

園產品預冷技術介紹

◎文 · 圖／江筱慧

前言

園產品採收後仍是一個有生命的活體，持續進行呼吸作用、蒸散作用、乙烯生成及其他化學成分變化等生理作用，這些生理因子會影響園產品採收後品質及貯藏壽命。為了迅速移除園產品的田間熱、減緩呼吸作用、蒸散作用及乙烯的生成速率，並降低腐敗微生物生長與繁殖速度，會藉由「預冷(cooling)」技術來冷卻園產品，以迅速控制園產品採收後溫度及減少其冷卻至最適溫度的時間，對於極易衰老劣變、需長途運輸的園產品，是減緩其品質衰敗的重要方法。本文即針對幾種常見的預冷方法，描述於後。

室冷

為最常見也最簡單的冷卻方法，即在冷藏庫中以冷風循環使園產品降溫，多用於具有較長貯藏壽命的園產品，如馬鈴薯、柑橘類及蘋果等。優點是園產品在冷藏庫預冷後就可於原位置進行後續冷藏，但缺點是冷卻速度慢，容易因為堆疊或包裝方式而導致降溫效果不均勻；而緩慢降溫，也易造成部分種類的園產品失水率增加。

使用這種預冷方式時，產品切忌緊密堆放，應使用含通風孔及底部架高的容器，每噸貯藏空間至少維持 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ 的風速，以確保冷風可流經各個容器內的園產品表面並帶走熱能(圖1)。

壓差預冷 / 強制風冷

壓差預冷為利用抽氣風扇及適當的空間阻隔，抽氣製造容器2側的空氣壓差，強迫冷風從容器一側吹入與園產品直接接觸後，再從容器另一側流出帶走園產品熱能，達到快速、一致的冷卻效果(圖2)，與室冷的冷風僅在容器周圍降溫的方式不同。

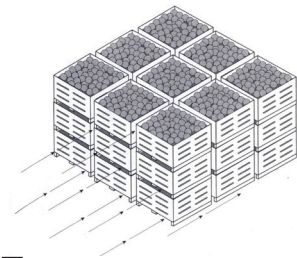


圖1. 室冷示意圖

容器堆疊應預留適當間隔，並使用具有通風孔及底部架高的容器，確保冷風能流經接觸各個容器。(圖片來源: Postharvest technology of horticultural crops)

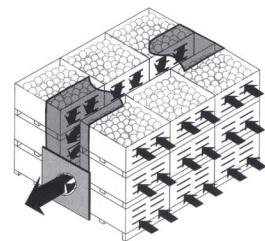


圖2. 隧道式壓差預冷

利用風扇抽氣形成的負壓，強迫容器外冷風穿過通氣孔與園產品直接接觸後達到降溫目的。(圖片來源: Postharvest technology of horticultural crops)

使用壓差預冷應依據容器的堆疊方式、園產品在容器內的排列及包裝方法，使用兼

具足夠通氣孔數量、大小及支撐強度的容器，一般在側邊或底面應有5~6%的通氣面積為宜，少數的大通氣孔冷卻速率比眾多小通氣孔為高，直條型且寬度約12mm的通氣孔比圓型者為佳(圖3)。



圖3. 包裝紙箱側邊直條型通氣孔

水冷 / 冰水預冷

水冷為利用乾淨的冰水與園產品接觸、冷卻的預冷方式，園產品內部熱能傳導到表面後直接被水帶走，因此冷卻效率比冷空氣快速，但許多產品與水接觸後反而會增加傷害、加速腐爛，因此只適用於易失水的葉菜類或耐濕的果菜、莖菜類等。

根據施用方式可分為浸水式和沖水式(圖4)，2者均需使用耐水的容器。依園產品大小，預冷時間約需10分鐘至1小時，有效率的冰水預冷，取決於是否有足夠水流速接觸園產品表面。利用冰水預冷園產品後，需立即移入冷藏庫，避免回溫。另外為減少產品傷害及病菌傳播，應注意預冷用水的衝擊力，及應經常換水及加氯(100~150ppm)消毒。



圖4. 浸水式(左)及沖水式(右)水冷
(圖片來源: <http://www.israelagri.com/?CategoryID=447&ArticleID=680>)

冰冷 / 碎冰預冷

利用碎冰裝入容器與園產品直接接觸達到快速降溫的目的，使用冰塊與水製成流動碎冰，用量約等於園產品重量，務使其均勻分布於容器內各個空隙，以提升降溫效果。置放流動碎冰後，應立即移入冷藏庫中，減緩碎冰融化的速度。此種預冷方法需使用耐濕、堅固且具有足夠排水孔的容器，避免容器內積水；運輸時如有合併裝載其他產品，應防止碎冰融化的水造成其他產品包裝的損傷。目前冰水預冷較廣泛使用在青花菜、櫻桃及部分切花產品。

真空預冷

真空預冷為將園產品置於密閉空間中，以真空幫浦抽氣使室內空氣降至極低的壓力，當環境氣壓降低時，水的沸點也跟著下降，一旦到達沸點的溫度，水分即由物體表面直接蒸發帶走熱量，使園產品在20~30分鐘內降溫冷卻。

一般常用於表面積較大的葉菜類，少部分用於芹菜、甜玉米、紅蘿蔔及番椒等，利用真空保持園產品表面及莖的乾燥，減少採收後衰變。真空預冷每降溫6℃，園產品約失重1%，故可視需求在預冷前撒水至園產品上，減少失水的影響。真空預冷設備成本高，應審慎評估是否符合經濟效益。

結語

園產品預冷與後續冷藏的需求，應區隔為2種不同的觀念與操作模式。有效的園產品預冷，必須根據園產品的種類、特性、目的與市場需求，考慮容器的包裝材質、園產品置放與容器堆疊方式，選擇適當且符合經濟效益的預冷方法，同時確實管理與監控每個環節的溫度控制，以達到創造附加價值的功能。