

# 預冷技術穩定貯後品質 外銷鳳梨集貨場導入壓差

1 陳思如

## 一、前言

鳳梨為臺灣重要外銷水果，2020年生鮮鳳梨出口量約4.6萬公噸，產值高達新臺幣85.7億元，外銷國家為中國大陸、日本、香港、新加坡等。2021年3月起，中國大陸停止臺灣鳳梨輸入，外銷市場轉往香港及日本，業者亦積極拓展中長程外銷市場，如韓國、新加坡、馬來西亞及澳洲等，由於航程時間增加，對於採後保鮮技術的需求更加急迫。臺灣外銷鳳梨以「台農17號」（金鑽）為主要品種（圖1），其風味香甜、果肉細緻、果心可食、糖酸比高，但



| 註1：行政院農業委員會高雄區農業改良場。



圖1. 臺灣外銷優質金鑽鳳梨。



圖2. 4月中旬上午採收的鳳梨果心溫度可高達35°C以上，需於裝櫃前預冷至接近最適貯運溫度13°C。

較不耐貯運；加上受到疫情的影響，貨櫃船班不穩定，貨櫃等待及航運時間延長，對於外銷鳳梨貯後品質構成極大的威脅。

## 二、採後精準的溫度管理對外銷鳳梨品質的重要性

「台農17號」外銷鳳梨主要面臨的品質問題包括果梗切口污斑（底黴）、果實內部褐化（寒害）及病害（如黑腐病、小果腐敗病、果肉發酵等），其次為熟度不足、過熟老化等。在上述品質問題的風險管控上，除了提升田間管理技術以外，在採收之後，「低溫」是一道最基本而關鍵的保鮮措施。鳳梨產季中，4月中旬上午採收之果實溫度即可高達35°C以上（圖2），下午果溫更可能高達40°C以上，而「台農17號」適當之貯運溫度為13°C，顯示建立採後果實有效降溫

的策略及方法，提升溫度管理的精準度，為拓展臺灣鳳梨外銷極迫切需求。

## 三、外銷鳳梨採收後預冷程序

「預冷」是農產品進入冷鏈的第一步，目的是移除田間熱，並使產品降溫至接近最適貯運溫度。預冷作業必要時可分階段進行，以外銷鳳梨為例，採收後應儘速運送至包裝場，初步利用風扇、水冷或置放於冷藏庫中移除果實田間熱，使果溫降至30°C以下，目的為減緩其代謝及蒸散速率，避免過熟及老化。在常溫集貨與包裝環境條件下，應儘速完成包裝作業並將成品移入冷藏庫預冷，縮短果品採收後在高溫環境留停的時間。

果實包裝後在冷藏庫中降溫速度快慢會依冷藏庫效能及裝載貨量而有差異。研究的案例中，果溫28°C的鳳梨以紙箱包裝後進行棧板堆疊，在設



圖3. 頂吸式壓差預冷設計可供單棧板貨量使用。



圖4. 可執行頂吸式壓差預冷的鳳梨成品紙箱，上蓋與底部需有垂直方向對應的開孔（左）。

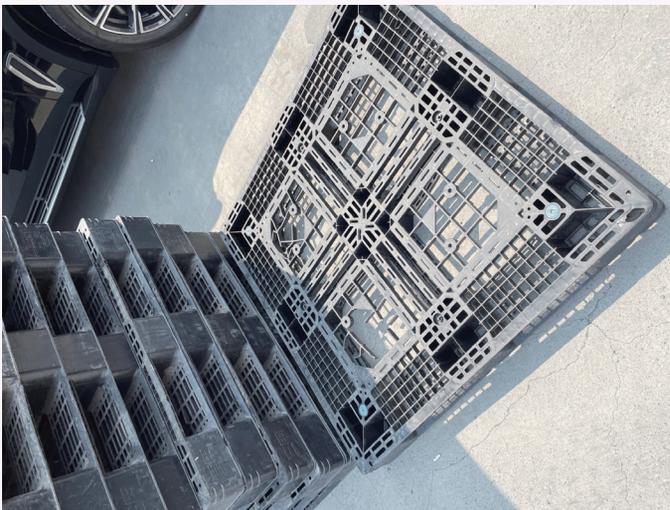


圖5. 適用於頂吸式壓差預冷的柵狀棧板。



圖6. 頂吸式壓差預冷機運作時，貨品周圍覆蓋帆布，由頂部的風扇抽風製造腔內負壓，迫使冷空氣進入紙箱，加速產品降溫。

定 12℃ 的冷藏庫中存放 24 小時，果溫僅能降溫至 17℃。但一般的外銷集貨包裝作業條件下，包裝後到上櫃前頂多僅有 10~13 小時的室冷時間，甚至許多情況下包裝後必須當天裝櫃出貨。因此在炎熱的採收季節，亟需導入更有效率的降溫方法，其中壓差預冷已被驗證可大幅縮短鳳梨包裝成品的預冷時間。

#### 四、外銷鳳梨導入壓差預冷

壓差預冷原理為透過抽風扇產生負壓，迫使冷藏庫內的冷空氣進入包裝容器內，通過產品周圍並帶走熱量，達到加速降溫的效果。壓差預冷有多種形式，包括：隧道式壓差預冷、頂吸式壓差預冷及冷牆等，其中頂吸式壓差預冷運作規模彈性大，適合國內中、小型

規模的集貨場(圖3)。頂吸式壓差預冷應用於紙箱包裝後的農產品時，其紙箱上蓋與底部需有垂直方向對應的開孔(圖4)，貨品包裝後堆疊於柵狀棧板上(圖5)，保持各層紙箱的開孔可連續通透，並將整個棧板的貨品置入壓差預冷設備的艙室中，周圍覆蓋帆布，再開啟頂部的風扇抽風製造艙內負壓(圖6)，使冷藏庫中的冷空氣經由棧板孔隙進入最底層紙箱，經由上下對應開孔垂直通往上層紙箱，再由頂部的風扇將空氣抽出，以使箱內的熱氣帶走。頂吸式壓差預冷設施(中華民國新型專利M592654)是由行政院農業委員會(簡稱農委會)農業試驗所黃肇家博士開發，原應用於外銷蝴蝶蘭苗的預冷，經測試對外銷鳳梨果品包裝後至裝櫃前的降溫亦相當適用。

在壓差預冷的應用策略上，建議可以定時方式制定預冷流程，執行上較順暢。產品包裝後於預冷庫進行壓差預冷作業固定約2小時的時間，目標使產品降溫至 $20\sim 22^{\circ}\text{C}$ ，再移至 $13^{\circ}\text{C}$ 的待出貨冷藏庫中繼續降溫並等待裝櫃(圖7)，騰出預冷庫空間及壓差預冷設備，供繼續處理下一批包裝好的果品，以達到較高的周轉率。

頂吸式壓差預冷設備每臺可供一個棧板的貨量使用，商用機型亦可訂製多風機同時供多個棧板貨品預冷。根據單棧板測試機型所得之降溫速率參數，果實進入集貨場時溫度約為 $34^{\circ}\text{C}$ ，利用風扇通風降溫，進入包裝線時果溫為 $28^{\circ}\text{C}$ ，包裝後於 $12^{\circ}\text{C}$ 預冷庫進行壓差預冷，每次處理量48箱鳳梨(480公斤)，運作2小時可使

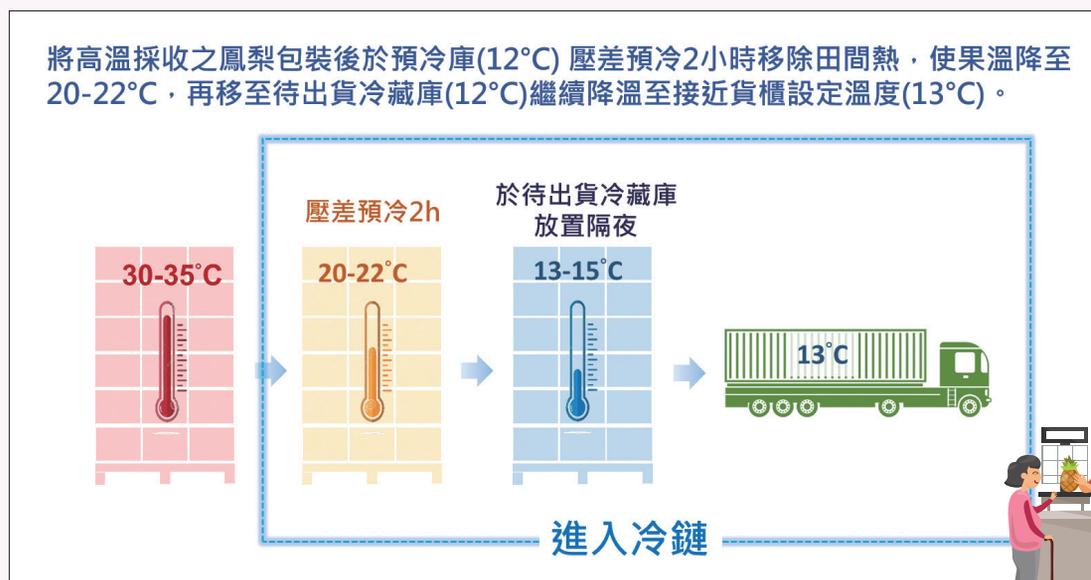


圖7. 外銷鳳梨壓差預冷應用策略。



果溫由 28℃ 降至 20℃，於此同時，同一預冷庫中以同樣包裝及堆疊方式進行室冷（未放入壓差預冷機）的果實，2 個小時後果溫仍高達 26℃，顯示利用壓差預冷可大幅提高預冷效率（圖 8）。

相較於不預冷或傳統室冷，外銷鳳梨包裝後導入壓差預冷 2 小時的流程，可減緩貯藏期間果皮轉黃及老化，維持較新鮮的產品外觀及內部果肉色澤，有助於提高商品價值（圖 9）。根據以往的研究，採收時轉色程度較高的鳳梨不僅有較好的風味，貯運後的內部褐化寒害程度亦較綠熟果輕微，但若無良好的預冷作業，採收成熟度較高的果實可能在貯運過程中過熟老化，使外觀品質下降。因此，導入有效率的預冷作業，將有助於維持外銷鳳梨外觀新鮮度，搭配適當的栽培與採收成熟度，可望有效提升我國外銷鳳梨品質。

## 五、未來展望

壓差預冷技術於臺灣外銷鳳梨仍處於產業實證階段，目前正於示範場域建置商用機型，未來可望進一步進行產業化的評估。技術開發過程中，輔導合作業者改良的上下開孔紙箱，因有助於成品降溫，已普遍獲外銷鳳梨貿易業者採用，因此，目前多數業者的外銷紙箱已能配合本技術之應用。而在集貨場的冷藏庫配合條件，執行頂吸式壓差預冷

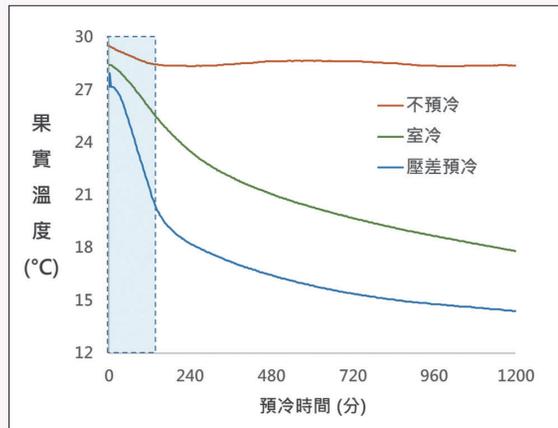


圖 8. 外銷鳳梨包裝後之成品果實溫度降溫曲線比較圖。壓差預冷及室冷 2 小時後移入待出貨冷藏庫，壓差預冷運作 2 小時期間（淺藍色虛線範圍內），果實溫度由 28℃ 降至 20℃，室冷果實溫度為 26℃，不預冷果實仍 28℃。

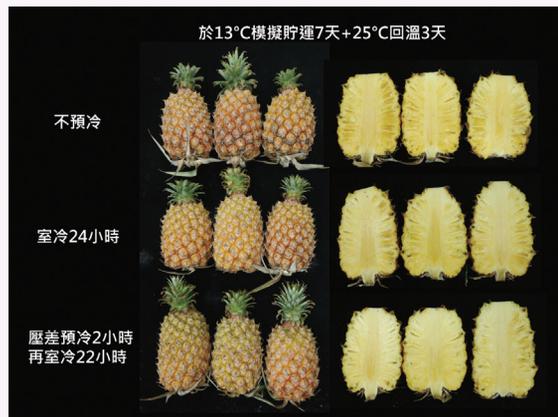


圖 9. 鳳梨採後導入壓差預冷，有助於減緩貯藏期間果皮轉黃及老化，維持果肉新鮮度，並減少果實失重率。

的冷藏庫高度建議至少 3.5 公尺，並應有較高的冷凍負載能力，以及時移除壓差預冷時帶出產品的田間熱及呼吸熱。近年來，農委會農糧署針對具規模的合法設置集貨場有提供冷鏈設施設備補助，而農委會國際處亦推動外銷鳳梨棧板作業的獎勵，業者若有導入壓差預冷的技術問題，請逕向農委會高雄區農業改良場或農業試驗所洽詢。