

出國報告（出國類別：研習）

研習蔬果作物嫁接苗生產技術 及參加 GreenSys 2015 國際研討會

服務機關：行政院農業委員會臺中區農業改良場

姓名職稱：陳令錫副研究員、張金元助理研究員

派赴國家：西班牙、葡萄牙

出國期間：104 年 7 月 12 日至 24 日

目 錄

一、	摘要.....	3
二、	前言.....	4
三、	研習目的	4
四、	研習行程及內容	5
	(一)、研習人員	5
	(二)、行程概要.....	6
	(三)、研習行程及重要內容	7
五、	心得與建議	32
	(一)、研習心得	32
	(二)、建議.....	33
六、	致謝	34

研習『蔬果作物嫁接苗生產技術』 及參加『GreenSys 2015』國際研討會

一、摘要

研習蔬果作物嫁接苗生產技術及參加 GreenSys 2015 國際研討會，104 年 7 月 12 日至 24 日赴西班牙及葡萄牙研習共計 13 天，西班牙地區參訪 Conic Systems 農業機械公司、HISHTIL GELPI SPAIN 育苗場、番茄及花胡瓜栽培農場、Azud Group 農業灌溉零組件製造廠商、Almeria 大學及溫室區、IFAPA 研究及訓練機構；Conic Systems 為育苗機械類播種機、噴霧機及嫁接機生產公司，其嫁接機操作簡單，功能包含自動消毒、苗株夾持剪切及輸送等特色，人員僅需置放苗株，即可輔助嫁接完成；HISHTIL GELPI SPAIN 苗場擁有可日產 6 萬 6,000 株苗，該苗場使用穴盤苗播種機速率可達 500 盤/小時；番茄及花胡瓜栽培農場廣泛使用生物防治袋；IFAPA 研究及訓練機構透過開發、研究、技術轉讓和培訓以提高農業競爭力；葡萄牙 GreenSys 2015 國際研討會，研習溫室科技、設施栽培管理相關研究現況及技術，研究環繞在節能及增產，溫室光線應用、系統與設計、管理與產品品質、能源、環控與流場分析模擬等議題，並與會發表環控灌溉及設施栽培研究成果共 3 篇文章。

二、前言

臺灣農業發展精緻化，農地集約耕作，土壤劣化結果造成土傳病害嚴重，近年來紛採嫁接苗生產，其中以 102 年番茄種植面積 2,471 公頃及苦瓜種植面積 1,569 公頃計算，嫁接苗需求量接近 1.4 億株，產值達 10 億元以上。每到種植期嫁接苗因需求量大，嫁接苗場無法在短期間內供應全臺所需之嫁接苗量，因此有嫁接人力短缺問題，並且嫁接技術層面高，嫁接人手培養不易，且工作辛苦，須耗費勞力及精神，於蔬果苗種植期間，嫁接苗產業更須加班以應付廣大需求，為加強蔬果作物嫁接苗生產技術，以及參加 GreenSys 2015 國際研討會並發表研究成果，本次赴西班牙及葡萄牙研習共計 13 天，由臺中區農業改良場陳令錫副研究員、張金元助理研究員兩位研究人員前往，分別參訪 Conic Systems 農業機械公司、HISHTIL GELPI SPAIN 育苗場、番茄及花胡瓜栽培農場、Azud Group 農業灌溉零組件製造廠商、Almeria 大學及溫室區、IFAPA 研究及訓練機構，研習西班牙在蔬菜嫁接苗生產產業概況。前往葡萄牙參加 GreenSys 2015 國際研討會，研習溫室科技及設施栽培管理相關研究現況及技術，主題為溫室管理新技術，議題主要環繞在節能及增產，涵蓋溫室光線應用、溫室系統與設計、被覆材料與半保護耕作系統、溫室管理與產品品質、能源、計算流體動力學、作物模式化、環控與模式化、永續生產、肥灌設備機器人與自動化、植物保護等。藉由此次研習以擴展視野，實際應用新知於蔬菜嫁接苗生產；啟發研究人員的國際觀與開創性，並且引進新知、技術及建立人脈。

三、研習目的

擬赴西班牙參訪嫁接機製造廠商、嫁接苗育苗業者，以及學術研究機構，研習有關嫁接產業、嫁接苗栽培技術，並赴葡萄牙參加 GreenSys 2015 國際研討會，發表論文及收集溫室環境管理相關技術資料，藉由派員赴西班牙研習『蔬果作物嫁接苗生產技術』及葡萄牙參加『GreenSys 2015』國際研討會，透過實地參訪與技術交流，冀望嫁接產業升級，以對國內嫁接產業提供實質的幫助。

四、研習行程及內容

(一)、研習人員

陳令錫副研究員 行政院農業委員會臺中區農業改良場

Ling-Hsi Chen, Associate agricultural engineer, Taichung District Agricultural Research and Extension Station(TDARES), Council of Agriculture(COA), Executive Yuan, R.O.C.(Taiwan)

張金元助理研究員 行政院農業委員會臺中區農業改良場

Chin-Yuan Chang, assistant agricultural engineer, Taichung District Agricultural Research and Extension Station(TDARES), Council of Agriculture(COA), Executive Yuan, R.O.C.(Taiwan)

(二)、行程概要

日期	城市	行程安排
7月12日 至 7月13日	臺灣 Taiwan 桃園機場 至 西班牙 巴塞隆納 Barcelona	啟程，桃園機場 12 日班機起飛，中途至阿姆斯特丹轉機，於當地時間 13 日早上抵達西班牙巴塞隆納。
7月13日 至 7月14日	西班牙 巴塞隆納 Barcelona	參訪 Conic System 農業機械製造廠商、HISHTIL GELPI SPAIN 育苗場、番茄及花胡瓜栽培農場。
7月15日	西班牙 巴塞隆納 Barcelona 至 西班牙 莫夕亞 Murcia	由巴塞隆納搭乘鐵路前往莫夕亞，旅程距離約為 600km，搭乘時間 8 小時，晚上於莫夕亞 Murcia 住宿。
7月16日	西班牙 莫夕亞 Murcia	上午參訪 Azud Group 農業灌溉零組件製造廠商(養液滴灌系統以及研習相關節水灌溉系統研製技術)。
7月16日	西班牙 莫夕亞 Murcia 至 西班牙 阿爾梅里亞 Almeria	下午由莫夕亞前往阿爾梅里亞，旅程距離約為 200km，晚上於 Almeria 住宿。
7月17日	西班牙 阿爾梅里亞 Almeria	早上 Almeria 溫室區育苗農場參訪，及赴 University of Almeria 拜訪 Marisa Gallardo Pino 教授，下午轉往 IFAPA 研究及訓練機構。
7月18日	西班牙 阿爾梅里亞 Almeria 至 葡萄牙 里斯本 Lisbon	由西班牙阿爾梅里亞搭機前往葡萄牙里斯本，並轉往 Evora 埃武拉。
7月19日 至 7月22日	葡萄牙 埃武拉 Evora	University of Evora 埃武拉大學，參加 GreenSys 2015 國際研討會。
7月23日 至 7月24日	葡萄牙 埃武拉 Evora 至 臺灣 桃園機場 Taiwan	返程，23 日早上由 Evora 搭車前往 Lisbon 里斯本，由 Lisbon 里斯本機場班機起飛，至阿姆斯特丹轉機，於 24 日下午抵達桃園機場。

(三)、研習行程及重要內容：

104 年 7 月 13 日(星期一)，抵達西班牙巴塞隆納，參訪西班牙 Conic System 農業機械製造廠商。

西班牙 Conic Systems 農業機械公司主要產品為育苗產業所需使用之相關機械，包括懸吊自走噴霧機、自動真空播種機與 1 人操作式嫁接機械等，其零組件採委外發包製作後，再自行組裝成品。廠區內有多種加工機械，研發工作量均可在廠區內自主完成，部門組成包含業務部、機械設計部、電機設計部、國際事業業務部，員工 15 人，其中自行設計研發之馬達驅動控制卡，為其產品特點之一，因採用共通設計，一張驅動卡可使用於上述各種機型，使各種機型可降低故障率及研製成本。參觀廠區並與研發人員討論相關農業機械研製技術，發現其研發人員技職教育紮實，自主設計能力高，以及因機械與電氣控制部門間通力合作，可完成農業機械之機電整合，產品可放眼世界、行銷全球，雖屬農業機械類之中小企業，亦可在全世界擁有版圖，為本國農業機械行業可借鏡之處。

關於懸吊自走噴霧機、自動真空播種機與嫁接機械等，國內農業機械研發歷程亦有相關商品，並且極具競爭力，如液體式穴盤真空播種機，適用於需浸種、催芽、不易吸附的扁平形狀種子(西瓜、甜椒)，設計有特殊種子槽，可放置種子與水，特別是水，利用水浮力、氣泡擾動、真空吸附等原理，達到穴盤精密點播目的。在技術交流討論過程中，可發現該研究人員對我國的農業機械相關研究，有相當的了解程度，並且對液體式穴盤真空播種機相當有興趣，類似此具技術層面機型，雖然國內需求量低，若能放眼全球，商機無限，惟農機公司須企業化與國際化。



CONIC SYSTEM



懸吊自走噴霧機



穴盤苗播種機械



CONIC 公司全球據點



農機公司研發工作室



農機公司研發用機台

該公司主要行銷國家為歐洲，而亞洲地區今年度預計將有中國、韓國及日本等地引進嫁接機，其中日本已有引進數台測試，而日本及韓國等地均有生產嫁接機械，尤其日本在嫁接機械之研製起步甚早，仍然引進西班牙之嫁接機進行測試應用，因此本國農業機械除自行開發之外，引進各國之機種進行研究測試，亦是技術發展重要環節之一。

1 人操作式嫁接機械訴求為孩童亦可簡單操作，影片操作簡介中之孩童，僅需將穗砧苗分別放置在機台上，機台即可自動嫁接完畢，因此操作技術層面降低，進而紓解嫁接人員需相當程度之技術訓練問題。機台附有自動消毒機制、自動夾持及輸送等特色功能，嫁接機械控制面板可選擇每次嫁接或間隔作動次數，於嫁接完畢後，將消毒罐中之消毒液體，噴灑在刀片上，進行刀片消毒。其中，消毒罐可依據使用者需求，自行添加所需的消毒液，消毒罐中可添加稀釋酒精、碘酒、漂白劑等消毒用液。清潔裝置設有高壓空氣噴槍，利用噴槍可將機台上之植株殘根、細碎枝葉進行清潔。嫁接完畢後，機械手臂會抓取苗株放置在輸送帶上，而在生產動線上的配置，可設定為數台嫁接機，以及 1 台輸送帶，作業完畢之嫁接苗統一集中在輸送帶上，由作業人員收集，可提高工作效率。



1 人操作式嫁接機械



孩童可簡單操作之嫁接機械

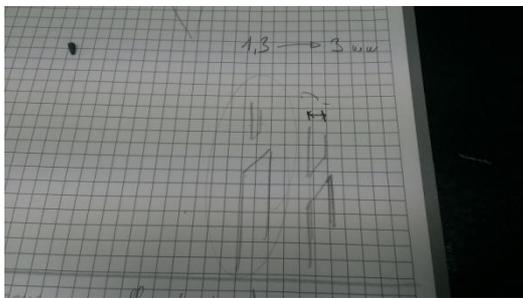


消毒機構及氣動噴槍

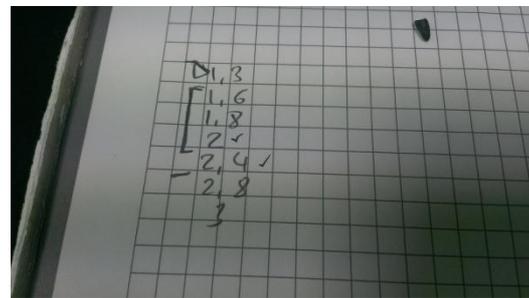


嫁接塑膠夾

因組織液會經由植株剪切的傷口處流出，黏附在刀片上，連續操作時，刀片因有組織液不會變鈍，但若中途停機或重新開機時，則需要清潔或更換刀具。若組織液體乾掉後，將會造成刀片鈍化，相關類似機械與作物間操作搭配上的細節問題及技術，該項嫁接機械都有設想到。例如夾子的尺寸大小範圍，苗株莖粗於嫁接機械適用範圍為 1.3 至 3mm，而嫁接夾內徑尺寸規格共有 1.3、1.6、1.8、2、2.4、2.8、3mm 等多種尺寸，可供選用，並且亦可依據臺灣的苗場實際需求，自行開發適用之塑膠夾模具，因此嫁接用塑膠夾可於國內推廣應用廣泛後，可經由自行開模以降低塑膠夾成本。嫁接機台可快速更換嫁接夾捲，以及細部調整機構，可針對不同嫁接夾捲尺寸，快速替換所需使用的嫁接夾，因此可適用不同株齡的苗株，惟根砧及接穗苗莖粗差異亦須在範圍內，嫁接夾才能分別夾持牢靠。塑膠夾捲為矽利康或聚合物等塑膠材質，具彈性及防水功能。



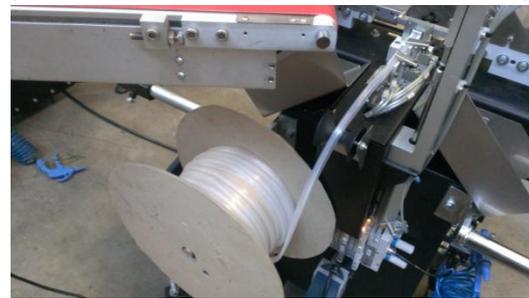
苗株莖粗嫁接機適用範圍 1.3 至 3mm



嫁接夾內徑尺寸規格
(1.3、1.6、1.8、2、2.4、2.8、3mm)



不同尺寸之嫁接夾捲



可更換嫁接夾捲之調整機構

刀具的角度可更換為 20 度、30 度、40 度角，3 種斜切尺寸可供選擇，實際操作時，則依苗株特性選用合適之刀具。砧台亦須配合刀具調整角度外，砧台本身非平面的，而是具 V 型凹槽，角度分別為 40 度及 60 度，目的係為使不同莖粗之苗株可加以固定。



可更換角度之刀具

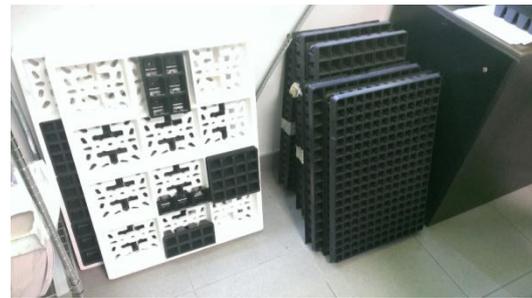


砧台

苗台位置可調整係關鍵設計，考量苗株之第一段節間長度、介質塊大小尺寸，使根砧及接穗切斷後移置中間處嫁接處有良好之相對位置，該微調功能等多項設計，均係為使嫁接機械能適應不同尺寸大小之嫁接苗，上述數項功能係以機械角度設計，以符合多變化的嫁接苗。其研究人員表示由機械研發過程中，逐一面對問題，以及一點一滴改善、進步，許多經驗累積而得，其嫁接機械仍持續改良進步中，而該公司生產的相關育苗機械行銷多國，其中嫁接機械全球累積銷售 30 餘台。



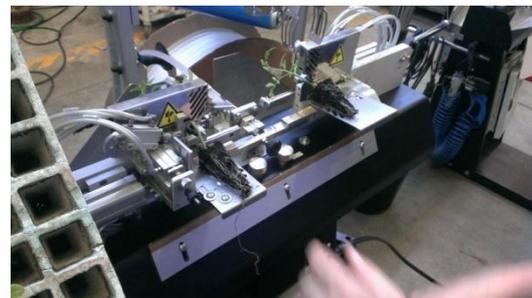
嫁接苗用苗盤



不同尺寸之苗盤



操作面板



嫁接操作機台



根砧及接穗進行機械嫁接接合



機械手臂夾持嫁接苗



完成之嫁接苗



完成之嫁接苗

104 年 7 月 14 日(星期二)上午，前往西班牙巴塞隆納北部郊區，參訪育苗農場(Nursery: HISHTIL GELPI SPAIN、苗場負責人 Dolirs Gelpi General Manager)

HISHTIL GELPI SPAIN 成立於 35 年前由負責人的父親創立，該區苗場擁有 1.8 公頃溫室，2.3 公頃土地，為營運 2 年多之新廠區，並且持續在擴充當中。該育苗場每日約可生產 66,000 株，有 36 名員工進行嫁接苗手工嫁接，一天工時 8 小時，平均每位員工嫁接速率約 229 株/每小時。該農場年產量是 2,500 萬株，員工最多時有 75 人，最少人時有 20 人，淡季時則會接單生產大宗蔬菜，以減少栽培設施閒置空間，以及使員工維持工作。旺季則係 12 月至隔年 4 月。以往夏季溫度約為 25~27°C，因氣候變遷因素，近幾年已提高至 32~33°C，每日日照時間約為早上 6 點至晚上 9 點，需遮蔭時間為下午 12:30~下午 2:30，西班牙當地溫室亦有於塑膠布外噴白漆方式遮蔭。冬季時加溫設備則使用鍋爐燃燒木材(Woody Pellet)，室內溫度控制在 17°C，木材取自西班牙北方的森林，價格約為柴油的 1/3。太陽能系統因建置成本較高，有遮蔭問題，木頭來源充足，價格較柴油便宜，且當地自治區使用太陽能系統需另外支付稅金，不推廣設置太陽能發電系統。(自治區：西班牙自治區共有 17 個，加泰隆尼亞 Cataluña 係西班牙的自治區之一，位於伊比利半島東北部，首都巴塞隆納，轄內有巴塞隆納省、萊里達省、赫羅納省和塔拉戈納省等省。該自治區與安道爾、法國接壤，面積 32,106 平方公里，人口約 7,57 萬人。加泰隆尼亞係西班牙經濟較為發達、獨立意識較為鮮明的地區，並且擁有世界文化遺產。)

育苗場採接單生產模式，客戶下訂單後，農場才會進行生產，客戶除西班牙境內外，遍及歐洲各地，其中因法國地區冬季較西班牙冷，溫度約為-5 至-6°C，而西班牙當地因可維持在 0°C，栽培環境較佳，並且沿海地區有地中海調節氣候，因距離法國不遠，擁有相當多法國的客戶，可經由內陸運輸，具有地理位置優勢。



HISHTIL GELPI SPAIN 合影



地圖說明苗場地理位置

育苗場管理者表示，因與以色列、土耳其、韓國皆有技術合作關係，藉由技術合作，以及簽訂技術合約，共同分享栽培及嫁接技術，也因此該廠才得以相當快的速度擴充。因有簽訂契約，嫁接區域係無法參觀，而以說明方式描述介紹人工嫁接區域。而嫁接工作須眼睛注視嫁接苗切口，以及長時間勞力工作，因此對於嫁接區域之燈光、動線、嫁接台高度、環境空調等皆經過設計，以符合人體工學及嫁接成功與否為考量。其關鍵在於給予嫁接人員及嫁接苗適合的環境，減緩人員長時工作的疲勞，以及排除苗染病或逆境的環境，進而使嫁接成功率及速度提高。其中，主要係嫁接區域的設計，導入人因工程設計於

生產設備上，包括人體工學設計的椅子、桌子高度，取苗及嫁接位置，照明光線的光質、光量，乾淨且消毒的隔離區域，作業人員分工合作，作業動線設計規劃，以及給予冷氣環境調控的舒適嫁接環境，簡言之即係以工業的方式生產嫁接苗，以及考量人員、作業器材、作業環境等相互之間的關係，使得以提高效率與舒適的生產。育苗場管理者表示給予嫁接人員舒適環境，減少疲勞，是提升嫁接成功率的關鍵。另外，由播種區域觀察發現使用掃地機械，時刻保持廠區環境整潔，場區內環境相當好。

當地嫁接人員多為年輕女性，因較為仔細、手巧，新進員工訓練期為 1 週，訓練時所生產之嫁接苗不會販賣。分享臺灣係番茄接穗嫁接茄子根砧，育苗場管理者覺得相當新奇，並且分享當地會使用茄子接穗嫁接番茄根砧，因番茄根砧之生育情況優良，且品系佳，藉此生產品質優良之茄子。當地之種子供應商為 beafort-nonsorilo、arnkd-synqerke 兩家公司。臺灣與西班牙嫁接方式主要不同處在於塑膠夾型式，手工嫁接所使用的塑膠夾為一卷，有 2 種材質，分別為矽利康或軟質塑膠材質，塑膠夾供應商交貨給育苗場時已剪切完成，長度約介於 1~1.4cm，當地售價一卷約 100 歐元，長度 100m，實際生產約可剪切 8,000 個塑膠夾 chip。因規格、斷面、尺寸皆有所差異，當地供應商及型式選擇多，可依據使用者操作習慣製作。而嫁接機械及人工嫁接皆使用相同型式之夾子，嫁接機械所使用的塑膠夾卷，則由機械自動剪切。

溫室內作業人員僅 1 名，主要負責操作懸吊桿式噴霧機、苗盤秤重及管理工作，觀察發現該噴霧機與國內臺中區農業改良場研發成果不同處有 2 項，分別係行走軌道為雙軌，軌道間距約 0.5m，用以使噴桿穩定不傾斜晃動，兩側使用鋼索固定，機具移動穩定性佳；水管安裝於雙軌內側，由軌道支撐水管之負重，此設計方式可解決噴霧機拖曳水管所造成的速差及打滑問題，有別於國內研製之懸吊桿式噴霧機之水管係懸吊於軌道上，有時造成桿式噴霧機行走異常問題。而懸吊桿式噴霧機於空植床及作業廊道處等不需噴霧區域，則使用感應磁石控制啟閉噴霧，而磁石係現場作業人員視苗盤位置調整磁石間距。苗盤水分監測採用稱重方式，重量紀錄在防水卡片，並插夾於苗盤上，灌溉管理人員據以決定澆水量，因此園區灌溉管理方式係應用秤重法直接觀察作物需水狀況，作為灑水時機之參考依據，為最直接的觀測方式，無使用水分計量測。此外，溫室區內有單軌及雙軌 2 型之自走懸吊桿式噴霧機，其中雙軌式噴霧機具有 RF 無線控制功能，操作人員手持無線控制器管理噴霧機，此項功能可使人員跟隨噴桿，觀察噴霧量，以適時調控補充噴灑量。而當地水資源珍貴，雖然年降雨量低，溫室內部仍設置有雨水收集桶。



自走式懸吊桿式噴霧機



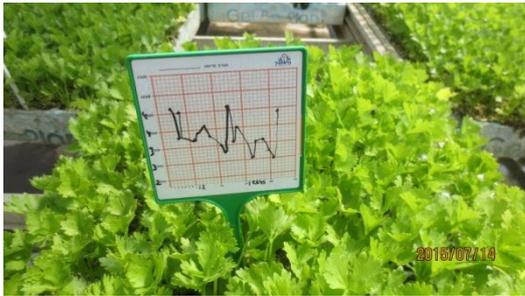
雙軌式行走軌道



軌道上之感應磁石控制噴霧



感應磁石



秤重法觀察作物需水狀況



雨水收集桶設置於溫室內部

穴盤苗播種機械之播種速率為每小時 500 至 600 盤，該型播種機較國內常用之雙排針式穴盤真空播種機(每小時 160 盤以上)作業效率高，其播種機運作方式在於一次播種一盤，因此作業效率可提高，有別於國內播種機械為雙排往復播種機構。該播種機之種子吸附盤傾斜一角度，種子落下時孔洞利用真空吸附種子，一次吸附一盤所需的種子後，播附於保麗龍穴盤，保麗龍苗盤優點為可回收再利用，減少環境汙染，而所使用的穴盤可依據使用者更換，共有 4 種孔洞數穴盤，分別為 104 格、153 格、276 格、294 格規格，其中 153 格是番茄嫁接苗專用穴盤，104 格則使用於小黃瓜。



穴盤苗播種機械



4 種孔洞數播種器

104 年 7 月 14 日(星期二)下午，西班牙巴塞隆納 Barcelona 南部郊區，參訪番茄及花胡瓜栽培農場。

該農場作業人員采收番茄後，裝箱秤重，隨即送入冷藏庫內進行預冷處理，儲藏待出貨，而裝箱時使用供貨超商之塑膠籃，直接出貨給超商，農場規模大，因此毋需經由盤商，即可直接供貨給市場。作業人員採收方式係使用一般輪式台車，車上放置塑膠籃，作業人員檢視植株上可採收之果串，並檢查及摘除未轉色之番茄，回到工作站後進行秤重，觀察發現該農場作業人員有 20 餘人。



作業人員採收串收番茄



檢查及摘除未轉色之番茄



每籃秤重



品質佳、色澤漂亮的串收番茄

因直接出貨給超商，場方相當重視生物防治及栽培管理，園區大量使用生物防治袋，用以防治蟎類、粉蝨、蚜蟲，使用數量相當多，約每間隔 1m 於植株上掛付 1 袋。而於本行程第五天參觀的 Almeria 研究中心，亦使用生物防治袋，並在葉片上給予蜘蛛粉狀食物。研究人員表示病蟲害防治係以預防勝於施藥，因此生物防治在當地常用，不希望病蟲害發生而需進行施藥。而苗場內栽培番茄嫁接苗，使用嫁接用塑膠夾以夾持固定根砧及接穗苗，國內相當多人詢問嫁接用塑膠夾是否需要人工移除，以西班牙當地實務操作情況，係不須手工移除，因植株成長茁壯後，塑膠夾即會自行脫落，惟該塑膠夾並無回收，於犁耕時則埋入土壤中靜待分解，目前該塑膠夾非環保可分解塑膠材質，未來若有環保考量，此類嫁接用塑膠夾或可研究添加可分解之塑膠材質。



園區大量使用生物防治袋



農場業主帶領參觀滴灌系統

當地氣候相當炎熱，農場業主赤裸上半身在園區內作業，溫度 34~35°C，相對濕度約 30%至 40%，較臺灣低，IFAPA 研究員表示當地以蟲害為主，病害相對較少，與濕度有關。西班牙相對濕度低，病蟲害防治相對容易，病害發生機率較低，主要注意及防治蟲害為主。量測當地地下水水質，溫度約 20~22°C，pH 為 7，EC 為 3。參觀該場養液灌溉主機，農戶表示溫室區劃分為 20 套滴灌系統，均由該主機進行供水及養液。

當地溫室結構主柱管材為 10x8cm 長方鋼管，與國內溫室不同處，在於溫室棟長向裝設有 W 型之補強結構。此外，圓拱型屋頂所使用的管徑約為 1 $\frac{1}{2}$ 吋，而觀察在地溫室結構發現，塑膠布由天窗處破壞，因強風會經由溫室結構開口處進入，而造成塑膠布受風吹襲而損壞。ININSA 為當地溫室製造廠商之一。



自行脫落的嫁接用塑膠夾



溫室結構主柱



內部 W 型補強結構



溫室結構主柱



溫室塑膠布破壞情況



溫室製造廠商 ININSA

104 年 7 月 15 日(星期三)，由西班牙巴塞隆納 Barcelona 火車站啟程，搭乘 renfe 火車前往莫夕亞 Murcia，旅程距離約為 600km，搭乘時間 8 小時，晚上於莫夕亞 Murcia 住宿，隔日參訪當地 Azud Group 農業灌溉零組件製造廠商，參訪內容包含養液滴灌系統，以及研習相關節水灌溉系統應用技術。



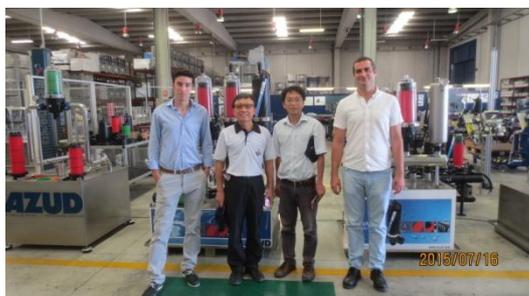
巴塞隆納 Barcelona 火車站



莫夕亞 Murcia 火車站

104 年 7 月 16 日(星期四)，西班牙莫夕亞 Murcia 參訪 Azud Group 農業灌溉零組件製造廠商，參觀後隨即搭乘巴士前往西班牙阿爾美里亞 Almeria。

參觀該公司過濾器相關產品時，在廠區發現機台上方皆含有 1 個隨身碟，場區人員表示為提倡節能減碳之無紙化理念，機台相關說明文件係儲存在隨身碟裡，因隨身碟空間相當大，因此亦可載入相關資訊供使用者閱覽。



參訪製造工廠



無紙化-將說明書資訊記錄於隨身碟

場區佔地廣闊，場區內地面相當清潔及整齊，以及有標示清楚的指示線，工作人員需行走在專用道內，而可曬太陽的滴灌管放置在戶外空地，不可曝曬的零組件則放置在倉庫裡，所有貨架上的商品均標示清楚生產日期及相關資訊，使出貨速度加速且避免錯誤，為工廠 6S 管理。



整潔、標示清楚的場區



不可放置戶外的成品

AZUD 公司主要設計與生產過濾器、滴灌管、滴灌帶、滴灌噴頭等相關產品，規格大小齊全且多樣化，並且過濾碟片使用顏色加以區別可過濾的粒徑大小，碟片上亦記載著規格，因此在相同的過濾桶設備下，使用者可依據需求更換不同過濾程度的碟片，使同樣規格的過濾器，可有不同過濾程度的設定，更加符合不同使用者需求，提高產品的應用性。



過濾器



以顏色區別過濾粒徑大小的過濾碟片

碟片式過濾器需定期拆卸清洗保養，該公司亦研發具自行清洗功能的過濾器，分別為水逆洗、具內部清洗裝置的 2 型自清過濾器，其中水逆洗功能的過濾器，原理即是應用潔淨過濾水於過濾桶內，以高速逆向回流方式，達到逆洗功效，此型適用於一般使用者。而針對大型過濾站等級的過濾器，則是於過濾器內部裝設一攪拌器，攪拌器上有數根柱狀棒，棒體上有清潔毛刷，可將過濾網上的雜物刷除，同樣應用水逆向回流的方式達到逆洗的功能，過濾網為鐵網材質，因具有逆洗功能，可處理量大，屬於工業等級。

參觀設計部門，因過濾器係利用孔洞達到過濾效果，為過濾水及應用水逆洗，設計部門需針對細部水道的流速、渦流等流體力學進行模擬分析，其說明技術關鍵核心即係在水道的設計，過濾器既要能將水中雜質停留在碟片上，又需要水能將碟片上的雜質逆洗清除，因此細微水道設計技術係使用軟體進行設計及模擬分析達成的。



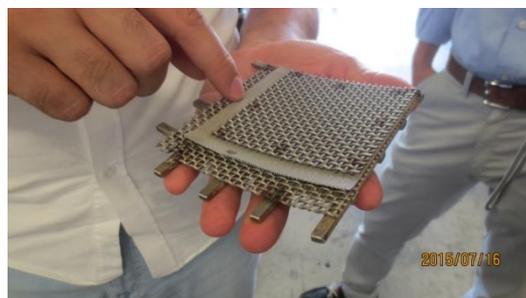
水逆洗功能之過濾器



水逆洗之作動情況



內部清洗裝置之大型過濾器



具 2 層過濾網之內部清洗裝置

滴灌管的生產流程係滴灌片入料、排列、燒結(與管帶)、冷卻、捲束、包裝，生產線自動化程度相當高，一條生產線僅需 2 名作業人員，其中 1 名為生產作業員，另 1 名為品管員。生產作業員主要負責供料、取料、檢測、操作等工作，有作業輔助機具協助，因此不需耗費勞力，例如搬運重物，係使用機械手臂搬運，而品管員則專門負責檢測生產線上的零件是否符合規格。生產線產製零件相當快速，因此零件品管檢測係採用顯微影像辨識系統，檢測數據隨即進入電腦，成為 BigData，並且回傳至中央主機。生產線上的品管檢測是全驗而非抽驗，若有異常電腦即會顯示，而品管員亦會隨機抽驗零件並製表，達到雙重驗證。除此之外，滴灌管帶中的每節滴灌片，亦使用雷射進行編號，後續如有問題，則可查詢電腦找尋問題所在，以達到高標準的品管水準。

除了每條生產線均包含自主品管站之外，廠區亦有品管中心，品管中心任務為檢測及實驗，針對產品進行品管檢測，亦針對產品進行多種實驗，例如滴

灌管之拉伸、高溫、流量、滴水速度、滴水量、阻塞率(石灰)、精度及公差等進行相關試驗，使用設備包含流量檢測機、滴灌管孔洞檢測機，為使產品擁有高的良率及品質。而該廠區具有模具加工部門，若設備異常原因係模具所導致的，則模具可即刻送模具加工部門進行修改，減少生產線停機時間，以及避免模具廠外維修，可能產生的技術外流。

前往郊區參觀大型水過濾回收站，該水回收站處理由 5 公里外的城鎮所提供的家庭廢水，以大型管路輸送至丘嶺上的回收站，廢水先通過第一道粗過濾設備(200micro 等級)後，再經由第二道過濾設備(100micro 等級)，即可供應給該地區農業使用，農戶可用較低的價格購得，並非免費使用。戶外所使用的滴灌管路，一般使用壽命為 10~15 年，不回收，而滴灌管路必須搭配使用過濾器，未使用過濾器將會有阻塞疑慮及減少使用壽命。



5 公里外之城鎮



大型水過濾回收站



第一道粗過濾設備



第二道過濾設備

西班牙海岸地帶沙漠化，在地年降雨量僅 300~400mm，水資源相當相當珍貴，7 月時氣候非常乾燥且炎熱，量測 Murcia 區溫度 34°C、相對濕度 30%，前往參觀具飲用水等級的拖車式水處理設備製造廠區，廠內不允許拍照，水處理設備係使用 3 階段過濾裝置。特別的是在場區內停放幾台搭載過濾設備的拖車，大小約長 3m、寬 2m、高 3m 台車，該拖車可使用汽車托運至目的地進行水處理作業，並且可外接電源或引擎作為過濾器動力來源，此類產品適合應用於有水源，但需水質處理的地區。臺灣颱風造成的飲用水濁度提高問題，或許可考慮此種粗過率降低濁度。



沙漠化的西班牙



拖車式水處理設備製造廠區

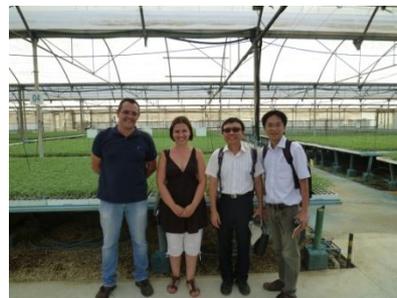
104 年 7 月 17 日(星期五)上午，前往西班牙阿爾梅里亞 University of Almeria 大學拜訪農藝系教授 Dr. Gallardo 以及當地蔬菜育苗農場。

當地溫度 34 度、相對濕度 30%，空氣乾燥，空曠地不時發現塵旋，旋轉速度加快後，隨即破壞，未造成損害。早上行程由 Almeria 大學 Dr. Gallardo 安排前往至 Almeria 溫室區育苗農場參訪，並與栽培農友交流嫁接相關技術事宜，再轉往 University of Almeria，拜訪 Marisa Gallardo Pino 教授，探討灌溉水管理技術。

經 Almeria Dr. Gallardo 安排，並由其同事 Teresa 帶領到蔬菜育苗場參訪，當地共有 75 家育苗場，而參訪該公司在當地共有 9 家育苗場，全部員工有 250 人，年產量 9,700 萬株，其中 3 家為嫁接育苗場，員工為 65 人。主要生產番茄及洋香瓜嫁接苗，洋香瓜銷往西班牙中部，番茄苗最遠銷往葡萄牙。此時觀察到苗場溫室外區域風速大，對當地自然通風溫室之換氣降溫極有幫助。而苗場外空地放置苗株貨架及一只大油桶，該大油桶是存放冬季加溫燃油。溫室入口處設置消毒踏墊，已是歐洲溫室必要且普遍常見的防護措施。



CRISTALPLANT 育苗場



苗場經理 Paraje Rondon(左 1)
研究助理 Teresa(左 2)



苗株貨架及大油桶



溫室入口處消毒踏墊

因溫室於冬季時內部環境保持 11℃，因此使用石化燃料加溫，加溫時間主要在清晨，有別於本次行程參觀的另一間育苗場係燃燒木材加溫。該育苗場使用自動播種機，苗區內包含育苗溫室、具冷氣空調之人工嫁接室、癒合室。種苗培育 21 天進行嫁接，進入癒合室 7 天至 9 天，接著移至溫室區，於嫁接後持續栽培 21 天後出貨。其中，癒合室環境為 26-28℃、90%RH、低光度、保溫布。



穴盤播種機



4 種尺寸播種機構

嫁接室設置於溫室中央，區別出一隔離空間，使用冷氣進行內部環境空調，給予嫁接人員舒適空間，嫁接室內有 6 條嫁接生產線，每條生產線有 8 名員工，2 名員工進行供苗、整理、搬運作業，其餘 6 名員工則固定於座位上進行嫁接工作，生產線使用輸送帶供苗，左右各 3 名。嫁接室內共有 48 名手工嫁接人員以上，且不包含將苗送入及移出嫁接室的工作人員，以及登記檢查嫁接苗人員，嫁接室內因作業人員、生產線、苗台車使得空間相當擁擠。苗台車可將放置嫁接好的苗推至癒合室，以及在場區內搬運使用。



可放置不同高度苗的苗台車



苗台車

人工嫁接平均速度每小時 200 株，因採分工合作模式，因此不計算各別員工嫁接速率，以共同負責嫁接苗存活率。而根砧及穗木苗整齊度低，苗株高低及直徑均有顯著落差，農戶表示並不在意直徑差異，主要於嫁接時挑選適合接合之根砧及穗木，而番茄嫁接苗的直徑約 2.5mm，洋香瓜嫁接苗直徑約為 5mm，農戶表示洋香瓜嫁接較為困難，速度較慢，植株切斷後需快速嫁接上。手工嫁接作業流程，有單人工作或分工合作 2 種方式，其中單人作業係人員會一次性切割數株根砧後，再切割數株接穗，將接穗放置在空盒裡，接著再分別取苗進行嫁接。而在生產線上的作業流程，則是分工合作方式，由 2 名作業人員將苗盤上的根砧全數斜切，放置在生產線上，交由生產線上另 6 名人員進行嫁接，因根砧斜切較為快速，作業人員安排 2 名，而嫁接作業須需較長時間，因此安排有 6 名人員。與國內手工嫁接方式的差異比較，國內嫁接人員鮮少採用分工

方式，因為計算嫁接人員的作業效率及嫁接存活率，嫁接人員會在苗盤上使用立可白作記號，以辨識該苗盤所對應的嫁接人員。番茄嫁接苗主要以番茄根砧嫁接番茄接穗，其中根砧的選擇性多，端視品種之野性，其野性有 10%、20%、30%至 100%，視需求而定。客戶下單後才開始生產，育苗及癒合時間皆為 3 週以上，觀察園區出貨情況，6 月 30 日嫁接預定於 8 月 1 日供貨，苗場表示番茄苗栽培 3 周，嫁接 3 周後即可出貨。



一次切割數株根砧



單人嫁接作業模式

詢問育苗場管理者對於使用機械生產嫁接苗的意願，其表示目前暫時無使用機械嫁接之考量，主要為當地失業率高(2015 年 4 月失業率 22.7%，資料來源:歐洲統計局，新聞:聯合報報導西班牙青年失業率達到 55.7%)，無缺工問題，員工聘請容易，訓練時間僅約 1 週即可上手，人工相對於機械成本低，因此西班牙當地育苗場並無使用機械生產嫁接苗之規劃，主要係因當地無缺工問題，西班牙失業率約 2 成，育苗業者易於聘請員工，考量工資及機械設備價格，並且對未來市場需求持保守看待，綜合評估之下，目前無引進嫁接機的規劃，可能需至 2020 年才視當時情況而定。

苗場栽培架上可發現不同尺寸之穴盤苗，經討論後係使用小格穴盤可節省栽培空間，再人工移植至大格穴盤。此外，96 格穴盤會間隔栽培，共 52 孔位有栽培，通風較佳，可預防病害發生。而蟲害發生較少，主要以病害為主，詢問發生情況及種類，業者表示已事先防範為主，因此幾乎沒有發生的機會。雖然育苗農場普遍應用保麗龍穴盤，惟保麗龍使用後發生老舊或破損，苗場會在保麗龍上覆蓋一塑膠材質穴盤，以持續利用保麗龍。



小格穴盤苗



大格穴盤

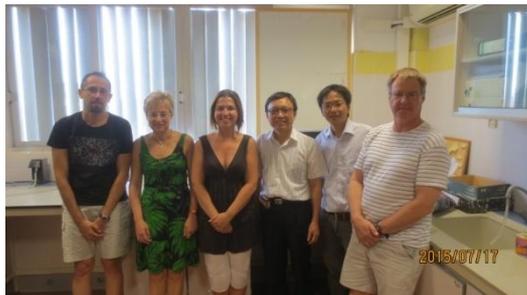


間隔栽培



保麗龍盤上覆蓋一塑膠穴盤

參訪完 Almeria 育苗農場後，轉往 University of Almeria 拜訪 Marisa Gallardo Pino 教授，探討灌溉水管理技術。本次行程係經由 University of Almeria 介紹，拜訪 Marisa Gallardo Pino 教授，探討灌溉水管理技術，針對臺灣亞熱帶溫室種類及灌溉技術現況進行簡報，與 Dr. Gallardo、Dr. Thompson、Teresa 助理等研究員進行技術交流，藉由此次簡介，讓其了解臺灣目前設施農業發展現況和技術條件。討論過程中，其認為臺灣溫室具有內外遮陰、內循環風扇、氣窗、水牆風扇等設備，因此建置成本較高，與當地溫室形式差異大，以及灌溉技術方面，對於環境條件驅動灌溉設備的技術印象深刻，在 Almeria 的 IFAPA 研究中心亦有相關研究成果可供交流，因此 Dr. Gallardo 協助聯絡 IFAPA 安排參訪行程。



Marisa Gallardo Pino(左 2)
Dr. Thompson(右 1)
Teresa 研究助理(左 3)



陳令錫副研究員簡報與討論臺灣溫室及灌溉技術研究

Dr. Gallardo 專長為地中海氣候區溫室灌溉管理，簡報介紹地中海地區蔬菜灌溉技術現況和研究成果，地中海沿岸有大面積的非加熱溫室，此類型塑膠布溫室建置成本相對較低，無主動式的氣候控制系統，土耕或介質耕採用滴灌方式，以節省有限的水資源。此類相對簡單的溫室一般統稱為地中海溫室，大部分用來種植蔬菜作物，其中最大面積的地中海溫室位於西班牙東南沿岸，種植週期概分成：每年 8 月至隔年 5 月秋春季節種植番茄和茄子；每年 7 月至隔年 2 月夏冬季節種植番茄、小黃瓜、青椒、夏季南瓜；每年 1 月到 6 月春夏季節種植香瓜、西瓜、番茄、小黃瓜和夏季南瓜。其中香瓜和西瓜因在溫暖季節，溫室係不需使用白漆塗佈達室內栽培環境調控。而須降溫之溫室，則利用夏乾冬雨的降雨特性，夏季會在溫室外層噴塗白漆，以減少太陽輻射進入溫室，達到遮陰與降溫效果，並且保有足夠之光強度，冬季則應用降雨將塗漆洗除。而西班牙緊鄰地中海地區，氣候環境乾燥及缺水，年降雨量僅約 300mm，以及因溫室區過度開發，水資源因而受到限制，其中硝酸鹽的污染、地下含水

層鹽化等不利因素影響，針對灌溉水管理最佳化、確保最大產量、經濟性水資源回收，以及破壞環境的過度灌溉操作等，相關訴求呼聲及壓力漸增。

地中海溫室生產蔬菜作物的灌溉理念，包含 5 個面向：1. 作物水分需求，2. 水分使用量和灌溉操作的特性，3. 土耕作物的灌溉週期，4. 介質耕作物的灌溉週期，5. 水分使用效率。溫室設施土耕因無雨水，並且因乾旱可忽略土壤地下水位影響，土壤因高頻度灌溉之特質，維持接近田間持水量，因而一般視溫室作物需水量相當於蒸發散量。溫室內作物的蒸發需求比溫室外作物低，原因為溫室內太陽輻射較低約 40%，且風速約 0.1-0.3m/s 或更低，因此溫室內作物的蒸發需求約溫室外的 60%，這是溫室內作物灌溉水量可大量減少的原因之一。

Dr. Thompson 介紹多種土壤水分感測元件，其中澳洲生產的 Sentek EnviroSCAN Probe 電容式屬於頻域反射 (Frequency domain Reflectometry, FDR) 感測器，使用一個振盪器來傳播通過金屬叉或其他導波元件的電磁信號，輸出波與返回波頻率之間的差被測量，以確定土壤水分。FDR 的感測器使用前須與被測土壤先做校正，其測量反應比 TDR 方式快速，會受 EC 影響，須注意之外，其可同時量測多種土壤深度之水分含量為其特點。而美國製的 Tension Meter 有精準的效果，但是抽真空的前置作業較為不便；石膏塊電極式土壤水分感測器不須抽真空使用簡便，在應用上有穩定的輸出效果，二電極間的電阻是土壤基質水分的函數，高土壤水分之電阻低，而低土壤水分之電阻高，但是對土壤鹽度較敏感；另外有中子感測的精準型水分感測器，售價非常昂貴，因利用輻射原理發射中子探測氫原子，須取得政府相關輻射操作許可，因此該感測器僅採攜帶式現場量測，量測完後即刻攜回，不與資料紀錄器連接長時間量測。



Dr. Thompson 介紹土壤水分感測元件及其應用



精準型中子水分感測器

104 年 7 月 17 日(星期五)下午，參訪 IFAPA 研究及訓練機構(The Andalusian Institute of Agricultural and Fisheries Research and Training)

星期五下午前往位於西班牙 Almeria 西邊溫室區的 IFAPA 研究及訓練機構，該機構主要從事溫室技術方面的研究，並且提供農民教育訓練。IFAPA 是西班牙安達盧西亞地區農業部所屬的獨立公立法人機構，該研究所旨在促進農業、漁業和農產品的現代化，透過研究、開發、技術轉讓和培訓，提高農業競爭力。該中心具有豐富的水資源管理技術經驗，在促進節水和改善水的利用效率方面有許多研究和訓練活動。IFAPA 在西班牙有 10 個試驗中心，其中 IFAPA

CENTRO LA MOJONERA (Almeria IFAPA)位在 Almeria 西側溫室區之設施農業技術開發試驗中心，創建於 1980 年，主要任務為園藝作物之研究、培訓和技術轉讓，針對該區域集約化溫室栽培具體實現以下目標：

1. 提高農產品競爭力和質量。
2. 鼓勵以實現阿爾梅利亞部門密集設施園藝現代化新技術的發展。
3. 開發適用於該地區農業應用的研究和實驗，試驗成果藉由資訊傳播以改善設施園藝管理技術。
4. 完善的培訓，增加農民阿爾梅里亞的專業技能。

參訪由 Dr. Evangelina Medrano 和 2 位博士生 Manuel Eduardo Porras Sanchez, Maria Sanchez-Gonzalez 接待引導與介紹，恰巧該 2 位博士生亦有參加 GreenSys 2015 國際學術研討會，並與會發表，因此擁有共通話題。該中心新建一棟農民訓練中心，作為農民多元訓練場所。



IFAPA 研究及訓練機構



Dr. Evangelina Medrano(右 1)
博士生 Manuel Eduardo Porras Sanchez(左 2), 博士生 Maria Sanchez-Gonzalez(右 2)

該中心有一棟半密閉型塑膠布溫室，具有外遮陰，此溫室的外網遮陰，為當地首見。溫室密閉條件下可作 CO₂ 補充之相關試驗研究，滴灌系統裝設滲漏液收集盒，盒內承接斗在 5 ml 容量時，排液啟動限制開關送出滲漏液信號，控制滲漏液在 20-30%之間，7 月份炎熱的夏天休耕狀態，入內參觀 2-3 分鐘便汗流浹背，室內溫度 50°C，因乾熱天氣使得作物容易蒸散，人體也容易排汗。此溫室的外網遮陰，為當地首見，而參觀時值 7 月份炎熱的夏天，溫室係處於休耕狀態。



半密閉型塑膠布溫室



CO₂ 補充筒



滲漏液收集盒



滲漏液收集盒

歐盟注重設施肥灌系統滲漏液回流再利用技術之開發與應用，因此研究中心具有一棟離地水耕栽培溫室，回流的養液收集後進行 UV 殺菌，以及 EC 檢測後再循環利用，以減少廢液排放對環境生態及地下水的污染。



離地水耕栽培溫室



循環利用系統簡介

目前 Almeria 地區農民的溫室耕種方式仍以土耕為主，面臨乾淨地下水源日益枯竭、水質鹽化、土地鹽化等問題，除開發離地介質耕技術外，當地政府嚴格限制新農民新增建溫室，必須取得訓練合格證照才得申請。場地亦要遠離目前密集的溫室區域，以減緩水源不足的壓力。因有缺水危機，惟老舊溫室更新則不在此限，目前雖已禁止搭建新溫室，僅可舊溫室改建，避免溫室面積持續擴大，而允許改建的原因即是要汰換效率差、老舊的溫室，使溫室能提高產能及效能。

Almeria 夏季日漸高溫，尤以今年為甚，南邊面臨地中海，北邊背靠內華達山脈(Sierra Nevada)，早中晚有適度的氣流吹送為其特色，偶有季節性暴風 (Storm)，但不若颱風的強度與危害，因此當地傳統溫室係以木頭支柱，以鋼索連結，再覆蓋塑膠布之屋頂開氣窗溫室架構為主。該研究中心舊型木頭支柱溫室已逐漸淘汰，以鋼管鋼構取代，並設計屋頂塑膠布/防蟲網同步更換機構，以簡化季節性更換屋頂材料的人力負荷，並減少多重被覆造成的光度減低效應。



西班牙典型溫室之木頭支柱



西班牙典型溫室之鋼管鋼構

Almeria 溫室區地形為一緩斜坡，由大海吹拂而來的自然風，順著斜坡吹過溫室區，為溫室內部環境調節相對有助益的自然風，涼爽且低濕乾燥。時值七月中旬，風速 4~4.5m/s、溫度 26.5 度、相對濕度 45%、照度 7klux，風速強勁，可通過防蟲網進入溫室內部。Almeria 城東種植番茄居多，西邊則以甜椒為主，土地面積約 200 平方公里，溫室面積 2 萬 7 千公頃。而西班牙政府著眼於 Almeria 溫室區日增的貨運物流需求，據說將新建一條馬德里通往 Almeria 的火車鐵軌，以利於蔬果外銷的運輸。



Almeria 溫室區緩斜坡地形

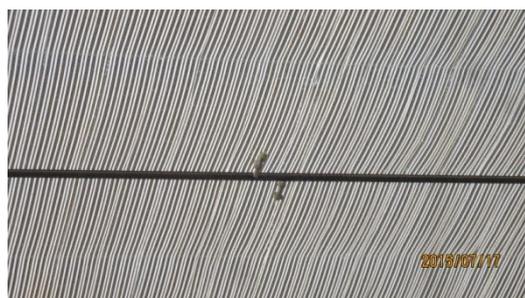


Almeria 溫室區模型

典型的溫室型態類似臺灣的網室，其頂部使用塑膠布，夏季時噴上白漆，用以阻隔光線進入溫室，也就是遮蔭，用以調整內部環境溫度，待季節溫度下降後，利用雨水或人工洗淨，而溫室側邊則使用防蟲網，舊型溫室主要支撐骨架為木樁，現以改為鐵管。對於夏季高光度造成溫室高溫問題，普遍使用 Whitewash 塗佈，因而遠觀多為白色溫室，此降溫方法適用於當地夏乾冬濕的季節特性，冬天自然降雨或人工洗除 Whitewash 塗佈，冬季時可使光線及熱能進入溫室，因此可生產冬季蔬菜，供應溫寒帶國家以賺取外匯，提高農民所得及地方政府財政收入，而具有鋼骨結構的溫室，則使用遮蔭網及噴霧系統進行降溫，以當地低濕環境條件下，將會比臺灣地區噴霧降溫的效果佳。



西班牙典型溫室



遮蔭網及噴霧降溫系統

該中心亦投資一棟鋼骨結構溫室，除上述屋頂塑膠布及防蟲網同步更換機構之外，採半密閉設計，具有電力空調、熱水鍋爐和太陽能發電等設備，作為先導型試驗場地，紀錄運轉條件和產量售價資料，分析經濟效益。



鋼骨結構溫室



塑膠布及防蟲網同步更換機構



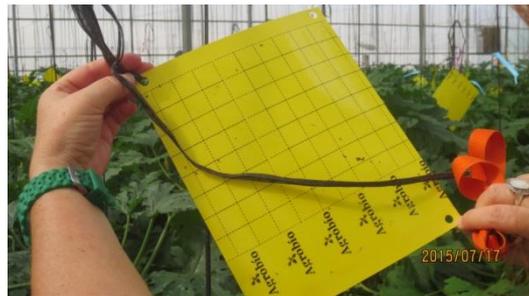
養液滴灌主機



供應全區之養液滴灌管路



蟲害防治黏板



計算蟲害數量



生物防治



生物防治食物

表一、各地水質狀況

項目	西班牙 Barcelona 育苗場	西班牙 Almeria IFAPA	西班牙 Almeria hotel	葡萄牙 Evora hotel	臺灣 彰化 大村
pH	7.15	6.96	7.83	7.46	7.53
EC	3.13	1.38	1.43	0.38	0.32

104 年 7 月 18 日(星期六)，資料彙整與行程聯繫。

104 年 7 月 19 日(星期日)，搭乘飛機前往葡萄牙埃武拉 Evora 大學，辦理研討會報到及參加開幕式典禮等相關事宜。

104 年 7 月 20 日至 22 日，葡萄牙埃武拉 Evora 大學參加 GreenSys 2015 國際學術研討會，為期 3 天，2 年一屆，在葡萄牙埃武拉 Evora 大學舉辦 GreenSys 2015 國際研討會，下屆 2017 年於中國北京舉辦。

本屆研討會參加者來自世界各國約 2 百餘人，主題為溫室管理新技術，議題主要環繞在節能及增產，涵蓋溫室光線應用、溫室系統與設計、被覆材料與半保護耕作系統、溫室管理與產品品質、能源、計算流體動力學、作物模式化、環控與模式化、永續生產、肥灌設備機器人與自動化、植物保護等，該研討會係溫室知識交流、展現創意，與討論未來溫室視野的絕佳機會。發表論文國家以荷蘭、法國、德國、西班牙、葡萄牙、義大利與希臘較多，以及蘇俄、以色列、土耳其、伊朗、芬蘭、比利時、墨西哥、加拿大與美國等多國學者參加。亞洲國家則以日本，韓國，中國參加人數眾多，其中韓國、中國、日本參加人數皆較臺灣人數多，並以韓國學研團人數最多。而臺灣參加者由中興大學 3 人，臺中區農業改良場 2 人，AVRDC 亞蔬中心 4 人，共計 9 人，共發表 6 篇論文分享給與會人員。其中臺中區農業改良場發表 The detecting and modeling of eustoma leaves area by machine vision, Evaluation of summer light intensity between the east and west sides of a twin-span glasshouse, NUTRIENT SOLUTIONS FOR PROTECTED VEGETABLE PRODUCTION IN TROPICAL AND SUBTROPICAL TAIWAN, 共 3 篇文章，其中後 2 篇係與 AVRDC 亞蔬中心合作之研究成果。研究發表內容係以機器視覺技術，檢測洋桔梗生長過程之葉面積變化呈現曲線增加，此種方法在自然光線下拍攝葉片照片，具有操作簡單準確與低成本的優點。另一篇與 AVRDC 亞蔬研究單位共同合作研究，評估雙連棟玻璃溫室在夏季東西側光度差異之研究，試驗發現雙連棟玻璃溫室中間的隔牆與屋頂的鋼架影響東西側光度，東側光度高於西側早上與下午分別為 9.21%與 20.02%，光照度的差異會影響光合作用。



GreenSys2015 研討會



葡萄牙埃武拉 Evora 大學

GreenSys 國際研討會每 2 年舉行 1 次，由參與國家與發表論文內容，可概略瞭解各國於設施園藝技術發展現況與趨勢，以及各國之研發潛在量。本次 GreenSys2015 研討會在葡萄牙埃武拉大學舉辦，因城中建築古老，歷史悠久，但因參加人員多，會場空間狹小，使得演講會場及海報展示區顯得擁擠，為美中不足之處。參與研究人員以歐洲學者居多，下屆 GreenSys2017 將在中國北京舉行，惟因政治敏感地區，若能於該研討會發表設施工程、園藝、植物保護與

土壤肥料等相關研究成果，將可於國際研討會上展現我國在設施園藝的卓越實力。而臺灣地處於亞熱帶氣候區，與歐美地區氣候條件有所差異，因此相關研究內容不同，可藉由世界各國分享研究技術過程中，激盪出不同的思維。

研討會為期三天，每日早上均有一堂專題演講：

第一天：荷蘭 Wageningen University 大學學者 Dr.Silke Hemming 主講題目微溫室系統的創新-節能應用系統設計、感測器與決策支援系統技術 (Innovations in Greenhouse System - Energy Conservation by System Design,Sensors and Decision Support Systems)。

第二天：西班牙 Centro IFAPA La Mojonera,Almeria 研究員 Dr.Esteban Baeza,Co-Author:M.kacira 主講在乾旱和半乾旱地區的溫室栽培技術 (Greenhouse Technology for Cultivation in Arid and Semi-Arid Regions)。

第三天：義大利 Department of Agriculture,University of Naples Federico 的學者 Prof.Stefania De Pascale 主講溫室作物的水分和養分管理研究(Recent Advances in Water and Nutrients Management of Greenhouse Crops)。

荷蘭 Wageningen 大學學者 S.Hemming 分享在溫室技術的應用，其中荷蘭應用雙層玻璃及濕度控制等多重處理，在不同處理下計算能源節約效率，並使用 kaspro 軟體計算溫室設計及番茄預估產量，例如在冬季（10 月至 5 月）提高 10%的自然光進入溫室，可提升甜椒產量 10%，以及預估年產量提升至 70kg/年/m²。而荷蘭在 2020 年，園藝生產的最高碳排放量僅允許 6.2 百萬噸(Mt)，其中包括使用電力的碳排放；與 2010 年比較，需要節省能源 11 千兆焦耳(PJ)。為節省更多的能源，研擬可行的方案，包括自然光的利用、新 LED 照明系統、半密閉溫室、外氣除溼與加溫控制、被覆材料表面冷凝除溼、高絕熱被覆材料與散射光等技術，都是目前荷蘭溫室技術研究重點。次世代耕耘管理策略，為使用新感測器與決策支援模式，以預測實際與將來的作物性能(Crop Performance,作物特性)，新感測器用於預測作物實際的光合作用，包括溫室 CO₂ 平衡，以及使用雷射、攝影技術測量葉綠素螢光。讓番茄生長藉由在較高濕度與降低蒸散作用的栽培環境，維持在 10m³gas/m²y 以減低能源的耗用，與一般商業生產比較，約可節省 70%能源。於溫室導入應用網路決策支援模式技術，以觀察詳細的氣候分布訊息，以及預測作物健康風險，根據最濕與最低溫的位置氣候資訊，進行溫室環境自動控制，可節省能源高達 10%，且降低灰黴病害風險到最低。

西班牙 IFAPA 研究及訓練機構因位於全球最大溫室區的阿爾梅里亞 Almeria，因此分享當地溫室及技術發展現況，由西班牙學者 Dr. Baeza 分享發表研究內容，其表示有高品質水源的地區才能使用蒸發冷卻技術，而高科技的密閉溫室使用主動冷卻或海水淡化的能源使用相當高，因此需要考慮使用再生能源，以減少部分能源需求，並建立能源節約的環境控制策略。

義大利學者 Prof.Stefania De Pascale 指出歐洲溫室作物生產，在經營及永續生產議題下，將面臨越來越艱辛的經營模式，其中一個主要原因係大量使用且投入價格昂貴的外部養分，尤其是氮和磷的過度使用，可能導致栽培者經濟損失，以及對健康及環境造成顯著問題。由於化肥和水的關係緊密，因

此水肥管理策略係目前相當重要的議題，以提高競爭力和符合歐洲地區溫室產業的永續發展要求，因此針對溫室作物生產所需的水和養分進行管理，應用土壤和植物檢測技術，利用多樣以及新式的傳感器，以及使用決策支援系統，而因歐洲具有不同土壤質地、氣候條件及不同栽培方式，該研究主要專注在地中海型溫室、土壤種植作物的栽培方式。研究分享有關溫室作物在水分及養分管理研究，使用 delta-t 土壤水分、EC 等多種感測器(型號 SM200、ML2、ECH20 PROBE、MPS PROBE、Dielectric tensiometer)，並建立 VegSyst Crop simulation Model 作物模擬分析模型，再輸入環境數值估算 ETc(mm/d)以及作物吸氮量(kgN/ha.d)等，試驗結果顯示可提高蔬果嫁接苗產量提高 60%及水分利用效率提高 10%。

每日早上專題演講後，依各項主題分組進行口頭報告，概分為 3 個主題，而每個主題在開始前，由專家針對該主題發表研究現況及未來方向：

- 主題一、美國 Prof.Murat Kacira,University of Arizona,Tucson,Department of Agricultural and biosystems Engineering，演講主題：CFD 的應用發展和挑戰及以最佳化 CEA 系統 (Advances and challenges in CFD Applications for Optimizing CEA Systems).
- 主題二、中國 Prof.Qichang Yang,Ministry of Agriculture(MOA),Key Lab of Energy & Waste Management of Agricultural Structures,Ministry of Agriculture，演講主題：溫室太陽能收集系統的性能提升研究(Improving the performance of solar energy acquisition in greenhouses).
- 主題三、美國 Prof. Gene A.Giacomelli, University of Arizona,Tucson, Department of Agricultural and biosystems Engineering，演講主題：可控環境農業 (CEA) 在世界各地食物、能量、水的關係 (Controlled Environment Agriculture(CEA) in the world wide Food Energy Water Nexus).

歐美國家設施發展朝精準控制，夏天降溫採用遮陰、通風、噴霧或空調等技術，冬天則進行保溫或加溫，則應用燃料燃燒能源加溫為主，以維持作物正常生長的適當溫濕度和光度下，以持續光合作用、蒸散作用與呼吸作用，減少病蟲為害，可預測的產量與品質。然而精準控制的溫室，具有高技術、高成本、高耗能與高風險，此次研討會的部分論文，多探討節能控制與適度控制，減少能源的投入與消耗。

美國學者 Giacomelli 提出 CEA 概念，探討人類賴以永續生存的糧食中的卡路里熱量，需要能源和水來生產、加工、運輸與行銷；在生產端，CEA 的概念就像溫室，演變成重要的設施糧食生產技術，以實現傳統田地生產蔬菜、水果與穀物。溫室具有高產量與高品質的能力，因此可建築在都會區消費地附近，減少運輸能源消耗。溫室的產能與投入的能源，以及水資源成比例，可作環境調控，限制條件為即時操控訊息，和管理經驗對環境條件的解釋能力。溫室生產可以減低或消除氣候變動對糧食生產的影響，提供糧食在質與量上的安全。運用作物生理監測和即時訊息進行環控，並提出生產和資源節省與循環利用的策略，以控制作物的空氣與根部環境條件。

臺中場發表的前 2 篇論文，有關應用影像檢測技術檢測洋桔梗葉面積研究

以及連棟溫室在夏季東西側光強度的研究

，均受到南韓學者的重視，討論過程中詳細詢問研究方法與材料，以及關於溫室內光線照射分佈的分析模擬，而南韓大學亦有相關模擬計畫，但於實務驗證上仍可進行相關研究，對模擬與實務量測之連結，可再進一步討論，尤其實務驗證的實施，關鍵在於性能一致的光度感測器，佈放在溫室內各個角落，數量多且價格不菲。

日本學者發表細霧降溫噴霧率與通風率之控制方法，紅光補光、光合作用光通量測量，以及蔬菜穴盤苗間的空間競爭與徒長等研究。韓國學者發表 LED 燈光對嫁接胡瓜的影響、估測 3-D 空間光量分佈模式、密閉菇舍的 CO₂ 平衡分析等。中國研究重點則在大棚日光溫室的保溫與節能技術，以及植物工場節能之最佳光照技術、同時也有大棚日光溫室夏季降溫之相關研究，而中國大棚日光溫室考量保溫控制，因此結構單邊為磚牆。

研討會中與羅馬尼亞學者 Marian Bogoescu 討論當地嫁接機械應用現況，羅馬尼亞目前有 3 台韓國製半自動嫁接機，機型為 GR-800CS，分別由 2 人由供應穗砧苗，試驗研究嫁接 1,000 株苗所需作業時間，結果顯示在 2 名作業人員操作下，機械嫁接可提高產量 3.42 倍。計算工資、材料費用、間接成本之生產成本後，加上 5% 獲利及相關稅金，手工嫁接總成本為 255.32，機械嫁接成本為 214.36，機械嫁接可減少嫁接成本約 16%。

韓國學者 Hyeong Gon Kim 等(Chonbuk National University)發表 LED 燈光對嫁接胡瓜的影響，利用 LED 補光促進嫁接苗癒合，分別由藍光、紅光、紅藍光、白光 4 種光譜，以及 50、100、150($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)PPF 之 3 種光強度，在溫度 25°C、相對溼度 90%、實驗一:12h 日/12h 或實驗二:光週期 9s/1s、7s/3s、5s/5s、對照於植物生產箱內進行試驗，相對溼度於 7 天後降低至 70%，並且實驗二於 7 天后提高光強度至 150($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)PPF。試驗結果顯示黃瓜嫁接苗以光譜及光強度處理有顯著影響，其中應用藍光處理有抑制嫁接苗的葉長、葉面積、鮮重效果，而 5s/5s 之藍光與對照組之 R / B 的不同光週期處理則沒有顯著影響，而在光照 12h/12h、100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 下可促進嫁接苗生長。

有關作物生長環境係本次研討會重要的議題之一，許多研究者討論不同環境因子影響作物生長、開花、結果、產量與品質。已知用具有鹽分的水灌溉，可生產優良品質的果實。土耳其學者 Gul 等研究小黃瓜接穗嫁接南瓜根砧苗之耐鹽性能，在無加熱塑膠布溫室內進行試驗，作物種於珍珠石，灌溉水與養分使用全養份溶液，由 NaCl 濃度 0 mM、15 mM、30 mM 等 3 種濃度處理，分別加入灌溉水中產生鹽份逆境，在種植後 4 個星期後開始試驗調查，項目包括生物量、Cl⁻、K⁺、Na⁺，在作物不同部位的累積量、產量與果實品質等。試驗結果為非嫁接苗莖葉與果實部位 Cl 與 Na 的吸收量較嫁接苗高，嫁接法可減少無市場價值之果量，因此嫁接苗可藉由減少根部吸收 Cl 與 Na 的量及運送到達作物上方各部分的效果，以提高耐鹽性能，在鹽壓之下，該南瓜雜交根砧可提高黃瓜接穗鹽害的耐受程度，並且抑制 Cl⁻、Na⁺的累積。

葡萄牙學者 Simoes 等研究番茄設施栽培於降低灌溉水時，保持最大產量與品質之策略，與無嫁接苗比較，嫁接番茄雙幹整枝產量可提高 33%，鮮重提高 23%，但是乾重減少 14%及較低的糖度 14% Brix；3 幹整枝產量則提高 150%。第 1 串果採收日期無差異，策略調控使嫁接番茄在提高產量情況下，水分利用率可提升 21%~33%。

五、心得與建議

(一)、研習心得

行萬里路勝讀萬卷書，本次出國獲益良多，從行前之行程與交通之規劃安排，實地參訪西班牙農業機械製造公司、育苗場、大學與試驗中心、及與參加在葡萄牙舉辦 2 年 1 次的 GreenSys 國際研討會，學習當前世界溫室管理新技術大開眼界，培養國際觀之外，見識到地中海北岸、西班牙南部夏季炎熱無雲的氣候，以及當地降雨量少，水資源不足，地下水鹽化污染的困境，在在影響蔬菜糧食生產。

地中海地區乾燥缺水，年降雨量僅約 300mm，珍貴水源常因溫室園藝生產過度灌溉而消耗殆盡，造成過度開採，硝酸鹽污染和地下含水層的鹽化等不利的影響，因而灌溉水管理最佳化、確保最大產量和經濟回收，及破壞環境的過度灌溉操作的改進，相關呼聲和壓力漸增。

西班牙阿爾梅里亞 Almeria 地區為世界上溫室密度最高的地區之一，地中海沿岸有大面積的非加熱溫室，此種塑膠布溫室一般相對成本較低，沒有主動式的氣候控制系統，土耕或介質耕採用滴灌系統，以節省有限的水資源。這種相對簡單的溫室，一般統稱為地中海溫室，大部分用來種植蔬菜作物，其中最大面積的地中海溫室，即位於西班牙東南沿岸，夏乾冬雨的降雨特性，有利於夏季在溫室外層噴塗白漆，以減少太陽輻射進入溫室，達到遮陰與降溫並保有足夠光度。對於夏季高光度高溫問題普遍使用 Whitewash 塗佈，因而遠觀多為白色溫室，此降溫方法適於當地夏乾冬濕的季節特性，冬天自然降雨或人工洗除 Whitewash 塗漆，均可提高冬季設施內光線和熱能的進入，可惜此法不適用於臺灣。

目前 Almeria 地區農民的溫室耕種方式，仍以土耕為主，面臨乾淨地下水源日益枯竭、水質鹽化、土地鹽化等問題，除開發離地介質耕作技術外，當地政府嚴格限制新農民新增建溫室，必須取得訓練合格證照才得申請，場地也要遠離目前密集的溫室區域，以減緩水源不足的壓力；惟老舊溫室更新則不在此限。

Almeria 的夏季日漸高溫，尤以今年 2015 年為甚，南邊面臨地中海，北邊背靠內華達山脈(Sierra Nevada)，早中晚有適度的氣流吹送為其特色，偶有季節性暴風(Storm)，但不若颱風的強度與危害，因此當地傳統溫室，以木頭支柱鋼索連結，覆蓋塑膠布屋頂並開氣窗之架構為主。該地區舊型木頭支柱之溫室，已老化而逐漸淘汰，以鋼管鋼構取而代之，並設計屋頂塑膠布/防蟲網同步更換機構，簡化季節性更換屋頂材料的人力負荷，並減少多重被覆造成的光度減低效應。其生產冬季蔬菜可供應溫寒帶國家賺取外匯，提高農民所得及地方政府財政收入。

歐美先進國家設施發展朝精準控制，夏天降溫採遮陰、通風、噴霧或環境空調，冬天則保溫或加溫，以維持作物在適當的溫濕度和光度下正常生長，使之持續進行光合作用、蒸散作用與呼吸作用，減少病蟲為害，並進行可預測的產量、品質控制及研究模擬。惟精準控制的高技術溫室成本及耗能高，並且具高風險，此次研討會部分論文，即是探討節能控制與適度控制，以減少能源的投入與消耗，惟此等研究均需投入相當多人力、物力，以及無法短期呈現成果，以及依據溫室栽培作物別其結果亦有所不同。此類研究需由產官學共同合作，依據產業需求而擬定計畫，大學進行相關研究，使試驗內容與實際需求能行走在相同軌道上。

西班牙當地育苗場對於使用機械生產嫁接苗並無意願，探究原因主要為當地無缺工問題，觀察當地商家，很多都關門歇業，失業率居高不下，因此育苗場很容易聘請勞工。西班牙 Almeria 溫室與國內網室相似，亦使用低成本低技術型溫室進行栽培，其溫室頂部使用塑膠布，側邊使用防蟲網，內部使用木條或鐵管作為支撐主柱，結構相當簡單。

(二)、建議

地中海區域氣候異於臺灣，此次訪問西班牙 Almeria 地區的溫室，其進化過程與臺灣類似，並且當地非加熱型溫室亦類似臺灣溫室，其生產的冬季蔬果可供應歐盟溫帶國家，位於安達魯西亞自治區的 Almeria，為西班牙帶來可觀且穩定的收益，因此西班牙公私立單位均投入相當多的人力物力，以研究設施園藝生產管理技術。在本次 GreenSys2015 國際研討會有許多來自於西班牙的學者發表研究論文，西班牙也跟許多國家進行合作研究，我國亦可研提臺灣與西班牙關於設施園藝工程雙邊合作計畫。

在各國關注水資源管理議題之下，世界上已有許多國家、研究單位與公司，致力於灌溉水的技術研發與產品製造，如以色列、西班牙、義大利、希臘與美國等國，均有相關產品可選用，國人在媒體報導下，對以色列節水技術印象深刻，根據此次參訪經驗，可對其他地區的節水灌溉技術與器具詳加報導，使參考選用的項目更加多元，在市場競爭機制下，讓臺灣的節水灌溉技術，可在最經濟的效益下推廣茁壯。

西班牙南部降雨量少，水資源不足，地下水鹽化污染的困境，在在影響蔬菜糧食正常生產。而葡萄牙船員描述福爾摩沙寶島的臺灣，更應保護山林與平原，確保人類賴以生存的潔淨水資源，與生產清潔衛生的糧食，以安全供應無虞。

西班牙因當地失業率高，無缺工，員工聘請容易，訓練期短，工作環境佳，人工成本相對於機械成本低，與我國嫁接育苗產業現況及面臨問題有所不同。由於我國農村勞動力老化問題嚴重，以及農業就業人口數下降，農業就業結構衍生問題，進而影響產業營運及未來發展方向，尤以人力短缺問題影響頗鉅。在育苗產業部分，使用嫁接機械雖可緩解部分人力需求問題，惟產業升級亦是相當重要的課題，例如農場應逐步採用工業等級進行管理及生產，減少工作人員勞力負擔，及提高作業效率，例如提高穴盤苗播種效率、溫室懸吊自走噴灌作業效率等，以減少溫室栽培工作所需人力，其中須生產技術之穗砧嫁接苗，除可採用機械嫁接外，大部份仍須採用人工嫁接，因此可針對人工作業之嫁接環境及設備進行改善，導入具人因工程設計之輸送帶式生產線，以及應用人因工程及方法工程(工業工程管理)，對於嫁接環境之光源、溫度環境控制、作業動線等進行整場設計，及最有效益的作業流程及步驟等改善，以營造更有效率、更具競爭力的工作環境與作業方式，如同西班牙苗場業者提供之經驗，作業人員與栽培苗均須合適之環境及作業。

GreenSys 國際研討會每 2 年舉行一次，從參與的國家，與發表的論文內容，可概略了解設施園藝技術發展趨勢，以及各國的研發潛能，本次 GreenSys2015 在葡萄牙舉行，參加研究人員比例上以歐洲居多，下屆 GreenSys2017 將在中國北京舉行，國內研發成果亦可前往投稿發表，對全球展現我國在設施園藝的實力。

致謝

本次參訪及研習出國行程係執行科發基金補助計畫，感謝本會及科技部之計畫研擬、審查及考核等相關委員建議與指教，並承蒙計畫經費支應，以及本場長官的鼓勵與支持，得以順利執行蔬果作物嫁接苗生產技術研習，及參加 GreenSys 國際研討會並與會報告，使本次行程順利完成，謹此一併致謝。

關於行程籌劃期間，由西班牙阿爾梅里亞 Almeria 前往葡萄牙里斯本 Lisboa 的行程安排，感謝我國駐西班牙代表處之回覆與建議在西班牙馬德里 Madrid 轉機等交通問題，使本次行程安排順利，免於事前安排，與國外可能遭遇難題之困擾，特致謝忱。