台灣蔬菜種苗自動化生產體系之發展

黃 泮 宮

種苗改良繁殖場

摘 要

台灣農村勞力不足及老化，農家所得偏低，發展較大規模之農企經營型態，或能爲台灣農業開創一番契機。

種苗及自動化生產被列爲台灣農業調適方案重點發展項目之一。由於種苗自動化生產爲技術、資本及勞力密集的產業，其投資大回收慢，危險高宜由政府以公共建設方式先行研發以承擔開發成本，俟技術成熟再轉移至民間。擴大投置專業育苗中心，以加速農業升級。

種苗場承農委會支持，規劃及引進一套荷蘭種苗自種化生產體系，包括精密溫室，自動化作業機組，自動化管理系統，並自行發展一些自動化穴盤育苗技術。期望藉本項計畫之執行，能引進新穎生產模式，從而辦理產量評估，提供台灣種苗業者觀摩及做爲將來改善經營體系之參考。本文特將概括性規劃內容及概念記述之。

前 言

台灣經濟快速發展，國民生活水準日益提昇，對植物性食物的消費量大幅增長。依統計資料顯示，台灣每人每年蔬菜的消費量，從民國三十八年的五十公斤，增加至七十九年的一百二十公斤。蔬菜栽培總面積近二十萬公頃，產量達三百萬公噸。成爲民生重要消費品，亦爲台灣農村重要產業。

台灣蔬菜栽培種類繁多，主要包括葫蘆科、茄科及十字花科蔬菜三大類，約佔總栽培面積的三分之二。其中瓜類的西瓜、甜瓜、苦瓜及胡瓜；茄科的番茄、番椒及茄子；十字花科的甘藍類，白菜類及花菜類等主要作物，大多數使用價值較高的雜交一代種子。由於，蔬菜雜交一代種子的利用已形成趨勢，農民對品種及種子純度的要求亦相對提高許多。目前，台灣蔬菜栽培除瓜類外，僅有少數專業育苗場。多數仍沿用傳統自行作畦土播或簡易手工箱播等育苗方式，經常面臨品種來源、種子純度、播種量、育苗勞力及幼苗罹病等諸多問題，導致蔬菜育苗專業知能不足及成本偏高等困境。

復由於，台灣因經濟轉型快速，農村勞動力不足及老化現象，使傳統農業經營不易且所得偏低。所以，發展專業化及自種化蔬菜育苗場，將能大規模的供應價廉物美的優良種苗供

農民栽培，同時爲台灣農耕全面自動化或機械化邁出一大步。

現今，台灣發展良好的水稻育苗中心，遍布各鄉鎮村里，除每年兩期作短短三、四個月插秧期外，多數場所及設備均有閒置現象，殊爲可惜。所以，若能充分利用水稻育苗中心現有設施，僅補充部份蔬菜育苗設備，能迅即成立蔬菜專業育苗場。況且，水稻及蔬菜栽植期大致相互錯開。所以在相同設施裡同時辦理稻作及蔬菜育苗業務，對於專業農戶有增加設備使用率及業務量雙重利益；而栽植農戶則能省卻自行選種及育苗之麻煩。如此，對提昇農業經濟效益，必助益良多；並可進而逐漸擴展至機械移植，管理及採收處理，使蔬菜栽培自動化及機械化一貫作業，將能大幅降低生產成本。

荷蘭位處高緯地區，面積與台灣相若，在政府大力獎勵及農企業集約經營下，其農業產品之質量極爲可觀。尤其園藝作物栽培設施近九千公頃，其中蔬菜約四千五百公頃，主要集中在西海岸。大多數之栽培設施內皆裝置電腦自動控制溫室環境，主要包括溫溼度、日射量、水分及養分供給，甚至病蟲害偵測及防治，以遍置各類感應器，適時獲得微氣候資料及作物生長狀況並提供必要處理以維持設施中作物適宜之生長條件；作物於此控制良好的設施中必可生產出質量均佳的農產品。然而，荷蘭係高度開發國家，人工昂貴，幾千公頃之設施栽培所需耗費之人力物力極爲可觀。鑑此，近二十年來對農業自動化之機具發展及推廣不餘遺力。經反覆實地操作及改進，其機械樣式眾多，適合各式耕作條件，性能優越。例如蔬菜自動化播種機，每日工作量超過三十萬苗，成功率達98％以上，估算其勞動力經濟效益約爲人工的十倍以上。

因此，台灣農業調適方案中，發展園藝種苗自動化生產被列爲重點工作項目之際，引進自動化生產機組，設備及技術，可以克服台灣農業發展瓶頸及難題並加速農業升級的步調。荷蘭在農耕自動化生產機具，設施，技術及制度成功之典範，足堪爲我們借鏡及引用。

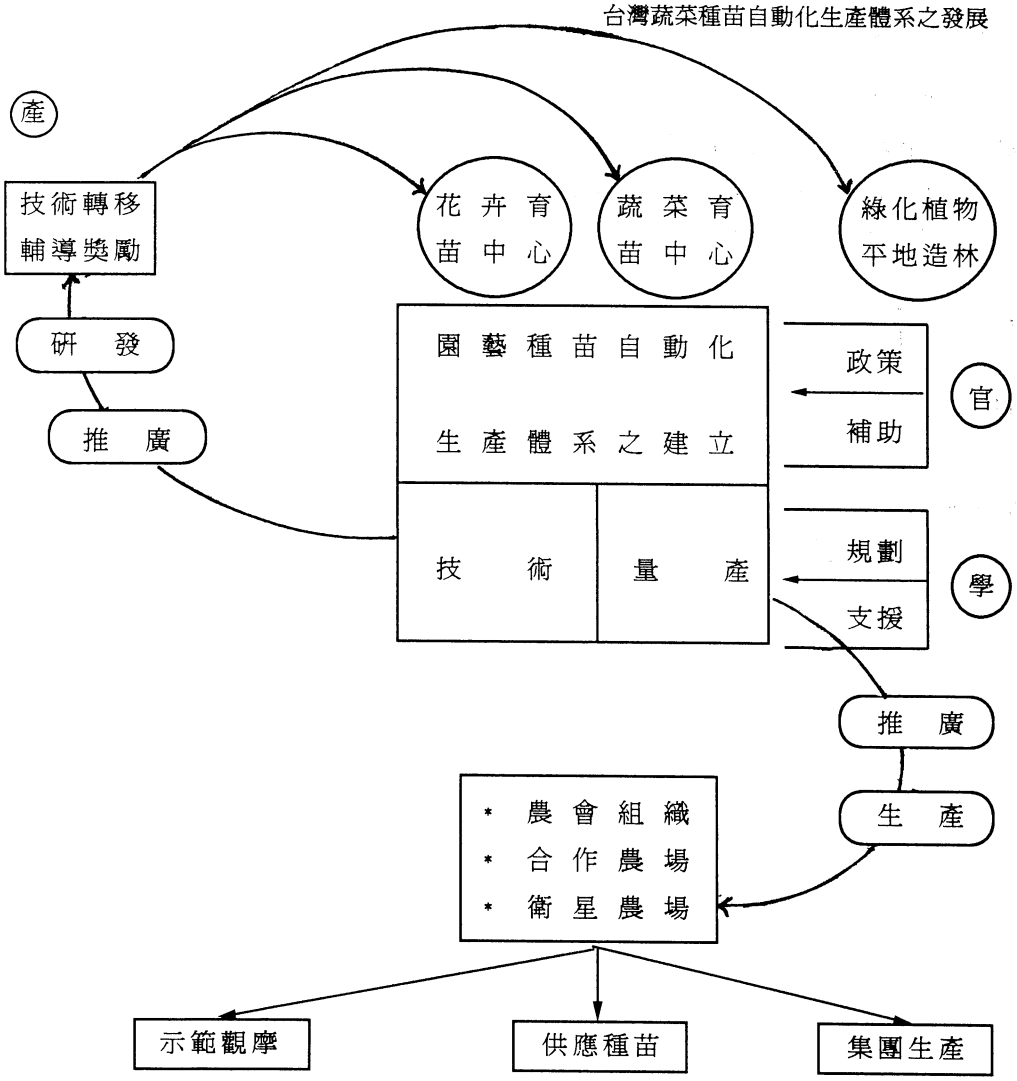
農業自動化生產體系可概分爲三部份：

1.自動化環控溫室

2.自動化作業機組

3.自動化生產管理

種苗場從八十年度起在農委會支持下規劃一套種苗自動化生產體系，主要內涵包括精密環控溫室、自動化作業及搬運系統(Transport system)，同時包括自動化管理系統，期望藉本項計畫之執行能引進荷蘭種苗自動化生產之新穎觀念及先進技術。從而辦理量化生產及效益評估，提供台灣發展及經營種苗生產體系之參考，並藉此自動化作業示範及技術轉移能提昇台灣種苗生產技術及改進品質。同時透過產官學共同合作，以發揮科技整合之功能。

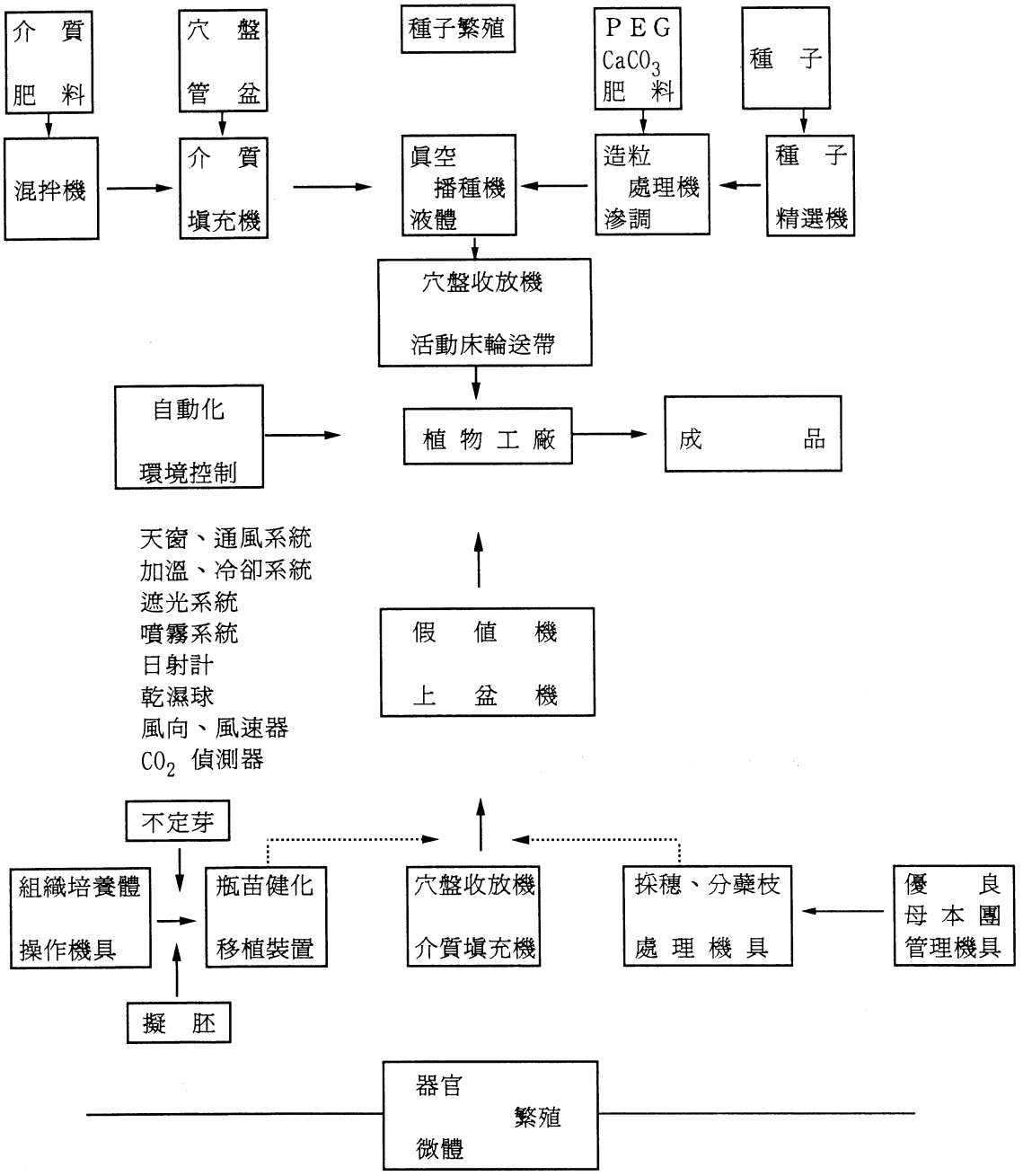


圖一 園藝種苗自動化生產體系之功能示意圖

自動化環控溫室

種苗生產大致上區分爲種子繁殖之種幼苗及營養繁殖之分株苗及組培苗，而蔬菜種苗大都利用穴盤播種方式生產。由於台灣高溫期長達九個月，致使多數種苗在高溫期發育困難或易遭受風雨損傷或罹患病蟲害，因此需要在設施中生產才能提高品質及使用機械操作。概括而言，種苗植株較弱小，對環境變化之適應性及忍受力均差。所以需較嚴密的環境控制等設施來保護。近年來，隨著植物學等基礎研究，人們對影響作物生長之因子瞭解更爲深入。並藉助工業機械及材料科技的進展，逐得以應用人工設施有效的控制及調節作物生長環境以發揮其最大生長力。尤以目前電腦之應用及軟體設計之進步，使得溫室益形精密及自動化。更有助於提昇種苗品質及降低生產成本。

目前溫室環控條件，包括光線、溫度、溼度、二氧化碳、土壤、養液及病蟲害防治。由於作物間對各種環境條件之反應極複雜。因此，溫室內生產之最大功能，需藉助周延的複合環控裝置及軟體設計，同時與自動化作業機組密切配合，方得以完全發揮。其控制機構，大多經由各種感測器(Senser)及電腦組合而成。



圖二 自動化生產體系作業示意圖

例如，多數蔬菜種苗發芽及生長適溫爲20～28℃，溼度70～80％，照光20,000～60,000 Luxs等諸項環境條件，使得台灣地區精密環控溫度之效果在炙夏時受到嚴格考驗。由於台灣夏季降溫之操作方式，就園藝學及農業工程學不同角度所考量之要件或許部份有所不同。從純物理學角度而言，日射量與氣溫呈高度正相關，通風與溫度及溼度有密切關係，而溼度對溫度的昇降有影響。介質理化性及植株本身呼吸、蒸散及年齡對環境條件及生育狀況均有複雜反應。故，假設夏季氣溫昇高時之降溫操作，是選擇打開外部簾幕遮陰以減少能量繼續進入爲宜？還是開啓冷水牆(Cooling pad)及抽風裝置，或啓用冷凍裝置移走室內潛熱？則必需衡量當時植株生長狀況才能做出合理判斷。如果當時爲幼苗成活期，採用外部遮陰及噴霧方式降溫效果良好；如果植株徒長嚴重，遮陰裝置就不得啓用；如果植株葉部病害嚴重，則噴霧降溫應予避免。因此，使得複合環控變得更複雜，需要農學及工程學專家共同努力才能釐定理想的環控模式。是故，合理的環控設計，除使用感測器偵察環境變化外，宜輸入植株生育狀況及所需環境條件，藉以修正中央處理機對微氣候變動之設定值，使得環控操作符合植物生長需求。此種多變異的分析(Multivariate statistical analysis)工作，事先需建立各種環境因素間之直線相關(Linear correlation)，並求得變動一種環控條件對其他環境影響程度之迴歸分析(Regression)，再加植株各生育期對環境之最適需求值，方得找到一些模式來操控溫室的環境。顯然，目前的自動化環控設計尚未能達此境界，應是專家努力的目標。

種苗場規劃之種苗生產溫室，在結構上及自動化環控設計上，除荷蘭現有之系統外，尚有一些本土化的考量。

1.溫室結構體爲大跨度設計：由於溫室結構爲輕架結構，其整個載重遠較一般建築物爲小。因此爲配合機械操作所需大空間及增加室內透光率，溫室設計爲柱間跨距10公尺，簷高2.5公尺，脊高5公尺，屋頂斜率0.5。如此，使得積於室內上部之熱空氣易以溫度梯差來換氣。而大斜率屋頂，使夏季暴雨後之排水及沖洗污著物較有利。唯台灣溫室設計需加重風壓及地震所生應力之考量。本溫室以抗最大陣風50m/sec，地震强度6級爲設計標準。

2.屋頂覆材採用PC板：由於風壓及地震使得玻璃設計在台灣產生破碎問題。加上玻璃污著及長青苔較嚴重，致清洗工作相當困難。採用PC(Poly-carbonate)板，具有無毒、無臭、質輕且强韌的優點。除抗風耐衝擊的特性外，其保溫(熱傳導率0.16Kcal/mh℃)，耐水、耐酸、耐候性及透光率(90％)均非常適合做爲植物生長保護設施之材料。唯目前台灣採用PC浪板覆蓋，使得溫室氣密性較差，故本溫室設計改採PC平板。

3.懸執機械裝置：由於台灣溫室建造及營運成本相當高，爲充分利用設施內地板面積，於溫室桁架上裝置懸執作業機械，如懸臂灑水桿(Water beams)或工作台車均採用工型軌架於空中操作，以增加空間利用率。

4.根溫系統之裝置：由於前述大空間的溫室降溫所耗能源較多，且因室內溫度分佈不均勻，致使全面環控之成本高及操作效果差。因此在植床上另架置冷熱水之根溫系統，能迅速的達成局部溫控。例如在氣溫高，日射强且溼度大的夏季午後雷陣雨之後，使用汽化熱原理之降溫系統效果無法發揮，若僅以外部簾幕遮陰，室內仍顯得悶熱，氣

溫常達30℃以上。除非裝設並開啓昂貴的冷凍機械，否則植物生育受阻和病蟲害嚴重。若利用冰水機根溫系統，則可使種苗根部及附近小區域之溫度迅即降至20℃，讓植株能正常發育。又如，台灣冬季低溫期短，且白天回溫快，加溫常爲間歇性，所以沒有裝置大型全室升溫設備的必要。利用上述根溫系統通導熱水機組，亦能迅速爲植株根圈及小區域加溫協助種苗正常發育。此種簡單價廉而且容易切換之冷熱系統，所造成之溫度改變雖爲小區域局部性且有溫度不均現象。然而，從植物生理觀點而言，種苗發育期間，植株嬌弱體小，根溫對生育之影響往往較氣溫重要。如高氣溫低根溫，植株發育顯著緩慢下來不致造成徒長。因此，尤其在台灣春秋交替季節，冷熱氣團移動頻繁又快速，使得溫室溫控操作會發生昇溫及降溫交替現象，輔此根溫系統得使我們對植株生長所需之環境有較佳的控制系統，以發揮彈性應變功能。

5.外部簾幕遮陰裝置：台灣夏季日射量特別大，造成植株昇溫及蒸散旺盛等生理現象，均不利種苗生長。因此設置外部簾幕遮陰成爲台灣溫室與荷蘭溫室最大的差別設計。以前簾幕裝置順著屋頂斜面呈波浪形，以鋼索及鉸鏈驅動。然而，由於台灣强風使其受風斷面較水平設計之裝置爲大，常有毀損之慮。因此，目前改良爲水平簾幕。唯其實際應用情形尚無正確數據能加以佐證，有待專家研究。

然而，由於玻璃桁架溫室造價昂貴，多數農民仍採用較簡易之鋅管塑膠布溫室。但是，台灣地區夏季暴風，使得塑膠布溫室很容易受到損害。北美地區發展極爲成功之充氣式雙層塑膠布溫室(Double covering a film greemhouse using air)係由紐澤西州羅格斯大學農業環境控制中心發展出來。它利用較低氣壓下的空氣來填充兩層塑膠布再覆被於結構架外面。由於填充之空氣層形成一個良好絕緣設施，使得溫室中熱量進出較受限制，經測試無論降溫或加溫裝置使用時都能減少百分之三十的能源。同時由於整個溫室結構極堅固，加上充氣之塑膠布猶如彈性良好的氣墊，其維持之低壓氣墊在强風吹襲下仍能保持穩定狀態。此仍雙層塑膠布溫室抗風性强的主要原因。同時此種充氣式雙層塑膠布溫室彈性良好，材料疲勞及脆化年限較長，而且覆被工程之固定條用量極小，可增加室內透光率。

充氣雙層塑膠布溫室已於1988年由台大吳中興教授引進，並於台大及台中改良場進行測試。其內部配置冷水牆(Cooling pad)，通風設備及外部遮陰，能有效的使室溫下降11℃。由於其抗風性强，除熱效果尚佳及造價十分便宜。該系統發明人，羅格斯大學農工系主任羅培斯教授建議台灣種苗業者第一次投資溫室時，宜採用此種塑膠布溫室，以減少起造成本。待經營成熟再設法改用較精密玻璃溫室，以發揮漸進效果。

空間是否充分利用，關係到整個溫室系統的生產成本，其內部設計需同時考慮到作業上各項問題。一般種苗溫室之利用可分成兩大類。第一種係直接將種苗擺置地面，但是必需配合性能優越之育苗盤收放機(Box-o-matic)或無人搬運系統(Agrirobot)，通常應用在較大規模且單價較低之蔬菜育苗場。第二種將育苗容器擺置在植床檯架上；目前大都採用可移動式植床，其溫室地板有效利用率超過百分之八十五。

但是，對許多大型盆栽或放置時間較長的蔬菜種苗；例如，荷蘭番茄育苗至第二花序，植株高度超過五十公分再出貨；植床成本高且使用不方便，因此，羅格斯大學農工系亦發展

出多孔水泥地面。其做法爲地板形成過程只用碎石及水泥而沒有滲拌細砂，因此結固後形成許多碎石間隙。由於多孔隙地面排水良好，地面不易著生青苔對維持高溼的瓶苗移植溫室效果良好。其主要優點包括：

1.植物器盆能直接擺置地面底部仍通氣良好。

2.可免除地面著生雜草及青苔。

3.地板利用及規畫毫無限制。

4.地面硬度足承載輪式機械在上移動。

5.人工澆水排水良好。

6.地板可配置加熱系統迅速增高地溫。

其配方爲：

2,700 Ibs 1公分碎石＋5.5包水泥＋88公升水

混拌必需迅速均勻，其RC硬度超過600 PSI。灌漿厚度若超過 8公分時，其強度足以承載輕型機械在上面移動作業。經過栽植植物後，地板孔隙殘留之雜物可使用强力吸塵器清理之。目前美國北部使用此多孔地面時均設有地面加熱系統，其熱能傳導極快(因孔隙多)，最底面墊有絕緣保麗龍。因此能有效的提高根溫、且十分節省能源。在美國平均每平方呎造價約三十美分，配有加熱管成本爲六十美分，成本不高。尤其此種多孔水泥地面在台灣高溼環境下，對保持地板乾燥及清潔應十分適用。

自動化作業機組

蔬菜種苗自動化作業機組大致上可分成介質填充、播種、灑水覆土及後送裝置。在荷蘭大規模育苗公司之介質攪拌，供盤，填充及輸送至播種區之作業機械相當大且有效率。台灣由於種苗自動化生產剛起步，經實地觀察及評估，初步選擇 Visser 公司產品包括：

1.FX-40之供盤及介質填充機

2.P.S.L.眞空播種機及流體播種機

3.SB-40之澆水及覆土機

4.積盤機

組成播種作業機組，全部由PLC(Programmable Logic Controller)控制形成線型作業機組。經兩年來實際作業情形顯示，其穩定性，安全性，精密度及作業效率均十分可靠。其性能如下述：

1.自動介質填充上盆裝置：培養介質經輪帶式循環系統自動上舉，再傾入育苗穴盤中。上方有一支往復式動力毛刷能掃平盤面以利播種。全部裝置長度2.65公尺。前端邊側另裝有自動供盤荚，每小時能供應標準穴盤(60×40)公分150個。

2.眞空播種機裝置：採用PLC全自動控制，包括播種吸頭，穴盤輸送，穴格位移均以步進式連線作業，播種區台面長度2.55公尺，寬度0.4公尺。播種吸頭位於穴盤輸送帶正上方，具24個吸孔，孔徑0.25公釐，且播種頭能任意更換以適合播大小不同的各類種

子。播頭下方橫置種子槽，吸頭移至槽中以眞空方式吸附種子一粒，再舉昇位移至種子導落管上緣將種子丟進去，該種子沿著塑膠導管精確的落在正下方育苗盤穴格中。每個標準穴盤(12×20) 格只需20秒即完成全部播種動作，精確率99%以上。

3.流體播種機：部份作物種子需要經滲調處理才能萌發整齊，則需採用流體播種裝置。首先把經過糖比重液篩選出胚芽1～2公釐之萌發種子，置於水浴式種子槽中。水槽底部經加壓湧昇1～1.2 Bar的水渦流，使種子形成循環式飄浮狀，再以特殊眞空吸頭移至水槽中吸起滾動中的種子，然後舉昇位移至穴盤上方，再如眞空播種機程序完成播種動作。

4.覆土及後送裝置：播種之穴盤自動移至後段予以覆土及澆水，再送至發芽室或培育室。覆土採自動滾輪式，能使用珍珠石、蛭石、砂及土壤等各種介質，並附具動力刷覆平土面。覆土後移至澆水區，澆水箱具五個細霧噴頭，噴水微粒大小直徑150～200 μm，噴水時間20 秒。

5.積盤機：播種完畢之穴盤，利用氣動舉昇，自動將穴盤堆積 3-5個以利輸送。

自動化育苗技術

自動化種苗生產之硬體設施，固然提供了良好生長環境及提高了工作效率。但是，育苗是否成功仍需藉助優良之育苗技術。諸如，適當的介質，高品質種子，合理之水分及養分管理，嚴密的病蟲害管理及成苗貯運技術等都有嚴格條件。

1.育苗介質：穴盤育苗或土塊育苗，由於每個孔穴所含介質量甚少。因此，介質是否適當關係到種子發芽及植株根系發育，均會影響育苗成功率之高低。絕大多數歐美專業種苗公司，均採用泥炭苔爲主要介質材料，再配以眞珠石，蛭石、沙砂等等。由於泥炭苔保水力强，陽離子交換能力大，本身質輕不易分解，適當調配後孔隙度大而排水及通氣均佳，爲目前最理想之介質。但是，泥炭苔偏强酸性，易造成微量元素吸收困難，且不符合大多數植物生長習性，使用時需調整至微酸性以利幼苗發育。目前，台灣泥炭苔價格昂貴，而且本省高溫多溼環境使育苗期較長之泥炭苔穴盤表面易著生青苔。因此，如何開發合理配方及開發價廉物美之本土化介質，亦是值得深究的課題。譬如，台灣具有的稻穀，洋菇廢土，鋸木屑及樹皮都是廉價量大的材料。在兼顧及理想介質應具備保持水分及養分、通氣及排水的條件，並對理化性驟變有緩衝能力；發展本土化介質合理配方，對降低生產成本相當有利。

荷蘭蔬菜及花卉自動化育苗多數採行穴盤，然單位面積定植株數較少的大型作物，如胡瓜，番茄則大多採用土塊(Soil block)育苗。土塊以泥炭苔經細碎調至適當溼度再擠壓成塊狀。同時土塊切割之小塊上面自動打個播種穴，基部三分之一相連以利裝箱及運輸而不易鬆散。唯土塊育苗之搬運耗損較高，所需材料較多，其介質之成本較不利於台灣地區之種苗產業。同時台灣高溫環境，使得土塊供水及保持土塊形狀不易，尙待評估其可行性。唯其育苗時可免除穴盤處理及回收，同時能育成較大植株，乃

爲工歐美採用之優點所在。

2.種子品質及預措：自動化穴盤育苗生產體系裡，高發芽率的種子具有絕對必然性。因爲，此種育苗體系均爲高投資的集約栽培，若播種發芽失敗，除延誤生產時間，尙需花費大量成本加以整理或丟棄，將蒙受雙重損失。是故，種子品質良否會影響到育苗成效。而種子經適當預措處理，大多能夠提高發芽率及發芽勢。同時亦可到達發芽整齊的要求，這點對自動化穴盤育苗生產體系是很重要的。

種子發芽可概分爲吸水期、生化轉化期及萌發期三個階段。經浸潤及滲調處理的種子會同時進滯第二期，俟播種後能迅即進到第三期而同時快速萌芽。這類處理技術對發芽活力弱，發芽阻礙大，或發芽易受環境干擾的作物，如萵苣增强發芽活力。其他預措如番茄種子表面絨毛的去除和休眠性種子的低溫或藥劑打破處理，都有助於利用機械化播種的成果。預措及造粒種子播種後移至發芽室或溫室中發芽。多數種子的發芽條件，包括溫度、濕度及光線三項。其中光線對多數種子發芽並不重要，因此發芽室內可採穴盤堆積發芽溫度維持26～28℃。

因此，目前自動化育苗生產體系對種子的要求有四類，其目的均有提高其發芽率及發芽勢。

①精選種子(Conditioning seed)

②高能種子(High energy seed)

③滲調種子(Priming seed)

④造粒種子(Pelleting seed)

種苗場曾以甘藍種子爲材料，經比重篩精選後再浸潤處理，能將其發芽率提高6～8％至98％的水準。雖然，經特殊處理之四類種子價格昂貴，但其育苗成功率高，品質均勻及管理方便所產生的效益，仍爲多數歐美種苗公司採用。

種子造粒之填充材料以過氧化鈣爲主。其造粒後之重量爲原來的10～30倍之間，其增量原因在使粉衣材料填平種子表面，使成圓球形顆粒以利眞空播種。增量倍數則視種子表面平滑度及長寬比有關。愈接近球形及平滑表面之種子，增量倍數較低即能造粒成圓形。如甜椒通常增量15倍，甜菜增量25～35倍，萵苣30倍，菸草70倍，蠻苔屬8倍，使其造粒種子在3.5～5.5mm以利機械作業。

造粒方法先將定量種子(約1～2公斤)全部放進粉衣鍋中，粉衣鍋爲純銅鑄造可使其內壁有相當粗糙度以利種子均勻滾動。粉衣鍋中軸與水平線夾角三十度，順時鐘迴轉，速度每分鐘40～200 轉，視種子表面平滑度及造粒之直徑大小而定。操作時分數十次添加氧化至鍋中，同時以造霧噴頭噴水使種子表面保持微潮狀，以便粉劑逐漸粘附上去。造粒過程中依作物需求另添加少量營養劑或化學藥劑，以利種子發芽及發芽後病蟲害防治。譬如，乾旱地區可添加高分子吸水材料。造粒是否成功決定於粉衣鍋轉速及種子表面溼潤狀況。旋轉目的使得鍋中種子完全分開不致因加水而相互沾粘，其分離良否與鍋壁粗糙度及種子表面平滑度有關。種子溼潤目的使得粉劑一層層包裹上去，分次添加粉劑仍在防止大量粉劑結塊。因此1～2公斤的種子造粒時，每次僅添

加20～40公克粉劑。但是造粒過程全賴操鍋老師傅之經驗才能成功，便有人稱種子造粒爲藝術作品。造粒種子尙需經表面固乾及篩選方告成功，其種子大多已經預措處理，比較不耐貯放，宜在60天內播種。

3.育苗管理：種子萌發後，開始進入初苗期需要高溫濕才能促進幼苗生長。第一本葉張開後，對光線的需求大幅提高，30,000 Lux以上的强光有助植株矮化及葉面積增加。由於穴盤育苗株距狹窄，因此矮壯的苗株有利於管理、運輸及移植。可採用減少水分供給，降低溫度以達到植株生長緊密的要求。台灣高溫育苗時植株易徒長不利於根系發育必需減少養分及水分供給。

不同水分管理亦會影響幼苗品質，經 water stress 的植株較矮化健壯，但 water stress 不易控制，所以難免會有下位葉黃化現象。發芽時穴盤中介質高含水量則發芽迅速整齊，而在高水分張力下則受延遲，所以在穴盤育苗中初期種子先予浸種及提高培養土濕度可促進發芽。在第二片本葉時莖基部尙未硬化，太多水分及養分易造成莖部徒長對穴盤苗的矮化非常不利，所以通常在子葉剛出土時給予輕微的 water stress 可有效矮化穴盤苗。因此，台灣高溫期育苗第二期以前必需控制其生長量。供水採用噴霧設備較有利於幼苗生長，其噴灑水滴微粒愈細愈有助於氧氣供應，其中以超微粒噴頭(20～60 μ m)效果最佳。供水時，若含有過量的氯、氟、鈉、硼及鈣，常會引起發芽障礙。而水中EC值超過臨界值(EC<0.75 ～1.0)會引起根及芽發育障礙。台灣自來水含氟量過高，地下水鹽類濃度亦高及河川污染，因此掘池貯備雨水不失爲可行之道。整個育苗第一、二、三期隨植株增大而提高供水量，第四期則應予健化處理。

育苗盤植穴太小致保肥能力差，故大多使用液體肥料，以少量多次方法隨噴霧系統迅即施澆。養分的管理可概分爲三段，播種至初苗期，施用 25～50 ppm低濃度之完全肥料爲宜，初苗至成苗期則以較高的100～200 ppm完全肥料施用之，此期尙需檢視植株發育狀況及介質酸鹼度而調整施肥量，每三天給肥一次以育成健壯苗木。移出前略行健化處理能提高成活率，此階段大多以降溫，減少水分並不予施肥來控制植株徒長或生長過旺。

4.自動化輸送系統：種苗生產以後最大的問題是數量龐大，尤其是蔬菜若沒有很好的後送系統就需要耗費很多人工來處理。所以在歐洲一些大規模蔬菜育苗公司就使用育苗盤收取放置機，這種機械往前可收盤，往後開就放下盤非常方便，二人一組能夠作業大面積非常經濟有效率。另外，歐美許多較進步之公司大都以植床育苗後，再採用輪軸活動裝置來輸送，此項仍種苗場執行農委會計畫「園藝種苗自動化生產體系」所採用之設計。最高級的輸送系統爲無人的Agrirobot系統，它是利用一個XY軸的方式，達到眞正自動化搬運的植物工廠境界。

5.成苗貯運：經過自動化育苗管理30～40天後已經成苗。其成苗的認定依作物不同而異，一般以4 片本葉爲主，在歐洲設施完善在溫室中育苗移出種植也在溫室，所以就生產溫室複耕指數而言，對種苗的苗齡要求較小一點。在台灣由溫室移至田間環境不太一樣，需要接受比較嚴格的考驗，所以希望種苗比較健壯。但是穴盤苗要移出時運輸

上會發生一些問題，例如：如果種苗苗齡較大，如番茄要求到第二花序才能出苗，則因植株高度非常高，必需用墊框的方式加高運輸容器，以便於卡車運送時不會有壓傷的情形。然而，較矮壯之穴盤苗在台灣運輸時可能會面臨的問題是：台灣溫度高，運輸距離雖不長，但是運輸車均無加濕設備，所以，成苗在運輸過程中會嚴重失水。因此，爲保持成苗貯運壽命，在種苗介質中需加入一些親水性高分子材料，這些高分子材料的功能有：①調節介質滲透壓，如果比例較高甚至可達到矮化效果。②本身會蓄積水量，例如gel的吸水材料可吸收其重量100倍的水，在長途運輸過程中可持續釋出水分，使植物不會萎凋得很厲害。③添加gel之穴盤苗定植在灌溉不方便的田間可幫助其初期生長。

前面敘述之所有硬體或軟體設備在生產過程均可透過電腦自動化管理。於美國紐澤西大學方煒博士發展了一套專家軟體可從電腦中叫出各種不同作物生長模式，包括從訂貨、配購置、倉儲及育苗時間、環境控制、出貨，全部可在電腦中處理。由於機械化及自動化過程除了提高品質外，亦在追求利潤。而利用電腦自動化管理可能是追求利潤的一項重要利器。

6.病蟲害管理：在設施中有許多病害和田間有所不同，其因歸結爲溫室中微氣候改變；如光是漫射光，濕度較高，通風不良，室內上下溫度階梯較高。此種微氣候相的改變，導致微生物相亦跟著改變，因爲密閉室病蟲害發生較嚴重。因此，經由研究以深入瞭解設施中病蟲害之生態而加以控制之。由於①施藥對病蟲害管理若稍有疏忽幼苗植株會受到很大影響，例如萎凋，下葉黃化，所以必需藉助於自動化環控溫室，包括降溫、給水、施肥、噴藥都用感測系統，透過設定軟體管理避免人爲疏忽造成傷害。②通常下午噴霧對降溫非常有幫助，甚至干擾小菜蛾的產卵行爲，但往往會造成甘藍露菌病的大量發生，尤其葉背上產孢非常嚴重，因此，必需深入探討該如何達成二方面的平衡。包括結球白菜也有許多生理上的障礙，穴盤育苗對於防止土壤傳播之病害極爲有效，但是對於葉部病害則有增加的情形，這也是種苗自動化生產過程中必需兼顧的地方。

7.機械移植：整個種苗自動化生產後當然不希望是以人工方式移植，而是配合後續的機械移植。一般國內國外的機械移植是不同的方式，在國外以曳引機來拖拉移植機具，通常4～6人坐在椅上，將育成的苗丟入種苗導落管裡，定植在田間。國內桃園場也發展小型單行式移植機，對於台灣以後蔬菜生產機械化很有幫助。

所有蔬菜種苗生產希望達到一個境界，即品質高成本低；而成本低可藉助於機械的高效率作業和良好的生產管理，但是高品質可能要藉助很多科技來幫忙。在種苗場經過兩年試驗及量化生產，發展出一套甘藍的管理模式：種子於高濕度發芽後馬上給予2～3天輕微的 water stress 可使子葉高度(中胚軸長度)由 5cm縮短至1.5cm，比1.8cm的土拔苗還低。於第一片本葉至第二片本葉時控制使其低度生長，因爲經測定此時莖基部還未硬化，若給予施肥或太多水分會導致快速抽長生長。俟第三片本葉至第四片本葉給予較多的養分水分促進生長以增加葉面積。此時莖基部已硬化，無抽長情形，

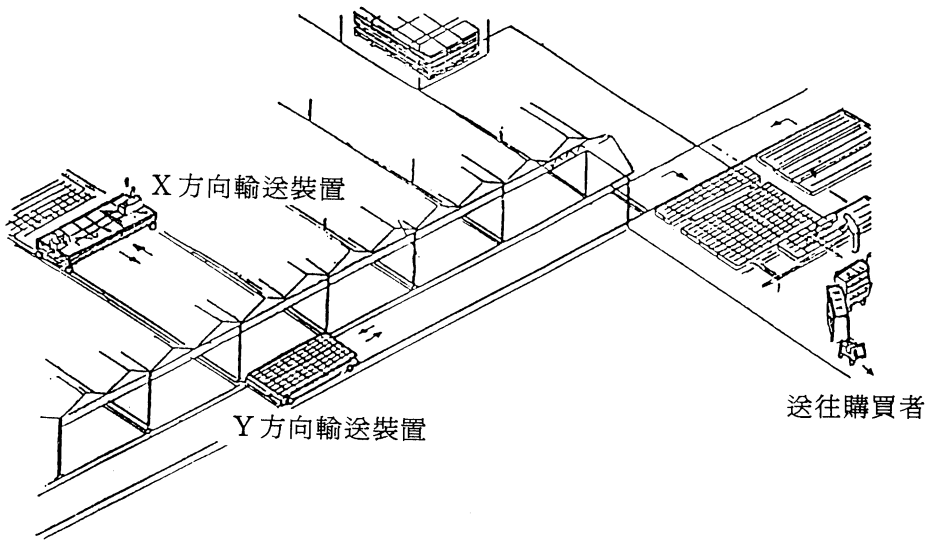
而植株因生長良好，葉片在適當的照光及輕微缺水下臘質較多。得此成苗莖基部非常矮壯，且葉片等地上部生長良好之優良種苗，對移植成活率之提高非常有利。

目前一般農民對穴盤苗的接受意願尚有保留，乃因穴盤苗雖然移植成活率高但是植株很小移植較難。穴盤苗整株重量不及土拔苗的三分之一，所以如何提高地上部葉面積增加種苗品質也是目前努力的方向之一，包括多數蔬菜及花卉採此種模式管理，將能生產出優良種苗。

穴盤苗移植到田間時，無論天候情況、土壤狀況、機械或人工栽植，由於根系非常完整幾乎沒有受到傷害，所以恢復期很早，在此情形下移植成活率可達99％以上；且恢復期很短幾乎沒有，所以可提早採收。實驗結果甘藍可提早5天採收，甜椒可提早21天，對農民所得之提高助益很多。

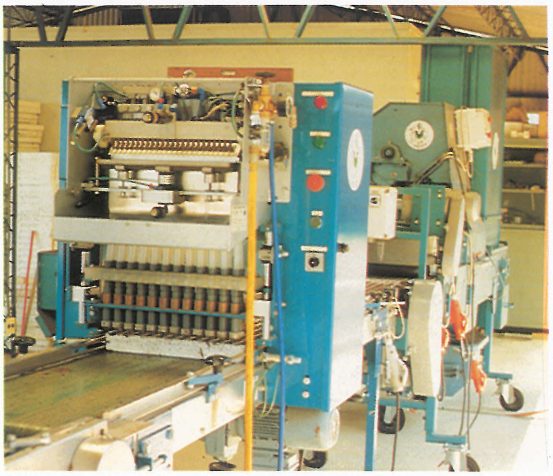
結　　語

因此，儘管台灣農業發展之大環境相當不利；諸如，國際貿易自由化之衝擊，生產規模太小成本太高之缺點。若能效法歐美發展農企業之自動化生產成功典範，或能創造台灣農業另一番契機。



圖三　Agrirobot 示意圖

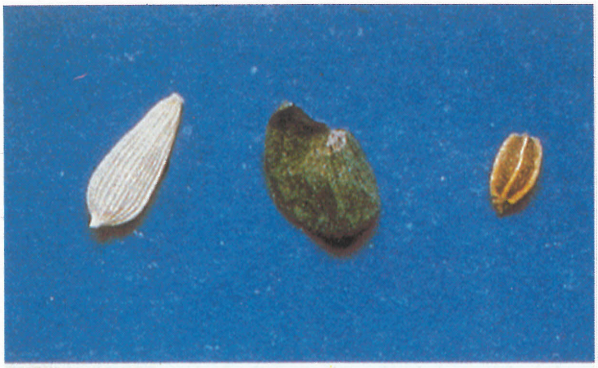


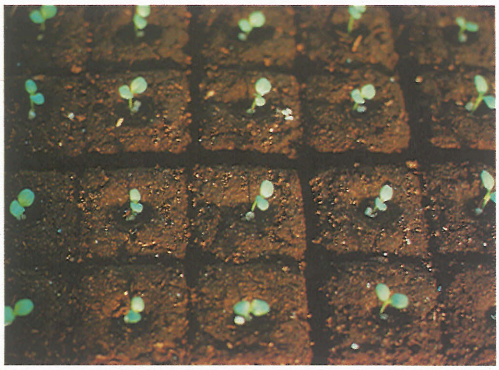


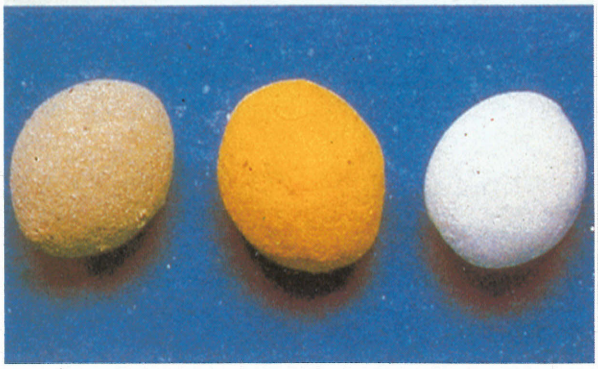


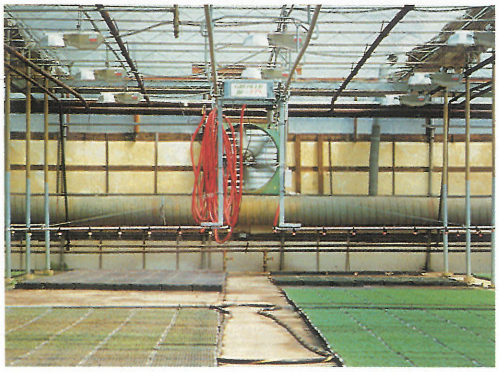
圖四　荷蘭Venlo-type溫室
圖五　Visser公司眞空播種機組
圖六　流體播種機，吸頭上之種子已萌發

4
5 | 6









圖七　種子造粒情形
圖八　土塊育苗之胡瓜
圖九　自動化灑水臂



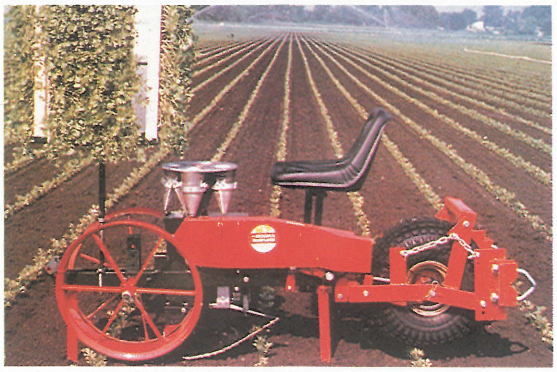




10 | 11
12

圖十　穴盤收放機(Box-o-Matic)
圖十一　植床輸送系統
圖十二　萵苣優良種苗







13
15
14

圖十三　番茄第二花序之成苗
圖十四　甘藍本土化介質育苗試驗
圖十五　穴盤苗移植機

討　論

林茂維問：

1.穴盤育苗在苗期管理上較爲困難，是否可以育成半成品苗再交給農民種植？
2.穴盤育苗在水分及肥料上管理如何自動化？如何降低穴盤育苗之生產成本？
3.是否可開發本土化之育苗介質及研發省產之自動播種機？

黃泮宮答：

1.穴盤苗之苗期可區分爲發芽期，子葉展開期，葉片生長期及成苗健化期四階段。通常Stage I及II因植株尙幼嫩對環境抵抗能力較弱，管理上難度較高；而StageIII及IV則植株生長良好，管理上僅需注意水分及養分之控制。所以，在荷蘭已經有較細分工，即一家設備較完善的種苗公司生產Stage II的幼苗，再移至第二家設備較差的公司繼續育苗。但是，因爲育苗期分成兩次及兩地，會增加運輸費用及運輸耗損，所以，此法只被單價較高，苗期較長的花卉種苗公司所採用。
2.水分及養分管理自動化，在機械設備及電腦控制上非常普遍而且效率很高。例如：經由電腦設定或由感測系統，均能自動供水及施肥。但重要的關鍵在於，如何設定電腦程式，告訴它何時及如何供水施肥才屬於適當及合理。因此，必須透過作物生長模式分析，完全瞭解各種作物在那一生育階段最需要之生長環境，再將所得資料轉換成參數鍵入電腦中，方能設定控制程式。此項作物生長模式分析，種苗場已選定甘藍及甜椒進行研究中。
3.穴盤介質大多採用泥炭苔，主要爲泥炭苔具有保水能力强，陽離子交換能力强，本身質輕不易分解，適當調配後排水及通氣良好等優點，於日前被公認爲最理想介質。但是，台灣泥炭苔價格昂貴，且高溼環境下表面易著生青苔亦造成使用上之限制。因此開發本土化介質，如稻殼、鋸木屑、洋菇廢土及樹皮等均爲價廉量大之材料，或許可做爲良好培養土。唯穴盤孔穴極小，每穴格所含介質量小，經試驗現有本土化介質固有其優點，但缺點更多，尙無單一介質之理化性超越泥炭苔。因此，在理想配方之本土化介質開發成功之前，穴盤育苗仍以泥炭苔爲介質較適宜。桃園場已研發成功國產自動播種機，其仍採眞空吸頭設計。唯本省農機使用數量一向偏低，自動研發成本相當可觀。於目前，桃園場之自動播種機已在區域小農推行。