

桃折心蟲(*Grapholita molesta* (Busck)) (Lepidoptera : Tortricidae)性費洛蒙誘捕 系統及交配干擾防治試驗

洪巧珍* 王文龍 吳昭儀 林信宏

台中縣霧峰鄉 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

(接受日期：2009年6月30日)

摘 要

洪巧珍*、王文龍、吳昭儀、林信宏 2009 桃折心蟲(*Grapholita molesta* (Busck))
性費洛蒙誘捕系統及交配干擾防治試驗 植保會刊 51(1, 2): 53-68

桃折心蟲 (*Grapholita molesta* (Busck)) 性費洛蒙誘捕系統之研發，於 1999 年 4 - 5 月間於台中縣新社鄉桃子果園進行不同性費洛蒙誘餌配方 Z8-12 : Ac / E8-12 : Ac / Z8-12 : OH = 96 / 4 / 10 (A)、94 / 6 / 10 (B)、100 / 0 / 100 (C)、外購桃折心蟲性費洛蒙誘餌 (OFM) 及粗腳姬捲葉蛾 (*Cryptophlebia ombrodelta*) 性費洛蒙誘餌 (CO) 對桃折心蟲之誘蟲效果比較。結果顯示配方 A 與 B 等兩種性費洛蒙誘餌對桃折心蟲的誘蟲活性與外購桃折心蟲性費洛蒙誘餌 (OFM) 之誘蟲百分率無顯著差異，三者之誘蟲百分率分別為 35.6、32.3 及 31.3%。於誘蟲期間誘得三種姬捲葉蛾科害蟲，以桃折心蟲比例最高，其次為花姬捲葉蛾 (*Cydia notanthes*) 及粗腳姬捲葉蛾。不同型式誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效率於 1993 年 9 - 10 月間於苗栗縣卓蘭鎮桃子果園進行試驗，以三層式寶特瓶誘蟲器與黏膠式誘蟲器對桃折心蟲具顯著之誘捕效果，誘蟲活性分別為 39.1 及 45.9%；中改式及制式誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果明顯較低，誘蟲活性僅 5.9 及 9.2%。2002 至 2003 年間進一步比較花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器與三層式寶特瓶誘蟲器對桃折心蟲的誘捕效果，經三次結果顯示此兩種誘蟲器對桃折心蟲的誘捕效率無顯著差異。於 1994 及 2007 年間以性費洛蒙誘蟲器調查桃折心蟲在台灣中部之發生情形，結果顯示桃折心蟲普遍發生於桃、梅、李、梨及蘋果等薔薇科果園中。以 Z8-12 : Ac 交配干擾劑於 0.1 ha 桃子

* 通訊作者。E-mail: hccjane@tactri.gov.tw

果園中進行交配干擾防治試驗，園內設置 120 個交配干擾劑，使用量為 53.28 g / ha，其結果顯示對桃折心蟲及粗腳姬捲葉蛾具有誘引抑制效果。

(關鍵詞：桃折心蟲、性費洛蒙、誘蟲器、監測、交配干擾防治)

緒 言

桃折心蟲 (*Grapholita molesta* (Busck)) 俗稱東方果蛾，又名梨小食心蟲，屬鱗翅目 (Lepidoptera)、捲葉蛾科 (Tortricidae)。桃折心蟲廣分布於美國、日本、台灣、中國大陸、加拿大及澳洲等地區，為害桃、李、梨、櫻、蘋果等薔薇科作物之新梢及果實部位，為世界性的重要害蟲⁽¹⁶⁾。

桃折心蟲在台灣的資料很少，在國外有關桃折心蟲性費洛蒙研究相關文獻很多，包括桃折心蟲生殖行為、性費洛蒙鑑定、及其應用技術的開發等^(20, 22, 23, 24, 25, 27, 28)。桃折心蟲雌蛾分泌性費洛蒙的時段與溫度有關，其發情時段約於日落前 1-3 hr，溫度升高使其發情時段延後發生^(20, 25)。桃折心蟲性費洛蒙組成分鑑定，1969 年 Roelofs 等學者首先鑑定乙酸 (Z)-8-十二烯-1-基酯 ((Z)-8-dodecen-1-yl acetate, Z8-12 : Ac) 為其性費洛蒙⁽²³⁾。1979 年 Cardé 等學者分析鑑定桃折心蟲性費洛蒙組成分含有四種成分 Z8-12 : Ac、乙酸 (E)-8-十二烯-1-基酯 ((E)-8-dodecen-1-yl acetate, E8-12 : Ac)、(Z)-8-十二烯-1-醇 ((Z)-8-dodecen-1-ol, Z8-12 : OH)、十二醇 (1-dodecanol, 1-12 : OH)⁽¹⁴⁾。1992 年 Lancey 和 Sanders 兩位學者利用毛細管收集法，分析單雌之分泌量與成分亦證實含有此四種成分，主成分比例為 Z8-12 : Ac / E8-12 : Ac = 95.8 / 4.2，其它 Z8-12 : OH、12 : OH 兩成分相當微量⁽²⁰⁾。

桃折心蟲性費洛蒙在害蟲管理應用上的報導，學者 Bailey 於 1980 證實性費洛蒙可用以監測發生情形及判斷施藥適期⁽¹³⁾。於單位面積果園中設置不同數量之性費洛蒙誘蟲器，大量誘殺桃折心蟲；顯示每公頃設置 30-40 個性費洛蒙誘蟲器，可顯著降低被害果率⁽²⁸⁾。利用高劑量性費洛蒙干擾交尾防治桃折心蟲，試驗證實性費洛蒙揮發速率在 6 mg / ha / hr 以上時，對桃折心蟲才具干擾交尾效果⁽²⁴⁾。1990 年間，兩位學者 Rice 和 Kirsch 以信越公司 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) 產品進行田間試驗，結果顯示處理區桃折心蟲性費洛蒙誘蟲器之誘雄數趨於零，桃折心蟲族群密度低於對照區；處理區桃折心蟲之雌雄蟲數量隨代數增加而減少；處理區雌蛾交尾率介於 41-83.7% 間遠低於對照區之 96-100%。處理區果實被害率較對照區為低，顯示高劑量性費洛蒙具防治效果⁽²²⁾。另 1990 年間，學者 Vickers 以信越公司產品 Isomate M 於澳洲進行性費洛蒙干擾交尾防治桃折心蟲之效果評估，顯示性費洛蒙處理區中桃折心蟲族群密度極低，大部分之雌蛾為未交尾，且防治費用較藥劑防治區便宜⁽²⁷⁾。

桃折心蟲在台灣的資料很少^(1, 12)，其世代數未有詳實紀錄，惟依誘蟲調查資料顯示應有四至八個世代以上⁽¹²⁾。為了解桃折心蟲在台灣發生的情形及建立桃折心蟲性費洛蒙應用資材，本試驗分別進行：(1) 不同性費洛蒙誘餌配方對桃折心蟲之誘引性

試驗；(2)不同型式誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果試驗；(3)利用性費洛蒙調查桃折心蟲在薔薇科果園之發生情形；及(4)利用性費洛蒙交配干擾劑綜合防治桃折心蟲等，期望研發桃折心蟲的性費洛蒙誘捕系統，包括其性費洛蒙誘餌及誘蟲器，建立應用性費洛蒙監測、誘殺及性費洛蒙交配干擾防治之技術，提供害蟲綜合管理之參考與應用。

材料與方法

性費洛蒙及誘餌配製

試驗用之性費洛蒙原體：乙酸(Z)-8-十二烯-1-基酯((Z)-8-dodecen-1-yl acetate, Z8-12 : Ac)、乙酸(E)-8-十二烯-1-基酯((E)-8-dodecen-1-yl acetate, E8-12 : Ac)、及(Z)-8-十二烯-1-醇((Z)-8-dodecen-1-ol, Z8-12 : OH)三者純度皆> 99%，購自荷蘭Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO)公司。

配製時，將 Z8-12 : Ac / E8-12 : Ac / Z8-12 : OH = 96 / 4 / 10 (A)、94 / 6 / 10 (B)、及 100 / 0 / 100 (C)等三種配方，以 1 mg 裝載於紅色橡皮帽中 (Aldrich, Z12,435-4)，再以鋁箔紙包裝，置於 -19 °C 冷凍櫃中備用。另桃折心蟲性費洛蒙誘餌(OFM)係購自 IPO 公司，粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌(CO)係購自 AgriSense 公司，美國加州。

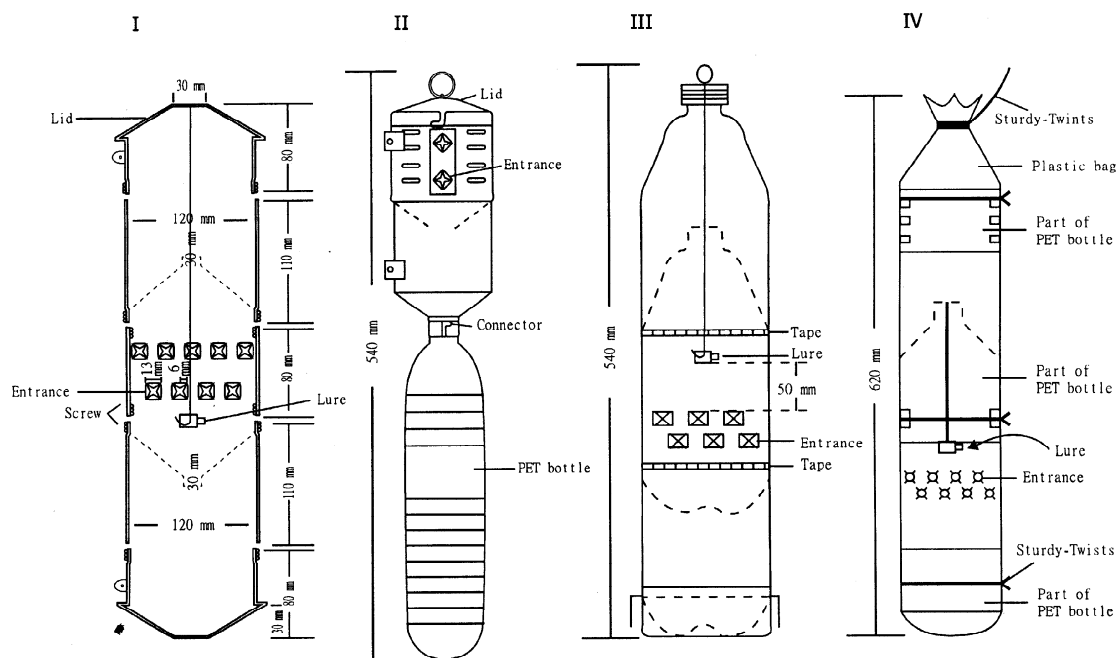
不同性費洛蒙誘餌配方對桃折心蟲之誘引性試驗

本試驗於 1999 年 4-5 月間於台中縣新社鄉選定 4 區，面積約為 0.3 - 0.5 ha 的桃子果園，進行不同誘餌配方之誘蟲試驗。

試驗時，將誘餌固定於翼型黏膠式誘蟲器（台灣甲富公司）中，再懸掛於桃樹上，誘蟲器距地面高度約為 150 cm，每個誘蟲器相距約 10 - 15 m。處理有 Z8-12 : Ac / E8-12 : Ac / Z8-12 : OH = 96 / 4 / 10(A)、94 / 6 / 10(B)、100 / 0 / 100(C)，外購之桃折心蟲性費洛蒙誘餌(OFM)、粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌 (CO) 及不含性費洛蒙誘餌之空白對照處理。其中配方 B 為文獻報導誘桃折心蟲有效性費洛蒙配方⁽²¹⁾；配方 C 為文獻報導誘花姬捲葉蛾有效性費洛蒙配方^(5,19)。每區果園懸掛每種處理各一個，每週觀察紀錄誘蟲結果，並輪調位置，連續觀察 6 週。所得誘蟲數資料先換算為百分率，再以 $\sin^{-1}\sqrt{X}$ 轉換，進行 ANOVA 分析探討其顯著性，再以 Duncan's new range test 檢定其顯著性差異。

不同型式誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果試驗

不同型式誘蟲器(圖一)對桃折心蟲之誘捕效果分為兩個試驗進行，第一個試驗於 1993 年 9 至 10 月間在苗栗縣卓蘭鎮地區桃子果園進行，比較翼型黏膠式誘蟲器 (Wing sticky trap)、制式誘蟲器 (Standard trap)⁽¹¹⁾、中改式誘蟲器 (C-DAIS trap)⁽¹¹⁾ 及三層式寶特瓶誘蟲器 (3-layer-PET-bottle trap)^(3, 5, 7) 等對桃折心蟲之誘捕效果。試驗時，選定 4 區面積約為 0.3 - 0.5 ha 桃子果園，進行誘蟲試驗。將外購之桃折心蟲性費洛蒙誘餌 (OFM) 分別設置於翼型黏膠式誘蟲器、制式誘蟲器、中改式誘蟲器、三層式寶特瓶誘蟲器內，形成不同誘捕系統，再懸掛於桃子果園中。誘蟲器的懸掛如前述「不同性費洛蒙誘餌配方對桃折心蟲之誘



圖一、不同型式誘蟲器。I：制式誘蟲器。II：中改式誘蟲器。III：三層式寶特瓶誘蟲器。IV：花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器。

Fig 1. Different types of traps for capture *Grapholita molesta* male moths with sex pheromone. I: Standard trap, II: C-DAIS trap, III: 3-layer-PET-bottle trap, IV: CFB composed bag trap

引性試驗」方法，每週將誘蟲器輪調位置，觀察記錄各誘捕系統中所捕獲之蟲種與蟲數，連續調查 6 週。所得誘蟲數先換算為百分率，再以 $\sin^{-1}\sqrt{X}$ 轉換，進行 ANOVA 分析探討其顯著性，再以 Ducan's new range test 檢定其顯著性差異。

第二個試驗比較花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器 (CFB composed bag trap) 與三層式寶特瓶誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果。性費洛蒙誘餌配方使用 OFM 配方。試驗係於 2002 年 11 月 6 日至 12 月 13 日在南投縣草屯鎮、2002 年 12 月 27 日至 2003 年 1 月 17 日、及 2003 年 1 月 22 日至 2 月 20 日在台中縣新社鄉等各 10 區桃子果園中，進行比較花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器與三層

式寶特瓶誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果。誘蟲器的懸掛如前述「不同性費洛蒙誘餌配方對桃折心蟲之誘引性試驗」方法。本試驗 10 重複。所得誘蟲數以 t-test 測試其顯著性差異。

利用性費洛蒙調查桃折心蟲在薔薇科果園之發生情形

1994 年 4 月 21 日至 7 月 21 日於苗栗縣卓蘭鎮桃子果園設置 4 個三層式寶特瓶誘蟲器，每個誘蟲器內設置一個 OFM 性費洛蒙誘餌。每週調查一次，定期監測桃折心蟲之發生情形。

另於 2007 年 1 月至 9 月針對中部地區的桃、梅、李及蘋果果園，以性費洛蒙誘

餌 A 配方裝置於花姬捲葉三層式寶特瓶誘蟲器或花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器，進行桃折心蟲的偵測，並就偵測點進行 GPS 定位(GPS 12(XL))。偵測地區包括南投縣信義鄉、國姓鄉，台中縣東勢鎮、清境農場及梨山地區及苗栗縣大湖鄉、泰安鄉及卓蘭鎮等地區。每鄉鎮桃、梅、李及蘋果果園各偵測 1 - 5 區，每區設置 2 個誘蟲器。誘蟲器設置高度約離地 1.5 公尺，每 2 - 3 週調查一次，每區連續調查 2 次。

利用性費洛蒙交配干擾劑防治桃折心蟲

利用 Z8-12 : Ac 交配干擾劑[®]防治桃折心蟲試驗於 1999 年 6 月 3 日開始進行，在台中縣新社鄉選取兩區果園，距離約 5 公里。處理區果園面積約 0.45 ha，約有 120 棵桃樹。對照區果園面積約 0.12 ha 約有 30 棵桃樹，為一般藥劑防治區。6 月 3 日起

於交配干擾劑處理區及對照區分別設置桃折心蟲性費洛蒙誘蟲器(三層式寶特瓶誘蟲器)兩個，監測桃折心蟲之發生情形。桃折心蟲性費洛蒙誘餌使用國外 IPO 公司產品，每 5 個月加置性費洛蒙誘餌一個。每週調查一次。7 月 29 日起處理區開始設置性費洛蒙交配干擾劑，每 3 - 4 m 懸掛一個性費洛蒙交配干擾劑，每分地設置 120 個交配干擾劑，施用劑量為 53.28 g / ha，其田間持效期約 5 個月。

結 果

不同性費洛蒙誘餌配方對桃折心蟲之誘引性

表一顯示 A 與 B 性費洛蒙誘餌對桃折心蟲的誘蟲活性與外購 OFM 性費洛蒙誘餌誘蟲百分率無差異，三者之誘餌誘蟲百

表一、不同性費洛蒙誘餌配方在桃子果園中對桃折心蟲、花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉蛾之誘蟲效果

Table 1. Percentage of male *Grapholita molesta*, *Cydia notanthes*, and *Cryptophlebia ombrodelta* moths captured in wing sticky traps baited with different lures in peach orchards at Sinshe Township, Taichung County, Taiwan, from April 1st to May 20th, 1999

Lures ²⁾	% of total males captured ¹⁾		
	<i>Grapholita molesta</i>	<i>Cydia notanthes</i>	<i>Cryptophlebia ombrodelta</i>
A	35.6± 7.6a	19.2±12.6b	20.9±12.4b
B	32.3±10.2a	20.2± 6.7b	16.8±13.5b
C	0.8± 0.8b	58.2±11.0a	0 c
OFM	31.3± 4.3a	2.5± 4.2c	45.7±27.6a
CO	0.1± 0.2b	0c	0 c
Blank	0b	0c	0 c

¹⁾ Mean ± S.D. derived from 4 experiments. Means in the same column followed by the same letters were not significantly different at 5 % level by Duncan's multiple range test.

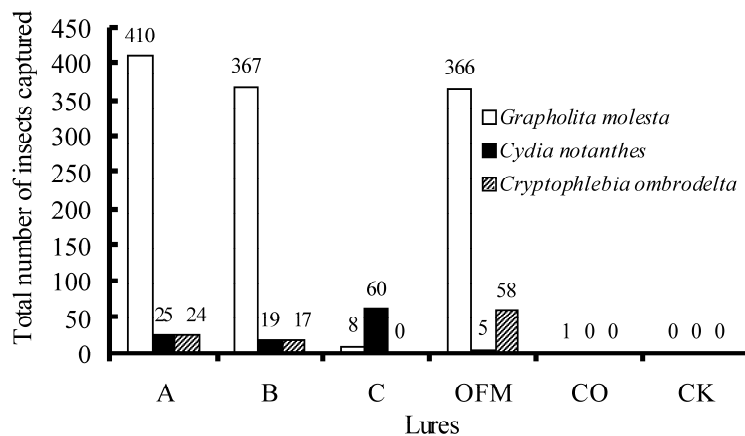
²⁾ The formulation lures of A, B, and C were Z8-12 : Ac/E8-12 : Ac/Z8-12 : OH = 96/4/10, 94/6/10, and 100/ 0/ 100, 1 mg in red septa, respectively. Lures of OFM and CO were bought from abroad for capturing male *Grapholita molesta* and *Cryptophlebia ombrodelta* moth, respectively.

分率分別為 35.6、32.3 及 31.3%。約經 6 週的誘蟲總數分別為 410、367 及 366 隻(圖二)。本試驗中,不同性費洛蒙誘餌配方除誘到桃折心蟲外,同時有誘到花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉蛾。以 C 性費洛蒙誘餌對花姬捲葉蛾及 OFM 性費洛蒙誘餌對粗腳姬捲葉蛾表現最佳之誘蟲效果,誘蟲百分率分別為 58.2 及 45.7% (表一)。而外購之粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌於 6 週試驗期間沒有誘到粗腳姬捲葉蛾,僅抓到 1 隻桃折心蟲,顯示不具誘蟲活性(圖二)。在六週的試驗期間,以不同性費洛蒙誘餌配方誘得的桃折心蟲、花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉蛾總數分別為 1,152、109、99 隻,顯示桃子果園中以桃折心蟲為主佔 84.7%,花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉蛾佔 8.0 及 7.3%。

不同型式誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果

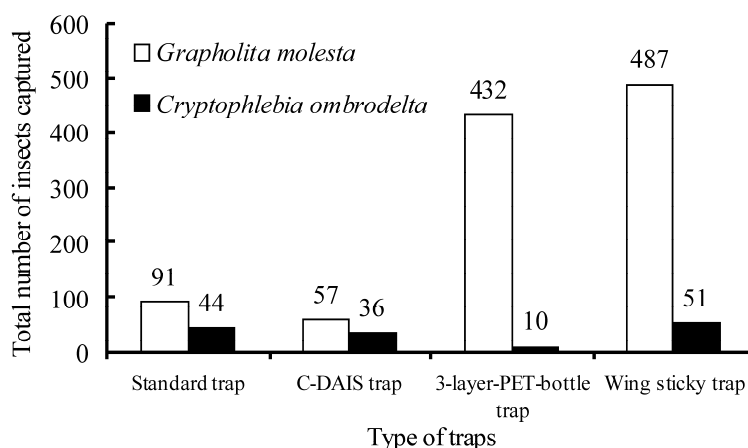
不同型式誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果如圖三、表二。不同型式誘蟲器對桃折心蟲、粗腳姬捲葉蛾之誘捕總數,以翼型黏膠式誘蟲器對桃折心蟲的總誘捕蟲數最多 487 隻,其次為三層式寶特瓶誘蟲器者 432 隻;中改式及制式誘蟲器者對桃折心蟲之總誘捕蟲數分別為 57、91 隻(圖三)。而在誘蟲期間各型式的誘蟲器亦誘捕到粗腳姬捲葉蛾,唯其誘得的蟲數很低,試驗期間誘蟲總數僅 141 隻,佔總誘蟲數 11.7% (圖三)。

三層式寶特瓶誘蟲器與翼型黏膠式誘蟲器誘捕系統對桃折心蟲具顯著之誘蟲效果,每週平均誘蟲數分別為 86.4 及 97.4 隻雄蛾,分別佔誘蟲總數之 39.1 及 45.9% ;



圖二、1999 年 4 月 1 日至 5 月 20 日於台中縣新社鄉桃子果園中,不同性費洛蒙配方誘餌對桃折心蟲、花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉蛾之誘蟲總數。A、B 及 C 配方為 Z8-12 : Ac/E8-12 : Ac/Z8-12 : OH = 96/4/10、94/6/10 及 100/0/100, 配方 OFM 及 CO 為外購之桃折心蟲及粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌。

Fig 2. Total number of male *Grapholita molesta*, *Cydia notanthes*, and *Cryptophlebia ombrodelta* moths captured in wing sticky trap baited with different lures in peach orchards at Sinshe Township, Taichung County, Taiwan, from April 1st to May 20th, 1999. The formulation of lure A, B, and C were Z8-12 : Ac/E8-12 : Ac/ Z8-12:OH = 96/4/10, 94/6/10, and 100/0/100, respectively. Lures of OFM and CO were bought from IPO, Netherland and AgriSense, California, USA for capturing male *G. molesta* and *C. ombrodelta*, respectively.



圖三、1993年9月17日至10月22日在卓蘭桃子果園，不同型式誘蟲器對桃折心蟲及粗腳姬捲葉蛾之誘捕總數(n=4)。

Fig 3. Total numbers of male *Grapholita molesta* and *Cryptophlebia ombrodelta* moths captured in various traps baited with *G. molesta* lure in peach orchards at Jhoulan Township, Miaoli County, Taiwan, from September 17th to October 22nd, 1993.

中改式及制式誘蟲器者對桃折心蟲之誘捕效率極低，每週平均誘蟲數僅為 18.2 及 11.4 隻雄蛾，分別佔誘蟲總數 5.9 及 9.2% (表二)。三層式寶特瓶誘蟲器中，被誘捕之桃折心蟲主要分布在誘蟲器之上層佔 92.6%、下層僅 7.4%；在中改式誘蟲器中被誘捕之桃折心蟲及粗腳姬捲葉蛾均分布於下層之套接寶特瓶中；而在制式誘蟲器中被誘捕之桃折心蟲及粗腳姬捲葉蛾亦均分布於誘蟲器之下層。

花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器與三層式寶特瓶誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果比較如表三。於 2002 年 11 月 6 日至 12 月 13 日、2002 年 12 月 27 日至 2003 年 1 月 17 日、及 2003 年 1 月 22 日至 2 月 20 日進行三次試驗，結果顯示在花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器與三層式寶特瓶誘蟲器中桃折心蟲誘蟲平均數分別為 11.1 與 13.0、16.4 與 13.3、及 17.1 與 12.1 隻，經 t-test 分析結

果顯示花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器與三層式寶特瓶誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果無差異(表三)。

由以上結果顯示花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器可作為監測誘殺桃折心蟲用。另試驗中發現含桃折心蟲性費洛蒙誘餌之花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器與三層式寶特瓶誘蟲器亦能捕捉粗腳姬捲葉蛾，三次試驗粗腳姬捲葉蛾在兩種誘蟲器之誘蟲平均數分別為 2.5 與 1.5、3.0 與 0.8、及 0.1 與 0.1 隻(表三)。

利用性費洛蒙調查桃折心蟲在薔薇科果園之發生情形

1994 年利用性費洛蒙監測桃折心蟲在卓蘭桃子果園的發生情形如圖四。桃折心蟲於 4 - 7 月間，其族群密度介於 4.5 - 84.4 insects/trap/week，於 6 月 15 日達高峰 84.4 insects/trap/week。2007 年再次利用性費洛

表二、不同型式誘捕系統在桃子果園中對桃折心蟲、粗腳姬捲葉蛾之誘捕率

Table 2. Trapping efficiency of various traps baited with sex pheromone lure of *Grapholita molesta* on male *G. molesta* and *Cryptophlebia ombrodelta* moths in peach orchards at Jhoulan Township, Miaoli County, Taiwan, from September 17th to October 22nd, 1993

Trap types	<i>Grapholita molesta</i>		<i>Cryptophlebia ombrodelta</i>	
	Mean no. insect/week	% of total males captured ¹⁾	Mean no. insect/week	% of total males captured ¹⁾
I: Standard trap	18.2± 1.5	9.2±2.8c	8.8±6.9	36.2±26.5
II: C-DAIS trap	11.4± 2.3	5.9±2.5c	7.2±6.1	22.8±16.1
III: 3-layer-PET-bottle trap	86.4±33.5	39.1±6.3b	2.0±2.1	8.6±11.2
Wing sticky trap	97.4±27.0	45.9±2.3a	10.2±9.5	32.4±17.1ns.

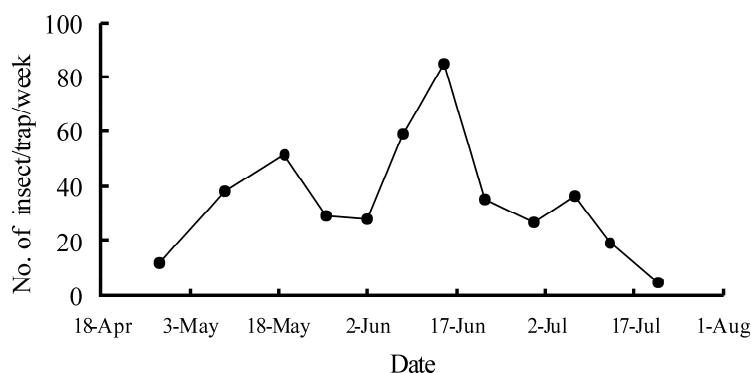
¹⁾ Mean ± S.D. derived from 4 trials. Data were transformed to $\sin^{-1}\sqrt{X}$ prior to analysis, and means in the same column followed by the same letters were not significantly different at 5 % level by Duncan's multiple range test.

表三、兩種型式誘捕系統在桃子果園中對桃折心蟲、粗腳姬捲葉蛾之誘捕率

Table 3. Trapping efficiency of two traps baited with sex pheromone lure of *Grapholita molesta* on male *G. molesta* and *Cryptophlebia ombrodelta* moths in peach orchards at Caotun Township, Nantou County (1st test) and Sinshe Township, Taichung County, (2nd and 3rd test) Taiwan

Trap type	Mean number of males captured ¹⁾	
	<i>G. molesta</i>	<i>C. ombrodelta</i>
	1 st test Nov. 6 th , 2002 to Feb. 20 th , 2003	
III: 3-layer-PET-bottle trap	13.0±14.1	1.5±3.1
IV: CFB composed bag trap	11.1±16.1 n.s.	2.5±2.8
	2 nd test Dec.27 th , 2002 to Jan.17 th , 2003	
III: 3-layer-PET-bottle trap	13.3± 8.9	0.8±1.2
IV: CFB composed bag trap	16.4±20.3 n.s.	3.0±3.1
	3 rd test Jan. 22 nd to Feb.20 th , 2003	
III: 3-layer-PET-bottle trap	12.1±10.0	0.1±0.3
IV: CFB composed bag trap	17.1±11.1 n.s.	0.1±0.3

¹⁾ Each test had 10 replicates. Data of trap number were analyzed, and n.s. means no significantly difference at 5 % level by t-test.



圖四、於 1994 年 4 - 7 月以外購的桃折心蟲性費洛蒙誘餌置於三層式寶特瓶誘蟲器中監測桃折心蟲於卓蘭桃子果園之發生情形。

Fig 4. Occurrence of oriental fruit moth, *Grapholita molesta*, surveyed with 3-layer-PET-bottle trap baited with an OFM sex pheromone lure in peach orchard at Jhoulan Township, Miaoli County, Taiwan from April 18th to July 27th, 1994.

蒙偵測桃折心蟲在台灣中部地區之發生情形(表四)，結果顯示桃折心蟲在台灣中部梅、李、桃、梨及蘋果果園等薔薇科作物中普遍發生。桃折心蟲在南投縣信義鄉、國姓鄉、苗栗縣大湖鄉、卓蘭鎮、及台中縣東勢鎮等梅、李、桃、梨園中之密度在 1.5 - 17.6 insects / trap / 2 - 3 week。台中縣和平鄉果園海拔較高(1,781 - 2,407 m)，桃折心蟲密度極低，經兩次調查僅為 0.1 - 0.5 insects / trap / 2 - 3 week。本試驗亦誘到粗腳姬捲葉蛾，惟密度低 0.1 - 1.5 insects / trap / 2 - 3 week。在苗栗縣大湖鄉的桃、李、梨果園及台中縣和平鄉的桃、梨、蘋果園經兩次調查，均沒有誘到粗腳姬捲葉蛾。

利用性費洛蒙交配干擾劑防治桃折心蟲

1999 年以 Z8-12 : Ac 交配干擾劑處理及以傳統殺蟲劑處理之桃子果園，桃折心蟲於其性費洛蒙誘蟲器之誘捕蟲數及桃樹之新梢危害率如圖五。6 月 3 日至 7 月 29 日期間，以 Z8-12:Ac 交配干擾劑防治處理

在未設置交配干擾劑前，桃折心蟲之族群密度(11 - 62 insects/trap/week)高於以傳統殺蟲劑處理者(4-12 insects/trap/week)。7 月 29 日處理區開始懸掛交配干擾劑，其桃折心蟲誘蟲數驟降為 0 - 3 insects/trap/week；傳統殺蟲劑處理區桃折心蟲之族群密度維持在 6 - 26 insects/trap/week (圖五)。顯示 Z8-12 : Ac 交配干擾劑對桃折心蟲有誘引抑制作用。另在粗腳姬捲葉蛾的誘蟲資料也顯示相同的趨勢(圖六)，Z8-12 : Ac 交配干擾劑對粗腳姬捲葉蛾亦有誘引抑制作用。桃樹之新梢危害情形在使用 Z8-12 : Ac 交配干擾劑約 5 週後有下降的趨勢(圖五)。

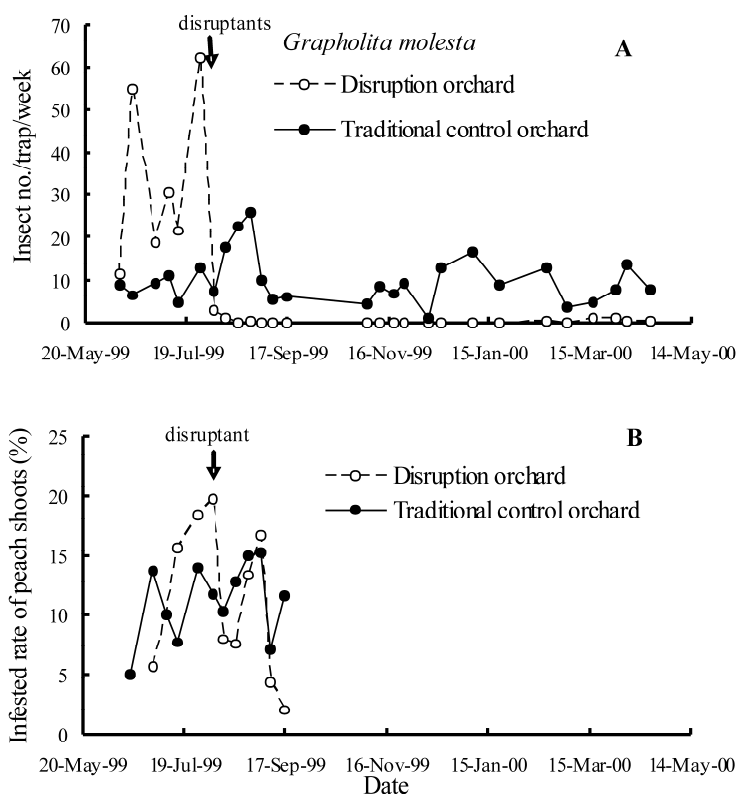
討 論

Z8-12 : Ac 為桃折心蟲、花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉蛾等三種害蟲之性費洛蒙主成分^(2,5,6,7,15,19)。花姬捲葉蛾性費洛蒙組成分未含有 E8-12 : Ac，性費洛蒙誘餌配方中含 E8-12 : Ac 將降低其誘蟲效果^(5,10,19)。桃折心

表四、利用性費洛蒙偵測桃折心蟲在台灣中部地區之發生情形

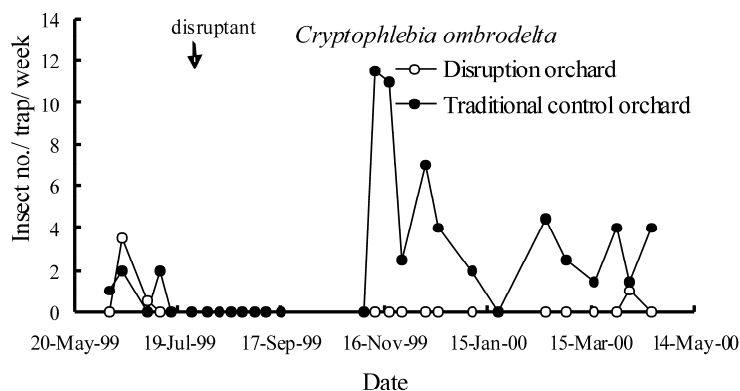
Table 4. Survey of *Grapholita molesta* and *Cryptophlebia ombrodelta* with sex pheromone in central Taiwan from Jan. to Oct., 2007

County	Township	Altitudes (km)	Kind of crop	Number of orchard	Periods of survey	Insects/trap/2 - 3 week			
						<i>G. molesta</i>		<i>C. ombrodelta</i>	
						1 st	2 nd	1 st	2 nd
Nantou	Sinyi	785-1019	Japanese Apricot	5	2007/1/24-2007/3/1	3.7±4.2	17.6±13.8	0.1±0.2	0
Nantou	Guosing	347-630	Japanese Apricot	4	2007/3/3-2007/3/29	6.1±4.2	3.0± 1.6	0.4±0.5	0.4±0.3
Nantou	Sinyi	684	Plums	1	2007/1/24-2007/3/1	1.5	10.5	0	0
Miaoli	Dahu	267-690	Plums	5	2007/1/30-2007/3/8	3.7±2.3	9.6± 3.5	0	0
Nantou	Guosing	362-413	Plums	3	2007/3/3-2007/3/29	15.8±8.3	6.3± 7.2	1.3±1.5	1.2±1.0
Miaoli	Dahu	260-699	Peaches	5	2007/1/30-2007/3/8	2.2±1.2	11.1± 8.1	0	0
Nantou	Guosing	326-443	Peaches	3	2007/3/3-2007/3/29	12.2±1.2	6.8± 4.6	0.7±0.6	1.5±1.3
Taichung	Heping	1927-2204	Peaches	3	2007/7/17-2007/9/4	0.2±0.3	0.5± 0.5	0	0
Miaoli	Dahu	380-670	Pears	3	2007/1/30-2007/3/8	6.8±3.8	17.3± 6.8	0	0
Miaoli	Jhoulan	324-339	Pears	5	2007/4/23-2007/5/23	10.2±7.5	13.0± 7.6	0.6±0.8	0.2±0.3
Taichung	Dongshih	349-455	Pears	5	2007/4/23-2007/5/23	13.9±9.5	12.8± 6.6	0.3±0.3	0
Taichung	Heping	1781-2224	Pears	6	2007/7/17-2007/9/4	0.1±0.2	0.4± 0.6	0	0
Taichung	Heping	2239-2407	Apple	6	2007/7/17-2007/9/4	0.1±0.2	0.3± 0.4	0	0



圖五、1999 年以 Z8-12 : Ac 交配干擾劑處理及以傳統殺蟲劑處理之桃子果園內桃折心蟲之誘捕蟲數(A)及桃樹之新梢危害率(B)。

Fig 5. The Oriental fruit moth, *Grapholita molesta*, attracted with sex pheromone traps (A) and infestation rates of peach shoots by *Grapholita molesta* in the peach orchard (B) treated with Z8-12 : Ac at the rate of 53.28 g/ha and in the traditional control orchard in 1999.



圖六、1999 年以 Z8-12 : Ac 交配干擾劑處理及以傳統殺蟲劑處理之桃子果園內粗腳姬捲葉蛾之誘捕蟲數。

Fig 6. Catches of *Cryptophlebia ombrodelta* with sex pheromone traps in the peach orchard treated with Z8-12 : Ac at the rate of 53.28 g/ha and in the traditional control orchard in 1999.

蟲及粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙組成成分含 Z8-12 : Ac、E8-12 : Ac，兩者比率相近約 Z8-12 : Ac / E8-12 : Ac = 96 / 4^(2, 5, 6, 14, 20)。文獻報導桃折心蟲性費洛蒙誘餌對粗腳姬捲葉蛾具有誘引效果，可用以監測粗腳姬捲葉蛾的發生情形⁽²⁶⁾。以 3%、10%、30%、100% 之 Z8-12 : OH 混合於不同劑量及不同 Z / E8-12 : Ac 中，於風洞中測試雄蛾的行為反應。結果顯示當在 Z/E (6% E) 劑量為 3 及 10 μ g 時，不受 Z8-12 : OH 加入量多寡影響。而 Z8-12 : OH 的比率對桃折心蟲雄蛾行為反應強度之影響不顯著，但它會增長反應行為中之各項反應時間。綜合以上結果顯示對桃折心蟲雄蛾誘引的最佳配方為 Z8-12 : Ac 中含 6% E8-12 : Ac，再外加 10% Z8-12 : OH⁽²¹⁾。

本試驗利用 Z8-12 : Ac、E8-12 : Ac 及 Z8-12 : OH 不同比例配方在桃子果園進行誘引性試驗，其中包括花姬捲葉蛾性費洛蒙配方(C)及商品的桃折心蟲性費洛蒙誘餌 (OFM)。結果顯示桃果園中三種果實蛀蟲以桃折心蟲為主，其他兩者少於 10%。其中自配的 A 與 B 性費洛蒙誘餌對桃折心蟲的誘蟲活性，與商品的桃折心蟲性費洛蒙誘餌之誘蟲百分率無顯著差異，可作為將來製作桃折心蟲與粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌配方之參考。

性費洛蒙在田間應用技術，1974 年 Rothschild 和 Minks 兩位學者之試驗結果顯示桃折心蟲活動高度在 2 及 4 m⁽²⁵⁾；比較不同型式黏膠式誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果以翼型黏膠式誘蟲器 (Pherocon ICP Trap) 較佳，吊掛高度以距地約 100 cm 高為宜^(17, 18)。

由於翼型黏膠式誘蟲器成本高，本試

驗以經濟有效的乾式誘蟲器供田間長期誘捕桃折心蟲為目的。比較翼型黏膠式誘蟲器、制式誘蟲器、中改式誘蟲器、三層式寶特瓶誘蟲器、及花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器等不同型式誘蟲器對桃折心蟲之誘捕效果，結果以三層式寶特瓶誘蟲器及花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器兩種誘蟲器對桃折心蟲具較佳之誘捕效果。其中花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器具經濟、製作簡易等特色，更符合田間之應用。

在國外桃折心蟲性費洛蒙的應用技術：監測、大量誘殺及交配干擾防治等均已建立。本試驗以性費洛蒙調查桃折心蟲在台灣中部發生情形，初步結果顯示桃折心蟲在台灣中部梅、李、桃、梨、及蘋果園等薔薇科作物中普遍發生。在高海拔 (1,781 - 2,407 km) 者顯示發生的密度極低。在不同薔薇科作物上之發生情形，是否有差異，須進一步探討。本試驗使用的桃折心蟲性費洛蒙誘餌，同時也是粗腳姬捲葉蛾的性費洛蒙誘餌。由誘蟲資料顯示粗腳姬捲葉蛾在台灣中部梅、李、桃、梨、及蘋果園等薔薇科作物的族群密度低，甚至在苗栗縣大湖鄉的桃、李、梨果園及台中縣和平鄉的桃、梨、蘋果園等均沒有誘到。是否在兩地無粗腳姬捲葉蛾發生，則須進一步做廣泛全年的誘蟲與採集調查。

利用高劑量性費洛蒙干擾交尾防治桃折心蟲，本試驗於桃果園懸掛 Z8-12 : Ac 交配干擾劑，結果顯示對果園中桃折心蟲及粗腳姬捲葉蛾具誘引抑制效果。至於桃子果園中的花姬捲葉蛾，由於沒有懸掛花姬捲葉蛾性費洛蒙誘蟲器調查其發生情形，因此未有資料顯示 Z8-12 : Ac 交配干擾劑對其有誘引抑制作用。惟由在楊桃上

的干擾防治試驗證明，Z8-12:Ac 交配干擾劑對花姬捲葉蛾具有誘引抑制效果^(4,5,8,9)。

本研究已完成建立桃折心蟲性費洛蒙誘捕系統，包括其性費洛蒙誘餌與誘蟲器等；並建立其田間應用方法與技術，包括監測與交配干擾防治方法。至於大量誘殺的效果，據 Willson 和 Trammel 兩位學者於 1980 年的試驗，其將果園劃分為誘蟲器高密度區、緩衝區、低密度區及對照區等四種處理。高密度區為每公頃設置翼型黏膠式誘蟲器 30 - 40 個，緩衝區設置 25 個，低密度區設置 10 個誘蟲器。以受害果率(包括落果及樹上鮮果)作為效果評估，結果顯示高密度的設置誘蟲器顯著降低為害果率，唯其高於農民所能接受的一般為害度⁽²⁸⁾。本試驗已開發的「花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器」及性費洛蒙誘餌配方，對桃折心蟲的誘殺具長效(6 個月)、經濟等特性，降低因大量誘殺須使用大量的翼型黏膠式誘蟲器的成本與工資，值得提供果農進行防治桃折心蟲用。

誌 謝

本研究承「91 農科-3.1.3-藥-P1(10)」及「94 農科-13.2.1-藥-P2」計畫補助經費，黃振聲博士提供外購粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌(CO)，試驗期間承本所江碧媛、馬意蘋、陳美華小姐協助田間調查及洪雅婷小姐協助繪圖，謹此致謝。

引用文獻

1. 洪巧珍、王文龍。2008。桃折心蟲之性費洛蒙管理技術。苗栗區農業專訊 44: 23-25。
2. 洪巧珍、王文龍、洪銘德。2007。粗腳姬捲葉蛾雌腹末萃取液中之酯類及醇類化合物對性費洛蒙主成分乙酸(Z)-8-十二烯-1-基酯((Z)-8-dodecen-1-yl acetate, Z8-12:Ac)誘蟲之影響。台灣昆蟲 27: 129-145。
3. 洪巧珍、江碧媛、王文龍、蔡秀貞。2004。花姬捲葉蛾 (*Eucosma notanthes* Meyrick)性費洛蒙誘捕系統之改進。台灣昆蟲 24: 73-82。
4. 洪巧珍、侯豐男、黃振聲。2001。利用性費洛蒙防治楊桃花姬捲葉蛾之效果評估。植保會刊 43: 57-68。
5. 洪巧珍、陳家鐘、陳清玉、彭淑貞、莊益源、陳昇寬、王文哲、蔡恕仁、李木川、顏辰鳳、洪銘德。2005。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙產品與應用。台灣昆蟲特刊 7: 29-58。
6. 洪銘德、洪巧珍、洪靜宜、王文龍。2007。粗腳姬捲葉蛾(*Cryptophlebia ombrodelta* (Lower))雌蛾腹末萃取液中酯類及醇類化合物成分之鑑定及其生物活性。台灣昆蟲 27: 107-128。
7. 黃振聲、洪巧珍。1994。楊桃花姬捲葉蛾(*Eucosma notanthes* Meyrick)性誘劑型及誘蟲器開發。植保會刊 36: 31-40。
8. 黃振聲、洪巧珍。1997。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙干擾劑之緩釋劑型。植保會刊 39: 275-280。
9. 黃振聲、洪巧珍。1997。利用合成性費洛蒙以交配干擾法防治楊桃花姬捲葉蛾。植保會刊 39: 151-164。
10. 曾馨俞、顏永福、高穗生、王文龍、洪巧珍。2007。花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉

- 蛾純度 96%合成性費洛蒙 Z8-12:Ac 誘蟲活性之改進。植保會刊 49: 283-298。
11. 劉達修。1994。中改式昆蟲性費洛蒙誘蟲器的構造及其捕蟲效果。台中區農業改良場研究彙報 42: 21-28。
 12. 韓錫恆、周延鑫。1986。桃折心蟲生態之初步研究。生物科學 28: 31-36。
 13. Bailey, P. 1980. Oriental fruit moth in south Australian peach orchards: Monitoring moth activity and abundance and estimating first egg hatch. *Z. Ang. Entomol.* 89: 377-386.
 14. Cardé, A. M., Baker, T. C., and Carde, R. T. 1979. Identification of a four-component sex pheromone of the female oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Chem. Ecol.* 5: 423-427.
 15. Chu, T. Y., Hung, C. C., and Hsu, C. Y. 2005. Solid-phase microextraction for the investigation of sex pheromone of *Eucosma notanthes* Meyrick. *Talanta* 65: 743-749.
 16. EPPO, 2006. PQR database (version 4.5). Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. www.eppo.org.
 17. Gentry, C. R., Beroza, M., and Blythe, J. L. 1975. Captures of the oriental fruit moth, the pecan bud moth, and the lesser appleworm in Georgia field trials with isomeric blends of 8-dodecenyl acetate and air-permeation trials with the Oriental fruit moth pheromone. *Environ. Entomol.* 4: 822-824.
 18. Gentry, C. R., Beroza, M., Blythe, J. L., and Bierl, B. A. 1974. Efficacy trials with the pheromone of the oriental fruit moth and data on the lesser appleworm. *J. Econ. Entomol.* 67: 607-609.
 19. Hung, C. C., Hwang, J. S., Hung, M. D., Yen, Y. P., and Hou, R. F. 2001. Isolation, identification and field tests of the sex pheromone of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes*. *J. Chem. Ecol.* 27: 1855- 1866.
 20. Lacey, M. J., and Sanders, C. J. 1992. Chemical composition of sex pheromone of Oriental fruit moth and rates of release by individual female moths. *J. Chem. Ecol.* 18: 1421-1435.
 21. Linn, C. E. Jr, and Roelofs, W. L. 1983. Effect of varying proportions of the alcohol component on sex pheromone blend discrimination in male Oriental fruit moths. *Physiol. Entomol.* 8: 291-306.
 22. Rice, R. E., and Kirsch, P. 1990. Mating disruption of oriental fruit moth in the United States, pp. 193-211. *In*: R. L. Ridgway, R. M. Silverstein, & M. N. Inscoe [eds.], *Behavior-modifying Chemicals for Insect Management*. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel. 761pp.
 23. Roelofs, W. T., Comeau, A., and Selle, R. 1969. Sex pheromone of the Oriental fruit moth. *Nature* 224: 723.
 24. Rothschild, G. H. L. 1975. Control of oriental fruit moth (*Cydia molesta* (busck) (Lepidoptera: Tortricidae)) with synthetic female pheromone. *Bull. Entomol. Res.* 65: 473-490.
 25. Rothschild, G. H. L., and Minks, A. K.

1974. Time of activity of male oriental fruit moths at pheromone sources in the field. *Environ. Entomol.* 3: 1003-1007.
26. Sinclair, E. R., and P. Sinclair. 1980. Trapping adult macadamia nut borer, *Cryptophlebia ombrodelta* (Lower) (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Austr. Entomol. Soc.* 19: 211-216.
27. Vickers, R. A. 1990. Oriental fruit moth in Australia and Canada, pp. 183-192. *In*: R. L. Ridgway, R. M. Silverstein, & M. N. Inscoe [eds.], *Behavior-modifying Chemicals for Insect Management*. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel. 761pp.
28. Willson, H. R., and Trammel., K. 1980. Sex pheromone trapping for control of codling moth, Oriental fruit moth, lesser appleworm and three tortricid leafrollers in a New York apple orchard. *J. Econ. Entomol.* 73: 291-295.

ABSTRACT

Hung, C. C.*, Wang, W. L., Wu, C. Y., and Lin, S. H. 2009. Sex pheromone trapping system for the oriental fruit moth, *Grapholita molesta*, and control with mating disruption in peach orchards in Taiwan. Plant Prot. Bull. 51(1, 2): 53-68. (Biopesticides Division, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung 41358, Taiwan (ROC))

Researches on sex pheromone trapping systems, including lure formula and trap types, for the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck), were conducted from 1993 to 2003 at peach orchards in Central Taiwan. The lure attractiveness using different blends of Z8-12: Ac/E8-12:Ac/Z8-12:OH, 96/4/10 (A), 94/6/10 (B), 100/0/100 (C), and OFM and CO to male *G. molesta* were conducted in peach orchards at Sinshe Township, Taichung County, Taiwan, from April 1st to May 20th, 1999. The results showed that the attractiveness of lures A and B, showed no difference from lure OFM, which was more attractive to male *G. molesta* than other lures. The catch percentage for lures A, B, and OFM for male *G. molesta* were 35.6, 32.3, and 31.3%, respectively. During the trapping trials, three species of Tortricidae were caught with pheromone traps in peach orchards. Among them, the number of *G. molesta* caught was greater than that of *Cydia notanthes* Meyrick, and *Cryptophlebia ombrodelta*. The trapping efficiency of four traps, including standard trap, C-DAIS trap, 3-layer-PET-bottle trap, and wing sticky trap, baited with OFM lure on *G. molesta* were compared in peach orchards at Jhoulan Township, Miaoli County, Taiwan, from September 17th to October 22nd, 1993. The results showed that the percentage of male *G. molesta* caught in the 3-layer-PET-bottle trap and wing sticky trap were 39.1 and 45.9%, higher than the standard trap (5.9%) and C-DIAS trap (9.2%). The efficiency of CFB composed bag trap in capturing male *G. molesta* was compared with the 3-layer-PET-bottle trap from 2002 to 2003 in peach orchards in Caotun Township, Nantou County and Sinshe Township, Taichung County, Taiwan. These two trap types were not different based on the data from three tests. The oriental fruit moth, *G. molesta*, commonly occurs in peaches, Japanese apricots, plums, pears and apple orchards in Central Taiwan, as surveyed using sex pheromones in 1994 and 2007. Orchard treatment with Z8-12 : Ac at the 53.28 g/ha rate can inhibit the sex pheromone attractiveness of *G. molesta* and *C. ombrodelta*.

(Key words: Oriental fruit moth (*Grapholita molesta* (Busck)), sex pheromone, traps, monitoring, mating disruption)

*Corresponding author. E-mail: hccjane@tactri.gov.tw