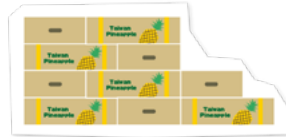


PART
04

徐武煥副研究員、李柔誼助理研究員

鳳梨包裝集貨場升級改善



包裝集貨場是鳳梨採收後到出貨前的重要轉運站，鳳梨在此歷經集貨、選別、外觀清潔、創口處理、分級、預冷、包裝、暫存及出貨作業，這些作業流程及外在環境的變化都影響著鳳梨果實的品質，特別是集運方式、作業環境的溫度控制以及環境安全與衛生管理改善，可大大降低鳳梨受到機械損傷、貯藏性病害或其他生理障礙的風險。集貨包裝場的環境條件、設備與動線都需要配合鳳梨採收後生理變化及貯運條件規劃及調整。

集運方式

集貨設施（設備）

果實採收集運作業仰賴大量人力及時間，集貨設施（設備）的升級有助於提升作業速度，配合載運車輛設計集貨斗，直接將採下的果實放置於集貨斗載運至包裝場，或在集貨裝置設置分選設備與集貨籃，在果園即初步篩選果實再進入包裝場，都可減少重複性搬運、堆疊，除了減輕作業負擔，也大大降低對果實造成損傷的機會。

棧板作業及出貨

包裝完成之紙箱以棧板堆疊，每層 5 或 6 箱，一個棧板可堆疊箱數為 50 至 90 箱，四邊以 L 型紙板加強穩固性。此外，截切用的鳳梨果實可採用可重複利用的組合式塑膠籃承裝，以減少紙箱浪費。包裝場設有貨櫃碼頭，可直接將放置在冷藏庫內的果實，利用堆高機將棧板直接送進貨櫃，提高作業效率，也可避免冷鏈斷鏈。堆高機於場域內作業應保留適當之迴轉空間，且作業區應與人員作業區有所區隔，未作業時，堆高機應有固定放置的空間，且其空間應避免擋到一般作業的動線。

作業動線規劃設計與設備配置

當進行鳳梨集貨分級包裝場的設備配置與作業動線規劃設計時，要考慮場域大小及作業規模（單位時間內能處理的最大量，例如每小時能處理多少公噸的鳳梨），從集貨、前處理、選別、清潔（可以高壓氣體進行表面清潔）處理、分級、包裝、棧板堆疊、運輸、低溫貯藏及出貨等過程，可先以電腦軟體進行模擬、計算及規劃設計，包括各種設備的配置位置及其所需要的作業空間，並以動線加以銜接。

動線規劃設計時需同時考慮到區域隔間、集貨時貨車進出及上下貨、裝箱成品上貨櫃或上貨車的碼頭及堆高機作業所需的空間及動線等，若是鳳梨外銷時更應考慮到冷鏈的需求。

作業動線規劃設計也可運用許多工具及方法，適當地安排決定過程中人員、設備及物料等所需的空間及位置。作業動線規劃設計可以是大面向及整體性的，如整個生產場域的布置規劃，到局部性的，如儲存倉庫內部的擺設方式等。集貨分級包裝場依處理規模大小的不同，其空間的複雜程度也有差異，但規劃設計的原則都在於能滿足不同市場對品質的要求。因此集貨包裝場的建置需依照必要的作業流程加以規劃，以達到作業標準化、品質穩定化及風險合理化的永續經營目標。

場域的動線應考慮能提高作業效率、降低職業安全衛生和交叉汙染及產品損傷的風險。所以動線規劃設計時應儘量採「一進一出」的原則，徹底區分一般作業區及清潔區，避免轉折，以減少人員和機具操作時互相影響的機會。若場域進出貨口是同一處時，則建議將進出貨的作業時段加以區分，以避免包裝後的成品受到未清潔果品或環境的交叉汙染。

環境控制與監控

清潔管理

產品及環境清潔及維持決定農產品的安全性，優良的動線規劃設計，加上明確的指示標誌，並落實空間區隔管理，包裝場應至少有3種空間配置，包括一般作業區、清潔區以及人員準備區。果實集運至包裝場後置於一般作業區，在進入清潔區以前，須完成初次選別及清潔作業，包括剔除不合格果，除去果實外部蟲體、葉片及其他雜物，並堆置於容器準備丟棄，減少雜物落地，並儘速自包裝場移除，維持場區清潔能有效降低產品遭受汙染風險。

作業人員移動應當遵守場區之規範，人員準備區規劃作業人員準備、休息、飲食及盥洗空間，在進入各區域時，注意門、門簾、窗是否確實關閉，以維持場區空間區隔。服裝裝備之安全性及清潔性，如在操作機械時，須依規定配戴保護裝備，服裝之清潔能避免將雜物、粉塵或食物帶入清潔區。

粉塵管理與噪音管理

目前國內包裝場多由人員以空氣噴槍進行果體表面清潔，同時去除粉介殼蟲及紋翅蛾等害蟲，但若在無隔離狀況下，容易造成作業環境粉塵瀰漫而影響人員健康，且吹落之蟲體若無法及時集中處理，容易造成已完成清潔果實的二次汙染，故通常需設置集塵設備集中粉塵，以提高環境空氣品質及降低二次汙染問題。

空氣噴槍與集塵設備也衍生出噪音問題，透過噪音劑量計、頻譜分析儀等測量儀器監控噪音，降低作業人員暴露於噪音環境的時間管理，以及提供人員配戴耳塞、耳罩等防音防護具，以確保作業人員之職業安全衛生。

通風

農產品採收後應迅速置於陰涼處，並儘速分級及包裝，需要暫存時應注意堆放空間的空氣流通，必要時可利用風扇強制送風，但應避免長時間吹送導致果實水分流失。通風方式可採用吊扇或風扇，吊扇通風範圍大且不占地面空間，若採用風扇則應由包裝場內部往外部的方向吹送，建議暫存的時間不宜過長，應於採收後半日內進入包裝場流程。

鳳梨果實切口等開放性傷口常以手持式噴霧器朝切口噴施酒精、醋酸、蒸氣或藥劑進行殺菌，或是以海綿沾附殺菌藥劑消毒切口處，或於產線的輸送過程中以自動化裝置進行施噴時，需留意環境通風，以維護作業人員安全。

溫度監控及預冷作業

因農產品採收後仍會持續進行呼吸、蒸散及其他各種生理代謝作用，會使品質下降並縮短其櫥架壽命，故如何利用環境控制來降低鳳梨的代謝作用就顯得非常重要。影響蔬果品質變化的環境因素主要為溫度、濕度及氣體成分等，其中又以溫度為影響的最主要因素。在低溫環境下貯藏可以降低農產品的呼吸作用，有效減少呼吸率及呼吸熱的產生，若能於採收後將農產品存於合適的環境條件下，則可維持其品質與延長貯藏壽命；但並非貯藏溫度越低效果越好，若溫度過低則可能導致農產品於貯藏期間或回溫時產生寒害的徵狀。因此，在不使農產品發生寒害的前提下，保持低溫可以確保品質、減緩劣變並發揮蔬果耐貯性及抗病性。

田間熱會加速農產品的新陳代謝，且高溫會加速其蒸散作用及提高水蒸氣壓差，使得農產品較易因流失水分等而降低品質，不利於長時間貯藏運輸。鳳梨果實採收的時間建議儘量避開高溫的時段，以降低田間熱造成的影響。若在運輸集貨後，需暫存在包裝場內暫存區等待處理的鳳梨果實，應置於陰涼處或是以風扇強制通風進行降溫處理。

冷鏈強調各個環節間相互的關聯性：從廠房、倉庫、運輸及銷售櫥櫃等環環相扣。冷鏈中斷有許多原因，如製冷系統中斷或

溫度設置不正確，於運輸、裝載或卸載期間暴露於非冷鏈環境，而導致的不規則的溫度變化，若其中一個環節的溫度控制不夠精準，即可能導致產品變質。

外銷鳳梨之貯運溫度建議設定在 $13 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，並應避免冷鏈斷鏈或回溫，以防止貯藏性病害或生理障礙，甚至可能因紙箱回潮塌陷造成果實損傷。

集貨分級包裝作業流程數位化與管理

國外許多農場應用數位化果實分級，以數位動態顯示分級數據，以利果實數量及重量的統計和計算，並可方便進行溯源管理，這部分對於我國外銷果實來說非常重要。

隨著物聯網 (IoT) 的快速發展，許多冷鏈物流系統開始與物聯網系統整合，可從生產、包裝到配送、銷售等過程，透過感測器監控其溫度、濕度等，並將其數據以通訊方式傳送至雲端平台。冷鏈領域產生的數據具有訓練機器學習模型的潛力，雖然目前機器學習方法尚未用於檢測冷鏈中斷，但是已經有許多方法可用來檢測時間序列數據中的異常。從這些數據中學習，一方面可以更好地了解冷鏈中斷情況，另一方面可以及時提醒操作員，阻止冷鏈中斷。

除了收獲後處理作業機械的使用外，數位化有助於即時資訊的提供、作業流程管理及以動態圖表的方式呈現作業的數據，此有助於經營決策、快速因應市場需求，提高作業效率及節省勞動力成本。

分級技術發展趨勢

傳統分級方式，主要以人工用肉眼檢查硬度、瘀傷、顏色和外觀缺陷，或使用重量來當作果實品質的評估分級標準。然而，在鳳梨外銷的貯運過程中，有許多問題會直到鳳梨出口幾天後才開始顯現，傳統分級技術無法及早避免，且由於傳統分級技術與過程具有一定的破壞性，容易造成鳳梨的損傷，最終將會影響消費者的購買意願。因此，需要研發不損壞鳳梨的選別技術。

在鳳梨集貨分級場，通常會建造人工作業產線，以敲打聲篩選出適合的果實，以利進行長途運輸。然而，人工無法長時間集中傾聽並做出一致的判斷，且鳳梨採收後會依不同採收日期分類，因此需要無損篩選設備來自動對鳳梨進行分類，通過對鳳梨表皮敲擊聲源進行智能判斷，並建立一個能夠區分不同時期儲存的鼓聲果和肉聲果的模型。研究結果顯示，不同日期測驗的結果，其模型之間不具有通用性，但農民表示同一顆鳳梨在採後的不同日期的敲打聲並無差異。利用建立的模型可辨識微小聲音的差異，因此，透過深度學習的技術區分鼓聲果和肉聲果的過程有機會提高選別的準確性。

鳳梨之分級或選別亦可藉由光譜、多光譜、高光譜或聲譜等影像與 AI 技術的結合，建立高影像數據資料集，並針對目標波段進行分析，以深度學習的方式建立辨識模型，可以辨視肉聲果與鼓聲果、果實內部是否褐化以及果實外部是否撞傷等，以協助產業進行鳳梨分級或選別作業。

