

甲基丁香油含毒膏劑在田間對東方果實蠅之誘效評估

陳健忠^{1*}、董耀仁¹、溫宏治²、莊益源³、楊大吉⁴、何坤耀⁵

¹ 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組 41362 台中縣霧峰鄉中正路 189 號

² 行政院農業委員會農業試驗所鳳山分所植物保護系 83022 高雄縣鳳山市文山路園藝巷 4 號

³ 行政院農業委員會高雄區農業改良場作物環境課 90846 屏東縣長治鄉德和村德和路 2-6 號

⁴ 行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物環境課 97365 花蓮縣吉安鄉吉安村吉安路二段 150 號

⁵ 行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所植物保護系 60044 嘉義市民權路 2 號

摘要

本研究於台灣中、南、東部地區擇點進行田間試驗，比較朝陽科技大學研發之新型含毒甲基丁香油膏劑配方與甲基丁香油誘殺板誘殺東方果實蠅的效果，並於室內比較果實蠅取食此二誘餌及中毒死亡情形。結果顯示東方果實蠅 1~3 及 5~7 日齡未交尾雄蟲在膏劑上之取食時間，均顯著短於在誘殺板上者。9~11、13~15、17~19 日齡雄蟲，不論交尾與否，於膏狀劑上的取食時間亦均顯著短於誘殺板處理組。21~23 日齡已交尾雄蟲在膏劑或誘殺板上的平均取食時間無顯著差異。1~3 及 5~7 日齡雄蟲在膏劑或誘殺板上之取食時間，僅約為其他日齡蟲之二分之一。在膏劑或誘殺板處理中，只要雄蠅停留取食，不論時間長短，均會死亡。比較不同日齡及交尾狀態雄蟲取食膏劑及誘殺板上的含毒甲基丁香油後之死亡時間，不論是否已交尾，取食膏劑後至死亡時間均顯著長於誘殺板處理組。果實蠅在膏劑上取食的時間顯著隨日齡增加而增長；在誘殺板上取食的時間則無顯著隨日齡增加而增加之趨勢。在膏劑或誘殺板上取食後至死亡的時間，均顯著隨日齡增加而縮短。比較甲基丁香油膏劑與誘殺板二者懸掛距離在 5 m 或 30~50 m 的情況下誘殺東方果實蠅的效果，結果顯示農業試驗所、農試所鳳山分所、高雄改良場及花蓮改良場所分別進行 13、12、18 及 10 次的調查中，此二種誘餌平均捕獲蟲數間均無顯著差異。膏劑直接塗抹於李、芒果、枇杷、柿、桃、梅、梨、番石榴或葡萄枝條上時，在塗抹部位均會產生藥害，在葡萄上更會造成局部枝條枯死。

關鍵詞：東方果實蠅、甲基丁香油、誘餌劑型、誘效、誘引劑。

*論文聯繫人

Corresponding email: chiencc@tari.gov.tw

甲基丁香油膏劑誘效評估 65

前 言

甲基丁香油 (methyl eugenol) 對雄性東方果實蠅雄蟲 (*Bactrocera dorsalis*) 具有很強的誘引作用，因此常用於監測田間果實蠅的密度，或大量誘殺田間的雄蟲，降低雌蟲交尾之機會，阻礙其族群繁衍，達到防治或滅絕的目的 (Steiner *et al.*, 1965; Koyama *et al.*, 1984; Chiu and Chu, 1988; Liu, 1988; Hwang *et al.*, 1997; Cheng *et al.*, 2002)。使用時需添加殺蟲劑，如二氯松 (DDVP)、芬殺松 (fenthion) 或乃力松 (naled) 等，然後以綿繩或纖維板吸附，經空中投放或地面懸掛在植株與其他固定設施上 (Liu, 1981; Koyama *et al.*, 1984; Chu *et al.*, 1985, Vargas *et al.*, 2009)。政府於 1984 年起開始推廣含有乃力松的甲基丁香油誘殺板，主要以直接懸掛或置於誘蟲器中，大量施用於田間，這項計畫至目前為止仍然持續進行 (Liu, 2002; Chuang and Hou, 2008a; Kao *et al.*, 2008)。含毒甲基丁香油在田間的誘殺效果長達數月，殘效隨其暴露在田間的時間增長而逐漸消退，消退速率與甲基丁香油的含量、配方、吸附載體、是否搭配遮避光線與雨水淋洗的保護機制、季節與氣候等有關 (Chu *et al.*, 1985; Vargas *et al.*, 2000; Vargas *et al.*, 2005; Suckling *et al.*, 2008)。Chuang and Hou (2008b) 將瓶裝甲基丁香油與乃力松混合誘劑置於長效型誘蟲器內，透過吸油紙芯吸附及散發氣味，在田間經過 34 週後，於室內檢測誘殺率仍達 98.1%；如以類尼古丁 (neonicotinoid) 殺蟲劑如益達胺 (imidacloprid) 或亞滅培 (acetamiprid) 取代乃力松，誘劑殘效更長。

近來朝陽科技大學應用化學系研發出一種甲基丁香油膏劑配方，內含甲基丁香油、乃力松、增黏劑及其他成分，經測試對東方果實

蠅具有良好之誘效 (陳家鐘教授未發表資料)。施用時，膏劑直接塗抹在果園設施上 (如水泥柱等)，不需懸掛或裝置在容器內，至於直接塗於植株上是否會產生藥害，仍待進一步測試。本研究於台灣中、南、東部地區擇點進行田間試驗，比較此種新型膏劑配方與現行政府推廣使用之果實蠅誘殺板，於不同地區及不同果實蠅棲所誘殺東方果實蠅的效果，並於室內比較果實蠅取食此二誘餌及中毒死亡情形。評估所得結果，將提供農政單位做為推廣應用之參考。

材料與方法

一、室內取食及死亡時間觀察

本試驗於農業試驗所進行，二種供試誘餌為甲基丁香油乃力松膏劑及甲基丁香油乃力松誘殺板。前者由朝陽科技大學陳家鐘教授提供，是以刮勺刮取 15 ml 製備好之膏劑，平抹於不織布 (15 x 15 cm) 上做為一份供試誘餌，每份餌劑中約含有甲基丁香油 12.35 g 及乃力松原體 0.65 g。後者為農委會動植物防疫檢疫局提供之成品，是以纖維板 (4.5 x 4.5 x 0.9 cm) 吸附約 12 g 的含毒甲基丁香油 (95% 甲基丁香油 + 5% 乃力松) 而成。

供試東方果實蠅取自農試所室內繁殖族群，飼育期間不定期引入野生果實蠅，以減低室內長期繁殖可能產生生物特性或行為上的變化。果實蠅幼蟲以 Chiu (1978) 之人工飼料配方飼養，成蟲則飼養於養蟲箱 (35 x 35 x 35 cm) 中，以糖與酵母抽出物 (3:1) 為食料並以吸水海綿供水。養蟲室內環境維持溫度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相對濕度 $75 \pm 10\%$ 及光照 12L:12D。試驗時，供試果實蠅雄蟲分為未交尾與已交尾二種處理分別進行。將羽化 3 日內之雄蟲與雌蟲分開飼養，作為未交尾雄蟲供試蟲

源，並分別於羽化 1~3、5~7、9~11、13~15 及 17~19 日後進行取食試驗。試驗時先將雄蟲連養蟲箱置於 5°C 走入式冷藏庫中 2~3 分鐘，待其略為昏迷後取出試驗所需之果實蠅放置於塑膠杯（直徑 9.5 cm x 高 5.5 cm）內備用。由於在此飼育溫度下的雄蟲交尾前期為 6~8 日 (Huang, 1996)，因此雌、雄蟲混合飼養超過 8 日之雄蟲視為已交尾，作為供試交尾雄蟲蟲源，並分別於羽化 9~11、13~15、17~19 及 21~23 日後進行試驗。

於養蟲箱中心以長 10 cm 之鐵絲懸掛供試誘餌，用鑷子自塑膠杯取出果實蠅，放置在鐵絲上離箱頂約 2 cm 處，待其沿鐵絲往下爬並取食甲基丁香油時，記錄取食時間與取食後中毒死亡時間（自鐵絲掉落至無法爬行及站立）。每次接入單隻不同日齡未交尾或已交尾之果實蠅雄蟲，每處理觀察 20 隻，重覆 3 次，並統計分析甲基丁香油膏劑與誘殺板二處理間之差異顯著性。另進行不同日齡已交尾與未交尾處理組果實蠅在餌劑上之取食時間及取食後死亡時間與供試果實蠅日齡之迴歸分析。

二、田間誘效評估

供試資材：二種供試資材規格及所含甲基丁香油和乃力松成分如前所述，含毒甲基丁香油膏劑由朝陽科技大學陳家鐘教授提供，誘殺板由農委會動植物防疫檢疫局提供。

試驗地點：由農業試驗所、農業試驗所鳳山分所、高雄區農業改良場、花蓮區農業改良場於台灣中、南、東部地區之果樹栽培區，分別選定位於台中縣霧峰鄉；鳳山市；高雄縣燕巢鄉、屏東縣長治鄉、麟洛鄉、屏東市；花蓮縣新城鄉、吉安鄉、太昌鄉、壽豐鄉之果園為試驗地點及進行相關試驗工作。

實施方法：以刮勺取 15 ml 膏劑置於棉紙上，用刮勺抹平後貼於改良型麥氏誘蟲器

(農試所新型專利) 內。甲基丁香油誘殺板則旋轉固定於麥氏誘蟲器透明上蓋內側之螺絲上。每一地區選取四處試驗地點，每一地點進行二種誘效評估試驗：(1) 將 2 種供試資材懸掛於同一果實蠅棲所（例如相鄰的二株果樹或一株大樹的兩側等），相距約 5 m。(2) 將 2 種供試資材懸掛於同一田間環境（如同一果園）中，相距約 30~50 m。麥氏誘蟲器懸掛高度為 1.5~2.0 m，懸掛後即不再移動位置。試驗期間未再更換誘餌，約每二週收集誘得之果實蠅，記錄蟲數並統計分析比較二種處理間捕獲蟲數之差異顯著性。

三、甲基丁香油膏劑塗抹於植株上之藥害觀察

依“一”之方法製備甲基丁香油膏劑供試餌劑，將塗抹膏劑的不織布披覆於李、芒果、枇杷、柿、桃、梅、梨、番石榴或葡萄共九種果樹之枝條上，使膏劑黏著於枝條表皮，並以被覆鐵絲環繞固定。施用後每週觀察該枝條是否發生生長異常情形至第五週，續於處理五個月後清除殘留之餌劑及不織布，觀察接觸部位是否有藥害發生。

四、統計分析

各樣品資料於統計分析時均經常態分布檢驗，如非常態分布時，以 Mann-Whitney W test 比較各處理平均值間之差異顯著性；如屬常態分布，則以 t-test 比較各處理平均值之差異顯著性。

結 果

一、室內取食及死亡時間

於網箱內分別懸掛二種供試甲基丁香油誘餌並接入東方果實蠅雄蟲，結果顯示 1~3 及 5~7 日齡未交尾雄蟲在膏劑上取食時

表一 不同日齡已交尾與未交尾東方果實蠅取食甲基丁香油膏劑及誘殺板之時間及取食後死亡之時間

Table 1. Feeding time and time until death for oriental fruit flies of different ages and mating status fed on two types of methyl eugenol baits

Fly age (day)	Mating status	Feeding time (sec)			Time until death after feeding (sec)		
		(mean ± SD)		<i>p</i> -value ¹⁾	(mean ± SD)		<i>p</i> -value ¹⁾
Paste	Fiber board	Paste	Fiber board		<i>p</i> -value ¹⁾		
1-3	unmated	29.6 ± 24.2	52.0 ± 32.0	0.0000	629.7 ± 597.7	175.5 ± 103.4	0.0000
5-7	unmated	34.1 ± 19.3	58.5 ± 30.9	0.0000	245.9 ± 471.7	134.8 ± 90.8	0.0300
9-11	unmated	63.6 ± 45.5	102.6 ± 51.2	0.0000	273.0 ± 293.7	140.6 ± 147.3	0.0069
	mated	71.7 ± 45.1	131.3 ± 47.5	0.0000	218.4 ± 185.3	149.1 ± 95.0	0.0112
13-15	unmated	57.3 ± 31.3	119.2 ± 47.7	0.0000	305.8 ± 313.8	150.5 ± 116.2	0.0076
	mated	68.7 ± 35.7	95.5 ± 44.6	0.0004	151.3 ± 124.5	99.3 ± 82.5	0.0300
17-19	unmated	67.9 ± 36.4	88.9 ± 37.7	0.0023	214.0 ± 199.8	82.9 ± 80.3	0.0000
	mated	66.2 ± 46.5	127.3 ± 59.8	0.0000	169.9 ± 167.9	101.2 ± 76.5	0.0300
21-23	mated	88.4 ± 44.0	97.3 ± 43.1	0.2700	134.1 ± 141.2	79.7 ± 72.1	0.0310

¹⁾Normally distributed data were analyzed using the *t*-test, non-normally distributed data were analyzed using the Mann-Whitney *W* test.

間平均分別為 29.6 和 34.1 秒，在誘殺板上平均分別為 52.0 和 58.5 秒。這兩種不同日齡處理的雄蟲在膏劑上之取食時間，均顯著短於在誘殺板上者 (1~3 日齡, $p < 0.001$; 5~7 日齡, $p < 0.001$) (表一)。9~11、13~15、17~19 日齡雄蟲在膏劑上的取食時間平均介於 57.3 至 71.7 秒，不論或是否已交尾，於膏狀劑上的取食時間亦均顯著短於誘殺板處理組。21~23 日齡已交尾雄蟲在膏劑或誘殺板上的平均取食時間分別為 88.4 及 97.3 秒，兩者間無顯著差異 ($p = 0.27$)。1~3 及 5~7 日齡雄蟲在膏劑或誘殺板上之取食時間，僅約為其他日齡蟲之二分之一 (表一)。取食膏劑後各供試日齡雄蟲平均在 134.1~629.7 秒後死亡，在誘殺板上取食後，平均經過 79.7~175.5 秒後死亡 (表一)。比較不同日齡未交尾或已交尾雄蟲取食膏劑及誘殺板上的含毒甲基丁香油後之死亡時間，結果顯示供試 1~23 日齡雄蟲不論是否已交尾，取食膏劑後至死亡時間均顯著長於誘殺板處理組 ($p < 0.05$) (表一)。

經迴歸分析，果實蠅雄蟲在膏劑上取食的時間 (Yf) 顯著隨日齡 (Xf) 增加而增長 ($Yf = 23.97 + 10.06Xf, p = 0.029, R^2 = 0.741$)；在誘殺板上取食的時間則無顯著隨日齡增加而增加之趨勢 ($Yf = 61.25 + 9.74Xf, p = 0.1222, R^2 = 0.306$)。取食膏劑後之死亡時間 (Yd) 顯著隨日齡 (Xd) 增加而縮短 ($Yd = 524.14 - 71.98 Xd, p = 0.0172, R^2 = 0.580$)；在誘殺板上取食後至死亡的時間亦顯著隨日齡增加而縮短 ($Yd = 191.77 - 18.56Xd, p = 0.0025, R^2 = 0.752$)。

二、田間誘效評估

比較甲基丁香油膏劑與誘殺板二者距離 5 m 的情況下之誘殺東方果實蠅的效果，結果顯示農業試驗所、農試所鳳山分所、高雄改良場及花蓮改良場所分別進行 13 次 (2006.12.6-2007.5.23)、12 次 (2006.11.14-2007.4.30)、18 次 (2006.11.3-2007.4.23) 及 10 次 (2006.12.15-2007.6.29) 次的調查中，此二種誘餌平均捕獲蟲數間均無顯著差異

表二 間距 5 m 或 30~50 m 內裝甲基丁香油膏劑或誘殺板之麥氏誘蟲器在果園中捕獲之東方果實蠅數
 Table 2. Oriental fruit fly captures in McPhail traps baited with methyl eugenol paste or fiber board, spaced either by 5 m or 30-50 m apart in the orchard

Weeks after trap set	No. fly captured (mean \pm SD)					
	5 m			30-50 m		
	Paste	Fiber board	<i>p</i> -value ¹⁾	Paste	Fiber board	<i>p</i> -value ¹⁾
Taiwan Agricultural Research Institute						
2	14.5 \pm 12.3	12.5 \pm 4.4	0.7694	63.8 \pm 39.3	20.3 \pm 12.4	0.0794
4	11.0 \pm 11.3	8.8 \pm 3.9	0.7202	76.3 \pm 73.1	33.0 \pm 34.8	0.3263
6	11.8 \pm 12.5	6.3 \pm 6.1	0.4603	38.5 \pm 40.7	21.8 \pm 17.4	0.4777
8	13.5 \pm 16.9	10.0 \pm 8.8	0.7262	28.3 \pm 26.8	15.8 \pm 11.0	0.4206
10	3.3 \pm 3.3	4.8 \pm 5.5	0.6566	24.3 \pm 28.0	12.8 \pm 11.2	0.4750
12	10.8 \pm 15.1	9.0 \pm 12.8	0.8654	40.8 \pm 39.7	12.8 \pm 2.2	0.2089
14	34.5 \pm 47.8	32.3 \pm 39.1	0.9443	22.8 \pm 21.3	8.5 \pm 4.9	0.2398
16	66.0 \pm 94.7	51.3 \pm 69.4	0.8100	43.5 \pm 43.9	23.8 \pm 14.2	0.4246
18	141.5 \pm 33.9	117.0 \pm 29.2	0.3156	98.8 \pm 87.3	77.8 \pm 34.7	0.6704
20	318.3 \pm 210.0	326.8 \pm 240.8	0.9593	203.8 \pm 163.9	163.9 \pm 128.9	0.8416
22	404.5 \pm 176.1	558.8 \pm 282.5	0.3898	2041.3 \pm 1283.9	2252.8 \pm 824.2	0.7909
24	467.3 \pm 250.7	451.0 \pm 394.4	0.9468	1178.0 \pm 293.8	1452.8 \pm 486.8	0.3712
26	55.3 \pm 46.7	75.5 \pm 48.1	0.5676	1347.5 \pm 145.6	1507.0 \pm 596.6	0.6221
Taiwan Agricultural Research Institute – Fengshan Branch						
2	300.5 \pm 240.9	603.5 \pm 590.7	0.3788	517.5 \pm 448.9	603.5 \pm 590.7	0.8243
4	679.5 \pm 585.1	840.0 \pm 594.8	0.7137	760.8 \pm 641.3	840.1 \pm 594.8	0.8622
6	406.3 \pm 235.0	567.3 \pm 323.5	0.4514	440.3 \pm 420.3	567.3 \pm 323.5	0.6490
8	336.8 \pm 131.6	352.8 \pm 121.2	0.8639	382.5 \pm 300.9	352.8 \pm 121.2	0.8605
10	388.0 \pm 132.8	403.0 \pm 104.9	0.8651	288.8 \pm 143.9	403.0 \pm 104.9	0.2469
12	349.0 \pm 157.8	313.0 \pm 238.6	0.8093	297.3 \pm 186.5	313.0 \pm 238.6	0.9205
14	99.0 \pm 41.3	144.8 \pm 75.3	0.3277	136.0 \pm 69.4	144.8 \pm 75.3	0.8699
16	92.3 \pm 18.7	154.0 \pm 108.2	0.3037	131.5 \pm 42.4	154.0 \pm 108.2	0.7119
18	52.8 \pm 19.2	113.0 \pm 82.0	0.2037	85.3 \pm 35.8	113.0 \pm 82.3	0.5590
20	76.8 \pm 21.6	132.5 \pm 87.2	0.2611	118.8 \pm 57.9	132.5 \pm 87.2	0.8016
22	41.3 \pm 9.0	53.8 \pm 38.7	0.5521	70.0 \pm 36.1	53.8 \pm 38.7	0.5617
24	37.3 \pm 14.4	60.5 \pm 59.3	0.4749	59.0 \pm 45.4	60.5 \pm 59.3	0.9693
Kaohsiung DARES						
2	630.3 \pm 556.8	583.8 \pm 443.7	0.9003	326.8 \pm 270.2	386.0 \pm 338.8	0.7937
4	344.8 \pm 350.0	309.3 \pm 300.6	0.8827	230.3 \pm 211.5	287.8 \pm 249.3	0.7370
6	465.5 \pm 453.2	414.5 \pm 411.6	0.8732	298.8 \pm 298.8	361.0 \pm 355.3	0.7975
8	327.8 \pm 391.5	272.8 \pm 317.0	0.8344	269.5 \pm 284.2	372.5 \pm 388.9	0.6838
10	211.8 \pm 265.7	194.5 \pm 241.8	0.9266	186.0 \pm 194.1	257.0 \pm 272.4	0.6860
12	179.3 \pm 197.6	204.5 \pm 217.3	0.8691	194.8 \pm 254.2	259.5 \pm 277.0	0.7423
14	168.5 \pm 181.4	156.0 \pm 171.8	0.9236	188.8 \pm 193.4	243.8 \pm 239.2	0.7329
16	70.0 \pm 94.5	60.8 \pm 76.7	0.8842	126.0 \pm 119.2	149.5 \pm 160.0	0.8216
18	53.5 \pm 85.1	40.3 \pm 55.1	0.8025	108.3 \pm 87.8	120.0 \pm 77.9	0.8479
20	25.0 \pm 43.4	14.5 \pm 27.7	0.6974	66.5 \pm 52.6	75.3 \pm 39.0	0.7984
22	29.3 \pm 45.3	20.0 \pm 24.2	0.7313	48.8 \pm 39.5	44.8 \pm 36.6	0.8867

表二 (續)
Table 2. (continued)

Weeks after trap set	No. fly captured (mean \pm SD)					
	5 m			30-50 m		
	Paste	Fiber board	<i>p</i> -value ¹⁾	Paste	Fiber board	<i>p</i> -value ¹⁾
24	48.8 \pm 65.0	40.5 \pm 46.8	0.8436	59.0 \pm 52.3	62.3 \pm 45.9	0.9286
26	81.3 \pm 75.5	72.8 \pm 57.1	0.8633	92.5 \pm 91.9	95.3 \pm 86.7	0.9667
28	143.8 \pm 84.2	113.3 \pm 71.5	0.6008	123.0 \pm 115.0	149.8 \pm 104.7	0.7425
30	184.3 \pm 82.4	131.3 \pm 110.1	0.4702	130.8 \pm 93.3	121.0 \pm 51.0	0.8605
32	186.8 \pm 73.9	126.3 \pm 50.5	0.2250	166.0 \pm 102.5	144.0 \pm 40.4	0.7096
34	255.5 \pm 113.7	178.5 \pm 87.2	0.3238	169.8 \pm 101.9	111.0 \pm 64.2	0.3668
36	197.5 \pm 45.3	136.5 \pm 50.1	0.1211	153.5 \pm 86.8	133.0 \pm 85.7	0.7482
Hualien DARES						
2	29.8 \pm 24.7	31.0 \pm 23.7	0.9442	30.8 \pm 29.5	45.5 \pm 30.9	0.5158
4	14.0 \pm 15.6	10.8 \pm 7.9	0.7228	17.0 \pm 19.3	21.0 \pm 17.6	0.7696
6	14.0 \pm 23.6	11.0 \pm 15.6	0.8388	10.0 \pm 13.0	7.8 \pm 9.2	0.7867
8	12.5 \pm 13.3	9.0 \pm 9.4	0.6829	11.3 \pm 12.7	7.5 \pm 9.7	0.6549
10	23.5 \pm 27.3	17.8 \pm 21.2	0.7505	32.3 \pm 35.0	23.3 \pm 19.8	0.6701
12	12.0 \pm 14.4	3.8 \pm 2.9	0.3054	13.0 \pm 11.5	6.0 \pm 4.1	0.2956
14	77.3 \pm 86.9	64.3 \pm 66.9	0.8205	63.8 \pm 65.5	49.0 \pm 50.7	0.7338
16	48.8 \pm 46.5	22.3 \pm 22.4	0.3440	52.0 \pm 49.0	33.8 \pm 43.5	0.5976
18	75.3 \pm 74.0	60.0 \pm 59.0	0.7930	71.3 \pm 63.1	90.0 \pm 77.9	0.7633
20	50.8 \pm 68.1	43.3 \pm 56.2	0.8707	51.3 \pm 67.1	71.3 \pm 115.6	0.7749

¹⁾ Normally distributed data were analyzed using the *t*-test, non-normally distributed data were analyzed using the Mann-Whitney *W* test.

(表二)。各試驗場所資料分析結果之 *p* 值範圍，農業試驗所為 0.3156~0.9593、農試所鳳山分所 0.2037~0.8651、高雄改良場 0.1211~0.9266 及花蓮改良場 0.3054~0.9442。

比較甲基丁香油膏劑與誘殺板二者距離 30~50 m 的情況下誘殺東方果實蠅的效果，結果顯示在農業試驗所、農試所鳳山分所、高雄改良場及花蓮改良場所各次調查中，此二種誘餌平均捕獲蟲數間均無顯著差異 (表二)。各試驗場所資料分析結果之 *p* 值範圍，農業試驗所為 0.0794~0.8416、農試所鳳山分所 0.2469~0.9693、高雄改良場 0.3668~0.9667 及花蓮改良場 0.2956~0.7867。

綜合上述試驗結果，在台中、高雄、屏東

及花蓮地區歷經 5~6 個月，總數達 53 次的田間調查中，甲基丁香油膏劑與誘殺板不論是相距 5 m 或 30~50 m，捕獲的果實蠅蟲數在統計上均無顯著差異，顯示此二種誘餌在同一棲所或田間環境下，具有相同的誘殺力。由各地區二種誘餌捕獲的蟲數顯示田間果實蠅發生密度有很大的差異，調查期間各地區最低與最高平均蟲數分別為農業試驗所 3.3~2252.8、農試所鳳山分所 37.3~840.1、高雄改良場 14.5~630.3 及花蓮改良場 3.8~90.0。因此本試驗之結果亦顯示無論是在果實蠅發生較高或較低之地區，或者在同一地區不同時間果實蠅發生密度差別在數十倍甚至數百倍的情況下，此二種誘餌對果實蠅的誘殺力均無顯著差異。

三、甲基丁香油施於植株上之藥害觀察

膏劑塗抹於不織布上直接披覆於李、芒果、枇杷、柿、桃、梅、梨、番石榴或葡萄之枝條上，在處理五個月後清除殘留膏劑及不織布，結果在接觸部位均呈現木栓形成層褐變，顯然此種施藥方式會產生局部藥害。除葡萄外，其餘供試果樹在試驗期間並未出現植株生長異常的徵狀，但在處理部位周圍常見癒合組織。在葡萄上，因供試枝條較細而被膏劑環披，於處理後一週即見自包覆部位起至末梢之葉片開始出現枯萎，最後此段枝條枯死。

討 論

本試驗中供試之甲基丁香油膏劑為含毒甲基丁香油、增黏劑與其他配方之混合物，誘殺板則是以甘蔗纖維板吸附含毒甲基丁香油。取食試驗時觀察得果實蠅沿鐵絲步行在碰觸到膏劑誘餌時會停止前進，然後站立在誘餌旁取食。由於膏劑具黏性，因此口器、足或其他體軀部分沾黏到膏劑可能會干擾或影響雄蟲的取食。於田間進行膏劑之藥害試驗時，常見果實蠅被黏著在膏劑誘餌上死亡的情形。本試驗以鐵絲懸掛膏劑誘餌，果實蠅停留於鐵絲上取食時只有一處站立點，但在田間施用膏劑誘餌時，誘餌周圍均可立足，應有利於其選擇最適合的取食位置或增長其取食的時間。在誘殺板取食試驗中，果實蠅常直接站在誘殺板上取食所吸附的甲基丁香油，未見黏著或退縮之情形，顯然與取食膏劑時的行為不同。

不同日齡東方果實蠅雄蟲不論是否交尾，除 21~23 日齡外，取食膏劑的時間均顯著短於取食誘殺板者。此結果顯示果實蠅似乎比較不喜歡取食膏劑中的甲基丁香油，有可能是受到膏劑配方中增黏劑之干擾，以致取食的時間較短。雖然取食膏劑或誘殺板中含毒甲基

丁香油的時間長短不同（膏劑為 2.2~10.5 分鐘，誘殺板為 1.3~2.9 分鐘），但在所有供試處理中，只要果實蠅取食誘餌，皆約在 10 分鐘內中毒死亡，並不會影響誘殺效果。二種供試誘餌中均添加有乃力松殺蟲劑，其同時具有胃毒及接觸毒性 (Anonymous, 1994)，果實蠅如站在誘殺板上取食，則可能受此二種致毒機制共同作用而加速其死亡。果實蠅在取食膏劑後之死亡時間均較誘殺板處理組長，此可能與取食膏劑誘餌的時間短及攝入乃力松的量較少有關。在田間應用含毒甲基丁香油誘殺果實蠅時，如能減少誘餌中甲基丁香油被取食而消耗，反而可以延長誘餌之有效誘殺期，此在族群密度高的地區或發生高峰期更能顯現其效應 (Chuang and Hou, 2005)。甲基丁香油亦屬於一種果實蠅的取食促進劑 (Metcalf and Metcalf, 1992)，尤其遇到高濃度的甲基丁香油時常會不自覺的吃到飽 (Steiner, 1952; Cunningham, 1989)，若由試驗所得的取食時間來看，果實蠅在誘殺板上的取食量(含甲基丁香油及乃力松) 應大於在膏劑上者。

本試驗中 1~3 及 5~7 日齡東方果實蠅不論在膏劑或誘殺板的取食時間均較其他日齡處理組短，Wu and Chu (1990) 曾報告雄蟲在羽化後第 3 日起開始對甲基丁香油有反應，誘引率隨日齡增加而增加，12~18 日齡時為高峰期，此後隨日齡增加而逐漸下降，至 28 日齡時僅為 10%。因此，上述二種日齡處理者可能對甲基丁香油的需求較低，在膏劑上取食時間較短，因而食入含毒甲基丁香油量較少，以致延長中毒死亡的時間。東方果實蠅 11 至 15 日齡雄蟲平均取食甲基丁香油的時間約為 4~9 分鐘 (Wu and Chu, 1990)，另據 Shelly (1994) 報告顯示 7、21 及 35 日齡果實蠅第一次取食甲基丁香油的時間平均約 4~5 分鐘，本試驗之供試果實蠅

亦為第一次取食，但取食的是含毒甲基丁香油，試驗結果顯示雄蠅不論是取食膏劑或誘殺板誘餌，取食時間均約為 2 分鐘以內（表一），明顯較短，可能在取食時已產生中毒現象無法再繼續取食。果實蠅可以直接吸食液狀食物，而取食乾燥或半固體食物時會由喙囊分泌消化液於食物上，將其液化或溶解，然後由唇瓣（labellum）的微孔（micropores）吸入液體及小於 0.5 μm 的懸浮顆粒食物，再經由偽氣管（pseudotracheae）進入食道中，此在四種 *Bactrocera* spp. 及地中海果實蠅（*Ceratitis capitata*）已經確認（Vijaysegaran *et al.*, 1997; Coronado-Gonzalez *et al.*, 2008）。東方果實蠅的口器構造與上述果實蠅相似，取食膏劑中的甲基丁香油時，是否同時也攝入配方中的增黏劑，目前並不清楚。此增黏劑（作者已知成分但未獲准公開）並非果實蠅的食物，至目前為止亦無致毒報告可稽，其對果實蠅之取食行為或生理是否產生影響，無法由本研究得知，仍需進一步探討。

甲基丁香油對東方果實蠅的誘效，常與誘餌本身、氣溫、風速、風向、地貌、植被等有關（Steiner, 1952; Chu *et al.*, 1985）。甲基丁香油膏劑為一種新的誘餌劑型，為了檢測其誘殺果實蠅效能，乃於台灣中、南及東部不同農業環境比較膏劑與誘殺板於果實蠅同一棲所（間隔 5 m）或同一田間環境（間隔 30~50 m）之誘殺效果。田間試驗於秋末開始至初夏止，期間之作物環境、果實蠅族群密度及氣象條件均持續在變化，膏劑誘餌亦隨設置的時間增加而有逐漸硬化之情形。然而各地區之試驗結果均顯示膏劑與誘殺板捕獲蟲數無顯著差異，此外在歷經 5~6 個月的調查過程中，膏劑之殘效與誘殺板相當，並且仍具不錯的誘殺力，例如農業試驗所在田間設置的膏劑誘餌於

26 週後，2 週間平均仍可誘得 1347.5 隻雄蠅。本試驗為了調查誘殺蟲數，將二種供試誘餌置於麥氏誘蟲器中，誘蟲器同時也保護了誘餌避免風吹雨淋，此與實際應用時直接曝露在自然環境中有所不同，誘殺果實蠅的效能可能也會略有差異。綜合言之，基於田間施用時甲基丁香油膏劑誘餌可以直接塗抹在植株或器物上之方便性，以及其對果實蠅之誘殺力及殘效與現行推廣使用之甲基丁香油誘殺板並無差別，顯示其具有應用於田間之潛力。

甲基丁香油膏劑如施用在果園設施上，即無藥害的問題，但有時為了配合誘餌設置之位置及數量需求，田間沒有合適的設施或資材可供塗抹時，即需施用在果樹上。膏劑一旦塗在植株上後即黏著不易脫落，縱使在經過一段時間逐漸硬化後，仍會殘留於所塗抹的部位。本試驗將約 15 ml 的膏劑平抹在不織布上，整片黏貼於九種果樹枝條後，均在所覆蓋的部位造成藥害。此外，由於葡萄枝條較細，供試膏劑環包枝條導致包裹部位以上之枝梢枯死。膏劑中何種成分引起藥害，目前並不清楚，但可能與增黏劑的不透氣特性以及膏劑施於植株時覆蓋面積太大有關。供試膏劑未來之商品可能為牙膏狀之包裝（陳家鐘教授提供資訊），施用時擠出小段黏著於標的物上，直接條施於植株上，由於接觸點小，應不會產生明顯的藥害，而對果樹的生長與生產產生負面影響。東方果實蠅為害的重要經濟果樹有數十種（White and Elson-Haris, 1992），本試驗僅測試其中九種。由於每種果樹對甲基丁香油膏劑的感受性可能不同，如需施用於植株上時，應少量多點，減少其對施用部位的覆蓋面，並避免用於幼嫩枝條上。

誌 謝

本研究承朝陽科技大學應用化學系陳家鐘教授提供甲基丁香油膏劑與相關資訊，黎炫昫先生協助試驗工作，行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 95農科-13.2.1-檢-BB 計畫經費補助，文稿復蒙二位審查委員提供寶貴的修正意見，謹致謝忱。

引用文獻

- Anonymous.** 1994. Naled, pp. 715-716. *In*: C. Tomlin, ed. The Pesticide Manual: a World Compendium, 10th edition. British Crop Protection Council and the Royal Society of Chemistry, UK.
- 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. *Plant Prot. Soc. Spec. Publ. New 4*: 57-71. (in Chinese)
- Chiu, H. T.** 1978. Studies on the improvement of mass rearing for oriental fruit flies. *Plant Prot. Bull.* 20: 87-92. (in Chinese)
- Chiu, H. T., and Y. I. Chu.** 1988. The male annihilation of oriental fruit fly on Lambay island. *Chinese J. Entomol.* 8: 81-94. (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*. *Res. Bull. KDARES.* 16: 51-61. (in Chinese)
- Chuang, Y. Y., and R. F. Hou.** 2008a. Area-wide control of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae), in southern Taiwan. *Formosan Entomol. Spec. Publ.* 10: 37-46.
- Chuang, Y. Y., and R. F. Hou.** 2008b. 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.
- Coronado-Gonzalez, P. A., S. Vijaysegaran, and A. S. Robinson.** 2008. Functional morphology of the mouthparts of the adult Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*. *J. Insect Sci.* 8: 73.
- Cunningham, R. T.** 1989. Parapheromones. pp. 221-230, *In*: A. S. Robinson, and G. Hooper, eds. *Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control.* vol. 3A. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Huang, S. H.** 1996. Factors affecting the methyl eugenol trapping of the oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) in a guava orchard at Touliau. Master thesis, National Taiwan University. (in Chinese)
- Hwang, Y. B., C. H. Kao, and E. Y. Cheng.** 1997. The monitoring and control of

- the oriental fruit fly in Taiwan. *Plant Prot. Bull.* 39: 125-136. (in Chinese)
- Kao, C. H., Y. B. Huang, M. Y. Chiang, E. Y. Cheng, and Y. L. Hsien.** 2008. Area-wide management of oriental fruit fly and melon fly in central Taiwan. *Formosan Entomol. Spec. Publ.* 10: 27-36.
- Koyama, J., 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.** 1981. A review on studies of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel in Taiwan. *Bull. Soc. Entomol. (NCHU)* 16: 9-26. (in Chinese)
- Liu, Y. C.** 1988. The male annihilation technique for controlling the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel, in Taiwan. pp. 334-350. *In: S. Vijaysegaran, and A. G. Ibrahim, eds. Proc. 1st. Int. Symp. Fruit Fly in Tropics.* Kuala Lumpur, Malaysia.
- 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). *Plant Prot. Soc. Spec. Publ. New* 4: 1-21. (in Chinese)
- Metcalf, R. L., and E. R. Metcalf.** 1992. *Plant Kairomones in Insect Ecology and Control.* Chapman & Hall, New York, USA.
- 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, and E. J. Harris.** 1965. Oriental fruit fly eradication by male annihilation. *J. Econ. Entomol.* 58: 961-964.
- Shelly, T. E.** 1994. Consumption of methyl eugenol by male *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae): low incidence of repeat feeding. *Fla. Entomol.* 77: 201-208.
- Shelly, T. E., J. Edu, E. Pahio, S. L. Wee, and R. Nishida.** 2008. Re-examining the relationship between sexual maturation and age of response to methyl eugenol in males of the oriental fruit fly. *Entomol. Exp. Appl.* 128: 380-388.
- Suckling, D. M., E. B. Jang, P. Holder, L. Carvalho, and A. E. A. Stephens.** 2008. Evaluation of lure dispensers for fruit fly surveillance in New Zealand. *Pest Manag. Sci.* 64: 848-856.
- Vargas, R. I., J. D. Stark, M. H. Kido, H. M. Ketter, and L. C. Whitehand.** 2000. Methyl eugenol and cue-lure traps for suppression of male oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii: effects of lure mixtures and weathering. *J. Econ. Entomol.* 93: 81-87.
- Vargas, R. I., J. D. Stark, B. Mackey, and R. Bull.** 2005. Weathering trials 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., R. E. Burns, R. F. L. Mau, J. D. Stark, P. Cook, and J. C. Pinero. 2009. Captures in methyl eugenol and cue-lure detection traps with and without insecticides and with a Farma Tech solid lure and insecticide dispenser. *J. Econ. Entomol.* 102: 552-557.

Vijaysegaran, S., G. H. Walter, and R. A. I. Drew. 1997. Mouthpart structure, feeding mechanisms, and natural food sources of adult *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90: 184-201.

White, I. M., and M. M. Elson-Harris. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics.* C.A.B. International, Wallingford.

Wu, H. H., and Y. I. Chu. 1990. Influence of methyl eugenol on the mating ability of the male oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel). *Chinese J. Entomol.* 10: 69-78. (in Chinese)

收件日期：2009年11月13日

接受日期：2009年12月8日

Field Evaluation of the Trapping Efficacy of a Paste Formulation of Methyl Eugenol for the Oriental Fruit Fly

Chien-Chung Chen^{1*}, Yaw-Jen Dong¹, Hung-Chich Wen², Yi-Yuan Chung³, Ta-Chi Yang⁴, and Kun-Yaw Ho⁵

¹ Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture

² Department of Plant Protection, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture

³ Division of Crop Environment, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture

⁴ Division of Crop Environment, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture

⁵ Plant Protection Division, Chiayi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture

ABSTRACT

This study compared the attract-and-kill efficacy for the oriental fruit fly between a new paste formulation of toxicant-added methyl eugenol (ME), developed by the Chaoyang University of Technology, and the conventional ME fiberboard in fields located in central, southern, and eastern areas of Taiwan. The feeding times and the times until death after fly feeding on the two ME baits were also compared in the laboratory. The results showed that the feeding times of 1-3 and 5-7 days old unmated male flies were significantly shorter when they fed on the paste bait than on the ME fiberboard. The same results were also found for the mated and unmated 9-11, 13-15, and 17-19 days old male flies. However, no significant difference was found between the two baits in the feeding time for the mated 21-23 days old flies. The feeding durations for either bait for the 1-3 and 5-7 days old flies were only half of those for flies of other ages. All flies, either feeding on the paste or the fiberboard died regardless of the fact that the feeding times were different. The time until death after feeding was longer when the flies fed on the paste regardless of their age and mating status. The feeding duration for flies feeding on the paste increased significantly with the age of the fly; however, this was not the case for flies feeding on the fiberboard. The times until death after feeding, either on the paste or on the fiberboard, decreased significantly with the increase in the age of the fly. There were no significant differences in the number of flies caught between the two baits for either the 5-m-apart or the 30-50-m-apart treatments in 13, 12, 18, and 10 field investigations conducted by TARI, TARI-Fengshan Branch, Kaohsiung DARES, and Hualien DARES, respectively. Phytotoxicities on plum, mango, loquat, persimmon, peach, prune, pear, guava, and grape occurred when the pastes were applied directly to the twigs or the vines. The paste even wilted the grape vines.

Key words: oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, methyl eugenol, bait formulation, trapping efficacy