

荔枝細蛾(*Conopomorpha sinensis*)性誘引劑 配方之研發

洪巧珍^{1*} 洪銘德² 王文龍¹

¹ 台中縣霧峰鄉 行政院農委會農業藥物毒物試驗所生物藥劑組

² 台中縣霧峰鄉 行政院農委會農業藥物毒物試驗所農藥化學組

(接受日期：2006年9月13日)

摘 要

洪巧珍*、洪銘德、王文龍 2006 荔枝細蛾(*Conopomorpha sinensis*)性誘引劑配方之研發 植保會刊 48 : 189 – 202

以荔枝細蛾(*Conopomorpha sinensis* Bradley)近緣種之可可細蛾(*C. cramerella* (Snellen))性費洛蒙的五種成分，I：乙酸反,順,順-4,6,10-十六三烯酯(*E,Z,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl acetate, *E,Z,Z*-4,6,10-16:Ac)、II：乙酸反,反,順-4,6,10-十六三烯酯(*E,E,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl acetate, *E,E,Z*-4,6,10-16:Ac)、III：反,順,順-4,6,10-十六三烯醇(*E,Z,Z*-4,6,10-hexadecatrieny-1-ol, *E,Z,Z*-4,6,10-16:OH)、IV：反,反,順-4,6,10-十六三烯醇(*E,E,Z*-4,6,10-hexadecatrien-1-ol, *E,E,Z*-4,6,10-16:OH)及V：正十六醇(*n*-hexadecyl alcohol, 16:OH)等，配製成多種配方。以六角型木質轉盤進行生物檢定及田間誘蟲試驗，研發有效誘引荔枝細蛾之配方。結果顯示，配方 I/II=35~97/65~3 或 III/IV=97.5~50/2.5~50，對荔枝細蛾不具誘引性；配方 I/II 混合 III/IV 成分，顯著增加對荔枝細蛾之誘引性，但當 II 成分佔成分 I 的 50%以上時，會顯著降低誘引效果。配方 I/II/III/IV/V= 65/35/35/15/0、92/8/46/4/0、100/0/15/10/0、92/8/4/6/10、92/8/46/4/100，對荔枝細蛾具較佳之誘蟲效果。測試五種不同載體及不同劑量之誘餌，對荔枝細蛾之誘蟲效果，以 0.1 mg 裝載於塑膠微管者，最為經濟有效。

(關鍵詞：荔枝細蛾、性誘引劑)

* 通訊作者。E-mail: hccjane@tactri.gov.tw

緒 言

荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn) 及龍眼 (*Dimocarpus longan* (Lour.) Steud.) 為台灣的經濟果樹，目前栽植面積分別達 12,150 及 12,241 公頃⁽¹⁾。此兩種果品屬台灣加入世界貿易組織後較具競爭力的果品種類之一⁽²⁾。危害荔枝與龍眼的害蟲種類相似，其中以荔枝細蛾的危害，為造成荔枝與龍眼大量落果主要原因之一，直接影響荔枝與龍眼的產量與品質^(5, 8)。荔枝細蛾 (*Conopomorpha sinensis* Bradley) 屬鱗翅目、細蛾科 (Lepidoptera: Gracillariidae)，分佈於泰國、尼泊爾、印度、香港、廣東、廣西、福建、台灣等地區，其寄主植物包括荔枝、龍眼、決明 (*Cassia tora* L.)、董寶蓮 (*Syzygium jambos* (L.) Alston)、蒲桃 (*Syzygium malaccense* Merr.) 等熱帶果樹^(7, 17)。果樹營養期，荔枝細蛾產卵於荔枝、龍眼之嫩稍及嫩葉上，孵化幼蟲潛食葉肉；結果期間，荔枝細蛾產卵於果皮上，孵化幼蟲蛀入種仁內取食，中果期後則由果實蒂部蛀入，致果實內含蟲糞並致落果，嚴重影響荔枝、龍眼果品的品質與產量^(4, 9, 11, 12, 15, 18)。

荔枝細蛾的防治方法，以藥劑防治為主，經田間藥效試驗及室內毒效測試顯示，一般殺蟲劑對荔枝細蛾均有毒殺作用，惟各藥劑對荔枝細蛾的毒性具有差異，以除蟲菊類藥劑對荔枝細蛾防治效果較佳^(3, 10)。殺蟲劑防治時期亦影響田間防治效果，於荔枝謝花結小果時即開始施藥，可獲得較好的防治效果⁽¹⁰⁾。由於施用殺蟲劑防治害蟲，有果品農藥殘留之虞，同時，長期施用藥劑對生態亦造成重大衝擊，因而擬研發荔枝細蛾性誘引劑，作為監測及大量誘殺荔枝細蛾之用。

Beevor 等學者於 1986 年，鑑定荔枝細蛾近緣種之可可細蛾的性費洛蒙組成分，發現其含五種成分，包括 I：乙酸反,順,順

-4,6,10- 十六三烯酯 (*E,Z,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl acetate, *E,Z,Z*-4,6,10-16:Ac)、II：乙酸反,反,順-4,6,10-十六三烯酯 (*E,E,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl acetate, *E,E,Z*-4,6,10-16:Ac)、III：反,順,順-4,6,10-十六三烯醇 (*E,Z,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl-1-ol, *E,Z,Z*-4,6,10-16:OH)、IV：反,反,順-4,6,10-十六三烯醇 (*E,E,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl-1-ol, *E,E,Z*-4,6,10-16:OH) 及 V：正十六醇 (n-hexadecyl alcohol, 16:OH) 等，經田間誘蟲試驗，顯示以 I/II/III/IV/V=40/60/4/6/10 為可可細蛾之最佳誘蟲配方⁽¹⁶⁾。1996 年黃等學者，比較 I/II=40/60、III/IV=40/60、V 及 I/II/III/IV/V = 40/60/4/6/10 等不同配方，對台灣荔枝細蛾之誘引性，結果以含五種組成分配方者，較具誘蟲效果⁽¹³⁾，顯示荔枝細蛾性費洛蒙成分可能與可可細蛾類似。因此，本研究在進一步探討可可細蛾五種合成性費洛蒙之配比，對荔枝細蛾誘引性之影響，以期研發穩定有效的配方，提供農政單位及果農參考使用。

材料與方法

試驗蟲源

本試驗蟲源採自南投縣之荔枝園，依洪、黃之方法⁽³⁾，於荔枝及龍眼果實生育期，撿拾地面落果，攜回試驗室後，將落果散置於墊有報紙之塑膠籃內 (長、寬、高為 32、25、及 9 cm)。於室溫 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ， $70 \pm 5\%$ RH 條件下，每 1 - 2 日，收集在報紙上結繭之荔枝細蛾蛹體，以單隻分置於指型玻璃管中。待成蟲羽化，分別雌、雄蛾，置於充氣塑膠袋中，餵食 5% 蜜水，經 2 日後，取雄蛾供作生物檢定試驗之蟲源。

化合物來源、純度、配製與分析

如前 Beevor 所發表之可可細蛾性費洛

蒙五種組成成分成品。購自荷蘭 Chemtech B. V.公司，包括有 I/II=67.7/32.3(純度 95%)、I/II= 65.1/34.9(純度 91%)、III/IV=92/8(純度 95%)、III/IV=69.6/30.4(純度 91%)等；購自荷蘭 Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek 公司者有 I/II=>99.9/0(純度 85%)、III/IV=97.5/2.5(純度 82.1%)等；由本所農藥化學組合成者有 I/II=92/8(純度 92%)、I/II=80.9/19.1(純度 87.7%)、I/II=89/11(純度 90%)、III/IV=89.5/10.5(純度 90%)等；由靜宜大學應用化學系合成者有 I/II=32.5/67.5(純度 84.5%)、I/II=28/72(純度 73%)、I(純度 39.1%)；III/IV=50.4/49.6(純度 74%)等。

配製時將配好之不同比例配方費洛蒙成分以 1 mg 量加入 1 ml 之 n-hexane 中，置於-19℃冰櫃中貯藏供作配方成分分析及生物檢定用。分析時，以微針吸取 1 μ l 以 GC 分析。分析性費洛蒙成分之氣相色層分析儀器為 HP5890A GC (FID)，分析管柱為 DB-Wax 之毛細管柱(60 m \times 0.25 mm-ID \times 0.25 μ m film thickness fused silica capillary column)。儀器設定條件為以氮氣(N₂)當攜帶氣體，流速為 0.96 ml/min，管柱溫度為 100℃ 持續 1 分鐘，再以每分鐘升溫 8℃，直至 240℃ 時再維持 3 分鐘。注入器及檢出器的溫度設定分別為 240 及 250℃。經確認成分後，再進行以下六角型轉盤生物檢定及田間誘蟲試驗。

六角型轉盤生物檢定法

六角型轉盤生物檢定法之設計，係參考花姬捲葉蛾(*Cydia notanthes* Meyrick)性費洛蒙檢定方法⁽⁶⁾，於溫度 25 \pm 2℃、70 \pm 5% RH 及 12 小時光照周期之走入式生長箱或自然條件下之實驗室中進行。試驗時，將邊長 50 cm 及高 50 cm 之六角型木質網箱內部以水噴濕後，放入 2-5 日齡雄蟲 50-100 隻。於底部邊緣平均置放處理用之直徑 5 cm 玻璃培養皿，其上置放 6 \times 6

cm² 黏膠板，黏膠板中間放含費洛蒙成分 20 μ g 之直徑 0.3 cm 棉球一個。由於荔枝細蛾交尾發生於暗後 7-10 hr^(4, 14)，因此本試驗約於下午約 4:00 釋放雄蟲，經一晚後，於翌日早上 9:00 觀察記錄誘蟲數。每次試驗均含有空白黏膠板作為對照。試驗所得誘蟲數換算為百分率，經 $\sin^{-1}\sqrt{x}$ 轉值，行變方分析及鄧肯氏測驗比較各處理之差異性。分別進行下列生物檢定試驗：

(一)外購成分對荔枝細蛾之誘引性試驗

比較外購成分 (Chemtech B.V.) 含 I/II=65/35、I/II=68/32、III/IV=92/8、III/IV=70/30 等成分對荔枝細蛾之誘蟲活性。本試驗以空白黏膠板為對照組。4 重複。

(二)成分 III 及 IV 對荔枝細蛾誘引性影響試驗

以國內合成品及外購合成品調製多種配方探討成分 III 及 IV 對荔枝細蛾誘引性之影響，分別比較 A. I/II/III/IV=65/35/0/0、68/32/0/0、65/35/18/2、65/35/14/6；B. I/II/III/IV=65/35/18/2、65/35/14/6、65/35/25/5、65/35/32/8、65/35/23/7；C. I/II/III/IV=65/35/7/3、65/35/14/6、65/35/35/15、65/35/49/21、65/35/70/30；D. I/II/III/IV=65/35/9/1、65/35/18/2、65/35/46/4、65/35/64/6、65/35/92/8；E. I(39.1%)/II/III/IV=100/0/0/0、100/0/5/0、100/0/10/10、100/0/15/10、100/0/10/0；F. I/II/III/IV=100/0/9.2/0/8、100/0/18.4/1.6、100/0/46/4、100/0/64.4/5.6、100/0/92/8 等配方對荔枝細蛾之誘蟲活性。本試驗以空白黏膠板為對照組。分別進行 10、8、8、6、6 及 6 重複。

(三)成分 II 對荔枝細蛾誘引性影響試驗

以國內合成品及外購合成品調製多種配方探討成分 II 對荔枝細蛾誘引性之影響，分別比較(1)I(純度 39.1%)/II/III/IV=100/0/30/20、80/20/30/20、60/40/30/20、40/60/30/20、35/65/30/20 等配方；(2)I/II/III/IV=100/0/46/4、100/50/46/4、

100/100/46/4、100/150/46/4、100/200/46/4 等配方對荔枝細蛾之誘蟲活性。本試驗以空白黏膠板為對照組。分別進行 7 及 8 重複。

(四)成分 IV 對荔枝細蛾誘引性影響試驗

以國內合成品及外購合成品調配多種配方探討成分 IV 對荔枝細蛾誘引性之影響，比較 I(39.1%)/II/III/IV=100/0/50/4.3、100/0/50/12.8、100/0/50/21.4、100/0/50/50 等配方。本試驗以空白黏膠板為對照組。12 重複。

(五)成分 V 對荔枝細蛾誘引性影響試驗

以外購合成品調配多種配方探討成分 V 對荔枝細蛾誘引性之影響，比較 I/II/III/IV/V=92/8/46/4/0、92/8/46/4/10、92/8/46/4/50、92/8/46/4/100、92/8/46/4/200 等配方。本試驗以空白黏膠板為對照組。5 重複。

(六)不同有效配方對荔枝細蛾誘引性影響試驗

比較前述試驗中之各有效配方對荔枝細蛾誘引性，包括 I/II/III/IV/V=65/35/18/2/0、65/35/35/15/0、92/8/46/4/0、36/76/5/5/10、40/60/5/5/10 等配方。本試驗以空白黏膠板為對照組。8 重複。

田間誘蟲試驗

將測試誘餌置於翼型黏膠式誘蟲器(甲富公司)之上蓋，再設置於員林社頭鄉及南投縣南投市荔枝園內進行誘蟲試驗。誘蟲器吊掛高度約 150 cm，誘蟲器間距離 10 m，每 1-2 週觀察記錄誘蟲數並輪調位置。試驗所得誘蟲數換算為百分率，經 $\sin^{-1}\sqrt{x}$ 轉值，行變方分析及鄧肯氏測驗比較各處理之差異性。田間誘蟲試驗分別進行下列試驗：

(一)雙成分及複成分配方對荔枝細蛾誘引性試驗

於 2000 年 7 月 4 日至 2000 年 8 月 16 日，於南投縣南投市荔枝專業栽培區進行

田間誘蟲試驗，測試雙成分及多成分配方對荔枝細蛾之誘引性。將含 1 mg 塑膠微管誘餌置於翼型黏膠式誘蟲器中，比較 I/II/III/IV/V=40/60/0/0/0、65/35/0/0/0、97/3/0/0/0、0/0/50/50/0、0/0/97.5/2.5/0、0/0/0/100、92/8/4/6/10 等七種配方對荔枝細蛾誘引性。本試驗以不含誘餌之翼型黏膠式誘蟲器當對照組，4 重複。

(二)固定以成分 I/II=40/60 調配不同配方對荔枝細蛾誘引性試驗

於 2000 年 4 月 5 日至 2000 年 7 月 21 日，於南投縣南投市荔枝專業栽培區進行田間誘蟲試驗，測試固定以 I/II=40/60 調配不同配方對荔枝細蛾誘引性。將含 1 mg 塑膠微管誘餌置於翼型黏膠式誘蟲器中，比較成分 I/II/III/IV/V=40/60/0/0/0、40/60/5/5/10、40/60/10/6/10、40/60/20/6/10、40/60/40/6/10、40/60/80/6/10 等六種配方對荔枝細蛾誘引性。本試驗以不含誘餌之翼型黏膠式誘蟲器當對照組，4 重複。

(三)不同載體配方對荔枝細蛾誘引性試驗

於 2000 年 5 月 3 日至 2000 年 7 月 19 日於彰化縣員林鎮荔枝專業栽培區進行田間誘蟲試驗，測試不同載體配方對荔枝細蛾之誘引性。試驗時，將含 1 mg 成分 I/II/III/IV=92/8/46/4 注入於聚氯乙烯塑膠微管(PVC microtube)、聚乙烯塑膠瓶(PE vial)等兩種不同載體中，再裝置於翼型黏膠式中，懸掛於荔枝果園中，比較不同載體配方對荔枝細蛾之誘引性。本試驗以不含誘餌之翼型黏膠式誘蟲器當對照組，4 重複。另於 2000 年 7 月 4 日至 2000 年 8 月 16 日比較聚氯乙烯塑膠微管、聚乙烯塑膠瓶、聚氯乙烯塑膠管(PVC tube)、矽膠管(Silica tube)、紅色橡皮帽(Red septa)等不同載體對荔枝細蛾之誘引性。本試驗以不含誘餌之翼型黏膠式誘蟲器當對照組，4 重複。

(四)不同劑量配方對荔枝細蛾誘引性試驗

於 2000 年 3 月 20 日至 2000 年 5 月 15

日於彰化縣員林鎮荔枝專業栽培區進行田間誘蟲試驗，測試不同劑量誘餌對荔枝細蛾之誘引性。試驗時，將配方 I/II/III/IV=92/8/46/4 之不同劑量 10 ng、100 ng、1 µg、10 µg、100 µg、1000 µg 配製於塑膠微管中，再裝置於翼型黏膠式誘蟲盒中，懸掛於荔枝果園中，比較不同劑量配方對荔枝細蛾之誘引性。本試驗以不含誘餌之翼型黏膠式誘蟲器當對照組，4 重複。

結 果

六角型轉盤生物檢定結果

(一)外購成分對荔枝細蛾之誘引性

外購成分含 I/II=65/35、I/II=68/32、III/IV=92/8、III/IV=70/30 對荔枝細蛾之誘蟲活性結果如表一。各配方處理之誘蟲百分率為 15.1-26.8%，與空白對照組不具顯著性差異，顯示外購成分含 I/II=65/35、I/II=68/32、III/IV=92/8、III/IV=70/30 對荔枝細蛾不具誘蟲活性。

(二)成分 III 及 IV 對荔枝細蛾誘引性之影響

配方 I/II 混合成分 III/IV 顯著增加配方對荔枝細蛾之誘引性，以成分 III+IV =

20-100 較佳。固定成分 I/II=65/35 時，當配方中混合成分 III/IV=18/2 及 14/6，對荔枝細蛾之誘蟲百分率顯著增加，分別達 35.1 及 41.5%(表二, Test 1)。固定 I/II=65/35 時，配方中分別混合 III+IV=20-40，生物檢定結果顯示各配方對荔枝細蛾具誘蟲活性，而各配方間不具顯著性差異(表二, Test 2)。固定成分 I/II=65/35 時，配方中分別混合成分 III+IV=10-100，生物檢定結果顯示，混合成分 III/IV=7/3 配方對荔枝細蛾不具誘蟲活性；以配方 I/II/III/IV=65/35/35/15 對荔枝細蛾表現最佳之誘引力，經 8 次試驗誘蟲總數達 133 隻，誘蟲百分率達 38.7%(表二, Test 3)。固定成分 I/II=65/35 時，配方中混合以不同量之成分 III/IV=92/8，生物檢定結果顯示混合 10% 成分 III/IV 配方對荔枝細蛾不具誘蟲活性，此結果與前者試驗結果相同；配方中含 20-100%之成分 III/IV 者其誘蟲百分率不具差異(表二, Test 4)。使用純度 39.1% 之成分 I(不含成分 II)配製之配方對荔枝細蛾之誘引性，配方單成分 I、I/II/III/IV=100/0/5/0、100/0/10/0 對荔枝細蛾不具誘蟲活性；以配方 I/II/III/IV=100/0/15/10 經 6 次試驗總誘捕數

表一、以六角形木質轉盤檢定外購性費洛蒙成分對荔枝細蛾之誘引力

Table 1. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in traps baited with different ratios of *E,Z,Z* and *E,E,Z* isomers of 4,6,10-16:Ac and 4,6,10-16:OH using the turn table method

Pheromone components (ratio)				Total moth captured	% of males captured
<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:OH	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:OH		
65	35			25	15.1±4.6 a ¹⁾
68	32			36	20.2±6.0 a
		92	8	43	26.8±9.2 a
		70	30	36	23.0±5.0 a
Blank				26	14.9±4.3 a

¹⁾ Mean ± S.D. derived from 4 replicates, and means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

表二、以六角形木質轉盤檢定反,順,順及反,反,順-4,6,10-十六三烯醇不同含量之性誘引劑配方對荔枝細蛾誘引力之影響

Table 2. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in traps baited with different ratios of *E,Z,Z* and *E,E,Z* isomers of 4,6,10-16:Ac and 4,6,10-16:OH using the turn table method

Pheromone components (ratio)				Total moth captured	% of males captured
<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:OH	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:OH		
Test 1 (n=10)					
65 (65.0) ²⁾	35 (35.0)			36	8.4±5.4 a ¹⁾
68 (68.0)	32 (32.0)			36	7.7±6.2 a
65 (54.2)	35 (29.2)	18 (15.0)	2 (1.7)	147	35.1±9.7 b
65 (54.2)	35 (29.2)	14 (11.7)	6 (5.0)	179	41.5±8.9 b
Blank				35	7.3±7.4 a
Test 2 (n=8)					
65 (54.2)	35 (29.2)	18 (15.0)	2 (1.7)	61	20.7±2.5 b
65 (54.2)	35 (29.2)	14 (11.7)	6 (5.0)	51	17.7±5.4 b
65 (50.0)	35 (26.9)	25 (19.2)	5 (3.8)	65	24.2±9.9 b
65 (46.4)	35 (25.0)	32 (22.9)	8 (5.7)	50	16.5±3.2 b
65 (50.0)	35 (26.9)	23 (17.7)	7 (5.4)	49	15.4±7.0 b
Blank				18	5.6±3.5 a
Test 3 (n=8)					
65 (59.1)	35 (31.8)	7 (6.4)	3 (2.7)	19	5.6±4.6 a
65 (54.2)	35 (29.2)	14 (11.7)	6 (5.0)	41	12.6±6.9abc
65 (43.3)	35 (23.3)	35 (23.3)	15 (10.0)	133	38.7±10.7 d
65 (38.2)	35 (20.6)	49 (28.8)	21 (12.4)	72	19.5±7.9 c
65 (32.5)	35 (17.5)	70 (35.0)	30 (15.0)	62	16.6±5.3 bc
Blank				24	6.9±3.1 ab
Test 4 (n=6)					
65 (59.1)	35 (31.8)	9 (8.2)	1 (0.9)	28	8.2±5.1 ab
65 (54.2)	35 (29.2)	18 (15.0)	2 (1.7)	47	15.4±4.0 bc
65 (43.3)	35 (23.3)	46 (30.7)	4 (2.7)	68	21.0±3.9 c
65 (38.2)	35 (20.6)	64 (37.6)	6 (3.5)	79	25.1±4.4 c
65 (32.5)	35 (17.5)	92 (46.0)	8 (4.0)	81	25.2±6.2 c
Blank				18	5.1±2.9 a

¹⁾ Means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

²⁾ % in parentheses.

最高 90 隻，誘蟲百分率達 41.6%；其次為 I/II/III/IV=100/0/10/10 配方者，誘蟲百分率為 25.8%(表三，Test 1)。使用純度 39.1%

之成分 I(不含成分 II)，配方中混合以不同量之成分 III/IV=92/8，生物檢定結果顯示配方中含 10-100%之成分 III/IV 者其誘蟲

百分率不具差異。以配方 I/II/III/IV=100/0/46/4 經 6 次試驗總誘捕數較高 69 隻，誘蟲百分率 23.4%(表三，Test 2)。由以上結果顯示當配方 I/II=65/35，III+IV 混合比例大於 20%時對荔枝細蛾才具有誘蟲活性；配方 I/II=100/0 (39.1%)，III+IV 混合比例大於 10%時對荔枝細蛾即具有誘蟲活性。其中以配方 I/II 混合 III+IV50%者對荔枝細蛾之誘蟲效果較佳。

(三)成分 II 對荔枝細蛾誘引性之影響

成分 II 對荔枝細蛾誘引性之影響結果如表四。當固定成分 III/IV=30/20，變化成分 I/II 比例，結果以配方 I/II/III/IV=80/20/30/20 對荔枝細蛾經 14 次試驗之總誘

捕數最多 42 隻，誘蟲百分率 27.9%顯著較其他配方為高(表四，Test 1)。另固定成分 III/IV=46/4，變化成分 I/II 的比例，結果顯示當成分 II 佔成分 I 的 50%時顯著降低配方對荔枝細蛾之誘蟲效果；以 I/II/III/IV=100/0/46/4 配方對荔枝細蛾之誘蟲效果最佳(表四，Test 2)。

(四)成分 IV 對荔枝細蛾誘引性影響試驗

固定成分 I/II/III 為 100/0/50，變化成分 IV 的比例，探討成分 IV 對荔枝細蛾誘引性影響。結果顯示當成分 IV 含 4.3 及 21.4 時對荔枝細蛾之誘引性較強，誘蟲總數均達 105 隻；誘蟲百分率分別為 28.0 及 25.3%(表五)。

表三、以六角形木質轉盤檢定含反,順,順-及反,反,順-4,6,10-十六三烯醇不同含量之性誘引劑配方對荔枝細蛾誘引力之影響

Table 3. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in traps baited with different ratios of *E,Z,Z* and *E,E,Z* isomers of 4,6,10-16:Ac and 4,6,10-16:OH using the turn table method

Pheromone components (ratio)				Total moth captured	% of males captured
<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:OH	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:OH		
Test 1 (n=6)					
100 (100) ²⁾	0 (0)	0 (0)	0 (0)	18	9.6±5.5 a ¹⁾
100 (95.2)	0 (0)	5 (4.8)	0 (0)	15	7.3±2.9 a
100 (83.3)	0 (0)	10 (8.3)	10 (8.3)	56	25.8±9.8 b
100 (80.0)	0 (0)	15 (12.0)	10 (8.0)	90	41.6±6.7 c
100 (90.9)	0 (0)	10 (9.1)	0	15	6.3±4.3 a
Blank				21	9.4±3.1 a
Test 2 (n=6)					
100 (90.9)	0 (0)	9.2 (8.4)	0.8 (0.7)	48	14.8±5.3 b
100 (83.3)	0 (0)	18.4 (15.3)	1.6 (1.3)	53	17.5±8.6 b
100 (66.7)	0 (0)	46 (30.7)	4 (2.7)	69	23.4±6.8 b
100 (58.8)	0 (0)	64.4 (37.9)	5.6 (3.3)	51	15.5±7.3 b
100 (50.0)	0 (0)	92 (46.0)	8 (4.0)	68	21.6±6.8 b
Blank				21	7.2±6.0 a

¹⁾ Means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

²⁾ % in parenthesis.

表四、以六角形木質轉盤檢定含乙酸反,反,順-4,6,10-十六三烯酯不同含量之性誘引劑配方對荔枝細蛾誘引力之影響

Table 4. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in traps baited with different ratios of *E,Z,Z* and *E,E,Z* isomers of 4,6,10-16:Ac and 4,6,10-16:OH using the turn table method

Pheromone components (ratio)				Total moth captured	% of males captured
<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:OH	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:OH		
Test 1 (n=7)					
100 (66.7) ²⁾	0 (0)	30 (20.0)	20 (13.3)	34	23.1±8.0 bc ¹⁾
80 (53.3)	20 (13.3)	30 (20.0)	20 (13.3)	42	27.9±14.3 c
60 (40.0)	40 (26.7)	30 (20.0)	20 (13.3)	22	16.9±6.1 bc
40 (26.7)	60 (40.0)	30 (20.0)	20 (13.3)	22	12.2±7.9 b
35 (23.3)	65 (43.3)	30 (20.0)	20 (13.3)	23	16.3±9.1 bc
Blank				5	3.6±5.2 a
Test 2 (n=8)					
100 (66.7)	0 (0)	46 (30.7)	4 (2.7)	89	39.0±7.8 d
100 (50.0)	50 (25.0)	46 (23.0)	4 (2.0)	41	16.7±9.2 c
100 (40.0)	100 (40.0)	46 (18.4)	4 (1.6)	31	17.0±7.8 c
100 (33.3)	150 (50.0)	46 (15.3)	4 (1.3)	37	16.4±7.7 c
100 (28.6)	200 (57.1)	46 (13.1)	4 (1.1)	23	9.0±8.8 b
Blank				4	1.9±2.9 a

¹⁾ Means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

²⁾ % in parenthesis.

表五、以六角型木質轉盤檢定含反,反,順-4,6,10-十六三烯醇不同含量之性誘引劑配方對荔枝細蛾誘引力之影響

Table 5. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in traps baited with different ratios of *E,Z,Z* and *E,E,Z* isomers of 4,6,10-16:Ac and 4,6,10-16:OH using the turn table method

Pheromone components (ratio)				Total moth captured	% of males captured
<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:OH	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:OH		
100 (64.8) ²⁾	0 (0)	50 (32.4)	4.3 (2.8)	105	28.0±8.7 cd ¹⁾
100 (61.4)	0 (0)	50 (30.7)	12.8 (7.9)	75	18.8±5.8 bc
100 (58.3)	0 (0)	50 (29.2)	21.4 (12.5)	105	25.3±6.2 cd
100 (50.0)	0 (0)	50 (25.0)	50 (25.0)	70	17.0±7.5 b
Blank				30	6.7±4.5 a

¹⁾ Mean ± S.D. derived from 12 replicates, and means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

²⁾ % in parenthesis.

(五)成分 V 對荔枝細蛾誘引性影響試驗

固定成分 I/II/III/IV=92/8/46/4，變化成分 V 之比例，探討成分 V 對荔枝細蛾誘引性影響。結果顯示以成分 V 含量達 100 時之配方對荔枝細蛾之誘引性較佳，誘蟲百分率達 34.5%(表六)。

(六)不同有效配方對荔枝細蛾誘引性之比較

前述結果顯示有效之不同配方 I/II/III/IV/V=65/35/18/2/0、65/35/35/15/0、92/8/46/4/0、36/76/5/5/10、40/60/5/5/10 等對荔枝細蛾之誘引性如表七。以 I/II/III/IV/V=65/35/35/15/0、92/8/46/4/0 兩種配方表現較佳的誘蟲活性，誘蟲百分率分別為 22.6 及 33.0%。

表六、以六角型木質轉盤檢定含正十六醇不同含量之性誘引劑配方對荔枝細蛾誘引力之影響

Table 6. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in sticky board baited with different ratios of 16:OH using the turn table method

Pheromone components (ratio)					Total moth catch	% of males caught ¹⁾
<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:OH	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:OH	16:OH		
92 (61.3) ²⁾	8 (5.3)	46 (30.7)	4 (2.7)	0 (0)	13	16.8±5.8 bcd
92 (57.5)	8 (5.0)	46 (28.8)	4 (2.5)	10 (6.3)	9	12.3±8.2 bcd
92 (46.0)	8 (4.0)	46 (23.0)	4 (2.0)	50 (25.0)	18	24.8±14.6cde
92 (36.8)	8 (3.2)	46 (18.4)	4 (1.6)	100 (40.0)	23	34.5±13.3 de
92 (26.3)	8 (2.3)	46 (13.1)	4 (1.1)	200 (57.1)	7	8.6± 6.4 abc
Blank					3	2.8± 4.0 ab

¹⁾ Mean ± S.D. derived from 5 replicates, and means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

²⁾ % in parenthesis.

表七、以六角型木質轉盤檢定不同性費洛蒙配方對荔枝細蛾之誘引力

Table 7. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in traps baited with different ratios of *E,Z,Z* and *E,E,Z* isomers of 4,6,10-16:Ac and 4,6,10-16:OH using the turn table method

Pheromone components (ratio)					Total moth catch	% of males caught
<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:Ac	<i>E,Z,Z</i> -4,6,10-16:OH	<i>E,E,Z</i> -4,6,10-16:OH	16:OH		
65 (54.2) ²⁾	35 (29.2)	18 (15.0)	2 (1.7)	0 (0)	21	18.5± 9.4 bcd ¹⁾
65 (43.3)	35 (23.3)	35 (23.3)	15 (10.0)	0 (0)	29	22.6± 4.4 cd
92 (61.3)	8 (5.3)	46 (30.7)	4 (2.7)	0 (0)	37	33.0±15.4 cd
36 (27.3)	76 (57.6)	5 (3.8)	5 (3.8)	10 (7.6)	14	9.1± 8.1 ab
40 (33.3)	60 (50)	5 (4.2)	5 (4.2)	10 (8.3)	16	10.1± 9.1 abc
Blank					11	6.6± 6.0 ab

¹⁾ Mean ± S.D. derived from 8 replicates, and means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

²⁾ % in parenthesis.

田間誘蟲試驗結果

(一)雙成分及多成分配方對荔枝細蛾之誘引性

雙成分及多成分配方對荔枝細蛾之誘引性結果如表八。經一個半月誘蟲結果顯示配方 I/II 及 III/IV 對荔枝細蛾不具誘引性，此與六角型木質轉盤生物檢定結果一致。配方 I/II/III/IV/V=92/8/4/6/10 對荔枝細蛾誘引性較佳，誘蟲總數達 32 隻，其次為

配方 V=100 者。由此結果顯示，成分 V 可能可增加配方之誘引性，需進一步探討。

(二)固定以成分 I/II=40/60 調配不同配方對荔枝細蛾之誘引性

固定以成分 I/II=40/60 調配不同配方對荔枝細蛾之誘引性結果如表九。經兩個多月於處理組僅誘得 0-5 隻荔枝細蛾，空白對照組者 4 隻，顯示各配方對荔枝細蛾不具誘引性。

表八、於南投荔枝果園測試不同性費洛蒙配方對荔枝細蛾之誘引力

Table 8. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in wing sticky traps baited with 1 mg of lure with different blends at litchi orchards at Nantou during July 4, 2000 to Aug. 16, 2000

Pheromone components (ratio)					16:OH	July 4 to Aug. 2	Aug. 2 to Aug. 16	Total males caught
<i>E,Z,Z</i> -4,6, 10-16:Ac	<i>E,E,Z</i> -4,6, 10-16:Ac	<i>E,Z,Z</i> -4,6, 10-16:OH	<i>E,E,Z</i> -4,6, 10-16:OH					
40 (40.0)	60 (60.0)					3	2	5
65 (65.0)	35 (35.0)					4	1	5
97 (97.0)	3 (3.0)					5	0	5
		50 (50.0)	50 (50.0)			3	1	4
		97.5 (97.5)	2.5 (2.5)			1	1	1
				100 (100)		7	5	12
92 (76.7) ¹⁾	8 (6.7)	4 (3.3)	6 (5.0)	10 (8.3)		25	7	32
Blank						2	1	3

¹⁾ % in parenthesis.

表九、於南投荔枝果園測試不同性費洛蒙配方對荔枝細蛾之誘引力

Table 9. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in wing sticky traps baited with 1 mg of lure with different blends at litchi orchards at Nantou during Apr. 5, 2000 to June 21, 2000

Pheromone components (ratio)					16:OH	Total males caught
<i>E,Z,Z</i> -4,6, 10 -16:Ac	<i>E,E,Z</i> -4,6, 10-16:Ac	<i>E,Z,Z</i> -4,6, 10-16:OH	<i>E,E,Z</i> -4,6, 10-16:OH			
40 (40.0)	60 (60.0)					2
40 (33.3) ¹⁾	60 (50.0)	5 (0.2)	5 (0.2)	10 (8.3)		4
40 (31.7)	60 (47.6)	10 (7.9)	6 (4.8)	10 (7.9)		0
40 (29.4)	60 (44.1)	20 (14.7)	6 (4.4)	10 (7.4)		4
40 (25.6)	60 (38.5)	40 (25.6)	6 (3.8)	10 (6.4)		5
40 (20.4)	60 (30.6)	80 (40.8)	6 (3.1)	10 (5.1)		2
Blank						4

¹⁾ % in parenthesis.

(三)不同載體配方對荔枝細蛾誘引性

不同載體配方對荔枝細蛾誘引性結果如表十。兩種載體聚氯乙烯塑膠微管及聚乙烯塑膠瓶對荔枝細蛾誘引性相當，全期兩個月誘蟲總數分別為 28 及 31 隻(表十，test 1)。比較五種載體聚氯乙烯塑膠微管、聚乙烯塑膠瓶、聚氯乙烯塑膠管、矽膠管、紅色橡皮帽等對荔枝細蛾誘引性，顯示聚氯乙烯塑膠微管、聚乙烯塑膠瓶等兩種載體優於其他者(表十，test 2)，考量經濟效益荔枝細蛾性誘引劑誘餌以聚氯乙烯塑膠微管為載體具經濟有效之特性。

(四)不同劑量配方對荔枝細蛾誘引性

不同劑量配方對荔枝細蛾誘引性結果如表十一。荔枝細蛾性誘引劑劑量 1 μg 以下對荔枝細蛾不具誘引性，以劑量為 100 μg 者對荔枝細蛾之誘引性較佳，全期兩個月期間誘蟲總數為 75 隻，較優於 1000 μg 者。

討 論

荔枝細蛾與可可細蛾為近緣種，往昔曾認為為同一種^(7, 10, 17)，可可細蛾性費洛蒙組成分經初步試驗顯示對荔枝細蛾具誘引性⁽¹³⁾。由於成分 I 與成分 II、成分 III 與成分 IV 為同分異構物，化學合成時常同時存在，亦不易分離。本試驗經由國外訂製取得純度較高之性費洛蒙成分，進一步釐清各成分對荔枝細蛾誘引性影響以研發其性誘引劑。成分 I/II= 160/40、120/80、80/120、40/160 對可可細蛾之誘引效果顯著低於配方 I/II+III/IV 者，其中 III/IV 為 I/II 的 10%⁽¹⁶⁾。本試驗由六角型轉盤生物檢定及田間誘蟲試驗顯示類似結果，外購成分 I/II= 40/60、65/35、97/3 及 III/IV = 50/50、97.5/2.5 對荔枝細蛾不具誘引性，成分 I/II 混合 III/IV 顯著增加對荔枝細蛾之

表十、於員林荔枝果園測試不同性費洛蒙配方對荔枝細蛾之誘引力

Table 10. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in wing sticky traps baited with 1 mg of *E,Z,Z-4,6,10-16:Ac* / *E,E,Z-4,6,10-16:Ac* / *E,Z,Z-4,6,10-16:OH* / *E,E,Z-4,6,10-16:OH* = 92/8/46/4 loaded on different dispensers at litchi orchards at Yuanlin during May 3, 2000 to July 19, 2000

Dispenser	No. of males caught during		Total males caught
	1 st month	2 nd month	
	Test 1 (n=8)		
	May 3 to June 7, 2000		June 7 to July 19, 2000
PVC microtube	7	21	28
PE vial	10	21	31
Blank	3	0	3
	Test 2 (n=10)		
	May 15 to June 12, 2000		June 12 to July 4, 2000
PVC microtube	17	26	43
PE vial	17	20	37
PVC tube	22	7	29
Silica tube	21	11	32
Red septa	10	23	33
Blank	7	8	15

表十一、於員林荔枝果園測試不同性費洛蒙配方對荔枝細蛾之誘引力

Table 11. Catches of *Conopomorpha sinensis* moths in wing sticky traps baited with different dosage of *E,Z,Z-4,6,10-16:Ac* / *E,E,Z-4,6,10-16:Ac* / *E,Z,Z-4,6,10-16:OH* / *E,E,Z-4,6,10-16:OH* = 92/8/46/4 at litchi orchards at Yuanlin during March 20, 2000 to May 15, 2000

Dose	No. of males caught during		Total males caught
	1st month	2nd month	
1000 µg	55	5	60
100 µg	68	7	75
10 µg	6	3	9
1 µg	0	4	4
100 ng	0	3	3
10 ng	0	2	2
Blank	0	2	2

誘引性。當固定 I/II=65/35 時，III/IV 含 I/II 的 50% 以上時明顯提升配方之誘蟲效果 (表二)。固定 I/II=100/0 時，III/IV 含 I/II 的 25% 時對荔枝細蛾之誘蟲效果顯著較其他配方為佳；當 I/II=100/0 混合 III/IV=92/8 成分為 I/II 成分的 10-100% 時，各配方對荔枝細蛾之誘蟲效果無顯著差異 (表三)。顯示當 I 純度越高，所需 III/IV 的量越少。當成分 I 中含同分異構物成分 II 50% 以上時顯著降低配方對荔枝細蛾之誘引性 (表四)，顯示成分 I 之同分異構物成分 II 的存在影響誘蟲結果。成分 IV 含成分 I 的 50% 顯著降低配方對荔枝細蛾之誘蟲效果 (表五)；成分 V 含成分 I 的 50-100% 顯著提升配方對荔枝細蛾之誘引效果 (表六)。對可可細蛾而言，成分 V 含成分 I 的 10-1000% 對誘蟲效果無顯著影響，經多次試驗顯示可可細蛾性費洛蒙誘餌配方以 I/II/III/IV/V=40/60/4/6/10 最佳，其劑量以 1.2 mg 者之誘蟲效果顯著高於 120 µg 及 12 µg 者，誘蟲效力相當於處女雌蟲的 12 倍⁽¹⁶⁾。而本試驗配製多種配方經室內轉盤試驗及田間誘蟲試驗，其中以配方 I/II/III/IV/V=65/35/35/15/0 (43.3/23.3/23.3/10/0)、92/8/46/4/0 (61.3/5.3/30.7/2.7)、100/0/

15/10/0 (80/0/12/8/0)、92/8/4/6/10 (76.7/6.7/3.3/5/8.3)、92/8/46/4/100 (36.8/3.2/18.4/1.6/40) 對荔枝細蛾較具誘蟲活性。其劑型與劑量以 0.1 mg 裝載於塑膠微管者具經濟有效之特性。本試驗僅利用可可細蛾性費洛蒙五種成分進行荔枝細蛾性誘引劑的研發，未來可經由荔枝細蛾性費洛蒙的收集、分離與鑑定其性費洛蒙組成分再加以改善。

謝 辭

本研究承農委會計劃 92 農科-1.8.1-藥-P3、93 農科-1.8.1-藥-P3 經費補助。靜宜大學應用化學系顏耀平教授提供費洛蒙合成品。試驗期間承計畫助理蔡秀貞小姐、技工江碧媛小姐、及林信宏先生與馬意蘋小姐協助蟲源收集、生物檢定及田間試驗。文成後，承本所曾經洲博士熱心斧正。謹此誌謝。

引用文獻

1. 行政院農業委員會編印。2004。93 年農業統計年報 第 84 及 95 頁。

2. 行政院農業委員會編印。2001。WTO 總體因應對策。32 頁。
3. 洪巧珍、黃振聲。1995。數種殺蟲劑對不同生長期荔枝細蛾之毒效。植保會刊 37：201-208。
4. 洪巧珍、江碧媛、黃振聲。2002。荔枝細蛾 (*Conopomorpha sinensis* Bradley) 之飼育技術及其羽化與交尾行為。植保會刊 44：89-99。
5. 洪巧珍、黃振聲、王效岳。2006。荔枝與龍眼鱗翅目害蟲種類與發生情形調查。台灣昆蟲 26：27-44。
6. 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。
7. 姚振威、劉秀瓊。1990。為害荔枝和龍眼的兩種細蛾科昆蟲。昆蟲學報 33：201-212。
8. 溫宏治、呂鳳鳴、郝秀花、劉政道。2002。台灣南部地區龍眼害蟲之發生與防治。中華農業研究 51(3):56-64。
9. 黃振聲。1988。荔枝及龍眼主要害蟲之生態及防治。中華昆蟲特刊第二號(果樹害蟲綜合防治研討會專刊)：33-42 頁。
10. 黃振聲、洪巧珍。1993。荔枝細蛾之套袋及藥劑防治研究。植保會刊 35：225-238。
11. 黃振聲、洪巧珍。1996。臺灣為害荔枝及龍眼之細蛾種類。植保會刊 38：75-78。
12. 黃振聲、謝豐國。1983。荔枝、龍眼可可細蛾之生態、為害習性及防除。台灣農業 19：61-63。
13. 黃振聲、洪巧珍、顏耀平、陳秋男。1996。荔枝細蛾之性誘引劑及誘蟲器。植保會刊 38：129-136。
14. 黃啓鍾、張光勳、朱耀沂。1994。荔枝細蛾 (*Conopomorpha sinensis* Bradley)
15. 成蟲之羽化、交尾、產卵與壽命。植保會刊 36：1-8。
16. 關崇智。1963。可可細蛾生活史及防治之研究。興大昆蟲 2：13-18。
17. Beever, P. S., Cork, A., Hall, D. R., Nesbitt, B. F., Day, R. K., and Mumford, J. D. 1986. Components of female sex pheromone of cocoa pod borer moth, *Conopomorpha cramerella*. J. Chem. Ecol. 12: 1-23.
18. Bradley, J. D. 1986. Identity of the south-east Asian cocoa moth, *Conopomorpha*
19. *cramerella*, with descriptions of three allied new species. Bull. Entomol. Res. 76: 41-51.
20. Hwang, J. S., and Hsieh, F. K. 1989. The bionomics of the cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella* (Snellen), in Taiwan. Plant Prot. Bull. 31: 387-395.

ABSTRACT

Hung, C. C.^{1*}, Hung, M. D.², and Wang, W. L.¹ 2006. Development of formulations of sex attractant litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*. Plant Prot. Bull. 48: 189-202. (¹ Biopesticide Division, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung 41358, Taiwan (ROC); ² Pesticide Chemistry Division, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung 41358, Taiwan (ROC))

Several different formulations were developed for attracting litchi fruit borer (LFB), *Conopomorpha sinensis*, based on five sex pheromone components of closely related cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella*. These five sex pheromone components of cocoa pod borer were as following: I, *E,Z,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl acetate (*E,Z,Z*-4,6,10-16:Ac), II, *E,E,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl acetate (*E,E,Z*-4,6,10-16:Ac), III, *E,Z,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl-1-ol (*E,Z,Z*-4,6,10-16:OH), IV, *E,E,Z*-4,6,10-hexadecatrienyl-1-ol (*E,E,Z*-4,6,10-16:OH), and V, n-hexadecyl alcohol (16:OH). Attractiveness of the formulations to litchi fruit borer was tested in laboratory with the turntable method and in the field. The results showed that component I/II mixed with different ratios of III/IV significantly increased attractiveness of formulations to LFB, while only component I/II=35-97/65-3 or III/IV=97.5-50/2.5-50 did not show attractiveness. The formulas I/II/III/IV/V=65/35/35/15/0, 92/8/46/4/0, 100/0/15/10/0, 92/8/4/6/10, 92/8/46/4/100 were more attractive than other formulas to LFB, and component II reduced attractiveness of sex attractant formulas to LFB. The formulas with 0.1 mg attractant components in microtube were more attractive to LFB and cheaper than other formulation designs when we compared attractiveness of formulas with 5 different carriers and different dosages of lure.

(Key words: litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*, sex attractant)

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