

出國報告（出國類別：考察）

## 實地考察蘆筍育種技術

服務機關：台灣糖業股份有限公司研究所

姓名職稱：吳靜霞 農業技術員

派赴國家：美國

出國期間：民國 102 年 04 月 13 日-民國 102 年 04 月 24 日

報告日期：102 年 6 月 5 日

# 目次

壹、摘要-----	1
貳、目的-----	1
參、參訪行程-----	2
肆、工作與考察內容-----	2
一、蘆筍育種技術考察-----	2
二、蘆筍市場調查-----	5
伍、心得與建議-----	9

## 壹、摘要

本次考察內容分為蘆筍育種技術和市場調查兩項，前者係前往加州大學河濱分校的育種研究室進行技術考察，向國外學者學習蘆筍育種的試驗方法和栽培技術，及使用的育種設施和流程，並瞭解美國蘆筍育種目標、技術和發展現況；後者則是參訪美國當地具代表性之超市，以蒐集美國蘆筍市場現況、包裝、售價等資料，透過上述目標的達成，期幫助未來我國蘆筍產業發展業務之規劃、推動與改進。

美國加州蘆筍育種是以傳統育種為主，自去年起開始以手持式電子儀器輔助田間試驗調查，並將此系統推廣至其合作對象如西班牙等地，除可加速田間試驗效率且能快速獲得各地資料。加州地區蘆筍育種目標設定為外銷市場，因此試驗方向以提高蘆筍嫩莖品質為主。另外，蘆筍生鮮產品包裝內容詳盡，包含營養標示、產地來源、及簡易食譜等，可作為我國後續行銷蘆筍產業的參考。

## 貳、目的

加州地區是美國農業產業發展的主要地區之一，而加州大學執行蘆筍栽培與育種之研究達 20 多年，目前美國主要蘆筍栽培品種多由加州大學選育，因此前往加州大學河濱分校的育種研究室進行技術考察，向國外學者學習蘆筍育種的試驗方法和栽培技術，及瞭解育種設施及流程。

本次考察內容分為蘆筍育種技術和市場調查兩項，前者係造訪蘆筍試驗研究單位，以了解美國目前蘆筍育種目標、技術和發展現況，後者則是參訪美國當地具代表性之超市，以蒐集美國蘆筍市場現況、包裝、售價等資料，透過上述目標的達成，期幫助未來我國蘆筍產業發展業務之規劃、推動與改進。

## 參、參訪行程

日期	星期	地點	行程
4/13	六	台灣→美國洛杉磯	起程(台南→桃園→美國洛杉磯)
4/14	日	洛杉磯→河濱市	自費行程(洛杉磯→加州大學河濱分校)
4/15	一		
4/16	二	加州大學河濱分校	與 Dr. Roose 及 Mr. Stone 會面，試驗田參觀
4/17	三		蘆筍育種技術考察(試驗田)
4/18	四		蘆筍育種技術考察(溫室與組織培養室)
4/19	五		蘆筍育種技術考察(試驗田)
4/20	六		校園導覽及鄰近超市調查
4/21	日	河濱市	市場調查與資料整理
4/22	一	加州大學河濱分校	蘆筍育種技術考察(溫室與試驗田)
4/23	二	加州大學河濱分校→台灣	返程(加州大學河濱分校→洛杉磯→桃園→台南)
4/24	三		

## 肆、工作與考察內容

### 一、蘆筍育種技術考察

#### 1.全球蘆筍研究簡介

加州大學為全球研究蘆筍育種的先驅，除此之外，美國紐澤西 Rutgers 大學亦在進行育種研究。美國加州大學自 1913 年選出抗銹病的 Marry Washington 品種，及自然授粉品種(open pollinated variety, OP)，其中 UC 157 為目前最廣為種植之雜交種，而至 2006 年培育 De Polai 品種，係由 Ida Lea 品種選拔優良父本 M256 (專利號 PP20629)經雜交育成；1984 年由 California Asparagus Seed & Transplants (C.A.S.T)公司(自 2012 年起該公司品種已移轉至 Walker Brothers Inc.)選育出適合溫暖地區種植且品質高的 Apollo、Atlas、Grande 品種，另於 1996 年由義大利紫色品種選拔出商業品種 Purple Passion。由於蘆筍雄株產量、品質、抗性高於雌株，因此 Rutgers 大學以育成全雄品種為目標，自 1989 年推廣 Jersey 系列的全雄品種，2005-2010 年間有 4 個全雄品系申請植物專利(專利號分別為

PP16140, PP18387, PP21066, PP21170), 近年育種目標以選育出高產抗病、耐高溫及留母莖栽培、紫或金綠色(golden-green)的全雄品種, 並利用花粉花藥培養超雄(supermale)品系。其他國家如日本、加拿大、義大利、荷蘭、法國和德國以耐寒、早生、抗病為育種目標, 舉例而言, 荷蘭地區以選育白蘆筍為主, 紐西蘭則以選育紫蘆筍為主。台灣栽培的蘆筍品種除使用如 UC157 和 UC72 等美國品種外, 亦栽培台南區農業改良場推廣的 4 個品種, 其中台南選一、二、三號於 1984 年由 Marry Washington 或 UC 系列之 OP 品種雜交育成。

加州蘆筍產區主要集中在中北部的 Stockton 市, 該地於每年 4 月期間舉辦為期 3 天之蘆筍節, 展示蘆筍新食譜及相關產品, 並規劃一系列闔家大小適合的活動, 如遊樂區、路跑、音樂會等, 然因受限時間與經費, 本人無法前往參觀, 僅能由相關網站獲得活動資訊(<http://asparagusfest.com/>), 期望可供本公司或我國其他農業單位參考, 以便規劃相關農業產業之推廣活動。

加州地區成立 California Asparagus Commission 單位, 主要負責蘆筍研究、推廣與行銷等層面。而在 1980 年之前係由 UC, Davis 大學進行蘆筍育種和採收後處理等相關研究, 之後則轉由 UC, Riverside 大學負責新品種的開發, 主要由植物科學研究所的 Dr. Roose 研究室負責, 該研究室著重於柑橘和蘆筍的育種研究, 其中蘆筍育種技術是由 Mr. Stone 專責, Mr. Stone 進行蘆筍育種研究已有近 20 年的經驗, 他提到之前的研究經費係由加州政府支持, 而中間有約 5 年屬於經費短缺的情況, 直到近 5 年才由一家當地的私人種子公司供, 每年約 200 萬台幣, 包含其助理(1 位研究助理、2 位墨西哥裔工人)的人事費和試驗費用。

## 2. 蘆筍育種技術考察

### (1) 前置作業

今年 2 月起與 California Asparagus Commission 聯繫, 得知目前加州仍在進行蘆筍研究之單位為 Dr. Roose 研究室, 遂直接寫信聯絡考察行程及尋求未來合作的可行性, 所幸 Dr. Roose 欣然接受本人前往考察並告知需在 5 月初前抵達, 以能觀察加州蘆筍採收期; 出發前夕積極討論未來可能合作的方式, 他在信中提及雖然目前有 20 個試驗品系可供本公司於台灣進行區域試驗, 但需先獲得其贊助公司的同意, 並簽署同意書或雙方簽訂合約, 包括提供試驗數據的方式、未來是否發表試驗數據及智慧財產共享等內容, 但由於至考察結束尚未獲得該公司同意, 因此本次考察並未攜帶參試品系回台灣, 實屬可惜。

### (2) 試驗田區考察

抵達當日先與 Dr. Roose 和 Mr. Stone 會晤, 討論目前該研究室和本公司的研究概況及未來雙方的合作模式, 據了解, 他們目前與德國、加拿大、西班牙和中國大陸等國皆有合作關係, 其中與本公司研究相關的議題是他們和中國大陸合作的議題, 即分析不同蘆筍品系的機能性成分(主要為花青素)之含量, 也即將進行動物試驗以瞭解相關機制; 另外由於目前蘆筍採收後的相關研究較缺乏, 因此該研究室也在尋找此領域的合作夥伴。

蘆筍品種的試驗地區位於主要校區之外，規劃於柑橘試驗區旁，由於加州屬於大陸型乾燥氣候，因此對於水路架設方式深感好奇，經詢問後得知，早在 18 世紀時前人就已在地底埋設管線，由遠山引進溶化的雪水作為灌溉水源，並在試驗田區旁挖掘 3 個儲水池，於田間灌溉後的水源則利用幫浦回收於儲水池，如此便可充分利用水資源，也對前人預知的科學智慧感到佩服。

試驗田區進行的蘆筍研究共有 4 個方向，分別是單株選拔、品種試驗、採收方式及種原保存。①單株選拔的部分，種植行距為 1.2 公尺，株距為 60 公分，於第二年起開始每天採收，並標註符合優良等級的蘆筍嫩莖數，待採收期結束後統計各單株中標註的嫩莖數量，累計 3 年的試驗數據後，便可選拔出優良單株作為親本，而優良單株則以組織培養的模式保存。②品種試驗的部分，種植行距為 1.2 公尺，而株距縮短為 30 公分，並於種植後第 1 年開始採收，約持續 3-4 週後停止採收，植株開始留母莖以累積地上部養分使根系發育完整，以利往後的採收，於第 2 年~第 4 年進行較長時間的採收試驗，並視天候狀況調整時程，約進行 1.5~2 個月；目前進行的品種試驗為 6 重覆(blocks)，7 個品種(含 3 個對照組)，3 個採收期(短、中、長期)和 2 個採收時間(每日和週一、三、五)，因此每重覆含 42 個(7\*3\*2)試驗因子，以 RCBD 方式排列，每重覆最外圍兩行種植保護行(以對照品種為主，但不列入調查試驗)。另外，Mr. Stone 提到傳統的採收是由工人手提器具進行，此法較耗費人力，因此去年起改由電子化的手持式儀器，此方式亦用於西班牙合作的對象，於田間即可輸入試驗數據，同時於畦上架設固定式的容器，由工人將採收的嫩莖放入容器，並將嫩莖根部切齊，而容器長度為 9 英吋(約 23 公分)，此為該研究室訂定的蘆筍長度標準分級長度，之後再由 Mr.Stone 和其助理進行嫩莖性狀之調查。容器的顏色有藍、紅、黃分別代表短、中、長的採收期，以選育適合加州地區的早生、中生和晚生品種，而容器的樣式為塑膠和鐵製，前者為每日採收，後者為週一、三、五採收，以找出符合商業生產模式的最佳化。③採收方式方面，則比較機械採收及人工採收的差異，今年為第 2 年試驗，目前結果顯示，利用機械採收後會從剩餘的主莖長出側枝，而影響下次的嫩莖品質，目前推論仍以人工方式採收，方能獲得較佳的蘆筍品質與產量，或許未來可透過改善採收機具及方式，再進行觀察比較試驗，期望有朝一日能進行機械化生產，以大幅降低人工採收成本。④品種保存部分，除了利用組織培養保存外，亦利用試驗田區進行異地保留特殊的親本，如自紐澤西大學引進或是自行選拔的超雄株，而需保存之優良雄株和雌株則採遠距離分開種植。普遍而言，雄株之第 1 分蘗的高度較為整齊，植株的主莖較細且一致，而第 1 分蘗較高者，通常嫩莖性狀較佳(嫩莖頂部較緊密)，為優良父本的篩選篩選項目之一；相對來說，雌株之第 1 分蘗高度較不整齊，而植株主莖直徑則較粗，但粗細較不一致。

蘆筍嫩莖性狀調查主要分為: ①頂部緊密程度，鱗片中>15%有出現花苞視為 feather，②以基部直徑判斷為 domestic、export 或 large。採收期間，統計上述

規格的嫩莖支數，輸入至手持式儀器內，再以電子天平秤重，則重量數據可直接傳輸至手持式儀器內，最後再回研究室下載檔案，即可立即分析數據與統計；Mr. Stone 係用 Microsoft Access 軟體建立分析資料庫，有助處理龐大的數據，例如彙整各年度所有的調查日期和各種調查項目(如品種、各規格)，並瞭解各參數的關係圖。

蘆筍種植年限可長達 10 年，因此土壤的性質與肥培為重要的課題，該試驗之基肥為每公頃施用 16-16-16 複合肥料 3000 磅，每年追施 3-6 公噸的上述肥料，然而他們並未定期檢測土壤性質如 PH、EC 等，本人觀察到畦面偶有白色顆粒狀，經詢問後得知是灌溉水源中鹽份含量較高之緣故。另外，試驗田區每 8-10 年進行輪作，以種植大麥為主，偶而種植其他覆蓋植物(cover plant)。

### (3) 溫室實地考察

親本雜交之溫室分別由人工和昆蟲(蜜蜂)授粉的方式進行，8 株雌株(每 4 株種植於較深的容器，係為了使其根系發育旺盛，以產生較佳品質的種子)中間會放置 4 株雄株(高度約為 30 公分之盆栽)。而全雄品種育種係由田間選拔之兩性株進行雜交，操作時利用鑷子小心取下花粉，再施於雌株柱頭上，人工授粉後約 3-4 天(視氣溫而定，愈高溫時間愈短)即可觀察到子房有稍微膨大的現象。

### (4) 對照品種 DePaoli 介紹

加州地區常用蘆筍品種如 UC157、Atlas、Grande、Ida Lea 和 DePaoli，其中 DePaoli 由 UC, Riverside 於 2006 年發表之雙倍體雜交品種，適合種植於溫暖氣候地區，行早生栽培，此品種特色在於即使嫩莖生長較高才採收，其嫩莖頂部仍保持緊密，並略帶紫色，即花青素含量較高，有別於早期之 UC157 等綠色品種，此外總產量高，根據近 5 年的研究結果顯示，此品種符合市場規格之嫩莖比率較高，因此逐漸成為加州甚或是墨西哥地區取代的栽培品種。

## 二、蘆筍市場調查

加州位在美國西岸，介於北緯 32-42 度之間，屬於適合農業生產的地中海型氣候，而位在加州南邊鄰近的墨西哥地區，可利用該地溫暖的氣候條件，填補加州冬季生產的空窗期，此外能引進墨西哥便宜的勞工，亦是雙方往來頻繁的原因。加州在美國農業扮演重要角色，根據加州政府農業統計資料顯示，2012 年加州農家共計 81,500 戶，收益共 43.5 億美元，收益來源主要為牲畜及家禽類(牛奶)，次為蔬果和堅果類，其產量占全美近 50%，由此可知，加州為美國的農業重鎮。而加州生產之蘆筍產量在全美排名第 1，占 46%，收穫面積約 4650 公頃，產值為 5.7 千萬美元。

### (一) H-mart

H-mart 為韓裔連鎖超市，創立於 1980 年代，目前成為全美最大的亞洲超市，其最大優勢在於商品價格具競爭力。該超市販售之生鮮蘆筍未有塑膠袋包裝或標示，無法得知其來源，產品平放於冷藏區，然因在特價期間(\$0.99/lb)，

故架上數量所剩不多，且蘆筍品質較差，其嫩莖彎曲且尖端不緊密。而後續考察行程未再經過 H-mart，因此無法進一步瞭解其他 H-mart 販售之蘆筍產品。

### (二)Trader Joe's

Trader Joe's 創立於 1960 年代，行銷訴求為天然、有機和環保的連鎖超市。近年來隨著有機、環保意識的風行，成長快速，目前店家遍佈美國三十餘家。店家以合理的價格提供新奇、稀有及美味的食品。該超市販售之生鮮蘆筍共有 3 種包裝，包括墨西哥進口、標示 Trader Joe's 之蘆筍和有機蘆筍，價格分別為\$1.99、2.99 和 3.99/包(2.25lbs)。根據 Mr. Stone 觀察結果，該超市販售之蘆筍尖端略帶紫色，初步判斷其品種應為 DePaoli。

### (三)Costco

Costco 為美國最大會員制的連鎖超市，本次參訪位於 Riverside 和 LA 地區之兩間分店，前者提供 Jacobs Malcolm & Burt (JMB)和 Dole 等 2 家公司販售之生鮮蘆筍，每包價格\$3.99(2.25lbs/bag)，後者提供 JMB、Dole 和 Mission Produce Inc 生鮮蘆筍(2.25lbs/bag)，每包價格\$4.99(2.25lbs/bag)。據 Mr. Stone 表示，目前 Costco 販售之蘆筍品種亦為 DePaoli，由此可知，此品種在市場的接受度高，於境外如墨西哥等地亦適合種植。



圖一、試驗區(前方為柑桔，後方為蘆筍試驗區)



圖二、試驗田間的儲水池（左方藍色區域），可回收利用之



圖三、單株選拔試驗



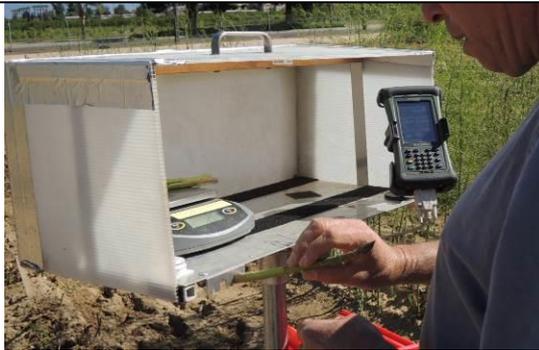
圖四、傳統採收方式



圖五、自製容器長度，使嫩莖長度規格化，以便進行試驗調查。



圖六、不同樣式和顏色之容器，而調查結束後將容器置地上，則工人不採收。



圖七、Mr.Stone 示範電子化調查嫩莖性狀 (以嫩莖頂端緊密程度和基部的直徑進行分級，統計支數，再秤重，數據直接傳輸至右方儀器)



圖八、蘆筍分級方法，共 4 個等級，左圖嫩莖頂部緊密程度，由左至右為鬆散(feather 或 domestic)至緊密(export)，愈緊密嫩莖等級較高；右圖為基部直徑大小，如最右邊為large。(此分級方法係為符合日本規格)



圖九、採收方式比較，上圖為機械採收，下圖為人工採收。



圖十、親本雜交室，左圖為父母本種植情形，右圖為昆蟲授粉。



圖十一、種原保存情形，上圖為組織培養型態，下圖為育苗情形。



圖十二、本人與參訪學者合照(左為 Mr. Stone，右為 Dr. Roose)



圖十三、H-mart 架上販售蘆筍情形



圖十四、Trade Joe's，無外包裝者為墨西哥進口，有保鮮膜包覆為自有商品及有機蘆筍。



圖十五、costco 販售商品包含 JMB、Dole 和 Mission 等公司之產品，包裝上詳細記載產品來源。

### 伍、心得與建議

一、加州蘆筍產業為了獲取最大利益，其生鮮蘆筍多銷往海外地區，如日本，少數本土產品販售於 Trader Joe's 或 Costco 等超市，因此該研究室在蘆筍育種研究目標係以符合出口規格為規範篩選新品種。另外，根據市場報告 (<http://www.generalproduce.com/reports/export.pdf>) 顯示，加州生鮮蘆筍市場呈現供不應求的情況，且東岸華盛頓地區之蘆筍收穫季節延遲，使得對加州生產之蘆筍需求大幅增加，造成蘆筍市場之價格變化出現極端的現象。另外，今年加州櫻桃採收季提前，導致採收勞力短缺，使得 4-5 月的加州蘆筍產量降低，開始從秘魯和墨西哥進口蘆筍，以平衡市場的需求量。由此可知，加州地區的蘆筍產業已訂定明確的目標，即以外銷為主，因此育種係以符合國外需求規格為目標，以便後續執行育種計畫。根據 Mr. Stone 和其助理表示，美國加州地區之蘆筍多為秘魯或墨西哥進口，若價格上升，消費者不易受到影響，可能因當地推廣蘆筍訴求係以其營養成分高，作為主要的行銷手法，且近年來當地民眾日益注重原型食物及營養價值，因此蘆筍被視為主要的主食蔬菜之一；另加州地區生產之蘆筍係以外銷為主，故即使大量自國外進口生鮮蘆筍，亦不影響其產業發展的政策與目標。

二、目前美國加州蘆筍育種仍以傳統方式為主，尚未結合分子標誌輔助育種技術 (Marker-Assisted Selection)，可能是育種的主要目標為提高嫩莖性狀 (如嫩莖直徑、頂部鱗片緊密等)，而這類性狀大多屬於多基因控制之數量性狀，至 102 年 5 月為止，尚無完整的基因序列被定序，因此不易以分子標誌提昇育種效

率；然而此次造訪之研究單位則是透過電子化方式提升試驗調查效率，如此可節省許多人力成本與時間，並能掌握全球各地區域試驗之資料。因此，結合資訊科技等領域，開發儀器或是 app 等小軟體，亦是未來農業發展的可行對策。

三、種苗產業包含種子和植苗產業，係農業生產的基礎，健康安全種苗的供給可維持產業的發展及促進國際競爭力。台灣每年蘆筍種子進口量約在 200-600 公斤，以末端售價產值約在 13,600-184,176 千元。加州蘆筍育種研究係由私人種子公司贊助提供，而目前國內育種計畫或經費多由農政單位進行研究或支出，少數種子公司有自行進行育種工作，但種子公司瞭解市場需求，因此應建立產官學的合作平台，並以外銷市場為主，方能創造更大商機與效益。本公司於 98 年起自國內外引進蘆筍商業品種，並嘗試建立其種苗生產與品種篩選之平台，目的係希望生產本公司自有生鮮蘆筍，提供作為本公司農產品的新選項。經由本次參訪經驗，擬建議未來可透過與國內外育種研究室合作，引進試驗品種，於台灣本地進行試種，以篩選適合亞熱帶區域生長之農作物，不僅可充份利用本公司之閒置土地及運用農業人才，尚能建立本公司知名度及縮短品種開發時程。

四、生鮮蘆筍之包裝皆有詳細說明產品來源地，且蘆筍嫩莖品質皆規格化，另外，Dole 尚有簡單食譜印製於包裝上可供消費者參考。反觀國內超市所販售之蘆筍，若是從泰國進口者僅用束帶包裝（與美國部分超市販售之產品相似），因此嫩莖頂端常受到壓傷，影響外觀品質，而本土生產者以保鮮膜簡單包裝，但對於包裝之美觀及營養成分標示等資訊較缺乏，擬建議本土蘆筍產品可透過較詳盡的標示及美化包裝等差異化，與進口產品區隔化，使民眾較易選擇，再輔以政府提倡在地化生產等宣傳，使本土蘆筍產品知名度提高，並能再度以生鮮產品走向國際市場，創造另一商機。除此之外，本公司販售之農產品外包裝亦可增加農作物資訊如種植地點、建議烹煮方法等提供民眾參考，期能增加產品接受度使相關收益增加，並達到企業社會責任。

參考資料:

1. California Agricultural Statistics, 2012
2. Stone N.K. and Roose M.L. (2009) The Future Challenge of Asparagus Breeding:

Converting kg/ha to Grower Profits. Acta Horticulture 950. (簡報檔：  
<http://www.ias2009peru.com/presentations/022%20Neil%20Stone%20-%20The%20Future%20Challenge%20of%20Asparagus%20Breeding%20Converting%20Kg%20per%20Ha%20to%20Grower%20Profit.pdf>)

3. Riccardi P., Leebens-Mack J., Cifarelli R., Falavigna A., and Sunseri F. (2013) Single nucleotide polymorphism isolated from a novel EST dataset in garden asparagus (*Asparagus officinalis* L.). Plant Sci. Vol. 203-204:115-123.