

全球檬果葉蟬之生態與管理

石憲宗^{1,2} 邱一中¹ 林鳳琪¹ 王清玲¹

摘要

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

關鍵詞： 檬果葉蟬、片角葉蟬亞科、小葉蟬亞科、橫脊葉蟬亞科、生態、管理。

前言

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

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

¹ 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組助理研究員、聘用助理研究員、副研究員及研究員兼組長。台灣 台中縣 霧峰鄉。

² 通訊作者，電子郵件：htshih@tari.gov.tw；傳真機：(04)23317600。

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

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

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

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

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

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

蟲，均以刺吸式口器吸食植物汁液。

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

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

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

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

全球與檬果有關之葉蟬種類

一、可取食檬果汁液的葉蟬

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

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

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

二、檬果葉蟬 (mango leafhoppers; mangohoppers)

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

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

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

三、生態習性

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

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

(一) 木質部取食習性的葉蟬

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

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

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

(二) 韌皮部取食者

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

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

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

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

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

1. 檬果褐葉蟬 (*I. nitidulus*)

(1) 地理分布

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

(2) 同物異名問題

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

(3) 生物學特性

a. 成蟲羽化時段

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

b. 交尾及產卵行為

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

c. 若蟲齡期

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

d. 活動與性比

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

e. 發生世代

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

f. 花期對若蟲與成蟲的重要性

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

(4) 寄主範圍

陳及張 (2003) 指出本種葉蟬的寄主植物，尚包括龍眼與荔枝。

2. 檬果綠葉蟬 (*I. clypealis*)

(1) 地理分布

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

(2) 生物學特性

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

(3) 寄主範圍

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

3. 檬果擬綠葉蟬 (*I. nagpurensis*)

(1) 地理分布

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

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

(2) 形態

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

(3) 棲息的植物

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

(4) 生態習性

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

4. 椽果長突葉蟬 (*A. atkinsoni*)

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

(1) 地理分布

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

(2) 生物學特性

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

(三) 葉肉細胞取食者

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

造成受害部位的組織壞疽乾枯。

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

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

1. 二點小綠葉蟬 (*A. biguttula*)

(1) 地理分布

包括亞洲與大洋洲多數國家 (石等, 2009)。

(2) 寄主範圍與生態習性

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

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

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

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

(3) 為害特性

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

檬果葉蟬之防治管理

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

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

一、耕作防治

耕作防治包括田間衛生管理及降低園區出現害蟲其他寄主植物的存在比例。

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

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

二、監測及物理防治

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

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

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

三、化學防治

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

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

四、生物防治

已知檬果葉蟬的生物天敵，包括寄生性及捕食性。

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

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

國外有關檬果葉蟬的捕食性天敵報告不多，已被記錄的包括螳螂、長椿、草蛉、

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

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

五、椽果葉蟬整合管理

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

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

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

未來展望

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

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

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

誌謝

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

引用文獻

- 石憲宗、范姜俊承、林鳳琪、邱一中、王清玲。2009。台灣椽果之新紀錄害蟲 - 二點小綠葉蟬 (*Amrasca biguttula* (Ishida, 1913)) (半翅目:角蟬總科:葉蟬科:小葉蟬亞科)。台灣昆蟲 29: 354。
- 石憲宗、林鳳琪、王清玲、邱一中。2010。椽果葉蟬生態與防治。農業試驗所技術服務 82: 14-18。
- 何琦琛、陳文華。1992。茄園葉蟬種類調查及赤葉蟬、南黃薊馬、二點小綠葉蟬在茄園之季節消長。中華昆蟲 12: 259-268。
- 周根清、周樑鎰。1990。椽果葉蟬之天敵調查。中華農業研究 39: 70-75。
- 周又生、沈發榮。1997。芒果扁喙葉蟬 (*Idioscopus incertus* (Baker)) 生物學及其綜合防治的研究。西南農業大學學報 19: 152-156。
- 林鳳琪、邱一中、石憲宗、王清玲、莊益源。2010。椽果害蟲防治管理 - 以屏東地區為例。農業世界 317: 1-8。
- 陳文雄、張煥英。2003。椽果葉蟬類。第 14-20 頁。植物保護圖鑑系列 10 - 椽果保護。郭克忠、鄒慧娟、施季汎 編。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。台北市。195 頁。
- 溫宏治。2000。兩種椽果葉蟬之田間分布與藥劑防治。中華農業研究 49: 61-67。

- 溫宏治、李錫山。1987。椽果褐浮塵子 (*Idiocerus niveosparsus* Leth.) 之生態觀察及防治試驗。中華農業研究 27: 47-52。
- 溫宏治、劉政道。2006。椽果綠葉蟬之發生消長與氣候因子關係。台灣農業研究 55: 53-62。
- 溫宏治、呂鳳鳴、郝秀花、劉政道。2002。臺灣南部地區龍眼害蟲之發生與防治。中華農業研究 51: 56-64。
- Aguin-Pombo, D., A. M. F. Aguiar, and V. G. Kuznetsova. 2007. Bionomics and taxonomy of leafhopper *Sophonia orientalis* (Homoptera: Cicadellidae), a Pacific pest species in the Macaronesian Archipelagos. Ann. Entomol. Soc. Am. 100: 19-26.
- Babu, L. B., T. U. Maheswari, and N. V. Rao. 2002. Seasonal incidence and biology of the mango hopper *Amritodus atkinsoni* Lethierry (Homoptera: Cicadellidae). Entomon. 27: 35-42.
- Bokonon-Ganta, A. H., H. de Groote, and P. Neuenschwander. 2002. Socio-economic impact of biological control of mango mealybug in Benin. Agric. Ecosyst. Environ. 93: 367-378.
- Day, M. F. and Fletcher, M. J. 1994. An annotated catalogue of the Australian Cicadelloidea (Hemiptera: Auchenorrhyncha). Invertebr. Taxon. 8: 1117-1288.
- Fivaz, J. 2009. Mango production in South Africa as compared to the rest of the world. Acta Hort. 820: 29-46.
- Fletcher, M. J. and P. C. Dangerfield. 2002. *Idioscopus clypealis* (Lethierry), a second new leafhopper pest of mango in Australia (Hemiptera: Cicadellida: Idiocerinae). Aust. J. Entomol. 41: 35-38.
- Gnaneswaran, R., K. S. Hemachandra, C. A. Viraktamath, D. Ahangama, H. N. P. Wijayagunasekara, and I. Wahundeniya. 2007. *Idioscopus nagpurensis* (Pruthi) (Hemiptera: Cicadellidae: Idiocerinae): A new member of mango leafhopper complex in Sri Lanka. Trop. Agric. Res. 19: 78-90.
- Haji, F. N. P., F. R. Barbosa, P. R. C. Lopes, A. N. Moreira, J. A. de Alencar, and R. C. F. Ferreira. 2004. Monitoring mango pests within an integrated production program in Brazil. Acta Hort. 645: 163-165.
- Kato, M. 1928. On homopterous insects infesting mango. Formosan Agric. Rev. 22: 47-52. (In Japanese)
- Maketon, M., P. Orosz-Coghlan, and D. Hotaga, 2008. Field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (metschnikoff) sorokin in controlling cotton jassid (*Amrasca biguttula biguttula* Ishida) in aubergine (*Solanum aculeatissimum* Jacq.). Int. J. Agri. Biol. 10: 47-51.
- Maldonado-Capriles, J. 1973. Studies on Idiocerinae leafhoppers: X. *Idioscopus nitidulus* (Walker), new combination (Homoptera: Cicadellidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 75: 179-181.
- Mohyuddin, A. I. and R. Mahmood. 1993. Integrated control of mango pests in Pakistan.

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

The ecology and management of mango leafhopper in the world

Hsien-Tzung Shih^{1,2}, Yi-Chung Chiu¹, Feng-Chyi Lin¹ and Chin-Ling Wang¹

Abstract

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

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

¹ Respectively, Assistant Entomologist, Assistant Entomologist, Associate Entomologist, and Senior Entomologist and Director, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

² Corresponding author, e-mail: htshih@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.