

# 化學殺蟲劑及有色黏紙對薤菜小金花蟲 (*Chaetocnema confinis* Crotch) 防治效果之初探

梁鈺平<sup>1</sup> 陳柏宏<sup>1,\*</sup>

## 摘要

梁鈺平、陳柏宏。2019。化學殺蟲劑及有色黏紙對薤菜小金花蟲 (*Chaetocnema confinis* Crotch) 防治效果之初探。台灣農業研究 68(1):78–89。

薤菜小金花蟲 (*Chaetocnema confinis* Crotch) 為甘藷 [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] 常見之害蟲，其幼、成蟲分別為害蒔塊及蒔葉，影響產量及品質。本研究針對薤菜小金花蟲成蟲，初步於室內評估現行登記及延伸使用殺蟲劑的藥效，以及有色黏紙誘捕效果。經圓葉法檢測 9 種殺蟲劑對薤菜小金花蟲之致死性，結果顯示 20% 亞滅培 (acetamiprid) 可濕性粉劑、20% 達特南 (dinotefuran) 水溶性粒劑、20% 芬化利 (fenvalerate) 乳劑及 43% 佈飛松 (profenofos) 乳劑之殺蟲效果較佳，處理後第 3 日的死亡率分別可達 96、82、82 及 82%。關於有色黏紙的田間誘捕效果，5 種顏色 (螢光黃色、黃色、綠色、藍色及白色) 以螢光黃色所誘捕蟲數最多 (21.8 隻/黏紙)，藍色黏紙的效果最差 (1.4 隻/黏紙)。另根據各黏紙光譜相對反射率曲線，推測波長落在 530 nm 左右之光線對薤菜小金花蟲較具吸引力。不同高度下，擺放位置低於甘藷植冠的效果較佳，且捕捉蟲數隨擺放高度增加而顯著減少。此外，黏紙誘引效果亦受設置方位影響，本次試驗中面朝南方的黏紙捕捉蟲數最多，平均為 38.8 隻/黏紙，而朝北面的蟲數則最少。

**關鍵詞：**薤菜小金花蟲、殺蟲劑、有色黏紙。

## 前言

薤菜小金花蟲 (*Chaetocnema confinis* Crotch) 屬於鞘翅目金花蟲科 (Coleoptera: Chrysomelidae)，為甘藷 [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] 常見之害蟲，主要分布於亞洲、美洲及非洲等地，於熱帶地區終年均會發生。成蟲以寄主葉片為食，造成葉面呈現凹陷的褐色線形食痕，幼蟲則於土中嚙食根部並於塊根表面形成線狀孔道，嚴重影響甘藷葉及蒔塊品質 (Chalfant *et al.* 1990; Jolivet 2008; Hayashikawa *et al.* 2013)，而甘藷受害程度則因品種而異 (Abney & Kennedy 2011; Hayashikawa *et al.* 2015)。除甘藷之外，薤菜小金花蟲尚會危害其他旋花科 (Convolvulaceae) 植物，如薤菜 (*Ipomoea*

*aquatic* Forssk.) 及牽牛花 [*Ipomoea nil* (L.) Roth.] 等 (Jolivet 2008)。有關此害蟲於田間的發生生態，於日本九州種子島之研究顯示，5 月中旬至 10 月之甘藷栽培期間，8 月下旬至 9 月上旬為該害蟲密度高峰期，成蟲入侵田區 3 wk 後即可觀察到蒔塊受害，危害率可達 50–70% (Hayashikawa *et al.* 2014)。

施用化學殺蟲劑為防治薤菜小金花蟲的慣用方式之一 (Chalfant *et al.* 1990)。在甘藷定植前於土壤中施用 0.5% 芬普尼 (fipronil) 粒劑 (6 kg ha<sup>-1</sup>)，可大幅減少薤菜小金花蟲幼蟲危害 (Hayashikawa & Fukuda 2016)。多種有機磷類 (organophosphates)、胺基甲酸鹽類 (carbamates)、除蟲菊酯類 (pyrethroids) 及新尼古丁類 (neonicotinoids) 等化學殺蟲劑對於薤菜

投稿日期：2018 年 6 月 11 日；接受日期：2018 年 11 月 3 日。

\* 通訊作者：chenph@dns.caes.gov.tw

<sup>1</sup> 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所植物保護系助理研究員。台灣 嘉義市。

小金花蟲成蟲，亦於室內測試具優異之殺蟲效果 (Hayashikawa & Fukuda 2016)。我國目前登記於葉用甘藷或甘藷之金花蟲類害蟲防治殺蟲劑則為納乃得 (methomyl)，且另有 8 種延伸使用藥劑，包含二福隆 (diflubenzuron)、可芬諾 (chromafenazide)、佈飛松 (profenofos)、亞滅培 (acetamiprid)、芬化利 (fenvalerate)、培丹 (cartap)、硫敵克 (thiodicarb) 及達特南 (dinotefuran) 等 (Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute 2018)。

由於化學防治常造成昆蟲抗藥性、環境汙染等問題，兼用其他非農藥防治技術亦相當重要。傳統農事操作，如清園、覆蓋抑草蓆及田區淹水等，皆可有效降低土壤內薺菜小金花蟲幼蟲密度 (Chalfant *et al.* 1990; Jasrotia *et al.* 2008; Hayashikawa *et al.* 2015)，而針對成蟲，設置有色黏紙或為可行的物理防治途徑。有色黏紙透過顏色吸引昆蟲趨前而黏捕之，以達到監測、偵測或大量誘殺之目的，於鞘翅目 (Coleoptera)、縷翅目 (Thysanoptera)、半翅目 (Hemiptera) 及雙翅目 (Diptera) 等多種昆蟲上皆有運用的案例 (Thein *et al.* 2011; Broughton & Harrison 2012; Li *et al.* 2017; Toshove *et al.* 2017)。因昆蟲對不同波長光線的感受性有所差異，故誘引效果受陷阱顏色影響，例如藍色及黃色對某些薺馬種類之誘捕效果較佳，吉丁蟲 (*Agrilus planipennis* Fairmaire) 則偏好紫色及綠色 (Al-Ayedh & Al-Doghairi 2004; Durmuşoğlu *et al.* 2009; Broughton & Harrison 2012; Poland & McCullough 2014)。此外，黏紙的形狀、面積、擺放高度及背景色亦是影響誘引效果的重要因子 (Mainali & Lim 2010; Cottrell 2017; Yadav *et al.* 2017)。

有鑑於國內目前於薺菜小金花蟲之防治相關研究較少，故而本研究擬探討現行葉用甘藷或甘藷金花蟲類害蟲防治藥劑，對於薺菜小金花蟲成蟲於室內進行藥效試驗。另經由田間試驗，評估有色黏紙及其擺放方式的誘捕效果差異，以作為防治上之參考依據。

## 材料與方法

### 供試藥劑

試驗藥劑共 9 種，皆為推薦防治葉用甘藷及甘藷金花蟲類的登記或延伸使用藥劑 (Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute 2018)，分別為 20% 亞滅培可濕性粉劑 (推薦稀釋倍數 2,000×；台灣住友商事股份有限公司，台灣台北市)、50% 培丹水溶性粉劑 (推薦稀釋倍數 1,000×；立農化學股份有限公司，台灣雲林縣)、5% 可芬諾水懸劑 (推薦稀釋倍數 1,000×；億豐農化廠股份有限公司，台灣台中市)、25% 二福隆可濕性粉劑 (推薦稀釋倍數 1,500×；萬得發有限公司，台灣台中市)、20% 達特南水溶性粒劑 (推薦稀釋倍數 3,000×；惠光股份有限公司，台灣台南市)、20% 芬化利乳劑 (推薦稀釋倍數 3,000×；台灣住友商事股份有限公司，台灣台北市)、40% 納乃得水溶性粉劑 (推薦稀釋倍數 1,500×；台灣杜邦股份有限公司，台灣台北市)、43% 佈飛松乳劑 (推薦稀釋倍數 1,000×；台灣先正達股份有限公司，台灣台北市) 及 34% 硫敵克水懸劑 (推薦稀釋倍數 1,000×；萬得發有限公司，台灣台中市)。試驗藥劑按推薦施用濃度及其減半濃度 (0.5×)，以去離子水稀釋後作為供試藥液。另以去離子水為對照處理。

### 室內藥效試驗

供試昆蟲為薺菜小金花蟲成蟲，採集自嘉義市東區行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所內種植之甘藷田區，於蟲籠 (47.5 cm × 47.5 cm × 47.5 cm) 內以葉用甘藷「台農 71 號」(‘Tainung 71’) 盆栽飼養 2 d 後始進行試驗。試驗流程如下：將完全展開之「台農 71 號」甘藷葉片洗淨並切割為圓片 (直徑 2.7 cm)，而後浸泡於供試藥液中 5 s，再置於不銹鋼試管架上，於室溫下待其自然風乾後，放入玻璃指形管 (高 10 cm × 直徑 3 cm)，管底塞入濕潤棉球以維持濕度。葉片置入時，葉正面朝上整平以利成蟲取食 (Feng *et al.* 2000)。將供試昆蟲以二氧化碳迷昏後放入上述指形管內，管口以戳洞的石蠟膜及紗網封口。每管置入 10 隻

成蟲，每處理各 5 重複。指形管放置於生長箱中，環境溫度為  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，光暗週期為 12 L : 12 D。每隔 1 d 觀察並記錄死亡蟲數（抽搐者視為死亡），共觀察 3 d。

### 顏色、高度及張貼方位對黏紙誘引效果之影響

試驗使用黏紙為市售產品，顏色種類包含螢光黃 (fluorescent yellow) (DD-209-01，大協技研工業株式會社，日本神奈川縣)、黃 (IATP，高冠企業股份有限公司，台灣南投市)、綠 (IATPGR，高冠企業股份有限公司，台灣南投市)、藍 (IATPBL，高冠企業股份有限公司，台灣南投市) 及白色 (FATP，高冠企業股份有限公司，台灣南投市)。各色黏紙光譜相對反射率曲線 (spectral reflectance curves) 如圖 1 所示，黏紙反射光譜係經由光譜儀 (miniature fiber optic spectrometers S2000, Ocean Optics Inc., Largo, FL, USA) 量測，測波長範圍為 300–700 nm，投射光源採用 balanced deuterium tungsten halogen light source (DH-2000-BAL, Ocean Optics Inc., Largo, FL, USA)。燈源光波長範圍為 200–1,100 nm，並以標準白 (Spectralon<sup>®</sup> diffuse white standard, Labsphere, Inc., North Sutton, NH, USA) 及無投射光源 (暗參考值) 校正反射率。透過反射探棒 (其內共 7 條光纖，6 條光纖排列周圍以傳送投射光源，中央 1 條光纖傳送反射光譜訊號) 導引投射光源至受測樣品表面；探棒距離樣品約 5 mm，垂直於其上，物體反射光源則以探棒中間光纖傳送至光譜儀。光譜反射率 (%  $R_{\lambda}$ ) 經由標準白光譜反射強度 ( $S_{\lambda}$ )、暗參考值光譜反射強度 ( $D_{\lambda}$ ) 及受測黏紙光譜反射強度 ( $R_{\lambda}$ ) 運算求得，運算公式如下：

$$\% R_{\lambda} = \frac{S_{\lambda} - D_{\lambda}}{R_{\lambda} - D_{\lambda}} \times 100\%$$

各色黏紙效果評估試驗：試驗區位於嘉義市嘉義農業試驗分所內之甘藷田，田區面積約 1,000  $\text{m}^2$ ，田畦為南北向，畦寬約 0.5 m。栽培品種為「台農 57 號」(‘Tainung 57’)，插植時

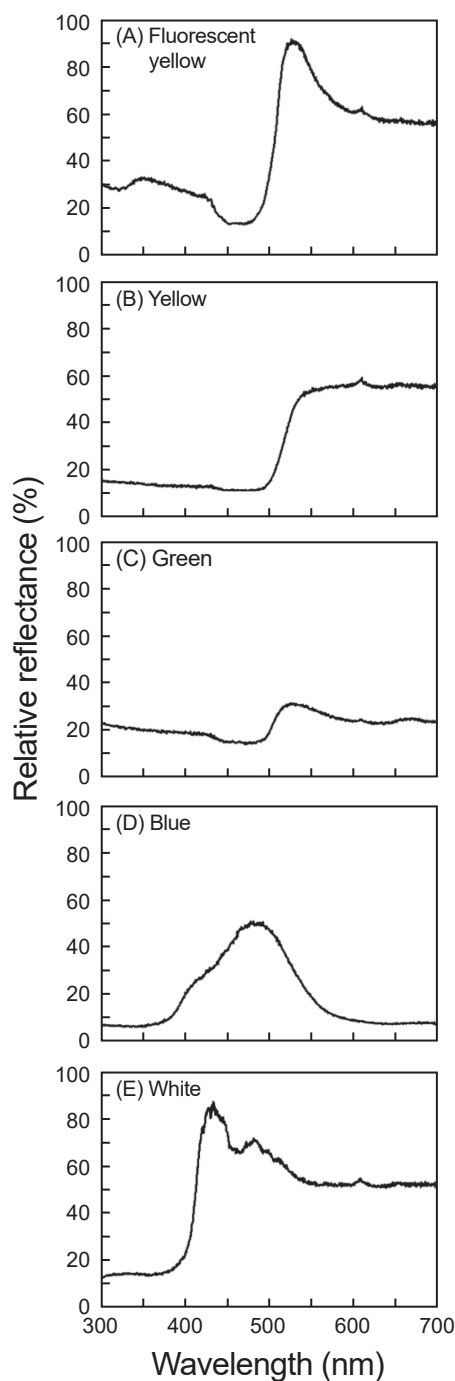


圖 1. 五種顏色黏紙之光譜相對反射率曲線。(A) 螢光黃色黏紙；(B) 黃色黏紙；(C) 綠色黏紙；(D) 藍色黏紙；(E) 白色黏紙。

**Fig. 1.** The spectral reflectance curves of 5 different colored sticky cards. (A) Fluorescent yellow sticky card; (B) Yellow sticky card; (C) Green sticky card; (D) Blue sticky card; and (E) White sticky card.

間為 2017 年 10 月底。各色黏紙均裁切為固定大小之矩形 (10 cm × 15 cm)，以鐵桿固定懸掛於畦上，紙張短邊平行畦面且下緣與甘藷葉冠齊平 (中心點距離甘藷植株葉冠 7.5 cm)，具黏性面朝向南方，兩鄰近黏紙間距為 3 m。試驗配置採完全隨機設計 (completely randomized design)，每處理為 8 重複。試驗於設置後第 7 日，計算各黏紙上之薤菜小金花蟲成蟲數量。

不同懸掛高度之效果評估試驗：黏紙顏色為採用螢光黃色，檢測高度區分為黏紙高於植株葉冠 (中心點高於甘藷植株葉冠 7.5 cm、17.5 cm 及 27.5 cm) 及黏紙低於植株葉冠 (中心點低於甘藷葉冠 7.5 cm)。此外，低於葉冠之黏紙為固定於畦溝間，黏紙距植株中心之水平距離約 40 cm，具黏性面朝植株，而其餘處理均固定於畦上且面朝南。其餘試驗配置，均與前述試驗相同。

不同方位之效果評估試驗：黏紙顏色採用螢光黃色，黏紙固定於畦上，黏紙下緣與甘藷葉冠齊平 (中心點高於甘藷植株葉冠 7.5 cm)，具黏性面分別朝向東、南、西及北方，共 4 個方位，其餘試驗配置均與前述試驗相同。本試驗進行於 2018 年 2 月 23 日至 3 月 2 日，試驗期間白晝時間為 693–702 min，太陽過中天的仰角 (正南方) 為 57–59°。

## 統計分析

薤菜小金花蟲死亡率及黏紙捕獲蟲數之原始試驗數據，以 Levene's test 檢定變異數同質性，若各處理樣本變異數不同質，死亡率經反正弦函數轉換 [arcsine transformation;  $\arcsin(X)$ ]，蟲數則經開方根轉換 (square root transformation;  $\sqrt{X}$ )。試驗數據經變方分析 (analysis of variance; ANOVA)，若處理間差異顯著，則以最小顯著差異測驗法 (Fisher's least significant difference test; LSD test) 進行成對處理間比較。另以獨立樣本 *t* 檢定 (independent sample *t*-test)，比較相同藥劑於不同濃度下 (推薦濃度及 0.5× 濃度) 所造成死亡率之差異。上述檢定之顯著水準皆設定為 0.05。試驗數據以 R version 3.4.3 分析 (Levene's test 經由 car 執行，LSD test 經由 agricolae 套件執

行)。

## 結果

### 室內藥效

九種藥劑於推薦濃度下對薤菜小金花蟲造成之死亡率，如表 1 所示。不同藥劑效果間之差異達顯著水準 (Day 1:  $F_{8,36} = 9.35$ ,  $P < 0.001$ ; Day 2:  $F_{8,36} = 21.16$ ,  $P < 0.001$ ; Day 3:  $F_{8,36} = 13.44$ ,  $P < 0.001$ )。9 種藥劑中，以 20% 亞滅培可濕性粉劑造成之死亡率最高，藥劑處理後第 2、3 日後死亡率分別達 90% 及 96%。20% 達特南水溶性粒劑、20% 芬化利乳劑及 43% 佈飛松乳劑等 3 種藥劑處理後，第 3 日可達 82% 以上之死亡率，與 20% 亞滅培可濕性粉劑間無顯著差異。50% 培丹水溶性粒劑、40% 納乃得水溶性粉劑及 34% 硫敵克水懸劑的藥效次之，小金花蟲於第 3 日死亡率介於 40–60%。而 5% 可芬諾水懸劑與 25% 二福隆可濕性粉劑處理後，死亡率低於 10%。

不同藥劑於減半推薦濃度下，藥效間存在顯著差異 (表 2) (Day 1:  $F_{8,36} = 10.14$ ,  $P < 0.001$ ; Day 2:  $F_{8,36} = 13.02$ ,  $P < 0.001$ ; Day 3:  $F_{8,36} = 13.52$ ,  $P < 0.001$ )。其中，20% 亞滅培可濕性粉劑、20% 達特南水溶性粒劑、20% 芬化利乳劑及 43% 佈飛松乳劑，於第 3 日可造成 64–86% 死亡率，殺蟲效果顯著高於其他 5 種藥劑 (第 3 日死亡率 2–26%)。

各藥劑於推薦濃度及減半濃度之藥效差異上，以 20% 亞滅培可濕性粉劑及 34% 硫敵克水懸劑的殺蟲效果差異最為明顯，二者於推薦濃度下分別造成 96% 及 60% 死亡率 (第 3 日)，但於濃度減半後所造成之死亡率降低至 64% 及 22%；而其餘 7 種藥劑，在濃度減半後藥效差異不顯著 (圖 2)。

### 顏色、高度及張貼方位對黏紙誘引效果之影響

五種顏色黏紙所黏捕之薤菜小金花蟲數量，如圖 3 所示。不同顏色黏紙對薤菜小金花蟲的誘引效果間，具有顯著差異 ( $F_{4,35} = 29.36$ ,  $P < 0.001$ )。平均黏捕蟲數，依序為螢光黃色 (21.8 隻)、黃色 (5.6 隻)、白色 (5.4

表 1. 九種殺蟲劑於推薦濃度下對薤菜小金花蟲成蟲之殺蟲效果。

Table 1. Adulticidal effects of 9 insecticides with label rates against *Chaetocnema confinis*.

Chemical	Conc. <sup>z</sup> (%)	Mortality (mean ± SD, %)		
		Day 1	Day 2	Day 3
Acetamiprid 20% WP <sup>y</sup>	0.010	68.0 ± 23.9 a <sup>x</sup>	90.0 ± 12.2 a	96.0 ± 8.9 a
Cartap 50% SG	0.050	46.0 ± 21.9 abc	38.0 ± 19.2 c	50.0 ± 24.5 c
Chromafenozide 5% SC	0.005	2.0 ± 4.5 D	2.0 ± 4.5 d	5.6 ± 8.2 d
Diflubenzuron 25% WP	0.017	2.0 ± 4.5 D	0.0 ± 0.0 d	2.0 ± 4.5 d
Dinotefuran 20% SG	0.007	54.0 ± 26.1 Ab	72.0 ± 25.9 ab	82.0 ± 24.9 ab
Fenvalerate 20% EC	0.007	64.7 ± 15.0 A	74.7 ± 10.4 a	82.2 ± 13.2 ab
Methomyl 40% SP	0.027	30.0 ± 12.2 C	32.0 ± 20.5 c	40.0 ± 30.8 c
Profenofos 43% EC	0.043	58.0 ± 21.7 A	78.0 ± 14.8 a	82.0 ± 14.8 ab
Thiodicarb 34% SC	0.034	34.0 ± 19.5 Bc	52.0 ± 19.2 bc	60.0 ± 21.2 bc
Distilled water (control)	-	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.0 ± 4.5

<sup>z</sup> The concentration of active ingredient of the insecticides.

<sup>y</sup> WP: wettable powders; SG: water soluble granules; SC: suspension concentrates; EC: emulsifiable concentrates; and SP: water soluble powder.

<sup>x</sup> Values within a column followed by the same letter are not significantly different by the least significant difference (LSD) test at 5% level.

表 2. 九種殺蟲劑於減半推薦濃度下對薤菜小金花蟲成蟲之殺蟲效果。

Table 2. Adulticidal effects of 9 insecticides with half label rates against *Chaetocnema confinis*.

Chemical	Conc. <sup>z</sup> (%)	Mortality (mean ± SD, %)		
		Day 1	Day 2	Day 3
Acetamiprid 20% WP <sup>y</sup>	0.005	56.0 ± 18.2 a <sup>x</sup>	56.0 ± 25.1 a	64.0 ± 23.0 a
Cartap 50% SG	0.025	14.0 ± 19.5 c	22.0 ± 16.4 b	24.0 ± 13.4 b
Chromafenozide 5% SC	0.003	0.0 ± 0.0 c	2.0 ± 4.5 bc	2.0 ± 4.5 b
Diflubenzuron 25% WP	0.008	0.0 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 c	6.0 ± 13.4 b
Dinotefuran 20% SG	0.003	42.0 ± 19.2 a	58.0 ± 19.2 a	64.0 ± 24.1 a
Fenvalerate 20% EC	0.003	56.0 ± 20.7 a	60.0 ± 21.2 a	76.0 ± 15.2 a
Methomyl 40% SP	0.013	20.0 ± 18.7 bc	22.0 ± 16.4 b	26.0 ± 18.2 b
Profenofos 43% EC	0.022	38.0 ± 17.9 ab	70.0 ± 15.8 a	86.0 ± 19.5 a
Thiodicarb 34% SC	0.017	8.0 ± 8.4 c	20.0 ± 14.1 bc	22.0 ± 29.5 b
Distilled water (control)	-	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.0 ± 4.5

<sup>z</sup> The concentration of active ingredient of the insecticides.

<sup>y</sup> WP: wettable powders; SG: water soluble granules; SC: suspension concentrates; EC: emulsifiable concentrates; and SP: water soluble powder.

<sup>x</sup> Values within a column followed by the same letter are not significantly different by the least significant difference (LSD) test at 5% level.

隻)、綠色 (4.9 隻) 及藍色 (1.4 隻)，其中以螢光黃色黏紙上的薤菜小金花蟲數顯著多於其餘 4 者，黃色、白色及綠色等 3 種黏紙間無顯著差異，藍色黏紙黏捕蟲數最少，與其他顏色者呈顯著差異。

不同懸掛高度之黏紙所黏捕之薤菜小金

花蟲數量，如圖 4 所示。懸掛高度對於此蟲誘捕數量間，具顯著影響 ( $F_{3,28} = 21.84$ ,  $P < 0.001$ )，捕獲蟲數隨懸掛高度增加而遞減。4 個高度中，以黏紙低於甘藷植冠 7.5 cm 的誘捕蟲數最多 (12.9 隻)，而後依序為高於植冠 7.5 cm (6.6 隻)、17.5 cm (3.3 隻) 及 27.5 cm (1.3

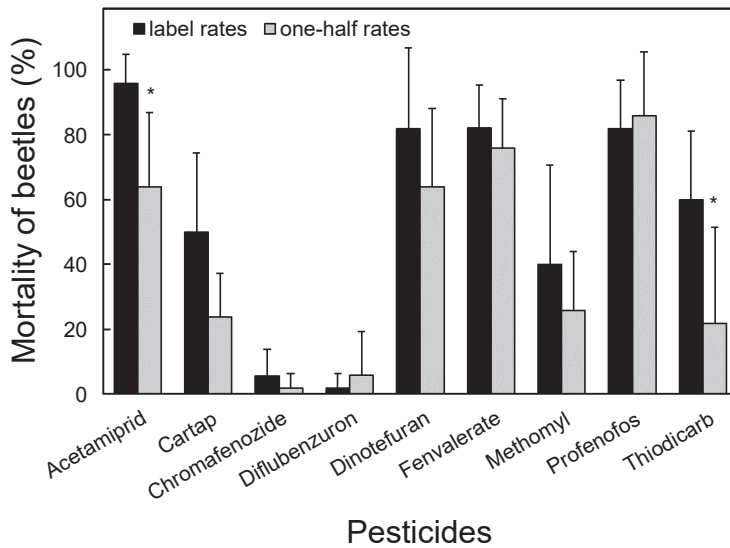


圖 2. 九種殺蟲劑在推薦濃度及減半濃度下於第 3 日造成薺菜小金花蟲成蟲死亡率之比較。

**Fig. 2.** Comparison between the mortality of 9 insecticides with label rates (black bars) and one-half rates (grey bars) against *Chaetocnema confinis* on the third day. Each bar represents means and standard deviations (SDs) of 5 replicates. Bars in the same treatment (pesticide) with the asterisk are significantly different by independent sample *t*-test at 5% level.

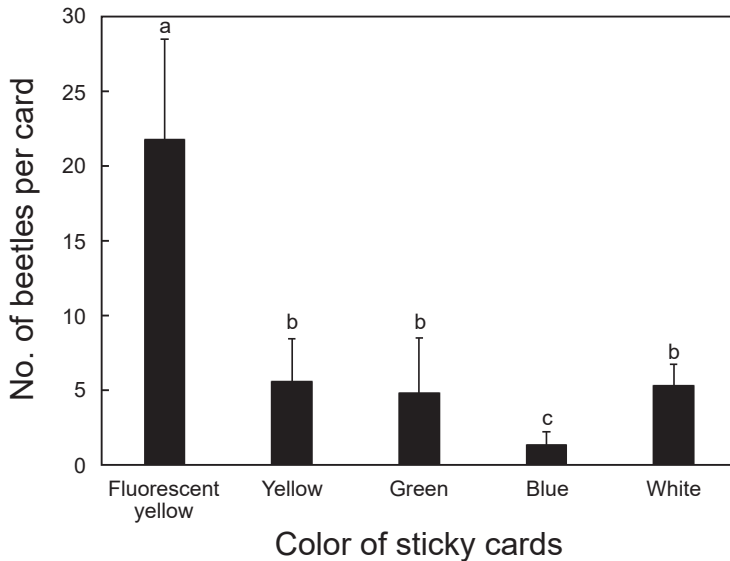


圖 3. 不同顏色黏紙誘捕之薺菜小金花蟲成蟲數量。

**Fig. 3.** Number of adults of *Chaetocnema confinis* captured per sticky card of different colors. Each bar represents means and standard deviations (SDs) of 8 replicates. Bars with the same letter are not different significantly by the least significant difference (LSD) test at 5% level.

隻)，且 4 者誘捕蟲數間皆呈顯著差異。  
黏紙面朝不同方位所捕捉之薺菜小金花蟲

數量，如圖 5 所示。黏紙面朝東、南、西及北方的平均捕捉蟲數，分別為 37.9、38.8、28.4

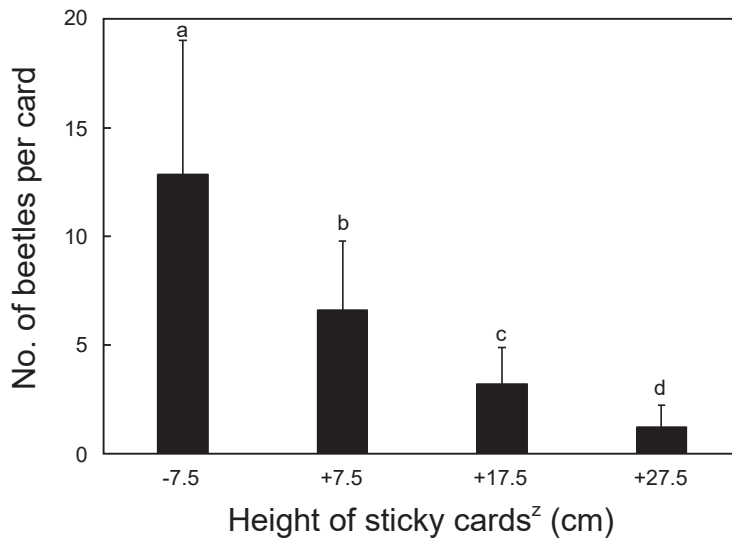


圖 4. 不同擺放高度之黏紙誘捕之薤菜小金花蟲成蟲數量。

**Fig. 4.** Number of adults of *Chaetocnema confinis* captured per sticky card with different installation heights. Each bar represents mean and standard deviation (SD) of 8 replicates. Bars with the same letter are not different significantly by the least significant difference (LSD) test at 5% level.

<sup>z</sup>The height between the sweet potatoes canopy and the center of sticky cards. The plus sign and the minus sign indicate that the sticky cards were above or below the canopy, respectively.

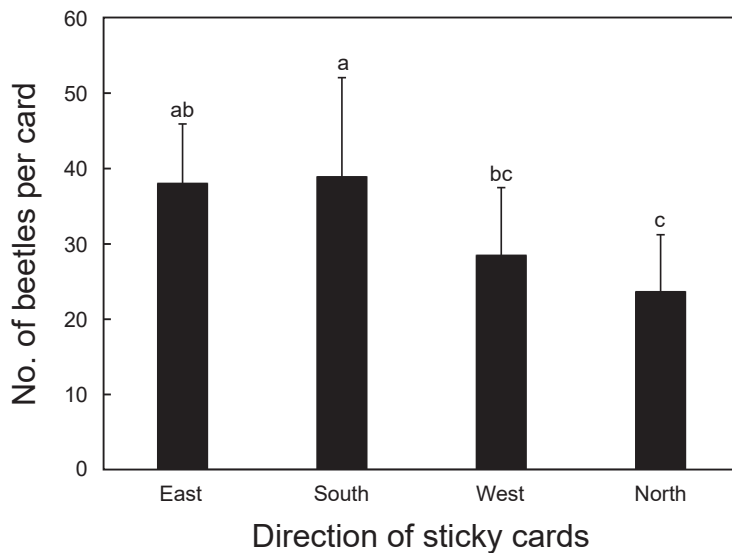


圖 5. 不同擺放方位之黏紙誘捕之薤菜小金花蟲成蟲數量。

**Fig. 5.** Number of adults of *Chaetocnema confinis* captured per sticky card with different directions. Each bar represents mean and standard deviation (SD) of 8 replicates. Bars with the same letter are not different significantly by the least significant difference (LSD) test at 5% level.

及 23.6 隻，4 個方位所捕捉蟲數間存在顯著差異 ( $F_{3,28} = 4.624$ ,  $P < 0.01$ )。其中，黏紙面朝

南方的蟲數最多，與朝東者並無顯著差異，但顯著多於朝西方及北方者。

## 討論

本試驗透過葉片藥膜處理方式，檢測已登記與延伸使用殺蟲劑對薺菜小金花蟲成蟲的室內殺蟲效果。9種藥劑中，以20%亞滅培可濕性粉劑、20%達特南水溶性粒劑、20%芬化利乳劑及43%佈飛松乳劑的藥效較佳，於第3日之死亡率可達82–96%。而當藥劑濃度減半，唯43%佈飛松乳劑仍保有較高的殺蟲效果（第3日死亡率為86%），多數藥劑的殺蟲效果皆有降低趨勢，但僅20%亞滅培可濕性粉劑及34%硫敵克水懸劑達顯著差異。Hayashikawa & Fukuda (2016) 以類似方式評估19種藥劑之室內藥效，共10種藥劑可造成84–100%的小金花蟲成蟲死亡（不含抽搦蟲體），包含3種胺基甲酸鹽類或有機磷類藥劑（75%硫敵克可濕性粉劑、50%撲滅松乳劑及45%普硫松乳劑）、2種除蟲菊酯類藥劑（20%百滅寧乳劑及20%依芬寧乳劑）、3種新尼古丁類藥劑（50%益達胺水分散性粒劑、16%可尼丁水溶性粒劑及20%達特南水分散性粒劑）、10%克凡派水懸劑及1種混合劑（40%芬化利-馬拉松可濕性粉劑）；另45%納乃得可濕性粉劑可造成54%死亡率（26%無法正常行走）。其中，硫敵克、達特南及納乃得為Hayashikawa & Fukuda (2016) 與本試驗皆有檢測之藥劑種類，因其檢測劑量為本試驗約1.3–2.9倍，此可能係造成殺蟲效果略高於本試驗結果之原因。此外，本研究比較9種殺蟲劑於原推薦藥量與減半藥量之藥效，於藥效較佳之4種藥劑（20%亞滅培可濕性粉劑、20%達特南水溶性粒劑、20%芬化利乳劑及43%佈飛松乳劑），20%亞滅培可濕性粉劑於劑量減半後所造成薺菜小金花蟲死亡率顯著較低，另3種藥劑則無顯著差異。由此可知，田間藥劑施用時，不應擅自減低劑量以免藥效不彰。另藥效減半後仍有相似殺蟲效果者，則值得後續田間藥效評估，或可作為農藥減量施用之基礎。

本試驗以培丹處理的小金花蟲後，部分癱瘓、抽搦者有短暫恢復正常的現象，此類似狀況亦曾出現於甘藷蟻象成蟲之藥劑試驗中（Chen *et al.* 2017）。而於Hayashikawa & Fukuda (2016) 之試驗中，接觸納乃得或硫敵

克的成蟲，於2 d後其未死亡但無法正常行走之比例較高。由上述推測，薺菜小金花蟲對於胺基甲酸鹽類藥劑的代謝能力或許較佳，藥劑選用上應需加以考量。另一方面，5%可芬諾水懸劑及25%二福隆可濕性粉劑，為檢測藥劑中殺成蟲效果不顯著者，兩者於第3日造成之薺菜小金花蟲成蟲死亡率分別為5.6%及2.0%。兩者皆為昆蟲生長調劑劑，其中，可芬諾屬於二醯基聯氨類（diacylhydrazines），為非固醇類蛻皮激素促效劑（non-steroidal molting hormone agonists），對於鱗翅目昆蟲具毒效，而對於雙翅目、鞘翅目昆蟲則效果較差或無效（Nakagawa *et al.* 2005）。二福隆係昆蟲幾丁質合成抑制劑（chitin synthesis inhibitors），可影響鞘翅目昆蟲之生長發育，以四紋豆象（*Callosobruchus maculatus* Fab.）為例，二福隆具殺卵效果，亦會抑制雌蟲產卵量，但對於蛹及成蟲則不具顯著殺蟲效果（Kemabonta & Odebiyi 2005）；於*Pachnaeus litus* (Germar)、*Diaprepes abbreviatus* (L.) 等4種象鼻蟲上，亦會顯著降低卵孵化率（Lovestrands & Beavers 1980）。但由於薺菜小金花蟲幼蟲生活於土壤中，而成蟲則危害葉片，葉面施藥上以針對成蟲為主，按本試驗結果顯示兩藥劑對於成蟲無顯著急性毒，然而是否可抑制成蟲產卵量與卵孵化率，乃值得後續探究。

目前雖未有研究揭示薺菜小金花蟲對顏色之偏好性，然而同屬的*Chaetocnema pulicaria* Melsheimer 對黃色最具偏好（Adams & Los 1986），亦有前人利用黃色黏紙調查薺菜小金花蟲田間密度（Jolivet 2008; Hayashikawa *et al.* 2014）。據本研究結果，以螢光黃色相對其他顏色對薺菜小金花蟲成蟲最具吸引力，誘引蟲數約為其他顏色4倍以上。然而，昆蟲多具有基礎之紫外光-藍光-綠光三色視覺（UV-blue-green-trichromacy），其感光受器（photoreceptor）有別於人類，故兩者可見光譜並不相同（Briscoe & Chittka 2001）。因此，本研究進一步分析各色黏紙於反射光譜的差異，以更精確得知薺菜小金花蟲於光趨性之偏好。比較5種有色黏紙反射光譜率曲線（圖1），螢光黃色黏紙於波長530 nm左右具1個相對反射率曲

線高峰(相對反射率約 90%)，其餘 4 色黏紙於此波段的光線相對反射率皆未達 60%，又以藍色黏紙相對反射率最低。另白色黏紙於反射波長 435 nm 及 480 nm 各具 1 個峰值(相對反射率分別約為 85% 及 70%)，藍色黏紙亦於 480 nm 具 1 個反射高峰(相對反射率約 50%)，反之，螢光黃色黏紙於該 2 波段的相對反射率均甚低(約 15%)。據 Yang *et al.* (2003) 於黃條葉蚤 [*Phyllotreta striolata* (Fabricius)] 之研究，成蟲對於光波長為 350 nm、430 nm 及 490–520 nm 之光趨性行為最為顯著，其中以波長 430 nm 的藍光吸引力最高。而科羅拉多金花蟲 [*Leptinotarsa decemlineata* (Say)] 具有分辨紫外光、藍光及綠光之 3 種感光受器，分別對於波長落在 370、450 及 530 nm 左右的光線較敏感(Döring & Skorupski 2007)。推測同屬金花蟲科之薤菜小金花蟲，亦具有感測相似波段之感光受器，且波長 530 nm 左右的光線對於薤菜小金花蟲應較具吸引力，光趨性行為則隨著光反射率愈高而提升。但由於昆蟲色覺神經機制相當複雜，不同強度、波長之光線間拮抗或加成等交互作用下，可能導致不同生理反應(Hempel de Ibarra *et al.* 2014)，其他波段光線對於誘引效果是否具有影響(如白色黏紙反射光譜涵蓋紫外光段及藍光段)，尚需深入研究。

除了顏色之外，黏紙擺放高度亦為影響誘捕量之重要因素(Mainali & Lim 2010; Cottrell 2017; Yadav *et al.* 2017)。一般而言，黏紙於田間之設置高度多為與作物同高或稍高，以配合作物生長或避免被枝葉遮蔽(Lin 2010)，例如於 Jasrotia *et al.* (2008) 的試驗中，調查薤菜小金花蟲密度的黏紙擺放高度為高於葉冠 5 cm。然而本研究結果顯示，當黏紙高度稍低於植冠時，誘殺蟲數反而最多，且誘殺蟲數隨黏板設置高度增加而遞減。造成此差異之原因，可能為當黏紙位於薤菜小金花蟲視覺易察覺及易前往之位置時，誘捕效力較強，因此推測誘捕效果與此蟲活動範圍及視覺能力有關。此外，薤菜小金花蟲屬於葉蚤亞科(Alticinae)，該亞科昆蟲跳躍能力佳，有些可跳躍達身長 100 倍之距離(Furth 1988)。然而目前尚

無研究顯示薤菜小金花蟲之跳躍、飛翔能力，亦不清楚其視力可察覺之範圍，因此黏紙高度對誘捕量影響之原因尚需深入研究。然而，即使僅 20 cm 之差距，黏紙高於植冠 7.5 cm 的平均誘殺蟲數，卻為高於植冠 27.5 cm 者之 5 倍，故而若採黏紙監測或防治薤菜小金花蟲，其設置高度應盡量貼近植株，避免超過植冠約 7.5 cm。

在黏紙朝向不同方位的誘引試驗中，面朝南方及東方的誘引效果較佳，誘捕蟲數約為朝北面者之 1.6 倍。方位對黏紙誘捕數量之影響，可能來自於風向及陽光照射角度等因素。其中，因薤菜小金花蟲不若粉蝨、薊馬等小型害蟲體重較輕而易隨氣流傳播，因此風向的影響性可能較小。由於昆蟲受晝夜節律影響，不同時段下之光趨行為強度或有不同(Yang *et al.* 2003; Liu *et al.* 2009)，而有色黏紙之誘捕仰賴黏紙反射陽光。台灣位處北半球，黏紙面朝東、南及西邊所接受陽光直射之時間較北方長，可能因而影響黏紙誘引效果。Bian *et al.* (2016) 於中國大陸江西省、貴州省之茶園測試東-西向及南-北向之黏紙對薊馬之誘捕效果，發現東-西向之黏紙黏捕蟲數較多，其亦推測原因為東-西向接受較多陽光照射。此外，田區周遭環境，亦可能影響不同方位黏紙之誘捕效果。由於本試驗於單一田區進行試驗，黏紙面朝方位於其他地區是否亦呈現相同影響，則應進一步檢測及探討。另一方面，雖然於田間利用黏紙防治害蟲時多半不考慮設置之方位，因為黏紙可能為雙面或卷成直筒狀，但若利用單面有色黏紙時，則不可忽視方向於黏捕效果之影響。

由於現行安全性植物保護資材對金花蟲類害蟲防治效果有限(unpublished data)，使用化學防治亦具農藥殘留、環境汙染及昆蟲抗藥性產生之風險，利用昆蟲對顏色之偏好行為反應進行物理防治，似乎為可行之選擇。而改善黏紙誘殺之效率，或許可提升物理防治之應用性。由本研究之結果建議田間應用時，採用螢光黃色黏紙(或類似反射光譜者)，擺放位置貼近植株，可提升對薤菜小金花蟲的誘捕數量。除了顏色、高度及方位之外，黏紙的形狀、面

積、擺放角度及背景色等，亦為影響誘引效果的重要因子 (Mainali & Lim 2010; Cottrell 2017; Yadav *et al.* 2017)。因此，未來評估其他因子對誘捕效果之影響，找尋效果最佳之黏紙樣式及設置方法，或進一步地評估與化學藥劑兼用下的防治效益，將有助於提升田間之實務應用價值。

## 誌謝

本文承蒙國立台灣大學昆蟲學系楊恩誠教授於光譜反射分析之協助與寶貴建議，及本分所研究室同仁林郁欣小姐與黃瓊慧小姐辛勞協助試驗工作，謹此致謝。

## 引用文獻

- Abney, M. R. and G. G. Kennedy. 2011. Relative susceptibility of two sweetpotato varieties to storage root damage by sweetpotato flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) and wireworm (Coleoptera: Elateridae). *J. Econ. Entomol.* 104:143–148.
- Adams, R. G. and L. M. Los. 1986. Monitoring adult corn flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in sweet corn fields with color sticky traps. *Environ. Entomol.* 15:867–873.
- Al-Ayedh, H. and M. Al-Doghairi. 2004. Trapping efficiency of various colored traps for insects in cucumber crop under greenhouse conditions in Riyadh, Saudi Arabia. *Pak. J. Biol. Sci.* 7:1213–1216.
- Bian, L., P. X. Yang, Y. J. Yao, Z. X. Luo, X. M. Cai, and Z. M. Chen. 2016. Effect of trap color, height, and orientation on the capture of yellow and stick tea thrips (Thysanoptera: Thripidae) and nontarget insects in tea gardens. *J. Econ. Entomol.* 109:1241–1248.
- Briscoe, A. D. and L. Chittka. 2001. The evolution of color vision in insects. *Annu. Rev. Entomol.* 46:471–510.
- Broughton, S. and J. Harrison. 2012. Evaluation of monitoring methods for thrips and the effect of trap colour and semiochemicals on sticky trap capture of thrips (Thysanoptera) and beneficial insects (Syrphidae, Hemerobiidae) in deciduous fruit trees in Western Australia. *Crop Prot.* 42:156–163.
- Chalfant, R. B., R. K. Jansson, D. R. Seal, and J. M. Schalk. 1990. Ecology and management of sweet potato insects. *Annu. Rev. Entomol.* 35:157–180.
- Chen, P. H., T. C. Wang, C. H. Huang, Y. F. Chu, and S. H. Huang. 2017. Evaluation of insecticides recommended for controlling the adult of sweetpotato weevil [*Cylas formicarius* (Fabricius)] (Coleoptera: Brentidae) in Taiwan. *J. Taiwan Agric. Res.* 66:34–43. (in Chinese with English abstract)
- Cottrell, T. E. 2017. Trap height affects capture of lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) in pecan orchards. *Environ. Entomol.* 46:343–352.
- Döring, T. F. and P. Skorupski. 2007. Host and non-host leaves in the colour space of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Entomol. Gen.* 29:81–95.
- Durmuşoğlu, E., M. Salaman, H. S. Civelek, A. Hatipoğlu, and H. Balci. 2009. Effect of various hues of yellow as sticky trap color on leafminers in cucumber growing greenhouses. *Türk. Entomol. Derg.* 33:163–170.
- Feng, H. T., Y. J. Huang, and J. C. Hsu. 2000. Insecticide susceptibility of cabbage flea beetle [*Phyllotreta striolata* (Fab.)] in Taiwan. *Plant Prot. Bull.* 42:67–72. (in Chinese with English abstract)
- Furth, D. G. 1988. The jumping apparatus of flea beetles (Alticinae)-the metafemoral spring. p.285–297. *in: Biology of Chrysomelidae* (Jolivet, P., E. Petitpierre, and T. H. Hsiao, eds.) Kluwer Academic. Dordrecht, The Netherlands. 615 pp.
- Hayashikawa, S., K. Takesaki, T. Fukuda, S. Mizushima, and S. Yamashita. 2013. Biology and management of the sweetpotato flea beetle (*Chaetocnema confinis* Crotch). 1. sweetpotato tuberous root damage caused by sweetpotato flea beetle larvae. *Kyushu Plant Prot. Res.* 59:72–76. (in Japanese with English abstract)
- Hayashikawa, S., T. Fukuda, and S. Yamashita. 2014. Biology and management of the sweetpotato flea beetle (*Chaetocnema confinis* Crotch). 2. seasonal timing of *C. confines* larvae make damage on tuberous root of field sweetpotato in Tanegashima Island, Kagoshima. *Kyushu Plant Prot. Res.* 60:64–67. (in Japanese with English abstract)
- Hayashikawa, S., T. Fukuda, and S. Yamashita. 2015. Biology and management of the sweetpotato flea beetle (*Chaetocnema confinis* Crotch). 3. effects of sweetpotato field cultivational conditions in Tanegashima Island, Kagoshima on *C. confines* larvae damage to tuberous root. *Kyushu Plant Prot. Res.* 61:43–48. (in Japanese with English abstract)
- Hayashikawa, S. and T. Fukuda. 2016. Biology and management of the sweet potato flea beetle (*Chaetocnema confinis* Crotch). 4. effect of several insecticides against *C. confinis* adults and a preliminary test on suppression of tuber damage by application of granular insecticides to a sweet potato field. *Kyushu Plant Prot. Res.* 62:95–99. (in Japanese with English abstract)

- Hempel de Ibarra, N., M. Vorobyev, and R. Menzel. 2014. Mechanisms, functions and ecology of colour vision in the honeybee. *J. Comp. Physiol. A Neuroethol. Sens. Neural. Behav. Physiol.* 200:411–433.
- Jasrotia, P., M. R. Abney, N. B. Neerdaels, and G. G. Kennedy. 2008. Influence of soil temperature, rainfall, and planting and harvest dates on *Chaetocnema confinis* (Coleoptera: Chrysomelidae) damage to sweetpotato roots. *J. Econ. Entomol.* 101:1238–1243.
- Jolivet, P. 2008. Sweetpotato flea beetle, *Chaetocnema confinis* (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae). p.3640–3642. *in: Encyclopedia of Entomology.* (J. L. Capinera, ed.) Springer Publishing, Dordrecht, The Netherlands. 4346 pp.
- Kemabonta, K. A. and J. A. Odebiyi. 2005. Susceptibility of the life stages of *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae) to diflubenzuron in cowpea seeds. *J. Plant Dis. Protect.* 112:193–199.
- Li, L., H. B. Ma, L. M. Niu, D. Y. Han, F. P. Zhang, J. Y. Chen, and Y. G. Fu. 2017. Evaluation of chromatic cues for trapping *Bactrocera tau*. *Pest. Manag. Sci.* 73:217–222.
- Lin, F. C. 2010. Color trapping. p.109–114. *in: Nonsynthetic Resources for Pest Management.* (Wang, C. L., ed.) Taiwan Agric. Res. Inst. Spec. Pub. No. 142. Taichung, Taiwan. 183 pp. (in Chinese)
- Liu, W. Y., E. C. Yang, and S. J. Lee. 2009. The action spectrum of phototactic responses of *Forcipomyia* (Lasiohelea) *taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae). *Formosan Entomol.* 29:61–71.
- Lovestrand, S. A. and J. B. Beavers. 1980. Effect of diflubenzuron on four species of weevils attacking citrus in Florida. *Fla. Entomol.* 63:112–115.
- Mainali, B. P. and U. T. Lim. 2010. Circular yellow sticky trap with black background enhances attraction of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Appl. Entomol. Zool.* 45:207–213.
- Nakagawa, Y., K. Takahashi, H. Kishikawa, T. Ogura, C. Minakuchi, and H. Miyagawa. 2005. Classical and three-dimensional QSAR for the inhibition of [<sup>3</sup>H] ponasterone A binding by diacylhydrazine-type ecdysone agonists to insect Sf-9 cells. *Bioorg. Med. Chem.* 13:1333–1340.
- Poland, T. M. and D. G. McCullough. 2014. Comparison of trap types and colors for capturing emerald ash borer adults at different population densities. *Environ. Entomol.* 43:157–170.
- Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute. 2018. Plant protection information system. TACTRI, COA, Taichung, Taiwan. <https://otserv2.tactri.gov.tw/ppm/> (visit on 10/8/2018)
- Thein, M. M., T. Jamjanya, and Y. Hanboonsong. 2011. Evaluation of colour traps to monitor insect vectors of sugarcane white leaf phytoplasma. *Bull. Insectology* 64:117–118.
- Toshove, T. B., D. I. Velchev, V. D. Abaev, P. K. Kalushkov, E. Orgovan, Z. Lohonyai, M. Tóth, and S. Koczor. 2017. Nontarget coleoptera species captured in coloured sticky traps in maize crops in Bulgaria. *Acta Zool. Bulg. Suppl.* 9:237–246.
- Yadav, D. S., A. Udayakumar, R. S. Jadhav, A. R. Jadhav, A. M. Bhosale, and R. G. Somkuwar. 2017. Effect of trap colour, installation height and size on insect capture in grapevine (*Vitis vinifera*) ecosystem. *Indian J. Agric. Sci.* 87:804–810.
- Yang, E. C., D. W. Lee, and W. Y. Wu. 2003. Action spectra of phototactic responses of the flea beetle, *Phyllotreta striolata*. *Physiol. Entomol.* 28:362–368.

# A Preliminary Study on Control Efficacy of Chemical Insecticides and Colored Sticky Cards against the Sweet Potato Flea Beetle (*Chaetocnema confinis* Crotch)

Yu-Ping Liang<sup>1</sup> and Po-Hung Chen<sup>1,\*</sup>

## Abstract

Liang, Y. P. and P. H. Chen. 2019. A preliminary study on control efficacy of chemical insecticides and colored sticky cards against the sweet potato flea beetle (*Chaetocnema confinis* Crotch). J. Taiwan Agric. Res. 68(1):78–89.

The sweet potato flea beetle (*Chaetocnema confinis* Crotch) is a common pest of sweet potato. The larvae and adults feed on storage roots and leaves, respectively, reducing the quality of both parts. Because of the lack of research on its control techniques, this study focused on *C. confinis* adults, evaluating the efficacy of currently recommended pesticides and sticky traps of various colors, heights, and orientations. The efficacy of 9 pesticides against *C. confinis* was assessed by the leaf disc method, and the results showed that acetamiprid (20% wettable powders; WP), dinotefuran (20% water soluble granules; SG), fenvalerate (20% emulsifiable concentrates; EC) and profenofos (43% EC) caused the greatest mortality, which reached 96, 82, 82 and 82% on the third day, respectively. In the sticky trap experiments, fluorescent yellow colored traps attracted the most *C. confinis* (21.8 beetles trap<sup>-1</sup>) among 5 colors (fluorescent yellow, yellow, green, blue and white), while blue was the least attractive (1.4 beetles trap<sup>-1</sup>). According to the spectral reflectance curves of the colored sticky cards, the green light with wavelengths around 530 nm might be more attractive to *C. confinis*. Besides, the traps hung lower than the sweet potato leaf canopy captured the most *C. confinis*, and the number captured decreased as the height increased. Lastly, trapping effectiveness was also affected by trap orientation. The sticky cards oriented to south captured the most *C. confinis* (38.8 beetles trap<sup>-1</sup>), while those facing the north captured the least in this single experiment.

**Key words:** Sweet potato flea beetle, Insecticide, Colored sticky cards.

---

Received: June 11, 2018; Accepted: November 3, 2018.

\* Corresponding author, e-mail: chenph@dns.caes.gov.tw

<sup>1</sup> Assistant Research Fellows, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.