

生鮮蔬果供應鏈之溫度管理

李皇照¹



一、前言

臺灣生鮮蔬果的運銷通路多元，不同通路經由的層次多寡互異，因此，供應鏈體系參與成員也有差異，目前主要通路型態略可分為兩種：其一是傳統批發市場之公開交易模式；另一種是封閉型態的供應鏈合作模式。兩種運銷模式在產銷活動安排、

作業規範、交易決價方式以及成員間關係緊密度等，皆有不同。因此，兩種生鮮蔬果供應鏈流過程的品質管理水準和要求，也就有顯著差別。

生鮮蔬果產品的供應鏈後勤作業，與食品安全和食物浪費密切相關。易腐壞的生鮮蔬果，在整個供應鏈階段之採後處理、集運、貯存和銷售活動，皆需要一直保持合宜的溫度水準。若後

註1：國立中興大學行銷學系退休教授。

勤設施和作業環境條件不足，未能妥適將易腐爛的生鮮蔬果保持在所需的溫度範圍內，可能刺激病原體和腐敗微生物滋長，致使產品不可食用，造成蔬果損耗。而若安全風險未知，抑或未被告知時，不安全食物可能被消費者食用，而衍生出食因性疾病，將帶來更大的危害與社會成本。

二、生鮮蔬果供應鏈之溫度管理

現代零售業態生鮮蔬果的供應鏈之流程，大致活動是農業生產者（農民、農場、合作社）田間採收新鮮蔬果後，以小貨車裝載運，送到自己或農民組織設置的集貨場、包裝處理場，先經過清洗處理，有些農場會經過預冷處理程序，再進行分級、包裝作業，然後運送到物流公司的集運點，交由物流公司安排裝載入低溫貨車，經其物流系統，運達消費地配銷中心，或直接配送到零售業態指定之銷售門店地點。為確保生鮮蔬果於供應鏈途程之品質管理，採收後之各階段作業活動環境，皆要求於適宜溫度水準區間，以維護蔬果品質，降低損耗風險，提升商品價值。

農產食品供應鏈階段一系列作業的溫度管理，將易腐壞的食物保持在所需的溫度範圍內，

可稱為冷鏈活動。面對不同易腐壞生鮮蔬果，供應鏈過程的不同溫度要求，欲建構一套符合高效率冷鏈系統，達成極大化的全程品質管理，提高產品貨架壽命和潛在商業價值，應該是一項極大挑戰。新鮮蔬果之冷鏈管理，通常在收穫後立即展開，而加工水果和蔬菜、肉類和乳製品等產品，則在完成加工後啟動。一般而言，易腐壞農產食品往往須經預冷處理，使其溫度達到適當儲存溫度，並開始進行冷鏈活動，直到消費者將食物放入家用冰箱，冷鏈階段才算結束，除非在較早的冷鏈活動發生食物浪費事件。

Samuel Mercier等人（2017）回顧食品冷鏈管理相關研究文獻，綜合彙整實證研究結果指出，經常導致易腐壞農產食品於供應鏈階段，逾越合宜溫度特定範圍，而破壞冷鏈完整性的節點，主要發生在4個地方，包括：產地階段，採收後產品溫度超越其合宜存儲溫度水準，主要原因如產品採收後於露天環境擺置過久，預冷不當、溫度控制系統性能不佳，以及製冷裝置開關引起溫度波動；第二個溫度失控節點發生於運銷階段的運輸和貯藏階段，例如：運輸工具或倉庫中的局部熱源、運輸車裝卸過程中的溫度失當、夏／冬季卸貨過程中產品未適度保護暴露在外時間過長、產品存儲在溫度不合適的冷藏庫中；第三和第四溫度失控節點，發生在零售展



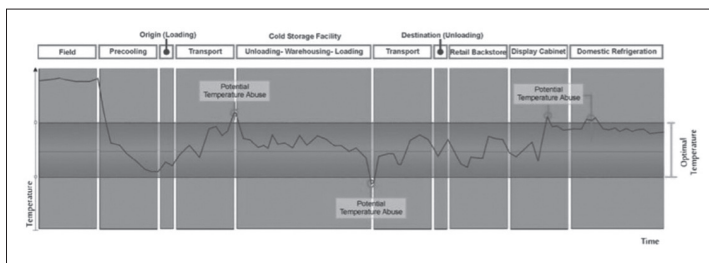


圖 1. 易腐壞產品供應鏈途程溫度變化之可能軌跡。

資料來源：Samuel Mercier 等人 (2017)。

示和消費者購買後，產品溫度再次升高到超過合宜儲存的溫度區間，可能原因如零售展示櫃超載，或消費者購買後運送食品時，沒有保溫袋保護，或家用冰箱貯存溫度不當。供應鏈全程作業活動之任何節點溫度失控，超逾合宜溫度區間，都會降低產品品質，影響可食用期間，並危及食品安全。圖 1 展示典型易腐壞食品於供應鏈途程之溫度變化軌跡。

在冷鏈活動的始末 2 個節點間，根據市場需求和供應環境條件不同，易腐壞農產食品運往零售商門店之前，可能會通過一個或多個集中存儲倉庫／配送中心，也可能經由包裝場和衛星處理廠之交接站點，將小供應商的貨物合併集中成規模單位，以降低運輸成本。冷鏈的每一步驟都會對食品的最終品質產生影響，任何階段或時候發生超過產品合宜溫度耐受水準，都將導致產品損耗，或

引發食品安全問題。生鮮蔬果供應鏈活動幾個主要環節之溫度管理問題探討，概述於下：



(一) 預冷

預冷的意義泛指園產品在運輸、冷藏或加工前，所採行的一種將產品本身所含田間熱及累積的呼吸熱除去，使產品快速降溫的處理措施。目前普遍運用於實務的預冷技術

包括：冰水預冷 (Hydrocooling)、室內風冷 (Room Cooling)、壓差預冷 (Forced-air Cooling)、真空預冷 (Vacuum Cooling) 和碎冰預冷 (Package-icing) (林棟樑，2009)。不同預冷技術，分別各有其優點和適用條件，但也各有它們的缺點與應用限制。為特定產品選擇預冷方法，取決於多項因素如：產品的機械特性、對寒冷／凍損傷的敏感性。例如，草莓的冰點低於水冰點，適合在冰點附近 ($0\sim 2^{\circ}\text{C}$) 的溫度下，可採用壓差預冷方式。但是，番茄易受到低溫影響，且外皮容易被擦傷，就不適合。其他環境因素，例如收穫量 (決定產品進入設施的流量) 和經濟考慮，也是重要決策考量之因素。合理選擇預冷方法，必須評估顧客是否獲致更高的產品品質滿意度，以及是否還存在更好經濟性報償的作法。

執行預冷時，產品均勻性是一項挑戰。例如，在壓差預冷期間，靠近預冷通道面向風扇一側的包裝容器生鮮蔬果，與相對側的產品相

比，會接觸更熱的空氣，並且通常以較慢速度冷卻。收穫後每種蔬果負載特性的可變性，也增加預冷複雜性，例如：在特別炎熱或寒冷環境收穫，生鮮蔬果受到太陽輻射，抑或包裝容器內產品數量不同，或者不同蔬果混合包裝，面對各種條件的不同情況，若未能正確調整預冷時間和運行條件，皆有可能導致溫度下降不足或過高，將會傷害生鮮蔬果品質，也足以影響後續之冷鏈品質管理作業。

預冷的品質與產品包裝也息息相關，在選擇最好的預冷方法，也需要考慮包裝設計和材料，通常包裝通風口區域的設計，會直接影響包裝容器內冷氣的流動，以及產品表面傳熱速率。當然，設計產品包裝和封裝方式時，不可能僅從優化預冷角度思考，也必須考慮冷鏈途程的包裝充分保護之功能，必須能夠防止供應鏈階段發生產品機械損傷。

（二）陸路運輸

臺灣地理範圍不大，相對於幅員廣闊大國，地域間運輸距離較短，生鮮蔬果國內運送時間，大多可在幾小時內完成，供應鏈活動之地域間產品移動，主要利用陸路運輸載具

執行任務。蔬果採收後，農家以自有小貨車運至集貨場，分級包裝後集結成運輸單位，再以貨車或卡車，送到運銷商的集運站，轉運到消費地批發市場，參加交易銷售；抑或由生產農戶運到農民團體（合作社場、產銷班）、農企業之包裝處理場，進行清洗、整理、分級與定量包裝後，運送到供應鏈合作伙伴之消費地區配銷中心，或直接送達零售門店。

目前國內生鮮蔬果陸路運送是最普遍的運輸方式，然而在供應鏈階段參與者中，除農民組織與零售業合作之現代供應鏈物流，運輸活動途程有進行溫度管理機制外，其他田間至集貨／包裝處理場，以及集貨場供應批發市場的傳統運銷通路，大部分運輸方式皆在無溫度管理的環境下進行。冷鏈運輸是運送全過程中，包括裝卸搬運、更換運輸方式、包裝設備等活動，都必須保持運輸產品於合宜溫度範圍內。冷鏈運輸成本較一般常溫運送高，而且作業也較複雜，需要具備移動製冷和保溫箱製造技術，運輸管理亦有更多風險和不確定性。生鮮蔬果運輸腐壞的原因，主要是呼吸作用導致，若能清楚掌握不同生鮮蔬果腐壞變質原因，就可以運用低溫環境，有效抑制微生物增長，減緩呼吸作

用，維護產品品質安全，達到延長生鮮蔬果保存期限之目的。

生鮮蔬果陸路運輸時，應該根據蔬果種類、運送季節、運送距離、運送地點和停留等因素，確定運輸車輛配備和溫度管理方法，生鮮蔬果之裝載，為能通風散熱，也必須在貨件之間留有適當空間，確保產品完好。陸路運輸過程的產品溫度異質性，主要是氣流差異造成，氣體流通則受運輸車輛送風系統類型與包裝容器裝載模式有密切關聯。生鮮蔬果冷藏運輸階段，確保不變質腐壞，空氣循環是關鍵因素之一，良好的車體庫內氣流循環布局，意謂在貨品周圍應有足夠空間，使得冷空氣（或者加熱時的暖空氣）能自由地到達產品各個部位。

在單一品類蔬果的運輸裝載時，直接保持必要的空氣循環通道，往往可以更容易地促進庫體內溫度趨向均勻。然而，目前國內生鮮蔬果的陸路運輸常見混合裝載，包裝在尺寸、形狀、設計、運輸數量等方面的差異，常會導致產品在運輸途程發生溫度異質性。在陸路運輸過程中，如果混合裝載蔬果是沒法避免，也應該儘可能僅混合裝載溫度可兼容的蔬果；若是仍須混合裝載多種溫度不兼容的產品，通常應該採取適合最有價值或最易腐爛產品的溫度設定。

（三）批發市場／配送中心的存儲

臺灣目前生鮮蔬果運銷通路，據產銷資料推算，生產者採收蔬果後，在產地集貨場域進行整理、分級和包裝後，透過產地農民團體和組織，經由傳統運銷體系，送到批發市場交易之比率約占總運銷量一半。這些生鮮蔬果於產地大多在室溫環境中進行運銷職能活動，再以一般貨卡車運達批發市場，經進貨檢驗、理貨等程序，擺列置放於室內常溫的交易環境中，等待拍賣或議價方式銷售，順利完成交易的蔬果，送到分貨區域，由承銷人領取運出市場。未順利完成交易的蔬果，則移至市場冷藏庫暫存，等待下個交易日，再取出參加交易。這些隔日再進入交易的蔬果，自採收後已歷經一段時日，運銷途程和時間皆缺乏合宜的溫度控制環境，不僅不利於蔬果品質維護，也減損後續零售階段的產品儲架壽命和商品價值，甚且導致蔬果安全和腐壞損耗。

隨著現代化零售業態興起和普遍，連鎖超市、量販店和便利商店有如雨後春筍般各地



興門店。臺灣生鮮蔬果運銷結構，部分已有脫胎換骨般的轉變，產地蔬果產銷班、生產合作社等農民組織以及運銷商，紛紛與零售體系業者以契約方式合作，建構合夥式的策略性生鮮蔬果供應鏈，定期提供零售商銷售需求的規格化產品。生鮮蔬果田間收穫後，在產地集貨、包裝處理場進行預冷、分級和規格化包裝，再以冷藏車運送到合作零售體系之配送中心，進行分類並暫時貯存，再根據門店預定產品需求和途程，由配銷管理系統安排選擇冷藏配送車運送到指定的零售門店。這種策略合作式的蔬果供應鏈模式，生鮮蔬果運抵產地集貨包裝場域後，產品就大多在有溫度管理的設施環境，進行運銷職能活動，對於產品品質和安全維護有相當顯著助益。

鑑於生鮮蔬果送達配送中心後，也可能因業務需求和調配因素，在配送中存儲，因此需要適當的冷藏設施。配送中心是大多數零售體系冷鏈管理系統的核心，可以靈活地調整產品的供應品類、數量和貨品來源地，以匹配其季節需求條件，並依每日各零售門市據點之銷售狀態調配供應。一般而言，現代零售體系或專業商業物流公司，其所興設建置的配送中心，在存儲易腐壞生

鮮蔬果，是可以有效地實現適當的冷藏溫度管理，維護產品品質和安全。

（四）零售展示

生鮮蔬果透過現代供應鏈通路系統，運送到達零售門店據點時，通常會放置在有溫控展示櫃中，或暫存於門店冷藏儲存室，待機再補上貨架展示。零售超市通常將生鮮蔬果產品安排放置於一處專區，以利銷售場域，可依產品不同屬性，設定不同專區的溫度控制，有的量販賣場甚至將需要低溫的蔬果品類，特別區隔設置獨立專屬空間，設定適宜的蔬果貯藏溫度水準。整體而言，現代化零售業態的經營者，大都想方設法，盡心地做好溫度管理，維護產品銷售品質，延長儲架期限，避免食品安全疑慮。然而，國外研究報告指出，在零售點展示櫃中，存放之時間—溫度測量結果發現，經常高於所需的合宜溫度區間；零售展示期間，儲存溫度失當的一種解釋，可能是零售商通常關注更多店面擺設的行銷效果，較重視強化產品的吸引力，而不是它的保鮮儲存，因此在展示櫃的正面超載，或放置於消費者有利目視的吸睛貨架位置。

綜合國外相關零售展示期間，易腐壞食物的溫度管理文

獻，研究結果歸納幾個溫度管理失控的因素。其中最重要的是展示櫃內部位溫度不均勻性，例如，放置在展示櫃前面的水果和蔬菜溫度，平均高於放在後面的溫度；展示櫃頂部溫度通常較暖，底部溫度則相對較低，展示櫃上下處溫度差異可達 4.0°C ，水果和蔬菜因擺放位置不同，有些展示的蔬果往往就會發生，在展示期的溫度逾越合宜水準區間。展示櫃內部溫度異質性的成因，包括環境空氣的滲透，靠近照明系統、除霜周期和異質性氣流等；而零售店採用的製冷設備類型，功能和效率等差異、設定點溫度、周轉率，以及展示櫃門的開啟頻率、時間長短等因素，也都可能是造成展示期間溫度管理失控的原因。

（五）消費者運輸和儲存

消費者在現代零售體系門店購買生鮮蔬果產品，從離開零售點到消費者家中的運輸距離和時間，以及返家途程是否使用保溫袋，都會影響蔬果品質維護和後續消費使用期限，尤其臺灣夏季暑熱潮濕，沒有妥適的保溫作為，在高溫環境曝露太久，對於才從低溫冷藏環境攜出的生鮮蔬果，將嚴重危害蔬果品質和食品安全。目前都會區家計單位成員，參與勞動市場人口比率高，上超市和量販店採購食品之購買行為，已有顯著轉變，大多為購買頻率少，每次採買品類多、數量較大，備足一次購買周期所需食材和物品。因此家庭中冰箱成為不同品類蔬果和食材之儲藏空間。然而，家計單位





成員並不清楚理解，不同品類蔬果和食材儲藏所需的適合溫度區間，影響儲藏期間蔬果品質維護，以及可食用期限，甚至衍生出損耗和食品安全問題。

家用冰箱內部溫度調查研究指出，家庭中冰箱內部溫度經常高於推薦值水準，可能是多種因素造成，例如：頻繁開啟冰箱門、箱門開啟時間太久，超載或食物放置不當，溫度設定不合適等等。尤其重要的是，消費者對適當溫度維護食品品質和安全，缺乏積極的實務行為，儘管消費者可能在認知上，知道必須正確保存，避免食品變質、損耗與浪費，但在日常生活中，並沒有真正落實食品儲藏作業行為。甚且大多數消費者認為維護食品品質和安全的責任，大部

分應是零售產業要承擔，消費者自己並沒有意識到，他們在



冷鏈活動全程的最後階段，所須擔當的角色和功能。

三、結語

生鮮蔬果供應鏈作業活動的全程溫度監測，是冷鏈管理最重要的工作，也是確保產品品質、維護食品安全、延長銷售儲架期以及提升商品銷售價值的關鍵。本文概述臺灣生鮮蔬果供應鏈之主要階段，冷鏈管理容易造成溫度逾越合宜區間，因溫度失控造成產品變質損耗，冷鏈斷裂情形的重要節點以及可能的因素。建立生鮮蔬果運銷途程之溫度透明管理，讓供應鏈成員可以分享全程的溫度變化軌跡，有助提高蔬果產品運銷技術效率，不僅可以發現供應鏈品質變異問題，通過作業和行為修正，減少錯誤再次發生；也可以通過已識別的不當冷鏈作業行為，與供應鏈成員溝通、導正，並採取相對應的合宜溫度管理作業。

（參考文獻請逕洽作者）