

# 北部地區設施短期葉菜常用預冷方式介紹及建議

作物改良科 助理研究員 廖偉翔 分機 233  
五峰分場 副研究員兼分場長 馮永富 03-5851487 分機 12  
場長室 研究員 李阿嬌 分機 106

## 前言

近年來北部設施短期葉菜農場因應新型態通路訂單(例如從原傳統批發、拍賣市場轉型至超市、便利商店、連鎖品牌餐廳、宅配蔬菜箱等)，逐步改良其採後處理流程以符合延長葉菜貯藏壽命及品質之需求。「預冷」為其中一關鍵步驟，是一種將產品的田間熱快速除去的方法，在產品不發生寒害、凍害前提下，越快降溫對保鮮效果越好。其優點在於：

- (一) 減緩生理作用，延長產品貯藏壽命：快速降低產品溫度至合理低溫，可同時抑制呼吸作用(減緩本身養分消耗)、蒸散作用(減少本身水分散失)、乙烯作用(老化荷爾蒙)及病原微生物滋生等作用。
- (二) 減少冷藏庫冷卻負荷量：產品先預冷後再進冷藏庫，冷藏庫僅需冷卻產品貯藏期間產生之呼吸熱，可減少高溫產品短時間入冷藏庫而造成負荷(田間熱一般占冷藏庫總冷卻負荷量75%)，因此，也可降低冷藏庫建造、使用成本。

目前園藝產品常見預冷方式包括冰水預冷、室內風冷、壓差預冷、碎冰預冷、真空預冷。預冷方式選擇除需考量短期葉菜本身特性，包括組織易脆(易受物理性傷害)、常溫下呼吸率高(須快速預冷)、表面積大蒸散係數高(失水快)等特性外，還需考

量使用有效性(貯藏壽命是否延長)、使用及建造成本(單位公斤葉菜增加成本)、使用方便性(一次處理量及省工程度)、安全性(人員可否安全操作及是否有溫度或時間控制)等。本文以北部農場常見之冰水預冷、室內風冷、真空預冷做介紹，期能做為農友繼續精進的參考依據。

## 預冷方式介紹

### (一) 冰水預冷(後續簡稱水冷)：

水冷是利用冷水沖淋或浸泡產品，冷水接觸產品時將田間熱帶走。操作方式分為分批式、連續式2種，水冷處理方式可分沖淋式及流水浸泡式2種(圖1)。分批式指一次處理一定數量產品，通常設有吊車或拖板車方便一次搬運預冷。連續式指連續處理數件產品，設有鏈條輸送帶，將產品放在輸送帶上慢慢通過水冷區。

以帶根葉菜為出貨型態之農場，部分因暫貯時間短(拍賣、批發市場販售)，且通路有品質(脆度)要求，故多採用水冷。水冷降溫速率快(僅需1~5分鐘，因水吸熱效果好)、成本便宜、操作安全(水溫及預冷時間固定)，再加上預冷前已有常溫水清洗根部的步驟(帶根採收葉菜)，故為北部帶根葉菜農場最常見的預冷方法。使用水冷時應注意：

1. 避免水溫太低發生寒害：夏季葉菜預冷水溫低於5°C易發生寒害，例如薤菜以5°C水冷沖淋10分鐘，貯藏7天後葉菜損



分批式沖淋冰水預冷。



連續式浸泡冰水預冷。

▲圖 1. 短期葉菜冰水預冷。

耗率明顯增加。

2. 水冷處理量(蓄水量)是否足夠：冷水蓄水量不足，會使水溫回升太快，建議於原冷水系統外加製冷機組或加大蓄水池以維持水溫。
3. 冷水均勻流入產品：建議控制沖淋流速在5~10公升/平方公尺/秒、包裝規格改小或改為浸泡式水冷，均可增加預冷均勻度。
4. 水質控制：水冷用水若循環使用會累積葉菜殘體及病原微生物，建議水冷用水須定期更新，或加入殺菌劑(如100 ppm次氯酸水)，另，次氯酸水需注意：

(1) pH維持於中性(6.0~7.5)：因pH值高於7.5時水中有活性之次氯酸鹽( $\text{HClO}$ )會轉換為無活性之次氯酸鹽( $\text{ClO}^-$ )，降低殺菌效果( $\text{HClO}$ 的殺菌效果約是 $\text{ClO}^-$ 的80倍)，而pH值低於6.0時會產生氯氣( $\text{Cl}_2$ )對人體有害。

(2) 需定期監測濃度：次氯酸水易因陽光照射、和水中有機物及空氣反應、高溫(超過40°C)而降解。

(3) 濃度符合法規標準：若農場直接用於截切生食蔬菜消毒，水中總氯濃度不得高於100 ppm(可參考衛生福利部「降低截切生鮮蔬果微生物危害之作業指引」)，且處理後需再以清水洗淨或其他適當處理，使葉菜殘留濃度不超過總有效氯1 ppm。

(4) 田間管理最重要：若葉菜已在田間被感染病原(如莧菜白銹病)，即使用100 ppm次氯酸水水洗處理葉菜，對貯藏期間葉菜損耗率抑制有限。

水冷詳細操作及優化方式可參閱前篇桃園區農業專訊122期「北部地區設施短期葉菜改良式冷水預冷技術介紹」。

## (二)室內風冷(後續稱室冷)：

利用冷藏庫內冷空氣接觸籃內葉菜降溫之方法，室冷較其他預冷方式簡單便宜省工(推入冷藏庫即可)，操作得宜時，腐爛率比水冷的低，但降溫速率較慢，例如15公斤籃裝小白菜需室冷1~6小時才能完整降至貯藏溫度。目前北部部分農場因葉菜採收直接去根，不需常溫水洗，且通路要

求暫貯時間長(葉菜含水率高時易有葉片水浸腐爛)，故多採用室冷。採用室冷時應注意：

1. 冷藏庫內溫度均一：確認庫內的冷風循環路徑上各處溫度均一，且路徑上注意產品堆疊不可過高，避免擋住冷風流通。
2. 冷藏庫風速控制：風速在1~2 公尺/秒降溫效果較好，待預冷作業完畢時，風速可降為0.05~0.1公尺/秒進行貯藏，避免葉菜因風速過強而失水。
3. 冷風進出產品流暢：產品堆積方式需讓棧板間、棧板和冷藏庫牆壁間留有10~20公分空隙通風降溫，另，物品堆疊方向需與冷藏庫風向平行，且塑膠籃至少要有1側可和空氣接觸，最好是能對向2側(1側冷風進，1側冷風出)(圖2)。
4. 冷藏庫製冷系統冷凍噸數管理：若冷凍噸數不足，當高溫產品一次入庫時冷藏庫內因熱量過高，使產品冷卻太慢，無法達到預冷的效果。建議大量產品室冷

可採分批入庫。另，若將製冷系統分為數個小單位，例如10噸冷卻系統可分為2個5噸冷卻系統，室冷時2個系統全開，平常貯藏時僅開1個系統即可，可節省室冷成本。

5. 冷藏庫溫度波動控制：減少冷藏庫開啟的次數和時間，避免冷藏庫溫度上升。部分生產葉菜農場因冷藏庫每天都會進出貨(頻繁開關門)，故有設置塑膠門簾、空氣門等防止冷風逸散措施。
6. 葉菜保濕：葉菜類表面與體積比大，水分容易蒸散。故建議葉菜室冷完後以打洞塑膠袋包裝或是預冷前淋水(圖3)以維持葉菜濕度。

## (三)真空預冷：

真空預冷是將產品放置於真空艙內，在低壓環境下(壓力降至4.6毫米水銀柱時，水的沸點降低至0°C)，水分會從產品表面沸騰，迅速汽化帶走田間熱。一般產品每降低5°C約會失水1%，葉菜真空預冷後失水比例為1%~5%不等，因真空預冷時水分



▲圖 2. 冷風進出產品流暢。塑膠籃前後2側可和空氣接觸，冷風由塑膠籃側邊進，從中間的預留通道(右下紅框)出。



▲圖 3. 葉菜採收後集中於棧板或是推板車上，淋常溫水保濕降溫再進冷藏庫內室冷。

由產品表面均勻散失，只要失水率在5%以下，產品因真空預冷所造成的萎凋情況並不明顯。短期葉菜類因體表面積大故適合真空預冷，且真空預冷單次處理量大，以3棧板真空預冷機為例，相較常見之水冷(處理10公斤/分鐘)，處理速率為54公斤/分鐘，且處理時間僅需約20分鐘。不過目前北部地區小型農場多有自己的通路及對應的水冷、室冷設備，而真空預冷設備經費高達百萬元以上，且需先確認是否有獨立電源及土地合法性(若長久使用)，故目前較不普遍。使用真空預冷時應注意：

1. 處理量固定：若真空艙內僅處理小量葉菜，容易因大量水氣被抽走，使預冷溫度過低，因此，真空預冷需累積一定葉菜量再進行處理，但等待時間不可過長，葉菜易失水萎凋。部分農場會於採收前在葉片表面稍微噴水，或是預冷前淋水的方式保濕。

2. 避免葉菜寒害：

(1) 將寒害型與非寒害型蔬菜分別預冷：一般寒害型蔬菜(如薤菜、莧菜和甘藷葉等)目標預冷終溫在7~10℃，非寒害型(如十字花科的小白菜、油菜、青梗白菜和小松菜等)在0℃，詳細可參考衛生福利部食品藥物管理署之「生鮮蔬果建議儲運溫度參考資料」設定目標預冷終溫。若不確定預冷終溫，可先將冷凝器設定-3℃~-5℃，逐次調降真空艙壓力做測試(從30毫米水銀柱開始調降)。

(2) 調高預冷終溫：真空預冷降溫速度快，部分夏季葉菜預冷終溫須高於平常設定，以去根薤菜為例，因其表

層面積大(包括外表及內腔)，故真空預冷時降溫較一般十字花科葉菜快速，建議去根薤菜操作時設定預冷終溫在20~25℃(實際預冷終溫會落在15~20℃)。

(3) 準確量測菜心溫度：若熱電偶(溫度計)未刺入菜心去量測葉菜溫度(圖4)，而是刺入菜籃內孔隙量測空氣溫度，會使量測預冷終溫偏高而實際葉菜預冷溫度過低產生寒害，建議可使用較細的熱電偶準確刺入菜心。



▲圖4. 測量去根薤菜溫度需將熱電偶確實刺入莖空腔內。

## 結語

綜合本場產業輔導心得，北部地區設施短期葉菜常見預冷方式為水冷及室冷，其使用和建造成本低於真空預冷，且安全性高，但使用方便性卻不如真空預冷，建議農場可優先採用水冷或室冷，待處理量(產量)提升至一定規模後再考慮採用真空預冷。而目前本場也針對傳統通路農場之水冷進行優化試驗，使其葉菜貯藏壽命及品質可達到新興通路農場標準，以提高傳統通路農場之收益並期望可帶動產業逐步轉型。