

# 天敵昆蟲在有機農業害蟲防治之應用

## The Natural Enemies Applying on the Organic Agriculture

黃勝泉\*、盧秋通、彭淑貞、吳怡慧  
行政院農業委員會苗栗區農業改良場  
\* E-mail: fly01@mdais.gov.tw

### 摘要

在農業生產中導入天敵生物以防治作物上之害蟲，不但可以壓制害蟲密度，並有減少農藥使用及其對環境污染之優點，藉以達到生態平衡之功能。臺灣隨著消費者日益注重食品安全與健康，使有機農業更具發展潛力，因此在有機農業生產之害蟲管理系統中，應用天敵生物防治害蟲是有效且安全的方法之一。天敵昆蟲分為捕食性及寄生性天敵，在臺灣重要的種類包括草蛉、椿象、瓢蟲、螳螂、捕植蝸及寄生蜂，可作為農作物生產時防治蚜蟲、薊馬、葉蝸等小型害物，以及果實蠅與特定鱗翅目害蟲之利用，降低害蟲危害作物之程度。本文就其相關研究與目前應用情形作扼要介紹，以提供有機農業在防治害蟲上之參考。

**關鍵詞：**天敵昆蟲(natural enemy)、生物防治(biological control)、有機農業(organic agriculture)

### 前言

臺灣氣候高溫多濕，作物害蟲種類繁多，數量也很多，而且體形較小，一切活動很容易逃避人們的注意，但這些活動對其他生物都有相當重要關係。作物遭受各類害蟲危害時，生產者普遍以農藥防治害蟲，若忽略農藥合理施用，容易衍生蔬果農藥殘留、環境污染及害蟲抗藥性等問題，並有破壞天敵與害蟲的自然平衡及危害人體健康等不良影響。

近年來為提升臺灣農產品競爭力，政府以「健康、效率、永續經營」

施政藍圖，推動「精緻農業健康卓越」方案，發展優質、安全、休閒、生態之現代農業，符合消費者對品質及衛生安全之時代要求。為能達到農業永續經營與生態平衡的理念與目標，作物生產時以生物防治、耕作防治、物理防治等自然平衡的農耕方法；透過較溫和方式防治有害生物，允許低密度害蟲存在，提供自然天敵食物與生存空間，以達到壓制害蟲族群密度的功能。冀望長期不施用有毒物質後，逐漸形成具生物多樣性的農業生態系，並維持生態平衡。

在害蟲管理系統中，以人為有目的的操作及利用天敵，可以降低害蟲危害程度。為永續發展農業生態環境，利用天敵生物防治作物害蟲扮演重要的角色。狹義的害蟲生物防治，係利用捕食性、寄生性天敵及病原微生物來防治害蟲。廣義而言，除了天敵之利用外，抗蟲品種之利用，不孕性雄蟲釋放，遺傳因子導入，費洛蒙利用，競爭種類置換等等，皆可包括在內。

### 天敵昆蟲資源

天敵昆蟲主要分為捕食性及寄生性兩大類，這些昆蟲有的以快速的飛行，有的利用精良的捕食工具及寄生行為，有的是靠著靈敏的感覺，捕捉昆蟲為食，若這些昆蟲獵食或是寄生農業上的害蟲，對農業生產而言就是有益的天敵昆蟲，也成為害蟲防治上可應用的利器。捕食性天敵至少有 18 目 200 科以上，包括常見的螳螂、椿象、草蛉、瓢蟲、食蟲虻、食蚜蠅等，寄生性天敵至少有 97 科，主要有雙翅目(Diptera)及膜翅目(Hymenoptera)的昆蟲及少數之鞘翅目(Coleoptera)、撚翅目(Strepsiptera)、鱗翅目(Lepidoptera)，最主要為寄生蜂和寄生蠅，如姬蜂總科(Ichneumonidae) (包括小繭蜂科(Braconidae))、小蜂總科(Chalcidoidea)、寄生蠅科(Tachinidae)等。臺灣天敵昆蟲根據羅幹成和陳秋男(1995)指出近 20 年來，先後完成調查糧食作物(水稻、玉米、大豆、甘藷)、蔬菜、果樹(柑桔、龍眼、荔枝、檬果、梨、葡萄、釋迦)及特用作物(茶、煙草、桑)等重要害蟲之天敵資源調查，總計有 476 種以上。

## 天敵大量飼養應用之演進

臺灣自 1909 年由素木得一引進澳洲瓢蟲，與本地的小紅瓢蟲共同防治吹綿介殼蟲(*Icerya purchasi*)，為臺灣害蟲生物防治的濫觴。1948 年起以糙米飼養外米綴蛾(*Corcyra cephalonica*)，建立大量繁殖赤眼卵蜂類(*Trichogramma* spp., *Trichogrammatoidea* spp.)及古巴蠅(*Lixophaga diatraea*)等體系。1952 年起將蔗螟赤眼卵蜂(*T. chilonis*)釋放蔗田，評估防治蔗螟效果，1972 年大面積釋放，每年釋放面積達 5 萬多公頃。行政院農業委員會為強化生物防治之開發與應用，自 1982 年成立生物防治重點計畫，並結合其他非農藥防治法，於 1987 年成立國家級中、長程研究計畫，將技術研發、技術移轉、及量產與推廣應用，整合成大型試驗研究計畫。分別於 1985、1987 及 1988 年在農業試驗所興建害蟲天敵檢疫室，害蟲生物防治研究室及蟎類研究溫室。另外 1986 年在臺南區農業改良場朴子分場興建生物防治館，專責生產赤眼卵蜂片，同時在臺南的新營、花蓮的光復等地設立了天敵昆蟲供應站。1984-1990 年釋放 30,314,317 片赤眼卵蜂，防治 159,126 公頃亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)。捕植蟎大量繁殖方面，1983 農業試驗所也陸續引進有智利捕植蟎(*Phytoseiulus persimilis*)、法拉斯捕植蟎(*Amblyseius fallacis*)，大量繁殖並釋放於網室木瓜、草莓、溫帶梨樹、印度棗、茶園及玫瑰上防治葉蟎。1988 年苗栗區農業改良場與中興大學、農業試驗所，大量繁殖溫氏捕植蟎防治桑樹神澤葉蟎(*Tetanychus kanzawai*)，成效很好，每葉葉蟎數由 20 隻下降到 2.7 隻。1993 年苗栗區農業改良場自農業試驗所應用動物系引進基徵草蛉種原，並陸續自本場農場及近郊蒐集野生蟲體與之混養，以增強活力避免種原品質衰退。完成大量繁殖技術並釋放於網室木瓜及草莓園防治葉蟎之效益評估。1994 年起輔導 30 餘農會釋放基徵草蛉，防治網室木瓜、草莓及有機蔬果害蟲生物防治後，統計其經濟效益，每公頃網室木瓜每次可節省新臺幣 8,150 元，草莓每次可節省新臺幣 6,100 元。

## 進行之天敵應用研究

目前飼養繁殖推廣之天敵昆蟲，包括捕食性基徵草蛉(*Mallada basalis*)、黃斑粗喙椿象(*Eocanthecona furcellata*)、小黑花椿象(*Orius strigicollis*)、寄生性東方果實蠅卵寄生蜂 (*Fopis arisanus*)、幼蟲寄生蜂(*Diachasmimorpha longicaudatus*)及蛹寄生蜂之格氏突闊小蜂(*Dirhinus giffardii*)等，茲就其相關研究與應用分述如下：

### (一)基徵草蛉：

據 Brooks and Barnard(1990)指出，草蛉已知記錄近 1,200 種。草蛉幼蟲具捕食蚜蟲、粉蝨等小型害蟲及體型較小之鱗翅目幼蟲與蟲卵的能力，已廣泛應用防治各種作物害蟲，在作物害蟲綜合防治體系中扮演重要角色(Canard *et al.*, 1984)。以往係以外米綴蛾卵作為草蛉之食料，雖其飼養效果佳，但食料成本高且難以大量飼養。農業試驗所李文台(1994)發展微膠囊人工飼料技術，取代外米綴蛾卵，建立草蛉飼養技術，並開發草蛉初齡幼蟲搭配餵食外米綴蛾卵的飼養方式(李文台，2003)，提升飼養效果。該所於 2008 年技轉微膠囊飼養技術給草蜻蛉公司，將草蛉生產商化品，後因該公司調整營運方向終止合約，不再生產授權產品。之後，該所於 2013 年重新公告及技術轉移禾康肥料公司生產草蛉，以供應農民或民眾使用。

基徵草蛉之飼養技術雖已建立，但為繼續提升其飼養效果，農業試驗所曾以產卵紙顏色、光照度之強弱分別對基徵草蛉產卵量之影響進行研究(黃勝泉等，2012)，結果產卵紙顏色以粉紅色之總產卵數13,329粒顯著較其他顏色為多，顯著較白色及黃色產卵紙增加約27%及29%。而光照度顯示在350-250 Lux下之總產卵數13,285粒較其他光照度為多，顯著較20,000-15,000 Lux及10,000-5,000 Lux增加約43%及57%。所以，飼養草蛉時僅須較低的電源供應，有助於環保節能減碳，不僅能提升其飼養效果，並減少成本支出。

之後，農業試驗所以光波長對基徵草蛉產卵量之影響進行研究。以初羽化之草蛉雌雄成蟲30對，集體飼育於圓形壓克力筒內；草蛉放入壓



克力筒前，先將產卵紙置於筒內，然後將草蛉成蟲之飼料片及水杯掛入壓克力筒的邊緣，並在二端以絹網用橡皮筋套緊，以供取食及防止逃逸。最後成蟲分別置於LED光波長395-405 nm、465-470 nm、520-525 nm、587-592 nm、620-625 nm及465-470+620-625 nm混合光波等6種光波的環境下，溫度為 $25\pm 1$  °C，相對濕度 $70\pm 5$  %，光週期為14:10(L:D)小時，逐日觀察自開始產卵第1日至第30日，比較雌成蟲群體的產卵量。測試結果顯示(表一)，草蛉雌成蟲在465-470+620-625 nm混合光波下之總產卵量14,499粒卵，較其他光波長為多，以465-470 nm次多，以620-625 nm、395-405 nm最少；該混合光波之產卵量顯著較620-625 nm之10,963粒卵及395-405 nm之9,898粒卵，增加約32%及46%。另由(圖一)顯示，草蛉雌成蟲在465-470+620-625 nm混合光波之產卵高峰期約21日，其他光波之產卵高峰期約14日。由上述結果顯示，基徵草蛉在465-470+620-625 nm混合光波之環境下，有較高的產卵量，有利於飼養之量產以及成本之降低。

草蛉在臺灣用於防治害蟲的種類以基徵草蛉為主，使用時以草蛉卵片或初齡幼蟲釋放到作物上，曾被研究應用在多種經濟作物或設施作物以防治蚜蟲、粉蝨、葉蟎等害蟲，顯示都具有防治效果。作物害蟲綜合防治管理時可以適時將草蛉納入使用，針對小型害蟲之發生危害，確實有抑制害蟲族群發生的效果。

草蛉之使用以卵片或幼蟲釋放在作物上，如此增加卵粒於田間風險且不利其孵化，而毛筆挑蟲更耗費人力及時間。因此，農業試驗所遂以瓦楞紙條作為草蛉幼蟲之釋放介質進行研究(黃勝泉等，2012)，評估使用時是否方便省時，結果釋放瓦楞紙條所需時間，相較於以毛筆挑幼蟲至作物上，可節省約5倍時間，且瓦楞紙條有孔隙空間，可以減低幼蟲互相殘殺。另外，在瓦楞紙條上之草蛉幼蟲90%平均在1分鐘內爬離紙條。因此，瓦楞紙條縮短天敵釋放到作物的時間，且使草蛉幼蟲在短時間內爬至作物上立即搜捕害蟲，提升防治害蟲之應用價值。2013年苗栗區農改場辦理「天敵昆蟲防治草莓主要害蟲示範」時，推廣應用瓦楞

紙條釋放天敵防治草莓害蟲。

農業試驗所於 2010 年在其草莓試驗田區進行瓦楞紙條之釋放量與防治葉蟎試驗，結果每株草莓釋放 5 個及 10 個瓦楞紙條均具防治效果，尤以釋放 10 個瓦楞紙條者之防治效果最佳。葉蟎初期發生數量較少，釋放 5 個瓦楞紙條即能抑制，隨著葉蟎發生數量增加，應適時調整釋放量。該所另以小黃瓜進行防治蚜蟲試驗，試驗處理除釋放瓦楞紙條組、對照組外，增加釋放草蛉卵片組。結果每株小黃瓜釋放 10 個瓦楞紙條之防治效果較好，釋放瓦楞紙條者之防治效果較釋放卵片者為佳。釋放卵片者之小黃瓜於生長前期遭大量蚜蟲危害，致葉片產生黑色煤煙，嚴重者枯萎或枯死(黃勝泉等，2012)。

為研發天敵更有效的防治技術，農業試驗所調整天敵釋放齡期、釋放方式進行試驗，2013 年利用釋放單元定量草蛉 3 齡幼蟲進行防治小黃瓜蚜蟲潛力試驗，每株小黃瓜分別接種 30、60、90、120 及 150 隻初齡蚜蟲，將釋放單元定量 6 隻草蛉 3rd 幼蟲分別釋放上述小黃瓜植株上，結果釋放後第 1 日之防治率均達 9 成以上(表二)，極具防治潛力。另於田區進行釋放單元之草蛉 3rd 幼蟲防治效果評估試驗，釋放單元定量 6 隻草蛉 3rd 幼蟲分別釋放於 5 種試驗條件之小黃瓜試驗區，每區小黃瓜試驗區之條件為 6 盆小黃瓜，兩排併列，行距 60cm，株距 50cm，中間以繩網供小黃瓜攀附生長，同區之每株小黃瓜接種 5 隻初齡蚜蟲，其他 4 種試驗條件區之每株小黃瓜分別接種 10、15、20 及 25 隻初齡蚜蟲，每 5 日釋放草蛉 1 次。結果以每株小黃瓜接種 5、10 隻蚜蟲數之防治效果最好，可達 100%(圖二)；其他接種蚜蟲數初期之防治率雖達 47.5-84.5%，但後期無法有效抑制蚜蟲數量；至於對照組之蚜蟲數量，於接種後第 4 日開始上升，第 18 日達高峰(圖三)。綜合上述，基於小型害蟲之生活史短，繁殖力強，可在短時間內快速大量繁殖族群數量，以危害作物，故應用天敵防治害蟲之時機至為重要，針對小型害蟲之生物特性，在其尚未發生時作預防性防治，或於其密度較低時加以防治，如此才會較佳之防治成效。

## (二)黃斑粗喙椿象：

全世界椿象類已記錄的種類約 5,000 種，臺灣記錄約 100 種以上，其中包括捕食性及植食性。黃斑粗喙椿象主要以鱗翅目幼蟲為食餌，為臺灣蔬果作物常見之捕食性天敵。苗栗區農業改良場自 1996 年起致力於此蟲之大量飼養及應用研究，利用代用食餌及改良式的簡易飼育法，建立大量繁殖技術，提供田間生物防治所需的大量蟲源，並釋放於田間防治甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua*)、紋白蝶(*Pieris rapae crucivova*)、斜紋夜盜(*Spodoptera litura*)(章加寶，2000; 章加寶、謝豐國，2001; 章加寶，2002)。以田間防治高麗菜紋白蝶幼蟲為例，葉片有 5 隻紋白蝶幼蟲危害時，平均每株釋放 1 隻 3 齡以上椿象即可。防治草莓園斜紋夜盜蟲每棵有 5 隻斜紋夜盜蟲危害時為最佳釋放時機，可釋放 1-2 隻三齡以上椿象，釋放時選擇在天氣良好無露水時釋放，冬季在早上 9 點以後釋放為佳。並隨時檢視害蟲密度，以補充天敵(章加寶、黃勝泉，2010; 章加寶等，2011)。

影響黃斑粗喙椿象捕食量相關性因子之初步試驗結果有：將 4 齡若蟲以不同飢餓時間，餵食 3 齡期斜紋夜盜蟲，經 96 小時後調查斜紋夜盜蟲死亡數在 6.0-8.5 隻，結果顯示以飢餓 8 小時及 12 小時後之捕食量在 8.5 隻為最佳(表三)；另在 3 齡、4 齡及 5 齡黃斑粗喙椿象若蟲對 3 齡斜紋夜盜蟲捕食量之比較，8 小時後調查斜紋夜盜蟲死亡隻數，以 5 齡期捕食量 6.5 隻最多與 3 齡期及 4 齡期間呈顯著性差異(表四)；再將黃斑粗喙椿象 5 齡若蟲及成蟲對 2 齡、3 齡、4 齡及 5 齡期斜紋夜盜蟲之捕食量作比較，結果顯示，黃斑粗喙椿象 5 齡若蟲及成蟲對食餌之捕食數量，均隨斜紋夜盜蟲齡期之增長而降低(表五、表六)。

在栽培之農作物如果樹、蔬菜、花卉、玉米、茄果類及景觀作物等，常可發現鱗翅目類幼蟲危害葉片、花瓣或果實。在栽植作物初期發現有鱗翅目幼蟲危害，即採取釋放黃斑粗喙椿象可達預防措施，減少危害並避免擴散蔓延。利用捕食性昆蟲捕殺害蟲為綜合管理防治方法之一，若善加利用天敵昆蟲防治技術，且持續推動成為區域防治，將會對於整個



區域在作物害蟲管理上有極大的助益。

### (三) 小黑花椿象：

全世界共約 60 種，全都是捕食性。國內主要有 3 種，其中南方小黑花椿象 (*Orius strigicollis* (Poppius)) 是田野間較常見的捕食性天敵。經由捕食能力與集體飼養評估，此天敵生物適合大量生產，並可供應作為溫室與田間農作物薊馬、葉蟎等小型害蟲生物防治之需(王清玲, 1994)。國外有數種小黑花椿象，已生產販售應用於防治作物害蟲。此天敵之若蟲時期可捕食薊馬或葉蟎 100-150 隻，成蟲取食量超過若蟲期。此天敵最喜捕食薊馬，一生最大捕食量約 200-300 隻薊馬或 500-600 隻葉蟎(王清玲等, 2002; 邱及王, 2006)。小黑花椿象食量大，生育繁殖快，若蟲及成蟲均能捕食薊馬或其他小型昆蟲，是具有生物防治效果的天敵。苗栗區農業改良場於 2006 年自農業試驗所技轉南方小黑花椿象，經過長期飼養研究與試驗，已經建立大量繁殖技術。飼養此天敵同時需要給予動物與植物性食物(王清玲等, 2002)，動物性食物以粉斑螟蛾卵(*Ephesia cautella* Walker)，或以豐年蝦卵(*Artemia franciscana* Kellogg)為代用食餌。以豐年蝦卵為南方小黑花椿象若蟲期食餌，且以蛾卵為成蟲期食餌，經 20 世代連續飼育繁殖，發現此天敵一生產卵數則顯著增加約 23-28%。另外集體飼養試驗顯示，輪用蝦卵與蛾卵，可減輕因蛾卵品質不佳而產生的負面影響。因此，以豐年蝦卵配合粉斑螟蛾卵輪用飼養，有利於長期繁殖，並降低生產成本(盧秋通等, 2011)。農業試驗所於 2011 年技轉技術給苗栗區農業改良場。

田間防治草莓薊馬時，將南方小黑花椿以及包裝內可腐化填充物質，均勻散佈於植株上。釋放剛孵化的若蟲，經 7-10 日釋放第二批，以助其在田間建立穩定的族群。一般草莓園施放數量，以植株大小及害蟲密度而定。若尚未有害蟲發生即予釋放，則會使小黑花椿象為了找尋食物四處遊走，數日後即消失。若害蟲密度過高才釋放，害蟲繁殖速度大於小黑花椿捕食量，則可能永遠無法控制害蟲危害。

### (四) 東方果實蠅寄生蜂：



東方果實蠅之寄生性天敵有卵、幼蟲及蛹期等不同育階段之各種寄生蜂。自 1999 年開始執行果實蠅區域管理計畫 (Hawaii Fruit Fly Area-wide Pest Management) 評估各種防治策略時，將保育與釋放果實蠅類之寄生性天敵列為六個重點技術項目之一 (Vargas *et al.*, 2008)。近年來在美國 (夏威夷州、佛羅里達州)、墨西哥、澳洲及以色列等國家皆嘗試進行各種果實蠅類寄生蜂田間蒐集鑑定、大量飼育技術的開發及田間釋放應用於防治之研究，如卵寄生蜂 *Fopis arisanus* (Sonan)、幼蟲寄生蜂之 *D. longicaudatus* (Ashmead)、*D. tryoni* (Cameron) 及蛹寄生蜂之格氏突闊小蜂 *Dirhinus giffardii* Silvestri、*Coptera haywardi* (Ogloblin) 等 (Lopez *et al.*, 1999; Baeza-Larios *et al.*, 2002; Guillen *et al.*, 2002; Argov *et al.*, 2011; Manoukis *et al.*, 2011; Vargas *et al.*, 2012)。

早期於 1949-1950 年間臺灣採集果實蠅之天敵計有跳小蜂科 (Encyrtidae)、瘿蜂科 (Cynipidae) 及金小蜂科 (Pteromalidae)，共羽化 7 種寄生蜂種類 (劉玉章, 1981)。近年來 2010-2014 年間於臺灣中部地區之各類果園中搜集東方果實蠅為害的果實，調查果實蠅類寄生蜂種類及田間自然寄生情形，經鑑定以卵寄生蜂及幼蟲寄生蜂為主。1995 年 5 月苗栗區農業改良場自中央研究院引進蛹寄生格氏突闊小蜂種原與飼養技術 (黃及章, 2002)，已建立寄生蜂大量飼養繁殖模式，並提供農民於田間釋放防治。

卵寄生蜂屬膜翅目、小繭蜂科，為其它國家最常應用之東方果實蠅寄生性天敵，為體內單員寄生性之天敵昆蟲，寄生於東方果實蠅的卵，其幼蟲孵化後取食東方果實蠅幼蟲組織，並與寄主同時發育成長，直至寄生蜂羽化後始離開寄主體，雌寄生蜂的產卵高峰期可持續 2 週，在楊桃園調查此種卵寄生蜂之寄生比率，發現寄生蜂與羽化率 46.4%，東方果實蠅 16.3%，未羽化蛹 37.3%，表示在田間卵寄生蜂能有效寄生果實蠅，未來若能人工大量飼育，再釋放於田間，將有助於東方果實蠅之防治。

幼蟲寄生蜂屬膜翅目、小繭蜂科，常以東方果實蠅末齡幼蟲為寄生

對象，甫孵化之寄生蜂幼蟲體色呈白色透明，取食東方果實蠅蛹體組織，在  $27\pm 2$  °C 環境下，卵期約 2 日、幼蟲期 6 日、蛹期 6-8 日、成蟲壽命約 10-15 日。

格氏突闊小蜂屬膜翅目、小蜂科，成蟲呈黑色，體長約 3-4 mm，雌蜂以產卵管插入果實蠅蛹內產卵，孵化之幼蟲以果實蠅蛹體為食而發育成長。在  $27\pm 2$  °C 環境下，以東方果實蠅為寄主，完成一世代約需 18-20 日，雄蜂較雌蜂早 2-3 日羽化，雌蜂羽化後不久即可與雄蜂交尾，且寄生能力長達 1 個月，平均每日可寄生約 4 顆果實蠅蛹，為體內單員寄生性之天敵昆蟲。蛹寄生蜂具備寄生於土壤中果實蠅蛹期之特殊習性，有別於攻擊果實蠅卵期或幼蟲期之寄生蜂，主要攻擊可以成功進入蛹期的果實蠅蛹體，田間應用可以彌補攻擊卵或幼蟲期寄生蜂之不足。卵及幼蟲寄生蜂的寄生效果對於東方果實蠅危害的寄主有偏好的選擇，蛹寄生蜂為寄生土中的蛹，不會因作物種類影響寄生效率，可應用於各類果樹防治果實蠅。

## 結語

臺灣農業已進入精緻及兼顧生產、生活和生態的永續農業，此時病蟲害之防治勢必配合相同的路線，因此生物防治在作物害蟲管理上，天敵昆蟲扮演舉足輕重角色。以天敵防治害蟲蟎時，必須注意田間害蟲蟎密度，在低密度時效果最佳，放少量天敵就可達顯著效果，但是到高密度時，才大量釋放天敵，不僅浪費天敵，而且植物本身已被害蟲為害，失去防治效益。除天敵釋放時機應特別注意外，田間害蟲密度，也應參酌其他因素如商品價值、作物受害部位、時間、地區等而有所變動。在全面推動生物防治時尚需突破許多障礙及困難，除了目前已推廣並略有成效之天敵昆蟲外，今後應加強普遍建立生物防治理念，結合研究與應用，提高本地產天敵防治效果，在田間規劃天敵食餌、寄主或種植花粉蜜源植物提供天敵食物及棲所；天敵貯存和運輸技術之研究；天敵商品管理及如何發展有效又具經濟利益之天敵大量繁殖等技術，配合運用其他防治技術以發揮防治成效。

## 參考文獻

- 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。臺灣昆蟲特刊第三號：農作物害蟲與害蟎生物防治研討會專刊。157-174 頁。
- 王清玲。1994。南黃薊馬天敵：中華斑腿椿象與曹氏小黑花椿象之捕食能力 植保會刊 36：141-154。
- 李文台。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。
- 李文台。2003。微膠囊人工飼料累代飼育基徵草蛉之方法與成本分析。植保會刊 45: 45-52。
- 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。
- 章加寶、黃勝泉、吳春美。2011。黃斑粗喙椿象繁殖及利用。臺灣有機農業技術要覽。5-7 頁。
- 章加寶、黃勝泉。2010。黃斑粗喙椿象。農試所特刊第 142 號：作物蟲害非農藥防治資材。27-29 頁。
- 章加寶、謝豐國。2001。黃斑粗喙椿象 *Eocanthecona furcellata* (Wolff) 對數種食餌捕食量測定。臺灣昆蟲 21:257-267。
- 章加寶。2000。臺灣天敵昆蟲生物多樣性及其應用。2000 年海峽兩岸生物多樣性與保育研討會。101-111 頁。
- 章加寶。2002。黃斑粗喙椿象 *Eocanthecona furcellata* 大量飼養與應用。臺灣昆蟲特刊第三號：農作物害蟲與害蟎生物防治研討會專刊 175-181。
- 黃勝泉、章加寶。2002。東方果實蠅幼蟲收集器開發及其蛹寄生蜂量產技術。昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊。121-129 頁。
- 黃勝泉、盧秋通、彭淑貞、吳怡慧。2012。天敵昆蟲在有機蔬果害蟲防治之應用。2012 年有機農業研究團隊研發成果研討會專刊-p-1-20。
- 劉玉章。1981。臺灣東方果實蠅之研究。興大昆蟲學報 16:9-26。

- 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。
- 羅幹成、陳秋男。1995。臺灣農作害蟲防治近二十年之進展。植保會刊 37：357-380。
- Argov Y., Blanchet A., and Y. Gazit. 2011. Biological control of the Mediterranean fruit fly in Israel: Biological parameters of imported parasitoid wasps. *Biological Control* 59: 209-214.
- Baeza-Larios G., Sivinski J., Holler T., and M. Aluja. 2002. The ability of *Coptera haywardi* (Ogloblin) (Hymenoptera: Diapriidae) to locate and attack the pupae of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), under seminatural conditions. *Biological Control* 23: 213-218.
- Brooks, S. J., and P. C. Barnard. 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Entomol.)* 59: 117-286.
- Canard, M., Y. Semeria, and T. R. New. 1984. *Biology of Chrysopidae*. Dr W. Junk Publishers. The Hague. The Netherlands. 249 pp.
- Guillen L., Aluja M., Equihua M., and J. Sivinski. 2002. Performance of two fruit fly (Diptera: Tephritidae) pupal parasitoids (*Coptera haywardi* [Hymenoptera: Diapriidae] and *Pachycrepoideus vindemiae* [Hymenoptera: Pteromalidae]) under different environmental soil conditions. *Biological Control* 23: 219-227.
- Lopez M., Aluja M., and J. Sivinski. 1999. Hymenopterous larval–pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha flies* (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Biological Control* 15:119-129.
- Manoukis N., Geib S. M., Seo D. M., Mckenney M. P., Vargas R. I., and E. B. Jang. 2011. An optimized protocol for rearing *Fopius arisanus*, a parasitoid of tephritid fruit flies. *Journal of Visualized Experiments*. (53).



Available: DOI: 10.3791/2901

Vargas R. I., Leblanc L., Putoa R., and J.C.Piñero. 2012. Population dynamics of three *Bactrocera* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae) and two introduced natural enemies, *Fopius arisanus* (Sonan) and *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), after an invasion by *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in Tahiti. *Biological Control* 60: 199-206.

## The Natural Enemies Applying on the Organic Agriculture

Sheng-Chuan Huang<sup>1\*</sup>, Chiu-Tung Lu<sup>2</sup>, Shu-Chen Peng<sup>3</sup>, Yi-Hui Wu<sup>3</sup>

Chief and Director, Miaoli DARES., COA., Executive Yuan<sup>1</sup>

Assistant researcher, TARI., COA., Executive Yuan<sup>2</sup>

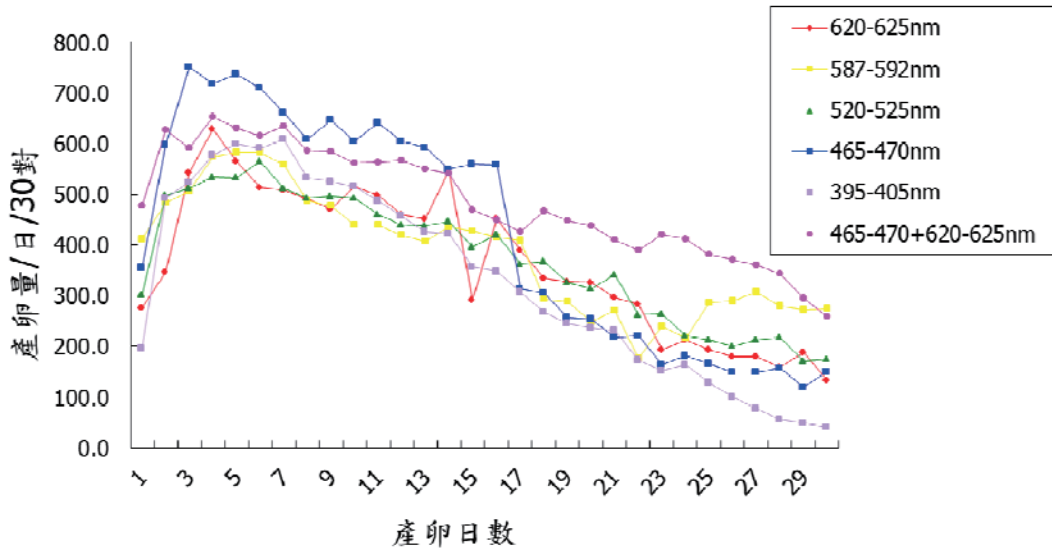
Assistant researcher, Miaoli DARES., COA., Executive Yuan<sup>3</sup>

E-mail: [fly01@mdais.gov.tw](mailto:fly01@mdais.gov.tw)

### Abstract

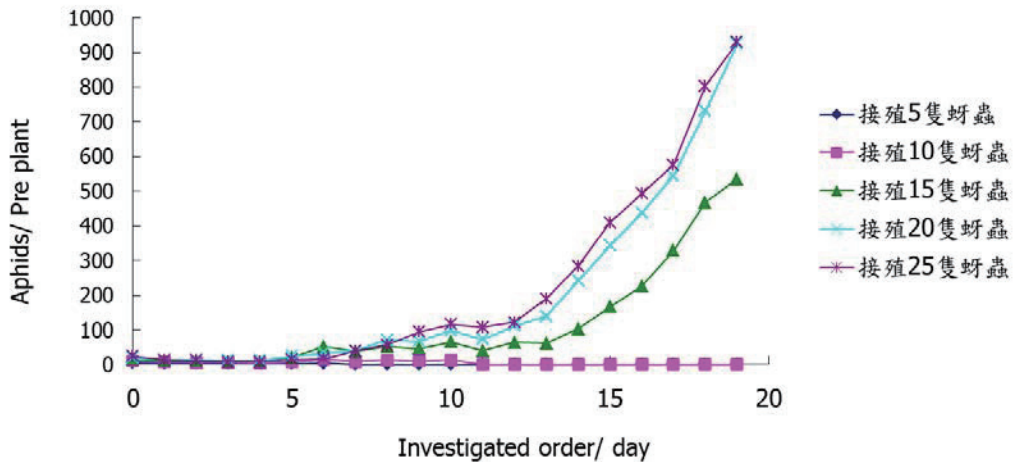
The biological control for pests displays advantages in reducing usage of pesticide, decreasing environmental pollution, and preventing from reoccurrence of insect pests. Therefore, its application get more attentions since more customers prefer healthy and insecticide-free vegetables and fruits. The key predators including the lacewings, stink bugs, ladybugs, mantis, phytoseiid mites and parasitic wasps are good control agencies for aphids, thrips, spider mites, other small pests as well as the specific Lepidopteran pests. The present status of the application of natural enemies is reviewed in the present paper.

**Key words :** natural enemy, biological control, organic agriculture.



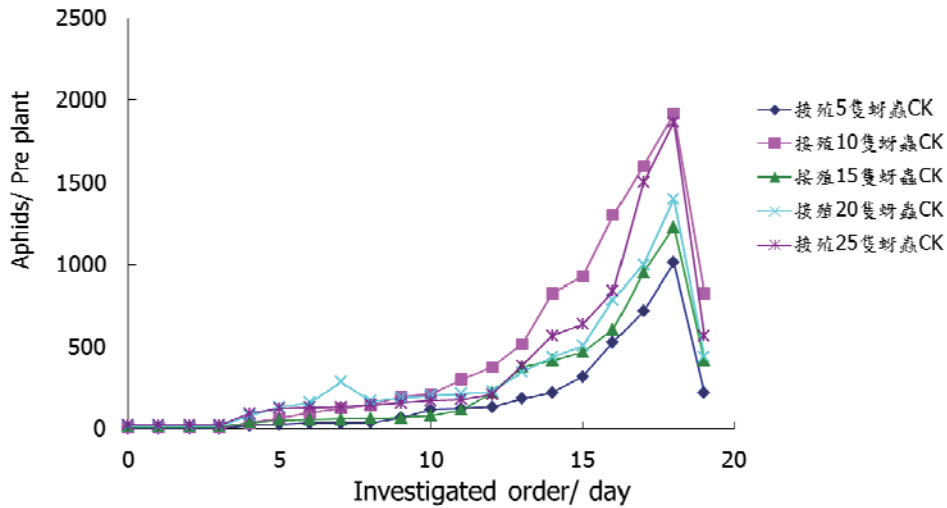
圖一、群體飼養基徵草蛉成蟲於不同光波長之日產卵量趨勢

Fig 1. Egg production of the green lacewing as tendency with the different wavelength under mass production.



圖二、釋放草蛉3齡幼蟲防治小黃瓜蚜蟲效果

Fig 2. Effect on the releasing 3rd instar larvae to control the cucumber aphid.



圖三、對照組之蚜蟲接殖在小黃瓜後之數量調查

Fig 3. Number aphid of control were investigated after the inoculated by the aphid on cucumber.

表一、群體飼養基徵草蛉成蟲於不同光波長之產卵量比較

Table 1. Egg production of the green lacewing as comparison with the different wavelength under mass production.

Optical wavelength(nm)	Number of eggs deposited daily(Mean± SE)		Number of eggs/30days/30 pairs(Mean± SE)
	One pair	30 pairs	
620-625	12.2 bc <sup>z</sup>	365.4 bc	10963.0 bc
587-592	12.8 bc	383.4 bc	11503.0 bc
520-525	12.4 bc	373.0 bc	11189.7 bc
465-470	13.8 ab	415.1 ab	12454.0 ab
395-405	11.0 c	329.9 c	9898.0 c
465-470+620-625	16.1 a	483.3 a	14499.0 a

<sup>z</sup> Results were improved by SPSS 17.0 for variance analysis, then the least significant difference (Fisher's least significant difference, LSD) method compares the difference between treatment, significant differences in the level of P < 0.05.



表二、草蛉 3 齡幼蟲捕食初齡蚜蟲數量之觀察

Table 2. Observation for hunting of the 3<sup>rd</sup> instar larvae fed on the young instar aphid.

Duration of observation	Aphids/ Pre plant				
	30	60	90	120	150
0	30	60	90	120	150
1	1.7	2.0	0	1.3	4.5
2	0	0	0	1.0	1.0
3	0	0	0	0.3	0
4	0	0	0	0.3	0
5	0	0	0	0	0

表三、4 齡期黃斑粗喙椿象以不同飢餓時間對 3 齡斜紋夜盜蟲捕食量之比較

Table 3. Comparison of starvation period at *Eocanthecona furcellata* 4<sup>th</sup> instar on predation of 3<sup>rd</sup> *Spodoptera litura* instar.

Starvation (hr)	<i>Spodoptera litura</i> deaths after 96 hours				
	I	II	III	IV	M
4	6	6	7	7	6.5cd
8	9	8	8	9	8.5a
12	8	9	9	8	8.5a
16	8	8	7	7	7.5b
20	8	6	7	7	7.0bc
24	7	6	5	6	6.0d

Means follow the same letters in the same column are not significantly different by LSD ( $p < 0.05$ ) test.

表四、不同齡期黃斑粗喙椿象對3齡斜紋夜盜蟲捕食量之比較

Table 4. Comparison of different *Eocanthecona furcellata* instars on predation of *Spodoptera litura* 3<sup>rd</sup> instar.

Instar	<i>Spodoptera litura</i> deaths after 8 hours				
	I	II	III	IV	M
3 <sup>rd</sup>	4	2	3	5	3.50b
4 <sup>th</sup>	3	3	2	3	2.75b
5 <sup>th</sup>	4	10	5	7	6.50a

Means follow the same letters in the same column are not significantly different by LSD ( $p < 0.05$ ) test.

表五、5齡期黃斑粗喙椿象對不同齡期斜紋夜盜蟲捕食量之情形

Table 5. Comparison of *Eocanthecona furcellata* 5<sup>th</sup> instar on predation of different *Spodoptera litura* instars.

Instar	<i>Spodoptera litura</i> deaths after 8 hours				
	I	II	III	IV	M
2 <sup>nd</sup>	4	10	5	4	5.75a
3 <sup>rd</sup>	5	8	7	7	6.75a
4 <sup>th</sup>	4	2	2	2	2.50b
5 <sup>th</sup>	2	1	1	1	1.25b

Means follow the same letters in the same column are not significantly different by LSD ( $p < 0.05$ ) test.

表六、黃斑粗喙椿象成蟲對不同齡期斜紋夜盜蟲捕食量之情形

Table 6. Comparison of *Eocanthecona furcellata* adult on predation of different *Spodoptera litura* instars.

Instar	<i>Spodoptera litura</i> deaths after 8 hours				
	I	II	III	IV	M
2nd	10	9	10	8	9.25a
3rd	8	4	8	4	6.00b
4th	6	6	3	4	4.75b
5th	2	1	1	1	1.25c

Means follow the same letters in the same column are not significantly different by LSD ( $p < 0.05$ ) test.