# 臺灣芒果產業重要有害生物之整合管理

石憲宗[1,5]、邱一中[1]、林鳳琪[1]、李啟陽[1]
郝秀花[2]、林明瑩[3]、邱國棟[4]、王清玲[1]

## 摘 要

重要害蟲及其天敵之生物學與生態學，為有害生物整合管理的基礎，本文分析芒果葉蠣(*Oligonychus mangiferus* (Rahman & Sapra))、葉蟬類昆蟲(包括芒果褐葉蟬(*Idioscopus nitidulus* (Walker))、芒果綠葉蟬 (*I. clypealis* (Lethierry))、二點小綠葉蟬(*Amrasca biguttula* (Ishida))、小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood)、芒果木蝨(*Microceropsylla nigra* (Crawford))、柑桔粉介殼蟲(*Planococcus citri*(Risso))、芒果癭蚊(*Procontarinia mangicola* (Shi))、芒果蛀莖夜蛾(*Chlumetia transversa* (Walker))與東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))等臺灣芒果重要有害生物之相關資料，透過監測害蟲、定期田間衛生、修剪、施用化學藥劑、合理施肥與非化學防治技術等方式，有效降低族群數量。一個有效的蟲害整合管理系統，不僅可幫助農友生產安全、高品質與高價值的果品，也可為農友建立可持續性的芒果產業。

關鍵詞：臺灣、芒果、整合管理、重要害蟲

1. 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組。臺灣 臺中市。
2. 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。臺灣 高雄市 鳳山區。
3. 行政院農業委員會台南區農業改良場作物環境課。臺灣 臺南市。
4. 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系。臺灣 高雄市 鳳山區。
5. 通訊作者，電子郵件：htshih@tari.gov.tw。

# 前　言

芒果為熱帶與亞熱帶國家重要經濟果樹之一，亦為我國內外銷市場的重要果樹，為使芒果可成為我國持續發展的產業，必需有完整的育種、栽培管理、有害生物整合管理與產銷等配套策略與行動支持。為了建構符合臺灣芒果產業需求之有害生物整合管理技術，第一作者近年調查臺灣芒果主要產區害蟲種類，並彙整與考證往昔芒果害蟲資料，結果顯示臺灣共有 6 目 27 科 80 種害蟲與 1 目 2 科 6 種害蟎可危害芒果 (Shih *et al.*, unpublished data)，其中芒果葉蟎 (*Oligonychus mangiferus* (Rahman & Sapra, 1940))、芒果褐葉蟬 (*Idioscopus nitidulus* (Walker, 1870))、芒果綠葉蟬 (*I. clypealis* (Lethierry, 1889))、二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida, 1913)) 與小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood, 1919) 是危害抽梢期至小果期之重要有害動物；芒果木蝨 (*Microceropsylla nigra* (Crawford, 1919)) 與芒果癭蚊 (*Procontarinia mangicola* (Shi, 1980)) 則為抽梢期之後的葉部重要害蟲；芒果蛀莖夜蛾 (*Chlumetia transversa* (Walker, 1863)) 則危害枝梢重要害蟲；柑桔粉介殼蟲 (*Planococcus citri* (Risso, 1813)) 與東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912)) 則為果實期重要害蟲。

本文以芒果各生育期 (抽梢期、花期與結果期) 所發生重要害蟲之生態與為害特性為主軸，提出目前已應用在臺灣田間之重要害蟲監測方法，讓農友依田間特性與需求，選擇適當的方法，作為自主監測重要害蟲發生與防治時機的根據，使農友可在正確的防治時機，施用適當的化學、物理與耕作防治等方法，配合導入合理化施肥與安全用藥 (輪用不同殺蟲作用機制、遵循我國植物保護手冊所列芒果有害生物之推薦用藥) 觀念。最終目的，係建立一套適時適地適用的芒果有害生物 (蟲害、病害與雜草等) 整合管理技術，為我國芒果產業奠定兼顧產業經濟發展、環境安全與食品安全的基礎。

## 芒果重要害蟲生態與為害特性

全世界被記錄可危害芒果的害蟲與害蟎約有 260 種(Pena *et al.*,1998)，各國發生的種類與為害程度，明顯受到地理分布與氣候條件所影響，但會造成經濟損失的種類卻不多，這些有害動物之分類地位主要集中於 (1) 蛛形綱

的蠕蜱目葉蠕科；(2) 昆蟲綱的纓翅目錐尾亞目；半翅目葉蟬科、木蝨科、蚜蟲科、粉蝨科與介殼蟲總科；鱗翅目夜蛾科與毒蛾科；鞘翅目象鼻蟲科以及雙翅目之果實蠅科與癭蠅科 (Shih *et al.*, 2010)。

在臺灣部分，根據第一作者近 4 年調查臺灣芒果主要產區害蟲種類，並彙整與考證往昔芒果害蟲資料，共有 6 目 27 科 80 種害蟲與 1 目 2 科 6 種害蟎可危害臺灣芒果 (Shih *et al.*, unpublished data)，其中約有 10 種為臺灣芒果產業之重要害蟎與害蟲，嚴重造成產量與品質之經濟損失。

下列係作者等彙整臺灣往昔研究報告與近年田間調查資料，茲將其重要生態與為害特性簡略如下，以作為田間害蟲種類診斷與蟲害防治之參考依據，若需瞭解詳細資料，則可參閱本文所引用之參考文獻內容。

## 一、蠕蜱目 – 芒果葉蠕

芒果葉蠕於臺灣的最早紀錄年代為 1975 年 (Ho, 1988)，為芒果葉部重要害蟎，如今已普遍存在土檨 (BAPHIQ, 2003)、卓安南 (Shih *et al.*, unpublished data)、愛文、金煌、凱特、海頓與玉文(Lin *et al.*, unpublished data) 等主要商業品系。Lin and Chen (2008) 調查雲、嘉、南地區芒果葉蠕之族群密度，指出其發生盛期約為每年 2~6 月及 10~12 月高峰，其密度在冬季與春季乾旱季節較高，夏季連續降雨期間則明顯降低。芒果葉蠕主要棲息於葉表，以危害老葉為主，密度高時亦會危害新葉，被若蠕與成蠕吸食後葉片表面，呈現出淡綠細點、淡白細斑與淡黃銹斑等不同受害程度的徵狀，影響葉片光合作用與果實品質，促使受害老葉提早落葉。

## 二、纓翅目 – 小黃薊馬

危害臺灣芒果的薊馬，以小黃薊馬、花薊馬 (*Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913)) 及腹鉤薊馬 (*Rhipiphorothrips cruentatus* Hood, 1919) 最為普遍，三者之為害時期及危害部位，均不相同 (Wen and Wu, 2010)。小黃薊馬於 1943 年已被列為臺灣芒果害蟲 (Miwa, 1943)，直至 1988 年代逐漸成為全年發生的重要害蟲，主要危害芒果的抽梢期、開花期與幼果期，其中抽梢期及花期為其發生盛期，此期間之族群密度與氣候因子呈密切相關，例如 Wen and Wu (2010) 指出 2008 年之年初溫度偏低，5 月梅雨亦不明

顯，下雨集中於 6~7 月間，其後因暖冬現象而持續乾燥高溫，致使當年小黃薊馬嚴重危害臺灣南部重要產區之芒果。農試所於 2010~2012 年在臺南市玉井區之外銷供果園，從事小黃薊馬周年族群密度之監測調查，此 3 年之年初溫度偏低，尤其 2012 年持續低溫至 4 月份，但雨量部分 2010~2011 年之 4~5 月梅雨不明顯，6~9 月間之颱風季節侵臺之颱風少，降雨的情形少，造成高溫乾燥適合小黃薊馬繁衍的氣候條件，其後又因暖冬現象而持續乾燥高溫，致使 2010~2011 年小黃薊馬嚴重為害臺灣重要芒果產區；然 2012 年則因梅雨季節降雨明顯且頻繁，加上颱風季節 6、7 月幾乎每星期一個颱風過境，造成降雨頻繁不利小黃薊馬繁衍的氣候條件，因此 2012 年小黃薊馬在芒果產季族群發生密度遠低於往年，未造成芒果主要產區的經濟危害。

薊馬類的幼蟲與成蟲口器型式，均為刺吸式。小黃薊馬之幼蟲與成蟲吸食嫩莖、嫩芽、嫩葉與幼葉的汁液後，導致受害莖部或葉片發育不良與變形，嚴重時甚至枯萎；另吸食花穗汁液除不利花器發育，吸食處同時也成為真菌病原的入侵管道，使花器萎凋的情況更為嚴重；吸食幼果表皮的食痕，則隨果實發育形成明顯疤痕，失去鮮果販賣之商品價值。除此，雌成蟲產卵於嫩葉葉肉組織，造成產卵處形成黃褐色斑點。

## 三、半翅目 - 葉蟬類昆蟲

已知可危害臺灣芒果的葉蟬類昆蟲，共計 3 種，包括芒果褐葉蟬 (*I. nitidulus*)、芒果綠葉蟬 (*I. clypealis*) 與二點小綠葉蟬 (*A. biguttula*) (Shin *et al.*,2009;Shih *et al.*,2010 b)。其中，芒果褐葉蟬與芒果綠葉蟬為片角亞科的成員，其取食習性屬於韌皮部取食者 (phloem feeders)，二點小綠葉蟬為小葉蟬亞科的成員，屬於葉肉細胞取食者 (mesophyll feeders)，是臺灣芒果之新興害蟲 (Shih *et al.*, 2009)。

芒果褐葉蟬與芒果綠葉蟬在臺灣可全年發生，寄主也包括荔枝與龍眼 (BAPHIQ, 2003; Wen *et al.*, 2002; Wen and Liou, 2006)，發生盛期則為當年 12 月至隔年 3 月之抽梢期與開花期，氣候則是影響其族群密度的非生物因子，例如 Wen and Liou (2006) 指出溫度是影響芒果綠葉蟬族群密度的最大

因子。此兩種葉蟬之成蟲與若蟲具有群集吸食嫩枝、嫩芽、嫩葉、幼葉、花芽、花穗、花蕊、果柄的韌皮部養分，造成養分供給不足，促使受害組織生長衰弱與發育不良，造成花芽分化不良、落花、著果率下降以及幼果萎縮等；且雌蟲偏好將卵產於幼嫩組織或花器，使該處的水分或養分輸送受阻、細胞發育不正常，致使產卵部位的組織變形；再者，芒果各部位組織若沾附葉蟬分泌的蜜露，該部位將覆滿真菌的菌絲及孢子 (煤煙病)，影響光合作用之外，更嚴重影響果實發育及外觀品質。雖然此兩種葉蟬的生態、生態棲位 (niche) 與為害特性極為相似，但芒果綠葉蟬主要於花穗上取食及繁殖，而芒果褐葉蟬則可在嫩葉及花穗取食與繁殖 (Viraktamath, 1989; Fletcher and Dangerfield, 2002)。

Shih *et al.* (2010b) 指出二點小綠葉蟬於芒果的發生時機，與上述兩種芒果葉蟬相似，多在抽新梢至花期之間，且果農修剪芒果的時間、同品系芒果抽梢或產生花芽具時間上之連續不一致性、不同品系抽梢與產生花芽具時間差異性等因素，可影響二點小綠葉蟬在不同果園間進行遷飛。除此，二點小綠葉蟬之為害特性與芒果褐葉蟬及芒果綠葉蟬完全不同，被本種葉蟬若蟲或成蟲吸食之後的幼葉，受害部初期為水浸狀，並逐漸擴及至被害葉的葉緣及端部，其後受害部位開始出現褐化、壞疽、扭曲變形，乃至枯萎；發生密度高時，可使嫩枝端部的葉片乾枯，嚴重危害將造成嫩枝或幼苗枯死 (Shih *et al.*, 2009)；在芒果花期則可吸食花穗，造成花穗表面皺縮與萎凋，若花穗上已有花蕾或幼果，也將落花或落果 (Shih *et al.*, 2010a)。

## 四、半翅目 - 芒果木蝨

芒果木蝨主要危害新葉，雌成蟲將卵產於新梢葉肉組織，卵孵化後若蟲吸食葉液，致使葉片枯萎，並分泌蜜露誘發煤病，影響樹勢 (Wen and Wu, 2010)，Lee and Wen (1980) 指出每年 5~7 月與 10 月至隔年 1 月為發生盛期，族群密度高低則與抽梢期有關，期間若溫度上升，則族群密度增加，但雨量多寡與族群密度並無顯著關係。由於芒果木蝨的發生時期，洽值芒果採收後之非害蟲重點防治期，因此溫度成為影響此時期是否嚴重為害的關鍵因子 (BAPHIQ, 2003)。

## 五、半翅目 - 柑桔粉介殼蟲

柑桔粉介殼蟲為多食性昆蟲，屬於全年發生的害蟲，成蟲與若蟲可在芒果嫩葉、嫩枝、果蒂、果柄與葉背主脈等處吸食。對於管理良好的果園而言，此蟲不會成為重要害蟲，但在果實發育期間，因停止施藥，螞蟻將之移至果實套袋上方之果柄，伺機從封口不佳的套袋潛入袋內危害果柄與果蒂，直接影響果實發育，所分泌的蜜露則污染果實表面與品質，造成經濟損失。

## 六、鱗翅目 - 芒果蛀莖夜蛾

本種夜蛾即為往昔所稱之「芒果螟蛾」，然因分類地位隸屬於夜蛾科昆蟲，且具蛀食嫩莖及花穗之取食習性，故宜以「芒果蛀莖夜蛾」稱之。此蟲之所以列為重要害蟲，係其幼蟲發生時期分布在果實採收後至花期之間的幾個抽梢期，若未能及時防治，將使來年的結果枝減少，且會持續危害開花枝條與花穗，甚至蛀食幼果，進一步降低芒果產量。

## 七、雙翅目 - 芒果癭蚊

芒果癭蚊又稱為芒果癭蚋或芒果癭蠅，是 2000 年才在臺灣南部發現的新紀錄害蟲 (BAPHIQ, 2003)。本種為抽梢期之嫩葉重要害蟲，發生盛期為每年 9~10 月左右 (BAPHIQ, 2003)，雌成蟲將卵產於嫩葉期的葉片葉肉，待卵孵化後，幼蟲潛藏於葉肉組織中發育，形成平坦型的蟲癭，不易防治，且幼蟲化蛹之前，會咬食蟲癭表皮，穿孔而出，入土化蛹，所形成的穿孔則成為炭疽病病原的入侵管道。

## 八、雙翅目 - 東方果實蠅

Wen and Wu (2010) 指出鳳山地區之東方果實蠅，在不同管理類型之芒果園，其族群變動亦有明顯差異，在有管理的園區其密度由 4 月開花期上升，6 月達最高峰，此時可能受果實香味誘引來此活動或準備產卵，7 月後逐漸下降；在無管理的園區其族群波動變化較少，開花期 (2~4 月) 密度最高，此可能前來取食花蜜或葉蟬、木蝨所分泌的蜜露，結果期 (5~7 月) 次之。除此，東方果實蠅在不同地區與不同農業環境，會有不同的棲所利用情況，此部份可參考 Huang *et al.* (2010) 的報告內容。

# 芒果重要害蟲監測方法與整合管理

害蟲監測方法的建立，主要是根據害蟲種類及其生態與行為習性，設計可誘引與捕捉的資材，累積與分析全年族群密度變化數據，修正與建立具有監測與防治功能的資材使用技術。以本文所列 10 種芒果重要害蟎與害蟲為例，葉部期所發生的種類，芒果葉蟎體型最為微小，尚無適當之監測工具，僅能根據危害徵狀判斷；至於芒果褐葉蟬、芒果綠葉蟬、二點小綠葉蟬、小黃薊馬、芒果木蝨與芒果癭蚊，因偏好黃色，故可利用黃色黏蟲紙 (板) 進行誘集，作為監測此類害蟲的資材。以小黃薊馬為例，Lin *et al.* (2010) 在臺南玉井芒果園以黃色黏板 (11 cm × 15 cm) 監測田間小黃薊馬周年族群密度發生的動態，每公頃放置 20 片與每週回收 1 次，經統計分析 (包括分析黃色黏板誘集數與葉片上薊馬數之關係、田間小黃薊馬族群增長速度、相關族群介量、藥劑防治率及危害評估等)後設立之防治基準，當每週每張黏蟲紙平均達 40 隻成蟲，即需採取防治措施；至於柑桔粉介殼蟲，目前亦無簡單方便之監測工具，但可藉由妥善的套袋大幅降低為害率；芒果蛀莖夜蛾則可藉由一般的白光進行夜間燈光誘集，以作為監測首批成蟲發生與防治時機的參考；另東方果實蠅具有偏好黃色、雌蠅對盛裝蛋白質水解物誘殺器之初期反應較雄蟲快 (Chen *et al.*, 2001)、雄蠅偏好甲基丁香油等特性，此些特性常與殺蟲劑及誘殺器整合為監測暨防治資材，例如麥氏誘殺器 (McPhail trap) (Chen *et al.*, 2001) 與中改式誘蟲盒 (直立圓筒型，大小為直徑 12 cm × 高度 25 cm) (Kao *et al.*, 2010) 等。除此，近年來我國學者首次研發結合機電整合、GSM 無線傳輸技術和網際網路技術的「東方果實蠅生態監測與預警系統」 (江等, 2010)，並將甲基丁香油誘引物質置於系統中的誘捕裝置，此套系統因具持續與即時統計蟲數之網路資訊傳輸特性，因此系統操作單位可將田間實際狀況，即時反應給農友或農政單位，作為防治時機與防治策略的重要決策依據。

臺灣芒果重要有害生物種類並不多，果實期可透過妥善的套袋，大幅降低東方果實蠅與柑桔粉介殼蟲的危害；因此，臺灣芒果蟲害整合防治對象，應側重在葉蟬、薊馬等花期及抽梢期害蟲，以及芒果蛀莖夜蛾等蛀莖類害蟲。事實上，發展芒果有害生物整合管理策略並不困難，往昔所稱之有害生

物整合管理策略，僅著重在對的時機使用對的方法，但似乎忽略了某些實際發生的問題。為此，本文擬從無形與有形層面，提出芒果蟲害整合管理策略：

## 一、無形層面係建立農友遵守安全用藥的法治觀念：

教育農友建立合法與合理使用農藥的觀念，農業相關單位與大學研究人員，更需在各類農業有害生物防治講習會或示範觀摩會等場合，持續宣導農藥使用相關法規、相關機關更需落實抽檢與處罰違規情事，以建立民眾對政府推行各類農產品安全蔬果與食品安全等標章之信心。

## 二、有形的蟲害整合管理技術層面，包括：

(一)讓農友可以自主實施重要有害生物之監測與診斷方法，使農友瞭解田間害蟲發生種類與掌握蟲害防治時機。

(二)讓農友正確認知植物保護手冊所列芒果有害生物各種推薦用藥的作用機制，使農友瞭解如何輪替使用不同殺蟲或殺菌作用機制。

(三)在施肥部分，需讓農友瞭解如何監測自己農地之土壤理化特性，輔以作物生育特性，作為合理化施肥的科學依據，例如往昔研究顯示葉蟬與沫蟬類等刺吸式口器昆蟲，其偏好寄主植物種類與植物體內之含氮量、固氮能力及胺基酸種類有關 (Shih *et al.*, 2011)，因此芒果園的氮肥若施用過度，不僅促進土壤酸化，相對也營造出對葉蟬與薊馬等刺吸式口器昆蟲生存有利的環境，也促進某些藻斑病的發生，因此合理化施肥 (適地、適時、適用與適量的肥料) 絕非口號。

(四)避免於芒果園內外，栽培重要害蟲的其他寄主 (例如芒果園內外不宜種植茄子與秋葵等二點小綠葉蟬的偏好寄主)，剷除害蟲棲所與食源，可明顯降低害蟲密度。

(五)加強田間管理：例如果實收穫之後，若能確實作好修剪枝條，陽光容易透過樹冠層，空氣也能流通，如此可降低介殼蟲與蚜蟲等潛藏性害蟲的為害數量，另需將修剪枝條與葉片予以處理 (如統一集中，噴施殺菌劑與殺蟲劑)，以免成為病原菌與芒果蛀莖夜蛾蛹期的潛藏溫床；確實完成果實套袋動作，因為封口鐵條若未能往下旋緊，其出現之縫隙，不僅有利螞蟻搬運介殼蟲類進入袋內危害果實，也容易促使炭疽

病孢子在雨季隨著雨水進入袋內，此情況在 2012 年臺南玉井之外銷供果園普遍發生。

(六)在上述基礎上，若可在產區推動區域共同防治，建立同時與同區使用相同的有害生物防治策略，將可大幅降低害蟲流竄於區內各地的機會，有效降低防治成本，也能緩和小型害蟲產生抗藥性的速度。

(七)行道樹與民宅庭園之芒果樹，常成為芒果害蟲重點防治時期的漏洞，此部分有賴產區所屬之各縣市政府統一處理。

以上作法是芒果蟲害整合管理之務實作法，然其成功與否，端賴各環節的彼此配合。至於氣候因子影響芒果重要有害生物密度的問題，雖非人為可以控制，但氣候所導致之害蟲族群密度變化或發生時期變動，仍可透過前述之監測方式，瞭解害蟲種群的變化情況，即時採取防治措施。

## 未來展望

我國農友所使用之農藥，必需依據植保手冊所列之推薦藥劑與用藥方法，另外銷日本的供果園，必需參照防檢局 2009 年修訂的「輸日芒果病蟲害防治用農藥參考基準」，以生產符合輸日外銷標準的芒果。未來，如果我國芒果產期可以進行調控、產地也有正確的病蟲害監測資料，將可作為用藥時機的參考，產區也可推行區域共同防治，建立輪用不同殺蟲機制的正確用藥習慣，除可降低防治成本，使芒果內銷市場可達到供貨、品質、安全及價格皆能穩定的生產目標，更可進一步拓展我國優質芒果的外銷市場。

## 引用文獻

江昭皚、朱怡靜、盧福明、楊恩誠、曾傳蘆、謝志誠。2010。東方果實蠅的監測。科學發展 447: 6-14。

BAPHIQ. 2003. Mango Protection. A series illustrated handbooks for plant protection. Bureau of Animal and Plant Inspection and Quarantine (BAPHIQ), Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, ROC. November 2003. 195pp.

Chen, C. C., Y. J. Dong, and L. L. Cjeng. 2001. Evaluation of trapping effectiveness of the improved McPhail trap for oriental fruit fly (Bactrocera dorsalis) (Diptera: Tephritidae). Formosan Entomol. 21: 65-75.

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

Ho, C. C. 1988. An introduction to the exotic mite pests in taiwan. Chinese J. Entomol., Special Publ. 2: 155-166.

Huang, Y. B., C. H. Kao, M. Y. Chiang, and Y. S. Shieh. 2010. The infestation and integrated pest management of the oriental fruit fly on mango. p.87-98. in: Wang *et al*. [eds.], Proceedings of the Symposium on Production and Pest Management of Mango, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan. (in Chinese with English abstract)

Kao, C. H., Y. B. Huang, M. Y. Chiang, Y. S. Hsieh, and E. Y. Cheng. 2010. An assessment on area-wide control of the oriental fruit fly for sugar apple in Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 59: 249-260.

Lee, H. S. 1988. The ecology and control of the insect pests of mango. Chinese Journal of Entomology, Special Publication No. 2: 71-79.

Lee, H. S., and H. C. Wen. 1980. Seasonal occurrence of mango psyllid and the experiments of control. J. Agric. Res. China 29: 219-224.

Lin, F. C., Y. C. Chiu, H. T. Shih, and C. L. Wang. 2010. Monitoring and integrated management of small insect pest on mango. p.99-107. in: Wang *et al*. [eds.], Proceedings of the Symposium on Production and Pest Management of Mango, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan. (in Chinese with English abstract)

Lin, M. Y., and S. K. Chen. 2008. Occurrence of mango red spider mite, Oligonychus mangiferus, and its control in the field. Research Bulletin of Tainan District Agricultural Research and Extension Station 51: 1-8.

Miwa, Y. 1943. A handlist of pest insects in Formosa. Publ. No. 16. Taiwan Farmers' Association, Taipei, Taiwan. 242pp. (in Japanese)

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

Shih, H. T., C. C. Fanjiang, F. C. Lin, Y. C. Chiu, and C. L. Wang. 2009. A new mango pest of Taiwan, Amrasca biguttula (Ishida, 1913)) (Hemiptera: Membracoidea: Cicadellidae: Typhlocybinae). Formosan Entomol. 29(4)：354. (abstract)

Shih, H. T., F. C. Lin, C. L. Wang, and Y. C. Chiu. 2010a. The ecology and management of mango leafhoppers. Technol. Service of TARI 82: 14-18.

Shih, H. T., Y. C. Chiu, F. C. Lin, and C. L. Wang. 2010b. The ecology and management of mango leafhopper in the world. p.55-70. in: Wang *et al*. [eds.], Proceedings of the Symposium on Production and Pest Management of Mango. Special Publication of TARI No. 146. Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan. 107pp. (in Chinese with English abstract)

Shih, H. T., C. Y. Lee, Y. D. Wen, C. C. Su, S. C. Chang, C. J. Chang, S. J. Tuan, C. Y. Feng. 2011. Advance and application prospect in an integrated management of the vectors of plant pathogenic prokaryotes. p. 107-122. In: Shih and Chang [eds.], Proceedings of the symposium on integrated management technology of insect vectors and insect-borne diseases. Special Publication of TARI No. 152. Taiwan Agricultural Research Institute, Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine. 222 pp. (in Chinese with English abstract)

Viraktamath, C. A. 1989. Auchenorrhyncha (Homoptera) associated with mango, Mangifera indica L. Tropical Pest Management 35: 431-434.

Wen, H. C., and T. D. Liou. 2006. Relationship of the occurrence of mango green leafhopper, Idioscopus clypealis Leth. and climate factors on mango. J. Agric. Res. China 55: 53-62.

Wen, H. C., and W. J. Wu. 2010. Relationship between population occurrence of mango insect pests and climate factors. p.43-54. in: Wang *et al*. [eds.], Proceedings of the Symposium on Production and Pest Management of Mango. Special Publication of TARI No. 146. Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan. 107pp. (in Chinese with English abstract)

Wen, H. C., F. M. Lu, H. H. Hao, and T. D. Liou. 2002. Insect pests and their injuries and control on longan in southern Taiwan. J. Agric. Res. China 51: 56-64.

# Integrated Pest Management for Major Insect Pests of Mango Production in Taiwan

Hsien-Tzung Shih[1,5], Yi-Chung Chiu [1], Feng-Chyi Lin [1], Chi-Yang Lee [1], Hsiou-Hwa Hao[2], Ming-Ying Lin[3], Kuo-Dung Chiou[4], Chin-Ling Wang [1]

## Abstract

Integrated pest management was developed based on detailed studies on the biology and ecology of the major pests and their natural enemies. In this article, an analysis of the massive information available on the major pests of mango in Taiwan was presented. The major pests include mango red spider mite (*Oligonychus mangiferus* (Rahman & Sapra)), mango leafhoppers (*Idioscopus nitidulus* (Walker), *I. clypealis* (Lethierry), and *Amrasca biguttula* (Ishida)), chilli thrip (*Scirtothrips dorsalis* Hood), mango psyllid (*Microceropsylla nigra* (Crawford)), citrus mealybug (*Planococcus citri* (Risso)), mango gall midge (*Procontarinia mangicola* (Shi)), mango shoot borer (*Chlumetia transversa* (Walker)), and oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)). The populations of the major pests of mango can be effectively controlled by proper use of diverse measures including detection and monitoring of insects, regular sanitation, pruning, pesticide application, balanced fertilization, and non-pesticide techniques. A highly efficient integrated pest management system will help farmers not only produce safer and higher quality fruits with competitive prices, but also establish a sustainable mango production.

Key words: Taiwan, Mango, Integrated pest management, Major pests

[1.] Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Taichung, Taiwan, ROC.
[2.] Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
[3.] Division of Crop Environment, Tainan District Agriculture Research and Extension Station, Tainan City, Taiwan, ROC.
[4.] Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
[5.] Corresponding author, e-mail: htshih@tari.gov.tw.