

台灣園產品預冷的研究與推廣

李允中¹ 林棟樑²

台灣大學生物產業機電工程學系副教授¹、台南區農業改良場副研究員²

摘要

短期葉菜類的預冷保鮮；小包裝蔬菜包裝前預冷；國軍副食及學校營養午餐蔬菜利用預冷提高供貨品質；蔬菜冷藏產銷調節；及蔬菜外銷保鮮處理上等園產作物的採後溫度管理技術在台灣已經普遍的使用。這些技術的推廣教育工作起源於 80 年代，經過政府 20 年的計畫輔導，現在壓差預冷、水冷與真空冷卻設備普遍的設置於各共同運銷點，預冷設備的使用促使園產品品質提高，農民與消費者都因而蒙利。本文回顧 20 年來有關園產品的預冷研究與推廣狀況。

關鍵字：預冷、蔬菜、水果

前言

園產品在收穫後仍是一個具有生命力的個體，它們會持續的呼吸，產生二氧化碳、水蒸汽、呼吸熱，並產生催化生理活性的氣體乙烯。有些園產品甚至因離開植物本體而有更旺盛的呼吸作用，強烈的呼吸消耗了養分，造成細胞黃化、萎凋、老化，且容易遭受微生物侵害而腐爛。因此園產品在收穫後，是一個逐漸喪失商品價值的過程，為了減緩這個過程，已至提高其商品價值，而有一連串的处理作業稱作收穫後處理作業，包括：清洗、選別、分級、包裝、預冷、儲藏等等作業程序。其中清洗、選別、分級與包裝，是用區隔良莠產品，由價格差異來提高產品的收益；而預冷與儲藏則是使產品品質在銷售或消費時仍能保持最佳狀況。

農產品在收穫後的損失，所失去的是即將獲得的利益，是最無法獲得彌補的。運銷中量的損失往往是最容易被注意到的，從早期到目前的調查顯示，收穫後損耗的比例已經有明顯的改善。以甘藍為例，25 年前的運銷損耗約為 30%（重量比率）；近年來的損耗則降低到約 9%（成本比率）。這些損耗的降低主要是運銷觀念、作業方式、包裝方式的改變。但是品質的損失而無法獲得高的收益是較難以計算的。以生理活性較高的蔬菜與花卉如：甘藍、蘿蔔、菊花和生理活性較低的水果柑橘、西瓜比較，前者的運銷損耗成本的比率總介於 5-10%之間；而後者大多只在 2-3%之間，甚至更低。而稻米的運銷損耗成本僅有 1.4%。運銷的損耗主要來自品質的降低，溫度是影響品質的主要因素，因此預冷與冷藏是降低運銷損失目前最重要的途徑。因此近年來農政單位推廣許多相關政策，其中當然包括低溫運銷鏈的建立以減少品質的劣變。

預冷

在收穫前農產品長在田裡，接受太陽的照射、炙熱土地的反射與從根部傳上來的熱、四周熱空氣的熱等等，這些熱量總稱田間熱都會隨著收穫農產品帶回集貨場。收穫後的農產品仍是成熟的生物，它要呼吸而且快速的呼吸。呼吸使生命延續，但也發出很多的呼吸熱，和散發出很多的水氣。愈熱呼吸愈快，呼吸愈快發熱愈多。到了集貨場趕快讓農作物降溫是解決發熱的唯一方法，但是農產品必須趕快包裝，趕著送上運銷卡車。在紙箱或塑膠籃框內的農產品擠在一起，熱氣淤積不能消散，如此惡性循環，整箱的產品的溫度就高起來。從台灣中南部運輸到台北果菜批發市場的蔬菜，平均溫度常高達 35-40。溫度管理是

確保園產品品質最重要的工作，園產品在高溫停留的時間越長，商品價值越低。在低溫運銷鏈有一個觀念稱為時間-溫度容忍值 TTT (time - temperature tolerance)，溫度對於產品會產生不可逆的累積劣變，溫度越高容許度越低。能在短時間將園產品的溫度降低，並維持在低溫的環境中，這就是園產品低溫運銷鏈所要達到的。各種園產品的時間-溫度容忍值的差異很大，陳等（1989-1993）曾以五年時間完成台灣主要的 84 種蔬菜的時間-溫度容忍值的研究；並將研究的結果摘要成書（陳與錢 1993）。於 2003 年完成台灣水果之貯藏，書中除貯藏條件外，並介紹主要的預冷方法、各種果蔬產品適當的預冷方法與出口檢疫處理等技術（陳與錢 2003）。

預冷顧名思義是預先冷卻，本來是指園產品冷藏時須短時間大量入庫，這樣會造成冷藏庫無法應付的負荷，有時常需數天後才能達到冷藏溫度，此時產品的品質已經急遽的降低，大大的降低商品價值與儲藏的壽命。為避免冷藏庫的集中負荷，又要縮短進庫所耗費的時間，產品必須預先快速的冷卻。現在常將產品在進入冷藏庫或運銷通道或加工程序前的快速冷卻通稱為預冷。

目前常採用的預冷方法有：冰水預冷、空氣預冷、真空預冷與碎冰預冷等等方法。預冷作業最講求的是降溫速率，影響降溫速率的主要因素有：冷卻介質與產品間的溫度差；冷卻介質的熱容量、流動速度；產品與介質的接觸程度；產品的熱性質；產品的形狀。不同的產品有不一樣的冷卻特性，與產品性質。張等（1994）以不同預冷方法，將綁成束的小白菜，從 25 使降溫到 5，水冷需 5-6 分鐘，強風壓差預冷需 20-25 分鐘，真空預冷需 4-5 分鐘。但不同的蔬菜有不一樣的適用性。例如韭菜適合以強風壓差預冷或真空預冷，不適以水冷，小白菜以三種預冷方法均可。陳（1989）曾摘列文獻上的各種果蔬產品適當的預冷方法。

冰水預冷

冰水預冷是以冰水為冷卻介質，以冰水流過方式分淋水式與浸水式；以產品通過方式分為批式與連續式。淋水式將冰水由產品頂部沖淋而下，流速快表面熱傳速率大，但是流失到外界的熱損失大；浸水式將產品浸漬在冰水中，以冰水流動進入產品包裝內，但往往因流動阻力過大，包裝箱內外冰水的交換困難，但設備保溫容易，熱損失小。淋水式的單位面積淋水量必須高達 $5-10 \text{ l/m}^2 \cdot \text{s}$ 。連續式以滾輪或鏈條輸送機將產品連續通過冷卻室；批式則將產品推入或以起重吊車將產品吊入冷卻室或冷卻槽。冰水的產生可以直接來自冷凍系統的冰水機，或使用儲冰系統以冰水槽在非作業時間以製冷系統製冰儲存，作業間融化產生冰水，以降低用電尖峰。另外由於冰水循環使用會累積有機質與腐敗微生物而污染產品，因此須隨時注意冰水槽水質，並加入 100ppm 的氯水消毒。

斗南農會竹筍產銷班使用批式浸水的冰水冷卻機（李等，1991）；六腳鄉農會曾經設置甜玉米淋水式冰水冷卻機（鄭等 1991）。斗南農會之浸水式預冷機使用十年後報廢，並更新為儲冰式浸水冷卻機，可以在夜間製造冰塊，平抑白天使用時的負荷尖峰。冰水冷卻比空氣冷卻降溫速率快，但目前低溫運銷管道尚未完整，帶水的園產品升溫時容易腐爛，且消費者也認為浸泡過水的產品品質較差，因此推廣較為困難。但台北近郊供應市區內消費的葉菜類，因普遍使用冷藏運銷車，且直接陳列於超市低溫陳列櫃，產銷班都設置小型浸漬式的水冷設備，近來也有小型批式淋水設備的商品出現。

空氣預冷

使用空氣為冷卻媒體的冷卻方法分為室冷預冷法與壓差預冷法兩種。室冷預冷法使用一般的冷藏庫，將產品直接放入冷藏庫內。正確的室冷作業應該保持冷風充分循環，在產品周圍的風速應有 1-2 m/s 以上，包裝箱必需透氣良好，堆積宜保持冷風流暢。室冷法的優

點是設備與操作簡單，但降溫速率過慢。室冷法是台灣最普遍的預冷方法，但是使用者常將一般的組合式冷藏庫當作預冷庫。一般 2.1m 高的冷藏庫的設計負荷每坪為 2kw，約為室冷預冷庫所需的而已。農產品儲藏適當的通風速度 0.01-0.1 m/s，在台灣組合式冷藏庫的設計風量偏高，約為 0.5 m/s，但仍不足於室冷預冷庫的設計標準。

壓差預冷使用風扇在包裝箱的一側抽氣，使包裝箱的兩側產生壓力差，而造成箱內氣體的強制對流，促進箱內外氣體的交換，與加快空氣的流速，因而加速降溫。依照產品的堆疊、排列方式可以分為隧道吸引式與壁面吸引式兩種。為了產生足夠的氣流，壓差風扇在 50mmAq 的靜壓下，必須能為每公斤的產品產生 0.05CMM 的風量。降溫速率隨壓差風量而增快，但使用動力消耗也加大。壓差預冷法具有室冷預冷法的優點，可以使用於大部份產品，而且壓差預冷庫也可以當冷藏庫用。唯一的缺點是產品須依照一定的方式堆積排列，若不然抽氣時壓差無法形成，效率大打折扣；作業較為繁瑣，且使用容積大為降低。

空氣預冷適用性廣泛，葉菜、瓜果採收後以強風壓差預冷，再以塑膠袋包裝，貯於適當之低溫，可以延長保鮮期限。青梗白菜適貯於 0℃，保鮮 21 天；莴菜在 10℃，保鮮 10 天；苦瓜 5℃，保鮮 10 天；草莓預冷後，若再灌充 10% 二氧化碳，貯於 0℃，可有效抑制灰黴病，保鮮 30-40 天（張等，1996）。苦瓜、茄子、胡瓜、豇豆等果菜類在 0℃ 冷藏室中利用強制送風之方式，以約 3 m/sec 之風速，可以使苦瓜於 5 小時、茄子於 4.5 小時、胡瓜於 7 小時、豇豆於 3 小時內達到 7/8 冷期，而靜置冷卻則均需 20 小時以上（柯與蔡，1991）。包裝對預冷是一種阻礙，對於子母包裝的青梗白菜，PE 袋裝的產品之半冷期為結束包裝的 1.5 倍（李，1993）。而在冷藏庫內入不使用壓差冷卻，紙箱開孔只是增加不到十倍的表面熱傳速率，因此紙箱雖然有開孔，但箱內的甘藍降溫速率的改變仍舊很有限（李與季，1994）。壓差預冷設備是國內推廣最多的預冷設備，有關設計的基本理論數據、電腦模擬、現場驗證分別由林(2000)與杜（2000）撰寫博士與碩士論文一篇，其部分內容可以參閱杜（1999）。

早期台灣研究推廣的是簡易壓差預冷設備（鍾，1989；李 1991），在冷藏庫內裝設一個有壓差風扇的移動式抽氣櫃。在近幾年來壓差預冷庫的補助是農政單位推廣低溫運銷鏈的主要政策，成功的案例很多，如：梓官鄉農會的蔬菜集貨場，台南區農業改良場轄區的許多蔬菜產銷的合作農場，以及大湖地區草莓的預冷等等不勝枚舉都是以隧道吸引式的設計；壁面吸引式的實例有田尾地區的外銷菊花預冷設備。

真空預冷法

壓力越低，水的沸點越低，正常的氣壓是 750Torr 左右，水在 100 沸騰；而在 4.5Torr 的壓力下，水在沸騰了。真空冷卻是一種快速的沸騰蒸發，農產品在真空的狀態，因水分沸騰，急速的吸收蒸發熱而冷卻下來。真空預冷當然會有失重，溫度每降低 5℃ 約要損失 1% 重量，只是比壓差預冷多一點，但是這是均勻的損失，不像壓差預冷有水分損失的不均勻。均勻的失重也代表均勻的降溫，這是其他冷卻方法所不及的。

這種方法不受包裝限制，甚至塑膠袋裝的產品只要有很小的洞口，就可以作真空冷卻，故可以作子母包裝的產品的冷卻。真空冷卻只要葉片大、水分多得產品都適合。甚至各種菇類的托盤包裝只要刺些小孔就可以。各種花卉，菊花、劍蘭與康乃馨都適用。

真空冷卻設備主要包括真空庫體、真空泵、水汽凝結裝置與製冷系統，初期投資較大，但處理時間大量縮短，依據 20 公斤紙箱裝小白菜的降溫速率實驗數據圖，真空預冷達到冷期約需 20 分鐘，壓差冷卻法約需 120 分鐘，室冷法需要 720 分鐘以上。且真空冷卻法堆積密度高，沒有堆積的限制，進出庫時間縮短。但是設備成本有一個較高的基本值，每批處理 500-1000 公斤是經濟處理規模的下限。真空預冷法是美國結球萵苣的標準預冷方法，日本也積極推廣，成為農協的最愛。沖繩地區以真空預冷法大量預冷菊花供應日本本土，對台灣菊花外銷形成壓力。日本於 70 年代開始研究美國的真空預冷設備，於 80 年代漸漸推

廣普及。國內郭與蕭（1987）開始發表蔬菜真空預冷的研究論文，1999 台灣大學農機系接受恒資有限公司委託，以產學合作形式，開發完成國人自製的真空預冷系統，其後兩年許多廠家競相模仿製造，其推廣過程由林（2005）另文介紹。

碎冰預冷法

碎冰預冷法是在包裝箱內加碎冰，以碎冰融解吸收融解潛熱，來降低產品溫度。其特點是在運銷路途上冷卻，尤其適合沒有冷藏與低溫運銷設備的情況。碎冰可購買製冰廠所產的大型冰塊，以槌碎機粉碎，或用刮面熱交換機的製冰機產生，並儲藏於機器下方的冷藏庫（陳與李，1991）。

碎冰冷卻法簡單，但是碎冰增加運輸重量與成本，必須使用耐水包裝箱，以及造成運輸途中的滲漏。只適合少數不怕寒害與水傷的產品。此方法大多用於西螺地區的芹菜運銷。在美國有特殊的機器可以產生碎冰與水的冰泥，用機器或注射槍將冰泥注入青花菜的箱中，冰水濾出，碎冰堆積充滿於箱內青花菜的空隙，這是碎冰法最成功的實例（李與李，1990）。

預冷與能源消耗

在美國加州 1988 年時的計算，冰泥機、真空預冷機、壓差預冷機與水冷機的相同處理能力的購置成本，以冰泥機的購置成本最高，其餘三者的相差較為有限。在國內因為真空預冷才剛起步，雖然壓差預冷設備普及，但以使用效率來分析成本，資料仍為不足。陳（1987）以美國加州桃、李的水冷設備作能源分析，其 COP 值約為 1。能量的一半用於果實的冷卻，四分之一耗費在外氣的侵入。陳（1986）分析美國加州結球萵苣與花椰菜的真空預冷，設備的 COP 值高達 2.65。粗看真空預冷設備的動力設備龐大，但其效率反而是最佳。在美國同期的研究顯示預冷的能源效率比較，依序為真空預冷法、冰水預冷法、淋水真空預冷法、碎冰冷卻法、壓差預冷法，其中真空預冷法效率最高，為效率最低的壓差冷卻法之 4-5 倍。

農產品與預冷相關物理性質

農產品預冷是一種熱傳遞現象，許多本地性農產品的熱性質，在文獻上往往缺乏。陳（1989）曾回顧比較各種果蔬熱傳導係數的分析方法，並發表涼薯、冬瓜、扁蒲、竹筍等農產品的熱傳導係數（陳，1990）。在此之前亦曾發表有關荔枝（陳，1984）、綠竹筍與茭白筍（陳，1988）的預冷相關物性。農產品大多是由不同質地的部分所構成的多成結構，李與李（1994）以玉米穗為例，發展出量測分析各層的熱傳導係數的方法，並探討熱性質量測誤差對各冷期預測所產生誤差的大小。在美、日等國葉菜類大多採用真空預冷，因此影響葉菜壓差預冷設備設計最大的因素—壓差風阻，在他們的文獻較為罕見，有待國人自行建立，李與林（1998）開始建立有關葉菜類壓差風阻的數據。

低溫儲藏

園產品集貨包裝場除有預冷設備外，通常還有作為短期進出貨調節與長期儲藏的冷藏庫。台灣常見的冷藏庫為組合式冷藏庫，以一定規格的絕熱庫板拼組而成各種大小不同規模的冷藏庫。儲藏用的冷藏庫為減少水分的喪失，常使用低風速的中置式蒸發器，但仍有少數業者偏愛裸管式蒸發器。裸管式蒸發器懸掛在庫頂，佈滿整個庫頂，以自然對流循環不必使用風扇，除霜時容易產生滴水，其實未必比設計正確的鱗片式蒸發器優良。

冷藏庫的負荷計算通常以儲藏時的負荷為標準，因此對於大規模的負載，往往窮於應付。蕭等（1984）調查發現國內大型冷藏庫，洋蔥進庫後 12 日才到達儲藏溫度，因此有先

預冷再進庫的需要。陳與錢（1984）研究中指出大宗儲藏的馬鈴薯的冷藏壽命有 6 個月；初秋種的甘藍 3 個月的冷藏後仍有 80% 的可用率。這些數值都高於業者實際操作的數值，但經陳等（1991）分析業者儲藏時的缺點發現，未預冷而使產品不容易降溫是品質低落的最大原因。

結 語

園產品的預冷是維持品質所必需的手段，隨著消費者對產品品質要求的提高，預冷作業變得更為重要。預冷設備的研究已經展開約二十年，預冷設備的大量輔導使用也約開始五年了，隨著研究與推廣的進行，預期園產品品質的維護必將更有效率，農民的收益亦可因而提高。

參考文獻

1. 李允中。1993。產地小包裝蔬菜低溫運銷設備改善。建立農水畜產品低溫運銷系統計畫八十二年工作成果報告：78-92。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
2. 李允中、林棟樑。1998。葉菜類壓差預冷技術之研究。園產品採收後生理之研究與處理計數之改進計畫八十七年度工作成果報告：112-117。行政院農委會農業試驗所。台灣：台中。
3. 李允中、李祉修。1994。甜玉米穗冰水預冷之熱傳模式。農業機械學刊 3(2): 21-29。
4. 李允中、季廷芳。1994。紙箱裝甘藍預冷時的熱傳模式。農業機械學刊 3(2): 31-40。
5. 李正茂、李允中。1990。農產品低溫運銷系統研習報告。行政院農業委員會。台灣：台北。
6. 李祉修、林雅文、馮臨惠。1991。竹筍預冷-斗南竹筍水冷機之規劃與設置。建立農水畜產品低溫運銷系統:35-57。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
7. 李祉修、林雅文、賴進此、馮臨惠。1991。蔬菜預冷 (III)。建立農水畜產品低溫運銷系統:1-34。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
8. 杜興泰、林棟樑、李允中。1999。8 月，短期葉菜類壓差預冷技術的基本研究。p.115-116。八十八年度農業機械論文發表會論文摘要。88 年 8 月 25 日。嘉義。
9. 杜興泰。2000。葉菜壓差頂冷庫流場量測與分析。國立台灣大學農業機械工程學系。碩士論文。
10. 林棟樑。2000。影響非結球型葉菜類壓差預冷降溫速率之因素。國立台灣大學園藝學系。博士論文。
11. 柯立祥、蔡龍銘。1991。里港地區蔬菜採收後處理及低溫貯運系統之建立與評估。建立農水畜產品低溫運銷系統:77-85。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
12. 陳如茵、錢明賽。1984。馬鈴薯之大規模冷藏。食品工業發展研究所研究報告 (357)。
13. 陳如茵、錢明賽。1993。台灣蔬菜的儲存。食品工業發展研究所叢書 S-77。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
14. 陳如茵、錢明賽。1993。台灣水果的儲存。食品工業發展研究所叢書 T-92-007。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
15. 陳如茵、楊瑞森、呂理焜。1982。甘藍及結球白菜大規模冷藏。食品工業發展研究所研究報告 (268)。
16. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1989。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (一)食品工業發展研究所研究報告 (595)。台灣：新竹。
17. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1990。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (二)食品工業發展研究所研究報告 (613)。台灣：新竹。

18. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1991。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (三)食品工業發展研究所研究報告 (647-2)。台灣：新竹。
19. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1992。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (四)食品工業發展研究所研究報告 (613)。台灣：新竹。
20. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1993。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (五)食品工業發展研究所研究報告 (740)。台灣：新竹。
21. 陳如茵、錢明賽、王自存、李允中、陳貽倫、吳昭其、吳敬德。1991。甘藍菜儲存。建立農水畜產品低溫運銷系統八十年度工作成果報告:125-133。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
22. 陳貽倫。1984。蔬菜預冷。農工學報。30(1):41-53。
23. 陳貽倫。1984。荔枝果實之預冷與有關物性。農工學報。30(4)74-84。
24. 陳貽倫。1986。真空預冷及其能原分析。農工學報。32(1):43-50。
25. 陳貽倫。1987。果蔬水冷及其能原分析。農工學報。33(3):11-16。
26. 陳貽倫。1988。綠竹筍與茭白筍之預冷與有關物性。農工學報。34(1)61-68。
27. 陳貽倫。1989。果蔬熱傳導係數之測定。農工學報。35(1)5-15。
28. 陳貽倫。1989。「預冷與凍結」。張炳揚等編著：生鮮食品低溫運銷設備。食品工業發展研究所叢書 S78—57。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
29. 陳貽倫、李允中。1991。碎冰製造機在果菜預冷及低溫運銷之運用。建立農水畜產品低溫運銷系統八十年度工作成果報告:58-76。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
30. 陳貽倫、張高郎。1990。柱狀果蔬之熱傳導係數測定。農工學報。36(3):1-8。
31. 郭景儀、蕭介宗。1987。主要果蔬預冷設備之研製和應用 (I)：真空預冷設備之研製與應用。33(1):12-23。
32. 張榮如、陳貽倫、李允中。1994。不同預冷方法對葉菜類品質之影響。桃園區農業改良場研究報告 (19):17-26。台灣：桃園。
33. 張榮如、馮永富、楊宏瑛、黃子彬、林棟樑、謝美金。1996。葉菜及果菜類採收後處理及運銷技術改進。改進農產品低溫運銷作業計畫—八十五年度工作成果報告：1-1-1-17。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
34. 黃肇家。1998。本省菊花銷日採後處理之問題與改善。臺灣省臺中區農業改良場特刊 (40) 唐菖蒲、百合及菊花研究現況與產業發展研討會專刊:203-213。台灣省農業試驗所。台灣：台中。
35. 黃肇家、王怡玓。1995。供應夏季甘藍氣調貯藏實用技術之研究與開發。八十四年度園產品採後生理之研究與採後技術之改良計畫工作成果報告：10-1-10-5。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
36. 黃肇家、王怡玓。1996。供應夏季甘藍氣調貯藏實用技術之研究與開發。園產品採收後處理技術改進計畫-八十五年度工作成果報告：2-72-2-75。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
37. 鄭榮瑞、詹碧連、盧子淵、曾清田。1991。甜玉米保鮮之研究-預冷條件之探討建立與應用。臺灣省臺南區農業改良場研究彙報 (26):32-44。
38. 鍾木華、林明玉、楊進添、魏賢卿、謝定時、蔡美珠。1989。蔬菜預冷。食品工業發展研究所研究報告 (598)。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
39. 蕭介宗、盧福明、雷鵬魁。1984。台灣主要蔬菜冷藏方式之研究和改善工程分析。農工學報。30 (1)：65-80。

Studies and Extension on Precooling Technology of Horticultural Crops in Taiwan

Yeun-Chung Lee¹ and Doun-Liang Lin²

¹Associate Professor, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University.

²Associate Horticulturist, Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

Summary

Today, in Taiwan postharvest temperature management for horticultural crops is a very common practice. The education of cooling technology for the farmer in Taiwan started in the 80. By 20 years effects of government sponsored projects forced-air cooling, hydrocooling and vacuum cooling facilities are commonly constructed in farmer's shipping terminals. Precooling process became an essential procedure. Both producers and consumers are benefited from the high quality produce. In this paper the steps of procooling studies and extension works in Taiwan were reviewed.

Key words: precooling, vegetables, fruits