

水蜜桃吸果夜蛾種類調查及防治初探¹

陳巧燕²、莊國鴻²、吳士緯³、施錫彬²

摘 要

本研究於桃園市復興區上巴陵水蜜桃果園調查吸果夜蛾種類及其占比，並進行食餌誘集、燈光誘引及燈光驅避等三種吸果夜蛾防治方法初測。吸果夜蛾種類調查結果，計有2科12屬19種。以口喙具硬棘之綠斑枯葉裳蛾（*Eudocima okurai* (Okano, 1964)）占調查總數 73.2% 為主要種類；經鏡檢確認具硬棘口喙之種類計 1 科3 屬7 種，為裳蛾科（Erebidae）之落葉裳蛾屬（*Eudocima* Billberg, 1820）、鈴斑翅裳蛾屬（*Serrodus* Guenée, 1852）及宇裳蛾屬（*Avatha* Walker, [1858]），占調查總數 88.6%，其中落葉裳蛾屬占調查總數 82.3%。食餌誘集測試項目皆無吸果夜蛾尋訪取食行為。以 315、335 及 360 nm 三種不同波長吸入式捕蟲燈進行為期一週誘引測試，僅 315 及 335 nm 捕蟲燈誘集到無硬棘口喙之苧麻夜蛾（*Arcte coerula* (Guenée, 1852)）及庸尚毛翅裳蛾（*Thyas juno* (Dalman, 1823)），無法捕獲綠斑枯葉裳蛾等具硬棘口喙之吸果夜蛾。以主要波長 550-660 nm 之黃光 LED 燈管可驅避吸果夜蛾，但光源照射處以外之暗部仍有吸果夜蛾出沒危害果實。本次研究記錄上巴陵水蜜桃吸果夜蛾種類及捕集占比，確認以口喙具硬棘之綠斑枯葉裳蛾乃危害水蜜桃最重要之吸果夜蛾，其幼蟲取食木通科植物如石月（*Stauntonia obovatifoliola* Hayata），該植物普遍分布於調查果園周邊林道及雜木林中，成蛾入夜後飛入果園危害。未來將以改良式避蛾燈研製為主要防治方向。

關鍵詞：綠斑枯葉裳蛾、硬棘口喙、燈光驅避

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究彙報第 542 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者，yen@tydais.gov.tw)、副研究員及研究員兼秘書。

³ 國立臺灣博物館研究助理。

前 言

吸果夜蛾 (fruit-piercing moths, FPMs) 泛指刺吸果實之蛾類類群總稱，為熱帶及亞熱帶地區重要害蟲 (Chhagan and McKenna, 2019; Leroy *et al.*, 2021)，其危害作物廣泛，包括香蕉、番石榴、柑橘、桃、柿、梨、蘋果、獼猴桃、木瓜、芒果、楊桃、無花果、龍眼及番茄等，刺吸成熟果實後造成傷口，進而使果實腐爛及落果，直接影響品質及產量 (Bänziger, 1982; Hattori, 1969; Leong and Kueh, 2011; Muniappan *et al.*, 2002)。吸果夜蛾口喙及其穿刺能力決定寄主範圍分布，依據其成蛾口喙型態及其穿刺果實能力分成兩大類，一為具硬棘口喙 (sclerotized proboscis) 可直接穿刺吸食果實汁液，又稱初級果實吸食者 (primary fruit piercer)；另一類為軟棘口喙，僅能於果實傷口處舔吸爛熟果，為次級果實吸食者 (secondary fruit piercer) (Bänziger, 1982; Hattori, 1969)；以前者具硬棘口喙之類群危害果樹種類多且甚為嚴重。成熟果實之果皮薄厚度亦為具硬棘口喙之吸果夜蛾是否可順利刺破果皮之因素，因而產生取食偏好性 (Bänziger, 1982; Klem and Zaspel, 2019)。

於亞洲、非洲、大洋洲及美洲皆有吸果夜蛾危害紀錄，其中以落葉裳蛾屬 (*Eudocima* Billberg, 1820) 之落葉裳蛾 (*E. phalonia* (Linnaeus, 1763)) 為廣泛分布之重要種類 (Chhagan and McKenna, 2019; Leroy *et al.*, 2021)。吸果夜蛾與其他鱗翅目農業害蟲迥異，僅成蟲於夜間進入果園危害，而卵、幼蟲及蛹均在果園外之食草植物完成發育，例如防己科 (Menispermaceae) (Klem and Zaspel, 2019) 及木通科 (Lardizabalaceae) 植物 (陶, 1965; Bänziger, 1987)；這樣特殊之危害方式及生態習性，導致無法在果園以藥劑防治來控制此類害蟲 (Bänziger, 1982; Fay, 2002; Bhumannavar and Viraktamath, 2012)。吸果夜蛾偏好取食成熟果實，在缺少成熟果或族群密度高時才會取食未成熟果 (Bänziger, 1982; Zaspel *et al.*, 2011)；以成熟果實可作為食餌誘引吸果夜蛾來減少對經濟果樹作物之危害 (Bänziger, 1982; Jayanthi *et al.*, 2015)；又以成熟期具濃郁香味之香蕉及番石榴比其他水果更具偏好性，以香蕉或番石榴果泥混合洋菜製成食餌仍具吸引力 (Reddy *et al.*, 2007)。夜行性昆蟲可利用其對於不同光源之趨性 (phototaxis)，應用有效波長和光源強度作為燈光誘引或驅避昆蟲用；燈光誘引常用波長為 300-400 nm 之紫外光 (如藍色螢光燈、黑光燈及水銀燈) 吸引趨光性昆蟲 (Shimoda and Honda, 2013)；燈光驅避則使用波長 550-660 nm 黃光，可防止吸果夜蛾進入果園危害 (Nomura *et al.*, 1965)。

桃園市復興區為溫帶水蜜桃重要產區，種植面積近 240 ha，依品種而異主要採收期為 6 月下旬至 9 月上旬，果實硬核期（約採收前 1 個月）陸續進行人工套袋，用以防治病蟲害及提高果實品質（Sharma *et al.*, 2014）；近年水蜜桃果農反應果實成熟期，夜晚遭蛾類入侵果園以口器穿破套袋刺吸果實，遭刺吸果實之果皮可見針孔狀傷口，切開受害果肉呈海綿狀失水，病菌藉由傷口侵入危害，2-3 日後造成果實腐爛，失去商品價值。經筆者訪談農友及田間實地調查確認為多種吸果夜蛾危害之。臺灣針對吸果夜蛾研究較少，陶和張（1977）於臺中東勢白冷地區（現為臺中市和平區）調查柑橘吸果夜蛾（文中稱之為刺果夜蛾）有 17 種，其中以枯葉裳蛾（*E. tyrannus* (Guenée, 1852)）為主要發生種類；於花蓮縣新城鄉楊桃及番石榴混種果園調查，摘錄吸（刺）果夜蛾 10 種，亦以枯葉裳蛾數量最多（陳，1981）；葉（2011）於南投縣水里鄉上安地區柑橘園利用水銀燈配合水盤誘引吸果夜蛾紀錄 6 種。然吸果夜蛾於水蜜桃之危害種類及發生情形之相關研究尚付闕如，且缺乏有效防除方法。農友為減少吸果夜蛾危害，於果園外圍吊掛次級果品誘引吸果夜蛾並擊殺之，且戴頭燈徹夜巡視果園，拍擊停於果實套袋之吸果夜蛾，曾有 1 夜擊殺 500 餘隻吸果夜蛾之紀錄，可見其發生數量之高，嚴重影響果實品質及造成產量損失。故亟需進行水蜜桃吸果夜蛾危害種類及發生調查，並進行防治技術開發，以減少農民損失，確保收益。

本研究於 2018 年 7 月起於桃園市復興區上巴陵水蜜桃採收期之果園進行 3 種吸果夜蛾防治方法初測，包括食餌誘集（市售濃縮還原果汁、含果肉之水果果凍及酵母球浸泡液）、吸入式捕蟲燈誘引（主波長為 315、335 及 360 nm 之冷陰極管(CCFL)燈泡及螢光捕蟲燈管）及市售避蛾燈管驅避（波長範圍為 550-660 nm 之黃光發光二極體(LED)燈），評估其防治效果。並於 2019 及 2020 年 7 月水蜜桃果實成熟期，夜間於同一果園進行穿越線調查，直接捕集危害果實之吸果夜蛾，確認其種類及占比，並檢視口喙形態，釐清其危害重要性。

材料與方法

一、試驗果園介紹

本文吸果夜蛾種類調查、食餌誘集、燈光誘引及燈光驅避等田間試驗，皆於桃園市復興區上巴陵水蜜桃果園進行，GPS (WGS84)座標位置為 24.69481, 121.42574，果園海拔高度約 1,450 m，種植面積約 0.6 ha，種植株數約 270 株，種植品種包括砂子、

大久保（早生種、中生種及晚生種）、荃、紅國建，並夾雜種植少量之八番、黃妃及黃金桃等品種。6 月下旬至 8 月上旬為採收期，以 7 月為主要採收期。各品種於採收期前約 1 個月開始陸續套袋。

二、夜間吸果夜蛾危害種類調查

本試驗於 2019 年 7 月 12-13、25-26 日及 2020 年 7 月 9-10、23-24 及 29-30 日，分別於試驗果園沿穿越線進行吸果夜蛾種類調查，共 5 次調查，調查時間區分為上半夜（19：30-21：30）、午夜（23：00-01：00）及下半夜（01：00-03：00）等 3 時段，7 月 29-30 日僅調查上半夜（19：30-21：30）及下半夜（01：00-03：00）時段；直接捕集於水蜜桃果實上穿刺套袋取食或舔吸汁液之吸果夜蛾，現場拍照及紀錄種類特徵及數量，蛾類樣本攜回實驗室製成標本後進行種類鑑定，並以解剖顯微鏡檢視及拍攝口喙型態。

三、吸果夜蛾食餌誘集防治效果測試

本試驗於 2018 年 7 月，於試驗果園進行食餌誘集測試，食餌測試品項（附錄 1）為市售果汁、果凍及酵母球浸出液等，果汁及酵母球浸出液裝於自製十字型內凹開口之寶特瓶誘蟲器，果凍放置於絲襪內，製成食餌，每處理 3 重複。上列食餌懸掛於果園周邊及果園內，連續懸掛 1 週，每日夜間 19：00-24：00 進行目視法調查，每隔 1h 調查一次，每次觀察 1 min，每夜計觀察 6 次，連續 1 週觀察紀錄是否有吸果夜蛾前來訪食之行為。

四、吸果夜蛾燈光誘引防治效果測試

本試驗於 2018 年 7 月於試驗果園進行燈光誘引測試，使用風扇型吸入式捕蟲燈，利用趨光性昆蟲喜好 300-400 nm 波長紫外光光源吸引昆蟲靠近，再利用下方之風扇將之吸入誘集網袋。捕蟲燈燈源為本場委請凱鉦科技有限公司研製之冷陰極管（CCFL）12 W 捕蟲燈泡，製成主要波長（nm）分別為 315 及 335 nm，同時懸掛市售吸入式誘蟲捕蟲燈（型號 CEN-910，聖力儀器公司），燈源為螢光捕蟲燈管（型號 FL10BL，東亞照明），10 W，主要波長（nm）為 360 nm。此 3 種不同主波長之吸入式捕蟲燈通電懸掛於果園內連續 1 週，各盞間隔 20 m，於試驗後檢視誘集網袋內之吸果夜蛾種類及數量。

附錄1、食餌誘集測試品項

品名	廠牌
iseLect 100%蘋果汁	統一企業股份有限公司
園之味100%葡萄汁	統一企業股份有限公司
園之味 100%柳橙汁	統一企業股份有限公司
鮮果汁水蜜桃口味（含6%果汁原汁）	泰山企業股份有限公司
秋雅蘋果梅子醋	台灣比菲多食品股份有限公司
波蜜蘋果果酢（含 20%果汁原汁）	久津實業股份有限公司
北日本（Bourbon）白桃果凍	鶴壽庭和洋菓子有限公司
北日本（Bourbon）葡萄果凍	鶴壽庭和洋菓子有限公司
北日本（Bourbon）柳橙果凍	鶴壽庭和洋菓子有限公司
AS 蒟蒻果凍水蜜桃口味	AsFood 有限公司
盛香珍蜜柑凍鮮果凍	成偉食品股份有限公司
盛香珍白桃果凍（果汁添加）	成偉食品股份有限公司
盛香珍葡萄果凍（果汁添加）	成偉食品股份有限公司
伊予柑果凍	日本愛媛縣產
美國酵母球（Torula Yeast）	ISCA Technologies

五、吸果夜蛾燈光驅避防治效果測試

本試驗於 2018 年 7 月於試驗果園進行燈光驅避測試，以主要波長 550-660 nm 之市售 21 W 黃光發光二極體（LED）燈管（型號 LED98-MR-T8-21W65，燦鉦企業社），T8 燈管，長 1.2 m，以 6 m 長鍍鋅鋁管架置於果樹樹冠上方，全區共設置 10 支燈管，每支燈管間隔 8-10 m，燈管發光面朝向入夜後吸果夜蛾飛入之森林來源，於夜間 19：00-24：00 以目視法進行觀察是否有吸果夜蛾進入果園，評估驅避吸果夜蛾效果。

結果與討論

一、吸果夜蛾夜間危害種類調查

2019 及 2020 年於桃園市復興區上巴陵水蜜桃採收期，進行吸果夜蛾夜間危害種類調查，捕集數量為 299 隻，計 2 科 12 屬 19 種（表 1）（圖 1 及圖 2）。解剖本次捕集吸果夜蛾口喙，壺裳蛾亞科（*Calpinae*）之 5 種落葉裳蛾屬，綠斑枯葉裳蛾（*Eudocima okurai* (Okano, 1964)）、枯葉裳蛾（*E. tyrannus*）、落葉裳蛾（*E. phalonia*）、豔葉裳蛾（*E. salaminia* (Cramer, 1777)）及鑲豔葉裳蛾（*E. homaena* (Cramer, 1777)）之口喙，皆屬鋸刺口喙類群，為其類群重要特徵（Bänziger, 1982；Hattori, 1969；Zaspel *et al.*, 2011）。以綠斑枯葉裳蛾口喙為例，口喙長度約 20 mm，前端約 2 mm 為鋸刺狀，具撕裂鉤（tearing hooks, TH）、突起倒鉤（erectile barbs, EB）及脊刺（rasping spines, RS）（Bänziger, 1982；Hattori, 1969）（圖 3A）；鈴斑翅裳蛾具特殊硬化口喙，口喙尖端具鋸刺（圖 3B）（Bänziger, 1982；Hattori, 1969）；華宇裳蛾之硬棘口喙（圖 3C）與鈴斑翅裳蛾類似，兩者皆與落葉裳蛾屬硬棘口喙相異。本次於上巴陵水蜜桃吸果夜蛾調查具硬棘口喙種類，共計 1 科 3 屬 7 種；其餘 12 種皆為軟棘口喙種類，以藍條裳蛾為例，口喙為膜狀尖端，不具硬棘特徵（圖 3D）。

於 3 個時段之調查結果，以具硬棘口喙之綠斑枯葉裳蛾占調查總數 73.3% 占比最高，將綠斑枯葉裳蛾之捕集總數（219 隻）與上半夜（83 隻）、午夜（72 隻）及下半夜（64 隻）3 時段捕集加總數量相除，捕集占比分別為 37.8%、32.8% 及 29.2%，顯示 3 個時段皆有入侵高峰（表 1），合計具硬棘口喙之落葉裳蛾屬（*Eudocima*）占調查總數 82.3%；若再計入亦具硬棘口喙之鈴斑翅裳蛾屬（*Serodes* Guenée, 1852）及宇裳蛾屬（*Avatha* Walker, [1858]），則占調查總數 88.6%。結果顯示，於上巴陵水蜜桃採收期，以綠斑枯葉裳蛾為首之落葉裳蛾屬，為危害水蜜桃最主要之吸果夜蛾種類，且全夜皆有進入果園之機會，因此，若想以人工方式捕殺，須整夜巡視果園，實則有其困難。

綠斑枯葉裳蛾、枯葉裳蛾、豔葉裳蛾、鑲豔葉裳蛾、落葉裳蛾、鈴斑翅裳蛾、藍條裳蛾（*Ischyja manlia* (Cramer, 1776)）、庸肖毛翅裳蛾（*Thyas junco* (Dalman, 1823)）、枯肖毛翅裳蛾（*T. coronata* (Fabricius, 1775)）、斜線關裳蛾（*Artena dotata*）、安鈕裳蛾（*Ophiura tirhaca* (Fabricius, 1794)）、腎巾裳蛾（*Bastilla praetermissa* (Warren, 1913)）、魔目裳蛾（*Erebus ephesperis* (Hübner, [1823] 1827)）及苧麻夜蛾（*Arcte coerula* (Guenée, 1852)）等 14 種，為已紀錄之吸果夜蛾種類（葉，2011；Bänziger, 1987；Kim and Lee,

1985；Ngampongsai *et al.*, 2005）。其中壺裳蛾亞科落葉裳蛾屬之綠斑枯葉裳蛾、枯葉裳蛾、豔葉裳蛾、鑲豔葉裳蛾及落葉裳蛾，以及裳蛾亞科（*Erebinae*）鈴斑翅裳蛾屬之鈴斑翅裳蛾為具硬棘口喙之初級果實吸食者（Bänziger, 1982；Hattori, 1969；Zaspel *et al.*, 2011），為重要吸果夜蛾種類。華宇裳蛾為首次發現且具硬棘口喙之吸果夜蛾種類，應可歸屬具硬棘口喙之初級果實吸食者，其種類分布於中國及台灣（王，2001），連續 2 年調查於上半夜、午夜及下半夜皆捕獲，其捕集占比 3.3%（表 1），華宇裳蛾是否危害其他果樹，其發生豐度、取食偏好、危害程度及幼蟲食草，有待後續研究。藍條裳蛾、庸尚毛翅裳蛾、枯尚毛翅裳蛾、斜線關裳蛾、安鈕裳蛾、腎巾裳蛾、魔目裳蛾及芋麻夜蛾皆有報導危害桃、柑橘、葡萄、蘋果等多種果實，其危害方式以舔吸熟爛果實為主（葉，2011；Bänziger, 1987；Kim and Lee, 1985；Ngampongsai *et al.*, 2005），經鏡檢確認這些種類皆為軟棘口喙，歸屬為次級果實吸食者。本次調查捕獲之斑裳蛾（*Catocala macula macula* (Hampson, 1891)）及尚未確認種級的 *Catocala* sp. 物種皆未報導為吸果夜蛾種類紀錄，鏡檢為軟棘口喙，同屬之 *C. fraxini* (Linnaeus, 1758) 及 *C. nupta* (Linnaeus, 1767)，可被發酵紅酒食餌誘集（Pettersson and Franzen, 2008），因此，推測調查果園中之熟爛果實吸引其舔吸，該兩種應歸屬為次級果實吸食者之吸果夜蛾種類。玉邊日裳蛾（*E. albicincta obscurata* (Wileman, 1923)）分布於臺灣及印度（王，1994）；離閃裳蛾（*Sypna diversa* Wileman & South, 1917）為臺灣特有種（王，1994）；兩種經鏡檢為軟棘口喙，皆未報導為吸果夜蛾種類紀錄，本次調查為首次紀錄舔吸水蜜桃果實汁液，依口喙型態可歸屬為次級果實吸食者之吸果夜蛾種類。

本次上巴陵水蜜桃吸果夜蛾調查與陶和張（1977）整理 1961 年於臺中市和平區白冷地區柑橘園捕集之 17 種吸果夜蛾，其中枯葉夜蛾（枯葉裳蛾）、豔葉裳蛾、落葉裳蛾、鈴斑翅裳蛾、藍條裳蛾、安鈕裳蛾、庸尚毛翅裳蛾、腎巾裳蛾及芋麻夜蛾等 9 種吸果夜蛾種類相同；其研究顯示以落葉裳蛾屬占比 67.4% 為最高，其中以枯葉夜蛾（枯葉裳蛾）占總數 50.27%，其侵入果園時段主要為上半夜，下半夜即少有再進入柑橘園；此下半夜幾無吸果夜蛾再度進入柑橘園之結果與本次上巴陵之調查略有差異，推測可能與其調查月份為 11 月，該月份下半夜夜溫偏低，可能影響吸果夜蛾活動；而本研究調查捕集時間為 7 月，夜溫縱有下降，但仍不致於減少吸果夜蛾活動。陶及張於台中白冷柑橘園之調查未有綠斑枯葉裳蛾捕集資料，然枯葉夜蛾（枯葉裳蛾）外觀近似綠斑枯葉裳蛾，並不排除是否其調查將兩者當作同一種類。筆者曾將野外捕集之兩種蟲體進行室內飼育，其幼蟲型態亦極為相似。但幼蟲食草範圍報導則有差異，

枯葉夜蛾（枯葉裳蛾）幼蟲食草為木通科、防己科及小蘗科植物，綠斑枯葉裳蛾僅只能於木通科植物完成生活史（Bänziger, 1987）。吸果夜蛾族群及動態與果樹結果季節是否重疊相關，其幼蟲寄主植物存在與否也是影響其種類發生之重要關鍵因素（Bänziger, 1982, Leong and Kueh, 2011）。因此，或許臺中白冷地區山區落葉裳蛾屬之食草分布以防己科及小蘗科植物為主，調查結果未有綠斑枯葉裳蛾之捕集紀錄。但憑單一果園之數次調查結果亦不能排除臺中白冷地區絕無綠斑枯葉裳蛾之分布，僅說明其該次調查記錄中未捕集到。不同地區果樹發生之吸果夜蛾種類及危害占比應有所差異，未來可利用臺灣豐富之鱗翅目生物多樣性資料庫資源，結合各農業試驗單位調查研究，以釐清臺灣吸果夜蛾在農業生態系之經濟地位。

綠斑枯葉裳蛾為危害上巴陵水蜜桃果園最重要之吸果夜蛾，其為東方區廣布物種（Zilli and Hogenes, 2002），於臺灣分布於低中海拔之成熟次生林或原生林帶（Okano, 1964），成蛾進入果園之活躍期從晚上前半段，自入夜後 19:30 到 23:30，午夜之後略為下降，但於凌晨 4 點前仍可於果園內觀察到成蛾，無論有無月亮之夜晚，或細雨天氣都不會干擾其活動，這與落葉裳蛾發生類似（Leroy *et al.*, 2021）；於田間觀察結果，若夜間短暫陣雨，但氣溫未明顯下降，綠斑枯葉裳蛾仍會於雨歇之間飛入果園，並停棲於果實下方部以避開雨水，以硬棘口喙穿破套袋，刺吸危害果實。其幼蟲取食木通科植物如石月（*Stauntonia obovatifoliola* Hayata），又名六葉野木瓜或橢圓葉石月，該植物普遍分布於調查果園周邊林道及雜木林中，其藤蔓附生於林木之上，錯綜複雜，且果實成熟後，吸引鳥類及獼猴取食，種子極易散播，實務上難以有效清除遍及森林之幼蟲寄主植物。因綠斑枯葉裳蛾等吸果夜蛾其危害方式及生態習性，導致無法在果園以藥劑來防治此類害蟲。

本次紀錄之綠斑枯葉裳蛾、枯葉裳蛾、豔葉裳蛾、鑲豔葉裳蛾及落葉裳蛾，皆屬於壺裳蛾亞科之枯葉裳蛾族（*Ophiderini*）之落葉裳蛾屬；壺裳蛾亞科為具鋸刺口喙類群，包含多種吸果夜蛾種類（Zaspel *et al.*, 2011；Zahiri *et al.*, 2012），其亞科下之壺裳蛾族（*Calpini*）之鳥嘴壺裳蛾（*O. excavata* (Butler, 1878)）、尚金裳蛾（*Plusiodonta coelonota* (Kollar, 1844)）及癩角壺裳蛾（*Calyptra minuticornis bisacutum* (Guenée, 1852)），以及擬葉裳蛾族（*Phyllodini*）之黃帶擬葉裳蛾（*Phyllodes eyndhovii* Vollenhoven, 1858）等，亦為重要吸果夜蛾（葉，2011；Hattori, 1969；Klem and Zaspel, 2019；Zaspel *et al.*, 2011），但本調查中並未捕獲，可能原因為幼蟲食草範圍、作物生態系統及季節豐度影響吸果夜蛾物種多樣性，臺灣吸果夜蛾種類調查仍有待進行深入研究。

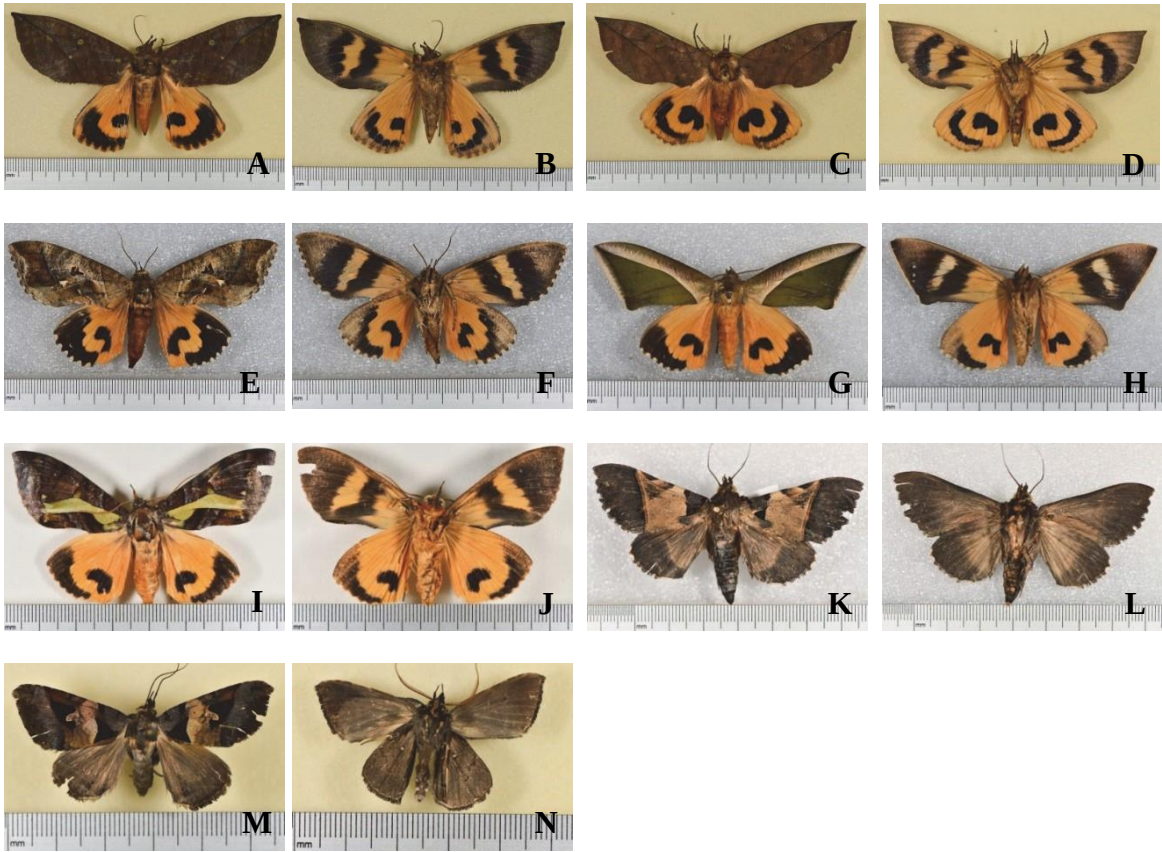


圖 1. 具硬棘口喙之吸果夜蛾。(A) 綠斑枯葉裳蛾，背面。(B) 綠斑枯葉裳蛾，腹面。(C) 枯葉裳蛾，背面。(D) 枯葉裳蛾，腹面。(E) 落葉裳蛾，背面。(F) 落葉裳蛾，腹面。(G) 豔葉裳蛾，背面。(H) 豔葉裳蛾，腹面。(I) 鑲豔葉裳蛾，背面。(J) 鑲豔葉裳蛾，腹面。(K) 鈴斑翅裳蛾，背面。(L) 鈴斑翅裳蛾，腹面。(M) 華宇裳蛾，背面。(N) 華宇裳蛾，腹面

Fig. 1. Morphology of the fruit piercing moths with sclerotized proboscis piercing type. (A) *Eudocima okurai*, dorsal view; (B) *E. okurai*, ventral view; (C) *E. tyrannus*, dorsal view; (D) *E. tyrannus*, ventral view; (E) *E. phalonia*, dorsal view; (F) *E. phalonia*, ventral view; (G) *E. salaminia*, dorsal view; (H) *E. salaminia*, ventral view; (I) *E. homaena*, dorsal view; (J) *E. homaena*, ventral view; (K) *Serrodes campana*, dorsal view; (L) *S. campana*, ventral view; (M) *Avatha chinensis*, dorsal view; (N) *A. chinensis*, ventral view.



圖2. 具軟棘口喙之吸果夜蛾。(A) 藍條裳蛾，背面。(B) 藍條裳蛾，腹面。(C) 庸尚毛翅裳蛾，背面。(D) 庸尚毛翅裳蛾，腹面。(E) 枯尚毛翅裳蛾，背面。(F) 枯尚毛翅裳蛾，腹面。(G) 斜線關裳蛾，背面。(H) 斜線關裳蛾，腹面。(I) 安鈕裳蛾，背面。(J) 安鈕裳蛾，腹面。(K) 斑裳蛾，背面。(L) 斑裳蛾，腹面。(M) 裳蛾屬物種，背面。(N) 裳蛾屬物種，腹面。(O) 腎巾裳蛾，背面。(P) 腎巾裳蛾，腹面。(Q) 魔目裳蛾，背面。(R) 魔目裳蛾，腹面。(S) 玉邊目裳蛾，背面。(T) 玉邊目裳蛾，腹面。(U) 離閃裳蛾，背面。(V) 離閃裳蛾，腹面。(W) 苧麻夜蛾，背面。(X) 苧麻夜蛾，腹面

Fig. 2. Morphology of the fruit piercing moths with soft proboscis piercing type. (A) *Ischyja manlia*, dorsal view; (B) *I. manlia*, ventral view; (C) *Thyas junco*, dorsal view; (D) *T. junco*, ventral view; (E) *T. coronata*, dorsal view; (F) *T. coronata*, ventral view; (G) *Artena dotata*, dorsal view; (H) *A. dotata*, ventral view; (I) *Ophiusa tirhaca*, dorsal view; (J) *O. tirhaca*, ventral view; (K) *Catocala macula*, dorsal view; (L) *C. macula*, ventral view; (M) *C. sp.*, dorsal view; (N) *C. sp.*, ventral view; (O) *Bastilla praetermissa*, dorsal view; (P) *B. praetermissa*, ventral view; (Q) *Erebus ephesperis*, dorsal view; (R) *E. ephesperis*, ventral view; (S) *E. albicincta obscurata*, dorsal view; (T) *E. albicincta obscurata*, ventral view; (U) *Sypna diversa*, dorsal view; (V) *S. diversa*, ventral view; (W) *Arcte coerula*, dorsal view; (X) *A. coerula*, ventral view.

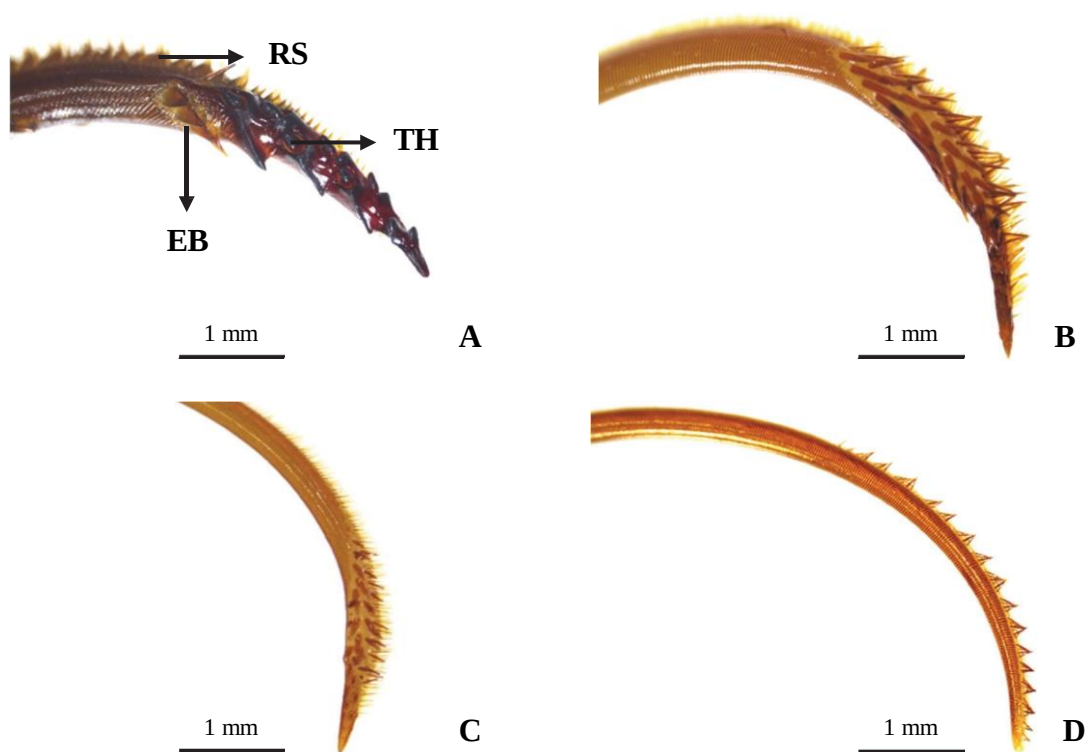


圖3. 吸果夜蛾口喙型態。(A) 綠斑枯葉裳蛾硬棘口喙。(B) 鈴斑翅裳蛾硬棘口喙。(C) 華宇裳蛾硬棘口喙。(D) 藍條裳蛾軟棘口喙、撕裂鉤 (tearing hooks, TH)、突起倒鉤 (erectile barbs, EB) 及脊刺 (rasping spines, RS)

Fig. 3. Proboscis morphology of the fruit piercing moths. (A) *Eudocima okurai*, sclerotized proboscis; (B) *Serrodes campana*, sclerotized proboscis; (C) *Avatha chinensis*, sclerotized proboscis; (D) *Ischyja manlia*, soft proboscis. TH: tearing hooks; EB: erectile barbs; RS: rasping spines.

Table 1. Species and numbers of fruit piercing moths on peach in Shungbaing, Fuxing District, Taoyuan City.

[illegible]

科/亞科/種 (Families/Subfamilies/Species)	12-Jul-19			25-Jul-19			9-Jul-20			23-Jul-20			29-Jul-20			捕集 總數	占比率 (%)
	19:30	23:00	01:00	19:30	23:00	01:00	19:30	23:00	01:00	19:30	23:00	01:00	19:30	01:00			
	21:30	01:00	03:00	21:30	01:00	03:00	21:30	1:00	03:00	21:30	1:00	03:00	21:30	03:00			
斑裳蛾 <i>Catocala macula</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.7	
裳蛾屬物種 <i>Catocala</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	
腎巾裳蛾 <i>Bastilla praetermissa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	
魔目裳蛾 <i>Erebus ephesperis</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.7	
玉邊目裳蛾 <i>Erebus albicincta obscurata</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.7	
離閃裳蛾 <i>Sypna diversa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	
夜蛾科 Noctuidae																	
鷹夜蛾亞科 Dyopsinae																	
苧麻夜蛾 <i>Arcte coerula</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	

*具硬棘口喙（sclerotized proboscis）

二、吸果夜蛾食餌誘集防治效果測試

試驗期間食餌測試項目皆無吸果夜蛾尋訪取食行為，推論水蜜桃果實成熟時芳香味足掩蓋食餌氣味，使誘引無效，亦或加工製成之果汁、含果肉之果凍之成分不及成熟果，又抑或本次懸吊之網袋測試方法無法吸引吸果夜蛾訪食；此測試之目的原冀望以市售果汁或果凍產品取代利用次級鮮果懸掛於果園外圍誘引吸果夜蛾，解決需頻繁更換水果之麻煩，但此次所選用之食餌種類及懸掛方式無法吸引吸果夜蛾達到防治效果。吸果夜蛾偏好成熟期具濃郁香味之種類，測試 15 種水果泥混合洋菜製成食餌對落葉裳蛾之吸引效果比較，以不同水果對落葉裳蛾吸引力之測試結果以香蕉為第一

(Reddy *et al.*, 2007)，但該測試並未列入水蜜桃果品選項。本調查結果確認成熟水蜜桃果園對吸果夜蛾具強烈吸引力。Jayanthi 等 (2015) 曾於印度南部 (Chitradurga) 之主要經濟作物—石榴外圍種植香蕉及番石榴作為誘引食餌，配合人工捕殺，成功保護石榴作物。上巴陵農友為防止吸果夜蛾進入果園危害，亦會於水蜜桃成熟期前，於果園外圍之樹下懸掛次級五月桃及香蕉等果品誘引吸果夜蛾，夜間以捕蠅拍拍擊或蟲網捕殺前來刺吸危害之吸果夜蛾，但一進入成熟期，全園水蜜桃香味仍強烈吸引吸果夜蛾入園危害，食餌難以抵擋吸果夜蛾；且經本研究於上巴陵水蜜桃吸果夜蛾調查，於上半夜、午夜及下半夜皆有侵入高峰，若以鮮果吊掛果園外圍誘引及夜間巡視果園捕殺，需徹夜進行，而農民白日採果、包裝，夜間多無充足體力進行之。後續若要開發種植非經濟作物果樹於水蜜桃果園周邊之誘引方法，除參考石榴果園成功案例，也揭示須同時考量非經濟作物與目標栽培經濟果樹果實成熟期之一致性，以及其經濟效益，或許能發展出另一種防治管理技術。如本次調查試驗果園之果農嘗試於果園周邊種植數株蜜李作物，以為誘引供鳥類及吸果夜蛾取食之用，其於 6 月中下旬蜜李成熟期確實發揮吸引之效，唯產期於 6 月下旬即結束，無法再有誘引之效。筆者曾於蜜李成熟期進行危害蜜李之吸果夜蛾種類觀察，確見大量吸果夜蛾持續進入取食危害蜜李，其危害之種類多與 7 月調查之水蜜桃園相近，但危害占比則大為不同，並無落葉裳蛾屬高占比危害之情形，此應與蜜李並未套袋，因此，軟棘口喙之種類占比顯著上升有關。

三、吸果夜蛾燈光誘引防治效果測試

燈光誘引結果，僅 315 及 335 nm 捕蟲燈懸掛 1 週後，可誘集到芋麻夜蛾及庸肖毛翅裳蛾等 2 種吸果夜蛾種類，且於調查期間誘集數量極少；360 nm 為主波長之吸入

式捕蟲燈無誘集到吸果夜蛾。結果顯示 315、335 及 360 nm 為主波長之吸入式捕蟲燈無法捕獲綠斑枯葉裳蛾等具硬棘口喙之種類。雖紫外線（或黑光燈）被認為對夜行性昆蟲具有吸引力，但對於多數重要之吸果夜蛾皆無誘引效果（Klem and Zaspel, 2019；Leroy *et al.*, 2021），例如枯葉裳蛾為負趨光性，無法利用燈光誘引做為防治方法（陶和張，1977；Bhumannavar and Viraktamath, 2012；Hattori, 1969）。但臺灣之吸果夜蛾種類調查又多有利用燈光採集之方式進行記錄，此矛盾之處，或許說明夜間燈光誘集調查雖有發現吸果夜蛾種類之功能，但若作為防治果園吸果夜蛾，並不可行；再者吸入式捕蟲燈之風扇振動音波干擾，導致吸果夜蛾警覺而不願靠近。因此，利用吸入式風扇所製成之不同種主波長之捕蟲燈，本研究確認無法作為吸果夜蛾誘引防治之用。

四、吸果夜蛾燈光驅避防治效果測試

燈光驅避結果，以黃光 LED 燈管波長對吸果夜蛾具驅避效果，本次測試結果顯示，黃光光源照射處確實明顯驅避吸果夜蛾進入，然照射處以外之暗部，如果樹下方仍可見吸果夜蛾危害果實，此結果顯示若黃光 LED 燈管之光源無法全面覆蓋果樹上部及下部，其所發揮之驅避效果將大打折扣。此結果與邱和曾（2007）於桃園市復興區上巴陵進行之試驗結果雷同，但當時測試所使用之燈源為黃色螢光燈管（FL40SY-F），且僅以懸掛燈管前後年份吸果夜蛾危害程度以*、**、***進行觀察記錄，並未詳細量化危害減少率，文中亦未揭示吸果夜蛾種類。研究指出可用照明防止吸果夜蛾侵入果園危害（Bänziger, 1982；Nomura *et al.*, 1965），利用主要波長為 500-580 nm 黃光螢光燈燈源，可有效防止枯葉裳蛾、烏嘴壺裳蛾及 *S. partita*（Fabricius, 1775）等吸果夜蛾入侵果園（Moore, 2010；Nomura *et al.*, 1965；Sawada, 1978），以黃色光源投射果樹周圍或架設於果園外，可減少吸果夜蛾侵入量（Whitehead and Rust, 1972）。燈源亮度、照明範圍、架燈位置及果樹枝葉豐度會影響其驅避吸果夜蛾效果（Nomura *et al.*, 1965；Sawada, 1978；Whitehead and Rust, 1972）。昆蟲複眼對光線之反應，具光適應（light-adapted）及暗適應（dark-adapted），夜間活動之蛾類在白天時複眼會產生光適應，造成個體呈休止狀態，影響活動，一旦黑暗，複眼則轉變成暗適應，黃光燈源使吸果夜蛾產生光適應，杜絕其進行夜間活動（Shimoda and Honda, 2013）。發光二極體（LED）可產生具窄範圍波長之高度單色光，其價格低廉且半衰期長，可長時間使用，已成為現代照明之發展趨勢，可利用 LED 光學特性做為害蟲管理（Chhagan and McKenna, 2019；Leroy *et al.*, 2021）。市售黃光 LED 燈管利用 550-660 nm 驅避光

源防治蛾類，雖有特殊避蛾波長、全電壓及戶外使用防水功能，但為利光線穿透，需以竹竿或金屬鋁管架高，使其高於植株上方；但水蜜桃果實成熟後，因重量增加而懸垂於茂盛枝葉下方，以架高燈管之布建方式，則造成果樹下方之暗部果實因無光照射仍會遭吸果夜蛾刺吸危害。為照亮全果園需增加燈管數量，其耗電量提高，且山坡地立竿架設不易，且山區午後雷雨頻繁，恐遭雷擊的風險。未來將以改良式避蛾燈研發為主要防治方向，改進市售黃光 LED 燈管驅避範圍不足、相對耗電及田間架設不易之問題。

結 論

本次研究記述桃園市復興區上巴陵水蜜桃吸果夜蛾種類及其占比，為臺灣首篇水蜜桃吸果夜蛾紀錄，並確認以口喙具硬棘之綠斑枯葉裳蛾為危害上巴陵水蜜桃果園最重要之吸果夜蛾，且於上半夜、午夜及下半夜皆可捕獲此種類，其幼蟲取食木通科植物如石月，該植物普遍分布於調查果園周邊林道及雜木林中，實務上難以用藥劑防治及清除遍及森林之幼蟲寄主植物。食餌及燈光誘引皆無法有效捕獲吸果夜蛾，以黃光 LED 燈管可驅避吸果夜蛾，但光源照射處以外之暗部仍有吸果夜蛾出沒危害果實。未來針對具硬棘口喙之落葉裳蛾屬為主要防治對象，進行綠斑枯葉裳蛾、枯葉裳蛾及落葉裳蛾等種類之生活史研究，並以改良式避蛾燈研發為主要防治方向，開發吸果夜蛾物理防治技術。

誌 謝

本研究感謝龍園果園水蜜桃果農林金龍及徐春梅夫婦提供試驗農地、協助試驗調查及分享經驗；本場作物環境科植物防疫研究室戴興煌先生協助吸果夜蛾採集器研製、種類調查及田間防治試驗工作，羅瑞珍小姐及陳雅苓小姐協助採集工具備製、標本製作、口喙拍攝及數據整理，本場作物環境科生物機電研究室提供不同主波長冷陰極管（CCFL）燈泡設計之捕蟲燈提供進行燈光誘引試驗，謹此一併致謝。

參考文獻

- 王效岳。1994。認識台灣的昆蟲(8)夜蛾科：台灣及其他地區之比較。台北。淑馨出版社。
- 王效岳。2001。台灣夜蛾科彩色圖鑑。宜蘭。宜蘭縣自然史教育館。
- 陳朝欽。1981。楊桃園刺果夜蛾發生調查。臺灣省花蓮區農業改良場七十年度業務年報。
- 陶家駒。1965。柑橘害蟲。p. 168-169。刊於：邱瑞珍等著。臺灣植物保護工作昆蟲篇。中國農村復興聯合委員會出版。臺北。
- 陶家駒、張良傳。1977。臺灣之刺果夜蛾。臺灣省立博物館科學年刊 20:179-195。
- 邱瑞隆、曾國雄。2007。黃色防蟲燈管效能之測試及研究。照明學刊 24(1):39-47。
- 葉士財。2011。柑橘園內吸果夜蛾發生之現況。臺中區農業改良場特刊 107:147-158。
- Bänziger, H. 1982. Fruit-piercing moths (Lep., Noctuidae) in Thailand: a general survey and some new perspectives. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 55:213-240.
- Bänziger, H. 1987. Biological and taxonomic studies on immature and adult fruit-piercing moths in Nepal, with reference to Thailand. Nat Hist Bull Siam Soc. 35:1-17.
- Bhumannavar, B.S. and C.A. Viraktamath. 2012. Biology, ecology and management of fruit piercing moths (Lepidoptera: Noctuidae). Pest Manage. Hortic. Ecsyst. 18(1):1-18.
- Chhagan, A. and C. McKenna. 2019. Fruit-piercing moth, *Eudocima phalonia* (Linnaeus 1763) review: biology, ecology and pest management with reference to kiwifruit. A Plant & Food Research report prepared for Zespri International Limited. Milestone No. 77646. Contract No. 35746. Job code: P/310119/01. SPTS No. 17607.
- Fay, H.A.C. 2002. Fruit piercing moths and fruit spotting bugs: intractable pests of tree fruits in a reduced-insecticide environment. Acta Hortic. 575:485-493.
- Hattori, I. 1969. Fruit-piercing moths in Japan. Jpn. Agric. Res. Q. 4(4):32-36.
- Jayanthi, P.K., R.M. Aurade, V. Kempraj, and A. Verghese. 2015. Aromatic fruits as baits for the management of fruit-piercing moths in pomegranate: exploiting olfaction. Curr Sci. 109:1476-1479.
- Kim, K.C. and T.S. Lee. 1985. Identification larval host plant range, and damage of the fruit sucking moths to the major fruit in Chonnam Province. Korean J. Plant Prot.

24(4):183-190.

- Klem, C.C. and J. Zaspel. 2019. Pest injury guilds, Lepidoptera, and placing fruit-piercing moths in context: A review. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 112(5):421-432.
- Leong, S.C.T. and R.J.H. Kueh. 2011. Seasonal abundance and suppression of fruit-piercing moth *Eudocima phalonia* (L.) in a citrus orchard in Sarawak. *Sci. World J.* 11:2330-2338.
- Leroy, L., C. Mille, and B. Fogliani. 2021. The common fruit-piercing moth in the Pacific region: A survey of the current state of a significant worldwide economic pest, *Eudocima phalonia* (Lepidoptera: Erebidæ), with a focus on New Caledonia. *Insects.* 12(2):117.
- Moore, S. 2010. Fruit-feeding moths in the Eastern Cape: experiences and control options. *SA Fruit Journal.* 49-52.
- Muniappan, R., M. Pura, B. Tarilongi, L. Berukilukilu, S. Bule, and G.V.P. Reddy. 2002. Fruit piercing moths and their management in Vanuatu. *J. South Pac. Agric.* 9:16-27.
- Ngampongsai, A., B. Barrett, S. Permkam, N. Suthapradit, and R. Nilla-or. 2005. A preliminary study on some ecological aspects of the fruit piercing moths in Songkhla Province of Southern Thailand. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 27(6):1135-1145.
- Nomura, K., S. Oya, I. Watanabe, and H. Kawamura. 1965. Studies on orchard illumination against fruit-piercing moths I. Analysis of illumination effects, and influence of light elements on moths' activities. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 9(3):179-186.
- Okano, M. 1964. New or little known moths from Formosa (5). *Tohoku Konchu Kenkyu.* 1:41-44.
- Pettersson, L.B. and M. Franzen. 2008. Comparing wine-based and beer-based baits for moth trapping: a field experiment. *Entomologisk Tidskrift.* 129(3):129-134.
- Reddy, G.V.P., Z.T. Cruz, and R. Muniappan. 2007. Attraction of fruit-piercing moth *Eudocima phalonia* (Lepidoptera :Noctuidæ) to different fruit baits. *Crop Prot.* 26:664-667.
- Sharma, R.R., S.V.R. Reddy, and M.J. Jhalegar. 2014. Pre-harvest fruit bagging: a useful approach for plant protection and improved post-harvest fruit quality – a review. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 89(2):101-113.
- Shimoda, M. and K. Honda. 2013. Insect reactions to light and its applications to pest management. *Appl. Entomol. Zool.* 48:413-421.

- Sawada, M. 1978. Effect of yellow illumination for the control of fruit-piercing moths in Japanese pear orchard. Bull. Chiba Agric. Exp. Stn. 19:83-89.
- Whitehead, D.J. and V.B. Rust. 1972. Control of the fruit-piercing moth *Serrododes partita* (Fabr.) (Lepidoptera: Noctuidae). Phytophylactica. 4:9-12.
- Zahiri, R., J.E.D. Holloway, and I.J. Kitching. 2012. Molecular phylogenetics of Erebidae (Lepidoptera, Noctuoidea). Syst. Entomol. 37:102-124.
- Zaspel, J.M., S.J. Weller, and M.A. Branham. 2011. A comparative survey of proboscis morphology and associated structures in fruit-piercing, tear-feeding, and blood-feeding moths in Calpinae (Lepidoptera: Erebidae). Zoomorphology. 130:203-225.
- Zilli, A. and W. Hogenes. 2002. An annotated list of the fruit-piercing moth genus *Eudocima* Billberg, 1820 (sensu Poole) with descriptions of four new species (Lepidoptera: Noctuidae, Catocalinae). Quadrifina. 5:164.

Primary Investigation of Fruit Piercing Moths (FPMs) and Control Strategies on Peach¹

Chiao-Yen Chen², Kuo-hung Chuang², Shipher Wu³, and His-Pin Shih²

Abstract

The outcome of the investigation of fruit piercing moths (FPMs) on peach revealed a total of 2 families, 12 genres and 19 species at Shungbaing, Fuxing District, Taoyuan City. The *Eudocima okurai* (Okano, 1964) with a sclerotized proboscis was the main species, taking up 73.2% of the total investigation number. Upon microscopic examination, it was confirmed that the types of sclerotized proboscides were 1 families, 3 genres and 7 species: *Eudocima* Billberg from Erebidae (82.3% of the total investigation number), while *Serrodus* Guenée and *Avatha* Walker took 88.6%. The baiting attraction test items revealed a non-searching for food trapping of FPMs. The light trapping test was carried out using 3 types of UV light radiation (315, 335 and 360 nm) insects light trapping device an one-week. Only the 315 nm and 335 nm light trapping device managed to catch *Arcte coerula* Guenée and *Thyas junio* Dalman. The FPMs such as *E. okurai* with the sclerotized proboscis were unable to be captured. The 550-660 nm wavelength yellow light repellent light tubes were mainly used. However, FPMs still appeared in the dark areas where light was not shown, damaging the fruits. The study had the first recorded the types of FPMs on peach and the hazard proportion in Taiwan. It was confirmed that the *E. okurai* with the sclerotized proboscis was the important FPMs damaging the peach in Fuxing District of Taoyuan. Their larvae feed on the plants from the Lardizabalaceae, such as the *Stauntonia obovatifoliola* Hayata, which distributes among the peripheral forests and miscellaneous tree forests. The FPMs fly into the orchard at night, damaging the fruit. Investigation into the moth repellent light will be the mainstream of future improvement and development.

Key words: *Eudocima okurai*, Sclerotized proboscis, Light repellent

¹. Contribution No. 542 from Taoyuan DARES, COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author, yen@tydais.gov.tw), Associate Researcher and Researcher and Secretary, respectively, Taoyuan DARES, COA.

³. Research Assistant, National Taiwan Museum.