

楊桃花姬捲葉蛾(*Cydia notanthes*)性費洛蒙 防治技術之研究與應用

洪巧珍、王文龍、吳昭儀

前 言

楊桃(carambola)因其形狀又名星星之果(star fruit)。以前台灣楊桃酸澀不好吃，經由農業試驗所鳳山試驗分所多年的努力，台灣楊桃已具多樣化的品種且品質大為提升，1990年種植面積達2,600公頃，成為我國新興的經濟果樹；現今種植面積減少，約為1,000公頃。1985年初報楊桃上花姬捲葉蛾(*Cydia notanthes*)的危害，本蟲成為台灣新崛起的重要害蟲(何, 1985)。花姬捲葉蛾俗名楊桃果實蛀蟲，屬鱗翅目、捲葉蛾科(Lepidoptera：Tortricidae)，為楊桃之關鍵害蟲。



圖 1. 花姬捲葉蛾危害楊桃果實狀。

花姬捲葉蛾對楊桃的危害，於楊桃謝花結小果起，其雌蛾開始產卵於果實表面，幼蟲孵化後蛀入果實內取食，危害率達29~77%，嚴重影響楊桃的品質與產量(何, 1988 a, b)。花姬捲葉蛾寄主有數種如澳洲胡桃、柑桔、荔枝、龍眼、梨、桃、番荔枝等，其中荔枝、龍眼、梨、桃、番荔枝等均為台灣之經濟果樹，其果實均會遭受花姬捲葉蛾之蛀食危害，宜加強注意(何, 1985；洪, 2012，未發表資料)。

花姬捲葉蛾在台灣一年可發生八個世代，以7~11月間發生最多。成蟲於清晨交尾、傍晚產卵，雌蟲將卵產於楊桃果實表面上。初產的卵呈白色、經1~2日轉為紅色，平均每隻雌蟲可產120粒卵。幼蟲孵化後即鑽入果肉內蛀食危害，在蛀孔外可見排出的褐色顆粒狀蟲糞；老熟幼蟲則外出，於乾枯的枝葉、果實上、樹皮及枝幹間小縫結繭化蛹。於23~28℃溫度下，卵期約4日、幼蟲期18日、蛹期

約10日、成蟲壽命約14日，完成一世代約需30~40日。

防治花姬捲葉蛾，一般於楊桃花謝結小果時每週以推薦藥劑防治，連續施藥4~5次，俟果實長度約5 cm時再套袋，保護果實不受東方果實蠅及花姬捲葉蛾之產卵危害。目前楊桃為屬我國加入WTO後具競爭性之果品，其主要產區包括苗栗、台中、彰化、台南及屏東等地。依據中華民國關稅總局資料顯示台灣楊桃已外銷至香港、新加坡、美國、荷蘭、加拿大及中國大陸等地，其冷藏檢疫方法已建立，而以輻射照射處理花姬捲葉蛾顯示在安全劑量100~400 Gy對花姬捲葉蛾具不孕及殺滅的效果，提供外銷楊桃檢疫之另一種方法(林等, 2003)。

花姬捲葉蛾之大量飼養技術及生殖行為觀察

花姬捲葉蛾以玉米人工飼料(表1.)飼育，於 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，其卵期5.9日、幼蟲期18.4日、蛹期9.9日，雌、雄蟲壽命分別為17.4、14.9日，每隻雌蟲平均可產127粒卵。大量飼育花姬捲葉蛾時，將雌、雄成蟲置於充氣透明的塑膠袋中，供以5%蜜水。雌成蟲將卵產於塑膠袋的壁上，每日更換塑膠袋。以剪刀剪取壁上含卵的塑膠片，置於玻璃培養皿中。約經2~3日後(卵將孵化前)，將含有卵粒的塑膠片平鋪於上置有蠟膜的人工飼料上，置於 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $70\pm 5\% \text{RH}$ 的生長箱中培養，經10日後放入消毒過之瓦楞紙供老熟幼蟲化蛹，再經15日即可取出瓦楞紙收集蛹體，供試驗繁殖用(洪、黃, 1991)。

表1. 飼育花姬捲葉蛾之玉米人工飼料配方

Table 1. Composition of sweet corn artificial diet for rearing the carambola fruit borer, *Cydia notanthes*

Composition	Sweet corn artificial diet
Fresh sweet corn	1200 g
Yeast	115 g
Ascorbic acid	11 g
Cholesterol	5.76 g
Methyl p-hydroxybenzoate	3.9 g
Sorbic acid	3.3 g
Aureomycin	0.75 g
Propionic acid + phosphate water solution ¹⁾	15.5 ml
Formalin (24%)	1.94 ml
Agar	70 g
Water	2340 ml

¹⁾ Prepared by dissolving 209 ml propionic acid in 41 ml distilled water and 21 ml phosphoric acid in 229 ml distilled water, then mixed the two solutions.

花姬捲葉蛾成蟲的生殖行為觀察，在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $70\pm 5\% \text{RH}$ 及 L:D=12:12條件下，雌、雄蛹於見光後開始羽化，持續10小時，以見光後5~8小時達羽化高峰。

雌蛾發情時，兩翅平舉，腹部末端向下並伸出產卵管；其表現發情行為的時刻主要於見光後3小時內發生，於見光後2小時達高峰，發情率達62%。雌、雄蛾交尾時成“一”字型，交尾時刻主要於見光後4小時內完成，於見光後2小時為交尾高峰，交尾率達80%。雌蛾產卵時刻於黑暗後3小時內發生，於黑暗後1小時達高峰，產卵率達92%(圖2)。1~17日齡之處女雌蛾皆能發情，發情率介於38~100%，平均每次發情時間為 66.3 ± 41.2 分鐘，每隻雌蟲一生平均發情 10.6 ± 6.7 次。不同日齡之處女雌蟲從0~16日齡皆能交尾，其交尾高峰為0~4日齡，交尾率為80.5~96.7%。以一雌一雄配對後，自0~19日齡雌蛾皆能表現發情行為，以3日齡雌蛾之發情率達高峰為73.1%。雌、雄蛾自1日齡時開始交尾，交尾率為27.6%，於2日齡時高達41.4%，至10日齡後無交尾發生。配對的雌蛾於2日齡開始產卵，至6日齡雌蛾產卵率達最高為65%，以後則下降，可產至死亡前。雌、雄蛾一生交尾平均次數分別為1.4及1.8次。不同日齡雌、雄蛾配對24小時之交尾情形，以1~4日齡為高峰期，10日齡後幾無交尾發生，高峰期之交尾率介於45.1%及58.8%之間(洪等, 1997)。

花姬捲葉蛾性費洛蒙組成分鑑定

花姬捲葉蛾性費洛蒙組成分之分離與鑑定研究，其試驗蟲源係採自台灣中部楊桃果園，以玉米人工飼料飼育大量繁殖供作試驗用(洪、黃, 1991)。花姬捲葉蛾性費洛蒙之收集，係於雌蟲發情時段，取1~4日齡處女雌蛾於見光後1~2小時內，以鑷子夾取腹部末端(abdominal tips, 性費洛蒙腺體位置)，將其浸漬於HPLC級之n-hexane中漂洗約5秒鐘，萃取液再儲存於-19°C之冷凍櫃內，供作分析與鑑定用(洪等, 1997)。

花姬捲葉蛾性費洛蒙組成分之分離與鑑定係以氣相層析儀(gas chromatography, GC)及氣相色層一質譜分析儀(gas chromatographic mass spectrometer, GC-MS)進行分析。分析管柱使用DB-Wax之毛細管柱(30m×0.25 mm-ID×0.25 μ m film thickness fused silica capillary column)。經以比對標準品滯留時間(圖3.)與EI及CI質譜圖比對，結果顯示順-8-十二烯醇乙酸酯(Z-8-dodecenyl acetate, Z8-12:Ac)及順-8-十二烯醇(Z-8-dodecenol, Z8-12:OH)為其性費洛蒙組成分，經檢量分析及內插法求得每隻雌蟲性費洛蒙萃取量平均為Z8-12:Ac 1.20 ng及Z8-12:OH 3.21 ng，兩者比例約為1.0:2.7(洪等, 2001)。

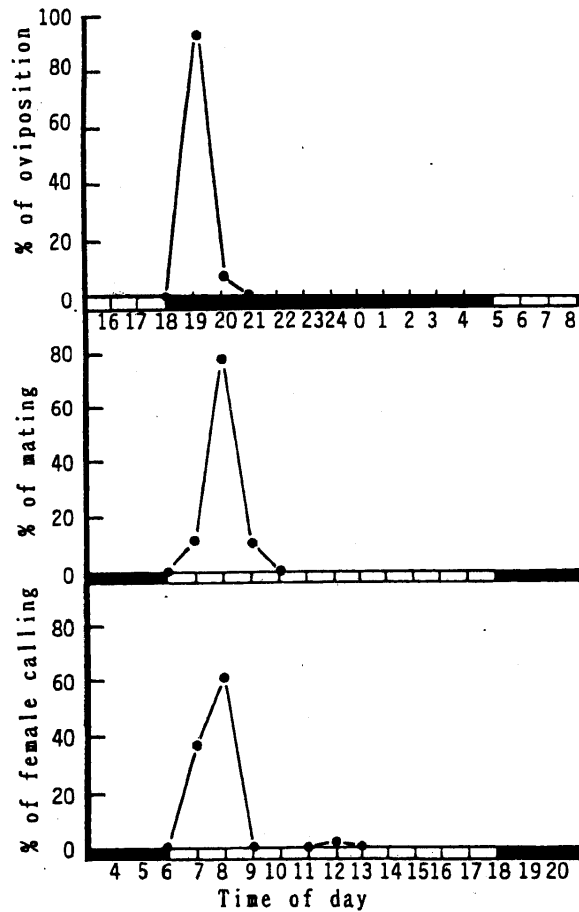


圖 2. 楊桃花姬捲葉蛾在自然光週期下之發情、交尾及產卵日週期。

Fig. 2. Diurnal patterns of calling, mating and oviposition of *Cydia notanthes* under the natural photoperiod in the laboratory. (Blank area denoted day time. Total pairs of calling, mating and oviposition tests were 60, 47, and 17, respectively.)

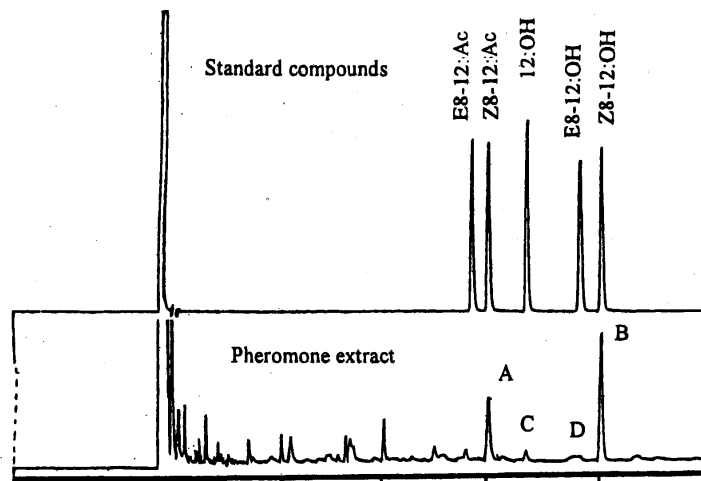


圖 3. 花姬捲葉蛾性費洛蒙腺體萃取液與標準劑之 GC 圖譜比較圖。

Fig. 3. Comparative GC chromatograms of pheromone extracts produced by females of *Cydia notanthes* and standard compounds.

花姬捲葉蛾性費洛蒙生物檢定方法開發

花姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌活性檢定以單網箱、單壓克力箱及雙壓克力箱方法可檢定Z8-12:Ac對花姬捲葉蛾之誘蟲活性(黃等, 1996), 惟與田間誘蟲效果比較, 不同來源Z8-12:Ac配方之室內生物檢定結果顯示較高的誘蟲百分率。風洞檢測法可檢定Z8-12:Ac對花姬捲葉蛾之生物活性, 惟劑量需低於10 µg。六角型轉盤(圖4.)生物檢定法在檢測Z8-12:Ac對花姬捲葉蛾之誘蟲活性, 與田間誘蟲試驗結果一致(黃等, 1999), 其原因可由表二之六角型轉盤生物檢定試驗結果證實。比較以布丁杯誘蟲器內含1 mg性費洛蒙誘餌與黏膠板含100 µg及10 µg性費洛蒙誘餌對花姬捲葉蛾之誘引性。本試驗5處理, 每次釋放蟲數50~100隻雄蛾, 重覆6次。結果顯示布丁杯誘蟲器內含1 mg性費洛蒙誘餌處理者其誘蟲百分率與黏膠板含10 µg性費洛蒙誘餌者相當, 誘蟲百分率分別為20.2及22.9%(表2.)。由以上結果顯示於室內檢定Z8-12:Ac對花姬捲葉蛾之生物活性, 若誘餌置於如黏膠板上等之開放空間, 其誘餌劑量宜以10 µg進行生物檢定。

誘餌中若含有Z8-12:OH, 六角型轉盤生物檢定法及風洞檢測法均無法反應田間之誘蟲結果(黃等, 1999)。顯示將來花姬捲葉蛾的費洛蒙原體Z8-12:Ac之誘蟲活性檢定可於試驗室中進行單網箱、單壓克力箱、雙壓克力箱方法、六角型轉盤生物檢定法及風洞檢測法等; 性費洛蒙誘餌Z8-12:Ac/Z8-12:OH之檢定則須於田間進行效果評估。

交配干擾劑生物活性檢定方法參考如洪等(2001)之報導, 於本所附近(台中市霧峰區)一處約0.05公頃芒果園中, 以棋盤式排列法每3~4公尺懸掛一個含44.4mg 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 cm³網籠10個, 網籠間相距約5公尺, 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1,000公尺。連續觀察六週。結果顯示小面積試驗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%。

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, 惟分別使用來源為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。結果顯示以購自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(洪等, 2001)。

由以上結果顯示花姬捲葉蛾交配干擾劑生物活性檢定可施行於非楊桃園，如芒果園等。以棋盤式排列法每3~4公尺懸掛一個含44.4mg 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 cm³網籠10個，網籠間相距約5公尺，每個網籠內再加一個干擾劑。每個網籠放入2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。連續觀察5~6週。另若施行於楊桃園可將大型網籠改以含兩隻處女雌蟲布丁杯交尾站之設置，操作簡便並具準確性。



圖 4. 六角型轉盤。

表 2. Z8-12:Ac 不同劑量誘餌與不同誘蟲陷阱組合對花姬捲葉蛾雄蛾之誘引性(轉盤試驗)
Table 2. Attractiveness of different combination of trap and lure to *Cydia notanthes* males with turn table tests

Trap type	Dosage/septa	% of total males attracted	
Pudding cup trap	1,000 µg	20.2±	14.9b ¹⁾
6×6 cm ² Sticky board	100 µg	49.5±	2.4c
6×6 cm ² Sticky board	10 µg	22.9±	10.5b
6×6 cm ² Sticky board	0 (CK)	4.8±	4.4a
Pudding cup trap	0 (CK)	2.6±	5.0a
Total males attracted		19.0±	8.7

¹⁾Data were transformed to arc sine \sqrt{x} prior to analysis, and means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

花姬捲葉蛾性費洛蒙產品研發

花姬捲葉蛾性費洛蒙相關產品包括性費洛蒙誘餌、性費洛蒙交配干擾劑及誘蟲器等，分述如下。

一、花姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌

花姬捲葉蛾的性費洛蒙誘引現象，於1987年順八-十二烯醇乙酸酯(Z8-dodecenyl acetate, Z8-12:Ac)首先被報導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(黃等, 1987、1996)。經測試順八-十二烯醇乙酯(Z8-12:Ac)為花姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌主要誘引成分，Z8-12:OH成分不具誘引效果。兩者以Z8-12:Ac/Z8-12:OH=100/100~150比例混合對花姬捲葉蛾最具誘引效果，以0.8~1 mg裝載於橡皮帽中，田間持效性長達6個月。而Z8-12:Ac中之E8-12:Ac含量大於0.5%時顯著降低誘餌之誘蟲效果(洪等, 2001)。

不同批次、來源之Z8-12:Ac對花姬捲葉蛾之誘蟲效果具有差異，以購自荷蘭IPO公司者誘蟲百分率最高，達87.5%(表3.)。不同批次、來源之Z8-12:Ac經GC分析及與標準品比對在微量成分E8-12:Ac、Z8-12:OH有些微之差異，以來源IPO者E8-12:Ac之含量最低(0.05)；購自Sigma公司不同批次之Z8-12:Ac以批號3898者內含較低量之E8-12:Ac(1.3)及較高量之Z8-12:OH(0.2)(表4.)。不同批次、來源之Z8-12:Ac混合10% Z8-12:OH配方對花姬捲葉蛾之誘引效果顯著較單成分者為佳；其中以含E8-12:Ac量較少之批次Sigma 3782配方具較高之誘引效果，誘蟲百分率達49.3%(表5.)。另發現Z8-12:Ac來源為Shin-Etsu公司，其混合10% Z8-12:OH配方對粗腳姬捲葉蛾(*Cryptophlebia ombrodelta*)具誘蟲活性(表5.)。比較Z8-12:Ac對花姬捲葉蛾誘引有效配方Sigma 3898與其他兩種來源Sigma 3871與高純度IPO者配製成Z8-12:Ac/Z8-12:OH=100/100，結果顯示以單成分Z8-12:Ac Sigma3898配製的誘餌對花姬捲葉蛾最具誘引效果(表6.)，其原因有待進一步深究。進一步試驗顯示純度96% Z8-12:Ac，可以藉添加Z8-12:OH改善性費洛蒙誘餌對花姬捲葉蛾之誘蟲效果。

表 3. 不同來源 Z8-12:Ac 對花姬捲葉蛾之誘引效果(田間試驗)
Table 3. Attractiveness of Z8-12:Ac from different sources to *Cydia notanthes* males in carambola orchard¹⁾

Source of Z8-12:Ac(purity)	% of total males attracted
IPO (>99%) ³⁾	87.5± 7.7 c ²⁾
Shin-Etsu (96.06%)	1.9± 1.7 a
TACTRI I (94.4%)	1.9± 1.5 a
TACTRI II(99.7%)	7.3± 4.8 b
Blank(CK)	1.4± 1.9 a

¹⁾Total males attracted in this experiment were 749.

²⁾Means within a column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p=0.05)

³⁾ IPO : Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek in the Netherlands.

表 4. 不同來源 Z8-12:Ac 中微量成分之 GC 分析結果
Table 4. Trace of different sources Z8-12:Ac with gas chromatograph

Compound	Retention time (min)				
	Standard ¹⁾	Sigma 3898	Sigma 3871	Sigma 3872	IPO ³⁾
E8-12:Ac	6.67(Sigma)	6.69 (1.3) ²⁾	6.71 (1.9)	6.68 (1.6)	6.68 (0.05)
Z8-12:Ac	6.90(Sigma)	6.99(100)	6.99 (100)	7.03 (100)	6.93 (100)
1-12:OH	7.55(Lancaster)	—	—	—	—
E8-12:OH	8.32(Chemtech) ³⁾	—	—	—	—
Z8-12:OH	8.60(Chemtech)	8.61 (0.2)	8.68 (0.09)	8.64 (0.03)	—

¹⁾ Source of standard in parenthesis.

²⁾ Relative amount compared to amount of Z8-12:Ac.

³⁾ Chemtech is the abbreviation of Chemtech B. V., IPO is the same as Table 3.

表 5. 不同來源之 Z8-12:Ac 混合 10% Z8-12:OH 對花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉蛾雄蟲之誘引性¹⁾
Table 5. Attractiveness of different source Z8-12:Ac mixed with 10% Z8-12:OH to males of *Cydia notanthes* and *Cryptophlebia ombrodelta* at carambola orchard¹⁾

Z8-12:Ac(source)	% of total males attracted		
	<i>C. notanthes</i>		<i>C. ombrodelta</i>
Z8-12:Ac(Sigma 3782)/Z8-12:OH=100/10	49.3±	4.2 d ²⁾	0
Z8-12:Ac(Sigma 3871)/Z8-12:OH=100/10	3.8±	0.9 c	0
Z8-12:Ac(Shin-Etsu)/Z8-12:OH=100/10	15.5±	4.2 b	100± 0
Z8-12:Ac(Sigma 3871)	1.4±	0.06 a	0

¹⁾Total males of *C. notanthes* and *C. ombrodelta* attracted in this experiment were 551 and 42, respectively.

²⁾Means within a column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p=0.05)

表 6. 不同配方之性費洛蒙誘餌對花姬捲葉蛾雄蟲之誘引性¹⁾

Table 6. Attractiveness of different formulation of sex pheromone lure to *Cydia notanthes* males at carambola orchard¹⁾

Lure(source)	% of total males attracted
Z8-12:Ac (Sigma 3898)	47.3± 5.7 b ²⁾
Z8-12:Ac (Sigma 3871)/Z8-1:OH(IPO)=100/100	23.5± 10.9 a
Z8-12:Ac (IPO)/Z8-12:OH(IPO)=100/100	29.2± 9.0 a

¹⁾Total males attracted in this experiment were 1,489.

²⁾Means within a column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p=0.05).

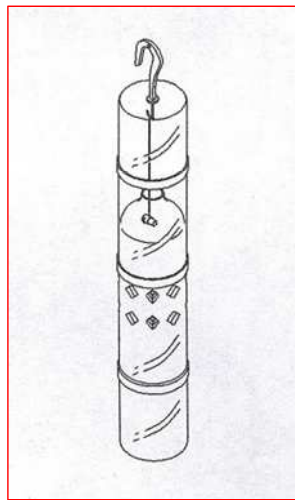
二、花姬捲葉蛾性費洛蒙交配干擾劑

三種花姬捲葉蛾交配干擾劑型以橡皮帽劑型其揮發速率較為恆定可持續19週，PVC管及Teflon管者於4週內大量揮發，爾後揮發曲線呈水平狀幾乎無揮發(黃、洪, 1997)。經以田間測試其效果以橡皮帽者持效性最長，長達五個月，其次為PVC管者約達3個月(黃、洪, 1997)。

三、誘蟲器

花姬捲葉蛾性費洛蒙誘捕系統經不同型式、不同劑量及不同直徑之三層式寶特瓶誘蟲器對雄蛾誘捕效果之比較，顯示直徑9.0 cm之三層式寶特瓶誘蟲器結構適合用於捕抓花姬捲葉蛾雄蛾(洪等, 2004；黃、洪, 1994)。一般製作三層式寶特瓶誘蟲器時，誘蟲器害蟲”X”型入口之開口難度較高、費時，經改良將三層式寶特瓶誘蟲器其入口改為直徑0.6 cm的圓孔，其製作簡易且誘捕效果相當於”X”型入口者之三層式寶特瓶誘蟲器。不同型式模式誘蟲器對花姬捲葉蛾雄蛾之誘捕效果相當或較佳於三層式寶特瓶誘蟲器，尤其是模式E型誘蟲器者表現最佳之誘捕效果。此模式E型誘蟲器可經工廠製作模具，進行大量生產，經評估每個誘蟲器成本至少為50元。而進一步改良模式E型誘蟲器結構成為袋型組合式誘蟲器，其在田間使用6~8個月後即裂解，期間與性費洛蒙誘餌田間持效期同步，且此誘蟲器成本僅為20元(洪等, 2004)。

由以上結果提供果農較簡便有效的誘蟲器有：(一)三層式寶特瓶誘蟲器(其入口為直徑0.6 cm的圓孔)，(二)E型模式誘蟲器，及(三)袋型組合式誘蟲器(圖5.)等三種花姬捲葉蛾誘蟲器。因此每公頃每期6個月「利用性費洛蒙大量誘殺防治花姬捲葉蛾」的成本，由使用三層式寶特瓶誘蟲器者4,800元，降為使用模式E型誘蟲器者2,800元，再降為使用袋型組合式誘蟲器者1,600元。



三層式寶特瓶誘蟲器

E型模式誘蟲器

袋型組合式誘蟲器

“X”誘蟲入口→“O”0.6 cm

圖 5. 花姬捲葉蛾之三層式寶特瓶誘蟲器、E 型模式誘蟲器及袋型組合式誘蟲器。

花姬捲葉蛾性費洛蒙應用技術研發

花姬捲葉蛾性費洛蒙於楊桃果園之應用技術有監測、大量誘殺及交配干擾防治法。以下簡述其研究概況。

一、監測法

昆蟲性費洛蒙的應用以監測害蟲發生情形最為廣泛，著名的例子如於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例子之一(Kydonieus et al., 1982a,b)。

一般監測施行時，須制定以何種誘蟲器誘殺害蟲及其田間之設置方法。花姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌於誘蟲器內應置於距離誘蟲入口約5 cm高處效果較佳，誘蟲器內加入殺蟲劑對誘捕效果有不良影響。於楊桃園懸掛時，誘蟲器高度宜距地面約140 cm以上(黃、洪, 1994)。

於1990~1992年間於彰化縣員林鎮及苗栗縣卓蘭鎮楊桃果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(洪等, 2001)。在台灣以台南市楠西區楊桃的栽種面積最大，為了解該區花姬捲葉蛾發生情形，於2002年3月5日在楠西區楠西里、灣丘里、東勢里、照興里、龜丹里、密枝里及鹿田里等七個里楊桃果園，每里各設置兩個性費洛蒙誘蟲器，經一個月後檢視記錄誘蟲數，以了解楠西區不同里楊桃果園於3月份花

姬捲葉蛾之族群密度。結果顯示楠西區不同里楊桃果園在3月份花姬捲葉蛾之族群密度如圖6。以東勢里及歸丹里者較低分別為34.0及36.5 insects/trap/ month，以灣丘里者最高達260 insects/trap/month，此可能係栽培管理上差異所造成的(圖6)。

花姬捲葉蛾屬寡食性昆蟲，其性費洛蒙確可用來監測花姬捲葉蛾在楊桃果園之發生情形，將來亦可使用於調查花姬捲葉蛾在其他寄主上之發生情形。據1992年藥劑試驗結果顯示，於5月23日~6月18日試驗期間，不施藥對照區楊桃果園之果實被害率為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(黃等, 1995)。因此，當誘蟲數低於10 insects/trap/week時，應無需施藥防治。

二、大量誘殺法

利用性費洛蒙大量誘殺害蟲可降低田間害蟲族群密度，達防治之效果。利用性費洛蒙大量誘殺花姬捲葉蛾初於1993~1997年於南投縣國姓鄉楊桃果園進行試驗，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%(洪等, 2001)。

花姬捲葉蛾性費洛蒙大量誘殺技術之防治成效，於彰化縣員林鎮60公頃楊桃果園進行大面積效果評估。於2000年12月起至2002年7月每月以性費洛蒙誘蟲器調查性費洛蒙大量誘殺區及一般藥劑防治區之楊桃果園花姬捲葉蛾的族群密度。每區設置2個性費洛蒙誘蟲器，每月調查記錄誘蟲數。大量誘殺區每公頃設置40個性費洛蒙誘蟲器，共調查7個不同地區果園；一般藥劑防治區調查2區，比較大量誘殺區及一般藥劑防治區楊桃花姬捲葉蛾的族群密度。另為了解大量誘殺區楊桃採收果蟲害情形，於2004年3月3日購買大量誘殺區楊桃採收果10箱，每箱50公斤，共1,143個果實。檢視採收果蟲害情形，蟲害包括花姬捲葉蛾、東方果實蠅、及粉介殼蟲等之危害。調查結果顯示花姬捲葉蛾在兩區一般藥劑防治區全期約一年半的族群密度均較性費洛蒙大量誘殺區者為高(圖7)。於2001年3、10、11、及12月達高峰；兩區密度分別為66.1、63.9、44及84.2 insects/trap/week與61.8、70.3、62.3及65.5 insects/trap/week。7個大量誘殺區果園，其中只有1區果園，花姬捲葉蛾族群密度未有明顯下降，於2002年1~5月花姬捲葉蛾族群密度介於32.7~42.7 insects/trap/week。此可能係其果園位於山區，或性費洛蒙誘蟲器數量設置不夠所致。另6區大量誘殺區果園花姬捲葉蛾族群密度明顯下降，全年密度大都介於10

insects/trap/week以下。在一般藥劑防治區2001年3月高峰期，3區大量誘殺區果園花姬捲葉蛾族群密度分別為8.6、0.3、10.4 insects/trap/week。在2001年10、11、12月者，2區大量誘殺區果園花姬捲葉蛾族群密度分別為3.8、4.1、4 insects/trap/week及1.5、1.8、1.6 insects/trap/week。在2002年2月2區一般藥劑防治區花姬捲葉蛾族群密度為56.3及44.2 insects/trap/week，6區大量誘殺區果園者分別為5、2.1、20.8、28.6、3.5、2.5 insects/trap/week。由以上結果顯示以性費洛蒙大量誘殺確可降低花姬捲葉蛾在楊桃果園中之族群密度，甚至可降低至經濟危害水平10 insects/trap/week以下，減少施藥次數。大量誘殺區楊桃採收果蟲害情形，花姬捲葉蛾、東方果實蠅、及粉介殼蟲等之危害率分別達1.8、0.2、及2.4%。

利用性費洛蒙大量誘殺花姬捲葉蛾由小面積及大面積評估試驗結果顯示，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10隻以下，被害果率約為1.8~1.9%。於2002年苗栗區農業改良場於卓蘭鎮楊桃園進行評估顯示利用性費洛蒙大量誘殺花姬捲葉蛾，可減少使用農藥6次。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20元/個、三層式寶特瓶誘蟲器100元/個、E型模式誘蟲器50元/個、袋型組合式誘蟲器20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6個月的防治成本為4,800元；使用E型模式誘蟲器者為2,800元/公頃/6個月，使用袋型組合式誘蟲器者最便宜，僅為1,600元/公頃/6個月；而使用黏膠式誘蟲盒時，防治成本則高達24,800元/公頃/6個月。因此，利用性費洛蒙大量誘殺防治花姬捲葉蛾應用技術已非常便利農民使用，值得推廣。

三、交配干擾防治法

利用高劑量性費洛蒙20~50 g/ha可干擾害蟲交尾行為，以達到防治害蟲的目的。以花姬捲葉蛾性費洛蒙組成成分中的Z8-12:Ac進行交配干擾效果評估顯示Z8-12:Ac不同來源配製之性費洛蒙交配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對花姬捲葉蛾者其交尾干擾效果較5對者為佳。於1996~1997年間於卓蘭5公頃楊桃園，每公頃施放53.28 g之Z8-12:Ac，於5個月處理期間，其誘引抑制率達100%，田間及網箱中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%(洪等, 2001)。

2000年11月21日起於苗栗縣卓蘭鎮面積約0.6公頃楊桃園設置性費洛蒙交配干擾劑，每3~4 m設置一個，並加強周邊之設置，共1,000個；交配干擾試驗區每5

個月加置性費洛蒙交配干擾劑1次，至2002年12月止。另於約5公里外選定一區栽培情形類似之一般藥劑防治果園為對照果園，比較花姬捲葉蛾在中之誘蟲數及交尾情形，以此評估性費洛蒙交配干擾劑對花姬捲葉蛾之防治效用。誘蟲數調查：每區果園設置4個性費洛蒙誘蟲器；交尾率調查：比較網箱(15×15×15 cm³)及以布丁杯製作5個0.6×0.6 cm²開口之誘蟲器，其內各含2隻1~2日齡未交尾處女雌蟲等之2種評估方法。本試驗調查每月第一週花姬捲葉蛾的誘蟲數、交尾率；於中果期調查樹上果危害情形，連續約3~4週，評估性費洛蒙交配干擾劑對花姬捲葉蛾之防治效果。試驗結果如圖8。交配干擾試驗區誘蟲數介於0~1.6 insects/trap/ week，一般藥劑防治區者為0.8~87 insects/trap/week(圖8)；性費洛蒙交配干擾劑對花姬捲葉蛾之誘引抑制率為98.4±3.1%。以布丁杯誘蟲器當作交尾站評估果園中花姬捲葉蛾之交尾率，交配干擾試驗區者為0~50%，一般藥劑防治區者為10~100%；由交尾抑制率顯示性費洛蒙交配干擾劑的抑制交尾濃度約為4個月，第5個月交尾率即升高。

使用交配干擾法防治害蟲除應考慮害蟲為寡食性者、果園較隔離外，尚應注意性費洛蒙交配干擾劑來源、純度、配方及害蟲族群密度等均可影響此法之防治效果(Howse et al., 1998；Mitchell, 1981；Ridgway et al., 1990)。由以上結果顯示，Z8-12:Ac原體中含約4%之E8-12:Ac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。另由田間試驗再一次證實，楊桃園每公頃施放約53.3g 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。另以相同性費洛蒙主成分當作交配干擾劑可同時防治兩種害蟲以上。文獻報導Z8-12:Ac同時為粗腳姬捲葉蛾、桃折心蟲(*Grapholita molesta*)等害蟲之性費洛蒙主成分(黃等, 1987；洪等, 2007；Cardé et al., 1979)，田間使用Z8-12:Ac當作性費洛蒙交配干擾劑防治花姬捲葉蛾同時，亦可同時防治粗腳姬捲葉蛾及桃折心蟲。

利用性費洛蒙交配干擾劑防治楊桃花姬捲葉蛾成本，以Z8-12:Ac配製之橡皮帽(Sigma)交配干擾劑型，每公頃須設置1,200個性費洛蒙交配干擾劑，則5個月防治資材成本為36,000元/公頃/5個月(黃、洪, 1997)；若再將性費洛蒙交配干擾劑型改良應可降低其成本。而以藥劑防治之慣行防治法防治成本，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，則性費洛蒙交配干擾劑防治區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。

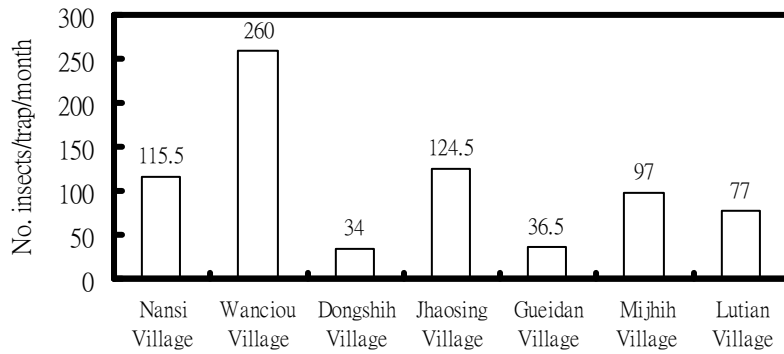


圖 6. 於 2002 年 3 月楠西區不同里楊桃園花姬捲葉蛾之族群密度。

Fig. 6. Population density of *Cydia notanthes* in different village of Nansi Township, Tainan County, Taiwan from 15, Mar. to 10, Apl. 2002.

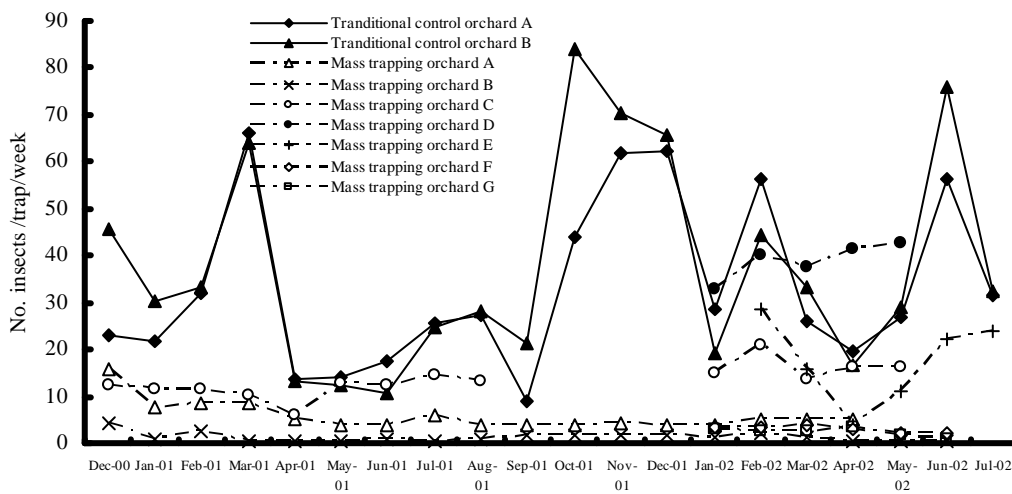


圖 7. 2000~2002 年員林楊桃果園性費洛蒙大量誘殺區與一般藥劑防治區果園中花姬捲葉蛾之族群密度。

Fig. 7. Population density of carambola fruit borer, *Cydia notanthes*, in carambola orchards treated with mass trapping with sex pheromone and traditional controlling at Yuanli, Changhua County, Taiwan from Dec., 2000 to Jul., 2002.

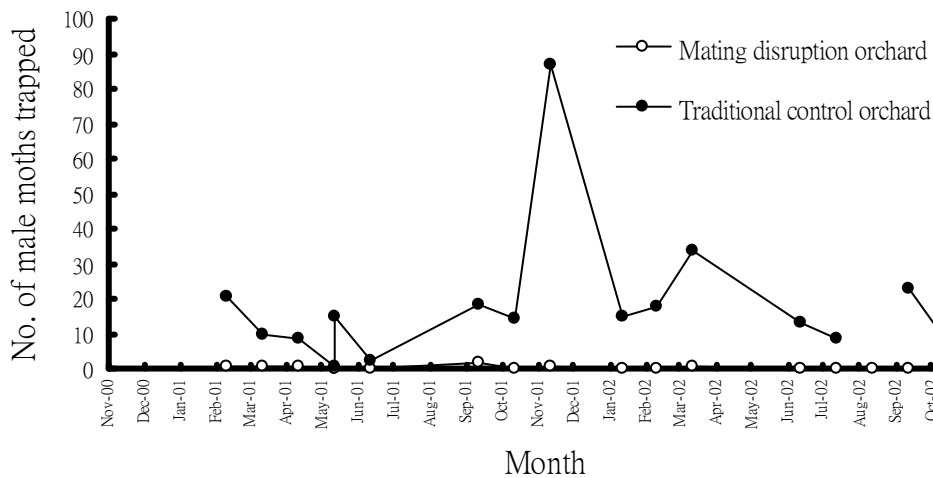


圖 8. 2000~2002 年苗栗縣卓蘭鎮在性費洛蒙交配干擾劑處理區及一般藥劑防治區楊桃花姬捲葉蛾之誘蟲數。

Fig. 8. Catch number of *Cydia notanthes* male moths each in mating disruption orchards and traditional control orchards at Cholan, Miaoli County, Taiwan from Nov., 2000 to Nov., 2002.

花姬捲葉蛾性費洛蒙防治技術推廣

一、花姬捲葉蛾性費洛蒙資材

- (一)性費洛蒙誘餌：剛領到的花姬捲葉蛾性費洛蒙誘餌，以鋁箔紙包裹放置在小瓶子內，再貯存於冰箱冷凍室備用。使用時，每個誘蟲器中繫掛一個性費洛蒙誘餌，每6個月再加置一個，一年使用2個誘餌。
- (二)性費洛蒙交配干擾劑：剛領到的性費洛蒙交配干擾劑以鋁箔紙包裹密封，貯存於冰箱冷凍室備用。使用前先回溫，再設置於果園中。每公頃使用1,200個干擾劑，有效期為5個月。
- (三)花姬捲葉蛾性費洛蒙袋型組合式誘蟲器：製作流程如圖9。

「楊桃花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器」製作方法：

1.材料：

- (1)塑膠誘蟲袋一個：長67 cm、寬15 cm。由底部量起18 cm處，其上4 cm處開有兩排共16個直徑0.5 cm之圓孔，過圓孔圓心割以1 cm正方形之對角線，以供花姬捲葉蛾雄蛾進入。
- (2)礦泉水瓶約1,500 ml一個：將礦泉水瓶以美工刀切成三段：上段為漏斗狀、中段為中空圓筒狀、下段為含底部之圓筒。圓筒底部以烙鐵先打一個直徑約0.2 cm的小洞，以供排水用。

2.誘蟲器組裝說明：

- (1)取礦泉水瓶下段，底部朝下，裝入誘蟲袋之底部撐開，外面再沿著礦泉水瓶下段之溝槽，以魔術帶綁緊固定。誘蟲袋底部並以剪刀剪一小洞，以利排水。
- (2)取礦泉水瓶上段，漏斗朝上置於誘蟲袋開口處上方6 cm處，如(1)之方法固定之。
- (3)取礦泉水瓶中段，如(1)之方法固定於漏斗固定處上方24 cm處。
- (4)將性費洛蒙誘餌綁以銅絲，吊於誘蟲器開口處上方5 cm處。
- (5)以魔術帶將已撐開之誘蟲袋上方綁緊，懸掛於果園中，即可進行「利用性費洛蒙誘殺花姬捲葉蛾」之工作。

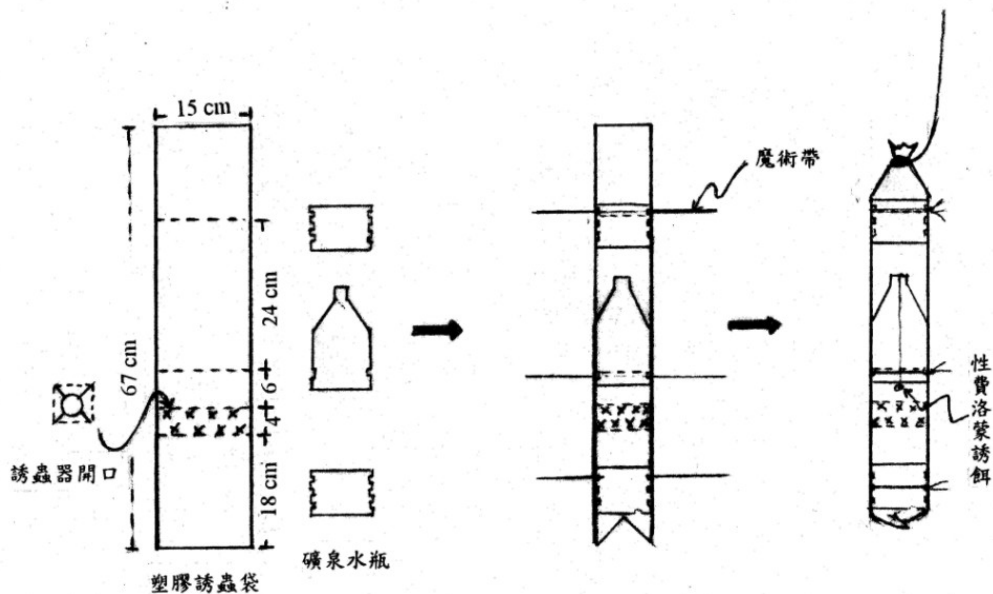


圖 9. 楊桃花姬捲葉蛾袋型組合式誘蟲器之組裝流程。

二、花姬捲葉蛾性費洛蒙資材使用技術

(一) 監測法：於楊桃果園中設置2~4個誘蟲器，懸掛於通風處，高度約150公分。

每週檢測花姬捲葉蛾之誘捕蟲數，作為防治與否的指標，實施整年長期監測。一般，當每週平均誘蟲數低於5~10隻時，應可減少施藥防治。

(二) 大量誘殺法：每分地楊桃果園懸掛2~4個性費洛蒙誘蟲器，誘蟲器間相距約15公尺，實施整年長期誘殺花姬捲葉蛾雄蛾，可有效降低其族群密度。

(三) 交配干擾法：花姬捲葉蛾的性費洛蒙交配干擾劑是由較高劑量的性費洛蒙配製而成。每公頃平均設置1,200個性費洛蒙交配干擾劑(約50 g性費洛蒙)，使果園中充滿性費洛蒙的氣味，混淆雌、雄蛾間之溝通，使交配受阻而終老死亡。使用時，需先清園以降低花姬捲葉蛾及其它害蟲密度，再約每隔3~4公尺掛一個性費洛蒙交配干擾劑，其設置高度約為150公分。每分地以棋盤式懸掛120個性費洛蒙交配干擾劑，果園周邊需加強增設性費洛蒙交配干擾劑。性費洛蒙交配干擾劑施用期間，以監測用的性費洛蒙誘蟲器觀察性費洛蒙交配干擾劑的有效性，如果性費洛蒙誘蟲器捉不到蟲隻，即表示性費洛蒙交配干擾劑發揮效用；反之，其效用則漸失。另性費洛蒙交配干擾劑施用期間，果園周邊宜定期施以藥劑，防止受孕雌蟲侵入產卵。試驗結果顯示，性費洛蒙交配干擾劑有效性長達5個月，防治效果與一般施藥防治者相當。

結 論

以往利用化學殺蟲劑防治害蟲，具速效、廣效、經濟、便利之特性，為治標的害蟲防治。此種害蟲防治方法，對環境及生態的衝擊很大。為進行有機農業、友善農業、安全農業等以維護生態及提供安全的農產品為目標的農業耕作法，在害蟲防治上需提升對害蟲的認識，加強害蟲管理的觀念。「以管理來防治害蟲」，即在害蟲還未造成危害時加以管理，使其族群密度無法上升而達到植物保護的目標。昆蟲性費洛蒙由於具無毒性、種別專一性，微量即有效之特性，使其在害蟲防治上具安全、經濟有效、不污染環境之優點。利用性費洛蒙監測可以得知害蟲的發生情形，進而採行適當的防治對策。利用性費洛蒙大量誘殺，降低害蟲的族群密度，使得微生物製劑更能發揮防治效果，達經濟有效的害蟲防治。花姬捲葉蛾性費洛蒙業經鑑定並已研發其性費洛蒙誘餌、性費洛蒙交配干擾劑、誘蟲器等性費洛蒙產品；以及監測、大量誘殺及交配干擾防治法等應用技術提供農政單位及果農使用，並於2001~2004年期間推廣2267.3公頃楊桃果園利用性費洛蒙大量誘殺綜合防治花姬捲葉蛾；其防治效果經評估可降低殺蟲劑使用次數達1~6次，且利用性費洛蒙大量誘殺花姬捲葉蛾的防治成本低，每公頃楊桃果園半年期間僅需1,600元；其技術操作簡易，懸掛一次性費洛蒙誘蟲器，即可於果園持續誘殺花姬捲葉蛾6個月，值得鼓勵農民持續使用、產銷班一起使用，以降低花姬捲葉蛾之族群密度因而防治成本降低，生產安全衛生的果品。

參考文獻

- 1.何坤耀。1985。楊桃果實蛀蟲及其防治初報。植保會刊27：53-62。
- 2.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。
- 3.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。
- 4.林俊耀、洪淑彬、洪巧珍。2003。輻射照射處理對不同蟲期花姬捲葉蛾存活及繁殖之影響。台灣昆蟲23：189-197。
- 5.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。
- 6.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。
- 7.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。

- 8.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。
- 9.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 11：204-212。
- 10.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。
- 11.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39：265-274。
- 12.洪巧珍、顏永福、曾馨俞、高穗生、王文龍。2008。花姬捲葉蛾(*Cydia notanthes*)及粗腳姬捲葉蛾(*Cryptophlebia ombrodelta*)不同純度合成性費洛蒙Z8-12:Ac誘蟲活性之改進。植保會刊50：1-22。
- 13.洪銘德、洪靜宜、洪巧珍、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。
- 14.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。
- 15.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。
- 16.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。
- 17.黃振聲、洪巧珍。1995。楊桃花姬捲葉蛾藥劑防治效果評估。植保會刊37：219-222。
- 18.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。
- 19.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。
- 20.黃振聲、洪巧珍、劉佳瑩。2000。楊桃花姬捲葉蛾(*Eucosma notanthes* Meyrick)(鱗翅目：姬捲葉蛾科)對性費洛蒙組成份反應之觸角電位圖譜。中華昆蟲20：97-107。
- 21.黃振聲、洪巧珍、羅致速、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。
- 22.Cardé, A. M., Baker, T. C., and Cardé, R. T. 1979. Identification of a four-component sex pheromone of the female oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). J. Chem. Ecol. 5 : 1573-1561.
- 23.Chu, T. Y., Hung, C. C., Hsu, C. Y. 2005. Solid-phase microextraction for the investigation of sex pheromone of *Eucosma notanthes* Meyrick. Talanta 65 : 743-749.
- 24.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.
- 25.Howse, P., Stevens, I. and Jonse, O. 1998. Insect Pheromone and Their Use in Pest Management. London, Chapman and Hall Press, 369pp.
- 26.Kydonieus, A. F., Beroza, M. and Zwig G. 1982. Insect Suppression with Controlled Release Pheromone Systems. Vol. I. CRC Press, Inc. 274pp.
- 27.Kydonieus, A. F., Beroza, M. and Zwig, G. 1982. Insect suppression with controlled release pheromone systems. Vol. II. CRC Press, Inc. 312pp.
- 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 Inscoc, M. N. 1990. Behavior-modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker, Inc. New York.761pp.

藥毒所專題報導

發行人：費雯綺
發行所：行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所
地址：臺中市霧峰區舊正里光明路 11 號
網址：<http://www.tactri.gov.tw>
電話：(04)23302101
總編輯：蔡勇勝
編輯委員：李宏萍 曾經洲 何明勳 徐茲鴻 蔡建任
蔣永正 蘇文瀛

展售書局：

- 1.國家書店松江門市/臺北市松江路 209 號 1 樓 (02)25180207
網路書店/<http://www.govbooks.com.tw>
- 2.五南文化廣場/臺中市中山路 6 號 (04)22260330
網路書店/<http://www.wuanbooks.com.tw>

印刷：財政部印刷廠
地址：臺中市大里區中興路一段 288 號
電話：04-24953126

中華民國 102 年 1 月出版

定價：新台幣 30 元

GPN：2007600007

ISSN：1017-9569(平裝)

著作財產權人 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所
欲利用本書全部或部份內容者，須徵求著作財產權人同意。