

LED電照與害蟲監測的關係

What LED lighting means for pest monitoring

譯文：陳彥樺／原文：Dr. Sarah Jandricic／圖：R. LABBÉE, AAFC. and OMAFRA

前言：光照是作物生長不可或缺的要害之一。為提升作物生育品質及開花調節，園藝栽培者利用不同燈具進行補光電照，強化栽培生長。此外，田間病蟲害防治亦為作物生產管理重要的一環。本文摘譯自加拿大的溫室作物栽培園藝雜誌，提供讀者及設施花卉生產者除了作物栽培生理之外的不同視角，進一步了解光照應用於栽培管理之多樣面向，以供參考（註1）。

進一步思考LED電照可能帶來的影響

設施園藝產業向來勇於創新技術，使用LED電照即是一個改變溫室作物栽培模式的關鍵例子。LED在不到20年的時間，從初步研究測試到廣泛用於補光照明，從作物產量到能源節約，LED的使用帶來了各種收益。當技術有能力改變遊戲規則時，我們傾向於將研究精力集中在其直接影響上，例如生長時間及作物品質。但我們通常不會停下來思考並研究其間接影響可能是什麼，無論是正面的還是負面的，抑或是否忽略了其他作物生產管理面向。

溫室作物栽培管理常使用LED電照，需要考慮的間接影響主要是生產區域的昆蟲與?類等害物（Pest）以及用於防治的害物綜合管理（Integrated Pest Management, IPM）策略。在Greenhouse Canada園藝雜誌上，Dr. Sarah Jandricic（註2）撰文說明LED電照將如何影響黏蟲板上的害蟲監測，以下是她的試驗方法結果及說明摘錄。

昆蟲對光的認知接收

用於監控及大量誘捕害蟲的黏蟲板，通常是黃色或藍色，因為黃綠光及藍紫光波段普遍是昆蟲最能反應的兩個視覺光譜區段（圖1），尤其部分薊馬，對藍紫光波段最有反應。故藍色黏蟲板常用於蔬菜及花卉溫室。當使用紅光混合藍光之LED燈時，人眼接收視覺為洋紅紫色，但此洋紅紫色光（即紅藍混合光）照射在黃色或藍色黏蟲板上，昆蟲感知到的是什麼顏色，以及這是否會影響黏蟲板對害蟲的誘捕力。為了回答這些問題，Dr. Sarah Jandricic與其

團隊在溫室裡進行兩種燈具，高壓鈉燈（High Pressure Sodium, HPS）及紅/藍光LED燈，比較黏蟲板上害蟲誘捕數量的差異（圖2）。

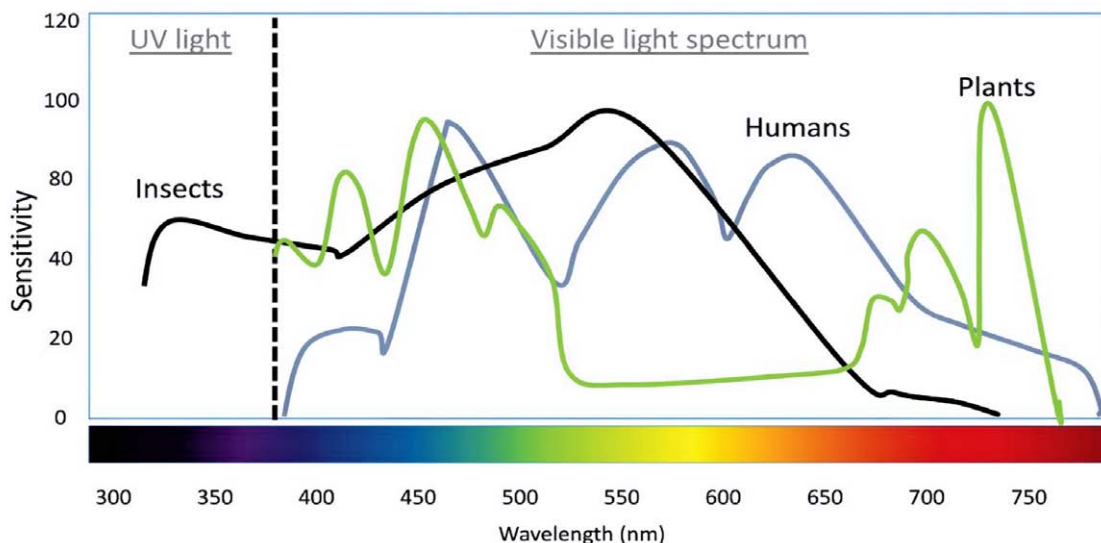


圖1. 昆蟲對光的敏感性不同於人類和植物。植物對紅色和藍色波長的光吸收達到峰值，而昆蟲對黃綠色、藍紫色波長的反應最好。Figure courtesy of R. Labbé, AAFC.



圖2. 比較黃色及藍色黏蟲紙在高壓鈉燈（HPS）下 [左] 與使用50:50的紅藍混合的LED燈下 [右] 的誘捕性能差異。Photo credit: OMAFRA.

田間試驗說明

一、昆蟲與植物

Dr. Sarah Jandricic使用菊花作為試驗材料，因為菊花生長栽培期間容易有多種害蟲。每一植床有100盆6寸盆菊花，並釋放30隻薊馬到盆菊中，使其自然繁殖兩週，而蕈蚋（fungus gnats）的發生則隨意不控管。

二、電照

每個植床的中心上方掛了一盞LED或高壓鈉燈（HPS）。LED燈具使用50:50的紅藍光比，高壓鈉燈為全波段光源。除了來自溫室上方的自然陽光，植床之間及植床沿線與其他溫室區塊共用的牆壁使用隔間遮光簾，以防止其他光源的干擾。一般來說，溫室蔬菜生產的光照強度接近 $200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 。而大麻生產，光照強度可超過 $500 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 。為強化光源差異比較結果，光照強度設置為中等強度：光源正下方焦點處（focal area）的光強度為 $350 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，依其與燈源中心距離遠近劃分光照散射區域（Bleed Zone）1及2（圖3）。

三、昆蟲監測

光源正下方的焦點和不同距離處分別設置一組黃色及藍色的黏蟲紙，植床也分為A區及B區兩個部分，兩區的黏蟲紙處理數量相同，以便提供更多數據採樣點。光照度計測試不同光照區域，其讀值隨燈下距離增加而漸減，故可研究黏蟲紙在不同燈源及照度下的是如何反應誘捕昆蟲的差異。田間害蟲監測採樣在不同的時間間隔進行，收集黏蟲紙並放入透明塑膠袋，再計算薊馬及蕈蚋的數量。試驗的操作十分貼近溫室實際生產狀況，因為光源及光強度的變化類似於使用補光電照的溫室作物商業栽培生產會遇到的情形。第一次的試驗進行了兩週，以了解光源如何在外在環境變化（如陰天和晴天）下影響黏蟲紙對昆蟲的誘捕力。

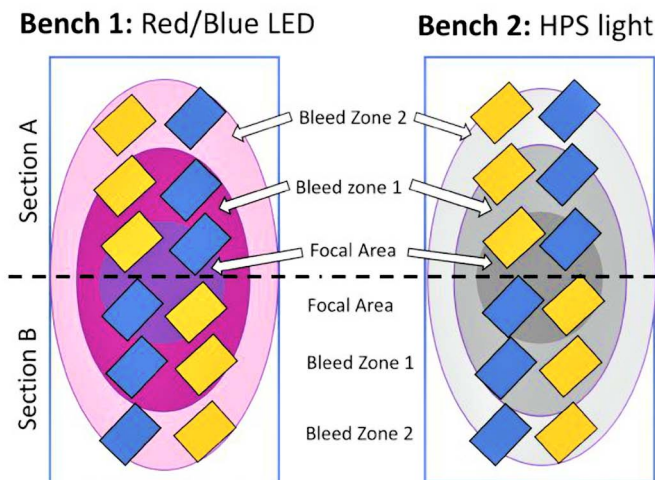


圖3. 兩種燈具對黏蟲板誘捕昆蟲之影響的試驗設置圖。每個植床包含12張在作物上方的黃色及藍色黏蟲紙。植床一為紅藍光混合的LED燈 [左]，植床二為高壓鈉燈（HPS）[右]。在光源正下方的光強度（focal area，由最暗的圓圈表示）均為 $350 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 。在第一個光照散射區（Bleed Zone 1），光強度約為 $215 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 。在LED燈的第二個光照散射區（Bleed Zone 2），光強度降至 $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 。但高壓鈉燈（HPS）的光線射程較小，第二個光照散射區其光強度與環境光照條件相似，約為 $115 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 。Photo credit: OMAFRA.

四、黏蟲紙的誘捕數量

如果黏蟲紙顏色對薊馬誘捕力沒有明顯差異，應該兩種顏色黏蟲紙對薊蟲的誘捕力應為1：1。然安大略省農業部的前期研究指出，一般自然光照環境兩週下，黃色黏蟲紙與藍色黏蟲紙捕獲的薊馬比例為70：30，與此次電照試驗的結果類似，黃色與藍色黏蟲紙捕獲的薊馬比例，平均為68：32，蕈蚋亦是相似的比例。比較高壓鈉燈（HPS）與LED燈兩種燈源下捕獲的薊馬數量，兩者之間無顯著差異（圖4）。總體而言，無論照明光源為何，在溫室設施內皆可使用黃色黏蟲紙捕捉飛行害蟲。

儘管在不同燈源下或其同一照明區域下，黃色黏蟲紙與藍色黏蟲紙捕獲的薊馬與蕈蚋的比例相似，但當比較同一光源不同照明區域捕獲的薊馬實際數量，則出現差異。在高壓鈉燈正下方（focal area）捕獲的薊馬有1,072隻，而光照散射區域2（Bleed Zone 2）只有236隻薊馬。在LED電照下的光照區域薊馬分布則相反，大多數薊馬被捕獲在最遠的光照散射區域2，燈源正下方的薊馬最少。推測高壓鈉燈與LED燈源下的最佳黏蟲紙擺放位置或距離可能不同，這仍需要進一步試驗。

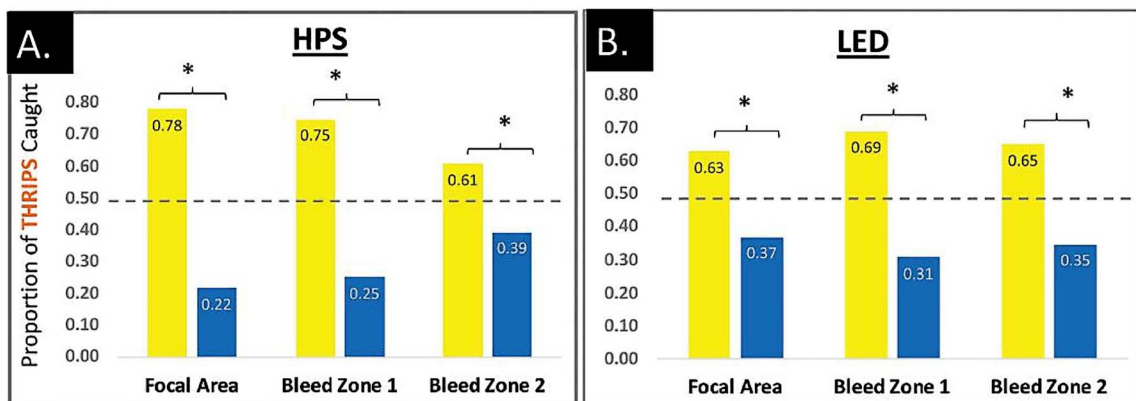


圖4. 在 A) 高壓鈉燈（HPS）或 B) LED燈的輔助照明下，在黃色或藍色黏蟲紙兩週內捕獲的薊馬比例。如果薊馬對黏蟲紙顏色沒有偏好，兩色長條柱位置應接近0.50虛線處。星號 * 說明在 $P \leq 0.10$ 時，數據與預期的50:50比率顯著不同，表示具較高長條柱的黏蟲紙顏色明顯捕獲較多薊馬。Photo credit: OMAFRA.

此外，Dr. Sarah Jandricic在完全陰天24小時的氣候狀況下進行了第二次試驗。當缺乏外部自然光源，溫室內部大部分的光線來自補光電照時，這樣的條件更接近於大型環控設施綠芽蔬菜（microgreen）的生產環境或是冬季自然光很少的高緯度溫室環境。

從圖5結果顯示，完全陰天情況下，LED燈下光照散射區域1及2的黃色與藍色黏蟲紙誘捕到的薊馬數量相近，為50：50，並非如第一次試驗結果70：30。紅藍色LED混合發出的洋紅紫色光似乎抵消了黏蟲紙顏色的影響。然而這樣的捕獲比例並未出現在LED燈正下方聚焦處，目前還不清楚可能的原因，亦須進一步試驗再確認。但這也說明，當LED是唯一的光源

時，光波段配比有可能影響一般認知上最佳黏蟲紙顏色的選擇，故需要在設施生產和立體環境栽培設施等系統中進一步測試，以了解照明類型如何影響害蟲誘捕器的有效性，以優化監測和害蟲管理。然而每個溫室設施所在地理位置與環境氣候不同，建議生產者也可在溫室設施中自行進行簡易的測試，在距光源不同距離設置至少四組成對的黏蟲紙進行兩週的快速測試，觀察不同顏色黏蟲紙和光源類型所誘捕的害蟲數量是否有差異。☺

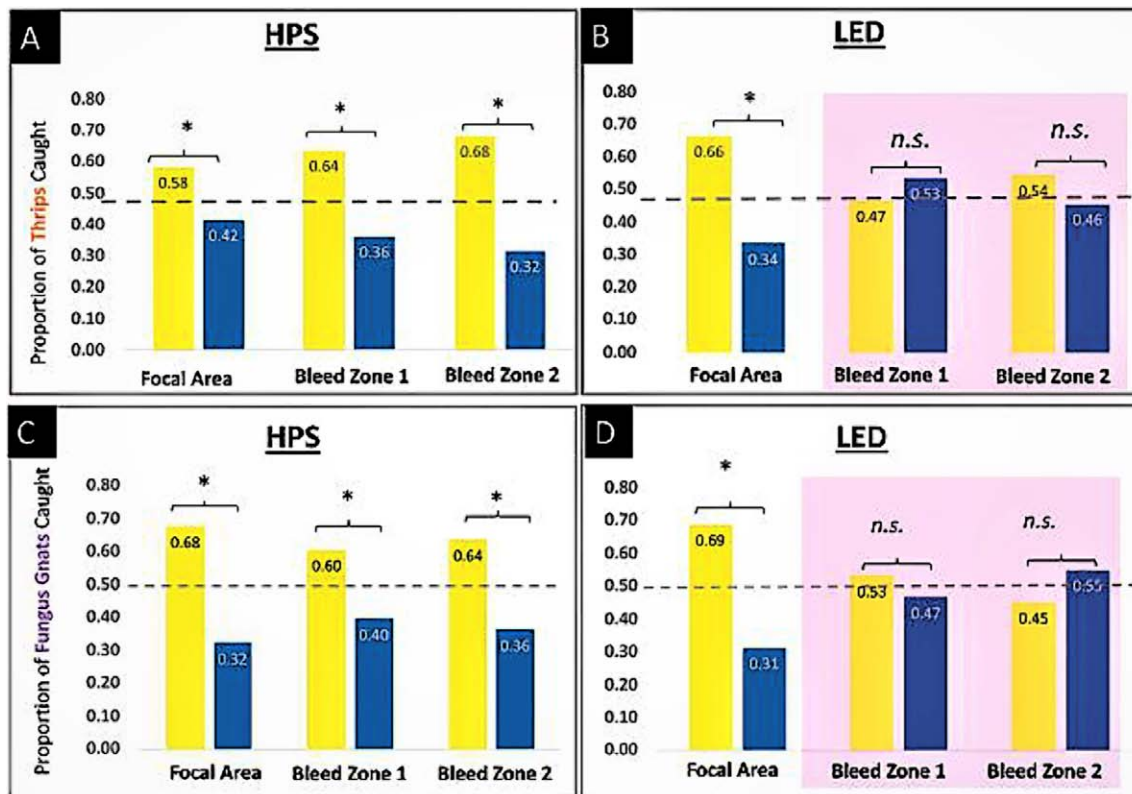


圖5. 高壓鈉燈（HPS）或LED燈下的黃色與藍色黏蟲紙薊馬（A-B）或蕈蚋（C-D）的比例。粉色底框表示LED燈改變黏蟲紙誘捕力的光照區域。如果薊馬對黏蟲紙顏色沒有偏好，兩色長條柱位置應接近0.50虛線處。星號*說明在 $P \leq 0.10$ 時，數據與預期的50:50比率顯著不同，表示具較高長條柱的黏蟲紙顏色明顯捕獲較多薊馬。Photo credit: OMAFRA.

註1:原文試驗為加拿大安大略省農業部研究人員進行及其撰寫的推廣文章，如欲進一步了解光照與田間蟲害防治之關係與技術，可諮詢國內病蟲害相關研究人員，進行討論。

註2: Sarah Jandricic博士是加拿大安大略省農業、食品 and 農村事務部（OMAFRA）的溫室花卉病蟲害綜合防治（IPM）專家。她也經營ONFloriculture部落格（ONfloriculture.com），為花卉種植者提供及時的害蟲管理資訊。

原文出處：Sarah Jandricic. 2021. What LED lighting means for pest monitoring? Greenhouse Canada 2021 Oct. p12-15. <https://mydigitalpublication.com/publication/?m=1281&i=721730&p=12&ver=html5>