

黑角舞蛾(*Lymantria xylina*)性費洛蒙誘捕系統之開發

洪巧珍^{1*} 王文龍¹ 李木川² 蔡恕仁² 林信宏¹

1.台中縣霧峰鄉 行政院農委會農業藥物毒物試驗所 生物藥劑組
2.台北市 農委會動植物防疫檢疫局

(接受日期：2007年12月31日)

摘要

洪巧珍*、王文龍、李木川、蔡恕仁、林信宏 2007 黑角舞蛾 (*Lymantria xylina*) 性費洛蒙誘捕系統之開發 植保會刊 49：267 – 281

2005 及 2006 年 5 月中旬至 6 月上旬，在台灣南投縣南投市及中寮鄉之荔枝與龍眼果園中，進行黑角舞蛾 (*Lymantria xylina* Swinhoe) 對性費洛蒙反應日週期觀察及黑角舞蛾性費洛蒙誘餌配方之研究，並比較不同型式誘蟲器對黑角舞蛾之誘捕效率，以建立黑角舞蛾之性費洛蒙誘捕系統。結果顯示黑角舞蛾雄蛾對合成性費洛蒙 xylinalure 全天皆有反應，並於下半夜達誘引高峰。黑角舞蛾性費洛蒙誘餌，以塑膠微管中含 500 µg 性費洛蒙及 5% 抗氧化劑，為最經濟有效的配方，在田間可使用 2 個月。多種誘蟲器設計型式中，以上衝式誘蟲器型式，較適合捕捉黑角舞蛾；單瓶式寶特瓶誘蟲器、中改式誘蟲器及橫式誘蟲器，對黑角舞蛾的誘捕效率較差；二層上衝式誘蟲器之誘捕效率，優於一層上衝式誘蟲器；直徑 16.5 cm 之二層上衝式誘蟲器，誘捕效率優於直徑 9.0 cm 者；加長型一層上衝式誘蟲器具經濟、有效之特性；加長型上衝式誘蟲器中，若含有毒性膠帶，可有效提升誘蟲器之誘捕效率。綜合上述結果，黑角舞蛾的性費洛蒙誘捕系統，以加長型一層上衝式誘蟲器，內置 500 µg 性費洛蒙含 5% 抗氧化劑，裝載於塑膠微管為宜。

(關鍵詞：黑角舞蛾、性費洛蒙誘餌、誘蟲器、誘捕系統)

緒言

黑角舞蛾 (*Lymantria xylina* Swinhoe) 是台灣固有種，屬鱗翅目、毒蛾科 (Lepidoptera: Lymantridae)，又名木麻黃毒

蛾、相思樹舞蛾、木毒蛾^(12, 21)。台灣的黑角舞蛾與美國的吉普賽蛾 (*Lymantria dispar* Linaens) 為相近的種類，皆為森林之重要害蟲，一年只發生一代，危害習性亦類似^(27, 30)。黑角舞蛾分布於中國大陸的

* 通訊作者。E-mail: hccjane@tactri.gov.tw

廣東及福建、日本九州、印度及台灣等地。幼蟲食性很雜，危害多種果木，至少有 29 科 63 種以上，如木麻黃、相思樹、楓香、血桐、龍眼、荔枝、楊桃、白柚、芒果、茶樹等。據統計，黑角舞蛾每 5-10 年大發生一次，每年只發生一代，以卵塊越冬。幼蟲於四月初開始孵化，幼蟲取食葉片，食量大，致樹木沒有葉片，僅留枝條。至五月中成蟲羽化，約至 6 月上旬雌蛾產卵結束^(12, 17, 18, 21)。

近年來，黑角舞蛾已移棲彰化與南投間之八卦山地區危害林木，同時對鄰近鄉鎮農民栽植的荔枝、龍眼、楊桃、白柚、芒果及茶樹等經濟果樹造成危害，受害面積達 200-300 公頃⁽²¹⁾。四月間大量黑角舞蛾幼蟲，甚至爬入民宅內，成蟲具趨光性，五至六月間大量成蟲羽化飛舞，影響民眾夜間行車安全，已由林業害蟲轉成農業害蟲，甚至成爲擾民之環境害蟲。

美國的吉普賽蛾最初由歐洲侵入，主要以藥劑及蘇力菌來防治，並重視自然的調控因子。關於性費洛蒙在吉普賽蛾防治上之應用，早在 1940 年，美國農部 (USDA) 爲防止吉普賽蛾蔓延，即直接利用吉普賽蛾雌蛾腹末浸液作爲誘引劑，來監測、偵測其發生情形，於非感染區誘得時，即使用藥劑驅除之，此對吉普賽蛾的蔓延防治成效顯著，此項工作由於 DDT 的廣泛使用，於 1960 年曾終止一段時間，直至 1970 年合成性費洛蒙問世，才於該年中期再度使用，同時也開發了交配干擾防治法、大量誘殺、調查、及監測等技術^(27, 30)。

相關學者曾報導有關黑角舞蛾的發生危害及其綜合防治情形^(12, 13, 21)；寄生性天敵種類調查與紀錄^(6, 16, 26)；建立黑角舞蛾人工飼料飼育方法，以提供大量生產核多角體病毒的蟲源^(4, 32)；比較黑角舞蛾、粉紅舞蛾 (*L. mathura* Moore)、吉普賽舞蛾和榕樹透翅毒蛾 (*Perina nuda* (Fabricius))

等四種毒蛾之核糖體之選殖、定序及親緣關係⁽⁷⁾；建立來自黑角舞蛾蛹的四個細胞株，提供飼養木毒蛾核多角體病毒 (LyxymNPV) 的材料，並進行木毒蛾核多角體病毒的特性觀察及研究^(1, 14, 19, 35, 36)；評估白殭菌 (*Beauveria bassiana*) 在黑角舞蛾防治上之利用⁽³⁴⁾；另有針對田間黑角舞蛾卵塊大小與卵粒數的關係進行調查與分析，提供未來調查黑角舞蛾卵塊的技術^(5, 31)。對黑角舞蛾具誘引活性之黑角舞蛾性費洛蒙組成份，於 1999 年由 Gries 等學者分離鑑定爲 cis-7,8-epoxy-2-methyleicosane，簡稱 Xylinalure⁽²⁵⁾。爲了進行大量誘殺，筆者於 2005 年初步設計數種誘蟲器形式，評估其對黑角舞蛾之誘蟲效果⁽⁸⁾。黃等學者於 2006 年報導黑角舞蛾性費洛蒙誘餌的劑型與劑量及單瓶式寶特瓶對黑角舞蛾之誘蟲效果⁽¹⁵⁾。中興大學昆蟲系研究生於 2007 年報導利用性費洛蒙交配干擾劑防治黑角舞蛾之試驗，及以性費洛蒙大量誘殺黑角舞蛾，獲致良好效果⁽²⁾。

本試驗首先針對黑角舞蛾雄蛾對性費洛蒙反應日週期觀察，再進行性費洛蒙誘餌配方研究，包括探討性費洛蒙誘餌劑量、抗氧化劑是否加入及其在田間使用的期限等。並設計九種誘蟲器型式，包括單瓶式寶特瓶誘蟲器、中改式誘蟲器、橫式誘蟲器及上衝式誘蟲器等，比較其對黑角舞蛾之誘捕效率。建立適合大量捕抓黑角舞蛾之性費洛蒙誘捕系統，提供監測及大量誘殺黑角舞蛾之參考與應用。

材料與方法

一、性費洛蒙成分與來源

供試用之黑角舞蛾性費洛蒙 Xylinalure (cis-7,8-epoxy-2-methyleicosane)，分別來自林業試驗所趙榮台博士 (純度未標示)、由靜宜大學顏耀平教授合成 (純度 98%) 及購自荷蘭 Chemtech B.V. 公司 (純度 94.6%)。

二、黑角舞蛾對性費洛蒙誘餌之反應日週期

2006年5月24日17時，在台中縣霧峰鄉象鼻山，設置10個調查點，每點設置一個含500 µg性費洛蒙塑膠微管之加長型上衝式誘蟲器，於次日5月25日8:00調查，分別誘得16、86、65、45、80、30、70、82、62及15隻黑角舞蛾成蟲。故此，自該此刻起，擇取其中5個調查點，每小時調查一次，連續調查24小時，觀察黑角舞蛾對性費洛蒙誘餌之反應日週期。

三、黑角舞蛾性費洛蒙誘餌配方研究

一般，性費洛蒙誘餌配方之研究，採用翼型黏膠式誘蟲器。本試驗之誘引對象為黑角舞蛾，屬中大型蛾類，翼型黏膠式誘蟲器其黏板所能黏附的蟲數有限，故以下試驗均使用本研究中「四、不同型式誘蟲器對黑角舞蛾誘捕效率之比較試驗」中，具經濟有效之「加長型一層上衝式誘蟲器」來進行黑角舞蛾性費洛蒙誘餌配方之研究。

1. 不同劑量性費洛蒙誘餌對黑角舞蛾之誘蟲效果比較試驗

裝填含與不含5%抗氧化劑之200、500及1000 µg不同劑量性費洛蒙之塑膠微管誘餌，將誘餌置於加長型一層上衝式誘蟲器中。自2006年5月15至6月5日，在南投縣中寮鄉荔枝、龍眼果園，比較不同劑量性費洛蒙誘餌，對黑角舞蛾之誘蟲效果。試驗10重複。所誘得蟲數，經轉換為誘蟲百分率後，再經 $\sin^{-1}\sqrt{x}$ 轉換後，進行變方分析及鄧肯式多變域分析。同時以t-test分析有無含抗氧化劑(BHT)，對黑角舞蛾誘蟲效果之影響。

2. 黑角舞蛾性費洛蒙誘餌在田間之持效性試驗

自2006年5月22日至6月2日，將含不同週齡性費洛蒙誘餌之加長型一層上衝式誘蟲器，設置於南投縣中寮鄉荔枝、龍眼果園，進行黑角舞蛾性費洛蒙誘餌田

間之持效性試驗。比較0、2、4、6及8週齡性費洛蒙誘餌，對黑角舞蛾之誘引效果。分別探討(1)不含抗氧化劑之200 µg性費洛蒙塑膠微管誘餌及(2)含抗氧化劑之500 µg性費洛蒙塑膠微管誘餌兩種配方，在田間之持效期，以0週齡性費洛蒙誘餌為對照，各5重複。

四、不同型式誘蟲器對黑角舞蛾誘捕效率之比較試驗

設計多種型式誘蟲器，如圖一。包括五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器(A、B)、中改式誘蟲器(D)、橫式誘蟲器(G)及上衝式誘蟲器(C、E、F、H、I)等九種。五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器(A、B)及中改式誘蟲器(D)其害蟲入口均位於腰間，性費洛蒙誘餌置於誘蟲器內，約位於害蟲入口之高度。橫式誘蟲器(G)呈“一”字型，性費洛蒙誘餌置於誘蟲器內，害蟲由左及右兩邊的漏斗型害蟲入口進入誘蟲器中。上衝式誘蟲器(C、E、F、H、I)其性費洛蒙誘餌置於倒置漏斗型害蟲入口外，害蟲由下往上衝入誘蟲器內。本試驗分別進行以下的試驗，比較不同型式誘蟲器對黑角舞蛾之誘捕效率。

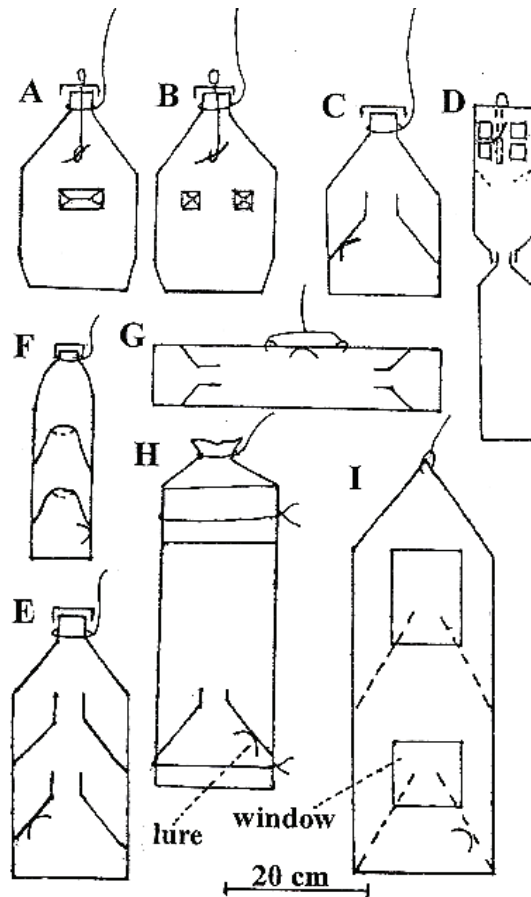
1. 單瓶式寶特瓶誘蟲器：於2005年5月23日至25日，在南投縣荔枝果園，比較五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器(含2個3×3 cm誘蟲入口)(A)、五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器(含4個2×4 cm誘蟲入口)(B)、翼型黏膠式誘蟲器，對黑角舞蛾之誘捕效率。本試驗使用200 µg性費洛蒙誘餌，一重複。
2. 單瓶式寶特瓶誘蟲器與一層上衝式誘蟲器：分別於2006年5月24日至26日及26日至30日，在南投縣荔枝果園，比較五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器(B)、五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器(C)、翼型黏膠式誘蟲器，對黑角舞蛾之誘捕效率。本試驗使用含抗氧化劑之500 µg性

費洛蒙塑膠微管誘餌。五重複。

3. 單瓶式寶特瓶誘蟲器、一層上衝式誘蟲器與中改式誘蟲器：於 2005 年 5 月 24 日至 27 日，於南投縣荔枝果園，比較五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器 (C)、中改式誘蟲器 (含 2.5×2.5 cm 誘蟲入口) (D)對黑角舞蛾之誘捕效率。本試驗使用

200 µg 性費洛蒙誘餌，三重複。

4. 二層上衝式誘蟲器與中改式誘蟲器：於 2005 年 5 月 23 日至 25 日，在南投縣荔枝果園，比較五公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (E)、中改式誘蟲器 (含 1.5×1.5 cm 誘蟲入口) (D)、翼型黏膠式誘蟲器，對黑角舞蛾之誘捕效率。本試驗使用



圖一、不同型式之誘蟲器。A：五公升單瓶式兩孔寶特瓶誘蟲器；B：五公升單瓶式四孔寶特瓶誘蟲器；C：五公升一層上衝式誘蟲器；D：中改式誘蟲器；E：五公升二層上衝式誘蟲器；F：一公升二層上衝式誘蟲器；G：橫式誘蟲器；H：加長型一層上衝式誘蟲器；I：紙製二層上衝式誘蟲器。

Fig. 1. Different types of traps for testing trap efficiency for casuarina tussock moth, *Lymantria xylna* Swinhoe. The traps used in these tests were as follows: A: 5L bottle trap with 2 pores (3×6 cm), B: 5L bottle trap with 4 pores (3×3 cm), C: 5L-1-layer-up-trap, D: TDAR-trap, E: 5L-2-layer-up-trap, F: 1L-2-layer-up-trap, G: Transvers-trap, H: Long-1-layer-up-trap, I: Paper-2-layer-up-trap.

200 μg 性費洛蒙誘餌，以不含性費洛蒙誘餌誘蟲器處理當對照。三重複。

5. 上衝式誘蟲器與橫式誘蟲器：於 2005 年 5 月 27 日至 30 日，在南投縣荔枝果園，比較五公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (直徑 16.5 cm) (E)、一公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (直徑 9.0 cm) (F)、五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器 (直徑 16.5 cm) (C)、橫式誘蟲器 (直徑 9.0 cm) (G)，對黑角舞蛾之誘捕效率。本試驗使用 200 μg 性費洛蒙誘餌，三重複。
6. 不同型式上衝式誘蟲器：於 2005 年 5 月 31 日至 6 月 9 日，在南投縣荔枝果園，比較紙製二層上衝式誘蟲器 (邊長 20 cm) (I)、五公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (直徑 16.5 cm) (E)、加長型一層上衝式誘蟲器 (直徑 16.5 cm、長 60 cm) (H)，對黑角舞蛾之誘捕效率。本試驗使用 200 μg 性費洛蒙誘餌，三重複。
7. 上衝式誘蟲器之長度：為探討較經濟的上衝式誘蟲器長度及誘蟲器中有無含毒塑膠片對上衝式誘蟲器誘捕效率的影響，於 2006 年 5 月 5 日至 24 日，在南投縣中寮鄉荔枝、龍眼果園，比較加長型一層上衝式誘蟲器 (長 60 cm) (H)、加長型一層上衝式誘蟲器 (長 40 cm)、含毒性膠帶的加長型一層上衝式誘蟲器 (長 40 cm)，對黑角舞蛾之誘捕效率。本試驗使用之毒性膠帶 HERCON VAPORTAPE II 為美國 Aberdeen road 公司的產品，其為膠帶中含 10% 二氯松 (DDVP)，置於誘蟲器中，可將進入誘蟲器的昆蟲殺死。本試驗使用含抗氧化劑之 500 μg 塑膠微管誘餌，九重複。

五、數據處理

調查所得之誘蟲數，轉換為誘蟲百分率 (誘蟲百分率=[試驗區之各處理誘蟲數/試驗區之誘蟲總數] $\times 100\%$)。誘蟲百分率再經 $\sin^{-1}\sqrt{x}$ 轉換後進行變方分析及鄧肯式多

變域分析，比較各處理間之差異。

結 果

一、黑角舞蛾對性費洛蒙誘餌之反應日週期

黑角舞蛾對性費洛蒙誘餌之日週期反應，如圖二。五個調查點的誘蟲趨勢一致。黑角舞蛾雄蛾對性費洛蒙誘餌反應全日皆有反應，白日 06:00-18:00，五觀測點的總誘蟲數較低，介於 0-15 隻，晚上 24:00 至凌晨 03:00 為誘蟲高峰期，五觀測點的總誘蟲數，於 24:00、01:00、02:00 及 03:00 分別為 31、46、78 及 28 隻。

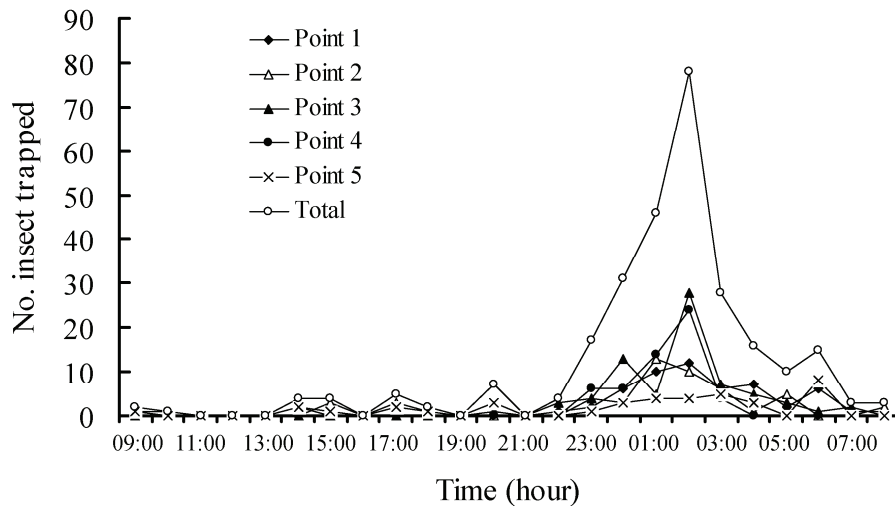
二、黑角舞蛾性費洛蒙誘餌配方研究

1. 不同劑量性費洛蒙誘餌對黑角舞蛾之誘蟲效果

不同劑量性費洛蒙誘餌對黑角舞蛾之誘蟲效果，如圖三及表一。以含有抗氧化劑之 500 μg 配方其誘蟲效果最佳，經 21 日 10 重複的誘蟲總數為 1643 隻，誘蟲百分率 20.8%，顯著高於其他劑量者 ($F_{5, 54}=5.47, p<0.001^*$) (表一)。誘餌中含抗氧化劑與否，除 200 μg 組無差異 ($t_{18}=-0.083, p=0.935$) 外，500 μg 及 1000 μg 誘餌中含抗氧化劑與否，對黑角舞蛾之誘蟲效果有差異，含抗氧化劑者顯著高於未含者 (500 μg : $t_{18}=-4.22, p<0.001^*$; 1000 μg : $t_{18}=-2.50, p=0.022^*$) (圖三)。

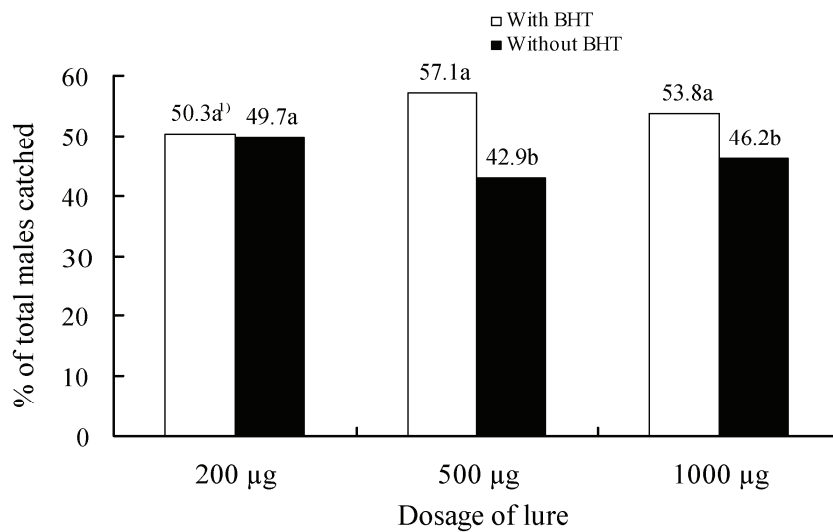
2. 黑角舞蛾性費洛蒙誘餌在田間之持效性

不同週齡黑角舞蛾性費洛蒙誘餌在田間之誘蟲效果，如表二。以塑膠微管裝載 200 μg 之性費洛蒙誘餌，其週齡 0-8 之誘蟲百分率不具顯著性差異，誘蟲百分率 16.5-25.1% ($F_{4, 20}=1.70, p=0.190$)。500 μg 性費洛蒙含抗氧化劑誘餌者亦顯示相同的結果，性費洛蒙誘餌 0-8 週齡，對黑角舞蛾之誘蟲百分率介於 17.4-22.2% 間，各處理間不具顯著性差異 ($F_{4, 20}=0.31, p=0.868$)。



圖二、2006年5月25日8:00至26日8:00，在台中縣霧峰鄉荔枝園，黑角舞蛾對性費洛蒙誘餌之日週期反應。

Fig. 2. Diurnal pattern of *Lymantria xylina* males attracted to pheromone-baited traps under natural photo-period (6:00 to 18:00) from May25 to May26, 2006 in a litchi orchard at Wufong, Taichung, Taiwan.



圖三、2006年5月15日至6月5日，在南投縣中寮鄉龍眼園，含抗氧化劑與否之不同劑量黑角舞蛾性費洛蒙誘餌的誘蟲效果比較。¹⁾具相同字母者，以 t-檢定時無顯著性差異($p \leq 0.05$)。

Fig. 3. Catches of male *Lymantria xyлина* moths in Long-1-layer-up-traps baited with xylinalure with or without BHT in a micro-tube at Zhongliao, Nantou, Taiwan, from May15 to June5, 2006. ¹⁾The means with the same letter do not significantly differ in a dosage chart by t-test at $p \leq 0.05$.

表一、2006年5月15日至6月5日，在南投縣中寮鄉龍眼園，不同劑量性費洛蒙誘餌對黑角舞蛾之誘蟲效果比較

Table 1. Catches of male *Lymantria xyliana* moths in Long-1-layer-up-traps baited with different dosages of xylinalure loaded in microtube at longan orchards of Jhongliao, Nantou, Taiwan, from May15 to June5, 2006

Dosage of lure	Total males caught	% of males caught ¹⁾
200 µg	1120	14.2±3.7 c
500 µg	1156	14.4±4.4 c
1000 µg	1313	16.8±3.8 bc
200 µg + BHT	1152	14.6±4.9 c
500 µg +BHT	1643	20.8±2.3 a
1000 µg +BHT	1507	19.2±2.3 ab

¹⁾ The mean ± S.D. was derived from 10 replications. Data were transformed to $\arcsin\sqrt{x}$ prior to analysis. The means followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Duncan's multiple range test.

表二、2006年5月22日至6月2日，在南投縣中寮鄉龍眼園，黑角舞蛾性費洛蒙之持效性試驗

Table 2. Catches of male *Lymantria xyliana* moths in Long-1-layer-up-traps baited with different ages of xylinalure loaded in the microtube at longan orchards of Jhongliao, Nantou, Taiwan from May22 to June2, 2006

Lure age	Total males caught	% of males caught ¹⁾
Test 1: 200 µg/tube (without BHT)		
0 week	390	25.1± 6.8 a
2 week	257	16.5± 5.9 a
4 week	370	21.4± 8.9 a
6 week	261	15.7± 6.8 a
8 week	339	21.3± 5.6 a
Test 2: 500 µg/tube (with BHT)		
0 week	321	19.5± 2.3 a
2 week	355	21.5±11.6 a
4 week	288	17.4± 6.7 a
6 week	326	19.4± 8.2 a
8 week	364	22.2± 4.4 a

¹⁾ The mean ± S.D. was derived from 5 and 5 replications in test 1 and test 2, respectively. Data were transformed to $\arcsin\sqrt{x}$ prior to analysis. The means followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Duncan's multiple range test.

三、不同型式誘蟲器對黑角舞蛾誘捕效率之比較

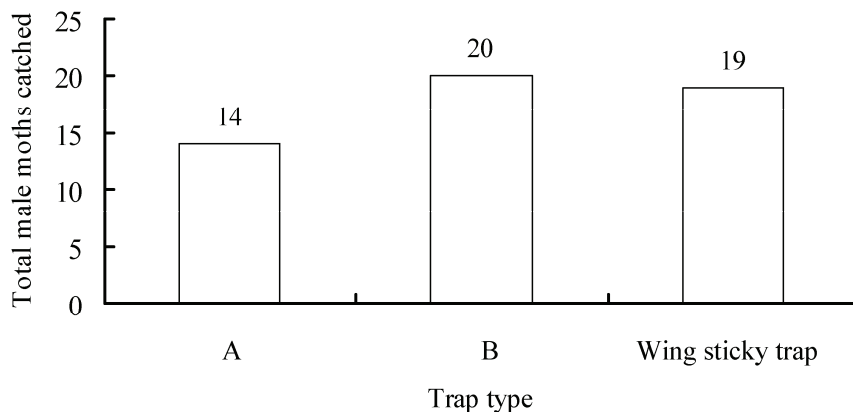
不同型式誘蟲器對黑角舞蛾誘捕效率之比較試驗結果，如圖四及表三、四、五。由圖四結果顯示經二日誘蟲結果，五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器（含 2 個誘蟲入口）(A)、五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器（含 4 個誘蟲入口）(B)、翼型黏膠式誘蟲器等，分別誘捕到 14、20 及 19 隻。初步顯示經 2 日誘蟲，五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器 A 及 B 對黑角舞蛾誘蟲效果與翼型黏膠式誘蟲器者類似，仍需改進。

五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器 (B)、五公升寶特瓶一層上衝式 (C)、翼型黏膠式誘蟲器等，三種型式誘蟲器之誘捕效率，如表三。第一次試驗結果顯示經 2 日誘蟲，五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器 (C) 之誘蟲總數 354 隻為最高，五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器 (B) 及翼型黏膠式誘蟲器者分別為 58 及 94 隻。以五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器 (C) 對黑角舞蛾之誘捕百分率 65.6%，顯著較五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器(B)及翼型黏

膠式誘蟲器等兩種型式誘蟲器者為高($F_{2, 12}=25.50, p<0.001^*$)。第二次試驗結果與第一次試驗結果相似。亦以五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器 (C) 對黑角舞蛾之誘捕百分率 63.3%，顯著較五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器 (B) 及翼型黏膠式誘蟲器等兩種誘蟲器者為高 ($F_{2, 12}=42.77, p<0.001^*$)。由此結果顯示，五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器 (C) 適合用來捕抓黑角舞蛾，而五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器 (B) 及翼型黏膠式誘蟲器，不適合用來大量捕抓黑角舞蛾。

表四中第一次試驗經 3 日誘蟲結果，五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器(C)及中改式誘蟲器（含 2.5×2.5 cm 誘蟲入口）(D) 三重複之總誘捕數，分別為 234 及 26 隻，誘蟲百分率具顯著性差異，分別為 90.6 及 9.4% ($t_4=37.56, p<0.001^*$)。

表四中第二次試驗經 2 日誘蟲結果，五公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器(E)、中改式誘蟲器（含 1.5×1.5 cm 誘蟲入口）(D) 及翼型黏膠式誘蟲器三重複之總誘捕數，分別為 409、8 及 41 隻，誘蟲百分率具顯著性差異，分別為 87.3、1.9 及 9.6%



圖四、2005 年 5 月 23 日至 25 日，在南投市荔枝園，五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器對黑角舞蛾之誘捕效率。

Fig. 4. Catches of male *Lymantria xyliina* moths using different types of traps baited with 0.2 mg xylinalure loaded in a micro-tube in litchi orchards at Nantou, Taiwan, from May 23 to 25, 2005.

表三、2006年5月24日至30日，在南投縣南投市荔枝園，不同型式誘蟲器對黑角舞蛾之誘捕效率比較

Table 3. Catches of male *Lymantria xyli* moths in different types of traps baited with 0.5 mg xylinalure loaded in a micro-tube in litchi orchards at Nantou, Taiwan from May24 to 30, 2006

Trap type	Total males caught	% of males caught ¹⁾
Test 1		
B. 5L bottle with 4 pores (3×3 cm)	58	11.5± 5.9 b
C. 5L-1-layer-up-trap	354	65.6±14.9 a
Wing sticky trap	94	22.9±13.6 b
Test 2		
B. 5L bottle with 4 pores (3×3 cm)	82	12.0± 1.7 c
C. 5L-1-layer-up-trap	487	63.3±11.3 a
Wing sticky trap	150	24.7±10.3 b

¹⁾ The mean ± S.D. was derived from 5 and 5 replications in test 1 and test 2, respectively. Data were transformed to arc sin√x prior to analysis. The means followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Duncan's multiple range test.

表四、於南投縣荔枝果園中比較不同型式誘蟲器對黑角舞蛾之誘捕效率

Table 4. Catches of male *Lymantria xyli* moths in different types of trap baited with 0.2 mg xylinalure loaded in a microtube in litchi orchards at Nantou, Taiwan

Trap type	Total males caught	% of males caught ¹⁾
Test 1: May24 to 27, 2005		
C. 5L-1-layer-up-trap	234	90.6± 1.8 a
D. TDAR-trap (2.5×2.5 cm)	26	9.4± 1.8 b
Test 2: May23 to 25, 2005		
D. TDAR-trap (1.5×1.5 cm)	8	1.9± 1.2 c
E. 5L-2-layer-up-trap	409	87.3± 5.9 a
Wing sticky trap	41	9.6± 4.8 b
Wing sticky trap (Blank)	6	1.2± 1.1 c
Test 3: May27 to 30, 2005		
C. 5L-1-layer-up-trap (dia. 16.5 cm)	270	32.9±10.6 b
E. 5L-2-layer-up-trap (dia. 16.5 cm)	466	55.6±12.2 a
F. 1L-2-layer-up-trap (dia. 9.0 cm)	94	10.9± 1.7 c
G. Transvers-trap (dia. 9.0 cm)	6	0.6± 1.0 d
Test 4: May31 to June9, 2005		
E. 5L-2-layer-up-trap (dia. 16.5 cm)	205	30.5± 0.9 a
H. Long-1-layer-up-trap (dia. 16.5 cm · height 60 cm)	330	48.5±14.3 a
I. Paper-2-layer-up-trap (length 20 cm)	140	21.1±13.4 a

¹⁾ The mean ± S.D. was derived from 3, 3, 3, and 3 replications in tests 1, 2, 3, and 4, respectively. Data were transformed to arc sin√x prior to analysis. The means followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Duncan's multiple range test.

表五、2006 年 5 月 5 日至 24 日，在南投縣中寮鄉龍眼園，黑角舞蛾加長型上衝式誘蟲器含毒性塑膠片與否對誘捕效果之影響

Table 5. Catches of male *Lymantria xyliana* moths in different heights of Long-1-layer-up-traps baited with 0.5 mg xylinalure loaded in a microtube at longan orchards of Jhongliao, Nantou, Taiwan from May5 to 24, 2006

Length (cm) of trap H (Long-1-layer-up-trap)	Total males caught	% of males caught ¹⁾
60 cm	1240	27.9± 8.0 b
40 cm	1241	29.4± 7.1 b
40 cm + Toxic tape	1665	42.8± 10.6 a

¹⁾ The mean±S.D. was derived from 9 replications. Data were transformed to arc sin \sqrt{x} prior to analysis. The means followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Duncan's multiple range test.

($F_{3,8}=128.14, p\leq 0.001^*$)。由此結果顯示，商品化改良誘蟲入口為 1.5×1.5 cm 或 2.5×2.5 cm (D) 的中改式誘蟲器，均不適合用來捕抓黑角舞蛾。

進一步試驗結果，如表四中第三次試驗，經 3 日誘蟲結果，五公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (直徑 16.5 cm) (E)、一公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (直徑 9.0 cm) (F)、五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器 (C) 及橫式誘蟲器 (G) 等對黑角舞蛾之誘捕效率，三重複之總誘捕數，分別為 466、94、270 及 6 隻；誘蟲百分率，分別為 55.6、10.9、32.9 及 0.6% ($F_{3,8}=39.92, p<0.001^*$) 具顯著性差異。以上結果顯示橫式誘蟲器 (G) 不適用來誘捕黑角舞蛾；上衝式誘蟲器適合捕抓黑角舞蛾，且二層者優於一層者，直徑 16.5 cm 之上衝式誘蟲器優於直徑 9.0 cm 者。

表四中第四次試驗時，黑角舞蛾田間族群密度已降低，因此誘蟲數明顯較少，經 9 日誘蟲結果，紙製二層上衝式誘蟲器 (邊長 20 cm) (I)、五公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (E) 及加長型一層上衝式誘蟲器 (H)，三重複之總誘捕數，分別為 140、205 及 330 隻，三者之誘蟲百分率無顯著性差異($F_{2,6}=3.90, p=0.082$)。

黑角舞蛾加長型上衝式誘蟲器含毒性膠帶與否對誘捕效果之影響，如表五。長度 40 及 60 cm 之加長型上衝式誘蟲器，對黑角舞蛾之誘捕效率並無顯著性差異，誘蟲百分率分別為 29.4 及 27.9%。長度 40 cm 之加長型上衝式誘蟲器，其內放入毒性膠帶者，其誘蟲百分率為 42.8%，顯著高於其他兩個處理 ($F_{2,24}=7.70, p<0.01^*$)。

討 論

昆蟲對合成性費洛蒙的日週期反應，大多與其發情及交尾時刻一致。如 *Spodoptera* 屬之昆蟲如斜紋夜蛾 (*S. litura*)、*S. exempta*、非洲斜紋夜蛾 (*S. littoralis*) 等之飛翔及交尾活動具有明顯之日週期，而此日週期與被性費洛蒙誘捕時之日週期有關^(3, 22, 29)。楊桃果實蛀蟲花姬捲葉蛾 (*Cydia notanthes*) 其發情及交尾時刻主要於見光後 4 小時內發生，由田間誘引日週期及風洞試驗中顯示其對合成性費洛蒙的日週期反應，與其發情及交尾時刻一致^(10, 11)。甘藷蟻象 (*Cylas formicarius*) 雄蟲對合成性費洛蒙的日週期反應與其發情及交尾時刻不一致。雄蟲於一天 24 小時中對其性費洛蒙誘餌均有反應，每小時經

30 分鐘的平均反應率為 29.5%。而雌蟲對雄蟲之誘引力僅表現於晚間，於 21:00-24:00 達高峰⁽⁹⁾。黑角舞蛾近緣種吉普賽蛾其雌蟲性費洛蒙分泌日週期與性費洛蒙在田間誘蟲的日週期一致。吉普賽蛾雌蟲性費洛蒙腺體的分泌週期，見光後 0-4 小時之分泌量最低 (5-9 ng)，黑暗前 0-4 小時達分泌高峰 (19-32 ng)；其田間雄蛾對性費洛蒙趨性的飛翔活性於清晨最低，於下午達高峰^(24, 33)。黑角舞蛾對性費洛蒙誘餌之日週期反應，由試驗結果顯示其對性費洛蒙誘餌全日皆有反應，自晚上 24:00 至凌晨 03:00 達誘蟲高峰期。另筆者曾於早上約 10:00-11:00 間以性費洛蒙翼型黏膠式誘蟲器，於草屯碧山岩附近誘抓到黑角舞蛾，顯示在白日性費洛蒙對雄蛾具有誘蟲活性。福建學者觀察黑角舞蛾在廈門發生之習性，其成蟲趨光性強，剛羽化的成蟲，雄蟲能長時間在樹林間盤旋飛舞求偶，雌成蟲活動力弱，停於蛹殼附近不動，等候雄蟲來交尾⁽¹³⁾。本試驗黑角舞蛾對性費洛蒙誘餌之日週期反應，是否與其近緣種吉普賽蛾者類似，即雄蛾對性費洛蒙的日週期反應與雌蛾分泌性費洛蒙的日週期達一致，有待進一步深入探討。

黑角舞蛾性費洛蒙誘餌配方研究，以其近緣種吉普賽蛾，其性費洛蒙(+)-disparlure ((7R,8S)-cis-7,8-epoxy-2-methyloctadecane)，比黑角舞蛾少兩個碳，改善以聚氯乙烯 (PVC) 為載體含 500 mg 之性費洛蒙誘餌，較以積層塑膠板 (laminated dispenser) 為載體者，於 59°C 中之揮發期可增加兩倍。於溫室誘蟲結果顯示於 16 週內，以聚氯乙烯為載體之性費洛蒙誘餌對吉普賽蛾之誘蟲數目均較以積層塑膠板為載體者為高^(20, 28)。

黑角舞蛾性費洛蒙載體使用材質為聚氯乙烯之膠微管較橡皮帽者便宜，誘蟲活性亦較佳⁽¹⁵⁾。本試驗比較含抗氧化劑與否及其劑量分別為 200、500、1000 µg 之誘

餌對黑角舞蛾之誘蟲效果，以 500 µg 含 5% 抗氧化劑，裝載於材質為聚氯乙烯之塑膠微管配方，其誘蟲效果最佳，在田間之誘蟲效果可維持 2 個月。由於黑角舞蛾在台灣一年只有一代，成蟲出現的期間約 2 個月。本試驗研發的黑角舞蛾性費洛蒙誘餌其田間持效期可達 2 個月，一年只要使用一次，無須再加置；具方便及經濟之特性，可應用於大量誘殺黑角舞蛾用之參考。

不同型式誘蟲器對黑角舞蛾誘捕效率之比較試驗，設計的誘蟲器型式有五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器 (含 2 個誘蟲入口) (A)、五公升單瓶式寶特瓶誘蟲器 (含 4 個誘蟲入口) (B)、五公升寶特瓶一層上衝式誘蟲器 (C)、中改式誘蟲器 (D)、五公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (E)、一公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (直徑 9.0 cm) (F)、橫式誘蟲器 (G)、加長型一層上衝式誘蟲器 (H)、紙製二層上衝式誘蟲器 (I) 等，以翼型黏膠式誘蟲器作為對照。試驗結果顯示，商品化的中改式誘蟲器不適合用來捕抓黑角舞蛾。單瓶式誘蟲器對黑角舞蛾誘捕效率與翼型黏膠式誘蟲器者相似，而上衝式誘蟲器者顯著較單瓶式及翼型黏膠式誘蟲器者為佳，適用於捕抓黑角舞蛾。上衝式誘蟲器型式對黑角舞蛾之誘捕效率，以二層優於一層者，直徑 16.5 cm 者優於直徑 9.0 cm 者。而五公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (E) 其製作材料需要 3 個五公升寶特瓶，材料費約需 50 元。因此，進一步設計以一張塑膠袋及一個寶特瓶，製作加長型一層上衝式誘蟲器 (H)，其材料費僅需約 20 元，其誘蟲效果與五公升寶特瓶二層上衝式誘蟲器 (E) 及紙製二層上衝式誘蟲器 (I) 無顯著性差異。綜合以上試驗結果，上衝式誘蟲器型式對黑角舞蛾之誘捕效率優於其他型式誘蟲器，以加長型一層上衝式誘蟲器 (H) 只須一個五公升的寶特瓶及一長條塑膠袋即可製作完成，具經濟、有效、容易製作之特性，可作為推廣

農民應用之參考。

就用於捕抓吉普賽蛾牛奶紙板費洛蒙誘蟲盒 (milk-carton pheromone trap)，內含黏膠、性費洛蒙誘餌及含有二氯松 (dichlorvos) 的毒性膠帶，對吉普賽蛾具優異誘捕效率。吉普賽蛾牛奶紙板費洛蒙誘蟲盒可容納約 2000 隻的雄蛾蟲體。誘蟲盒的體積、誘蟲數及雄蛾的新鮮度影響吉普賽蛾牛奶紙板費洛蒙誘蟲盒之誘捕效率。體積變小、蟲數增加及腐爛的蟲體使吉普賽蛾牛奶紙板費洛蒙誘蟲盒的誘捕效率降低⁽²³⁾。在本試驗中，將加長型一層上衝式誘蟲器(H)之長度縮短為 40 cm，與長度 60 cm 者無顯著性差異，顯示加長型一層上衝式誘蟲器長度可在 40 至 60 cm。而誘蟲器中置入揮發性毒性膠帶，可顯著提升誘蟲器對黑角舞蛾的誘捕效率，其原因可能係揮發性毒性膠帶將進入誘蟲器的黑角舞蛾快速殺死，使其不致因誘蟲器中充滿飛蛾空氣污濁，致影響黑角舞蛾進入誘蟲器中的數量，惟真正原因仍需進一步探討之。

綜合以上的結果，黑角舞蛾的性費洛蒙誘捕系統以加長型一層上衝式誘蟲器，內置 500 µg 性費洛蒙含 5% 抗氧化劑之塑膠微管誘餌為宜。其性費洛蒙誘餌對黑角舞蛾 24 小時皆有誘蟲活性，極適合用來大量誘殺防治黑角舞蛾。曾於 2006 及 2007 年透過農委會動植物防疫檢疫局推廣農民使用，進行黑角舞蛾之大量誘殺，獲致農民的肯定。中興大學研究生於 2007 年以性費洛蒙於北八卦山大量誘殺黑角舞蛾，於當年 6 月底調查結果未發現卵塊，獲致良好的效果⁽²⁾。

誌 謝

本研究承 94 農科-13.2.1-藥-P2、95 農科-13.2.1-藥-P3(2)計畫經費補助，林業試驗所副所長趙榮台博士、靜宜大學應用化學系教授顏耀平博士提供黑角舞蛾性費洛蒙

原體，試驗期間承農藥所試驗人員吳昭儀小姐協助繪圖，洪舜仁先生及曾馨俞小姐協助試驗調查，謹此一併致謝。

引用文獻

1. 乃育昕、王重雄。2005。黑角舞蛾核多角體病毒抗細胞凋亡基因之研究。台灣昆蟲學會九十四年年會論文宣讀摘要。台灣昆蟲 25：351。
2. 王千華。2007。利用性費洛蒙干擾黑角舞蛾交尾之試驗。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文，53 頁。
3. 石正人、朱耀沂。1995。影響斜紋夜蛾性費洛蒙誘集效率之因子~誘引日週性及雄蟲之視覺反應。植保會刊 37：71-79。
4. 沈澤祈、黃紹毅。2004。黑角舞蛾 (鱗翅目：毒蛾科) 人工飼料開發之研究。台灣昆蟲學會九十三年年會論文宣讀摘要。台灣昆蟲 24：380。
5. 沈澤祈、謝宜珊、劉丞祥、黃紹毅。2002。黑角舞蛾 (*Lymantria xyliana*) 卵塊大小與卵塊內卵數間之關係。台灣昆蟲學會九十一年年會論文宣讀摘要。台灣昆蟲 22：425。
6. 林曉民、吳心萍、沈澤祈、黃紹毅。2005。台灣中部地區黑角舞蛾 (*Lymantria xyliana* Swinhoe (Lepidoptera: Lymantriidae) 之卵塊與卵寄生蜂之生物學探討。台灣昆蟲 25：211-220。
7. 林雪芳、王重雄。2004。四種毒蛾：黑角舞蛾 (*Lymantria xyliana* Swinhoe)、粉紅舞蛾 (*L. mathura* Moore)、吉普賽舞蛾 (*L. dispar* Linaens) 和榕樹透翅毒蛾 (*Perina nuda* (Fabricius)) 之核糖體 DNA (ribosomal DNA)，包括 18S rDNA，ITS 和 5.8S rDNA 之選殖、定序及親緣關係比較。台灣昆蟲學會九十三年年會論文宣讀摘要。台灣昆蟲

- 24：377-378。
8. 洪巧珍、江碧媛、王文龍、林信宏。2005。黑角舞蛾性費洛蒙誘蟲器誘蟲效果之初步評估。植保學會九十四年年會論文宣讀摘要。植保會刊 47：420。
 9. 洪巧珍、王文龍、江碧媛、顏耀平。2004。甘藷蟻象合成性費洛蒙誘蟲活性之風洞檢測。植保會刊 46:113-122。
 10. 洪巧珍、黃振聲、侯豐男。1997。楊桃花姬捲葉蛾之羽化、交尾及產卵行為。植保會刊 39:265-274。
 11. 洪巧珍、黃振聲、侯豐男。1999。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙活性之生物檢定法比較。植保會刊 41:165-177。
 12. 張玉珍、翁永昌。1985。黑角舞蛾之形態、生活習性、猖獗及防治法。中華林業季刊 18：19-36。
 13. 陳加福。2006。龍眼木毒蛾的發生為害及防治技術。中國植保專刊 26:24-25。
 14. 猶建中、高懷心、王重雄、趙榮台、陸聲山。1997。黑角舞蛾核多角體病毒之特性及體外增殖系統之建立。中華昆蟲 17：11-22。
 15. 黃振聲、劉佳瑩、張玉玲、顏耀平。2006。黑角舞蛾 (*Lymantria xyli*) 性費洛蒙製劑及誘蟲器之誘蟲效果。植保會刊 48：71-79。
 16. 黃啓鐘、周樑鎰、蔡竹固。1998。臺灣黑角舞蛾 (鱗翅目：毒蛾科) 寄生性天敵記錄。嘉義技術學院學報 61：153-159。
 17. 黃啓鐘、蔡竹固。1999。木麻黃害蟲之種類與其為害。嘉義技術學院學報 62：157-164。
 18. 黃啓鐘、蔡竹固。1999。嘉義地區破布子病蟲害種類與其為害。嘉義技術學院學報 65：105-114。
 19. 謝逸成、吳治宇、劉中琪、王重雄。1999。黑角舞蛾及榕樹透翅毒蛾核多角體病毒寄主域基因之研究。中華昆蟲學會八十八年年會論文宣讀摘要。中華昆蟲 19：408-409。
 20. Bierl, B. A., Beroza, M., and Collier, C. W. 1970. Potent sex attractant of the gypsy moth: Its isolation, identification and synthesis. *Science* 170: 87-89.
 21. Chao, J. T., Schaefer, P. S., Fan, Y. B., and Lu, S. S. 1996. Host plants and infestation of casuarinas moth *Lymantria xyli* in Taiwan. *Taiwan J. For. Sci.* 11: 23-28.
 22. Dewhurst, C. F. 1984. Some observations on the mating habits of the African armyworm, *Spodoptera exempta* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomol. Mon. Mag.* 120:119-124.
 23. 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.
 24. Giebultowicz, J. M., Webb, R. E., Raina, A. K., and Ridgway, R. L. 1992. Effects of temperature and age on daily changes in pheromone titer in laboratory-reared and wild gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). *Environ. Entomol.* 21: 822-826.
 25. Gries, G., Schaefer, P. W., Khaskin, Hahn, G., R., Gries, R., and Chao, J. T. 1999. Sex pheromone components of casuarina moth, *Lymantria xyli*. *J. Chem. Ecol.* 25: 2535-2545.
 26. Huang, C. C., Lee, M. J., and Chen, R. S. 2000. Insect pests of *Casuarina equisetifolia* and parasitoids of *Lymantria xyli* Swinhoe. In: M. J. Lee [ed.] *Forset Protection in Northeast Asia: Proceedings of the 3rd Regional Workshop*. pp. 87-97. National Chiayi University, Taiwan, R.O.C.

27. Kydonieus, A. F., Beroza, M., and Zwig, G. 1982. Insect Suppression with Controlled Release Pheromone Systems. Vol. I. CRC Press, Inc. 274pp.
28. Leonhardt, B. A., Mastro, V. C., and DeVilbiss, E. D. 1993. New dispenser for the pheromone of the gypsy moth (Lepidoptera; Lymantriidae). J. Econ. Entomol. 86: 821-827.
29. Murlis, J. and Bettany, B. W. 1977. Night flight towards a sex pheromone source by male *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). Nature 268:433-435.
30. Ridgway, R. L., Silverstein, R. M. and Inscoc, M. N. 1990. Behavior-modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker, Inc. New York. 761 pp.
31. Shen, T. C., Shae, Y. S., Liu, C. S., Tan, C. W., and Hwang, S. Y. 2003. Relationships between egg mass size and egg number per egg mass in the casuarinas moth, *Lymantria xyliana* (Lepidoptera: Lymantriidae). Environ. Entomol. 32: 752-755.
32. Shen, T. C., Tseng, C. M., Guan, L. C., and Hwang, S. Y. 2006. Performance of *Lymantria xyliana* (Lepidoptera: Lymantriidae) on artificial and host plant diets. J. Econ. Entomol. 99: 714-721.
33. Tang, J. D., Charlton, R. E., Carde, R. T., and Yin, C. N. 1992. Diel periodicity and influence of age and mating on sex pheromone titer in gypsy moth, *Lymantria dispar* (L.). J. Chem. Ecol. 18: 749-760.
34. Tsay J. G., Lee, M. J., and Chen, R. S. 2001. Evaluation of *Beauveria bassiana* for controlling casuarina tussock moth (*Lymantria xyliana* Swinhoe) in casuarinas plantations. Taiwan J. For. Sci. 16: 201-207.
35. Wu, C. Y., and Wang, C. H. 2006. New cell lines from *Lymantria xyliana* (Lepidoptera: Lymantriidae): characterization and susceptibility to baculoviruses. J. Invert. Pathol. 93: 186-191.
36. Wu, C. Y., and Wang, C. H. 2005. Characterization and polyhedron gene cloning of *Lymantria xyliana* multiple nucleopolyhedrovirus. J. Invert. Pathol. 88: 238-246.

ABSTRACT

Hung, C. C.^{1*}, Wang, W. L.¹, Lee, M. C.², Tasi, S. J.², and Lin, S. H.¹ 2007. Development of sex pheromone trap system of casuarina tussock moth, *Lymantria xyлина* Swinhoe in Taiwan. Plant Prot. Bull. 49: 267-281. (¹Biopesticides Division, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Wufong, Taichung 41358, Taiwan (ROC); ²Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei 102, Taiwan (ROC))

Sex pheromone lure formulations, trap design, and male responding to sex pheromone lure studies were conducted from May to June in 2005 and 2006 to develop a casuarina tussock moth (CTM), *Lymantria xyлина* Swinhoe, trap system. Studies were conducted at the litchi and longan orchards in Nantou and Jhongliao in central Taiwan. The results showed that the attractive period for xylinalure to male CTM was all day with the peak attraction period from 23:00 to 06:00 in the field. The 500 µg sex pheromone lure with 5% BHT was effective for 2 months in the field. The PET bottle trap, TDAR trap, transverse trap and up-trap were constructed and their trapping efficiency with CTM evaluated. The up-trap type was suitable for trapping CTM. The CTM trapping efficiency of the two-layer-up-trap was better than that of the one-layer-up-trap, and the up-trap with 16.5 cm diameter was better than the up-trap with 9.0 cm diameter. The advanced experiments showed that trapping efficiency of the long-1-layer-up-trap was more economical and efficient than that of the other up-traps. In addition, a toxic vapor tape in the long-1-layer-up-trap improved the CTM trapping efficiency. In conclusion, the long-1-layer-up-trap containing 500 µg sex pheromone and 5% BHT in a PVC micro-tube is a suitable CTM trap system.

(Key words: Casuarina tussock moth, *Lymantria xyлина* Swinhoe, sex pheromone lure, trap system)

*Corresponding author. E-mail: hccjane@tactri.gov.tw

