時機的依據，例如在第二項說明中，每 1.5 個月防治白邊大葉蟬的雜草寄主，就是以卵期至若蟲期的最短發育時間估算田間除草的最佳時段。

本團隊的田間試驗也顯示化學藥劑可降低白邊大葉蟬族群數量，但效果不明顯，白邊大葉蟬之族群密度主受其的寄主植物與氣候因子所影響 (Shih *et al*., 2013)。即便如此，在確定潛在媒介昆蟲棲息環境與主要寄主植物之前，化學藥劑仍然是壓制族群密度最可行的防治方法，施用殺蟲劑的範圍，仍以園區內外之雜草為主。

以黃色黏蟲紙在臺中市新社區進行白邊大葉蟬族群密度監測為例，每年約有 3 次高峰期，第 1 高峰期為 2~3 月，第 2 高峰期為 12 月，第 3 高峰期則為 7~8 月。前述室內研究顯示冬季低溫使葉蟬世代發育時間增長，這當中以成蟲存活時間增長有關，因此第 1 高峰期的族群數量為第 2 高峰期累積所致；第 3 高峰期分布於高溫與颱風季節，高溫雖可縮短葉蟬世代發育時間，但整體族群密度明顯受到雨量影響。

以上可知，倘若我國的 PD 高風險發生區的農友，可使用黃色黏蟲紙自主監測園區白邊大葉蟬之全年族群數量，除了每 1.5 個月防治白邊大葉蟬的雜草寄主，也需考量高溫多雨的颱風季節，雜草生長相對快速，此時可能不到 1.5 個月就需要割草，讓葉蟬族群數量在雨量抑制下，再透過割除雜草，使其沒有充分的棲所與植物可以利用，再次降低其族群數量，此將可使後續發生之第 2 與第 1 高峰期的葉蟬數量快速下降。

五、營造媒介昆蟲寄生性天敵環境，使其可成為穩定抑制媒介昆蟲的因子

Triapitsyn and Shih (2014) 發現臺灣白邊大葉蟬卵寄生蜂共兩種，其中屬於膜翅目、赤眼卵蜂科 (Trichogrammatidae) 之*Pseudoligosita nephotetticum* (Mani) 為優勢種，且為臺灣的新紀錄物種。由於此種卵寄生蜂之寄主昆蟲，也包括水稻之褐飛蝨 (*Nilaparvata lugens* (Stål)) 與其他取食禾本科的葉蟬 (如臺灣黑尾葉蟬 (*Nephotettix virescens* (Distant))，此意味著可在罹病樣區栽培此類葉蟬的寄主植物，使其成為卵寄生蜂的食源，進而使卵寄生蜂可至國有地或原住民保留地尋找白邊大葉蟬等媒介昆蟲的卵，使其成為抑制非葡萄園區媒介昆蟲之重要天敵。

未來展望

臺灣自從 2002 年發現 PD 後，政府立即剷除罹病株，其後由農業藥物毒物試驗所與農業試驗所合作，分別研究 PD 及其媒介昆蟲的生態，建立不同農業環境潛在媒介昆蟲之防治時機，另合作調查病原與潛在媒介昆蟲之寄主範圍，藉此作為剷除田間寄主依據，使病原及潛在媒介葉蟬發生密度可大幅降低，進而降低經濟損失。但遺憾的是，政府投入蟲媒病害與媒介昆蟲的研究經費多年來缺乏系統性的規劃，導致從事相關研究的學者非常少，一旦發現新興蟲媒病害後，很難立即組成有經驗的專家立即協助緊急防治與相關調查。以葡萄皮爾斯病及其媒介昆蟲為例，臺灣在媒介昆蟲之分類、基本生活史研究、遷飛與取食行為、傳病試驗、族群生態統計與生物防治等系列研究工作，急需導入國內跨機關與跨領域合作研究，國內學者無法解決的瓶頸，即可列為國際合作研究主題，以培養蟲媒植物病原原核生物及其媒介昆蟲的研究團隊。

由於 PD 屬於植物病原原核生物，我國在研究其傳播機制的研究工作尚未深入，但我國卻是美洲國家以外，可將 PD 限縮在固定區域發生的唯一國家，此與我國農政主管機關採取正確檢防疫措施、農友葡萄栽培管理技術、栽培區域具不同環境特性、農友高度自主管理能力以及農業研究機關以自辦計畫持續投入監控等有關。為能將高風險發生區之 PD 進一步維持在低密度流行，未來仍有賴農政機關的經費支持，辦理 PD 與梨葉緣焦枯病 (PLS) 及其媒介昆蟲的整合防治研究及教育講習，使研究人員可繼續在田間驗證整合防治方法，並將成果透過田間觀摩，讓農友學習與掌握自主管理技術。未來藥毒所與農試所研究團隊期透過以上系列研究，開發一套整合蟲媒病害與媒介昆蟲基礎與應用研究之技術，以滿足農政學研機關與產業的需求。

引用文獻

林映秀、張玉玲。2012。臺灣葡萄皮爾斯病媒介昆蟲之初探。臺灣昆蟲 32: 155-167。

張薰尹、黃姿碧、段淑人。2014。黑尾大葉蟬 (*Bothrogonia ferruginea* (F.)) (半翅目：葉蟬科) 傳播臺灣葡萄皮爾斯病 (Pierce's disease) 效率之探討。農林學報 63(4): 205-215.

蘇秋竹、石憲宗、林映秀、蘇文瀛、高清文。2011。臺灣葡萄皮爾斯病及媒介昆蟲研究現況。石憲宗、張宗仁編。農作物害蟲及其媒介病害整合防治技術研討會專刊。第 25-50 頁。農業試驗所特刊第 152 號。行政院農業委員會農業試驗所、行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。222 頁。

Oman, P. W. 1949. The Nearctic leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). a generic classification and check list. Wash. Ent. Soc. Mem. 3: 1-253.

Shih, H. T., C. C. Su, C. Y. Feng, C. C. Fanjiang, W. F. Hung, and L. Y. Hung. 2009.

Studies on the morphology, ecology, and host range for *Kolla paulula* (Walker, 1858) (Hemiptera: Membracoidea: Cicadellidae: Cicadellinae). Formosan Entomol. 29(4): 353.

Shih, H. T., Y. D. Wen, C. C. Fanjian, C. J. Chang, C. M. Chang, C. Y. Lee, M. H. Yao, S. C. Chang, F. J. Jan, and C. C. Su. 2013. Potential vectors of Pierce's disease in Taiwan: Ecology and integrated management. p.163-175. In: C. J. Chang, C. Y. Lee, and H. T. Shih [eds.], Proceedings of the 2013 International Symposium on Insect Vectors and Insect-borne diseases. Special Publication of TARI No. 173. Council of Agiculture, Executive Yuan, Taiwan Agricultural Research Institute, Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine. 274 pp.

Su, C. C., C. M. Chang, C. J. Chang, W. Y. Su, W. L. Deng, and H. T. Shih. 2013a. Occurrence of Pierce's disease of grapevines and its control strategies in Taiwan. Plant Pathology Bulletin 22: 245-258.

Su, C. C., C. J. Chang, C. M. Chang, H. T. Shih, K. C. Tzeng, F. J. Jan, C. W. Kao, and W. L. Deng. 2013b. Pierce's disease of grapes in Taiwan: Isolation, cultivation, and pathogenicity of *Xylella fastidiosa*. Journal of Phytopathology. 161: 389-396.

Triapitsyn, S. V., and H. T. Shih. 2014. Egg parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae and Trichogrammatidae) of *Kolla paulula* (Walker) (Hemiptera: Cicadellidae) in Taiwan. Journal of Asia-Pacific Entomology 17: 673-678.

Tuan, S. J., F. T. Hu, H. Y. Chang,, P. W. Chang, Y. H. Chen, andT. P. Huang. 2016. *Xylella fastidiosa* transmission and life history of two Cicadellinae sharpshooters, *Kolla paulula* and *Bothrogonia ferruginea* (Hemiptera: Cicadellidae), in Taiwan. J. Econ. Entomol. 109(3): 1034-1040.

應用小黑花椿象防治薊馬

林鳳琪[1,*] 陳怡如[1] 邱一中[1] 王昭月[2] 王清玲[3]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組；[2] 行政院農業委員會農業試驗所生物技術組；
[3] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組退休研究員； [*] 通訊作者：fclin@tari.gov.tw

摘要

臺灣有多種本土小黑花椿象擅長捕食薊馬、葉蟎等小型害蟲，經評估以南方小黑花椿象 (*Orius strigicollis* (Poppius)) 的活動力及捕食能力最強，每隻椿象一生可捕食薊馬 230~300 隻，或葉蟎 500~600 隻，是極具潛力的天敵，目前農業試驗所已完成開發其量產繁殖技術。本種花椿象以一定比例或數量釋放於露天栽培之茄子或紅豆上，對南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 或豆花薊馬 (*Megalurothrip susitatus* (Bagnall)) 均極具壓制密度的效果。在栽培甜椒之溫室，每週以每株 5~6 隻椿象比例釋放進行生物防治，結果顯示對甜椒上的南黃薊馬及臺灣花薊馬 (*Frankliniella intonsa* (Trybom)) 可控制於 0.3 隻/花之低密度，不需化學防治，確保果品品質與安全。

關鍵詞：小黑花椿象、薊馬、生物防治。

前言

薊馬種類繁多，全球已記錄約 5 千 500 種，多數屬錐尾亞目，在臺灣發生最普遍的如南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny)、蔥薊馬 (*Thrips tabaci* Lindeman)、小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood)、臺灣花薊馬 (*Frankliniella intonsa* (Trybom))、豆花薊馬 (*Megalurothrip susitatus* (Bagnall))等，無論是露天或設施栽培的蔬果、水果、花卉常受其危害造成損失 (Lin *et al*., 2011)。

薊馬取食或產卵時直接對植物造成傷害，尤其幼嫩的植物組織，如心芽、嫩葉、花器或小果等，取食造成白斑或脫色，成長後形成黑褐色銹斑或粗糙結痂；產卵於植物組織內則造成黑色斑點，或傷口處感染病原菌而造成腐爛，影響受害農產品質與價格。此外，薊馬傳播番茄斑萎病毒 (tospovirus) 往往造成農作物嚴重經濟損失，如西方花薊馬傳播番茄斑萎病毒 (*Tomato spot wilt virus*, TSWV)，南黃薊馬傳播的甜瓜黃斑病毒 (*Melon yellow spot virus*, MYSV) 與西瓜銀斑病毒 (*Watermelon silver mottle virus*, WSMoV)，國內外均有紀錄 (Riley *et al*., 2011; 鄧，2011)。

薊馬體型微小，具隱匿性、繁殖潛能高、寄主植物廣泛、適應性強、易產生抗藥性等特性，加上所傳播之病毒並無防治藥劑，只能藉由防治媒介薊馬減少傳播病毒，導致在過度依賴農藥下衍生農產品安全之問題。歐美國家發展以商品化生物天敵防治薊馬，包括捕食性如椿象、草蛉、瘦蚋、薊馬及捕植蟎等，其中小黑花椿象具細長口器及良好的搜尋能力，具捕食隱匿於花朵中薊馬的特性，為防治農作物薊馬最佳的選擇。

農試所已成功開發南方小黑花椿象 （*Orius strigicollis* (Poppius))大量繁殖技術，釋放於田間防治紅豆上豆花薊馬、茄園南黃薊馬，均有壓低害蟲密度提高產量的防治效果 (王等，2002)。本文簡介南方小黑花椿象生態、繁殖及在田間應用防治薊馬之效果，供未來防治農作物薊馬之參考。

南方小黑花椿象生活習性

薊馬的天敵種類繁多，包括膜翅目寄生蜂、蟲生真菌與線蟲，捕食性者如小黑花椿象、捕植蟎等，目前在歐洲均有天敵公司商業生產此類天敵，販售至多個國家防治薊馬。捕植蟎食性較廣，除防治薊馬也兼具防治其他同時發生的粉蝨或蟎類；在諸多捕食性天敵中，小黑椿被公認最具防治薊馬效果的天敵之一，目前商業生產販賣的包括 O*rius laevigatus*、*O. majusculus*、*O. insidiosus*、*O. tristicolor* 及 *O. strigicollis* 等。臺灣田間發生普遍為南方小黑花椿象 (*O. strigicollis*)及三叉小黑花椿象 (*O. tantillus*)，尤其前者搜尋及捕食能力均較後者強，是生物防治薊馬之最佳選擇。

南方小黑花椿象屬半翅目 (Hemiptera) 花椿象科 (Anthocoridae)，分布臺灣、大陸與日本，偏好產卵於菊科、茄科及豆科植物幼嫩組織內，溫度適宜時 (25~27℃)卵約 3~4 天孵化，若蟲 5 齡，初孵化為灰白色，隨者齡期增長轉為淡黃色、橘紅色，至末齡呈黑褐色，成蟲黑色。由卵發育為成蟲夏天約需 10~14 日，冬天則需 14~20 日，雌蟲壽命約 30 日。若蟲與成蟲均擅長捕食薊馬、葉蟎等小型害蟲，行動活潑在植物四處蒐尋獵物，以細長的刺吸式口器捕食吸取蟲卵或其他小蟲，隨者體型逐漸長大捕食能力越強，一生可捕食薊馬 200~300 或葉蟎 500~600 隻 (王等，2002)。

南方小黑花椿象之量產技術

農業試驗所於 1990 年代即著手調查臺灣小黑花椿象屬 (*Orius*) 類天敵，並評估其在田間生物防治害蟲的潛能。當時比較評估在玉米與菊花上最常見的南方小黑花椿象及三叉小花椿象生活習性等，以南方小黑花椿象捕食積極性、食量與繁殖量均高於三叉小黑花椿象，被評估為生物防治應用價值較其他小黑花椿象高，進而研發其繁殖量產及生物防治之應用技術。

基於南方小黑花椿象同時需要動物與植物性食物，且產卵於植物幼嫩組織，瓜果豆類或蔬菜新芽幼葉等，雖可飼養成蟲作為產卵介質，但經多次測試，以為溫度 27℃ 左右，飼以豆苗及粉斑螟蛾卵為繁殖小黑花椿量產基礎模式 (王等，2002)。後經不斷改進是與繁殖技術，最後研發以豐年蝦卵取代粉斑螟蛾卵為小黑花椿若蟲食餌，成蟲則飼以蛾卵之方式，可降低生產成本 (盧等，2011)

南方小黑花椿象於田間之應用

一、紅豆

南方小黑花椿象曾在 1999~2001 年於屏東新園紅豆上釋放防治薊馬配合適時施用殺蟲劑的綜合防治，每分地每次釋放 2 萬隻小黑花椿象，釋放 4~5 次，結果顯示綜合防治區紅豆於開花末期的薊馬數量，相較指導用藥試區或農民自行用藥區的數量減少，僅約為 30%，產量則增加 116~251% 以上 (王等，2002)，全程用藥 2~3 次，相較農民自行用藥 8 次數，減少 60~75% 用藥。

二、茄子

南方小黑花椿象防治茄子薊馬或其他小型害蟲也具成效，於彰化縣田尾鄉及南投縣草屯鎮茄園釋放，用以防治南黃薊馬，結果顯示，視茄子植株之大小，每週每株釋放 20~150 隻小黑花椿象，連續 8 週，自第 4 週起至第 9 週，釋放區之南黃薊馬數量均低於對照區，對同時發生的銀葉粉蝨密度亦有壓制作用 (王等，2002)。

三、草莓

草莓是苗栗縣大湖鄉的特有農作，生產期常發生葉蟎與臺灣花薊馬，影響草莓產量與品質。有鑑於此，苗栗改良場於 2006 年承接農業試驗所南方小黑花椿象大量繁殖技術，生產小黑花椿象防治薊馬。草莓園釋放南方小黑花椿象適當時間為 5~6 月育苗期及生長期 2 月上旬薊馬發生前。釋放數量視草莓大小及薊馬密度，通常每株草莓維持 5~6 隻小黑椿若蟲或 2~3 隻成蟲的密度，可以達到良好的防治效果 (黃等，2009)。

四、設施甜椒

甜椒為臺灣近年高經濟新興作物，由於為連續採收蔬果，若過度依賴藥劑防治，往往影響果品的安全。為釐清關鍵蟲害，農業試驗所研究人員在 2015 年於所屬溫室內調查甜椒病蟲害，其中銀葉粉蝨、小黃薊馬、蚜蟲最高密度分別為 77.0、 0.6 及 0.4 (隻/黏板)，細蟎族群則於 6 月攀升，最高達每葉 22 隻。分析害蟲對甜椒影響，粉蝨密度雖高但並不影響甜椒生長。小黃薊馬及茶細蟎取食新芽及小果，對植株生長、花芽數及果品品質影響較為嚴重。因此針對前述害蟲測試以石灰硫磺混劑防治細蟎效果達 80%以上。在 300 個盆栽甜椒的溫室內，每週釋放小黑花椿象 2000 隻，可以抑制小黃薊馬發生約 3 週，可以減少農藥之使用。

2015 年在南投縣信義鄉一處栽培 12,000 株甜椒之簡易溫室，進行釋放南方小黑花椿象測試評估其防治薊馬之效果。試驗分為自當年 8 月起每 2 週至該試驗區定期釋放小黑花椿象約 32,000 隻。釋放後約 7 週 (9 月) 試驗區薊馬開始發生，改每週釋放約 32,000 隻小黑椿，共釋放 17 次。調查釋放區及對照區 (不放小黑椿) 之南黃薊馬與臺灣花薊馬密度，釋放前藍色黏板誘集薊馬數均為 0 隻，兩區並無差異。試驗結果顯示，對照區藍色黏板誘集臺灣花薊馬密度最高達 119.3 隻/黏板，較釋放天敵試驗區 30 隻/黏板高 (圖 1)。調查甜椒花朵上兩種薊馬蟲數，對照區臺灣花薊馬密度亦較釋放區高 (圖 2)，小黑椿在甜椒花朵上數量在釋放區較對照區高 (圖 2)，顯示小黑椿釋放後可以在甜椒上發育繁殖。試驗開始進行後全區未噴殺蟲劑，茶細蟎發生時則施以石灰硫磺粉劑稀釋 1000 倍。試驗結果顯示以釋放南方小黑椿為主的綜合防治，具壓制甜椒薊馬密度之效果，對甜椒安全生產有相當之助益。

未來展望

南方小黑花椿象目前量產技術成熟，在臺灣幾種作物上測試也達到防治效益，其防治效果受防治作物與小黑花椿象釋放齡期、密度、數量及次數等影響。尤其是

臺灣栽培環境複雜，病蟲害種類繁多，單賴生物防治或是化學防治均有其侷限無法達到有效防治，將兩者納入建立彼此調和的綜合防治，瞭解化學農藥對天敵的副作用，在必須使用農藥防治病蟲害時配合選用對天敵低毒的化學藥劑，不但可以減少農藥使用，且可以達到保護天敵的作用，提升兩者防治效益。此外，生物防治是否能達到防治效益，必須可以穩定提供天敵進行釋放。因此未來生物防治應走向商品化及產業化，對臺灣安全農業生產將有極大助益。

引用文獻

Riley, D. G., S. V. Joseph, R. Srinivasan, and S. Diffie. 2011. Thrips vectors of tospoviruses. Integrated Pest Management 1: 1-10.

王清玲、李平全、吳炎融。2002。薊馬天敵-小黑花椿象(*Orius strigicollis*)之繁殖與利用。臺灣昆蟲特刊 3: 157-174。

黃勝泉、張廣淼、彭淑貞。2009。南方小黑花椿象對草莓薊馬類防治效果評估。苗栗區農業專訊 48: 10-12。

鄧汀欽。2011。三十年來臺灣瓜類病毒病害流行趨勢演變。農試所特刊 152: 147-164。

盧秋通、邱一中、徐孟愉、王清玲、林鳳琪。2011。以豐年蝦卵為代用食餌繁殖南方小黑花椿象。臺灣農業研究 60: 300-308。

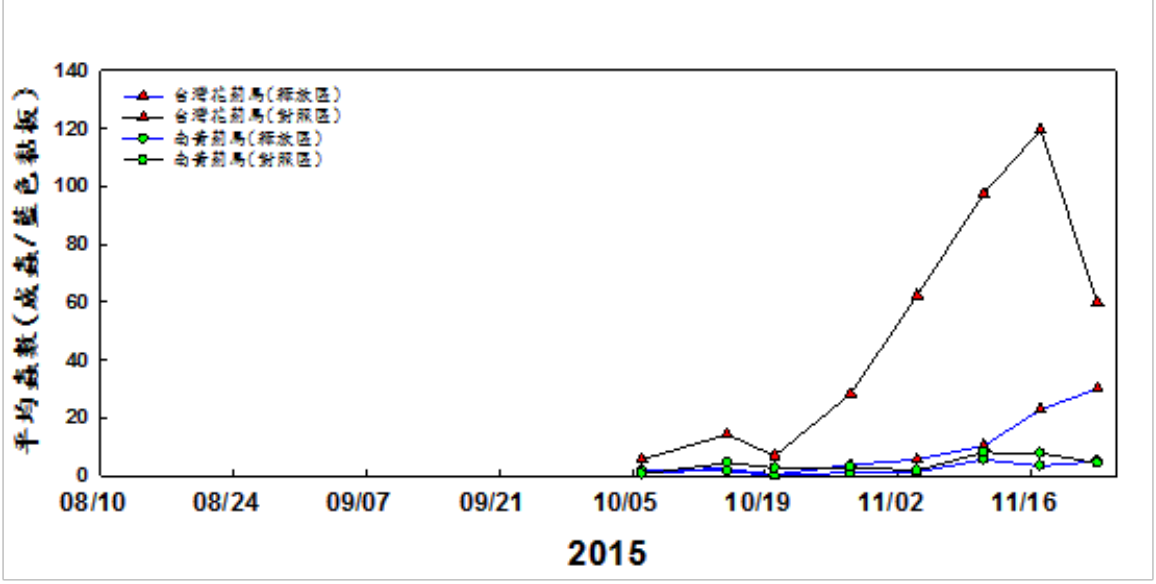


圖 1. 釋放小黑花椿象防治設施栽培甜椒薊馬之族群變動(信義鄉)。

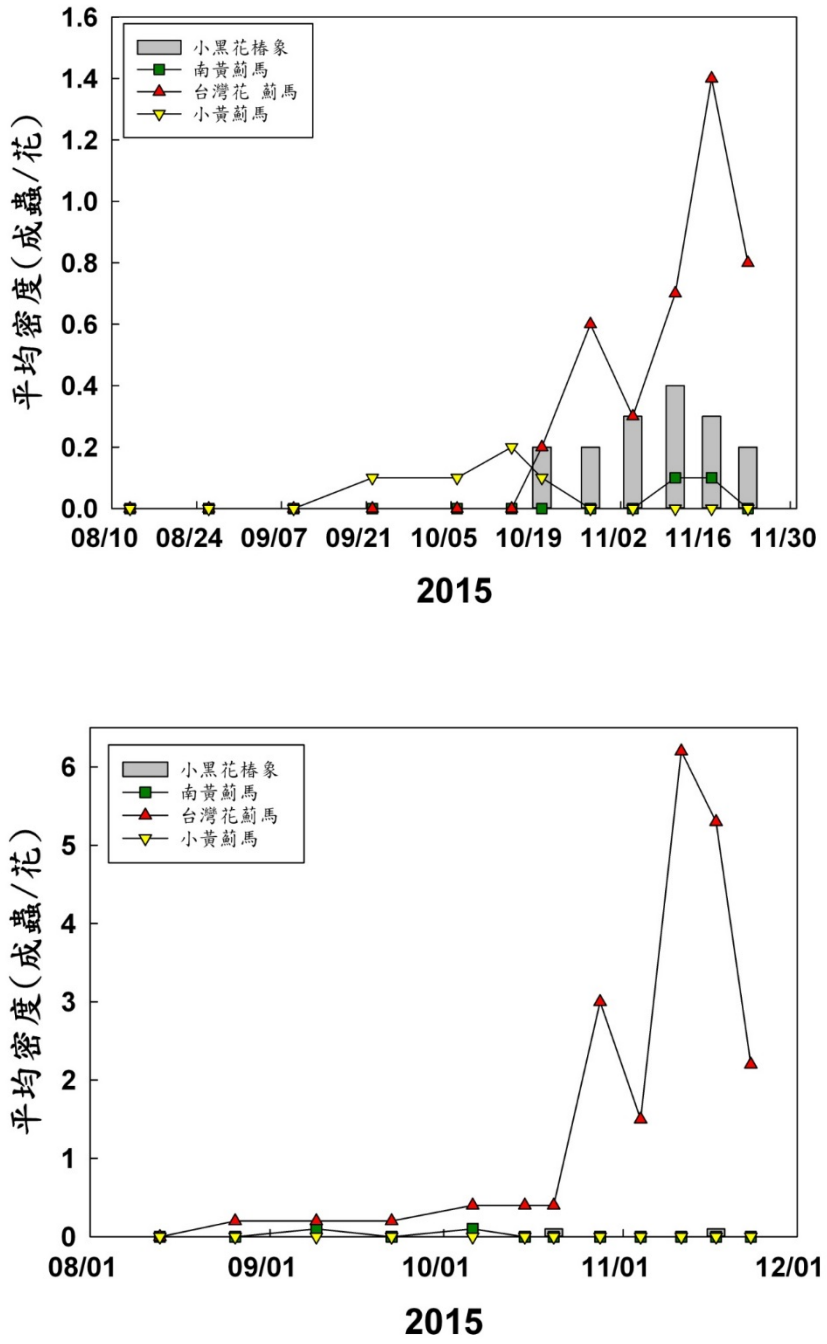


圖 2. 生物防治區(上)與藥劑防治區(下)之薊馬與小黑花椿象密度變化

基徵草蛉在害蟲防治上之應用

許北辰[1,*]、盧秋通[2]、余志儒[1]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組；
[2] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組退休助理研究員
[*]通訊作者 e-mail: bchen@tari.gov.tw

摘要

基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 能捕食蚜蟲、粉蝨，蟎類等多種小體型昆蟲，目前量產技術可供應大面積作物之使用，為農作害蟲防治上極具應用潛力之生物天敵。本文探討基徵草蛉幼蟲對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 的防治效果，結果顯示，釋放 6 隻基徵草齡三齡幼蟲在接殖 5、10、15 及 20 隻不同密度棉蚜的小黃瓜植株上，達到 100% 防治率的所需時間分別為 11、5、6、10 日。若棉蚜密度大於每株 25 隻，則無法達到 100% 防治。另外，揭露部份已完成之銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring)) 在不同溫度下的生活史，及基徵草蛉對銀葉粉蝨之捕食量等試驗結果；待相關試驗建構完成，可做為草蛉應用技術的參考。

關鍵詞：基徵草蛉、銀葉粉蝨、捕食量。

前言

棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 與銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring)) 皆是農作物的重要害蟲，可造成植株生長衰弱，其分泌的蜜露會引發煤煙病，影響植株行光合作用，更嚴重的還會傳播病毒病 (林與陳，2005；林，2015；費與王，2007)，對寄主植物的產量與品質造成極大威脅。這兩種害蟲的寄主植物範圍廣泛，包括蔬菜、花卉、葫蘆科、茄科等多種重要經濟作物。此二種害蟲體型小、發育快速，短時間內即可發展成高密度族群，對產業造成嚴重影響。又近年來由於對生態環境保護及食安問題的日益重視，利用生物天敵的生物防治法，實為可考慮廣泛應用的害蟲防治方法。生物防治也易於與其他防治方法配合運應，例如植物油混方等的友善環境防治資材，或可收相輔相成之效。

基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 屬於脈翅目 (*Neuroptera*) 草蛉科 (*Chrysopidae*)，幼蟲可捕食蟎類、蚜蟲、粉蝨、柑橘潛葉蛾等農作物害蟲，是重要的生物天敵 (吳與林，1998；盧與王，2006；蕭，2002)。其量產技術經本所多年研發 (李，1994)，漸臻完備，可於室內穩定繁殖草蛉族群，以此技術飼養，卵孵化率可達 70% 以上，成蟲壽命可維持 1~2 個月，每隻成蟲一生可產近 900 粒卵。而且已有技術授權國內廠商，提供給農民草蛉卵片、幼蟲盒等商品，應用於溫網室之蔬菜園、花卉、甜瓜、小黃瓜、甜椒等作物之害蟲防治 (盧與王，2006；陳等，2014；施等，2003)。然而，為求草蛉之田間釋放能更經濟有效，尤其天敵的適當釋放量、時機及頻度等更待進一步探討。本研究期望建立基徵草蛉對棉蚜與銀葉粉蝨的捕食效果，以及銀葉粉蝨族群增長動態等資料，以做為防治技術應用的參考。

材料與方法

草蛉三齡幼蟲對棉蚜的防治效果評估

以小黃瓜作為供試植物，進行基徵草蛉防治棉蚜試驗研究。首先於溫室栽培小黃瓜盆栽，俟生長至 5~6 片真葉完全展開時，移至網室內，即接殖棉蚜，分別每株接殖無翅型成蟲 5、10、15 或 20 隻。棉蚜接殖後當日起，每日接殖 1 隻第三

齡基徵草蛉幼蟲，連續 6 日。另設 1 組為無釋放草蛉之對照組，每組各重複 3 次。於每次釋放草蛉前調查記錄各處理組之蚜蟲數。

銀葉粉蝨取食洋香瓜葉之生活史

在 25℃ 下，將 50 株洋香瓜苗置於銀葉粉蝨飼養箱內，任其產卵 2 小時後取出瓜苗。於每棵苗上僅留一粒粉蝨卵，其餘蟲體剔除，並置於直徑 15 cm × 高 8 cm 的透明塑膠管中，每日記錄發育情形。成蟲羽化後取同日羽化之雌雄蟲行單對飼養，紀錄每日產卵量及雌雄蟲壽命。另於 15、20、30℃ 下分別進行相同試驗。

基徵草蛉取食銀葉粉蝨的捕食量

本試驗以三齡銀葉粉蝨若蟲為食餌。首先於 25℃ 下，將洋香瓜苗置於銀葉粉蝨飼養箱內任其產卵 24 小時後，取出瓜苗並剔除成蟲，僅留卵，即移置於 25℃ 生長箱內，待粉蝨發育至三齡若蟲時供作食餌。

取當日孵化的草蛉幼蟲，置於培養皿內，並每日提供棲息足量銀葉粉蝨三齡若蟲的洋香瓜葉片，任草蛉幼蟲自由取食。每日置換新食餌，並計算被取食之粉蝨數量，直到草蛉幼蟲化蛹為止。上述試驗共重複五次。

結果

草蛉三齡幼蟲對棉蚜的防治效果評估

於 5 組試驗溫度：5℃、10℃、15℃、20℃、25℃ 下，草蛉幼蟲對棉蚜的捕食量如圖一所示，對於每株小黃瓜上 5、10、15 及 20 隻不同族群密度的棉蚜達到 100% 防治的所需時間不同，分別為 11、5、6、10 日。除最低密度每株 5 隻的處理之外，棉蚜密度越高所需時間有越長的趨勢。每株 25 隻棉蚜的最高密度處理，雖在草蛉釋放後第 5 日已有 96.0% 的防治率，第 7 日更達 99% 以上，但在調查結束時尚未能完全防治。

銀葉粉蝨取食洋香瓜葉之生活史

於 4 組試驗溫度：15℃、20℃、25℃、30℃ 下，銀葉粉蝨取食洋香瓜之生活史 (表一)。自卵至成蟲的所需時間分別為 42.7、22.1、13.9、11.2 日，以 15℃ 最長，30℃ 最短。卵至成蟲羽化之存活率分別為：18.0%、90.0%、70.0%、84.0%，其中以攝氏 15 度最低。雌蟲於四組溫度下之平均總產卵量分別為 116.3、181.6、275.8、161.6 粒卵。

基徵草蛉取食銀葉粉蝨的捕食量

草蛉幼蟲於 25℃ 下，一齡至三齡之發育時間各需 3、3、5 日。草蛉幼蟲於三個齡期，分別可捕食 178.6、567.2、2126.0 隻銀葉粉蝨若蟲 (圖二)。每隻草蛉幼蟲一生，平均可捕食約 2871.8 隻銀葉粉蝨若蟲。

討論

草蛉三齡幼蟲對棉蚜的防治效果

本文試驗中，若植株上棉蚜的起始數量越多，則達到 100% 防治的日數越長。但每株 5 隻棉蚜的處理，達到完全防治所需時間不是最短的原因，是否和其搜尋力 (searching rate) 或數量反應 (number response) 有關，有待進一步探討。又由每株 25 隻棉蚜處理的調查結果顯示，可能棉蚜的增殖與草蛉的捕食已達相當程度的平衡，參照對照組棉蚜密度的增長情形，本處理雖然有高防治率，但仍無法達到 100% 防治。因此，棉蚜的初始密度若大於每株 25 隻，釋放 6 隻三齡的基徵草蛉幼蟲有可能無法完全抑制。由於本試驗中無釋放草蛉的對照組於接 25 隻棉蚜

後的第 19 日，植株已無法負荷，故各處理皆只調查至第 19 日為止。盧與王 (2006) 於網室甜椒植株上每週釋放 1 次基徵草蛉二齡幼蟲，每株 3 隻，發現可將整個栽培期間的棉蚜維持在低密度，最高僅為每葉 18.1 隻，而未作防治的對照組最多達每葉 243.6 隻。施等 (2003) 於每株小黃瓜及甜椒上每三日施放 10 隻基徵草蛉幼蟲，對於棉蚜有 78% 的防治率。可見基徵草蛉確實有防治棉蚜的能力，但要達

表一、不同溫度下銀葉粉蝨於洋香瓜葉上之各齡期發育所需日數、存活率及產卵量

Stage	15ºC				20ºC			
	n	duration (day)	survival rate	Fecundity (egg/ female)	*n*	duration (day)	survival rate	Fecundity (egg/ female)
egg	50	25.11	72.0%	116.3	50	18.02	96.0%	181.6
1th	36	9.74	66.7%		48	5.17	95.8%	
2nd	24	8.05	87.5%		46	3.24	100.0%	
3rd	21	8.65	81.0%		46	3.58	97.8%	
4th	17	7.42	70.6%		45	4.51	100.0%	
larva	-	33.85	33.3%		-	16.50	93.8%	
pupa	12	8.89	75.0%		45	5.58	100.0%	
egg-emerge	9	67.85	18.0%		45	40.10	90.0%	

Stage	25ºC				30ºC			
	n	duration (day)	survival rate	Fecundity (egg/ female)	*n*	duration (day)	survival rate	Fecundity (egg/ female)
egg	50	7.09	96.0%	275.8	50	5.02	96.0%	161.6
1th	48	3.31	72.9%		48	2.74	100.0%	
2nd	35	2.89	100.0%		48	1.71	97.9%	
3rd	35	2.29	100.0%		47	2.05	97.9%	
4th	35	2.09	100.0%		46	2.71	95.7%	
larva	-	10.57	72.9%		-	9.21	91.7%	
pupa	35	3.29	100.0%		44	1.95	95.5%	
egg-emerge	35	20.94	70.0%		42	16.19	84.0%	

到 100%防治，其釋放量可能要隨棉蚜的族群密度再作調整，而且田間可能隨時有棉蚜入侵的狀況。因此，對於天敵的釋放率，如釋放量、時機及其頻度等，可能要以機動調整作考量。

銀葉粉蝨取食洋香瓜葉之生活史

林等 (2015) 曾在秋華二號品種的洋香瓜上試驗結果顯示銀葉粉蝨的平均發育日數隨著溫度增高而縮短，在 16~30ºC 定溫下，卵至成蟲平均發育日數為 15.8~55.3 日。白與陳 (1998) 以銀輝品種洋香瓜飼育，在 28ºC 定溫下測得的卵至成蟲羽化時間為 14.52 日，一生平均總產卵量為 104.36 粒卵。本試驗於 15~30ºC 觀察之平均發育日數為 16.19~67.85 日，一生平均總產卵量於 30ºC 為 161.6 粒卵，與上述文獻報告結果類似。但在存活率方面，林等 (2015) 在 16~30ºC 定溫下測得之孵化率為 94-98%，自卵至羽化之存活率在 26ºC 及 28ºC 最高，約

94%，32ºC 與 16ºC 下最低，約 75%。白與陳 (1998) 在 28ºC 下於洋香瓜上試驗卵孵化率為 97.5%，卵至成蟲羽化之存活率為 92.5%。本試驗觀察結果，孵化率於 20~30 ºC 下為 96%，但在 15ºC 僅為 72%；卵至成蟲羽化之存活率以 20ºC 最高，為 90.0%，30ºC 次之為 84.0%，15ºC 最差僅為 18.0%，皆低於前述研究。造成此差異的可能原因為試驗植株品種對於低溫的耐受力不盡相同所致。綜上所述，銀葉粉蝨於適合生存之溫度環境下，溫度越高發育越快，繁殖能力越強。

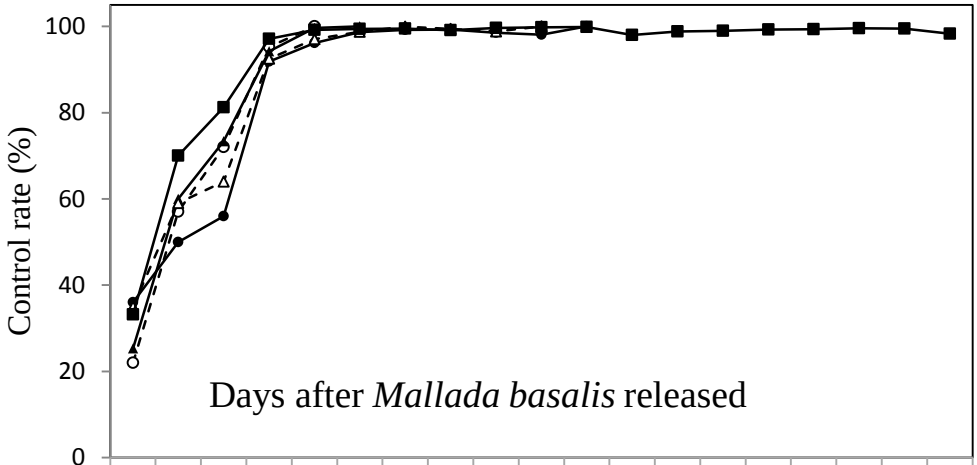
基徵草蛉取食銀葉粉蝨的捕食量

歷來已有多位研究人員測試基徵草蛉在害蟲防治的應用， 例如盧與王等 (2006) 於網室甜椒植株上定期釋放草蛉二齡幼蟲，可有效壓制棉蚜及銀葉粉蝨於低密度。陳等 (2014) 於網室木瓜植株上每株釋放 200 粒基徵草蛉卵，可防治神澤氏葉蟎達 95% 以上，但上述文中皆未針對草蛉釋放量與頻度的根據加以討論。

本試驗擬嘗試結合草蛉的生活史與捕食能力、粉蝨的生活史等資料，研擬合適的草蛉釋放技術。目前已測得於 25ºC 下之限制範圍中測試基徵草蛉幼蟲對銀葉粉蝨的捕食量，顯示該幼蟲期平均可捕食 2872 隻粉蝨，顯示其對銀葉粉蝨具有防治潛力。另 15、20 及 30ºC 試驗仍在進行，若將完整結果與銀葉粉蝨的生活史資料結合，依據害蟲與天敵的生活史以及天敵的捕食量加以分析比較，或許對於天敵釋放技術，包括時機、數量與頻度等，將使天敵的應用技術更臻成熟。

結語

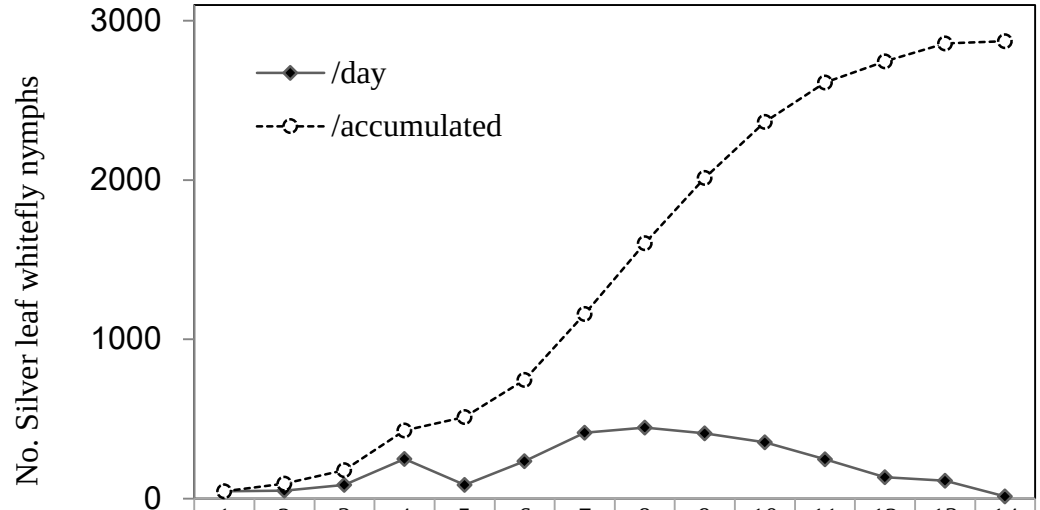
基徵草蛉為農業上的重要天敵昆蟲，因此本文研究基徵草蛉幼蟲於葫蘆科作物上，對棉蚜、銀葉粉蝨的防治效果，並揭露部份銀葉粉蝨在不同溫度下的生活史，待相關試驗建構完成，相信對於天敵的釋放時機、數量等有所助益，可做為未來草蛉大量釋放技術的應用參考。且未來草蛉若能與植物油相互配合應用，將有助於安全無農藥殘留的農作生產。



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
5	36.	50.	56.	91.	96.	98.	99.	99.	98.	98.	100								
10	22.	57.	72.	95.	100														
15	25.	60.	73.	94.	99.	100													
20	35.	59.	64.	92.	97.	98.	99.	99.	98.	100									
25	33.	70.	81.	97.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	98.	98.	99.	99.	99.	99.	99.	98.

圖一、小黃瓜上釋放基徵草蛉對棉蚜的防治率

圖二、基徵草蛉幼蟲對銀葉粉蝨三齡若蟲捕食量



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
/day	44.8	48.6	85.2	248.8	85	233.4	412.6	445.6	409.4	353	246	133.8	112	13.6
/accumulated	44.8	93.4	178.6	427.4	512.4	745.8	1158.1	1604.2	2013.2	2366.2	2612.2	2746.2	2858.2	2871.

Time (day)

引用文獻

白桂芳、陳慶忠。1998。銀葉粉蝨在三種寄主植物上之生物特性。臺中區農業改良場研究彙報 58: 33-41。

李文臺。1994。基徵草蛉微膠囊人工飼料製作技術開發。中華昆蟲。14: 47-52。

余志儒、陳炳輝。2011。臺灣農業研究。60(1): 1–10。

吳子淦、 林珪瑞。1998。 基徵草蛉 (脈翅目：草蛉科) 對柑橘潛葉蛾 (鱗翅目：潛葉蛾科) 寄生蜂之影響。中華昆蟲 18: 13-26。

余志儒、陳健忠、周樑鑑。1992。田間釋放玉米螟赤眼卵蜂(*Trichogramma ostriniae*) 防治亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*) 效果評估。中華農業研究。41(3): 295-310.

林鳳琪、陳文華。2005。果菜類害蟲—棉蚜。臺灣農家要覽增修訂三版農作篇(三): 410-411。

林鳳琪、賴信順、陳秋男。2015。溫度對洋香瓜上銀葉粉蝨發育速率之影響。臺灣昆蟲35: 11-21。

陳健忠、鄭玲蘭、董耀仁、盧秋通、吳文哲、John S. Yaninek。 2014。應用基徵草蛉防治網室木瓜上神澤氏葉蟎之研究。臺灣農業研究 63(2): 91-104。

施錫彬。2003。草蛉大量飼養與捕食效應之研究。桃園區農業改良場研究彙報第 52 號 p??。

曾清田、吳炎融、鐘華月。1996。網室木瓜生物防治之天敵－草蛉大量飼養。臺南區農業專訊第15期：12-13頁。

費雯綺、王喻其編。2007。植物保護手冊。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所發行。135、297頁。

盧秋通、王清玲。2006。基徵草蛉對設施甜椒害蟲之防治效果評估。臺灣農業研究 55: 111-120。

蕭素女。2002。基徵草蛉 *Mallada basalis*(Walker)防治茶葉蟎 *Oligonychus coffeae* Nietner 之效果評估。臺灣茶業研究彙報。21: 57-64。

跳小蜂防治木瓜秀粉介殼蟲

陳淑佩[1,*] 陳健忠[1]

[1]行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者：spchen@tari.gov.tw

摘要

原產於墨西哥之木瓜秀粉介殼蟲 (*Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink, PMB) 於 2010 年入侵臺灣地區後，已於木瓜、番石榴、茄科作物 (如茄子及番茄)、旋花科 (如甘藷葉) 等 23 科 53 種作物上造成危害。自 2011 年起，本研究調查所得的寄生蜂包括木瓜抑蝨跳小蜂 (*Acerophagus papaya* Noyes and Schauff)、*Pseudleptomastix* sp.、橫盾小蜂 (*Chartocerus walkeri* Hayat)、釉小蜂 (*Entedononecremnus* sp.) 及花翅跳小蜂 (*Marietta leopardina*)。其中前二種屬於初寄生蜂 (primary parasitoid)，後三種屬於重覆寄生蜂，且調查結果顯示，重覆寄生蜂數量極少，不致影響木瓜抑蝨跳小蜂族群。木瓜抑蝨跳小蜂對於木瓜秀粉介殼蟲在全世界已具實際應用之防治功效，本研究除對建立各齡期外部形態資料外，調查資料顯示，木瓜抑蝨跳小蜂寄生於 2 齡若蟲至雌成蟲，在田間的寄生致死率可高達 93.3%。田間低溫高溼環境下木瓜抑蝨跳小蜂與害蟲之族群相對減少，當粉介殼蟲數量較少時，亦可維持 32.0~64.4% 寄生致死率。木瓜抑蝨跳小蜂具專一性、移動速度快、寄生齡期廣 (2 齡若蟲至雌成蟲) 等生態特性，不失為具防治木瓜秀粉介殼蟲潛力之寄生蜂。

關鍵詞：木瓜秀粉介殼蟲 (*Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink)、寄生蜂、木瓜抑蝨跳小蜂 (*Acerophagus papaya* Noyes and Schauff)。

前言

木瓜 (*Carica papaya* L.) 屬於番木瓜科 (Caricaceae) 之作物，原產於熱帶美洲。目前臺灣木瓜種植面積約為 3,115 公頃，年產量約 10 萬公噸，多數栽種於中南部各縣市。在臺灣，以往木瓜果實甚少被害蟲嚴重為害，直到原產於墨西哥之木瓜秀粉介殼蟲 (*Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink, PMB) 於 2010 年入侵臺灣地區後 (Chen *et al*., 2011a)，引發木瓜植株及果實嚴重受害，導致葉片黃化、落葉及果實畸形，所分泌蜜露引發之媒煙病可阻礙光合作用，影響果品品質至鉅。目前雖有植保手冊推薦藥劑 (如 50% 馬拉松乳劑、20% 達特南水溶性粒劑、100g/L 賜派滅水懸劑及 99% 礦物油等)，但由於木瓜為連續採收作物，果實重疊致使藥劑無法完全覆蓋蟲體，增加藥劑防治的困難度，且以溫網室栽種的有機木瓜無法利用藥劑，故此害蟲之防治亦需引入生物防治方法以符合農友所需。依文獻顯示，除捕食性天敵外，寄生蜂對於木瓜秀粉介殼蟲亦有防治功效 (Muniyappan *et al*., 2006；Saengyot and Burikam, 2011；Tanwar *et al*., 2010)。其中源自墨西哥的木瓜抑蝨跳小蜂 (*Acerophagus papaya* Noyes and Schauff) (Noyes and Schauff, 2003) 已廣泛運用於木瓜秀粉介殼蟲之生物防治工作上 (Muniyappan *et al*., 2006)，故探討臺灣是否具抑制木瓜秀粉介殼蟲之寄生蜂、飼育流程之建立或需引進天敵等是本文研究目標。除對建立各齡期外部形態資料外，亦進行田間之調查及建立大量飼育之流程，以評估田間應用之可行性。

材料與方法

木瓜介殼蟲及其寄生蜂種類及族群消長、不同溫度下木瓜抑蝨跳小蜂飼育

一、 木瓜秀粉介殼蟲之寄生蜂種類調查：

自 2011 年起，不定期至臺灣中南部的木瓜園調查木瓜介殼蟲及其寄生蜂種類。採集回的介殼蟲經製玻片標本加以鑑定顯示臺灣地區木瓜介殼蟲之種類包括木瓜秀粉介殼蟲 (*Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink, 1992) (Chen *et al*., 2011a)、傑克貝爾長尾粉介殼蟲 (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller, 1996)、鳳梨嫡粉介殼蟲 (*Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893)) (Chen *et al*., 2011b) 及淡薄圓盾介殼蟲 (*Aspidiotus destructor* Signoret, 1869)。同時亦不定期採集被木瓜秀粉介殼蟲危害之葉片，並於實驗室收集被寄生蜂寄生之木瓜秀粉介殼蟲呈木乃伊化的乾屍，放置於 200 網目的細紗網袋 (30.0 cm X 45.0 cm)，在實驗室室溫條件下待羽化後收集寄生蜂。羽化後的寄生蜂，利用直徑 1.0 cm、 長 2.0 cm 的玻環璃指形瓶加以個別收集寄生蜂。利用實體巨視顯微鏡 (Leica Z16 Apo Stereomicroscope, Switzerland) 並配合自動步進馬達 Piezo 控制調焦器 (Leica Piezo Z-drive, Switzerland)、彩色 RGB CCD 攝影機 (Leica DFC 420 Digital Microscope Cameras, Switzerland)、電子式標準色溫環形燈組、標準色溫反射臺組 (5000 R/L, ring light LED, Switzerland) 拍攝生態後，製成乾燥標本以作為存證標本，並存放於行政院農業委員會農業試驗所。不同種類寄生蜂之細微形態 (如觸角、翅膀及生殖器等) 亦製成玻片標本，利用光學顯微鏡 (Leitz DMRB, Leica, Milton Keynes, U.K.) 配合自動步進馬達 Piezo 控制調焦器、彩色 RGB CCD 攝影機，進行形態特徵的數位化工作。

二、 木瓜抑蝨跳小蜂族群消長調查：

2012 年 8 月起至 2013 年 8 月，每 2 星期在雲林縣古坑鄉之有機木瓜園 (2 分地)，以逢機方式採有蟲體之下位葉攜回實驗室，再利用逢機方式取樣以調查主要的木瓜秀粉介殼蟲之寄生蜂 (木瓜抑蝨跳小蜂) 之族群消長情形。

三、 不同溫度下木瓜抑蝨跳小蜂飼育：

利用生長箱，在 50％RH，25℃、30℃ 下，利用發芽馬鈴薯在上飼育木瓜秀粉介殼蟲，測度適合生長的溫度及壽命。

結果與討論

本研究調查木瓜的介殼蟲種類中，以木瓜秀粉介殼蟲為危害木瓜的優勢種類，但整體介殼蟲危害木瓜產量情形不顯著，應與農友在田間施藥及臺灣地區每年 1~2 月時低溫及具有寄生蜂有關。由被寄生的木瓜秀粉介殼蟲蟲體羽化出的寄生蜂，經鑑定結果包括木瓜抑蝨跳小蜂 (*Acerophagus papaya* Noyes and Schauff)、*Pseudleptomastix* sp.、橫盾小蜂 (*Chartocerus walkeri* Hayat)、釉小蜂 (*Entedononecremnus* sp.) 及花翅跳小蜂 (*Marietta leopardina*)。其中前二種屬於初寄生蜂 (primary parasitoid)，後三種屬於重覆寄生蜂，且調查結果顯示，重覆寄生蜂數量極少，不致影響木瓜抑蝨跳小蜂族群。田間調查顯示當粉介殼蟲族群密度低於 10% 時，亦可維持 32.0~65.3% 寄生致死率。其中寄生率較低時 (如低溫或雨季)，木瓜秀粉介殼蟲之族群量亦少。木瓜抑蝨跳小蜂在田間具壓抑木瓜秀粉介殼蟲族群之功效，且具專一性及寄生齡期廣 (2 齡若蟲至雌成蟲)之特性，不失為具潛力之寄生蜂。不同條件之試驗結果顯示，25℃、50％RH 條件下，雌成蟲壽命 33.4±12.03 天，雄成蟲壽命 26.2±8.06 天；30℃、50％RH 條件下，雌成蟲壽命 16.8±3.48 天，

雄成蟲壽命 13.4±2.09 天。25℃、50 % RH 條件下，木瓜抑蝨跳小蜂之成蟲壽命較長。

木瓜秀粉介殼蟲綜合防治一式包括 (1) 害蟲族群高時，可利用植保手冊推薦的 50% 馬拉松乳劑、20% 達特南水溶性粒劑、100g/L 賜派滅水懸劑及 99% 礦物油對木瓜秀粉介殼蟲防治效果均佳 (達 94.7~100%害蟲死亡率)，且無藥害的情形。(2) 剪除受害嚴重之植株組織並徹底清除、清除咸豐草等寄主雜草及落實螞蟻防治，才能避免此蟲危及周邊作物。(3) 釋放具專一性、移動速度快、寄生齡期廣等生態特性之木瓜抑蝨跳小蜂，以抑制害蟲。

木瓜抑蝨跳小蜂具專一性、移動速度快、寄生齡期廣 (2 齡若蟲至雌成蟲) 等生態特性，故對木瓜秀粉介殼蟲防治有其重要性。但農友防治木瓜秀粉介殼蟲時，利用植保手冊推薦的藥劑 (如 20% 達特南水溶性粒劑、100g/L 賜派滅水懸劑及 99% 礦物油等)及低溫是否對寄生蜂族群有影響及釋放量之估算亦是要再探討的部分。由於田間調查顯示調查資料顯示，田間低溫高溼環境下木瓜抑蝨跳小蜂與害蟲之族群相對減少，當粉介殼蟲族群密度低於 10%，亦可維持 32.0~64.4% 寄生致死率。故建議當粉介殼蟲族群密度低或開始發現此害蟲時，即可釋放木瓜抑蝨跳小蜂，建立田間族群以抑制害蟲。

誌謝

本研究承行政院農業委員會計畫 [104 農科-10.8.3-農-C1(6)] 經費之協助，謹致謝忱。

引用文獻

Chen S. P., J. Y. Wong, and W. J. Wu. 2011a. Preliminary Report on the Occurrence of Papaya Mealybug, *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink in Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 60(1): 72-76.

Chen, S. P., W. J. Wu, and J. Y. Wong. 2011b. Damage diagnosis and identification of scale insects and case analysis. p.61-72. in: Proceedings of Symposium on Diagnosis and Identification of Plant Pest and Case Analysis. September 19, 2011. Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan. 107 pp. (in Chinese with English summary)

Muniyappan, R., D. E. Meyerdirk, F. M. Sengebau, D. D. Berringer, and G. V. P. Reddy, 2006. Classical biological control of the papaya mealy bug, *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Republic of Palau. Flo. Entomol. 89: 212-217.

Noyes, J. S. and M. E. Schauff. 2003. New Encyrtidae (Hymenoptera) from papaya mealybug (*Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink) (Hemiptera : Sternorrhyncha: Pseudococcidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 105: 180-185.

Saengyot S. and I. Burikam. 2011. Host Plants and Natural Enemies of Papaya Mealybug, *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Thailand. Thai Journal of Agricultural Science 44(3): 197-205.

Tanwar R. K., P. Jeyakumar, and S. Vennila. 2010. Papaya mealybug and its management strategies. Technical Bull. 22: 1-22.

害蟲抗藥性與農藥減量策略

高靜華[1] 周桃美[1,*] 簡淑貝[1] 楊崇民[1]

[1]行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者 e-mail: ctm@tari.gov.tw

摘要

小菜蛾 (*Plutella xylostella* L.) 為十字花科蔬菜重要害蟲，國內核准登記用藥計有乃力松等 44 種農藥，依藥劑作用機制分類分屬抑制乙醯膽鹼酯酶、γ-胺基丁酸氯離子通道拮抗、異位活化尼古丁乙醯膽鹼受體、活化氯離子通道、干擾質子梯度分解氧化磷酸化反應、阻斷尼古丁乙醯膽鹼受體通道、抑制鱗翅目幾丁質合成、抑制粒線體複合物I電子傳遞、阻斷神經傳導電壓相關鈉離子通道、二醯胺類魚尼丁受體調節等 10 類群。此蟲因抗藥性問題而難以防治，經本所於民國 69 年起持續地深入研究，已闡明其抗藥性及藥劑間之交互抗性關係，確定應該避免使用易為多功能氧化酵素 (mixed function oxidases) 分解之對象藥劑如氨基甲酸鹽、合成除蟲菊精劑及昆蟲生長調節劑等，而採用培丹、蘇力菌及抗性不穩定之有機磷類，如亞特松及滅大松，輪流使用，即可達到防治並消除抗性干擾之目的。

為協助農民解決用藥問題，以此項研究成果為藍本，並將十字花科蔬菜其他重要害蟲，如大型鱗翅目害蟲、黃條葉蚤、潛蠅及蚜蟲等之防治藥劑一併考慮，擬定出輪用藥劑防治策略，於 79 年度首先在北斗及田中鎮實施，經過三年之田間示範，顯示此一綜合防治用藥較農民慣用技術平均可減少 35% 農藥費用；噴藥間隔可由 5.7 天延長為 7.8 天；藥劑之混合使用由 4.4 種減至 2.8 種；而蔬菜農友之收入也增加了 16.7%，因而此一防治策略及技術已被納入正規推廣系統，成為本省十字花科蔬菜害蟲之藥劑防治規範。

近年來更針對路竹、溪湖及土庫等之蔬菜產區進行小菜蛾抗藥性監測。以推薦濃度及兩倍濃度測試，依其致死率排序，前 5 名依序為賜諾特、因滅汀、因得克、脫芬瑞及培丹。目前剋安勃在田間對小菜蛾幾乎無效，包括與其它藥劑之混合劑，建議應暫停應用，待抗藥性因子消退後再檢測是否可以恢復使用。三個地區之抗藥性以溪湖最高，路竹次之，土庫較低，顯見不同地區農民用藥習慣與抗藥性有明顯之關聯。

關鍵詞：小菜蛾、抗藥性監測。

前言

目前國內已登記之農藥依產品區分計有殺菌劑、殺蟲劑、除草劑、殺蟎劑、殺鼠劑、殺線蟲劑、植物生長調節劑、除螺劑等八大類，共計核准登記 529 種含混合劑，許可證 5328 張，單劑 363 種，許可證 4748 張。依據 103 年農藥產銷量值統計，殺蟲劑佔 29.5%、殺菌劑佔 22.7%、除草劑佔 45.3%，殺蟲劑之使用量居中 (農藥資訊服務網，2015)。殺蟲劑之登記藥劑計有 221 筆，其中防治小菜蛾之農藥有乃力松等 44 種之多，雖然如此，農民仍然抱怨小菜蛾不易防治，缺乏有效之藥劑可供使用，由此可見小菜蛾防治之困難及抗藥性發生之嚴重。

針對小菜蛾抗藥性之研究追溯至 1980年開始，農試所針對全省蔬菜專區進行抗藥性方法、現況及交互抗性等之研究，陸續完成小菜蛾對傳統殺蟲劑如氨基甲酸鹽劑、有機磷劑、合成除蟲菊精劑及昆蟲生長調節劑等抗性之偵測研究，並於田間實測抗性對策，以因應此易發生抗藥性害蟲之防治 (Cheng *et al.*, 1985)。近10餘年來，小菜蛾新藥劑不斷推出，曾一度獲得良好之控制，惟因其對各類新藥之抗性已

逐漸形成 (Kao *et al*., 2001)，再度成為甘藍等十字花科蔬菜之首要害蟲，已登記的 40 餘種防治方法大部份已產生抗藥性，極待研訂有效防治策略以解決嚴重的抗藥性問題。近期以農民教育為主，希望由源頭了解農民用藥及小菜蛾抗藥性發生現況，繼而採用綜合防治模式，以農藥減量之管理策略為最終目標，進行抗藥性監測與消退及防治策略之擬定研究 (Kao *et al*., 1990)。

小菜蛾抗藥性調查及有效藥劑評估方式

一、 **確立抗藥性檢測流程及建立敏感度基本資料：**以葉片浸藥、噴霧塔噴藥及全株噴灑等方式，測試不同齡期蟲體對各類藥劑之感受性，建立標準測試流程。依藥劑之作用速率決定死亡率之觀察時間為 24~96 小時。

二、 **專業區害蟲抗藥性檢測：**依 IRAC 對現有殺蟲劑之分類，選定作用機制不同之藥劑，以葉片浸藥及噴霧塔方式，比較推薦濃度與兩倍濃度之致死率。測試藥劑包括有機磷、合成除蟲菊類、抗生性 (阿巴汀、因滅汀、密滅汀)、nereistoxin類似物 (培丹、硫賜安)、oxadiazine類 (因得克)、pyrazole類 (芬普尼)、pyrrole類 (克凡派)等 20 餘種新舊型藥劑 (Kao *et al*., 1990)。

三、 **藥劑感受性恢復測試:**針對抗藥性發生嚴重之第 28 群農藥進行回復性測試，以了解停藥期。

四、 **合理用藥策略評估：**依抗藥性檢測結果、藥劑類別與交互抗性特質及不同地區防治用藥歷史，擬定合理用藥策略。

以 102 年至 104 年為例，針對高雄縣路竹鄉、彰化縣溪湖鎮之蔬菜產區進行小菜蛾抗藥性監測，採自路竹、溪湖等兩個蔬菜生產專區之小菜蛾，攜回實驗室大量飼育後，以葉片浸藥法及噴霧塔法測試 3 齡幼蟲對各類推薦藥劑之抗藥程度。選取目前較常使用之 16 種登記之化學藥劑，並以推薦濃度及兩倍濃度供試，依據藥劑致死率排序顯示，路竹及溪湖地區以賜諾特、因得克、脫芬瑞及因滅汀致死率大於 70% 較佳，除蟲菊、氨基甲酸鹽、有機磷劑等幾乎無效 (表一)。針對路竹、溪湖及土庫等之蔬菜產區進行小菜蛾抗藥性監測，依其致死率排序，前 5 名依序為賜諾特、因滅汀、因得克、脫芬瑞及培丹。三個地區之抗藥性以溪湖最高，路竹次之，土庫較低，顯見不同地區農民用藥習慣與抗藥性有明顯之關聯。另於 104 年比較高雄路竹及彰化溪湖地區小菜蛾對剋安勃、氟大滅、阿巴汀及阿巴安勃等作用機制第 6 及 28 群之藥劑感受性恢復情形，於首次田間採集測試後持續飼養，間隔 3、6、10 個月後再次測試其藥劑感受性，試驗結果發現路竹及溪湖地區之小菜蛾於停藥 6 個月後感受性有逐漸恢復，停藥 10 個月後致死率高達 100% (表二)，顯示在田間幾乎無效之藥劑如剋安勃、阿巴汀等，停用此類藥劑達半年以上，仍能恢復其殺蟲效果。

五、 **農藥減量策略：**綜合近年來實驗之結果，除建議農民應確實遵守植物保護手冊建議之用藥規範外，適時配合非農藥防治資材，如利用性費洛蒙誘引劑監測田間害蟲消長，壓低蟲口密度後再輪用不同作用機制之藥劑，並適時透過停用藥劑之機制，以達到延長藥劑在田間使用之壽命，均可減少農藥之使用量，避免抗藥性之產生。

結論

為減緩昆蟲與蟎類對各類藥劑產生抗藥性，簡化用藥種類及輪用不同作用機制藥劑可確保相同作用機制藥劑免受抗藥性汰選，達到永續及有效防治之目的；並須依作物不同的生長階段及其主要害蟲的生物特性，擬定合理用藥策略。噴藥時應依當地抗藥性概況，避免相同藥劑連續施用於兩世代之害蟲，同種藥劑至多連續使用 2~3 次。除確實遵守植物保護手冊所建議之用藥規範外，要審慎選擇有效且不同作用機制之藥劑輪流使用，並配合非化學防治技術之整合管理策略，以延緩田間抗藥性之發生。

引用文獻

農藥資訊服務網。http://pesticide.baphiq.gov.tw/ 。動植物防疫檢疫局。

Cheng, E. Y., T. M. Chou, and C. H. Kao. 1985. Insecticide resistance study in Plutella xylostella (L.) VI. An experimental analysis of organophosphorus and synthetic pyrethorid resistances. J. Agric. Res. China 34: 96-104.

Kao, C. H, C. S. Chiu, and E. Y. Cheng. 1990. Field evaluation of microbial and chemical insecticides for diamondback moth and other lepidopterous pests control on cabbage. J. Agric. Res. China 39: 221-227.

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

表一、不同地區小菜蛾對藥劑致死率測試結果

IRAC 註 (農藥分類代號)	農藥名稱/登記年份	測試濃度 (推薦濃度/兩倍濃度)	推薦濃度/兩倍濃度死亡率(%)							
			路竹			溪湖			雲林	
			102	103	104	102	103	104	102	103
1A	40.64% 加保扶/'85	1200x / 600x	16.6/21.2	7.6/7.5	8.7/14.9	5.3/14.5	7.6/7.5	5.8/9.4	9.0/11.3	6.0/11.0
1B	43% 佈飛松/'85	1000x / 500x	48.8/69.3	15.1/37.3	17.4/36.2	61.5/34.8	15.1/37.3	23.4/45.7	37.2/65.9	16.3/51.7
2B	49.5% 芬普尼/'96	2000x / 1000x	3.7/6.0	4.2/4.0	4.2/13.0	0/0	4.2/4.0	12.8/21.3	13.4/14.7	8.3/8.0
3A	10% 百滅寧/'77	2000x /1000x	0/4.3	5.9/9.6	4.3/8.9	0/0	5.9/9.6	3.9/9.8	5.5/13.7	0/0
	2.4% 第滅寧/'85	1000x / 500x	10.2/9.4	2.0/19.6	4.4/11.1	0/2.0	2.0/19.6	2.2/2.2	0/0	6.7/7.8
5	2.5% 賜諾殺/'99	750x / 375x	60.0/68.8	20.0/54.9	43.5/95.7	—	20.0/54.9	97.9/98.0	64.7/95.1	—
	11.7% 賜諾特/'10	2000x / 1000x	91/97.8	92.0/100	93.5/100	82.7/92.5	92.0/100	63.5/100	96.2/100	95.6/100
6	2.15% 因滅汀/'00	1500x / 750x	76.5/95.3	76.5/100	48.9/80.9	91.4/92.7	76.5/100	60.8/91.8	85.4/90.1	83.0/100
	2% 阿巴汀/'92	2000x /1000x	6.0/11.9	13.0/14.6	4.3/20.0	0/0	13.0/14.6	40.9/22.5	1.9/21.5	17.7/32.6
13	10% 克凡派/'96	1000x / 500x	20.4/30.6	15.6/17.4	35.6/77.8	16.0/18.0	15.6/17.4	68.8/85.4	15.6/34.6	42.0/63.2
14	50% 培丹/'85	1000x / 500x	68.4/60.0	48.1/80.0	70.2/52.2	43.4/84.8	48.1/80.0	93.8/95.8	69.2/75.0	64.0/65.4
15	5% 克福隆/'87	2000x / 1000x	25.5/27.0	15.6/20.0	8.9/50.0	7.8/20.8	15.6/20.0	35.4/72.9	39.2/39.6	34.6/35.2
21A	15% 脫芬瑞(SC)/'08	2000x / 1000x	71.4/78.7	72.5/96.4	65.9/97.9	81.8/88.6	72.5/96.4	97.8/100	75.5/86.0	95.7/96.0
22A	14.5% 因得克/'02	2500x / 1250x	82.7/79.7	34.6/48.9	75.6/93.6	50.0/80.0	34.6/48.9	59.6/76.1	90.0/90.3	75.0/97.9
28	18.4% 剋安勃/'09	3000x / 1500x	6.1/10.0	0/2.0	13.0/13.6	0/0	0/2.0	38.0/86.0	48.8/64.5	17.3/34.6
	20% 氟大滅/'10	3000x / 1500x	65.9/70.2	34.9/46.9	45.7/63.6	34.1/55.3	34.9/46.9	53.2/83.0	48.8/64.5	52.0/64.5

註： IRAC 農藥分類係依藥劑作用機制歸類。

表二、田間品系小菜蛾對作用機制屬第 6 及 28 群藥劑感受性恢復情形

農藥名稱	測試濃度 (推薦濃度/兩倍濃度)	推薦濃度/兩倍濃度死亡率(%)					
		高雄路竹(2015)			彰化溪湖(2015)		
		3 個月	6 個月	10 個月	3 個月	6 個月	10 個月
2% 阿巴汀(EC)	2000x / 1000x	7.5/14.6	69.4/65.5	93.2/95.5	1.6/17.4	33.3/41.3	100/100
18.4% 剋安勃(SC)	2500x / 1250x	6.7/35.6	56.6/67.4	100/95.3	0/2	27.3/67.4	100/100
20% 氟大滅(WG)	3000x / 1500x	38.8/52.7	57.34/66.7	100/100	31.9/46.9	47.8/62.2	100/100
2% 阿巴安勃(SC)	2000x / 1000x	12.2/30	79.6/83.7	100/100	-/-	14.3/40.4	100/100

農產品自主把關-生化檢驗體系簡介

江明耀[1,*] 高靜華[1] 周桃美[1] 黃毓斌[1]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組
[*]通訊作者 江明耀 mingyaw@tari.gov.tw

摘要

慣行農業操作模式下，農民以農藥作為病蟲害管理的主要工具，因而衍生農藥殘留的風險，為保護消費安全，農政單位積極推動農作物農藥殘留監測與管制工作。農業試驗所自 1974 年以家蠅生物檢定技術為基礎，開發農藥殘留生化快速檢驗技術，致力推廣應用於農業生產、運銷及消費團體，輔導建立農產品自主把關體系。由於生化法具備經濟、快速、有效等特性，適合應用於快速運銷生鮮蔬果的農藥殘留把關，得以及時攔阻農藥殘留高風險蔬果進入消費系統流通，有效減少食安風險。本文謹針對農藥殘留生化法之發展應用及生化檢驗體系之推廣簡要說明，期使消費者能了解目前生化檢驗技術在食安維護工作上之效益。

關鍵詞:農藥殘留快速檢測技術、生化法、乙醯膽鹼酯酶。

前言

農民為滿足消費者對於高品質蔬果的標準，並追求較高的收益，在蔬果種植期間無不費盡心思防範各種病蟲害侵入危害。依據世界衛生組織 (WHO) 的評估，完全不使用農藥的情況下，全球農產品的損失可能高達 35% (王等，2013)，因此在慣行栽培模式下，農民習於使用農藥作為病蟲害預防與防治的主要手段。然而農藥施用須經過一段時間使農藥消退分解後，殘留於作物上的農藥量才會低於安全標準，一旦農藥施用濃度太高、施用量過多或太早採收，就可能造成殘留毒性的風險。

農藥使用的歷史及殘留監測工作之發展

第二次世界大戰之後，由於化工合成技術突發猛進，化學合成農藥也隨之快速發展。民國 38 年我國開始引進有機氯及有機磷類等化學農藥使用於農業用途，並於民國 50 年核准農藥工廠設立。至今，每年農藥使用量約 8,000 公噸，以全臺可耕地面積約 80 萬頃估算，大約每公頃每年農藥使用量為 10 公斤，僅次於哥斯大黎加的 20.4 公斤、哥倫比亞的 16.7 公斤及南韓的 12.8 公斤，排名全球第 4 名。農藥的過度使用造成了許多的負面影響，除了直接殘留在農產品上影響食品安全性，也間接殺害了非目標的生物，影響生態環境；還會在環境中殘留，汙染土壤及地下水等，造成深遠的影響。

為保障消費者食用農產品的安全，政府制定了一系列的法規命令，管制農藥的生產與使用及農藥殘留的抽驗、檢驗等。而農產品農藥殘留的管理制度，主要依上市前後區分，分別由農業委員會及衛生福利部主政。農委會依據「農藥管理法」第 36 條，訂定「農藥使用管理辦法」辦理農藥殘留田間採樣抽驗，違反規定者依「農藥管理法」裁處罰鍰；衛福部依據「食品衛生安全管理法」針對上市後農作物進行農藥殘留量抽驗，以「安全容許量標準」為判定依據，違反者依法處罰 (黃，2003；黃及李，2012)。

關於我國農作物農藥殘留檢測方法之發展，可追溯至民國 48 年農業試驗所開發「生物測定法」，應用敏感品系家蠅活體測試農產品中殘留農藥之毒性，供產地預檢使用。民國 55 年由農林廳僱用人員設立農藥殘留測定站，採用生物測定法執行農產品安全檢測。民國 75 年農業試驗所研發「生化快速檢驗法」推廣應用於果

菜市場。民國 78 年 19 位田間農藥殘留監測工作人員納入農業藥物毒物試驗所編制，改以「化學檢驗法」進行田間蔬果抽測工作 (翁及李，1992)。現行國內農作物農藥殘留管制主要使用前述兩個檢驗方法，分別為化學檢驗法及生化快速檢驗法，後者簡稱「生化法」。

生化檢驗技術之沿革與發展

生化法為農業試驗所自民國 70 年起以毒理學為基礎，改進早期使用的「家蠅生物測定法」，進而成功研發之農藥殘毒快速檢驗技術 (Chiu *et al.*, 1991)。其原理係結合酵素反應、光譜分析及薄層分析 (Stahl, 1967) 等方法，利用家蠅乙醯膽鹼酯酶 (Acetylcholinesterase) 進行農產品農藥殘留快速測定。於民國 74 年起推廣於批發市場及農作物產地應用 (圖一)，之後擴大應用至民間食品業者、連鎖超市系統、團膳與營養午餐等單位，至今共有 375 處檢驗站採用生化法作為產品自主風險把關之工具 (圖二)。近年更藉由國際合作機會，將生化法推廣至東南亞、東北亞、中美洲等地區。

生化法的原理與優勢

生化法的核心技術為對「有機磷」及「氨基甲酸鹽」兩類殺蟲劑具有高度敏感性之乙醯膽鹼酯酶 (Acetylcholinesterase, AChE, 又稱為家蠅神經酵素)。由於此乙醯膽鹼酯酶來源為對殺蟲劑極為敏感的家蠅品系，而且酵素純製過程及品管皆經過嚴格條件管控，實際應用於有機磷及氨基甲酸鹽類殺蟲劑檢測，其殺蟲劑濃度與此酵素之抑制率呈線性正相關，且對農藥的敏感度遠優於其他來源之神經酵素。

生化法檢驗生鮮蔬果之殘留農藥具有經濟及快速之特性，每次檢驗的試劑成本僅約新臺幣 8 元。由於採用純化自感性昆蟲 (家蠅) 頭部之神經酵素，對於「有機磷」及「氨基甲酸鹽類」兩類具神經毒性之「殺蟲劑」有優異的專一性與敏感度。從檢驗效率的觀點，酵素作用反應的時間僅需要不到 3 分鐘的時間，每個樣品的測試可以在 10 分鐘內完成，透過 Ellman's test 呈色反應原理 (Ellman *et al.*, 1961)，可以光度計確認呈色結果，並計算出酵素被樣品中殘留總毒性抑制的比率 (抑制率)，從而快速得知樣品中殘留毒性物質的風險程度，故適用於快速流通生鮮蔬果之即時風險把關。

生化法檢驗體系及其應用層面

歷經逾 30 年的研發與推廣，農業試驗所積極輔導生化檢驗體系進行自主管理，已建立由產地預檢 (農會、合作社場)、運銷階段把關 (果菜批發市場、蔬果運銷單位)及消費端品管 (超市連鎖、餐飲速食業者、民間食品單位等) 的三階段管控機制，積極防堵含毒產品流通上市。104 年度 375 個生化檢驗站檢測農產品 1,116,467 件，10,658 件具風險樣品均已依各單位管理規範，執行延後採收、退貨、加強清洗、複驗及扣留銷毀等處理措施，未流入消費市場。

近年生化檢驗的應用層面已由蔬果擴大至稻米、茶葉等糧作及特用作物，為因應該等作物產期集中，另研發適用於大量樣品檢驗之技術與流程。94 年起，全國性的蓮霧、印度棗競賽及區域性的茶葉、稻米評比，陸續採用生化法作為品管安檢之前篩選項目。

生化法與化學法併行互補之作法

由於大多數生鮮農產品運銷及貨架期甚短，以目前臺灣法定以化學檢驗法為農藥殘留檢測之國家標準，每年投入大量人力物力進行農產品農藥殘留檢驗。然因化學檢驗耗時較長，約需 2~4 週，且因檢驗儀器昂貴及檢驗成本高昂而難以普及

設置。根據 Tseng *et al.* (2013) 報告，每年官方抽驗約 2 萬件。受限於化學檢驗時效性，確認農產品農藥殘留違規後，已無法及時攔阻違規產品上市販售或追蹤封存。

而生化法僅能針對有機磷及氨基甲酸鹽類農藥進行快篩，然此類農藥具有廣效且相對價廉的優勢，仍廣為農民偏好使用。即使目前此類農藥因毒性較高，已逐年公告限用或禁用，但以 101 年度農糧署抽驗田間及集貨場蔬果樣品之化學分析結果顯示，檢出蔬果上殘留殺蟲劑種類約有 40% 以上屬有機磷及氨基甲酸鹽類。98 至 101 年間臺北農產運銷公司初篩不合格樣品，經臺北市衛生局以化學法檢測確認之農藥類別中殺蟲劑約佔 70%，其中有機磷及氨基甲酸鹽類農藥佔檢出殺蟲劑之 62.5% (圖三)。顯見目前「有機磷」及「氨基甲酸鹽」殘留仍為農藥殘留主要問題 (Cheng *et al.*, 2015)。

臺北聯檢體系為採用生化法快篩把關，並有化學檢驗查核複驗之管理體系，由臺北市政府衛生局、市場處及農產公司聯合組成。每天深夜時段全國各地生產之生鮮蔬果運輸至臺北農產運銷公司，晚間 11 時至凌晨 3 時間約 4 小時內，檢驗員必須以生化法完成數百件樣品的檢驗，在 3 點半貨品拍賣前，將抑制率大於 45% 的產品扣留銷毀，同時將樣品抽樣交由衛生局進行化學複驗，確認殘留農藥種類及殘留量。103 年度臺北農產運銷公司抽驗 75,689 件，檢出高風險蔬果 168 件，共計扣留銷毀 13,087 公斤具危害健康風險之蔬果，積極保護消費者食的安全。

國際推廣現況

由於生化檢驗技術在國內應用層面漸廣，而受到國際組織之矚目，1993 年亞太糧食肥料技術中心 (Food and Fertilizer Technology Center, FFTC) 與農試所合作，在臺灣開辦首次的國際訓練，共計 7 國 17 名學員參與。透過各國學員以及 FFTC 的菲律賓、韓國專家們的引介，1995 年泰國農業部藥物毒物試驗所派遣 18 位專職檢驗人員來臺研習生化檢驗技術；1996 年韓國農協中央會 (National Agricultural Cooperation Federation, NACF) 四位管理高層來臺參訪及了解應用現況。1995~1999 年間，更經由 FFTC 統籌規劃及泰國農業部之邀請，分赴菲律賓、泰國、越南及韓國辦理國際訓練班，開展了生化法在國外的推廣應用。之後並多次協助菲律賓農業部植物產業局 (Bureau of Plant Industry, BPI) 之國家農藥檢驗實驗室 (National Pesticide Analytic Lab., NPAL) 建立強化把關農產品安全之技術。2009~2011 年間再度與 FFTC 合作，連續三年於臺灣辦理國際訓練，共訓練 13 國 56 名學員。中美洲地區於 2004 年透過我國駐巴拿馬技術團，協助巴國建立農產品安全快速檢驗網。之後更擴及貝里斯、聖克里斯多福及尼維斯、多明尼加等，並於 2013 年赴貝里斯辦理國際訓練班，參與國家包含加勒比海地區 10 個國家(高等，2015)。

未來展望

雖然生化法之涵蓋範圍不及化學檢驗法，但兼具價格低廉及快速之兩大優點，在農產品快速運銷的現今，是唯一可攔阻具殘留毒性風險農產品流通上市之技術。且其原理乃建構於公認的科學依據上，就實用面而言，仍有極高的可信度。應用化學法進行驗證的結果也清楚顯示，生化法之初篩效益極為顯著，可與化學檢驗法搭配分工，擴大對高風險農產品之檢測把關效益。若能採行不同檢驗方法併行互補的概念，整合化學檢驗法與生化檢驗法建構金字塔型的多層次農藥殘留檢驗體系(圖四)，善用生化法經濟快速之特質，在運銷過程中篩檢出並及時攔阻高風險農產品，再以化學法複驗確認，並可藉由樣本的農藥殘留樣態結合農情資訊，找出農藥殘留問題癥結，強化源頭管理，積極減少農藥殘留問題發生的機會，將可大幅提高食的安全，保障國民健康。

現行生化快篩檢測技術可檢測 84 種高風險之劇毒農藥。為擴大快篩檢測能力，農業試驗所針對臺灣近年來經常檢出之殺蟲劑及殺菌劑，如近期於茶葉上常檢出之芬普尼及殺菌劑待克利、達滅芬等，積極開發免疫快篩技術，將來可發展為免疫檢測套組、快篩試片或農藥晶片，並可為特定作物類別量身訂製檢驗套組。未來將新技術推展應用於農業產銷體系，可以更提升上市農產品之安全品質。

引用文獻

王堂凱、黃鈺婷、劉天成、張瑞璋。2013。農藥使用及農產品農藥殘留抽驗辦法第3條修正簡介。農政與農情 250 期 p.32。

翁愫慎、李國欽。1992。果蔬農藥殘留之防治與管制。臺灣農業 28: 60-66。

高靜華、曾佳琳、鄭允、鄭坤木。2015。農藥殘毒快速檢驗技術之國內外推廣與展望。農業試驗所技術服務季刊 102: 23-29。

黃玉瓊。2005。農作物農藥殘留管制現況。農政與農情 158 期 p.60-65。

黃慶文、李宏萍。2012。農產品安全管理與宣導教育-從農藥殘留檢驗談農作物安全。農政與農情 239 期 p.6-11。

Cheng, E. Y., Y. B. Huang, M. Y. Chiang, C. C. Nien and Y. H. Hou. 2015. The study of pesticide residues control by the combination of AChE screening and chemical analysis - the Taipei model. J. Taiwan Agric. Res. 64(1): 55–65.

Chiu, C. S., C. H. Kao and E. Y. Cheng. 1991. Rapid bioassay of residues (RBPR) on fruits and vegetables.J.Agric.Res.China.40: 188-203.

Ellman, G. L., K. D. Courtney, V. Jr. Andres and R. M. Featherstone. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology vol. 7, p.88-95.

Stahl, E. 1967.Thin-Layer Chromatography. A Laboratory Handbook. Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin. 979 pp.

Tseng, S. P., H. C. Su, W. T. Yu, H. K. Chou, J. F. Shyu, M. T. Chen, S. C. Yang, T. P. Lin, P. L. Shu, L. Y. Huang, W. J. Huang, I. F. Tsai, Y. F. Lee, J. Q. Pan, and H. F. Cheng. 2013. Monitoring of pesticide residues in agricultural products from markets and packing firms in Taiwan. Ann. Rept. Food Drug Res. 4: 23–27.



圖 1. 農藥殘留生化檢驗技術之發展。

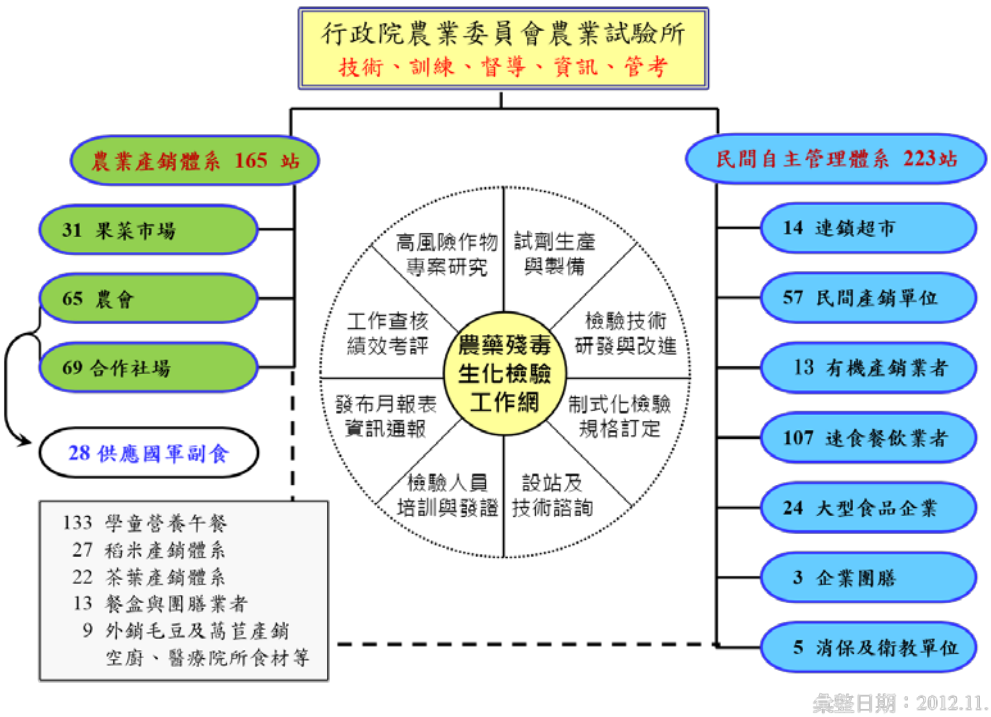


圖 2. 農藥殘留生化檢驗體系。

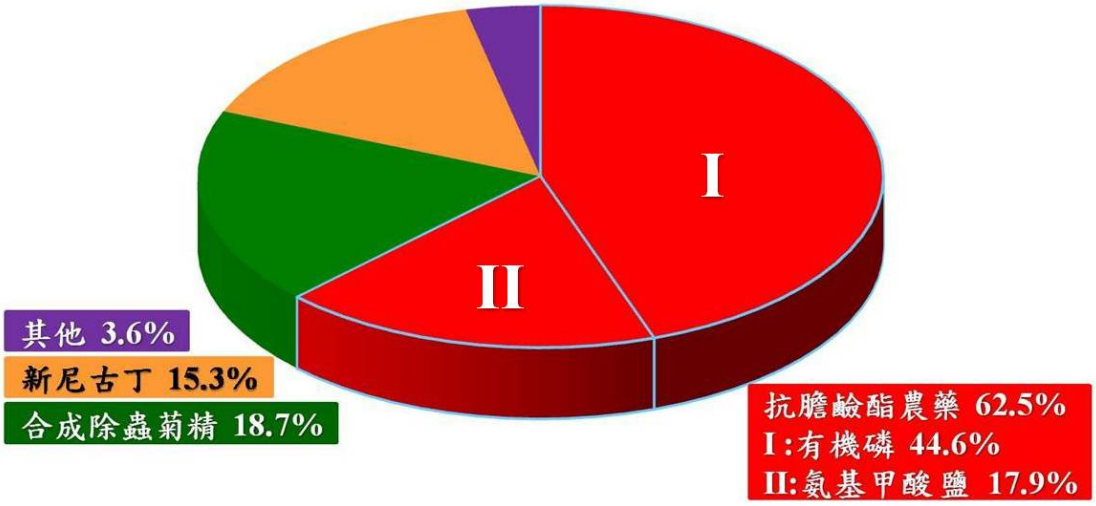


圖 3. 98-101 年臺北聯檢體系農藥殘留初篩不合格樣品之殘留農藥類別統計。

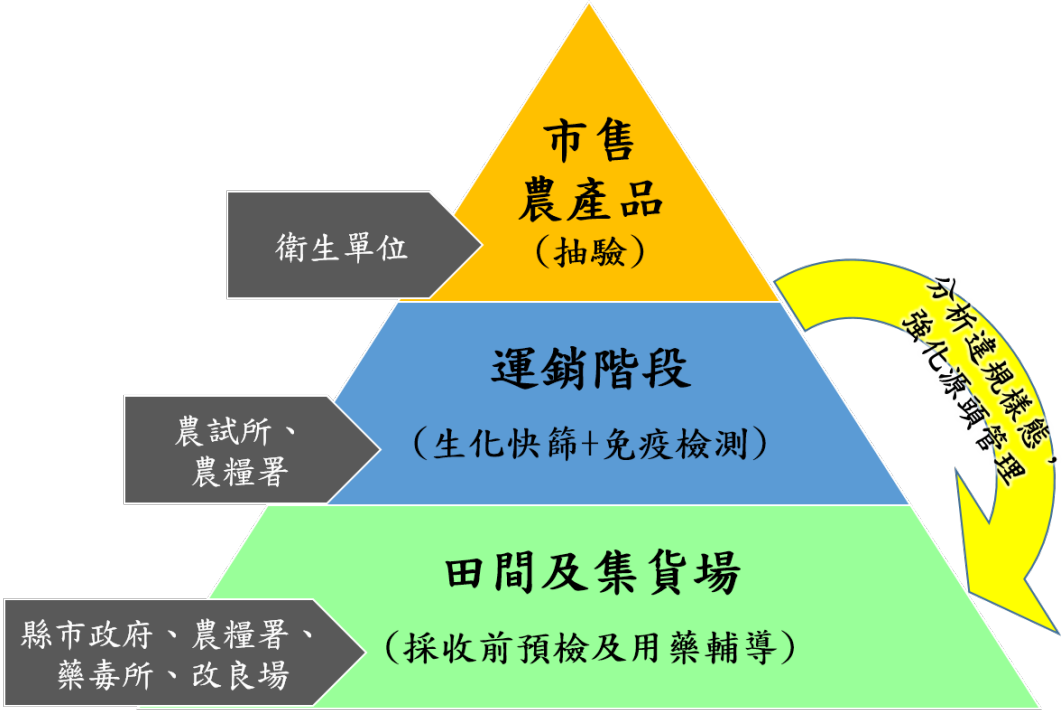


圖 4、農藥殘留管制系統架構。

食安把關新利器-農藥殘留免疫檢測技術

張淑貞[1]、申屠萱[1,*]、劉則言[3]、羅淑卿[2]、周桃美[1]、高靜華[1]

[1.]行政院農業委員會農業試驗所應用動物組; [2.]行政院農業委員會農業試驗所農業化學組; [3.]行政院農業委員會林業試驗所森林保護組; *通訊作者 e-mail: shentu@tari.gov.tw

摘要

針對食品安全，食藥署與農糧署每年都會以公告的食品中殘留農藥檢驗方法抽檢農產品上的農藥殘留。此方法雖很精準，但需應用逾千萬元的分析儀器，且樣品需逐件上機檢測，緩不濟急。農業試驗所為協助解決農產品的農藥快篩壓力，自 1985 年開始推廣以家蠅乙醯膽鹼酯酶與蘇力菌為核心的農藥快篩技術，可快速篩檢農產品上的有機磷、氨基甲酸鹽類等神經劇毒農藥與部份殺菌劑。但隨著農藥種類日漸增多，針對新作用機制之農藥尚無快篩方法，乃於 2012 年起針對常檢出之高風險農藥及未有公告檢驗方法之農藥種類，加速發展農藥免疫檢測快篩方法。農藥免疫檢測是新一代的農藥殘留檢測技術，其原理是基於抗體與抗原的特異性結合，此技術不受限於農藥類別，每種農藥都有機會可研發出其相對應的抗體。但因農藥分子小，不足以誘發動物產生抗體，需先將農藥連結至蛋白質上，再注射入動物體中，以誘發動物免疫反應產生農藥抗體。農藥抗體可應用於各項分析技術，進而衍生各項農藥檢測試劑與產品，使農藥檢驗更為快速、簡便，如應用直接競爭型 ELISA，搭配免疫分析儀，一次檢測流程 90 分鐘，可同時檢測 93 個蔬果檢體含特定農藥的殘留量；搭配膠體金快篩片技術，10 分鐘就能呈色，不需儀器，可直接以肉眼判讀；未來搭配漸臻成熟的微型晶片技術，可同時偵測同一檢體上的多種農藥。整體而言，農藥免疫檢測由於各項分析技術日益精進，將可更快及精準地檢測農藥殘留，進行農產品農藥即時把關，增進國人食的安全。

關鍵詞：農藥免疫檢測、農藥抗體、酵素連結免疫吸附分析法 (ELISA)、膠體金。

前言

現今農藥的未依規定使用，已對食品安全造成嚴重威脅。為增進上市食品安全，衛生福利部食品藥物管理署 (食藥署) 與行政院農業委員會農糧署 (農糧署) ，每年都會以公告的食品中殘留農藥檢驗方法抽檢農產品上的農藥殘留。如食藥署 103 年檢驗農產品 2,528 件，檢出不合格 323 件，不合格率 12.8% (蔡等，2015)。目前國內已登記農藥 362 種，食藥署公告之「食品中殘留農藥檢驗方法-多重殘留分析方法(五) 」可檢測 310 項農藥 (衛福部，2014)，此公告檢驗方法雖然精準，但檢驗一件樣品需 5,000~6,000 元，樣品萃取流程冗長，需使用有毒的有機溶劑及多樣濃縮設備，再應用 LC/MS/MS、GC/MS/MS 及其相應之農藥資料庫比對分析，相關設備合計逾千萬元，且操作檢驗人員需具備相當之熟練度及專業、分析能力等。此外，樣品需逐件上機檢測，耗時費力，對於有時效性、不具長保存期的生鮮農產品來說，無法做到即時確認農產品食用安全或現場快速篩檢之需求，亦有抽驗件數限制。

農試所為建構農產品農藥殘留之快篩把關能力，在 1963 年即以活體家蠅於 18 個果菜市場進行安檢把關；於 1985 年再度推出以家蠅乙醯膽鹼酯酶及蘇力菌為核心的農藥殘留生化快篩方法，可快速篩檢農產品上殘留之有機磷、氨基甲酸鹽

類等神經劇毒農藥及部份殺菌劑，平均每件樣品檢驗需 10 分鐘。此生化法經多年推廣，至 2015 年止已輔導設置逾 380 處工作站，包括各地農會、合作社場、果菜批發市場、民間食品業者、超市連鎖業者、學童營養午餐、團膳及教育消保單位等，進行食安把關。以臺北農產運銷公司經營之果菜市場為例，每日平均抽驗 150~180 件，年平均抽驗 5 萬多件 (鄭等，2015)。然而隨著農藥種類日漸增多，現有登記農藥已達 362 種，而現有農藥快篩方法除本所推廣之生化法外，尚無其他農藥快篩技術，因此本所針對常檢出不合格之高風險農藥與無公告檢驗方法之農藥種類，加速研發農藥免疫檢測快篩方法。農藥免疫檢測是新一代的農藥殘留檢測技術，此技術不受限於農藥類別，每種農藥都有機會研發出其相對應的抗體，具辨識專一性、可定量、高靈敏度及檢測方法簡便快速等優點，可以滿足農產品的農藥殘留快篩需求。

免疫檢測技術簡介

免疫檢測技術是基於抗體與抗原的特異性結合，以人為設計抗原並誘發動物產生免疫反應，取得對特定抗原具辨識力的抗體，並將抗體作為生物化學感測器，發展可對化合物、酵素或蛋白質等進行定性與定量分析的技術。免疫檢測隨著分析技術的日益進步，搭配其他分析方法，已發展出多種免疫分析檢測方法，例如放射免疫測定法 (Radioimmunoassay, RIA)、螢光免疫分析法 (Fluorescence immunoassay, FIA)、酵素連結免疫吸附分析法 (Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 等。其中酵素連結免疫吸附分析法係應用辣根過氧化物酶 (Horseradish peroxidase, HRP) 或鹼性磷酸酯酶 (Alkaline phosphatase, AP) 等酵素來標記抗體或抗原，再加入受質，受質經上述酵素反應後的產物可經由光譜儀檢測判讀顏色深淺，藉此推測抗體或抗原量，可定性、定量兼具專一性及高敏感度，適合用於農產品的農藥殘留檢測。

農藥免疫檢測技術開發

免疫檢測技術因具專一、靈敏等特性，在人類醫學檢驗上的應用日趨重要，相關後續的檢驗材料、儀器也日益精進、簡便，其概念及分析技術也可以應用在農藥檢驗。開發農藥免疫檢測技術，首要之務即是農藥抗體的取得，但因農藥分子量較小的限制，製備抗體與後續分析方法也需有相對應的考慮與修改，茲將在農藥免疫檢測技術開發的問題及措施詳述如下。

一、農藥半抗原

農藥為小分子化合物，無法單獨誘發動物免疫反應產生抗體，但可被對應抗體辨識而產生專一性結合，為一種不完全抗原，又稱半抗原。農藥半抗原具備標的農藥之主要化學結構，以作為免疫系統辨識之特徵，並具備官能基，藉此官能基可連接於蛋白質載體，形成可誘發動物免疫反應的大分子免疫抗原。

二、農藥免疫抗原

能誘發動物產生抗體的抗原其分子量一般在 10 kDa 以上，通常為蛋白質。因此小分子農藥半抗原需與大分子蛋白質載體連結形成免疫抗原，才可以誘發動物免疫反應以產生抗體。常見的蛋白質載體包括牛血清蛋白 (Bovine serum albumin, BSA)、卵清蛋白 (Ovalbumin, OVA)、血藍蛋白 (Keyhole limpet hemocyanin, KLH) 等；其中牛血清蛋白因具穩定、不易變性、價格便宜易取得等優點，應用較廣泛。

三、農藥抗體製備

將農藥半抗原與蛋白質載體連結之免疫抗原注射入動物體內，經注射、免疫數次後，即可獲得對農藥具辨識力的抗體。抗體依產製過程可再細分為多株抗體及單株抗體，多株抗體直接來自免疫動物之血液，易於製備且生產成本較低。單株抗體製備則較為複雜，需先注射、免疫動物，篩選抗體產生良好的動物個體，再由此動物的脾臟分離出製造抗體的漿細胞，經細胞培養成群落後，再將此漿細胞與骨髓癌細胞融合成融合瘤細胞，擴大培養、單株化，再篩選出會製造專一性抗體的融合瘤細胞株，重新注射入小鼠腹部，誘生腫瘤產生腹水，腹水中即含單株抗體。相較於多株抗體，單株抗體性質較單一、穩定，但製程複雜、耗時較久，生產成本較高。由上述兩種方法製備的農藥抗體，為確認其辨識農藥之專一性，尚須再進行農藥抗體對其他種類農藥的辨認測試，測試方法可採 ELISA 檢測。

四、農藥 ELISA 檢測

ELISA 是由 Engvall 和 Perlman 於 1971 年首次發表，因兼具專一性及敏感性，且操作容易、快速，故廣泛應用於各種檢驗。而因檢測目標性質不同，也衍生出許多 ELISA 類型，其中較適合農藥檢測者為直接競爭型 ELISA (Direct competitive ELISA, dc-ELISA) 與間接競爭型 ELISA (Indirect competitive ELISA, ic-ELISA)。

直接競爭型 ELISA 是將農藥抗體固定在微量盤，加入待測農藥與農藥半抗原-酵素結合體，兩者會互相競爭與此農藥抗體結合，其與抗體結合之複合物皆被留在微量盤。經清洗去除游離部份後，再加入受質呈色，經酵素免疫分析儀 (ELISA reader) 檢測顏色深淺以定量農藥。隨待測農藥濃度越高，農藥半抗原-酵素結合體競爭到的農藥抗體就越少，留在微量盤之複合物就越少，可催化受質的酵素活性越低，最終呈色就越淺。其中農藥半抗原-酵素結合體是指經標記酵素的農藥半抗原。

間接競爭型 ELISA 改將對照抗原固定在微量盤，再加入待測農藥與農藥抗體 (一級抗體)，對照抗原會與待測農藥互相競爭與此農藥抗體結合，經清洗去除游離部份後，微量盤內僅留下對照抗原與農藥抗體之結合複合物。再加入經酵素標記的二級抗體，因其可辨識一級抗體而與之結合，故清洗去除游離部份後，僅餘對照抗原、農藥抗體、二級抗體的結合物留在微量盤，再加入受質呈色，經酵素免疫分析儀檢測顏色深淺藉以定量農藥，待測農藥濃度越高，最終呈色就越淺。其中對照抗原是指將農藥半抗原連結於非免疫抗原載體之蛋白質所製成的抗原。

兩者相較而言，間接競爭型 ELISA 步驟較為複雜，但也因一級抗體、二級抗體等多重結合，可使訊號放大、靈敏度較高，多用於實驗室內的學術研究。直接競爭型 ELISA 則因步驟較少，可簡化操作流程，所以較適用於具時效性樣品大量快篩。

進行農藥 ELISA 檢測時，通常其呈色酵素活性的被抑制率達 10% 時的農藥濃度，稱之為此農藥 ELISA 檢測之偵測極限。Watanabe 和 Miyake (2013) 曾彙整賽速安 (Thiamethoxam) 農藥 ELISA 檢測之多篇相關研究，其中賽速安 ELISA 檢測之最低偵測極限為 0.05 ppb，HPLC/MS/MS 分析最低的偵測極限為 0.14 ppb，顯示賽速安 ELISA 的偵測極限優於 HPLC/MS/MS 分析。Watanabe 和 Miyake (2013) 繼之在小黃瓜及蕃茄上外加賽速安後，再分別以 HPLC 與 ELISA 檢測賽速安，比較兩者分析之結果。其中以 HPLC 分析之

樣品需經數種有機溶劑與 SPE 萃取後再濃縮，以 ELISA 分析之樣品則僅以甲醇萃取後再稀釋，最後結果顯示兩種方法的農藥回收率及準確度都相當。

五、檢體前處理技術及農藥回收率

依據食藥署公告之食品中殘留農藥檢驗方法，農產品中農藥萃取之前處理需經過數種有機溶劑萃取、淨化、乾燥、回溶及過濾等步驟，才能注入 LC/MS/MS 與 GC/MS/MS 等精密儀器進行分析（衛福部，2014）；樣品前處理時間長、過程繁雜，且需使用劇毒有機溶劑。相較之下，ELISA 方法檢體萃取流程簡單許多且不需使用劇毒有機溶劑。Watanabe 等人 (2005) 於蘋果、桃子汁中外加農藥克凡派 (Chlorfenapyr)，使用甲醇以手搖晃 3 分鐘萃取，萃取液經濾膜過濾並以緩衝液稀釋 25 倍後即進行克凡派 ELISA 檢測，所得農藥回收率為 88.0-100.0%。Watanabe 等人 (2007) 亦於蘋果、葡萄、柑橘等果汁外加農藥益達胺 (Imidacloprid) 後，進行益達胺 ELISA 檢測，其回收率為 82.0-128.7%；另將小黃瓜及番茄打汁後外加賽速安後以賽速安 ELISA 檢測，其回收率為 88.4-110.2%。Qian 等人 (2009) 於甘藍及葡萄外加農藥陶斯松 (Chlorpyrifos)，以陶斯松 ELISA 檢測，其回收率在 82.4~94.6% 間。以上試驗結果皆顯示農藥 ELISA 檢測方法簡便，且正確率高。

本所自 2011 年起即以免疫檢測技術為基礎，研發並建立數種農藥之免疫檢測技術，並逐一針對多項作物進行 ELISA 農藥回收率測試。以農藥待克利 (Difenoconazole) 為例，目前已開發的待克利 ELISA 檢測技術之偵測極限為 0.01 ppb，其靈敏度優於我國農產品公告儀器檢出限界即最低安全容許量 0.01ppm 之 1000 倍。並進一步於敏豆、甜豆、青椒、草莓等農產品表皮外加待克利商品農藥並經風乾，再採用本所研發推廣之生化法農藥檢測的樣品前處理方法，以酒精震盪萃取 (Chiu *et al.*, 1991)，另外再經緩衝液稀釋 50 倍後以待克利 ELISA 檢測，並經由標準曲線計算其待克利濃度，可得其待克利回收率為 77.8-128.1% (張等未發表資料，2016)。

總合上述數種農藥 ELISA 檢測方法，顯示 ELISA 檢體所需之前處理技術簡便，不需使用劇毒有機溶劑，且檢體外加農藥之農藥回收率皆在管制範圍 60-140％間 (徐等，2014)，正確率與目前食藥署公告之檢驗方法相當。

農藥快篩商品

一、農藥 ELISA 試劑套組

國內目前尚無農藥 ELISA 商品，但在動物用藥方面則已有氯黴素、四環黴素、萊克多巴胺、瘦肉精…等多種抗生素及藥物之 ELISA 試劑套組 (臺灣尖端先進生技醫藥股份有限公司網站)。在植物病毒檢測方面則已有蕙蘭嵌紋病毒 (*Cymbidium Mosaic Virus*, CymMV)、胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber Mosaic Virus*, CMV) …等多種病毒檢測之 ELISA 試劑套組 (睿嘉生物科技股份有限公司網站)。農藥 ELISA 試劑套組目前在國內尚無相關產品上市，國外在日本、美國及加拿大則皆已有相關商品。日本 HORIBA 公司推出之 Smart Assay 系列，共有 21 種農藥 ELISA 試劑套組 (HORIBA 公司網站)，係採用直接競爭型 ELISA。

本所針對食藥署與農糧署近年來常檢出違規使用之高風險農藥，選取亞滅培 (Acetamiprid)、芬普尼 (Fipronil)、待克利 (Difenoconazole)、達滅芬 (Dimethomorph) 等多種農藥研發農藥免疫檢測技術，並已於 2015 年 12 月

公告技轉。此技術可依照農藥生化檢驗站及產銷單位需求，進一步整合成同類作物之多合一農藥 ELISA 檢測套組，一次可驗該作物類別常用之 8~12 種農藥，以期增加農藥快篩種類。以芬普尼為例，芬普尼為食藥署於 2014 年抽驗農產品殘留農藥檢出不合格率排名第一，抽驗 2,528 件樣品中即有 55 件驗出芬普尼 (蔡等，2015)，若使用農藥 ELISA 增加快篩件數，當可攔阻更多違規使用農藥之農產品。除現有已開發 8 類農藥之抗體外，仍持續針對其他常檢出殘留農藥種類研發其免疫檢測技術，以期擴增應用範圍。

二、農藥免疫快篩片

國內外目前尚無農藥免疫快篩片商品，但在動物用藥方面，國內針對漁畜產品之抗生素及瘦肉精等已有免疫快篩片商品 (臺灣尖端先進生技醫藥股份有限公司網站)。免疫快篩片係根據已建立之免疫檢測技術，結合膠體金與免疫層析方法所衍生之檢測試劑型式。免疫快篩片應用膠體金標記抗體，以條狀纖維層析材料為固相，通過毛細作用讓樣品在層析條上流動，而使樣品中的農藥、層析條上的對照抗原，共同競爭與經膠體金標記的抗體結合。故樣品中無農藥時，會出現膠體金的紅色條帶，若樣品中有農藥則無色。免疫快篩片經檢體簡單前處理後即可使用，反應時間僅需 5~10 分鐘，不需搭配儀器，可直接以肉眼判讀，適合農民與消費者自主檢測。此技術研發門檻較高，本所目前已建立亞滅培免疫快篩片，最低偵測極限為 0.5 ppm，若能配合濃縮檢體，尚可再增加檢測靈敏度 (張等未發表資料，2016)。在中國大陸王等人 (2015) 則已建立農藥陶斯松 (Chlorpyrifos) 免疫快篩片，最低偵測極限為 4 ppm。

三、農藥晶片

目前國內外相關晶片分析技術尚未成熟，故皆無農藥晶片商品。Yang 等人 (2008) 應用微機電技術整合多個微元件共同置於微流體晶片中，利用螢光偵測儀檢測微晶片上的免疫反應，可檢測檢體中的腸病毒 (enterovirus)。由於免疫晶片分析技術皆以偵測抗原與抗體間特異性結合之結合物為基礎，本所已研發之農藥免疫抗體未來亦可搭配漸臻成熟的微型晶片技術，整合多種農藥抗體在單一晶片上，將可同時偵測單件農產品上之多種農藥，以提供更精準有效之高風險農藥快篩把關。

結論

農藥免疫檢測是應用抗體與抗原特異性結合的原理，所發展之新一代農藥殘留快篩技術，搭配日益精進的分析技術，可快速精準的擴大農產品農藥殘留把關範圍。農藥免疫檢測技術應用直接競爭型 ELISA，搭配免疫分析儀，一次檢測流程 90 分鐘，可同時檢測 93 個檢體，亦能針對高風險作物群整合多種農藥同時進行快篩。搭配膠體金所研製之快篩片，10 分鐘就能呈色，不需儀器即可判讀；搭配晶片技術，可同時偵測同一檢體上的多種農藥。上述方法僅農藥直接競爭型 ELISA 在國外已有商品，但價格昂貴，無法普及利用。本所發展農藥免疫檢測技術，擬分階段開發 ELISA 試劑組、膠體金快篩片及晶片技術，以及整合型之農藥檢驗試劑套組，可適用於生產端、超市賣場及消費端等階層，將可強化目前本所已推廣之生化把關檢驗體系，擴大農藥快篩效能，落實食品安全把關。

引用文獻

衛生福利部。2014。食品中殘留農藥檢驗方法-多重殘留分析方法(五)。103.07.03 部授食字第 1031900615 號公告修正。

王菡、李高華、張陽、陳濤、薛小平。2015。膠體金側向流免疫層析技術檢測有機磷農藥殘留。食品安全質量檢測學報 6: 4409-4415。

徐雅慧、陳儀驊、林美智、劉宜祝、陳惠芳、施養志。2014。中藥之農藥殘留檢驗(X)。食品藥物研究年報 5: 211-223。

鄭允、黃毓斌、江明耀、侯怡亘、粘君綺。2015。生化及化學法聯檢之農藥殘留管理研究：北市模式。臺灣農業研究 64: 53-63。

蔡宜芳、蘇秀琴、余婉慈、劉芳銘、林宜蓉、王慈穗、楊淑鳳、江怡君、傅瓊慧、施義雄、黃文正、陳佩妤、黃月鳳、李明鑫。2015。103 年度市售農產品殘留農藥監測。食品藥物研究年報 6 : 86-108。

Chiu, C. S., C. H. Kao, and E. Y. Cheng. 1991. Rapid bioassay of pesticide residues (RBPR) on fruits and vegetables. Jour Agric Res China 40: 188-203.

Engvall, E., and p. Perlmann. 1971. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Quantitative assay of immunoglobulin G. Immunochemistry 8: 871-874.

Qian G., L. Wang, Y. Wu, Q. Zhang, Q. Sun, Y. Liu and F. Liu. 2009. A monoclonal antibody-based sensitive enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the analysis of the organophorous pesticides chlorpyrifos-methyl in real sample. Food Chem. 117: 364-370.

Watanabe E., H. Eun, K. Baba, T. Arao, Y. Ishii, S. Endo and M. Urji. 2004. J. Agric.Food Chem. 52: 2756-2762.

Watanabe E., K. Baba, H. Eun, T. Arao, Y. Ishii, M. Urji and S. Endo. 2005. Evaluation of a commercial immunoassay for the detection of chlorfenapyr in agricultural samples by comparison with gas chromatography and mass spectrometric detection. J. Chromatography A. 1074: 145-153.

Watanabe E., K. Baba, H. Eun and S. Miyake. 2007. Application of a commercial immunoassay to the direct determination of insecticide imidacloprid in fruit juices. 2007. Food Chem. 102: 745-750.

Watanabe E., and S. Miyake. 2013. Quantitative determination of neonicotinoid insecticide thiamethoxam in agricultural samples: a comparative verification between High-Performance Liquid Chromatography and monoclonal antibody-based immunoassay. Food Anal. Methods. 6: 658–666.

Yang, S. Y., K. Y. Lien, K. J. Huang, H. Y. Lei, and G. B. Lee. 2008. Micro flow cytometry utilizing a magnetic bead-based immunoassay for rapid virus detection. Biosens. Bioelectron. 24: 855-862.

書　　名：農業害蟲管理暨食安把關研發成果研討會專刊
主　　編：石憲宗、申屠萱、陳怡如、高靜華
作　　者 (依姓氏筆畫排序) ：
丁柔心、王清玲、王昭月、石憲宗、申屠萱、江明耀、何明勳、余志儒、李啟陽、李奇峯、吳孟修、周桃美、林鳳琪、林秀枝、林宗俊、邱一中、姚美吉、姚銘輝、高靜華、張淑貞、張哲銘、陳健忠、陳祁男、陳淑佩、陳怡如、許北辰、許秀惠、黃毓斌、黃維廷、曾美容、詹富智、楊舜臣、楊崇民、鄭櫻慧、劉則言、盧秋通、簡淑貝、羅淑卿、蘇秋竹
出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所
地址：臺中市霧峰區中正路 189 號
電話：(04) 2330-2301
傳真：(04) 2333-8162
網　　址：http://www.ari.gov.tw
出版年月：中華民國 106 年 4 月初版
定　　價：非賣品
系 統 號：181932
GPN：4310600676
ISBN：978-986-05-2515-1
展 售 處：GPK 政府出版品知識庫 http://www.govbooks.com.tw/GPK

電子書設計製作
設計製作：行政院農業委員會農業試驗所
地址：臺中市霧峰區中正路 189 號
電話：(04) 23302301
電子郵件：htshih@tari.gov.tw

電子書播放資訊
作業系統：Window, Mac
檔案格式：Adobe PDF
檔案內容：2D
播放軟體：PDF Reader
使用載具：PC