

出國報告(出國類別：研究)

我國重要果品採收後處理貯運技術導入
研究

Studies of introducing postharvest handling
technologies

服務機關：行政院農業委員會農業試驗所

姓名職稱：作物組 徐敏記 助理研究員

出國日期：101年6月17日至101年7月8日

報告日期：101年10月4日

摘要

本次計畫參加由加州大學戴維斯分校開辦的園產品採收後處理課程，課程為期兩週，第一週主要課程為採後處理相關講座與相關技術研討示範，以及心得討論與經驗分享項目。第二週則是進行加州地區產業觀摩。產業觀摩主要參訪果樹與蔬菜產業公司，其他則為園產品配送中心、冷藏貨櫃與批發市場等地。加州當地的包裝場規模都相當大，與台灣採小量合併裝櫃有所不同，但仍可觀察到預冷與食品安全等技術以期未來引入所需。而美國當地採後處理從採收、清洗、包裝、預冷到貯運整個動線的安排以及人員管控配合輔助等，都可做為台灣規劃外銷產業發展的參考。新鮮蔬果之包裝資材與消毒方式為加州重要及常用之工作流程與使用方式，也為此次觀察重點，經試驗後若有切合本國適用資材與方式則預計引入，並藉以了解美國加州未來採後處理技術之發展方向與研究計畫項目，藉以提供國內相關研究單位參考使用。目前台灣農產品生產方式與加州生產規模與種類有落差，但單就採後處理應用上仍有十分大的進步空間，且常因出貨品質劣化而有貿易上的糾紛，建議從生產端至後續通路端進行品質控管測定，另一方面在貯放運輸病害也需透過冷鏈管理的方式，以維持良好品質。另外也與加州大學戴維斯分校、泰國農業大學等國際專業人士與加州當地配送物流中心聯絡方式之建立也是此次重要工作，希藉此對國際採收後處理之趨勢與限制有所了解與提升我國於國際農產品貿易時，採後處理技術了解與接軌。

目次

一、計畫目的	1
二、行程安排	2
三、計畫流程	3
(一) 室內課程	3
(二) 田間產業參訪	6
四、課程研習內容	6
(一) 加州農業簡介	6
(二) 採後處理技術使用	7
五、園產品批發、銷售與後熟處理	12
六、果實生產與包裝處理	19
七、蔬菜生產與包裝處理	27
八、花卉栽培與拍賣市場現況	30
九、品質判定與標準化	33
十、計畫性栽種與農產品食用安全的重要性	35
十一、結語與建議	37
十二、參考資料與網站	37

計畫目的

台灣地處熱帶及亞熱帶，不但適合種植多種品質良好的熱帶水果，也種植高山丘陵地區生產溫帶水果供應消費者，近幾年來政府也積極將台灣的水果藉由外銷方式推向世界各地；然而台灣特有的品種及栽培技術，如鮮食鳳梨、印度棗、芒果和番石榴等，以及近年來栽培面積大量增加的紅龍果，皆已在中國大陸逐漸增加栽培面積，不但將衝擊內銷市場，未來更將與我國外銷之水果產業競爭，因此台灣除了加強生產栽培方式外，更應注重採收後處理之貯運保存，以減少蔬果低溫貯運後之寒害情形發生，而農產品採收後處理保存亦為農委會於 APEC 糧食安全論壇會議上提出之六大行動方針其中一項。因此本次擬藉執行計畫至加州大學戴維斯分校採後處理技術中心 (UC DAVIS postharvest technology center) 進行進修，該中心開辦採收後處理短期課程至今已逾 30 年，課程內容除了包含 1.採收後處理生理、2.採收前處理因子對品質之影響、3.採收處理應用科學外，尚有加州地區產業參訪等深度行程，因此深獲各界好評。故本次進修目的希望藉由美國加州地區蔬果產業成功經驗，做為我國園產品採後處理上改進技術之參考依據，並且藉本次短期課程訓練，藉以熟識國際友人及了解他國採後處理發展情形，以期能進一步連繫與未來發展合作研究計畫。另外也訪查了加州地區超市販售與農夫市集產品販賣情形，了解當地產業發展與實際處理模式，做為未來國內園產品外銷時之參考依據，與前期技術研發初探。

行程安排

日期	行程	地點
6/17(日)	啟程 舊金山園產品市場調查 前往加州大學戴維斯分校	台灣-美國加州
6/18(一)- 6/22(五)	採後處理技術研究中心(Postharvest technology center)第一周研習課程	UC Davis
6/23(六)- 6/24(日)	加州園產品市場調查	UC Davis Sacramento
6/25(一)- 6/29(五)	產地調查與園產品預冷、加工、包裝廠參訪 各國技術人員意見交流	Sacramento Bakersfield Salinas Monterey area
6/30(六)	加州舊金山市園產品零售商店、市場調查 (sigona' s farmer market, safeway market)	San Francisco
7/1(日)	加州舊金山市園產品市場調查(weekly market in Redwood city and San Francisco city)	San Francisco Red Wood
7/2(一)- 7/6(五)	私人行程	California
7/7(六) -7/8(日)	回程	美國加州-台灣

一、計畫流程

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)，參加舉辦之第34 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，根據先前報告（黃,2009 ； 陳,2011）顯示參加的學員來自全球多個國家，參與學員包括大學講師、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，而此次參與發現於校內碩博士生(非美籍人士)參與人員也不少，另尚有他國政府機關(印尼與韓國)與國際農糧組織(FAO)等人員參與，因此也足以見得園產品採後處理技術應用及需求領域之需求。



圖 1.加州大學戴維斯分校第 34 屆採後處理短期訓練課程參與教師與學員

（一）室內課程

第一周課程為室內課程，主要內容為介紹採後處理為何，目前技術應用上與植物生理上有哪些影響，蔬菜、水果、花卉等目前處理包裝情形，採收時成熟指標判定，非破壞性監測品質，更年性作物乙烯生理與影響，香味與食味生理指標，採收、預冷、消毒、包裝、運送等系統，採前病蟲害與採後防治，採後處理生物技術，冷藏庫設置管理與溫度控管，各蔬果花卉貯藏各論，未來生鮮產品走向，截切蔬果之流程發展，採後處理相關資訊取得方式等。因課程內容針對來自世界

各地之農友、業者、團體組織，因此課程並無太過艱深與學術之內容，但因美國栽培作物與運送距離之因素，及法規與食用方式之不同，因此配合之課程有部分為我國目前較不重視之處，仍可能變為未來農產品進出口之關鍵技術與指標，如採收後消毒標準、食味香氣管理、與採收成熟度評判等技術，不可不先行預作準備。

課程內容主要以園產品採後處理技術(Postharvest technology of Horticultural Crops)一書為主，再搭配投影片與雙方互動方式進行課程，講師群則包含採後處理中心(Postharvest Technology Center)、戴維斯分校植物科學學院、食品科學院、農業工程院、河濱分校等教授，多具有專業與現場實務推廣之經驗，且部分方式以問答及配合模型方式說明原理與操作情形，以及利用按鍵選擇方式進行現場人員意願調查及問答，使得整場氣氛活潑互動性佳。

除了以課程方式進行外，尚有兩個半天時間為實驗室參訪，分別為品質測試與判定實驗室及採後病害管理實驗室，藉由實際簡介與操作讓學員們了解目前病害防治之方法與成效，以及使用之科學儀器測定方式等。



圖 2.3. 第一周報到與室內課程情形



圖 4.5. 以模型實地模擬壓差預冷方式進行課程



圖 6,7. 園產品食味香味測定與測定室



圖 8,9. 園產品品質判定與生理測試簡介

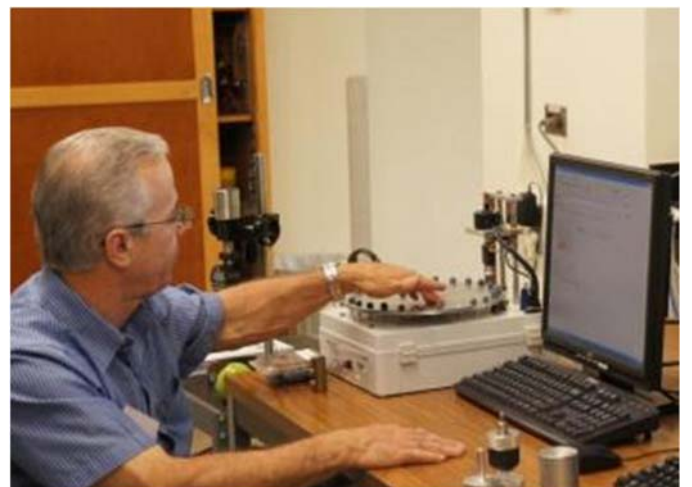
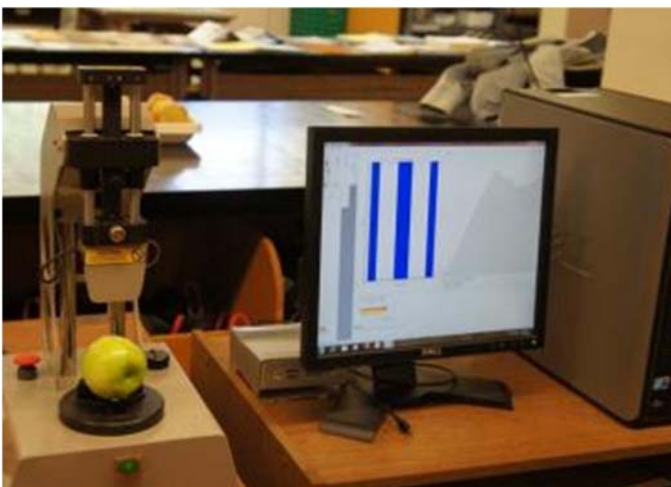


圖 10,11. 果實硬度抗性測試情形，可在不破壞果實的情形下進行測試

(二) 田間產業參訪

本次參訪行程因人數問題分為兩台車，本車為採後處理中心的 Elizabeth Mitcham 教授進行安排，除了至加州蔬果生產重鎮產地參訪外，另外對包裝、物流管理、後熟處理與消毒等專業公司也有另行訪查，了解當地農產品作業規範與現地執行情形，並藉由學員問向業者或農戶提問藉以了解各產品栽培與製造所容易遭遇之問題，彼此間交換意見。另外也參觀了位於舊金山花卉與蔬果批發市場，實際觀察目前市場消費種類及產品品質，藉以獲取產業資訊。

二、課程研習內容

(一) 加州農業簡介

加州長年來均為美國最大之農業生產州，依據 2010 年加州食品與農業資源部的統計，該年度共計生產了 375 億美元(約新台幣 1 兆一千兩百五十億)的農產品，比第二的愛荷華州(Iowa)多了約 143 億美元，佔美國整體農產品生產的 11.9%，約為台灣 2010 年 GDP 的十二分之一，且共生產四百項以上之農產品，其中七十六項農產品為美國各州生產之首，另統計生產最多的為水果與堅果類 135 億美元，其次為禽畜類 98.5 億美元，接著為蔬菜及瓜類 68.8 億美元、苗圃花卉類 37.6 億美元與穀類作物 35.3 億美元，其中葡萄生產量為約佔全美 90%，草莓等 berry 類則供應了全國 80% 以上的生產量，再再都顯示了加州為美國最重要的農產品供應地。

California's Agricultural Gross Cash Income, 2010
Total: \$37.52 Billion

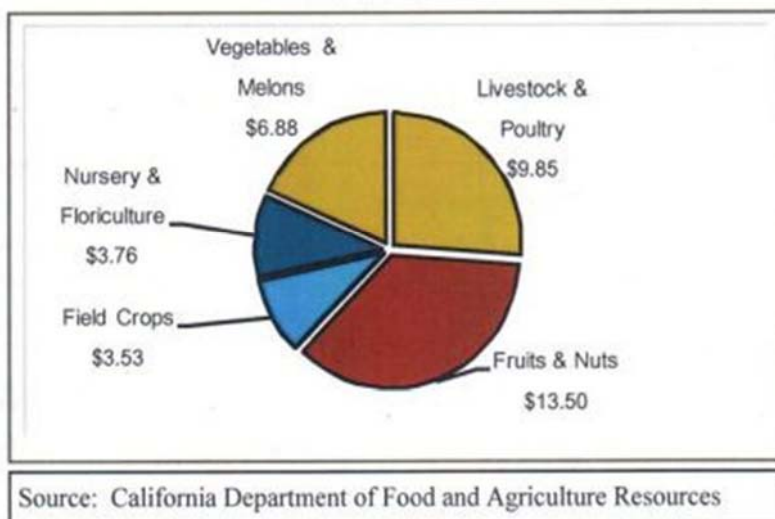


圖 12.13. 加州各項農產品收入分布與加州各郡位置圖

(資料來源:California Horticultural Crops Statistical Information- from UC DAVIS Postharvest Technology Center, 2012)

(二) 採後處理技術使用

採收後的蔬果雖然離開本體，但其生命仍然存在，因此仍需呼吸來進行新陳代謝，因此果實採收時溫度越高，呼吸作用就越旺盛。且為了避免脫水並控制其後熟與目的性減緩老化，並降低病害發生，溫度的控制十分重要。依據園產品採後處理中心(Dr. Marita Cantwell)先前的研究顯示，採收成熟與未成熟的芥藍菜(kale)後進行試驗，分別貯放於 5°C 至 20°C 的環境下，以貯放十八天的情形顯示溫度越低，品質越能維持。相同的，無論是葉綠素與維生素 C 等品質決定要素，也因溫度的差異而有了明顯的變化，因此，如想長期維持品質並藉以調整供應時間，溫度的控制是不可或缺的一環。

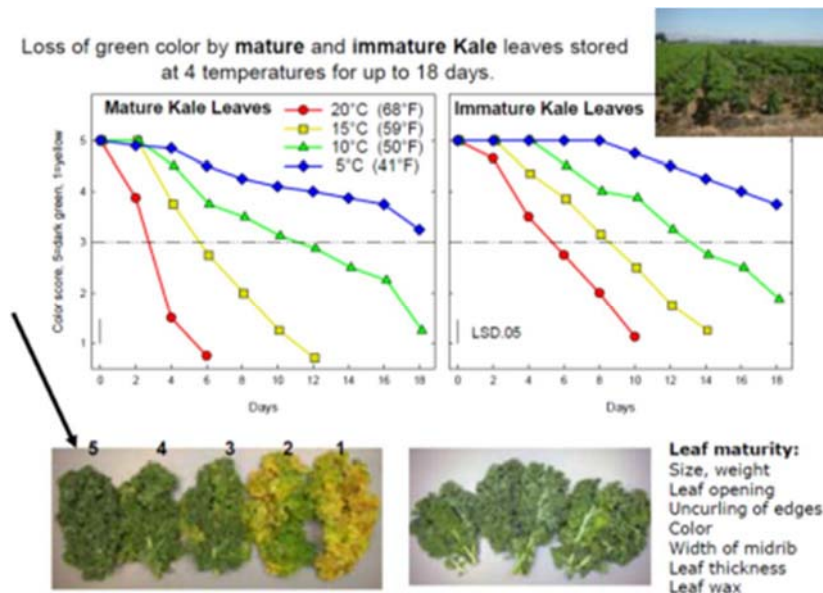


圖 14. 不同成熟度之芥藍菜於不同溫度下之貯藏壽命，顯示溫度越低且無寒害產生的低溫下，可延長芥藍菜的販售時間，減緩品質的裂變 (資料來源：Dr. Marita Cantwell)。

因此大部分之農產品採收時宜於清晨至中午前氣溫較低時以人工進行採收，以避免田間熱(field heat)之累積，且減少因果實進行呼吸作用而造成之品質下降。果實之呼吸作用主要是吸收氧氣並釋放二氧化碳，同時並耗損果實內的貯藏性醣類，同時蛋白質與脂質也隨之變化，且因溫度較高使得呼吸作用旺盛，呼吸作用產生之熱能也造成果實維持較高溫度，貯藏壽命也隨之降低，因此採收時間宜於氣溫較低時採收。

為了避免田間熱與輸送過程中產品品質的劣變及微生物的危害，「預冷處理」(pre-cooling treatment)與「冷鏈管理」(cold-chain；中國大陸稱為冷鏈運輸或冷鏈物流，筆者稱為冷鏈管理，稱為冷鏈管理原因為從源頭到市場甚至消費者的手上均須處於低溫且能維持品質的狀態下，除了溫度調整外濕度與包裝等其他因素都需要進行協同管理，故稱之)就顯得十分重要，良好的「預冷處理」可快速降低產品的溫度減少失水情形，並節省冷藏庫之能源使用，因此預冷處理隊很容易老化或腐損，採收後壽命很短或需經長途運輸才能到達市場的園產品特別需要。而預冷通常為了考量時間與成本，許多產品冷卻至 3 至 5°C 即可，但有寒害疑慮的農產品只能冷卻至寒害溫度的上限，如熱帶果樹蓮霧就僅至 13 度左右即可。而從預冷處理後產品放置冷藏庫內貯藏，經過運送至販售的流程，均維持在”穩定”的低溫環境中則稱為冷鏈(cold-chain)，整個的管理流程就稱為冷鏈管理。

目前預冷的方式有室冷(room cooling)、強制風冷(force air cooling)、水冷(hydrocooling)、碎冰預冷(icing cooling)，真空預冷(vacuum cooling)等五種，其中在加州目前常使用的有強制風冷、水冷、碎冰預冷、真空預冷。

- (A) 室冷：室冷是最簡單的預冷方法，主要原理是將產品放置於冷庫中讓冷空氣與產品接觸，堆放時需稀疏以便冷空氣與產品接觸，且冷空氣需有適當循環，但此種方式常因容器材料與容器內空氣等因素造成很大的傳導阻力，速度緩慢是其缺點，但是好處是任何產品均能適用。
- (B) 水冷：指用冷水淋洗或短時間浸泡園產品藉以降溫，好處是冷水可直接與產品完全接觸，因水的比熱較大因此能帶走的熱能也較多，其速率比室冷更快，但缺點為並非所有園產品均可以水冷方式預冷，如葡萄；而如需水冷容器也需耐水且有適當孔道讓水流入與流出，或經處理後需再另行裝箱，增加處理複雜性。

Hydrocooling



Iced Boxes at Market



圖 15,16.預冷方式之操作模式：水冷與碎冰預冷（資料來源：DAVIS 採後處理中心）

- (C) 碎冰預冷：於產品裝箱時碎冰加入其上或產品裝箱後再加入碎冰方式預冷稱之，目前加州地區另有使用半冰半水之方式由產品堆上或側邊的開口進行澆灌，又稱作 liquid icing cooling，效果快速且可大量處理。缺點則是非每種農產品均可使用此法，目前多使用於易於老化或可耐低溫之青花菜、青蔥及甜玉米，國內則使用於長豇豆與蘆筍等，且碎冰預冷也易於運輸途中即拍賣販賣時回溫而有冰水滲出造成地面濕滑，而經處理打蠟過後的包裝容器如為紙箱則回收再次使用機率低，製造成本也較高，但於舊金山蔬果批發市場所見則是將廢棄之紙箱與蔬果殘渣回收製成堆肥，以減少環境汙染。



圖 17,18. 碎冰預冷實際操作情形及低溫貯藏情形（拍攝於 Ocean Mist company）

- (D) 強制風冷：又稱為壓差預冷，與室冷類似的情形是同樣利用冷空氣在冷庫內預冷，但是藉由入風口與出風口之壓力差使得強迫空氣由一邊吹入容器中，與產品直接接觸然後由容器另一開口出去，差別的部分則是在室冷冷空氣多只在容器的表面通過。壓差的形成方式目前多是以一邊靠著機器進風口造成負壓，另一方面則是以帆布或厚塑膠布將上方與前方蓋住，因此操作時就形成容器內低壓而使得冷空氣強制流入，此事需注意的地方則是容易左右前後的通風口大小、堆疊方式、高度、數量、抽風強度與冷氣溫度等均有關，而通常開孔面積約為 5%到 10%左右，此次參訪之 Driscoll's 莓類生產公司、Ocean Mist company 與 Mountain View Cold Storage 公司均有見到相關處理方式。



圖 19,20. 強制風冷處理設備與園產品實際處理情形，另注意於產品包裝箱上應有開口以利冷空氣進入箱內（拍攝於 Ocean Mist company）

(E) 真空預冷：真空預冷園裡為將園產品至於接近真空環境(4.6mmHg)中，使原本於一大氣壓下(760mmHg)沸點為 100°C 的水轉變為 0°C，由於水氣化時需要吸收大量的汽化熱 (latent heat of vaporization)，因此園產品便可藉由水分迅速汽化達到降溫的效果。目前使用真空運冷方式以葉菜類等表面積大的蔬菜為最多，每當降低 11°F (6°C)需要耗損 1%重量的水，所以之後又開發了於真空預冷前先噴灑水後再行施作的 Hydro-vacuum cooling 系統，真空預冷方式可大量且快速(20 至 30 分鐘)將園產品降低至目標溫度，不但外葉且心葉也同時冷卻，但缺點則在於設備昂貴且葉菜類等較為適用。



圖 21,22. 圖 21 為傳統真空預冷 圖 22 則為新式灑水後再行真空預冷設備，可看出處理完後之地面上有水滴落（拍攝於 Ocean Mist company）



圖 23,24. Hydro-vacuum cooling 處理完之冰水附著棧板結冰，之後便以大型堆高機將園產品送入冷藏庫中進行冷藏保存 (拍攝於 Ocean Mist company)

總而言之，易腐爛老化的園產品，對預冷的需求最大，但就實際操作面而言，成本與操作方便簡易也需考量入內，成本也往往反映了售價與業主的收益，因此就販賣商品獲利上，除了對該園產品選取最好的預冷處理方式外，考量園產品之售價與預冷及低溫貯藏的費用也須列入。

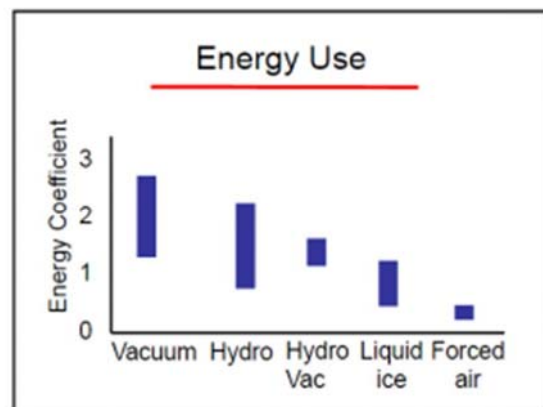
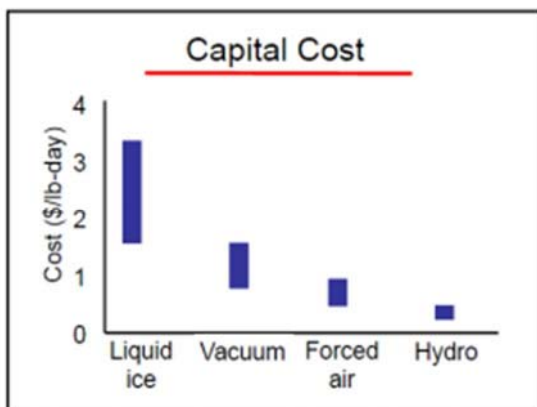


圖 25,26. 各種預冷方式對成本費用及能源耗損效率評估 (資料來源：DAVIS 採後處理中心)

三、園產品批發、銷售與後熟處理：

General produce company: 公司住址 P.O. Box 308, Sacramento, CA 95812

主業:園產品批發,區域性銷售業務

成立於 1933 年，老闆為華人當地第三代，該廠工作時間為 24 小時不間斷，內還設有後熟專用室(ripening room)，主要供蘋果香蕉等更年性果實使用，場內有 16000 平方英尺之冷藏庫，高度約為 10 公尺高，工作人員每天會在廠內巡視有關冷藏貨品情形，以保持貨品之新鮮度，後熟專用庫則距離冷藏庫有一段距離，以免後熟中之蘋果香蕉等產生乙烯(ethylene)間接影響其他貨品，另人驚訝的是冷藏庫內有直徑 5 公尺之大風扇來吹調節庫內溫度，使其庫內較為平均。以蘋果為例該廠貯存溫度為 35°F(1.6°C)另外每間溫度會因貯放蔬果不同而有不同濕度的調整，但大多仍為高濕環境，而平均而言，貯放到內部之蔬果大多放置三天(後熟果品則例外)左右時間即會分批以貨車送出以避免品質下降。



圖 27. General produce company 冷藏庫內調節溫度用大風扇

Raleys Distribution Center:公司住址 Sacramento, CA 95834

主業:香蕉等更年性果實催熟處理與低溫貯藏管理

該公司成立於 1922 年,主要為零售超級市場的貨源分配中心(Retail supermarket distribution center), 主要工作項目有 1.蔬果貯藏資料收集與問題解決 2.香蕉後熟處理 3.園產品廢棄物管理等。主要園產品來生產地為瓜地馬拉、巴拿馬與墨西哥,其中一大部分為香蕉後熟處理(ripening),總計有十八個後熟處理室,且有專業處理人員進行後熟處理。工作人員表示進行香蕉後熟處理時濕度需調高至 90 至 95%, 以避免香蕉表皮缺水黑點產生,影響整體賣相,並且於轉色後兩天調整濕度至 80-85%以增加貯藏時間,如此處理完成之香蕉色澤鮮豔果實堅實,另外於後熟處理前與後短暫存放溫度為華氏 55 度,避免因寒害(chilling injury)影響後熟與果皮凹陷變色,此外於處理當下因果實行呼吸作用產生大量二氧化碳,避免因二氧化碳過高影響果實後熟,故需每日三次監測二氧化碳濃度與乙烯濃度變化量,相較國內處理方式,該廠處理量較大且有專門單位人員進行即時多次監測,且每批貨品均會定時抽檢以確認該項次達預定標準。另外除了香蕉與蘋果催熟處理外,也低溫貯藏多樣蔬菜及食品之貨物,特殊點則是使用大量的 RPC(Returnable plastic containers;可摺疊式塑膠籃)裝放蔬果,經詢問該單位發現每年可利用次數為 6 次,且可使用數年之久,研判使用 RPC 取代 cottedged fibboard(厚紙箱)原因有三:1.農業廢棄物較少也較環保 2.蔬果較不易失水且乾淨 3.紙箱成本與廢棄處理費用逐年升高,未來趨勢與環保標章考量,因此可從此處看出美國園產品貯運之未來趨勢已逐漸改用非一次性包裝資材。



圖 28. Raley's company 的貨櫃車停放場



圖 29,30. 香蕉催熟處理情形及催熟專門人員介紹催熟細節與注意事項

Dimare company:公司住址 Sacramento, CA 95834

主業:番茄消毒包裝與催熟處理

該公司成立於 1928 年，最早源自美國東岸 Boston，主要供應全美及鄰近國家之超級市場，整體流程從卡車進貨開始至分級包裝後以貨櫃車運出，另外還提供顧客需求協助後熟處理整體流程入下圖所示。後熟處理則有密閉處理室，溫度為 70°F(21.1°C)且外加乙烯濃度控制於 100-200ppm 之間並定期換氣，每個棧板為 80 箱，一次可處理 3200 至 4000 箱左右，整體處理時間約為五天至一周(依客戶成熟度需求)，而送出後至當地仍有可能因成熟度之不同而進行 re-packing。整體來說整場流程均自動化，從源頭番茄倒入到消毒及後續包裝，但是在選別上除了重量大小外，仍需應用大量人力進行人為選別(墨西哥裔)。



圖 31.番茄自動選別包裝機



圖 32. 以大量人工配合機器選別



圖 33. 乙烯後熟處理五天情形



圖 34. 堆疊完成待出貨之番茄

Railex(Railcar shipping)

主業:農產品運輸

該公司主要為另一家生鮮農產品運輸物流公司之分公司，因產業之需求因此於 2006 年重新將農產品再以鐵路運輸，據該公司內部資料評估以鐵路運輸可節省三倍之燃料成本，且因運輸過程中未離開” main train line” (主鐵路幹線)因此不須中間停靠各站，更可節省時間與成本。

目前主要於農產品生產大洲-加州與華盛頓州設有接駁車站，從加州至華盛頓州約兩日，再由華盛頓州送至東岸約三日，因此流程約五日即可完成；車站內除了以卡車運送產品過來後冷藏之冷藏庫外，尚有具”冷鏈系統”之冷藏火車廂專用月台(同樣維持低溫)，因此農產品於運送包裝及入火車期間均處於 40°F(約 5 °C)的環境底下，可避免回溫與冷凝水的產生，減少呼吸熱及避免失水，而每台列車可裝入約 104000 磅之農產品，共計有十九節車廂可裝農產品(可依設計另行加掛)，該列車也是專門設計成低溫冷藏之車廂，平均運送速度為 70 英里/小時。此種運輸模式可將生鮮農產品自採收後均處於冷鏈系統下運輸，且可降低運輸成本、時間及風險。



圖 35,36. 該公司之外觀與內部人員介紹冷鏈列車系統



圖 37. 特殊設計之冷藏列車專用月台

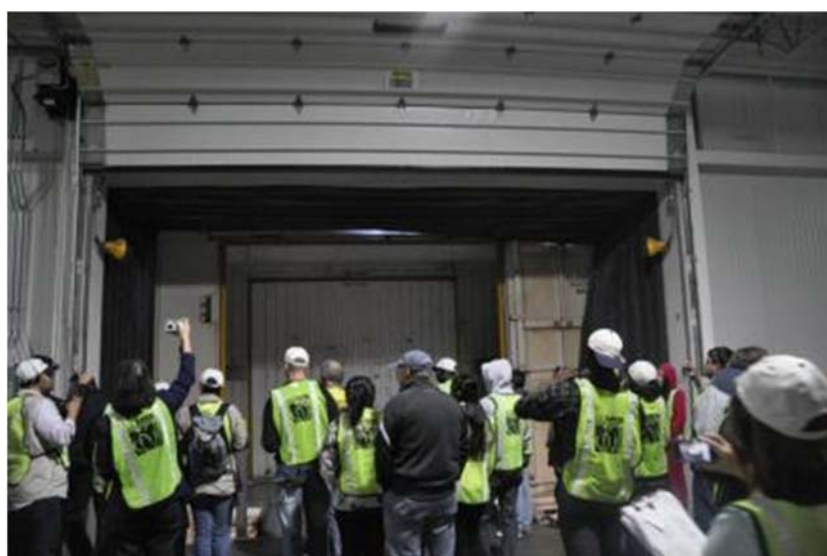


圖 38. 模擬農產品裝入列車之情形，接合處有伸縮布可減少冷氣散失與產品回溫



圖 39. 公司後方冷鏈列車裝貨之情形

四、果實生產與包裝處理：

Berry Lady farm store: 39771 Rd. 28 Kingburg, CA.93631

主業:藍莓等漿果類生產

該公司為一 family farm，當天前往時正在採收藍莓，據該公司負責人所述藍莓栽培時土壤 pH 十分重要，最好栽種時介於 pH7-8 間，若大於或小於此一範圍則果實易於採收後變軟，對採後包裝處理影響很大。而對該場而言為維持果實品質與增加就業機會(據該負責人表示希望為國內製造工作機會，因此雖然可以機械採收並省錢也不採此一方式)，以每小時 11 美元雇用採收者(picker)進行採收，每天採收人均為附近招募而來，而每年採收期從六月十五日開始，從早上六點到早上九至十點鐘結束以避免田間熱影響品質，採收之方式則是以兩加侖籃子於田間進行採收，依目前來說每英畝單位產量為 12000 磅(共採收四次)，有一個特點是田間藍莓植株高度，是依目前採收人”易於採收”之高度進行修剪，因此大約樹頂高度約為 1.3 至 1.8 公尺，果實生長高度約在 1.0 公尺上下。

病蟲害部分據負責人所述於生產時期較少，每年約噴灑一次殺蟲劑約在年底時(非產季)，因此於生產時期無農藥殘留問題存在。而採收過後的果實隨即送入分級包裝，經過前面去雜後並以專業快速之”雷射選別機”進行選別，分別包含兩次選別為”尺寸大小不合”與”品質糖度不合”之選別，依後面進行包裝速度推算每十秒約可選別 8-10 盒(400g)之藍莓，可謂十分快速；令選別完畢後以全自動方式進行包裝，以透明硬殼塑膠盒包裝後再放置於折疊紙盒內，接著層層堆疊後以伸縮模進行整體包裝，推測有保濕避免失水與些微氣變處理之效果，最後送於場內角落堆疊預備送出，主要銷售地點為美國東岸等大城市，以及配合量販店以 GrownFresh 品牌進行海外銷售，目前也有透過 COSTCO 銷售至台灣。



圖 40. 田間栽培之預備採收藍莓



圖 41. 雷射選別機可依據果實尺寸與品質進行兩次選別



圖 42. 預備出貨且已包裝之藍莓產品

Paramount Citrus: Delano, CA 93215

主業：柑橘類採後處理消毒包裝

該公司為非常大的柑橘類採後處理包裝場，每年處理量為 4000 萬個紙箱(每個約 20 公斤)出貨量，進出管制也十分嚴格，所有工作人員包含參觀者均須帶網帽與鞋套，且項鍊及手表等物品均須統一保管不可帶入，因此相機等也不可攜入照相。卡車載入由田間運送之柑橘類果實(柑橘與檸檬等)後，有專業人員駕駛堆高機將特製的大型塑膠籃堆放置集貨場，此堆高機為瓦斯供應動力因此無傳統內燃機易產生使果實後熟之氣體，避免影響出貨品質，集貨場溫度為 55°F，包裝廠內溫度則為 68 至 72°F，場內多以自動化流程進行篩選、清洗、消毒、吹乾、上蠟、包裝、貯藏等流程，但仍有 300 至 320 現場員工進行操作與品管，操作場內也時時監測乙烯與二氧化碳之含量。

柑橘類果實於採後常因互相碰撞導致果皮細胞破裂精油溢出，因此常造成青黴菌滋生影響品質與果實間互相感染，影響出貨甚劇，因此防腐抗病的控管十分重要，而經詢問控制之法後共計有下列各項：1.減少採收前的病害發生 2.降低病原菌的數量與生長 3.減緩呼吸率 4.溫度控制 5.濕度調控。經過這些控制加上乙次氯酸鈉 200ppm 進行清洗，完畢後再以 110°F 進行 20 至 30 秒的沖洗可大幅降低發霉情形。

另於參觀貯藏庫時，該廠也是採用” Continuous slow expression system” ，可緩慢注入乙烯後持續監控果實後熟退酸(內為 Valencia 品種)之情況，同時也會控制二氧化碳含量，使庫內二氧化碳雖高，但仍低於 2500ppm，避免果實後熟轉色受到影響。而後續包裝上雖已高度機械化，但仍需要人工進行確認與誤差包裝，因此有部分人力仍是無法取代。

Dinuba area Stone fruit harvesting :

目前市場上接受水蜜桃與油桃轉色均需一致，但先前的研究顯示果皮轉色與光線有關，因此為避免因葉片遮陰之果實轉色不佳影響賣相，各行距間皆鋪設覆蓋銀色反光布，可使日光反射有利果實轉色。而採收時是以 20 至 30 人一組以人工方式採收，藉此可減少碰撞損害，因此採收人員均需攜帶鋁梯進行採收，並背負專用塑膠籃裝取採下的果實，最後再將果實倒入田間採收專用車上。此時注意的是，採收人員只採收固定範圍內的果實，也就是果實尚未軟化且轉色正常的果實，因果實未軟化在人工處理與消毒包裝運輸等較不易受人為與機械傷害，因此在田間可看到許多已成熟之果實被丟棄，本人初估約略一至兩成不符合規定而丟棄，此外須注意的是，於田間實地觀察結果並無蟲害及鳥害等因素影響，而檢疫檢測方式據業者所述也是經由抽樣而非溫度處理，每次抽樣 500 顆果實切開確認是否有果實蠅，如無則五日內之果實均可進行出口販售，而主要蟲害每年約噴灑藥劑一至兩次與其他果樹類似(藍莓)，也會使用性費洛蒙防治蛾類。基本上於採收時期因加州屬大陸西岸地中海型氣候，具典型冬雨夏乾情形，因此夏日採收時期通常為乾季，但如採收前或採收下雨，會使得果實內水分與品持產生變化，果實軟化及風味改變影響採收及品質甚劇，影響農民收益。



圖 43. 採收人員背負專用採收袋進行採收，可見行間敷設有銀色反光布



圖 44. 採收人員將採收下之果實倒入田間收集車中等待運輸



圖 45. 不符規格之果實將其撥下丟置於田間不另行採收

Mountain View Cold Storage(summer-ripe) Reedley, CA 93654

主業：核果類包裝與冷藏貯放

本場主要為採收後之核果類(水蜜桃)，每個大塑膠箱可放 200 磅的水蜜桃，接著利用自動化分離雜質(樹葉枝條)，再經由次氯酸鈉消毒後以熱風吹乾，同樣的利用機器選別大小，利用滾動輪軸使得果實顆顆分離，在分列依序送入平行溝內貼上標籤，最後再利用人為方式辨別品質好壞，每個果實上均有種植人編號及標籤可進行追蹤，因此即使最後送至大型量販店內也可持續追蹤品質好壞，且依等級不同可分類為外銷(台灣等)與國內銷售(零售市場)但雖然過程高度自動化，人工選別堆放的部分仍然不可少。



圖 46,47. 採收使用的大塑膠籃與剛進入處理流程小箱裝設之水蜜桃



圖 48,49. 消毒處理完之水蜜桃分級分類與裝箱情形



圖 50,51.每粒均貼上識別性標籤，同時盒上也有產地品種與栽培農戶等資訊可追蹤

冷藏貯放廠房除了自身品牌外也有開放他場產品協助放置，每年主要貯放與出貨時間為 5 月至 9 月，約略可處理 350 萬箱，相同的除了低溫貯藏庫外，也有後熟處理室(Ripening room)可提供服務，於轉色期甚至會每三小時確認溫溼度以及每天採樣測試果實品質與外觀，也因果實轉色時常伴隨著可溶性固形物變化、硬度變化與酸度變化，因此為了避免糾紛，每 8-12 小時會持續進行採樣以確保樣品品質符合標準，而在轉色後熟處理時與香蕉類似，以高濕(RH 96-97%)及 63-72 °F 左右溫度進行處理，並適時換氣避免脫水與延緩轉色後熟，等待後熟完成後會再降低溫度至 32°F 下冷藏。



圖 52,53.及時品質監測與轉色後熟庫內以風扇配合霧化機提高濕度



圖 54.轉色完後利用壓差預冷快速降低溫度



圖 55.等待出貨並移至冷藏貨車上之產品

五、蔬菜生產與包裝處理：

Wm. Bolthouse Farms, Inc. Bakersfield CA 93307

主業：baby carrot 裁切消毒與包裝

源自 1915 年成立，目前專做 baby carrot 處理與包裝，主要供應軍隊與學校等團膳單位，目前美國只有兩家廠商專做此生意，因此初估此場大小約有 100 公頃左右非常大，當日前往時正在另行建設新型廠房，確實體會大國大公司，面對大市場的經營方式與手法。

廠內為了保持食品安全與符合規定，同樣也禁止手錶、鑰匙、耳環與相機等物品攜入，同時也須戴頭套及手套口罩等，經詢問後每小時可處理 8 萬磅的紅蘿蔔，二十四小時不停地運作供應，操作環境則維持在 42°F(5.5°C)下維持品質，無論是沖洗與包裝單位均維持此一溫度，每條紅蘿蔔大小約可製成 4 至 5 條 baby carrot，採用的紅蘿蔔需要選擇合適之品種，必須挑選髓部較小且色澤均勻甜度高之品種，且易於機械採收。紅蘿蔔採收後經過清洗去雜，並快速預冷，預冷的方式則是利用冰水預冷(水溫約 32-38°F)，預冷完畢後紅蘿蔔溫度約在 45°F，並截切成約 2-2.5 英吋大小的小段，再經由含次氯酸鈉的水於管線中輸送至包裝區，同樣的也是利用雷射方式選別合格與不合格品，再以空氣槍的(壓縮空氣)方式將不合格品挑出。

包裝方式共分為 4 種包裝方式，每包分別為 2.5 磅、3 磅、5 磅、16 磅等，剩餘的沖洗清潔水會再次利用回收，而剩餘的農業廢棄物會送至飼料廠或堆肥廠做成飼料或堆肥以避免汙染。最近也有透過大賣場如 Costco 銷售至台灣。



圖 56,57. Wm. Bolthouse Farms 產品與包裝方式

Tanimura and Antle, Inc. Spreckles, CA 93962

主業：冷涼蔬菜生產與田間包裝(萵苣、蘿蔓、花椰菜)

當地地勢較高且光線充足，因此較冷涼適宜栽種涼季蔬菜等葉菜類，且病害蟲害稀少，經詢問僅栽培前五天施用一次土壤殺菌劑與殺蟲劑即可避免細菌性病害與蟲害，等待至採收時病害雖有極少部份產生但不影響產量及品質。萵苣栽培時為四品種各兩行聚集栽種，共八行為一畦，每個採收人負責一畦，每株約 1-1.5 秒可以採收刀片採下，靠近土壤部分之外葉則丟棄不採收避免汙染與後續消毒加工問題，之後放置於採收機平台前交由包裝人員進行裝箱，採收人員與包裝人員比例約為 3:2，此時每個包裝人員於採收機上負責清洗與消毒(次氯酸鈉)，並包裝至透明塑膠盒中送上輸送帶，輸送帶則將包裝好的盒裝萵苣往中間集中進行裝箱，此時於採收機中間後方人員便會依據產品需求將萵苣包裝為紙箱與塑膠籃內，紙箱為產地附近銷售而塑膠籃類則會送回處理場預冷後再行低溫貯運，最後在由後方堆高機將萵苣送往貨車上運送。



圖 58-60. 萵苣栽培田間採收情形：左上 萵苣採收與包裝人員消毒。右上 萵苣後續裝箱情況。左下 所使用之次氯酸鈉消毒液。右下 以透明盒包裝完畢之萵苣。

花椰菜栽培採淹灌與噴灌方式進行澆水，採收方式則與萵苣類似，採收時溫度約為 15°C，相同的約 30 人一組進行採收，採收人員約 16-20 位，其餘為包裝與後方裝箱人員，採收人用器具從田間採下後便立即以次氯酸鈉(100ppm-200ppm)進行切口消毒，避免病菌感染跑入情形產生，之後再以透明打孔塑膠袋進行包裝，再由前方之裝箱人員進行裝箱與分級，接著同樣以輸送帶送至中間進行堆疊裝箱，由於花椰菜採收部位僅花序部位，因此剩餘植體仍留至於田間，如此可減少農業廢棄物的產生也可藉由中耕增加土壤肥力，也可減少輸送至包裝分級場之設備與人工支出，更減少了延遲冷卻品質下降的疑慮。



圖 61-64. 花椰菜田間採收情形：左上 以三十人為一組進行採收包裝 右上 分為兩種不同裝箱方式 左下 採收後隨即噴灑次氯酸鈉消毒 右下 可清楚看見採收切口無病害蟲害危害情形

六、花卉栽培與拍賣市場現況

Kitayama Brothers, Watsonville, CA 95076

本場自 1960 年代開始生產切花產品，該場選擇於靠太平洋岸的丘嶺地設廠，原因是氣候穩定，氣溫起伏不大，目前栽培以百合及非洲菊為主，上班時間也為了配合出貨與拍賣市場為早上五點半至下午一點半為止。據調查目前加州切花市場需求主要有 40% 是自國外進口，其餘則為美國本地生產，進入場內溫室後詢問栽培所用之椰纖是進口於斯里蘭卡，溫室內病蟲害嚴重，相較於國內並無病蟲害管理妥善之情形，葉片上潛葉蠅危害也不少，推測應與溫室內溫度較高有關，令人意外的是採收方式是用”折”取而非”切”取，詢問後發現是為了避免灰黴病的危害(可能尚有多種其他病害但未詳述)，而到包裝處理場發現，切花包裝好均至於水桶內，水桶內的水 pH 也需注意低於 5.5 以避免菌類滋生與黃化，另外該場花卉未使用防止乙烯作用之 1-methylcyclopropene(1-MCP)，但並未說明為何不使用。



圖 65-67.切花栽培與貯放情形：左上 非洲菊切花栽培情形 右上 蟲害危害情形
下 包裝好的切花放置於水桶內並至於高濕低溫環境下貯藏

舊金山市區內共計有兩個批發市場均在附近，分別為蔬果批發市場與花卉批發市場，加州大規模栽培葉菜類與水果雖多，但大部分屬國內其他州銷售、團膳、大賣場(Walmart, Costco, etc)與國外販售，而當地蔬果批發市場多屬供應當地餐廳業者與小市集販售，而舊金山又是傳統華人聚集地，因此可見到許多東亞特有蔬菜如茼蒿、苦瓜等，但也有許多當地蔬菜作物如朝鮮薊、仙人掌等販售，販售時多屬常溫放置或於冰庫內放置，很有趣的是商店多屬華人經營，因此可看見許多“繁體中文”與“廣東話”標示與交談的情形，可以說即使不會英文也可生活在舊金山市區也不為過，就連路標與解釋都有中文標示。

花卉批發市場內有販賣鮮花、盆花、切花、乾燥花、組花等，大宗的包含繡球花、百合、石蓮花、玫瑰、非洲菊、芍藥與康乃馨等，還有多樣化的插花專用花材如罌粟果及彩葉草等，另外蘭花目前也十分受到重視，於市場入口處便有蘭花專賣店家，主要是以盆花為銷售方式，因可放置時間常因此受到市場的歡迎。



圖 68,69. 蔬果批發市場現況，大部分由華人所開設且販售多樣化蔬果。原則以室溫販售與冰庫內冰存，營業時間大部分為早上。



圖 70-73.舊金山花卉批發市場各式花卉：花卉種類眾多，且有多樣特殊性花材可供選擇，另目前蘭花盆花類型則十分受到消費者歡迎。

七、品質判定與標準化

品質劣化對於園產品來說是亟需克服的問題，雖然利用採後處理等保鮮方式可延長園產品櫥價壽命，但是對研究人員、拍賣業者、農民與消費者來說，何種品質才算是可供販賣與銷售的品質仍需確立，又加上近二三十年市場需求來仍處於時時變動的情況，以台灣為例，20年前青花苔食用量非常少，但因外食逐漸普及與進口的農產品進入後，人民的飲食習慣也逐日改變，市場也逐日接受青花苔進入菜餚，因此，隨著時代變遷人們的飲食也隨之改變，因此品質的判定與標準化與時俱進便顯得十分重要。

測定園產品的好壞，除了最基本的外觀大小外，表皮破損及病腐與否也十分重要，大小測定可透過人工或機械進行選別，顏色測定則可透過雷射選別或以肉眼或色差計進行辨識，可分辨明暗度與色澤色度等，相同的也可投過色卡圖鑑等進行觀測。品質的部分則可利用硬度測定計與糖度測定計，原始的硬度測定計為破壞式的測定，需測定至果實破裂以前最大應力，新式則可於破裂前進行模擬推估最大之硬度為何，另糖度上則是利用果汁內的可溶性固形物進行測定，但須注意的是往往糖類(Sucrose, Fructose, Glucose)只佔測出來的60%，其餘的則包含了可滴定酸(10%)、可溶性果膠(6.5%)、花青素(20%)與其他物質(3.5%)，所以進行測定時糖度計僅能當作同品種之比較，不同品種間比較仍需以其他更精細方式進行測定較為準確。此外除了糖度外，可滴定酸所造成的糖酸比、果膠物質與維生素C、貯放所生成的酚類化合物等均會影響食用的口感與味道，因此於測定時仍須考慮這些因素。

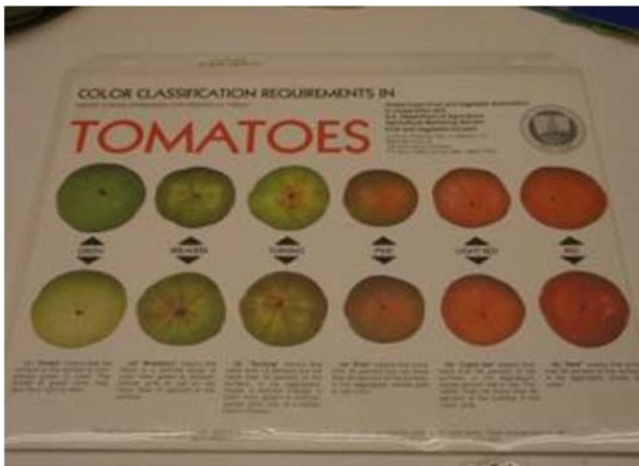


圖 74. 番茄成熟度圖鑑



圖 75. 色差計之說明書與原理簡介

而其他外在品質因子仍需一套標準化的評判方式進行判定，在加州大學採後

處理中心內仍存有多樣色卡與圖譜，可針對不同產業之需求進行測定，並建立有關各式成熟度與不良品質(老化與病害)的圖鑑，供業界參考使用。



圖 76.不同大小之周徑測量板



圖 77. 可滴定酸測定儀

TABLE 1. Relationship between dry matter, as a percentage of fresh weight, and consumer acceptance of Hayward kiwifruit, 1999 and 2008

Dry matter	n*	Degree of liking†	Consumer acceptance		
			Like	Neither like nor dislike	Dislike
..... %					
1999					
≤ 15.0	34	6.1b‡	70.6	2.9	26.5
15.1–16.0	33	6.3b	72.7	3.1	24.2
16.1–17.0	114	6.6ab	81.6	5.3	13.1
17.1–18.0	174	7.1a	87.4	6.3	6.3
> 18.0	213	6.9a	86.4	6.1	7.5
LSD 0.05		0.6			
P > F		< 0.0001			
2008					
≤ 15.0	20	4.6b	35.0	15.0	50.0
15.1–16.0	82	5.1b	48.8	6.1	45.1
16.1–17.0	84	6.1a	65.5	11.9	22.6
17.1–18.0	80	6.3a	71.3	7.5	21.2
> 18.0	106	6.5a	76.4	3.8	19.8
LSD 0.05		0.8			
P > F		< 0.0001			

* Number of samples.
† 1 = dislike extremely, 2 = dislike very much, 3 = dislike moderately, 4 = dislike slightly, 5 = neither like nor dislike, 6 = like slightly, 7 = like moderately, 8 = like very much, 9 = like extremely.
‡ Mean separations within a column were by Fisher's LSD test ($P \leq 0.05$). Mean values followed by the same letters were not significantly different.

自 1999 年到 2008 年民眾對奇異果品質有逐漸偏好甜度高的趨勢
(California Agriculture.2012. Vol 66, NO.2, P70-75,)

八、計畫性栽種與農產品食用安全的重要性

台灣目前可耕地據統計每農戶約 1.09 公頃，其中又有 44% 農戶小於 1 公頃，因此小農小栽種面積為目前國內栽培模式特性，也因此成本較國外高出許多，因此如計畫外銷，首要條件則是為能持續性供貨(產季 3 個月以上)且品質較國外高出許多，或是產季與國外錯開方有機會。依美國加州目前來看，農民栽種販售後還需繳稅，以及自行繳納天災保險金仍有盈餘，乃是依賴移民人力(墨西哥裔)與自動化大量栽培所致，因此，目前台灣有機會打入國外市場且實際賺錢的，應以計畫性栽培為主，如雲林的結球萵苣外銷，南部地區的芒果外銷，以及屏東高雄地區的毛豆外銷都是如此。

另依美國 FDA 2011 年統計資料顯示，從 1996 年到 2009 年所發生的 532 件食品安全問題來說，有 70.1% 是細菌所造成的，其餘則是化學物質與毒素 17.5%，病毒為 4.5%，寄生蟲為 4.1%，其餘 4% 為未知，此項資料可能與國外食用生菜之習慣有關，另外歐洲也爆發了 E. Coli 污染小黃瓜與豆菜事件，造成數十人喪生，也使得政府機關更加重視農產品食用安全。因此在參訪時無論工作人員與參觀者均需清潔雙手後戴上髮套與鞋套，並且不可隨意碰觸操作人員與物品，有的廠房甚至要求穿上特定服裝避免外界汙染，且於進入前先行詳閱資料與簽注個人無健康疑慮與疾病的，一再都是為了保證產品的安全。



圖 78. 於包裝廠內工作人員配附全套衛生裝備，確保於過程中的食品安全

由採收到消毒，接著到後續包裝運送，最後送至超市販賣，據本人所觀察的情形，工作人員均抱持著”寧可錯殺一百，不可放過一個”的心態進行篩選，從採收時只要不符合採收成熟度的桃，以及包裝時色澤不符合的藍莓，甚至到賣場內品質下降或有些微病害產生的產品，均於以剷除，如此就是要避免不合品質與

降低食品衛生安全疑慮。



圖 79. 超市工作人員將不合規格果品挑除，筆者在旁觀察約 10 分鐘初估此次共挑除約 5-10%不良品

九、結語與建議

國際貿易逐年擴增，台灣每年對園產品進口需求量也逐年擴大，如何增加我國農產品外銷是目前重要的政策之一，但據本人經驗與進出口商討論的結果，我國農產尤以蔬果等產品，未能持續辦理且呈現出口成長的原因，第一在於未能穩定供貨品質與數量，第二則是在於採收後處理的流程簡化或不嚴謹，第三則是農民與業者缺乏相關知識。如未來考量在選定大量出口之蔬果時，本人建議應持續與國際聯繫接軌，加強採後處理相關技術與設備引入，計畫外銷蔬果應選擇供貨期長品質較為穩定且量大，或生產時間錯開其他國家生產時間(反季節)，以及配合修改相關法令允許設置採後處理農業設施與設備購買補助，結合試驗單位朝向“耐貯運”之品種選拔，生產品質穩定且不易劣化之蔬果，如此方能建立品牌提升商譽。另一方面美國出口農產品時除了原本大量且穩定使用的次氯酸鈉外，更允許使用部分殺菌劑與不易殘留之二氧化氯，如在國內銷售上若能使用部分上述藥劑，更可協助做為農產品採後病害防治資材，增加農產品的貯放壽命，藉以穩定國內蔬果價格與增加出口利基。

十、參考文獻與網站

FAO (http://www.fao.org/index_en.htm)

Postharvest technology center (<http://postharvest.ucdavis.edu/>)

Kitinoja, L. and J. R. Gorny. 1999. Postharvest technology for small-scale produce marketers: Economic opportunities quality and food safety. University of California, Davis.

Kader, A. A. (Technical Editor) 2002 Postharvest technology of horticultural crops. 3rd. Univ. of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3311. 535pp.

Huang, C.C., C.M. Yang, S.K. Ou, and J.J. Chen. 2010 Technology on Reducing Post-harvest Losses and Maintaining Quality of Fruits and Vegetables, Proceeding of 2010 AARDO Workshop. TARI, Spec. Publ. No. 147. 219pp.

Gayle M. Crisosto, J. Hasey, J.A. Zegbe, and C.H. Crisosto. 2012. New quality index based on dry matter and acidity proposed for Hayward kiwifruit. California Agriculture. Vol.66. No.2. 70-75p