

替代甘蔗板之吸附資材對東方果實蠅防治效能之探討

黃毓斌^{1,2}、洪裕堂³、江明耀¹、陳柏宏⁴、許如君^{4*}

¹ 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組 41362 台中市霧峰區中正路 189 號

² 國立中興大學昆蟲學系 40229 台中市國光路 250 號

³ 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 10075 台北市重慶南路二段 51 號 9 樓

⁴ 國立台灣大學昆蟲學系 10617 台北市羅斯福路四段 113 巷 27 號

摘 要

甲基丁香油為東方果實蠅 (*oriental fruit fly, Bactrocera dorsalis*) 之類費洛蒙 (para-pheromone)，對性成熟之雄成蟲具強烈誘引力。吸附含毒甲基丁香油之甘蔗板為我國大面積共同防治東方果實蠅的主要資材，近年來因甘蔗板屬非防火資材，業者供應日漸減少，造成不易取得之窘境，為維持良好之防治效能，尋找可替代吸附資材為防治工作上之重要課題。本研究係就木漿棉、不織布、吸收棉、濾油棉網及高科技泡棉等 5 種不同類的吸附材質探討其施用效能，結果顯示 5 種替代資材中，僅不織布材質有防水效果，而田間的消退試驗亦顯示不織布、吸收棉片及高科技泡棉所吸附含乃力松之甲基丁香油等藥液和甘蔗板吸附效能一致。另此等吸附資材如田間搭配傘型誘殺器使用，與甘蔗板具有相當 4 週消退的效果，其中不織布及吸收棉片可達 6 週，高科技泡棉可達 7 週相當之效果。整體而言，本研究測試此等吸附資材可供替代目前甘蔗板，應用於防治東方果實蠅及偵測相關的外來害蟲的材料。

關鍵詞：甲基丁香油、東方果實蠅、甘蔗板。

前 言

東方果實蠅 (*oriental fruit fly, Bactrocera dorsalis*) 為台灣最重要的果樹害蟲，全球寄主植物多達 38 科 150 餘種，危害的經濟作物包括柑橘、桃、梨、番石榴、芒果、蓮霧、楊

桃、印度棗等 30 餘種 (Metcalf and Metcalf, 1992)。此蠅向來為農民最感頭痛之果樹害蟲，危害後造成鮮果腐爛，影響果品價值甚鉅，嚴重威脅台灣地區水果生產和農民收益，並成為我國鮮果外銷之瓶頸。

早期研究報導指出已達性成熟雄蟲易被

*論文聯繫人

Corresponding email: juchun@ntu.edu.tw

誘引物質甲基丁香油 (methyl eugenol) 強烈誘引 (Steiner, 1952; Christenson and Foote, 1960; Fitt, 1981), 搭配農藥而成的含毒甲基丁香油誘殺劑, 長久以來為世界各國防除果實蠅所採用之滅雄方法 (Cunningham and Suda, 1986; Chiu and Chu, 1988; Lloyd *et al.*, 1998), 日本曾在沖繩群島採用空中投放及地面懸掛含毒甲基丁香油誘殺板 ($4.5 \times 4.5 \times 0.9 \text{ cm} = W \times L \times H$), 持續防治近 9 年之後, 運用此法滅絕該地區的東方果實蠅 (Ushio *et al.*, 1982; Koyama *et al.*, 1984; Chu and Chiu, 1989)。國內為有效降低東方果實蠅危害, 多年來推動東方果實蠅共同防治工作, 推廣應用含毒甲基丁香油之滅雄防治, 由農委會動植物防疫檢疫局統籌辦理, 指導農民使用甘蔗板吸附含有 5% 乃力松農藥之甲基丁香油誘殺劑, 於果樹栽培地區懸掛, 進行大面積共同誘殺雄蟲之工作, 減少雌蟲交尾機會, 進而達到控制東方果實蠅發生密度之目的, 以減輕其為害壓力 (Cheng *et al.*, 2002; Huang *et al.*, 2008)。除應用於大面積壓制東方果實蠅族群外, 目前亦作為偵測同屬如桃果實蠅 (*Bactrocera zonata* (Saunders)) 等外來入侵果實蠅的工具, 為國內的農業生產環境把關。

甘蔗板 (簡稱蔗板, 又稱纖維板) 具有高吸油性與防水性, 成本低且田間施用方便, 可達到防止藥劑受光分解及緩釋誘殺液的目的, 於田間的持效性能長達 2 個月 (Steiner and Hinman, 1952; Chu *et al.*, 1985)。每片 ($4.0 \times 4.0 \times 0.8 \text{ cm} = W \times L \times H$) 能吸附至少 12 g 的含毒甲基丁香油誘殺劑 (5% 乃力松及 90% 甲基丁香油), 含藥液之甘蔗板可單獨懸掛或置於市售誘殺器中使用, 亦能以直升機空中投放資材的方式, 進行大面積滅雄防治。然甘蔗板原為裝潢建材, 屬非防火建材, 不符合現行消防法規, 以致近幾年來甘蔗板之

使用需求日益減少, 製造廠商逐步停止生產, 造成取得困難。因此亟需尋找可替代吸附資材, 作為大面積共同防治東方果實蠅的主要材料或農民自行搭配防治使用。

為維持誘殺劑在田間施用的方便性及有效性, 本研究選擇多種單價與甘蔗板相近的不同種類吸附物質, 首先就吸附效率及成本考量進行評估, 先淘汰不適合之資材, 再就防水性及有效成分田間消退速率試驗, 評估與甘蔗板具有相當防治效果之資材, 以供未來替代甘蔗板的參考。就資材本身的物理化學特性、吸附含毒甲基丁香油之降解速率及田間防治效果等情形, 比較各資材彼此間之差異, 藉此找尋具有潛力的吸附資材, 以替代目前不易取得的甘蔗板。第一階段評估方式先測試吸附效率、防水性及單價成本等特性後, 擇優再進行第二階段就資材吸附藥劑後在田間之降解效率 (degrading rate) 及田間誘殺效果之差異進行比較。

材料與方法

一、受試資材

本研究採用木漿棉 (專業木漿棉, 3M[®])、鑽泥板 (調濕型 H-CF, Diacrete)、不織布、高密度海綿 (塑膠中心所贈)、厚瓦楞紙板、椰子纖維墊 (花園城堡園藝資材倉庫)、濾油棉網 (梅花牌濾油棉網, 貫一國際事業有限公司)、紙抹布 (紙纖抹布, 舒潔)、棉片、棉繩及高科技泡棉。各資材皆切割成和現行使用之甘蔗板相近大小 ($4.0 \times 4.0 \times 0.8 \text{ cm}$) 之固定規格以供試驗使用, 對照組為甘蔗板。

二、吸附速率測定

將受測資材個別放於玻璃培養皿 (直徑約 5.5 cm) 上, 以 10 mL 微量分液器 (pipetment,

Axygen®) 吸取 8 mL 市售 95% 含毒甲基丁香油 (5% 乃力松 + 90% 甲基丁香油, 興農股份有限公司; 此後統一簡稱市售含毒甲基丁香油) 滴加於各資材上, 並記錄資材完全吸收藥液之所需時間, 培養皿上無明顯殘存藥滴則視為完全吸收藥液。各資材測量次數為 2 重複, 未能於 30 分鐘內完全吸收藥液之資材, 則將予以排除。

三、防水性試驗

將 8 mL 市售含毒甲基丁香油滴加於各受測資材上, 並以電子秤量測所含藥液重量 (事先已測量資材原始重量)。將各資材吊掛於室外通風遮陰處, 使用塑膠澆水器 (1.5 L 小澆水器, 富士牌) 將自來水淋灑於資材上 (固定灑水角度與高度), 持續淋洗 30 秒。另準備已吸足自來水的乾淨資材 (未滴加藥劑) 各一, 並吊掛室外同處以作為水分風乾之對照。待無含藥資材上水分完全風乾 (以電子秤量測資材滴水前後重量一致時), 再以電子秤量測各含藥資材所殘存之藥重。每一資材 3 重複, 並以 *t*-test 比較資材淋洗前後之藥重是否有差異。

四、生物誘殺檢定與貯存安定性評估

將各資材 (甘蔗板、木漿棉、不織布、棉片、綿繩及高科技泡棉) 等分為 4 份, 用美工刀稍微裁切 1/4 塊 (2.0 × 2.0 × 0.8 cm, 中間仍相連), 滴加 8 mL 市售含毒甲基丁香油, 並於吸附藥液前後秤重, 以便後續化學定性定量分析。每種資材各製作 20 片, 進行田間之藥劑消退試驗。將繩索水平固定於離地面 1.2 m 高的室外通風遮陰處用以吊掛含藥資材, 每一處理使用 4 條繩索, 各繩懸掛 5 片同種資材 (共 20 片)。含藥資材則以魔繩 (3.5 cm) 綁住, 懸吊於繩索上, 每片含藥資材間距 50 cm。另掛設電子溫度計以記錄每天溫度, 並由

氣象局取得最近觀測站之每日及每週降雨量。分別於第 1、2、4 及 8 週, 取下 1/4 塊含藥資材進行生物誘殺檢定試驗, 每處理為 3 重複, 並進行化學含量分析。

(一) 生物誘殺檢定

將懸掛於室外經 1、2、4 及 8 週後之含藥資材, 分別取下預裁的 1/4 塊 (2 × 2 × 0.8 cm), 並懸掛於圓柱型網籠 (48 × 64 cm = D × H) 內, 網籠掛於距地面約 1.2 m 高的室外通風遮陰處, 每籠間距為 5 m 以上。引入 40 隻 5~10 日齡東方果實蠅雄蟲進入籠中, 於第 10、20、30 及 40 分鐘記錄死亡蟲數。此外再持續觀察自然環境風化 (weathering) 4 週與 8 週後各資材的誘殺率。比較等量的甲基丁香油吸附於替代資材或甘蔗板上, 兩者間對固定大小籠中雄性東方果實蠅的誘引效果。

(二) 貯存安定性評估

將含藥資材 (吸附 8 mL 市售含毒甲基丁香油) 個別裝入錫箔袋 (9.5 × 6 cm) 中密封保存後, 模擬高溫條件下置入 54 ± 2°C 之溫控箱中 14 天, 使其加速老化。將此加速老化之試驗物質, 以氣相層析儀 (gas chromatography, GC) 分析兩種有效成分 (甲基丁香油與乃力松) 的含量並比較資材之變化, 以瞭解相關資材的貯存安定性。

化學分析之試驗材料為甲基丁香油 (methyl eugenol, 98%), 西德 Bayer 公司出品; 乃力松原體 (naled, 95%), 由青山化工公司提供; 市售誘殺劑 (5% 乃力松及 90% 甲基丁香油)。分析儀器為氣相層析儀 (Shimadzu GC14A-FID) 及氣相層析質譜儀 (Shimadzu GC-MS QP 5000A)。

化學分析之條件如下: 將 1 µl 樣品稀釋液注入 gas chromatography-flame ionization detector (GC-FID) 分析, 依 (1) 滯留時間及 (2) 峰形面積之積分計算依據。毛細管分析柱

規格為 25QC5/BP1 5.0，在 180°C 定溫下進行分析。乃力松標準劑滯留時間 (R.T.) 為 6.3 分鐘，甲基丁香油標準劑之 R.T. 則為 2.5 分鐘，並以標準劑製作檢量線進行定量分析。Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) 分析所用之樣品與 GC-FID 相同，但毛細管分析柱規格為 25QC2/BP1 5.0，溫度程式之設定為始溫 170°C，維持 4 分鐘後，以每分鐘 7°C 速率昇溫至 240°C，維持 20 分鐘。

五、田間誘殺試驗

將固定大小 (4.0 × 4.0 × 0.8 cm) 之甘蔗板、不織布、棉片及泡棉懸掛於黃色具遮雨之傘式誘殺器 (金煌塑膠公司) 內 (Cheng *et al.*, 2002)，並滴加 8 mL 市售含毒甲基丁香油於各資材上，各誘殺器下方懸掛三角網以收集被毒殺之果實蠅。初步試驗之結果先以拉丁方格測試是否有位置上之差異。以隨機完全區集設計 (randomized complete block design, RCBD) 排列方式懸掛誘殺器於農試所試驗果園區中。田間試驗調查期間為 8 月 3 日至 10 月 11 日，連續進行 10 週，每週收集資料一次。原始資料經 $\sqrt{x + 0.5}$ 轉換，利用 SAS EG 4.1 統計軟體分析，依統計 Fisher's least significant difference method 之分析方法比較處各理間之差異。

結 果

一、替代資材種類及評估分析

替代吸附資材包括木漿棉、鑽泥板、不織布、高密度海綿、厚瓦楞紙板、椰子纖維墊、棉片、棉繩及高科技泡棉，這些材料大都具有人工纖維或天然植物纖維，經由加工技術製造，為市面上容易取得之材料。評估時先以吸附效率及成本考量，淘汰不適合之資材，再進

行防水性及田間消退試驗，評估資材本身是否影響及藥液誘殺效能，探討與甘蔗板具有相當或優於防治效果之資材，以供未來作為防治替代甘蔗板的參考。

(一) 吸附速率

良好的吸附資材需要能在短時間內吸附藥液且釋放揮發性誘引物質，才有利於田間使用。試驗結果顯示甘蔗板、高科技泡棉、不織布、棉片、濾油棉網及紙抹布具有較佳的吸收效率 (表一)。於同樣大小下，木漿棉可迅速吸收大部分藥液，但無法將 8 mL 藥劑完全吸附。鑽泥板、高密度海綿、厚瓦楞紙板及椰子纖維墊則無法於 30 分鐘內完成吸附，因此淘汰此四種資材。

表一 各種待選替代資材對含毒甲基丁香油的吸收效率
Table 1. The absorption rate of the intoxicating methyl eugenol for each alternative carrier

Alternative carrier	Absorption time (mean ± SD)
Sugarcane board	16.0 ± 5.0 sec
Foam material	30.0 ± 3.0 sec
Non-woven cloth	13.3 ± 0.58 sec
Wood pulp cotton	> 10 min
Paper rag	> 10 min
Diacrete	> 10 min
Absorbent cotton	> 10 min
Oil filter cotton	> 30 min
Cotton rope	> 60 min
Thickened corrugated paper	> 60 min
Coconut fiber mat	> 60 min

(二) 資材成本

各種替代吸附資材經裁切為相同尺寸，除了紙抹布及木漿棉平均單價高於 3 元，其餘資材估算平均一片成本約 2~3 元 (表二)。

(三) 防水測試

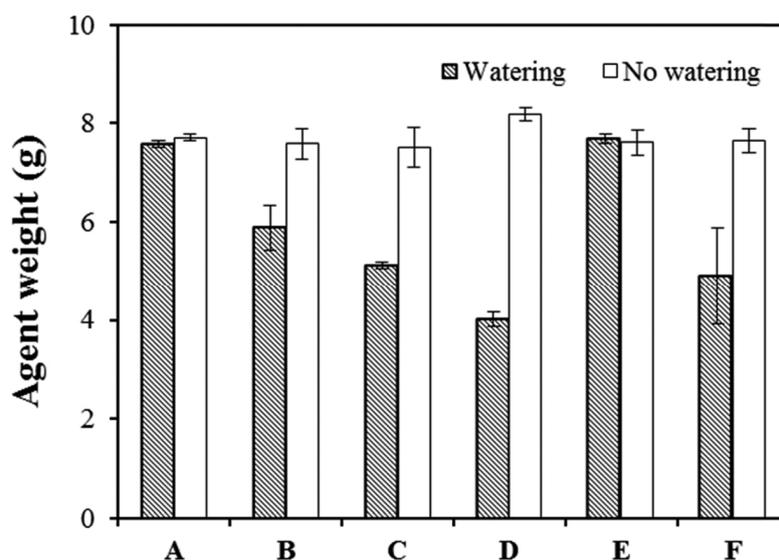
防水性試驗結果如圖一，其中僅有甘蔗板

表二 不同吸附資材取得之大小、可製作數量及預估單價成本

Table 2. The original size and price, the unit price and the no. of squares (4.0 × 4.0 × 0.8 cm) for each carrier

Items Carrier	Size (cm)	Prices (dollars)	Amount of squares (pieces)	Unit price (dollars)
Non-woven cloth	32 × 32	25	10	2.5
Paper rag ¹	33.5 × 34.5	10	2	5
Foam material	42 × 10 × 3	69	60	1.15
Oil filter cotton	91 × 60	59	75	0.79
Wood pulp cotton	19.5 × 10.6 × 3.8	90	24	3.75
Absorbent cotton	3.5 × 3.5 × 0.8	3	1	3
Sugarcane board	4 × 4 × 0.8	1.3	1	1.3

¹ multiple layers



圖一 各種資材經由水淋洗後之含藥重之比較 (A：甘蔗板；B：吸收棉；C：科技棉；D：木漿棉；E：不織布；F：濾油棉)。

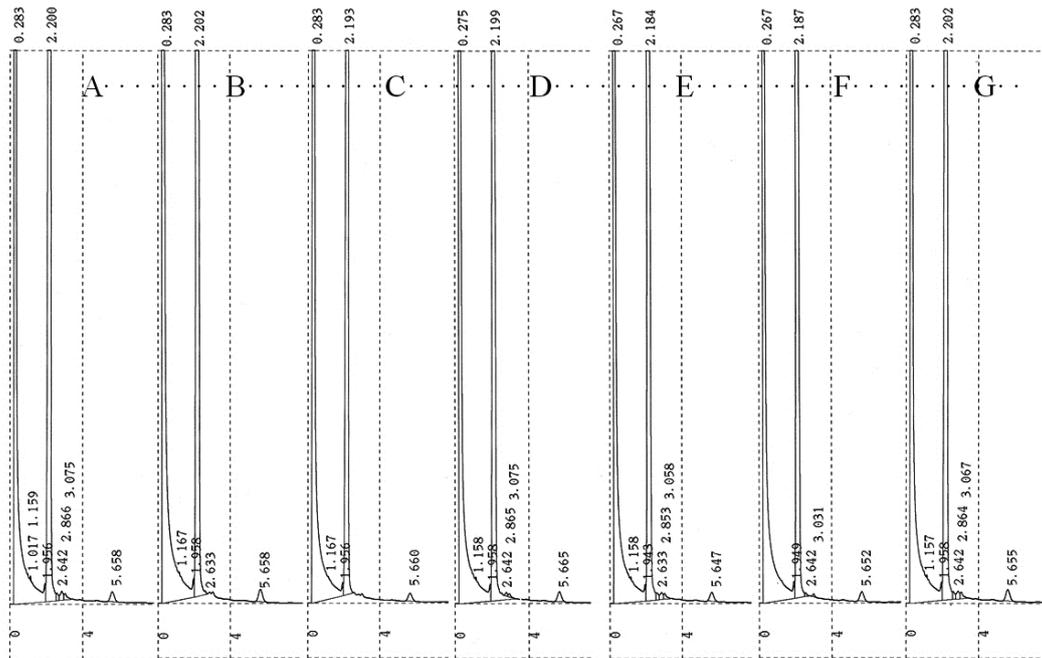
Fig. 1. Comparison of the amounts of agent residue of each carrier after watering (A: Sugarcane board; B: Absorbent cotton; C: Foam material; D: Wood pulp; E: Non-woven; F: Oil filter cotton).

與不織布兩種資材具有防水效果，於淋洗前後之含藥量未達 5% 顯著水準，其餘資材所吸附之藥劑皆有明顯被沖刷現象，淋洗後僅殘存 40~60% 藥液。

(四) 對藥液本身之影響

吸附資材經浸漬 24 小時後，經由 GC 圖

譜變化可知主要成分甲基丁香油及乃力松藥液 (圖二)，其含量及化學物質與藥液未加吸附資材，並無其它化學農藥衍生物之產生，顯示這些測試用吸附資材短期內並不會對藥液主成分有影響，本身材質亦無相對變化。另外甘蔗板、木漿棉等吸附資材對藥液本身代謝產物



圖二 吸附資材經浸漬 24 小時後之層析圖譜 (A: 原液; B: 甘蔗板; C: 不織布; D: 木漿棉; E: 吸收棉; F: 濾油棉; G: 科技棉)。

Fig. 2. The gas chromatography after soaking each carrier for 24 hours (A: Solution; B: Sugarcane board; C: Non-woven; D: Wood pulp cotton; E: Absorbent cotton; F: Oil filter cotton; G: Foam material).

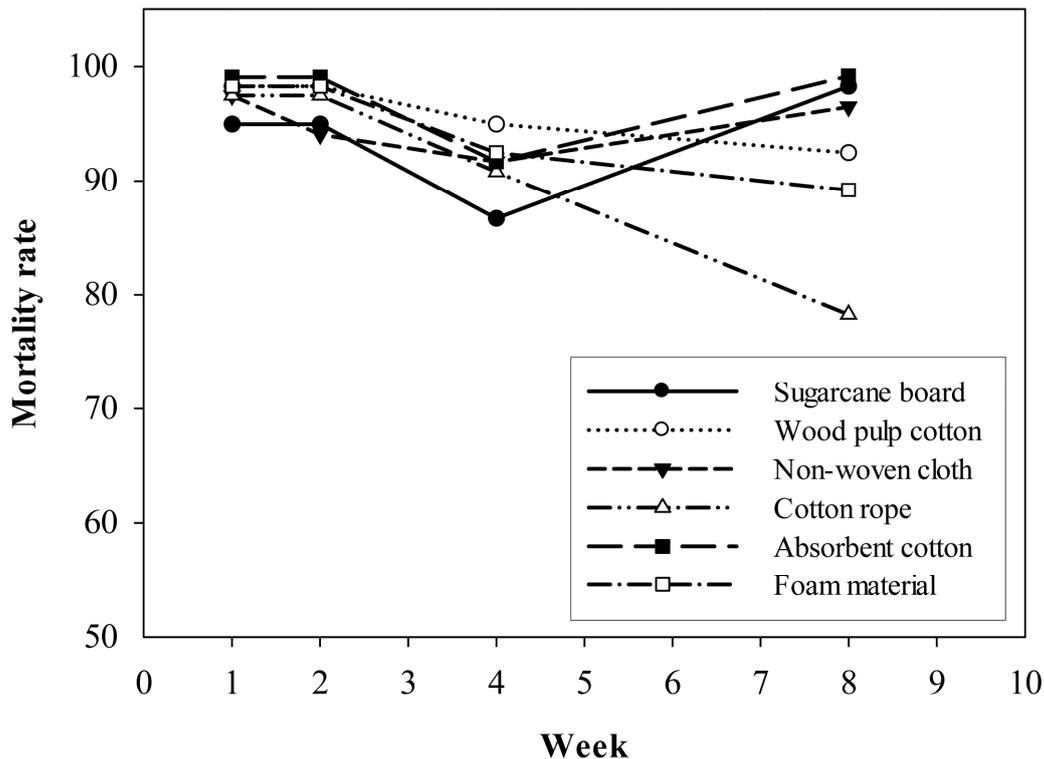
或雜質，可能具有吸附或過濾作用，在此分析條件下有些物質並不會被檢出。

二、生物誘殺檢定

由網籠生物檢定試驗結果，如圖三所示，吸收棉片等資材於八週內對雄蟲之誘殺率可達到 80% 以上，對此吸附資材彼此間之誘殺效果並無顯著差異，因此初判該些資材皆具備替代甘蔗板的潛力。雖然各資材在引入果實蠅前 30 分鐘內誘殺率會有所差異，但在 40 分鐘時，均可累積達到 100% 之誘殺率；而同一資材於田間自然環境風化 1 週、2 週及 4 週後，誘殺率也有降低的現象，其中棉繩下降幅度最大。

三、貯存安定性評估

所選用的吸附資材(木漿棉、不織布、棉片、棉繩及高科技泡棉)中，前面 2 週各資材皆含有 67% 以上甲基丁香油之藥量，但木漿棉在第 2 週後之衰退速率比其它資材大，第 8 週時甲基丁香油含量僅剩 17.51%。然此時其它資材藥液含量仍達 46% 以上，甘蔗板亦達 39.18%。顯示除了木漿棉外其它如不織布、高科技泡棉及棉片的甲基丁香油含量衰退率皆比甘蔗板來得慢。雖然濾油棉網吸附甲基丁香油的能力為眾資材中最高者，然濾油棉網於取樣震盪過程中會產生一些化學反應，造成藥液變為乳白色混濁狀，考量該化學反應可能會影響藥液的化學性質及安全性後，我們亦將濾油棉網排除。木漿棉吸附甲基丁香油藥液的能力



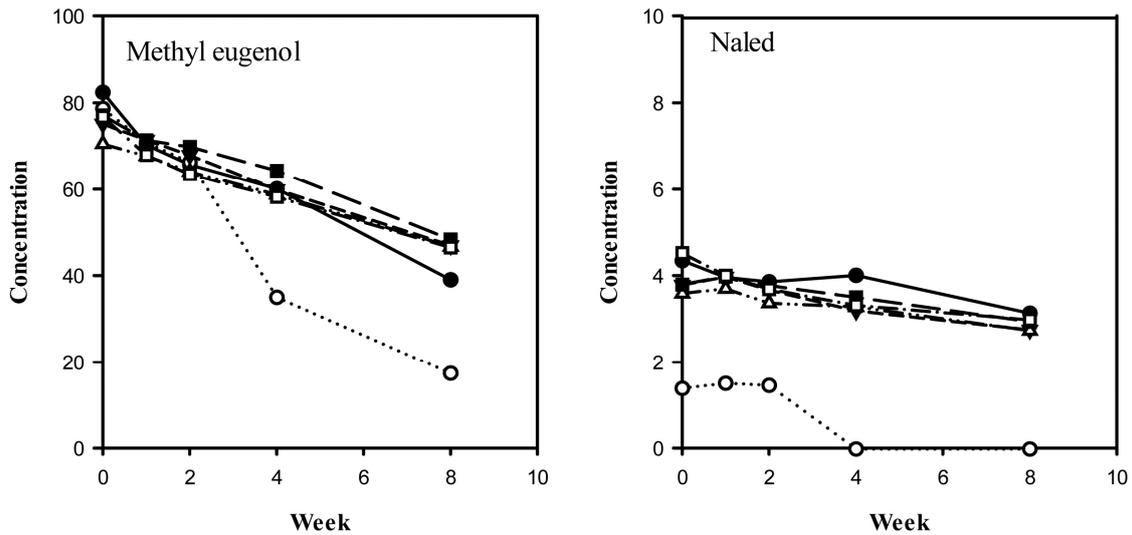
圖三 不同吸附資材於室內生物檢定之誘殺比較。
Fig. 3. Comparison of the mortality rate of each carrier in laboratory bioassay.

為所有資材中最差者，因此將木漿棉排除於替代資材田間測試。另在乃力松的衰退速率上，木漿棉也是所有資材中衰退速率最快的，於第 8 週後分析其含量近乎 0% (GC/FID 已很難偵測到)，其餘資材則約維持 2.75% 以上的乃力松，但以甘蔗板內乃力松含量 3.15% 最高，此含量差異及衰退穩定性，可能與各種吸附材質本身化學成分及吸附藥液緊密度有關，造成了藥劑於載體的持效性上差異 (圖四)。基於此結果，找出科技泡棉、吸收棉片及不織布做為下一階段田間誘殺試驗之材料。

四、田間誘殺試驗

經由 10 週田間誘殺試驗結果顯示，高科

技泡棉、不織布及吸收棉片，相對於甘蔗板，前 4 週皆具有極佳的田間誘殺效果，處理之間並無顯著差異 (表三)。惟自第 5 週開始，甘蔗板的誘殺效果平均高於其他資材，不織布於第 6 週的誘殺效果與甘蔗板處理間無顯著差異，第 7 週高科技泡棉與甘蔗板間亦具有維持一致之誘殺效果。從田間誘殺東方果實蠅試驗結果看來，甘蔗板的誘殺效果仍然所有資材中最佳者，其懸掛第 10 週時之誘殺蟲數仍有 18.8 ± 5.1 隻，顯示甘蔗板在田間的穩定效果比其它資材好。至於其他資材的田間誘殺蟲數雖較甘蔗板略少，但於第 10 週時其它資材內主成分含量仍具有誘殺雄蟲的能力，在考量甲基丁香油降解速率及誘殺效果等特性時，這些吸附資



圖四 不同資材其主成分田間降解速率之比較 (甲基丁香油；乃力松)。
Fig. 4. Degradation rate of the components of each carrier (Methyl eugenol; Naled).

表三 替代吸附資材懸掛於田間後其誘殺蟲數之比較 (平均 ± SE)
Table 3. Comparison of catches of alternative carriers after weathering (mean ± SE)

Week	Sugarcane board	Non-woven cloth	Absorbent cotton	Foam material
1	60.5 ± 24.8 ^a	50.2 ± 17.6 a	93.7 ± 39.8 a	64.7 ± 14.4 a
2	93.0 ± 21.5 a	95.5 ± 35.2 a	107.5 ± 60.6 a	72.7 ± 16.2 a
3	49.2 ± 9.2 a	23.5 ± 11.9 a	29.5 ± 16.6 a	29.5 ± 7.4 a
4	32.0 ± 0.8 a	23.3 ± 4.9 a	19.5 ± 3.1 a	21.8 ± 7.4 a
5	35.7 ± 8.5 a	17.0 ± 4.7 b	13.0 ± 4.7 b	19.7 ± 6.0 b
6	33.5 ± 8.7 a	18.7 ± 2.7 ab	13.5 ± 3.6 b	19.3 ± 5.1 ab
7	24.5 ± 5.6 a	10.7 ± 1.0 bc	9.5 ± 2.3 c	18.3 ± 5.8 ab
8	36.5 ± 5.4 a	22.5 ± 1.6 b	15.5 ± 5.6 b	15.2 ± 3.3 b
9	34.0 ± 2.0 a	13.5 ± 3.3 b	11.3 ± 3.9 b	13.0 ± 2.0 b
10	18.8 ± 2.6 a	4.3 ± 1.9 b	10.0 ± 1.9 b	7.0 ± 1.3 b

* Means with column followed by the same letter are not significantly different by Fisher's Least Significant Difference Method at the $\alpha = 0.05$ level. Original data are transformed by $\sqrt{x + 0.5}$.

材，具有取代甘蔗板資材之潛力。

討論

甲基丁香油本身係由天然植物萃取，物理化學特性相當穩定，然添加農藥乃力松後，乃

力松溶於甲基丁香油介質中，藥液易受光分解而導致乃力松隨之降解 (Cheng *et al.*, 1996)，故田間實際應用時需以褐色玻璃瓶盛裝，以阻絕光線延緩光分解效應。為了使東方果實蠅能夠取食接觸藥液或利用吸附資材可使雄成蟲易於著陸 (landing) 取食後中毒死

亡，國內外採用甘蔗板做為含毒甲基丁香油之吸附資材，實施東方果實蠅的大面積滅雄防治工作已行之數十年 (Steiner *et al.*, 1970; Koyama *et al.*, 1984; Chiu and Chu, 1988)。有鑑於消防安全及環保意識抬頭，甘蔗板來源日漸減縮，積極尋找其他吸附資材、搭配藥劑研發或改變藥劑劑型則成為近來學者們主要研究方向 (Chuang and Hou, 2008; Vargas *et al.*, 2009)。本文以資材成本、吸附效率、田間降解速率以及誘殺效果等項目來評估這些吸附資材之優劣，結果顯示不織布、吸收棉片、高科技泡棉等均具備吸附防治藥液以行滅雄防治之潛力。

就環境安全性而言，這些資材均為日常生活中隨手可得的資材，除高科技泡棉與濾油棉網非天然材質外，其他資材皆屬於環保資材，對環境友善，因此大量使用並不會對環境造成衝擊。而防水性部分，因為多數不防水性資材可事先進行防水處理，提高資材防水效果；且含藥誘殺資材通常於防治上可搭配市售誘蟲器或自製寶特瓶誘蟲器來使用，因此材質防水性在應用上不列入主要評估項目。

就東方果實蠅滅雄防治技術而言，講求雄蟲誘殺效率，愈早達成滅雄之目標，整體防治效果愈易彰顯。因此，即使部分含藥資材的誘殺持效期限未能完全與甘蔗板相同，該些資材依舊能於一定時限內提供等同甘蔗板的誘殺效果，於早期即達到減少田間雄蟲之目標。另一方面，這些替代資材的單價成本不高且易取得，因此農民亦可使用上述推薦資材做為吸附藥劑的載體，搭配誘蟲器，將其懸掛於田間誘殺果實蠅雄蟲，延長資材防治效能。倘若能整合產銷組織防治力量，實施區域整合性防治 (Cheng *et al.*, 2002; Chiang *et al.*, 2007; Huang *et al.*, 2008)，由「點」防治擴增為「面」的防治，整體防治效果亦加彰顯，如此寄主水

果被害機率就會大大降低，農產品質始可大幅提升。

誌 謝

本文承蒙行政院農業委員會動植物防疫檢疫局提供研究計畫 (98 農科-9.2.4-檢-B9 及 99 農科-9.2.1-檢-B2) 之經費補助，研究助理邱惠鈞及技術工陳秋鳳協助試驗及飼養，謹此致謝。

引用文獻

- Cheng EY, Ku TY, Kao CH, Huang YB.** 1996. Instability of the currently used poison baits for oriental fly and melon fly-The study on decomposition of naled and cuelure. *J Agric Res China* 45: 422-435. (in Chinese)
- Cheng EY, Huang YB, Kao CH, Chiang MY.** 2002. An area-wide control program for the oriental fruit fly in Taiwan. In: Wang SC, Ho CC, Chen CC, Chen WH (eds). *Proceedings of the symposium on insect ecology and fruit fly management; 2002 Dec 12; Taichung, Taiwan: Plant Protection Society of the Republic of China.* pp 57-71. (in Chinese)
- Chiang MY, Kao CH, Huang YB, Cheng EY, Lee MC.** 2007. Studies on small model area-wide control of the oriental fruit fly for wax apple. *J Taiwan Agric Res* 56: 153-164. (in Chinese)
- Chiu HT, Chu YI.** 1988. The male

- annihilation of oriental fruit fly on lambay island. Chinese J Entomol 8: 81-94. (in Chinese)
- Christenson LD, Foote RH.** 1960. Biology of fruit flies. Annu Rev Entomol 5: 171-192.
- Chu YI, Yeh WI, Chen YS.** 1985. Estimation of the active space of methyl eugenol and its economic evaluation on the attraction. Plant Prot Bull 27: 401-411. (in Chinese)
- Chu YI, Chiu HT.** 1989. The re-establishment of *Dacus dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae) after the eradication on lambay island. Chinese J Entomol 9: 217-230. (in Chinese)
- Chuang YY, Hou RF.** 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.
- Cunningham RT, Suda DY.** 1986. Male annihilation through mass-trapping of male flies with methyl eugenol to reduce infestation of oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) larvae in papaya. J Econ Entomol 79: 1580-1582.
- Fitt GP.** 1981. Response by female to "Male" lures and their relationship to patterns of mating behavior and pheromone response. Entomol Exp Appl 29: 87-97.
- Huang YB, Kao CH, Chiang MY, Cheng EY, Lee MC.** 2008. Studies on small model area-wide control of the oriental fruit fly for citrus. J Taiwan Agric Res 57: 63-73. (in Chinese)
- Koyama J, Teruya T, Tanaka K.** 1984. Eradication of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) from the Okinawa islands by a male annihilation method. J Econ Entomol 77: 468-472.
- Lloyd A, Leach P, Kopittke R.** 1998. Effects of exposure on chemical content and efficacy of male annihilation blocks used in the eradication of *Bactrocera papayae* in north Queensland. Gen Appl Entomol 28: 1-8.
- Metcalf RL, Metcalf ER.** 1992. Fruit flies of the family Tephritidae. pp 109-152. In: Metcalf RL, Metcalf ER (eds). Plant Kairomones in Insect Ecology and Control. Chapman and Hall Press, New York.
- Steiner LF.** 1952. Methyl eugenol as an attractant for oriental fruit fly. J Econ Entomol 45: 241-248.
- Steiner LF, Hinman FG.** 1952. Preliminary field tests of insecticides for control of the oriental fruit fly. J Econ Entomol 45: 388-395.
- Steiner LF, Hart WG, Harris EJ, Cunningham RT, Ohinata K, Kamakahi DC.** 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.
- Ushio S, Yoshioka K, Nakasu K.** 1982. Eradication of the oriental fruit fly from Amami islands by male annihilation (Diptera: Tephritidae). Jpn J Appl Entomol Zool. 26: 1-9. (in Japanese)
- Vargas RI, Piñero JC, Mau RFL, Stark JD, Hertlein MB, Mafra-Neto A, Mafra-Neto RC, Getchell A.** 2009. Attraction and mortality of oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) to SPLAT-MAT-Methyl Eugenol with spinosad. Entomol Exp Appl 131: 286-293.
- 收件日期：2012年12月5日
接受日期：2013年3月28日

The Attractant Efficiency of Alternative Carrier Materials for Methyl Eugenol (with Toxicant) to Oriental Fruit Flies (*Bactrocera dorsalis*)

Yu-Bing Kevin Huang^{1,2}, Yu-Tang Hung³, Ming-Yao Chiang¹, Po-Hung Chen⁴,
and Ju-Chun Hsu^{4*}

¹ Division of applied zoology, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung City, Taiwan

² Department of entomology, Chung-Hsing University, Taichung City, Taiwan

³ Bureau of Animal and Plant Health Inspection Quarantine, Council of Agriculture, Taipei City, Taiwan

⁴ Department of entomology, National Taiwan University, Taipei city, Taiwan

ABSTRACT

Methyl eugenol, when used as a para-pheromone for oriental fruit flies, holds a strong attraction for sexually mature male flies. Not only can methyl eugenol be used to suppress the population of oriental fruit flies (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)), it can also be used to detect and attract foreign pests from the *Bactrocera* genus. In order to conveniently and effectively apply methyl eugenol in the field, sugarcane boards (fiber block boards) are often used as the absorption material. Each board can last for a minimum of 2 months. However, in recent years, it has become increasingly difficult to obtain these sugarcane boards, making it important to find alternative materials. This study explored the application performance of alternative materials such as wood pulp cotton, non-woven cloth, oil filter cotton and foam material. The results show that from all the alternatives tested, only non-woven cloth proved to be waterproof, although its rate of degradation was quite rapid. However, it should be noted that the absorption effects of all these alternatives were comparable to that of a sugarcane board. Furthermore, when these same materials were used in umbrella traps in the field, they easily surpassed the four weeks sugarcane board kill-attract efficiency rate. The non-woven cloth had a six weeks kill-attract efficiency, while the foam material had a kill-attract efficiency for up to seven weeks. Overall, the results of this study seem to suggest that for the control of oriental fruit flies and the detection of foreign pests all of these alternative materials could be used to replace the more difficult to obtain sugarcane board.

Key words: methyl eugenol, *Bactrocera dorsalis*, fiber block board