

# 智慧型自動噴灑水霧系統



## 在作物生育管理上之應用

■農試所園藝系 施昭彰

**台**灣位處溫暖地區，每年各種作物均會存在因環境失調引起之各種生理障礙，為了保障作物穩定生產並調節產期調整市場供銷，有必要以作物生理資料配合經濟有效的自動化環境調控技術來改善生產環境。

遮陰及噴灑水霧藉蒸散吸熱降溫長久以來一直是園藝上習知之有效降溫措施。然而，無論是作物生產環境之增溫或降溫系統均必須配合作物生長之生理條件及規律加以機動有效的調節才有意義。作者針對上述訴求收集國外有關之文獻資料，加以研發，完成人工智慧型自動噴灑水霧蒸散降溫系統以克服作物之生理障礙，改善生育環境條件，初步應用在蓮霧之誘引花芽分化及催花作業，梨及桃樹之滿足低溫需求提前開花及延緩果實之成熟與某些設施作物之病蟲害物理防治上。完善的系統有待進一步的檢驗及持續的改良，並應用在其他作物產業上。

### 一、利用噴水霧降低樹冠微氣候溫度之實例：

1. 南非使用間歇式噴霧法以降低澳洲胡桃樹冠

的溫度，樹冠噴霧通常降低樹冠溫度到介於氣溫與濕球溫度之間，經過試驗一分鐘的噴霧時間對降溫較有效，持續的間歇噴霧能導致樹冠的溫度迅速下降。在大熱天，一棵噴濕的樹大約要花4~5分鐘完全乾掉而一棵乾的樹噴濕後大約花費2分鐘可降溫4°C以上。當氣溫超過45°C時，噴濕的樹冠以紅外線感熱儀偵測平均是27°C，而對照的乾樹是42°C，噴霧降溫的功效確實十分顯著。

2. 美國華盛頓州立大學利用噴霧降低蘋果果實溫度所使用的水量以每公頃每秒6公升以上效果較佳。在晴朗無雲氣溫達到40°C的條件下每公頃每秒噴6.25公升的水霧可以保持蘋果果實溫度接近所選擇的溫度範圍。經由以果實溫度為基準的自動蒸發冷卻間歇式噴霧能達到最少用水量的最佳生理效果。

### 二、國外應用噴灑水霧降溫調節作物生理之實例：

(一) 經由噴灑水霧及遮陰可以操縱桃子及油桃的開花期和成熟期。

1. 當樹溫超過18°C時藉著間歇性噴灑水霧可以延緩“陽金”及“陽富”油桃及“佛羅達金”



桃子達14天之久。以55%不織布遮陰可以提早開花展葉。某些品種噴灑水霧會造成芽體嚴重脫落。遮陰及噴灑水霧可降低形成層的溫度達5~10°C，因而延遲收穫期達~7天之久。

2. 如果在休眠期當日間溫度超過16°C時，噴灑水霧能降低油桃溫度達3~5°C而促成葉芽及花芽及早萌發。
3. 佛羅里達大學則以油桃“陽金”進行噴霧降溫，可以使休眠期的花芽提早7~11天開花。在休眠期之後連續噴水降低氣溫則延遲開花。
4. 在美國南方晚霜經常會摧殘桃花造成重大損失，因此使桃樹晚開花的方法將會是有利的，蒸散降溫可以延緩植株開花，同時對於某些地區的某些年份低溫不足以終止芽體休眠也有幫助。
5. 在肯塔基州“瑞德哈芬”桃子於休眠期終了進行灑水蒸散降溫可使花期延遲15天，並使木質部的溫度降低達6.5°C。
6. 桃休眠芽經噴霧降溫及遮陰之後，芽頂端之分生組織離層酸含量顯著降低。這一資料支持噴霧能經由溫度、光線及淋洗效應影響芽體休眠的觀點。
7. 以色列以桃芽做測試發現6°C對於滿足特定桃品種的芽體休眠最有效，10°C只有大約一半的效果，18°C則沒有效果。如果日溫保持在19°C以下，夜溫維持在13°C以下則會有累積低溫滿足休眠的效果。在溫暖乾燥的情況下有較冷涼的夜晚，桃芽的溫度可以在白天

經由噴霧降低13°C，一般而言，芽體溫度維持在5~9°C是相當尋常的。噴水霧降低夜溫的效果及潛力在於不僅消除先前低溫不足及不連續的負面效果同時也促進了先前有效的低溫效應。對於噴水霧降低氣溫系統操作的限制因素在於：可利用的水量是否充足，因為大氣中蒸散失去的水分量是相當可觀的，使用的系統是否足夠人工智慧，當噴才噴，否則不只耗水也相當耗電；良好的水質含低量鹽類並能良好過濾以免堵塞噴嘴；適當而均勻分佈的噴嘴位置及設計以及相當低的相對濕度以充分發揮蒸散降溫的效果。

(二)噴水霧能夠調節蘋果的休眠需求調節開花時間以避開不利天候。

1. 美國猶他州的科學家應用蒸散降溫的方法延遲蘋果開花達17天，延遲櫻花開花達15天之久，當氣溫高於7.2°C時即每小時間歇噴灑水霧1.8毫米。
2. 在北卡羅來娜大學蘋果“紅元帥”以樹冠上噴灑水霧降溫，當氣溫高於30.5°C時進行噴霧可以調節降溫達4.5~6.7°C。

(三)美國奧勒岡州比較噴霧和灑水對延遲梨樹開花分別達到11天(每小時噴1.070毫米)及7天(每小時灑1.044毫米)之久。

(四)噴霧降溫能促進果實著色，提昇果實品質。

果實著色的發展受到栽培及環境因素的影響，最重要的環境因素是溫度及光。溫度對花青素的累積及紅色的表現有非常顯著的效果，



低溫促成花青素的合成而高溫卻抑制此一過程。

1. 樹冠噴霧能使"煽情紅巴梨"在採收前一個月當溫度高於 $29^{\circ}\text{C}$ 時冷卻降溫除增加果實著色外，能促成早熟，維持較佳的貯藏品質。
2. 樹冠噴霧降溫對促進蘋果果皮紅色的表現有十分顯著的效果，目前已在蘋果生產上實用化。降溫除了在溫暖地區減少熱對花青素形成的抑制累積效應而促進花青素形成外尚可降低果實呼吸率而達到較好果實品質的結果，樹冠噴霧也因移去葉表的浮塵微粒而改善光合作用。
3. "優納金"蘋果以間歇式的樹冠噴霧蒸發降溫能降低陽光的傷害達 $9.4\sim 15.8\%$ ，當沒有噴霧的果實平均溫度達 $45.6^{\circ}\text{C}$ 時，噴霧能降低果面的溫度最高達 $8.1^{\circ}\text{C}$ 。噴霧能緩和果實溫度的上昇。與暴露於陽光下的果實相較，遮陰的果實僅能依賴噴霧降低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。噴霧降溫能增加酸度，對果實貯藏力有正面的效應。

### 三、國內外應用噴灑水霧抑制病蟲害之實例：

#### (一) 蟲害的物理防治：

1. 美國華盛頓州之蘋果蠹蛾利用樹冠噴灑水霧，有效減低蟲害達 $60\sim 90\%$ ，成蛾的飛行、排卵、卵及幼蟲的存活率均受到噴水顯著的抑制。

2. 加拿大及美國均有研究人員發現樹冠噴水霧對抑制梨樹的木蠹、二點葉端、癭蟎均有非常顯著的效果。
3. 在國內作者及研究同仁以噴水霧抑制甜瓜的二點葉端及銀葉粉蝨有十分顯著的效果。

#### (二) 病害的物理防治：

1. 噴水霧在病害的效果較引起爭議，在美國華盛頓州果樹試驗站的試驗結果雖發現蘋果瘡痂病、黑星病在兩年的第二年有增加但感染比率並沒有在兩年的試驗裡有顯著的改變，影響的關鍵可能在噴霧的時間，頻度，噴霧間距，噴水量。在這一方面國內外均還缺乏科學性的研究。
2. 美國華盛頓大學果樹研究推廣中心利用蘋果及巴梨的幼果以噴水遲滯濕度發現在較高氣溫下葉片濕度遲滯時間較短有較嚴重的果實疫病發生，但如遲滯時間很短則果實感病率下降。
3. 在國內作者及研究同仁如噴水霧抑制甜瓜的白粉病有相當顯著的抑制效果。

由以上結果顯示，似乎要以噴水霧達到抑制某些病害(如白粉病)而不引起其他病害的發生中間存在若干研發空間，如能徹底了解各主要病害之發病環境並利用智慧型噴霧自動化系統作短時間歇性的噴霧除抑制蟲害，提昇生理效應外，對病害的發生也能作合理的管理，這種模式的建立對於減少化學藥劑的施用上有相當正面的意義。

#### 四、克服低溫不足之相關配套技術：

在溫暖地區如台灣除了育成低需冷性品種來克服低溫不足的問題之外，農場管理上的操作對於降低樹體低溫需求也是很重要的。這些配套技術包括：控制樹體活力；整枝成水平的型式；防止晚期的營養生長並延遲冬季修剪；使用化學催芽藥劑；遮陰及使用樹冠上微噴技術以蒸散降溫降低芽體溫度等。

#### 五、建立經濟有效的人工智慧型自動噴灑水霧蒸散降溫生理調節系統之必要設計及模式：

經由試驗測知並建立欲調節作物之生理溫度資料後設定溫度及相對濕度之生理預設值作為調控作物生理之基準。基本上，一套經濟有效的人工智慧型自動噴灑水霧蒸散降溫生理調節系統應包括以下必需配備：

- (一)獨立濕度系統避雷單元：當大氣濕度達100%相對濕度時，無條件自動切斷主控系統之電源，以免系統感雷或直接遭受雷擊。
- (二)主要控制系統單元：包括大氣溫度感應器、邏輯程控器組；表面濕度感應器、大氣濕

度感應器及邏輯程控器組；時間控制器或樹體溫度感應處理器，邏輯程控器組及分區控制之邏輯模組。各型感應器與邏輯程控器經與已燒錄有不同工作模式之邏輯模組配合可執行最佳化之生理調節模式。

當大氣溫度在設定之高低臨界溫度範圍內而樹體表面濕度及大氣濕度低於其生理預設值時，系統啟動馬達進行噴水至樹體全濕後換區噴水。樹體表面濕度感應器於全區每輪次加濕後自動停止系統供水，以保留時間供樹體表面之水分蒸散吸熱降溫，俟樹體表面完全乾燥而樹體溫度開始回升後，始容許下一輪次噴水模式的持續執行，運作模式如下：

- (一)當大氣溫度雖在高低二臨界溫度範圍內而樹體表面濕度或大氣濕度已到達或高於其生理預設值時，系統不啟動給水。
- (二)當大氣溫度在高臨界溫度以上或低臨界溫度以下，則不管樹體表面濕度和大氣濕度如何，系統也不啟動給水。
- (三)當大氣溫度在高低二臨界溫度範圍內，而樹體表面濕度和大氣濕度仍低於其生理預設值時，系統啟動馬達給水。