

茄科果菜之蟲害管理

吳子淦

行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

摘要

果菜害蟲各有不同的生物特性與經濟重要性，應該要依據害蟲的種類，採取合適的防治策略。應用檢疫措施，防堵及消滅檢疫害蟲，並且利用全國性的偵測系統，監測是否有外來害蟲入侵。西方花薊馬(*Frankliniella occidentalis*)與刺足根蟻(*Rhizoglyphus echinopus*)能危害許多作物，包括茄科作物在內，是破壞性極大的檢疫害蟲。雖然沒有在臺灣立足，但是有多次被檢出的檢疫記錄，表示這些害蟲對本地農作物具有很大的潛在威脅。已存在本地的害蟲，如瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae*)，銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii*)，以及一些夜蛾科(*Noctuidae*)的害蟲，寄主作物種類眾多，並有高的活動能力，能在不同的寄主作物之間遷移，因而具有很大的分布空間。對這些害蟲，宜先採行區域性的防治方法，降低區內的蟲口數量。小面積內的害蟲防治，應該採取最具效果的綜合防治法。在作法上優先考慮非農藥的防治技術，合理的使用農藥為輔。蟲害管理的目標並不是要將害蟲完全消滅，而是將害蟲的數量控制在不會造成經濟損失的程度。

關鍵字：蟲害管理，檢疫，區域防治，農業防治，生物防治。

前言

為害果菜的害蟲，種類眾多，各有不同的生物特性，以及經濟重要性。部份害蟲，遷移能力大，寄主作物種類多，活動區域涵蓋了很大的範圍，如瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae*)，銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii*)，斜紋夜蛾(*Spodoptera litura*)，以及甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua*)；部分害蟲，如南黃薊馬(*Thrips palmi*)，茶細蟻(*Polyphagotarsonemus latus*)，大都藏身在莖頂心葉，及腋芽處，不容易被發現。能在短時間內繁衍出大量個體，取食植株，使植株新芽發育不良，葉片枯萎，花苞黃化掉落，或是形成畸型果。粉蝨，蚜蟲，和薊馬又會傳播病毒病；所有害蟲對植株造成機械性損害，導致植株發育不佳，間接降低果品品質。檢疫上的考慮，使番茄夜蛾(*Helicoverpa armigera*)及薊馬的寄主作物

無法順利外銷⁽⁶⁾。所造成的經濟損失，更不易估計。另有一類害蟲，如西方花薊馬(*Frankliniella occidentalis*)與刺足根蟎(*Rhizoglyphus echinopus*)，屬於檢疫害蟲。可能會使果菜作物蒙受重大經濟損失，卻因為還沒有作物實際受害，容易被一般生產者所忽略。事實上，由於貿易往來頻繁，在 2002 至 2003 年間，經由檢疫方法，就已經防堵了 685 次西方花薊馬侵入臺灣的機會⁽³⁾。檢疫害蟲對本地的農作物具有不可忽視的潛在威脅。

由於果菜害蟲的生物特性及對作物的威脅程度不同，宜採取不同的管理措施，包括利用檢疫方法，徹底防止境外害蟲入侵；針對寄主作物多，四處遷移的害蟲，則適合以區域防治的作法，降低害蟲密度，減少作物被侵擊的機會；對隱藏性佳的小型害蟲，更需利用監測技術，及早發現，並且綜合運用各種防治技術，抑制害蟲發生。

以檢疫措施防堵境外害蟲入侵

應用檢疫措施，防堵檢疫害蟲及其他本地區未發生的害蟲入侵，以維持本國純淨的農業生產環境。統計數字指出⁽³⁾，在 2002 年至 2003 年進口的植物或其產品中，曾有 3296 批被檢出夾有其他生物。就檢出的種類中，櫻翅目的薊馬類被檢出 2288 次。經精確鑑定後，計有 12 屬 24 種薊馬。有 9 種並沒有在臺灣發生的記錄，其中包括西方花薊馬，被檢出 685 次。另外，刺足根蟎也被檢出 17 次。依據「中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定」，公告 30 種檢疫害蟲，西方花薊馬與刺足根蟎名列其中，這兩種害蟲對果菜作物都有嚴重的威脅，與其相關的寄主植物或植物產品都必須經過嚴格的檢疫程序，才准許輸入。

西方花薊馬，已經是世界性分布的害蟲，寄主植物達 50 科約 500 種。包括番茄、甜椒等果菜在內的蔬菜，以及瓜果，花卉植物，都會受到此蟲及其傳播的番茄斑點萎凋病的威脅。台灣是少數尚未發現此蟲的地區⁽¹⁰⁾。

刺足根蟎是唯一名列檢疫名單的蟎類。寄主植物範圍很廣，包括茄科與十字花科蔬菜在內的球根、球莖、根莖、塊莖及鱗莖類的蔬菜與花卉作物。根蟎通常棲息在土面下，以植物的根系或地下組織為食，也會傳播病害。

害蟲侵入一新棲地之後，若缺乏有效天敵的壓制，以及人們疏於注意，錯失入侵初期這段最好的撲滅時機之後，通常會很快的蔓延至其他地區，成為重要的經濟害蟲，造成嚴重的經濟損失⁽¹³⁾。因檢疫問題使農產品無法外銷，這部份的損失更是難以估計。

西方花薊馬與刺足根蟎若成功的侵入臺灣，對農業生產環境必定會造成重大的衝擊。針對檢疫害蟲的偵測與撲滅，都有完善的作業規範可資遵循^(8,17)。利用各種誘引劑、採樣技術以及行政資源，組成偵測系統，及時發現入侵的害蟲，並啟動緊急防疫作業，限制害蟲擴散並且予以撲滅。撲滅的方法，包括偵測，空中及地面噴藥，燻蒸，以及撒佈有毒誘餌⁽³⁵⁾。

針對入侵初期的害蟲，通常在衡量緊急防治費用與往後可能的損失之後，會認為及時撲滅才是最節省成本的作法⁽³³⁾。南黃薊馬是歐洲共同體(European Union, EU)的檢疫害蟲。在 2000 年，英國曾在栽種菊花的商業溫室內，以黃色黏板偵測到南黃薊馬。估計，如果沒有撲滅成功，使其擴散至各地設施，往後 10 年的經濟損失中，農產品無法輸出將是最大的損失來源⁽³³⁾。

區域性的害蟲管理

一些果菜害蟲，如瓜實蠅，銀葉粉蝨，以及夜蛾科(Noctuidae)的害蟲，寄主作物種類眾多，具有較大的分布空間，極高的活動能力，能在大區域內的多種寄主作物間遷移。這些害蟲族群密度的消長，並不能以小面積或單一作物上的蟲數來表示。鄭允等⁽¹⁵⁾提及防治果實蠅時，大面積防治時易收效，但小區域防治時則失敗的案例較多。原因是防治區外的害蟲很容易再度侵入。因而要了解這類型的害蟲對某一作物的真正威脅，應該調查較大範圍及長時期成蟲密度變化，並配合主要作物的種植面積、種植時期、分布區域等相關資訊。調查的結果可以作為區域性共同防治的參考⁽²⁰⁾。

區域防治是以管理大面積內的害蟲族群為著眼點，協同各種防治方法，使區內害蟲維持在低密度的狀態，甚至是被滅絕。在 1988 年瓜實蠅開始隨著東方果實蠅同步實施共同防治。採用的防治方法⁽¹⁴⁾：在作物區四周懸掛含毒克蠅誘殺板或甲基丁香油誘殺板。每 5-7 天噴灑一次含毒蛋白質水解物，誘殺雄蟲。幼果時即行套袋，保護果實；並進行清園、摘除被害果。在作物區四周的雜草噴含毒糖水，誘殺成蟲。這些措施大幅減少瓜實蠅的疫情。

在澳洲，番茄夜蛾會在寄主作物的殘株上以蛹越冬。因而利用耕作方法，進行大區域的防治。剷除寄主作物殘株，以減少蛹的數量，有效的抑制住番茄夜蛾的發生⁽²⁵⁾。在多明尼加，為了防止粉蝨及毒素病為害番茄，在番茄主要生產季節之前 90 天，開始禁止種植粉蝨的各種寄主作物，受到影響的面積，每年有 600 公頃。再配合採用抗病蟲品種，合理使用農藥等，而使番茄產量增加⁽³⁰⁾。

果菜害蟲的早期偵測

早期偵知，配合有效防治，是重要的蟲害管理原則。尤其是對體型細小，具隱匿性的果菜害蟲，如：薊馬、茶細蟎、粉蝨及蚜蟲，特別適用。這些害蟲大多藏匿在植株的隱密處，不容易被發現。短期間內就可以繁衍出大量個體，對寄主造成嚴重的機械性傷害，部份害蟲也會媒介病毒病。已經顯現出異狀的植株，縱使立即清除害蟲，也很難回復生長勢，因而需要有簡單、快速的監測工具，來警示這些果菜害蟲的發生，作為啟動防治工作的依據。

有色的黏紙是很理想的監測工具，可以及時偵測到害蟲的存在⁽³⁷⁾。黏紙的色度或亮度會影響誘蟲效果。陳等⁽⁶⁾提及可利用薊馬偏好藍色的特性，全面施放藍色黏紙，預測田間薊馬的發生時期，尤其外銷蔬菜更需要早期偵測以防薊馬侵入。用黃色黏紙誘集到的玉米薊馬(*Frankliniella williamsi*)數量較直接從超甜玉米幼苗上採集到的高，因此黃色黏紙可做為偵測玉米薊馬族群消長的工具⁽¹¹⁾。黃色黏紙也可以誘殺黃條葉蚤(*Phyllotreta striolata*)、番茄斑潛蠅(*Liriomyza bryoniae*)、小菜蛾(*Plutella xylostella*)、斜紋夜蛾，顯示設置黃色黏紙具有偵測害蟲種類，相對數量以及防治害蟲的功能。

黃色黏紙對銀葉粉蝨及其寄生性天敵 *Eretmocerus eremicus* 都有很強的吸引力。因而黏紙也可用於對天敵的密度監測⁽³¹⁾。

費洛蒙及其類似物也可當監測工具。在已知的 610 種昆蟲費洛蒙當中，有 193 種用在調查及偵測法，12 種用在大量誘殺法，3 種用在干擾法⁽¹²⁾。斜紋夜蛾，甜菜夜蛾，都可被性費洛蒙誘蟲器誘引。大面積或區域性實施偵測法時，通常每 1-10 公頃設置一個誘蟲器。獨立的農田、果園，每一塊田也要放置一個誘蟲器。在蟲害發生早期，族群密度較低時，以性費洛蒙誘蟲器作為蟲害發生的偵測工具，成效較佳⁽¹²⁾。

檢查被害果或落果，目視檢查也是簡便的偵測方法。

果菜害蟲的防治技術

一、耕作防治

利用耕作方式，調整生態環境中的某些因子，創造一個不利於害蟲生存、繁殖的環境，使害蟲數量降低，因而減少對農作物的損害。

(一) 不連續栽作果菜作物

以休耕或轉作其他作物的方式，避免週年沒有間斷的種植果菜作

物；銷毀作物殘株，與能被當作寄主的雜草。使害蟲食物來源不繼，因而減少害蟲族群的密度。果菜作物都有特定的生長季節。一般是以春、秋二季為主。夏季高溫多濕，影響著果及果實品質，並不適合種植。此段時間可以採取休耕、轉作、清除雜草寄主等農耕方式，中斷害蟲的食物來源。美國佛羅里達州的番茄遭受銀葉粉蝨為害，感染病毒病。因而採取剷除作物殘株，及休耕兩個月的作法，成功的抑制住粉蝨的發生數量⁽³⁰⁾。

利用耐熱或耐寒品種，提前或延後栽種，以與害蟲大發生時期錯開，可以減輕蟲害損失⁽³⁰⁾。然而也可能使害蟲在食物缺乏的季節裏，仍然能維持較大的族群密度，反而不利於後續作物的栽培管理。

(二) 利用農耕操作，撲滅害蟲

在作物間混種誘引植物、吸引害蟲，然後以殺蟲劑撲滅。惟此一操作方法，有可能反而引來更多的害蟲⁽³⁸⁾；使用各種有機物質如稻桿、鋸木屑，進行畦面覆蓋，可以提供天敵產卵和幼蟲隱匿的場所，間接減少害蟲數量⁽⁴⁰⁾。使用不同顏色的塑膠膜覆蓋在小苗四周，藉由反射的光線，干擾害蟲的視覺，可減少作物被害蟲侵擊的機會，甚或可將害蟲吸引到被日曬產生高溫的塑膠膜上致死^(23, 30)。以有顏色的塑膠膜覆蓋畦面，配合噴灑礦物油乳劑，可以減少粉蝨的數量⁽²³⁾。更可利用噴灑澆水的方式，將作物上的害蟲沖刷下來^(30, 40)，或是畦面淹水，溺斃藏匿在土中的害蟲⁽¹⁾。慎選輪作的作物種類，避免上期作的害蟲遷移到下一期作。玉米蚜(*Rhopalosiphum maidis*)可以在玉米與高粱間傳播⁽¹⁸⁾，因而此兩種作物不宜輪作。

(三) 田間衛生

甜菜夜蛾的野生寄主雜草中，以藜(*Chenopodium album*)及馬齒莧(*Portulaca oleracea*)最為常見。龍葵(*Solanum nigrum*)是葉蟎、蚜蟲及茶細蟎的中間寄主。瓜實蠅常停留在玉米株上，吸食莖部流出的汁液。刺莧(*Amaranthus spinosus*)及野莧(*A. viridis*)是甜玉米的重要害蟲-玉米薊馬的主要雜草棲所⁽¹¹⁾。清除田區周邊雜草，可減少入侵的害蟲蟲源。

(四) 管理幼苗，避免成為蟲害來源

甜椒，番茄，瓜類小苗大多在溫網室內培育，容易有茶細蟎，葉蟎，薊馬隱藏在新稍中。因而即將移植至新環境栽植的小苗，必須要先做除蟲處理，以保證移植的是無蟲害的小苗。

(五) 利用溫網室隔離害蟲，保護作物

常見的網室，頂部多以 PE、PVC 透光塑膠布或仍以防蟲網覆蓋。四周以不同規格孔徑的防蟲網圍住。常用的防蟲網，孔徑多是 16 目，24 目或是 32 目，可以防止瓜實蠅，夜蛾類等大型害蟲的侵襲，但是對胸圍不及 0.3mm 的薊馬、細蟎、葉蟎，及蚜蟲和粉蝨等小型害蟲沒有阻隔的效果，小型害蟲可以自由進出。

以整片玻璃或塑膠板作為材料，建成的溫室，小型害蟲及葉蟎的發生仍是最主要的困擾。蟲害發生的原因，多因設計不良，施工不嚴密，以及人員、物品進出時不小心的攜帶。

利用紫外線斷除型的塑膠布作為覆蓋材料，可以阻止小型害蟲入侵網室。多數溫網室使用的 PE(polyethylene)塑膠膜都含有紫外線吸收劑，以吸收紫外線(UV 線)，延長使用期限。塑膠膜通常都能阻斷 380nm 以下的紫外線，而光合作用需要的光線(400-700 nm)能正常穿透⁽²²⁾。

田間試驗顯示，以能阻斷紫外(UV)光的塑膠布圍成網室，在室內栽植蔬菜作物，可以大幅減少蚜蟲、薊馬的數量⁽²²⁾。也可以減少茶細蟎的密度，使危害降低，或延遲發生⁽⁹⁾。銀葉粉蝨非常依賴視覺來辨識方向和行進⁽³⁴⁾。因而干擾紫外光線，可以中斷粉蝨的遷移⁽²¹⁾。

使用阻斷紫外光線的塑膠膜，會減輕蟲害的發生以及減少作物感染病毒病，原因是昆蟲不會被缺乏紫外光線的建物吸引，只有少數昆蟲會侵入此類建物。其次是侵入此種建物的昆蟲，因為缺乏紫外光線的影響，行為產生改變，導致飛行活動減少。這種情況會降低傳毒昆蟲散播病害的效率⁽²¹⁾。而沒經過阻斷塑膠膜過濾，由間隙直接透進溫室內的一般光線，會影響阻斷型塑膠膜的防蟲效果⁽²¹⁾。

(六) 利用圍籬，阻止害蟲入侵

種植高莖作物，或在作物四周築起圍籬，可以減緩蚜蟲及粉蝨侵入作物區中⁽³⁰⁾。惟部份已侵入的害蟲，反而會被圍籬阻住，不能順利的再往外遷移。此種情況會加重作物受害的程度⁽⁴⁰⁾。斑潛蠅可隨風遷移，飛行高度可以達到 10 公尺⁽¹⁶⁾，圍籬並不容易將斑潛蠅完全阻在作物區外。

二、生物防治

茶細蟎、葉蟎、蚜蟲、薊馬以及粉蝨等害蟲，生活史很短，只需數天就可

以完成一個世代，短時間內就可以繁殖出大量後代。若經由藥劑篩選，很容易就產生具有抗藥性的後代。加以個體細小，多隱藏在植株心葉或葉片隱密處，一些沒有被農藥直接毒殺致死的個體，反而可能產生再猖獗現象。利用天敵控制這類害蟲，是最理想的防治方法。

茶細蟎是設施內甜椒最主要的害蟎。釋放捕植蟎 *Neoseiulus cucumeris* 防治甜椒上的茶細蟎，效果比使用硫磺製劑好⁽⁴¹⁾。增補式的釋放 *N. barkeri*，每主莖釋放 5 隻成蟎，每星期釋放一次，連續三次，就可以有效的抑制茶細蟎⁽²⁶⁾。

混合使用兩種寄生性天敵，*Encarsia formosa* 和 *Eretmocerus eremicus* 或是 *E. formosa* 和 *Eretmocerus mundus*，可以有效的防治銀葉粉蝨⁽³²⁾。釋放捕食性的瓢蟲 (*Delphastus pusillus*)，配合寄生蜂 *E. formosa*，或是 *Encarsia pergandiella*，可以抑制銀葉粉蝨發生。生物防治成功與否，天敵的“種類”，比天敵的“數量”重要⁽²⁹⁾。Denoth⁽²⁴⁾認為在引入多種天敵時，應該有所限制，以免彼此抵銷防治效果。

害蟲還處於低密度時期，是釋放天敵的理想時機。有些害蟲，如蚜蟲，族群的增長速度太快，遠大於天敵的繁殖潛能。因而在蚜蟲發生初期即釋放天敵，甚至於要在還沒有發現蚜蟲之前，就釋放天敵⁽³²⁾，早期建立起天敵族群。

許多作物的花都能吸引天敵。花粉與花蜜提供天敵活動與繁殖必須的營養。將種在盆中，已開花的 *Ricinus communis* 植株，擺放在種植甜椒的溫室及育苗室內，可以在作物尚未開花的時期，預先建立起捕植蟎 *Amblyseius degenerans* 的族群，防治之後可能發生的薊馬⁽³⁶⁾。

三、生物農藥防治

生物性農藥(Biopesticide)是指利用生物或其衍生物，經製備或配方，生產出來防治病蟲草害的農用藥劑，包括天然素材農藥，微生物農藥，生化農藥，以及由基因工程技術產製的生物農藥。用於防治蟲害的微生物農藥，包括蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*, Bt)、黑殭菌(*Metarhizium anisopliae*)，以及蟲生病原線蟲(Entomopathogenic nematodes)。

利用蘇力菌混合玉米油或礦物油，防治玉米螟，93-98%的甜玉米果穗都具有商品價值⁽²⁸⁾。以蘇力菌為主，在番茄園進行害蟲綜合防治，從整體性的結果考量，優於使用化學防治⁽³⁹⁾。微生物農藥的專一性比較高，田間藥效期太短，害蟲取食過後 3 至 4 天才會死亡，是微生物農藥主要的缺點。適合在害

蟲密度還不高的情況下使用。

將蘇力菌製成餌劑⁽⁷⁾，誘引玉米螟幼蟲取食，可以有效的防治玉米螟，使可上市的甜玉米果穗率達到 83.8%。且因將蘇力菌包埋在餌劑內，可防止因陽光照射後影響殺蟲效果。誘餌調製後經 220 天的儲藏，對玉米螟幼蟲的致死率仍與新鮮者無異。使用蘇力菌玉米螟誘餌，每公頃玉米田每次施用誘餌 16-20 公斤，就可有效的防治玉米螟，而使用粒劑農藥則需 40 公斤。

性費洛蒙及其類似物歸類於生化農藥。除了用於監測害蟲族群密度之外，以大量設置性費洛蒙誘餌，或撒佈含毒誘餌的方式，誘殺雄成蟲，干擾交尾，這些措施都可以降低害蟲數量，減少作物受害。在落花生播種後，立即以性費洛蒙誘引劑大量誘殺番茄夜蛾，甜菜夜蛾，及斜紋夜蛾。在落花生生育期間，可減少 60% 的幼蟲數⁽¹⁹⁾。利用費洛蒙誘引劑，誘得的都是雄性成蟲。雖然捕捉到的雄性成蟲數量很多，但可能大部份都已經與雌性成蟲交配過⁽⁵⁾。已商品化量產的生化農藥有斜紋夜蛾與甜菜夜蛾的性費洛蒙。

食物誘引劑能同時誘集雄蟲與雌蟲。費洛蒙配合食物誘引劑，會比使用單一誘殺劑的效果好⁽²⁷⁾。

四、化學防治

農藥是確保農作物生產最可靠的方法。近二十年來，國內每年都維持著約四萬公噸的農藥銷售量，推廣的藥劑也逐年累計到 1,551 種⁽²⁾。顯然蟲害防治工作仍是深深的倚賴著農藥。但是農藥對生態環境的影響也不能再被忽視，農藥的使用需更慎重。

使用正確的農藥種類與濃度防治害蟲，減少農藥濫用。葉蟎類是茄子的重要害蟎。主要種類有神澤葉蟎(*Tetranychus kanzawai*)、赤葉蟎(*Tetranychus cinnabarinus*)和二點葉蟎(*Tetranychus urticae*)。茄園內葉蟎的優勢種類則受到茄園附近作物以及當地農業特性的影響，各地區並不一定相同⁽⁴⁾。各種葉蟎體型都很細小，體色大都呈紅色，從外觀上很難判別種類。不同種類的葉蟎，適用的藥劑種類，施用的濃度也會不同。因而在用藥時，要先能確認防治的對象，以免錯用藥劑與濃度。

農藥與其他防治技術配合，可以降低農藥的使用量。國外防治蘋果蠹蛾，先以性費蒙作為調查的工具，當每週每個誘蟲器誘到的蟲數達到 5 隻時，施藥防治，依此可節省 50-75% 的噴藥次數⁽¹²⁾。以性費洛蒙或捕蚊燈誘殺甜菜夜蛾

的成蛾，噴施黑殭菌防治甜夜蛾的幼蟲，以 2.8%畢芬寧農藥為輔的綜合防治法，在青蔥示範區，全期可節省約 10 次的農藥防治⁽⁵⁾。

結論

近年來由於經濟的蓬勃發展，對生態環境的保護日漸受到重視。逐漸體認到農業生產，除了追求豐產之外，也應該要致力於維持更好的生態與生活品質。因而啟發了農業永續發展的觀念，強調動植物與環境相互依存的事實。蟲害的管理也導向於綜合防治模式。

從健康作物的觀點來看果菜蟲害管理，最首要的措施是讓作物遠離蟲害的威脅。利用檢疫措施，使境外害蟲不易入侵，侵入之後也能迅速被撲滅。其次是減少作物被害蟲侵襲的機會。對現存於本地，分布範圍廣，寄主作物多，移動性又大的害蟲，採取區域防治的作法。著眼於害蟲族群的管理，降低一特定區域內的害蟲密度，以減輕作物遭受蟲害的風險。最後，藉由有色黏紙與費洛蒙誘引劑，偵測及預報蟲害發生，及時採取整合性的防治措施，有效的管理害蟲族群。

參考文獻

1. 王雪香、柯忠德、陳文雄 1993 簡易設施蔬菜害蟲防治 p. 209-219 蔬菜保護研討會專刊 中華植物保護學會特刊新一號。
2. 古德業 2003 永續管理植物保護成果與衝擊 p.1-22 植物保護管理永續發展研討會專刊 中華植物保護學會特刊新五號。
3. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 2003 進口植物或其產品檢出之有害生物統計與圖鑑害蟲篇 農業委員會動植物防疫檢疫局、台灣大學昆蟲學系編印。
4. 何琦琛、陳文華 1993 茄子葉蟎之發生、分布及防治 p.117-134 蔬菜保護研討會專刊 中華植物保護學會特刊新一號。
5. 林慶元、鄭允、高清文、黃玉瓊、蔡勇勝 1993 宜蘭地區青蔥甜菜夜蛾綜合防治 p. 197-208 蔬菜保護研討會專刊 中華植物保護學會特刊新一號。
6. 陳文雄、陳昇寬、張煥英 2003 蔬菜害蟲的管理 p. 305-322 植物保護管理永續發展研討會專刊 中華植物保護學會特刊新五號。
7. 陳炳輝 1997 蘇力菌誘餌可增強對玉米螟之生物防治效果 永續農業 6:47-48。

8. 陳健忠、吳文哲、蕭旭峰、董耀仁 2003 檢疫害蟲偵測標準作業手冊 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。
9. 郭孚耀 1989 蔬菜設施栽培連作問題及病蟲害管理 p. 172-191 第二屆設施園藝研討會專集 鳳山熱帶園藝試驗分所編印。
10. 張念台、葉文斌 2003 西方花薊馬 p.1-10 動植物疫病害蟲診斷鑑定作業流程—植物害蟲 動植物防疫檢疫局編印。
11. 曾清田、吳炎融 1994 超甜玉米幼期薊馬類生態與藥劑防治 台南區農業改良場研究彙報 31:47-59。
12. 黃振聲 1997 昆蟲性費洛蒙之利用及展望 p.121-134 植物防疫研討會專刊 中華植物保護學會特刊新三號。
13. 葉瑩、周泳成 2003 入侵動植物疫病害蟲之現況與管理 p.1-5 入侵種生物管理研討會論文集 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
14. 劉玉章 2002 台灣東方果實蠅及瓜實蠅之研究及防治回顧 p.1-40 昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊 中華植物保護學會特刊新四號。
15. 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 p.49-66 植物保護管理永續發展研討會專刊 中華植物保護學會特刊新五號。
16. 鄭清煥 1993 危害洋香瓜之番茄斑潛蠅的生態與防治 p.135-152 蔬菜保護研討會專刊 中華植物保護學會特刊新一號。
17. 謝莉娟、林仁偉、陳端人、吳文哲、石正人 2002 新入侵果實蠅緊急撲滅演習規劃與實施 p.111-120 昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊 中華植物保護學會特刊新四號。
18. 顏福成、黃天福 1990 玉米蚜在高粱植株上之發生生態與防治 臺南區農業改良場研究彙報 26:45-52。
19. 顏福成、黃天福、張賜海 1991 利用性費洛蒙誘殺落花生主要害蟲之研究 台南區農業改良場研究彙報 27:45-58。
20. 蘇文瀛、鄭允、陳秋男 1992 昆蟲性費洛蒙誘蟲資料之分析與統計預測 p.43-79 病蟲害非農藥防治技研討會專刊 中華植物保護學會編印。
21. Antignus, Y., D. Nestel, S. Cohen and M. Lapidot. 2001. Ultraviolet-deficient greenhouse environment affects whitefly attraction and flight-behavior. *Environ. Entomol.* 30(2): 394-399.
22. Costa, H. S., K. L. Robb and C. A. Wilen. 2002. Field trials measuring the

- effects of ultraviolet-absorbing greenhouse plastic films on insect populations. *J. Econ. Entomol.* 95(1):113-120.
23. Csizinszky, A. A., D. J. Schuster and J. B. Kring. 1997. Evaluation of color mulches and oil sprays for yield and for the control of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Bellows and Perring) on tomatoes. *Crop Protection* 16: 475-481.
 24. Denoth, M., L. Frid and J. H. Myers. 2002. Multiple agents in biological control: improving the odds? *Biological Control* 24:20-30.
 25. Duffield, S. 2004. Evaluation of the risk of overwintering *Helicoverpa* spp. Pupae under irrigated summer crops in south-eastern Australia and the potential for area-wide management. *Ann. Appl. Biol.* 144:17-26.
 26. Fan, Y. and F. L. Petitt. 1994. Biological control of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), by *Neoseiulus barkeri* Hughes on pepper. *Biological Control.* 4:390-395.
 27. Foster, S. P. and M. O. Harris. 1997. Behavioral manipulation methods for insect pest-management. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 123-146.
 28. Hazzard, R. V., B. B. Schultz, E. Groden, E. D. Ngollo and E. Seidlecki. 2003. Evaluation of oils and microbial pathogens for control of lepidopteran pests of sweet corn in New England. *J. Econ. Entomol.* 96:1653-1661.
 29. Heinz, K. M. and J. M. Nelson. 1996. Interspecific interactions among natural enemies of *Bemisia* in an inundative biological control program. *Biological control.* 6: 384-393.
 30. Hilje, L., H. S. Costa and P. A. Stansly. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop protection* 20:801-812.
 31. Hoelmer, K. A., W. J. Roltsch, C. C. Chu and T. J. Henneberry. 1998. Selectivity of whitefly traps in cotton for *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae), a native parasitoid of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ. Entomol.* 27(4): 1039-1044.
 32. van Lenteren, J. C. 2000. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? *Crop Protection* 19:375-384.
 33. MacLeod, A., J. Head and A. Gaunt. 2004. An assessment of the potential economic impact of *Thrips palmi* on horticulture in England and the

- significance of a successful eradication campaign. *Crop Protection* 23:601-610.
34. Mound, L. A. 1962. Studies on the olfaction and colour sensitivity of *Bemisia tabaci* (GENN.)(Homoptera, Aleurodidae). *Entomol. Exp. Appl.* 5: 99-104.
 35. Myers, J. H. 1998. Eradication and pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 43:471-491.
 36. Ramakers, P. M.J. and S. J. P. Voet. 1996. Introduction of *Amblyseius degenerans* for thrips control in sweet peppers with potted castor beans as banker plants. In: van Lenteren, J. C. (ed.), *Proceedings of the IOBC/WPRS working group on integrated control in Glasshouses.* IOBC/WPRS Bull. 19(1):127-130.
 37. Steiner, M. Y., L. J. Sphor, I. Barchia and S. Goodwin. 1999. Rapid estimation of numbers of whiteflies (Hemiptera: Aleurodidae) and thrips (Thysanoptera: Thripidae) on sticky traps. *Aust. J. Entomol.* 38:367-372.
 38. Stansly, P. A., T. X. Liu and C. S. Vavrina. 1998. Response of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) to imidacloprid under greenhouse, field and laboratory conditions. *J. Econ. Entomol.* 91:686-692.
 39. Trumble, J. T., W. G. Carson and K. K. White. 1994. Economic analysis of a *Bacillus thuringiensis* based integrated pest management program in fresh market tomatoes. *J. Econ. Entomol.* 87:1463-1469.
 40. Vincent, C., G. Hallman, B. Panneton and F. Fleurat-Lessard. 2003. Management of agricultural insects with physical control methods. *Annu. Rev. Entomol.* 48:261-281.
 41. Weintraub, P. G., S. Kelitman, R. Mori, N. Shapira and E. Palevsky. 2003. Control of the broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)) on organic greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) with the predatory mite, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans). *Biological Control* 27:300-309.

Integrated insect pests management of vegetables in Solanaceae

Tze-Kann Wu

Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute,
Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan, 413, ROC

Abstract

As insect pests differ in their biological features and economic status, the control tactics should be varied with pest species. Quarantine pests should be intercepted and eradicated with quarantine treatments, and monitored through nation-wide detection systems to determine if there is any invasion of exotic pest. Quarantine pests, western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and bulb mite, *Rhizoglyphus echinopus*, are severe pests of various crops, including vegetables in Solanaceae. Although they have not become established in Taiwan, sporadic introduction present potential threat to native crops. The mobile polyphagous insects, such as melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*, whitefly, *Bemisia argentifolii*, and some noctuids, distribute among various host plants over a wide area. Wide-area control is a useful tactic for maintaining these native pests at acceptable levels. Integrated pest management is an effective approach for controlling insect pests in small farms. The use of non-pesticide tactics should be prior to chemical applications. The goal of a management program is not to eliminate all pests but to reduce pest populations to tolerable levels of economic damages.

Key words: Insect pest management, quarantine, area-wide control, cultural control, biological control.