

紅龍果預冷技術之簡介與應用



農試所作物組 林妤姍 徐敏記

農試所退休人員 黃肇家

農試所植病組 林筑蘋

一、前言

紅龍果原產於中南美洲，為仙人掌科(Cactaceae)三角柱屬(*Hylocereus*)多年生攀緣性肉質植物。早年引入台灣時產量較低且果實小，經濟栽培不廣，但由於具自交親合性，不須人工授粉即可著果，且育成大果高甜度的品種，利用扦插方式栽培一至兩年即可收穫，白肉品種收穫期自5月中旬至11月底，紅肉品種甚至可收成達9個月，或利用燈照方式進行產期調節幾乎可全年生產。因生產技術成熟使種植面積急遽擴張，依據農情報告資源網統計資料，108年國內栽培面積為2,813公頃，總產量逾69,717公噸，盛產期集中在7-8月，亟需短期貯藏與外銷等產銷調節措施，紓解盛產壓力。目前外銷以紅肉品種為主，紅肉品種相較東南亞各國所生產的品質與賣相均優，較具競爭優勢，108年主要外銷地區為中國大陸(41.3%)、香港(38.4%)、加拿大(14.6%)及新加坡(33%)，外銷量計430公噸。紅龍果採收後若未經妥善處理，會因果實鱗片脫水與老化，縮短櫥架壽命，而外銷至不同國家須要維持到港後仍保有高品質與櫥架壽命3至5天，因此採收後處理技術的需求日漸增加。本文就紅龍果預冷技術之應用簡介如下。

二、紅龍果預冷處理與貯運現況

紅龍果於較高溫的田間採收時，帶有高田間熱，因此果實內部的蒸汽壓(vapor pressure)很高，若急遽置於冷藏庫中(除冷藏庫特別設計高濕式外)，常因蒸氣壓差的因素，導致果實鱗片失水、枯黃、捲曲使品質降低賣相差。另外帶高田間熱之紅龍果直接置入冷藏庫中或堆疊貯放導致降溫速度緩慢。因此採收後如能先行「預冷」(pre-cooling)，將果實溫度降低以利移除田間熱，除了可減少果實失水外，也可減輕冷藏庫負荷能力，同時能在最短的期間內把果實溫度降至適當的貯藏溫度。若無預冷，因成

作者：林妤姍助理研究員
連絡電話：04-23317135

熟度高的水果較不易運輸貯藏，因此需要提早採收以避免老化情形產生。

一般預冷方式共分為壓差預冷(forced-air cooling)、室冷(room cooling)、冰水預冷(hydrocooling)、真空預冷(vacuum cooling)與碎冰預冷(pack-icing)等。紅龍果為新興果品，適宜之預冷方式與設備尚需更進一步之試驗，而目前內銷果實如需低溫貯藏或短程運輸販賣，可於摘採後將果實裝入有孔塑膠籃平均置放並減少堆疊，並置於通風陰涼處，必要時可利用電風扇增加空氣流動，冷風流速需達每秒1至2公尺以上，但仍需注意勿直接長時間對吹果實，避免空氣流動過速、時間長使鱗片失水萎凋；如有冷藏庫也可進行庫內預冷處理(室冷；使用高濕冷藏庫)，此時注意堆放塑膠籃要留有通風通道，讓更多的果實面積與流動之冷空氣接觸，避免出風口長時間直接對吹果實，以循環風緩慢吹送(低於1 m/s)為佳。

本所作物組採後處理研究室於108年進行紅龍果預冷試驗，包括室冷及壓差預冷。室冷部分，測試紅龍果自產地採收後裝籃以5℃室冷，比較不同擺放位置及大中小果的降溫情形，結果顯示，降溫速度依序為下籃、中籃及上籃，降溫速率以小果(11-13兩，410-480克)速率最快，依序為中果(14-17兩，480-675克)及大果(18-20兩，675-750克)。大果果心達7/8預冷期(約7-8℃)。當溫度降到產品最初溫度與冷卻介質溫度差的一半時，所需的時間稱半預冷時間。一般用7/8預

冷時間(3倍的半預冷時間)作為商業上操作的實際估計約11.5小時，到達庫溫約23小時(圖一)。由圖一可知，不論擺放位置或果實大小，果心溫度均在處理23小時後達庫溫。另外實測產地果實降溫效率，以台灣傳統10斤包裝(6公斤紙箱)裝箱後，於通風良好且穩定的3℃冷藏庫下，果心溫度初期為32℃，大果降至10℃需時9.5小時，約12-13小時降至7-8℃，約26小時達庫溫3℃(圖二)，小果降至10℃約8小時，約10.5小時降至7-8℃，是以考量小果至大果之降溫至10℃介於8-9小時之間，彼此差距約1-2小時。整合以上，大小果降溫趨勢方面，在3℃產地室冷裝箱(圖二)與本所冷藏庫測試5℃室冷裝籃情形相同(圖一)，皆為小果降溫速率較快；在降溫速度上，5℃室冷裝籃預冷3小時為16-20℃，3℃室冷裝箱在處理3小時後之果溫為20-22℃，顯示裝箱後會延緩降溫。

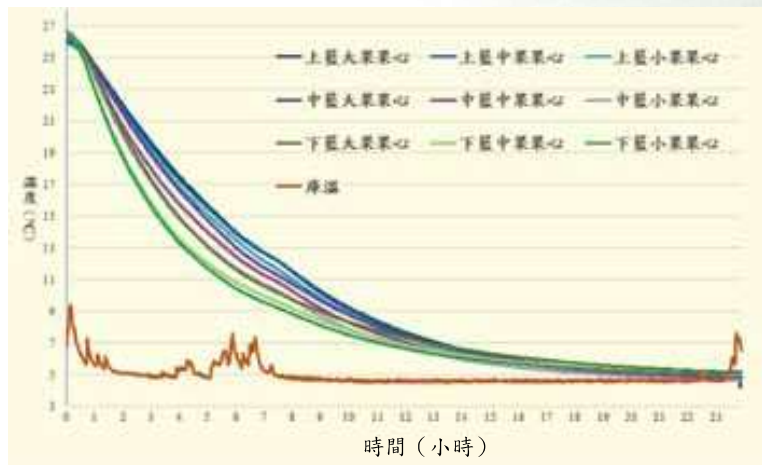
壓差預冷方面，將紅龍果裝籃後，採用本所開發的頂吸式壓差預冷設備，以18℃進行預冷去除田間熱，採7/8冷(19.5℃)，可配合包裝場溫度，溫差較低可使果實不致回溫產生凝結水。以中果為例，果心溫度初期為30℃，以頂吸式壓差法預冷處理達7/8冷(19.5℃)約2小時，失水率0.14%；室冷達7/8冷(19.5℃)約22.5小時(圖三)，失水率0.71%，降溫效率達10倍以上，結果顯示頂吸式壓差預冷較傳統裝籃或裝箱後室冷可以快速降溫，可作為採收後預冷之選擇。初步模擬加拿大貯運(5℃ 21天)及20℃櫥架販

售3日，對照組與處理組兩者外觀差異不大(圖四)。本試驗需進一步將對照組之降溫與品質仿照商業現場操作，以及進行提高濕度之壓差預冷效果測試等。

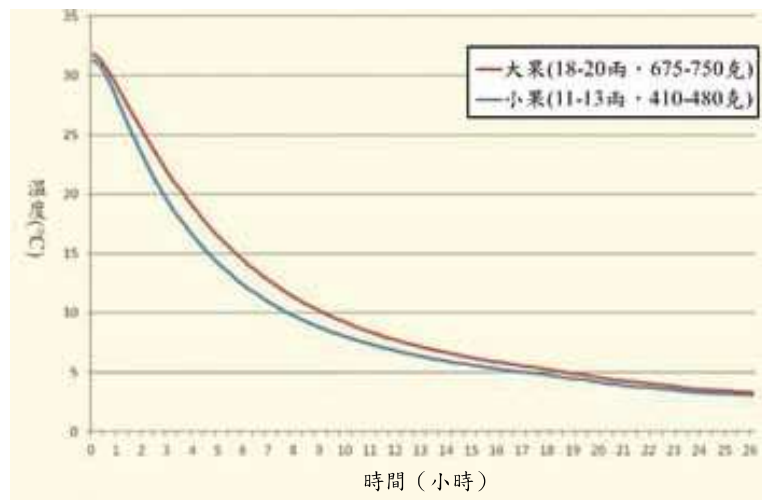
在成本比較上，壓差預冷抽風機所需電費每小時1.2元，而小型頂吸式壓差預冷機組造價約8萬元，適合小型具有冷藏庫(1小時所需電費約12元)之農場或合作社使用。頂吸式壓差預冷僅需2小時即可達7/8預冷溫度，所需電費為26.4元，冷藏室冷則需23小時才能達到7/8預冷溫度，所需電費為276元，顯示頂吸式壓差預冷可快速縮短預冷時間及電費成本。壓差預冷約每批次操作時間約2小時，每日約可操作5批，可運用於分批採收及進倉應用與彈性。本研究室研發之「頂吸式壓差預冷設施」業於109年4月1日取得新型專利第M592654號(圖五)，並於109年度完成技術移轉。

三、結語

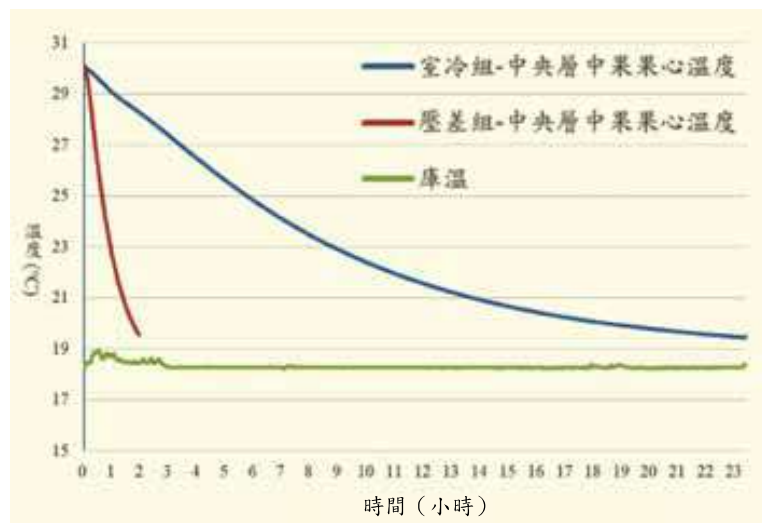
紅龍果近年因選育出高甜度且具自交親和性的品種，加上病蟲害較少等特性，全台栽培面積大增，於盛產季面臨不小的銷售壓力，加上紅龍果



圖一、紅龍果裝籃後以5°C室冷法預冷，不同擺放位置之大小中型果實降溫曲線圖。



圖二、紅龍果3°C室冷裝箱中間層紙箱大小粒果實之降溫曲線。



圖三、紅龍果裝籃後，於18°C以室冷法及頂吸式壓差法預冷之中央層中果果心降溫曲線。



圖四、模擬加拿大貯運(5°C 21天)及20°C櫥架販售3日，對照組(上)及壓差預冷組(下)果實之外觀情形。



圖五、「頂吸式壓差預冷設施」實機。

開花與收成常有「大、小水」(短時間大量收成與少量收成)情形，因此短期貯藏維持良好品質與櫥架壽命十分重要。另近年來政府大力推動果品外銷，除日本外，目前鎖定免經蒸熱處理之港澳或東南亞國家。而外銷加拿大等須長程運輸的國家，是可嘗試的選擇，但須注意出口需長時間貯運，採收前園區清潔與病害控管事項(運到港澳或東南亞國家亦須注意)。此外，經由外銷標準作業流程的建立，並納入預冷技術與冷鏈管理，可使鮮果外銷品質更能維持，進而增加整體通路銷售的多樣性。

四、參考文獻

- Fricke, B.A., 2006. Precooling fruits & vegetables. *Ashrae Journal* 48, 20–22.
- Thompson, J.F., F.G. Mitchell, T.R. Rumsey, R.F. Kasmire, C.H. Crisosto. 2008. *Commercial Cooling of Fruits, Vegetables and Flowers*, Publication 21567, Revised Edition, University of California, 1:2-3, 2:14, 5:33, 7:38.
- 李允中、林棟樑(2005)台灣園產品預冷的研究與推廣。園產品採後處理技術之研究與應用研討會, p221-227, 台灣，台中。
- 林棟樑、王自存(2001)。蔬果預冷保鮮技術。台南區農業改良場技術專刊 90-6 (No.115)。台灣，台南。
- 林棟樑(2000)。影響非結球型葉菜類壓差預冷降溫速率之因素。台灣大學園藝學系。博士論文。