EJ112199700151

植物保護學會會刊 39:151～164, 1997

利用合成性費洛蒙以交配干擾法防治楊桃花姬捲葉蛾

黃振聲 洪巧珍

台中縣霧峰鄉台灣省農業藥物毒物試驗所

(接受日期：民國86年1月20日)

摘 要

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.

將花姬捲葉蛾 (*Eucosma notanthes*) 合成性費洛蒙順－8－十二烯醇乙酸酯 (Z-8-dodecenyl acetate)，以44.4 mg劑量裝載於橡皮帽及塑膠管製作成兩種交配干擾劑，再選定苗栗縣卓蘭鎮兩處0.12及0.21 ha互相隔離的楊桃園，分別以37、51.6及67.1 g/ha用量，於楊桃果實生育期施用一次，以探討性費洛蒙干擾劑對花姬捲葉蛾防治效果。防治效果評估是比較性費洛蒙干擾劑處理果園及傳統殺蟲劑施用果園，二者之性費洛蒙誘蟲器對雄蟲的誘蟲數、配對雌雄蛾在網籠內之交尾率、及楊桃果實被害率等。試驗結果顯示：性費洛蒙干擾劑以橡皮帽當載體，其持效性約可達5個月，在干擾劑施放期間，處理果園的誘引抑制率及交尾抑制率分別爲94.6～100％及48.0～96.3％；而處理果園的果實被害率約爲2.9～62.2％，較傳統殺蟲劑施用果園減少被害率爲10.8～71.6％。性費洛蒙干擾劑以塑膠管當載體，其持效性約爲3個月，在干擾劑施放期間，處理果園的誘引抑制率及交尾抑制率分別爲45.5～98.8％及41.8～68.4％；而處理果園的果實被害率約爲0.6～1.6％，較傳統殺蟲劑施用果園減少被害率爲41.7～89.0％。

(關鍵詞：楊桃、花姬捲葉蛾、性費洛蒙、順－8－十二烯醇乙酸酯、交配干擾法)

緒 言

Beroza(1960)首次提倡以交配干擾法(Mating disruption technique)來防治害蟲[10]，即是在田間佈施高劑量的性費洛蒙、性費洛蒙類似物、或性費洛蒙抑制

劑，讓雄蛾在充滿雌性性費洛蒙的環境中，喪失尋找雌蛾的定向能力，致使田間雌、雄蛾間之交尾傳訊系統受到干擾，而使彼之交配機率大爲減少，再使其下一代的族群密度降低，終致作物被害度減少，達到防治害蟲的效果(1,9,12,15,19)。該法曾試驗證實可有效防治小菜蛾(*Plutella xylostella*)(17,18)、甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua*)(21)、水稻二化螟(*Chilo suppressalis*)(14)、棉紅鈴蟲(*Pectinophora gossypiella*)(13,19)、舞蛾(*Lymantria dispar*)(11,19)、蘋果蠹蟲(*Cydia pomonella*)(16,19)、桃折心蟲(*Grapholita* (*Cydia*) *molesta*)(19,20)等多種害蟲。

花姬捲葉蛾(*Eucosma notanthes* Meyrick)是臺灣楊桃生產主要限制因子之一，田間果實受其危害可達29～77%，嚴重影響楊桃之產量與品質(2,3,7)，並造成外銷檢疫困擾。目前果農爲確保楊桃之生產，通常採用農藥並配合套袋及誘引劑之誘殺，以減少受害(6,7)。惟誘引劑利用技術尚有待改進；套袋方法費時費工常引發粉介殼蟲類之爲害；而藥劑防治常引起葉蟎猖獗發生，且易產生藥害，對施藥者之毒性及消費者之殘毒等安全問題亦頗可慮。

順-8-十二烯醇乙酸酯(Z-8-dodecenyl acetate，Z-8-C_{12}OAc)被認爲是花姬捲葉蛾之強力性誘引物質(5,6)，初步分離雌性花姬捲葉蛾性費洛蒙之萃取液中，曾以氣相色層分析儀檢測到含有Z-8-C_{12}OAc之物質，而室內生物檢定結果亦顯示Z-8-C_{12}OAc對花姬捲葉蛾雄蟲具顯著誘引效果，從而推測Z-8-C_{12}OAc應爲花姬捲葉蛾雌性費洛蒙主要的成份(8)。因此，本研究之目的欲以合成性費洛蒙Z-8-C_{12}OAc於小面積且較隔離的楊桃園內，進行以交配干擾法來防治花姬捲葉蛾之可行性試驗，並評估其效果，作爲未來利用性費洛蒙防治該蟲之參考。

材料與方法

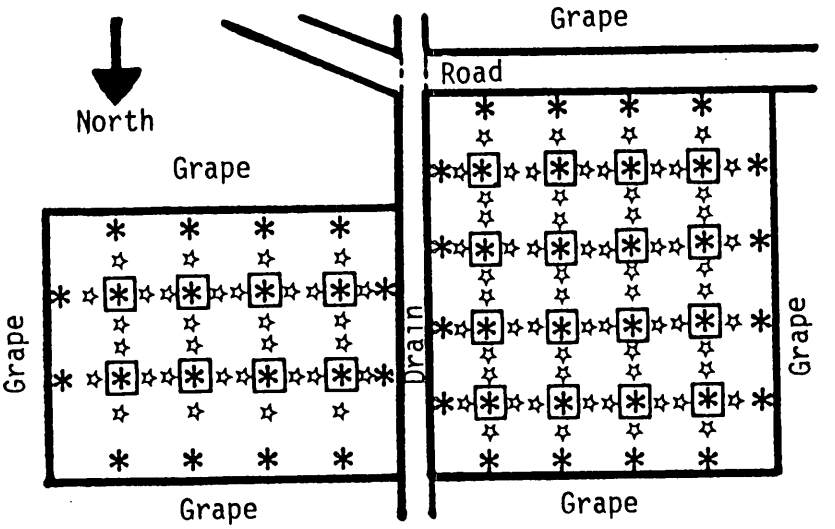
供試昆蟲及性費洛蒙合成品

試驗所需之花姬捲葉蛾採自彰化縣八卦山地區楊桃園，於25 ± 2℃，70 ± 10 % RH，及12小時光照期之養蟲室內，以人工飼料大量繁殖(4)，供作交尾率試驗所需蟲源。交配干擾試驗所需順-8-十二烯醇乙酸酯(Z-8-C_{12}OAc)購自美國Sigma公司，純度95%以上。將22.2或44.4 mg的Z-8-C_{12}OAc裝載於橡皮帽內(L 23 mm, ID 13 mm, OD 18 mm)或塑膠管內(L 15 cm, ID 1 mm, OD 2 mm)做成性費洛蒙干擾劑。

交配干擾試驗用楊桃園及性費洛蒙干擾劑之施放

利用性費洛蒙以交配干擾法防治花姬捲葉蛾之試驗，係於苗栗縣卓蘭鎮選定二處各約0.12及0.21ha的楊桃園進行試驗。第一塊試驗楊桃園四周均爲葡萄園(圖一)，第二塊試驗楊桃園四周則爲水稻、柑橘、葡萄及桃等作物(圖二)，二塊試驗楊桃園距離附近的楊桃園約爲2km以上，均屬較隔離的果園。

第一次試驗於1990年6月29日至9月7日及同年11月23日至1991年2月26日期間，在前述0.12ha的楊桃園內，以細銅線將含22.2及44.4mg Z-8-C_{12}OAc的橡皮帽繫掛於離地約2m的楊桃樹枝條上及鐵架上，使干擾劑均勻圍繞每株楊桃樹及果園四周(圖一)，本試驗施放干擾劑148點，共含有4.44g Z-8-C_{12}OAc。第二次試驗於1991年6月10日至8月23日及同年9月27日至12月17日期間，在前述0.21 ha的楊桃園內，以細銅線將含44.4 mg Z-8-C_{12}OAc的橡皮帽，繫掛於離地約2 m的楊桃樹枝條上及鐵架上，使干擾劑均勻圍繞每株楊桃樹及果園四周(圖二)，本試



圖一、第一次試驗Z-8-C_{12}OAc性費洛蒙干擾劑施放於楊桃園來防治花姬捲葉蛾之佈置圖。

Fig.1. Layout of sex pheromone disruptants placed in the carambola orchard for the control of *Eucosma notanthes*.(□ =trees, ☆ and * =22.2 and 44.4mg Z-8-C12OAc, disruptants totaled 4.44g in 0.12ha)

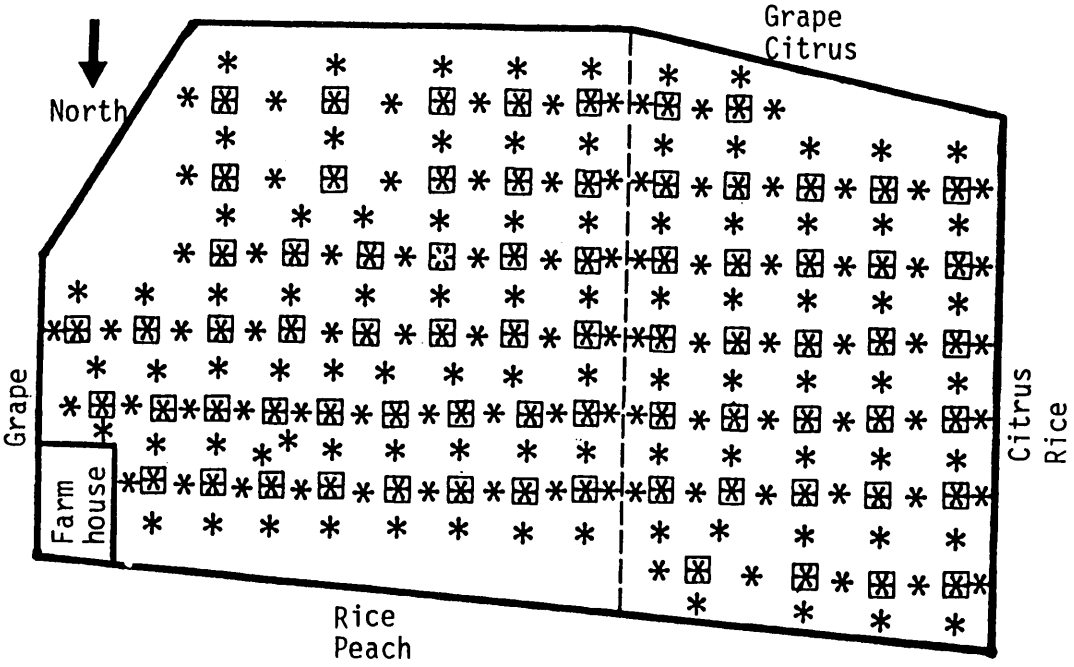
驗施效干擾劑244點，共含有10.38g Z-8-C12OAc。第三次試驗於1992年6月19日至11月27日期間，在前述0.21 ha的楊桃園內(圖二)，以細銅線將含44.4mg Z-8-C12OAc的塑膠管，繫掛於離地約2m楊桃樹枝條上及鐵架上，使干擾劑均勻圍繞每株楊桃樹及果園四周，本試驗施放干擾劑317點，共含有14.1g Z-8-C12OAc。第四次試驗於1993年7月16日至10月29日期間，在前述0.21 ha的楊桃園，如第三次試驗方法，進行同樣的交配干擾試驗。每一次試驗的果園於干擾劑施放期間完全不噴灑殺蟲劑，其他果樹栽培管理如套袋、剪枝及施肥等則照一般果園施行。另選定一處一般果農慣行施用殺蟲劑的楊桃園作爲對照組。

防治效果評估

1. 誘引抑制率：於性費洛蒙干擾劑處理楊桃園及另一無處理的對照楊桃園內，分別設置4個偵測用的性費洛蒙誘蟲器(6)，於試驗期間每週檢視記錄雄蟲誘捕數，再依(對照區誘蟲數－處理區誘蟲數)／(對照區誘蟲數)×100之公式換算成誘引抑制率。

2. 交尾抑制率：於處理及對照楊桃園內，分別設置10～20個50×50×50 cm的網籠，將網籠以粗棉繩吊高離地約1 m，每個網籠相距約5 m，並將2對1～2日齡花姬捲葉蛾雌、雄成蟲放入網籠內(處理區的網籠內另加置一個性費洛蒙干擾劑)，每週更新網籠內的雌、雄蟲，並將舊的雌、雄蟲攜回室內，解剖檢視雌蟲精包，以決定每週雌蟲交尾率，再依前述方法換算成交尾抑制率。

3. 果實被害率：試驗期間於處理及對照楊桃園內，每週逢機檢查100～300粒任意大小(第一及二次試驗)或果長3～



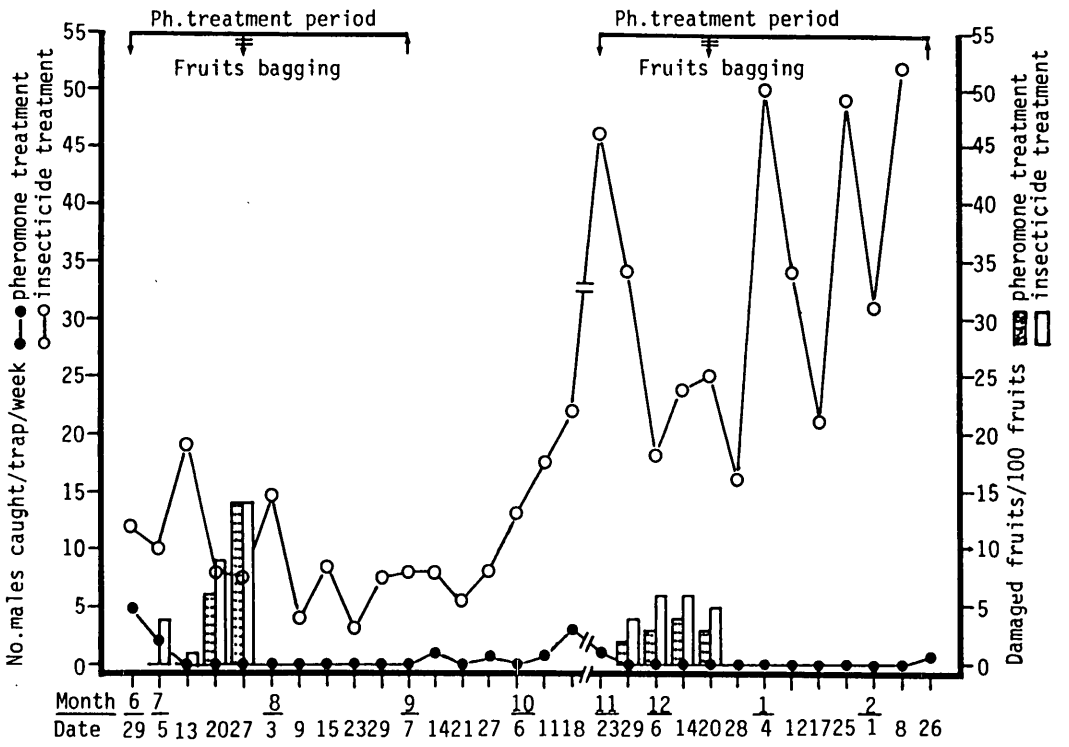
圖二、第二、三、四次試驗Z-8-C_{12}OAc性費洛蒙干擾劑施放於楊桃園來防治花姬捲葉蛾之佈置圖。

Fig.2. Layout of sex pheromone disruptants placed in the carambola orchard for the control of *Eucosma notanthes*.(□ =trees, * =44.4mg Z-8-C_{12}OAc, disruptants totaled 10.83-14.09 g in 0.21 ha)

4cm大小(第三及四次試驗)的楊桃果實，調查花姬捲葉蛾爲害情形，再換算成果實被害率。

結　　果

第一次交配干擾試驗，在0.12 ha楊桃園內施放148點共4.44 g的Z-8-C_{12}OAc干擾劑以防治花姬捲葉蛾之結果如圖三及表一。圖三顯示楊桃園內施放高劑量性費洛蒙干擾劑5個月期間，偵測用性費洛蒙誘蟲器僅2週(次)分別誘獲少量雄蟲，即於干擾劑施放後第1週誘獲雄蟲2.2隻，及干擾劑施放後第22週誘獲雄蟲0.5隻；其餘干擾劑施放期間，偵測用性費洛蒙誘蟲器完全未能誘獲雄蟲。推測在干擾劑施放後第1週可能因干擾劑剛施效不久，果園內性費洛蒙濃度尚未完全分散於全園內；而第22週可能因干擾劑施放已久，性費洛蒙濃度已未能繼續維持完全干擾誘引作用，致偵測誘蟲器尚能誘獲少量雄蟲外，其餘干擾劑施放期間，雄蟲對誘蟲器誘引作用完全被抑制(圖三)。比較處理與對照果園偵測用誘蟲器的誘蟲數，處理果園的誘引抑制率於施放干擾劑後5個月期間，維持在94.6～100％之間(表一)，顯示干擾劑對雄蟲受性費洛蒙誘引的干擾作用良好。比較處理及對照果園的雌蟲交尾率，發現處理區的雌蟲交尾抑制率每月平均介於62.5～77.8％之間(表一)。而



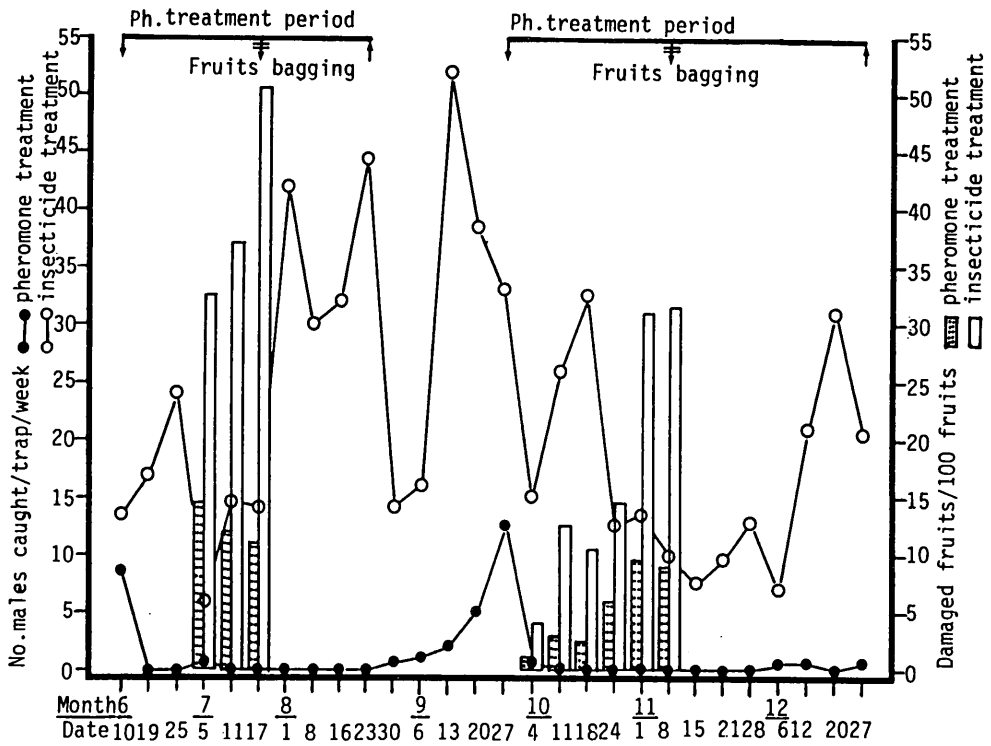
圖三、1990年以Z-8-C12OAc干擾劑處理及以傳統殺蟲劑處理之楊桃園內性費洛蒙誘蟲器誘捕蟲數及楊桃果實被害率之比較。

Fig.3. Catches of *Eucosma notanthes* with sex pheromone traps and infestation rates of carambola fruits by *E. notanthes* in the orchard treated with Z-8-C12OAc at the rate of 37 g/ha and in the insecticide-treated orchard in 1990.

處理區的楊桃果實被害率每月平均介於3～5％，較一般藥劑防治區減少被害率達28.6～43.4％(表一)。

第二次交配干擾試驗，在0.21 ha楊桃園內施放244點共10.83g的Z-8-C12OAc干擾劑以防治花姬捲葉蛾之結果如圖四及表二。圖四顯示楊桃園內施放高劑量性費洛蒙干擾劑5個月期間，偵測誘蟲器有5週(次)分別誘獲少量的雄蟲，即於干擾劑施放後第3週及第10週(第二次施放後第1週)分別誘獲雄蟲0.3及0.5隻，及第19、20及22週分別誘獲雄蟲0.3、0.3及0.5隻。推測本次干擾劑施放期間偵測誘蟲器能夠誘獲少量的雄蟲之原因如同第一次試驗者。其餘干擾劑施放期間，偵測誘蟲器完全無法誘獲雄蟲，亦即雄蟲對誘蟲器誘引作用完全被抑制(圖四)。比較處理與對照果園偵測用誘蟲器的誘蟲數，處理果園的誘引抑制率於施放干擾劑後5個月期間，維持在98.6～100％之間(表二)，顯示干擾劑對雄蟲受性費洛蒙誘引的干擾作用良好。比較處理及對照果園的雌蟲交尾率，發現處理區的雌蟲交尾抑制率每月平均介於48 .0～96.3％之間(表二)。另處理區的楊桃果實被害率每月平均介於2.9～62.2％之間，較一般藥劑防治區減少被害率爲10.8～71.6％(表二)。

第三次交配干擾試驗，在0.21 ha楊桃園內施放317點共14.1g的Z-8-C12OAc干擾劑以防治花姬捲葉蛾之結果如圖五及



圖四、1991年以Z-8-C_{12}OAc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楊桃果實被害率之比較。

Fig.4. Catches of *Eucosma notanthes* with sex pheromone traps and infestation rates of carambola fruits by *E. notanthes* in the orchard treated with Z-8-C_{12}OAc at the rate of 51.6 g/ha and in the insecticide-treated orchard in 1991.

表三。圖五顯示楊桃園內施放高劑量性費洛蒙干擾劑3個月期間，偵測誘蟲器每週誘獲雄蟲數介於0～3.8隻之間；惟於施放干擾劑後第4、5個月期間，偵測誘蟲器每週誘獲雄蟲數有逐漸增加現象，每週誘蟲數介於5.3～26.3隻之間。推測本次試驗干擾劑使用的載體(Dispenser or carrier)爲塑膠管，於果園內施放3個月後，性費洛蒙濃度已未能繼續維持干擾誘引作用所致。比較處理與對照果園偵測用誘蟲器的誘蟲數，處理果園的誘引抑制率於施放干擾劑後第1至第3個月期間，維持在88.5～91.2％之間；施放干擾劑後第4及5個月，其誘引抑制率分別降爲59.8及71.7％(表三)。比較處理與對照果園的雌蟲交尾率，發現處理區的雌蟲交尾抑制率於施放干擾劑3個月期間，維持在50.4～68.4％之間；施放干擾劑後第4及5個月，其雌蟲交尾抑制率分別降爲25.7及23.3％(表三)。另處理區的楊桃果實被害率每月平均介於0.6～7.2％之間，較一般藥劑防治區減少被害率爲68.7～89.0％(表三)。

第四次交配干擾試驗，在0.21 ha楊桃園內施放317點共14.1g的Z-8-C_{12}OAc干擾劑以防治花姬捲葉蛾之結果如圖六及表四。圖六顯示楊桃園內施放高劑量性費洛蒙干擾劑1.5個月期間，偵測誘蟲器每週誘獲雄蟲數介於0～1.3隻之間；惟於施放干擾劑後第3、4個月期間，偵測誘

表一、Z-8-C12OAc干擾劑對楊桃花姬捲葉蛾之防治效果

Table 1. Control effect of Z-8-C12OAc disruptants on *Eucosma notanthes* in carambola orchard[1)]

Period of experiment	Attraction inhibition(%)	Mating(%) inhibition	Damaged fruits reduction(%)[2)]
1st treated period			
1st month	94.6	—	28.6(5.0/7.0)
2nd month	100	69.2	—
After treatment			
1st month	96.5	—	—
2nd month	95.1	—	—
2nd treated period			
1st month	100	62.5	43.4(3.0/5.3)
2nd month	100	77.8	—
3rd month	99.8	—	—
After treatment			
1st month	100	—	—

[1)] Totaled 148 rubber septa contained 22.2 or 44.4mg of Z-8-C12OAc were applied at the rate of 37 g/ha from June 29 to Sept. 7, 1990 and from Nov. 23, 1990 to Feb. 26, 1991.

[2)] Numbers in parenthesis mean damaged fruit rates in orchards treated with pheromone and with insecticide, respectively.

表二、Z-8-C12OAc干擾劑對楊桃花姬捲葉蛾之防治效果

Table 2. Control effect of Z-8-C12OAc disruptants on *Eucosma notanthes* in carambola orchard[1)]

Period of experiment	Attraction inhibition(%)	Mating(%) inhibition	Damaged fruits reduction(%)[2)]
1st treated period			
1st month	99.5	48.0	61.7(13.2/34.5)
2nd month	100	50.5	15.8(33.5/39.8)
After treatment			
1st month	85.7	—	25.5(8.2/11.0)
2nd treated period			
1st month	99.4	52.7	71.6(2.9/10.2)
2nd month	100	96.3	43.4(24.0/42.4)
3rd month	98.6	63.4	10.8(62.2/69.7)
After treatment			
1st month	73.8	38.5	0 (60.2/51.8)

[1)] Totaled 286 rubber septa contained 44.4mg of Z-8-C12OAc were applied at the rate of 51.6 g/ha from June 10 to Aug. 23 and from Sept. 27 to Dec. 27, 1991.

[2)] Footnote same as Table 1.

表三、Z-8-C12OAc干擾劑對楊桃花姬捲葉蛾之防治效果

Table 3. Control effect of Z-8-C12OAc disruptants on *Eucosma notanthes* in carambola orchard [1)]

Period of experiment	Attraction inhibition(%)	Mating(%) inhibition	Damaged fruits reduction(%)[2)]
1st month before treatment	0	0	—
Treated period			
1st month	88.5	68.4	71.9(1.6/5.7)
2nd month	93.7	59.2	89.0(0.6/5.0)
3rd month	91.2	50.4	—
4th month	59.8	25.7	—
5th month	71.7	23.3	68.7(7.2/23.0)
1st month after treatment	41.9	22.3	—

[1)] Totaled 317 PE tubes contained 44.4 mg of Z-8-C12OAc were applied at the rate of 67.1 g/ha from June 19 to Nov. 27, 1992.

[2)] Footnote same as Table 1.

表四、Z-8-C_{12}OAc干擾劑對楊桃花姬捲葉蛾之防治效果

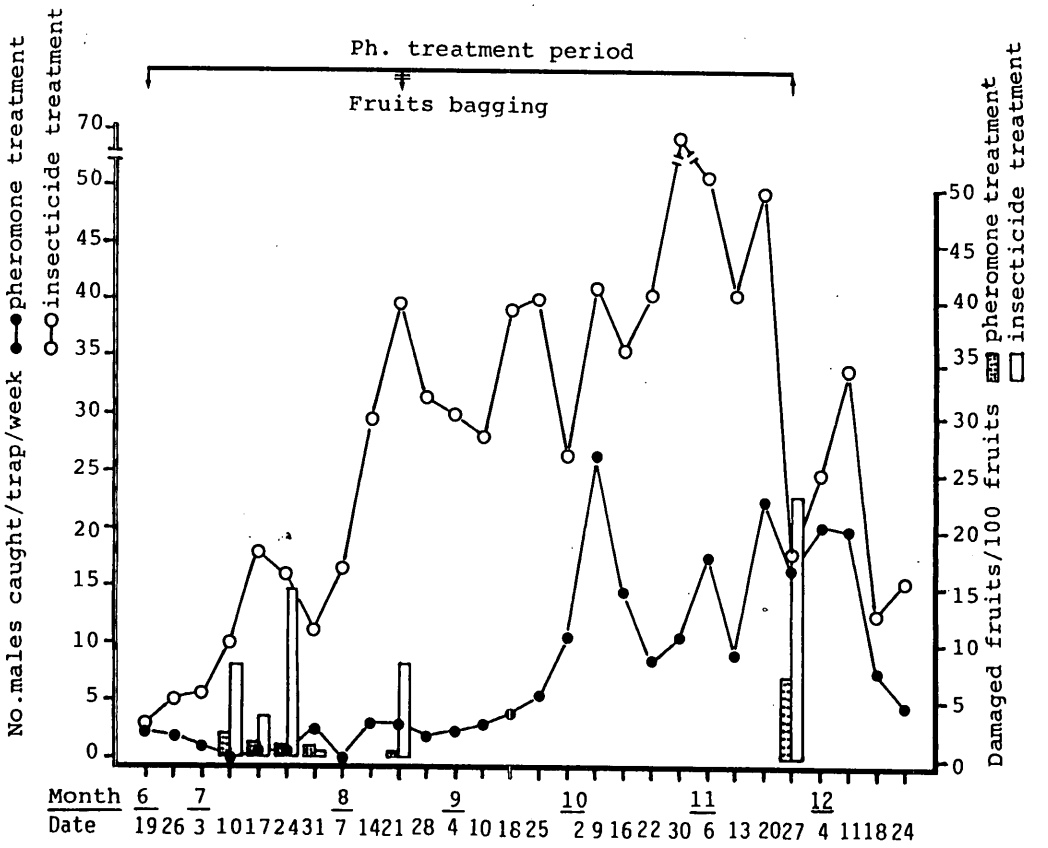
Table 4. Control effect of Z-8-C_{12}OAc disruptants on *Eucosma notanthes* in carambola orchard [1)]

Period of experiment	Attraction inhibition(%)	Mating(%) inhibition	Damaged fruits reduction(%)[2)]
1st month before treatment	14.9	0	25.0(0.3/0.4)
Treated period			
1st month	98.8	62.1	41.7(0.7/1.2)
2nd month	67.4	41.8	—
3rd month	45.5	46.4	—
4th month	46.5	18.3	—
1st month after treatment	33.3	9.7	33.3(1.6/2.4)

[1)] Totaled 317 PE tubes contained 44.4 mg of Z-8-C12OAc were applied at the rate of 67.1 g/ha from July 16 to Oct. 29, 1993.

[2)] Footnote same as Table 1.

蟲器每週誘獲雄蟲數有增加現象，每週誘蟲數介於 8.5 ～ 53.3 隻之間。推測本次試驗干擾劑使用的載體爲塑膠管，於果園內施放 2 個月後，性費洛蒙濃度已未能繼續維持干擾誘引作用所致。比較處理與對照果園偵測用誘蟲器的誘蟲數，處理果園的誘引抑制率於施放干擾劑後第 1 個月爲 98.8 %，第 2 個月則爲 67.4 %，第 3 及 4 個月分別降爲 45.5 及 46.5 % (表四)。比較處理與對照果園的雌蟲交尾率，發現處



圖五、1992年以Z-8-C12OAc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楊桃果實被害率之比較。

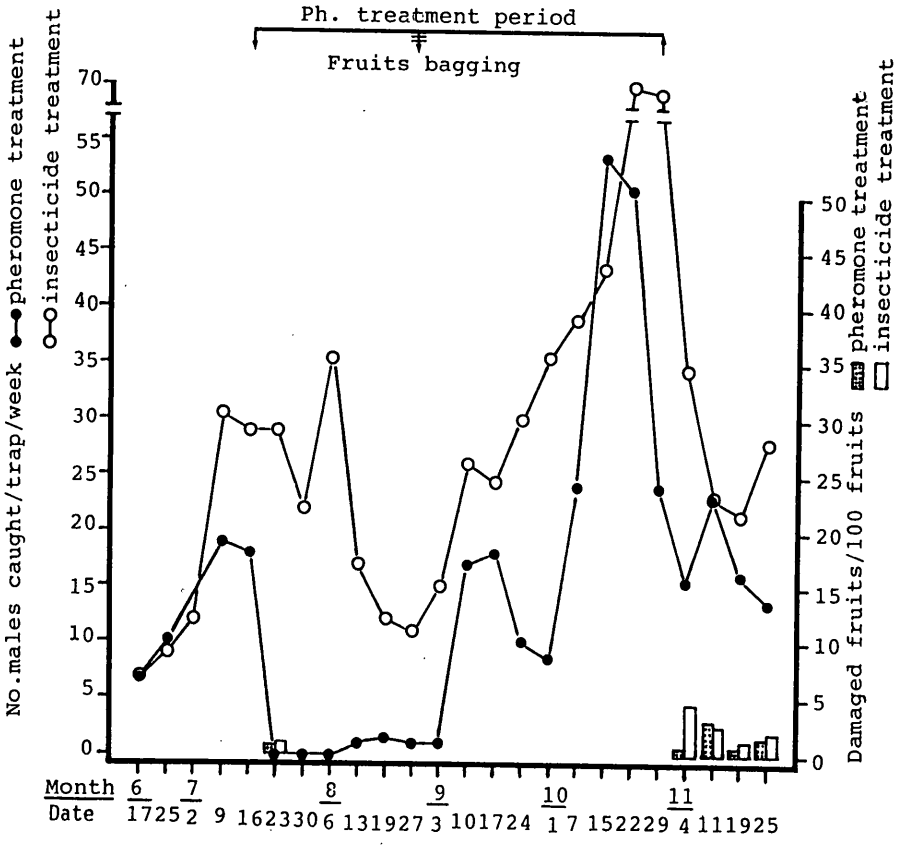
Fig.5. Catches of *Eucosma notanthes* with sex pheromone traps and infestation rates of carambola fruits by *E. notanthes* in the orchard treated with Z-8-C12OAc at the rate of 67.1 g/ha and in the insecticide-treated orchard in 1992.

理區的雌蟲交尾抑制率於施放干擾劑3個月期間，維持在41.8～62.1％之間；施放干擾劑後第4個月，其雌蟲交尾抑制率則降爲18.3％(表四)。另處理區的楊桃果實被害率於施放干擾劑後第1個月及干擾劑撤走後第1個月分別爲0.7及1.6％，較一般藥劑防治區減少被害率分別爲41.7及33.3％(表四)。

討　　論

當性費洛蒙干擾劑於果園施放後，立即對果園內花姬捲葉蛾雄蛾產生誘引抑制作用，致性費洛蒙誘蟲器誘獲雄蟲的數目遽減，甚至達0隻的程度。但當性費洛蒙干擾劑自果園撤走後，果園內花姬捲葉蛾不再受到干擾劑的抑制作用，致性費洛蒙誘蟲器誘獲雄蟲的數目逐漸增加，但誘蟲數仍較未處理的對照果園爲少，推測因處理果園內仍殘留高濃度的性費洛蒙，產生部份誘引抑制作用，且亦產生部份交尾抑制作用。

性費洛蒙干擾劑於果園施放後，可對果園內花姬捲葉蛾雌、雄蛾間之交尾傳訊系統產生干擾或阻礙作用，減少楊桃果實遭受已交尾雌蛾產卵爲害的機率，使處理



圖六、1993年以Z-8-C12OAc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楊桃果實被害率之比較。

Fig.6. Catches of *Eucosma notanthes* with sex pheromone traps and infestation rates of carambola fruits by *E. notanthes* in the orchard treated with Z-8-C12OAc at the rate of 67.1 g/ha and in the insecticide-treated orchard in 1993.

果園楊桃被害率可維持較對照果園爲低的百分率。第一及二次試驗時，調查果實被害率係不分果實大小採逢機取樣方法，致調查所得果實被害率有累積效果，即果實被害率逐週有增加現象(圖三及四)，惟處理果園的果實被害率仍較對照果園爲低。楊桃果實大小成長達5～6 cm長時，果農對未受害的楊桃多行套袋保護，故留存在樹上的果實多爲被害果，此亦爲試驗後期調查果實的被害率有偏高現象之因。第三及四次試驗時，調查果實被害率改爲僅逢機取樣3～4 cm大小的楊桃果實，因不會對前次已被調查過的果實重複再調查，故較能反映調查當時果實被害百分率，故試驗後期調查果實的被害率較無偏高現象(圖五及六)，惟常會遇到無適當大小果實可調查的情形。

第一次試驗的楊桃果園四周爲廣大的葡萄園所圍繞故屬較隔離，且該園花姬捲葉蛾族群密度亦較低，施放性費洛蒙干擾劑量較低(37g/ha)，干擾劑施放後第5個月的誘引抑制率爲99.8％，干擾劑撤走後第1個月誘引抑制率仍爲100％；交尾抑制率在干擾劑施放後第4個月仍爲77.8％(表一)。第二次試驗的果園花姬捲葉蛾族群密度由偵測用誘蟲器之誘蟲數，知其較

第一次試驗者爲高，且參考多數性費洛蒙干擾劑施用成功的文獻，干擾劑施用劑量約爲 40 ～ 80 g/ha，故本次試驗干擾劑施用量提高爲 51.6 g/ha。干擾劑施放後第 5 個月的誘引抑制率爲 98.6 %，干擾劑撤走後第 1 個月誘引抑制率仍爲 73.8 %。交尾抑制率在干擾劑施放後第 5 個月仍爲 63.4 %，撤走後第 1 個月則降爲 38.5 %。處理果園果實被害率在干擾劑施放後第 5 個月雖達 62.2 %，此係累積效果，但與對照果園相較仍減少被害率爲 10.8 %（表二）。

第三及四次試驗性費洛蒙干擾劑的載體由橡皮帽改爲塑膠管，推測性費洛蒙以塑膠管裝載的揮發速率較橡皮帽者爲大，致其持效性較短 (5)。第三及四次試驗干擾劑施放量稍微提高爲 67.1g/ha，第三次試驗干擾劑施用後第 3 個月誘引抑制率爲 91.2 %，交尾抑制率爲 50.4 %；但第 4 個月誘引抑制率則降爲 59.8 %，交尾抑制率亦降爲 25.7 %。惟在第 5 個月處理果園果實被害率仍維持低百分率爲 7.2 %，較對照果園減少被害率爲 68.7 %（表三）。第四次試驗干擾劑施用後第 3 個月誘引抑制率爲 45.5 %，交尾抑制率爲 46.4 %；但第 4 個月誘引抑制率則爲 46.5 %，交尾抑制率僅爲 18.3 %。惟在撤走干擾劑後第 1 個月，處理果園果實被害率僅 1.6 %，較對照果園減少被害率爲 33 .3 %（表四）。

綜合上述四次交配干擾試驗結果，推測性費洛蒙以橡皮帽當載體，其持效性約爲 5 個月，在此期間其誘引抑制率約爲 94.6 ～ 100 %，交尾抑制率約爲 48.0 ～ 96.3 %。性費洛蒙干擾劑使用塑膠管當載體，其持效性約爲 3 個月，在此期間其誘引抑制率約爲 45.5 ～ 98.8 %，交尾抑制率約爲 41.8 ～ 68.4 %。橡皮帽雖具緩釋效果，惟其成本亦較貴，將來實際應用時，干擾劑的載體有待斟酌或改進。至於干擾劑施用對楊桃保護成效與傳統殺蟲劑的防治效果相同，如將四次試驗結果中處理區與對照區的果實被害率以 t-test 檢驗兩者差異之顯著性，結果顯示干擾劑施放後第 1 個月處理區與對照區的果實被害率分別爲 4.4 ± 4.5 及 10.7 ± 12.0 %（n=6），彼此間無顯著性差異；干擾劑施放後第 2 個月處理區與對照區的果實被害率分別爲 19.4 ± 16.9 及 29.1 ± 20.9(n=3)，彼此間亦無顯著性差異。因此，干擾劑施用確具保護楊桃免於花姬捲葉蛾爲害之作用，可使處理果園維持低果實被害率，有時果實被害率偏高，但仍較傳統施用殺蟲藥劑的對照果園之果實被害率爲低。

理論上施用性費洛蒙干擾劑，使田間 50 %雌性成蟲終生未能交尾而產卵爲害，即與施用農藥的殺蟲率 50 %的防治效果相當（假設農藥對蛀蟲類害蟲的卵、幼蟲及蛹僅具微小殺傷力）。田間藥劑防治試驗顯示，殺蟲劑每週施藥一次，連續施藥四～五次，其防治率約爲 55.2～71.4 %(7)。施用性費洛蒙干擾劑即可獲得前述相似的防治效果，且其持效性可長達 3 ～ 5 個月。以往花姬捲葉蛾性費洛蒙 Z-8-C_{12} OAc 價格昂貴，每公克價格約 NT $ 3,000 ～ 4,000 元，如今 Z-8-C_{12}OAc 已可簡單大量生產，如以公斤單位購買，則每公克價格僅約 NT $ 200 元，每公頃楊桃園施用 Z-8-C_{12}OAc 50g 之性費洛蒙成本約 10,000 元，其防治效果可維持 3 ～ 5 個月；如果施用殺蟲劑，目前果農常每週施藥 2 次，3 個月期間共需施藥 24 次，每公頃施用殺蟲劑之藥劑成本約 48,000 元，而兩者的防治效果相當。

再考慮花姬捲葉蛾屬寡食性害蟲，其飛行分散能力有限，在臺灣主要爲害楊桃，是楊桃的關鍵害蟲，於楊桃果實任何大小均可產卵蛀食爲害等特性，且楊桃又屬高經濟作物，因此很適宜利用性費洛蒙來偵測、誘殺及防治楊桃花姬捲葉蛾。本研究連續四年於楊桃果實生育期及花姬捲葉蛾發生高峰期進行多次試驗，雖然由於

每次試驗期間田間花姬捲葉蛾族群密度高低不同，致利用干擾劑防治該蟲的成效亦有所變異，但是施放干擾劑的果園，其果實被害率均較對照區者爲低，顯示干擾劑確有其一定程度的防治成效。以干擾劑來防治害蟲的作用機制並不是像殺蟲劑直接毒殺害蟲，而是阻礙害蟲的交尾行爲，其防治成效常受許多因素的影響而呈現不一致性，較不易獲得農民的信賴。因此，利用性費洛蒙 Z-8-C_{12}OAc 來防治花姬捲葉蛾頗具應用潛力，將來如能對干擾劑的載體劑型做更深入的研究，發展容易施放及具緩釋的干擾劑，再進行更廣泛及大面積的田間防治試驗，取得更確實的防治成效，讓農民更具信心，則性費洛蒙或可取代殺蟲劑來防治花姬捲葉蛾。另外，在過渡時期，性費洛蒙可與農藥及套袋綜合應用，即於楊桃開花時期立刻施放性費洛蒙干擾劑，同時懸掛偵測用性費洛蒙誘蟲器監測花姬捲葉蛾發生狀況及干擾劑干擾效果，再視誘蟲器誘捕蟲數決定是否需要加施殺蟲劑，待果實長大至5～6cm可行套袋時則行套袋保護果實，如此，將可大大減少殺蟲劑施用次數甚至不用殺蟲劑，可降低生產成本，且使楊桃害蟲防治更具安全性。

謝　　辭

本研究承行政院農業委員會計畫82科技－1.3－糧－23(26)、83科技－1.3－糧24(29)及84科技－1.3－糧－15(3)補助經費，本所江碧媛、陳美華、劉嘉慧及陳菊芬小姐協助試驗及謄打文稿，謹此一併誌謝。

引用文獻

1. 中村和雄、玉木佳男　1983　性フェロモンと害蟲防除－實驗と效用。古今書院 202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　1988　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. 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。
5. 黃振聲、洪巧珍、羅致逑、洪銘德 1987　楊桃花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉蛾之性誘引劑。植保會刊 29: 321-323。
6. 黃振聲、洪巧珍　1994　楊桃花姬捲葉蛾性誘引劑型及誘蟲器開發。植保會刊 36: 31-40。
7. 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: 219-220。
8. 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。
9. Bartell, R. J. 1982. Mechanism of communication disruption by pheromone in the control of Lepidoptera: a review. Physiol. Entomol. 7: 353-364.
10. Beroza, M. 1960. Insect attractants are taking hold. Agri. Chem. 15: 37-40.
11. Beroza, M., and Knipling, E. F. 1972. Gypsy moth control with the sex attractant pheromone. Science 171: 19-27.
12. Beroza, M., 1976. Pest management with sex pheromone. ACS. Series 23, Washington D. C., 192 pp.
13. El-Adl, M. A., Hosny, M. M., and Campion, D. G. 1988. Mating disruption for the control of pink bollworm *Pectinophora gossypieella* (Saunders) in the delta cotton growing area of Egypt. Tropical Pest Management 34:

210-214.

14. Kanno, H., and Tstsuki, S. 1980. Disruption of sex pheromone communication in the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* Walker, with sex pheromone components and their related analogues. Appl. Entomol. Zool. 15: 465-473.
15. Mitchell, E. R. 1975. Disruption of pheromonal communication among coexistent pest insects with multichemical formulations. Bioscience 25: 493-499.
16. Moffitt, H. R., and Westigard, P. H. 1984. Suppression of the codling moth population on pear in southern Oregon through mating disruption with sex pheromone. J. Econ. Entomol. 77: 1513-1519.
17. Ohbayashi, N., Shimizu, K., and Nagata, K. 1992. Control of diamondback moth using synthetic sex pheromones, pp.99-104. In N.S. Talekar (ed.) Diamondback moth and other crucifer pests: Proceedings of the second international workshop, December 10-14, 1990, AVRDC, Tainan, Taiwan, R.O.C.
18. Ohno, T., Asayama, T., and Ichikawa, K. 1990. Evaluation of communication disruption method using synthetic sex pheromone to suppress diamondback moth infestation, pp.109-114. In N. S. Talekar(ed.) Diamondback moth and other crucifer pests: Proceedings of the second international workshop, December 10-14, 1990, AVRDC, Tainan, Taiwan, R.O.C.
19. Ridgway, R. L., Silverstein, R. M., and Inscoe, M. N. 1990. Behavior-modifying Chemicals for insect management. Marcel Dekker Inc., New York, 761pp.
20. Vickers, R. A., Rothschild, G. H. L., and Jones, E. L. 1985. Control of the oriental fruit moth, *Cydia molesta* (Busck) at a district level by mating disruption with synthetic female pheromone. Bull. Entomol. Res. 75: 625-634.
21. Wakamura, S., and Takai, M. 1990. Control of the beet armyworm in open fields with sex pheromone, pp.115-125. In N. S. Talekar(ed.) Diamondback moth and other crucifer pests: Proceedings of the second international workshop, December 10-14, 1990, AVRDC, Tainan, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Hwang, J. S., and Hung, C. C. 1997. Mating disruption for the control of carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick, with synthetic sex pheromone. Plant Prot. Bull. 39: 159-164. (Biopesticide Department, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 413, R.O.C.)

The feasibility of synthetic sex pheromone as a mating disruptant for the control of carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick, was studied under field conditions. Two formulations of rubber septum and polyethylene tube loaded with 44.4mg Z-8-dodecenyl acetate were applied once during the fruiting season at the rate of 37, 51.6 and 67.1 g/ha in the isolated carambola orchards. Control effects were evaluated by comparisons of the numbers of male moths trapped in sex pheromone traps, the mating rate of paired male and female moths in net-box , and the infestation rate of fruits in pheromone-treated and in insecticide-treated orchards. Results showed that when the disruptant of rubber septum was applied, its potency lasted for ca. five months, the attraction inhibition, mating inhibition, and the damaged fruit reduction were 94.6-100, 48.0-96.3, and 10.8-71.6%, respectively, compared with the insecticide-treated orchard. When the disruptant of polyethylene tube was applied, its potency lasted for ca. three months, the attraction inhibition, mating inhibition, and the damaged fruit reduction were 45.5-98.8, 41.8-68.4, and 41.7-89.0%, respectively, compared with the insecticide-treated orchard. These results revealed that the permeation of synthetic sex pheromone in the field could be a novel , effective, and secure method for the control of *E. notanthes*.

(Key words: carambola, *Eucosma notanthes*, sex pheromone, Z-8-dodecenyl acetate, mating disruption)