

美國蔬菜移植栽培與收穫機械及 預冷保鮮機械之設計應用

The Application and Design of Machinery for Vegetable Planted, Harvested and Precooling in U.S.A.

桃園區農業改良場助理

張 金 發

Chin-Fa Chang

摘 要

蔬菜為臺灣主要作物之一，其年栽培面積約 188,000 公頃。由於近年來工商業之發達，使農村勞力逐漸缺乏，工資上漲，因此提高蔬菜之生產成本。為了解決此項問題，降低每公頃之作業工時，可以選用大馬力及多行數、高效率之農機具來耕作，或從加強操作者之熟練度着手。

展望未來追求更高效率之蔬菜栽培機械化，亦即更省工且能降低生產成本之機械化模式仍待建立。蔬菜耕作全面機械化須積極推動。

美國由於新型農機具之應用於蔬菜生產栽培，工作效率不斷之提高，而相對趨向企業性農業機械化栽培，以提高收益。筆者經省府選派赴美學習蔬菜機械化生產技術，研習之範圍包括：整地、育苗、播種與移植、灌溉、中耕管理、收穫及預冷保鮮等工程之技術與知識，將參酌我國農業環境予以有效利用，以期加速促進我國蔬菜全面機械化之栽培。

Abstract

Vegetable is one of the important crops in Taiwan as its total cultivated area is around 188,000 ha. In recent years, the increase of production cost for vegetable growing is very rapid due to the shortage of labor so as higher wages. For reducing the labor working hours and costs in producing vegetable, farmers may use bigger and/or more efficient machines.

The more efficient mechanization is still desired toward the goal of saving labor and deducing production costs. The promotion of overall vegetable-mechanization through the development of machinery for vegetable cultivation, needed to be accelerated.

For increasing the working efficient and to get benefit in producing vegetable, farmers in U. S. A. use bigger and more efficient machines. The program in which I got from provincial government called: The application and design of machinery for vegetable planted, harvested and precooling in U. S. A. This studied include: land preparation, nursery operation, seeding and transplanting, pesticide spraying, harvesting and precooling for vegetable production. I have learned some new knowledge and technology that can help to accelerate farm mechanization for vegetable.

一、前 言：

臺灣地區蔬菜栽培面積二三、六五五公頃，產量三、四一六、三二八公噸，其栽培至收穫，除整地利用耕耘機及病蟲害噴霧機外，多需要依賴人工作業。不但費時費工而且增加生產成本。近年來政府有鑑於此，乃積極補助有關大專院校學術機構及農業試驗所研究改良蔬菜栽培之機械，唯目前尚甚多問題待突破解決，以致無法在短期內發展供農民使用。而美國有關研究機構及廠商對此類機械之研究開發亦十分重視，研究成果豐富，均可作為我國研究人員研習之借鏡，以提高研究人員之水準，及研究成果，並促進本省蔬菜栽培之機械化。

美國由於新型農機具之應用於蔬菜栽培，工作效率不斷提高，而相對趨向企業性農業機械化栽培而提高收益。雖然美國農業機械大部份採用大型化之應用與我國農業環境所需不能配合而無法直接引用，但機械之局部結構與作用原理及性能仍足以提供國內蔬菜機械化栽培改良上寶貴資料，加速解決我國目前所遭遇之困難或啓發新的改進途徑。針對此問題，職承臺灣省政府農林廳之補助，與行政院農委會之核准，自七十六年四月十六日至七月十三日為期三個月，前往美國加州大學戴維斯分校、其他大學、農場及工廠等研習蔬菜栽培之農業機械及預冷保鮮工程，獲得些寶貴之農機資料與心得。由此次研究學習所得之新技術與知識，將參酌本省的農業環境，予以有效的應用，加速農業機械化發展效果。

二、整地機具：

曳引機為農業生產重要工具之一，為了大農場之需要，美國農用曳引機之發展朝向增加曳引機馬力與工作能量及機體堅固，並研製四輪傳動型應用。為使操作人員安全與舒適，駕駛室內設有空氣調節與音響，以減少噪音及引擎振動的聲音。又為了提高曳引力量，除了四輪、六輪、八輪巨型輪胎式外，另有大型履帶式之曳引機。整地機具以大型圓盤犁、圓盤耙、板犁及深耕心土犁（並可兼施肥料、有機肥料及穀殼等）。為提高四輪傳動曳引機之工作效率，進行曳引機前後端均附掛雙向板犁（Front-Mounted Plow）（如圖一）共二套，每套裝有二個至四個十四吋或十六吋之犁體，目前在密西根大學農工系正進行田間操作試驗研究。

三、育苗機械：

美國蔬菜生產區域化和操作機械化是其蔬菜生產的特點，所以其蔬菜的育苗也是適應這種蔬菜生產方式。當地有許多蔬菜育苗農場，進行大規模專業化的機械育苗，其育苗作物種類有蕃茄、萵苣、花椰菜等。南部地區可以在露地育苗，但大部份在塑膠溫室內作業，北部育苗的溫室中還需要進行加溫。茲將有關育苗機械分述如下。

（一）育苗材料：

美國蔬菜育苗所應用的育苗材料，常用的是泥炭或泥土加等量的蛭石和一些化學肥料，或是等量的泥炭和砂壤土配合。

（二）自動裝土機：

將粉碎的育苗土壤由輸送帶送到自動裝土機之盛土漏斗，就可自動將育土裝入育苗箱或育苗鉢內。裝土機之工作速度因機械的種類、型式，育苗鉢之大小不同等而異。一般如果應用每箱一二八格之育苗箱（每格 3×3 公分大），每小時可裝四〇〇個，育苗箱裝妥育苗土即可播種。

（三）自動播種機：

本機可自動的進行準確播種於育苗箱或育苗鉢之每一格或每個小鉢內播種一粒種子。機械式播種機（如圖二）都需要使用粉衣（coating）之大粒種子，因此目前正推廣使用真空吸力式播種機（如圖三）可直接吸附種子而不必經過粉衣，且可精確播種一粒種子，其種子吸盤之吸孔有套上橡皮製橡頭，以吸附較大粒之種子（如甘藍種子等），但如果種子直徑細小（如菸葉種子）則不用橡皮套，直接吸附在種子吸盤孔內，至於吸附多餘的種子，則利用附設之軟毛刷刷掉，只剩餘一粒種子吸附在種子盤孔內。種子吸盤作四分之三圈迴轉，其在上方運動時為吸附種子，運動到下方四分之三圓週時利用吹氣的方式將種子吹入育苗箱方格內或育苗鉢之每個小鉢內，由於本機加設有振盪器，振盪種子箱內之種子（如圖四）使達到精確播種。經調查其吸力在 20 mmHg ，吹氣壓力 15 psi ，可吸甘藍等的種子，每小時可播種一二八格之育苗箱（每格三公分大）四〇〇箱，每格播種一粒種子，播種精確度高達 96% 。

（四）覆土與灑水作業：

播種後經由覆土機覆上一層薄的土壤，或育苗材料於育苗箱或育苗鉢上面。育苗播種完成即進行

灑水，以便催芽及綠化工作。

(四)催芽與綠化管理：
播種後的育苗箱或育苗鉢放在能控制溫度和濕度的溫室中，並且設有噴霧器，每隔15分鐘自動噴水一次，催芽與綠化的時間約10天。美國一般蔬菜之育苗，以培育短齡幼苗為主及配合蔬菜機械化生產。

四、蔬菜種植機械 (Planter for Vegetable)：

蔬菜種植機具可區分為播種、移植及插植等方式。

(一)播種機：

美國由於耕地面積大，都採大型農場經營方式，故蔬菜的栽培大部份應用直接播種栽培。在種子分配機構外，精密的真空吸力式播種機正逐漸開發使用中。此外還有蔬菜種子粉衣處理 (coating) 使成大粒型之種子，以提高播種精度及工作效率。蔬菜播種機附掛於曳引機承載式每一行程播種二畦，每畦播種二行或一畦一行式，亦有一行程播種四畦。播種之同時兼施肥作業，並附配高壓噴霧機，利用橡皮導管引至鎮壓輪，同時噴施殺草劑，使得播種、施肥及噴藥一次作業完成。至於種子箱、種子配出機構之型式有垂直式、斜面式、皮帶式及真空吸力分配式等四種，其中已普遍發展真空吸力分配式應用，由曳引機傳動真空泵吸氣管一直與種子箱之種子盤上孔相連，種子盤的週邊有很多小孔，每孔吸附一粒種子，種子盤迴轉，將種子帶到箱外除壓，種子落於導管達精確播種。真空吸入式播種機通常附曳引機承載式，一行程播種四畦，每畦播種兩行共八行 (如圖五)。

(二)蔬菜種子粉衣處理：

蔬菜種子粉衣或播種子造粒大粒化 (如圖六)，它是美國現代蔬菜育苗或直播栽培配合機械化播種的一項重要措施。種子粉衣是在種子的外面以一層粉衣物質使原來小粒的種子或形狀特殊的種子成大粒圓形或橢圓形的種子，種子粉衣主要的功用是適合機械化播種 (包括直播於田間及育苗播種作業)，能達到精確播種量與播種深度，提高播種的工作效率，節約種子量。蔬菜種子粉衣目前一般用於萵苣、甘藍、芹菜、洋葱、大白菜、胡蘿蔔、蕃茄、小黃瓜等以及花卉、什糧等作物種子。萵苣、甘藍等蔬菜種子經粉衣處理後其種子直徑為 3.0 至

2.5mm，重量約原有種子重量的二十至四十倍。目前美國種子粉衣有實用的機械自動操作，這項作業是由種子公司大規模進行。種子粉衣的包衣物質一般包括內外層，外層不但具有成型的特性 (使用手指捏後可勉強破裂的程度) 且具有吸濕性和可溶性，所以種子發芽後，這種物質能自行裂開，不會影響種子的發芽，在其內層物質中則含有肥料和殺菌劑。由於種子粉衣無法保持水份，改進此項缺點以提高發芽率，利用膠 (gel) 作為包衣物質材料的方法，目前正在加州載維斯分校進行基礎研究 (如圖七)。

(三)蔬菜移植機

美國蔬菜移植栽培之機械分自動供苗之全自動移植機與人工輔助供苗之半自動移植機，可移植萵苣、芹菜、花椰菜及蕃茄等，對於氣動開口式移植機及蜂槽式自動供苗移植機目前正進行基礎研究。半自動移植機械可分為純圓盤式、挾持爪式、圓盤迴轉開口式及曲柄開口式等，通常是承載於曳引機操作，同時附設噴藥設備，進行噴除草劑作業。就移植機構而言以純圓盤式最簡單，移植間隔視圓盤之等分而改變，介於三十~四十公分。開口式移植機除水平迴轉供苗外，尚有垂直迴轉者，其所用幼苗需含土塊，由人工供苗入機體中達種植之目的。爪式移植機由人工將幼苗供至橡皮爪經輸送鏈或圓形迴轉植入畦面，株距十二至三十公分，行距四十五至六十公分。全自動蔬菜移植機係育苗箱水平放入輸送機構後，能由左至右移動之功能 (如圖八)。當育苗箱移動到最右端時，利用連桿推動育苗箱，使其垂直方向靠皮帶的傳動，傳到左邊。故只需一人提供育苗箱即可。本機係承載於曳引機後部，因為需要高速運轉移動，故所有之動力以氣壓傳動，兩個空氣壓縮機運作後再由曳引機 P.T.O. 傳動，每個空氣壓縮機負責四枚移植推桿。其栽培方式是一畦兩行式，故一行程可種植四畦八行，如種植畦寬九十公分、畦溝實寬四十公分、畦高二十公分，每畦種植兩行萵苣，株距三十公分、行距四十公分。本機移植推桿 (如圖九) 為圓棒型長二十五公分，二段式外推桿為直徑 10.0 mm，內移植推桿直徑 5 mm，外推桿將苗垂直向下推達畦面，再由內推桿將苗推出插入土中，達種植的目的，種植深度約四至五公分。使用附土塊之幼苗移植，株高僅五至六公分具有三片本葉即可移植育苗箱二百四十格 (如圖十) (橫向 8 格×縱向 30 格) 長九十公分×

寬三十公分×高四公分。

五、中耕管理機具 (Cultivate Implement) :

美國中耕管理機具應用於蔬菜園大部份採曳引機承載附掛式操作，其附屬機具包括了中耕除草、作畦、培土及噴藥等作業。一般蔬菜栽培如蕃茄、萵苣等常利用作畦播種，等到初期生長株高達十至十五公分時再以中耕管理機具碎土除草，並於曳引機輪跡後方附掛雙面犁開溝，順便作畦培土工作。(如圖十一)

除了中耕除草之機具外，尚有一種間苗機 (Thinner) 利用光感應性能，裝配承載於曳引機使用。可以將種植之蔬菜幼苗長高至十至十五公分時保持一定之株距，以鋒利之砍除刀左右揮動，切除株距過密之作物，其動力由曳引機之油壓系統來傳動(如圖十二)。另外一種疏株機是彎曲刀鋒滾動式中耕器，也常使用於蔬菜園之中耕管理作業。

六、施肥機具 (Manuring Machine) :

目前美國蔬菜園施肥作業，正朝向施肥效率的提高及施肥成本的降低，其發展方法有(一)高成份氮、磷、鉀複合肥料的研製與施用，以節省搬運成本及施肥次數。(二)單質或複合液體肥料的研製與施用，以達速效性及經濟性。(三)對於容易被土壤吸收微量元素如鐵、磷等宜採用葉面施肥以達效果。為了配合上述這些特殊的方法，新型施肥機械的研製不斷推出，如高壓噴氣深層施肥機、高壓自動噴霧施肥機或播種兼施肥機等。另外由曳引機附掛牽引液體肥料車或承載式不銹鋼製之液肥筒，於作物生期間進行中耕除草作業之同時，順便進行深層施肥作業(如圖十三)。

七、噴藥機具 (Spray Implement) :

蔬菜園病蟲害防治，力求霧化微粒達到經濟噴藥的目的，其方法有(一)利用靜電來控制霧化微粒使藥劑得到最有效之噴藥作用(如圖十四)。(二)利用中央電腦系統來處理病蟲害防治之預報資料提供農民噴藥之參考，農民亦可利用電話與電腦之連線作業，得到噴藥之資料作為施藥作業之參考應用。(三)利用噴藥機加設風扇或鼓風機等吹送藥液，使成迷霧小點，達經濟噴藥之目的，其藥液經噴嘴孔噴出後(用同心軸迴轉)使藥液打在迴轉之風扇葉片之斜

面上，吹送出霧狀之藥液，能以較小之微粒在植物表面上造成更為完整之掩蓋面，將可使藥液達最有效之防治作用。(四)利用細噴嘴之油壓噴霧機使藥液噴出超微粒之霧狀達微量噴藥之目的，又在農藥中加大豆油混合使藥液不容易蒸發，且提高濃度使其易於附着在作物上以提高噴藥之效率(如圖十五)。因為提高噴藥作業之效率，目前正推行高架式曳引機(大約20馬力左右)作噴藥工作(如圖十六)。

八、灌溉機具 (Irrigation Implement) :

美國一般蔬菜栽培農戶所擁有之農田皆非常廣大，故在田邊四週角落區常設有大型儲水池，需灌溉時利用抽水機將水壓送由粗徑水管引至田間，或由粗水管轉送引導至田間細水管，再連較細之水管引進蔬菜園中作噴灑灌溉(如圖十七)。另外一種為溝灌，即當作物生育過程中，順着田區兩側用大型曳引機拖掛特大雙面挖掘犁，順着田邊挖掘長條溝渠寬約二公尺深一公尺，由抽水機引進大量之水量，使水量增高，採用長約二公尺、直徑五至六公分之弧形鋁合金製之水管或塑膠軟管，利用虹吸原理將水導入畦溝裏面。等到了相當水量後，卸掉擋水之塑膠布往下一段再集水。如此一段一段的往下游作業，使整個蔬菜園達到灌溉之目的。此項灌溉方法，依照作物生長之需要灌溉數次，一直到收穫前將溝渠用堆土機堆平，以利收穫機及拖車等進入田區行走或收穫作業。

九、收穫機械 (Harvesting Machine) :

美國蔬菜採收作業，除了加工用的產品以機械化採收外，絕大部份供應新鮮市場鮮食或貯藏的蔬菜都以人工採收，最普通的方式是以人工採收配合機械作業，例如萵苣、花椰菜、甘藍、芹菜等採收作業，而馬鈴薯、洋蔥、紅蘿蔔則全以機械採收。萵苣、花椰菜、芹菜、菠菜等採收後，直接在田間包裝於運輸用紙箱，對於容易受碰傷的作物，如小蕃茄、草莓、洋菇等於田間採收下來直接分級，放於大箱內的小消費包，包裝紙盒再作真空預冷及冷藏運輸等作業。

一般蔬菜只採收一次，例如萵苣、芹菜、甜玉米、加工蕃茄及洋蔥等。因此利用不同的播種期來控制成熟期，以便有計畫的區分採收。加工用之蕃茄於採收前噴益收(Ethrel)使成熟一致，以便一次採收。洋蔥採收前噴MH(Maleic Mydrazide)

，花椰菜、青花菜成熟度比較不整齊，分二次或三次採收。爲了避免白天高溫對採收作業之產品或人工不良之影響，經常利用大清晨進行採收，例如草莓、花椰菜、青花菜及芹菜等。對於高溫敏感的香瓜則利用夜間以燈光照明採收作業。茲將有關之蔬菜收穫機械介紹如下：

(一)高苣收穫機 (Lettuce Harvester):

一般目前農民採收係人工配合機械作業（如圖十八）一部採收機行走於高苣行間，每部車工作人員有24人，其中二人裝釘紙箱，二人打包紙箱及排列放於田間工作，另外20人每二人一組，一人用刀子摘採高苣，一人分級包裝，裝入紙箱中，再由輸送帶送到前側之拖車上。另外一種採收方式是包裝工以薄的塑膠膜包紮，以熱封口機熱封固定。膠膜於包紮前自動穿有許多小孔，以避免在後來真空預冷之真空下脹破。包紮好的高苣由輸送帶到後端裝箱，裝箱後放回田間打包，卡車直接於田間載運至真空預冷之作業場。

美國加州大學戴維斯分校，曾研製成 γ 射線之選擇性高苣收穫機，惟當時因未能適當供應使用，使高苣栽培人不願接受此種選擇式採收，以致在商業發展非常遲緩，目前選擇性收穫機有兩種選擇系統應用，機械式選擇是利用高苣大小及其堅硬度來區別，再以連桿之機械力選出成熟之高苣（如圖十九），用切割與檢拾機構，將已被選擇高苣摘下。另外一種是利用 γ 射線之輻線通過高苣頭，來測出高苣之大小與密度聯合作用，求出成熟之高苣，由田間試驗得知，此種方法遠較機械式選擇來的精密（如圖二十）。

(二)甘藍收穫機 (Cabbage Harvester):

美國約85%之甘藍仔作爲新鮮市場銷售之用，通常需要二至三次之人工工作選擇性切割，配合機械作裝箱打包之作業（如圖廿一）。至於加工用之甘藍，一般多採取一次操作完畢之收穫方式，基本上利用圓盤碟片將甘藍連根由土壤中拔起，此圓盤碟片可將甘藍送至輸送鍊條上，該鍊條將甘藍之根部加以正確定位後，便將甘藍提昇至切斷鋸切割分離甘藍球與根部，並留下所需數目之包葉，最後輸送到後部收集箱，運回加工廠作清洗及切絲加工處理，因係加工用損傷一點無妨。

(三)芹菜收穫機 (Celery Harvester):

美國加州之芹菜收穫機，係利用兩條相對之皮帶挾住芹菜莖，再用切刀切斷其根系（如圖廿二）。

由於芹菜之外側葉柄具有防護發生損傷之功用，故芹菜可予散裝處理，對於加設機構如何來脫去葉柄，達到完全機械化之收穫處理作業，目前正進行設計研究。另外一種是人工切割芹菜後，利用機械配合人工包裝之採收機（如圖廿三）。

(四)菠菜收穫機 (Spinach Harvester):

菠菜收穫機由菠菜提昇器、切割機構及將切割後之菠菜提昇機等機構組成，提昇機將菠菜提昇至散裝卡車或拖車或木板條箱等收穫容器內之裝運。目前一般所用之切割機構對每一植行裝設一套高速旋轉之銳利碟片來切割菠菜（如圖廿四）。

(五)小黃瓜收穫機 (Cucumber Harvester):

小黃瓜實施機械收穫係採一次完成收穫作業，本機將小黃瓜之藤蔓於稍在地面下方切斷，將整個作物送進機械內利用三組帶有彈性之橡膠滾子將小黃瓜藤與莖由其中間拉進，然後擠掉小黃瓜，而此橡膠滾子利用迴轉速度不同來分離小黃瓜和藤蔓，並利用二道風扇來吹送藤蔓（如圖廿五）。

(六)蕃茄收穫機 (Tomato Harvester):

在美國所有蔬菜作物中蕃茄之重要性僅次於馬鈴薯。所有85%之蕃茄作爲加工用，又三分之二以上蕃茄係出產於加州，這些蕃茄均以機械化收穫（如圖廿六）。而這些蕃茄極適合機械採收。蕃茄收穫機乃屬一次完成採收之機械，即在地面上或稍在地面以下，將蕃茄莖切斷，或連根拔起，由輸送鏈送入機體內，然後以抖動方式摘下果實，由摘下之蕃茄中以鼓風機吹除所有之葉子泥土，以及其他較輕之什物，一般蕃茄是採作畦栽培，每畦種植兩行，由一人駕駛，其他六人分站車體兩側之平台將檢取部輸送上來之什物、破裂果、枯藤等用手檢拾丟棄。又此種收穫機後方二條輸送皮帶各裝有一組光電感應器（如圖廿七），可以讓紅色果實通過，綠色果實剔除掉，此種選別之速度作業，速度非常快，且作業精度準確，採收完成之果實馬上利用輸送裝置，將蕃茄送到側邊之拖車箱貨櫃裏面，運輸到收集站。作業效率每小時可收穫一英畝，損失率6%。

(七)草莓收穫機 (Strawberry Harvester):

目前美國已育成能適合於一次收穫完成的草莓品種，但由於草莓乃一生長矮小容易損傷且極易腐爛之果實，一般供應新鮮市場之草莓乃依靠人工採收，並於田間直接作分級包裝於消費者需要小盒內。加工之草莓才使用機械作一次完成之採收（如圖

廿八)，本機主要結構有摘脫機構，除掉葉子與什物之風選機構及輸送與收集機構。果實上之碎莖與葉子利用方向相反之滾軸迴轉分離，再用鼓風機來吹碎莖、葉子等什物（如圖廿九）。

內集箱機 (Automatic Pick-up Machine for Box):

前述大部份之蔬菜類均在田間包裝，此種包裝好的紙箱排列於田間，再利用一部集箱機之卡車直接於田間檢拾，並輸送至後部排列整齊（如圖三十）。再由卡車運輸至真空預冷場，其檢拾機構裝於左側，利用二條相對運轉有花紋之皮帶滾入輸送皮帶上。後部之排箱機係利用平行四邊行之四連桿推放排列，全部機構由油壓傳動。

十、參加園產品收穫後處理研習會及參觀心得：

美國幅員廣大，尤其加州由於空氣濕度低，作物病蟲害少，並由於氣候之穩定，耕地面積大，一年四季皆有大量園產品生產，因此成為美國最重要的園產品供應地區。

大量的園產品刺激收穫後處理作業的發達與成功，使得這些產品能順利運輸前往全美各州，也促使加州成為園產品生產專業區，有關園產品收穫後處理作業系統，茲就參觀商業化技術提供說明：

(一) 收穫後處理分級、選別及包裝：

田間直接包裝的產品，收穫後處理作業步驟較少，在田間已選擇、分級包裝好，準備加以預冷後即行運輸。在包裝的園產品則利用機械包裝場內輸送、浸藥上膜，選別、分級及裝箱，其中選別亦靠人工配合作業。

(二) 預冷保鮮處理：

園產品收穫後通常立即應用適當的預冷設施，將產品在短時間內冷卻至低溫，再行運輸，在運輸的過程中，亦使用各種方法以維持產品低溫。產品在貯藏或展售階段仍置於低溫下，這一整套低溫處理過程稱冷鏈 (Cold Chain)。目的在使園產品儘速降溫，並一直處於低溫狀態，以確保產品最佳品質。目前美國商業上應用的預冷方法有三種，即水冷法、強制風冷法及真空冷卻法，預冷作業通常在產地附近的包裝場或預冷設施集中地進行。除上述三種主要預冷方法外，容器加冰法在美國加州仍普遍使用於某些特定產品，如青蔥、花椰菜等，茲將此三種預冷方法分述如下：

1. 強制風冷法：

強制風冷法又稱為壓差冷卻法，係在冷卻室內將冷風導入園產品包裝的容器內，然後穿過園產品間之空隙，而使產品冷卻（如圖卅一）。強制風冷分為低壓抽風式與高壓送風式等二種，限時間有利用定時控制或以進氣及出氣的溫差大小控制。常用於水蜜桃、油桃、李、蕃茄、草莓、洋菇以及菊花、玫瑰花等。

2. 真空預冷：

真空預冷法係在接近真空的低壓密閉室內，利用水份蒸發時吸收大量熱能的原理，使園產品冷卻，其結構設施由冷卻室、降壓系統及冷凍系統等三個主要部份組成，適用於葉菜類如萵苣，為了增加氯化吸熱降溫的水量，以及減少萎凋，蔬菜於預冷前先經噴水澆濕，水份氯化會使體積增大。增加了真空預冷機的負荷力，因此設有冷凝管以凝結氣化的水氣來減少壓縮機的負擔，而提高預冷速率，一般處理二十至三十分鐘，可使萵苣心部溫度降低到攝氏五度以下（如圖卅二）。

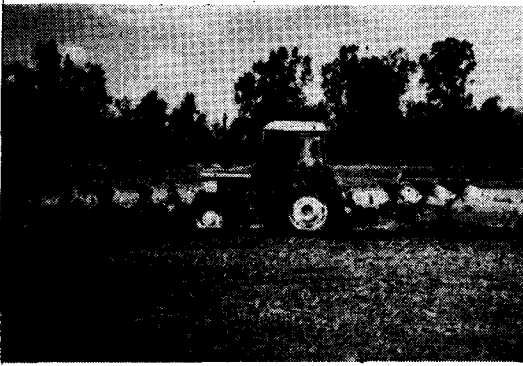
由於真空預冷設施造價昂貴，為增加利用率，在美國加州有許多真空冷卻設施是移動式，機械設備集中在一個拖車，冷卻室為另一拖車，兩個拖車被拖至產地或小型固定式集貨場後，即可很容易的接管配電開始作業。另外一種特殊的真空冷卻設施係將真空冷卻及水冷兩種併用，稱為 Hydro-vac Cooler（如圖卅三）在真空冷卻室內備有灑水系統，真空冷卻過程中，冷水由上方不斷噴灑，可加速冷卻，並可減少產品因水份蒸發而失水，所用之包裝材料必須耐濕。

3. 水冷法：

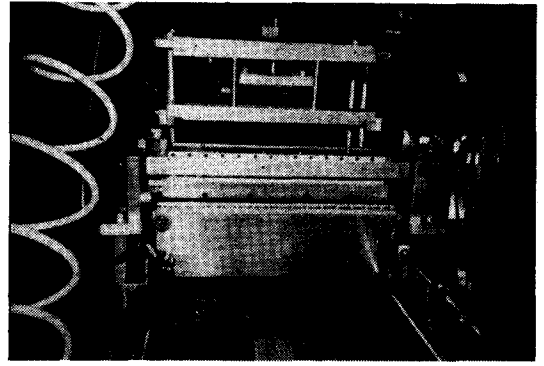
水冷設施除冷卻室結構物外，尚備有冷凍系統及水循環系統，係利用低溫的水將園產品在數十分鐘內冷卻至要求的溫度，水溫接近零度，但對於容易受到寒害的產品，水溫度比較常用於香瓜、油桃、李、甜玉米等表面積小且不怕水的產品，處理時間依水溫度、產品種類及溫度而定，一般的調整，產品由輸送帶輸送通過冷水的速度及距離來控制處理時間的長短。

(三) 冷運設施：

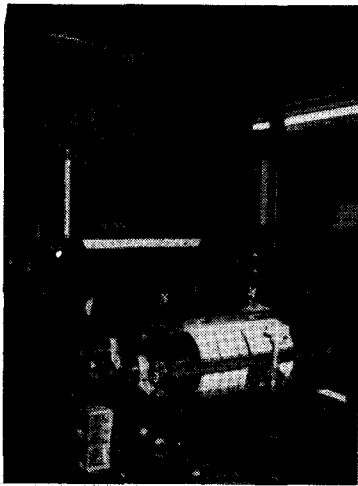
在美國新鮮蔬菜與水果等園產品的運輸絕大部份利用備有冷藏設備的運輸工具，如貨櫃卡車（如圖卅四）由於公路網健全，可作產地包裝場至銷售站間直達運送。故冷藏貨櫃車運輸成為最主要的工



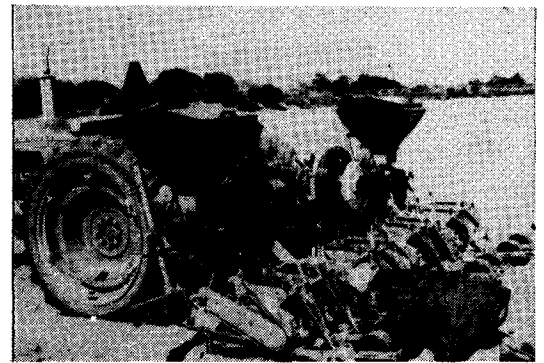
圖一：曳引機前後均附掛雙向板犁田間操作情形



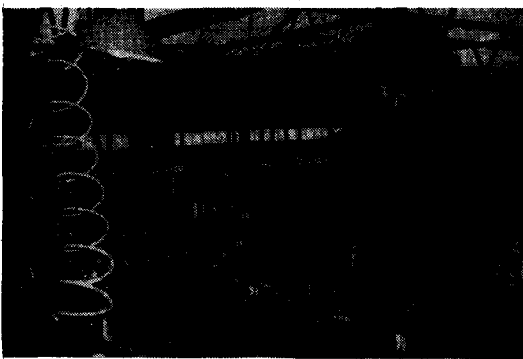
圖四：真空吸力式育苗播種機之種子箱振盪器



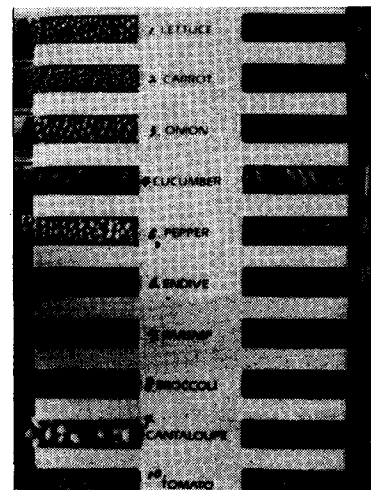
圖二：機械式育苗播種機



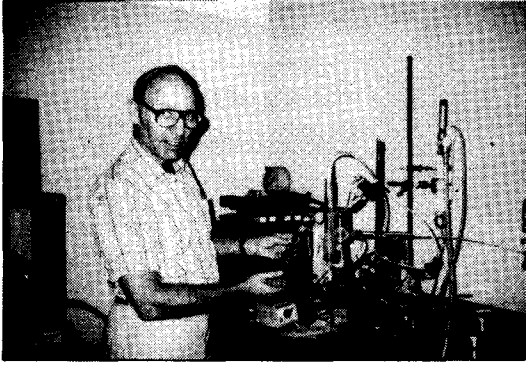
圖五：真空播種兼施肥機



圖三：真空吸力式育苗播種機



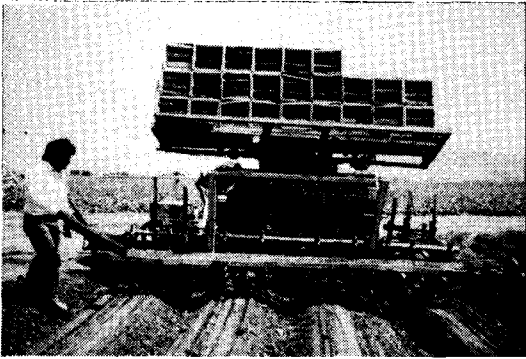
圖六：種子粉衣處理前後之比較



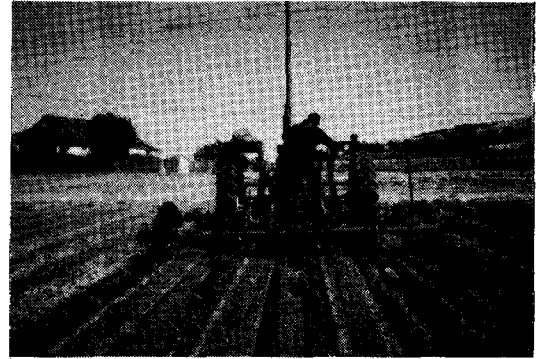
圖七：用膠作為包衣物質之基礎試驗



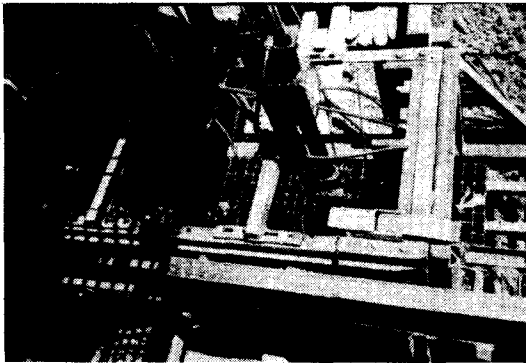
圖十：氣動式移植機用之育苗箱及幼苗



圖八：氣動式自動供苗移植機後視圖



圖十一：高莖中耕、除草、培土及作畦等作業情形



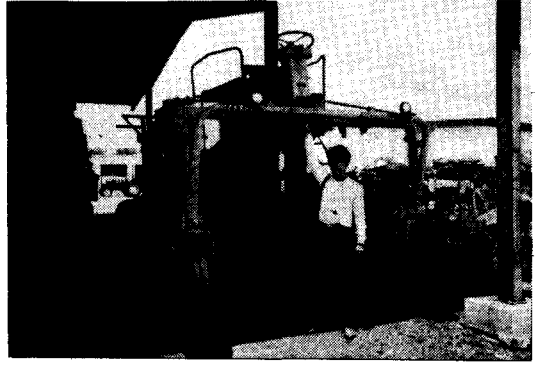
圖九：氣動式移植機推桿



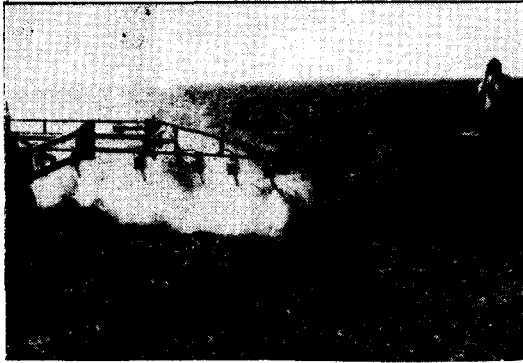
圖十二：光電感應自動疏株器



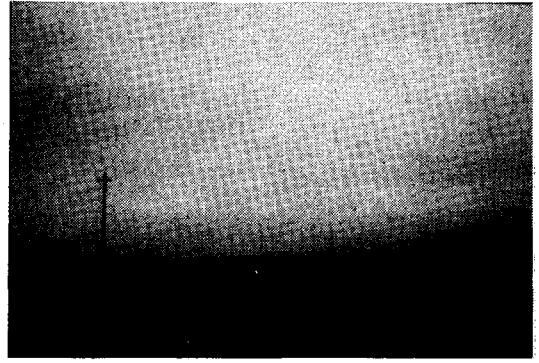
圖十三：中耕液肥施用機



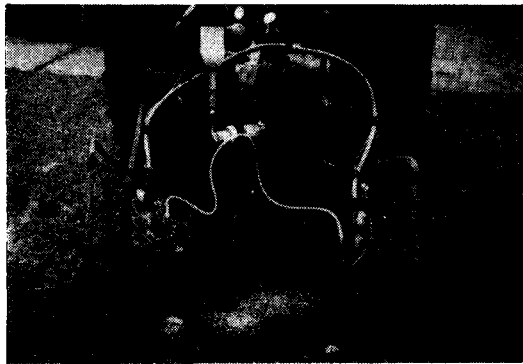
圖十六：高架式曳引機噴藥設備



圖十四：靜電霧化噴藥機操作情形



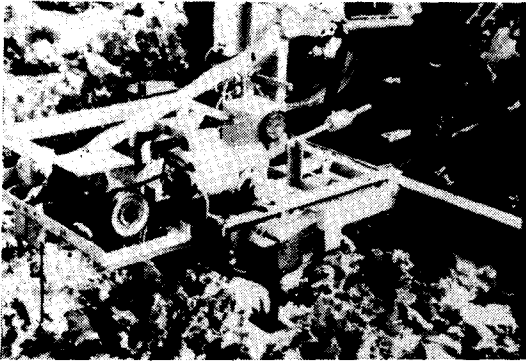
圖十七：自動噴灌系統作業情形



圖十五：原子微量噴藥機測試情形



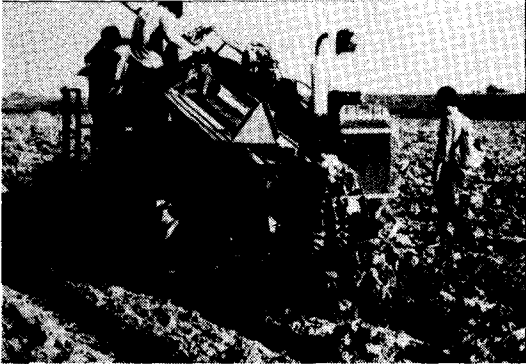
圖十八：高苳人工採收配合機械包裝作業



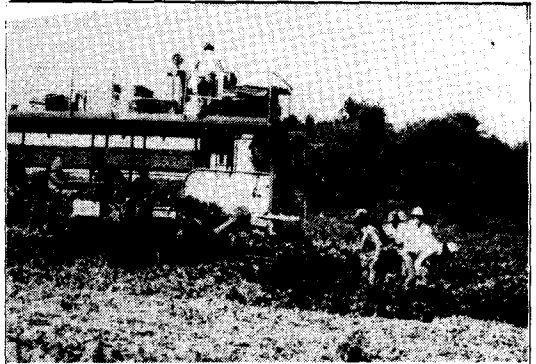
圖十九：機械式選擇性萵苣收穫機



圖廿二：芹菜收穫機作業情形



圖二十： γ 輻射線選擇性萵苣收穫機



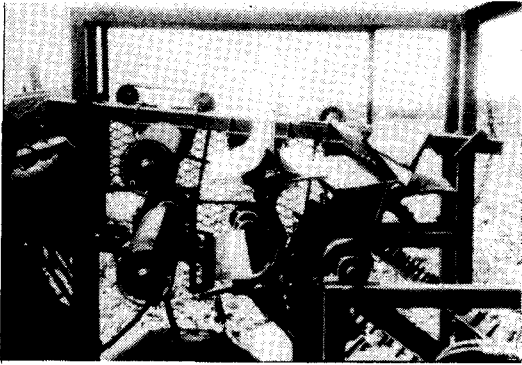
圖廿三。芹菜人工收割配合機械包裝



圖廿一：甘藍人工採收配合機械包裝



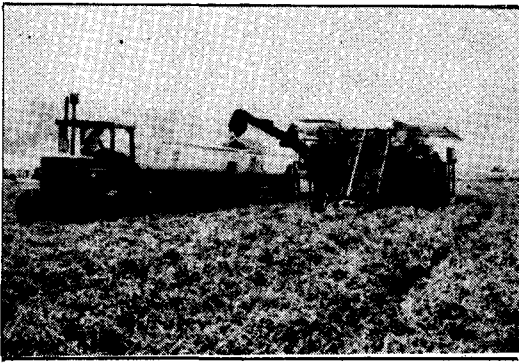
圖廿四：茼菜收穫機



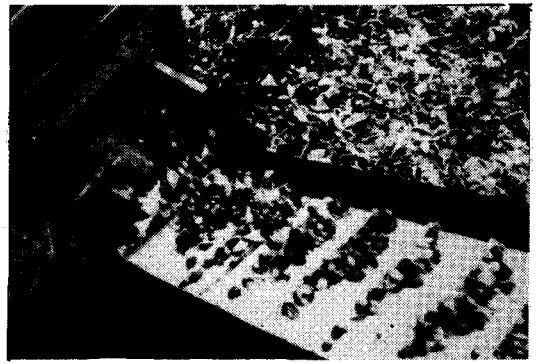
圖廿五：小黃瓜與藤蔓分離機構



圖廿八：草莓收穫機田間作業情形



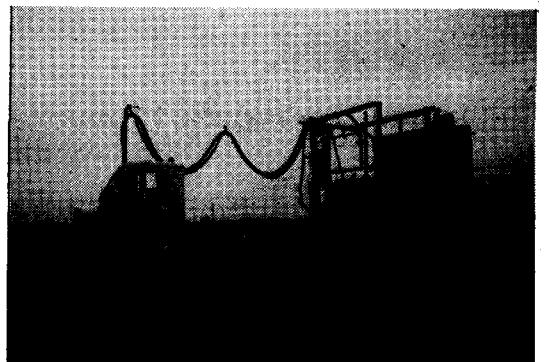
圖廿六：蕃茄收穫機田間作業情形



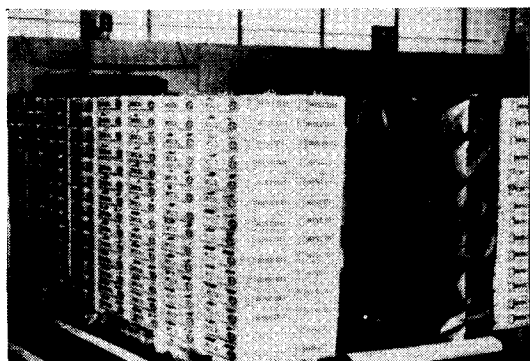
圖廿九：草莓收穫機篩選機構



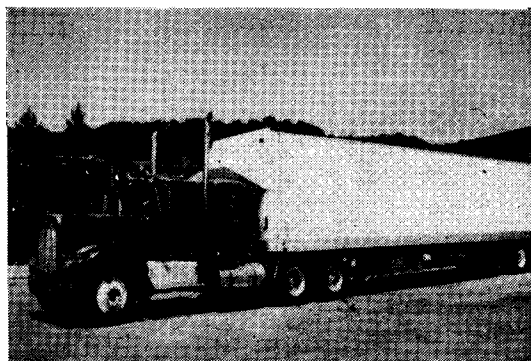
圖廿七：光電感應顏色選別器



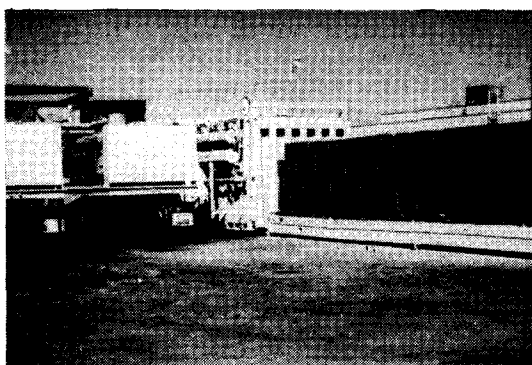
圖三十：集箱機田間操作情形



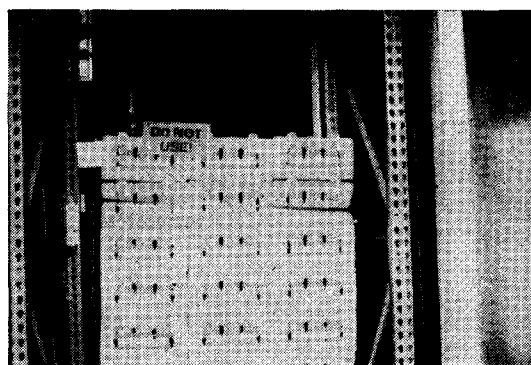
圖卅一：強制風冷設施作業中



圖卅四：拖車型冷藏卡車



圖卅二：真空預冷設施作業中



圖卅五：冷藏庫內堆貨鋼架



圖卅三：Hydor-Vac 預冷設施



圖卅六：雙層充氣式溫室結構外觀

具。目前運輸量已超過80%。從西岸到東岸約三至四天可達送，火車運輸因園產品運到消費地後仍需貨櫃卡車搬運，故其運輸量日漸勢微，又空運容量小是最大的缺點，大量的產品會被延誤運送，上下貨之間園產品不容易維持一連貫的低溫，有部份如花卉、草莓、洋菇以空運輸送，以爭取時效。冷運前後之裝櫃、卸櫃工作皆由堆高機搬運，配合人工作業，一個熟練的工人，可在三十分鐘裝好一個四十呎長的貨櫃。為了確保維持運輸間產品的低溫，包裝箱之排列須保留冷氣流通道。即有輔助空氣分布的裝置有相助的內牆及T型地板，隨車攜帶液態氮筒控制冷藏貨櫃。低溫、低氧的人工控制大氣冷藏貨櫃一直在試用中，由於氣密性不易維持，尚在推廣階段。另外預冷過的草莓為降低腐爛率，在運輸前將整個棧板上的草莓箱以PE塑膠膜密封經抽氣後打 CO_2 使 CO_2 含量達20%。這種應用人工控制大氣冷藏貨櫃的運輸方法已被普遍採用，運輸間加 CO_2 的防腐爛處理具有危險性，使用較少。

四冷藏庫：

目前美國冷藏庫之應用多採用單層式之建築，因為便利進出倉機械化搬運，並且每一單位投資金額可以獲得最大的倉貯容量。作業成本也可達最低。冷藏庫淨高在六至八公尺之間，進出倉全採堆高機作業，有些倉庫內設有堆貨鋼架（如圖卅五）有些則無，上層重量直接由下層容器承受。以氨為冷媒的冷凍系統仍普遍使用。

十一、溫室 (Green House)：

溫室工程是農業工程之一項，它包括了所有設施園藝相關的硬體與軟體的工程，硬體是指溫室之結構建築環境，控制裝置與機械設備。軟體是指空間配置使用，物料流程。美國溫室發展方向是一充氣夾層塑膠布覆蓋（如圖卅六）、無沙混凝土儲熱地板、機動性溫窗幕以及工廠廢熱利用等這些。近幾年來美國的溫室學的最大開支是勞力成本，有時高達總開支的百分之四十。因此機械化與自動化是當前重要的研究課題。

為便於設施園藝推行機械化及工廠式管理，紐澤西州的羅格斯大學正進行一項單果串蕃茄栽培法的研究，傳統的蕃茄種植法，每株任其結果十數串，以佔地較廣，而且整個長期固定在每一個位置。羅格斯大學的方法，係採密集盆栽於移動的生產台上，每株只用來生產一串果實，植物體型小，生長

速率一致，易於統一管理。果實成熟的數量與時間，可以每期之株數和期作間的相隔時差來調節。此最終目標是希望能達到類似工廠生產線的作業方式。這是一個以設施園藝為導向的作物科學研究的例子，其他諸如無土、水耕及氣耕作業栽培方法也都是相關的研究項目。

除了園藝作物生長過程有關的工程設施外，對於溫室產品收穫後之選別、加工、包裝、儲藏及運銷等設備與操作方法的設計。要確保產品順暢地銷售到市場才能達到完整的設施園藝生產系統。

十二、建議事項：

(一)本省蔬菜生產在短期內無法全部機械化栽培，因此只有從播種、移植、中耕、除草、噴藥、施肥等方面作為重點，先行研究改良適合本省蔬菜園應用，然後逐漸開發收穫機械。

(二)真空吸力式蔬菜育苗播種機，加設種子箱振盪作用對於細小之種子均能播種，工作效率高又準確。研究改良為苗箱裝土、灑水、播種、噴藥及覆土之機械化一貫作業，供農民設立專業化蔬菜育苗中心應用。

(三)為提高蔬菜播種機械之工作效率與精確度，建議農民採用粉衣處理過之種子。種子粉衣處理方法是種子包衣兩層物質，外層物質不但具有成型之特性，而且有可濕性與可溶性，內層物質含有有機肥料和殺菌劑。今後成朝向粉衣造粒機研究發展。

(四)垂直插植式蔬菜移植機，移植幼苗直立良好，其使用附土塊幼苗，株高僅五~六公分，具有三片本葉。因採用幼苗移植極適合機械化移植，為應快速傳動採用氣動傳動，值得參考應用。

(五)蔬菜園病蟲害防治機械，加設鼓風機或迴轉風扇或細小噴嘴液壓噴霧等方法，使藥液霧化或超微粒霧化，提高噴藥效果，達到經濟施藥之目的。

(六)美國蔬菜園之施肥技術之改進，目前朝向液體肥料之應用，因其具有肥料效率高、噴施容易等優點，國內臺肥公司已開發供應液體肥料，故應研製改良液體肥料之機械，供農民操作應用。

(七)對於中耕管理機之附屬機具，研究發展適合我國之農業環境，其作業包括整地、作畦、作溝、播種、除草、中耕、培土、噴藥、施肥、抽水及收穫等多用途、多功能、效率高之小型經濟型機體，使農民易接受並應用。

(八)加工用之蔬菜之採收作業，因其產品受機械

之影響較不顯著，故機械化之可能性較高，目前美國已有相當程度之機械化可供參考應用，今後蔬菜收穫機之研究應朝向加工蔬菜方面先行開發。

(九)建立園產品預冷保鮮工程設施之基本資料供未來研究發展參考。對於移動式真空預防方法適合本省今後發展應用。

(十)美國冷藏運輸之設施與技術，可供本省果蔬及花卉外銷業者參考應用。

十三、謝 誌：

此次赴美研習本計畫，承本場前場長蔡財旺的

推薦與現任場長張學琨之恩准及出國前臺灣大學張森富博士之推薦函。研習期間承蒙加州大學 載維斯分校農工系之指導教授 GARRETT 及教授 PAVLCHEN，紐澤西州羅格斯大學農工系主任 ROBERTS 博士、教授 GIACOMELLI、丁冠中教授、密西西比大學農工系陳隆華教授，密西根大學農工系 Mr. LEDEBVHR 及臺灣大學盧福明博士等多人熱心指導與安排。又出國前夕農委會鄒技正瑞珍指導研習方法與提供資料，得以達成研習目的，謹在此申致最誠摯的謝意。

專營土木、水利、建築等工程

上民營造有限公司

負責人：郭境清 地址：雲林縣虎尾鎮林森路二段 192 巷 13 號
電話：(056)335342

專營土木、水利、建築等工程

瑞信營造有限公司

負責人：黃雪玲 地址：雲林縣古坑鄉中興三路 43 號
電話：(055)822424

專營土木、水利、建築等工程

萬順土木包工業

負責人：戴萬順 地址：雲林縣虎尾鎮東仁里光復路 300 號
電話：(056)323678

專營土木、水利、建築等工程

許哲誠營造有限公司

負責人：許哲誠 地址：雲林縣麥寮鄉興華村 32 號
電話：(056)932393