

套管式番茄苗嫁接機之研製測試¹

鍾瑞永、鄭榮瑞、劉政宏、許健興、黃圓滿²

摘 要

鍾瑞永、鄭榮瑞、劉政宏、許健興、黃圓滿 2005 套管式番茄苗嫁接機之研製測試。 台南區農業改良場研究彙報 45：74-84。

本文開發一種適合台灣地區使用之番茄嫁接機，同時發展其嫁接技術，以促進嫁接產業技術之發展，而可大量提供優良種苗及有效降低生產成本與解決人力不足及人工技術需求高之問題。套管式嫁接機械設計，採用氣壓與馬達驅動機構，結合 PLC 控制。測試結果顯示，採用本機作業平均嫁接速率為 320 株/每小時；嫁接成功率 92%；嫁接存活率 97%。與傳統人工作業方式比較，平均嫁接速率與嫁接成功率略低於熟練嫁接工之人工嫁接，但嫁接存活率則相差不多，其差異主要由苗株生長彎曲所造成。此外機器操作的熟練度亦是影響的因素之一。整體而言，機械作業性能及操作技術已可為農友接受，未來仍嘗試其他作物之種苗嫁接，並改善機械之穩定性與操作性，以提高機器之嫁接速率與嫁接成功率及泛用性。

關 鍵 詞：番茄、套管、嫁接機。

接受日期：2005 年 5 月 4 日

前 言

根據行政院農業委員會 92 年度農業統計年報資料顯示，台灣地區番茄全年栽培面積約為 5,100 公頃⁽¹⁾，包括大果、小果及加工番茄，種苗需求量約在 9,800 萬株以上^(4,6)，而以秋冬季栽培較多；惟為供應市場之需求，夏季栽培面積有逐漸增加之趨勢，雲嘉南地區，如嘉義縣的太保市、水上鄉、六腳鄉及民雄鄉等的設施栽培已成為夏季番茄的主要生產地⁽⁵⁾。然而，台灣地區夏季屬高溫多濕之氣候，一般簡易型設施栽培都無環控設備，番茄於此環境下生長，常受青枯病、根瘤線蟲病及萎凋病等土壤傳播性病害之危害，往往造成農民極大的損失，因此台南場及亞洲蔬菜研究發展中心於民國 87 年起，進行番茄嫁接栽培試作，多年來在抗病性及耐淹水性方面均得到良好的成效，並獲得各界的好評⁽⁶⁾。由於番茄嫁接苗，具有較佳的抗病性及耐淹水性優勢^(5,7)，因此，需求量有逐年遞增之趨勢，估計年需求量可達千萬株以上。目前台灣地區番茄嫁接苗主要採用番茄穗木及茄子砧木的嫁接方式，兩者嫁接的固定以套管式為主，主要乃因套管式嫁接之耗材便宜、作業方便且存活率高⁽³⁾，故為多數育苗場所採用。

1 行政院農業委員會台南區農業改良場研究報告第 311 號。

2 台南區農業改良場助理研究員、研究員兼課長、助理研究員、助理研究員、助理研究員。台南縣 712 新化鎮牧場 70 號。

嫁接機械化的發展，國外如日本雖已有嫁接機器的問世，但因其採用固定夾式嫁接技術，不同於台灣地區慣用之套管式嫁接法，且設備昂貴、耗材價高；需 2-3 人作業^(9,10)，故並未被引進國內，因此嫁接作業主要仍以人力為主，惟嫁接工作又非一般工人即可操作，需要適度的訓練與經驗累積，才得以勝任，在技術人力缺乏及生產成本高漲下，嫁接產業難以擴大規模，以提供需求量日漸增加之嫁接苗。因此嫁接作業機械化、自動化技術之開發已成為因應加入 WTO 後擴大產業規模，降低生產成本與提高競爭力的重要措施。本計畫目的即在研究開發一種適合台灣地區使用之嫁接機，同時發展其嫁接技術，以促進機械化嫁接產業技術的發展，而可大量提供優良種苗、有效降低生產成本及解決人力不足與人工技術需求高等問題

。

材料及方法

一、試驗設備：

試驗之儀器設備包含本文所開發之種苗嫁接機一台，其設計研製討論於以下章節；嫁接養生室一座；計時碼錶二個；游標卡尺一個；捲尺一個。

二、試驗材料：

試驗材料採用 128 格穴盤，平均株莖直徑約 2.58mm；平均株莖高度約 96.57mm 之茄子種苗與平均株莖直徑約 2.37mm；平均株莖高度約 172.54mm 之番茄種苗，10 號手術刀片與內徑約 3mm 之橡膠管。

三、試驗方法：

(一)套管式番茄苗嫁接機規劃、設計及研製

分析番茄人工嫁接作業流程及調查不同嫁接法之優劣及相關作業特性，分解其作業步驟、動作路徑等。根據番茄嫁接使用的穗木與砧木特性及作業流程與作業機構之動作分析結果，進行各作業機組主要機構元件之規劃、設計及各元件之研製加工與組裝，各機構組裝完成後進行基本試驗，以調查其作業功能及對嫁接穗木與砧木之影響，做為改良設計之參考。

(二)性能試驗及機構改良

配合番茄嫁接苗需求，進行套管式番茄苗嫁接機雛型機性能試驗，試驗前先以游標卡尺及捲尺分別量測茄子砧木種苗及番茄穗木種苗植株之直徑與高度，求其平均株莖直徑與平均株莖高度。試驗時以不同嫁接資歷人員進行嫁接作業，分別量測其人工作業與機械作業之單株嫁接時間及總嫁接作業時間，求不同嫁接資歷人員其平均嫁接速率與嫁接成功率；嫁接完成後將成功完成作業之嫁接苗置於養生室內⁽²⁾，以溫度 25 及濕度 95 % 的環控條件，放置 72 小時左右後，計算嫁接存活率，並分析探討最適合機械嫁接作業之茄子砧木種苗及番茄穗木種苗植株性狀。根據試驗結果進行整理分析，藉以修正影響作業性能之不良機構，調整最佳機械操作功能，以提升整體嫁接作業能力。

結果與討論

一、套管式嫁接法

番茄之嫁接方法常用斜切接，需以外物來補助固定，如各式嫁接夾、橡膠套管、骨針及塑膠插針等^(7,8)，以增加砧木與穗木之緊密結合，其中橡膠套管固定方式由亞蔬中心所開發推薦，因其具有耗材便宜、操作方便及保濕性佳、嫁接苗存活率高等優點，故廣為一般嫁接農友所採用。

(一)人工嫁接法：

一般採用株莖約 1.8~2.8mm 之茄子、番茄幼苗，苗齡約 15 天，嫁接時先將茄子砧木幼苗以超薄刀片選在子葉上方靠近與第一本葉之間，以 30 度角斜切砍下，左手輕握砧木下半莖部，右手取一段內徑約 2mm，長度約 8mm 之橡膠軟管，套入莖部切口至軟管一半深度。番茄苗則選在第一本葉上方，株莖大小與砧木相稱之部位，同樣以 30 度角斜切砍下，右手扶正砧木植株，並輕捏軟管，左手輕握穗木，將穗木切口斜面對準砧木切口斜面，往下插入橡膠套管中，輕輕直推以確保砧穗切口斜面充分密接。

(二)機械嫁接法：

機械嫁接不同於人工嫁接，除了取苗、掛苗與嫁接苗移入穴盤的動作由人工完成之外，其餘嫁接過程全部由機械完成。採用株莖約 2.2~3mm 之茄子、番茄幼苗，首先由左手取茄子苗，將莖部置於嫁接機之左邊砧木夾持夾內，左腳踩下左邊腳踏開關，完成砧木夾持；接著以右手取番茄苗，將第一本葉以上之莖部置於嫁接機之右邊穗木夾持夾內，右腳踩下右邊腳踏開關，完成穗木夾持（若動作熟練，兩手同時取苗、掛苗亦可），嫁接機接著並自動完成所有嫁接動作，嫁接完成的苗自動送出，由人工取回置入穴盤。

嫁接完成之種苗須置於養生室內 2~3 天使其癒合⁽⁹⁾，再移至設施內約一週後，即可定植於田間。定植後苗木之嫁接軟管，因植株內莖長大及陽光曝曬起老化作用而自然脫落，無須人工鬆套之慮，比其他嫁接法省工。

二、嫁接作業流程

嫁接作業流程，即完成一株嫁接苗所須之整個連貫動作，從取砧木、砧木切斷、套管剪斷、取套管、插入套管、取穗木、穗木切斷、插入套管接合、嫁接苗移入穴盤；約可分為九個動作，人工嫁接作業與機械嫁接作業流程，分別說明如下：

(一)人工嫁接作業流程如圖 1 所示，其中套管剪斷動作於人工嫁接作業中為獨立作業，即先將套管裁剪成約 8mm 長之小段備用，嫁接時僅作取套管、插入套管的動作，故套管剪斷為離線作業，可不在嫁接過程中進行。

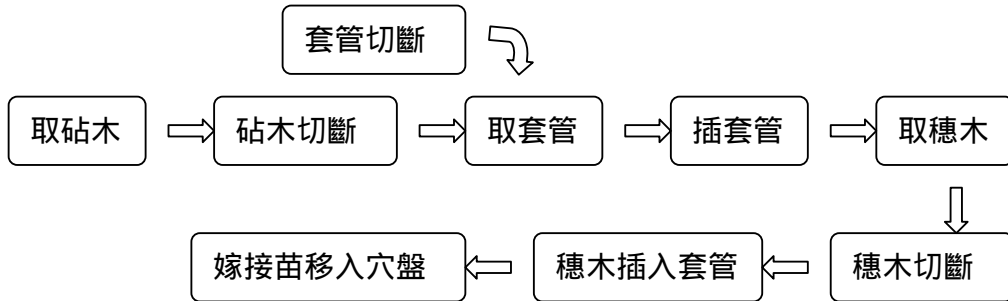


圖 1 人工嫁接作業流程

Fig. 1. Flowing chart operated by manmade.

(二)機械嫁接作業流程如圖 2 所示，套管整捲置於嫁接機內，自動供料、自動剪斷、自動送入定位與其他動作同時進行，嫁接完成苗自動送出，由人工取回，其中取砧木、取穗木、掛苗與將嫁接完成苗移入穴盤的動作仍由人工作業。

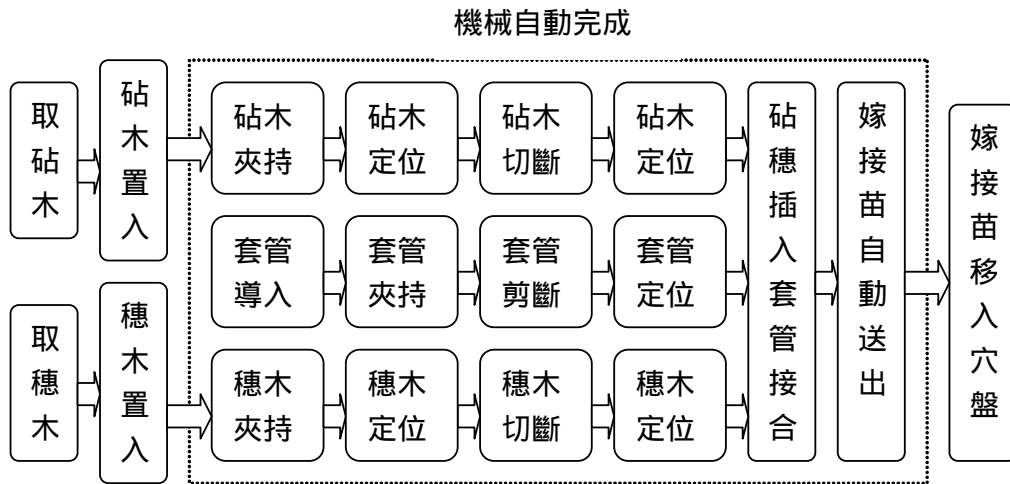


圖 2 機械嫁接作業流程

Fig. 2. Flowing chart operated by machine.

三、套管式嫁接機機構設計

套管式嫁接機(如圖 3)，由砧木自動夾持切斷定位機構、穗木自動夾持切斷定位機構、套管自動導入切斷機構、套管插入導正機構與控制機組所組成，主機體約長 55 公分、寬 76 公分、高 130 公分，兩側附有旋轉式置苗架，若置苗架全展開，機體總長為 115 公分、總寬

為 215 公分。使用 110V 電源、 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 壓縮空氣、10 號手術刀片與內徑約 3mm 之膠管，可一人操作，雙手取苗與掛苗，進行機械嫁接作業。各機構功能說明如下：

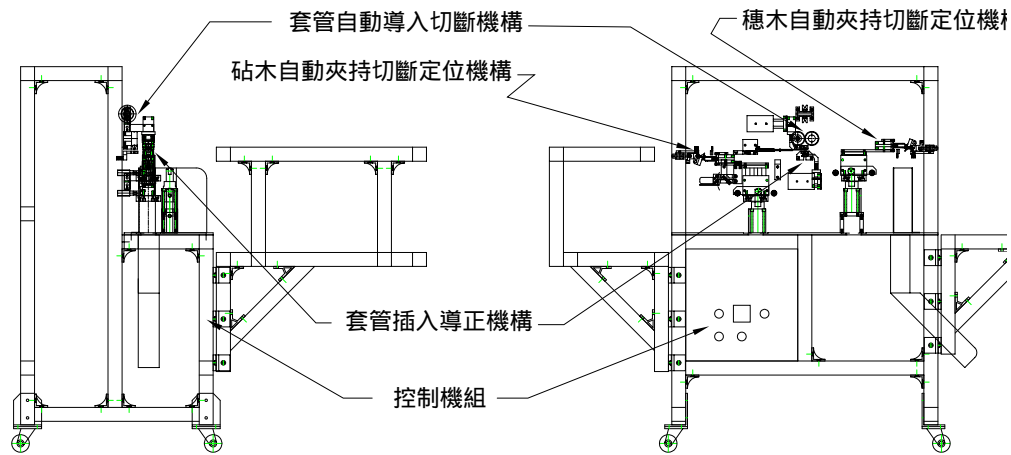


圖 3 套管式番茄苗嫁接機示意圖

Fig. 3. Schematic of the rubber tube type grafting machine for tomato seedling.

(一) 套管自動導入切斷機構：

套管自動導入切斷機構，其功能為套管自動導入、自動剪斷與自動定位，主要動作為馬達驅動膠管捲輪，將膠管自動導入至設定的長度後，利用套管夾爪夾持、剪刀機構作動剪斷，由套管夾爪機構送至套管插入導正機構，以等待砧木與穗木接合。

(二) 砧木自動夾持切斷定位機構：

砧木自動夾持切斷定位機構，其功能為夾持砧木與切除砧木上半部，主要動作為人工掛苗後夾持組夾持砧木苗，利用旋轉升降定位機構將砧木苗帶至切刀機構，切除砧木苗上半部後，再將砧木苗下半部送至插入套管導正機構，與穗木進行嫁接。

(三) 穗木自動夾持切斷定位機構：

穗木自動夾持切斷定位機構，其功能為夾持穗木與切除穗木下半部，主要動作為人工掛苗後夾持組夾持穗木苗，利用旋轉升降定位機構將穗木苗帶至切刀機構，切除穗木苗下半部後，再將穗木苗上半部送至插入套管導正機構，與砧木進行嫁接。

(四) 套管插入導正機構：

套管插入導正機構，其功能導引砧木與穗木插入套管接合，主要動作為砧木苗上升，穗

木苗下降，利用導正機構之上下錐孔導引砧木穗木插入套管接合，完成嫁接後，機構退開使嫁接苗自動移出，由人工將嫁接苗放入穴盤。

(五)控制機組：

控制機組，包含可程式控制器、電源供應器、操作控制面板、腳踏開關、電磁閥組、電路系統與空壓管路系統等，其功能為控制各機構組自動協調運作，並使作業人員便於操作。

四、性能測試與分析

(一)嫁接機性能評估項目定義

嫁接機性能的評估，可由三項指標為依據，分別為平均嫁接速率、嫁接成功率、嫁接存活率，其定義如下：

- 1.平均嫁接速率：自取苗開始，至嫁接完成將嫁接苗移入穴盤為止，整個動作完成，每小時所完成之株數，單位：株/小時。
- 2.嫁接成功率(X)：嫁接成功苗數(A)與總嫁接苗數(B)之百分比。
嫁接成功率(X)=A/B×100%。
- 3.嫁接存活率(Y)：嫁接完成移入養生室後，嫁接苗存活之總數(C)與總嫁接成功苗數(A)之百分比。

嫁接存活率(Y)=C/A×100%。

(二)嫁接機性能試驗

機械作業性能測試主要於嘉義縣六腳鄉育家自動化蔬果育苗場進行，試驗之茄子砧木平均株徑約 2.58mm、平均株高約 96.57mm；番茄穗木平均株徑約 2.37mm、平均株高約 172.54mm。供試苗株苗齡約 25 天，其性狀列表 1。

表 1 供試苗株性狀

Table 1. Seedling types for grafting test.

苗株種類		番茄	茄子
seedling variety		tomato	eggplant
苗株性狀	株徑	最大 maximum	2.65
	(mm)	最小 minimum	1.41
	diameter	平均 average	2.37
seedling type	株高	最大 maximum	270
	(mm)	最小 minimum	124
	height	平均 average	172.54

試驗時由專業及業餘人員(專業人員指實際從事嫁接苗工作之人員、業餘人員指僅接受基礎嫁接技術指導之試驗人員)分別以人工及使用嫁接機方式連續嫁接 50 株種苗，記錄其單株作業時間、總作業時間及嫁接成功株數，並將人工及機械嫁接成功完成之種苗置於養生室內，在溫度 25 及濕度 95 % 的環控條件下，放置 72 小時左右後，分別計算其存活株數。試驗結果如表 2 及表 3。

表 2. 機械嫁接作業能力

Table 2. Grafting capacity operated by grafting machine.

人員資歷 operator's experience	嫁接株數 (units) grafting units	作業時間 (sec) grafting time	平均嫁接速率 (units/hr) average grafting capacity	成功株數(率) (units,%) successful rate	存活株數(率) (units, %) subsistence rate
專業 senior	50	546.07	329.63	48 (96)	47 (97.92)
業餘 amateur	50	708.19	254.17	46 (92)	45 (97.83)

表 3. 人工嫁接作業能力

Table 3. Grafting capacity by manmade.

人員資歷 operator's experience	嫁接株數 (units) grafting units	作業時間 (sec) grafting time	平均嫁接速率 (units/hr) average grafting capacity	成功株數(率) (units,%) successful rate	存活株數(率) (units, %) subsistence rate
專業 senior	50	475.8	378.31	50 (100)	49 (98)
業餘 amateur	50	1335.09	134.82	50 (100)	48 (96)

由表 2 試驗結果顯示，專業人員使用嫁接機作業，作業效率可達 320 株/小時以上，嫁接成功率達 96%；而業餘人員作業效率約 250 株/小時，嫁接成功率約 92%，兩者作業效率比約僅 1.3。另由表 3 顯示專業人員以手工進行嫁接作業，作業效率高達 370 株/小時以上；而業餘人員作業效率僅約 130 株/小時，兩者作業效率相差高達 2.8 倍。由上述試驗分析結果，專業人員使用嫁接機作業其效率略低於以人工作業之效率，而業餘人員使用嫁接機作業之效率則遠高於以人工作業之效率，兩者相差近 2 倍，因此使用嫁接機作業對實際從事嫁接苗工作之業者來講，雖無法有效提高其工作效率，但對嫁接技術純熟度的需求卻降低了許多，可減少對作業人員的訓練成本，直接由初學者操作嫁接機。

圖 4 及圖 5 分別就試驗中之人工及機械作業的單株嫁接作業時間，作業株數各 50 株，比較專業人員與業餘人員之工作效率及單株嫁接作業時間之離散程度。其中，機械作業時因部份茄砧苗需事先摘除第一本葉，影響機械嫁接作業時間，單株嫁接作業時間離散程度較大；人工作業時則不用考慮機械適用性，可直接切取適當之株段，不需事先摘除茄砧苗第一本葉，單株嫁接作業時間較穩定。惟業餘人員因較不熟練，單株嫁接作業時間離散程度仍較大。

圖 4 專業與業餘人員單株機械嫁接作業時間比較

Fig. 4. Relationship of grafting time between senior and amateur operated by machine.

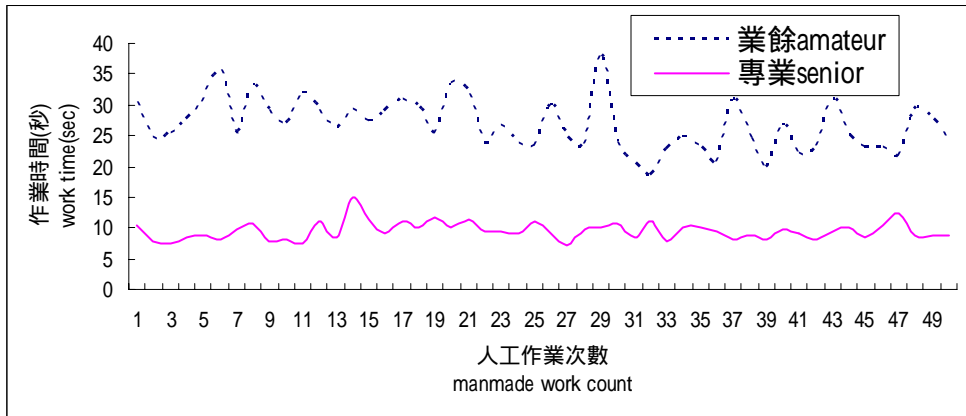


圖 5 專業與業餘人員單株人工嫁接作業時間比較

Fig. 5. Relationship of grafting time between senior and amateur operated by manmade.

五、作業效益分析

綜合上述測試結果顯示，供試驗之種苗茄子砧木及番茄穗木平均株莖約 2.3mm~2.6mm，平均嫁接速率約 320 株/小時；嫁接成功率約 92%；嫁接存活率約 97%，其

中平均嫁接速率與嫁接成功率略低於熟練嫁接工之人工嫁接，但嫁接存活率則相差不多(如表 4)，其原因除苗株生長彎曲的狀況外，機器操作的熟練度亦是影響的因素之一。

表 4 嫁接性能測試

Table 4. Testing of grafting capacity operated by machine and manmade.

作業方式 operate treatment	人工嫁接 graft by manmade	機械嫁接 graft by machine
平均嫁接速率 grafting capacity	370 units/hr	320 units/hr
嫁接成功率 successful rate	100%	92%
嫁接存活率 subsistence rate	98%	97%

整體而言，機械作業性能及操作技術仍有待進一步的提昇，惟機械作業不需熟練技術工人，連續作業也不影響作業精度，這是人工作業所不及之處，因此已有育苗場訂購採用。

檢討與建議

種苗產業是農業發展重要的一環，能快速且大量的提供優良種苗給予農民，已成為加入 WTO 後擴大產業規模，降低生產成本與提高競爭力的重要措施，因此種苗嫁接作業機械化、自動化已是未來必然的趨勢，目前所開發之套管式嫁接機，乃是針對番茄種苗嫁接作業需求，最高作業能量約每小時 320 株，可一人操作，未來仍嘗試其他作物之種苗嫁接，並改善機械之穩定性與操作性，以提高機器之嫁接速率與嫁接成功率及泛用性，朝向產品多元化、產量大量化、降低生產成本與省工省時的目標發展。

誌 謝

本機由國立台灣大學、國立宜蘭大學生物產業機電工程學系及本場共同開發，並承合作研究廠商新竹市科洋機械公司、嫁接試驗場嘉義縣六腳鄉育家自動化蔬果育苗場呂育家、尤麗梅伉儷全力配合與本場研究同仁鄭志峰、梁紹發及鄭明賢先生熱心協助與提供寶貴意見，謹此致謝。

引用文獻

1. 行政院農業委員會。2004。中華民國九十二年農業統計年報：76~77。
2. 邱奕志、周立強、陳世銘。2003。蔬菜嫁接苗癒合養生裝置之研製。農業機械學刊第 8 卷第 3 期：9~20。
3. 陳世銘等。2003。套管式蔬果種苗嫁接機之研製。台灣農業機械第 18 卷第 2 期：7~9。
4. 張振厚、鄭榮瑞、鍾瑞永。2002。番茄機械嫁接技術。台南區農業專訊第 42 期：1~6。
5. 鄭安秀、王仕賢、黃山內。2001。番茄嫁接茄子根砧。台南區農業專訊第 35 期：1~3。
6. 鄭榮瑞、張振厚、鍾瑞永。2003。番茄機械嫁接技術之發展。農業世界第 236 期：41~45。
7. 酒井俊昭。1995。果菜類的嫁接技術(上)。台灣之種苗第 16 期：27-31。
8. 酒井俊昭。1995。果菜類的嫁接技術(中)。台灣之種苗第 17 期：13-16。
9. 酒井俊昭。1995。果菜類的嫁接技術(下)。台灣之種苗第 18 期：25-28。
10. Harihiko Murase, 1998, Machines for grafting, 中華農業機械學會 87 年年會專題演講：1~12。

Development on the Rubber Tube Type Grafting Machine for Tomato Seedling¹

Chung, J.Y., J.J. Cheng, C.H. Liu, C.H. Hsu, and Y.M. Huang²

Summary

A semi-automatic grafting machine was developed in this project that can be suitably used in Taiwan for tomato grafting seedling and develop grafting skill which advances the grafting industry growing, costing down and decreasing dependent on manpower and skill. The grafting machine is driven by air cylinder and motor and controlled by PLC, its' grafting type is used the method of rubber tube. By the testing results, the grafting successful rate is 92% and the grafting subsistence rate is 97% and the average grafting speed is 320 units per hour. We will test different vegetables grafting seedling and improve the grafting machine in order to advance the operating efficiency and function.

keywords : Tomato, Rubber tube, Grafting machine.

Accepted for publication : 4 May ,2005

¹ Contribution No.311 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

² Assistant researcher, Research fellow and Head of Crop Environment Department, Assistant researcher, Assistant researcher, and Assistant researcher, respectively. Tainan DARES. No.70 Muchang, Hsinhua town, Tainan county 712, Taiwan, R.O.C.