

出國報告（出國類別：研究）

## 作物育種技術研習

服務機關：農委會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所

姓名職稱：李香誼助理研究員

派赴國家：美國

出國期間：107/8/29-108/8/28

報告日期：108/11/22

## 摘要

本計畫將人員派赴至威斯康辛大學麥迪遜分校學習作物育種技術與農業大數據應用相關課程，受訓人員實際參與以分子標記輔助育種工具，篩選具雄不稔特性的植株，以及洋蔥育種作業的流程。

相關的研習成果可加速洋蔥育種流程，未來能應用於育種研究和 F1 種子的生產。透過學習精準農業課程與參與研討會，增加國際視野及交流機會。計畫執行期間也透過參訪，深入了解當地的蔬菜產業特性與市場習性，可作為蔬菜相關研究的參考。

## 目次

摘要.....	1
本文	
目的.....	3
過程.....	3
一、 洋蔥育種.....	3
二、 參加農業相關課程.....	4
三、 參與研討會.....	4
四、 蔬菜產業參訪.....	5
五、 當地蔬果市場調查.....	6
六、 心得與建議.....	7
附錄.....	9

# 本文

## 目的

洋蔥為國際性的蔬菜，2017 年 FAO 所調查的資料當中，洋蔥於蔬菜產業當中產量排名第二，約 980 萬公噸。

根據 107 年農業統計年報，全台灣洋蔥種植面積為 1,399 公頃，產量為 75,768 公噸。台灣洋蔥採收期自 12 月至隔年 4 月，配合冷藏技術可供應國內消費至 8 月左右，9 月起大部分須仰賴國外進口補足。台灣全年各月雖皆有進口洋蔥，但進口高峰期為 9 月至年底台灣洋蔥短缺的空窗期，進口洋蔥數量有明顯的季節性。

目前種子全仰賴進口，之前出現農民有購買不到種子或是因氣候異常造成慣用品種生產出狀況等問題，也顯示洋蔥所面臨到的困境。為發展洋蔥育種相關的研究並建立相關分子生物技術，以加速洋蔥育種流程，本研習至美國威斯康辛大學-麥迪遜分校園藝系學習與交流。威斯康辛大學-麥迪遜分校農業相關領域的研究風氣興盛，透過本次研習了解美國大規模農業生產與農業科技的應用，轉化本次經驗，以其發展適用於台灣的農業生產模式。另探勘國外蔬菜產業創新科技之研發資訊，即時掌握國際科技發展經驗，供往後研究方向作參考。並藉由此次研習建立與國外學研單位的友好關係，未來有機會能持續發展相關研究的合作。

## 過程

### 一、洋蔥育種

於 2018 年秋天協助洋蔥品系種球田間的採收與調查，調查後的蔥球，送入冷藏庫進行低溫春化，於 2019 年 4 月進行 500 個品系蔥球貯藏性優劣之評估，並將蔥球切開後定植於田間，用於後續育種計畫的採種工作。另將收成的洋蔥種子進行整理與分類，於 2019 年 5 月定植於田間與溫室，用於洋蔥種球的培育，以及採取葉片用於後續表現型與基因型分析。

臺灣洋蔥栽培遭受許多病蟲害的攻擊，其中薊馬在蔥科作物啃食的危害造成葉鞘光合作用受到影響洋蔥葉片依蠟質組成分不同，可分為 glossy、semi-glossy 與 waxy 三類，其中以淺綠色的 semi-glossy 葉片對薊馬有抗耐性。研習過程協助葉片耐薊馬之 semi-glossy 品系的採樣，並以氣相層析質譜儀(GC-MS)分析葉片蠟質種類之組成，耐薊馬的種原未來可導入後續育種計畫。

洋蔥的生命週期需要兩年的期程，對於從事育種的人員來說，相對其他的作物需要投入大量的人力跟時間，也因此台灣對於洋蔥相關的研究非常稀少；另外，於商業生產 F1 種子的角度，將洋蔥花梗上開花時間不同的小花進行除雄以及雜交授粉，是不具效率的。因此，發展分子標記來輔助洋蔥於植株早期篩選雄不稔性，洋蔥屬於核質互作的雄不稔性，利用 High-Resolution Melting 的 real-time PCR 系統，搭配所建立的 SNP marker，可於幾個小時內個別判讀出細胞質與細胞核的基

因型，大幅縮短選育的時間，建立雄不稔系與維持系。

並搭配雄蕊外表型的觀察，確認分子標記篩選的結果，可以有效地預測基因型。另透過調控日長與溫度，搭配使用紅外線:遠紅外線的比例，可調控短日型洋蔥的結球時間，將原先的生長週期由兩年縮短為一年，可提升洋蔥遺傳育種的效率。

## 二、參加農業相關課程

參與南瓜、馬鈴薯、甜玉米、豇豆、胡蘿蔔、胡瓜等蔬菜作物之演講，並與美國農業部(USDA)的育種研究人員討論交流，了解國際蔬菜作物育種趨勢與發展旁聽精準農業課程，了解美國運用無人機進行地表攝影、噴藥等工作，並結合土壤、水分等環境資料，以軟體運算出地理條件的不均勻性，施以不同的管理。並與農機系的教授交流台灣與美國智慧農業的現況，了解精準農業科技未來發展的趨勢。目前他們研究利用無人機去監測作物病蟲害，以多光譜、紅外線等相機，建立蟲害造成的植株外觀資料庫，目前這些科技主要運用在大田作物，對於臺灣多為小農，各農戶生產面積較小的情況下，多以政府單位來主導全臺作物或地理資訊的操作，但其掃描頻度較低，對於農業資訊可能較無法即時掌握，須找出折衷的最佳辦法。

另有實驗室運用 QR code 建立育種材料清單，將每盆植株貼上專屬的 QR code，運用手機去掃描，可自動登入到表單系統，將複雜的育種世代，建立有系統的清單，是個可以參考運用的方法。

從育種技術課程了解目前對於大田作物的育種，要找到適合的試驗設計方法來控制環境變異性，並不容易。即使採用複雜的試驗設計方法，空間的變異性也可能無法控制。因此針對空間變異來建立模型，透過先建立大量的場域所得的產量變異性資料，再套用不同的試驗設計方法來模擬產量，考量基因型跟環境的互動。此方法若搭配適當的試驗設計，則可得到較為準確的結果，這類型的研究，也屬於精準農業的範疇，可運用在育種計畫，提高效率與試驗研究的準確性。

## 三、參與研討會

### 1. 國際蔥科研討會 International Allium conference

此研討會為結合學研界與產業界的國際性研討會，並於研討會中以海報的形式發表研究的結果。本實驗室並協助此次研討會的辦理及田間參訪。

此次會議主要分成七大方向，蔥科風味的科學、基因體與育種、對洋蔥博士 Dr. James Brewer 的致意、洋蔥生產、找出 Allium leafminer 入侵北美的解決方案、病蟲害的抗性與管理和種子生產與育種。

研討會中收穫許多關於目前洋蔥重要的研究方向，另有針對全基因定序、基因編輯與分子標記的開發作討論。而最夯的基因編輯，目前在洋蔥的瓶頸在於基因轉型(transformation)的成功率不高。

### 2. 科技農業研討會 Info Ag conference

一年一度於密蘇里州聖路易舉辦的研討會，集結各大農業科技相關的廠商與研究人員。此次研討會有廠商科技展示與精準農業相關的議題，由於最近熱門的話題為 big data，但是要如何分析及運用資料，則必須從蒐集大量的資料開始。目前的趨勢傾向用數個平價的感測器，擴大採樣的密度及分布，以取代過往設立少數昂貴的氣象站，僅能蒐集鮮少的資料點。資料蒐集需要長時間的累積，配合多方領域的專家才能建立具有參考價值的模式。田間展示則有多家的廠商參與，不外乎以無人機為主軸，具備的功能多大同小異，但他們對於無人機操作的法規很嚴格，除了需要有執照，操作也只能在特定規畫區內，臺灣近幾年無人機濫觴，需盡快加強相關的配套措施。此外，令我特別感到有興趣的為一台自動土壤取樣機，不需要人為控制，能自動進行田間取樣包裝的工作，可應用在農地的大量土壤採樣，協助農民了解農地的土壤狀況。

#### 四、蔬菜產業參訪

##### 1. 洋蔥採收貯藏分級場

採收後的洋蔥由卡車在倉庫外傾倒在輸送帶的方式將蔥球運往貯藏庫，透過滾動的輸送帶將洋蔥帶有土壤的表皮脫除。美國洋蔥品種以堅硬如石、圓球形、不易脫皮等特性為主。威斯康辛州位於溫帶氣候區，其冬季長，自然的低溫適合洋蔥的貯藏。貯藏庫內洋蔥堆積如小山，由於品種堅硬的特性，壓在底部的洋蔥不會受傷，貯藏庫底部有通氣孔，可由外部往貯藏庫內通入新鮮空氣，也可通入臭氧殺菌。

洋蔥經自動選別機配合人工篩選後，自動包裝機將 8-9 顆洋蔥裝至小網袋(約 7 磅)，數個小網袋裝成一大袋(約 50 磅)，整個過程均以輸送帶串聯運送。

##### 2. Bayer(前 Seminis)

Bayer 在麥迪遜附近的研究中心，以長日照的洋蔥育種為重要的業務之一。由於近年來氣候變異大，其主要育種目標為性狀表現穩定，重要性狀如產量、抗病性、抗抽薹性、外皮依附性、堅硬性與大量貯藏性。針對末端使用者的選育性狀則包含單一球心和辛辣性，另因應消費市場對於沙拉需求，他們也增加紅色品種的選育。該公司於其他地區則育有短日照品種，育種目標為抗根部相關的病害及暖季疫病，低辛辣感、單心並兼顧抗抽薹性與蔥球品質。

##### 3. 有機農場/社區農場

Troy farm 為在麥迪遜北邊市郊的社區有機農場，其經營模式主要由計畫領導人去申請計畫執行的費用，統籌農場的經營與籌備相關活動，對農事工作有興趣的民眾可申請以勞力換取農場的「股份」(新鮮蔬菜組合)，學生也可以用實習的方式換取經驗，附近的居民亦可承租小片的園地來種植。由於附近有心理治療中心，平時也會結合園藝治療課程，讓民眾透過農事來達到身心療癒的作用。平日販售新鮮蔬果、菜苗，另於周四晚上販售窯烤披薩與啤酒，讓該農場除了是個農作的場所，也提供當地居民一個能夠交流放鬆的空間。

Lunar farm 為有機的家庭農場，主要生產作物為溫室內番茄、葉菜類、香料作物，露天則以甜瓜、番椒及與番茄外觀相似的酸漿(tomatillo)為主。番茄品種以祖傳(heirloom)番茄，此類的番茄各種形色都有且風味濃厚，為當地民眾所喜愛。農場的簡易塑膠布溫室為 6 米的寬跨距，約為台灣一般塑膠布溫室寬度的 1.5 倍，番茄整枝方式則是以繩子將植株吊起，不行整枝的方式進行，農場主反應部分植株葉片出現病害，經過外觀的初步判斷，應該是細菌性斑點病，並提供農場主相關防治辦法。該農場加入學校園藝系有機農業研究室的有機農場平台整合計畫，透過威州與鄰近州有機農場的加入，農民可在該平台分享栽種、病蟲害防治、資材購買等相關的訊息資料，建立農民互助及資源共享的機制。

學校宿舍區附近設有 Eagle Height community garden，學生或是眷屬可承租來種植有機蔬果或花卉，參與的人非常踴躍。每塊小區各有特色，平常也會舉辦相關體驗活動，跟民眾推廣田園與食農教育。

## 五、當地蔬菜市場調查

一般美國生鮮超市販售的新鮮葉菜種類以各式萵苣為主，並配有即食的沙拉盒販售，另有甜菠菜、芥藍(非 Chinese kale)、結球白菜、甘藍(口感硬、不適合熱炒)、抱子甘藍等，花菜類除了花椰菜、青花菜還有青花菜筍(broccolini)，熱炒起來香甜可口。蔥科有台灣少見的大蔥(leek)，香甜美味，唯需剝除的外葉多，吃起來不是很過癮。整體蔬菜的種類較不多元，但特定品項如馬鈴薯則有多個品種，可供消費者依烹調料理的需求選購。常見的亞洲蔬菜則以青江菜為大宗，普遍出現在中國料理餐館的菜餚。茄科的品項以番茄種類最繁多，有小果番茄、大果番茄、牛番茄和串收番茄等，且除了紅色，還有黃色、綠色、咖啡色等種類，較特殊的是一種和番茄相似的酸漿(tomatillo)，常用於墨西哥料理的醬料。甜椒除了常見的大果甜椒，還有迷你甜椒，經過烘烤後整顆食用，非常多汁可口。

亞洲超市販售的蔬菜基本上和台灣非常相似，還可以購買到標榜台灣高麗菜、鬆花的花椰菜、苦瓜、絲瓜、地瓜葉、山藥和長茄等蔬菜，也供應番石榴、火龍果等水果，但是單價通常較高。

威斯康辛州短暫無雪且回暖的季節則有農夫市集登場，麥迪遜的農夫市集是全美最具規模，為當地民眾週六重要的日常。農夫市集販售的農產品，為當地農家種植或加工製作的，部分屬於有機的產品。於此處我購買到在臺灣常食用的鳳山白菜類型的小白菜，鮮嫩的小白菜帶有花薹，食用起來的風味絕佳，令人為之驚艷。民眾也可以購買到蔬菜苗回家種植，光是番茄的品種就多達十幾種。除了豐富的食材，尚有可以妝點居家的花束及盆花供選購，讓消費者達到身心的滿足。雖然農夫市集的農產品價格些微較高，但是蔬果品質優良且種類多元，且民眾非常支持在地農民的理念，並有相關計畫持續的推行並研究農夫市集對當地社群發展的影響，對於國際化蔬果品項流通頻繁的現在，在地農業如何以小蝦米和大鯨魚拚比，也是需要當地消費者與政府單位的支持與努力。

## 心得與建議

1. 對於能有此次寶貴的機會，可以遠赴異國，與來自世界各地的研究人員學習與交流，甚是感謝。透過觀察與學術交流，了解當地農業的現況，反思其與臺灣的差異性及臺灣目前所擁有的優劣勢，在當前全球化的社會，我們在國際上的立足點與可以扮演角色，來發展我們的產業。

2. 由於臺灣農業研究人員的努力，我們發展出許多令人引以為傲的農業技術與優良品種，然而與多數外國人交流的過程中發現，知道臺灣的多為亞洲國家，如日本、印度等，但更多人是不認識台灣也沒聽過臺灣，或者誤認台灣為他國，導致農業交流與宣傳上都僅能簡略介紹，故臺灣農業的國際聲譽，有非常大的努力空間。筆者所在的實驗室中，有許多素食主義者，與他們交流我們特有的農產品，舉凡如何烹調苦瓜、臺灣各類農產品的知識與飲食烹調習慣等內容，彼此討論得津津有味，臺灣農業豐富與獨特性，對外國人士來說極具吸引力。而這也是我們需要持續注入更多的研究人才跟國際交流，才能與世界接軌，讓更多人看到臺灣，而不是僅限於亞洲地區。

3. 由於受訪單位中有許多 USDA 的研究人員於學校從事研究與教學的工作，學校和研究機構的合作關係密切，一項研究計畫，背後多為數個學校與研究單位共同執行，對於主要作物的研究工作是透過分工合作來共同完成，彼此的職責不會重疊，也不會因為最後品種育出的成果獲益較高，而基礎的工作不受重視。例如馬鈴薯為威州的大宗蔬菜作物，其研究人員的研究項目分為區域性的品種研發或是針對全美或國外市場為目標的研發，作為育種基礎的種原蒐集與篩選則交由專門的研究人員，篩選純化出具有育種潛力的品種後轉交給其他研究人員從事後續的育種與研發。發展出來的品系，計畫內的成員會互相分享交流，並協助於當地試種評估，交換結果與心得。

相同領域的分工合作，才能讓研究工作順利進行，若研究人員僅憑一己之人力、物力與時間來成就出新品種或技術，又得達到年度 KPI 的制度下，研究工作會格外吃力。除了相同領域，跨領域的合作也是我們現在非常重視的方向，但是如何憑空增加不同領域的合作契機？

筆者觀察到美國人非常喜歡社交活動，因此校園內常會舉辦冰淇淋社交的活動，學校提供免費的冰淇淋給教職研究人員，大家在排隊等待或是享用冰淇淋的時間與旁邊的人聊天交流，很多時候研究的發想就是在這種時候形成，未來都有發展成合作的機會。也許提供不同領域的媒合平台或舉辦熱門議題的討論會，廣邀各領域的學研產單位腦力激盪來取代傳統開會的方式，能夠激起更多的火花。而研討會中除了以往單向報告的模式外，多注重會後的交流互動，筆者具體建議，應當多撥予時間至小組討論與創造討論氛圍，取代單向教育訓練式的開會模式。

4. 站在服務農民的立場，我們期望研發出符合產業需求的品種或技術，許多時候政府投入大量的資源，但研究人員能爭取到的研究經費有限，需要長期投入的

研究隨時都有可能中斷，但美國產業的利害關係人多挹注研究經費來支持他們關心或是希望研究人員發展的議題，研究人員就能不愁經費，是否應當有條件開放相關民間團體挹注經費參與研究計畫，為產業界關切的問題找出解決方案。

# 附錄



圖 1. 威斯康辛大學麥迪遜分校園藝系館門口



圖 2. 洋蔥收穫貯放-1



圖 3. 洋蔥收穫貯放-2



圖 4. 洋蔥收穫貯放-3



圖 5. 洋蔥選別分級-1



圖 6. 洋蔥選別分級-2



圖 7. 洋蔥選別分級-3



圖 8. 蔥球冷藏春化



圖 9. 洋蔥採種-1



圖 10. 洋蔥採種-2



圖 11. 洋蔥採種-3



圖 12. 國際蔥研討會-1

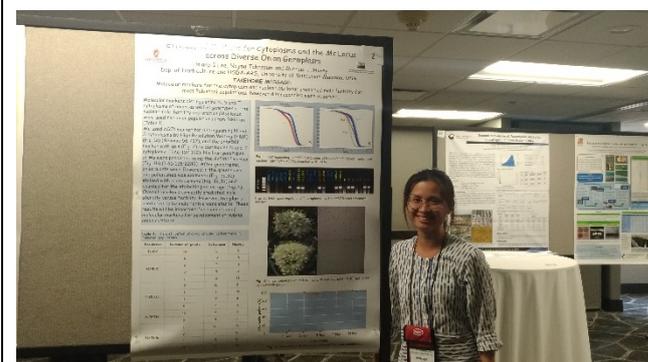


圖 13. 國際蔥研討會-2



圖 14. 科技農業研討會-1



圖 15. 科技農業研討會-2



圖 16. 科技農業研討會-3



圖 17. 科技農業研討會-4



圖 18. Bayer 參觀-1



圖 19. Bayer 參觀-2



圖 20. Bayer 參觀-3



圖 21. Bayer 參觀-4

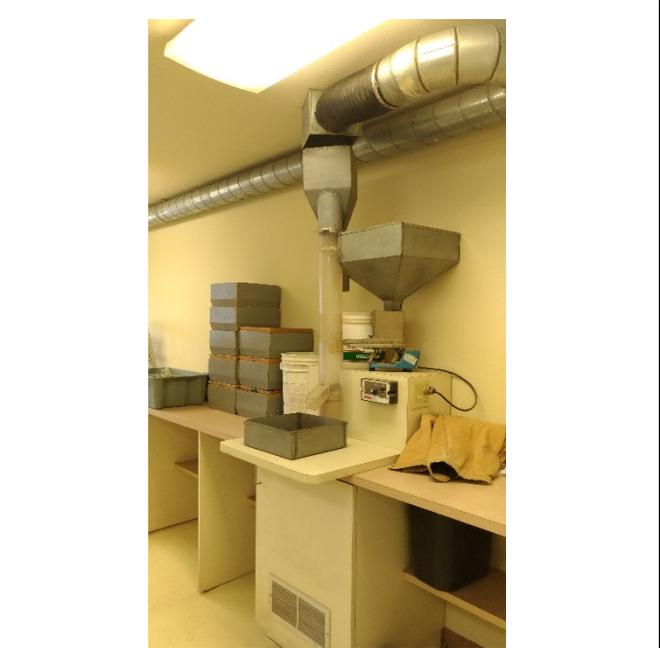


圖 22. Bayer 參觀-5



圖 23. 有機農場參觀-1



圖 24. 有機農場參觀-2



圖 25. 有機農場參觀-3



圖 26. 有機農場參觀-4



圖 27. 有機農場參觀-5



圖 28. 有機農場參觀-6



圖 29. 有機農場參觀-7



圖 30. 有機農場參觀-8



圖 31. 市場蔬果-1



圖 32. 市場蔬果-2



圖 33. 市場蔬果-3



圖 34. 市場蔬果-4



圖 35. 市場蔬果-5



圖 36. 市場蔬果-6



圖 37. 亞洲超市蔬果-1



圖 38. 亞洲超市蔬果-2



圖 39. 亞洲超市蔬果-3



圖 40. 亞洲超市蔬果-4



圖 41. 農夫市集-1



圖 42. 農夫市集-2

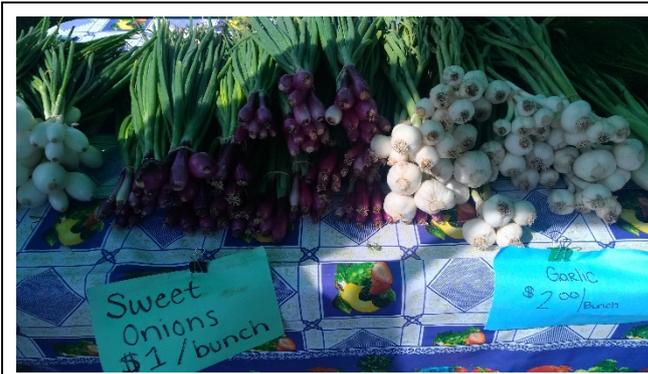


圖 43. 農夫市集-3



圖 44. 農夫市集-4



圖 45. 農夫市集-5



圖 46. 農夫市集-6