

不同型式性費洛蒙誘蟲器對小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 之誘捕效果評估

洪巧珍^{1*} 王文龍¹ 吳昭儀¹ 張志弘¹

摘要

洪巧珍、王文龍、吳昭儀、張志弘。2016。不同型式性費洛蒙誘蟲器對小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 之誘捕效果評估。臺灣農藥科學 1: 91-106。

本研究於 2003 年至 2006 年間，於彰化縣埔鹽、田尾鄉花椰菜田，比較不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。結果顯示商品化誘蟲器如中改式誘蟲器、黃氏美人計誘蟲偵測器，及誘捕果實蠅的誘蟲器如捕蠅器、金穩蠅麥氏誘蟲器、安啦誘蠅器等，不適合用於誘捕小菜蛾。設計多款的誘蟲器型式，以單層上衝式寶特瓶誘蟲器誘餌置於誘蟲器下區，為對誘捕小菜蛾有潛力之乾式誘蟲器型式。不同型式黏膠誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果，以翼型黏膠誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果，較圓筒型黏膠式誘蟲器為佳。小菜蛾性費洛蒙誘餌置於翼型黏膠誘蟲器的上蓋或下底，不會影響誘蟲效果；誘捕的小菜蛾蟲體主要分布於下底黏板。寶特瓶水式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果，以兩倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器對小菜蛾誘捕效果，相當於翼型黏膠誘蟲器，可作為小菜蛾的水式誘蟲器。

關鍵詞：小菜蛾、性費洛蒙、乾式誘蟲器、黏膠式誘蟲器、水式誘蟲器。

接受日期：2016 年 9 月 7 日

* 通訊作者。Email: hccjane@tactri.gov.tw

¹ 臺中市 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

前言

小菜蛾 (Diamondback moths, *Plutella xylostella* (Linnaeus)) 屬鱗翅目、菜蛾科 (Lepidoptera: Plutellidae)，為世界性十字花科作物之重要害蟲⁽¹⁸⁾。防治上，一般以藥劑防治為主。因其體小，且繁殖速度快，常有抗藥性發生^(15, 17, 21)，導致藥劑防治效果不佳、且有農藥殘留之虞慮。因此，擬開發小菜蛾性費洛蒙應用技術，提供農友另類防治使用。

小菜蛾性費洛蒙組成分早於 1977 年鑑定，有 3~4 種成分：順-11-十六碳烯醛 ((Z)-11-hexadecenal)、順-11-十六碳烯酯 ((Z)-11-hexadecenyl acetate)、順-11-十六碳烯醇 ((Z)-11-hexadecenol)、順-9-十四碳烯酯 ((Z)-9-tetradecenyl acetate) 等，相關的配方也陸續有報導^(7, 8, 11, 12, 19)。本所已完成小菜蛾性費洛蒙誘餌研發，對小菜蛾具有優異的誘引效果；同時，也建立其田間大量誘殺應用技術⁽⁴⁾，提供農民應用參考。針對一般小蟲子如小菜蛾、銀葉粉蝨等，常使用黏膠式誘蟲器來誘捕^(3, 13, 14, 16, 20)，惟於田間使用黏膠誘蟲器誘捕害蟲，常需更換誘蟲器，成本高。因此，本研究探討不同型式誘蟲器，包括乾式誘蟲器、黏膠式誘蟲器、以及水式誘蟲器等，對小菜蛾的誘捕效果。於 2003 至 2006 年間，於彰化縣埔鹽、田尾鄉花椰菜田，分別進行比較不同型式誘蟲器、不同型式黏膠誘蟲器及寶特瓶水式誘蟲器對小菜蛾之誘捕試驗；同時，探討性費洛蒙誘餌置於翼型黏膠誘蟲器位置對誘

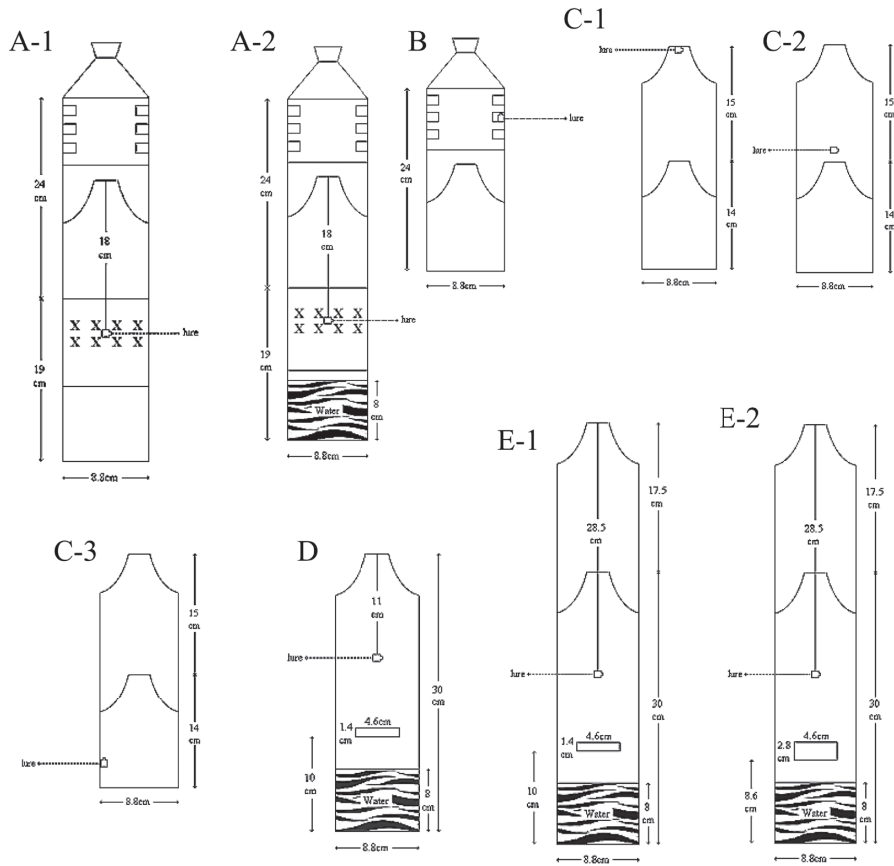
引小菜蛾之影響試驗。期望瞭解適合誘捕小菜蛾的誘蟲器型式，提供利用性費洛蒙誘殺小菜蛾參考應用。

材料與方法

一、供試不同型式誘蟲器種類與來源

本試驗為開發及提供誘捕小菜蛾有效之誘蟲器型式，設計及製作多種不同型式誘蟲器與各種商品化誘蟲器，如圖一、二。製作的不同型式誘蟲器有 A-1：花姬捲葉蛾誘蟲器 (CFB-trap)、A-2：底部含水的花姬捲葉蛾誘蟲器 (CFB-trap contained water)、B：去底的花姬捲葉蛾誘蟲器 (CFB-trap 去底，誘餌置於中區)、C-1：單層寶特瓶上衝式誘蟲器 (誘餌置於上區(瓶蓋處))、C-2：單層寶特瓶上衝式誘蟲器 (誘餌置於誘蟲器中區)、C-3：單層寶特瓶上衝式誘蟲器 (誘餌置於誘蟲器下區)、D：寶特瓶水式誘蟲器、E-1：一倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器 (一倍入口 1.4 cm × 4.66 cm)、E-2：兩倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器 (兩倍入口 2.8 cm × 4.66 cm) (圖一) 等。

各種商品化誘蟲器之商品名稱與來源如下，F：翼型黏膠式誘蟲器 (厚紙板：甲富企業股份有限公司、防水紙板：振詠興業有限公司)、G：中改式誘蟲器 (藍色入口，金煌塑膠股份有限公司)、H：黃氏美人計誘蟲偵測器 (台灣黃氏生物技術應用股份有限公司)、I：誘蠅器 (Fly Trap, SureFire



圖一、手製不同型式小菜蛾誘蟲器。A-1：花姬捲葉蛾誘蟲器（底部不含水）、A-2：花姬捲葉蛾誘蟲器（底部含水）、B：去底的花姬捲葉蛾誘蟲器、C-1：單層上衝式寶特瓶誘蟲器（誘餌置於誘蟲器上區）、C-2：單層上衝式寶特瓶誘蟲器（誘餌置於誘蟲器中區）、C-3：單層上衝式寶特瓶誘蟲器（誘餌置於誘蟲器下區）、D：一倍入口的單層寶特瓶水式誘蟲器、E-1：一倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器、E-2：兩倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器。

Fig. 1. Different types of handmade trap for trapping diamondback moth, *Plutella xylostella*. A-1: CFB-trap without water, A-2: CFB-trap with water, B: CFB-trap without bottom, C-1: 1-up-PET trap with lure at the top of trap, C-2: 1-up-PET trap with lure at the central of trap, C-3: 1-up-PET trap with lure at the lower of trap, D: single layer PET water trap with 1× entrance, E-1: Double layers PET water trap with 1× entrance, and E-2: Double layers PET water trap with 2× entrance.



圖二、商品化不同型式誘蟲器。F：翼型黏膠式誘蟲器、G：中改式誘蟲器、H：黃氏美人計誘蟲偵測器、I：誘蠅器、J：金穩蠅麥氏誘蟲器、K：安啦誘蠅器及 L：農總黏圓筒型黏膠式誘蟲器。

Fig. 2. Commercial traps. F: wing sticky trap, G: TDAR trap, H: Hwang's beauty fly trap, I: Fly Trap, J: Golden McPhail fly trap, K: Victor fly trap, and L: Cylinder sticky trap.

products for outdoor use only, Consep, Inc. 213 SW Columbia St. Bend, OR 97702)、J：金穩蠅麥氏誘蟲器（金煌塑膠股份有限公司）、K：安啦誘蠅器（瑞芳化工廠股份有限公司）、及 L：農總黏圓筒型黏膠式誘蟲器（嘉和環衛科技有限公司，單面黃色黏蟲紙，圓筒直徑 13 cm、高 20 cm）等（圖二）。

二、田間性費洛蒙誘蟲器設置及統計分析

於田間進行不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果試驗時，係將本所自行配製的小菜蛾性費洛蒙誘餌，置於不同型式誘蟲器內。試驗時，選擇 3 ~ 5 區約 0.1 ~ 0.3 ha 田區，

每一田區為一個重複。試驗田內約每 4 ~ 5 m 插立 1 根長度約為 120 ~ 150 cm 的竹竿，再將欲測試的性費洛蒙誘蟲器以魔絲固定於竹竿上，誘蟲器懸掛於花椰菜頂部約 30 ~ 50 cm 高處（距離地面高度約為 80 ~ 100 cm），進行比較不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果評估。每次調查時，更新誘蟲器，並輪換誘蟲器位置。每次試驗，均以 F（翼型黏膠誘蟲器）當對照組。試驗各處理之誘捕蟲數統計分析，先將誘捕蟲數換算為誘蟲百分率，經 $\arcsin \sqrt{x}$ 轉值，進行變方分析，若處理間有差異時，再進行 Fisher's least significant difference (LSD) test。

三、不同型式性費洛蒙誘蟲器對小菜蛾之誘捕試驗

小菜蛾不同型式誘蟲器試驗共進行以下 6 個試驗。分述如下：

第 1 個試驗：為釐清小菜蛾飛入乾式誘蟲器的行為，初步於 2003 年 3 月 17 日至 3 月 26 日，在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田比較花姬捲葉蛾誘蟲器 (A-1)、去底的花姬捲葉蛾誘蟲器 (B)、翼型黏膠誘蟲器 (甲富) 等，三種不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。本試驗使用小菜蛾性費洛蒙塑膠微管誘餌，劑量 0.1 mg。1 重複。

第 2 個試驗：為探討商品化的中改式誘蟲器對小菜蛾的誘捕效果，於 2003 年 2 月間進行 2 次調查，第 1 次 2 月 13 日至 2 月 17 日，第 2 次 2 月 17 日至 2 月 21 日。本試驗在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田比較翼型

黏膠蟲器 (甲富)、中改式誘蟲器 (G) 等，2 種不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。本試驗使用小菜蛾性費洛蒙塑膠微管誘餌，劑量 0.1 mg。本試驗 5 重複。

第 3 個試驗：再次探討商品化的中改式誘蟲器，以及上衝式誘蟲器型式 (B) 對小菜蛾的誘捕效果。於 2003 年 3 月 31 日至 5 月 27 日，在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田比較去底的花姬捲葉蛾誘蟲器 (B)、翼型黏膠誘蟲器 (甲富)、中改式誘蟲器 (G) 等，3 種不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。本試驗使用小菜蛾性費洛蒙塑膠微管誘餌，劑量 0.1 mg。前期每 3 ~ 4 d 調查一次，共調查 2 次；後期每 7 ~ 14 d 調查一次，共調查 2 次。本試驗 5 重複。

第 4 個試驗：探討不同型式商品化誘蟲器，以及誘餌置於上衝式誘蟲器不同位置，對小菜蛾的誘捕效果。於 2004 年 11 月 1 日至 11 月 7 日，在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田比較花姬捲葉蛾誘蟲器 (CFB-trap) (A-1)、去底的花姬捲葉蛾誘蟲器 (CFB-trap without bottom) (B)、單層上衝式寶特瓶誘蟲器 (誘餌置於誘蟲器上區) (C-1)、單層上衝式寶特瓶誘蟲器 (誘餌置於誘蟲器中區) (C-2)、單層上衝式寶特瓶誘蟲器 (誘餌置於誘蟲器下區) (C-3)、一倍入口的單層寶特瓶水式誘蟲器 (D)、翼型黏膠誘蟲器 (甲富) (F)、黃氏美人計誘蟲偵測器 (H) 等，8 種不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。本試驗使用小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌，劑量 0.1 mg。本試驗 3 重複。

第 5 個試驗：探討不同型式果實蠅誘蟲

器與誘蟲器含水，對小菜蛾的誘捕效果。於 2004 年 4 月 26 日至 5 月 7 日，在彰化縣田尾鄉花椰菜田比較花姬捲葉蛾誘蟲器 (A-1)、底部含水的花姬捲葉蛾誘蟲器 (A-2)、誘蠅器 (I)、金穩蠅麥氏誘蟲器 (J)、安啦誘蠅器 (K)、翼型黏膠誘蟲器 (甲富) (F) 等，6 種不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。本試驗使用小菜蛾性費洛蒙塑膠微管誘餌，劑量 0.1 mg。本試驗 1 重複。

第 6 個試驗：探討上衝型誘蟲器對小菜蛾的誘捕效果，於 2004 年 3 月 8 日至 3 月 22 日，在彰化縣田尾鄉花椰菜田比較去底的花姬捲葉蛾誘蟲器 (B)、翼型黏膠誘蟲器 (甲富) (F) 等，2 種不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。本試驗使用小菜蛾性費洛蒙塑膠微管誘餌，劑量 0.1 mg。本試驗每 7 日調查一次，共調查 2 次。4 重複。

四、不同型式黏膠誘蟲器對小菜蛾之誘捕試驗

為探討不同黏膠誘蟲器 (農總黏和翼型黏膠誘蟲器) 對小菜蛾誘捕效果，共進行 3 次試驗，分別於 2006 年 2 月 27 日至 3 月 8 日、3 月 8 日至 3 月 15 日、11 月 22 日至 11 月 30 日，在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田測試農總黏圓筒型黏膠式誘蟲器 (L)、翼型黏膠誘蟲器 (振詠) 對小菜蛾誘捕效果。考量對誘餌的保護，分別測試誘餌置於農總黏圓筒型黏膠誘蟲器外面 (L (lure outside)) 或內面 (L (lure inside))，並與翼型黏膠誘蟲器比較對小菜蛾誘捕效果。本試驗使用小菜蛾

性費洛蒙橡皮帽誘餌，劑量 0.5 mg。本試驗另以不含性費洛蒙誘餌的翼型黏膠誘蟲器 (F (blank))、農總黏圓筒型黏膠誘蟲器 (L (blank)) 作為空白對照組。4 重複。

五、性費洛蒙誘餌置於翼型黏膠誘蟲器位置對誘引小菜蛾之影響試驗

為探討小菜蛾性費洛蒙誘餌，在翼型黏膠誘蟲器 (振詠) 置放位置對誘蟲情形之影響，於 2005 年 3 月 2 日至 4 月 20 日，在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田試驗觀察翼型黏膠誘蟲器上蓋、下底及誘餌等零件不同組合方式，被誘捕的小菜蛾蟲體在翼型黏膠誘蟲器內分布情形。不同組合方式之處理有處理 A：翼型誘蟲器之上蓋與下底皆為黏膠板，誘餌置於下底。處理 B：翼型誘蟲器之上蓋、下底皆為黏膠板，誘餌置於上蓋。處理 C：直立式黏膠板、誘餌置於黏板中間等。本試驗以常態使用的翼型黏膠誘蟲器為對照，即常態處理 D：翼型誘蟲器之上蓋無黏膠而下底為黏膠板，誘餌置於上蓋。本試驗使用小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌，劑量 0.1 mg。每 7 ~ 14 d 調查一次，共調查 4 次。2 ~ 4 重複。

六、寶特瓶水式誘蟲器對小菜蛾之誘捕試驗

為探討寶特瓶水式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果，於 2004 年 12 月 14 日至 2005 年

1月4日，在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田進行誘蟲試驗，比較5種不同誘蟲器花姬捲葉蛾誘蟲器(A-1)、單層上衝式寶特瓶誘蟲器(C-3)、一倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器(E-1)、兩倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器(E-2)、翼型黏膠誘蟲器(甲富)等對小菜蛾之誘捕效果。本試驗使用小菜蛾性費洛蒙橡皮帽誘餌，劑量0.1 mg。本試驗2重複，每7d調查一次，共調查3次。

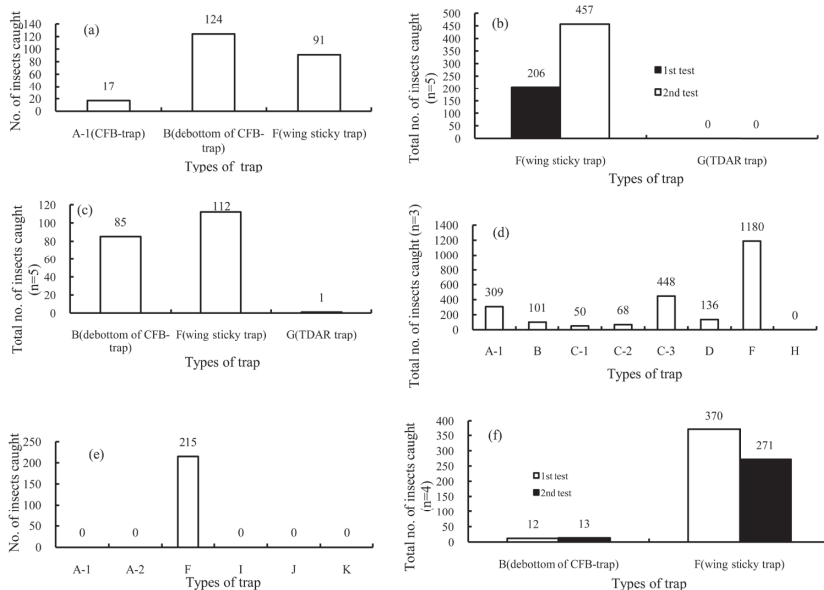
結果

一、不同型式性費洛蒙誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果

第1個試驗結果：於2003年3月17日

至3月26日，比較不同型式誘蟲器A-1(花姬捲葉蛾誘蟲器)、B(去底的花姬捲葉蛾誘蟲器)、F(翼型黏膠誘蟲器)對小菜蛾之誘捕效果，前述三種供試誘蟲器之誘蟲數分別為17、124、91隻(圖三a)，以F(翼型黏膠誘蟲器)對小菜蛾之誘捕效果最佳，而B(去底的花姬捲葉蛾誘蟲器)之誘捕的效果次佳，顯示其為誘引小菜蛾較有潛力的乾式誘蟲器型式。

第2個試驗結果：於2003年2月13日至2月21日，比較2種不同型式誘蟲器F(翼型黏膠誘蟲器)、G(中改式誘蟲器)，對小菜蛾之誘捕效果，F、G二種誘蟲器調查2次之總誘蟲數分別為第一次206、0隻，第二次457、0隻(圖三b)，結果顯示商品G(中改式誘蟲器)不適合用來誘捕小菜蛾。



圖三、不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。

Fig. 3. Trapping efficiency of different diamondback moth (*Plutella xylostella*) traps.

第 3 個試驗結果：於 2003 年 3 月 31 日至 5 月 27 日，比較 3 種不同型式誘蟲器 B (去底的花姬捲葉蛾誘蟲器)、F (翼型黏膠誘蟲器)、G (中改式誘蟲器)，對小菜蛾之誘捕效果，B、F、G 誘蟲器總誘蟲數分別為 85、112、1 隻 (圖三 c)，乃以 F (翼型黏膠誘蟲器) 對小菜蛾之誘捕效果最佳，其次為 B (去底的花姬捲葉蛾誘蟲器)。而 G (中改式誘蟲器) 則不適合用來誘捕小菜蛾。

第 4 個試驗結果：於 2004 年 11 月 1 日至 11 月 7 日，比較 8 種不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。供試不同型式誘蟲器分別為 A-1 (花姬捲葉蛾誘蟲器)、B (去底的花姬捲葉蛾誘蟲器)、C-1 (單層上衝式寶特瓶誘蟲器) (誘餌置於誘蟲器上區)、C-2 (單層上衝式寶特瓶誘蟲器) (誘餌置於誘蟲器中區)、C-3 (單層上衝式寶特瓶誘蟲器) (誘餌置於誘蟲器下區)、D (一倍入口的單層寶特瓶水式誘蟲器)、F (翼型黏膠誘蟲器)、H (黃氏美人計誘蟲偵測器) 等，前述 8 種不同型式誘蟲器之總誘蟲數由大至小分別為 F：1,180 隻、C-3：448 隻、A-1：309 隻、D：136 隻、B：101 隻、C-2：68 隻、C-1：50 隻、H：0 隻 (圖三 d)，以 F (翼型黏膠誘蟲器) 對小菜蛾之誘捕效果最佳，其次為 C-3 誘蟲器。由此結果顯示 C-3 (單層上衝式寶特瓶誘蟲器) (誘餌置於誘蟲器下區) 為較有效的乾式誘蟲器型式，而商品的 H (黃氏美人計誘蟲偵測器) 較不適合用來誘捕小菜蛾。

第 5 個試驗結果：於 2004 年 4 月 26 日至 5 月 7 日，比較 6 種不同型式誘蟲器對小

菜蛾之誘捕效果，供試 6 種不同型式誘蟲器分別為 A-1 (花姬捲葉蛾誘蟲器)、A-2 (底部含水的花姬捲葉蛾誘蟲器)、I (誘蠅器)、J (金穩蠅麥氏誘蟲器)、K (安啦誘蠅器)、F (翼型黏膠誘蟲器) 等，供試誘蟲器 A-1、A-2、I、J、K 的誘蟲數均為 0 隻；僅以 F (翼型黏膠誘蟲器) 對小菜蛾之誘捕效果最佳，誘蟲數為 215 隻 (圖三 e)。本次試驗結果顯示誘蟲器 A-1、A-2、I、J、K 均不適合用來誘捕小菜蛾。本次試驗發現花姬捲葉蛾誘蟲器 (A-1) 之總誘蟲數在第 4 個試驗有 309 隻，於本次試驗為 0 隻，差異極大；此應是本誘蟲器對小菜蛾的誘捕效果呈現不穩定情形。

第 6 個試驗結果：於 2004 年 3 月 8 日至 3 月 22 日，比較 3 種不同型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。結果顯示 B (去底的花姬捲葉蛾誘蟲器)、F (翼型黏膠誘蟲器) 的總誘蟲數分別為 25、641 隻 (圖三 f)，由此結果再次顯示以 F (翼型黏膠誘蟲器) 對小菜蛾之誘捕效果最佳。

二、不同型式黏膠誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果

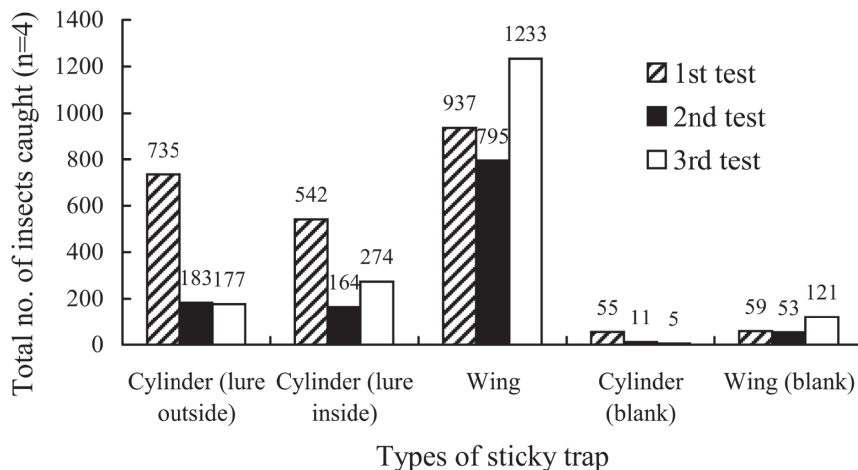
於 2006 年 2 月 27 日至 3 月 8 日及 11 月 22 日至 30 日在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田，比較 3 種不同型式黏膠誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果如圖四。第 1 次試驗 (2 月 27 日至 3 月 8 日) 結果顯示 L (農總黏圓筒型黏膠誘蟲器) 誘餌分別放置內或外 (lure outside / lure inside) 及 F (翼型黏膠誘蟲器) 的總誘

蟲數分別為 735、542、937 隻；空白對照處理即不含性費洛蒙誘餌的農總黏圓筒型黏膠誘蟲器為 5 隻、不含性費洛蒙誘餌的翼型黏膠式誘蟲器為 121 隻 (圖四)。

第 2 次試驗 (3 月 8 日至 3 月 15 日) 結果顯示誘蟲器 L (lure outside)、L (lure inside) 及 F 的總誘蟲數分別為 183、164、795 隻；空白對照處理誘蟲器 L (blank) 與 F (blank) 的誘捕蟲數分別為 11、53 隻 (圖四)。第 3 次試驗 (11 月 22 日至 11 月 30 日) 結果顯示誘蟲器 L (lure outside)、L (lure inside) 及 F 的總誘蟲數分別為 177、274、1,233 隻；空白對照處理誘蟲器 L (blank) 與 F (blank) 的誘捕蟲數分別為 5、121 隻 (圖四)。本次試驗結果顯示黏膠式誘蟲器對小菜蛾有最佳的誘捕效果，尤其以翼型黏膠誘蟲器對小菜蛾有優異的誘捕效果。

三、性費洛蒙誘餌置於翼型黏膠式誘蟲器位置對誘引小菜蛾之影響

於 2005 年 3 月 2 日至 4 月 20 日在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田，比較小菜蛾性費洛蒙誘餌在翼型黏膠誘蟲器放置位置對誘蟲數量之影響，試驗結果如圖五、六。小菜蛾性費洛蒙誘餌置於翼型黏膠誘蟲器下底之 A 處理 (上蓋與下底皆為黏膠板)，其 4 次調查誘蟲總數為 1,947 隻，高於誘餌置於翼型黏膠誘蟲器上蓋之 B 處理 (上蓋與下底皆為黏膠板) 之 1,435 隻，D 處理 (常態使用翼型黏膠誘蟲器) 總誘蟲數為 1,551 隻；誘蟲數經換算為誘蟲百分率，A、B 處理與對照 D 處理分別為 37.8、28.4、31%，無顯著性差異 ($F_{3,12} = 16.5213$, $df = 12$, $P < 0.001$)



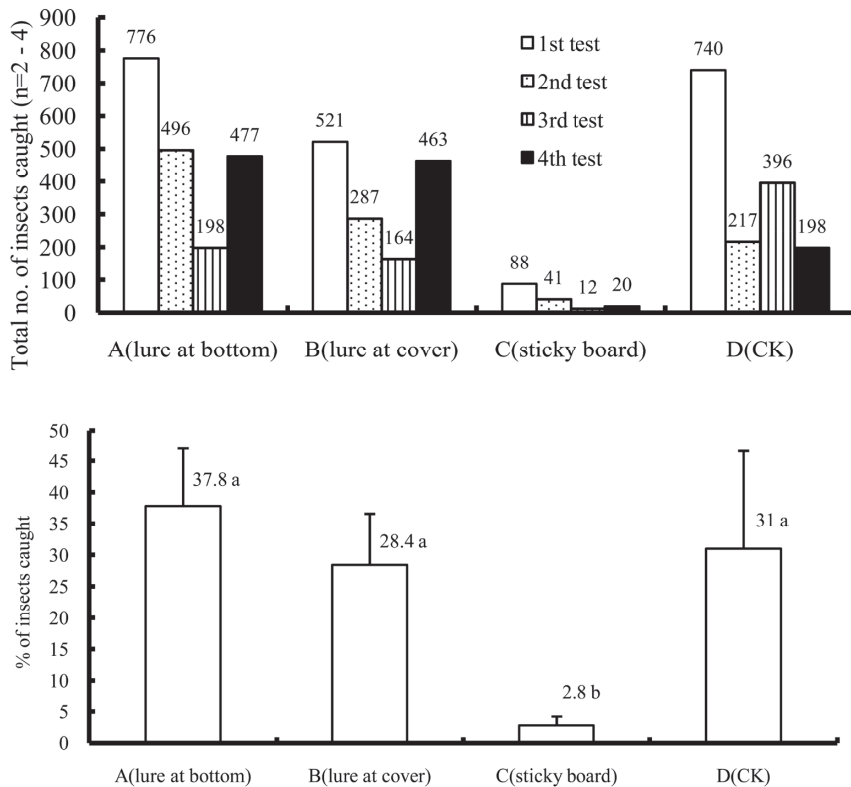
圖四、不同型式黏膠誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。

Fig. 4. Trapping efficiency of different sticky traps for the diamondback moth (*Plutella xylostella*).

(圖五)。處理 C (直立黏膠板) 其誘捕小菜蛾之蟲數最少，4 次調查誘蟲總數為 161 隻，顯示不適合用以誘捕小菜蛾 (圖五)。經分析 A、B 處理所誘捕的小菜蛾蟲體，在翼型黏膠誘蟲器上蓋與下底黏板的分布情形如圖六，翼型黏膠誘蟲器不論誘餌置於下底或上蓋，誘捕的小菜蛾蟲體均主要分布於下底黏板，A、B 處理翼型黏膠誘蟲器下底黏板誘捕蟲體百分率分別為 92.5、90.5%。

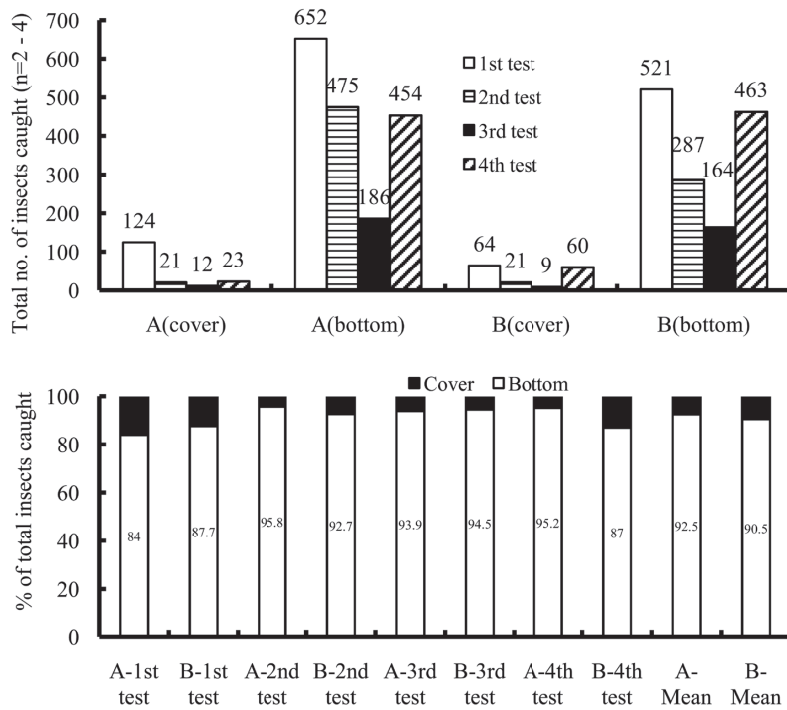
四、寶特瓶水式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果

於 2004 年 12 月 14 日至 2005 年 1 月 4 日，比較寶特瓶水式誘蟲器與其他型式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果如圖七。結果顯示誘蟲器 A-1、C-3、E-1、E-2、F 等的誘蟲總數，分別為 845、281、1,103、1,869、2,243 隻，以 F (翼型黏膠式誘蟲器) 所誘捕的蟲數最多，其次為兩倍入口的雙層寶特瓶水



圖五、翼型黏膠誘蟲器誘餌置放位置對誘蟲情形之影響。

Fig. 5. The influence of wing sticky traps for the diamondback moth (*Plutella xylostella*) with a DBM lure placed on the cover of the trap or on the bottom of the trap.



圖六、被誘捕小菜蛾蟲體於翼型黏膠誘蟲器上、下黏板之分布情形。

Fig. 6. Distribution of diamondback moth (*Plutella xylostella*) caught on the cover or on the bottom of the wing sticky trap.

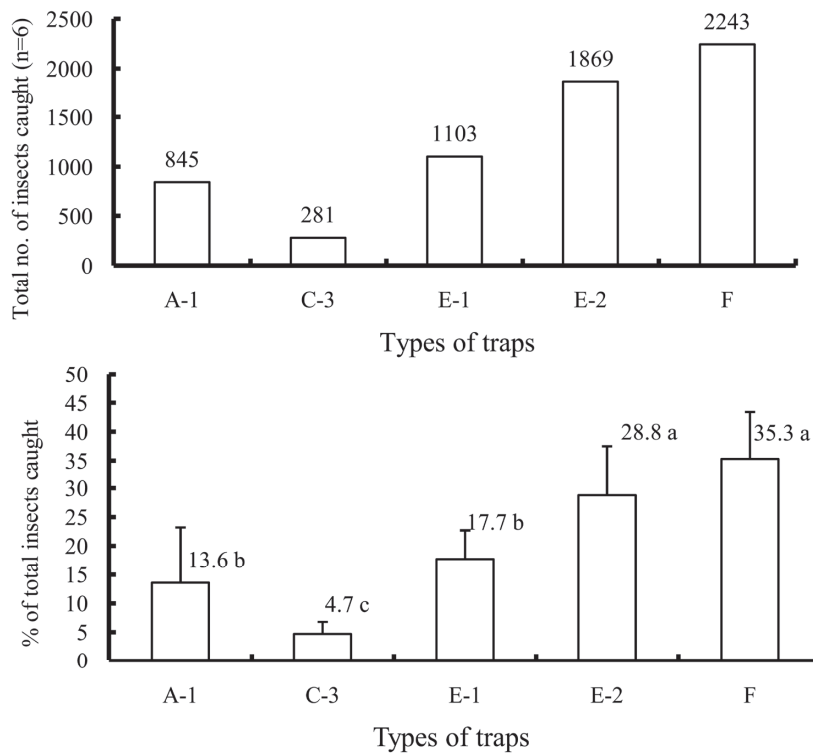
式誘蟲器 (E-2)。經統計分析結果顯示誘蟲器 E-2 與誘蟲器 F 對小菜蛾之誘蟲百分率分別為 $28.8\% \pm 8.7\%$ 與 $35.3\% \pm 8.1\%$ ，兩者不具顯著性差異，誘蟲器 E-2 與誘蟲器 F 兩者對小菜蛾之誘蟲百分率顯著高於其他型式誘蟲器。A-1 (花姬捲葉蛾誘蟲器) 與 E-1 (一倍入口的單層寶特瓶水式誘蟲器) 之誘蟲百分率分別為 $13.6\% \pm 9.6\%$ 、 $17.7\% \pm 5.0\%$ ，兩者無顯著差異，而以 C-3 (單層上衝式寶特瓶誘蟲器) 對小菜蛾之誘蟲百分率 $4.7\% \pm 2.1\%$ 顯著最低。

被誘捕的小菜蛾蟲體在雙層寶特瓶水

式誘蟲器 E-1、E-2 的分布，以水層為主。於 E-1 誘蟲器的上層、水層小菜蛾蟲體的分布比率分別為 $17.7\% \pm 4.4\%$ 、 $82.4\% \pm 4.4\%$ ；於 E-2 誘蟲器的上層、水層小菜蛾蟲體的分布比率分別為 $18.5\% \pm 8.6\%$ 、 $81.5\% \pm 8.6\%$ ，顯然被誘捕的小菜蛾蟲體主要在雙層寶特瓶水式誘蟲器下面的水層。

討論

本研究比較多種性費洛蒙誘蟲器型式，包括商品化的誘蟲器、手製各種型式誘蟲



圖七、寶特瓶水式誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。

Fig. 7. Trapping efficiency of PET water traps for the diamondback moth (*Plutella xylostella*).

器、不同型式黏膠誘蟲器及濕式誘蟲器等，對小菜蛾的誘捕效果。不同型式性費洛蒙誘蟲器對小菜蛾之誘捕試驗結果顯示，商品化的乾式誘蟲器 G (中改式誘蟲器)、H (黃氏美人計誘蟲偵測器)、I (誘蠅器)、J (金穩蠅麥氏誘蟲器)、K (安啦誘蠅器) 等，不適合用於誘捕小菜蛾。設計手製的各種型式誘蟲器 A-1/A-2 (花姬捲葉蛾誘蟲器無水/含水) 不適合用於誘捕小菜蛾。單層上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾的誘捕效果不穩定，其性費洛蒙誘餌置於誘蟲器的中、上區者，包括誘蟲器 B、C-1、C-2 等，降低

對小菜蛾的誘捕效果；誘餌置於誘蟲器下區 C-3 者為對誘捕小菜蛾較有潛力之乾式誘蟲器型式，值得深入探討開發。另一倍入口的單層寶特瓶水式誘蟲器 (D) 在第 4 個試驗結果，亦顯示對小菜蛾具較佳誘捕效果，亦可加以改良，提供農友使用。

不同型式黏膠誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果，以 F (翼型黏膠誘蟲器) 對小菜蛾之誘捕效果較 L (農總黏圓筒型黏膠誘蟲器) 為佳。小菜蛾性費洛蒙置於 L 誘蟲器的內或外面，以誘餌置於 L 誘蟲器的外面者的誘捕蟲數較多。學者 Hallett 於 1992 年報導

田間設置正方形黏膠板探討小菜蛾的行為，黏板以水平、黏膠朝上置於甘藍生長點之下的誘蟲效果較佳；黏膠朝下之黏板則誘捕不到小菜蛾⁽⁹⁾。本試驗性費洛蒙誘餌置於翼型黏膠式誘蟲器位置對誘引小菜蛾之影響，結果顯示小菜蛾性費洛蒙誘餌置於翼型黏膠式誘蟲器的上蓋或下底不會影響誘蟲效果，誘捕的小菜蛾蟲體主要分布於下底黏板。因此，若使用翼型黏膠式誘蟲器執行利用性費洛蒙大量誘殺小菜蛾，可使用上蓋及下底均是黏板的組合，小菜蛾性費洛蒙誘餌可置於翼型黏膠誘蟲器的上蓋或下底，誘蟲器於田間設置約經 2 ~ 4 wk，下底黏板布滿小菜蛾蟲體或風沙時，再翻轉翼型黏膠式誘蟲器，這樣可節省組裝翼型黏膠式誘蟲器的時間與材料費用。

大陸學者探討湖北高海拔地區性信息素對小菜蛾的誘捕和防治效果及小菜蛾性信息素誘殺雄蛾技術研究，曾使用直徑約 30 cm、高度約 15 cm 的水盆式誘蟲器進行試驗^(1,2)。早期臺灣學者進行小菜蛾性費洛蒙之田間試驗，亦曾使用濕式誘蟲器（甲富企業股份有限公司）⁽⁵⁾。本試驗利用寶特瓶製作水式誘蟲器，其對小菜蛾之誘捕效果以 E-2（兩倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器）對小菜蛾誘捕效果相當於 F 者（翼型黏膠誘蟲器），被誘捕的小菜蛾蟲體主要分布於水層，兩倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器（E-2）可作為誘捕小菜蛾的水式誘蟲器。至於水式誘蟲器與翼型黏膠誘蟲器對小菜蛾的誘捕效率，學者 Calyecac-Cortero 等（2002）比較 2 種 2 L 與 3.785 L 含肥皂水塑膠容器

之水式誘蟲器及翼型黏膠誘蟲器，對小菜蛾之誘捕效果，結果以 3.785 L 含肥皂水塑膠容器之水式誘蟲器（性費洛蒙劑量 1.0 mg）之誘捕蟲數最高，另外誘蟲器顏色不會影響誘捕蟲數⁽⁶⁾。Hwang 與 Hung 亦曾報告，因蛾類成蟲會受到性費洛蒙吸引外，亦會尋找水源來吸食，因此水式誘蟲器因含水而對性費洛蒙誘捕成蛾有增加誘蟲效果⁽¹⁰⁾。

綜合以上結果，本研究開發測試是不同型式性費洛蒙誘蟲器對誘捕小菜蛾效果，較有應用潛力之乾式誘蟲器型式為單層上衝型寶特瓶誘蟲器（誘餌置於誘蟲器下區）（C-3）。黏膠式誘蟲器以翼型黏膠誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果較佳；使用防水的振詠牌翼型黏膠誘蟲器，因誘捕的小菜蛾蟲體主要分布於下底黏板，因此，可組裝成上、下底都為黏板，可延長在田間的使用時間，減少組裝更換黏膠誘蟲器的人工。而利用寶特瓶製作水式誘蟲器，以兩倍入口的雙層寶特瓶水式誘蟲器（E-2）對小菜蛾誘捕效果較佳，亦可提供農友利用性費洛蒙誘捕小菜蛾參考應用。

謝辭

本研究承 101 農科 -6.3.2- 藥 -P1、102 農科 -6.4.2- 藥 -P1 計畫經費補助。試驗期間承李慧玉及洪玉枝小姐、張慕瑋及張昱琪先生協助翼型黏膠式誘蟲器組裝、製作不同型式誘蟲器、田間誘蟲試驗及誘蟲器繪圖等，使本篇得以順利完成，謹此誌謝。

引用文獻

1. 王香萍、張鍾寧、雷朝亮、趙毓朝、吳旦旭。2004。湖北高海拔地區性信息素對小菜蛾的誘捕和防治效果。昆蟲學報 47: 135-140。
2. 王凱學、黃慶文、陳斌艷、何燕、黎美坤。2009。小菜蛾性信息素誘殺雄蛾技術研究。中國植保專刊 29(12): 22-23。
3. 白桂芳、王文哲、林大淵、王妃蟬。2010。銀葉粉蝨在蔬菜上之發生與防治。臺中區農業專訊 70: 4-6。
4. 洪巧珍、王文龍、吳昭儀、張志弘。2011。小菜蛾性費洛蒙製劑配方及田間應用。2011 海峽兩岸生物防治研討會論文摘要集，第 166-167 頁。臺灣經濟研究院編。臺灣經濟研究院。臺北。
5. 劉達修、王玉沙、徐國男。1990。小菜蛾性費洛蒙之田間試驗。臺中區農業改良場研究彙報 29: 61-69。
6. Calyecac-Cortero, H. G., Cibrian-Tovar, J., and Barrios-Diaz, B. 2002. Capture of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) males using traps baited with synthetic sexual pheromone. *Agrociencia* 36: 83-91.
7. Chisholm, M. D., Steck, W. F., Underhill, E. W., and Palaniswamy, P. 1983. Field trapping of diamondback moth *Plutella xylostella* using an improved four-component sex attractant blend. *J. Chem. Ecol.* 9: 113-118.
8. Chow, Y. S., Lin, Y. M., and Hsu, C. L. 1977. Sex pheromone of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin.* 16: 99-105.
9. Hallett, R. H. 1991. The development of a sticky trap monitoring system for the diamondback moth, *Plutella xylostella*, on cabbage and its impact on women's roles in cabbage production in Tomohon, Indonesia. Master Thesis, Department of Biological Science, Simon Fraser University, Burnaby, Canada. 171 pp.
10. Hwang, J. S., and Hung, C. C. 2007. Pheromone traps and trapping, pp. 502-506. *In*: D. Pimentel [ed.], *Encyclopedia of pest management*, volume II. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
11. Lin, Y. M., Chow, Y. S., and Tzeng, H. C. 1982. Field trapping of the diamondback moth *Plutella xylostella* (Linnaeus) and *Pseudaletia separata* Walker using the synthetic sex pheromone of the diamondback moth pest of cruciferous vegetables, Taiwan. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin.* 21: 121-127.
12. Maa, C. J. W., Lin, Y. M., and Chow, Y. S. 1984. Population variations in male response to female sex pheromone of *Plutella xylostella* (L.) in northern Taiwan. *Plant Prot. Bull. Taiwan.* 26: 249-255.
13. Miluch, C. E., Dosedall, L. M., and Evenden, M. L. 2013. The potential for

- pheromone-based monitoring to predict larval populations of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), in canola (*Brassica napus* L.). *Crop Prot.* 45: 89-97.
14. Nofemela, R. S. 2010. The ability of synthetic sex pheromone traps to forecast *Plutella xylostella* infestations depends on survival of immature stages. *Entomol. Exp. Appl.* 136: 281-289.
 15. Shelton, A. M., Wyman, J. A., Cushing, N. L., Apfelbeck, K., Dennehy, T. J., Mahr, S. E. R., and Eigenbrode, S. D. 1993. Insecticide resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in North America. *J. Econ. Entomol.* 86: 11-19.
 16. Sulifoa, J. B., and Ebenebe, A. A. 2007. Evaluation of pheromone trapping of diamondback moth (*Plutella xylostella*) as a tool for monitoring larval infestations in cabbage crops in Samoa. *South Pacific J. Nat. Sci.* 7: 43-46.
 17. Tabashnik, B. E., Cushing, N. L., and Johnson, M. W. 1990. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 1671-1676.
 18. Talekar, N. S., and Shelton, A. M. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 275-301.
 19. Tamaki, Y., Kawasaki, K., Yamada, H., Koshihara, T., Osaki, N., Ando, T., Yoshida, S., and Kakinohana, H. 1977. (Z)-11-hexadecenal and (Z)-11-hexadecenyl acetates: sex-pheromone components of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Appl. Entomol. Zool.* 12: 208-210.
 20. Walker, M. K., Davidson, M. M., Wallace, A. R., and Walker, G. P. 2011. Monitoring of diamondback moth in a cold-winter climate, South Island, New Zealand, pp. 51-57. *In*: R. Srinivasan, A. M. Shelton, and H. L. Collins [eds.], *The 6th International Workshop on Management of the Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pests*, March 21-25, 2011, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
 21. Zhao, J. Z., Li, Y. X., Collins, H. L., Guskuma-Minuto, L., Mau, R. F., Thompson, G. D., and Shelton, A. M. 2002. Monitoring and characterization of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad. *J. Econ. Entomol.* 95: 430-436.

Comparing the Efficiency of Different Types of Traps for the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): An Evaluation Using Field Data

Chau-Chin Hung^{1*}, Wen-Lung Wang¹, Cho-Yi Wu¹, Chih-Hung Chang¹

Abstract

Hung, C. C., Wang, W. L., Wu, C. Y., and Chang, C. H. 2016. Comparing the efficiency of different types of traps for the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): an evaluation using field data. Taiwan Pestic. Sci. 1: 91-106.

We compared the trapping efficiency of 5 commercial traps as well as various dry traps and sticky traps that had been newly designed in this study. In all cases, traps were baited with sex pheromones, and we compared their ability to capture diamondback moths (DBMs), *Plutella xylostella*, in cauliflower fields of Puyan and Tianwei, Changhua, Taiwan from 2003 to 2006. We found that none of the 5 commercial traps, including TDAR trap, Hwang's beauty fly trap, Fly Trap, Golden McPhail fly trap and Victor fly trap, were not suitable for trapping DBMs when baited with sex pheromones. Conversely, of the many types of dry traps we designed and tested, the 1-up-PET trap appears to efficiently capture DBMs when the lure is placed in the lower section of the trap. In addition, the trapping efficiency of the wing sticky trap was found to be better than that of the Cylinder sticky trap. For the wing sticky trap, the location of the DBM lure (i.e., either on the bottom layer or on the cover layer of the trap) had no influence on trapping efficiency; however, captured moths were mainly found on the bottom layer. Finally, our data indicates that the PET water trap (i.e., a double layer PET water trap with two entrances) may also be feasible for trapping DBMs.

Key words: diamondback moth (*Plutella xylostella*), sex pheromone, dry trap, sticky trap, water trap.

Accepted: September 7, 2016.

* Corresponding author, Email: hccjane@tactri.gov.tw

¹ Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Taichung.