



## Field Tests and Evaluation of the Attract-and-kill Effectiveness of Improved Long-lasting, High-efficiency Traps Coated in Different Colors against the Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 【Research report】

### 改良型長效誘殺器外觀顏色對東方果實蠅誘殺效果之田間測試與評估【研究報告】

Yi-Yuan Chuang<sup>1, 2</sup> and Roger F. Hou<sup>2\*</sup>  
莊益源<sup>1,2</sup>、侯豐男<sup>2\*</sup>

\*通訊作者E-mail: [rhhou@dragon.nchu.edu.tw](mailto:rhhou@dragon.nchu.edu.tw)

Received: 2008/10/01 Accepted: 2008/12/10 Available online: 2009/02/01

#### Abstract

Field tests were conducted to evaluate and compare the attract-and-kill effectiveness of an improved long-lasting, high-efficiency trap with various other traps available in the market, including the Improved McPhail trap, Victor trap and Yi-shan trap for male adults of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). The results showed that the Victor trap and the improved long-lasting, high-efficiency trap were better than the other two traps regarding the mean number of attract-and-kill effectiveness at 86.1 and 70.4 males, compared to the Improved McPhail trap and Yi-shan trap at 44.3 and 18.3 males, respectively. When the upper cap of the improved long-lasting, high-efficiency traps were coated with 8 different colors for the field tests, it was found that, although the yellow cap showed a slightly higher attract-and-kill effectiveness than the others, it was not significantly different from the purple and blue caps. However, it was significantly different from the orange, white, red, green, and black caps. When the improved long-lasting, high-efficiency traps were fully coated in 8 different colors, the trap coated with yellow had the highest mean number of males trapped and exhibited a significant difference compared to the traps coated in any of the 7 other colors. In addition, field tests were conducted to compare the improved long-lasting, high-efficiency trap coated with yellow to the other three types of traps. The results showed that the improved long-lasting, high-efficiency trap and the Victor trap were better than the other two traps with a mean number of 74.8 and 64.9 males trapped, respectively, compared to the Improved McPhail trap and Yi-shan trap at 28 and 9.1 males, respectively. Consequently, it was found that the traps coated with yellow were best in attract-and-kill effectiveness against male flies of *B. dorsalis*. Therefore, our findings could serve as a reference for improving the design of the fly traps as well as for applying a color reflectance spectrum to reinforce the attract-and-kill effectiveness against the oriental fruit fly.

#### 摘要

本試驗針對開模量產之改良型長效果實蠅誘殺器進行田間測試，比較與改良式麥氏誘殺器、渦旋式蜂蠅誘捕器及一善牌瓜果實蠅誘捕器等三種市售產品對東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) (Diptera: Tephritidae) 雄蠅之誘殺效果。測試結果以渦旋式蜂蠅誘捕器平均誘殺蟲數最多為86.1隻，與其次之改良型長效誘殺器的70.4隻無顯著差異，但與改良式麥氏誘殺器的44.3隻及一善牌瓜果實蠅誘捕器的18.3隻間呈顯著差異。將改良型長效誘殺器外觀塗裝黃、橙、白、紫、綠、藍、紅、黑色等8種不同顏色進行田間測試，測試結果僅改變上蓋顏色時，黃色誘殺效果最佳，與其次的藍色與紫色無顯著差異，而與其餘橙、白、紅、綠、黑色間有顯著差異。當全組塗裝上述8種不同顏色時，黃色之平均誘殺蟲數最多為74.1隻，與其它各顏色間有顯著差異；其它各顏色間差異不顯著。將改良型長效誘殺器全組塗裝黃色後再與上述三種市售誘殺器進行田間測試，結果平均誘殺蟲數最多者為塗裝黃色之改良型長效誘殺器與渦旋式蜂蠅誘捕器，平均誘殺蟲數分別為74.8及64.9隻，二者間無顯著差異，但與改良式麥氏誘殺器的28隻及一善牌瓜果實蠅誘捕器的9.1隻間呈顯著差異。試驗結果顯示，黃色對東方果實蠅雄蠅之誘引效果較佳，將改良型長效誘殺器全組塗裝黃色後有助於提升誘殺效果。此結果可供本誘殺器改進之參考，或提供未來其他誘殺器設計時，應用顏色反射光譜效應以增強對果實蠅誘引效果之參酌。

**Key words:** *Bactrocera dorsalis*, trap, attract-and-kill effectiveness, color reflectance spectrum

**關鍵詞:** 東方果實蠅、誘殺器、誘殺效率、顏色反射光譜。

Full Text: [PDF \(0.58 MB\)](#)

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

# 改良型長效誘殺器外觀顏色對東方果實蠅誘殺效果之田間測試與評估

莊益源<sup>1,2</sup>、侯豐男<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會高雄區農業改良場 作物環境課 植物保護研究室

<sup>2</sup> 國立中興大學農業暨自然資源學院 昆蟲學系

## 摘要

本試驗針對開模量產之改良型長效果實蠅誘殺器進行田間測試，比較與改良式麥氏誘殺器、渦旋式蜂蠅誘捕器及一善牌瓜果實蠅誘捕器等三種市售產品對東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) (Diptera: Tephritidae) 雄蠅之誘殺效果，測試結果以渦旋式蜂蠅誘捕器平均誘殺蟲數最多為 86.1 隻，與其次之改良型長效誘殺器的 70.4 隻無顯著差異，但與改良式麥氏誘殺器的 44.3 隻及一善牌瓜果實蠅誘捕器的 18.3 隻間呈顯著差異。將改良型長效誘殺器外觀塗裝黃、橙、白、紫、綠、藍、紅、黑色等 8 種不同顏色進行田間測試，測試結果僅改變上蓋顏色時，黃色誘殺效果最佳，與其次的藍色與紫色無顯著差異，而與其餘橙、白、紅、綠、黑色間有顯著差異。當全組塗裝上述 8 種不同顏色時，黃色之平均誘殺蟲數最多為 74.1 隻，與其它各顏色間有顯著差異；其它各顏色間差異不顯著。將改良型長效誘殺器全組塗裝黃色後再與上述三種市售誘殺器進行田間測試，結果平均誘殺蟲數最多者為塗裝黃色之改良型長效誘殺器與渦旋式蜂蠅誘捕器，平均誘殺蟲數分別為 74.8 及 64.9 隻，二者間無顯著差異，但與改良式麥氏誘殺器的 28 隻及一善牌瓜果實蠅誘捕器的 9.1 隻間呈顯著差異。試驗結果顯示，黃色對東方果實蠅雄蠅之誘引效果較佳，將改良型長效誘殺器全組塗裝黃色後有助於提升誘殺效果。此結果可供本誘殺器改進之參考，或提供未來其他誘殺器設計時，應用顏色反射光譜效應以增強對果實蠅誘引效果之參酌。

**關鍵詞：**東方果實蠅、誘殺器、誘殺效率、顏色反射光譜。

\*論文聯繫人  
e-mail: rhou@dragon.nchu.edu.tw

## 前 言

東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 自 1950 年代起，因柑桔外銷的檢疫制度起就一直困擾著台灣的經濟果樹產業，每年花費的防治費用及所造成的經濟損失達數十億元 (Huang *et al.*, 2002; Liu, 2002)。近年來，隨新興果樹的引進栽植，寄主範圍仍不斷擴增，已成為台灣經濟果樹栽培上，對果實產量影響最大的主要害蟲。東方果實蠅之為害除了造成受害果實提早落果，導致減產及果品喪失經濟價值等直接影響外，發現後續所孳生出龐大族群，與調查地區的水果產期有 1-2 個月的時差相關，這些高密度果實蠅族群則可能為害陸續開花結果的其他果樹 (Chen *et al.*, 1996; Chang *et al.*, 2002)。

台灣針對東方果實蠅的防治史，由推薦個別農戶應用誘殺劑誘殺雄蠅、配合水解蛋白誘殺雌蠅、果實套袋保護等措施，不孕性昆蟲技術 (sterile insect technique, SIT)，到推廣以滅雄技術 (male annihilation technique, MAT) 為主要的防治方法，使用含毒甲基丁香油 (methyl eugenol + toxicant) 誘殺劑，推動全面共同防治策略，配合田間監控東方果實蠅棲群密度與執行全面防治作業 (Cheng *et al.*, 2002; Liu, 2002)。自 2000 年起，農業試驗所透過中美合作計畫，引進夏威夷「區域防治 (area-wide control)」概念，以全球衛星定位及地理資訊系統整合規劃防治策略，主要應用含毒甲基丁香油進行區域性全面誘殺雄蠅作業，必要時輔以食物性誘餌進行滅雌。試驗結果顯示，小面積區域防治在妥善規劃下，應用含毒甲基丁香油即能發揮改善防治的功效，達到減輕果實的受害率之目的 (Cheng *et al.*, 2003)。

在台灣歷年來防治東方果實蠅所使用於

滅雄技術中之雄蠅誘殺劑，主要成份為甲基丁香油添加有機磷殺蟲劑 (1956-1969 添加二氯松 (DDVP)，自 1985 年起改添加乃力松) (Cheng *et al.*, 2002)。早在 1915 年即已發現甲基丁香油對某些果實蠅類；例如 *Dacus zonatus* 及 *D. ferrugineus* 之雄蠅，特別具有誘引效能 (Steiner, 1952)。至目前仍為公認對部份果實蠅科 (Tephritidae) 雄蠅最具誘引力之物質，常被應用在入侵果實蠅類的發生偵測與田間棲群密度監測與防治。此誘殺劑在田間應用方式大多藉由甘蔗纖維板或棉製品，例如棉捲及棉棒等作為擴散或吸附的載體，直接懸掛田間誘殺雄蠅 (Steiner, 1952; Steiner *et al.*, 1965, 1970; Koyama *et al.*, 1984; Allwood *et al.*, 2002)。但在許多田間試驗與防治實務上，均發現直接暴露於天候狀況下的誘殺資材易產生失效問題，其原因包括甲基丁香油蒸散速率較殺蟲劑快，或在多雨狀況下導致流失等因素 (Chu *et al.*, 1985; Vargas *et al.*, 2005)，加上日光 (紫外線) 會加速殺蟲劑 (乃力松) 的分解作用，產生褐變失效等問題 (Cheng *et al.*, 1996)。此外，由於東方果實蠅有貪食甲基丁香油之行為反應 (Steiner, 1952)，當田間果實蠅棲群密度高時，可能由於取食或接觸，亦會影響誘殺資材之田間持效性。相關的田間試驗與防治均發現，誘殺纖維板在田間使用一段時間，會逐漸喪失誘殺效能，必需適時更新誘殺資材或添補誘殺劑，才能達滅雄防治之效果 (Steiner *et al.*, 1965; Koyama *et al.*, 1984; Cunningham and Suda, 1986)。Vargas *et al.* (2005) 則發現在已完全無誘殺效果的資材上，僅添加甲基丁香油，即可恢復與全新資材相當的誘殺效果；因此，甲基丁香油的提前耗盡，喪失誘引果實蠅雄蠅功效，導致誘殺率降低，嚴重影響田間防治應用。

Chuang and Hou (2005) 為改善此缺失，開發適合台灣高溫炎熱氣候環境使用之「長效型果實蠅誘殺器」，以大型保特瓶(5,000 ml) 改裝的誘殺器中，裝置茶色玻璃瓶裝誘殺劑來維持田間的持效性，在瓶口插入吸油濾紙作為吸附及擴散誘殺劑之載體，利用虹吸原理隨時補充擴散載體上誘殺劑的耗損，解決誘殺劑因氣候因素，或果實蠅高棲群密度時所導致之耗損問題。依原設計原理所開模量產之「改良型長效誘殺器」，經模擬田間使用狀況測試結果顯示，45 ml 誘殺劑容量在台灣氣候狀況與果實蠅高密度地區可使用達 42 週，每 2 週測試誘殺器內誘殺劑之誘殺持效性，結果顯示至 34 週時，與全新誘殺劑間並無顯著差異，至第 42 週時平均誘殺致死率尚約 80% (Chuang and Hou, 2008)。本試驗針對此量產之改良型長效誘殺器與三種常見市售品牌誘殺器之誘殺效能進行田間測試，並探討在此改良型誘殺器外觀塗裝不同顏色是否會影響對東方果實蠅雄蠅之誘殺效果。

## 材料與方法

### 一、誘殺器種類

(一) 改良型長效果實蠅誘殺器：在92年度農業委員會科技產學合作計畫—長效型果實蠅誘殺器之設計研發與田間測試計畫中，依據筆者之「果實蠅之長效誘殺裝置」新型專利第203530號之設計原理，與金煌塑膠股份有限公司共同開發之組合式產品「改良型長效果實蠅誘殺器」。每組誘殺器含一個黃色直徑約20 cm 半圓形上蓋、一個裝設於誘殺器中用來放置誘殺劑藥瓶的承載盤，及一個用來承接誘殺蟲體的收集筒，容量約2 L，上蓋與收集筒以四個扣環組合，誘殺劑藥瓶承載盤與收集筒以嵌入方式組合，全組均為聚丙烯 (PP,

polypropylene)材質，總重量(不含藥瓶及誘殺劑)約為 $280 \pm 10$  g。

(二) 改良式麥氏誘殺器 (Improved McPhail trap)：為農業試驗所開發(新型專利第127477號)之塑膠組合式誘殺器 (Chen and Dong, 1995; Chen *et al.*, 2001)，技術轉移正豐化學股份有限公司及振詠興業有限公司生產。原麥氏誘殺器為美國McPhail氏所發明，是一種底部有一個凹入開口之球形透明玻璃製誘殺器，經Chen and Dong (1995) 改良為上下二件式，以螺旋方式組合之塑膠製品，上蓋為透明半球擬果型，直徑約15 cm，下半部蟲體收集筒中央有單一向內凹的蟲體誘引入口，入口直徑約5.5 cm。

(三) 渦旋式誘蠅器 (安啦, Victor)：為瑞芳化工廠股份有限公司出品之果實蠅誘捕裝置，上蓋利用暗室原理及渦旋式漏斗狀導入設計 (Ho *et al.*, 2003)。有四個誘引蟲體入口，以螺旋方式與下半部接合，下半部筒狀結構中可懸掛吸附誘殺劑之甘蔗纖維板，並做為引誘蟲體的承裝空間。

(四) 一善牌瓜果實蠅誘捕器：省農會出品之瓜果實蠅誘捕器 (Chen *et al.*, 2002)，上蓋有四個誘引蟲體入口，各入口另一端部設防蟲脫逃活動柵門，下半部筒狀結構中可懸掛塑膠瓶裝誘殺劑或吸附誘殺劑之甘蔗纖維板，並做為引誘蟲體的承裝空間。

### 二、含毒誘殺劑之製備與載體

含毒甲基丁香油誘殺劑：各測試誘殺器中所使用之含毒誘殺劑為 99%甲基丁香油原體 (99% technical grade (TG), Bayer Crop Science AG, Monheim am Rhein, Germany) 及 90%乃力松原體 (90% TG, AMVAC Chemical Corp., Los Angeles, CA) 以 18:1 之重量比充分混合後製成，除改良式長效誘殺

器內裝置為褐色玻璃瓶裝填 45 ml 含毒誘殺劑，並以吸油濾紙 (Advantec F0305302, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan) 捲做為誘殺劑載體。其餘各誘殺器內均以甘蔗纖維板 (4.5 × 4.5 × 0.9 cm) 做為誘殺劑載體，各吸附約 12~14 ml 含毒誘殺劑，使其呈飽和狀態。

### 三、改良型長效誘殺器外觀塗裝與對東方果實蠅雄蠅之田間誘引效能測試

(一) 改良型長效誘殺器之上蓋不同顏色塗裝之誘引測試：將改良型長效誘殺器之半球型上蓋塗裝成 8 種不同顏色各 4 組，分別以壓克力彩顏料 (Finity concentrated acrylic color, Windsor & Newton Ltd., London) 塗上白 (titanium white)、黑 (mars black)、黃 (cadmium yellow medium)、紅 (cadmium red light)、綠 (permanent green light)、藍 (cobalt blue)、紫 (prism violet)、橙 (cadmium yellow medium : cadmium red light = 1 : 1 混合) 等 8 種顏色。下方承接誘殺蟲體之圓柱形筒，則維持原來白色半透明狀，靜置待塗料完全風乾後，每個誘殺器中均裝置相同上述製備之含毒甲基丁香油誘殺劑。在田間進行不同顏色誘引效能測試，每次將測試時所誘殺蟲體攜回實驗室鑑定種類與計算蟲數。

(二) 整組改良型長效誘殺器不同顏色塗裝之誘引測試：將整組改良型長效誘殺器外觀均勻塗佈上述 8 種壓克力彩顏料，靜置待塗料完全風乾後，每個誘殺器中均裝置相同上述製備之含毒甲基丁香油誘殺劑。在田間進行不同顏色誘引效能測試，每次將所誘殺蟲體攜回實驗室鑑定種類與計算蟲數，比較不同顏色外觀塗裝之誘殺器對東方果實蠅雄蠅的誘引效果。

(三) 田間測試方法與地點：在高雄縣燕巢鄉一處番石榴園 (面積約 0.8 ha) 進行誘引效能測試，分別在園區的東西南北 4 個角落進行

誘引效能測試，共 4 重複，每處分別設立 1 個“米”字型懸掛誘殺器支架 (以 4 隻長 90 cm 木棒將中心點釘合組合成“米”字型)，支架懸掛高地離地約 180 cm，再分別在此支架之 8 端點都懸掛原型 (未塗裝顏色者) 之改良型長效誘殺器。在進行初步試驗時，每測試 3 天後，順時針方向旋轉支架 45°角連續調查 8 次，試驗調查時間 2007.07.24~2007.08.17，測試誘殺器懸掛在此支架之各端點時是否影響誘引效果。以同樣方法進行塗裝顏色後之測試，僅上蓋塗色者之測試調查時間為 2008.02.19~2008.03.15，全組塗色之測試與調查時間為 2008.04.07~2008.05.01。

### 四、與 3 種市售誘殺器之田間誘殺效能比較測試

(一) 田間測試方法與地點：在高雄縣燕巢鄉一處番石榴園 (面積約 0.8 ha) 進行誘引效能測試，分別在園區的東西南北 4 個角落進行誘引效能測試，共 4 重複，每一處分別設立一“十”字型懸掛誘殺器支架 (以 2 隻長 90 cm 木棒將中心點釘合組合成垂直的“十”字型)，支架懸掛高地離地約 180 cm，再分別於此支架之 4 端點都懸掛原型 (未塗裝顏色者) 改良型長效誘殺器。在進行初步試驗時，每測試 3 天後順時針方向旋轉支架 90°角連續調查 4 次，試驗調查時間 2007.10.08~2007.10.20，將所誘殺蟲體攜回實驗室鑑定種類與計算蟲數，測試誘殺器懸掛在此支架之各端點時是否影響誘殺效果。

(二) 改良型長效誘殺器與 3 種市售誘殺器之誘引效能測試：在“十”字型懸掛誘殺器支架之 4 端點逢機懸掛改良型長效誘殺器及上述 3 種市售誘殺器進行測試，方法同上連續調查 4 次，試驗調查時間 2008.05.19~2008.05.31，將所誘殺蟲體攜回實驗室鑑定種類與計算

蟲數，測試不同誘殺器在田間的誘殺效果。

(三) 全組黃色塗裝之改良型長效誘殺器與上述 3 種市售誘殺器之誘引效能測試：在“十”字型懸掛誘殺器支架之 4 端點縫機懸掛全組塗裝黃色之改良型長效誘殺器及上述 3 種市售誘殺器進行測試，方法同上連續調查 4 次，試驗調查時間 2008.06.02~2008.06.14，將所誘殺蟲體攜回實驗室鑑定種類與計算蟲數，測試經黃色塗裝後之改良型長效誘殺器與市售其他誘殺器在田間的誘殺效果。

#### 五、改良型長效誘殺器塗裝各種顏色後之反射光譜測定

利用微型光纖光譜儀 (Miniature Fiber Optic Spectrometer USB4000, Ocean Optics Inc.)，以平衡氬-鎢鹵組合式光源 (Balanced Deuterium Tungsten Halogen Light Source DH-2000-BAL, Ocean Optics Inc.) 及反射探頭 (Reflection/Backscattering Probes R400-7-UV-VIS, Ocean Optics Inc.)，分別測定改良型長效誘殺器塗裝各種顏色後之反射光譜，並以漫反射標準白 (white reflectance standard with Spectralon, WS-1-SL, Ocean Optics Inc.) 為參照基準，表示為相對反射率。探討不同顏色塗裝之誘殺器對東方果實蠅雄蠅的誘引效果與反射光譜間之是否具關聯性。

#### 六、統計分析

將田間每次各試驗點所得誘殺蟲數，以 SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute 2002) 軟體進行統計分析，以 General Linear Models Procedure 作變方分析，最小顯著差異 (LSD, least significant difference) ( $P = 0.05$ ) 來比較各處理誘殺器間是否呈顯著差異。

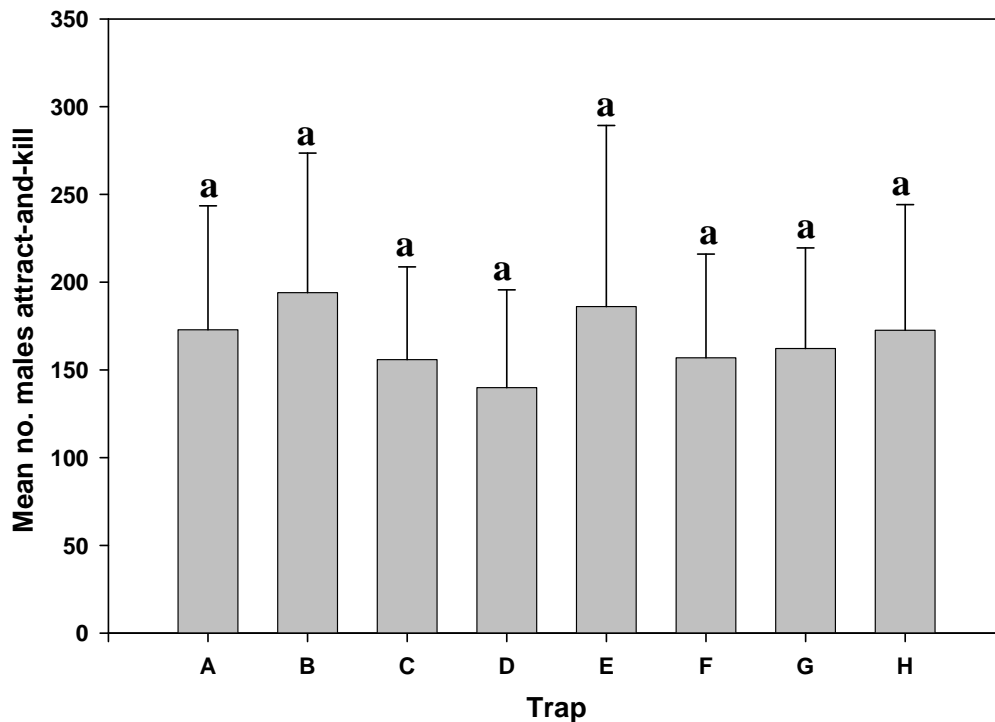
## 結 果

### 一、誘殺器懸掛於“米”字型支架與“十”字型支架之初步誘殺測試

當於“米”字型支架之 8 端點都懸掛相同原型 (未塗裝顏色者) 改良型長效誘殺器，進行初步測試時，調查結果顯示，8 個端點懸掛之誘殺器經每 3 天順時針方向轉動 45°角連續調查 8 次後，各誘殺器之平均誘殺蟲數介於 139.9~194 隻，統計上彼此間無顯著差異 (圖一)。當於“十”字型支架之 4 端點都懸掛相同原型 (未塗裝顏色者) 改良型長效誘殺器，進行初步測試時，調查結果顯示，4 個端點懸掛之誘殺器經每 3 天順時針方向轉動 90°角連續調查 4 次後，各誘殺器之平均誘殺蟲數介於 65.9~93.1 隻，彼此間無顯著差異 (圖四)。

### 二、改良型長效誘殺器外觀塗裝不同顏色後對東方果實蠅雄蠅之誘引效能測試

將改良型長效誘殺器之半球型上蓋塗裝成黃、橙、白、紫、綠、藍、紅、黑等 8 種不同顏色，下半部承接誘殺蟲體之圓柱形筒，則維持原來白色半透明狀，裝置相同誘殺劑後進行田間測試比較。測試結果，上蓋塗裝黃色者平均誘殺蟲數為 20.1 隻為最多，與其次的藍、紫色之 17.3 及 16.1 隻之間無顯著差異，但與其他顏色如白色 (14.3 隻)、紅色 (12.4 隻)、橙色 (12.3 隻)、綠色 (11.9 隻) 及黑色 (11.2 隻) 間有顯著差異；除黃色外，其餘塗裝各顏色者之間無顯著差異 (圖二)。當全組改良型長效誘殺器外觀完全塗裝上述 8 種不同顏色時，塗裝黃色者誘殺效果明顯較塗裝其他顏色者為佳，平均誘殺蟲數為 74.1 隻，與塗裝其他顏色者之間有顯著差異。塗裝其餘顏色者之間差異不顯著 (圖三)。



圖一 在田間測試比較8個相同的“改良型長效誘殺器”(A, B,..., H) 裝置於“米”字型支架8個端點對東方果實蠅雄蠅之誘殺效率。

Fig. 1. Field tests and comparison of the attract-and-kill effectiveness of 8 improved long-lasting, high-efficiency traps hung from the top of a “米” framework against *Bactrocera dorsalis* male flies. Error bars represent the standard error of the mean. Means of columns marked with the same letter are not significantly different at a 0.05 level, LSD, PROC GLM (SAS Institute 2002).

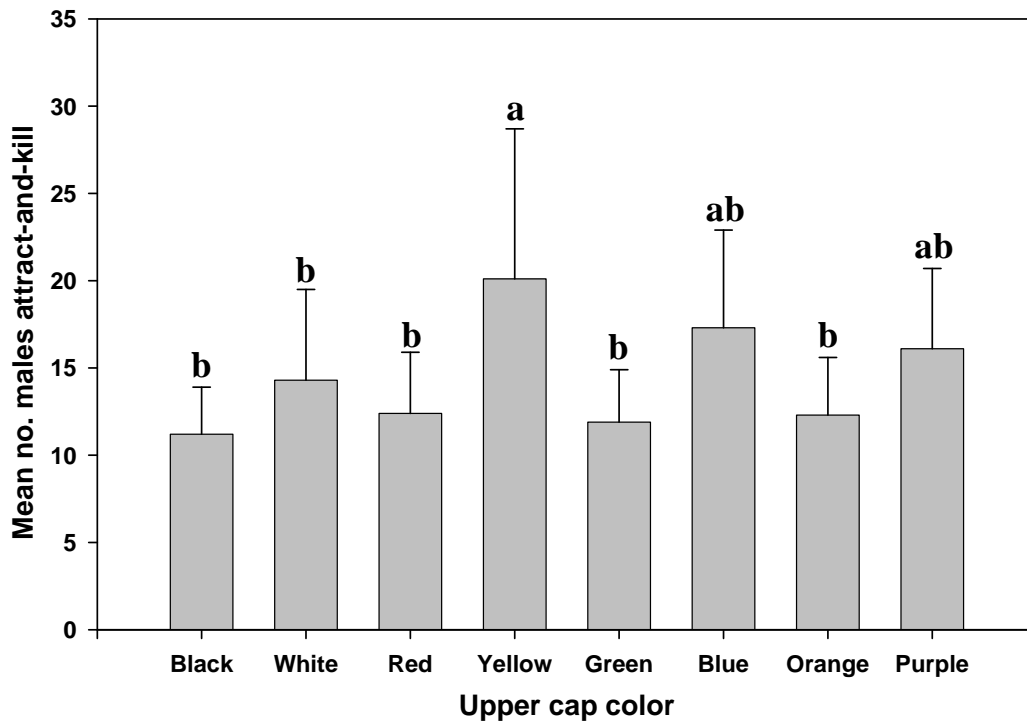
### 三、改良型長效誘殺器與3種市售誘殺器之田間誘引效能測試

將改良型長效誘殺器與改良式麥氏誘殺器、渦旋式誘蠅器及一善牌瓜果實蠅誘捕器等3種市售誘殺器，逢機懸掛於“十”字支架之4個端點進行田間測試，其結果以渦旋式蜂蠅誘捕器平均誘殺蟲數最多為86.1隻，與其次之改良型長效誘殺器的70.4隻無顯著差異，但與改良式麥氏誘殺器的44.3隻及一善牌瓜果實蠅誘捕器的18.3隻間呈顯著差異(圖五)。而改用全組塗裝黃色之改良型長效誘殺器再與上述3種市售誘殺器進行田間測試，結果顯示塗裝黃色之改良型長效誘殺器平均誘殺

蟲數最多為74.8隻，誘殺蟲數次多者為渦旋式蜂蠅誘捕器平均誘殺蟲數為64.9隻，二者間無顯著差異；但與改良式麥氏誘殺器的28隻及一善牌瓜果實蠅誘捕器的9.1隻間呈顯著差異(圖六)。

### 四、塗裝各種顏色後之反射光譜測定結果

以微型光纖光譜儀逐一測定塗裝各種顏色後之改良型長效誘殺器的反射光譜，結果如圖七。白色在可見光波段(400-700 nm)之相對反射率超出100%，黃色反射高峯值約在570~700 nm，相對反射率介於90.1~91.1%。橙色之反射波型態與黃色較相似，高峯值約在



圖二 在田間測試比較8種不同顏色上蓋的“改良型長效誘殺器”對東方果實蠅雄蠅之誘殺效率。

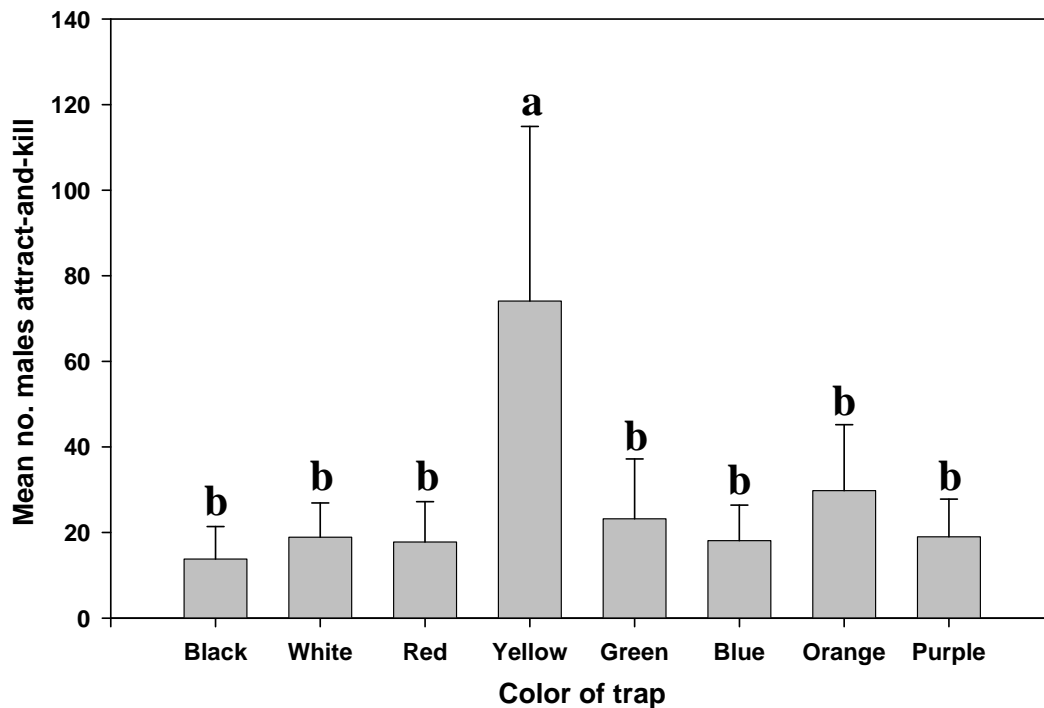
Fig. 2. Field tests and comparison of the attract-and-kill effectiveness of 8 improved long-lasting, high-efficiency traps with their upper caps coated with 8 different colors against *Bactrocera dorsalis* male flies. Error bars represent the standard error of the mean. Means of columns marked with the same letter are not significantly different at a 0.05 level, LSD, PROC GLM (SAS Institute 2002).

600~700 nm，相對反射率 >93.7%。紅色之反射高峯值出現在620 nm，相對反射率約為72.3%。紫色之反射高峯值出現在430 nm，相對反射率約為87.7%。藍色之反射高峯值出現在420 nm，相對反射率約為60.7%。黑色之反射高峯值出現在300~430 nm之間，相對反射率約為45.8~56.8%。綠色反射高峯值約在300~430 nm，相對反射率介於72.7~77.1%，但有一次高峯出現於520 nm，相對反射率約為64.7%。

## 討 論

本試驗在高雄縣燕巢鄉一處面積約 0.8 ha 之番石榴園進行，初步進行誘殺效能測試時，發現分別設在園區的東西南北 4 個角落的 4 個重複試區間誘殺蟲數間呈顯著差異。在此果園的南方位試區誘殺蟲數最多與其他方位間呈顯著差異，且在連續調查過程中，不同調查時段所測得之誘殺蟲數間亦呈顯著差異（未發表資料）。此顯示東方果實蠅族群在此園區附近的分布，呈現時間與空間的不均勻分布。Chen *et al.* (2006) 曾於農業試驗所內番石榴園，調查東方果實蠅在園區中族群變動與遷移情形，在其目測觀察記錄中，在夜間幾乎無發現果實蠅停留於園區植株上之蹤跡，白天進到





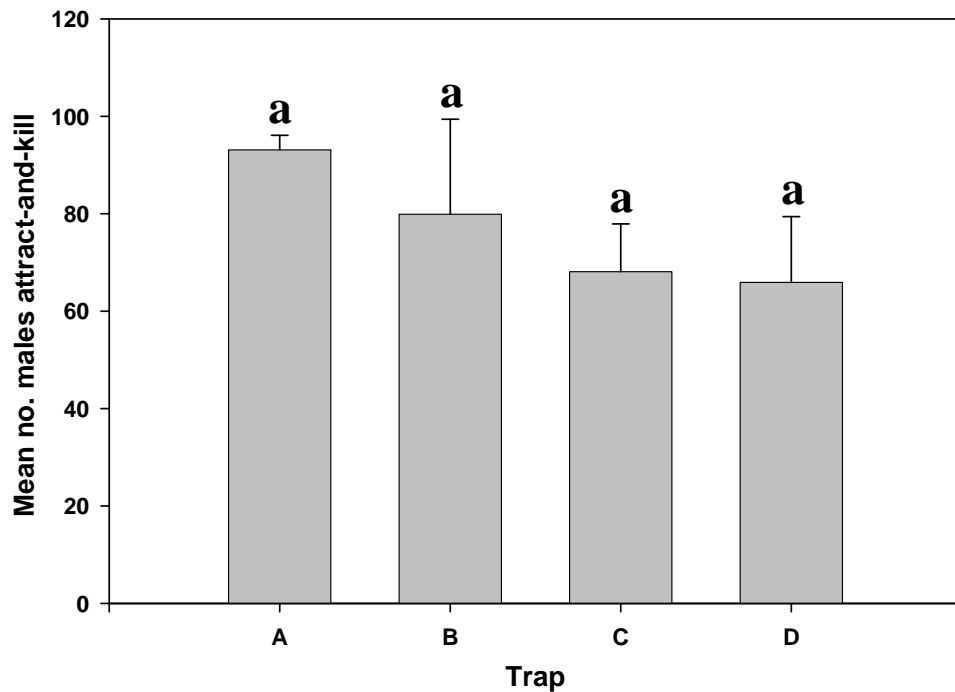
圖三 在田間測試比較8種不同顏色改良型長效誘殺器對東方果實蠅雄蠅之誘殺效率。

Fig. 3. Field tests and comparison of the attract-and-kill effectiveness of 8 improved long-lasting, high-efficiency traps coated with 8 different colors against *Bactrocera dorsalis* male flies. Error bars represent the standard error of the mean. Means of columns marked with the same letter are not significantly different at a 0.05 level, LSD, PROC GLM (SAS Institute 2002).

果園的方向可能與其棲息點或園區鄰近植物相有關。由於甲基丁香油本身具揮發與長距離的誘引效果，當各處理誘殺器相隔僅數公尺時，可能因果實蠅在園區或周遭棲息點較靠近某一誘殺處理裝置而影響誘殺效能的測試。因此，在本試驗進行時，分別視比較處理組的多寡，設計“十”與“米”字形支架，所有進行測試的誘殺器均相隔短距離懸掛在支架的端部，並在各個誘殺器處理中均裝置相同之含毒誘殺劑成份，使其成為誘引東方果實蠅雄蠅之同一誘引源，但當被誘引之雄蠅靠近此一誘引源時，再測試各誘殺器經不同顏色塗裝後之視覺效應，或不同型式誘殺器間之形狀或結構是否影響誘殺效果。在初步的試驗中，於“十”

與“米”字形支架的各端點設置完全相同的誘殺器時，分別經 4 及 8 次各順時針方向轉動 90°角及 45°角的連續調查後，再進行統計與分析，測試結果，設置於各端點的各個誘殺器之平均誘殺蟲數間無顯著差異，顯示此法在田間試驗時，可改善因設置誘殺器位置的因素而可能產生的影響。

過去有關各種顏色對果實蠅類的誘引測試，均希望能藉由視覺反應的刺激提升田間防治應用的效果與價值；例如，在模擬寄主果實形狀之球狀體表面，塗裝不同顏色及黏膠後進行誘黏測試，探討果實蠅視覺對形狀與顏色間的行為反應 (Vargas *et al.*, 1991; Drew *et al.*, 2003, 2006)，或在特定顏色之模擬球狀體



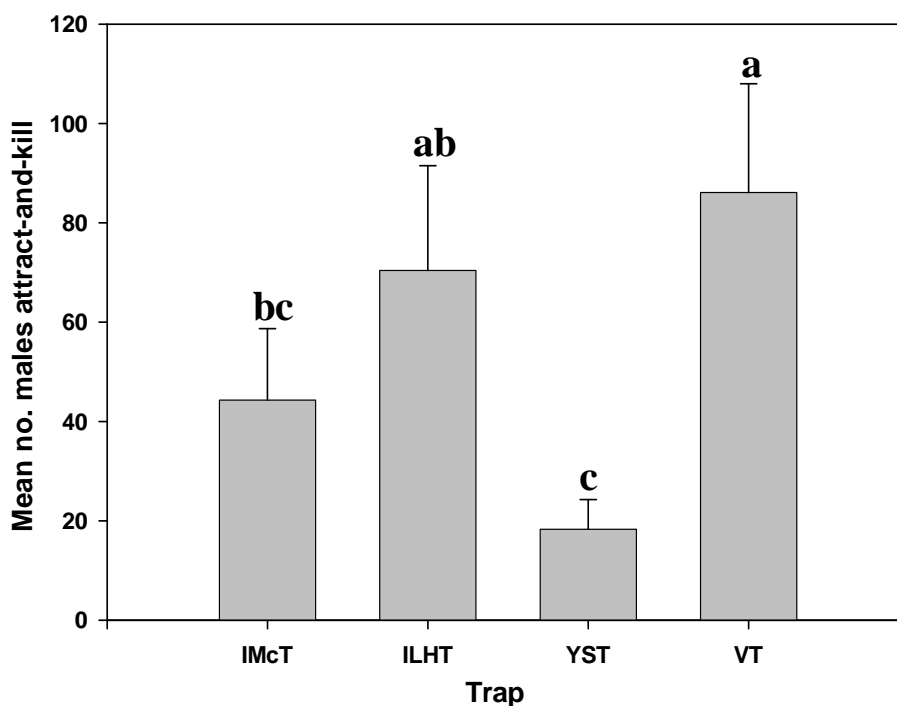
圖四 在田間測試比較4個相同的“改良型長效誘殺器”(A, B, C, D)裝置於“十”字型支架4個端點對東方果實蠅雄蠅之誘殺效率。

Fig. 4. Field tests and comparison of the attract-and-kill effectiveness of 4 improved long-lasting, high-efficiency traps hung from the top of a “+” framework against *Bactrocera dorsalis* male flies. Error bars represent the standard error of the mean. Means of columns marked with the same letter are not significantly different at a 0.05 level, LSD, PROC GLM (SAS Institute 2002).

表面塗布黏膠、殺蟲劑或含毒餌劑等，經由視覺刺激反應達到誘捕或誘殺效果，做為改善田間果實蠅棲群密度監測或強化實務防治之用 (Prokopy and Economopoulos, 1975; Vargas *et al.*, 1991; Ayyappath *et al.*, 2000; Barry *et al.*, 2004)。當殺蟲劑塗布在這些視覺模擬物體上，應用在田間果實蠅的誘殺方式，可減少因施用農藥直接殘留在作物上的風險，同時也可減少對環境與工作者的危險性 (Hamill *et al.*, 2003)。以往有關 *Bactrocera* 屬果實蠅對顏色反應的研究遠不如對其他屬果實蠅相關之研究，大部分偏重於雌蠅對各種顏色的偏好性反應 (Drew *et al.*, 2006)。測試結果，因

種類不同對顏色反應也而不盡相同，推論可能與各種果實蠅的遺傳習性有關，成蟲會被其主要原生寄主果實 (native host fruit) 之相近似顏色誘引 (Drew *et al.*, 2003)，或可反射較多紫外線的顏色 (白色) 所誘引 (Vargas *et al.*, 1991; Stark and Vargas, 1992)。從果實蠅類對形狀及顏色等的視覺反應，推論可能與雌蠅搜尋寄主果實產卵行為有關，而被誘引的雄蠅則可能與尋求交尾的行為有關 (Vargas *et al.*, 1991; Drew *et al.*, 2003, 2006)。

為配合台灣現行推廣之滅雄防治技術，及改良農政單位輔導田間防治用含毒誘殺資材之田間適用性，經筆者於產學合作計畫設計、



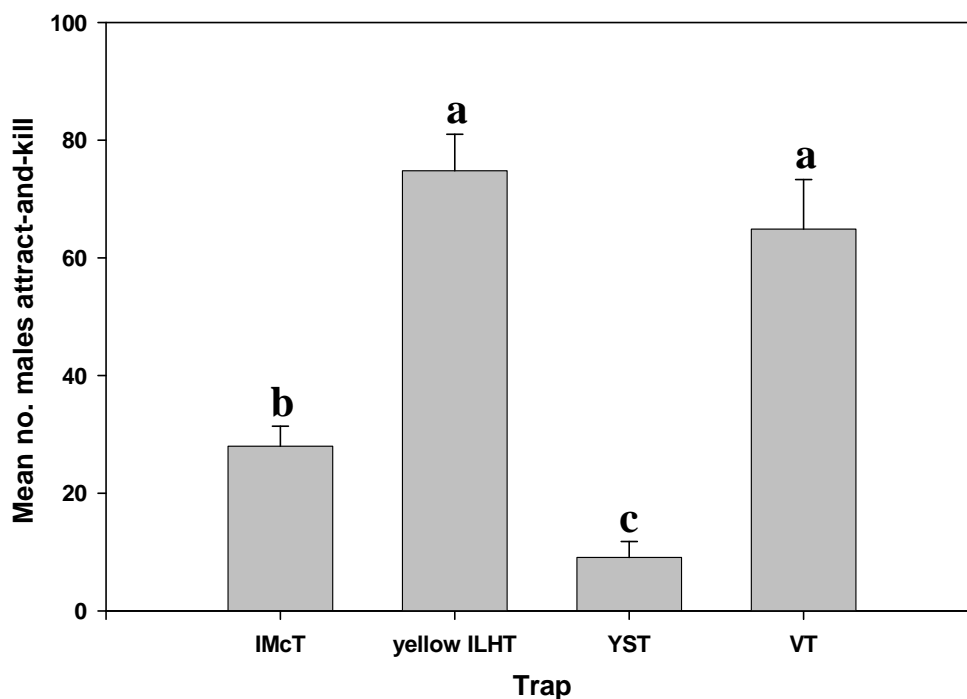
圖五 在田間測試比較4種不同誘殺器對東方果實蠅雄蠅之誘殺效率。

Fig. 5. Field tests and comparison of the attract-and-kill effectiveness of 4 traps against *Bactrocera dorsalis* male flies. Error bars represent the standard error of the mean. Means of columns marked with the same letter are not significantly different at a 0.05 level, LSD, PROC GLM (SAS Institute 2002). IMcT=improved McPhail trap; ILHT=improved long-lasting, high-efficiency trap; YST=Yi-shan trap; VT=Victor trap.

開發並量產「改良型長效誘殺器」，而本試驗則針對此誘殺器在田間對野生的東方果實蠅雄蠅誘殺效能進一步測試，探討外觀塗裝不同顏色後之誘殺效能，希望能藉由視覺反應的輔助刺激並提升田間誘殺功效。試驗結果顯示，原設計之黃色上蓋塗裝雖比塗裝其他顏色者之誘殺效果為佳，且有顯著差異，但全組塗裝黃色後，誘殺效果顯著提升，此結果可做為未來本誘殺器改良之參考。

Vargas *et al.* (1991) 在田間測試塗上不同顏色及黏膠的模擬果實球狀體誘引試驗發現，黃色對東方果實蠅的雄蠅具有較佳的誘引效果，但其試驗中白色球狀體亦呈現與黃色者相似之優異誘引效果，彼此間無顯著差異。

Stark and Vargas (1992) 的田間試驗，亦發現相較於綠、橙、綠、紅等色，東方果實蠅雄蠅較會被含有甲基丁香油的白色或黃色的桶狀誘殺器 (bucket trap) 所誘捕。但在實驗室內利用電生理之細胞內記錄技術 (intracellular recording technique) 測試東方果實蠅複眼之光接受器對色光刺激之視覺神經反應，再應用反射不同波長的有色紙板進行選擇性測試，結果顯示反射 UV (波長介於 300~380 nm) 及綠光 (500~570 nm) 刺激者，具增強誘引的反應，而反射藍光 (380~500 nm) 者，則降低誘引反應 (Wu *et al.*, 2007)。本試驗中，塗裝黃色者所誘殺之雄蠅數量最多，與其他顏色間有顯著差異，塗裝白色者之誘殺效



圖六 在田間測試比較塗裝黃色之"改良型長效誘殺器"與3種不同誘殺器對東方果實蠅雄蠅之誘殺效率。

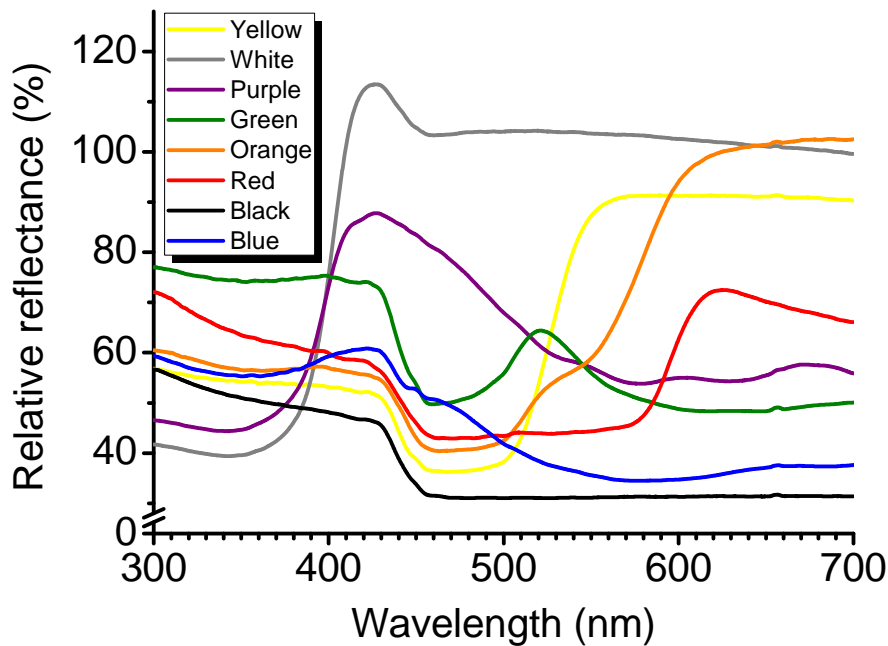
Fig. 6. Field tests and comparison of the attract-and-kill effectiveness of the improved long-lasting, high efficiency traps coated with yellow and 3 other traps against *Bactrocera dorsalis* male flies. Error bars represent the standard error of the mean. Means of columns marked with the same letter are not significantly different at a 0.05 level, LSD, PROC GLM (SAS Institute 2002).

IMcT=Improved McPhail trap; yellow ILHT=improved long-lasting, high-efficiency trap coated with yellow; YST=Yi-shan trap; VT=Victor trap.

果與塗裝黃色者有顯著差異，而與誘殺效果較差者之紅、綠、藍、紫色間則無顯著差異，此結果可能與誘殺器塗裝不同顏色後所呈現之反射波長有關。因此，除黃色在上述各田間或實驗室的試驗研究中，均呈現最佳的誘引效率外，其他顏色對東方果實蠅的誘引測試結果並不近相似，究因顏料材質所呈現的反射波長、相對反射率的強弱、與背景間的對比效應 (Cornelius *et al.*, 1999)、外觀形狀或立體球狀體與平板間所呈現的誘引差異 (Drew *et al.*, 2006) 等因素，尚待進一步測試與釐清。但黃色所呈現的誘引功效顯然較無爭議，應用黃色所產生之視覺效應於誘殺器裝置時，有助

於改善田間的誘引效果，強化田間偵測與棲群密度監測工作，及提升田間防治應用之價值。

從全組塗裝各種顏色後之改良型長效誘殺器的誘殺效能，對照各種塗裝顏色所呈現之反射波形態、反射峰值與強度來比對探討，誘殺率最佳的黃色與其次的橙色，二者反射波形態較為類似，反射高峰值約在 570~600 nm 間，在本試驗所塗裝顏色測試中，相對於其他顏色對東方果實蠅的雄蠅較具誘引效能。Vargas *et al.* (1991) 測試經塗裝黃色的球狀體與成熟番石榴二者之反射波較為相似，認為在模擬果實的球狀體塗佈與番石榴相似反射波者之顏色對東方果實蠅的雌雄蠅均較具誘



圖七 塗裝8種顏色後之"改良型長效誘殺器"的反射波長與相對反射率  
 Fig. 7. Relative reflectance spectra of 8 improved long-lasting, high-efficiency traps coated with different colors.

引力，有助於在田間提升偵測與密度監測之應用。

但誘殺器除外觀顏色所產生的視覺誘引效應外，整體的設計與結構亦常影響田間的誘殺效果，能否藉由誘殺效率及時反應田間果實蠅的發生偵測，進而達到棲群密度監測的功能，影響防治成效甚鉅。本試驗另外針對改良型長效誘殺器與其他3種常見市售誘殺器進行田間誘殺測試，發現全組塗裝黃色後之改良型長效誘殺器為誘殺率最高者。而其他誘殺器可能因原本設計上之功能與需求而影響誘殺效果；而且，果實蠅接觸或取食含毒甲基丁香油後常需經數分鐘後才死亡，各式誘殺器阻止其中毒後逃離的效率不同，亦可能影響最終計算之誘殺蟲數。例如改良型麥氏誘殺器原本設計為應用於添加糖液或蛋白質水解物，誘引果實蠅從底部進入取食，最後溺死在誘引劑或被添

加的殺蟲劑所毒殺 (Chen *et al.*, 2001)。因為在台灣常藉由其優異的防水功能及方便組裝等優點，直接將含毒甲基丁香油誘殺板放置其間，做為田間果實蠅密度調查或防治之用。本試驗沿用田間慣用方式做為測試誘殺器誘殺效果的對照組，可能因其原設計的唯一開口朝下，不利於甲基丁香油氣味之揮發而影響誘殺數量。一善牌誘殺器則於果實蠅的誘入口處，增設防止蟲體脫逃的活動門擋，亦可能限制甲基丁香油的揮發而影響誘殺效果。而Ho (2003) 曾比較原型的長效誘殺器 (5,000 ml 保特瓶改裝者) 與渦旋式誘殺器在田間的誘殺效率，但其試驗中將原設計使用之含毒誘殺劑變更為不含毒甲基丁香油，結果顯示渦旋式誘殺器誘捕效果優於保特瓶改裝的長效誘殺器。因其試驗中所用之長效誘殺器原型為保特瓶改裝，僅在瓶壁周邊鑽孔作為誘殺劑氣味蒸

散孔及蟲體誘入口，並無防蟲脫逃設計，因此誘得之蟲體未被毒殺者得以脫逃。長效誘殺器原本設計作為搭配現行推廣之含毒甲基丁香油所開發之誘殺資材，被誘引進之蟲體需取食含乃力松之甲基丁香油或接觸吸附載體而達到擊殺效果，故並不適用於使用不含毒誘殺劑。在Ho *et al.* (2003) 另一試驗中變更長效誘殺器中原設計瓶裝誘殺劑為含毒甲基丁香油誘殺板方式後，長效誘殺器平均誘殺蟲數為渦旋式誘殺器的1.2倍，顯示長效誘殺器在使用含毒誘殺資材後之誘殺效率無虞。

甲基丁香油對東方果實蠅所有日齡的雄蠅，均有強烈之誘引效果，添加殺蟲劑製成含毒誘殺劑，可普遍應用於田間棲群密度監測與實務防治。含毒誘殺劑以甘蔗纖維板作為載體的方式提供田間便利的操作模式，以往曾以此資材在羅塔島 (Rota, Mariana Islands)、塞班島 (Saipan island)、琉球群島 (Okinawa Islands) 等地區成功撲滅東方果實蠅 (Steiner *et al.* 1965, 1970; Koyama *et al.*, 1984)。但因材質之耐候性不佳，常導致提早失效等問題，田間防治作業需頻繁的更新資材，約每 6~8 週需更換全新資材，無法兼顧防治持效性與資材之環保回收。Vargas *et al.* (2008) 曾在夏威夷測試 SPLAT (Specialized Pheromone and Lure Application Technology)、Min-U-Gel、Acti-Gel 等三種誘殺劑的擴散載體，田間使用上較懸掛誘殺纖維板方式更方便，可藉由點噴方式進行較大區域防治作業，且經田間測試持效性約可維持 10 週，惟此法亦可能在施用點造成化學物質殘留或人畜接觸中毒的風險。因此，在保護誘殺資材及改善田間持效性能的考量下，藉由誘殺器之物理結構提供誘殺劑較佳耐候性，使其發揮應有的持效功能，僅需添加誘殺劑之作業方式減少載體資材的損耗並兼顧環保，及在誘殺器的物理結構的隔

絕下，更可避免人畜接觸中毒的風險。

長效誘殺器的開發，除延長田間使用的持效性，大幅改善誘殺劑之田間耐候性，比較誘殺纖維板方式更可省下 20.3~27.7%的誘殺劑使用量 (Chuang and Hou, 2005)。而量產之改良型在田間經測試可達到 34 週持效性，與全新誘殺劑間無顯著差異，甚至到誘殺劑用盡的第 42 週，還保有 80%的誘殺致死率 (Chuang and Hou, 2008)，及可避免人畜直接接觸含毒誘殺劑的安全性等優點，未來應用本試驗中視覺反應的增效作用再以改型，將可更適用於台灣果樹栽培環境以監控東方果實蠅之族群密度與田間防治應用。

## 誌 謝

本試驗承蒙行政院農業委員會動植物防疫檢疫局經費補助 (計畫編號: 92 農科-1.8.1-高-K3) 及金煌塑膠股份有限公司陳明春先生協助模具之設計與開發，試驗期間承廖蔚章、林娟如等同仁協助田間調查工作，試驗資料承周國隆先生協助統計分析，反射光譜之測定承台灣大學楊恩誠教授借用光譜分析儀及吳文彥先生協助反射光譜之測定，文稿承蘇琳珍小姐協助製打等，在此一併謹誌謝忱。

## 引用文獻

- Allwood, A. J., E. T. Vueti, L. Leblanc, and R. Bull. 2002. Eradication of introduced *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae) in Nauru using male annihilation and protein bait application techniques, pp. 19-25. In C. R. Veitch and M. N. Clout [eds.], Turning the tide: the eradication of invasive species. Proceedings of the

- International Conference on Eradication of Island Invasives. IUCN Publications Services Unit, Cambridge, United Kingdom.
- Ayyappath, R., S. Polavarapu, and M. R. McGuire.** 2000. Effectiveness of thiamethoxam-coated spheres against blueberry maggot flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 1473-1479.
- Barry, J. D., S. Polavarapu, and L. A. F. Teixeira.** 2004. Evaluation of traps and toxicants in an attract-and-kill system for *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 97: 2006-2014.
- Chang, N. T., M. D. Su, T. H. Wen, C. C. Kuo, and P. Y. Lai.** 2002. Application of GIS and GPS to the monitoring of fruit fly populations, pp. 93-110. *Plant Prot. Bull. Spec. Publ. New No. 4. Proceedings of the Symposium on Insect Ecology and Fruit Fly Management. The Plant Protection Society of the Republic of China. Taichung, Taiwan, 19 December 2002.* (in Chinese)
- Chen, C. C., and Y. J. Dong.** 1995. Introduction of the improved McPhail trap for fruit fly control. *Technical Service, TARI* 28: 22-23. (in Chinese)
- Chen, C. C., Y. J. Dong, and L. L. Cheng.** 2001. Evaluation of trapping effectiveness of the improved McPhail trap for oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*) (Diptera: Tephritidae). *Formosan Entomol.* 21: 65-75. (in Chinese)
- Chen, C. C., Y. J. Dong, C. T. Li, and K. Y. Liu.** 2006. Movement of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae), in a guava orchard with special reference to its population changes. *Formosan Entomol.* 26: 143-159.
- Chen, C. N., E. Y. Cheng, Y. B. Hwang, C. H. Kao, and W. Y. SU.** 1996. Relationship between the population density of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), and its host fruit yield in Taiwan. *Plant Prot. Bull.* 38: 149-166. (in Chinese)
- Chen, W. S., S. K. Chen, and H. Y. Chang.** 2002. Study on the population dynamics and control tactics of the oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)). *Plant Prot. Bull.* 44: 267-278. (in Chinese)
- Cheng, E. Y., T. Y. Ku, C. H. Kao, and Y. B. Huang.** 1996. Instability of currently used poison baits for the oriental fruit and melon fly – The study on decomposition of naled and cuelure. *J. Agric. Res. China* 45: 422-435. (in Chinese)
- Cheng, E. Y., Y. B. Hwang, C. H. Kao, and M. Y. Chiang.** 2002. An area-wide control program for the oriental fruit fly in Taiwan, pp. 57-71. *Plant Prot. Bull. Spec. Publ. New No. 4. Proceedings of the Symposium on Insect Ecology and Fruit Fly Management. The Plant Protection Society of the Republic of*

- China. Taichung, Taiwan, 19 December 2002. (in Chinese)
- Cheng, E. Y., C. H. Kao, M. Y. Chiang, and Y. B. Hwang.** 2003. Modernization of oriental fruit fly control in Taiwan: the planning and execution of an area-wide control project, pp. 49-66. Plant Prot. Bull. Spec. Publ. New No. 5 Proceedings of the Workshop of Plant Protection Management for Sustainable Development: Technology and New Dimension. The Plant Protection Society of the Republic of China. Taichung, Taiwan, 4 September 2003. (in Chinese)
- Chu, Y. I., W. I. Yeh, and C. Y. Lu.** 1985. The development of poisoned dispenser for the control of the oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel). Plant Prot. Bull. 27: 413-421. (in Chinese)
- Chuang, Y. Y., and R. F. Hou.** 2005. Field tests and evaluation of effectiveness using the longer efficiency trap for the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. Research Bulletin, Kaohsiung District of Agricultural Research and Extension Station, ROC 16 (1): 50-59. (in Chinese)
- Chuang, Y. Y., and R. F. Hou.** 2008. Effectiveness of attract-and-kill systems using methyl eugenol incorporated with neonicotinoid insecticides against the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 101: 352-359.
- Cornelius M. L., J. J. Duan, and R. H. Messing.** 1999. Visual stimuli and the response of female oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) to fruit mimicking traps. J. Econ. Entomol. 92: 121-129.
- Cunningham, R. T., and D. Y. Suda.** 1986. Male annihilation through mass-trapping of male flies with methyleugenol to reduce infestation of oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) larvae in papaya. J. Econ. Entomol. 79: 1580-1582.
- Drew, R. A. I., R. J. Prokopy, and M. C. Romig.** 2003. Attraction of fruit flies of the genus *Bactrocera* to colored mimics of host fruit. Entomol. Exp. Appl. 107: 39-45.
- Drew, R. A. I., C. Dorji, M. C. Romig, and P. Loday.** 2006. Attractiveness of various combinations of colors and shapes to females and males of *Bactrocera minax* (Diptera: Tephritidae) in a commercial mandarin grove in Bhutan. J. Econ. Entomol. 99: 1651-1656.
- Hamill, J. E., O. E. Liburd, and S. R. Alm.** 2003. Comparison of biodegradable, plastic and wooden imidacloprid treated spheres for control of *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae) flies. Fla. Entomol. 86: 206-210.
- Ho, K. Y.** 2003. Evaluation of two traps for the population management of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). National Taiwan University, Doctoral Thesis. 79 pp. (in Chinese)
- Ho, K. Y., H. J. Lee, S. B. Horng, and C. C. Chen.** 2003. Comparison of the



- effectiveness of different materials for the attracting the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). Plant Prot. Bull. 45: 117-126. (in Chinese)
- Huang, L. H., W. Y. Su, and C. N. Chen.** 2002. Estimation of the rate of fruit damage by fruit flies and an assessment of the effectiveness of a control program, pp. 73-91. Plant Prot. Bull. Spec. Publ. New No. 4. Proceedings of the Symposium on Insect Ecology and Fruit Fly Management. The Plant Protection Society of the Republic of China. Taichung, Taiwan, 19 December 2002. (in Chinese)
- Koyama, T., T. Teruya and K. Tanaka.** 1984. Eradication of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) from the Okinawa islands by a male annihilation method. J. Econ. Entomol. 77: 468-472.
- Liu, Y. C.** 2002. A review of studies and controls of the oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) and the melon fly (*B. cucurbitae* Coquillett) in Taiwan (Diptera: Tephritidae), pp. 1-40. Plant Prot. Bull. Spec. Publ. New No. 4. Proceedings of the Symposium on Insect Ecology and Fruit Fly Management. The Plant Protection Society of the Republic of China. Taichung, Taiwan, 19 December 2002. (in Chinese)
- Prokopy, R. J., and A. P. Economopoulos.** 1975. Attraction of laboratory-cultured and wild *Dacus oleae* flies to stick-coated McPhail traps of different colors and odors. Environ. Entomol. 4: 187-192.
- SAS Institute.** 2002. SAS System for Windows, release 9.1. SAS Institute, Cary, NC.
- Stark, J. D., and R. I. Vargas.** 1992. Differential response of male oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) to colored traps baited with methyleugenol. J. Econ. Entomol. 85: 808-812.
- Steiner, L. F.** 1952. Methyl eugenol as an attractant for oriental fruit fly. J. Econ. Entomol. 45: 241-248.
- Steiner, L. F., W. C. Mitchell, E. J. Harris, T. T. Kozuma, and M. S. Fujimoto.** 1965. Oriental fruit fly eradication by male annihilation. J. Econ. Entomol. 58: 961-964.
- Steiner, L. F., W. G. Hart, E. J. Harris, R. T. Cunningham, K. Ohinata, and D. C. Kamakahi.** 1970. Eradication of the oriental fruit fly from the Mariana Islands by the methods of male annihilation and sterile insect release. J. Econ. Entomol. 63: 131-135.
- Vargas, R. I., J. D. Stark, and R. J. Prokopy.** 1991. Response of oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) and associated parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) to different-color spheres. J. Econ. Entomol. 84: 1503-1507.
- Vargas, R. I., J. D. Stark, B. Mackey, and R. Bull.** 2005. Weathering trails of Amulet cue-lure and Amulet methyl eugenol "attract-and-kill" stations

with male melon flies and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 98: 1551-1559.

**Vargas, R. I., J. D. Stark, M. Hertlein, A. M. Neto, R. Coler, and J. C. Pinero.** 2008. Evaluation of SPLAT with spinosad and methyl eugenol or cue-lure for "Attract and Kill" of oriental and melon fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 101: 759-768.

**Wu W. Y., Y. P. Chen, and E. C. Yang.** 2007. Chromatic cues to trap the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. *J. Insect Physiol.* 53: 509-516.

收件日期：2008年10月1日

接受日期：2008年12月10日

# Field Tests and Evaluation of the Attract-and-kill Effectiveness of Improved Long-lasting, High-efficiency Traps Coated in Different Colors against the Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel)

Yi-Yuan Chuang<sup>1,2</sup> and Roger F. Hou<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Section of Crop Environment, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Pingtung 809, Taiwan, ROC

<sup>2</sup> Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan, ROC

## ABSTRACT

Field tests were conducted to evaluate and compare the attract-and-kill effectiveness of an improved long-lasting, high-efficiency trap with various other traps available in the market, including the Improved McPhail trap, Victor trap and Yi-shan trap for male adults of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). The results showed that the Victor trap and the improved long-lasting, high-efficiency trap were better than the other two traps regarding the mean number of attract-and-kill effectiveness at 86.1 and 70.4 males, compared to the Improved McPhail trap and Yi-shan trap at 44.3 and 18.3 males, respectively. When the upper cap of the improved long-lasting, high-efficiency traps were coated with 8 different colors for the field tests, it was found that, although the yellow cap showed a slightly higher attract-and-kill effectiveness than the others, it was not significantly different from the purple and blue caps. However, it was significantly different from the orange, white, red, green, and black caps. When the improved long-lasting, high-efficiency traps were fully coated in 8 different colors, the trap coated with yellow had the highest mean number of males trapped and exhibited a significant difference compared to the traps coated in any of the 7 other colors. In addition, field tests were conducted to compare the improved long-lasting, high-efficiency trap coated with yellow to the other three types of traps. The results showed that the improved long-lasting, high-efficiency trap and the Victor trap were better than the other two traps with a mean number of 74.8 and 64.9 males trapped, respectively, compared to the Improved McPhail trap and Yi-shan trap at 28 and 9.1 males, respectively. Consequently, it was found that the traps coated with yellow were best in attract-and-kill effectiveness against male flies of *B. dorsalis*. Therefore, our findings could serve as a reference for improving the design of the fly traps as well as for applying a color reflectance spectrum to reinforce the attract-and-kill effectiveness against the oriental fruit fly.

**Key words:** *Bactrocera dorsalis*, trap, attract-and-kill effectiveness, color reflectance spectrum