

出國報告(出國類別：研習)

以色列設施園藝作物精準肥灌生產體系研習報告

服務機關：行政院農業委員會農業試驗所
行政院農業委員會台南區農業改良場
行政院農業委員會高雄區農業改良場

姓名職稱：戴廷恩副研究員
楊智凱副研究員
謝明憲副研究員
王仁晃助理研究員
陳思如助理研究員

派赴國家：以色列

出國期間：98 年 5 月 4 日至 98 年 5 月 17 日

報告日期：98 年 8 月 5 日

目次	頁次
一、摘要 -----	3
二、目的 -----	5
三、行程 -----	6
四、內容 -----	7
五、心得 -----	24
六、建議 -----	26
七、附圖 -----	30

一、摘要

台灣的園藝作物生產仍是勞力密集、對天候敏感、經驗取向的模式，不僅栽培成本高、資源利用效率低，品質及產量未能穩定，因此常有供需失衡的問題。以色列的栽培環境相較於台灣，有更充足的陽光，但水源取得不易、適耕地少且勞力成本高，在有限的資源下促使以色列人積極發展精準農業控制技術，不僅使他們在沙漠中生產出高品質的農產品，科學農業的智慧財產，所帶來的經濟效益更勝於農產品本身。以色列積極研發水資源再生、節水灌溉設備及技術、提高單位面積產值，並利用環境監測及自動化系統來精準管理有限的資源，並節省勞力成本。由於水資源嚴重缺乏及嚴苛的沙漠氣候環境，激勵以色列節水在灌溉技術與設備研究發展及環控溫室應用與開發，確保在非正常產季應用溫室也能生產蔬菜、水果及花卉。現今以色列農業不但滿足了國內的需要，還大量出口農產品到歐盟市場，並向世界上 60 多個國家輸出農業資材、設備及傳授農業生產技術。

以色列果樹生產利用地下滴灌系統，限制根域生長、並可防制雜草、減少蒸散，更可使肥料的利用效率提高。台灣的氣候環境和以色列大不相同，隨著氣候變遷，劇烈氣候下更需加強控制，以維持環境條件之恆定。此外，在原物料價格上漲的趨勢下，需提高資材利用效率、降低生產成本、提高產品良率、品質及合理化施肥，以國地下滴灌設備之構想，正是值得我們借鏡。果樹自動化養液土耕需配合改變，管理的模式與傳統的灌溉方式截然不同，果樹為長期作物，若能在果園建立時就配合此灌溉方式來規畫密植，應更能提高生產效率。

蔬菜產品品質穩定與安全，提升產量及總產能可以自足為以色列農政單位的主要目標，在沙漠中創造出農業奇蹟，並且開創出蔬菜可持續發展模式，強調供貨品質穩定及安全的農產品可以外銷，以色列的蔬菜在國際農產品市場也已穩固建立自有國家品牌。

為觀摩學習以色列設施園藝作物精準肥灌生產體系相關技術，由各試驗改良場所分別成立研究計畫，分別為農業試驗所「設施花卉蔬菜生產系統之導入及建立」、台南區農業改良場「設施蔬菜有效生產系統之導入及建立」與高雄區農業改良場「建構熱帶果樹自動化養液土耕管理技術」等三項計畫。並由花卉、蔬菜、

果樹栽培與設施控制工程等領域的研究人員組成研習團隊，希望藉由研習參訪與技術交流，深入了解以色列於設施農業新興科技與核心技術。

台灣蔬菜生產栽培複作指數高，栽培連作障礙問題逐年增加，土壤線蟲危害亦日益嚴重。台南區農業改良場設施蔬菜養液滴灌技術已執行多年，可結合以色列相關設備及技術，並整合推廣應用於設施蔬菜之生產，以減少鹽分累積及水份供應不均之問題；而設施土壤線蟲危害的問題，將參考 Mop Darom 農業研究發展中心之研發成果，應用短期十字花科葉用蔬菜於果菜栽培設施內進行輪作，並結合台南區農業改良場之十字花科短期葉用蔬菜種原及品種選育材料，配合植保研究人員篩選出適合本土果菜栽培設施內進行輪作之十字花科葉用蔬菜種類及品種，以供農民使用。

以色列的農業設備並非所有軟硬體都完全自行研製，而是採購國外優良且可靠度高的機械設備，輔以精準的管理核心與栽培技術，來達成提高作業效率、降低成本與品質升級。設施生產系統，以色列利用精良的監測，再調整適當的設定來自動化管理各種生長條件。此行參訪過程中看到許多台灣尚未使用或尚不普遍的農業技術，包括：生長環境偵測及無線傳輸系統、地下滴灌系統、各色遮陰網、地表覆蓋塑膠布、生物防治技術等等。其中田間或設施內的數位化資訊蒐集技術之高度應用與成熟度令人印象深刻，而耐滴芬(Netafim)公司所研發之環境監測無線傳輸系統與後端管理平台堪為代表。反觀台灣，目前雖僅有以無線感測網路(Wireless Sensor Network)或田間伺服器(Field Server)為基礎架構之雛型試驗系統零星應用，若能針對設施花卉的環境與作物生理監測需求，規劃引進節水灌溉(滴灌)、養液管理系統(肥灌)、無線感測系統及相關專用感測器(葉片感測器、土壤水分張力計、無土介質濕度計與流量計等)，引入之系統與國內研發之設施遠端即時監控系統進行比較分析，期能擷取各模組與系統的精準度與可靠度，以我們雄厚的電子科技產業基礎，整合開發一套適用於台灣氣候環境的本土化設施監測與環境控制系統應非難事，接著再進一步評估簡化系統以利推廣應用至其他設施蔬菜(青椒、小黃瓜、番茄等)或水果栽培生產模式。

二、目的

以色列位於中東大陸交界上，西面濱臨地中海，是個南北長約 470 公里、地呈狹長型的國家，其面積(含佔領區在內)約是台灣的四分之三，人口卻僅有台灣的四分之一左右。年平均降雨量僅約 200 公釐，故水資源缺乏為以色列發展農業之主要限制因素，其農業發展政策遂採精緻農業模式，特別是設施栽培生產系統中之配合環境之整體設計、精準滴肥灌控制與栽培技術獨步世界。

台灣設施栽培農產品中，花卉設施栽培生產系統之研究已具一定之基礎，其中，溫室蝴蝶蘭栽培體系與行銷供應鏈，乃我們農產品外銷的強項，惟其餘花卉品項(例如文心蘭與火鶴花等)在考量建置成本下，仍未及蝴蝶蘭溫室的精準環控等級，近年為求穩定生產與確保品質，簡易設施的研發勢在必行，相同地，其灌溉與肥灌自動化管理技術亦有極大發展空間；台灣設施蔬菜栽培日漸盛行，但面臨高溫引發之作物生理障礙，以及如何維持設施土壤最佳生產力及設施內生物防治等問題，亟待開發適合蔬菜生產之液肥滴灌系統，以建立蔬菜設施栽培合理化施肥技術與省肥栽培模式，強化優質安全蔬菜設施栽培技術；而台灣熱帶水果品質世界聞名，深具外銷潛力，但在灌溉與肥培管理上仍屬於粗放管理階段，除生產管理成本居高不下外，更不利於果實品質及產量的穩定，導入合適的自動化灌溉系統及合理化施肥等精準管理關鍵技術，對於水果質與量的提升將會有極大助益。

本次出國研習，由農試所、台南改良場與高雄改良場研究人員成立計畫，並組成研習團隊，分屬花卉、蔬菜、水果栽培與設施控制工程等專業領域，期望藉由研習參訪與技術交流，深入了解以色列於設施農業科技新興技術之研究、設施環控管理、先進資材開發、灌溉系統控制、作物營養管理、栽培技術與生產行銷模式等核心關鍵，以為未來台灣相關研究開發與應用推廣上之輔助參考。再進一步針對台灣環境特點與現有技術，配合產業特色與實際需求，導入並擷取以色列的農業設施科技先進技術與栽培模式的優點，加強台灣設施軟硬體之開發應用，除提升農產品品質及競爭力外，希望經由資訊化及科學化，促進年輕世代投入農業之意願，藉此朝向健康、卓越、樂活的精緻農業多元化發展。

三、行程

日期	起迄地點	工作行程
2009/05/04 (星期一)	高雄 香港 特拉維夫	搭乘 09:30 中華航空 CI 0931 班機，11:00 抵達香港；轉乘 16:15 以色列航空 LY 16 班機，23:10 抵達特拉維夫。
2009/05/05 (星期二)	特拉維夫	參觀 AGRITECH 2009。
2009/05/06 (星期三)	特拉維夫	參加 Netafim Professional Tour。
2009/05/07 (星期四)	特拉維夫	參加 AGRITECH professional tour。
2009/05/08 (星期五)	特拉維夫	資料整理及經建參訪。
2009/05/09 (星期六)	特拉維夫	資料整理及經建參訪。
2009/05/10 (星期日)	特拉維夫	參加台以第二屆工作小組會議。
2009/05/11 (星期一)	特拉維夫	一、To the Negev 二、Visit Habssor R&D Farm 三、Kibbutz Yad Mordechay 四、Visit growers near Kibbutz Zikim in the Western Negev area
2009/05/12 (星期二)	特拉維夫	一、To Ashkelon 二、Visit Pelemix 三、Visit Hishtil nursery 四、Kibbutz Hatzerim 五、Visit Netafim factory to see Netafim presentation, production lines, drip training center and Jojoba plots

2009/05/13 (星期三)	特拉維夫	一、To Netafim in Kibbutz Magal 二、CMT training 三、Visit in the Greenhouse training Park 四、Visit Haviva Reservoir System 五、Hachoresch orchard project
2009/05/14 (星期四)	特拉維夫	一、To Kibbutz Ginnegar 二、Visit Ginnegar factory 三、Field visit with Ginnegar 四、Visit Bio-Bee in Kibbutz Sde Eliyahu
2009/05/15 (星期五)	特拉維夫	資料整理及經建參訪。
2009/05/16 (星期六)	特拉維夫	搭乘 21:50 以色列航空 LY 75 班機
2009/05/17 (星期日)	香港 高雄	13:40 抵達香港；轉乘 15:15 中華航空 CI 0934 班機，16:35 抵達高雄。

四、內容

前言

以色列地理位置約位於北緯 30~34 度、東經 34~36 度，以色列地形狹長，由北部崎嶇的戈蘭高地至最南端的埃拉特灣，長約 450 公里，從死海到地中海沿岸，最寬處約 135 公里。與其接壤的國家計有：北接黎巴嫩，東北鄰敘利亞，東鄰約旦，以及西南接埃及，其邊界和停火線內的總面積為 27,817 平方公里，惟僅約 20% 土地，約 4,100 平方公里適於農業耕作使用，主要區域位於沿海的狹長地帶及內陸幾個山谷地，土壤水源充足而適合於農耕，例如鄰近 Galilee 湖區域土地有充足的地下水使灌溉較為容易。雖然以色列瀕臨地中海，但其氣候主要受東南部沙漠地帶影響，致土地貧瘠、水源奇缺。全國大部份土地是沙漠，一半以上

的地區屬於典型的乾旱和半乾旱氣候。南部的 Negev 沙漠與低於海平面 420 公尺的死海(世界最低點)接鄰，夏季氣溫更高達攝氏 40 度。

以色列降雨主要在冬季，降雨量由東北往西南遞減；年均降雨量僅約 200 公釐，東北部年平均降雨量雖有機會高達 400~800 公釐，但在沙漠地區雨量偏少，年均降雨量僅約 25~50 公釐，西南部幾乎為零。因此，約 60%的地區農業生產終年需要人工灌溉，即使在東北部降雨量相對高的地區，在 4~10 月乾旱期間(夏季)，作物栽培也需要人工灌溉。

當今以色列農業產值和出口量遠比 1948 年建國時增加了數百倍，農業產量幾乎每十年增加一倍。雖然在 2005 年估計僅約有 7 萬名人員直接被僱用或從事農業生產，佔全國人力資源的 2.6%；且農業產值僅占國內生產毛額(GDP)的 1.8%，農業經營人員逐年下降，但以色列農業足以擔負起供應國內充足食物的重要角色。目前以色列農產品自給率已達 95%，例如在 1950 年代以色列每個全職農業從業人員平均養活 17 個人，現在仰賴農業技術蓬勃發展，已高達 90 人左右。

以色列進口的農產品主要是糧食、糖、油、咖啡、茶等，雖然亦有進口蔬菜約佔國內需求 30% (2005 年資料)，出口主要是水果、蔬菜、花卉等，蔬菜出口外銷則高達蔬菜總產值三分之一以上。農產品進出口相抵，每年淨出口值大致為 2 億美元。依據 2006 年資料顯示，總農業產值約 47.1 億美元，在總農業產值中，蔬菜產業約佔 23%、果樹(柑橘除外)約佔 17.2%、柑橘約佔 4.3%、花卉及觀賞植物約佔 5.2%、農藝作物約佔 7.4%、家禽飼養約佔 16.6%、畜產及乳品約佔 18.5% 及其他雜類約佔 7.8%。農產品外銷(新鮮或加工產品)高達 16 億 8 千多萬美元，占全國出口總額 4.6%，出口生鮮農產品外銷金額約 10 億 2 千 4 百多萬美元，出口加工農產品外銷金額約 6 億 5 千 6 百多萬美元，主要外銷歐盟國家。

然依據 2005 年以色列國內農耕土地調查資料，種植蔬菜農地約佔所有農作物栽培面積 16.4%，但蔬菜產值調查結果顯示，占總農業產值的 23%以上，占有所有農作物產值約 46.5%。顯示蔬菜產業單位面積產值均較其它項作物為高。且由蔬菜產業近三十年發展歷程顯示，在 1984 年時蔬菜產值僅約 20 億以色列幣((New Israeli Sheqels, NIS；對台幣約為 1 比 9.3)，到 2005 年已近達 45 億以色列幣(NIS)，

20 年間成長達二倍以上，其中出口蔬菜外銷金額，在 1984 年時外銷金額僅近 5 億以色列幣，到 2005 年已近達 15 億以色列幣，20 年間成長達三倍以上，蔬菜生產確實為農業產值最高的產業。

2007 年資料，以色列蔬菜作物年總產量高於十萬公噸的產品計有馬鈴薯(592,001 公噸)、番茄(421,721 公噸)、甜椒(173,553 公噸)、胡蘿蔔(148,937 公噸)、胡瓜(119,532 公噸)、西瓜(100,164 公噸)；然產值(百萬以色列幣)前六名分別為甜椒(1,132.0)、馬鈴薯(1,119.8)、番茄(859.7)、胡瓜(270.7)、胡蘿蔔(226.4)及草莓(179.1)。出口蔬菜年總外銷量達 1 萬公噸以上者計有：草莓(248,341 公噸)、甜椒(31,259 公噸)、胡蘿蔔(21,577 公噸)、小果番茄(20,729 公噸)及蕃蓀(15,431 公噸)；出口蔬菜年總外銷金額達一千萬美元以上者計有：馬鈴薯(10.6774 千萬美元)、甜椒(6.75222 千萬美元)、小果番茄(5.2945 千萬美元)及蕃蓀(1.393 千萬美元)。馬鈴薯、甜椒及番茄為以色列蔬菜外銷最重要的前三大旗艦產品，其中又以甜椒最為重要。在外銷蔬菜種類中，目前甜椒因具有最高外銷單價，因此最為重要，在 1984 年時甜椒產值為 1 億以色列幣(NIS)，到 2005 年時已近達 7 億以色列幣，20 年間成長達七倍以上，其中出口甜椒外銷金額，在 1984 年時外銷金額僅近 5 千萬以色列幣(NIS)，到 2005 年已近達 4 億 5 千萬以色列幣(NIS)以上，20 年間成長達九倍以上。

以色列農政單位為使蔬菜生產面積的增加及蔬菜產量的連續或週年供應，蔬菜生產發展策略計有：(1)建立不同區域生產技術；(2)應用保護設施生產，如溫室或防蟲網室；(3)在不同的季節及不同地區氣候狀況執行生產技術之改進；(4)新作物及新品種的開發及推廣。為了使蔬菜能在各種不同的氣候和地形條件下生長，近年來，以色列應用保護設施內生產蔬菜已逐漸增加，已高達 7,000 公頃，且生產多項種類的蔬菜。主要種類有大果番茄、小果番茄、甜椒、草本藥草、葉用蔬菜、秋植或冬植西瓜及甜瓜，以及少量生產茄子及草莓，設施種類包含溫室、走入式隧道棚及網室等，主要用於：(1)天然災害的防護；(2)確保在不同的氣候和地區能維持相同生產能力；(3)提升蔬菜產量及改善品質。此外，以色列蔬菜產業為因應多數區域在土質不適合栽種蔬菜的地區，已搭建環控系統溫室，並改用

無土介質栽培方式，配合養液肥灌技術進行蔬菜生產(約佔所有設施蔬菜栽培面積的三分之一，約 1,800 公頃)，不僅增進品質也大幅提高產量。目前露天農地栽種番茄平均產量每公頃為 80 公噸，然在環控溫室生產者平均產量提升每公頃為 200-300 公噸，最高者可高達 500 公噸。且因在以色列的乾旱區域具有充足陽光及相對高溫環境，可以非正常產季栽培出高品質蔬菜，例如在沙漠地區可於冬季期間應用溫室栽培可生產出高品質及較長儲架壽命的番茄，且已成功生產多年。在露天農地應用滴灌設施可成功生產不同蔬菜，包含馬鈴薯及番茄，也顯著提升草本藥草及一些種類蔬菜生產。

另為設法減低傳播植物病毒之媒介昆蟲或侵食作物之害蟲的相關綜合防治。目前在以色列因施行害蟲綜合防治區域面積已突破 45,000 公頃的露天農地，且被用於在以色列境內不同氣候條件及不同區域的蔬菜生產。這些作物包含馬鈴薯、胡蘿蔔、洋蔥、大蒜、葉用蔬菜、甘藷、夏植甜瓜及西瓜，以及供應加工用的蔬菜，如番茄、玉米、豆類蔬菜及醃漬用胡瓜。

由於生產供應外銷用蔬菜為以色列蔬菜農民主要收入來源。主要產區為在以色列南部區域之 Arava，該區以在冬季具有乾燥、涼爽且日夜溫差大之獨特氣候條件而著名，因而能生產出高品質可供應外銷用之甜椒、甜瓜、大果番茄及小果番茄。其它著名生產區域為 Beit Shean Valley 及 Jordan Rift，主要為生產草本藥草，以及在 Sharon 及 Western Negev 區域主要生產供應馬鈴薯、甘藷及草莓。在歷經十多年外銷專區經營，生產成果已相當顯著，這些蔬菜生產專區經營及發展方向，對於蔬菜生產研究或相關產業規劃及發展有決定性的影響，這些年來以色列農政單位對於蔬菜產業重點研究目標主要有：(1)引入抗疫病蟲害、高產及高品質的蔬菜品種；(2)設施栽培蔬菜栽培技術改進及設施環控系統改善；(3)在無法土耕生產蔬菜區域發展無土介質栽培蔬菜技術；(4)建立不同蔬菜作物之養液肥灌技術，開發及引入肥灌所需設備；(5)建立大面積露天蔬菜生產省工操作技術及自動化農業機械之應用；(6)發展及建立蔬菜病蟲害綜合防治技術；(6)建立蔬菜產品採後處理標準化作業流程及技術，以延長儲價壽命及減少腐爛率。

研習日誌

五月五日

第十七屆國際農業展覽會(Agritech 2009)：

本國際農業展覽會展期：2009 年 5 月 5 日至 5 月 7 日，主辦單位為 KENES 全球會展管理服務公司與以色列展會中心，由以色列外交部、農業與農村發展部、工貿勞工部、工業研發中心與以色列出口與國際合作協會協辦。本展覽每三年舉辦一次，是該區域規模最大的國際農業展。展期兩個月前，駐台北以色列經濟文化辦事處已在台灣北、中、南巡迴辦過三場的招商說明會，可見以色列對於邀約 Agritech 2009 國際農業展覽會國外參展廠商與訪客相當重視，相關的文宣簡介中，也將本次展覽會自詡為「來自世界各地的頂級專家，提供交流心得與洽談業務的平台」。其展覽會參展資訊、註冊與繳費皆可由網站 <http://www.agritech.org.il/> 提供相關服務，相當便利。圖 1 為 Agritech 2009 國際農業展覽會的代表圖像。

三天的展覽會期，除了會場有各國農業相關技術廠商參展之外，在第一天開幕典禮後隨即展開兩天的學術研討會，5/7 更安排有參訪酪農農場、南部分支研究中心、農民組織之區域農業中心等三個農業專業行程，可供與會來賓付費選擇參加。

Agritech 2009 展場資訊：

本國際展覽會的展場位於特拉維夫的以色列會展中心(The Israel Trade Fairs and Convention Center)，其室內展場面積達 15,000 平方公尺，分為 10 個展館，而室外展覽面積更達 40,000 平方公尺。本次國際農業展覽會依各農業技術領域分類，有農業生態、農業建築、水產養殖、農業機械、生物科技、肥料與農藥、花卉、溫室、畜牧與酪農、行銷與出口服務、農場經營、種苗繁殖、灌溉管理與水資源利用技術、家禽養殖、有機農業、植物保護、塑料栽培(Plasticulture)、農業研究開發、採後處理、知識傳遞(Knowledge Transfer)、精準農業、政府與機構、農村發展、軟體與硬體、專案計畫等項目，分別在室內 6 個展館以及 1 個戶外展

區展出，共有約 4 百個國內外廠商參加展出。各展館(區)的主題如下表，各參展攤位展示情形擇要如圖 2 至圖 13。各類別國內外參展廠商數經統計分析如圖 14。

展館(區)	主題
Hall 1	水
Hall 10	種苗與繁殖用資材
Hall 11a	農藥與肥料
11b	農用塑膠材料
Hall 12	畜產與有機農業
Hall 13	花卉與育苗
Outdoor Area	農機與溫室

Agritech 2009 研討會資訊：

本次國際研討會主題為「全球糧食危機－迎向挑戰」(The Global Food Crisis-Meeting the Challenge)，研討會議程為兩天，相關研討會議題有：

(1)糧食危機的經濟與政治面及解決之道

Sources of the Food Price Crisis

Implications of Food Price and Policy Changes for Poverty in Developing Countries

Policy Priorities in the New Agriculture/Energy Market Environment

(2)確保糧食充足供應的農業科學與技術

Stress and Drought Resistant Varieties

Improved Farming Practices

The Use of Unique Physical Treatment for Crop Loss Reduction After Harvest

Micro-Irrigation Technology and Scheduling for Maximized Yields and Resource Efficiency

(3)提升農產品產量的農業發展計畫

The Approach of India (Central & State) for the Increase of Food Production

Rural Planning and Development in Angola

Designing for a Profitable and Efficient Dairy Farm

(4)農業永續發展的國際政策與跨國合作方案

Israel's Commitment to international Development Assistance

National Agricultural Development Cooperation – Case Studies from Africa and Asia

The uniqueness of the Institute as a Partnership between the Government and the Private Sector

The Challenge of Poverty Eradication in Africa

Integrating forces towards Development: The private Public- Partnership Way Towards sustainable development.

(5)評估全球需求後：以水平合作對抗糧食危機

From UNDP to PM: Putting Theory into Practice

What Works and What Does Not? The Ethiopian Perspective

Achieving Food Security- The FAO Approach

(6)糧食與營養

Dietary Diversity helps meeting Nutritional Needs and Avoiding Malnutrition

The role of Functional foods in Ameliorating Pathologies Related to Obesity

Market Focused Breeding

據會後的的大會初步估算，本次 Agritech 2009 國際農業展覽會，計有 25 位各國部長或副部長級的官員參加，我國的農委會陳主委正是受邀貴賓之一，合計大約有 6500 名外國訪客參加這一場農業技術盛會。三年後的 Agritech 2012 國際農業展覽會已排定在 2012 年 5 月 15 日至 5 月 17 日舉行。

五月六日(Netafim professional tour)

Eyal karmi 果園

上午參觀 Netafim 的研究與訓練中心 Eyal karmi 果園，該園區種植李、杏、油桃、石榴、杏仁與梨，Netafim 公司在此進行兩種系統之滴灌試驗，有 UniRam dripper 土表下滴灌系統（管徑 20 mm），適用於厚壁滴灌管帶，其 Double TurboNet 設計除了可以滿足較大灌溉流量的需求外，加大的補償室容積可在根系旺盛時可

改善阻塞滴頭的情形。可設定四段流量，適用水壓範圍為 0.5 - 4.0 bar；附有自動沖洗功能；抗虹吸(Anti-siphon)設計可防止塵土回流管路內。

另還有可應用於汙水循環再利用的 DripNet PC-AS 土表下滴灌系統(圖 15)，本系統符合 ISO 9261 國際標準，且經過以色列標準檢驗機構 (Israel Standard Institute)認證，可設定六段流量，水壓範圍為 0.5 - 2.5 或 3.0 bar；適用大顆粒雜質通過管路的設計，較差的水質條件亦可適用；如同 UniRam dripper 系統，DripNet PC 亦附有自動沖洗與抗虹吸設計。本果園試驗設定流量為 0.6 公升/小時，dripper 間距為 20 公分。

Galil 葡萄酒生產專區

葡萄酒生產專區 (Galil Mountain Winery)位於以色列北 Galilee 山區，海拔高度達 1,000 公尺，地形結構、土壤質地及氣候條件良好(日夜溫差高達 15°C)，使 Galilee 山區適合高品質葡萄栽培及生產。Golan 高地長久以來一直是以色列高品質葡萄酒釀造產區，Galil Mountain Winery 於 2000 年時加入 Golan 高地釀酒專區，並且成立 Yiron Kibbutz。在 Galilee 海北方山區酒莊有五個葡萄園，不同地形及氣候條件下生產的產品各具特色，這個獨特的特性賦予該酒莊可以混合大多數的葡萄品種生產葡萄酒，大部分 Galil 葡萄酒為紅肉品種，且屬於國際上所使用的品種 Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Syrah, Barbera and Sangiovese。少部分為白肉品種如 Chardonnay, Sauvignon Blanc, and Viognier。Galil 酒莊所釀製的葡萄酒以新的法國橡木桶低溫發酵六個月，所生產的葡萄酒別具特殊風味，Galil 葡萄酒莊已成為以色列高級葡萄酒生產重要專區。

五月七日

Lachish 農業研究發展中心

該中心針對不同灌溉水質對數種作物生長之影響進行研究，並應用最先進的水質淨化設備，以奈米過濾系統處理廢水，包含濾膜過濾、除鹽及微細過濾，以有效分離水中固態廢棄物、減少有機性物質、移除真菌、病毒及溶於水中的化學

物質等。民生廢水回收經淨化處理後，已應用於果園、花卉生產及雜糧作物生產之灌溉使用。由於水源有限，該中心也針對一般地表覆蓋塑膠布及特殊的集水覆蓋材料進行試驗，以減少水份蒸散、維持土壤濕度，並充份利用灌溉水及降雨，以達到節水之目的。

Ramat HaNegev 農業研究發展中心

該中心研究重點為篩選耐沙漠缺水區域生產之農作物品種，以色列 Ramat HaNegev、死海及 Arava 周圍地區，不僅水資源缺乏，且地下水中含鹽量高，在一般水井中每公升水中之氯化物鹽類含量高達 1-10 克，未開採地下水層中每公升水中之氯化物鹽類含量更高達 30 克，因此此區域僅極少比率的土地適於農業耕作。但該中心針對設施栽培系統的建立與耐鹽品系篩選進行研究與推廣，促使 Negev 及 Arava 農民藉由植物馴化手段及應用栽培設施，克服水質不良的問題，生產高品質蔬果外銷供應歐洲國家。

研究與發展中心的番茄生產：橄欖在以色列之生產歷史已超過 3,000 年以上，且為 Ramat Hanegev 沙漠區域之主要經濟作物，栽培面積超過 53,000 公頃，且仍逐年增加中，本地區應用回收再利用水供給灌溉，使橄欖樹成為沙漠中最醒目的綠帶。由於該區缺乏淡水，該中心除開發民生用水回收供灌溉使用外，另抽取大量來自深度 700-800 公尺的地下水供灌溉用，且此地下水冬季低溫期水溫仍可高達 42℃，已被應用於溫室加溫，以維持冬季作物正常生長。

在這片沙漠區中，研究中心已成功在沙漠地區應用設施生產番茄，開發有機栽培技術，及床架或高架植床栽培模式，目前番茄經濟生產之莖長可達 10 公尺，生產期可延長至 10 個月以上。由於灌溉水為含鹽量高，因此該中心一直致力於研究含鹽灌溉水在番茄栽培生產之利用，探討作物對灌溉水鹽份之容忍量，及可維持最佳生長發育、品質及產量之灌溉水含鹽量上限。目前 Ramat Hanegev 農民利用地下水加熱溫室及最適含鹽量灌溉水應用於番茄生產，每 100 公頃產量可高達 15,000 公噸，且從有機番茄至小果番茄生產均可獲得最佳的品質及產量，並獲得理想的外銷價格。根據該中心的研究，以含鹽水灌溉之番茄果實糖度較高，主

要是由於番茄根部細胞為對含鹽灌溉維持平衡反應，需在作物體內及果實維持較高的糖含量。因此需隨番茄作物生長發育逐步改變或調整灌溉水中含鹽量，並分析作物溫度及水勢變化量測結果，仔細監測及計算，再調整灌溉水之含鹽量。且為確保夏季番茄可以維持正常著果，在該中心也應用商業生產之耐熱熊蜂，教導農民應用小型紙箱蜂巢釋放蜜蜂於溫室中進行授粉，促進著果，並引進有機液肥供有機番茄栽培使用。

Mop Darom 農業研究發展中心

該中心研究重點為溫室設施作物栽培及有機栽培技術發展。該中心任務也是在半乾旱或沙漠環境，探討作物設施栽培節水及省肥技術，以提高水資源再利用效率，並減少過量施肥對環境所造成的污染，目前以茄科之番茄及甜椒為主要設施栽培重點研究作物。

因應市場消費者對於安全蔬果要求程度日益增高，該中心亦從事作物病蟲害綜合防治之研究，以提供安全、有益、營養之農產品。該中心也著重於溫室及網室作物集約生產技術研究，針對秋冬外銷主力作物，如高品質甜椒及番茄產量提升之生產技術改進，節能栽培技術之開發及新興外銷花卉新種類的開發及量產技術建立。

五月十日

參加第二屆台以農業合作工作會議，會中就本計畫相關之園藝與溫室技術、蝴蝶蘭接力栽培等兩項議題，進行簡報及討論。

五月十一日

West Negev, Basor Experimental Station

Basor Experimental Station 位於 West Negev，屬於以色列西南部，年雨量約為 300-400 mm，雨季 11 月至 4 月，相對濕度 50-70%，屬於半乾旱地區，採訪當日氣溫約 30℃。該研究站的性質屬於區改良場，據了解以色列所有農民收益，都

必須徵收一定比例到一個委員會成立基金，再由委員會針對全國性或地區性需求，決定試驗研究方向以及執行機構。該研究機構最大的特色為接受私人公司委託測試品種，測試內容包含從生產運銷到貯藏，如番茄、茄子及彩色甜椒等，番茄測試品種包含小果及大果番茄(圖 17、18、19)，強調高品質及抗番茄捲葉病毒病(TYLCV)等特性，番茄在該地雖可以週年生產，但是夏季高溫所造成的授粉不良仍然是減產的主因。完成品種測試後於每年定期召開觀摩會，邀請農民參加，農民可以依據品種測試結果，決定下一季的種植品種，其所有研究結果均免費提供農民參考。另外，因應番茄等作物設施有機農業栽培，也進行相關試驗研究，在設施蔬菜研究方面，研究重點在利用不同蔬菜的輪作制度以防治線蟲，種植 6 週到 2 個月之後，再直接翻鋤至土壤之中，目前研究成果發現，芥菜有不錯結果。此外其目前研究重點在於利用不同顏色塑膠網室試驗，結果顯示，不同顏色網室對害蟲及授粉昆蟲的影響最大(圖 20)，例如：蜜蜂在白色及黃色網室內非常活躍，但是在黑色及紅色網室內，相對平靜，活動力較低，該試驗方向或可提供網室設施內栽培試驗之參考。

在以色列，雨季為 10-4 月，半雨季 4-6 月，乾季 6-10 月，夏季 平均溫度 35/20℃，冬季平均溫度 10/2-3℃，冬季相對於歐洲，日光較強、溫度較高，加溫程度較低，因此茄果類及花卉等，只有在冬季荷蘭無法生產或生產成本較高的季節才會出口至歐洲。玫瑰曾經是大產業，但是因為冬季加溫成本高，無法與非洲競爭，目前已幾乎沒有出口競爭力，只剩下國內市場需求而已。

Private Organic Farm

該農場為有機農場，專營茄果類如番茄、甜椒等作物(圖 21、22)，其產品通過 Global-Gap 驗證，其驗證由以色列農業部認證的三家公司負責查核驗證，因為外銷至荷蘭，所以荷蘭相關單位也會前來查核。該農場由父子一起經營，農場的管理特色，係利用生物防治及生長量測紀錄儀器以作為管理依據(圖 23、24)。利用監測儀器紀錄植株生長數據，例如以莖生長監測器(圖 25)，進行甜椒莖生長即時監測，據管理者表示，經過數年的經驗判斷，由數據觀察出當溫度上升時，莖的生長下降，也就是說植物只有晚上，莖才會生長。因此他想出一個適當的控

制模式，由氣象預報資料，預先知道隔天或幾天後之溫度將會上升，可以預先增加水分供應，或利用降溫的設施，如頂上噴霧等方式以降低因為溫度上升所造成的生長逆境。同時也利用儀器測量土溫(圖 26)，因為某些品種當根溫過高時，會降低對於線蟲的抗性。所以當測量到土溫過高時，立即增加水分供應，以降低土溫，針對上述現象值得進一步研究。另外，根據農民表示，該農場並不進行全面栽培自動化管理，只利用監控儀器作為管理的參考，而使用的監控儀器就好像打開了眼睛一樣，可以將田間狀況加以反應，而這個管理觀念比較接近實際田間的狀況，相當值得吾人學習。

五月十二日

Pelemix

Pelemix 是一家以椰纖為主要產品的公司，該公司成立至今已經 11 年，分公司分佈在 24 個國家，是一家跨國公司(圖 27)。其椰殼材料主要來自斯里蘭卡及印度，由當地公司處理果汁及果肉(內含物) 之後，再將外殼送至 Pelemix，依不同部位、構造、顆粒粗細及包裝等做成不同產品(圖 28)。依據該公司簡報資料顯示，經過世界各地農場的測試，利用其產品有相當好的產量及品質，以椰纖作為栽培介質有很好的通氣性。以該公司推薦在玫瑰栽培的椰纖產品為例，就提供了相當詳實的技術規格，其技術規格如下：

1. 椰塊規格：30 cm x 30 cm x 15 cm。
2. 重量：5 公斤
3. 膨脹後體積：1 公斤的產品膨脹後不小於 10 公升(最大約 13 公升)。
4. 飽和含水膨脹後容積：300 – 330 kgs per cubic meter.
5. 底層篩：0.5 英吋。
6. 纖維大小：4-10 目 7-14%；20-40 目 37-26%；60 目 10%；150 目 5%。
7. 灰份低於乾物重 3%。
8. 總有機質：84-98%

9. 有機碳: 45-50%
10. 木質素(Lignin)：65-70%
11. 纖維素(Cellulose): 20-30%
12. Carbon / Nitrogen ratio: 80: 1
13. 保水力：
 - (1) 水飽和情況下含氣量：最少有 24-28%
 - (2) 10-22 公分處有效水：9.5-11%
 - (3) 保留水：50 cm -100 cm 處有 4.1 - 3%
 - (4) 多孔性(General porosity): 71-78%
14. 檢查程序
 - (1) 標準: EC 值在 1 左右 (不超過 1.3)，PH: 5.5 - 6.5

由以上技術規格可知，以椰纖作為介質的優點在於：具有很好的孔隙度、高水分養分及空氣含量、質輕穩定性高、具有長纖維分解速度慢、pH 偏中性、可分解不污染環境及陽離子交換能力佳等特性，但也有部分缺點，如使用前 EC 值過高，必須先經過處理較為費工等。其產品依壓縮及包裝方式，又可分為捆包(Bale)、椰纖磚(Briquette)、栽植袋(Growbag + open top bag)及 new and smart 等 4 大類，分別有其適用範圍，捆包(Bale)適用於一般栽植床、盆栽及育苗等，椰纖磚(Briquette)可以打碎後用到盆栽或於其他介質混用，栽植袋及 new and smart 則可以直接用在不同的栽培作物上。其所有產品 fine dust 的百分比都在 20%以下。因為太多 fine dust，會造成吸水力過強，造成介質水份難以控制。而部分國家會使用較高 EC (1.6-2.0 甚至於更高) 的介質，來抑制植物生長，等到根長出之後，再恢復正常，Pelemix 會監測每一批產品的成分，確保化學性質或元素含量都在一定範圍之內。檢視該公司最大的價值在於不斷地研發，有別於一般販賣椰纖的公司僅將所有的原料打碎後結塊販賣，他們設法將椰纖分成不同大小顆粒、結構，再利用混合不同規格比例的椰纖，研究其介質理化及含水量等特性，進而設計成適當的栽植袋，以進一步加值產品的價值，相當值得學習。

Hishtil Nurseries

Hishtil Nurseries 育苗公司成立於 1973，目前在以色列有 5 個生產基地 Ashkelon (我們訪問的地方，大約 4.5 公頃)，Yedidya， Afula， Hehalim 及 the mountain area。各生產基地周圍都有良好隔離，病蟲害的壓力較小，不同的生產區域生產不同的園藝種苗種類作為區隔，每年生產大約 10 億株。該公司主要以育苗為主，包括果樹、蔬菜、花卉等，並未進行育種，主要由其它公司購買種子或由農民自行購買後，委託繁殖，但是兩者均必須要有 clean certificate。公司的部分苗木生產通過 global-gap 驗證，並得以外銷歐洲(圖 29、30、31)，病毒檢測委由專業服務公司進行。有兩種溫室開放溫室(open greenhouse)及防蟲溫室 (IP, insect proof, greenhouse)，依據作物種類的需求，可以進行不同程度的保護，例如，甘藍、芥藍及青花菜等葉菜類、番茄及青椒等果菜類、花卉植物等均在開放溫室生產，嫁接苗如西瓜、番茄等則在防蟲溫室培育。該公司育苗作業十分成功，幼苗生育非常整齊健壯(圖 32)，因此在管理上應有其獨到之處。首先在自動播種的部分，大致上與台灣的育苗業者無異，採取介質自動上盆，真空自動播種的程序，再由人工補播，不同的是該公司將介質中混入特殊不同顏色小顆粒球(圖 33)，藉以區別該種苗為他們公司所出品。催芽採取標準作業化流程及顏色管理，完成播種後放入高濕高溫的催芽室中催芽(圖 34)，待近發芽時再移到溫網室中育苗。育苗穴盤也經過特殊改革，目前最新的育苗穴盤均採用具避免盤根功能(圖 35、36、37)的保力龍可回收穴盤，效果十分顯著，水分管理則採取高架軌道式自走噴灌設備，並加上吹風處理以矮化其苗株，施肥則採用定比稀釋器注肥(圖 38、39)，針對不同蔬菜苗種均有其出貨標準(圖 40)，張貼於育苗室前以提供採購者參考。

五月十三日

Jojoba orchard

本行程主要參觀無線作物監測系統及灌溉設施在柑橘類及 jojoba 果園實際設置及操作情形。Jojoba 原產於墨西哥半沙漠地區，45 年前由石油公司引入以色列，因為 jojoba 油的燃點高達 400°C，原本計畫做為石油替代生產用，但目前所

有產品均做為化妝品原料。一開始 jojoba 的生產並不順利，後來經過一連串的栽培試驗、改善灌溉及研發高效率萃取 jojoba 油的方法後，才逐漸提高產量進入經濟生產，目前以色列大約有 600 公頃，年產量達 1000 噸/年，相較於阿根廷種植 3000 公頃，卻只有 1500 噸/年，以色列的 jojoba 田完全利用土表下灌溉（subsurface irrigation）(圖 41、42)，10 月成熟，機械採收，大約 3 週內採收結束。利用地表下灌溉的好處在於可節省灌溉水，因為灌溉管線分佈在根群附近，灌溉水跟肥料可直接被根系吸收，且可減少表土蒸發作用，也減少雜草增生，但缺點在於地下管線可能被老鼠咬破，但是如果有破裂情形可從地表上土壤濕度的變化觀察出來，此外也需要使用地下灌溉適用的滴灌管及施工方法。地表下灌溉方式若施用於台灣，因台灣為多雨環境，尤其是夏季，整體的節水及雜草防治效果可能不若以色列顯著，但是對於肥料的節約使用，可能仍有相當大的益處，但未來仍須引進或研發埋管線機具及栽培作業作完整試驗及考量，相信這種灌溉方式運用於台灣的果樹栽培應該是相當適用(圖 43、44)。

Netafim CMT(crop management technology) department

該部門主要負責作物管理技術，在公司內展示各種 Netafim 產品的實際使用範例(圖 45、46、47、48、49、50)，其中最重要的就屬於無線作物監測系統(Wireless crop monitoring system, IrriWise™)，利用這套系統可以將田裡面蒐集到的數據，利用無線傳輸系統或透過網路及 GPRS 將數據傳輸到個人電腦中，再利用這些數據提供管理決策。其產品包括無線傳送器(transmitter)、接收器(receiver)及中繼接收發報器(radio repeater)等，利用這套設備，可按照客戶的需求將各種測量感應器接在不同的無線傳送器上，目前有土壤水分張力計(tensiometer)、土壤水分含量、土壤溫度、土壤 EC 值(土壤水分含量、溫度、EC 值三合一 sensor)、流量計、葉溫感應計、水壓力感應器及氣象站等(圖 51、52、53、54)。利用這套系統可以提供栽培者較即時(real-time)的土壤或植物生長資訊，再做出適當的管理決策。例如以土壤水分張力計(tensiometer)為例，可以每 15 分鐘收集資料一次、每 30 分鐘傳送資料一次，但這些設定目前無法調整，一般使用情況之下，電池可以用 4 年，一個傳送器，可接 3 個，一組接收器系統，目前測試到可接收 400 個傳送器。在實

際的應用上可將具即時監控功能的流量計安裝於供水管的前端，田區則安裝不同深度(30、60、90 公分深)的土壤水分張力計等，利用灌溉流量配合土壤水分張力的變化，以決定灌溉水量管理是否恰當。

Haviva Reservoir System

參觀位於 Kibbutz Magal 附近的水質處理場(圖 55)，該處理場主要於冬季收集雨水及城市處理過的廢水，於夏季供應農業生產用。有 3 個主要的蓄水池，容量分別為 4.3 百萬、5 百萬及 3.3 百萬立方公尺，一年可供應 25 百萬立方公尺。以色列對供水、用水及回收水等管路有一套相當完整的規劃，在城市建構之初，便完成水路的規劃，水依水質及用途區分管路，彼此不會混用，白—飲用水(drinking water)、紫—回收水(recycle water)、綠—灌溉用水或地下水(fresh irrigation water)、紅---廢水(waste water)。該供水站目前以供應農業用水為主，關於其農業用水由於以色列有嚴重的土壤鹽化的問題，灌溉水 EC 值較高，因此利用逆滲透、雨季時自河川取水，再與水庫的水 (EC 1.3-1.5)混合後行灌溉，或是利用耐鹽砧木，或是單純依靠自然降雨，利用這三種方式，以解決土壤鹽化問題。而農業灌溉若使用來自這種水庫的回收水 (recycle water)，比用飲用水 (drinking water)節省 2/3 水費(0.2 USD/m³ and 0.7 USD/m³)。此外，根據水權的分配，以色列會依據地區、面積及作物種類分配水權額度，而水權額度可以交易，因為近幾年缺水，自去年起全國統一刪減 25%，甚至連用水管洗車都屬於違法，只能用擦的。

五月十四日

Ginegar Plastic Products company-

專職各種設施、地表覆蓋及集水池防水層之塑膠膜生產，利用塑膠布於設施內環境之控制，控制效果越好、作物產量及品質越高，所研發之溫室塑膠布材質可具有防水滴凝結、防塵、防霧及阻絕紫外線的功能，且不易被破壞或撕裂，並有不同透光度與光質及不同阻熱程度的產品，提供不同氣候區生產所需。水滴凝結於塑膠布會降低透光度，因此控制水滴凝結可提高光利用率；而昆蟲空間定位

靠紫外光，Ginegar 研發阻隔 UV 的塑膠布有助於溫室內之病蟲害防治，並影響花朵著色。

而地表覆蓋具有保持土壤濕度、減少水份蒸散、省水、降低鹽度、降低溫室內濕度以防病害、吸引或驅離昆蟲、防草及改變植株附近微氣候等功能。並參觀一處農場，栽培有機果樹，地表鋪設滴灌管後覆蓋白色塑膠布，農場主人也表示地表覆蓋的確有許多好處。

Eden Research Station-

此研究站屬於當地地方政府，專責解決地區性農業問題。員工薪水來自於地方政府，部分研究經費來自於 ARO，研究與中央或其他區方政府合作。此地土地很硬，難以耕作及控制，因此以設施內利用栽植槽種植番茄及蝦夷蔥等作物(圖 56)，栽植槽配合火山岩為介質，採收後植槽覆蓋塑膠布保溫 (圖 57)，利用日光增溫來進行高溫消毒 (至少 1.5 個月)，如此循環使用，目前已經使用超過 15 年，尚可使用，不需更換。夏季氣溫過高，利用風扇水牆可降溫 3-5°C。而冬季氣溫可能降至 2-3°C，需利用加溫管進行加溫，並與 Ginegar 公司合作，利用特殊塑膠布 (IR series)及雙層膜溫室保溫 (圖 58)，進行栽培試驗，實際走入雙層膜溫室，五月的氣溫與日照已使設施內悶熱難耐，顯示其增溫之效果必然顯著。

Bio-BEE-

生產農業授粉昆蟲及生物防治有益生物，成立於 1983 年，隸屬於 Kibbutz Sde Eligahu，現有土耳其及智利等分公司，產品外銷全球。主要產品為大黃蜂 (bumblebee)，應用於設施中做為番茄及甜椒授粉媒介昆蟲 (圖 59、60)。台灣夏季設施內溫度高，番茄有授粉障礙，但網室內釋放蜂類授粉昆蟲易因高溫而活動力降低或死亡，而 Biobee 的大黃蜂即使於下雨、低溫及陰天等氣候環境，亦有良好的活動力，每 2000 m²面積的溫室中約需一箱大黃蜂，每箱可以持續工作約 8 週。目前已外銷應用於不同氣候區的國家，但未曾嘗試應用於台灣。

針對蟎類如二點葉蟎(*Tetranychus urticae*)及紅蜘蛛(*Tetranychus cinuabainus*)防

治，Biobee 推出瓶裝捕植蟎 (圖 61)，添加一些增量顆粒，便利均勻灑佈於田間或溫室以進行生物防治，也針對薊馬及不同天敵混合防治之產品進行研究，此類產品我們也在有機農場的甜椒栽培中看到實際運用成效良好。由於天敵昆蟲亦對農藥敏感，但天敵昆蟲僅針對特定害蟲進行防治，其他害蟲於慣行栽培法仍需施藥防治，因此施放後需特別注意農藥施用，Biobee 也針對不危害天敵之藥劑進行篩選，並提供使用者具體建議。

Biobee 成立 Biofly 支公司，針對地中海果實蠅生物防治進行產品研發，培育不孕性雄果蠅，配合政府進行地中海果實蠅的區域性防治計畫-SIT(sterile insect technique) project。產品型態為紙袋裝的染色及輻照後之大量不孕性雄果實蠅的蛹 (圖 62)，雄果實蠅的蛹為深褐色、雌蛹顏色較淡，顏色不同可用於鑑別雄蛹率。並利用染色技術監測防治情形，雄不孕果實蠅於 UV 照射下，頭頂會有小紅點顯現。於試驗地區定期捕集果實蠅，以 UV 照射便可區分不孕及可孕性雄果蠅數量，以監測施放及防治效果。

五、心得

台灣的園藝作物生產仍是勞力密集、對天候敏感、經驗取向的模式，不僅栽培成本高、資源利用效率低，品質及產量未能穩定，因此常有供需失衡的問題。而以色列的果樹栽培環境相較於台灣，地中海型氣候雖有更充足的陽光，但水源取得不易、適耕地少且勞力成本高，因此在有限的資源下促使以色列人激發出創造力，並將產品加值。從他們積極利用不同顏色及透光率之遮光網或塑膠布資材，探討對農作物品質的影響，可看出以色列人對於微氣候環境控制亦是斤斤計較，他們的農業生產就像是個精工雕琢的工藝品，而台灣的農業算是恣意的潑墨畫吧。而以色列農業科學研發的成果形成各式各樣精準管理之設備、資材及技術，不僅使他們在沙漠中生產出高品質的農產品，科學農業的智慧財產，所帶來的經濟效益更勝於農產品本身。

以色列果樹生產利用地下滴灌系統於地表下 15-60 cm 供水，不僅限制根域於

一定範圍內，並可保持地表乾燥而不利雜草著生、減少蒸散避免地表鹽類累積、無肥料及水份逕流逸失的問題，且在此根系限定之範圍內供應養液，更可使肥料的利用效率提高。台灣的氣候環境和以色列大不相同，南部栽培果樹在冬季乾季水源較少，但取得並不是太大的問題，但夏季豪大雨常造成淹水。隨著氣候變遷，近年氣候相較於十年前，雨量更集中於雨季而乾季更乾，高溫更高而低溫更低，劇烈氣候下更需加強控制，以維持環境條件之恆定。此外，在原物料價格上漲的趨勢下，農產品市場價格未能反映成本上升，需提高資材利用效率、降低生產成本、提高產品良率及品質。要降低生產成本需合理化施肥，而合理化並不是只有減量施用、用對肥料而已，當我們考慮到要將肥料用對地方、減少逸失、提高肥效，以國地下滴灌設備之構想，正是值得我們借鏡。

蔬菜產品品質穩定與安全，提升產量及總產能可以自足為以色列農政單位的主要目標，但蔬菜外銷卻是以色列蔬菜生產者的主要收入來源，雖然以色列南部在冬天有得天獨厚的氣候條件，可以種植出用於出口的高品質蔬菜；在北部地方露天種植夏季蔬菜，則可供加工用。但如何在沙漠中創造出農業奇蹟，並且開創出蔬菜可持續發展模式，從一個缺水又缺耕地的沙漠小國發展成為一個年出口 10 多億美元新鮮農產品和加工食品的發達國家，其中蔬菜產品外銷金額即已高達 2 億美元。從以色列農業發展的歷程中，我們可以得到深刻的啟示。環境是可以改變的，農業生產的自然條件，以色列是十分惡劣的，但以色列人用幾十年時間，在大部分是荒漠、水資源極度匱乏的土地上創造了一片片綠洲。沙漠裡的大面積塑膠布溫室、遍佈全國的滴灌系統、浩大的國家輸水管路工程等，一切成果都是人們辛勤努力和智慧的結晶。在國際農產品市場，以色列因為強調供貨品質穩定及安全的農產品可以外銷，因此在繼日本的果品、荷蘭的花卉、義大利的葡萄、美國的魚蝦和澳大利亞的禽畜產品等國家品牌被建立之後，以色列的蔬菜在國際農產品市場也已穩固建立自有國家品牌。

在農業機械方面，參觀 Agritech 2009 戶外農機展區時，發現就傳統農業機械而言，一般大面積栽培機械絕大多數作業機皆採曳引機附掛式，鮮少有專用獨立作業機，只有在畜牧業用牧草及搬運作業用才有專用機，而酪農飼育與榨乳設備

自動化程度相當高。5/11 參訪一處民營有機農場(Mr. DuDu)，其清洗分級包裝等作業機係採購國外機械，5/13 參訪 Hishtil 育苗業者，他們採用的一貫化介質攪拌混合與穴盤播種機，亦是國外(荷蘭)的產品。此次參訪行程，觀察到以色列的農業設備並非所有軟硬體都完全自行研製，而是採購國外優良且可靠度高的機械設備，輔以精準的管理核心與栽培技術，來達成提高作業效率、降低成本與品質升級。

以色列農業產業的成功並非偶然，在設施生產系統方面，關鍵不只是設備的完善，更是落實眼到、心到、手到的工夫，利用精良的監測將遠端資訊數據化並傳回總部(眼到)，透過人腦轉化為指令(心到)，再調整適當的設定來自動化管理各種生長條件(手到)。資訊轉化的過程仍需要經驗的累積，培養分析數據的能力並觀察作物生長的狀態，持續的嘗試，才能做出正確的判斷。因此以色列的農業設備整套複製到台灣並不能造就農業的成功，設備可以使眼更利、手更巧，但心是無法取代的。因此設備引進後，仍需在嘗試中分析偵測資訊所表達的意義及其對作物生理之影響，再針對台灣的氣候進行控制參數的調整，才能達到精準管理、提高生產效率之目標。

由於資源上的限制，使以色列果樹生產模式的發展與台灣大不相同，面對氣候的變遷，台灣果樹的生產在這幾年也面臨了產量不穩定的現象，造成農民收益不穩定及市場價格波動，天候的影響已超越了農民經驗所能反應。此行所見的環境偵測、灌溉及設施等設備，將生產的條件及投入量化，在量化的數據中得到明確的經驗，針對現象去做處理、不做不必要的投資，猶太人的意志將他們的農業生產導向 More crop, less costs，這種精神也將是提升台灣作物生產競爭力的關鍵因素。

六、建議

在果樹自動化養液土耕方面，肥灌設備的改進不僅只是引進設備，在栽培方式上也需配合新的灌溉方式而改變，例如：由於果樹淺根不耐強風，在夏季颱風

季節可能造成較大的災害，因此地下滴灌設備應用於台灣的果樹生產，應利用較低的灌溉頻率、較長的灌溉時間，使根系限制範圍深度更深；或更密植栽培、控制株高在一定高度以下，以減少受風，管理的模式將因此而與傳統的灌溉方式截然不同，果樹為長期作物，若能在果園建立時就配合此灌溉方式來規畫密植，應更能提高生產效率。

蔬菜生產方面，面對雲嘉南地區設施蔬菜栽培複作指數高，發生栽培連作障礙問題逐年增加，不僅因化學肥料施用過多造成鹽分累積，灌溉多用淹灌造成水份供應不均，且設施內濕度過高、設施果菜類(如洋香瓜、胡瓜、番茄及彩色甜椒)之土壤線蟲危害亦日益嚴重。台南區農業改良場設施蔬菜養液滴灌技術已執行多年，擬結合引進本次在以色列 Netafim 公司研習之滴灌設備及技術，並整合作物合理化施肥策略，推廣應用於設施蔬菜之生產，以減少鹽分累積及水份供應不均之問題；而設施土壤線蟲危害的問題，將參考 Mop Darom 農業研究發展中心之研發成果，應用短期十字花科葉用蔬菜於果菜栽培設施內進行輪作，並結合台南區農業改良場之十字花科短期葉用蔬菜種原及品種選育材料，配合植保研究人員篩選出適合本土果菜栽培設施內進行輪作之十字花科葉用蔬菜種類及品種，以供農民使用。

近年來果菜設施及露田栽培之病毒病害日益嚴重，如番茄黃化捲葉病毒及南瓜捲葉病毒，皆由銀葉粉蝨該種媒介昆蟲傳播，以色列國家境內也同樣遭遇相同問題，將參考 Mop Darom 農業研究發展中心應用不同有色寬孔網目遮陰網進行覆蓋之研究發展成果，進一步應用相關資材於國內進行相關比較試驗，評估其應用可行性，提供設施蔬菜產業發展之參考，以降低銀葉粉蝨入侵之危害。

Ginegar 塑膠布公司發展出的五層材質塑膠布製程技術，可依客戶需求製造出不同透光特性的溫室用塑膠布，特別是 UV blocking radiation 技術，可以將輻射熱能阻隔於設施外，僅提供光合作用之有效輻射(可見光)進入；參考去年度訪以研習人員洽談合作研發變頻驅動(Variable Frequency Drive)風扇換氣技術，若能結合利用兩項相關技術，發展適合台灣設施蔬菜與花卉夏季高溫高濕氣候環境之有效降溫控制體系，將可有效調節設施內高溫過濕之環境，以利作物葉片之蒸散冷

卻。

此行參訪過程中看到許多台灣尚未使用或尚不普遍的農業技術，應用於果樹栽培的包括：生長環境偵測及無線傳輸系統、地下滴灌系統、各色遮陰網、地表覆蓋塑膠布、生物防治技術等等，其中生長環境偵測於台灣雖普遍應用於農業試驗，但於果樹商業生產上未見。特別是本次參訪期間看到了至少四套不同廠牌的田間或設施環境及作物生理監測無線傳輸系統，對於他們田間或設施內的數位化資訊蒐集技術之高度應用與成熟度令人印象深刻，而耐滴芬(Netafim)公司所研發之環境監測無線傳輸系統與後端管理平台堪為代表，其無線傳輸距離長，內部供電壽命長與多樣化模組化感測單元的特色，應用於田間試驗資料之蒐集或提供土壤水份管理之即時資訊蒐集極為便利。

反觀台灣，目前雖僅有以無線感測網路(Wireless Sensor Network)或田間伺服器(Field Server)為基礎架構之雛型試驗系統零星應用，若能針對設施花卉的環境與作物生理監測需求，規劃引進節水灌溉(滴灌)、養液管理系統(肥灌)、無線感測系統及相關專用感測器(葉片感測器、土壤水分張力計、無土介質濕度計與流量計等)，引入之系統將與農試所農工組開發之火鶴花自動肥灌與遠端即時監控系統進行比較分析，並與國內研發之設施遠端即時監控系統進行比較分析，期能擷取各模組與系統的精準度與可靠度，以我們雄厚的電子科技產業基礎，整合開發一套適用於台灣氣候環境的本土化設施監測與環境控制系統應非難事，接著再進一步評估簡化系統以利推廣應用至其他設施蔬菜(青椒、小黃瓜、番茄等)或水果栽培生產模式。也期許本次訪以研習期間，所學有關該國農業生產栽培環境監測與作物生理感測技術的開發及系統整合的思維策略，可提供國內農業試驗研究場所參考，思索未來精緻農業與植物工廠規劃與佈局時，相關設施環境與作物生理數位化資訊之蒐集與整合技術的研發方向。

針對第二屆台以工作會議之決議，提出下列規畫方向：配合試驗改良場所研究團隊之計畫執行，引進以國溫室肥灌及無線監測系統，與國內現有之溫室設施栽培技術，進行試驗研究與分析比較，評估雙方設施系統之優劣及技術在地化之可行性，期能擷取各模組與系統的精準度與可靠度，整合開發一套適用於台灣氣

候環境的本土化設施監測與環境控制系統。期望建立設施栽培模式，除提升產品品質及競爭力外，也經由資訊化及科學化，改變傳統農業經營型態，促進年輕世代投入農業之意願。目前規劃方向如下：

(1)設施花卉栽培模式之建立：

針對設施花卉的環境與作物生理監測需求，規畫引進滴灌、養液管理、無線感測等系統及相關專用感測器，擬應用於火鶴花與文心蘭等花卉作物進行設施生產模式評估。

(2)熱帶果樹施肥灌溉管理模式之建立

針對建立熱帶果樹施肥灌溉管理模式之需求，擬引進以色列滴灌與微噴灌系統設備及規劃技術、水質分析與處理技術、節水灌溉自動控制技術、果樹肥灌技術。

(3)設施蔬菜栽培模式之建立

配合試驗及產業需求，初步規劃以洋香瓜、胡瓜、番茄及彩色甜椒等高經濟價值蔬菜作物，整合開發一套適用於台灣氣候環境的本土化設施監測與環境控制系統，並簡化系統以利推廣應用。

七、附圖

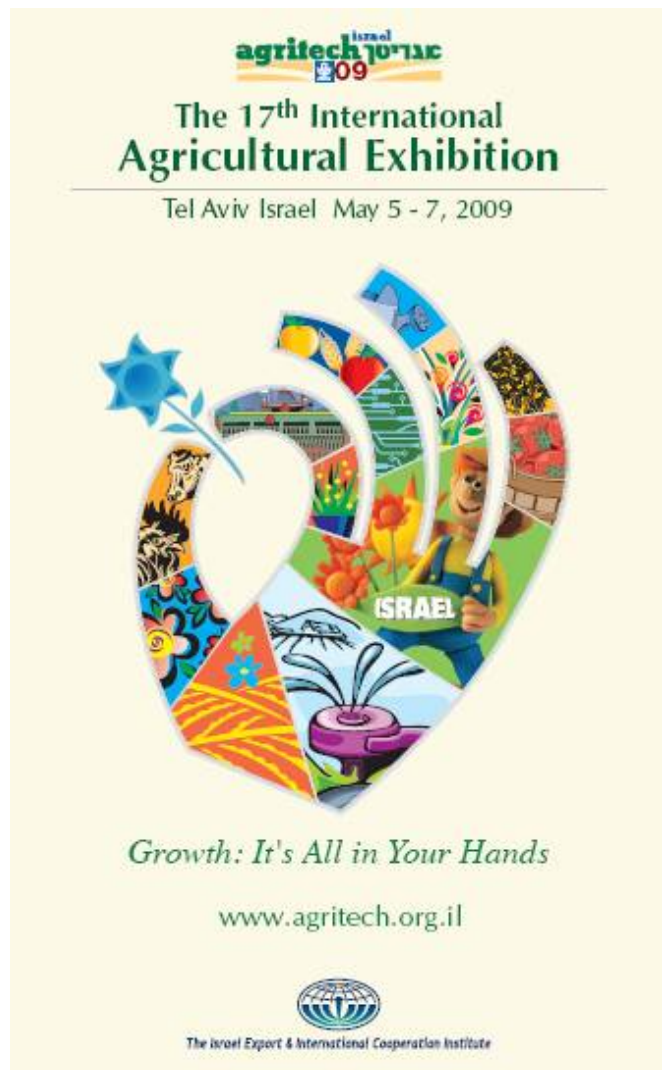


圖 1. Agritech 2009 國際農業展覽會的代表圖像



圖 2. 戶外展場展示的溫室結構模型



圖 3. 蘋果內部品質光電分級試驗機



圖 4. 花卉影像分級機



圖 5. 兼具觀賞、種植樂趣與食用的小型盆栽



圖 6. 來自台灣的小型四輪驅動車



圖 7. 太陽能板與控制系統

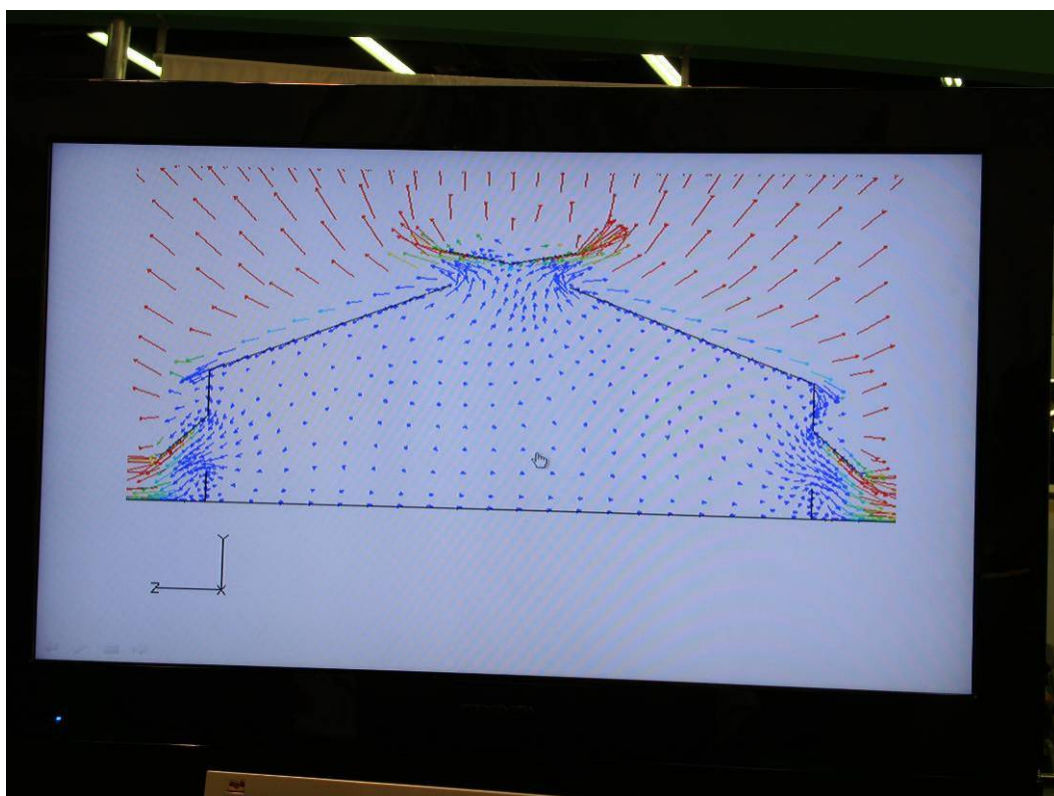


圖 8. 設施內外空氣流場模擬



圖 9. 水耕蔬菜各式產品包裝



圖 10. 果樹用兼具集露水與防止雜草之組合式塑膠覆盤



圖 11. 電子式土壤水分張力計

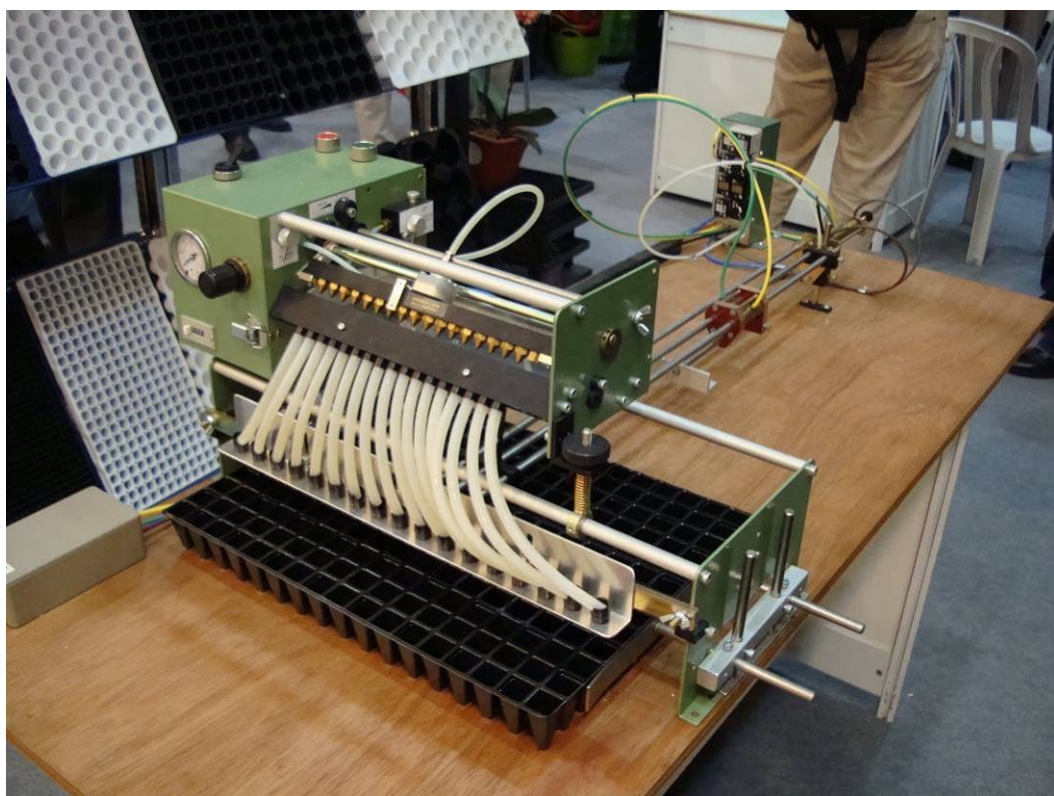


圖 12. 小型穴盤播種機



圖 13. 結合 GSM 傳輸功能的灌溉控制器

Agri tech2009參展廠商分類統計

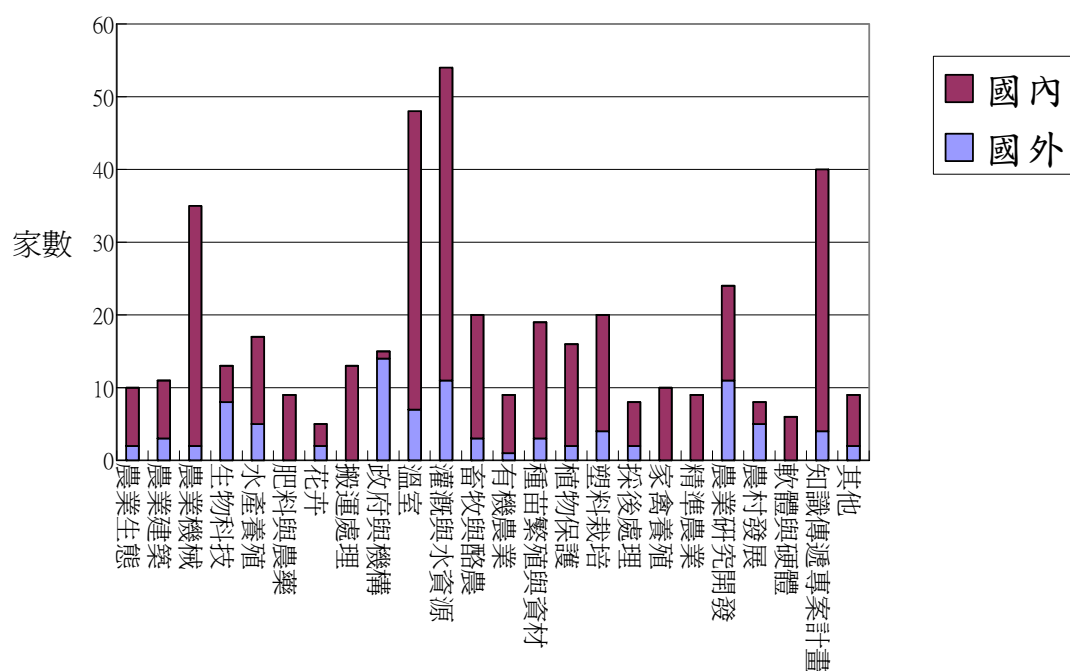


圖 14. Agri tech2009 參展廠商分類統計



圖 15. Netafim 公司的 DripNet PC 滴灌系統



圖 16. 以色列中南部沙漠區之 Mop Darom 農業研究發展中心辦理甜椒品種比較試驗，免費提供適合當地生產品種及栽培技術資訊給農友



圖 17. 不同小果番茄品系試作試驗



圖 18. 以條碼進行栽培作業管理



圖 19. 彩色甜椒模擬貯架試驗



圖 20. 由該研究站研究人員介紹不同顏色網對番茄生育之影響



圖 21. 番茄分級機



圖 22. 準備外銷至歐洲的小果串收番茄

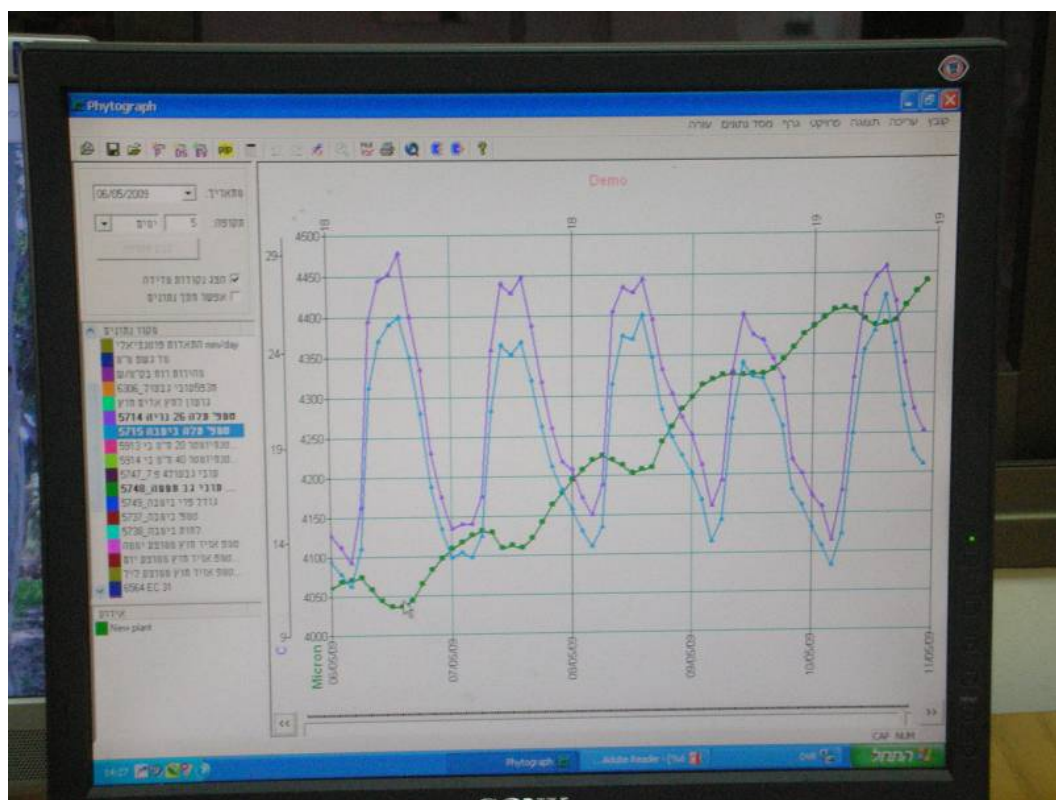


圖 23. 農戶展示田區環境溫度對莖生長影響的監測數據資料



圖 24. 有機甜椒生長情形，生育相當健壯



圖 25. 莖生長監控偵測計



圖 26. 放置在土裡的土壤溫度、EC 值、水分偵測計



圖 27. 利用椰纖袋栽培番茄的示範溫室



圖 28. 椰纖產品係由不同大小顆粒的椰纖混合而成



圖 29. 完成包裝等待運輸出口的幼苗



圖 30. 通過 Global Gap 驗證的育苗室，進入參觀者必須要穿隔離衣



圖 31. 西瓜嫁接苗



圖 32. 葉菜類幼苗管理生育相當整齊



圖 33. 在介質中混入顏色顆粒以鑑別幼苗為該公司出品



圖 34. 完成播種後在催芽室進行催芽

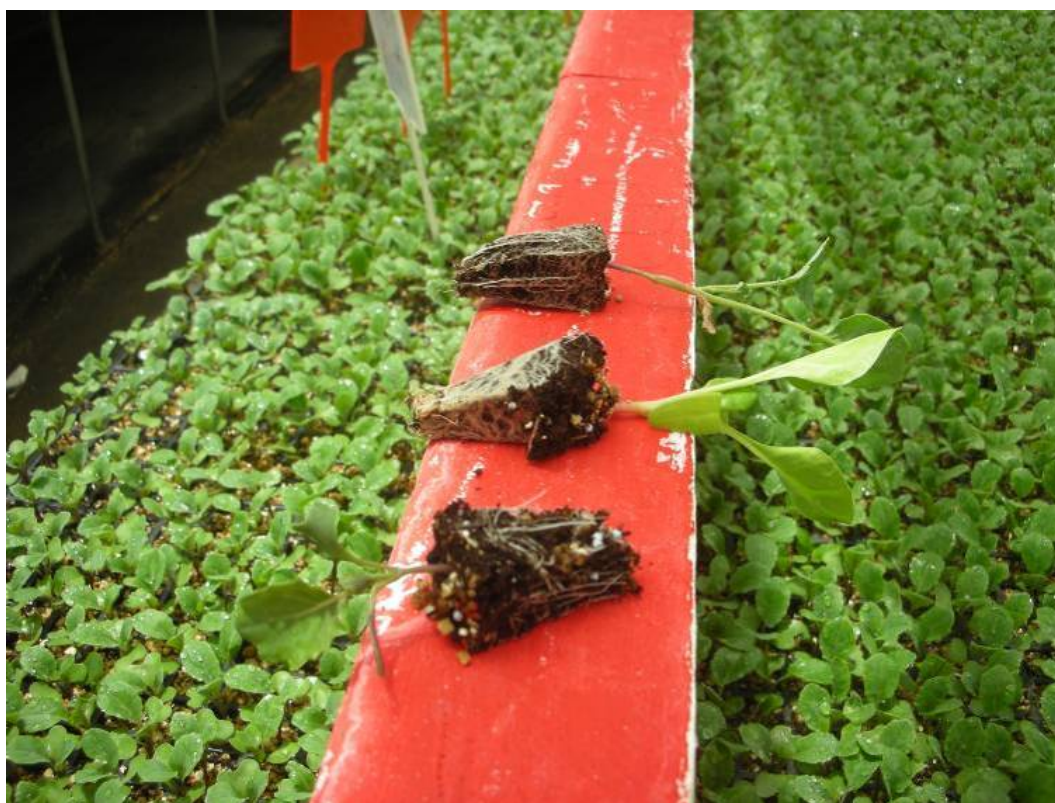


圖 35. 利用新型結構育苗穴盤育苗可減少盤根現象-1(前方)



圖 36. 利用新型結構育苗穴盤育苗可減少盤根現象-2



圖 37. 利用新型結構育苗穴盤育苗可減少盤根現象-3

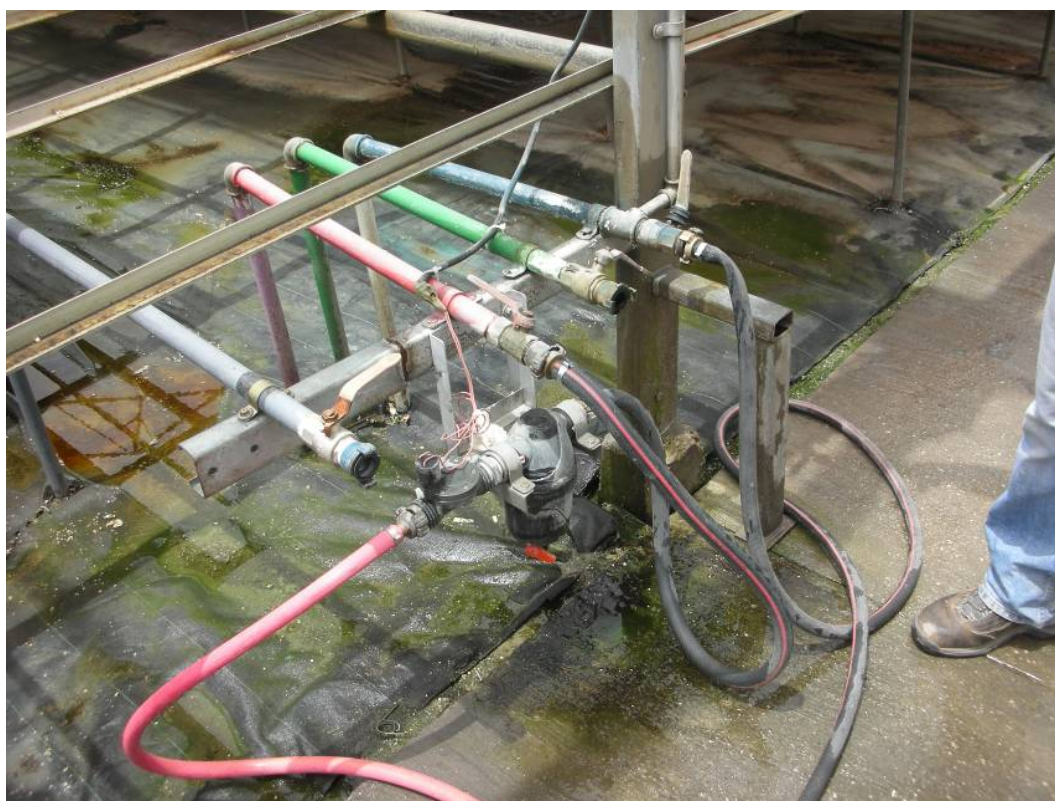


圖 38. 以顏色管理灌溉、施肥及施藥管路



圖 39. 利用定比稀釋器進行注肥肥料管理



圖 40. 出苗標準



圖 41. 壯觀的 jojobe 果園



圖 42. 土表下灌溉的土壤表面僅部分濕潤



圖 43. 實施土表下灌溉的柑橘果園，植株生育良好

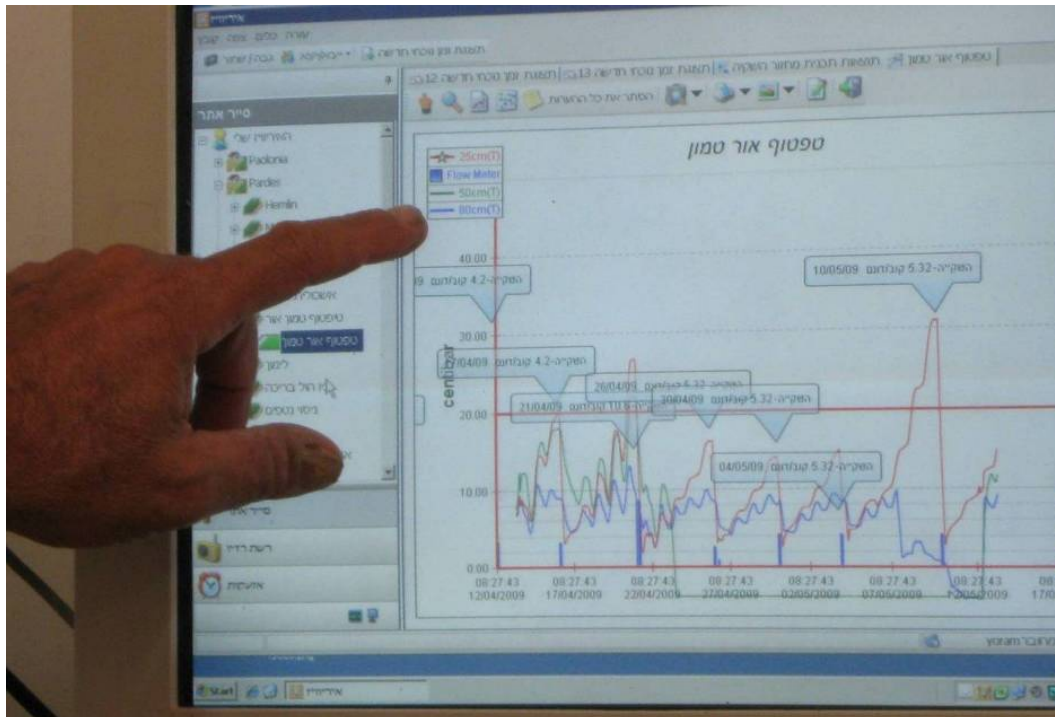


圖 44. 一位 60 幾歲的農民親自講解如何利用田間無線傳輸得到的流量及土壤水分張力數據進行灌溉管理



圖 45. Netafim 公司的藝術品(象徵該公司對水資源的利用)



圖 46. 適合缺乏水資源及電力地區(如非洲地區)的小型灌溉系統



圖 47. 埋設土表下灌溉管線用的曳引機配掛配件



圖 48. Netafim 設計的 pad and fan 玻璃溫室



圖 49. 玻璃溫室內番茄栽培示範



圖 50. 溫室內番茄栽培示範作業(含無線傳輸系統、養液回收系統、椰纖栽植袋等)



圖 51. 夾在草莓葉片上的葉片膨壓感應計



圖 52. 無線傳輸傳送器



圖 53. 無線傳輸流量計安裝實務



圖 54. 簡易氣象站



圖 55. 當地的儲水塘



圖 56. 火山岩植床栽培番茄並鋪設加熱管



圖 57. 植床介質消毒



圖 58. 冬季使用雙層膜保溫溫室



圖 59. 授粉蜜蜂盒裝



圖 60. 內部為活力旺盛之大黃蜂



圖 61. 捕植蟎獵殺有害蟎類



圖 62. 染色及輻照後之大量不孕性雄果實蠅的蛹