

周年生產，品質穩定

# 芽菜一貫式自動化生產

台南區農業改良場／鄭榮瑞、陳萬福、盧子淵、王仕賢、林棟樑、賴建洲

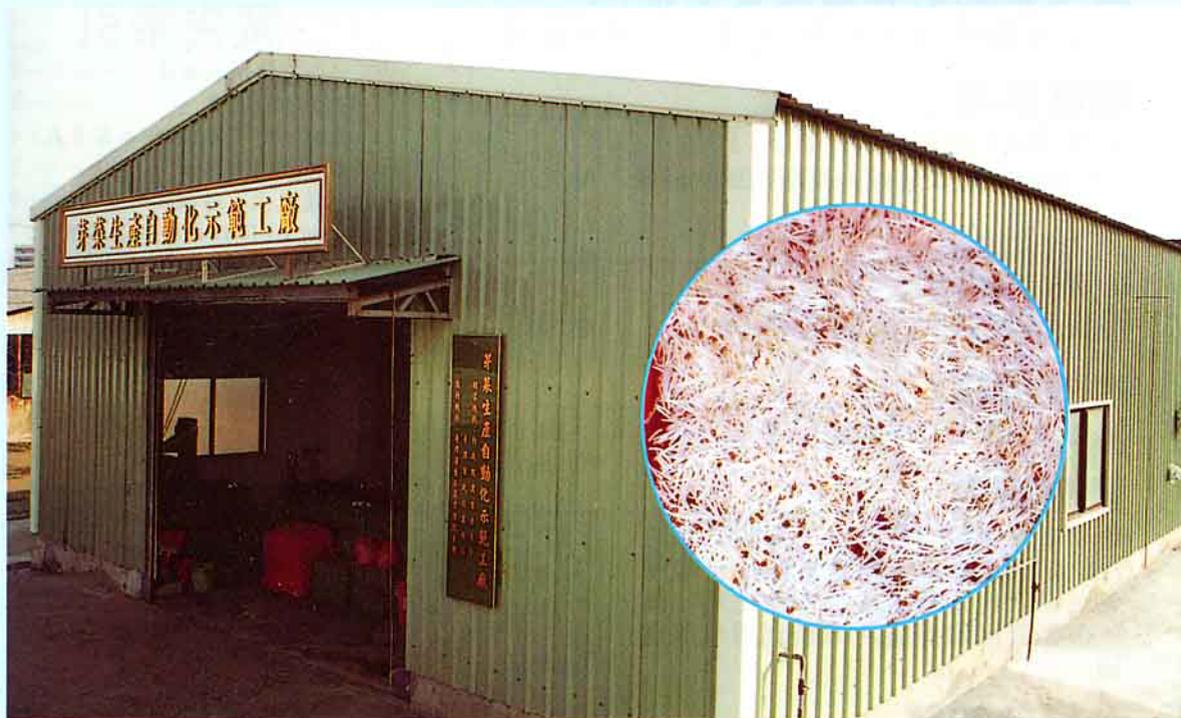


圖2. 芽菜生產自動化示範工廠

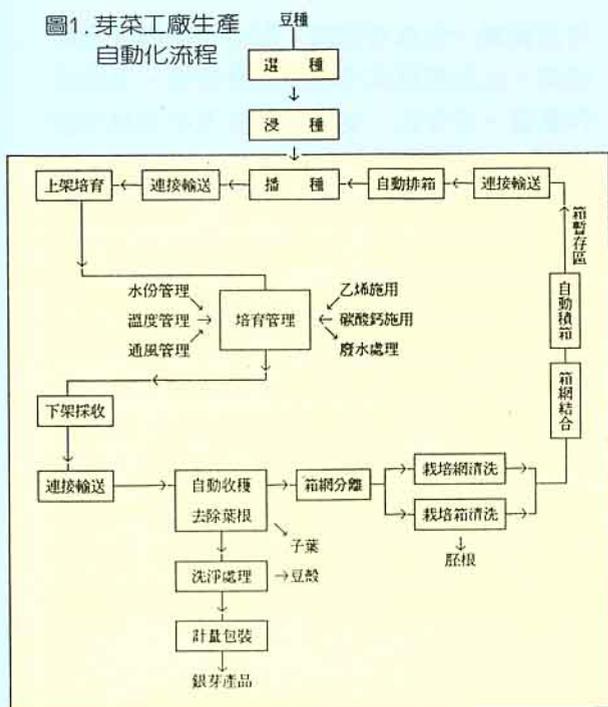
隨著國內經濟繁榮和生活水準的提升，國人蔬菜消費量大幅增加，消費者對於生鮮蔬菜品質要求精緻化、高級化，除要吃得安心也要吃得健康。芽菜自種子到育成收穫僅需數天，勿需施用肥料或農藥，已被公認為最乾淨的清潔蔬菜。常見的芽菜有綠豆芽、黃豆芽、苜蓿芽、豌豆苗、蘿蔔嬰、空心菜芽及小麥芽等等。一般芽菜栽培以新鮮種子為之，其栽培過程略可分成種子消毒、浸種、催芽、播種、培育管理、綠化及收成等步驟，其中除綠豆、黃豆及苜蓿等芽菜外，皆需經綠化過程。綠豆芽則是最早源自中國的一種健康蔬菜，綠豆芽菜在我國自古已

為民間普遍食用的典型蔬菜，由於其維他命C、蛋白質等含量很高，與洋菇、蘆筍比較有過之而無不及，為一種價廉物美、營養豐富、清節衛生且美味可口的健康蔬菜，估計全省每日供應量在100公噸以上。

## 早期芽菜生產以人工為主

綠豆芽栽培生產，早期完全以人工方式且作家庭式生產為主，以水缸法或水泥箱法培育，從選豆、泡豆、灑水、出菜，全部用人工不分晝夜地勞動，每隔3~4小時即灑水一次，由於經營規模小，勞力需求多，生產成本高。近年來因自動孵豆芽機相繼問市而

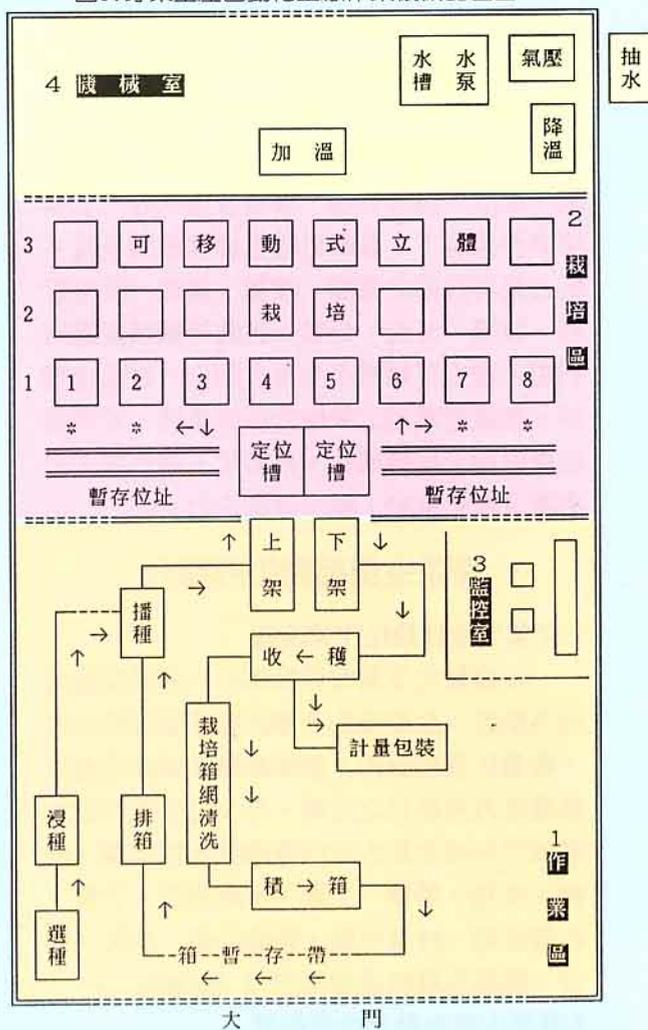
圖1. 芽菜工廠生產  
自動化流程



可大量生產，但因其只適用單一芽菜生產，且生產產品上下層間仍有發生生育參差情況，即使能生產根短、矮胖的芽菜，但其產品品質仍無法有效提升，適合消費者需求，致其價格多年來一直維持在一斤10元上下。

為提升芽菜產業生產技術，突破芽菜經營限制、提升芽菜品質、產品價位，因應未來加入國際貿易自由化所受的衝擊及紓解本省夏季的不足，台南場自民國80年度起在農委會農業生產自動化計畫經費補助與農林廳輔導下，積極進行以生產高品質“銀芽”為

圖3. 芽菜生產自動化工廠作業機械配置圖



主的“植物工廠式”芽菜自動化生產模式的研究，不受栽培空間限制及不必噴施藥劑，因此在適當的管理下可週年孵育生產。本文



圖4. 芽菜生產自動化示範工廠作業區(左)為播種生產線；(中)為收穫生產線；(右)為中央監控區

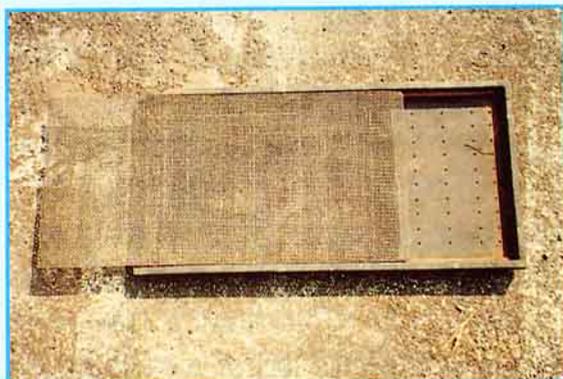


圖5. 芽菜生產栽培箱及栽培網

以芽菜“植物工廠”式自動化生產模式為主，根據芽類蔬菜種子浸種至收穫期間的各種發芽與培育物性、生產程序及作業方法，研究在芽菜生產最適條件下之光環境、水份管理、溫度、濕度管理、灌溉及通風等人工環境條件控制下，發展自動化管理控制系統，配合栽培設備之選種、浸種、播種、栽培管理、收穫、清洗、分級、包裝等機械裝置的利用，建立芽類蔬菜生產自動化一貫栽培體系，使設施蔬菜之栽培生產從播種、管理到收穫處理全程機械化、自動化，達到格式化生產及周年栽培，減少管理人力。

## 芽菜生產自動化的簡介

### 1. 芽菜生產自動化作業流程

以自動化生產程序為導向，將其栽培過程之動作、生產條件及預計產能加以格式化、數量化及模組化，使能根據產能設定進行連續性及規格化之生產。芽菜之生產流程自選種至採收包裝大致作業過程包括選種、浸種、排箱、播種、上架、生育管理、下架、收穫處理、計量包裝、箱網分離、清洗、結合、積箱及廢料處理等過程（如圖1）。

### 2. 芽菜生產自動化設備配置

栽培工廠配合芽菜生育環境條件之需求及機械化、自動化需要，採用衍樑鋼架組合結構、屋頂及外牆壁以烤漆板覆蓋。栽培工廠長度21.5公尺，寬度10公尺至天花板高度為4.2公尺（如圖2）。就機械之連續運作原則考慮，選種藉助選別機汰選不良豆種，其可隨時依需要或整批先期處理，浸種考慮增加種子的活性及發芽勢可採用特殊浸種設備，一般浸種時間需8—12小時，因時間區隔大，除非大規模生產，暫不需考慮與自動化系統連線。浸種以後的催芽至收成產品可納入自動化系統，即由排箱以下的作業過程可以完全納入自動化生產程序。本系統以三度空間的移動栽培系統進行規劃設計，即採用

育苗箱單一化栽培個體，配合可移動立體栽培架，以生產線式作機械配置安排，全廠分作業區、培育區、支援機械室及中央控制室等部份（如圖3）。作業區又分播種區、收穫區，播種區包括自動排箱機、播種機及栽培箱上架機等設備；收穫區包括栽培箱下架機、採收機組、清洗機、積箱機等；栽培區包括可移動立體式栽培架、移動式立體噴灌設備、溫、濕度控制機組、通風機組及三軸天車系統等；支援機械室有冰水機、加溫機、空氣壓縮機、增壓抽水機、儲水桶、供水機組及主電源箱等；中央控制室之控制與監視包括進、出料作業機組連線控制、栽培室管理及環境控制、全系統監控及生產管理等。

## 芽菜自動化生產設備與特性

作業機械包括選種、浸種外及自播種、栽培管理至收穫等一貫化作業機械設置如排箱機、輸送機、播種機、上架機、可移動立體栽培系統、栽培室環境自動管理系統、下架機、輸送機、切割收穫機、箱網清洗機及積箱機等。

### 1. 前處理事業設備

(1)選種機：目的汰選不良種子，提高孵育率及品質，一般採用比重分離法。

(2)浸種箱：提高種子之發芽活性，設計時考慮供給空氣及採上溢式活水浸種桶。

### 2. 播種作業生產線（如圖4左側）

(1)自動排箱機：其功能為將疊起之栽培箱予以單一化分離輸出作業，採用市販水稻育苗用自動排箱機，每疊10箱，自動依序排出。

(2)播種機組：其功能將浸種後之豆種以定量撒播在栽培箱中，採用市販水稻市育苗場用之滾筒式播種機配合規格化育苗箱使用，主要構造包括輸送裝置、播種裝置、動力系統及機架等部份。播種裝置因槽滾軸連續

配出配合輸送帶之輸送速度，達到薄層、均勻的播種作業，其播種量的多寡可藉調整掃除刷及改變槽滾子驅皮帶輪而得，播種機為連續播種式，配合播種量變化改進配出為可調式，播種均勻度可達95%以上。於綠豆芽培育時每箱之播種量為250公克（未浸種時重量）。

(3)栽培箱上架機組：播種後之育苗箱設計上架機自動上架配合立體栽培，栽培箱自動上架裝置可自動將栽培箱一一排列於立體栽培架之每一層架上，主要構造包括上架栽培箱換向承接組一係與一播種機輸出輸送機之尾端銜接，中空狀，內部兩側各有一與輸出輸送機之輸送帶同高之托輪架，該二托輪架由一定位開關所控制，當托輪定位開關被碰觸時，托輪架由原先之水平狀將栽培箱向下垂直放下；栽培箱上架輔助輸送機一係以骨架裝設於上架栽培箱換向承接組之下方，整台輸送機可於主骨架上作前進、後退位移，輸送機之前段為加速輸送帶，後段為上架輸送帶，兩者設計速比5:1，其前進或後退配合下述定位槽之控制，輸送機終端定位有二並排之滿位開關，該滿位開關可控制輸出輸送機及栽培箱上架輸送機上之輸送帶之傳動。上架定位槽一係位於上架輔助輸送機前伸時之正下方，內側上下定位有11組縱向直線排列之近接感測器，其中由上向下算起第1組感測器為控制栽培箱上架輸送機退出，而第二組以下之感測器間之間距相等，係配合立體栽培架內每一層架間之間距而設定的，而第11組感測器則作為立體栽培架已達定位及栽培箱進入通知控制。定位槽上方兩側之導輪組，受第二個感測器以下之每一感測器引所控制，以導引栽培箱進入立體栽培架，作業時當感測器引之任一個被感測到時，該導輪組便向定位槽內側偏移，當滿位開關作用，該導輪組則又恢復原狀。

### 3. 培育作業區

#### (1)可移動立體栽培系統：

栽培室—栽培室為廠區內的中間部份，平面面積60平方公尺，可排放3組8排共24組立體栽培架，栽培室裡面之天花板及四週側壁採用深色防水塑膠板，以達到暗室效果，同時構架與烤漆板間加襯有5公分厚的保麗龍板作為隔熱及保溫用，下面混泥土地面，設有三排排水口，管徑2"，間距3分尺。上方則設有栽培架移動用天車可供栽培箱上、下架及移動式噴灌系統，立體栽培結果可較平面式提高約8倍栽培面積。

栽培箱及栽培網（如圖5）—配合機械化收穫銀芽，減少收穫切割時近根部胚軸段之損失，培育方法以箱式栽培最適宜機械之播種、收穫、管理。育芽箱採用普遍使用之水稻育苗箱加以改良而成，其長61公分、寬31公分、高3公分，內部箱平面1公分有突出肋條，受以承置栽培網，有效栽培面積每箱0.1624平方公尺。栽培網採用縐縮（Crimp）#18×10mesh鍍鋅鐵絲網。立體栽培架—配合箱式育苗盤之放置，立體栽培床架以鍍鋅角鐵組合而成，立體栽培架底端外側之框桿係呈外伸狀，俾可與上架下槽孔之各感測器引作感測用。床架之基本規各為1.5公尺、寬0.7公尺、高2.5公尺，分10層每層高度20.6公分，可放置5盤，單層栽培面積0.812立公尺，單栽培架之總栽培面積為8.12

## 農產品質改良劑

### 大寒千年寒冰粉

植物葉面  
清涼營養粉劑

蔬菜變得更脆更嫩。  
水果提高糖度(約2度)。  
一般水稻變成「良質米」。

每包15公克  
售價60元

中興股份有限公司  
台中市昌平路一段32之6號  
電話：(04)2341751  
郵政劃撥帳號：2031478-7號陳珠

→ 平方公尺。全栽培室可排放移動式立體栽培24組，合計栽培面積為194.88平方公尺。

三軸式天車—三軸天車主要作為栽培架之移動及供作自走噴灌之用；由天車架、減速馬達、驅動齒軌輪、齒條軌道、定位近接開關、正反轉控制換相器及行走速度控制變頻器等所構成，天車之移動速度每分鐘1.76公尺，天車行走作用依各項作業功能要求由程式控制器控制。上下架作業作立體栽培架位移用時，吊架可作前後，左加及上下移，上下位移之止動分別由分別定位於吊架上、下方之上限距離感測器及下限距離感測器所控制，當吊架上移至上限感測器該吊架即停止再上移，下移時情形亦然；吊架之兩長邊分別設置有一可能張開、卡合之卡鉤，該卡鉤之張開、卡合係分別由定位在吊架經過路徑上所設之張開感測開關及卡合感測開關所控制，二開關呈上下排列，當吊架下移到張開開關時，卡鉤立即卡合，俾該吊架可藉卡鉤將立體栽培架吊起並位移（如圖6）。

#### (2)栽培室環境自動管理系統：

根據作物對溫度、需水量、需求水溫、噴灌次數之需求，有噴灌系統、加溫系統及降溫系統等裝置。

水份管理自動噴灌機組—包括地下水供水機組、噴灌機組、可收放立體式噴灌天車、噴水管路、噴頭等，地下水供水機組，作用流程為1吋抽水機→0.5立方公尺濾水裝備→儲水桶，以水位進行兩段式自動控制。噴灌機組使用2馬力直結式高壓抽水機，配合管路及電磁閥將水壓送至噴灌管路，最高壓力4kg/cm，出水量每分鐘100公升。可收放立體噴灑天車即利用移動栽培系統之三軸天車架安裝可收放管架、定位開關，噴灌行走方向依定位開關及設定路徑作固定軌跡式連續移動噴灌。噴水管路包括1"控制閥、1"主管、 $\frac{3}{4}$ "浪管、 $\frac{1}{2}$ "支管，浪管一端與抽水機出水口連接，另端連接主管，主管下裝2支

支管，支管上各固定10組對向銅質噴頭，每一組立體栽培床架由兩噴頭作對向錐形霧狀噴灑灌溉（如圖6）。

### 周年生產銀芽，必須裝加溫機

栽培室溫、濕度管理控制組—包括冰水機組、通風機組、加溫機組、可調定時、定溫自動控制裝置等。冰水機組將常溫水降溫，用於噴灌芽菜及控制栽培室夏季溫度，主機由5RT氣能式冷凍機組及抽水機、溫控感測器及控制箱組成。以管路與儲水桶聯結，以循環方式將水降溫，所需溫度可由恆溫控制器調整，最低溫度可達10°C。通風機組為達到溫、濕度、通氣條件控制，使芽苗菜能在最佳環境下生長，在栽培室前後和裝置兩組16吋及排風扇，前方兩組為抽氣，裝置於離地面1.5公尺，後方兩組為排氣，裝置於壁面上方山形處。冬季低溫時影響芽菜生育，為能週年生產銀芽，設有10kw加溫機一台，其加溫由溫度感測器控制，最高加溫可達攝氏40度。

#### 4.收穫作業區

(1)栽培箱下架機組：栽培箱下架機組之功能如前述上架機組，為將已長成之栽培箱由立體栽培架上——排下，其構造包括栽培箱下架輸送機，功能及構造與栽培箱上架輸送機相似，係用以將原放置在立體栽培架上之每一栽培箱——送出，裝置於下架機主骨架上，可於骨架上作前進、後退位移，當作業時，輸送機之前端可伸至立體栽培架最下層下方，當出料完成後，位於下架定位槽上方之輸送機部份可完全退下下架槽孔，其前、後位移以極限開關作為前後位移極限之控制；下架栽培箱轉向承接組，亦為中空狀，下方銜接另一輸出輸送機，其功能及構造與栽培箱上架轉向承接組相同，皆係用以將進入之栽培箱作下放之動作。計數器係定位於栽培箱被下放經過處，當通過之栽培箱達到所

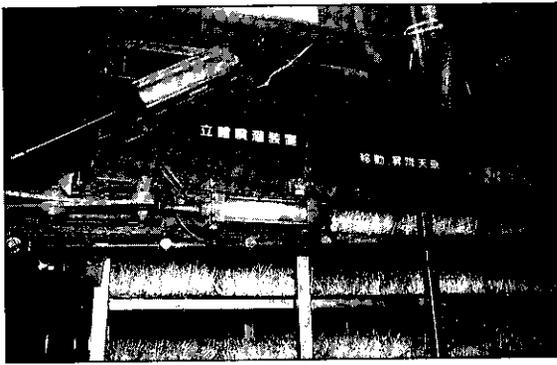


圖6. 三軸天車收穫吊架作業

設定之數目後，該計數器便控制吊架將立體栽培架往下移位一格，直至10層作業完成。下架定位槽構造與上架定位槽類似，亦具有11組縱向排列之近接感測器，其由上向下算起第一組感測器為栽培箱下架輸送機進入立體栽培架之通知控制，第二組以後係用以供立體栽培架出料作業上下位移定位用，第11組配合計數器作為栽培箱下架輸送機退出控制（如圖7）。

### 收穫機組為一貫作業連續式

(2)收穫機組：本機配合盤式育芽及產品收穫品質之要求，所設計研製之一貫作業連續式收穫機，主要部份包括輸送機構、子葉

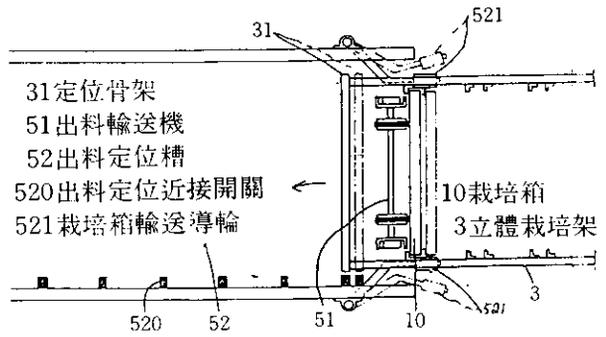
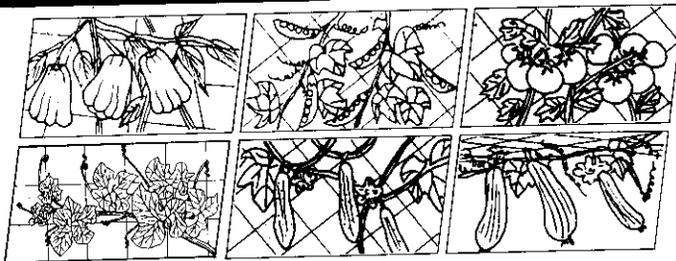


圖7. 栽培箱下架出料作用示意圖

切除及排除機構、植株扶持推送機構、根部切割機構、定向吹倒機構、胚莖輸出機構、動力系統、限制導條及機架等。其作業流程（如圖8）利用於綠豆銀芽生產子葉切除、根部切割及銀芽（胚軸）輸出一次完成；利用於苗菜收穫則根部及莖葉輸出一次完成，子葉部機械收割平整率受栽培密度、生育狀況影響，兩側邊需作適當導引，可使收割效率達到百分之百；根部切割則以切刀密接栽培箱面作業，可減少殘留損失，根部機械切割平整性佳、可完全切割，輸送設計因考慮後續切割部需為強制輸送配合切割收穫，採用工程輸送帶式，藉輸送帶將育芽栽培箱輸送到後續之切割機構等裝置。

## 農作物栽培網

● 省時省工 ● 降低成本 ● 提高產量



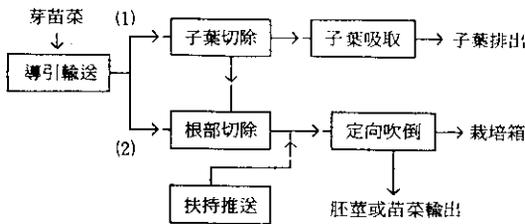
- 適用於：莖類、爬藤類、瓜果類、蔬菜類
- 用途：防風、防雨、防止倒伏、不易發生蟲害、方便採收
- 大量減少農藥使用次數

- 主要產品：花網／瓜網／芹菜網／蘭草網／豌豆網／防（捕）鳥網／洋香瓜地面網／甜椒網／蕃茄網／辣椒網／絲瓜網／葱網／大蒜網／蘆筍網／茄網／萬年青網
- 其他主要產品：漁業養殖籠／運動網／安全護網

欣隆製網股份有限公司

工廠：臺南市安平區174-1號  
 電話：(047) 524625-613567  
 傳真機：047-611750

圖8. 箱式栽培芽苗收穫作業流程



註明：

(1)綠豆銀芽收穫時

(2)豆苗收穫時

(3)自動積箱機：收穫後之箱網經分離清洗並結合後由積箱機以10箱為一單位自動推疊，積箱機採用市售自動化積箱機。

### 5. 監視及控制管理

以生產過程全面自動化配合設施栽培全程使用機械基本動作控制需求條件，進行進料、出料、出進料及栽培環境等監視感測控制規劃，使芽菜之生產從播種、管理到收穫得以全面機械化，自動化。

### (1) 管理自動化設備

微處理機—採用16位元個人電腦為控制系統主要操控單元。

介面控制器—使用PCA48 PC-ACQUSITOR可輸入48點，輸出控制64點。

負載保護控制器—作為介面控制器與驅動電源控制間之保護裝置，以保護系統電路避免因環控設備失控或雷電影響系統。

可程式控制器—配合作業機組之設計功能及所需控制模式，採用日立H200型可程式控制器成為機械系統控制並與個人電腦連線作聯合監控。

溫度感測器—使用Pt100Ω感溫電阻體及溫度轉換器，測定範圍0~100°C，精度±0.5°C，輸出電壓訊號DC0-5V。

濕度感測器—利用Pt100Ω測溫電阻體兩支組成乾濕球溫度量測，經濕度轉換器，測定範圍0-100%RH，精度±1.5%RH，輸

## 日本共榮肥料

- ◎永續農業之先驅。
- ◎承救台灣土壤為使命。

### 1. 共榮有機100：

全有機質肥料，改良土壤，促進土壤微生物活動。含有特殊微生物群，增強植物體抗虫、抗病力。提高農產品品質。專利特殊製法，內含植物所需之養分。

保證成分：N 3 · P 3 (肥料登記證北進質字08701號)

### 2. 共榮複合有機肥料： 保證成分

肥料種類	氮(N)	磷(P)	鉀(K)	鎂(Mg)	肥料登記證
1 號	8	8	8		北進複字8704號
2 號	12	12	12	3	北進複字08705號

以上均另含有機質50%以上。

### 三菱肥料：

肥料種類	氮(N)	磷(P)	鉀(K)	鎂(Mg)	肥料登記證
安美益	10	10	10		北進複字06404號
樹愛肥	12	6	6	2	北進複字06401號

## 日東農機

- ◎日東產品、必屬佳良。
- ◎造福農民、是我們的責任。

1. **KS-10E**——兩支柱塞創始者  
背負式噴霧機，壽命最長、壓力最高，保養容易。
2. **NS-350, NS-451**——  
全磁化柱塞之高壓噴霧機，免加黃油、壽命最長。
3. **自動噴霧泵浦**——  
全磁化柱塞、壽命長、壓力高。
4. **背負式電動噴霧機。**  
手搖式撒粒機。

## 成長農業資材行

電話：(05) 285-5995  
傳真：(05) 285-5998

出電壓訊號DCO-5V。

控制程式—控制程式以培基語言配合組合語言 (Assembler+Basica) 撰寫。

以16位元個人電腦為主控台單元，配合PLC可程式控制器、各種近接開關、感測器規劃安裝，根據栽培室內相對溫度、相對濕度、儲水桶水溫、儲水桶水位、通氣量、灌水量、機械運轉條件及時間序列變化等管理到收穫等機械基本作動控制需求條件，而分別作動抽水機、冰水機、移動式噴灌系統、換氣扇及加溫通風設備等自動管理系統及移動式栽培系統、選種機、播種機、進出料上、下系統及收穫系統。使設施芽菜等之栽培生產從播種、管理到收穫等能依需要加以監控。

### (2)播種進料監視感測控制

進料監控包括栽培箱暫存輸送機、自動排箱機、播種機、上架機及移動栽培系統。

其流程為選擇某一欲作進料作業之栽培架列，經按下確認鍵後，系統即自動偵測，偵測點包括播種機是否正常、上架機組是否在定位，三軸天車是否在定位及處於正常作業狀態。各點皆處於正常狀態時，三軸天車系統即開始自動移位至被選定之列第一個立體栽培架位置，由於立體栽培架之位置已被預先設定好，致吊架欲吊立體栽培架時，天車系統會先移位至欲吊起之立體栽培架上方定位，之後吊架下移，當經過張開開關時，卡鉤張開，吊架再繼續下移至下限感測器接近立體栽培架上端產生感應，使吊架停止，同時吊車之感測開關作用，使得卡鉤閉合，正好將立體栽培架頂端二側鉤合，之後控制線路控制吊架上移，將立體栽培架吊起，當吊架上升至上限感測器受到感應時，吊架便停止運動；同時天車系統往前位移將空立體栽培架吊至栽培箱上架定位槽正上方定位，吊車

# 柏強關係企業

—誠徵—  
各地區經銷商

◎專營肥料進口·品質保證·價格最合理  
◎專業酸化土壤改良·創造永續農業

**善用腐植酸土壤活化佳**

**施用魚精肥生長快又壯**

### 植物性有機粕類

1. 菜籽粕： 登記證：台進質字09501號 保證成分： 全氮：4% 全磷：1% 氧化鉀：1%	2. 花生粕： 登記證：高進質字01303號 保證成分： 全氮：5.5% 全磷：1% 氧化鉀：1%
--	--

(另有其他有機粕類產品)

### 腐植酸類

腐植酸鉀  
登記證：高進質字01304號  
保證成分：  
水溶性氧化鉀：10% (另有其他腐植酸產品)

### 魚精 (胺基酸營養劑)

1. 濃縮魚精液肥 (葉面專用) 登記證：台進複字10902號 保證成分： 全氮：8% 全磷：4% 氧化鉀：4%	2. 日本魚精 (祥友三號液肥) 登記證：高進複字01302號 保證成分： 全氮：6% 內含鉍鉍1% 全磷：6% 內含水溶性磷1% 氧化鉀：5% 內含水溶性氧化鉀5%
---	--

(另有其他各國魚精產品)

### 複合肥料類

為美國最大肥料廠CBC公司及美國BEST肥料廠二家進口肥料之台灣總代理。

1. 催花肥 (BESTPHOS) 登記證：台進複字09504號 保證成分： 全氮：11% 全磷：55%	2. 中果肥 (TRIPLE-PRO) 登記證：台進複字09503號 保證成分： 全氮：15% 全磷：15% 氧化鉀：15%
--	---

## 柏強貿易企業有限公司

地址：高雄市苓雅區憲政路123巷6弄3號  
電話：(07)2233306(代表號) FAX：(07)2232358  
負責人：彰化縣溪湖農會理事長 徐坤朗

歡迎各地區農會合作

吊著立體栽培架往下位移進入定位槽內，當立體栽培架之下方框桿對應定位槽內最下方之第11組感測器時，吊架停止再下移。同時上架機組之栽培箱上架輔助輸送機自動伸入立體栽培架中，且栽培箱暫存輸送機、自動排箱機、播種機及連結輸送機開始作用。即當天車吊著立體栽培架進入上架定位槽內定位後，立體栽培架之最上一層層架恰對正栽培箱上架輔助輸送機之輸送帶上平面，而二導輪組往立體栽培架偏移，此時，栽培箱上架輔助輸送機向前位移伸入立體栽培架內，而由播種機輸送來之栽培箱首先進入栽培箱上架轉向承接組內，由二托輪架暫時承托，當栽培箱之前緣碰到觸動開關時，推件向下且往前推動，將栽培箱完全推入暫承托架組內，當栽培箱觸動輪托輪架作用開關時，托輪架張開，將該栽培箱垂直下放在上架輔助輸送機第一段加速輸送帶上送出，二整列擋桿暫時擋住不能其位移，當栽培箱之側緣切齊時即會觸動擋桿作用開關，使擋桿上提，栽培被快速送出至上架輔助輸送機之第二段減速輸送帶上繼續位移，而順著上架輔助輸送機進入立體栽培架之第一層架上，且一箱緊接著一箱進入，在進入層架內時，栽培箱之二側亦同時受導輪組所引導，使能順利進入。

當進入層架內之最前面一個栽培箱碰到上架輔助輸送機前最前端側之滿位開關時，即表示該層架內之栽培已放滿，該滿位開關會控制上架輔助輸送機及其前段輸送機、作業機之輸送帶停止傳動，避免栽培箱形成阻塞，且亦控制吊架將立體栽培架往上上升一層，當框桿再次感應第10組感測器時，吊架上升便停止，此時上架輔助輸送機之輸送帶正對立體栽培架第二層架上，同時滿位開關被釋放，上架輔助輸送機等輸送帶又恢復傳動，繼續作此層架栽培箱之上架工作。直至立體栽培架最下層即第10層已排滿栽培箱後

，此時立體栽培架之框桿正對應由上算起第二個感測器，之後吊架再將立體栽培架上吊至框桿對應第1個感測器後停止，上架輔助輸送機及其前段作業機組之輸送帶作用信號切除；上架輔助輸送機後退退離立體栽培架，而當上架輔助輸送機後退至後限定位開關感應時，天車吊架將立體栽培架向上吊離上架定位槽，並且將其吊至暫存區定位後釋放，天車吊架恢復定位同時移位至該列第2個空立體栽培架，重復上述動作，當第2個栽培架上架完成後，也被吊至暫存區儲放；如此繼續重復進行該列第3個栽培架之上架工作，當各層皆已上架進料完成後，此栽培架將直接吊回原定位而不作暫存，之後天車依序吊回第2及第1個栽培架，當第1栽培架回復原位後，天車即自動回歸原位等待吊次起動確認（圖9）。

## 利用監視感測器控制收穫出料

### (3)收穫出料監視感測控制

收穫出料監控包括移動立體栽培系統、下架機組、輸送機、收穫機組、清洗機、積箱機。其流程為選擇某一已栽培成熟欲作出料作業之栽培架列，經按下確認鍵後系統即自動偵測，偵測點包括積箱機、清洗機、收穫機及輸送機是否正常、下架機組是否在定位，三軸天車是否在定位及處於正常作業狀態。各點皆處於正常狀態時，三軸天車是否在定位及處於正常作業狀態。各點皆處於正常狀態時，三軸天車系統即開始自動移位至被選定之列第一個立體栽培架位置，其吊起立體栽培架之作用如上述。之後天車將立體栽培架吊至下架定位槽上方，將立體栽培架往下吊，當立體栽培架之定位框桿對應由上算起第一個感測器時即停止，此時栽培箱下架輔助輸送機伸入立體栽培架之最下（第10）層層架上方（輸送帶表面未碰到層架上之栽培箱），當下架輔助輸送機完全伸入至定

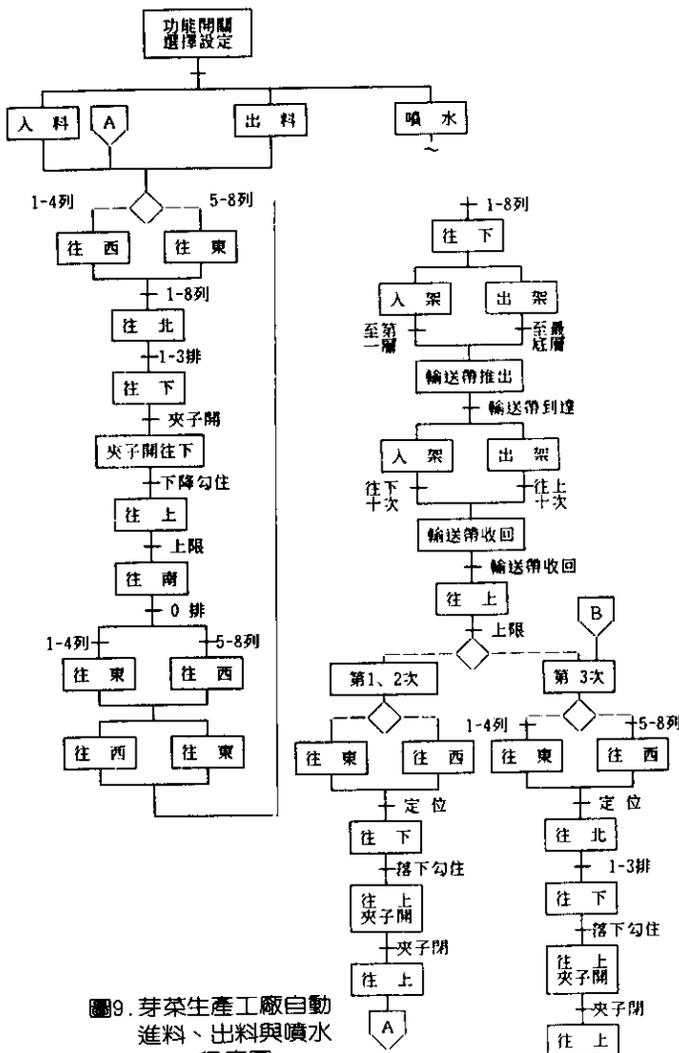


圖9. 芽菜生產工廠自動進料、出料與噴水 PLC 程序圖

點後，吊架上之立體栽培架繼續往下降使定位框桿對應第二感測器，斯時，下架輔助輸送機之輸送帶恰承接往立體栽培架最下層層架所放置之栽培箱箱底，而導輪組向立體栽培架偏移，使立體栽培架最下層層架上之栽培箱受下架輔助輸送機輸送及藉導輪組引導，而一一進入栽培下架轉向承接組內，其栽培箱在下架轉向承接組之下放之動作與前述上架轉向承接組之作用相同，而栽培箱由輸出輸送機承接排出時經計數器計數。當計數器所計數之數量達到所設定之數量時（即一層層架上所安置之栽培箱數），此表示一層層架上之栽培箱已完全排出，此時導輪組回復原狀，立體栽培架往下移位一層（即定位框桿對正第三個感測器，此時下架輔助輸送機之輸送帶面恰接觸到立體栽培架最下方第二個層層架上之栽培箱，導輪組再度偏向立體栽培架，以將該層架上之栽培箱排出。當立體栽培架最上一層層架上之栽培箱完全排出且最後一個栽培箱碰壓到計數器時，該下架輔助輸送機便後退退出立體栽培架，當下架輔助輸送機完全後退至後限開關被觸動時，下架輔助輸送機便停止，而天車將立體栽培架往上吊出下架定位槽，並吊至暫存定位區儲放，其後續作業重復前述作用，而立體栽培架之回復動作如前述進料感測控制。

(4)出、進料監視感測控制

配合芽菜同時依序進行收穫及播種作業需求，出、進料監控即將培育室之出、進料依序進行控制；其動作狀態如前述兩種方式，根據程式設定先進行收穫出料作業，出料完成後接著將立體栽培架吊起，並移位至播種進料作業。其定點吊起、移動及垂直階段定點放置於栽培箱上、下架處各段以近接開關係用，立體栽培系統之停止或運轉，皆如前述程式設計而驅動。立體移動式栽培系統具有恢復作用，每一批次將立體栽培架吊離原位置進行出料及進料後自動恢復原定位，

承續下一回合作業。

### (5)栽培環境監視感測控制

定時、定溫噴灌自動控制裝置為栽培室自動管理控制的主要部份，包括噴灌時期控制、噴灌時間控制、栽培室恆溫控制、天車操作延時控制及全系統連動控制(如圖10)。

### 噴灌控制依需要可設定計時開關

其動作主要受栽培室溫度、濕度及24小時型Timer控制。時控為將24小時區阿8次，即Timer每3小時作動一次，每次噴水時間由可設定計時開關依需要設定控制，當達到設定時間時移動天車由中央位置移位至栽培室左側之噴水架定位點，天車停止並放下噴嘴架，待噴嘴架放至定位，天車再次驅動移位至第5列位置時觸動抽水機作用開關，開始進行噴灌作業，天車南北向一往復，又

移位至第7列，重復上面動作完成後，天車再移位至第4列，依序完成第4、2列之噴灌後，完成第一回之噴灌作業，此時控制迴路再次搜尋設定之時間是否終了？否則重復前述作業一回，若感測時間已終了，天車即將噴桿收起，並移位至原定位點(圖11)。

至於栽培室恆溫、恆濕控制組則由冰水機組、通風機組、加溫機組、雙流體加濕器、可調定時、定溫自動控制組合等構成。冰水機組之作用因外大氣及所需噴灌水溫而自動作用，以管路與儲水桶聯結，以循環方式將水降溫，正常設定溫度為15°C。通風機組之作用受到溫、濕度、通氣條件控制，當比較設定條件後於合於條件情況時抽、排氣扇同時作用。加溫機之作用受溫度控制，當溫度感測器感應之溫度低於最低設定溫度時，加溫機作用即可控制栽培室之最低生長溫度。雙流體式加濕器之作用根據栽培室內溫度與濕度變化，栽培室內濕度與溫度達到設定值時即自動將供氣與水之控制閥打開，實行加濕或降溫作用，每次兩組以間隔5秒交互作用，當達到設定濕度85~90%時即自動停止。

### 綠豆銀芽生產自動化技術

綠豆芽菜將其頭尾去除，只留潔白肥胖之胚莖，吾人稱之為“銀芽”，銀芽菜生產自動化系統與市面上傳統之豆芽菜生產條件完全不同。傳統豆芽菜之生產乃是採用容器多層孵育，此種型式的豆芽生產單位面積之產能較高，但若生產銀芽，則必須利用人工去頭截尾，因此，銀芽之生產成本極高。且傳統之豆芽菜生產利用豆芽本身壓擠及外力壓力而產生乙稀，而乙稀為植物本身所合成之生長調節劑，會造成胚莖變粗，根及胚莖長度縮短之生理效應，才能生產矮胖之豆芽菜。

銀芽生產自動化系統則是在單層之育苗

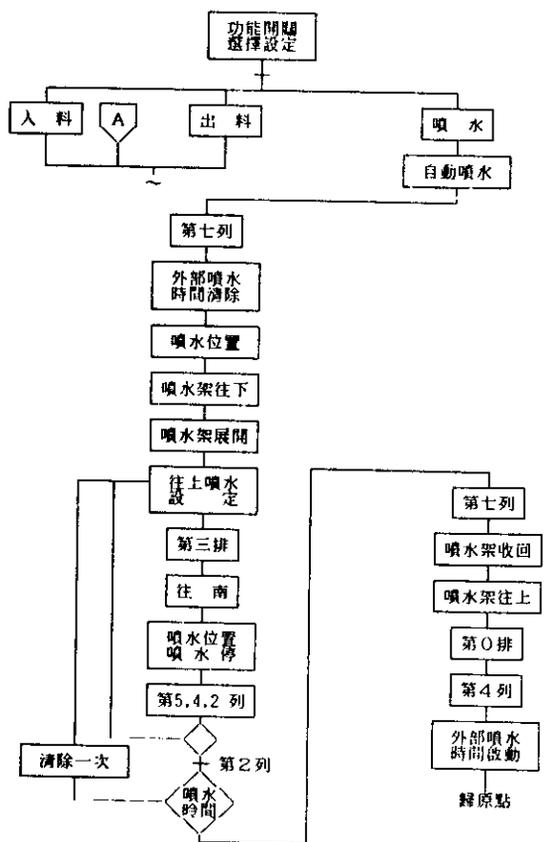


圖11 芽菜生產工廠自動進料、出料與噴水PLC程序圖

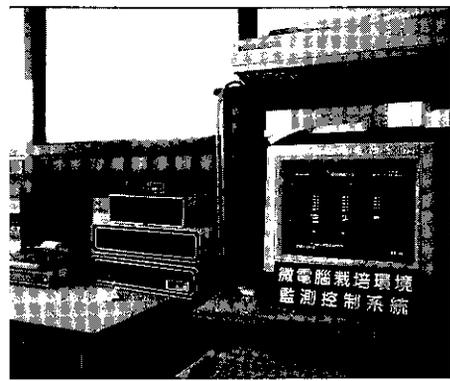


圖10芽菜生產工廠環境自動監測系統

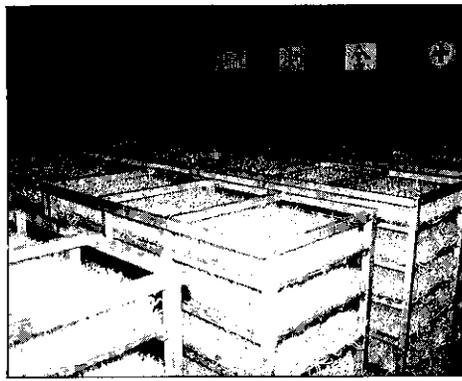


圖12芽菜生產自動化示範工廠栽培實況

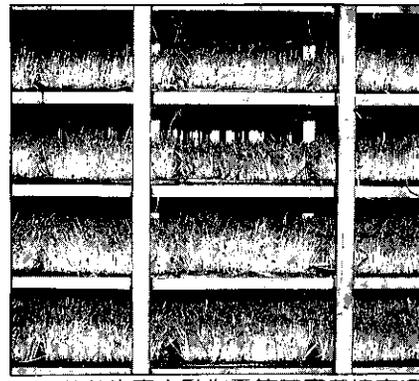


圖13芽菜生產自動化示範工廠栽培實況

架上培育豆芽菜，利用傳統生產之原理加以調整，以生產各種芽菜。由於本生產系統是單層培育並利用機械截去頭尾直接生產銀芽，可降低銀芽生產之大量人力成本，開創了銀芽生產之另一途徑。世界上有許多芽菜生產之植物工廠，以日本為例，大都生產蘿蔔嬰、蕎麥芽、苜蓿芽為主。本生產綠豆銀芽系統可能為世界首創，由於綠豆芽生產時必須使其胚莖肥大，因此，除了精密的水分及溫度控制外，仍需配合氣體控制，才能使其胚莖肥大。根據台南場從綠豆品種、浸種時間、栽種密度、乙稀處理時期及濃度、培育溫度與水分控制及銀芽收穫及產量等生產條件研究結果已初步建立一套生產技術，今分項敘述如下（如圖12，13）：

1.綠豆品種：粉綠及油綠兩系統之綠豆均可生產銀芽，粉綠種種子較大，浸種時間也較短且種子發芽較快速一致，胚莖銀白不

易變色，外觀上較佳，惟生食略帶腥味及因種子生產成本較高，故大多數業者均採用油綠種胚莖生食口味佳、無腥味，但子葉易著色，外觀略遜粉綠品種。作為生產用則應注意其種子來源、種子活力。

2.栽培密度：銀芽生產以品質為重，栽培愈密，雖可增加單位面積產量，但若過密則造成重疊生長，生育不整齊，且增加收穫銀芽之夾雜率。依目前研究結果，每箱（30×60公分）之栽植密度以250公克的播種量最適宜，超過300公克則易造成多層生長致生育不整齊，造成收穫時夾雜率太高。若低於200公克，雖生育整齊，但單位產量過低，較不符合生產成本。

3.浸種時間：浸種主要目的可加速種子發芽及提高發芽整齊度。油綠品種吸水速度較粉綠品種慢，一般而言，粉綠品種可較油

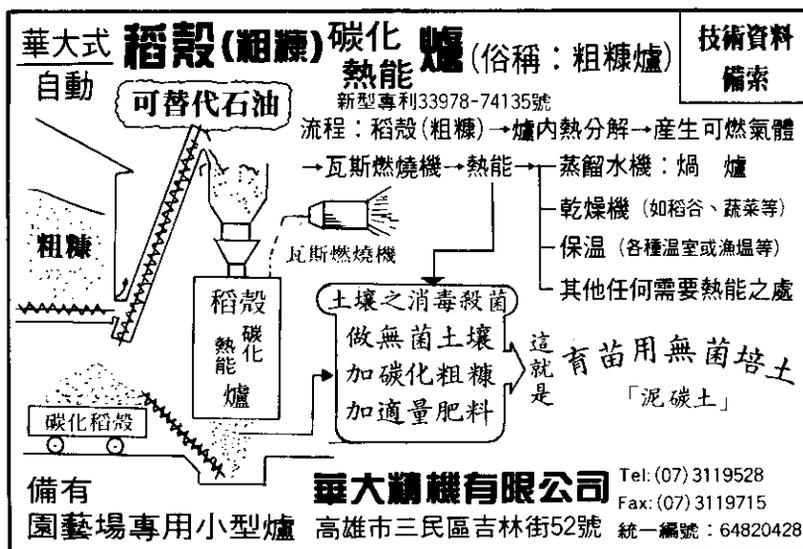




圖14銀芽生產收穫作業

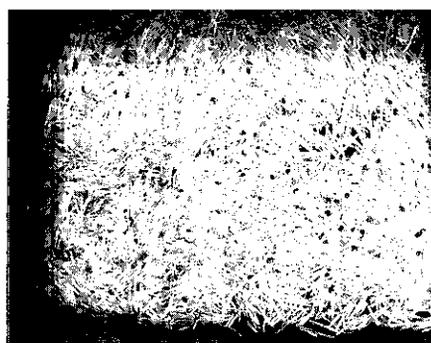


圖15收穫後銀芽進行預冷處理



圖16綠豆銀芽

綠品種少浸1~2小時。浸種時間也受水溫影響極大，如用40°C水只要浸種4小時，種子重量則可提高1倍。若用常溫水浸種，則需8小時以上。因本系統採用機械播種，為避免種子損傷，芽體不宜過長，以浸種8~12小時較佳，超過12小時，則部份芽體過長，機械播時易造成損害。

4.乙稀處理時期及濃度：傳統豆芽菜生產乃是利用芽體之呼吸作用所生產之二氧化碳促使胚根肥大，但若以低濃度之乙稀處理也可生產品質良好之豆芽菜，根據前人研究結果，以2PPM之乙稀氣體處理效果最好。由於本生產系統以單層生產方式培育，處理時期為成敗之主要關鍵，根據本場試驗結果，以播種48小時後處理效果最佳，（胚根長度約為1.5~2公分），太晚處理，胚莖細長，商品價值較低，太早處理，胚莖較為肥大。

，但生育緩慢，由於利用機械切割，豆芽之高度以7~9公分最佳，由於48小時後施用乙稀，乙稀處理72~90小時便可達至7~9公分長，且子葉之養分全部轉移莖部，莖部直徑皆可達2.5mm以上。利用此種單層生產方式，由於子葉與空氣接觸較多，子葉部會有花青素形成，但並不影響銀芽品質。乙稀氣體濃度則使用乙稀發生器控制。

5.培育溫度與水分控制：本場豆芽生產之溫控及水分控制已可自動化控制，各種芽菜所需溫度不一，綠豆芽培育溫度以28°C上下最佳，最好不超過32°C，最低不要於23°C，理論上，溫度愈低，芽菜品質愈佳，但生育速度較慢。水分控制則以每2小時噴水一次。

6.銀芽收穫、產量及收穫後處理：（如圖14，15，16）綠豆芽培育144小時後，植

好書推介

台灣花卉園藝月刊



種花，請看——

全國唯一花卉專業雜誌

台灣花卉園藝月刊

有最新·最好的花卉資訊

國內訂閱：一年十二期 900元  
（掛號寄書另加260元）

劃撥帳號：1149155-7

劃撥戶名：財團法人台灣區花卉發展協會

台北市民族東路336號3樓

電話：(02) 5018893 傳真：(02) 5018752

體鮮重不再增加，且開始老化，失去鮮脆度，在本系統中以播種後120~144小時為採收適期，可利用溫度及乙稀濃度調節出貨時間。採收採用機械自動已切除子葉及根部、可收成60%之銀芽，平均產量每盤約為1.2公斤。採收時可以低溫冰水清洗、預冷，瀝乾水份後可以分裝成小包裝行低溫冷藏。

## 展望

綠豆芽菜源於中國，並風行於世界各地，甚或被美、日等國選為國防蔬菜。由於綠豆芽生產期短，採用循環栽培可天天生產出菜，早期綠豆芽培育全部採用人工不分晝夜地勞動，每隔3~4小時即灑水一回，其辛苦有如看護重病患者般，晚上也不能多睡，近年來孵豆芽機械的利用，改善了部份管理作業的辛勞，但其產品仍難以擺脫粗俗產品型態，以致生產與利用在我國的發展遠不及日、美等國。生產短根肥莖高品質的芽菜一直是各國業者期望的目標，且緣於豆芽生產辛勞度與高設備使用率、高生產率及產品的均一品質的特性，最適合發展生產自動化之“植物工廠”式一貫化生產體系。展望本芽菜生產自動化一貫栽培模式，可使芽菜之栽培

生產從播種、管理到收穫處理全程機械化、自動化，達到格式化生產及周年栽培。自動化生產模式也可達到減少管理人力、提升產品品質及價位可高於現有芽菜栽培方式者約3~8倍，其潛力已被一些有意生產者看好。未來本場將致力於產業技移的加強與建立，並技術轉移國內廠商進行此項設施栽培機械設備之生產。最終經由建立經濟生產規模之自動化生產模式，推廣農民設立應用，可因應季節需要生產高品質、無農藥污染之清潔健康芽菜，提供消費者使用，紓解夏季蔬菜生產不穩、不足問題。

此外，本芽菜生產自動化系統不僅可生產銀芽，也可適用於彈性化生產多種綠化芽菜，如碗豆苗、苜蓿苗、蘿蔔嬰等等，並且可利用機械去根，節省大量採收人力。

而自動化立體栽培模式的發展，可供利用於其他作物之生產栽培，如自動化上下架裝置及立體移動栽培系統之技術可擴大應用及推廣於其他產業如水稻育苗中心苗箱之立體化堆積、菇類等太空包栽培自動化上下架或花卉自動化育苗等。自動化生產工廠設備與栽培技術更可提供國內農業生產自動化的教學、觀摩與訓練之用。

## 攜帶式電動送風 呼吸保護具

防塵、防毒、防臭 全機能設計

質輕 舒適 安全

山本光学株式会社 LS-800系列

成形頭戴口罩式裝著簡單，本體150公克，輕量舒適，視野廣闊。內裝扁平式送風馬達，壽命10,000小時以上，超小型鎳鎘電池，充電一次可連續使用10小時，附電池皮套可裝入腰帶，輕便安全。直結式濾毒罐，粉塵濾罐日本JIS國家檢定合格，捕集效率99.5%，附110V電源充電器，最適合農業噴藥、塗裝噴漆、化學工業、有機溶劑毒臭氣體作業使用。

新型專利公告160155號

郵政劃撥帳號2099479-1

總代理 盛將有限公司

台中縣大里鄉西湖路5之13號

TEL:04-3335268-3327569 FAX:04-3325233

LS-800

風量固定

LS-810

風量可調

定格10時間

50公升/分

定格5.5~10時間

40~70公升/分



マスクの中に小型電動ファン内蔵!