



# Formosan Entomologist

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

## Electroantennogram of the Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera:Trypetidae) to Some Short-chain Organic Acide 【Research report】

### 東方果實蠅 (雙翅目:果實蠅科) 對短鏈有機酸反應之觸角電圖 【研究報告】

Kuo-Chun Lee, Jin-Tun Lin and Chin-Yih Wu

李國全、林金盾、吳京一\*

\*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: 1997/11/13 Available online: 1998/03/01

#### Abstract

Electroantennograms (EAGs) were recorded from unmated male and female oriental fruit flies, *Bactrocera dorsalis*, in response to a range of C1 to C9 carbon chain-length saturated organic acids, which are known as host-fruit volatiles. Those fruit acids with 1 to 4 carbon atoms evoked positive EAG deflections, whereas C5 to C9 acids elicited normal depolarizing EAG responses. According to the slopes of the dose-response lines, the EAGs evoked by C1 to C9 acids tested were divided into 4 groups: C1 ~ C2, C3 ~ C4, C5 ~ C8, and C9 organic acids.

#### 摘要

本研究測試記錄未交配過的東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))雌雄成蟲，對寄主果實香氣中碳數1到9個飽和有機酸之觸角電圖(electroantennogram, EAG)反應。測試結果顯示供試有機酸中含有1至4個碳(C1至C4)的有機酸會引起正極性EAG，而5至9個碳(C5至C9)的有機酸會引起負極性EAG。由劑量一反應直線之斜度推測，含有C1至C9之有機酸所引起的EAG可以分為4組：即C1及C2、C3及C4、C5、C6及C7、C8及C9的有機酸等四類。

**Key words:** *Bactrocera dorsalis*, electroantennogram, organic acid.

**關鍵詞:** 東方果實蠅、觸角電圖、有機酸

Full Text:  [PDF\(0.51 MB\)](#)

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

# 東方果實蠅（雙翅目：果實蠅科）對短鏈有機酸反應之觸角電圖

李國全 林金盾 吳京一\* 國立台灣師範大學 生物學系 台北市汀洲路4段88號

## 摘要

本研究測試記錄未交配過的東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))雌雄成蟲，對寄主果實香氣中碳數1到9個飽和有機酸之觸角電圖(electroantennogram, EAG)反應。測試結果顯示供試有機酸中含有1至4個碳(C<sub>1</sub>至C<sub>4</sub>)的有機酸會引起正極性EAG，而5至9個碳(C<sub>5</sub>至C<sub>9</sub>)的有機酸會引起負極性EAG。由劑量-反應直線之斜度推測，含有C<sub>1</sub>至C<sub>9</sub>之有機酸所引起的EAG可以分為4組：即C<sub>1</sub>及C<sub>2</sub>，C<sub>3</sub>及C<sub>4</sub>，C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>及C<sub>7</sub>，C<sub>8</sub>及C<sub>9</sub>的有機酸等四類。

**關鍵詞：**東方果實蠅，觸角電圖，有機酸

## 前言

東方果實蠅(Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel))屬雙翅目(Diptera)，果實蠅科(Trypetidae)，分佈於東南亞及太平洋地區，為多種果樹之重要害蟲。雌蟲產卵於鮮果果皮內，俟幼蟲孵化後，鑽入果肉內蛀食，造成果實腐爛與落果，其可為害的果實種類至少在150種以上(Lee, 1988; Liu and Huang, 1990)。果實蠅科昆蟲，除利用視覺選擇產卵果實果皮顏色外，亦利用嗅覺尋找棲息地、食物和產卵果實(Cytrynowicz *et al.*, 1982; Prokopy, 1983; Prokopy and Roitberg, 1984)。Hsu and Hsu (1983)曾觀察到東方果實蠅雌蟲喜歡在黃色成熟的果皮內產卵，且認為此種行為與嗅覺亦有

關(Prokopy *et al.*, 1973; Reissig *et al.*, 1982; Avail *et al.*, 1988)。

觸角電圖(electroantennogram, EAG)是記錄觸角感覺上皮(sensory epithelium)之嗅覺受器(olfactory receptors)接受氣味(odor)之刺激後，所產生電位變化的總和(Schneider, 1957, 1962)。自從EAG技術被提出後，經過許多人證實其可行性與經過裝置上的改良，如今已在研究昆蟲嗅覺反應上被廣泛使用(Baker and Roelofs, 1976; Visser, 1979; Borst, 1984; Dickens and Boldt, 1985; Honda, 1986; Warnes and Finlayson, 1986; Ishikawa, 1988; Contreras *et al.*, 1989; Jang *et al.*, 1989)。

成熟果實所散發出的氣體，已被鑑定出百種以上的揮發性物質，主要包括脂肪族

醇(aliphatic alcohols)、醛(aldehydes)、酯(esters)、酸(acids)四類(Visser, 1979; Light *et al.*, 1988)。Honda *et al.* (1986), Light *et al.*(1988)曾對此四種植物揮發性物質之EAG的反應作詳細的研究。利用不同植物揮發性物質刺激昆蟲所得之EAG,除了作為研究昆蟲選擇食物或棲息地的證據(Visser, 1979; Reissig *et al.*, 1982; Dickens, 1984; Dickens and Boldt, 1985; Honda, 1986; Warnes and Finlayson, 1986; Ishikawa, 1988)外, EAG技術也被廣泛地應用於費洛蒙或費洛蒙類似物(pheromone mimic compounds)的鑑定(Baker and Roelofs, 1976; Mayer *et al.*, 1984; van der Pers *et al.*, 1984; Grant *et al.*, 1985; Otter and Saini, 1985; Wall *et al.*, 1985; Robacker *et al.*, 1986; Janget *et al.*, 1989; Descoins *et al.*, 1990)。此外, EAG亦可被應用在昆蟲分類學上, 作為判定不同種類的參考(Honda, 1986)。

本研究即利用EAG技術, 研究東方果實蠅對不同刺激氣體的嗅覺反應。C<sub>1</sub>至C<sub>9</sub>不同

碳數飽和直鏈之有機酸對東方果實蠅EAG的反應。此類有機酸為成熟果實揮發性物質之一, 存在於柑橘、桃、百香果等果實蠅之寄主果實中(Light and Jang, 1987), 藉此探討EAG與有機酸碳數間的關係。

## 材料與方法

### 一、供試昆蟲

取自中央研究院動物所之東方果實蠅蛹, 而置於23~24°C, 12L:12D光照週期之生長箱內。俟羽化後即將雌、雄分開飼養, 以糖液(sucrose-water)及水解酵母(hydrolyzed yeast)飼養之。羽化後6~7天成蟲供試驗之用。

### 二、化學藥品

本研究使用之短鏈有機酸是以經濟植物中所含有的短鏈有機酸為限。表一則表示台灣重要經濟植物果實之種類及果實中所包含的有機酸及其分子量。這些化學藥品(Merck)是由化學材料行所購置。短鏈有機

表一 果實及其含有的短鏈有機酸  
Table 1. Fruits and their short chain organic acids

| Acid      | Chemical <sup>a</sup> |          | C. chain | Presence in fruit <sup>b</sup> |               |       |
|-----------|-----------------------|----------|----------|--------------------------------|---------------|-------|
|           | purity (%)            | Mol. wt. |          | Citrus                         | Passion-fruit | Peach |
| Formic    | 99                    | 46.0     | 1        | ? <sup>c</sup>                 | ?             | +     |
| Acetic    | 99                    | 102.1    | 2        | + <sup>d</sup>                 | +             | +     |
| Propionic | 99                    | 74.1     | 3        | +                              | ?             | ?     |
| Butyric   | 99                    | 88.1     | 4        | +                              | +             | +     |
| Pentanoic | 99                    | 102.1    | 5        | +                              | +             | +     |
| Hexanoic  | 99                    | 116.2    | 6        | +                              | +             | +     |
| Heptanoic | 99                    | 130.2    | 7        | +                              | +             | ?     |
| Octanoic  | 99                    | 144.2    | 8        | +                              | +             | +     |
| Nonanoic  | 99                    | 158.2    | 9        | +                              | +             | ?     |

<sup>a</sup> from Merck Co.

<sup>b</sup> Light and Jang (1987).

<sup>c</sup> unknown.

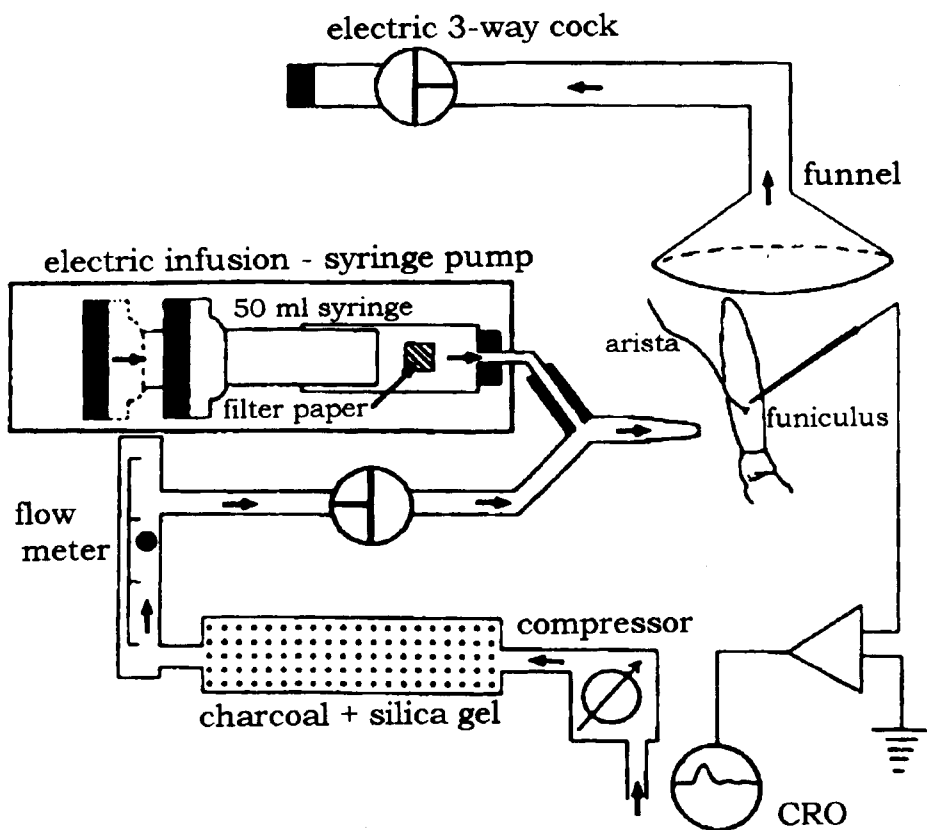
<sup>d</sup> present.

酸C<sub>1</sub>至C<sub>4</sub>係以蒸餾水稀釋；而C<sub>5</sub>至C<sub>9</sub>則以hexane(spectrometric grade)稀釋。每一種有機酸最後濃度為5%、10%、20%、33%及50%(v/v)。取各種稀釋液10μl滴於濾紙(10×20 mm)，即時移至50ml之空注射筒內，但滴下C<sub>5</sub>至C<sub>9</sub>之5種濾紙則靜置1分鐘，俟hexane蒸散後，移至50ml空注射筒內放置30分鐘(Mayer *et al.*, 1984; Avail *et al.*, 1988; Light *et al.*, 1988; Contreras *et al.*, 1989)。經30分鐘後這些注射筒連接於“Y”型小玻璃管，然後置於已固定好的果實蠅觸角傍10mm處(圖一)。

### 三、EAG裝置

成蟲以蜜蠟固定於固定板上。以尖銳鋼針在果實蠅右觸角funiculus之arista基部，刺破表皮，然後使用注入昆蟲生理液(NaCl 6.5g, KCl 0.14g, CaCl<sub>2</sub> 0.12g, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.01g, NaHCO<sub>3</sub> 0.1g加蒸餾水至1000ml)之玻璃管，以Ag-AgCl電極做為記錄電極。參考電極使用鋼針插入於scape基部。

EAG記錄係使用Grass P-16 AC/DC前置增幅器放大10倍後，接於小電腦示波儀(Addscope, ATAC-250 Nihon Kohden)上，經過16次之加算平均計算後所得之活動電位以照相記錄或記錄儀記錄。每次試驗，記錄電極均置於funiculus之固定部位，以減少EAG形態及高度(mV)之變動(Mayer *et*



圖一 EAG記錄儀器與裝置  
Fig. 1. EAG recording apparatus.

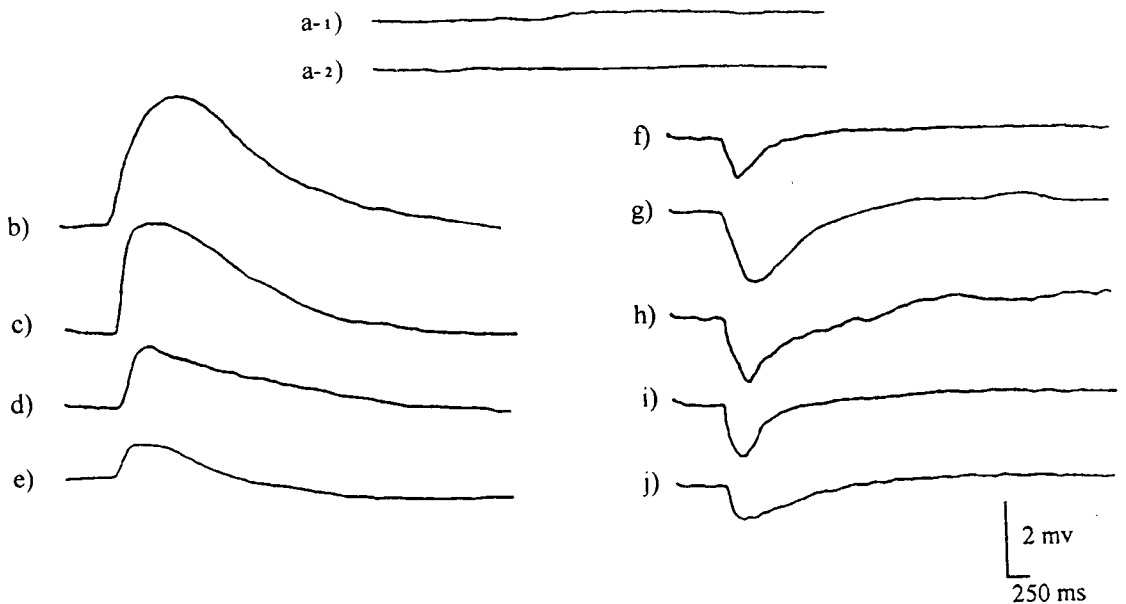
*al.*, 1984; Warnes and Finalson, 1986; White, 1991)。

#### 四、刺激

利用電刺激儀來設定定時及慢速注入唧筒裝置(electric infusion pump, Harvard 22), 每隔10秒(Baker and Roelofs 1976), 在250ms之內, 將注射筒內已含有各種濃度的氣體50 $\mu$ l, 噴出於曾通過木炭及硅膠過濾的清潔空氣中(清潔空氣流速1L/分), 刺激觸覺毛, 同時記錄EAG(圖一)。觸角附近之漏斗以三向電活塞(electric 3-way cock)及唧筒, 控制排吸刺激時間(250ms)以外之有機酸氣體, 以避免刺激以外之氣體留存於觸角附近而繼續刺激觸角。

#### 五、記錄

試驗開始前皆須經過對照刺激(control stimulation)(蒸餾水或hexane 10 $\mu$ l滴於濾紙片上後, 置於空氣中1分鐘, 然後放入50ml空注射筒內, 再行刺激)(Mayer *et al.*, 1984; Avail *et al.*, 1988; Light *et al.*, 1988; Contreras *et al.*, 1989), 確認所得之記錄中並沒有任何活動電位後才開始試驗(圖二)。所有9種有機酸與5種濃度是採隨機取樣法(at random)。每次每隻觸角記錄所得EAG之數據是取基線至正峰或負峰之電壓高度(Honda *et al.*, 1986; Light and Jang, 1987)。數據再以劑量—反應直線(dose-response line)統計分析。



圖二 酸性揮發性物質之16次刺激並加算平均計算後所得之EAG。

Fig. 2. Sixteen superimposed and averaged EAGs caused by volatile acids stimulation.

a-1: control (stimulated by filter paper with distilled water); a-2: control (stimulated by filter paper with hexane evaporated); b: formic acid ( $C_1$ ); c: acetic acid ( $C_2$ ); d: propionic acid ( $C_3$ ); e: butyric acid ( $C_4$ ); f: pentanoic acid ( $C_5$ ); g: hexanoic acid ( $C_6$ ); h: heptanoic acid ( $C_7$ ); i: octanoic acid ( $C_8$ ); j: nonanoic acid ( $C_9$ ). Duration of stimulation: 250 ms.

The vertical bar: 2 mV.

## 結 果

觸角接受有機酸之氣體，在EAG上可看到有明顯的波峰出現。它可分為單正極性(monophasic positive deflection)與單負極性(monophasic negative deflection)兩種。碳數4以下之飽和直鏈有機酸( $C_1 \sim C_4$ )所得之EAG皆為正極化(positive polarity)，而 $C_5 \sim C_9$ 刺激所得之EAG皆為負極化(negative polarity)(圖二)。比較各EAG振幅之反應大小，則在 $C_1 \sim C_4$ ，其反應大小順序為 $C_1 > C_2 > C_3 > C_4$ ，碳數愈少所產生之正極電位愈大，而在 $C_5 \sim C_9$ ，其電位大小順序為 $C_6 > C_7 > C_8 > C_9$ (圖二)。

東方果實蠅對供試9種有機酸，EAG的形態及振幅之間沒有雌雄之差別。

有機酸稀釋濃度愈高，EAG電位愈大；反之，會愈小。此9種有機酸之濃度與EAG反應，皆隨著濃度高低而增減；惟濃度達到某一程度以上時其反應大小即不再增加。

## 討 論

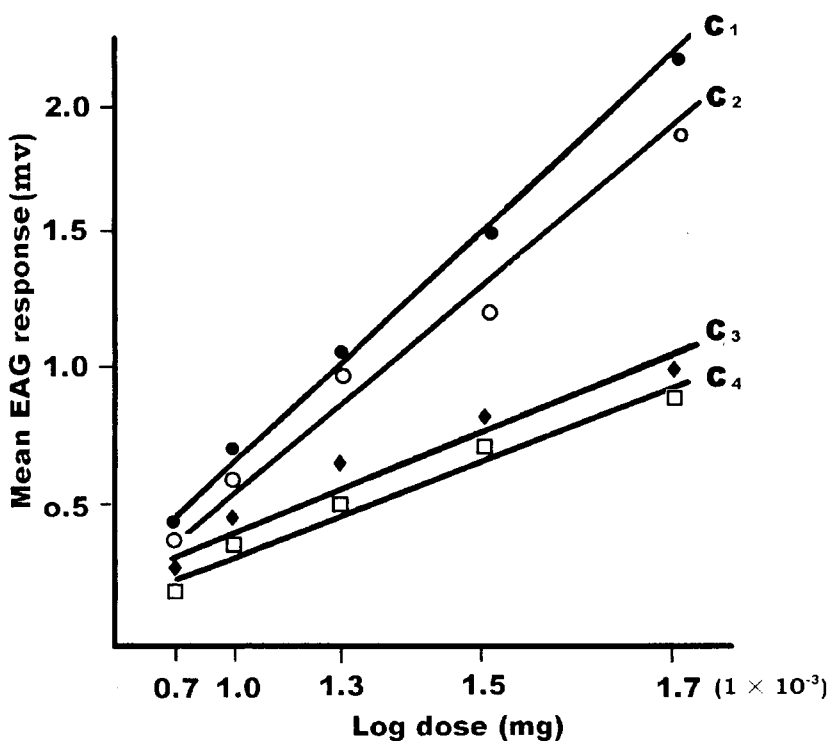
EAG係嗅覺受器電位變化之總和(Schneider, 1962)，正極化或負極化的EAG，在其他昆蟲的實驗中亦可見到(Yamada *et al.*, 1976; Warnes and Finlayson, 1986; Light *et al.*, 1988; Contreras *et al.*, 1989; Patte *et al.*, 1989)。Schneider (1969)將所得之EAG記錄中，其負極化電位稱為去極化(depolarization)，此與該受器神經之興奮性有關，因為它會增加活動電位之頻率；而將正極化電位認為過極化(hyperpolarization)，此與該受器神經之抑制性有關，它減少活動電位之頻率。

Light *et al.* (1988)將以 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ 飽和直鏈有機酸刺激地中海果實蠅所得之正極化

電位稱之為抑制電位(inhibitory potential)。Contreras *et al.* (1989)於美洲蟑螂的試驗中發現，可使該蟲產生正極化EAG的刺激物，皆可使該蟲產生逃離此刺激的行為；相反的，產生負極化EAG的若干刺激物，對該蟲卻有誘引之效果。若將誘引劑與忌避劑兩者等量混合來刺激，則得到正極化EAG，使蟑螂產生逃避的行為。因此，忌避劑(repellent)與誘引劑(attractant)的判定、或可從EAG的極性來判斷(Contreras *et al.*, 1989)。

東方果實蠅對碳數4以下( $C_1 \sim C_4$ )飽和直鏈之有機酸，皆產生正極化EAG。地中海果實蠅(Light *et al.*, 1988)、腐蠅(stable fly)(Warnes and Finlayson, 1986)及舞毒蛾(gypsy moth)(Yamada *et al.*, 1976)對 $C_1$ (formic acid)或 $C_3$ (propanoic acid)的刺激，亦可產生正極化EAG，而這些EAG與本試驗所得之EAG在形態與振幅大小上皆相似。此類碳數短的有機酸對這些昆蟲，是否即為一種忌避劑？未來可從行為上探討，但若干實驗已證實，碳數短有機酸對某些昆蟲確實有忌避的作用(Weatherston and Percy, 1978)。

以 $C_5 \sim C_9$ 飽和直鏈之有機酸刺激東方果實蠅皆得負極化的EAG，其中 $C_6$ 之反應最大， $C_7$ 次之。地中海果實蠅(Light *et al.*, 1988)與桃蛾(peach moth)(Honda *et al.*, 1986)對不同碳數有機酸EAG的試驗結果中，確定該兩種昆蟲仍對 $C_6$ 之反應最大， $C_7$ 次之。此外，地中海果實蠅與桃蛾對醇(alcohol)與醛(aldehyde)兩類植物揮發性物質中，仍對 $C_6$ 的反應最大， $C_7$ 次之。其原因可能為植物脂肪酸(plant fatty acid)、亞油酸(linoleic acid)與亞麻酸(linolenic acid)經氧化分解(oxidative fragmentation)後，所產生之6碳與7碳醇、醛與酸構成了植物主



圖三 C<sub>1</sub>至C<sub>4</sub>劑量-EAG反應之直線迴歸。

Fig. 3. Dose-EAG response regression lines for the C<sub>1</sub> to C<sub>4</sub> stimulants.

C<sub>1</sub>: filled circle,  $y=0.04x+0.24$ ,  $r=0.998$ ; C<sub>2</sub>: blank circle,  $y=0.03x+0.26$ ,  $r=0.982$ ;  
 C<sub>3</sub>: filled diamond,  $y=0.016x+0.236$ ,  $r=0.972$ ; C<sub>4</sub>: blank square,  $y=0.015x+0.192$ ,  
 $r=4.952$

要的揮發性物質(Light *et al.*, 1988)。因此，東方果實蠅對C<sub>6</sub>~C<sub>9</sub>之反應中亦以C<sub>6</sub>最大，C<sub>7</sub>次之。

雌、雄東方果實蠅對9種有機酸EAG的形態、振幅等反應並無差異。其他昆蟲之雌蟲與雄蟲對植物揮發性物質的EAG反應上，並無顯著差異者頗多(Visser, 1979; Dickens, 1984; van der Pers *et al.*, 1984; Avail *et al.*, 1988; Light *et al.*, 1988; Jang *et al.*, 1989)。雌、雄成蟲對植物揮發物質之嗅覺上之相似性，可能是對寄主植物(host plant)或棲息地(habitat)之共同辨識(recognition)有關，如此容易搜尋食物並增加雌雄交尾的

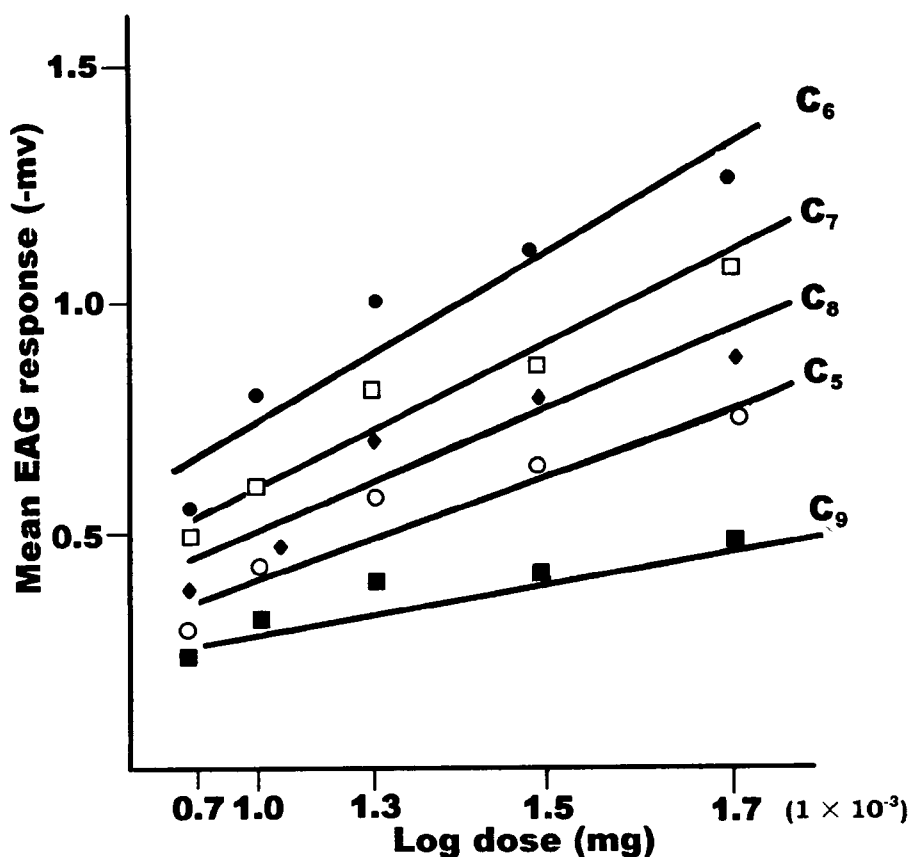
機會(Visser, 1986)。

刺激氣體之分子經由感覺毛表面之小孔進入感覺毛後，與樹突表面的受器(receptor)結合，進而使該感覺神經產生神經衝動(Zacharuk, 1980; Kaissling, 1986)。分析刺激氣體之濃度與EAG反應曲線(dose-EAG response curve)，可以判斷試驗氣體是否與樹突表面上相同的受器起作用，如果作用在相同的受器，則此刺激氣體之劑量-反應之回歸線(regression lines)的斜率應該是相似的，而在橫座標截距(intercepts)上的差異，主要係刺激氣體分子與受器間親和力(affinity)的不同所致(Borst, 1984; Ishikawa, 1988)。

從本試驗9種有機酸dose-EAG反應之直線回歸的斜率中明顯地共有4組不同的斜率，即C<sub>1</sub>與C<sub>2</sub>有相似的斜率（0.04X及0.03X）（圖三），因此，二者可能作用於相同的受器；C<sub>3</sub>與C<sub>4</sub>亦有相似的斜率（0.016X及0.015X）（圖三），也可能作用在另一種受器上，而由圖四可以推測C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>、C<sub>7</sub>、C<sub>8</sub>可能作用在同一種受器，因彼等具有相似的斜率，分別為0.01X、0.014X、0.013X、0.01X。從橫座標截距上的差異，推測C<sub>6</sub>對受器的親和力比

C<sub>5</sub>、C<sub>7</sub>、C<sub>8</sub>大。惟C<sub>9</sub>(nonanoic acid)斜率為0.04X，其對EAG作用稍異於其他C<sub>5</sub>至C<sub>8</sub>四種有機酸（圖四）。

Lee *et al.* (1994)觀察東方果實蠅觸角上感覺毛之外形，發現雌雄皆有7種感覺毛之存在，雖然Lee *et al.*未作各感覺毛受器之分類，但這些感覺毛及受器與有機酸之間或有親和力或正極性、負極性興奮之機制有關，這有待將來進一步之研究。



圖四 C<sub>5</sub>至C<sub>9</sub>劑量—EAG反應之直線迴歸。

Fig. 4. Dose-EAG response regression lines for the C<sub>5</sub> to C<sub>9</sub> stimulants.

C<sub>5</sub>: blank circle,  $y=0.01x+0.314$ ,  $r=0.923$ ; C<sub>6</sub>: filled circle,  $y=0.014x+0.608$ ,  $r=0.879$ ; C<sub>7</sub>: blank square,  $y=0.013x+0.460$ ,  $r=0.957$ ; C<sub>8</sub>: filled diamond,  $y=0.01x+0.480$ ,  $r=0.873$ ; C<sub>9</sub>: filled square,  $y=0.04x+0.254$ ,  $r=0.918$



## 誌 謝

本研究承行政院國家科學委員會資助部分經費（計畫編號NSC 80-0211-B003-02），謹此誌謝。

## 參考文獻

- Avail, A. L., W. H. Reissig, and W. L. Roelofs.** 1988. Specificity of olfactory responses in the Tephritid fruit fly, *Rhagoletis pomonella*. Entomol. Exp. Appl. 47: 211-222.
- 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: 1357-1364.
- Borst, A.** 1984. Identification of different chemoreceptors by electroantennogram-recording. J. Insect Physiol. 30 (6):507-510.
- Contreras, M. L., D. Perez, and R. Rozas.** 1989. Empirical correlation between electroantennograms and bioassays for *Periplaneta americana*. J. Chem. Ecol. 15: 2539-2548.
- Cytrynowicz, M., J. S. Morgante, and H. M. L. De Souza.** 1982. Visual responses of South American fruit flies, *Anastrepha fraterculus*, and Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*, to colored rectangles and spheres. Environ. Entomol. 11: 1202-1210.
- Descoins, C., C. Malosse, M. Renou, B. Lalanne-Cassou, and L. D. J. Aubigny.** 1990. Chemical analysis of the pheromone blends produced by males and females of the neotropical moth, *Mocis megas* (Lepidoptera, Noctuidae, Catacalinae) Experientia 46: 536-539.
- Dickens, J. C.** 1984. Olfaction in the boll weevil, *Anthonomus grandis* Both. (Coleoptera: Curculionidae): electroantennogram studies. J. Chem. Ecol. 10: 1759-1785.
- Dickens, J. C., and P. E. Boldt.** 1985. Electroantennogram responses of *Tirrhabda bacharides* Weber (Coleoptera: Chrysomelidae) to plant volatiles. J. Chem. Ecol. 11: 767-779.
- Grant, G. G., L. Macdonald, and D. Frech.** 1985. Sex attractants for some eastern species of Rhyacionia, including a new species and *Eucosa gloriosa* (Lepidoptera: Tortricidae) Can. Entomol. 117: 1489-1496
- Honda, H.** 1986. EAG responses of the fruit- and Pinaceae-feeding type of yellow peach moth, *Conogethes punctiferalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Entomol. Zool. 21: 126-133.
- Honda, H., Y. Maruyama, and Y. Matsumoto.** 1986. Comparisons in EAG response to n-alkyl compounds between the fruit- and Pinaceae-feeding type of yellow peach moth, *Conogethes punctiferalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Ent. Zool. 21(1): 126-133.
- Hsu, S.J., and E. L. Hsu.** 1983. Biological studies on the oriental fruit fly

- (*Dacus dorsalis* Hendel). *Phytopathologist & Entomologist*, Nat. Taiwan Univ. 2: 48-64 (in Chinese).
- Ishikawa, Y.** 1988. Electroantennogram responses of the onionfly, *Hylemya antigus* Meigen (Diptera: Anthomyiidae) to oviposition stimulants. *Appl. Entomol. Zool.* 33: 388-395.
- Jang, E. B., D. Light, M. Flath, J. T. Nagata, and T. R. Mon.** 1989. Electroantennogram responses of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* to identified volatile constituents from calling males. *Entomol. Exp. Appl.* 50: 7-19.
- Kaissling, K. E.** 1986. Chemo-electrical transduction in insect olfactory receptors. *Ann. Rev. Neurosci.* 9: 121-145.
- Lee, W. Y.** 1988. The control programming of the Oriental fruit fly in Taiwan. *Chin. J. Entomol. Special Publ.* 2: 51-60 (in Chinese).
- Lee, W. Y., J. C. Chang, Y. B. Hwang, and T. L. Lin.** 1994. Morphology of the antennal sensilla of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae). *Zool. Stud.* 33(1): 65-71.
- Light, D. M., and E. B. Jang.** 1987. Electroantennogram responses of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis*, to a spectrum of alcohol and aldehyde plant volatiles. *Entomol. Exp. Appl.* 45: 55-64.
- Light, D. M., E. B. Jang, and J. C. Dickens.** 1988. Electroantennogram responses of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, to a spectrum of plant volatiles. *J. Chem. Ecol.* 14: 159-180.
- Liu, Y. C., and L. H. Huang.** 1990. The oviposition preference of the Oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel. *Chin. J. Entomol.* 10: 159-168 (in Chinese).
- Mayer, M. S., R. W. Mankin, and G. F. Lemire.** 1984. Quantitation of insect electroantennogram: measurement of sensillar contributions, elimination of background potentials, and relationship to olfactory sensation. *J. Insect Physiol.* 30: 757-763.
- Otter, C. J., and R. K. Saini.** 1985. Pheromone perception in the tsetsefly *Glossina morsitans*. *Entomol. Appl.* 39: 155-161.
- Patte, F., M. Etcheto, P. Marfaing, and P. Laffort.** 1989. Electroantennogram stimulus-response curves for 59 odourants in the honey bee, *Apis Mellifica*. *J. Insect Physiol.* 35: 667-675.
- Prokopy, R. J., V. Moericke, and G. L. Bush.** 1973. Attraction of apple maggot flies to odor of apples. *Environ. Entomol.* 2: 743-749.
- Prokopy, R. J.** 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. *Ann. Rev. Entomol.* 28: 337-364.
- Prokopy, R. J., and B. D. Roitberg.** 1984. Foraging behavior of true fruit flies. *Amer. Sci.* 72: 41-49.
- Reissig, W. H., B. L. Fein, and W. L. Hart.** 1982. Field tests of synthetic

- apple volatiles as apple maggot attractants. *Environ. Entomol.* 11: 1294-1298.
- Robacker, D. C., B. E. Chapa, and W. G. Hart.** 1986. Electroantennograms of Mexican fruit flies to chemicals produced by males. *Entomol. Exp. Appl.* 40: 123-127.
- 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.** 1969. Insect olfaction: deciphering system for chemical messages. *Science* 163: 1031-1037.
- van der Pers, G. E. Haniotakis, and B. M. King.** 1984. Electroantennogram responses from olfactory receptors in *Dacus oleae*. *Entomol. Hellen.* 2: 47-53.
- Visser, J. H.** 1979. Electroantennogram response of the Colorado beetle, *Leptinotarsa decemlineata* to plant volatiles. *Entomol. Exp. Appl.* 25: 86-97.
- Visser, J. H.** 1986. Host odor perception in phytophagous insect. *Ann. Rev. Entomol.* 31: 121-144.
- Wall, C., J. A. Pickett, D. G. Garthwaite, and N. Morris.** 1985. A female sex pheromone in the pea midge, *Contarinia pisi*. *Entomol. Exp. Appl.* 39: 11-14.
- Warnes, M. L., and L. H. Finlayson.** 1986. Electroantennogram responses of the stable fly, *Stomoxys calcitrans*, to carbon dioxide and other odors. *Physiol. Entomol.* 11: 469-473.
- Weatherston, J., and J. E. Percy.** 1978. Sex pheromone of moths. *Endeavour New Series* 1: 83-87.
- White, P. R.** 1991. The electroantennogram response: effects of varying sensillum numbers and recording electrode position in a clubbed antenna. *J. Insect Physiol.* 37(2): 145-152.
- Yamada, M., S. Saito, K. Katagiri, S. Iwaki, and S. Marumo.** 1976. Electroantennogram and behavioural responses of the gypsy moth to enantiomers of disparlur and its transanalogues. *J. Insect Physiol.* 22: 755-761.
- Zacharuk, R. Y.** 1980. Ultrastructure and function of insect chemosensilla. *Ann. Rev. Entomol.* 25: 27-47.

收件日期：1997年10月1日

接受日期：1997年11月13日

# Electroantennogram of the Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tryptetidae) to Some Short-chain Organic Acids

Kuo-Chun Lee, Jin-Tun Lin and Chin-Yih Wu\* Department of Biology, National Taiwan Normal University

## ABSTRACT

Electroantennograms (EAGs) were recorded from unmated male and female oriental fruit flies, *Bactrocera dorsalis*, in response to a range of C<sub>1</sub> to C<sub>9</sub> carbon chain-length saturated organic acids, which are known as host-fruit volatiles. Those fruit acids with 1 to 4 carbon atoms evoked positive EAG deflections, whereas C<sub>5</sub> to C<sub>9</sub> acids elicited normal depolarizing EAG responses. According to the slopes of the dose-response lines, the EAGs evoked by C<sub>1</sub> to C<sub>9</sub> acids tested were divided into 4 groups: C<sub>1</sub>~C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>~C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>~C<sub>8</sub>, and C<sub>9</sub> organic acids.

**Key words:** *Bactrocera dorsalis*, electroantennogram, organic acid.