利用性費洛蒙防治楊桃花姬捲葉蛾之效果評估

洪巧珍[1]　侯豐男[2]　黃振聲[1]*

1. 台中縣霧峰鄉　行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所
2. 台中市　國立中興大學昆蟲學系

(接受日期：中華民國 90 年 5 月 15 日)

摘　要

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

花姬捲葉蛾（*Eucosma notanthes* Meyrick）為楊桃之重要害蟲，本試驗報導利用性費洛蒙以監測、大量誘殺及交配干擾法防治花姬捲葉蛾試驗結果。1990 年至 1992 年間於彰化縣員林鎮及苗栗縣卓蘭鎮楊桃園以性費洛蒙監測花姬捲葉蛾族群發生情形，結果顯示兩地區每年花姬捲葉蛾族群密度之發生趨勢一致，卓蘭地區花姬捲葉蛾族群密度顯著低於員林地區者，於每年 4-6 月顯示較低的族群密度。1993 年至 1997 年於南投縣國姓鄉楊桃園進行利用性費洛蒙大量誘殺花姬捲葉蛾試驗，結果顯示每公頃懸掛 40-80 個性費洛蒙誘蟲器長期大量誘殺花姬捲葉蛾，可有效降低其族群密度達平均誘捕蟲數為 1.0-4.5 insects/trap/week，此與非誘殺區比較，密度降低率達 75.5-89.4%，而誘殺區的被害果率僅為 1.9%。順-八-十二烯醇乙酸酯（(Z)-8-dodecenyl acetate，Z8-12:Ac）不同來源配製之性費洛蒙干擾劑，對花姬捲葉蛾之交配干擾效果無顯著性差異，網箱中含 2 對花姬捲葉蛾之交尾干擾效果較 5 對者為佳。於 1996 年至 1997 年間於卓蘭 5 公頃楊桃果園，每公頃施放 53.28 g 之 Z8-12:Ac 干擾劑，於 5 個月處理期間，其誘引抑制率達 100%，綁線處女雌蟲及網箱試驗之交尾抑制率分別達 97.4 及 89.4%；與農民慣行防治法比較，果實被害減少率達 71%。

(關鍵詞：楊桃花姬捲葉蛾、性費洛蒙、監測、大量誘殺、交尾干擾)

緒　言

現代害蟲防治方法，著重以降低農藥對環境衝擊的蟲害綜合管理，即以對害蟲及生態了解為基礎，利用兩種或兩種以上防治技術組合使用，此些防治技術包括：耕作防治法、抗蟲品種利用、引進或釋放捕食性、寄生性天敵的生物防治法、微生

* 通訊作者。E-mail: jshwang@tactri.gov.tw

物防治、不孕處理、遺傳操縱、費洛蒙及荷爾蒙利用、及使用選擇性殺蟲劑等。利用性費洛蒙防治害蟲具安全、經濟有效、不污染環境及害蟲對性費洛蒙無抗藥性問題之優點，主要有三種利用方法：監測（monitoring）、大量誘殺（mass trapping）及交尾干擾法（mating disruption）[1, 6, 9, 12, 22, 29]。利用性費洛蒙監測害蟲發生狀況為簡便又經濟的方法，可應用於害蟲早期發生之偵測（detection）、為害限界（damage threshold）及密度估計（density estimation）之用。由偵測所得之誘蟲資料，可作為早期告警及檢防疫之訊息等。為害限界估計，則可作為防治處理時間之決定、其他採樣調查的開始時間、及危害風險評估等。而密度的估計，則可作為害蟲族群變動趨勢的了解、分散情形、危害風險評估、及防治效果的評估等[1, 9, 12, 29]。利用大量誘殺法防治害蟲即是在田間大量設置性費洛蒙誘蟲器，誘殺田間大多數的雄蟲，導致田間雌、雄性比嚴重失調，減少雌蟲的交配率，進而減少害蟲產卵量及次代蟲口密度大幅度降低，以達防治目的[1, 6, 12, 28]。此法已成功防治棉鈴象鼻蟲（*Anthonomus grandis* Boheman）、日本金龜（*Popillia japonica* Newman）、雲杉八齒小蠹蟲（spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.)）、菌蠹甲蟲（*Gnathotrichus sulcatus* (LexonteeConte)）、*G. retusus* (LeConte)、*Trypodendron lineatum* (Oliver)、歐洲榆樹甲蟲（*Scolytus multistriatus* (Marshall)）、甘藷蟻象（*Cylas formicarius* Fabricius）等[9, 13, 24, 25]。利用交尾干擾法防治害蟲，此防蟲理論於 1960 年由 Beroza 首次提出[20]，即空氣中高濃度的性費洛蒙、類似物或抑制劑可混淆田間雌、雄蟲間的性傳訊系統，阻礙配偶的發現、干擾交尾的行為及影響昆蟲的生殖，致害蟲族群密度降低，達到防治的效果[6, 23]。利用交尾干擾法防治害蟲成功的例子有：棉紅鈴蟲（*Pectinophora gossypiella*）、桃折心蟲（*Grapholita molesta*）、番茄蠹蛾（*Keiferia lycopersicella*）、蘋果淡褐捲葉蛾（*Epiphyas postvittana*）、茶蔗透翅蛾（*Synanthedon tipuliformis*）、葡萄與蘋果捲葉蛾（*Eupoecilia ambiguella*）、葡萄果實蛀蟲（*Endopiza viteana*）、蘋果蠹蛾（*Cydia pomonella*）、及小菜蛾（*Plutella xylostella*）、甜菜夜蛾（*Spodoptera exigua*）、花姬捲葉蛾（*Eucosma notanthes* Meyrick）等[9, 15, 21, 26]。

花姬捲葉蛾屬鱗翅目（Lepidoptera）、捲葉蛾科（Tortricidae），為楊桃之重要害蟲，楊桃自幼果期至成熟期間， 均會遭受花姬捲葉蛾的危害，果實受其為害可達 29-77%，嚴重影響楊桃的品質與產量[2, 3, 4, 5]。黃等[19]首先報導順-八-十二烯醇乙酸酯（(Z)-8-dodecenyl acetate，Z8-12:Ac）為花姬捲葉蛾強力性誘引劑，室內生物檢定結果亦顯示其對花姬捲葉蛾雄蛾具顯著誘引效果[17]，洪[7]報導其生殖行為模式，並鑑定其性費洛蒙組成份含 Z8-12:Ac 及順-八-十二烯醇（(Z)-8-dodecenol，Z8-12:OH），兩成份以 100/50-150 比例混合之誘蟲效果較佳[7, 10, 11]。黃、洪[14]報導有效之誘蟲器型式為無色透明的三層式寶特瓶誘蟲器。而以 Z8-12:Ac 配製在橡皮帽、塑膠管及鐵弗龍管中，可做為花姬捲葉蛾之交配干擾劑，其中以橡皮帽當載體者，最具緩釋效果，其持效性長達 5 個月，且對花姬捲葉蛾具防治效果[14, 15, 16, 17, 19]。本試驗為進一步發展楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙應用技術，分別於苗栗縣卓蘭鎮與彰化縣員林鎮進行楊桃園花姬捲葉蛾之族群密度調查，於南投縣國姓鄉進行大量誘殺防治花姬捲葉蛾試驗，同時進行半田間試驗探討交尾干擾劑來源、純度對花姬捲葉蛾交尾干擾效果，再於苗栗縣卓蘭鎮進行較大面積約 5 公頃楊桃園，以高劑量性費洛蒙交尾干擾劑防治花姬捲葉蛾試驗，期能更確切提供楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙利用技術，供果農參考使用。

材料與方法

供試蟲源與性費洛蒙合成品

試驗所需之花姬捲葉蛾係採自彰化縣八卦山地區楊桃園，於 25±2℃、70±5% RH 及 12 小時光照期之養蟲室內，以玉米人工飼料大量繁殖[8]，供作試驗蟲源。於蛹期分雌、雄後，置於養蟲室內，待成蟲羽化供作試驗蟲源。

供試性費洛蒙合成品順-八-十二烯醇乙酸酯（(Z)-8-dodecenyl acetate, Z8-12:Ac），分別購自美國 Sigma 公司（純度 95%）、荷蘭 Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek（IPO）（純度>99%）及日本 Shin-Etsu 公司（純度 96.06%，含 3.42% E8-12:Ac）。

配製誘餌及交尾干擾劑時，係將性費洛蒙調配製成欲供試之性費洛蒙組成份及劑量，再裝填於橡皮帽內，製成誘餌及交尾干擾劑備用。使用於誘餌及交尾干擾劑之橡皮帽係購自美國 Aldrich 公司，產品編號分別為 Z12,435-4 及 Z12,438-9。

利用性費洛蒙誘蟲器監測花姬捲葉蛾試驗

於 1990 年 1 月至 1992 年 12 月止，在員林及卓蘭分別選定 4 區面積約 0.3-0.5 ha 之楊桃園，如黃等[19]方法，每區設置 4 個含 l mg 誘餌之三層式寶特瓶誘蟲器，其懸掛高度距地面約 150 cm，誘蟲器間相距 20-30 m。每 1-2 週檢視誘蟲數，每隔 4-5 個月加置誘餌一次，定期偵測花姬捲葉蛾之發生情形。本試驗使用之誘餌係配自 Z8-12:Ac（Sigma），以劑量為 1 mg 注入橡皮帽中。

利用性費洛蒙大量誘殺花姬捲葉蛾試驗

於 1993 年 12 月起至 1997 年 12 月止，在南投縣國姓鄉選取面積約 0.2 公頃、四區較隔離之楊桃園，進行大量誘殺花姬捲葉蛾試驗。每公頃平均設置 40 或 80 個性費洛蒙誘蟲器，每 5 個月加置誘餌一次，各誘蟲器間相距 10-15 m，進行長期大量誘殺花姬捲葉蛾雄蟲。大量誘殺試驗園其管理方式如慣行防治區，唯於 1997/6/2-1997/7/14 期間未施用殺蟲劑。效益評估係另選定距離處理區約 10 km 之 4 區果農慣行防治之非誘殺區楊桃園做為對照區，每個月固定一週以性費洛蒙誘蟲器調查花姬捲葉蛾族群密度，同時調查該果園內 200-300 個 3-5 cm 果長之楊桃果實受害率，比較非誘殺區與誘殺區之花姬捲葉蛾族群密度及被害果率。本試驗使用之誘餌同上。

利用性費洛蒙以交配干擾法防治花姬捲葉蛾試驗

1. 利用 Z8-12:Ac 干擾花姬捲葉蛾交尾之試驗

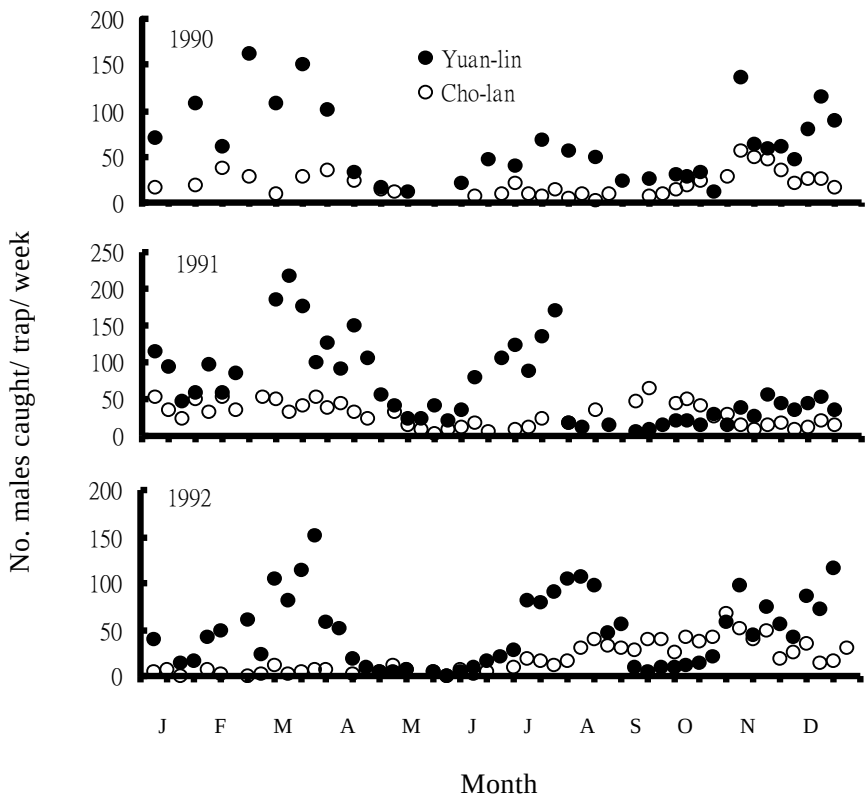
為檢定 Z8-12:Ac 干擾劑對花姬捲葉蛾交尾干擾之效果，於本所附近（臺中縣霧峰鄉）一處約 0.05 ha 芒果園中，如黃、洪[14]在卓蘭干擾防治試驗方法，以棋盤式排列法每 3-4 m 懸掛一個含 44.4 mg Z8-12:Ac 的干擾劑，共 20 個，懸掛高度約 150 cm。營造如試驗果園中之性費洛蒙氣團，於其中設置 50×50×50 cm^3 網籠 10 個，網籠間相距約 5 m，每個網籠內再加一個干擾劑。試驗時，每個網籠放入 5 對未交尾之 1-2 日齡花姬捲葉蛾雌、雄成蟲，經一週後取回，檢視雌蟲交尾率。對照果園距離處理果園約 1000 m。本試驗連續觀察 6 週。

另測試不同來源 Z8-12:Ac 交尾干擾劑對花姬捲葉蛾交尾率之影響。本試驗之方法及地點如前述，唯分別使用來源為 Sigma 及 Shin-Etsu 之 Z8-12:Ac 配製之交尾干擾劑，比較兩者干擾交尾之效果，同時觀察網籠中含 2 對及 5 對未交尾的花姬捲葉蛾之交尾率差異。

2. 性費洛蒙交配干擾劑對花姬捲葉蛾之日間防治試驗

於 1996 年 11 月中旬時，在苗栗縣卓蘭

鎮一處約 5 ha 的楊桃園內，依黃和洪[15]之方法，以棋盤方式每 3-4 m 懸掛一個含約 44.4 mg Z8-12:Ac 干擾劑（Z8-12:Ac 購自日本信越公司，純度 96.06%；橡皮帽購自美國 Aldrich 公司 Z12439-9），設置高度約 2 m；每公頃設置 1,200 個，共使用 53.28 g Z8-12:Ac。性費洛蒙干擾劑對花姬捲葉蛾之防治效果評估，係於干擾劑處理之楊桃園內設置 4 個偵測用之性費洛蒙誘蟲器，試驗期間每週檢視記錄雄蟲誘捕數。另設置 50×50×50 cm 的網籠 10 個，每個網籠放入 2 對未交尾之 1-2 日齡雌、雄成蟲，每週檢視交尾率；同時設置 5 處綁線處女雌蛾交尾站，每週檢視交尾率。交尾站之設立係將 1-2 日齡未交尾雌蟲 2 隻，以棉線一端以婕柔雙眼皮膠黏於雌蛾前胸背板，棉線另一端以膠帶黏於不含黏膠的甲富誘蟲盒之上蓋中央，以防風吹日晒雨淋。再將此交尾站平均吊掛於試驗果園中，吊掛高度為 150-200 cm，每個交尾站相距 10-20 m。另每週逢機檢視 200-300 粒 3-5 cm 果長之楊桃果實之受害率。無處理的對照果園距離處理果園約 5 km 以上，其田間管理與處理果園相似，而果農則施用殺蟲劑來防治害蟲。對照組的果園內亦與處理組的果園相同，懸掛偵測用性費洛蒙誘蟲器，設置觀察交尾率的網籠與綁線處女雌蛾交尾站，以及調查果實被害率。前述所得資料再分別轉換為誘引抑制率、交尾抑制率及果實被害減少率。



圖一、以性費洛蒙誘蟲器監測花姬捲葉蛾在員林及卓蘭地區楊桃園發生情形。

Fig. 1. Monitoring of *Eucosma notanthes* with sex pheromone traps during 1990 to 1992 in the carambola orchards at Yuan-lin and Cho-lan area in Taiwan.

表一、1993 年至 1997 年以性費洛蒙大量誘殺楊桃花姬捲葉蛾之防治效果
Table 1. Effect of mass trapping by sex pheromone on *Eucosma notanthes* population during 1993 to 1997 in the carambola orchards at Guo-Xing, Nan-tou county, Taiwan

Period of experiment	No. males trapped/trap/week		Density reduction (%)
	Pheromone used	Insecticide used	
Pre-treatment			
1993/12/18–1994/4/1	12.5±9.9	13.2±12.7	
During treatment			
40 traps/ha (1994/8/15–1996/4/8)	4.5±4.5	20.1±13.5	78.8±18.0
80 traps/ha (1994/4/25–1994/7/25)	2.5±2.9	7.4±5.4	89.4±10.8
Post- treatment			
1996/4/29–1996/8/12	1.5±1.3	3.4±1.5	75.8±20.7
1996/9/12–1997/3/3	9.8±7.3	7.6±4.6	
During treatment			
40 traps/ha (1997/3/3–1997/9/9)	1.0±1.0	3.2±2.5	75.5±25.4
Post-treatment			
1997/9/9 – 1997/12/8	5.0±3.8	4.9±2.0	

結　果

利用性費洛蒙誘蟲器監測花姬捲葉蛾之結果

1990 年 1 月至 1992 年 12 月共 3 年調查結果，4 區果園花姬捲葉蛾平均密度如圖一。花姬捲葉蛾在兩地每年發生趨勢相當一致，每年 4-6 月間蟲口密度較低。員林地區之蟲口密度較卓蘭地區為高，誘蟲數起伏亦較大，每週每個誘蟲器誘蟲數平均介於 10-172 隻間，卓蘭地區誘蟲數則均在 60 隻以下。一般而言，員林地區楊桃的栽培管理較為粗放，卓蘭地區者則較屬精緻農業區的管理方式，花姬捲葉蛾族群密度在兩地區之差異，應與其栽培管理方法相關。

利用性費洛蒙大量誘殺花姬捲葉蛾之效果

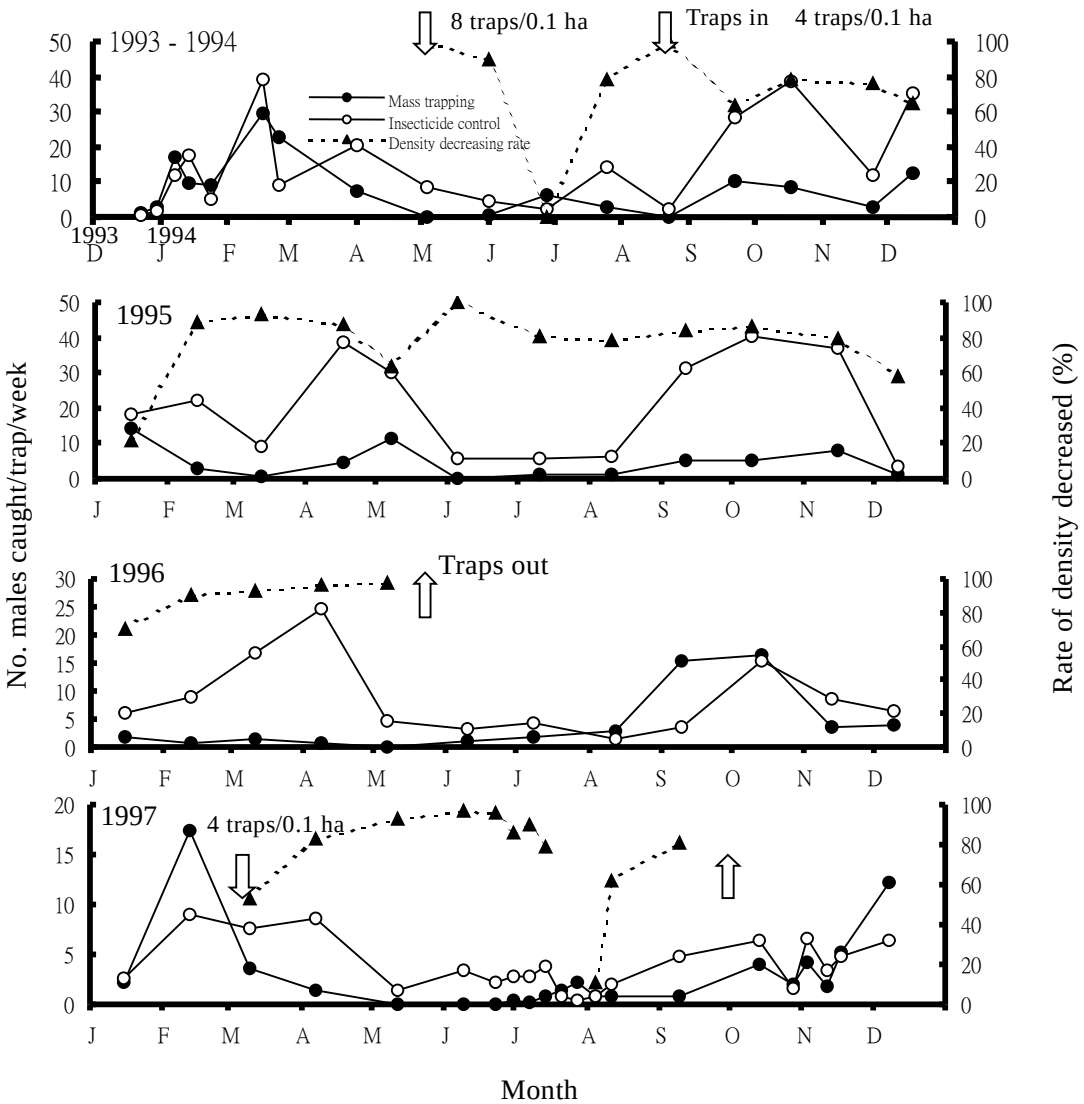
1993 年 12 月起至 1997 年 12 月止，於國姓鄉楊桃園每公頃設置 40 及 80 個性費洛蒙誘蟲器大量誘殺花姬捲葉蛾之效果見圖二及表一。每公頃設置 40 及 80 個誘蟲器後，誘殺處理區之偵測誘蟲數降低為 1.0-4.5 insects/trap/week（表一），與傳統施藥之非誘殺對照區者 3.2-20.1 隻比較，誘殺區平均每週之偵測誘蟲數降低率於 40 及 80 個誘蟲器/ha 分別為 75.5-78.8 及 89.4%（表一）。若將大量誘殺區之性費洛蒙誘蟲器收回，約經 2-3 個月後誘殺區之誘蟲數則回復與非誘殺區相當之誘蟲數（圖二）。據調查結果誘殺區之果實被害率很低，平均僅為 0.62±1.26%（0-3.7%，n=14），唯稍高於非誘殺之傳統施藥區的 0.15±0.30%（0-1.0%，n=17）。誘殺區於 1997/6/2-1997/7/14 期間未施用殺蟲劑，其果實被害率雖稍高於傳統用藥區者（0，n=4），亦僅達 1.9±0.9%（n=4）。

利用性費洛蒙以及其干擾法防治花姬捲葉蛾試驗結果

1. 利用 Z8-12:Ac 干擾花姬捲葉蛾交尾之試驗結果

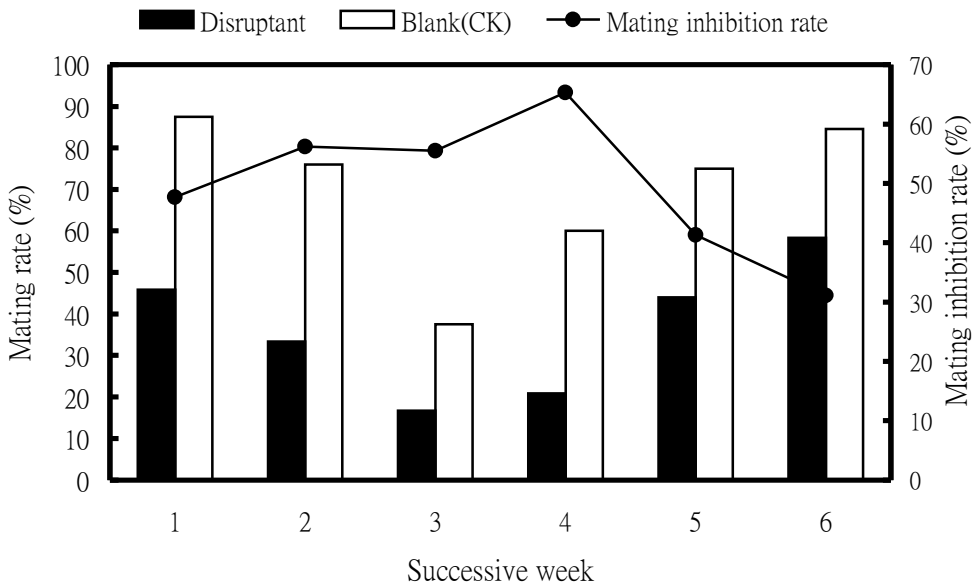
小面積試驗結果顯示 Z8-12:Ac 干擾劑對花姬捲葉蛾具干擾交尾的作用，交尾抑制率介於 30 與 70%之間，平均為 49.5%（圖三）。另以購自 Sigma 及 Shin-Etsu 之 Z8-12:Ac 配製的交尾干擾劑對花姬捲葉蛾

之交尾率影響無顯著性差異。每網箱有 5 對花姬捲葉蛾之交尾率（57.2 - 66.2%）高於 2 對者（24.1 - 27.7%），由此顯示以性費洛蒙干擾交尾之防治方法在害蟲密度較低時有較佳的防治效果（表二）。



圖二、以性費洛蒙大量誘殺及以傳統殺蟲劑防治之楊桃園內花姬捲葉蛾發生情形比較。

Fig. 2. Comparison of density of *Eucosma notanthes* between carambola orchards treated with mass trapping of sex pheromone and that by chemical control during 1993 to 1997 at Guo-Xing, Nan-tou county, Taiwan.



圖三、性費洛蒙干擾劑 Z8-12:Ac 對花姬捲葉蛾之交尾抑制效果。

Fig. 3. Mating inhibition of sex pheromone disruptants (Z8-12:Ac) to *Eucosma notanthes* at the orchard.

表二、不同來源 Z8-12:Ac 配製的交配干擾劑對花姬捲葉蛾交尾率之影響

Table 2. Effect of mating disruptants from different sources of Z8-12:Ac on mating of *Eucosma notanthes* in cage at the orchard (n=10 cages)

Source of Z8-12:Ac	5 pairs/cage		2 pairs/cage	
	Mating rate (%)	Inhibition rate (%)	Mating rate (%)	Inhibition rate (%)
Sigma	57.2±17.7 a[1)]	39.2±19.7	24.1±15.5 a[1)]	68.6±21.7
Shin-Etsu	66.2±12.7 a	30.3± 9.7	27.7±14.4 a	63.9±20.2
Blank (CK)	94.6± 6.1 b		77.2±10.1 b	

[1)] Means within a column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p=0.05).

2. 性費洛蒙干擾劑對花姬捲葉蛾之田間防治效果

楊桃園每公頃施放約 53.28 g Z8-12:Ac 確實對花姬捲葉蛾具防治效果（表三及圖四）。干擾劑處理期間，誘蟲數顯著降為 0，綁線及網箱中雌蟲交尾率亦降為 0%（圖四），當干擾劑回收後，誘蟲數微上升，交尾率則顯著上升與對照區者相當（圖四）。試驗期間干擾劑處理果園每個月的誘引抑制率達 100%，當干擾劑收回後 1-5 週的誘引抑制率仍達 99.0-100%。干擾劑處理區綁線雌蟲交尾站之交尾抑制率介於 89.6-100%，平均為 97.4%；網籠法之交尾抑制率介於 62.5-100%，平均為

89.4%；干擾劑移除後處理區雌蟲交尾率回升為 36-67%，與對照區者（40-63%）相當（圖四）。干擾劑處理區內楊桃果實被害率較使用傳統藥劑之對照區為低，果實被害減少率介於 50.0-93.2%，平均為 70.9%（表三）。

表三、Z8-12:Ac 交配干擾劑對楊桃花姬捲葉蛾之防治效果

Table 3. Control effect of Z8-12:Ac disruptants on *Eucosma notanthes* in the carambola orchard[1)]

Period of Experiment	Attraction inhibition (%)	Mating inhibition (%)		Fruit damage reduction (%)[2)]
		Tethered females	Females in cage	
1 month before treatment	0	---	---	---
Treated period				
1st month	100	89.6	95.1	76.9 (4.5/19.5)
2nd month	100	100	100	93.2 (0.5/7.3)
3rd month	100	100	100	60.0 (0.6/1.5)
4th month	100	100	62.5	74.5 (1.2/4.7)
5th month	100	---	---	50.0 (1.4/2.8)
1st month after treatment	99.6	0	0	---

1) A total of 660 rubber septa each containing 44.4 mg of Z8-12:Ac were applied at the rate of 53.28 g/ha from Oct. 1996 to May, 1997 at Cho-lan in Taiwan.

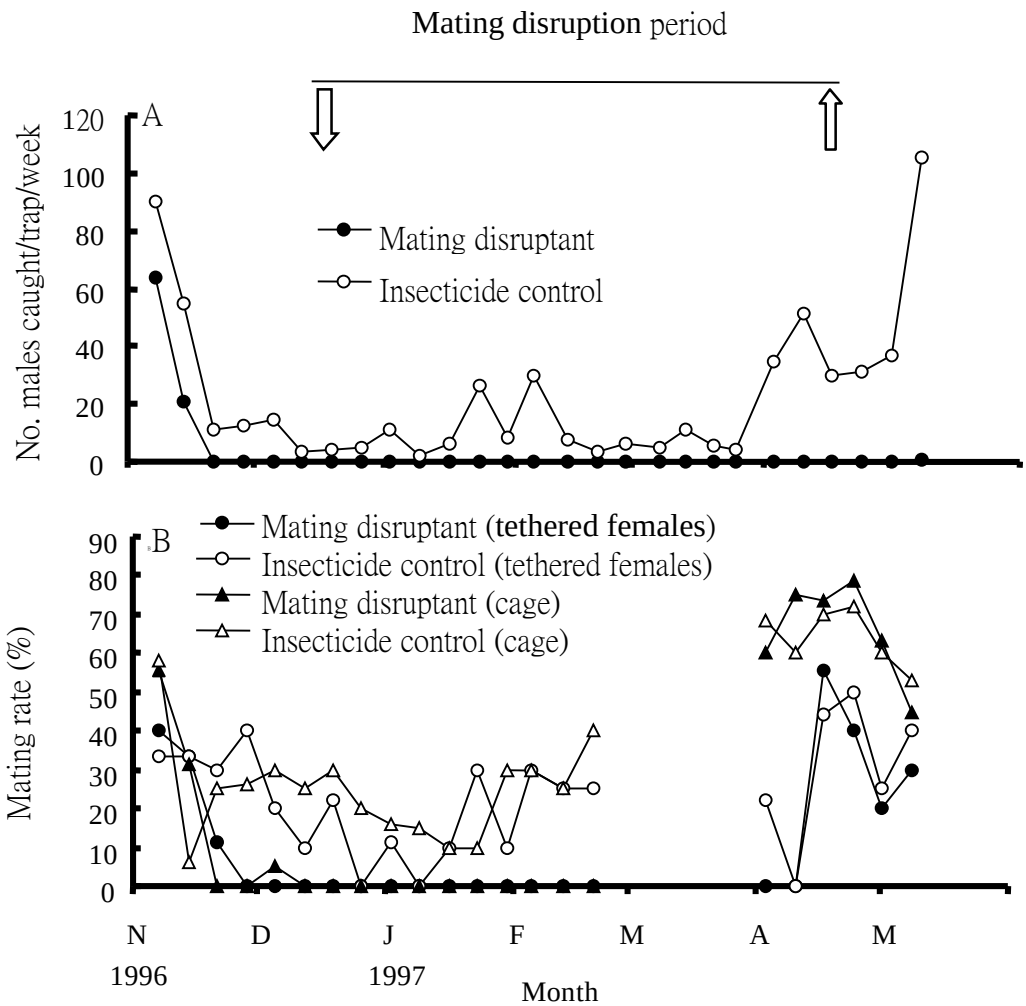
2) Numbers in parenthesis (A/B) are damaged fruits in the orchards treated with disruptant (A) and those with insecticide (B), respectively.

討　論

1940 年美國農部使用森林害蟲舞毒蛾（*Lymantria dispar*）性費洛蒙萃取液監測該蟲之發生情形，嚴密監控，必要時並施予藥劑防治，為以性費洛蒙監測害蟲發生並防止其蔓延的著名例子之一[24, 25]。花姬捲葉蛾屬寡食性昆蟲，本試驗結果顯示，性費洛蒙確可用來監測花姬捲葉蛾在楊桃園之發生情形，將來亦可使用於調查花姬捲葉蛾在其它寄主上之發生情形。另據 1992 年藥劑試驗結果顯示，於 5 月 23 日至 6 月 18 日試驗期間，不施藥對照區楊桃園之果實被害率為 0.2-4%，與施藥區者無顯著性差異，此時不施藥對照區花姬捲葉蛾之族群密度為每週每個誘蟲器之誘蟲數僅為 3-10 隻[18]。因此，當誘蟲數低於 10 隻/誘蟲器/週時，應無需施藥防治。

Willson and Trammel [30]於美國紐約州蘋果園利用性費洛蒙大量誘殺桃折心蟲，結果顯示蘋果園每公頃設置 30-40 個黏膠式誘蟲盒，確可顯著降低被害果率，唯其高於一般農民所能接受的被害度；另誘殺全期使用黏膠式誘蟲盒致成本過高，亦為當地農民無法接受此一技術原因之一。本試驗以性費洛蒙大量誘殺，確可降低花姬捲葉蛾在田間的密度為每週每個誘蟲器之誘蟲數僅為 1.0-4.5 隻，被害果率僅為 1.9%；由此推測以性費洛蒙大量誘殺楊桃花姬捲葉蛾，確可降低花姬捲葉蛾密度，並應可減少殺蟲劑使用次數。本試驗使用乾式的三層式寶特瓶誘蟲器，具備可長期使用之優點。估算以性費洛蒙大量誘殺防治

花姬捲葉蛾之成本，若以性費洛蒙誘餌價格 20 元/個、三層式寶特瓶誘蟲器 100 元/個及黏膠式誘蟲盒 25 元/個來估計，當使用三層式寶特瓶誘蟲器時，每公頃 5 個月的防治成本為 4,800 元;而使用黏膠式誘蟲盒時，每公頃 5 個月的防治成本則高達 20,800 元。因此，本試驗利用性費洛蒙大量誘殺防治花姬捲葉蛾，使用乾式之三層式寶特瓶誘蟲器，其防治成本遠低於使用黏膠式誘蟲盒者，且具防治效果，應值得推廣給農民應用；另手製之三層式寶特瓶誘蟲器亦值得進一步模式化並商品化，便利農民使用。



圖四、 1996 至 1997 年以 Z8-12:Ac 交尾干擾劑處理及以傳統殺蟲劑處理之楊桃園內性費洛蒙誘蟲器誘捕蟲數及花姬捲葉蛾交尾率之比較。

Fig. 4. Catches of *Eucosma notanthes* with sex pheromone traps (A) and mating rate of females (B) in the carambola orchard treated with Z8-12:Ac at the dose of 53.28 g/ha and in the insecticide-treated orchard at Cho-lan during 1996 to 1997.

使用交尾干擾法防治害蟲除應考慮害蟲為寡食性者、果園較隔離外，尚應注意干擾劑來源、純度、配方及害蟲族群密度等，均可影響此法之防治效果[1, 6, 22, 28, 29]。本試驗於半田間以網籠法探討結果顯示，Z8-12:Ac 原體中含約 4%之 E8-12Ac 不會影響其交尾干擾效果。而於害蟲族群密度較低時，顯示較佳的交尾干擾作用。由本試驗以性費洛蒙監測員林及卓蘭兩地之花姬捲葉蛾族群密度顯示，卓蘭地區楊桃果園較適合使用交尾干擾法來防治花姬捲葉蛾。由田間試驗再一次證實，楊桃園每公頃施放約 53.3 g Z8-12:Ac 確實對花姬捲葉蛾具防治效果，且其防治效果與藥劑防治者相當或更佳，值得建議農民使用。本試驗增設之綁線雌蟲交尾站試驗，亦確實證明費洛蒙處理區之干擾劑發揮交尾抑制作用。Mcveigh 等人報導以相同性費洛蒙主成份當作交尾干擾劑，可同時防治兩種害蟲，如在巴基斯坦防治為害棉鈴之夜蛾科害蟲 spiny bollworm（*Earias insulana*）及 spotted bollworm（*Earias vittella*）。在非洲防治兩種夜蛾科害蟲 *Spodoptera littoralis* 及 *S. exempta* 等[27]。Z8-12:Ac 亦為楊桃果實另一種害蟲粗腳姬捲葉蛾之性誘引劑[19]，田間使用 Z8-12:Ac 當作交尾干擾劑防治花姬捲葉蛾同時，是否亦可同時防治粗腳姬捲葉蛾，值得進一步探討。另洪[7]報導 Z8-12:Ac/Z8-12: OH=1/1 之配方對花姬捲葉蛾具較佳之誘蟲效果，而 E8-12:Ac 具抑制誘蟲作用，此些配方是否更具交尾干擾作用，值得深究。

據黃、洪[15]以 Z8-12:Ac 配製干擾劑以交尾干擾法防治花姬捲葉蛾之防治成本為 30 元/個，本試驗結果評估每公頃須設置 1200 個交配干擾劑，則 5 個月防治資材之成本為 36,000 元；以藥劑防治之慣行防治法之防治成本，若以每週施藥一次，則每公頃 5 個月之藥劑防治成本約為 40,000 元。若再考慮人工，則性費洛蒙干擾劑防治區之防治成本將較藥劑防治之慣行防治區者再降低，且應可減少防治花姬捲葉蛾之施藥次數，及降低農藥對環境的衝擊。

謝　辭

本試驗研究期間承農委會農業藥物毒物試驗所生物藥劑系主任高穗生博士多方鼓勵與支持，江碧媛、陳菊芬、洪秀瑗、劉佳瑩、馬意蘋及廖杏雪小姐協助調查與養蟲，謹此誌謝。

引用文獻

1. 中村和雄、玉木佳男。1983。性費洛蒙與害蟲防治－實驗與效用。朱耀沂譯 1988，徐氏基金出版，臺北 197 頁。
2. 何坤耀。1985。楊桃果實蛀蟲及其防治初報。植保會刊 27: 53-62。
3. 何坤耀。1988a。楊桃害蟲之生態與防治。中華昆蟲特刊第二號，果樹害蟲綜合防治研討會專輯 43-50 頁。
4. 何坤耀。1988b。楊桃果實蛀蟲防治技術改進試驗。植保會刊 30: 44-51。
5. 何坤耀。1988c。嘉義地區楊桃花姬捲葉蛾之生活史與生態。中華昆蟲 8: 23-31。
6. 杜家緯。1988。昆蟲信息素及其應用。中國林業出版社 221 頁。
7. 洪巧珍。1999。楊桃花姬捲葉蛾之生殖行為及其性費洛蒙組成份之鑑定與應用。國立中興大學昆蟲學系博士論文 111 頁。
8. 洪巧珍、黃振聲。1991。楊桃花姬捲葉蛾之大量飼育方法。中華昆蟲 11: 203-212。
9. 洪巧珍、黃振聲。1993。性費洛蒙在蟲害管理之應用。永續農業研討會專集(特刊第 32 號) 171 -186。臺灣省臺中區農業改良場編印，262pp。

10. 洪巧珍、黃振聲、侯豐男。1997。楊桃花姬捲葉蛾之羽化、交尾及產卵行為。植保會刊 39: 264-274。
11. 洪巧珍、黃振聲、侯豐男。1999。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙活性之生物檢定法比較。植保會刊 41: 165-177。
12. 黃振聲。1997。昆蟲性費洛蒙之利用及展望。植保會刊 39: 111-124。
13. 黃振聲、洪巧珍。1991。利用性費洛蒙與殺蟲劑綜合防治甘藷象效益評估。 中華昆蟲 11: 140-146。
14. 黃振聲、洪巧珍。1994。楊桃花姬捲葉蛾(*Eucosma notanthes* Meyrick)性誘引劑型及誘蟲器開發。植保會刊 36: 31-40。
15. 黃振聲、洪巧珍。1997a。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。
16. 黃振聲、洪巧珍。1997b。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙干擾劑之緩釋劑型。植保會刊 39: 274-280。
17. 黃振聲、洪巧珍、侯豐男。1996。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙活性之生物檢定。植保會刊 38: 119-127
18. 黃振聲、洪巧珍、郭美貞。1995。楊桃花姬捲葉蛾藥劑防治效果評估。植保會刊 37: 219-222。
19. 黃振聲、洪巧珍、羅致逑、洪銘德。1987。楊桃花姬捲葉蛾和粗腳姬捲葉蛾之性誘引劑。植保會刊 29: 321-323。
20. Beroza, M. 1960. Insect attractants are taking hold. Agric. Chem. 15: 37.
21. Cardé, R. T., and Minks, A. K. 1995. Control of moth pests by mating disruption : Successes and constraints. Annu. Rev. Entomol. 40: 559-585.
22. Howse, P., Stevens, I., and Jonse, O. 1998. Insect Pheromone and Their Use in Pest Management. London, Chapman and Hall Press, 369pp.
23. Hulme, M., and Gray, T. 1994. Mating disruption of Douglas-Fir tussock moth (Lepidoptera : Lymantriidae) using a sprayable bead formulation of Z-5-heneicosen-11-one. Environ. Entomol. 23: 1097-1100.
24. Kydonieus, A. F., Beroza, M., and Zwig G. 1982. Insect Suppression with Controlled Release Pheromone Systems. Vol. I. CRC Press, Inc. 274pp.
25. Kydonieus, A. F., Beroza, M., and Zwig, G. 1982. Insect suppression with controlled release pheromone systems. Vol. II. CRC Press, Inc. 312 pp.
26. McLaughlin, J. R., Mitchell, E. R., and Kirsch, P. 1994. Mating disruption of diamondback moth (Lepidoptera : Plutellidae) in cabbage : reduction of mating and suppression of larval populations. J. Econ. Entomol. 87: 1198-1204.
27. McVeigh, L. J., Campion, D. G., and Critchley, B. R. 1990. The use of pheromones for the control of cotton bollworms and *Spodoptera* spp. in Africa and Asia. In Behavior-modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker, Inc. New York. pp. 407-415.
28. Mitchell, E. K. 1981. Management of Insect Pests with Semiochemicals-Concepts and Practice. Plenum press, New York and London, 514pp.
29. Ridgway, R. L., Silverstein, R. M., and Inscoe, M. N. 1990. Behavior-modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker, Inc. New York. 761pp.
30. 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.[1], Hou, R. F.[2], and Hwang, J. S.[1]Q. 2001. Assessment of the effects of using sex pheromone for control of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick. Plant Prot. Bull. 43: 57-68. ([1]Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, R.O.C.; [2]Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402, R.O.C.)

The carambola fruit borer (CFB), *Eucosma notanthes* Meyrick, is the key pest attacking carambola fruits in Taiwan. Assessment of the effects of using sex pheromone for monitoring, mass trapping, and mating disruption of CFB was studied in the carambola orchards. Monitoring tests were conducted at Yuan-lin and Cho-lan areas from 1990 to 1992. The occurrence of CFB in these two areas was similar, showing lower population density from April to June. The population density in Cho-lan was significantly lower than that in Yuan-lin. Mass trapping was conducted at Guo-xing, Nan-tou county from 1993 to 1997. The density of CFB declined to 1.0-4.5 insects/trap/week when 40-80 traps/ha were used. The population density of CFB was reduced by 75.4-89.4% compared to untreated orchards, and the fruit damage was only 1.9%. There was no difference in the effectiveness of mating disruptants formulated with Z8-12:Ac from different sources. In order to control CFB by mating disruption, a 5- hectare orchard at Cho-lan was treated with 53.28 g/ha of Z8-12:Ac disruptants for 5 months during 1996-97. Percent inhibition of male attraction reached 100%. The mating inhibition in the cage experiment and in the tethered females testing in the carambola orchards was 89.4 and 97.4%, respectively. The fruit damage was reduced by 71% as compared to conventional chemical control.

(Key words: carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick, sex pheromone, monitoring, mass trapping, mating disruption)

QCorresponding Author. E-mail: jshwang@tactri.gov.tw