

新型 LED 誘蟲器研發¹

李汪盛²、施錫彬²

摘 要

本研究利用昆蟲趨光特性，以 LED 為光源吸引昆蟲靠近，再利用風扇所產生的風壓將昆蟲吸入網體內，及藉由特殊設計之困蟲機構防止昆蟲從網體飛離，並利用控制模組分別控制發光模組與風扇自動啟閉之時序配置，以達到省電之功效。LED 誘蟲器主要包括發光模組、風扇、網體以及控制模組等構件。

關鍵詞：誘蟲器、發光二極體、害蟲

前 言

近年蔬果衛生品質備受關切，民眾尤其重視農藥殘留的問題。因應消費市場的趨勢與環保意識，諸多農友漸漸朝向減少使用農藥或不使用農藥之有機栽培法從事耕作，以確保農友本身及消費者的安全。目前市售害蟲誘捕裝置有內部放置性費洛蒙或甲基丁香油之傳統誘捕盒或利用螢光燈配合風扇之誘殺裝置等。燈光誘殺裝置是利用昆蟲趨光特性所開發之誘殺害蟲的防治技術，LED 光源具有低耗電特性，為新興節能光源，結合太陽能充電系統，可解決田間電力供應問題，可應用於夜晚田間害蟲防治。

趨光性昆蟲的視網膜上有一種色素，它能夠吸收某一特殊波長的光，並引起光反應，刺激視覺神經而趨向光源。昆蟲的可見光區要比人類的可見光區（390-700 nm）更偏向於短波段光，大多數趨光性昆蟲喜好波長 300-400 nm 的紫外光及紫光，特別是鱗翅目和鞘翅目昆蟲對這一段波長更為敏感。根據田間燈光誘殺害蟲研究顯示，不同燈光種類（如黑光燈、白熾燈、高壓鈉燈）誘集の害蟲種類和數量顯著不同，這說

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 447 號。

² 桃園區農業改良場副研究員(通訊作者，wslee@tydais.gov.tw)及作物環境課課長。

明害蟲種類不同，它的趨光特性也不同。Dufay (1964) 對 8 種夜蛾分別進行 365-675 nm 的趨光性觀察，發現波長峰值分別出現在 365nm、450nm 及 525nm 處，這進一步說明不同夜蛾種類對波長的反應很不一致。丁 (1974) 對棉鈴蟲蛾進行 13 種單色光行為選擇實驗，最高峰出現在 333 nm。侯等 (1994) 對桃小食心蟲的趨光性研究，發現其對 333 nm 以上單色光均有趨光反應。靖等 (2005) 研究五種光源對棉鈴蟲蛾趨光行為的影響。魏等 (2000) 研究 340-605 nm 波譜範圍內棉鈴蟲蛾的行為反應，試驗顯示棉鈴蟲蛾的趨光行為曲線在紫外光區 340-360 nm 及藍光區 483 nm 處有兩個峰，並且還證明棉鈴蟲的發育階段與光譜趨光行為有關。Mikkola (1972) 對許多夜行性昆蟲做研究，調查發現螢光燈誘集的昆蟲種類分別較紫外燈高 2 倍，較黃綠燈高 8 倍。而且白天及晚上對不同波長的光敏感度也有所不同，晚上對短波較長波敏感，而白天則相反。劉 (1985) 調查棉鈴蟲蛾誘殺試驗，單管黑白雙光燈較黑光燈 (20W) 誘蟲量有顯著的提高，並且對天敵昆蟲的誘蟲量明顯減少，其原因是雙光燈有長短 (585 nm 及 350 nm) 2 種波長，大氣對長波長吸收小，可以增大照射範圍，蛾類均對該 2 個波長的單色光敏感，因此，雙光燈誘蟲效果更佳。丁 (1974) 研究發現，對於煙青蟲，350 nm 與不同的單色光組合時，405 nm 起增效作用，655 nm 起干擾作用，並且各單色光的不同光強度對煙青蟲成蟲的趨光作用關係為 s 曲線型。張等 (2001) 進行家白蟻 (*Coptotermes formosanus* Shiraki) 之有翅成蟲群飛期間對三種發光二極體 (light-emitting diodes, LEDs) 的趨性研究，發現三種發光二極體發出的色光照射到水面之反射光，所誘集的有翅型家白蟻以藍色光 (367-583 nm) 與綠色光 (525-648 nm) 顯著多於紅色光 (600-733 nm)。害蟲發生及消長變化之調查，常以燈光誘集 (彭，1984；曾等，2006) 或黃色黏板進行監測蔬菜害蟲 (楊和洪，2001；劉和洪，1992；Vernon and Gillespie, 1995)。

材料與方法

一、材料

- (一) LED 誘蟲器：自行研發機種，以 UV、藍光、綠光、黃光及橙光等 5 種不同顏色波長發光二極體 (LED) 為光源，對害蟲進行誘殺測試，每一波長製作 4 組，共計 20 組。
- (二) 市售風扇型誘蟲燈：此兩型誘蟲燈為目前農業普遍應用之商品化誘蟲器，且其主

要誘蟲與吸蟲原理與本研究相似，因此選用該兩種市售品牌之誘蟲器進行相關試驗，分述如下：

1. 柏森牌二合一風扇式捕蚊燈，型號 PS-8168，具有強力渦流風扇吸收系統，搭配 Goodly F6T5/BL 10W（雙管）螢光捕蟲燈。
2. 聖力儀器有限公司生產之 10W 誘蟲器，型號 CEN-910，具有強力風扇吸收系統，搭配東亞 FL10BL 螢光捕蟲燈。

(三) 瓦時計：大同公司電子式瓦時計，型號 E-31CBA。

二、試驗方法：

2011 年 10 月及 2012 年 9 月，將自行研發之 LED 誘蟲器安裝於新屋本場及五峰工作站，進行夜蛾誘殺試驗，並以人工方式每日檢視誘蟲數量及種類。

結果與討論

一、市售渦流風扇型捕蚊燈改裝及溫室害蟲誘殺試驗

改裝市售柏森牌二合一風扇式捕蚊燈如圖 1。將螢光燈管拆除，改裝成具有 24 顆 UV LED 光源之害蟲誘殺器，結果顯示使用 LED 光源改裝市售渦流風扇型捕蚊燈於溫室測試其害蟲誘殺效果，以 24 顆 UV LED 光源誘殺效果與使用螢光燈效果無顯著差異。



圖 1. 改裝市售捕蚊燈田間害蟲誘殺試驗情形

Fig 1. Field pest trapping tests using a modified commercial mosquito trap.

二、LED 誘蟲器雛形機設計及製造：

傳統誘蟲器是利用害蟲的趨光性，在夜間開啟光源，將害蟲（飛蛾）引誘飛來，在飛撲光源過程中，採用下列三種方法將害蟲殺滅：

- (一) 高壓電網擊殺式害蟲殺滅方法：在光源週邊設置高壓電網，利用高壓電網瞬間放電將害蟲擊殺。
- (二) 風扇吸引式害蟲殺滅方法：在光源下方設置吸引風扇，利用風壓將害蟲吸入誘殺網內無法飛離，因飢餓或被風扇撞擊死亡，惟風扇必須連續運轉，否則害蟲可能逃逸。
- (三) 水盆溺殺式害蟲殺滅方法：在光源下方設置誘引劑水盆，利用誘引劑，如糖、醋、蜜等吸引害蟲撞擊而溺斃於水盆中。

採用上述三種害蟲殺滅方法除易發生觸電危險、害蟲逃逸及必需更換誘引劑外，益蟲也因無選擇性而被撲殺。

本研究利用不同波長 LED 光源結合風扇，完成 LED 誘蟲器雛形機設計及製造，其外觀如圖 2。LED 誘蟲器主要包括發光模組、風扇、網體及控制模組等構件，分述如下：

(一) 發光模組：

由於各種害蟲對光源的趨光性不同，採用 UV、藍光、綠光、黃光及橙光等不同波長 LED 為光源，對害蟲進行誘殺測試，每一波長製作 4 組，共計 20 組。

(二) 風扇及網體：

風扇提供吸引昆蟲所需風壓，將昆蟲吸入網體內，並藉由特殊設計之困蟲機構防止昆蟲從網體飛離。雙層網（內外網）式困蟲機構設計採用類似捕蝦籠裝置，當害蟲進入內網時，被限制於內網與外罩間而無法由內網入口逃出，惟內外網構造較複雜。另一困蟲機構設計利用一個中間具有圓錐狀通道之結構設置於網體中間，將網體分為上下兩個網室，風扇將害蟲吸入上網室，並沿著圓錐狀通道進入下網室而無法飛離，此困蟲機構設計拆卸容易，成本低。

(三) 控制模組：

1. LED 控制器：依據張等（2001）針對害蟲的趨性研究結果顯示，趨光性害蟲對動態色彩的趨性遠大於相對靜止的條件。因此，本研究利用微處理器為控制核心，設計不同閃爍頻率及工作週期（Duty Cycle）之脈衝寬度調變（Pulse Width

Modulation, PWM) 電路，產生動態光源增加誘蟲效果及省電。本控制器另設有光敏電阻電路，白天可自動斷電，節省用電。



圖 2. LED 誘蟲器雛形機外觀

Fig 2. View of LED insect pest trap

2. 風扇控制器：LED 害蟲誘殺器電源需求主要為風扇驅動，因此，為節省用電且不影響誘蟲性能情況下，進行間歇性風扇啟動、運轉及停止之電路設計，利用微處理器，完成風扇啟動、運轉及停止時序控制器開發（圖 3）。



圖 3. 控制器

Fig 3. Controller

3. 微處理器控制介面：電腦與 LED 害蟲誘殺器溝通介面，可透過此介面進行 LED 害蟲誘殺器閃爍頻率及風扇啟動、運轉及停止時序變量設定控制（圖 4）。

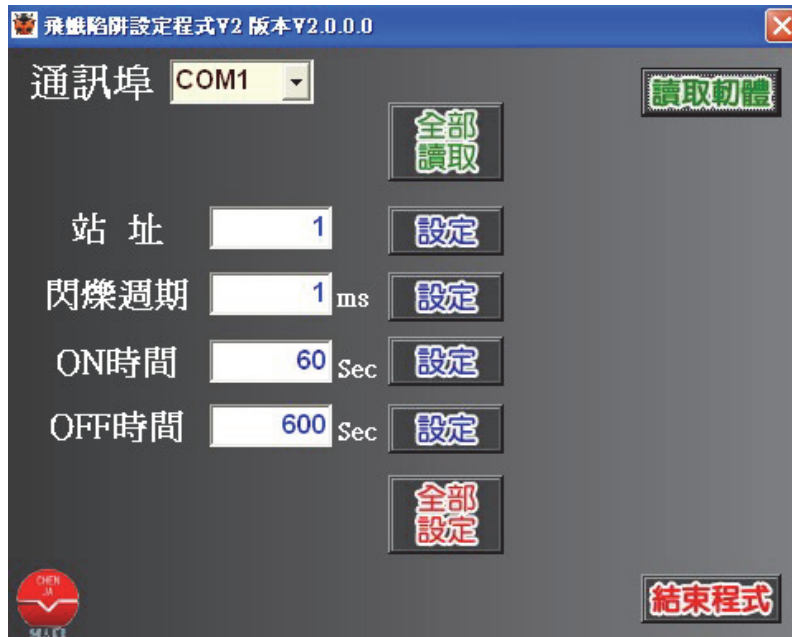


圖 4. 微處理器控制介面

Fig 4. Interface of microcomputer

三、LED 誘蟲器田間測試

本研究利用昆蟲趨光特性，以 LED 為光源吸引昆蟲靠近，再利用風扇所產生的風壓將昆蟲吸入網體內，以及藉由特殊設計之困蟲機構防止昆蟲從網體飛離，並利用控制模組分別控制發光模組與風扇自動啟閉之時序配置，進行不同波長閃爍頻率及風扇啟動、運轉及停止時序與間隔控制，LED 誘蟲器田間測試情形如圖 5 所示，誘殺效果如圖 6，測試結果顯示採用 UV LED 為光源對夜蛾類誘引效果優於其他波長，誘捕昆蟲比例以夜蛾類佔 80.7%最多，其他昆蟲佔 19.3%，具選擇性，可減少益蟲被誘殺。另發現藍光可用於蚊類誘殺，其他顏色 LED 光源對夜蛾類誘引效果較差。

四、市售誘蟲器加裝風扇間歇啟動控制器田間試驗

市售機種（聖力儀器有限公司）加裝本場研發之控制器如圖 7 所示，圖 8 為加裝與不加裝本場研發之控制器市售機種用電量比較圖，測試條件為風扇間歇運轉控制，運轉及停止時間均為 3 分鐘，螢光燈則不進行控制，其耗電量包括螢光燈、風扇運轉及周邊電路耗電量（瓩·小時，kWh）之總和，加裝本場研發之控制器市售機種耗電量為原機種之 67.1%，誘殺效果無顯著差異。



圖 5. LED 誘蟲器田間測試情形

Fig 5. Field test of LED insect pest trap



圖 6. LED 誘蟲器誘殺害蟲之情形

Fig 6. Harmful insect trapped by LED insect pest trap

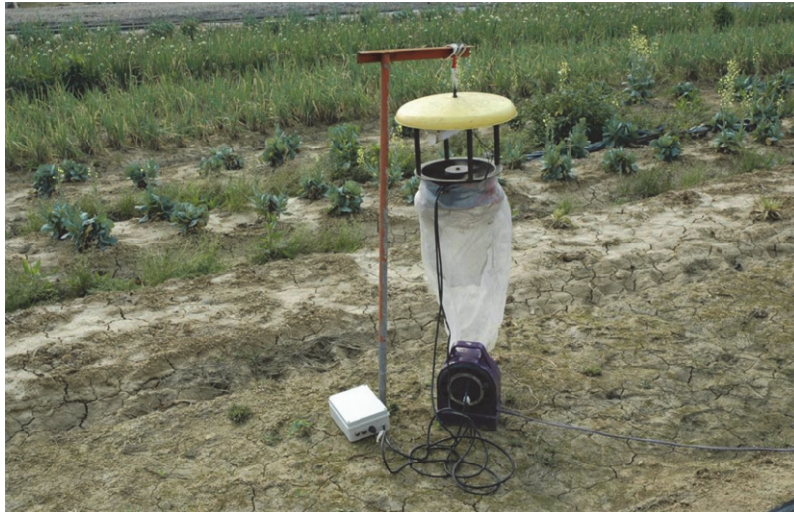


圖 7. 加裝風扇間歇啟動控制器之市售螢光燈誘蟲器田間測試情形

Fig 7. Field operation of commercialized fluorescent light's insect pest trap with intermittent control of fan power.

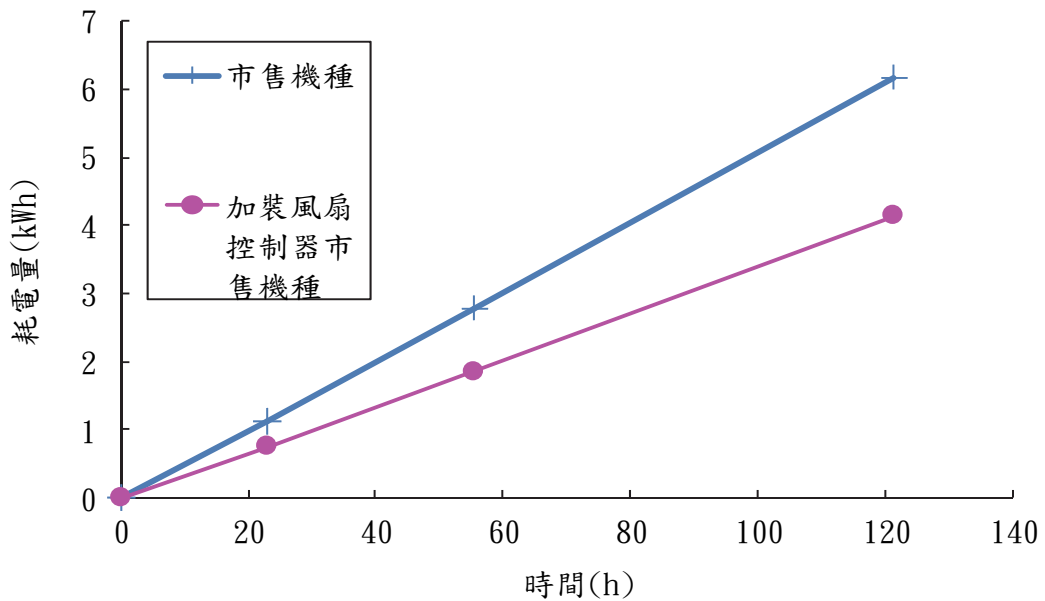


圖 8. 加裝與不加裝本場研發控制器之市售機種耗電情形比較

Fig 8. Comparison of power consumption of commercialized fluorescent light's insect pest trap with/without intermittent control of fan power.

參考文獻

- 丁岩欽。1974。夜蛾趨光特性的研究-棉鈴蟲和煙青蟲對單色光的反應。昆蟲學報 17(3):307-317。
- 候無危、楊自軍。1994。桃小食心蟲蛾的趨光性。昆蟲學報 37(3):165-170。
- 曾經洲、彭武康、高穗生。2006。黑光燈誘集稻穀倉庫害蟲發生效果調查。植保會刊 48:297-309。
- 彭武康。1984。袋裝穀倉數種積穀害蟲之族群消長及施用巴賽松對族群之影響。臺灣大學植物病蟲害 11:105-113。
- 張琳、徐爾烈、王文誓。2001。有翅型家白蟻(*Coptotermes formosanus* Shiraki)(等翅目：鼻白蟻科)的趨光性研究。臺灣昆蟲 21(4):353-363。
- 靖湘峰、羅峰、常芬、黃求應、雷朝亮。2005。不同光源和暗適應時間對棉鈴蟲蛾趨光行為的影響。應用生態學報 16(3):586-588。
- 楊恩誠、洪于善。2001。色誘昆蟲的理論基礎及其應用。跨世紀臺灣昆蟲學研究之進展研討會專輯。國立自然科學博物館印行 p.69-77。
- 劉立春。1985。單管黑白雙光燈的誘蟲效應。昆蟲學報 28(2):148-152。
- 劉達修、王玉沙。1992。非洲菊斑潛蠅(*Liriomyza trifolii* (Burgess))之藥劑篩選及黃色黏板在防治上之應用。臺中區農業改良場研究彙報 22:7-16。
- 魏國樹、張青文、周明群、吳衛國。2000。不同光波及光強度下棉鈴蟲(*Helicoverpa armigera*)成蟲的行為反應。生物物理學報 16(1):89-95。
- Dufay C., 1964. Contribution a l'Etude du phototropisme des Lepidopteres Noctuides. Ann. Sci. Nat. Zool. Biol. 12(6):281-406.
- Mikkola K., 1972. Behavioural and electrophysiological response of night-flying insects, especially Lepidoptera to near-ultraviolet and visible light. Ann. Zool. Fennici. 9:225-254.
- Vernon, R. S., and Gillespie, D. B., 1995. Influence of trap shape, size, and background color on captures of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in a cucumber greenhouse. J. Econ. Entomol. 88: 288-293.

Development of a New LED Insect Pest Trap¹

Wang-Sheng Li² and Hsi-Pin Shih²

Abstract

In this study, a LED light source is used to lure insect pest by their nature of phototaxis phenomenon. A fan is used to generate the wind pressure to inhale the insect pest into wire-netting. This special designed trap mechanism prevents the insect pests from flying away after they enter wire-netting. A control module is designed to control the time interval of lighting and fan power for saving electric energy or consumption. The insect pest trap consists of a light module, a fan, a wire-netting and a control module.

Key words: insect trap, LED, pest

¹. Contribution No.447 from Taoyuan DARES, COA.

². Associate Researcher (Corresponding author, wslee@tydais.gov.tw) and Chief of Crop Environment Section, respectively, Taoyuan DARES, COA.