

小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 性費洛蒙乾式誘蟲器之開發

洪巧珍^{1*} 王文龍¹ 吳昭儀¹ 張志弘¹ 張慕瑋¹

摘要

洪巧珍、王文龍、吳昭儀、張志弘、張慕瑋。2017。小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 性費洛蒙乾式誘蟲器之開發。臺灣農藥科學 3: 49-63。

本研究於 2005 年至 2013 年間，於彰化縣埔鹽鄉花椰菜田，比較不同層數、不同直徑、不同結構之上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果，開發使用小菜蛾性費洛蒙誘餌之乾式誘蟲器型式，具經濟、便利、有效之特性。本誘蟲器為雙層上衝型誘蟲器，其瓶身 diam. 8.8 cm，入口為 diam. 1.0 cm，瓶身下層具通氣孔。

關鍵詞：小菜蛾、性費洛蒙、乾式誘蟲器

接受日期：2017 年 12 月 1 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

緒言

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⁽¹⁷⁾。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^(14, 16, 20)。在開發小菜蛾性費洛蒙應用技術上，曾比較黏膠式、水式誘蟲器型式以及較有潛力的乾式誘蟲器⁽⁴⁾等，不同型式誘蟲器誘捕小菜蛾的效果，本研究繼續探討適合誘捕小菜蛾的乾式誘蟲器，為使利用性費洛蒙大量誘殺小菜蛾的技術能更加便利。

小菜蛾性費洛蒙組成分早於 1977 年起陸續發表，約有 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, 10, 11, 18)。本所完成研發小菜蛾性費洛蒙誘餌，對小菜蛾具有優異的誘引效果；同時，也建立其大量誘殺田間應用技術⁽³⁾，提供農民應用參考。

利用性費洛蒙監測、大量誘殺害蟲，一般配合使用黏膠式誘蟲器，如翼型黏膠式誘蟲器、圓筒型黏膠式誘蟲器、傑克森誘蟲器、黏板等^(1, 12, 13, 15, 19)。惟於如黏膠式誘蟲器，需常更換，不利使用，因此需要為各種防治對象，個別開發更耐用之誘蟲器，如甘藷蟻象誘蟲器、花姬捲葉蛾誘蟲器、黑角舞蛾誘蟲器等乾式誘蟲器^(2, 5, 6)。

吾人亦曾研發小菜蛾性費洛蒙誘餌，搭配各種誘蟲器，包括前篇發表之乾式上衝式寶特瓶誘蟲器，田間試驗顯示對誘捕小菜蛾更具潛力⁽⁴⁾。本研究於 2005 年至 2013 年間，繼續在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田，測試不同層數、直徑及入口直徑和有無通氣孔等結構之上衝式寶特瓶誘蟲器，對小菜蛾的誘捕效果，以開發更經濟、有效及便利，適合誘捕小菜蛾的模型化量產乾式誘蟲器。

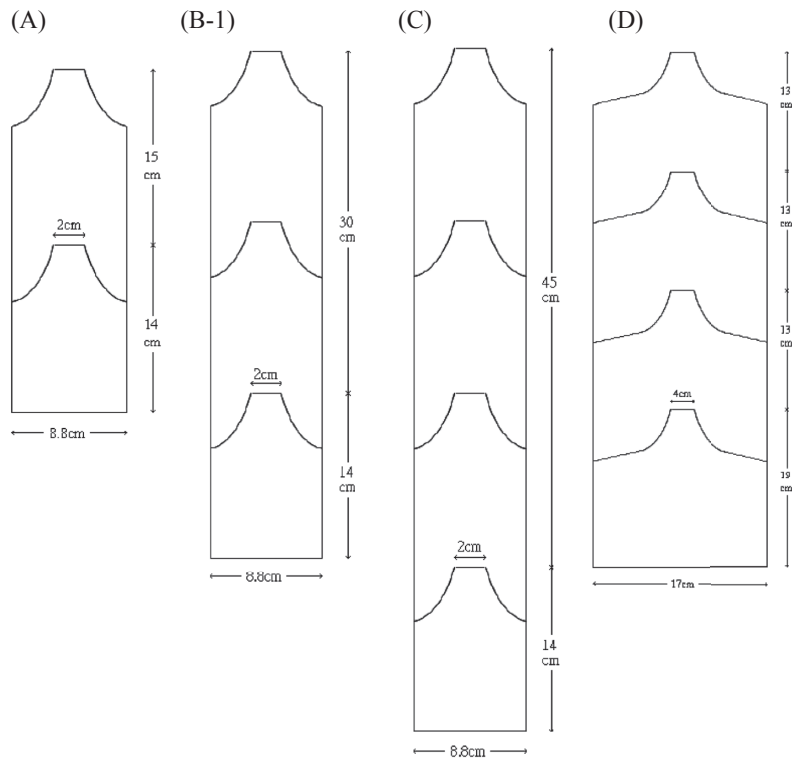
材料與方法

一、供試誘蟲器

設計製作多種不同型式之乾式誘蟲器供試，包括單層、雙層、三層、大三層之上衝式寶特瓶誘蟲器之型式及規格，如圖一、表一；改良式雙層上衝式誘蟲器的型式及規格，如圖二、表二。對照組使用翼型黏膠式誘蟲器（甲富企業股份有限公司 [甲富]、振詠興業有限公司 [振詠]）。

二、誘蟲器田間設置方法與數據處理

將自行配製的小菜蛾性費洛蒙誘餌，置於不同型式之誘蟲器內。約每 4 ~ 5 m 插立一根長約 120 ~ 150 cm 的竹竿，再將測試誘蟲器，以摩絲鐵線固定於竹竿上，懸掛於花椰菜植株上約 30 ~ 50 cm 處（即誘蟲器離地高約 80 ~ 100 cm），定期調查不同型式誘蟲器之小菜蛾之誘捕數量。誘捕蟲數



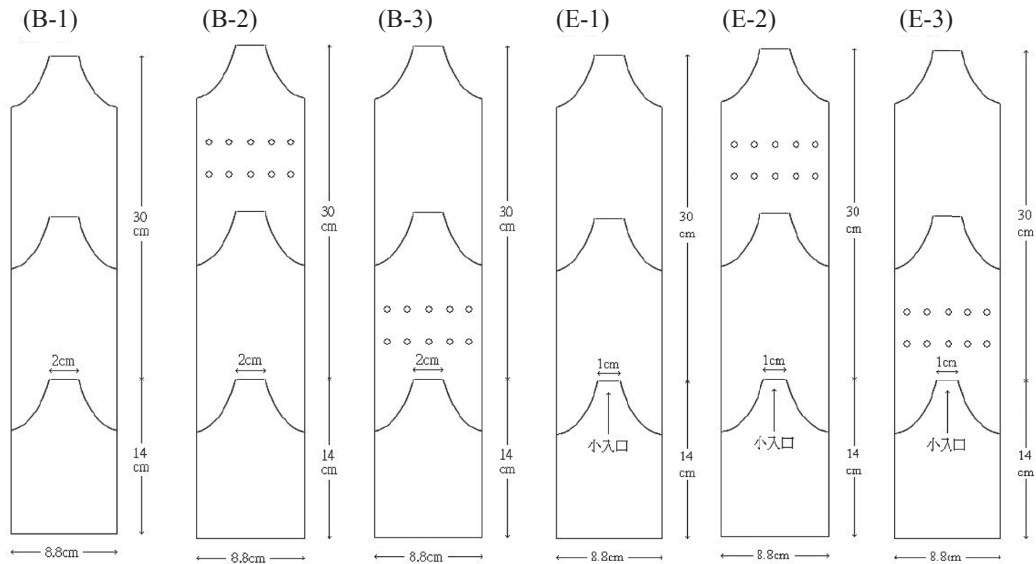
圖一、不同型式上衝式寶特瓶小菜蛾誘蟲器之結構側視圖。

Fig. 1. Dimensions of various PET traps for diamondback moths, *Plutella xylostella*.

表一、不同型式上衝式寶特瓶小菜蛾誘蟲器之結構規格表

Table 1. Bottle structures of various PET traps for diamondback moths, *Plutella xylostella*

Bottle structure	Type of trap			
	One layer (A)	Two layers (B-1)	Three layers (C)	Big-three layers (D)
No. of layers	1	2	3	3
Height (cm)	29	44	59	58
Diameter (cm)	8.8	8.8	8.8	17
Entrance diameter (cm)	2.0	2.0	2.0	4.0



圖二、不同型式雙層上衝式寶特瓶小菜蛾誘蟲器之結構側視圖。

Fig. 2. Dimensions of different 2-up PET traps for diamondback moths, *Plutella xylostella*.

表二、不同型式雙層上衝式寶特瓶小菜蛾誘蟲器之結構規格表

Table 2. Bottle structures of different 2-up PET traps for diamondback moths, *Plutella xylostella*

Bottle Structure	Type of trap					
	B-1	B-2	B-3	E-1	E-2	E-3
Entrance diameter (cm)	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0
Positions of wall ventilators (11 ventilators/row, 2 rows, diam. 1.5 ~ 2.0 mm)	None	Upper layer	Lower layer	None	Upper layer	Lower layer

之統計分析，以各處理之誘捕蟲數除以該重複所有處理之合計誘蟲總數，換算得誘蟲百分率，再經 $\arcsin \sqrt{x}$ 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、不同型式上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾之誘捕試驗

於 2005 年 1 月 18 日至 2005 年 2 月 15 日，在彰化縣埔鹽鄉三區花椰菜田，比較單層 (A)、雙層 (B-1)、三層上衝式寶特瓶誘蟲器 (C) (圖一、表一) 之小菜蛾之誘捕效

率，並以翼型黏膠式誘蟲器(W, 甲富)為對照。每區4個處理，每區間隔約15 m。試驗時，對照翼型黏膠式誘蟲器每7~14日記錄誘蟲數，並更新黏膠板，經4週後，加總誘蟲數；其餘誘蟲器處理經4週後記錄誘蟲數，3重複；以及分析捕獲之小菜蛾在各型式不同瓶層誘蟲器中之分布。

四、不同直徑三層上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾之誘捕試驗

組合瓶身直徑8.8 cm (C) 及17 cm (D)之兩種三層上衝式寶特瓶誘蟲器(圖一、表一)。於2005年3月6日至4月27日，在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田測試其對小菜蛾之誘捕效果。每區置放C、D處理組誘蟲器及對照組翼型黏膠式誘蟲器(W, 振詠)，3重複。對照組翼型黏膠式(W)誘蟲器每1~3週記錄誘蟲數並更新黏膠板，經5週後加總誘蟲數，其餘處理組誘蟲器，設置經52日後記錄誘蟲數；以及分析捕獲之小菜蛾在各型式不同瓶層誘蟲器中之分布。

五、不同型式雙層上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾之誘捕試驗

改良雙層式誘蟲器，除縮小入口直徑，並加開2排×11孔，直徑約1.5~2.0 mm之通氣小孔。組合成瓶身直徑8.8 cm，入口直徑2.0 cm，無通氣孔(B-1)、上通氣孔(B-2)、下通氣孔(B-3)及入口直徑1.0 cm，無通氣孔(E-1)、上通氣孔(E-2)、下通氣孔(E-3)

等六種雙層上衝式寶特瓶誘蟲器(圖二、表二)。於2013年6月17日至11月6日，在彰化縣埔鹽鄉五區花椰菜田，測試小菜蛾誘捕效果。每區置放B-1、B-2、B-3、E-1、E-2、E-3處理組誘蟲器及對照組翼型黏膠式(W, 振詠)誘蟲器，5重複。每4週調查一次，共6次；以及分析各型式誘蟲器捕獲之小菜蛾在誘蟲器各層之分布情形。

六、塑膠射出原型雙層上衝式誘蟲器之小菜蛾誘捕試驗

以前述E-3型誘蟲器之尺寸規格，試作塑膠射出原型誘蟲器(ME-3，通氣小孔直徑1.0 mm)(圖三)，裝入小菜蛾性費洛蒙誘餌，於2013年7月29日至8月14日，在彰化縣埔鹽鄉花椰菜田，測試小菜蛾誘捕



圖三、誘蟲器 ME-3。

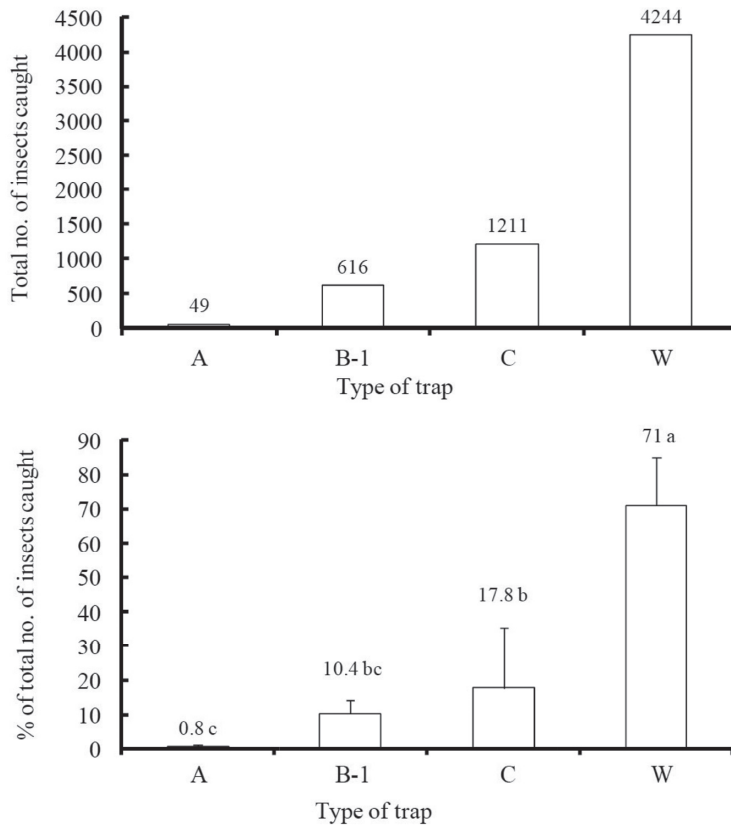
Fig. 3. ME-3 trap.

效果。進一步修改 ME-3 之通氣小孔直徑為 1.5 mm，於 2013 年 8 月 27 日至 10 月 22 日進行田間誘蟲試驗，並以 E-3 型誘蟲器、翼型黏膠式誘蟲器 (W) 及翼型黏膠式無餌誘蟲器為對照組。本試驗 7 月 29 日起每 2 ~ 6 日調查一次，共 2 次；8 月 27 日起每 14 日調查一次，共 4 次。

結果

一、不同型式上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果

分析不同層數上衝式寶特瓶誘蟲器設置經 4 週後調查 (圖四)，結果單層 (A)、雙層 (B-1)、三層 (C)、翼型黏膠式 (W) 四



圖四、不同型式上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。A：單層；B-1：雙層；C：三層；W：翼型黏膠式誘蟲器。

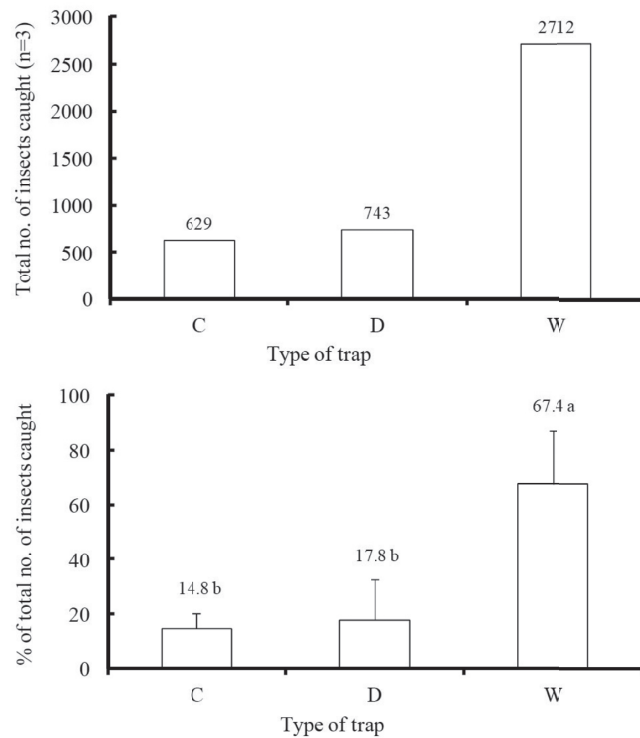
Fig. 4. Efficiency of various up-PET traps for the diamondback moths, *Plutella xylostella*. A: 1-up-PET trap; B-1: 2-up-PET trap; C: 3-up-PET trap; W: wing sticky trap.

型誘蟲器的誘蟲總數，分別為 49、616、1211、4,244 隻，誘蟲率各為 0.8%、10.4%、17.8%、71.0%，且具顯著性差異，其中以翼型黏膠式 (W) 誘蟲器最高，其次為三層 (C) 誘蟲器 ($F_{3,8} = 0.000339, P < 0.0001$)。亦即以翼型黏膠式誘蟲器 (W) 對小菜蛾之誘捕效果最佳，其次三層 (C)，再次雙層 (B-1)，更次單層 (A) 上衝式寶特瓶誘蟲器。顯示上衝式寶特瓶誘蟲器，層數較多，小菜蛾誘捕效果較佳。分析被捕獲小菜蛾在上衝式寶

特瓶誘蟲器之分布情形，雙層 (B-1) 型之上層占 93.1%，下層占 6.9%；三層 (C) 型之上層占 87.6%，中層占 9.9%，下層占 2.5%，被捕獲之小菜蛾主要集中在上層。

二、不同直徑三層上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果

比較不同直徑三層上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾的誘捕效果 (圖五)，以對照組



圖五、不同直徑之三層上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果。C：三層；D：大三層；W：翼型黏膠式誘蟲器。

Fig. 5. Capture efficiency of 3-up PET traps with different diameters. C: 3-up-PET trap; D: big 3-up-PET trap; W: wing sticky trap.

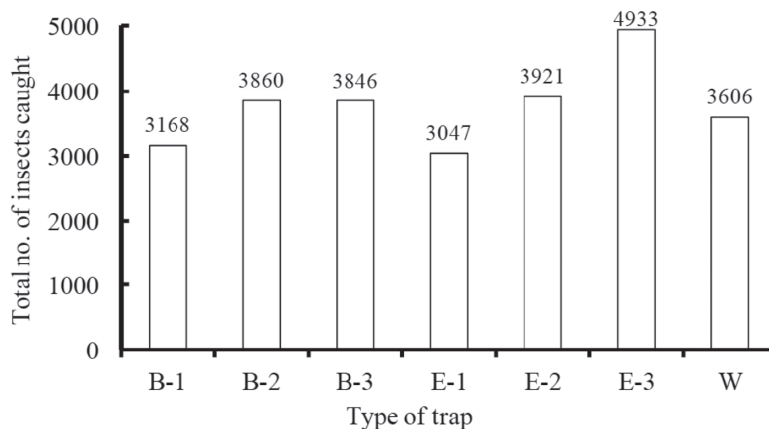
翼型黏膠式誘蟲器之誘捕效果最佳；直徑 8.8 cm 三層誘蟲器 (C) 之誘捕效果，較直徑 17 cm 大三層誘蟲器 (D) 為佳。三層誘蟲器 (C) 及大三層誘蟲器 (D)，經 52 日之誘蟲總數分別為 629、743 隻，而對照組翼型黏膠式誘蟲器 (W) 為 2,712 隻。C、D、W 型誘蟲器的誘蟲百分率，分別為 14.8、17.8、67.4%；W 型誘蟲器的誘蟲百分率，顯著較 C、D 型誘蟲器為高，C、D 型誘蟲器間之誘蟲百分率無差異 ($F_{2,6} = 8.971069$, $P < 0.05$)。

於直徑 8.8 cm 三層誘蟲器 (C) 內，上、中、下層誘捕小菜蛾蟲體百分率分別占

82.2、14.4、3.4%。於直徑 17 cm 大三層誘蟲器 (D) 內，上層占 61.2%、中、下層分別占 27.8、11%。被誘蟲器捕獲的小菜蛾蟲體，主要分布於誘蟲器上層。

三、不同型式雙層上衝式寶特瓶誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果

比較不同型式雙層上衝式寶特瓶誘蟲器 B-1、B-2、B-3、E-1、E-2、E-3 對小菜蛾的誘捕結果 (圖六)，以直徑 1.0 cm 小入口雙層下具通氣孔誘蟲器 (E-3) 之誘蟲數較高。經 6 次調查，B-1、B-2、B-3、E-1、E-2、E-3



圖六、不同型式雙層上衝式寶特瓶誘蟲器之小菜蛾誘捕總數。B-1：瓶身無孔型；B-2：瓶身上層通氣孔型；B-3：瓶身下層通氣孔型；E-1：小入口無孔型；E-2：小入口瓶身上層通氣孔型；E-3：小入口瓶身下層通氣孔型；W：翼型黏膠式誘蟲器。

Fig. 6. Capture efficiency of 2-up PET traps with different structures. B-1: 2-up-PET trap; B-2: 2-up-PET trap with ventilation holes in the upper layer; B-3: 2-up-PET trap with ventilation holes in the lower layer; E-1: small entrance 2-up-PET trap; E-2: small entrance 2-up-PET trap with ventilation holes in the upper layer; E-3: small entrance 2-up-PET trap with ventilation holes in the lower layer; W: wing sticky trap.

型誘蟲器之誘蟲總數，分別為 3,168、3,860、3,846、3,047、3,921、4,933 隻，對照組翼型黏膠式誘蟲器 (W) 為 3,606 隻。被誘蟲器誘捕的小菜蛾蟲體數，在不同型式雙層上衝式寶特瓶誘蟲器內，上、下層的分布情形，如圖七。所誘捕的小菜蛾蟲體數在 B-1、B-2、B-3、E-1、E-2、E-3 型誘蟲器的上層分布的比率，分別為 93.5、92.4、91.7、85.5、89.0、89.0%。顯示不同型式雙層上衝式寶特瓶誘蟲器之上層所誘捕的小菜蛾蟲體數最多。

四、塑膠射出原型誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果

為比較直徑 1.0 mm 小通氣孔之模型化塑膠射出 ME-3 型與 E-3 型、W 翼型黏膠式、空白對照組 (翼型黏膠式無餌) 之誘蟲效果，從 2013 年 7 月 29 日至 8 月 14 日進行田間試驗調查 2 次，誘蟲總數分別為 101、568、411、63 隻，以誘蟲器 E-3 誘蟲數較多。若將 ME-3 型與 E-3 型誘蟲器兩次之誘蟲數，個別除以各該次 W 翼型黏膠式誘蟲器之誘蟲數，再取其平均值，各得 0.21 及 1.01 倍 (圖八)。顯示 ME-3 型誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果小於 E-3 型誘蟲器。

調整 ME-3 型誘蟲器之通氣小孔直徑為 1.5 mm，於 2013 年 8 月 27 日至 10 月 22 日進行 4 次調查。結果 ME-3、E-3、W 及空白組誘蟲器之小菜蛾誘蟲總數，分別為 369、509、543、24 隻。若將 ME-3 與 E-3 誘蟲器之誘蟲數，個別除以各該次 W 翼型

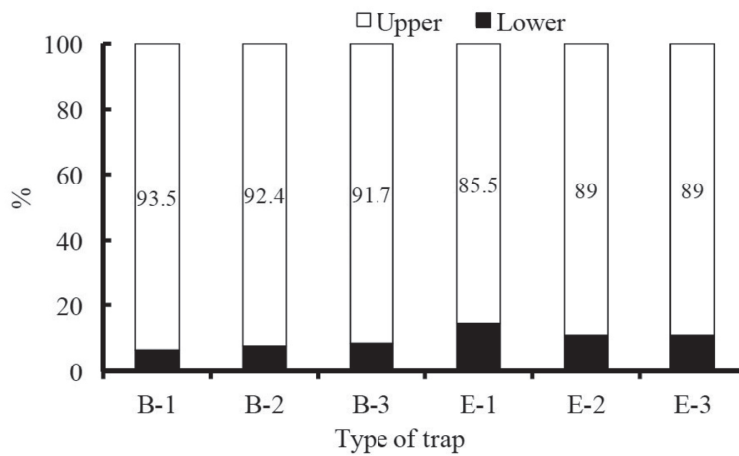
黏膠式誘蟲器之誘蟲數，再取其平均值，各得 0.70 及 0.68 倍 (圖八)。顯示 ME-3 型誘蟲器對小菜蛾之誘捕效果相當於 E-3 型誘蟲器。

討論

為研發小菜蛾性費洛蒙乾式誘蟲器，設計不同瓶身直徑與層數之上衝式誘蟲器，顯示層數愈多，誘捕的蟲數也愈多。再比較不同直徑之三層誘蟲器的小菜蛾誘捕效果，發現瓶身直徑 8.8 cm 及 17 cm 誘蟲器之誘蟲效果無差異。

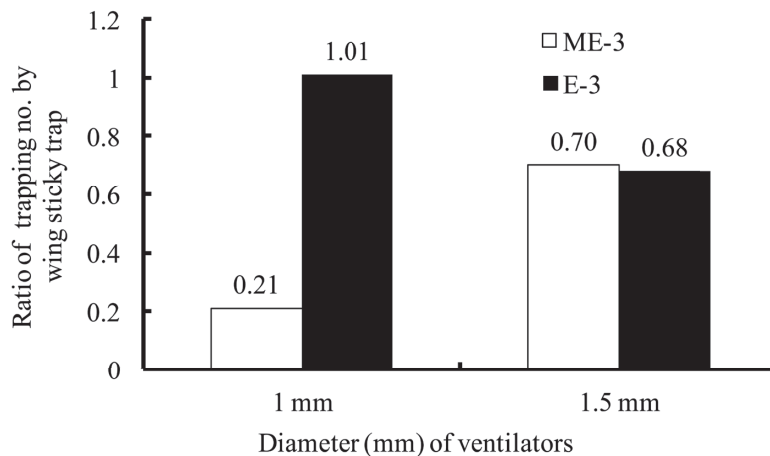
由於翼型黏膠式誘蟲器誘獲小菜蛾之數目，優於不同型式上衝式寶特瓶誘蟲器，推測係黏膠式一旦小菜蛾飛來撞擊盒身即被沾黏，所以效果會較佳。不過由於黏膠式之黏性，可能會隨時間降低，並且隨誘獲蟲數的飽和，所以每 7~14 日即需更新黏膠板，至於乾式誘蟲器則至少可經 4~12 週後再作處理，相較於黏膠式誘蟲器，其較不受限於環境因素影響，效果維持較久，長期使用成本亦較低。

多層結構上衝式寶特瓶誘蟲器，一旦小菜蛾進入會繼續往上層衝，層數愈多也愈不易逃逸，誘捕效果愈好，不過寶特瓶誘蟲器瓶身開口太大時容易再闖出。雖然幾種多層結構上衝式寶特瓶誘蟲器設計，其短期誘捕效果不及翼型黏膠式誘蟲器，但為考量誘蟲器的便利性及長期有效性，本研究以相較誘蟲效果較佳的 E-3 型 (雙層、小入口、瓶身下層具通氣孔) 上衝式寶



圖七、不同型式雙層上衝式寶特瓶誘蟲器之捕獲小菜蛾在瓶中的分布位置。B-1：瓶身無孔型；B-2：瓶身上層通氣孔型；B-3：瓶身下層通氣孔型；E-1：小入口瓶身無孔型；E-2：小入口瓶身上層通氣孔型；E-3：小入口瓶身下層通氣孔型。

Fig. 7. Distribution of trapped diamondback moths, *Plutella xylostella*, in different layers of 2-up PET traps with different structures. B-1: 2-up-PET trap; B-2: 2-up-PET trap with ventilation holes in the upper layer; B-3: 2-up-PET trap with ventilation holes in the lower layer; E-1: small entrance 2-up-PET trap; E-2: small entrance 2-up-PET trap with ventilation holes in the upper layer; E-3: small entrance 2-up-PET trap with ventilation holes in the lower layer.



圖八、ME-3 及 E-3 型誘蟲器之瓶身通氣孔大小對小菜蛾誘捕效果之影響。

Fig. 8. Influence of wall ventilator size on the trapping efficiency of the ME-3 and E-3 traps.

特瓶誘蟲器，模型化製作塑膠射出原型雙層上衝式 ME-3 誘蟲器，並瓶身下層加開通氣孔，且直徑自 1.0 mm 擴大為 1.5 mm (2.25 倍面積)，也證實獲得更好的小菜蛾誘捕效果。推測瓶身開通氣孔，能使瓶內的鱗粉溢散到瓶外，降低瓶內空氣濁度，而使小菜蛾持續飛進誘蟲器中，且開口愈大效果愈佳。

國外用於捕抓吉普賽蛾牛奶紙板費洛蒙黏膠式誘蟲盒 (milk-carton pheromone trap)，內含性費洛蒙誘餌及二氯松 (dichlorvos) 的毒性膠帶，對吉普賽蛾有優異誘捕效率，一誘蟲盒可容納約 2,000 隻的雄蛾蟲體。誘蟲盒的體積、誘蟲數及雄蛾的新鮮度等，

會影響吉普賽蛾的誘捕效率，當誘蟲盒體積不足，盒中被誘蟲數累積並蟲體腐爛時，會使得牛奶紙板費洛蒙誘蟲盒的誘捕效率降低⁽⁹⁾。

分析小菜蛾族群密度與六種不同型式雙層寶特瓶誘蟲器的誘捕率 (圖九、表三)，發現當翼型黏膠式誘蟲器誘蟲數低於 200 隻/盒 (insects/trap) 時，以翼型黏膠式誘蟲器對小菜蛾的誘捕效率 25.1%，顯著較不同型式雙層寶特瓶誘蟲器為佳；在 227 ~ 481 隻/盒時，以 E-3 型誘蟲器的誘捕率 18.1% 較高，至於翼型黏膠式誘蟲器與其他雙層寶特瓶誘蟲器之誘捕率，則無顯著性差異。即當田間小菜蟲蛾密度高時，應更適合使

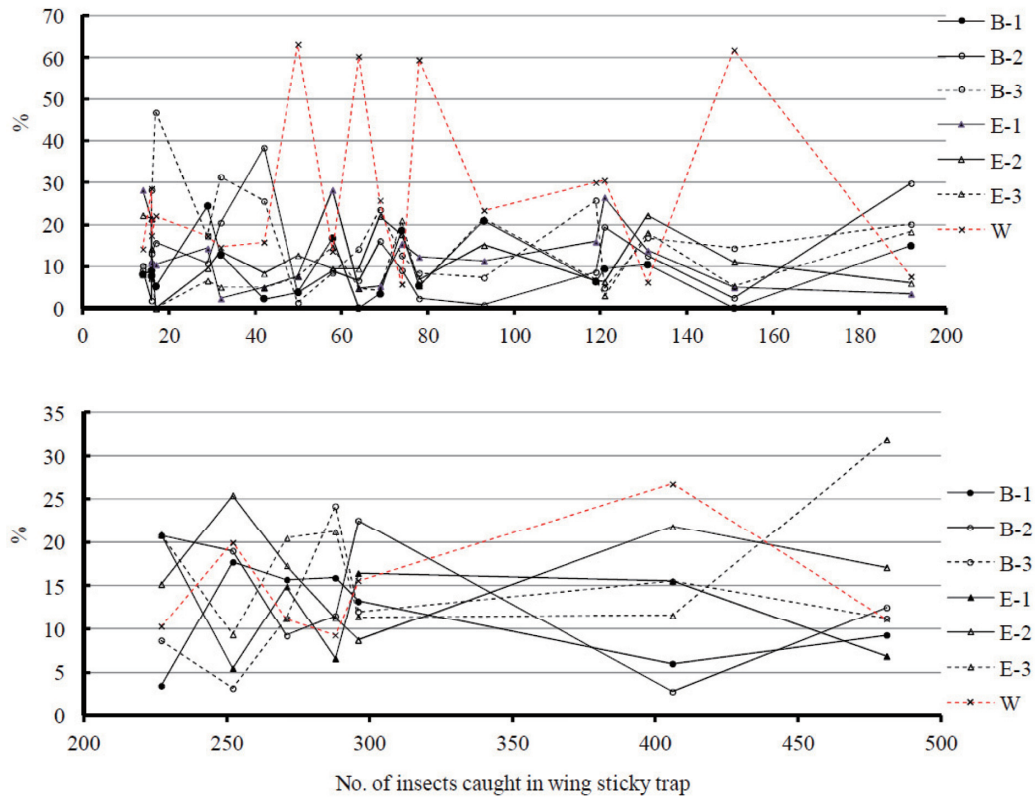
表三、不同型式雙層上衝式寶特瓶誘蟲器於不同小菜蛾族群密度時之小菜蛾誘蟲百分率
Table 3. Percentages of diamondback moths (*Plutella xylostella*) caught by different types of traps in different population densities in the field

Type of trap ¹⁾	% of total insects caught ²⁾	
	D ₁	D ₂
B-1	11.0 ± 9.9 c ³⁾	11.6 ± 5.5 a ³⁾
B-2	11.1 ± 9.4 c	14.0 ± 7.1 a
B-3	17.3 ± 10.4 b	12.3 ± 6.5 a
E-1	13.7 ± 8.5 bc	12.4 ± 6.0 a
E-2	11.8 ± 6.5 bc	16.7 ± 5.8 a
E-3	9.9 ± 7.4 c	18.1 ± 7.9 a
W	25.1 ± 19.2 a	14.9 ± 6.4 a

¹⁾ B-1: 2-up-PET trap; B-2: 2-up-PET trap with ventilation holes in the upper layer; B-3: 2-up-PET trap with ventilation holes in the lower layer; E-1: small entrance 2-up-PET trap; E-2: small entrance 2-up-PET trap with ventilation holes in the upper layer; E-3: small entrance 2-up-PET trap with ventilation holes in the lower layer; W: wing sticky trap.

²⁾ D₁: 4 ~ 192 insects/trap, n = 22. D₂: 227 ~ 481 insects/trap, n = 7.

³⁾ Mean ± S.D. values were calculated from 22 and 7 replications, respectively. Data were transformed to arc sin√x prior to analysis. Means within each column followed by the same letter are not significantly different by Fisher's least significant difference (LSD) test ($P < 0.05$).



圖九、翼型黏膠式誘蟲器誘蟲數與不同型式雙層上衝式寶特瓶誘蟲器誘捕率之關係。

Fig. 9. Relationship between the number of insects caught in the wing sticky trap with the % of total number of insect caught in different types of traps. B-1: 2-up-PET trap; B-2: 2-up-PET trap with ventilation holes in the upper layer; B-3: 2-up-PET trap with ventilation holes in the lower layer; E-1: small entrance 2-up-PET trap; E-2: small entrance 2-up-PET trap with ventilation holes in the upper layer; E-3: small entrance 2-up-PET trap with ventilation holes in the lower layer; W: wing sticky trap.

用本研究的乾式誘蟲器，尤其風沙較多時。

結合先前試驗結果⁽³⁾，每公頃花椰菜田設置 120 ~ 200 個性費洛蒙翼型黏膠式誘蟲器，可降低小菜蛾的族群密度與花椰菜的為害率。建議田間使用時，可同時使用黏膠式誘蟲器進行監測，再設置小入口雙層

上衝式乾式誘蟲器進行誘殺，以降低小菜蛾族群密度減少危害。

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、田間誘蟲試驗等，使本篇得以順利完成，謹此誌謝。

引用文獻

1. 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。
2. 洪巧珍、王文龍、李木川、蔡恕仁、林信宏。2007。黑角舞蛾 (*Lymantria xyliana*) 性費洛蒙誘捕系統之開發。植物保護學會會刊 49：267-281。
3. 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集，第 166-167 頁。臺灣經濟研究院 編，臺灣經濟研究院。臺北。
4. 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。
5. 洪巧珍、江碧媛、王文龍、蔡秀貞。2004。花姬捲葉蛾 (*Eucosma notanthes* Meyrick) 性費洛蒙誘捕系統之改進。臺灣昆蟲 24：73-82。
6. 黃振聲、洪巧珍、顏耀平。1989。甘藷蟻象性費洛蒙配方及誘捕器誘蟲效能之評估。中華昆蟲 9：37-43。
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. H., 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. Elkinton, J. S. 1987. Changes in efficiency of the pheromone-baited milk-carton trap as it fills with male gypsy moths (Lepidoptera: Lymantriidae). J. Econ. Entomol. 80: 754-757.
10. 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.
11. 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. 26: 249-255.
12. Miluch, C. E., Dossdall, 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.
13. 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.
 14. 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.
 15. 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. SPJNS 7: 43-46.
 16. Tabashnik, B. E., Cushing, N. L., Finson, N., and Johnson, M. W. 1990. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 83: 1671-1676.
 17. Talekar, N. S., and Shelton, A. M. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. Annu. Rev. Entomol. 38: 275-301.
 18. 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.
 19. 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.
 20. Zhao, J. Z., Li, Y. X., Collins, H. L., Gusukuma-Minuto, L., Mau, R. F. L., 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.

Sex Pheromone-Baited Dry Trap for Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

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

Abstract

Hung, C. C., Wang, W. L., Wu, C. Y., Chang, C. H., and Chang, M. W. 2017. Sex pheromone-baited dry trap for diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Taiwan Pestic. Sci. 3: 49-63.

In this study, we developed a dry trap for diamondback moths (DBM) (*Plutella xylostella*) that is baited with sex pheromones. In developing this trap, we evaluated and compared the trapping competencies of different types of up-traps that featured different layers, diameters, and structures. We also evaluated the economic value, convenience, and effectiveness of various dry-traps. All evaluations were conducted in cauliflower fields at Puyan, Changhua from 2005 to 2013. The structure of evaluated traps included 2-up traps with a diameter of 8.8 cm, an entrance diameter of 1.0 cm, and ventilators on the lower part of the bottle wall.

Key words: diamondback moth (*Plutella xylostella*), sex pheromones, dry trap.

Accepted: December 1, 2017.

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

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

