



# Formosan Entomologist

Journal Homepage: [entsocjournal.yabee.com.tw](http://entsocjournal.yabee.com.tw)

## Electroantennogram Responses of the Carambola Fruit Borer, *Eucosma notanthes* Meyrick (Lepidoptera: Eucosmidae), to Sex Pheromone Chemicals **【Research report】**

### 楊桃花姬捲葉蛾(*Eucosma notanthes* Meyrick) (鱗翅目：姬捲葉蛾科)對性費洛蒙組成分反應之觸角電位圖譜 **【研究報告】**

Jenn-Sheng Hwang\*, Chau-Chin Hung and Chia-Ying Liu  
黃振聲\*、洪巧珍、劉佳瑩

\*通訊作者E-mail: [jshwang@tactri.gov.tw](mailto:jshwang@tactri.gov.tw)

Received: 2000/01/23 Accepted: 2000/04/05 Available online: 2000/06/01

#### Abstract

Electroantennogram (EAG) responses were recorded from the antennae of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick, using 12 sex pheromone chemicals. Z-8-dodecenyl acetate elicited significantly higher amplitude responses than did the other pheromone chemicals. The EAG amplitude increased with an increase in pheromone concentration beginning at a dose of 0.001 ug with a response of 0.35 mV; the response curve approached a plateau at 100 ug with a response of 1.53 mV. The amplitude of the EAG response gradually decreased throughout the life span of the antennal preparation, possibly due to a lowering of the excised antennal activity. The EAG amplitudes of female antennae elicited by pheromone chemicals were about 30% of those observed from male antennae. The amplitude of EAG responses showed a close relation to the sex pheromone components of *E. notanthes* after comparing relative EAG responses of 12 pheromone chemicals tested.

#### 摘要

利用昆蟲觸角電位圖譜(electroantennogram·EAG)記錄裝置,可檢測花姬捲葉蛾(*Eucosma notanthes* Meyrick)雄蟲觸角對其性費洛蒙成分及類似物反應之電位圖譜。當性費洛蒙Z8-12:Ac劑量從0.001 ug (0.35 mV)增加為0.01 ug (0.46 mV)時, EAG的電位增加1.3倍;性費洛蒙劑量為0.1 ug (0.65 mV)及1.0 ug (1.09 mV)時, EAG的電位分別增加1.4及1.7倍, EAG的電位增加率最大;性費洛蒙劑量為10.0 ug (1.28 mV)及100 ug (1.53 mV)時, EAG的電位增加率稍降為1.2倍,其電位大小增加不多。花姬捲葉蛾雄蟲觸角自蟲體切除後,其對性費洛蒙反應之EAG電位大小有隨時間增長而降低的現象,推測其原因為觸角自蟲體切除後,其生理活性隨時間增長而逐漸變劣所致。雌蛾觸角之EAG電位顯然較雄蛾者為小,僅約為30%。另外,檢測十二種性費洛蒙成分及類似物對花姬捲葉蛾雄蟲觸角刺激之相對EAG電位大小,結果顯示EAG反應電位大小與天然性費洛蒙成分有密切相關性,具誘引力之Z8-12:Ac產生最高的EAG電位,具抑制作用之異構物E8-12:Ac產生次高的EAG電位,具增效作用之Z8-12:OH產生第三高的EAG電位。

**Key words:** carambola fruit borer, *Eucosma notanthes*, sex pheromone, electroantennogram.

**關鍵詞:** 楊桃花捲葉蛾、性費洛蒙、觸角電位圖譜

Full Text: [PDF\(0.43 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

# 楊桃花姬捲葉蛾 (*Eucosma notanthes* Meyrick) (鱗翅目：姬捲葉蛾科) 對性費洛蒙組成分反應之觸角電位圖譜

黃振聲\* 洪巧珍 劉佳瑩 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 台中縣霧峰鄉舊正村光明路11號

## 摘要

利用昆蟲觸角電位圖譜 (electroantennogram, EAG) 記錄裝置, 可檢測花姬捲葉蛾 (*Eucosma notanthes* Meyrick) 雄蟲觸角對其性費洛蒙成分及類似物反應之電位圖譜。當性費洛蒙 Z8-12:Ac 劑量從 0.001 ug (0.35 mV) 增加為 0.01 ug (0.46 mV) 時, EAG 的電位增加 1.3 倍; 性費洛蒙劑量為 0.1 ug (0.65 mV) 及 1.0 ug (1.09 mV) 時, EAG 的電位分別增加 1.4 及 1.7 倍, EAG 的電位增加率最大; 性費洛蒙劑量為 10.0 ug (1.28 mV) 及 100 ug (1.53 mV) 時, EAG 的電位增加率稍降為 1.2 倍, 其電位大小增加不多。花姬捲葉蛾雄蟲觸角自蟲體切除後, 其對性費洛蒙反應之 EAG 電位大小有隨時間增長而降低的現象, 推測其原因為觸角自蟲體切除後, 其生理活性隨時間增長而逐漸變劣所致。雌蛾觸角之 EAG 電位顯然較雄蛾者為小, 僅約為 30%。另外, 檢測十二種性費洛蒙成分及類似物對花姬捲葉蛾雄蟲觸角刺激之相對 EAG 電位大小, 結果顯示 EAG 反應電位大小與天然性費洛蒙成分有密切相關性, 具誘引力之 Z8-12:Ac 產生最高的 EAG 電位, 具抑制作用之異構物 E8-12:Ac 產生次高的 EAG 電位, 具增效作用之 Z8-12:OH 產生第三高的 EAG 電位。

關鍵詞：楊桃花捲葉蛾、性費洛蒙、觸角電位圖譜。

## 前言

花姬捲葉蛾 (*Eucosma notanthes* Meyrick) 是台灣楊桃生產主要限制因子之一, 田間果實受其危害可達 40-95%, 嚴重影響楊桃之產量與品質 (Ho, 1985, 1988; Hung and Hwang, 1991), 並造成外銷檢疫困擾。為研發該蟲性費洛蒙利用技術, Hwang *et al.* (1987) 曾發現順-8-十二烯醇乙酸酯 (Z-8-

dodecenyyl acetate, Z8-12:Ac) 對花姬捲葉蛾具強烈誘引力, 並推測 Z8-12:Ac 是花姬捲葉蛾性費洛蒙主要的成分 (Hwang and Hung, 1994; Hwang *et al.* 1996)。Hung *et al.* (2000) 進一步利用氣相色層分析儀及質譜儀分析鑑定花姬捲葉蛾性費洛蒙萃取液之組成分, 主要為 Z8-12:Ac 及順-8-十二烯醇 (Z-8-dodecenol, Z8-12:OH)。單成分 Z8-12:Ac 即對花姬捲葉蛾具誘引力, 單成

\*論文聯繫人  
e-mail: jshwang@tactri.gov.tw

分 Z8-12 : OH 則不具誘引力，唯兩者混合比例為 1 : 1 時具最佳的誘引效果；另 Z8-12 : Ac 中混合少量 (> 0.5%) 之異構物反-8-十二烯醇乙酸酯 E-8-dodecenyl acetate, E8-12 : Ac) 則顯著降低誘引效果，顯然 E8-12 : Ac 具抑制誘引作用(Hung *et al.* 1999)。

Schneider (1957) 首次發展利用昆蟲觸角電位圖譜 (EAG) 來觀察家蠶觸角對性費洛蒙反應的電位變化後，近三十多年已成為昆蟲性費洛蒙生物檢定和嗅覺機制研究之基本儀器和方法(Haynes and Millar, 1998; Hummel and Miller, 1984; Miller, 1979; Schneider, 1963; Schneider, 1969)。觸角電位圖譜是當電極接觸感覺表皮細胞時，所有嗅覺受器同時對化學傳訊素分子刺激而產生的電位總和之記錄，常用毫伏特數(mV)來表示(Schneider, 1957, 1962)。而嗅覺細胞上的毛狀感覺器(dendrites)產生緩慢負電位(negative potential)的反應，是一受器胞膜去極化(depolarization)作用。電生理反應(即電位)的幅度相對於產生的神經脈衝(impulses)的頻率，其反應幅度隨化學刺激濃度增加而增加，直到飽和為止(Schneider, 1963, 1969)。EAG 的形狀與幅度常依刺激物質的化學結構和濃度而定，通常昆蟲性費洛蒙組成分會引發最大的 EAG 反應，其他化學物質引發的反應較小。雄蟲觸角含有許多長形嗅覺毛(sensilla trichodea)，而嗅覺毛上的感覺細胞對費洛蒙組成分具高度敏感度及特异性，使觀測 EAG 是一檢測費洛蒙組成份及預測費洛蒙化學結構的有力工具。

本研究擬建構觸角電位圖譜記錄裝置，以作為未來費洛蒙分離、鑑定組成份及檢定費洛蒙誘蟲配方之用，以改進並提昇費洛蒙生物檢定之技術；並進一步檢測花姬捲葉蛾觸角對其性費洛蒙成分及類似物反應之電位

圖譜，作為花姬捲葉蛾對性費洛蒙感應而產生電生理反應之佐證。

## 材料與方法

### 供試昆蟲

試驗所需之花姬捲葉蛾採自彰化縣八卦山地區楊桃園，於  $25 \pm 2$ ， $70 \pm 10$  %RH，及 12 小時光照期之養蟲室內，依 Hung and Hwang (1991) 方法以人工飼料大量繁殖，成蟲羽化後，即以 10% 之蜜水飼養至 2-3 日齡，供作試驗所需蟲源。

### 供試性費洛蒙

本試驗所用之花姬捲葉蛾性費洛蒙成分及類似物，其來源及純度列於表一。將供試性費洛蒙及類似物以正己烷(n-hexane)配製成 6 種 0.001~100 ug Al / 1ul n-hexane 不同濃度之稀釋液，各種稀釋液以微注射針取 1 ul 滴於  $10 \times 10$  mm 濾紙片(Toyo No.1)上，俟 n-hexane 揮發後，移至 1 ml 吸管頭內，吸管頭寬面一端以細紗網覆蓋，另一尖端部份則切除，並套接上 50 ml 注射筒，以供試驗。

### 昆蟲觸角電位圖譜記錄裝置

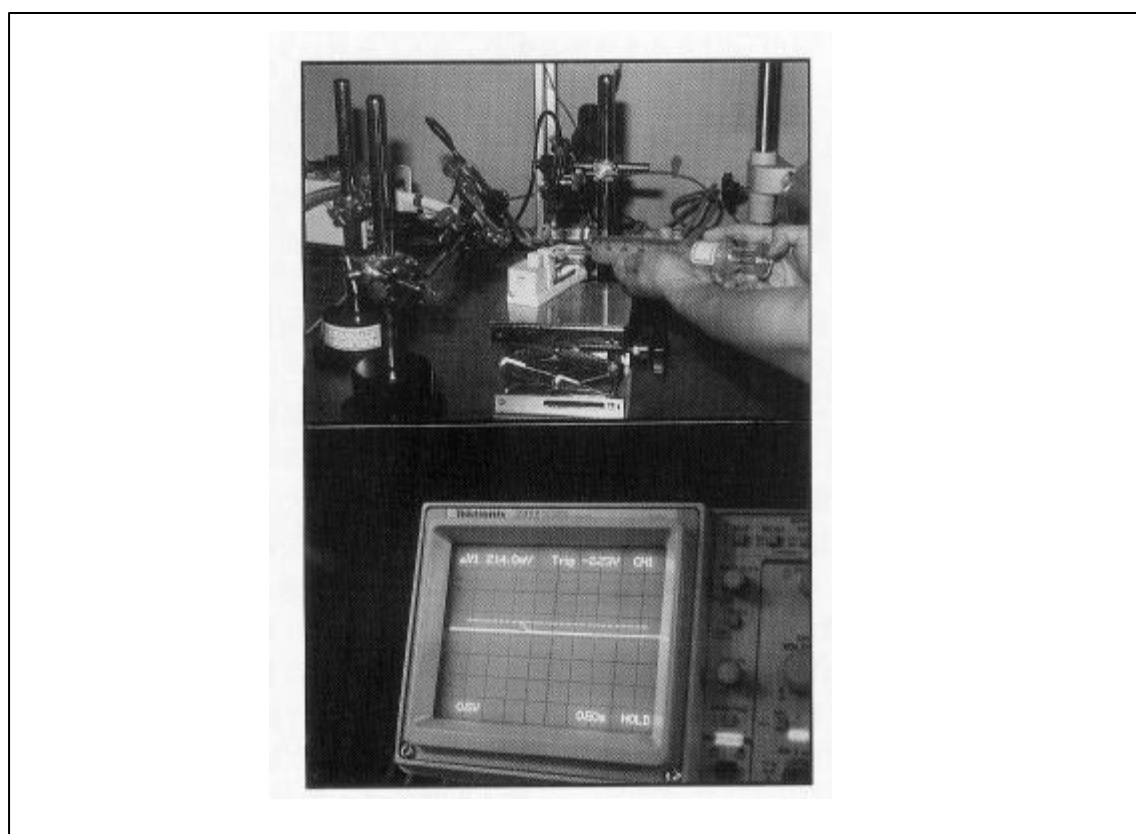
昆蟲觸角電位圖譜記錄裝置係參考 Roelofs and Cameau (1971) 及 Nagai *et al.* (1977) 之報告加以組裝如圖一。取 3 日齡雄蛾，以刀片自觸角基部切斷，同時將觸角尖端部位切除 2~3 節。將切除的觸角兩端以架橋方式迅速放置於二塊中央凹陷之腊塊之邊緣，腊塊中央凹陷處內含生理鹽水，接觸觸角兩端的腊塊邊緣則有 V 型缺刻，促使觸角兩端與生理鹽水接觸。生理鹽水配方則採用 Roelofs (1984) 及 Ramachandran and Norris (1991) 兩者之配方。將二隻 Ag-AgCl

表一 供試性費洛蒙成品來源及純度

Table 1. Source and purity of tested sex pheromone compounds

Compound	Chinese name	Abbreviation	Source	Purity (%)
Z-5-dodecenyl acetate	順-五-十二烯醇乙酸酯	Z5-12:Ac	Sigma	95
Z-7-dodecenyl acetate	順-七-十二烯醇乙酸酯	Z7-12:Ac	Sigma	95
Z-8-dodecenyl acetate	順-八-十二烯醇乙酸酯	Z8-12:Ac	Sigma	95
E-8-dodecenyl acetate	反-八-十二烯醇乙酸酯	E8-12:Ac	Sigma	--
Z-9-dodecenyl acetate	順-九-十二烯醇乙酸酯	Z9-12:Ac	IOP <sup>1)</sup>	99
E-9-dodecenyl acetate	反-九-十二烯醇乙酸酯	E9-12:Ac	IOP	99
Z-7-dodecen-1-ol	順-七-十二烯醇	Z7-12:OH	Sigma	98
Z-8-dodecen-1-ol	順-八-十二烯醇	Z8-12:OH	IOP	99
1-dodecanol	十二醇	1-12:OH	Lancaster	97
E,E-8,10-dodecadienyl acetate	反,反-八,十-十二烯醇乙酸酯	E,E-8,10-12:Ac	IOP	99
E,Z-7,9-dodecadienyl acetate	反,順-七,九-十二烯醇乙酸酯	E,Z-7,9-12:Ac	Sigma	--
E,E-8,10-dodecadienol	反,反-八,十-十二烯醇	E,E-8,10-12:OH	Sigma	--

1) IOP: Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek in the Netherlands.



圖一 昆蟲觸角電位圖譜記錄裝置。上圖：二支銀/氯化銀電極經由生理食鹽水或導電膠質與觸角接觸，性費洛蒙氣味由注射筒送向觸角；下圖：觸角電位圖譜顯示於示波器螢幕上。

Fig. 1. Electrophysiological apparatus used for recording insect electroantennograms. Top: Two Ag/AgCl electrodes are connected via saline solution or electrically conductive gel to the antenna with a pheromone puff from injection to passing over the antenna. Bottom: The EAG response appeared on the screen of an oscilloscope.

微電極以微調固定器固定，並分別插入前述兩塊蜡塊中央凹陷之生理鹽水中，同時將二隻微電極之 BNC 接頭與 Grass P16 AC / DC 微電極前置信號放大器 (microelectrode preamplifier) 之信號輸入接頭連結，再將前置放大器之信號輸出接頭與 Tektronix 2212 示波器 (digital storage & analog oscilloscope) 連結，示波器上顯示的反應電位經記憶儲存後，由示波器螢幕上直接量取反應電位，並以 HP 雷射印表機 (laser jet 6P) 印出作記錄。前述觸角材料、微電極及前置放大器均置於 TMC 防震桌上及法拉第銅網罩內 (isolation table & Faraday cage)，並均連接地線，以減低外來雜訊的干擾。

#### 刺激及觀測 EAG

將 50 ml 注射筒先後抽 5 ml，其前端再套接上述內含性費洛蒙濾紙片之吸管頭，手持注射筒讓吸管頭前端距離前述蜡塊的觸角約 2 cm，在 200 ms 內，迅速將注射筒及吸管内氣體噴向觸角，以刺激觸角上之感覺毛，同時由示波器觀測 EAG 經前置放大器放大 100 倍後之 EAG 大小。每次刺激間隔 30 秒以上，以避免觸角產生馴化現象 (acclimation)。另外，在氣體噴出的對面設立一漏斗，並以塑膠管連接抽氣馬達，以便排除性費洛蒙及其他氣味，減少污染的可能性。每次刺激之 EAG 數值大小係量取基線至正峰或負峰之電壓高度 (mV)，並使用 5-12 支觸角重複 5-30 次刺激，數據再統計平均值或以劑量 - 反應相關性統計分析 (analysis of dose-response relationship)。

## 結 果

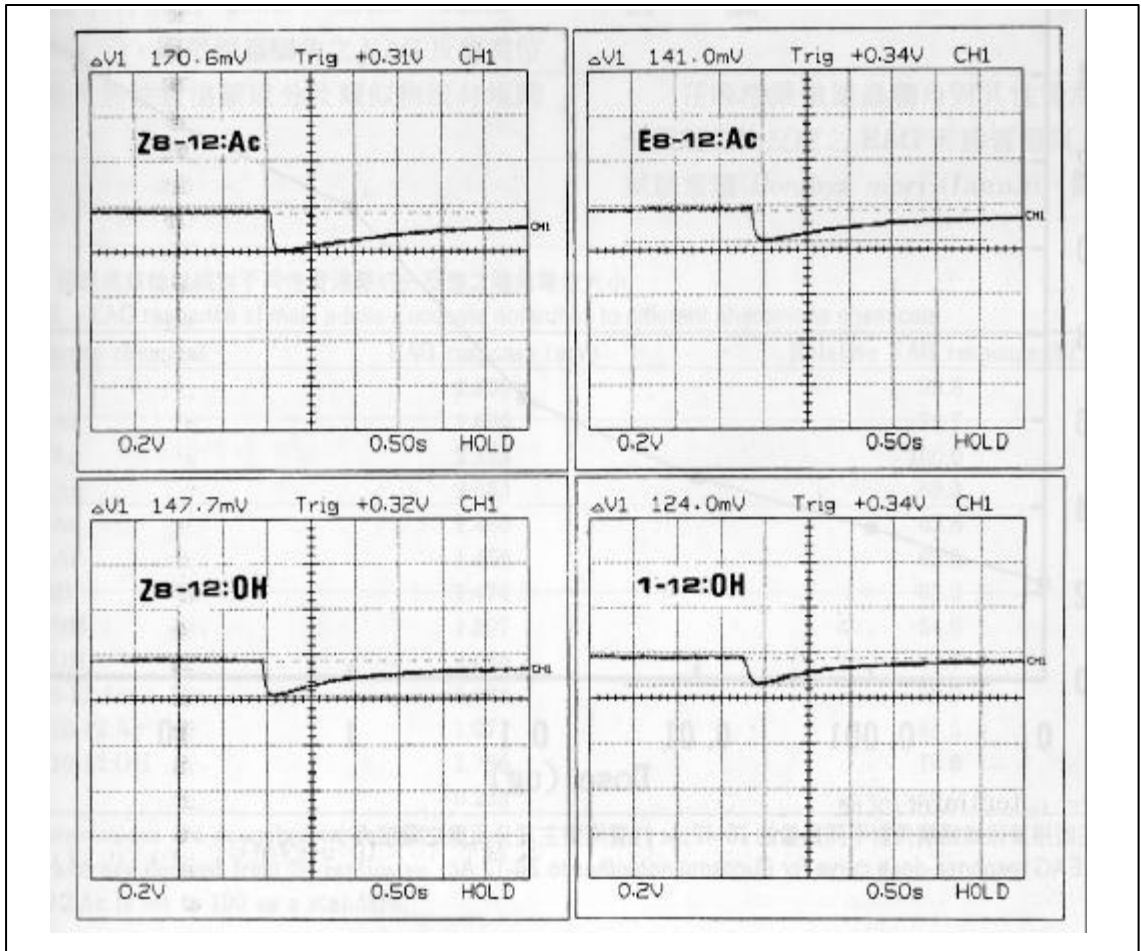
#### 花姬捲葉蛾雄蟲觸角接受其性費洛蒙組

成分及類似物 Z8-12:Ac, Z8-12:OH, E8-12:Ac, 1-12:OH 等 (劑量為 1 ug) 之刺激後，立即可由示波器螢幕上觀察到觸角電位圖譜 (EAG)，EAG 上可看到明顯的波峰出現 (圖二)，一般分正極化 (positive polarity) 與負極化 (negative polarity)，對花姬捲葉蛾雄蟲觸角而言，則屬負極化。觸角感應性費洛蒙刺激後觸角電位立即出現負極化的波峰，約經 7-8 秒，觸角電位可回復至基線水平。

花姬捲葉蛾雄蟲觸角接受不同劑量 (濃度) 性費洛蒙 (Z8-12:Ac) 刺激後，比較各 EAG 反應電位大小 (5 重複結果)，性費洛蒙劑量愈高，EAG 電位則愈大，反之則愈小 (圖三)。當性費洛蒙劑量從 0.001 ug (0.35 mV) 增加為 0.01 ug (0.46 mV) 時，EAG 的電位增加不大，約 1.3 倍；性費洛蒙劑量為 0.1 及 1.0 ug 時，彼等 EAG 的電位大小分別為 0.65 及 1.09 mV，EAG 的電位分別增加 1.4 及 1.7 倍，EAG 的電位增加率最大；惟性費洛蒙劑量提高為 10 及 100 ug 時，其電位大小分別為 1.28 及 1.53 mV，EAG 的電位增加率降為 1.2 倍，其電位大小增加不多 (圖三)。

另外，花姬捲葉蛾雄蟲觸角隨著時間增長，其對性費洛蒙 (Z8-12:Ac, 劑量為 1 ug) 反應之 EAG 電位大小有降低的現象 (圖四)。觸角剛固定好時 (0 分鐘)，其 EAG 電位大小高達 1.44 mV；經過 30 分鐘，其 EAG 電位大小降為 1.02 mV；經過 60 分鐘，EAG 電位大小為 0.80 mV；經過 90 分鐘，EAG 電位大小為 0.56 mV；經過 120 分鐘，EAG 電位大小為 0.58 mV；經過 150 分鐘，EAG 電位大小為 0.43 mV；經過 180 分鐘，EAG 電位大小則僅 0.18 mV。

以十二種性費洛蒙成分及類似物，每一供試化學品劑量為 1 ug，測試 10-12 支觸角，共重複 30 次，分別刺激花姬捲葉蛾雄蟲觸角



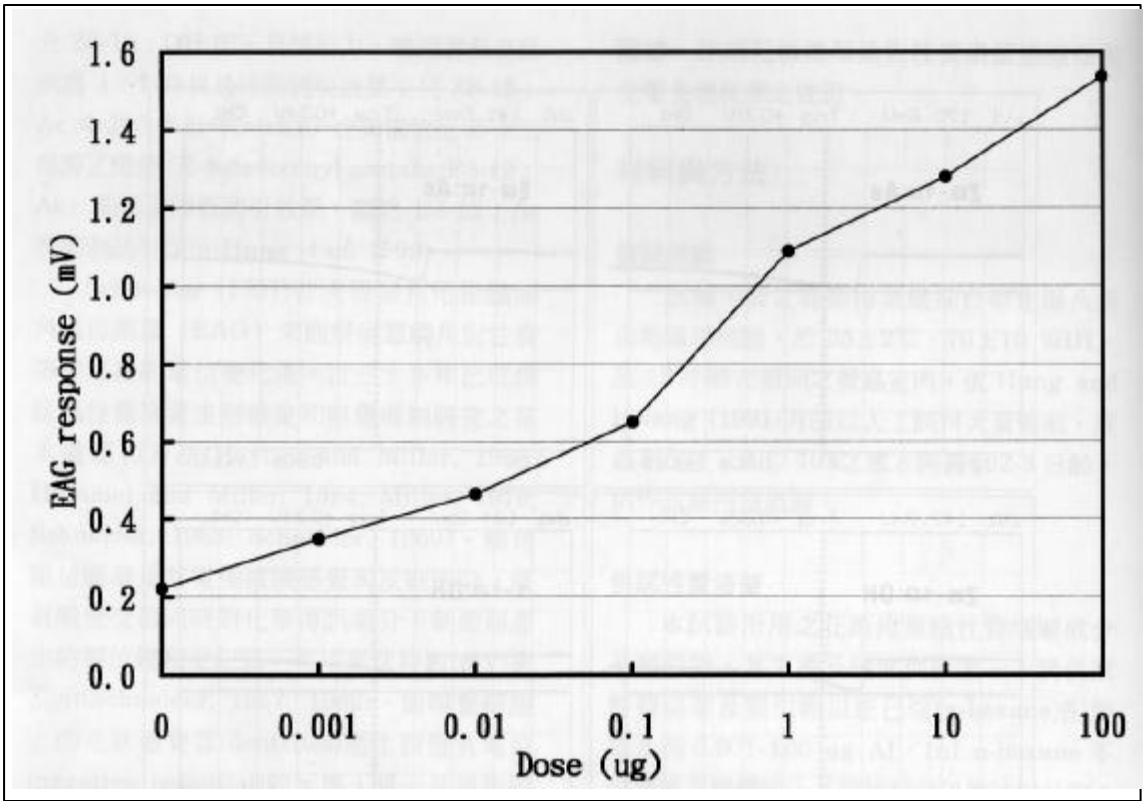
圖二 不同性費洛蒙化學品對花姬捲葉蛾雄蟲觸角刺激後之典型觸角電位圖譜。

Fig. 2. Typical EAG responses recorded from male antenna of *Eucosma notanthes* after stimulation with the different sex pheromone chemicals, Z8-12:Ac, E8-12:Ac, Z8-12:OH, and 1-12:OH.

之 EAG 電位大小及相對 EAG 電位大小如表二。表二顯示雄蛾觸角之 EAG 反應電位大小與天然性費洛蒙成分及類似物有規則性，十二種供試化學品刺激花姬捲葉蛾雄蛾觸角之 EAG 電位大小介於 2.333-1.395 mV 之間，其中以 Z8-12:Ac 之 EAG 電位最大(2.333 mV)，其次為 E8-12:Ac (2.083 mV)及 Z8-12:OH (2.046 mV)，其餘化學品之 EAG 大小介於 1.395-1.971 mV 之間。

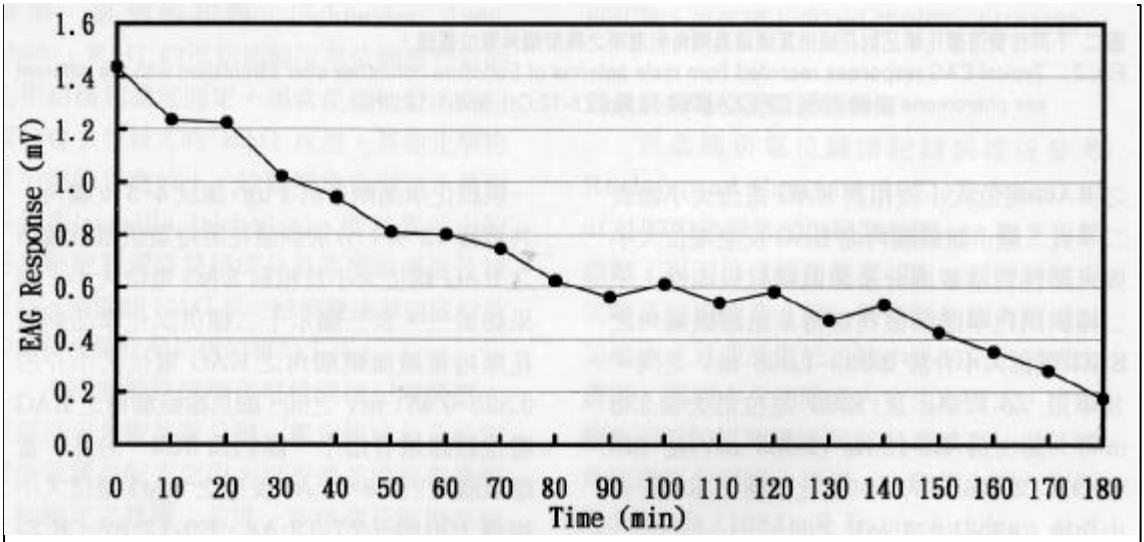
另以十二種性費洛蒙成分及類似物，每

一供試化學品劑量為 1 ug，測試 4-5 支觸角，共重複 12 次，分別刺激花姬捲葉蛾雌蛾觸角之 EAG 電位大小及相對 EAG 電位大小，結果如表三。表三顯示十二種供試化學品刺激花姬捲葉蛾雌蛾觸角之 EAG 電位大小介於 0.325-0.451 mV 之間，顯然雌蛾觸角之 EAG 電位較雄蛾者為小，僅約為 30%。另外，當雌蛾觸角對 Z8-12:Ac 反應之 EAG 電位大小視為 100 時，Z7-12:Ac、E9-12:Ac、E,Z-7,9-12:Ac 及 E,E-8,10-12:OH 之相對 EAG



圖三 花姬捲葉蛾雄蛾觸角對不同劑量的 Z8-12:Ac 性費洛蒙主成分反應之電位大小。

Fig. 3. EAG response-dose curve for *Eucosma notanthes* to Z8-12:Ac.



圖四 花姬捲葉蛾雄蛾觸角於不同時間對 Z8-12:Ac 性費洛蒙主成分反應之電位大小。

Fig. 4. EAG response-time curve for *Eucosma notanthes* to Z8-12:Ac.

電位大小分別為 100.5、100.5、113.6、106.3(表三)，顯然雌蟲觸角之 EAG 反應電位大小與天然性費洛蒙成分及類似物沒有規則性。

## 討 論

花姬捲葉蛾雄蟲觸角對其性費洛蒙組成分及類似物反應之 EAG 形態皆相似，前人曾試驗家蠶(*Bombyx mori* (Linn.))、歐洲玉米

表二 花姬捲葉蛾雄蛾對不同性費洛蒙成分反應之觸角電位大小

Table 2. EAG response of male adults *Eucosma notanthes* to different pheromone chemicals

Pheromone chemical	EAG response (mV)	Relative EAG response (%) <sup>3)</sup>
Z5-12:Ac <sup>1)</sup>	1.395 <sup>2)</sup>	59.8
Z7-12:Ac	1.696	72.7
Z8-12:Ac	2.333	100.0
E8-12:Ac	2.083	89.3
Z9-12:Ac	1.465	62.8
E9-12:Ac	1.458	62.5
1-12:OH	1.474	63.2
Z7-12:OH	1.507	64.6
Z8-12:OH	2.046	87.7
E,Z-7,9-12:Ac	1.864	79.9
E,E-8,10-12:Ac	1.971	84.5
E,E-8,10-12:OH	1.785	76.5
Blank	0.233	10.0

1) Abbreviations are described in Table 1.

2) An average derived from 30 replicates.

3) Z8-12:Ac is set to 100 as a standard.

表三 花姬捲葉蛾雌蛾對不同性費洛蒙成分反應之觸角電位大小

Table 3. EAG response of female adults *Eucosma notanthes* to different pheromone chemicals

Pheromone chemical	EAG response (mV)	Relative EAG response (%) <sup>3)</sup>
Z5-12:Ac <sup>1)</sup>	0.346 <sup>2)</sup>	87.2
Z7-12:Ac	0.399	100.5
Z8-12:Ac	0.397	100.0
E8-12:Ac	0.340	85.6
Z9-12:Ac	0.380	95.7
E9-12:Ac	0.399	100.5
1-12:OH	0.350	88.2
Z7-12:OH	0.384	96.7
Z8-12:OH	0.325	81.9
E,Z-7,9-12:Ac	0.451	113.6
E,E-8,10-12:Ac	0.357	89.9
E,E-8,10-12:OH	0.422	106.3
Blank	0.145	36.5

1) Abbreviations are described in Table 1.

2) An average derived from 12 replicates.

3) Z8-12:Ac is set to 100 as a standard.



螟(*Ostrinia nubilalis* Hubner)、紅帶捲葉蛾(*Argyrotaenia velutinana* (Walker))、及樅芽蛀蛾(*Choristoneura fumiferana* (Clem.))等昆蟲雄蟲觸角對彼等性費洛蒙反應之 EAG 之圖形均與花姬捲葉蛾者相似,且 EAG 振幅大小則視檢測昆蟲種類與刺激化學品而異,一般為0.5~3.0 mV (Schneider, 1957; Roelofs and Cameau, 1971; Baker and Roelofs, 1976; Nagai *et al.*, 1977; Ross *et al.*, 1979)。

一般性費洛蒙的劑量與 EAG 電位大小之關係呈 S 形,即性費洛蒙於某一些低劑量刺激觸角時,EAG 電位增加不大,而在某些稍高劑量範圍,EAG 電位增加率較大,當達到某一定高劑量時,EAG 電位增加率則減少而達高峰(plateau)。對花姬捲葉蛾而言,性費洛蒙 Z8-12:Ac 於 0.1-1.0 ug 劑量時,EAG 電位增加率較大;100 ug 高劑量時,EAG 的電位似達高峰。Baker and Roelofs (1976) 研究紅帶捲葉蛾的 EAG,亦發現性費洛蒙劑量於 0.1-10 ug 時,EAG 的電位增加率最大。Nagai *et al.* (1977) 研究歐洲玉米螟的 EAG,發現性費洛蒙濃度高於 20 ug,EAG 電位即達高峰。Ross *et al.* (1979) 研究樅芽蛀蛾的 EAG,則發現性費洛蒙劑量於 0.01-90 ug 時,隨劑量增加,EAG 電位有增大現象,但當劑量高於 90 ug 時,EAG 的電位即達高峰。

花姬捲葉蛾雄成蟲觸角剛離開蟲體固定好時,對性費洛蒙 Z8-12:Ac 反應之 EAG 電位最大,可達 1.44 mV,之後隨著時間增長,觸角對性費洛蒙反應之 EAG 電位有逐漸降低現象。擬尺蠖(*Trichoplusia ni*)及歐洲玉米螟的觸角離開蟲體後,EAG 電位大小亦會隨時間增長而降低的現象(Nagai *et al.*, 1977; Light and Birch, 1979),推測其原因為觸角自蟲體切除後,其生理活性隨時間增長而逐

漸變劣所致。

Z8-12:Ac 已被證實為花姬捲葉蛾最主要的性費洛蒙成分(Hung, *et al.*, 2000),單成分 Z8-12:Ac 即對花姬捲葉蛾具誘引力(Hwang, *et al.*, 1987; Hwang and Hung, 1994; Hwang, *et al.*, 1996); Z8-12:OH 屬次要成分,單成分 Z8-12:OH 則不具誘引力,但可增加 Z8-12:Ac 之誘引效果,是屬增效劑;另花姬捲葉蛾天然性費洛蒙中可能含有微量的 E8-12:Ac,但於誘餌配方中 E8-12:Ac 含量超過 0.5%則會降低 Z8-12:Ac 之誘引效果,是屬抑制劑(Hung, *et al.* 1999)。上述結果顯示 Z8-12:Ac 之 EAG 電位最大為 2.333 mV, E8-12:Ac 之 EAG 電位其次為 2.083 mV, Z8-12:OH 之 EAG 電位屬第三大為 2.046 mV,其餘性費洛蒙類似物之 EAG 大小介於 1.395-1.971 mV 之間。顯然雄蛾觸角之 EAG 反應電位大小與天然性費洛蒙成分有密切相關性,即具誘引力之性費洛蒙主成分產生最大的 EAG 電位,具抑制作用之性費洛蒙主成分之異構物產生次大的 EAG 電位,具增效作用之性費洛蒙次要成分產生第三大的 EAG 電位。Roelofs and Cameau (1971) 亦報告紅帶捲葉蛾雄蛾觸角對其具誘引力之性費洛蒙成分(Z-11-tetradecenyl acetate 及 Z-11-tridecenyl acetate) 產生最大的 EAG 電位,而具明顯抑制作用的化合物 E-11-tetradecenyl acetate 則引發次強的 EAG 電位,具增效作用及不明顯抑制作用的化合物引發較少的 EAG 電位。

前述結果顯示雌蛾觸角之 EAG 電位較雄蛾者為小,僅約為 30%,因此,性費洛蒙對雄蛾觸角之刺激反應顯然大於雌蛾觸角者,前人亦有相同的試驗結果(Birch, 1971; Light and Birch, 1979; Nagai *et al.*, 1977; Ross *et al.*, 1979),且推論雌蛾的嗅覺毛(sensilla)較

雄蛾者為少，是雌蛾 EAG 電位較雄蛾者為小的主要原因。另外，Z8-12:Ac 對雌蛾觸角刺激之 EAG 電位大小較性費洛蒙類似物 Z7-12:Ac、E9-12:Ac、E,Z-7,9-12:Ac 及 E,E-8,10-12:OH 者為小，顯然雌蟲觸角之 EAG 反應電位大小與天然性費洛蒙成分沒有密切相關性。

本研究已建立昆蟲觸角電位圖譜記錄裝置，並已利用來檢測花姬捲葉蛾雌、雄蟲觸角對其性費洛蒙反應之電位圖譜。性費洛蒙劑量與 EAG 反應電位之關係呈 S 形；且觸角自蟲體切除後，其對性費洛蒙反應之 EAG 電位大小有隨時間增長而降低的現象。另試驗顯示雄蛾觸角之 EAG 反應電位大小與天然性費洛蒙成分有密切相關性，未來該 EAG 記錄裝置可做為性費洛蒙生物活性檢測之用。

## 誌 謝

本研究承蒙美國加州大學河邊分校昆蟲系 Jocelyn G. Millar 教授及國立台灣師範大學生物學系吳京一教授，提供寶貴意見，謹誌謝忱。

## 引用文獻

- Baker, T. C., and W. L. Roelofs.** 1976. Electroantennogram responses of the male moth, *Argyrotaenia velutinana* to mixtures of sex pheromone components of the female. *J. Insect Physiol.* 22: 1357-64.
- Birch, M. C.** 1971. Intrinsic limitations in the use of electroantennograms to bioassay male pheromones in Lepidoptera. *Nature* 233: 57-58.
- Haynes, K. F., and J. G. Millar.** 1998. *Methods in chemical ecology: bioassay methods.* Chapman & Hall, New York, 406pp.
- Ho, K. Y.** 1985. Preliminary report on the carambola fruit borers and their control. *Plant Prot. Bull.* 27: 53-62. (in Chinese with English abstract)
- Ho, K. Y.** 1988. Life history and ecology of the carambola fruit borers, *Eucosma notanthes* Meyrick, in Chia-Yi. *Chinese J. Entomol.* 8: 23-31. (in Chinese with English abstract)
- Hummel, H. E., and T. A. Miller.** 1984. *Techniques in pheromone research.* Springer-Verlag New York Inc., New York, 464pp.
- Hung, C. C., and J. S. Hwang.** 1991. Mass rearing method of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick. *Chinese J. Entomol.* 11: 204-212. (in Chinese with English abstract)
- Hung, C. C., J. S. Hwang, and R. F. Hou.** 1999. Comparison of bioassay methods for attractiveness of sex pheromone components to carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick. *Plant Prot. Bull.* 41: 165-177. (in Chinese with English abstract)
- Hung, C. C., J. S. Hwang, M. D. Hung, Y. P. Yen, and R. F. Hou.** 2000. Isolation and identification of female sex pheromone of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick, and field tests of its attractiveness. *J. Chem. Ecol.* (submitted)

- Hwang, J. S., C. C. Hung, C. C. Lo, and M. D. Hung.** 1987. Sex attractant for two carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick and *Cryptophlebia ombrodella* Lower. Plant Prot. Bull. 29: 321-323. (in Chinese with English abstract)
- Hwang, J. S., and C. C. Hung.** 1994. Formulations of sex attractant and trap designs for trapping carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick. Plant Prot. Bull. 36: 31-40. (in Chinese with English abstract)
- Hwang, J. S., C. C. Hung, and R. F. Hou.** 1996. A bioassay method of the sex pheromone of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick. Plant Prot. Bull. 38: 119-127. (in Chinese with English abstract)
- Light, D. M., and M. C. Birch.** 1979. Electrophysiological basis for the behavioural response of male and female *Trichoplusia ni* to synthetic female pheromone. J. Insect Physiol. 25: 161-167.
- Miller, T. A.** 1979. Insect neurophysiological techniques. Springer-Verlag New York Inc., New York, 308pp.
- Nagai, T., A. N. Starratt, D. G. R. McLeod, and G. R. Driscoll.** 1977. Electroantennogram responses of the European corn borer to (Z)- and (E)-11-tetradecenyl acetates. J. Insect Physiol. 23: 591-597.
- Ramachandran, R., and D. M. Norris.** 1991. Volatiles mediating plant-herbivore-natural enemy interactions: electroantennogram responses to soybean looper and a parasitoid to green leaf volatiles. J. Chem. Ecol. 17: 1665-1690.
- Roelofs, W. L., and A. Cameau.** 1971. Sex pheromone perception: electroantennogram response of the red-banded leaf roller moth. J. Insect Physiol. 17: 1969-1982.
- Roelofs, W. L.** 1984. Electroantennogram assays: Rapid and convenient screening procedures for pheromones, pp. 131-160. in H. E. Hummel and T. A. Miller, eds. Techniques in pheromone research. Springer-Verlag, Berlin.
- Ross, R. J., P. Palaniswamy, and W. D. Seabrook.** 1979. Electroantennograms from spruce budworm moths of different ages and for various pheromone concentrations. Can. Entomol. 111: 807-816.
- Schneider, D.** 1957. Electrophysiological investigation on the antennal receptors of the silk moth during chemical and mechanical stimulation. Experientia 13: 89-91.
- Schneider, D.** 1962. Electrophysiological investigation on the olfactory specificity of sexual attracting substances in different species of moths. J. Insect Physiol. 8: 15-30.
- Schneider, D.** 1963. Electrophysiological investigation of insect olfaction, pp. 85-103. in Y. Zotterman, ed. Olfaction

and taste I. Pergamon Press, Oxford.

**Schneider, D.** 1969. Insect olfaction: deciphering system for chemical messages. *Science* 163: 1031-1037.

收件日期：2000年1月23日

接受日期：2000年4月5日

## Electroantennogram Responses of the Carambola Fruit Borer, *Eucosma notanthes* Meyrick (Lepidoptera: Eucosmidae), to Sex Pheromone Chemicals

Jenn-Sheng Hwang\*, Chau-Chin Hung and Chia-Ying Liu  
Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research  
Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung 413,  
Taiwan, R.O.C.

### ABSTRACT

Electroantennogram (EAG) responses were recorded from the antennae of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick, using 12 sex pheromone chemicals. Z-8-dodecenyl acetate elicited significantly higher amplitude responses than did the other pheromone chemicals. The EAG amplitude increased with an increase in pheromone concentration beginning at a dose of 0.001 ug with a response of 0.35 mV; the response curve approached a plateau at 100 ug with a response of 1.53 mV. The amplitude of the EAG response gradually decreased throughout the life span of the antennal preparation, possibly due to a lowering of the excised antennal activity. The EAG amplitudes of female antennae elicited by pheromone chemicals were about 30% of those observed from male antennae. The amplitude of EAG responses showed a close relation to the sex pheromone components of *E. notanthes* after comparing relative EAG responses of 12 pheromone chemicals tested.

Key words: carambola fruit borer, *Eucosma notanthes*, sex pheromone, electroantennogram.