

出國報告（出國類別：進修）

## 園藝作物採後處理技術研習

服務機關：行政院農業委員會高雄區農業改良場

姓名職稱：陳思如 助理研究員

派赴國家：美國

出國期間：100 年 6 月 12 日至 25 日

報告日期：100 年 9 月 1 日

## 摘要

臺灣的農產品種類及生產規模和加州雖有落差，但加州的農產管理的方式仍有許多技術值得臺灣立即參考應用，在預冷及低溫鏈方面，由於臺灣單一農戶生產規模較精緻，對於採收後的產品溫度控制缺乏設備成本，建議透過品牌通路商或農產合作社之整合，利用較小規模的冷藏及壓差預冷設備，以維持園產品採後品質穩定及均一；採收及分級包裝效率的提升有助於降低勞力成本，並有利於產業規模的擴張，而增加不同的行銷通路，更可將規格化之不同產品發揮最大價值；品管方面在臺灣較不受重視，為能瞭解不同栽培模式及產品來源之品質差異，進而修正管理，建議生產端或通路商可利用簡易之品質測定方式，將不同批次之產品分別進行測定及記錄，以衡量及追溯產品品質；在採後病害防治方面，仍需透過低溫鏈的落實，而安全的採後病害防治藥劑之開發也具有產業價值，期透過採後處理技術的提升，穩定臺灣農產品內外銷品牌及市場。

## 目次

一、目的.....	3
二、行程.....	3
三、研習方式.....	5
(一) 靜態課程.....	5
(二) 產業參訪.....	6
四、研習內容.....	6
(一) 加州農業的重要性.....	6
(二) 預冷及低溫鏈.....	7
(三) 加州果樹生產及採後處理.....	11
1. 桃.....	11
2. 柑橘類.....	13
(四) 蔬菜的生產及採後處理.....	14
1. 蘿蔓萵苣.....	14
2. 西洋芹.....	15
3. 截切蔬菜.....	15
4. 新鮮截切胡蘿蔔.....	16
5. 草莓.....	17
(五) 花卉的生產及採後處理.....	20
1. 花卉批發市場.....	20
2. 邁阿密問題(Miami Problem).....	23
(六) 品質測定技術.....	23
(七) 採後病害防治.....	26
(八) 食品安全.....	27
(九) 市場廢棄物的處理.....	29
五、心得及建議.....	30
(一) 預冷及低溫鏈的落實.....	30
(二) 生產單位整合與品質管理.....	31
(三) 採後病害防治技術開發.....	32
(四) 結語.....	33
參考文獻.....	33

## 一、目的

園藝作物採收後仍為活的組織，因此呼吸作用、後熟等生理代謝仍持續進行，且含水量高，離體後容易失水或腐敗，加上園產品種類眾多、利用型態多元，不論是被利用的部位或是成熟度都有很大的歧異度，因此更需要針對各種產品特性進行採後處理，以控制或提升產品之品質。本計畫透過參加加州大學戴維斯分校採後處理中心所舉辦之「採後處理短期課程」，習得加州的園產品採後處理及運銷流程，並探討應用於臺灣熱帶水果外銷體系建立之研究上，期能健全臺灣園產品之供應鏈，並進而提升供貨品質。

## 二、行程

日期	行程	地點
6/12(日)	舊金山園產品市場調查 前往加州大學戴維斯分校	UC Davis
6/13(一)- 6/17(五)	加州大學戴維斯分校採後處理研習課程 第一週以講師授課、實驗室參訪為主	UC Davis
6/18(六)	加州園產品市場調查	
6/19(日)		
6/20(一)	第二週課程為產地參訪及意見交流 ■ 農產品倉貯物流(General Produce Co.及 Raleys Distribution Center) ■ 番茄生產及包裝(DiMare Fresh, Inc.) ■ 蔬菜包裝及預冷(Baloian Packing Co.)	Sacramento Newman Fresno
6/21(二)	■ 柑橘包裝及貯藏(Paramount Citrus) ■ 馬鈴薯分級包裝及出貨(Jahnston's Packing) ■ 新鮮截切胡蘿蔔加工及其包裝(Wm. Bolthouse Farms, Inc.) ■ 核果類包裝、預冷(Mountain View Cold Storage)	Delano Edison Bakersfield Reedley
6/22(三)	■ 桃採收(Dinuba area) ■ 蔬菜流冰預冷、強制風冷、真空預冷(Fresh Western Marketing Docks and Coolers) ■ 新鮮截切蔬菜加工(River Ranch)	Dinuba Salina

6/23(四)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 涼季蔬菜生產、採收及田間包裝</li> <li>■ 有機覆盆子採收及包裝、草莓包裝及品質管理 (Driscoll's Strawberry Associates)</li> <li>■ 洋菇生產、包裝(Monterey Mushrooms, Inc.)</li> <li>■ 易腐損產品之空運(Commodity Forwarders)</li> </ul>	Spreckles Watsonville Royal Oaks South SF
6/24(五)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 花卉批發市場(California Flower Market)</li> <li>■ 果菜批發市場(San Francisco Produce Assoc.)</li> <li>■ 有機香草及番茄包裝(Jacobs Farm/Del Cabo)</li> <li>■ 海運貨櫃(American President Lines)</li> </ul>	San Francisco South SF Oakland
6/25(六)	舊金山園產品市場調查	San Francisco

### 三、研習過程

本研習之主要進修課程為前往美國加州大學戴維斯分校(UC Davis)採後處理技術中心 (Postharvest Technology Center)，參加於 2011 年 6 月 13-24 日所舉辦之第 33 屆「採後處理技術短期課程(postharvest technology short course)」。課程內容包含 1 週靜態課程及 1 週參訪研習，參加的學員來自全球 26 個國家，包括大學講師、交換學者、加州大學戴維斯分校學生或應屆畢業生、農業研究及推廣人員、農業研究技術人員、農產貿易公司代表、餐飲業採購人員、農場田間管理人員、食品安全管理人員、品質管理人員及顧問等，由學員之組成也足以見得園產品採後處理技術應用及需求領域之廣泛。



圖 1. 加州大學戴維斯分校第 33 屆採後處理短期課程學員來自全球 26 個國家

#### (一)靜態課程

本課程之靜態課程執行方式主要為室內講座及實驗室參訪，講座內容廣博且深入淺出，搭配投影片解說，並有編印教科書《園產品採後處理技術(Postharvest Technology of Horticultural Crops)》一本，供學員課前預習或課後參考；講師群由採後處理中心的教授所組成，多富有技術研發之專業及產業推廣之經驗，部份講座由 Michael Reid 及 James Thompson 兩位教授以對話的方式進行，並配合模型來說明預冷設備之原理等，上課氣氛更加生動活潑。

講座內容囊括採後生理、蔬菜、水果、觀賞作物及切花採後處理、採前因子對採後品質及產品安全的影響、園產品的品質及非破壞性品質測定、成熟及成熟指標、乙烯在採後處理的應用、溫度管理的重要性及預冷系統、包裝、貯藏系統、氣調貯藏及氣變包裝及採後病蟲害防治等，以上課程與臺灣大學及研究所的採後處理課程所教授的內容並沒有太大的差異。但也有部份課程內容是臺灣的大學教

育中比較不重視或技術資訊還需要加強的，例如：新鮮截切蔬果、採後處理用水的消毒、食品安全、良好農業規範、香氣生理、採後處理技術資訊的取得、生物技術及採後品質、品質及安全的消費議題等。課程中也介紹該技術中心目前所執行的研究計畫及未來研究方向等，並假想未來採後處理技術開發的種種可能性，提供技術研發的方向。

該課程所安排之兩堂採後處理中心實驗室參訪，分別為採後病害及品質測定實驗室，讓學員瞭解採後病害防治研究之方法與成效，以及該中心所應用之科學化、非破壞性之品質測定方式等。



圖 2. 第一週課程包含靜態講座(左圖)及實驗室參訪(右圖)

## (二)產業參訪

本研習之參訪行程為此課程之重頭戲，由該中心的 Marita Cantwell 教授安排加州蔬果生產、包裝、配送之專業公司，讓學員實地近距離瞭解加州各類園藝作物採收及採收後處理技術之操作流程及其作業規劃，並體會良好作業規範的執行情形，也參訪了果菜與花卉批發市場，調查各種產品到貨品質、市場交易情形及廢棄物處理方式，並由學員及公司代表針對有興趣的部份交換意見，獲取所需之產業資訊。

## 四、研習內容

### (一)加州農業的重要性

加州為全美國第一大農業生產州，且已高居寶座達 55 年之久，全美農產品產值最高的前 10 大縣，就有 9 個位在加州境內，全加州有 2,540 萬公畝的農牧用地，並生產超過 400 個品項。2009 年全加州農產品產值為 348 億美元，占全美的 12.3%，以水果及堅果類 117.9 億美元為最大宗，其次為蔬菜及瓜類 78.6 億、禽畜類 78.1 億、苗圃及花卉 37.9 億及穀類作物 35.9 億美元，其中鮮果產值達 43 億美元，更占了全國鮮果生產的 53%，此外，加州更為全美草莓生產業的龍頭，

全國 83%的新鮮或冷凍草莓是由加州所生產，顯示加州不僅為全美最大糧倉，更是鮮果的主要供應者。

在 2003 到 2009 年間，加州農產品外銷量大幅增加了 66%，2009 年外銷總計 57 億美元，主要外銷國家包括加拿大、歐盟及日本，而臺灣每年亦透過空運進口大量加州桃李，並為加州桃李的第二大出口國，僅次於加拿大，根據臺灣加州桃李協會統計資料顯示：臺灣 2009 年加州水蜜桃(peaches)的進口量高達 9,270 公噸，占有進口水蜜桃的 97%；甜桃(油桃、nectarines)10,300 公噸，占 70%，蜜李 5,333 公噸，占 72%，其建立了新鮮、安全、營養、美味及加州形象，確立了在臺灣鮮果市場上難以動搖的地位。

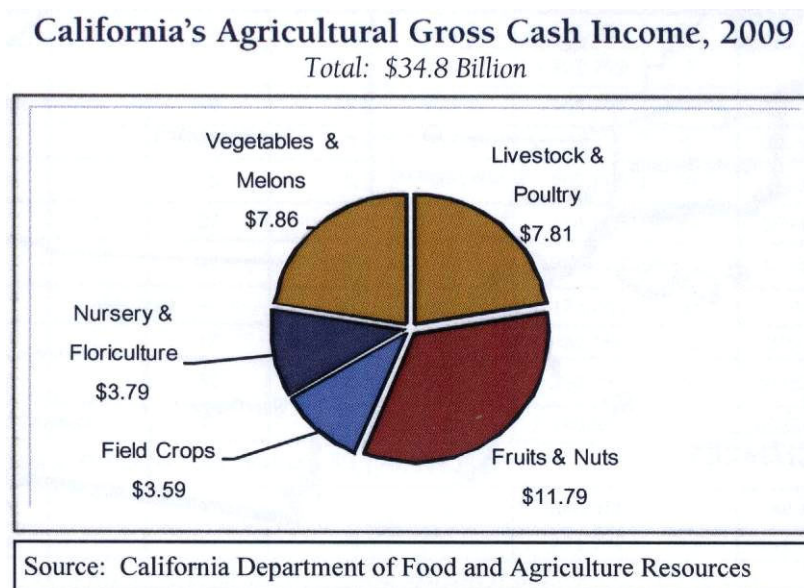


圖 3. 加州各項農產收入分佈比率(圖片來源：California Horticultural Crops Statistical Information-2011 from UCDAVIS Postharvest Technology Center)

## (二)預冷及低溫鏈

爲了能夠減少園產品採後失水，控制其後熟、老化及品質變化、並降低腐敗率，溫度是十分重要的控制條件。以青花菜爲例，根據加州大學戴維斯分校園產品採後處理中心 Cantwell 教授試驗結果顯示，青花菜採收後放在 20°C 的環境，短短 2 天之內，葉綠素和胡蘿蔔素含量就下降了 60%，維生素 C 和糖度也劇烈下降了 35%，顯示採後產品的口感、風味和營養成分都快速地流失，但若存放於 0°C 的環境，則 15 天之內僅有約 10% 的輕微變化。因此，爲了能夠長期維持產品的品質，減輕產品供貨流通的時間壓力，園產品溫度的控制已經發展爲美國加州農業不可或缺的一項技術。



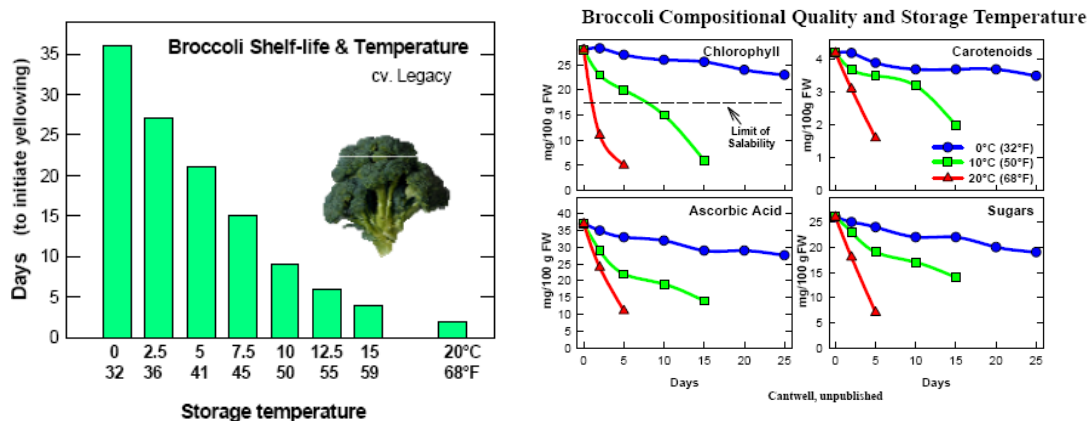


圖 4. 青花菜之貯架壽命及葉綠素、胡蘿蔔素、抗壞血酸及糖類成分隨貯藏溫度上升及貯藏時間增長而下降，顯示 0°C 的低溫可有效減緩青花菜的品質裂變 (Marita Cantwell)

「預冷」及「低溫鏈」在園產品採後處理上並非新的技術，而是十分基本的觀念，但在臺灣的園藝產業上並不受到重視。園產品採收後儘速移除田間熱，使產品降溫至可維持品質的範圍，就是「預冷」，而預冷後的園產品在包裝、貯藏、運送到販售過程中，都應維持在穩定的低溫環境，則稱之為「低溫鏈」，溫度越低、生理代謝反應越低，但不同的作物可耐受的low溫程度不同，過低的溫度會造成回溫後的寒害徵狀，因此不同產品於不同的貯藏期各有其適當的貯藏溫度，相關的資料亦已建立而可以查詢，但仍受到產地、品種、季節等因素而有差異。

預冷的方式有水冷、碎冰預冷、室冷、壓差預冷、真空預冷等，其中在加州應用較普遍的為水冷、碎冰預冷、壓差預冷及真空預冷。

1. 水冷式為採後利用冷水淋洗或浸置，以達到降溫的效果，適用於大部份的蔬菜及水果，一般來說，體積較小的產品如櫻桃，溫度下降八分之七 [下降溫度 = (產品溫度 - 水溫) \* 7/8] 所需的時間僅需 10 分鐘，體積較大的產品如瓜類則需 1 小時。水冷式預冷不僅不會造成產品失水，甚至可以讓失水的產品稍微復水，經常使用於葉菜類作物。
2. 碎冰預冷多應用於蔬菜類作物，如青花菜、甜玉米等，將產品包裝於防水紙箱內，再進入流冰處理櫃中，將大量的水夾帶著碎冰由紙箱的開孔灌入，水瀝乾後碎冰留在箱內，可使產品迅速降溫並持續保持產品的濕度，處理後需馬上置入零度冷藏庫中，以防止碎冰融解。碎冰預冷的防水包裝較貴，且需要足夠的開孔讓流冰可灌入，且碎冰增加了產品的重量，零售商也反應碎冰溶解出水時，造成週遭其他非防水處理之紙箱包裝浸潤軟化，並造成地面濕滑的環境危險，因此部份零售商已開始拒絕碎冰預冷的產品。此次參訪雖未安排碎冰預冷的過程，但在 General Produce Co.、Raleys 物流中心及舊金山果菜批發市場都實際看到碎冰預冷的產品，以青花菜為主；參訪時有公司代表曾談到青花菜以碎冰預冷的品質的確較佳，口感上會比較脆、新鮮度高，但

碎冰預冷的產品在物流中心及批發市場確實都發生融冰，並造成地面積水的問題；以往認為碎冰預冷的紙箱無法回收，造成垃圾問題，但在舊金山果菜批發市場上，將廢棄的上蠟紙箱與果菜殘渣都做堆肥回收處理，並未造成垃圾問題。



圖 5. 碎冰預冷是將產品包裝於防水紙箱中，再將流冰灌入。



圖 6. 碎冰預冷的甜玉米在舊金山蔬果批發市場上未能保持冷藏，碎冰融化後出水，造成地面濕滑。

3. 壓差預冷是在冷藏庫中利用抽風來加速冷空氣從紙箱側面的開孔強制進入紙箱，使產品能均勻地在 1-2 個小時內就降到冷藏的溫度，又稱為強制風冷，這種預冷設備在加州水果產業應用已經十分普遍，而包裝上也需要設計有 5% 的開孔面積，以利冷空氣進入箱內。此次參訪的 Driscoll's 莓類生產公司及 Mountain View Cold Storage 公司實際看到草莓及油桃的壓差預冷過程。



圖 7. 壓差預冷是利用強制抽風使冷空氣從紙箱側孔進入紙箱中，加速產品降溫。



圖 8. 壓差預冷由風扇對產品抽氣後，空氣再從上方風口送出，形成循環。



圖 9. 壓差預冷之產品包裝箱上應至少有 5% 之開孔面積，以利冷空氣進入箱內，加速降低產品溫度。

4. 真空預冷的原理是利用真空狀態下水的沸點降低，使產品表面的水在低溫狀態下蒸發，並將產品表面的熱帶走，進而達到產品降溫的效果，本次參訪行程中也參觀了 Fresh Western Marketing Docks and Coolers 公司正在進行蔬果產



品的真空預冷。操作時將產品放入真空櫃中，當大氣壓力降至 25 mmHg 時，水的沸點可降至 20°C，大約維持 20-30 分鐘即可將產品降至適當的低溫。此法較適用於葉菜類等比表面積較高的產品，每降低 6°C 約會造成 1% 的失水，這樣的失水程度在青蔥、西洋芹、葉萵苣等都是可以接受的。部份產品比表面積較小，或因表面蠟質而缺乏水份蒸散而不易利用真空預冷降溫，設備內可加裝灑水器，或在產品送入之前灑水，以增加蒸散量而加速降溫。大部份的真空預冷設備是移動式的，一年內配合不同作物的產季而移動至 2-3 處，以提高設備利用率。



圖 10. 真空預冷設備成本高。

而各種預冷方式的成本由高到低為流冰預冷(\$0.3-0.7/kg-day) > 真空預冷(\$0.15-0.3/kg-day) > 壓差預冷(\$0.1-0.2/kg-day) > 水冷(\$0.05-0.1/kg-day)，而能源消耗則是真空預冷>水冷>灑水真空預冷>碎冰預冷>壓差預冷，但在選擇預冷方式上，主要還是考量產品的特性，選擇較有利於維持產品品質的方法。

### (三)加州果樹生產及採後處理

#### 1. 桃：

美國的水蜜桃及油桃市場上偏好果皮完全轉紅的，而果皮的轉色和光照有關，果實的向光面可以完全轉色，但受到葉片遮蓋的部份經常無法轉紅，因此在參訪的 Dunuba 地區的油桃果園中，畦間走道地表覆蓋銀色塑膠布，使日光反射，較有利用果實完全轉色。由於樹高約 5 公尺，因此採收人員需要帶著 10 呎梯進行採收工作，採收時將塑膠籃用背帶掛在腹部，籃子裝滿之後就到貨車上取下，再換另一個空籃子繼續採收。

水蜜桃與油桃的採收適期為完全轉色、但果實尚未軟化時，採收後經過機

械分級與人工包裝，再置於後熟室中等待後熟才出貨，由於採收時果肉仍是脆的，因此在採後處理的過程中，比較不會受到機械傷害，在田間若採收到已軟化的果實，則會當場丟棄，不會送進包裝場，因為軟熟果實在機械分級過程中會被嚴重壓傷，最終也是被丟棄。但是夏季採收前若降雨，樹體吸收的氮肥和水分會隨之增加，使植株抽梢、果實軟化、風味下降，是栽培上較棘手的問題。

桃子採收後被運往包裝場，由於果實仍未軟化，因此在包裝場外是採乾式傾倒的方式倒入輸送帶上，經過水洗後才沿著輸送帶被送進包裝場內，由人工進行初步的選別，再由攝影機分析每顆果實的色澤，並根據轉色程度及大小進行分級，分級後再以人工進行包裝，果粒大且完全轉紅的是最高級的果品，以 SUMMERTIME 的品牌銷售，果粒大但轉色較不完全的則以 I.M.RIPE 品牌，銷往臺灣的大多是這個等級；其他較小的果實則供應當地的餐廳或零售市場，因此以不同規格的产品供應不同市場，以發揮产品的最大效益。



圖 11. Dinuba 地區的油桃果園畦間走道地表覆蓋銀色塑膠布，以利果實轉色。



圖 12. Dinuba 地區油桃採收情形





圖 13. 油桃採收人員利用背帶掛塑膠籃進行採收



圖 14. 桃子根據轉色程度及大小進行分級，並送往不同市場進行銷售。左上：不同轉色程度的水蜜桃、右上：機械分級後進行人工包裝、左下：I.M.RIPE 為外銷臺灣的等級、右下：較小的果實供應當地零售市場。

## 2. 柑橘類分級包裝：

本參訪行程也安排至 Paramount 柑橘公司研習其採後處理及包裝流程，本行程在包裝場內不得拍照，柑橘包裝過程包括清洗、人工選別、上蠟、依

大小分級、裝箱、封箱，採後處理過程高度自動化，人力需求極少。柑橘的裝箱是由自動機械手臂完成，分級後的果實利用坡度平面讓果實落入四條平行的溝內而單層整齊排列，再由裝設吸盤的機械手臂定位吸取固定數量的果實裝入箱中。由於包裝過程高度仰賴機械，需確保機器運作正常流暢，在現場看到不少封箱失誤的狀況，需要人工確認及重新更換紙箱再包裝，良率仍有待提升。

#### (四)蔬菜的生產及採後處理

##### 1. 蘿蔓萵苣：

本參訪行程前往 Salinas 地區研習蔬菜田間採收包裝，當地因為地形影響微氣候，終年經常有霧且濕涼的氣候正適合生產涼季蔬菜。我們參訪的田區十分平整，並以滴灌方式栽培蘿蔓萵苣，生長十分整齊，有利於一次採收，僅有少數零星植株根際有病害徵狀，但並不嚴重。採收人員在採收機前一字排開，一個採收人員大約每三秒就可以採收一株蘿蔓、去除外葉並交由包裝人員進行裝箱，每個包裝人員負責整理及包裝兩個採收人員所採收的蘿蔓，並將包裝好的整箱蘿蔓往前推，就可以送上輸送帶，輸送帶將貨品往中間集中，方便堆疊人員堆疊於採收機後方的棧板上，再由堆高機送往貨車。



圖 15. 蘿蔓萵苣栽培及田間採收包裝情形。左上：整齊劃一的蘿蔓萵苣、右上：以滴灌栽培、左下：機械輔助田間採收包裝、右下：人員採收及包裝情形。



## 2. 西洋芹：

西洋芹的栽培模式如同蘿蔓是採滴灌栽培，由採收人員自植株上切下後、截去葉片部分，再送上輸送帶，經過自動淋洗並截切為規格長度後，送往採收機後方的包裝區，由包裝人員根據不同通路的需求逐一分級、裝袋並裝箱及堆疊，再由堆高機運往貨車上準備運送。田間包裝可將植物殘體留在田間，不需另外清運，且不需設立包裝場，並可節省往返包裝場的運費，及減少運輸過程中造成的機械傷害，但因為採收機上不方便再設立分級機，產品必須有一定程度的整齊度，以節省分級的工作。



圖 16. 西洋芹栽培及田間採收情形，植株生長整齊(左上)，人工配合機械採收(右上)，採收機後方直接包裝出貨(左下)，殘渣留在田間不需另外清運(右下)。

## 3. 截切蔬菜：

截切蔬果為美國近年來的消費趨勢，2009 年全美的截切蔬菜銷售額高達 53 億美元，而臺灣人蔬菜的食用方式雖以煮食為主，但隨著工商的發展、便利商店的普及與多蔬果的飲食受到提倡，便利的新鮮截切水果與沙拉也出現在臺灣便利商店的架上，並成為速食店的副餐選項之一。

本參訪至 River Ranch Fresh Foods 研習新鮮截切蔬菜之採後處理及包裝，場內禁止攝影。新鮮截切蔬果的品質重點在於新鮮及安全，因此採後處理重點為保



鮮及殺菌，本次參訪時生產線上正在處理的是幼葉菠菜(baby spinach)、截切花椰菜及截切蘿蔓萵苣，清洗用水中有添加含次氯酸鈉的殺菌劑，並需時常監控水質與氯含量及 pH 值，以確保殺菌力，生產線的人員需穿清潔的防護衣並配戴髮帽及手套，場內人員的鞋子必需包覆腳趾，以確保產品的衛生安全。由於蔬菜經過截切後呼吸作用更旺盛，會加速老化及品質劣變，因此處理的環境需維持低溫鏈，另一方面也可避免蔬菜的切口褐化或失水。以沙拉用的鮮切萵苣為例，採收後經過去除外葉、去心後預冷，再傾倒至生產線上由機械進行截切，截切後降溫、殺菌、離心去水，混和其他蔬菜、秤重包裝，經過金屬探測確認無零件或物品混入產品，再裝箱並進入暫時性冷藏等待出貨。

爲了保持新鮮截切蔬菜的品質及安全，其加工過程及食用前必須要注意以下事項：

(1) 在加工端：

- a. 使用高品質的新鮮原料。
- b. 爲了將機械傷害降到最低，截切刀必須鋒利。
- c. 切口需要潤濕，但仍需去除多餘的水分。
- d. 利用含氯的清潔水來維持確實的殺菌。
- e. 使用適當的包裝及填充氣體(低氧、高二氧化碳)。
- f. 保持產品溫度在 1-2°C。
- g. 維持工廠環境、機械設備及操作人員的衛生及消毒。

(2) 在消費端：

- a. 需注意包裝是否完整。
- b. 遵守產品食用期限及處理說明。



圖 17. 新鮮截切蔬菜生產線(圖片來源: UCD 採後處理技術中心)

#### 4. 新鮮截切胡蘿蔔:

本參訪也到 Wm. Bolthouse farm 公司研習截切胡蘿蔔(Baby-cut carrots)的流程，廠區內同樣禁止攝影，新鮮截切胡蘿蔔產品是將胡蘿蔔去皮之後再截切成小段，磨成迷你胡蘿蔔的外型，以方便立即食用。製作 baby carrots 的胡蘿蔔需要挑選合適的品種，必須沒有心部或心部較小，因此使用的是細長形的胡蘿蔔，且須具有色澤均勻、甜度高、不苦、不澇的特性，且外表需平整以減少去皮損失，心部或肩部無綠化的問題，多汁有口感又不易破碎，且容易機械採收。其製作流程為：胡蘿蔔採收後傾倒至生產線上，經過清洗去土、殺菌，並快速降溫，再切成 2 英吋長的小段，經過機械去皮及磨成形，再殺菌後降溫，由電腦根據品質和色澤做分級，再各別包裝，即可裝箱出貨。



圖 19. Wm. Bolthouse farm 截切胡蘿蔔產品

## 5. 草莓：

Driscoll's 主要是生產草莓及覆盆子，其草莓種植方式不同於臺灣採育苗後種植，而是以短縮莖(crown)定植。本參訪的農場所在位置，因為地形的關係影響氣候而有天然的低溫，氣候適合生產草莓及覆盆子，其有機草莓的栽培方式為滴灌栽培，畦面覆蓋銀色塑膠布，農場主人表示，滴灌的方式可以有效減少病害的發生。採收季時 Driscoll's 公司會提供契作戶統一型式的塑膠盒及紙箱，農友採收後自行包裝，再將包裝完成之草莓送往集貨場，進貨後先由收貨人員依批次貼上條碼，再由品管人員抽樣進行品質測定。集貨場設有冷藏庫及壓差預冷設備，通過品管後的果品送入預冷室內進行壓差預冷，預冷後整個棧板的產品經過固定後再套以塑膠袋包裝，袋內先抽氣後，再灌入低氧高二氧化碳之氣體，使產品以氣調的狀態貯運。

一般契作制度的產品容易品質參差、不易管控，Driscoll's 公司為能確實進行品質測定及追蹤，已建立一套品質評估系統，產品進貨後由品管員抽樣，調查每盒的果實數、過大或過小的果實、有瑕疵或畸型果的數量，並將

果實放入塑膠袋內擠出果汁，用電子式的手持式屈折計測量可溶性固形物含量，並將調查資料輸入電腦評分系統，便可自動計算出這批貨的品質得分，得分低於 50 分則不得以 Driscoll's 的品牌出貨。



圖 19. Driscoll's 製作農戶的有機草莓生產



圖 20. 製作戶將產品送達集貨場後，隨即被貼上條碼，並透過 PDA 進行批次管理。



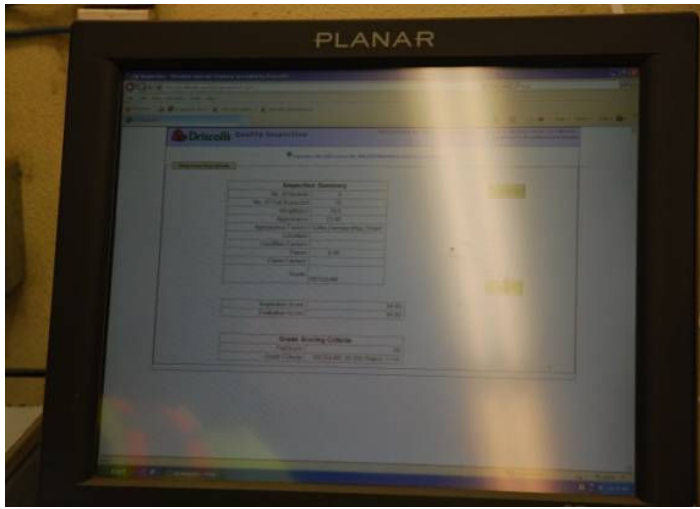


圖 21. Driscoll's 的品管人員抽樣(上)及線上評分系統(下)



圖 22. 自動膠帶網貨機在加州十分普遍



圖 23. 草莓的氣變貯運，套上塑膠袋後抽氣(上)，再灌入低氧高二氧化碳的氣體(下)。

## (五)花卉的生產及採後處理

### 1. 花卉批發市場

本研習對於花卉的部分著墨較少，參訪行程中僅參訪加州花卉批發市場，加州花卉種類眾多，批發市場內包括盆花、切花及乾燥花環等產品，較大宗的包括各色繡球花、百合、玫瑰、非洲菊、水仙百合及芍藥等，其他種類的花材亦十分豐富，臺灣去年才開始引進的大花仙客來，在此拍賣市場內也做切花販售，葉材種類也很多樣化，包括金桔、石蓮花及罌粟果也用做花材。





圖 24. 加州花卉批發市場的各色繡球花



圖 25. 加州花卉批發市場花色眾多的非洲菊



圖 26. 加州花卉批發市場上罌粟果及金桔也用作花材販售





圖 27. 加州花卉批發市場切花商品種類眾多



圖 28. 加州花卉批發市場上種類眾多的葉材

## 2. 邁阿密問題(Miami Problem)

在切花採後運輸的過程中，溫度對其瓶插壽命有很大的影響，美國境內消費的許多花卉產品是由南美洲所生產的，近年來發現到在採後有確實做到預冷，運輸的過程中也低溫冷藏，但到貨品質仍不如預期，經由溫度追蹤後才瞭解到，當貨品由南美洲產地空運到邁阿密機場後，轉為陸運的過程中發生回溫，雖然在陸運過程中又重新降溫，但這段時間的回溫已對切花品質造成無法回復的損傷，切花壽命也因此快速下降。因此爲了維持切花品質，低溫鏈也需要落實在切花運輸的過程中，而邁阿密問題更顯示了溫度監測在長途儲運之產品品質管理上的重要性。

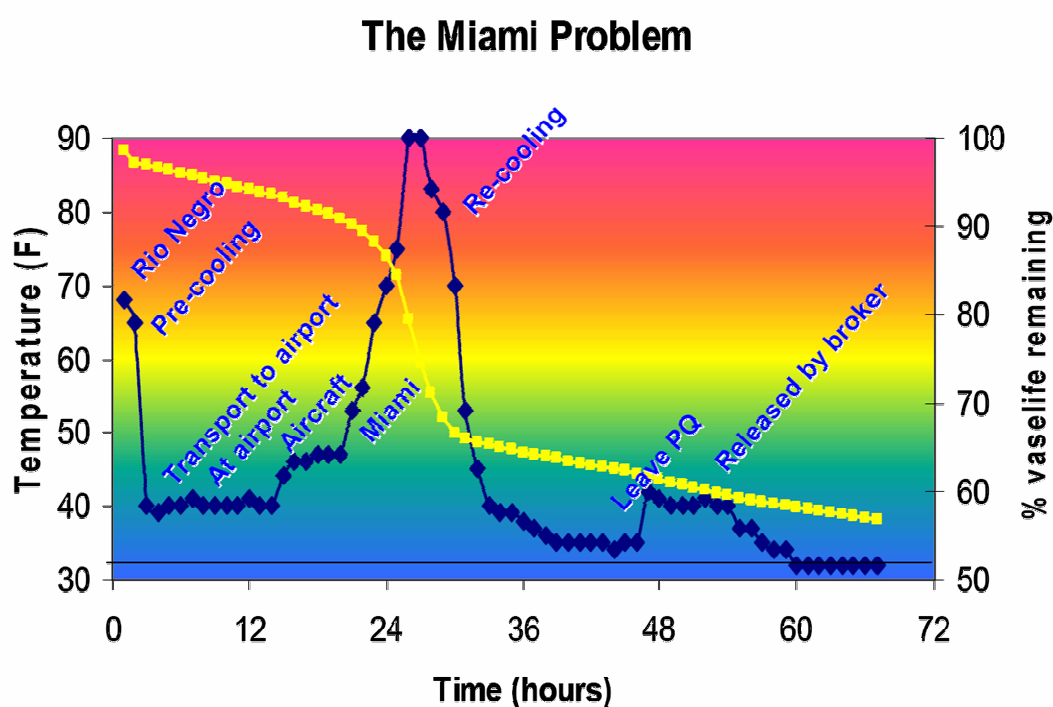


圖 29. 邁阿密問題:南美洲生產銷往美國境內之花卉產品，在邁阿密由空運轉陸運過程中回溫對切花壽命造成極大損傷(圖片來源: UCD 採後處理技術中心)。

## (六)品質測定技術

在採後處理中心實驗室的研習中，對於品質測定提供了許多技術，包括基本的可滴定酸測定、測定可溶性固形物含量的手持式屈折計、色差儀及比色卡、各種產品缺陷的圖鑑、一般的硬度的測定以及非破壞性的硬度測定，也介紹了消費者品評的客觀方法。

其中手持式屈折計的測定值往往被認爲是糖度，但其實所測定的是可溶性



固形物含量，而可溶性固形物除了可溶性糖以外，還包括了有機酸、可溶性果膠質、花青素、抗壞血酸及酚類化合物等，以草莓為例，果汁中的總可溶性固形物只有 57.3%是可溶性糖，而有 21.2%是來自花青素，10.6%為有機酸，6.5%為可溶性果膠，抗壞血酸及酚類分別占 2.3%及 2.1%。由此可知，樣品中的花青素多寡或是有機酸含量等都會影響手持式屈折計的讀值，因此對於測得的數值的說明應該更加謹慎，不應該和糖度混為一談。

其他外在的品質因子可以透過色卡比對或是肉眼判斷來評估，但仍需要一套標準來進行量化，因此針對不同產業的需求，也有各種測量周徑的標準板，在採後處理中心也根據加州重要的作物蒐集或製作各式的比色卡以及成熟度與常見的品質缺陷圖鑑，建立一套品質鑑定的方式，供產業界應用。



圖 30. 各種測量周徑用的標準板

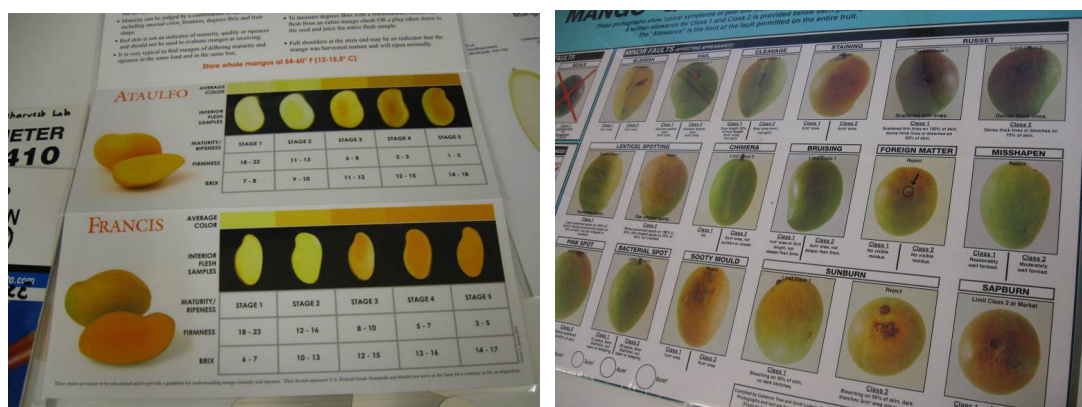


圖 31. UCD 採後處理中心所蒐集與開發的芒果成熟度比色卡(左)及各種品種外觀缺陷之圖鑑(右)

在硬度測定的方面，一般都是利用物性測定儀，直接對樣品造成破壞，再根據破壞造成形變時的最大壓力值來代表樣品的硬度，但現在對於漿果類的果

品，也已開發出非破壞性的硬度測定儀，利用球面的測定器在果實表面輕壓，再根據壓力值變化斜率來估算硬度，並可配合影像系統，連續性且非破壞性地測量果長、果寬、果梗長度及果色等品質指標。

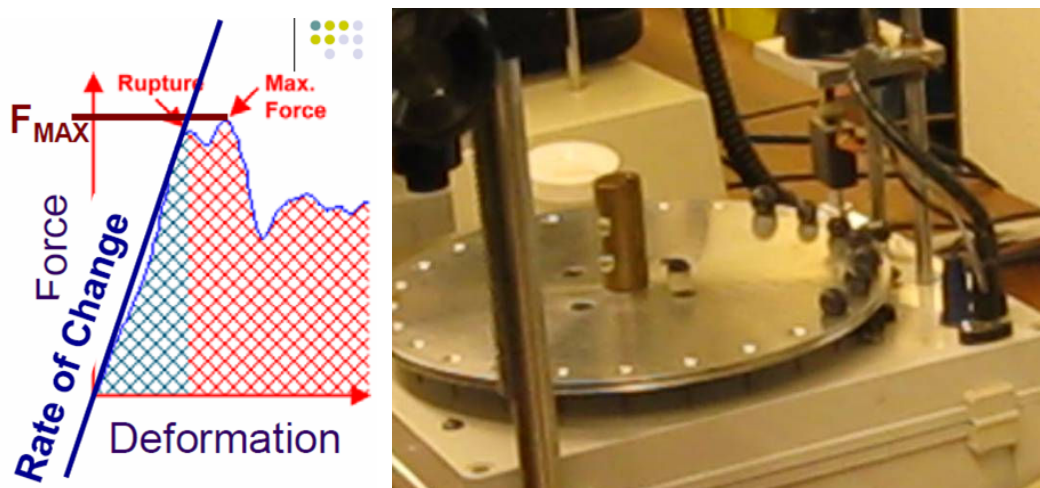


圖 32. 利用形變前的壓力變化估算漿果類硬度的非破壞式硬度測定儀

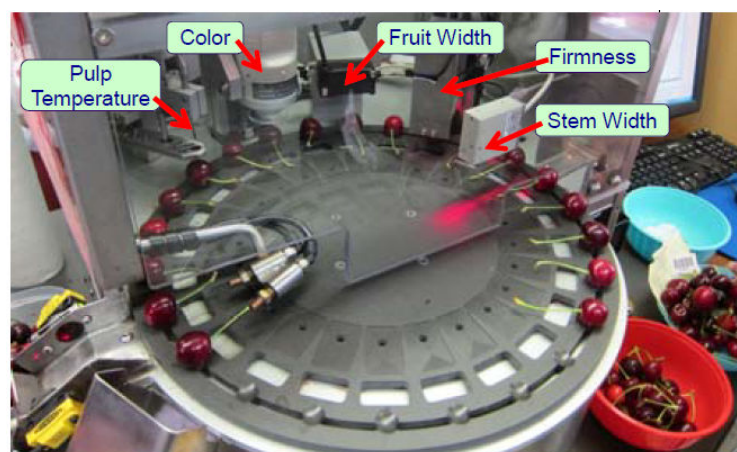


圖 33. 配合影像系統設計成多項目連續式非破壞性品質測定儀(圖片來源: UCD 採後處理技術中心)

口感品評是最直接但也最受主觀影響的品質測定方式，在臺灣的口感品評試驗大多是在實驗室內由試驗同仁協助品評，或到賣場找消費者試吃評分，為了能夠得到更客觀的品評數據，在 UCD 採後處理中心的品質研究室中，建立了一個品評室，進行品評試驗時，參與品評的人員待在漆黑的品評室內，僅留有一盞紅燈，因為一般人會覺得色澤比較紅的果實吃起來比較可口，為避免色澤左右了味覺，將所有樣品都打上紅光，開始品評時，編號的樣品從座位前方的小窗戶被送入品評者面前，品評者逐一品評之後，再利用座位上的電腦填寫品評問卷，在單獨進行品評的環境下，更可以得到接近事實的數據。





圖 34. UCD 品質研究室中獨立的品評空間(左)，品評時僅開啓一盞紅燈，以免受色澤影響評分(右)(右圖圖片來源: UCD 採後處理技術中心)。

### (七)採後病害防治

加州農產品採收後大多都會經過清洗及殺菌處理，傳統使用的殺菌劑為次氯酸鈉水溶液，但其殺菌力及氧化還原電位會因溶液的酸鹼度不同而異，因此需時時監控其酸鹼度、餘氯含量及氧化還原電位，以確保殺菌的效果。而加州大學戴維斯分校採後處理中心近年研發了光分解、易洗除的採後處理用殺菌劑，已授權由先正達公司代理銷售，不僅已核准使用於美國境內生產的農作物，外銷歐盟等國的桃、李、梅或櫻桃也已訂定殘留容許量，以 Scholar 為例，在歐盟各國杏和櫻桃上 fludioxonil 之容許量為 5 ppm、油桃和桃為 7 ppm、李的容許量 0.7 ppm，臺灣的容許量僅定於櫻桃 5 ppm，但臺灣的主要外銷市場日本及中國大陸則皆未定義容許量。而 1 加侖裝的 Scholar 產品要價 1,800 元美金，雖然可以處理上百噸的櫻桃，但成本上還是比傳統的殺菌劑來得高昂許多，施用方式可表面淋洗或浸泡，以浸泡的方式較節省藥劑。

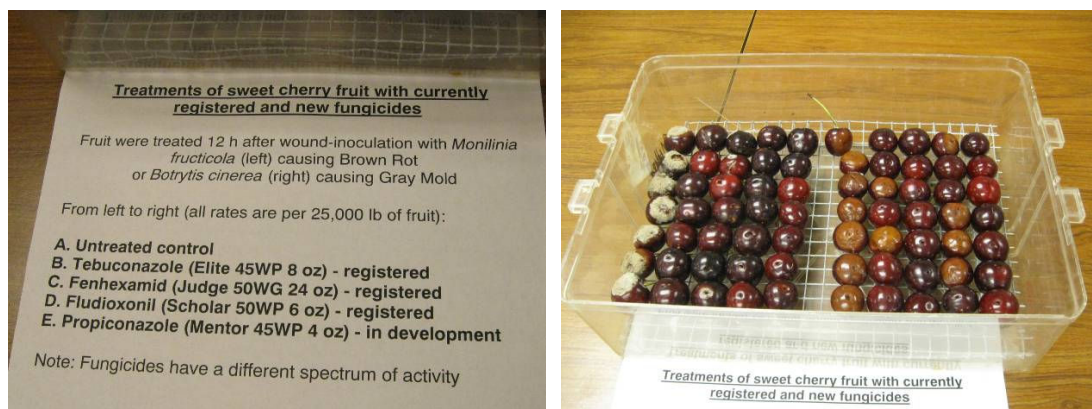


圖 35. 使用 4 種不同採後處理殺菌劑對櫻桃採後病害灰黴病及褐腐病之防治效果



圖 36. 不同種類及不同劑型之採後處理藥劑產品

## (八) 食品安全

今年 5 月以來，歐洲連續爆發出血性大腸桿菌污染西班牙小黃瓜及德國豆芽菜事件，造成上千人感染出血性腸炎，並奪走數十條人命，甚至透過患者污染食物而傳染他人，對於習慣生食蔬菜的歐美民眾而言，無疑是一大威脅，鮮食蔬果的衛生安全也從此更受到重視。根據美國 2009-2011 年連續三年的調查，關於食品安全誰應該負責？超過 50% 的民眾認為自己該負責，大約 30% 的民眾認為加工處理業者該負責，其次為政府機構、食品店家、消費者團體，最後才是農民。顯示美國食品安全的把關，除了自己的選擇及食用衛生以外，最重要的環節在於採後處理及加工的過程，且認為田間的污染是無法避免的，因此責任不在農民。

在我們的參訪研習過程中，為了確保產品的安全，許多公司都要求參訪人員需簽署文件，表示在參訪前的近日內身體健康無虞，沒有腸胃不適的症狀，進入前需戴上不織布髮帽，有的甚至需要套上指定的服裝，並要求在包裝場內或貯藏室內儘量不要碰觸產品，包裝場內也時時看到關於操作安全的標語，洗手間內也都張貼標語要求同仁務必先清潔雙手再返回工作崗位，在田間參觀時，甚至進一步要求參訪者詳閱並瞭解 GAP 的說明文件，都是為了能夠確保產品的安全，

因此不僅僅是在加工過程，在衛生安全的要求上，每個生產環節都是受到重視的。



圖 37. Jacob 有機香草包裝場內，工作人員需佩帶髮帽、手套及乾淨的服裝，以確保包裝過程中的衛生安全。

爲了能夠從田間開始落實食品衛生安全的管控，美國康乃爾大學編定了《食品安全從田間做起(Food Safety Begins on the Farm)》栽培手冊，提供許多田間管理的方法來降低食物感染的風險，例如：

1. 在灌溉方面，作物採用滴灌方式供水，避免產品在田間接觸到灌溉水，不僅可降低感染風險，亦可減少病害，並節約用水。如果利用上方噴灌，應確保水源清潔，並儘量於早晨灌溉，日照下可縮短葉面乾燥所需的時間，且日光中的 UV 光可抑制作物或人體病原菌的繁衍；而灌溉水源若爲河水、溪水或溝渠水，則應在作物採收前的一週內避免上方灌溉，以確保產品衛生安全。
2. 在施肥方面，不可在果樹或蔬菜作物植株旁施用糞肥，如果要施用，需經一年以上的發酵腐熟，施用後的農機具和工具需經清洗後才能進入即將採收的園子。接近採收期時，不可讓動物在園內漫遊，包括家禽、畜或寵物等，以免污染產品。
3. 在人員的衛生管理方面，田間及包裝場應提供便利且清潔的廁所，並隨時補充清潔劑及擦手紙巾，工作人員如廁後或進行採收工作前應確實清潔雙手；身體不適的人員應安排不需接觸產品的工作，並應教育員工個人衛生與食品安全的關係。
4. 在採收工作上，採收容器及包裝場應定時清潔並消毒，人員應在進入包裝場前換下田間工作的服裝；此外，爲避免口腔內的微生物污染雙手，在包裝場內不可飲食、抽菸，需另外隔離出用餐的空間，在用餐後返回工作前亦需清潔雙手。

雖然臺灣的飲食習慣大多還是熟食爲主，因此食品安全的問題多僅限於農藥殘留上，但許多鮮果類及部分沙拉用的蔬菜仍是生食，但農民並未充分接收到這類的管理資訊，而臺灣的農產品採後大多也未經過殺菌或任何清洗流程就直接上



市，因此在田間操作上應如何降低污染的風險，在栽培輔導工作上仍十分具有參考價值。



圖 38. 隨田間工作人員交通車加掛之數量足夠、便利且清潔的廁所。

### (九)市場廢棄物的處理

美國對於資源回收再利用及垃圾減量日漸重視，市售寶特瓶的瓶身越來越薄，塑膠瓶蓋也設計得越來越淺，都是為了能夠減少垃圾量，越來越多的塑膠冷飲杯及免洗刀叉等餐具，也都改為玉米澱粉製成的可分解之替代品，紙餐盤也用回收紙漿製成，使用後都可依堆肥方式回收處理。在加州舊金山蔬果批發市場，每天大量的農產品交易在此進行，也產生了許多廢棄的農產品包裝，如：塑膠袋、一般紙箱及碎冰預冷產品所使用的上蠟紙箱等，但這些廢棄物並沒有造成困擾，甚至每年為該批發市場增加 25,000 元美金的收入。塑膠袋及塑膠箱可回收再製成固定棧板上貨物用的 L 形塑膠條，一般的紙箱發包給廠商做紙類回收，上蠟的紙箱則和蔬果殘渣等一起回收作堆肥，所有廢棄物各得其所，不僅減少了垃圾處理的運費、得到回收金收入，也為環保盡了一份心力。



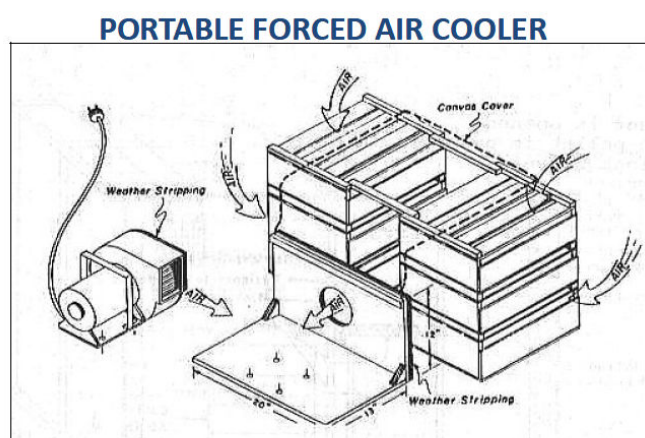
圖 39. 批發市場內回收的塑膠袋(左)，可以重製成固定棧板上的貨物用的塑膠條(右)。

## 五、心得及建議

農產品外銷為農委會近年來主力推動的政策之一，在改良場所也經常接獲外銷產品到貨品質不如預期的案例，一部分是由於產品品質不穩定，另一部分是因為採後處理的流程太過簡化或不受重視，尤其是沒有預冷、溫度設定不良或溫度管控及追蹤不確實，且產品採後沒有殺菌或採後病害防治處理，因此即使產品品質優良，經過長途貯運後仍難免發生問題。從本研習中加州各種農產品生產及採收後處理的執行情形來看臺灣的生產現況，臺灣農產業在採後處理過程無法確實執行的原因，可歸咎於單一農戶的生產規模太小，沒有足以投資採後處理設備的資本，但另一方面又因為缺乏設備，供貨品質無法穩定，行銷通路便難以拓展；但站在臺灣再來看加州的成功，其實仍有許多觀念及技術值得套用在臺灣的產業上，需要努力的方向在於整合及落實。

### (一) 預冷及低溫鏈的落實

臺灣目前的外銷供貨情形通常由貿易商直接在產地進行集貨，部分由專業外銷供果園供貨，部分由產地直接收購品質符合規格要求、價格符合農友期望的產品後集合外銷。貨品在集貨期間到裝櫃之前利用冷藏庫進行暫時性冷藏，在產地便稱之為「預冷」，但這種預冷，只是在產品進入冷藏貨櫃之前進行「預先降溫」，且使用的冷藏庫降溫方法僅是「室冷」，降溫效率並不佳，紙箱內部的產品溫度若要降到接近所設定的低溫，常需要一天以上的時間，若還沒完全降溫就出貨，則產品內外部溫度不均勻，便無法確保品質。因此為了確保貨櫃內的產品溫度均勻，採收後的預冷及低溫鏈仍有改善空間，初期在設備上可以嘗試利用原有的冷藏庫配合小規模的壓差預冷設備，使產品從採收到降溫至貯藏適溫的時間縮短，並使產品溫度更接近於貨櫃溫度，則更能夠減少產品採收後的品質劣變，並更能準確地管控溫度，以維持貯藏及到貨品質。



Price: \$1,600

圖 40. 移動式壓差預冷機示意圖(圖片來源: UCDAVIS 採後處理中心)



27

圖 41. 移動式壓差預冷機(圖片來源: UCDAVIS 採後處理中心)

而臺灣農產品外銷過程中的溫度變化資料值得進行監控，以瞭解到貨品質不如預期的真正原因，以臺灣目前外銷中國大陸之農產品部分以小三通方式運輸，產品從高雄港口出貨後，透過金廈小三通途徑，送到廈門後再轉為陸運方式往目標市場運輸，貨品到廈門後轉為陸運，正如南美洲花卉產品空運到美國邁阿密轉陸運，都可能發生貨櫃轉換過程中的回溫，而陸運過程中的冷藏效能是否能夠維持低溫鏈，都關係到產品到貨品質的優劣，值得進一步瞭解。

## (二) 生產單位整合與品質管理

農產品品質的管控在臺灣並未獲得重視，多半只是靠肉眼認定品質，即使以口感判定也未必是客觀的方式，且目的通常僅為價格訂定上作參考，未進行品質管控的資料記錄，缺乏回溯機制。本採後處理研習課程的學員許多是來自各農業生產或貿易公司的品管人員，顯示品質管控不僅是工業生產需要，在生產變數更多的農業上，品質的管控應該更為重要。正如前述 Driscoll's 公司的草莓品管系統，或在 Mountain View Cold Storage 針對各批桃子後熟期間硬度及可溶性固形物含量等變化的抽樣測定，以及在採後處理中心的各種品質測定技術及相關的應用資訊，都顯示品質的管理需要透過量化的工具。這樣的品質管制編制，可以在大農場生產端、在製作生產的品牌通路商或是在集貨外銷的貿易商，尤其以製作方式做為貨源者，對於製作戶的品質應該有一套鑑別方式，評估是否符合品牌的標準，並能瞭解不同栽培模式及產品來源之品質差異，進而修正管理。

以鳳梨為例，不需高規格的品管室，僅需在包裝貨集貨場內一個乾淨的角落，利用手持式屈折計、電子式鳳梨酸度計、比色卡及外觀缺陷及病蟲害圖鑑等，將不同批次之產品分別進行測定及記錄，藉以衡量及管控產品品質，這些設備成本對小農來說或許是一項負擔，但對於生產季時處理大量貨品的整合銷售單位而



言，若能因此提升整體品質的穩定度，提升品牌商譽，這項成本要從銷售額中回收並不困難。其中酸度為鳳梨品質的重要因子，關係到風味、採收適期及產品的耐貯性，一般酸度的測定為滴定法，但測量耗時、需要酸鹼度計及攪拌器、需要氫氧化鈉水溶液作滴定液，在產地實行並不容易，而國外已開發攜帶式電子式鳳梨酸度計，操作上簡便、快速，實際應用於台農 17 號的酸度測定，其測定值接近可滴定酸含量，且兩者具有高度相關，具有產業應用的潛力。



圖 42. 電子式(左)及傳統式(右)手持式屈折計

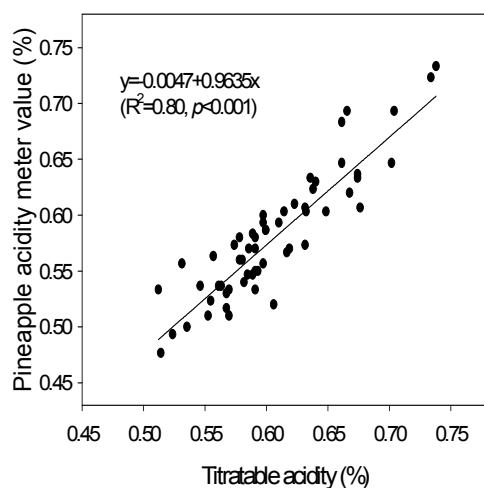


Fig. The relation between titratable acidity and pineapple acidity meter(GMK-835B) read value of TN17 pineapple

圖 43. 台農 17 號鳳梨以電子式酸度計(GMK-835B)測定之酸度與可滴定酸含量之相關性

### (三) 採後病害防治技術開發

採後病害一直是影響園產品耐貯性的重要限制因素，以臺灣重要外銷熱帶水

果爲例，木瓜疫病、蒂腐病、芒果炭疽病、蓮霧果腐病、鳳梨果梗切口感染等，都嚴重影響採後品質，除部份作物外銷前經過物理性的檢疫處理，如溫湯或蒸熱等，可控制採後病害的發生率，其餘的都未經任何採後病害防治或衛生安全處理。在加州農產品的採後處理過程中，清洗或殺菌是基本且必要的過程，次氯酸鈉的應用也十分普遍，但次氯酸鈉僅在特定範圍之 pH 範圍內才能達到殺菌效果，且與有機物反應可能產生三氯甲烷等副產物，不利人體健康且易發生藥害。國內對於農產品的「安全」方面認知較著重於是否有藥劑殘留，對於採後的病害防治藥劑接受度較低，因此更需要落實低溫鏈以降低病害繁殖速率，並朝向安全無虞的採後處理方式來努力。

而新型的、較不易殘留的殺菌劑如二氧化氯，其殺菌的作用來自氧化反應而非致毒作用，且不易形成有機鹵素的副產物，相關研究也已證實水溶性二氧化氯洗滌可有效降低瓜類、萵苣、藍莓上之致病菌數量(Gómez-López, 2009)。美國食品藥物管理署(FDA)於 2005 年也已核準使用二氧化氯於清洗蔬果，但在歐洲二氧化氯目前僅接受使用於飲用水的消毒，在臺灣有機農產品驗證管理辦法中則列爲加工、分裝及流通過程得使用之防治資材，可使用於消毒及清潔器具、設備之用，並在衛生署登記爲食品添加物，可用於飲用水與食品用水的殺菌。二氧化氯值得投入研究作爲較安全的農產品採後病害防治資材，但推廣使用上仍需配合當地及外銷目標市場的相關管理法規。

#### (四) 結語

臺灣的農產品種類及生產規模和加州雖有落差，但加州的農產管理的方式仍有許多技術值得參考應用，期望在臺灣能透過生產單位的整合、小規模壓差預冷設備及低溫鏈的落實、品質的量化管理與追溯、貯運環境溫度的追蹤及採後安全病害防治技術的開發等，以維持農產品採後品質，穩定內外銷農產品的品牌及市場。

#### 參考文獻

1. Gómez-López V.M., A. Rajkovic, P. Ragaert, N. Smigic, and F. Devlieghere. 2009. Chlorine dioxide for minimally processed produce preservation: a review. *Trend Food Sci. Technol.* 20:17-26.
2. Kader, A.A. 2002. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3<sup>rd</sup> ed. University of California agriculture and natural resources publication.