

出國報告(出國類別:實習)

# 農業菁英培訓計畫-外銷甘藷癒傷後抑制發芽方法之優化

服務機關:農業部桃園區農業改良場

姓名職稱:廖偉翔 助理研究員

派赴國家/地區:美國

出國期間:113年6月5日至113年12月5日

報告日期:114年3月12日

## 摘要

近年政府推動甘藷產業提升和轉型，隨著高品質甘藷產量提升，未來若生產過剩易導致價格崩跌，故需延長供貨期及拓展外銷通路。但甘藷貯藏時易發生腐爛及發芽，業界會在癒傷後採用低溫高濕貯藏來抑制發芽，但仍有部分甘藷發芽損耗。本計畫至美國喬治亞大學維達麗雅洋蔥研究室研習甘藷氣調貯藏抑芽技術，並至美國北卡羅來納州立大學克林頓園藝作物研究站參加甘藷田間開放日活動；於該校昆蟲及植物病理系的微體繁殖和保存研究室參訪甘藷健康種苗認證流程，了解美國目前甘藷採後技術及產業鏈研究成果。另參加美國佛羅里達園藝學會年會和美國園藝科學年會，了解美國近期採後技術應用，期此次觀摩研習經驗可應用於台灣其他農產品採後研究及產業。

## 目次

目的.....	4
過程	
一、參與喬治亞大學甘藷氣調技術試驗實習(113年6月5日至113年12月5日).....	6
二、參加喬治亞大學維達麗雅洋蔥生產會議(113年8月22日).....	16
三、參加北卡羅來納州立大學甘藷田間開放日活動及參訪該校微體繁殖和保存研究室 (113年10月10日至113年10月11日).....	18
四、參加佛羅里達園藝協會年會(113年6月9日至113年6月11日).....	25
五、參加美國園藝科學年會(113年9月23日至113年9月27日).....	27
心得及建議.....	32

## 目的

甘藷112年全臺種植面積為8,533公頃，種植面積前五大縣市，依序為雲林縣4,085公頃(48%)、彰化縣1,358公頃(16%)、臺南市1,069公頃(13%)、臺中市530公頃(6%)以及新北市340公頃(4%)，北部地區為產區之一。近年政府為甘藷產業提升轉型，推動包括連結大型農企業契作甘藷、導入無病毒健康種苗及引進省工栽培機具等措施。隨高品質甘藷產量提升，配合農業部「建立農漁畜產品冷鏈物流體系」計畫，後續如何在維持品質的前提下，達到國內全年供應或外銷目標，拓展通路及延長供貨期，為關鍵甘藷採後技術。

甘藷因生長期短且各地產期不同，雖全年均有生產，但主要產季在1、2、3及12月(品質較佳)，產季若生產過剩易導致價格崩跌，故延長供貨期及拓展外銷通路有迫切需求。但甘藷貯運不易，主因為塊根含水量高、可溶性糖含量高以及表皮薄且易受機械傷害而脫皮碎裂之特性，一般鮮食甘藷塊根僅能貯藏數天或數週，其採後處理貯藏1-4個月後損耗量約15%-65%，其中腐爛及發芽為最主要原因。

目前甘藷抑制腐爛技術部分，常用採後處理技術包括癒傷處理、熱水處理、化學藥劑處理、微生物控制及抗病育種等。癒傷處理和熱處理因處理簡單且成本便宜，故已有研究建立初步方法。而甘藷抑制發芽技術部分，常用的採後處理技術包括低溫高濕貯藏、輻射及藥劑處理等。國內研究針對甘藷品種如台農57號、台農66號已初步建立低溫貯藏條件，目前也有大型農企業考量成本及操作方便性，癒傷處理後採用低溫貯藏，但貯藏過程中仍有部分甘藷發芽損耗。

本場已於先前研究計畫(計畫名稱:外銷甘藷保鮮技術之研究，執行人:馮永富、黃錦杰)初步試驗密封氣變包裝可減少甘藷發芽率約20%，說明呼吸作用和發芽具相關性，可進一步測試最佳貯藏氣調條件。故本計畫擬:

- 一、至美國喬治亞大學維達麗雅洋蔥研究室(Vidalia Onion Research Laboratory)研習甘藷氣調貯藏抑芽技術，未來可應用於外銷甘藷研究。另順道參加該校維達麗雅洋蔥和蔬菜研究中心(Vidalia Onion and Vegetable Research Center, VOVRC)舉辦之維達麗雅洋蔥生產會議，了解該州洋蔥相關研究成果。
- 二、至美國北卡羅來納州立大學克林頓園藝作物研究站(Horticultural Crops Research Station, Clinton)參加甘藷田間開放日活動(Sweetpotato Field Day)；並於該校昆蟲及植物病理系的微體繁殖和保存研究室(Micropropagation and

Repository Unit, MPRU)參訪甘藷健康種苗認證流程，了解美國目前甘藷採後技術及產業鏈研究成果。

三、參加美國佛羅里達園藝協會年會(Florida State Horticultural Society Annual Meeting)及美國園藝科學年會(American Society for Horticultural Science (ASHS) Annual Conference)，了解美國近期採後技術應用，並與採後專家建立聯繫，期本次觀摩研習經驗可應用於台灣其他農產品採後研究及產業。

## 過程

### 一、參與喬治亞大學甘藷氣調技術試驗實習(113年6月5日至113年12月5日):

氣調貯藏 (Controlled atmosphere, CA) 技術係利用低氧及高二氧化碳貯藏環境，抑制農產品呼吸作用以延長其貯藏壽命之方法，目前於美國已廣泛應用於蘋果、梨及洋蔥等農產品長期貯藏。美國喬治亞大學維達麗雅洋蔥研究室於1994年建立 (圖1)，主要研究維達麗雅洋蔥及蔬果之氣調貯藏技術。目前該研究室負責人為園藝系教授 Dr. Angelos Deltsidis，近年研究維達麗雅洋蔥、豆薯、粉紅番茄及黑莓等園產品氣調貯藏條件與採後處理技術，本次就研習該研究室之氣調貯藏庫進行介紹。



(a)位於蒂夫頓 (Tifton) 校區。

(b)維達麗雅洋蔥研究室。

圖1. 美國喬治亞大學維達麗雅洋蔥研究室。

### (一)研究室冷藏庫介紹

研究室現有設施包括裝卸貨碼頭、前處理實驗室、分析實驗室、精密分析實驗室及冷藏庫控制室等，冷藏庫部分，有大型冷藏庫1間及中型冷藏庫4間 (186×141×116英寸=3,042,216立方英寸=50立方公尺，面積約5坪)、小型氣調貯藏庫14間 (83×83×93英寸=640,677立方英寸=10.5立方公尺，面積約1.3坪) (圖2)。庫內設有溫溼度監測，必要時可增加加濕/除濕設備 (圖3)，冷藏庫內為側吸氣冷式蒸發器，壓縮機及冷凝器在同一區域散熱 (圖4)。此外，為模擬產業採後實際操作 (常以棧板包裝)，大型冷藏庫內堆高機或拖板車可自由進出，而中型冷藏庫走道設計寬，堆高機或拖板車可搬運棧板，並於庫內放置 (圖5)。



(a)大型冷藏庫。



(b)中型冷藏庫。



(c)小型氣調貯藏庫。



(d)小型氣調貯藏庫庫門設置氣體取樣孔。

圖2. 維達麗雅洋蔥研究室冷藏庫配置。



(a)溫溼度監控設備。



(b)加濕設備(貯藏圓葉葡萄)。



(c)除濕設備(貯藏核桃)。

圖3. 冷藏庫內溫濕度監控及調整設備。



(a)庫內為側吸氣冷式蒸發器。



(b)所有冷藏庫壓縮機及冷凝器皆在同一區域散熱。

圖4. 冷藏庫溫度控制器。



(a)走道設計寬，堆高機或拖板車可搬運棧板。



(b)載貨棧板直接放置庫內，以模擬西瓜產業實際採後操作。

圖5. 中型冷藏庫設計。

## (二)氣調貯藏庫介紹

### 1. 氣調氣體來源及生成

氣調貯藏庫內可調整氧氣及二氧化碳濃度，庫內有 (1) 氣體濃度抽樣管，可確認

氧氣及二氧化碳濃度；(2) 進氣管，包括氮氣（濃度95%-98%）及氧氣（濃度21%），皆來自氮氣產生器（下段說明），氮氣功能為沖洗降低庫內氧氣濃度；(3) 氣瓶進氣管，外接高壓氮氣（濃度99%），輸出壓力約40 psi，避免氮氣產生器的氣體生成速率跟不上貯藏庫內氧氣沖洗速率；(4) 二氧化碳進氣管，將3支高壓氣瓶串聯（二氧化碳用量大，建議不低於100 psi），輸出壓力約30 psi。

氮氣產生器由空壓機2台（1台支援用）、氣體貯存桶4個及氣體分流器組成（圖6）。開機前空壓機先手動排出積水，再確認高壓機油量、運轉皮帶正常及空壓機底部沒有任何液漏。接著開啟空壓機及連接閥，將高壓空氣打入第1個貯存桶（中間有過濾器去除水分），直到約140 psi後啟動氣體分流器；高壓空氣進入第2個貯存桶暫貯，並經由分流器濾心分出氮氣，分流器氣體流量控制在8標準立方英尺/分鐘（scfm），分流過程有降溫設備維持氣體溫度；分流之氮氣進入第4個貯存桶（中間有2個過濾器去除水分和雜質），而空氣直接從第2個貯存桶進入第3個貯存桶（同樣有2個過濾器）；當氮氣填充至110 psi，空氣填充至65 psi時，氣體分流器會自動關閉，洩掉第2個貯存桶內暫貯之高壓空氣（因分流器管路無法長時間維持在高壓狀態）。



圖6. 氮氣產生器，由圖右至左分別為空壓機、高壓空氣貯存桶、氣體分流器（含濾心及氣體貯存桶）、空氣貯存桶及氮氣貯存桶。

## 2. 氣調條件控制

氣調控制採用貯藏控制系統 (Storage Control Systems) 公司設備，包括控制面板 (Oxystat® 200) 及監控面板 (KILO WATCH) (圖7)，連線控制氣調貯藏庫內環境溫濕度、氧氣及二氧化碳濃度。高壓氮氣及空氣生成並貯存完成後，接著進行控制面板內氧氣/二氧化碳偵測器的氣體校正範圍及時間設定 (氮氣不用校正)。氧氣偵測器的氧氣/二氧化碳讀值直接用大氣中的空氣校正即可 (參數為Air，設定氧氣校正範圍20%-22%，設定二氧化碳校正範圍-0.5%-0.5%，設定每95秒校正1次)。而二氧化碳偵測器用標準氣體校正至5% (參數為Gas，設定氧氣校正範圍-0.5%-0.5%，設定二氧化碳校正範圍4.5%-5.5%，每月手動校正1次即可)，校正以手動調整讀值；另氧氣/二氧化碳偵測器及其濾片需每年更換 (圖8)。



(a) 氣體控制面板。



(b) 監控面板。



(c) 監控面板可確認每間冷藏庫溫濕度及氣體條件。

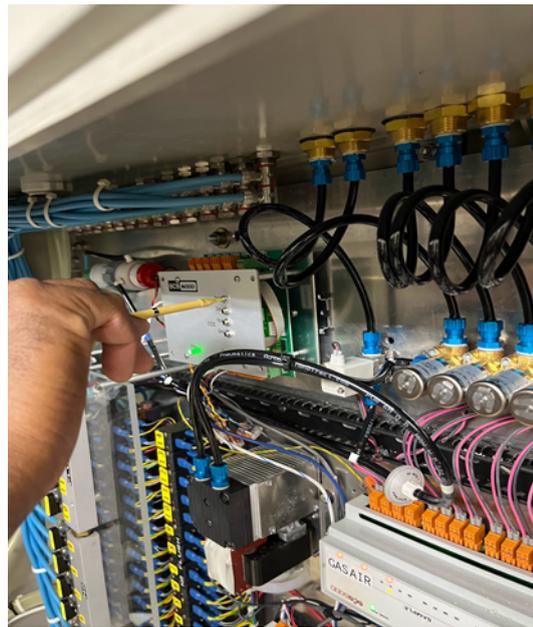


(d) 監控面板設定參數，如貯藏試驗設定溫度範圍區間 (Temperature band) 為 $\pm 1^{\circ}\text{F}$  (約 $0.6^{\circ}\text{C}$ )。

圖7. 氣調貯藏庫採用貯藏控制系統 (Storage Control Systems) 公司設備。



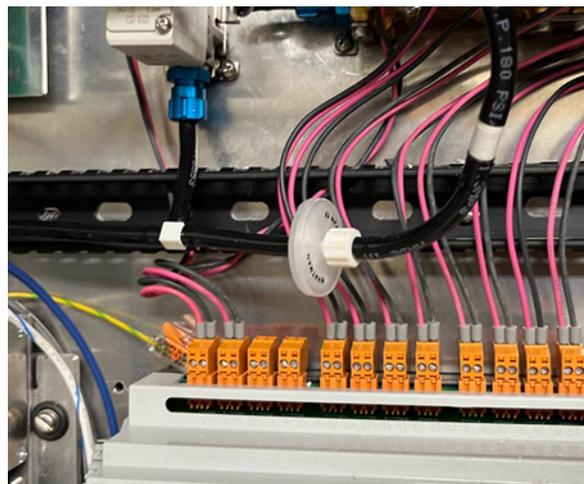
(a) 偵測器的校正控制盒。



(b) 氣體校正時手動調整讀值。



(c) 氧氣(右端紅色)/二氧化碳 (左端 黑色) 偵測器。



(d) 濾片需每年更換。

圖8. 控制面板內氧氣/二氧化碳偵測器的氣體校正。

氣調氣體設定前，會先開啟控制面板氣流閥保護裝置，並設定氣體每小時循環次數，指貯藏庫內氣調氣體每經多少時間後，控制面板會再重新確認1次氣體濃度，一般每小時循環確認1次即可。接著設定氣調氣體參數，包括：(1) 氧氣濃度超標警示 (O<sub>2</sub> High Alarm)、(2) 開啟氮氣沖洗的氧氣濃度閾值 (Flush O<sub>2</sub>)、(3) 開啟空氣添加的氧氣濃度閾值 (Vent O<sub>2</sub>)、(4) 二氧化碳濃度超標警示 (CO<sub>2</sub> High Alarm)、(5) 開啟氮氣

沖洗的二氧化碳濃度閾值 (Flush CO<sub>2</sub>)、(6) 需添加二氧化碳的濃度閾值 (CO<sub>2</sub> Add)。  
以設定氧氣7%/二氧化碳2%氣調條件為例，氧氣部分，「氧氣濃度超標警示」及「開啟氮氣沖洗的氧氣濃度閾值」會設定8% (高於目標值1%)，「開啟空氣添加的氧氣濃度閾值」會設定6.5% (低於目標值0.5%)。二氧化碳部分，「二氧化碳濃度超標警示」及「開啟氮氣沖洗的二氧化碳濃度閾值」會設定3% (高於目標值1%)，另「需添加二氧化碳的濃度閾值」會設定1.7% (低於目標值0.3%)。最後，再依各氣調貯藏庫狀態微調氣流閥，例如因為從高壓氣瓶添加高濃度二氧化碳至庫內，二氧化碳目標值2%容易超過，但用氮氣沖洗時又會同時沖洗降低氧氣濃度，使氧氣濃度低於目標值7%；因此，需藉由調降該氣調貯藏庫的二氧化碳進氣氣流閥流量，使二氧化碳2%閾值不易超過。

此外，也可調整進氣時間參數 (gain)，參數可選擇1-8，進氣時間 (分鐘)=(氣體設定濃度-氣體實際讀取濃度)×20×參數，調降參數可減少進氣時間。另一般不啟動「濃度低標警示 (O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> Low Alarm)」，因達低標警示時，會使氮氣沖洗 (Flush) 停止。

### 3. 啟動氣調設備

氣調氣體設定完成後，氣調設備啟動前，貯藏庫門口需標示警告標語及上鎖，因庫內氧氣濃度通常遠低於空氣正常濃度21% (通常設定低於10%)，貿然進入庫內會暈眩甚至死亡 (圖9)。並確認庫內的壓力計歸零及洩壓孔蓋闔上 (圖10)，最後確認氣調貯藏庫間的聯通管關閉 (圖11)。接著可啟動氣調設備，並確認貯藏庫上方填充袋鼓起，代表氣調氣體進入 (圖12)。若氣調設備系統開啟氮氣沖洗氧氣速度太慢，可直接開手動沖洗，約3小時可將氧氣濃度由21%沖洗至7%。另氣調貯藏庫內排水管設計可讓部分水滯留於管內，形成密閉以維持氣調貯藏庫內氣體濃度，但因較易堵塞，需定期清理 (圖13)。



(a) 確認庫門標示警告標語及上鎖。



(b) 若庫門氣密性不佳，可先於門框塗上石蠟 (Petrolatum) 阻隔空氣。

圖9. 氣調貯藏庫啟動前之操作。



(a) 庫內壓力計歸零。



(b) 洩壓孔蓋闔上。



(c)若庫內氣壓過高(超過0.25 psi) (d)若氣壓過低，洩壓下方孔蓋會自動打  
，洩壓上方孔蓋會自動打開平衡。 開平衡。

圖10. 氣調貯藏庫內壓力調節，於氣調設備啟用前確認。



圖11. 各氣調貯藏庫間的聯通管，打開  
閥門後可連接不同貯藏庫，使氣調貯藏  
條件相同，氣調設備啟動前須確認關  
閉。

圖12. 氣調設備啟動後，確認貯藏庫上  
方填充袋鼓起，代表氣調氣體進入。



(a)排水管設計U型彎曲，讓部分水滯留於管內，維持庫內氣體濃度。

(b) 排水管易堵塞，需定期清理。

圖13. 氣調貯藏庫排水管氣密設計。

本次於美國喬治亞大學維達麗雅洋蔥研究室研習氣調貯藏技術，就該研究室之氣調貯藏庫設備及操作簡單介紹，期經驗可應用於國內農產品氣調貯藏研究。

(刊登桃園區農業專訊第130期「美國喬治亞大學氣調貯藏技術研習」)

## 二、參加喬治亞大學維達麗雅洋蔥生產會議(113年8月22日):

維達麗雅洋蔥最早於1930年在喬治亞州維達麗雅(Vidalia)種植，因該地區氣候及土壤特性(土壤中含硫量較低)，種植之洋蔥具味道偏甜、可生食及風味特殊等性質，廣受消費者喜愛，因此逐漸於該地區廣泛種植而形成產業。1986年喬治亞州立法授權「維達麗雅洋蔥」商標，限制僅能於該州20個縣內種植，並開始投入相關研究如氣調貯藏。本次觀摩喬治亞大學每年固定舉辦之維達麗雅洋蔥生產會議(Vidalia onion production meeting，圖14)，該會議邀集喬治亞大學研究人員分享該年推廣及研究成果，與會主要為洋蔥生產者及技術推廣人員。



圖14. 維達麗雅洋蔥生產會議，與會主要為洋蔥生產者及技術推廣人員。

本次活動於喬治亞大學維達麗雅洋蔥和蔬菜研究中心(Vidalia Onion and Vegetable Research Center, VOVRC，圖15)舉辦，位於喬治亞州雷昂斯(Lyons)，該中心成立於1999年，主要進行維達麗雅洋蔥、玉米、黃瓜和南瓜等作物研究及品種試驗。本次會議範圍從洋蔥定植、肥培、病蟲草害管理到採收後處理等，報告洋蔥從種到收一系列相關推廣技術，如Dr. Luan Oliveira報告洋蔥定植人員的訓練建議事項、洋蔥移植機研發改良及無人機分析洋蔥產量研究；Dr. Ted McAvoy報告目前商業洋蔥品種定植不同行株距及不同施肥量之產量試驗結果；Dr. Stanley Culpepper報告雷射除草機(Laser weeding)和慣行除草劑效果比較(前者效果較好)；Dr. Angelos Deltsidis報告洋蔥機械採收對洋蔥品質造成之影響(例如需加強洋蔥碰撞防護措施)等。



圖15. 喬治亞大學維達麗雅洋蔥和蔬菜研究中心(Vidalia Onion and Vegetable Research Center, VOVRC)。

此外，該會議同時提供該中心年度田間試驗報告供農友參考，如評估適合當地短日栽種之洋蔥品種(秋冬季日照時數較短)，總共評估53個商業品種，包括田間產量、各分級產量和採收後成分分析等。此外，會議也提供維達麗雅洋蔥適栽品種名單評估更新(喬治亞州農業部門委託)，為維持維達麗雅洋蔥品牌，任何新品種加入名單前，需經過該中心連續3年田間特性及品質評估，如外型、顏色、辛辣程度及糖分等，每年該會議會更新適栽品種名單。本次參加美國喬治亞大學維達麗雅洋蔥生產會議，了解目前維達麗雅洋蔥產業鏈相關研究成果，期經驗可應用於國內洋蔥採後研究。

### 三、參加北卡羅來納州立大學甘藷田間開放日活動及參訪該校微體繁殖和保存研究室 (113年10月10日至113年10月11日):

美國為甘藷主要出口國之一，在2023年全球甘藷出口產值排名第二（約1.7億美元），僅次於荷蘭。目前美國甘藷產區主要集中在東岸北卡羅來納州至密西西比州一帶，其次為西岸的加州，而北卡羅來納州為最大甘藷產區，約占全國6成產量。本次至美國北卡羅來納州立大學克林頓園藝作物研究站參加甘藷田間開放日活動，並於該校昆蟲及植物病理系的微體繁殖和保存研究室參訪甘藷健康種苗認證流程，期能瞭解美國目前甘藷產業鏈研究成果。

#### (一)甘藷田間開放日活動

該活動是向該州甘藷生產者，展示該校近期甘藷研究及推廣成果。今年活動於10月10日在北卡羅來納州立大學克林頓園藝作物研究站舉行(圖16)，位於北卡羅來納州克林頓(Clinton)，該站成立於1970年，主要進行甘藷產業鏈研究，從品種選育、田間管理到採後貯藏及分級加工，同時，也進行其他園藝作物如西瓜、黃瓜及南瓜等育種與病蟲害管理研究。



(a)北卡羅來納州立大學克林頓園藝作物 (b)活動現場簽到處。

研究站。

圖16. 今年甘藷田間開放日活動舉行地點。

本次活動田間展示部分，Dr. Jonathan Schultheis研究室展示該校新育成抗病甘藷品種 NC09-1105之氮肥施用量試驗，以現行商業品種"Covington"做對照，評估產量及採後癒傷貯藏後品質。Dr. David Suchoff展示評估芝麻可作為甘藷輪作作物，優點為：可有效減少田區線蟲數量、作物肥料灌溉需求低及動物不會取食（甘藷易被動物取

食) 等。Dr. Katie Jennings研究室展示甘藷穴盤苗在移植時注意事項。Ryan Heiniger研究室示範甘藷田用無人機噴藥 (圖17)。Kenneth Pecota研究員展示新建置之甘藷清洗選別機及癒傷貯藏庫，貯藏庫內有排風扇 (夜間開窗通風降溫) 及循環扇對流空氣，循環扇前方有加濕器及冷/熱空調出風口 (圖18)；以及展示新育成之抗病品種，包括藷肉顏色 (與標示牌顏色相同)、各分級塊根產量、可抗病的種類、乾重及地上部特徵等資訊 (圖19)，並提供新育成甘藷品種品評測試，每種藷肉顏色會提供新育成品種及對照商業品種同時品評 (圖20)。



(a) 實際噴藥情形。



(b) 噴藥均勻度檢查。

圖17. 示範甘藷田無人機噴藥。



(a) 甘藷清洗選別機。



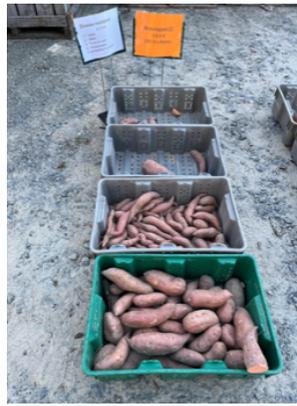
(b) 癒傷貯藏庫。



(c) 貯藏庫內有排風扇(夜間開窗通風降溫)及循環扇對流空氣。

(d) 循環扇前方有加濕器及冷/熱空調出風口。

圖18. 甘藷採後處理清洗機器及貯藏庫設備。



(a) 薯肉顏色(與標示牌顏色相同)。

(b) 各分級塊根產量。



(c) 可抗病種類及乾重。

(d) 地上部特徵。

圖19. 新育成之甘藷抗病品種展示。



圖20. 新育成甘藷品種品評測試，每種藷肉顏色會提供新育成品種（左側）及對照商業品種（右側）同時品評。

海報展示部分，Dr. Lina Quesada-Ocampo研究室發現*Drosophila hydei*果蠅為甘藷黑腐病原真菌 (*Ceratocystis fimbriata*) 之媒介昆蟲之一；以及展示於甘藷包裝產線最前端增加浸泡消毒步驟，可有效減少甘藷貯藏期間黑腐病發生。IR-4計畫（蔬果、堅果、花卉和苗圃作物等園藝作物的病害管理研究）團隊展示目前於甘藷上農藥殘留測試及登記進度（圖21）。Dr. Christie Almeyda研究室展示於溫室內採用LED燈照光及調整其光質（紅、遠紅、藍及綠光比例），可增加甘藷健康種苗繁殖數量；以及展示甘藷葉片病毒快篩，田間取樣磨碎後，加入已配好之試劑，放入檢測儀中就可得知結果（圖22）。美國農業部北卡羅來納州洛里（Raleigh）的食品科學與市場品質與處理研究單位，Dr. Suzanne D Johanningsmeier研究室展示甘藷食品加工成果，如調查評估新品種"Evangelina"的市場接受度、紫色甘藷花青素萃取及甘藷感官項目庫開發（Sensory lexicon）等。Dr. Adrienne Gorny研究室展示番石榴根瘤線蟲（Guava root-knot nematode, GRKN）快速分子診斷法建立，以及宣導該線蟲田間管理方式，包括藥劑施用、輪作及維持農機具乾淨等。除成果展示外，現場也有展示甘藷苗移植機，以及北卡羅來納州甘藷協會宣導配合H-2A簽證移工（季節性農業勞工的移民許可證）的薪資占甘藷生產成本調查等活動（圖23）。



The IR-4 Project is a federally-funded organization headquartered at NC State that generates data to register pesticides for use on specialty food crops and ornamental plants. Below are IR-4's current sweetpotato projects, as of October 2024.

**RESIDUE STUDY PIPELINE**

**Recent registrations:**

- Thiabendazole (Merfect 340F): Post-harvest use for black rot. (August 2021)
- Broflanilide (Nurizma): In-furrow for soil insects. (April 2023)

**US tolerance established but not labeled:**

- Mandestrobin (Intuity SC): In-furrow spray use for black rot. (March 2023)
- Paraquat (Gramoxone): Plantbed weed control. (Existing potato tolerance)

**Under EPA review:**

- None at this time

**Data complete, ready for submission:**

- Diquat (Reglone): Preplant burndown of weeds.
- Fenpropathrin (Danitol): Foliar spray for mites, beetles and worms.
- Tebuconazole (Orion): Post-harvest use for soft rot.

**Final report to MFG to pursue European MRL:**

- Azoxystrobin + Fludioxonil + Diflufenconazole (Stadium): Post-harvest use for soft and black rot.

**Petition prep:**

- Linuron (Linex): EPOST broadcast weed control. (May need to restart field trials)

**Ongoing studies:**

- Glufosinate (Relay): Preplant burndown of weeds.
- Tolpyriate (Shieldex): EPOST-broadleaf weeds.

**CURRENT PRODUCT PERFORMANCE STUDIES**

- Metribuzin (Glory FDF): Reduce rotational interval after use in previous crop.

**CURRENT INTEGRATED SOLUTIONS STUDIES**

- None at this time

**CONNECT WITH US**

Kristen Searer-Jones, Southern Region Field Coordinator  
k.searerjones@ufl.edu | (352) 294 3979

Dr. Alice Axtell, Biology Lead - Entomology  
aaxtell@ncsu.edu | (919) 515 3055

Roger Batts, Biology Lead - Weed Science  
rbatts@ncsu.edu | (919) 515 3054

Dr. Jaimin Patel, Biology Lead - Plant Pathology  
jpatel38@ncsu.edu | (919) 515 4287

IR-4 Headquarters  
ir4\_project@ncsu.edu  
ir4project.org

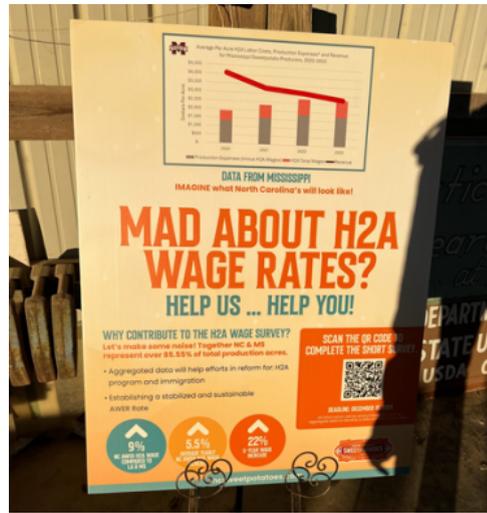


圖21. IR-4計畫(蔬果、堅果、花卉和苗圃作物等園藝作物的病害管理研究)目前於甘藷上農藥殘留測試及登記進度。

圖22. 甘藷葉片病毒快篩，田間取樣磨碎後，加入已配好之試劑，放入檢測儀中就可得知結果。



(a)甘藷苗移植機。



(b)北卡羅來納州甘藷協會宣導配合H-2A簽證移工(季節性農業勞工的移民許可證)的薪資占甘藷生產成本調查。

圖23. 活動現場其他展示。

**(二)微體繁殖和保存研究室 (MPRU) 參訪甘藷健康種苗認證流程**

MPRU研究室於1996年成立，提供經病原體測試認證的食用甘藷、觀賞甘藷、草

莓、覆盆子、黑莓、藍莓及圓葉葡萄材料，該研究室屬國家健康種子系統 (National Clean Plant Network, NCPN) 的一環，同時，也保存體外繁殖母本植物庫。目前該研究室負責人為Dr. Christie Almeyda。甘藷業務部分，針對目前23個商業品種及6個育成品系，提供病毒檢測、鑑定、體外繁殖材料建立維持 (圖24) 及認證種苗業者健康甘藷原種種苗提供等。健康甘藷種苗認證流程為:MPRU研究室先負責原原種甘藷莖頂生長點組培及健化處理，健化後之原種種苗擴增後提供給認證種苗業者 (圖25)，種苗業者進行原種及採種甘藷種植及塊根貯藏，最後，將貯藏之塊根送回MPRU研究室進行病毒檢測，確認塊根健康後核發證書。

本次參加北卡羅來納州立大學甘藷田間開放日活動及參訪該校MPRU研究室甘藷健康種苗認證流程，瞭解該州目前甘藷產業鏈相關研究成果，從甘藷新育成抗病品種展示、健康種苗認證到田間管理如輪作、病害防治、田間病原快篩，以及採後處理的癒傷貯藏庫建置、食品加工的花青素萃取等技術，期經驗可應用於國內甘藷採後處理研究。



(a)體外繁殖材料保存。 (b)以培養基保存。 (c)以培養溶液保存。

圖24. MPRU研究室。



(a)健化處理的甘藷原種種苗。



(b)甘藷原種種苗擴增。

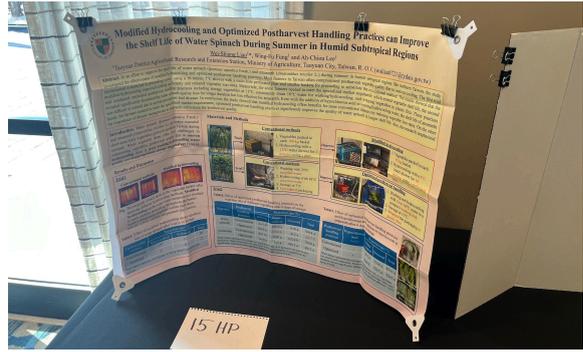
圖25. 健康甘藷種苗培育。

(刊登桃園區農業專訊第130期「參加北卡羅來納州立大學甘藷田間開放日活動及參訪該校微體繁殖和保存研究室」)

#### 四、參加佛羅里達園藝協會年會(113年6月9日至113年6月11日):

本次參加第137屆佛羅里達園藝協會年會(Florida State Horticultural Society Annual Meeting)，活動為期3天(6月17日至19日)，於美國佛羅里達州奧蘭多市的海洋世界希爾頓逸林酒店舉行。該會議自1888年開辦，提供農企業、學術單位(主要為佛羅里達大學)、政府研究單位交流平台。今年主題包括柑橘類作物組(Citrus，佛羅里達大宗作物)、蔬菜組(Vegetable)、克羅姆紀念組(Krome Memorial，主要為熱帶及亞熱帶果樹作物主題，紀念威廉克羅姆對果樹研究貢獻)、農業旅遊組(Agritourism)、觀賞/花園/景觀作物組(Ornamental/Garden/Landscaping)、處理/加工組(Handling/Processing)及農業生態/自然資源組(Agroecology/Natural Resources)，7個討論組別，本次就處理/加工組的海報展示及演講分享。

海報展示為桌面立海報紙板，桌上空間可展示實驗器材或植物樣品，本次發表本場近期採後處理研究(改良冷水預冷及優化採後處理可提高亞熱帶地區夏季蕓菜之貯藏壽命，圖26)。演講部分，佛羅里達大學印第安河研究與教育中心Dr. Mark Ritenour研究室發表普克利(Propiconazole)可用於柑橘新興採後病害-二倍體莖端腐爛(Diplodia stem-end rot (D-SER))控制。佛羅里達大學園藝系Dr. Jeffrey K. Brecht研究室發表椰子油塗層可抑制新興水果指橘(*Citrus australasica*)貯藏期間失水。佛羅里達大學園藝系Dr. Steven A. Sargent研究室發表百香果人工分級採收，相較其成熟自然落果後採收，果實總滴定酸度較高，其餘失水率、顏色、可溶性固形物等品質無顯著差異。佛羅里達大學園藝系Dr. Tie Liu研究室發表萹苣衰老相關基因(Senescence associated genes (SAGs))表現影響其貯藏壽命，如茉莉酸(Jasmonic acid)訊息傳遞、葉綠素a-b鍵結及細胞壁修飾等。喬治亞大學園藝系Dr. Angelos Deltsidis研究室發表柑橘採用小於1 ppm乙烯處理，並於21°C，95%相對溼度下貯藏4天，可使果皮轉色均勻(圖27)。此外，該會議有餐敘演講(Horticultural crops breakfast)，於演講會場內用餐(演講約1小時)並可與同桌專家交流(圖28)。經本次活動瞭解學習美國佛羅里達州近期採後處理技術應用，期經驗可應用於國內採後處理研究。



(a)會議桌面立海報紙板及展示相關實驗器材或植物樣品。

(b)海報發表本場近期採後處理研究。

圖26. 海報展示。



圖27. 處理/加工組演講，圖為喬治亞大學園藝系Dr. Angelos Deltsidis研究室學生 Taiwo Owolanke (右)演講。



(a)購買餐券以進入會場。

(b)可於演講會場內用餐並與同桌專家學者交流。

圖28. 餐敘演講。

(刊登桃園區農情月刊第302期「參加2024年佛羅里達園藝協會年會心得分享」)

## 五、參加美國園藝科學年會(113年9月23日至113年9月27日)

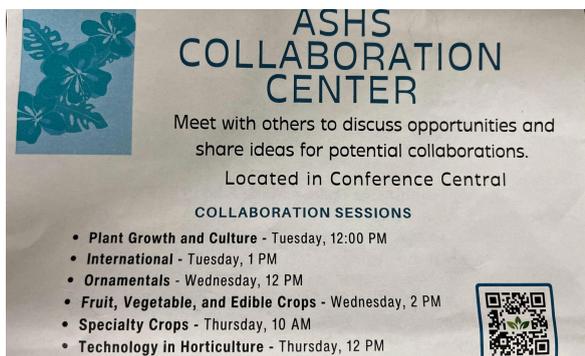
本次參加美國園藝科學年會 (American Society for Horticultural Science (ASHS) Annual Conference)，活動為期5天 (9月23日至9月27日)，於夏威夷檀香山的威基基海灘希爾頓度假村舉行。該年會展示美國園藝和特用作物最新的科學技術，透過口頭和海報展示、專家主題演講及互動工作坊 (如AI於採後處理研究上之應用) 等活動，讓園藝業界、學術單位及政府研究單位可交流分享。此外，年會也有職涯探索、交流及社交等活動，如職涯發展中心、ASHS合作中心及歡迎晚會 (圖29)。本次年會演講主題分類眾多，從果樹、蔬菜作物管理、採後處理到生長控制環境、市場經濟及遺傳基因體學等，相關活動時間、講者資訊及摘要，都可於App「Sched」或網頁上查詢觀看，年會現場僅發放簡單的活動資訊及時間表 (圖30)。本次就參加之採後處理相關海報展示、演講和甘藷參訪活動等分享。



(a)職涯發展中心，提供工作資訊諮詢。



(b)ASHS合作中心，可與潛在的合作研究同仁討論。

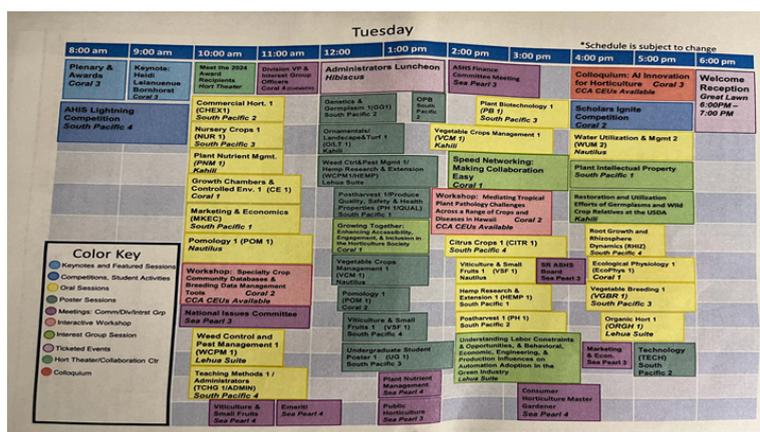
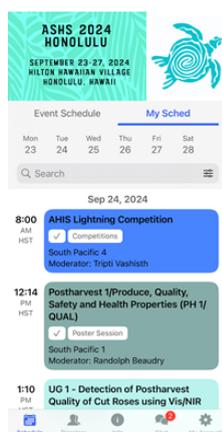


(c)ASHS合作中心不同主題討論時段。



(d)歡迎晚會。

圖29. 美國園藝科學年會活動



(a)活動時間、講者 (b)年會現場僅發放簡單的活動資訊及時間表。

資訊及摘要都可於 App「Sched」或網頁上查詢觀看。

圖30. 年會活動資訊。

### (一)學術發表活動

海報展示採投影螢幕播放，每人報告8分鐘，問答2分鐘；本次發表本場近期採後處理研究（改良冷水預冷及優化採後處理可提高亞熱帶地區夏季蔬菜之貯藏壽命，圖31）。專題演講部分，佛羅里達大學園藝系Dr. Jeffrey K. Brecht研究室發表血橙 (Blood orange) 以10°C相較20°C貯藏，可累積更多的花青素及抗氧化活性。喬治亞大學園藝系Dr. Angelos Deltsidis研究室發表黑莓以10% CO<sub>2</sub> +10% O<sub>2</sub>氣調貯藏及0.5 ppm臭氧處理可增進"Caddo"品種的採後處理品質，但對"Ouachita"品種則會降低品質。密西根州立大學園藝系Dr. Randy Beaudry研究室發表不同金屬材料對1-甲基環丙烯 (1-Methylcyclopropene, 1-MCP) 降解效果，因冷藏庫內冷卻系統大多採用銅管，該試驗發現硫化銅 (Covellite, CuS)、氯化銅 (Eriochoalcite, CuCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O) 和銅硫化鐵 (Chalcopyrite, CuFeS<sub>2</sub>) 會使1-MCP在1天內降解超過90%，而不銹鋼、鋁、鍍鋅鐵網、銀和鍍鋅鐵則會使1-MCP降解低於10%；以及發表部分蘋果品種以動態氣調貯藏 (Dynamic controlled atmosphere, DCA) 或1-MCP處理，其果實香氣生成會延緩，甚至不生成。奧本大學園藝系的Dr. Marlee Trandel-Hayse發表帶根採收水耕生菜採用封閉式塑膠盒保存，相較開口式塑膠盒，樹架壽命可由7天延長至18天，但生菜保存14

天後相較剛採收，營養成分中總花青素會降解約70%。美國農業部愛德華謝弗農業研究中心 (Edward T. Schafer Agricultural Research Center) 的Munevver Dogramaci 研究員發表馬鈴薯貯藏溫度、貯藏時間及塊莖組織類型會影響塊莖上微生物族群，數據未來可應用於採後處理病原菌之防治。密蘇里大學的Dr. Xi Xiong研究室發表一種新的木黴菌會造成貯藏甘藷的根腐病。華盛頓州立大學園藝系的Dr. Carolina Torres 發表不同品種蘋果對於DCA貯藏時的低氧極限 (lower oxygen limit) 反應不同；發表利用可見光/近紅外光高光譜影像儀 (Vis/NIR hyperspectral imager) 可非破壞性監測蘋果果皮的葉綠素/類胡蘿蔔素比例，進而預測果實生理障礙日燒 (Sunscald) 發生；發表訓練AI影像辨識，可區分蘋果的兩種相似生理障礙，表層燙傷 (Superficial scald, 氧化性) 及日燒 (非氧化性)；以及發表蘋果以49 °C溫湯處理 (Hot water bath) 2分鐘，品種"Royal Gala"可減少腐爛，但品種"Honeycrisp"結果則相反。康乃爾大學綜合植物科學院的Dr. Christopher Watkins研究室發表蘋果低溫貯藏和表層燙傷生理障礙抑制劑二苯胺 (Diphenylamine) 處理，反而會抑制品種"富士"果皮上用於生物防治之微生物族群。德克薩斯州A&M大學園藝系的Dr. Amit Dhingra發表透過轉錄體學 (Transcriptomics) 分析，發現乙醛酸 (Glyoxylic acid) 可誘導粒線體替代氧化酶 (Alternative oxidase, AOX) 表現，進而抑制1-MCP對西洋梨的作用。美國農業部阿巴拉契亞水果研究站 (Appalachian Fruit Research Station) 的Tamara Collum 研究員發表38種基因型西洋梨對2種病原真菌 (*P. expansum* 和 *C. fioriniae*)之抗性反應。



圖31. 海報展示，採投影螢幕播放，本次發表本場近期採後處理研究成果(改良冷水預冷及優化採後處理可提高亞熱帶地區夏季蔬菜之貯藏壽命，附件1)。

## (二)參訪及競賽活動

本次參加「甘藷健康種苗繁殖」導覽活動（僅開放研究同仁參加），先至夏威夷大學附屬里昂植物園（Lyon Arboretum）的微體繁殖（Micropropagation）研究室參觀，介紹該研究室於「夏威夷稀有植物保存計畫」中，負責部分稀有植物的微體繁殖，如未成熟種子、帶病原菌或需體外保存（In vitro storage）以維持品種特性者（如當地稀有甘藷品種），以及開發和修改現有微體繁殖技術；因夏威夷原生植物的獨特性且相關文獻較少，必須為進入該計畫的每個植物單獨建立培養條件。接著至夏威夷大學的馬貢研究站(Magoon Research Station) 參觀，Dr. Michael B. Kantar 介紹執行夏威夷甘藷品種保護(圖32)；目前已收集夏威夷78個甘藷品種，除品種特性鑑定外，同時，進行生物文化保育(Biocultural conservation)，例如在過去同一品種甘藷傳播至夏威夷其他島嶼時，會因為各島嶼部落文化不同而給予不同品種名稱，而造成品種名稱混淆。故在進行品種收集時，需盡可能同時紀錄考據傳播的歷史過程。



(a)夏威夷大學附屬里昂植物園（Lyon Arboretum）的微體繁殖研究室。

(b)夏威夷大學馬貢研究站（Magoon Research Station）參觀夏威夷甘藷品種保護執行成果。

圖32. 甘藷健康種苗繁殖參訪。

本次學會除學術發表外，也有競賽活動，如海報/口頭發表競賽及學者激發競賽（Scholars Ignite Competition），3分鐘內用1張投影片說明目前研究及其重要性；以及園藝知識問答之夜(Trivia Night)，組隊參加，不限教師、學生或業界專家，挑戰不同領域之園藝知識(圖33)。經本次活動可瞭解學習美國近期採後處理技術應用並與專家交流，期經驗可應用於國內採後處理研究。



(a)學者激發競賽(Scholars Ignite Competition)，3分鐘內用1張投影片說明目前研究及其重要性。

(b)園藝知識問答之夜(Trivia Night)，組隊參加，不限教師、學生或業界專家，挑戰不同領域之園藝知識。

圖33. 學會競賽活動。

(刊登桃園區農業專訊第130期「參加2024年美國園藝科學年會心得分享」)

## 心得及建議

### 一、心得

- (一)喬治亞大學維達麗雅洋蔥研究室以業界角度及需求進行試驗設計分析，其冷鏈設備規劃完善，建置不同規模冷藏庫、氣調設備及進出貨碼頭，讓研究室有能力模擬不同農產品產業採後流程。且與業界互動交流密切，其經費來源大多為產學合作，如協助業界評估1-MCP商品(乙烯作用抑制劑)於西瓜上應用效果，故研究成果可立即應用。
- (二)該研究室減薪聘用退休技術人員回來協助冷藏庫管理，每週彈性工作8小時。故研究室除可確保冷藏庫運作正常(因冷藏庫維運業務量不須聘用全職人員)，節省人事開支。對退休人員也可增加收入，維持與職場同仁互動。
- (三)田間開放日活動地點偏遠，故會一次展示產業鏈整年度從種到收的技術，如甘藷田間開放日，從甘藷新育成抗病品種展示到採後處理的癒傷貯藏庫建置及食品加工的花青素萃取等技術。即使部分成果已無田間展示，也會張貼成果海報，讓農友在活動中可一次看完今年所有成果，節省交通時間，也可增加研究成果推廣機會。
- (四)學校及地方政府於州內大多市鎮設有推廣人員(薪水一半來自學校，一半來自地方政府單位)，協助學校及地方政府和農友間聯繫、推廣技術、農業調查及政策宣導等行政業務，如協助學校研究人員推薦合適執行研究試驗之農場、調查轄區內各農產品產業樣態及舉辦技術推廣或媒合活動等，研究和推廣人員分工合作。
- (五)研討會重視交流，因園藝研究領域逐漸分工變細且多元化，需跨領域專家團隊合作。故除研究成果可用海報或口頭發表，與專家交流討論外，研討會還有舉辦競賽活動(美國園藝科學年會的學者激發競賽和園藝知識問答之夜)、餐敘(歡迎晚會)或設立合作中心，增加與其他領域研究人員接觸交流機會。
- (六)經本次實習可精進業務作為：
- 1.精進本場設施短期葉菜採後研究，目前研究暖季葉菜採後技術優化(10°C換新冷水清洗水冷、暫貯溫度由7°C調整至11°C及塑膠布包裝)，僅對蕓菜效果顯著，其餘如莧菜則效果不顯著，因容易產生水傷(水浸腐爛)。經與美國佛羅里達大學園藝科學所教授Dr. Steven A. Sargent交流，確認可評估採用小型壓差預冷設備可行性，去根採收後直接預冷，以減少葉片水傷。

2.精進甘藷基礎採後研究，現本場轄內甘藷產業多採用分散種植採收期的方式，以延長供貨期，經與美國喬治亞大學維達麗雅洋蔥研究室教授Dr. Angelos Deltsidis討論氣調貯藏可行性。其建議先研究癒傷處理及低溫高溼貯藏等基礎技術，因氣調貯藏設備較昂貴且國內產業尚未應用成熟，故可於第二階段再進行評估。

3.精進美國甘藷及採後技術交流，除上述專家外，另如美國北卡羅來納州立大學克林頓園藝作物研究站的Kenneth Pecota研究員、該校昆蟲及植物病理系微體繁殖和保存研究室的教授Dr. Christie Almeyda及園藝科學年會現場認識的佛羅里達大學印第安河研究與教育中心Dr. Mark Ritenour、密西根州立大學園藝系Dr. Randy Beaudry等人，未來有機會可進一步交流。

(七)除感謝家人及喬治亞大學和北卡羅來納州立大學研究室教授、同仁和朋友幫忙外，非常感謝農業部計畫經費支持補助，及桃園區農業改良場支持協助，讓職於實習期間可專心於研習及活動觀摩。

## 二、建議

(一)國內可建置氣調貯藏試驗設施，讓各學研單位評估農產品已建立之氣調條件。因實驗室成果應用產業前，需再評估如：氣調冷藏庫內氣體濃度波動實際比實驗室呼吸缸內更大、冷藏庫內農產品(仍會呼吸作用)貯藏數量會影響氣體濃度設定及評估氣調貯藏設備成本(電費和氣體費用)是否符合該農產品貯藏之經濟效益等。

(二)外銷甘藷塊根抑制發芽腐爛研究，建議先從品種改良、採後技術(癒傷、貯藏溫溼度、消毒或氣變包裝等)及田間病蟲害防治(國內甘藷仍有蟻象檢疫問題)等國內已有基礎技術著手，符合產業所需貯運天數目標即可。氣調貯藏因需先評估應用於甘藷產業是否符合經濟效益，且國內氣調設備產業及應用經驗仍在發展，故目前該技術於甘藷產業尚無應用急迫性。

(三)建議部內可定期派駐不同人員至各國相關學研機構或農企業長期研習觀摩，將新技術導回國內業界參考應用，或安排國外專家至國內產業觀摩技術交流。因國內產業雖與國內學研機構交流密切，但通常沒有時間、管道或資源至國外長期研習。