

溫室節能技術與系統簡介

作者：林福源（作物環境課助理研究員）
電話：037-222111#355

作者：吳有恒（農業試驗所助理研究員）

作者：蔡致榮（農業試驗所研究員兼主任秘書）

前言

不同於露地生產，利用溫室生產蔬菜與花卉，可藉由控制溫室環境因子以增加產量與提升作物品質；同時，為獲取更高的經濟利益，種植者更希望利用溫室生產非季節性作物。為了創造適合作物栽培的環境，溫室生產無可避免的成為極度耗能的產業，節能也就成為溫室生產永恆的課題。由於能源可能是種植者最大的成本因素，因此提升能源效率以降低溫室生產成本，便成為溫室生產業者獲利的重要途徑。

溫室節能技術與系統

溫室節能可由兩方面著手，一為溫室與硬體系統；另一為溫室的管理。

一、溫室與硬體系統

(一) 自然環境考量

溫室必須最大化利用自然資源，包含光能、水及其他資源等。溫室建築必須位於日照充足地區，除可避免人工補光耗能外，又可為溫室提供熱源；再者，是否有水資源、工廠廢熱、地熱熱能或來自土壤與地下的低溫熱能可供利用亦須加以考量。

(二) 溫室隔熱與密閉性

溫室會經由屋頂與牆面之熱傳而損失熱能。雙層塑膠被覆的溫室，其能量損失會比單層塑膠或單層玻璃少，但光的傳送也較低。溫室氣密性不佳，冷風的滲透也會消耗大量的熱能。

(三) 自然通風

自然通風是最常使用的溫室降溫技術。溫室屋頂角度對自然通風相當重要，超過30°的斜率可增加通風速率；再者，當溫室挑高達6-7m時，使用遮陽網搭配自然通風可得到良好的降溫效果。

(四) 保溫網與遮蔭網

較低的保溫網位置可減少需要加溫與降溫的空氣體積，不同材料約可減少35-40%的能源使用。溫室使用內、外遮蔭網可有效的降低溫度。最佳遮蔭網應是可以反射近紅外光光源，而僅允許可見光進入溫室內部。在最大環境溫度低於33°C的地區，通風與遮蔭技術即可維持溫室良好的運作。

(五) 水牆風扇

以水牆配合風扇進行通風是目前溫室最適用的降溫技術。

(六) 蒸發冷卻

在夏季環境溫度超過40°C的區域，蒸發冷卻是溫室降溫最有效率的方法，其能顯著降低溫室內部氣溫使其低於空氣溫度。

(七) 地對空氣熱交換器系統 (EAHES)

利用大地整年26-28°C固定的地溫，在夏天時用來冷卻溫室。溫室熱空氣經由埋入地下2-4m的管子循環消散至地下土壤中。相較於控制溫室，EAHES可降低溫室內部氣溫3-5°C；不過，使用EAHES的主要缺點在於土壤鑽挖與埋管的費用，及在土壤壓力下金屬管路的腐蝕與塑膠管的劣化均無法得知。

(八) 相變儲熱技術

其利用相變儲熱材料儲存白天溫室中多餘的熱能，夜晚低溫時再將熱能釋放出來。目前有三類系統，包含1. 牆體儲熱系統；2. 地下儲熱系統；3. 室內外聯合儲熱體系統。

(九) 地源熱泵

熱泵本身消耗電能，而從環境介質中獲得數倍於自身消耗的能量，用以提升或降低溫室溫度。於溫室使用是將地下水源抽出以作為夏季熱泵制冷的冷源及冬季供熱的低溫熱源，是一種重要的能源利用技術。

二、溫室管理

(一) 溫度整合管理策略

植物光合作用、呼吸作用及光合產物的運輸與累積均與溫度變化有關。許多作物對於溫度的綜合反應是來自溫度的累加而不是溫度的變化，因此，在溫室管理上可以提高白天的設定溫度與降低夜晚的設定溫度；如此可減少白天降溫的需求，及減少夜間加溫的需求。

(二) 根區加熱

僅針對根區部份進行加熱，而不對整個溫室加熱。進行根區加熱時，可將加熱管直接埋於土壤中；對大面積生產的溫室，可利用熱水流經安裝在栽培床下直徑3-5cm的散熱鋁管進行加熱。

(三) 配合作物成長過程的生理知識，進行更有效的溫室環控作業，以提升能源使用效率。

結 語

目前並無完美的技術可滿足溫室與其內部作物所有的節能需求。溫室節能技術與系統的選擇必須考慮溫室類型、氣候條件、作物種類、設備費用、維修、操作容易性、系統可靠性、系統壽命等各項參數。因此，溫室節能最適合的技術應該是符合種植者大部分的需求，同時是在沒有增加能源的使用下，增加作物產出以獲得更大的收益。