

不同嫁接方法對番茄嫁接苗品質之影響

張允瓊¹ 陳世銘² 邱奕志^{3*} 林連雄³

1. 國立宜蘭大學園藝學系

2. 國立台灣大學生物產業機電工程學系

3. 國立宜蘭大學生物機電學系

摘 要

為避免青枯病危害及增加植株對逆境的抗性，嫁接已成為台灣番茄苗之主要生產方式。然而，人工嫁接費工、費時，為求降低生產成本，應用自動化的嫁接作業模式來完成嫁接工作，已是重要的發展方向。本研究目的即在評估不同嫁接方法對番茄生育之影響，以找出較適於應用在機械操作之嫁接模式。本試驗材料接穗為台南亞蔬六號番茄，根砧為亞蔬 EG203 茄子。以套管、3M 膠帶、棕刷毛、0.5mm 鉛筆芯、塑膠刷毛、鐵絲等方法嫁接，探討不同嫁接方法對番茄嫁接苗生育之影響。其中除套管以斜切方式嫁接外，其餘皆以平切方式嫁接。結果以套管方式嫁接，嫁接 9 日後，存活率可達 100 % 最高，透氣膠帶僅 25 %，存活情況最差。根砧長度、徑寬及接穗長度於各種不同的嫁接方法間並無明顯的差異。接穗寬度則以鐵絲作為嫁接材料時明顯地較其他處理組大。嫁接苗生長 14 天後之葉面積及地上部鮮重以套管嫁接表現最佳。生殖生長方面，鐵絲嫁接始花天數約 42.25 天最早，套管嫁接 49.25 天最晚。始果天數以塑膠刷毛嫁接之 53.00 天最早，鉛筆芯則為 71.00 天最晚。評估不同嫁接方式之優劣，套管嫁接具有材料容易取得，並可使傷口密合、保濕性佳的優點，為極具優勢的嫁接方法，可作為自動化嫁接機操作模式之首選。以鐵絲作為嫁接材料，具有材料規格化、生長勢強及早產的優勢，若能增加切口保濕性，提高嫁接存活率，亦可作為自動化嫁接操作模式之參考。

關鍵詞：番茄、嫁接方法、套管

Effect of Different Grafting Methods on Seedling Qualities of Grafted Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Yung-Chiung Chang¹, Suming Chen², Yi-Chich Chiu^{3*} and Lian-Hsiung Lin³

1. Department of Horticulture, National ILan University

2. Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University

3. Department of Biomechatronic Engineering, National ILan University

Abstract

To prevent the problems associated with soil-borne diseases and to increase tolerance of environmental stress of tomatoes, grafted seedlings are used commonly in commercial tomato culture in Taiwan. Since grafting is extremely laborious and time consuming, developing automated grafting robots that produce uniform seedlings at lower cost is an important work. The study was to investigate the effect of different grafting methods on the growth of grafted tomato seedlings, and to suggest grafting methods appropriate to automatically operation. Different grafting methods (tube, palm fiber, wire, tape, plastic brush and pencil refill lead) were used to study the effect of grafting methods on the growth of grafted seedlings. According to the results, the survival rate of using tubes was highest (100%), and lowest when using tape (25%) after 9 days of grafting. There was no significant difference in the length and diameter of stocks and the length of scions among different grafting methods. The diameter of scions was largest by using wire. After 14 days of grafting, the leaf area and fresh weight of shoot were higher by using tubes. The number of days for first fruit bearing was shortest by using plastic brush and longest by pencil refill lead. The grafting method of using tube was the best choice for automatically operation in view of easily available material, close contact at the graft interface and keeping higher humidity. Using wire had faster growth rate and early production. If we can keep high humidity of the graft interface and increase the survival rate, wire grafting was also a good method for mechanization.

Key words: tomato, grafting methods, tube

*Corresponding author E-mail: yichiu@niu.edu.tw

前 言

番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill) 屬茄科，番茄屬，為一至二年生植物 (陳, 1995) 具有豐富之營養，包括各種維生素、有機酸、礦物質及番茄紅素 (Lycopene) 等。研究證實，大量攝取番茄紅素可減少癌症及心血管動脈硬化疾病之發生 (錢, 2000)。根據農委會統計，台灣番茄於民國九十年之栽培面積為 4,459 公頃，產量為 116,171 公噸，主要產區分佈於嘉義、台南、雲林及高雄等地，為台灣重要之經濟蔬菜。近年來，為避免連作之主要病害青枯病 (*Pseudomonas solanacearum*) 及增加其對逆境之抗性 (米等, 1994)，將番茄嫁接在具有抗病能力的茄子上，已成為目前台灣農民主要之栽培方式。蔬果類的嫁接栽培在日、韓已是重要的生產方式。據 Lee 等人 (1994, 1998) 的報告指出，韓國每年需要蔬菜嫁接苗約 5 億 4 千萬株，而日本則為 7 億 5 千萬

株。台灣方面，80% 的西瓜是以嫁接苗栽培 (王, 1993)，番茄、苦瓜、洋香瓜及稜角絲瓜等作物，亦有逐漸擴大的嫁接栽培面積 (戴, 1997)。

嫁接方式為番茄嫁接成敗之關鍵。1990 年 Vuruskan 及 Yammaz (1990) 研究番茄和茄子以劈接、舌接、斜插接及網綁等方式嫁接，結果劈接嫁接存活率 83.3% 最高，而斜插接存活率僅 43.7%。米氏等人 (1994) 則是以自行車內胎止風軟膠管為材料，將番茄與茄子斜切後，將斜面插入膠管中緊密接觸，此嫁接法成功率可達 95% 以上。然而，嫁接作業費工、費時且需熟練技術，在受到相當的人力限制之下，嫁接苗之產量及品質皆無法保持穩定。因此，為了因應日趨增加的嫁接苗需求，將嫁接作業自動化，不但可達到省工目的，亦可減少人工技術訓練的成本，若再配合適當之嫁接後管理技術，將有助於大量且均質之嫁接苗生產。1992 年 Honami 等人 (1992) 研發應用於番茄、茄子及西瓜之插入式 ('Plug-in method') 嫁接機。利用高速 (115Hz) 震動之切

刀將接穗削磨成圓錐形，再插入以細鑽頭鑽孔之砧木，此種嫁接方式因癒合接觸面增加，且機械嫁接快速精確，大幅降低傷口脫水情形，結果顯示，機械嫁接後之番茄、茄子及西瓜嫁接苗癒合速度快速且生長良好。1994 年 Oda (1994) 等人發展以嫁接盤方式嫁接之番茄嫁接機，使嫁接作業可直接於穴盤上進行。1997 年 Oda (1997) 等人比較人工（以塑膠軟管方式嫁接）及機械（以加有硬化劑之黏著劑方式嫁接 (Kurata, 1994)）嫁接苗之生長，結果發現機械嫁接存活率較人工嫁接為高。考量台灣對番茄嫁接苗之需求量日趨增加，且目前並無適合本土操作之嫁接機，因此，本研究之重點即評估不同嫁接方法對番茄之生育影響，並探討其對機械操作之可適性，以發展嫁接苗之自動生產，改善嫁接所需之大量勞力問題，而達到降低生產成本之目的。

材料及方法

一、試驗材料

本試驗接穗為台南亞蔬六號番茄，根砧採用亞蔬 EG203 茄子，所有參試種苗皆購自嘉義縣六腳鄉育家種苗場。

二、試驗方法

以套管、3M 膠帶、棕刷毛、0.5mm 鉛筆芯、塑膠刷毛、鐵絲等方法嫁接，以探討不同嫁接方法對番茄嫁接苗生育之影響，其中除套管以斜切方式嫁接外，其餘皆以平切方式嫁接。嫁接苗嫁接後放置於邱氏等人 (1999) 所發展之「蔬菜嫁接苗癒合養生裝置」(以下簡稱癒合室) 中進行癒合，癒合室設定為溫度 25 ~29、溼度 85~95%、植物燈開啟時間 08:00~20:00 換氣窗於 18:00~06:00 之間，每兩小時開啟 5 分鐘。5 天後移至簡易馴化室，第一天覆蓋兩層遮光網，第二天遮蓋一層，第三天起不遮光。每一處理嫁接 30 棵。嫁接苗嫁

接 14 天後，每處理取 4 棵嫁接苗定植於直徑 36 公分的黑色塑膠盆中，盆中填裝 3 號種植用根基旺，其中每公升介質中添加 N : P : K = 14 : 14 : 14 之 Osmocote 3 公克。植株採單幹整支立柱栽培。氣溫 15 以下、28 以上施用番茄多旺 50-100 倍或 2.4-D (5-10 萬倍)，避免開花不良。田間管理以一般方式實施。

三、試驗設計及資料分析

試驗設計採用完全逢機設計 (complete randomized design) 嫁接後 9 日內，每隔 3 日調查嫁接苗存活率。每 7 日調查植株高度、莖寬及葉片數等。嫁接後第 14 天及試驗結束前除上述項目外並測量植株葉面積、地上部及地下部之鮮、乾重等。開花結果期間，調查植株之平均始花日數、著果數、著果率等項目。試驗結果以 SAS 套裝軟體進行鄧肯式多變域分析 (Duncan's multiple range test) 檢查其 5% 的顯著差異性。

結果與討論

不同嫁接方法對番茄嫁接苗存活率的影響如表 1 所示，嫁接 3-6 日後棕刷毛、鉛筆芯、套管及透氣膠帶之存活率皆為 100%，鐵絲及塑膠刷毛則為 96.88%，嫁接 9 日後套管存活率 100% 最高，棕刷毛及鉛筆芯之 90.63% 次之，塑膠刷毛之 81.25% 第三，鐵絲之 78.13% 第四，透氣膠帶之 25% 最低 (表 1)。不同嫁接方法對番茄苗嫁接後生長 14 天之影響如圖 1、2 所示。鉛筆芯、棕刷毛、塑膠刷毛、套管及透氣膠帶的嫁接苗生長情況良好，而以鐵絲嫁接者，嫁接苗生長情況較差 (圖 1A、C、E、圖 2A、C、E)。嫁接點癒合情形方面，以鐵絲嫁接者，具有明顯且膨大的癒合組織；鉛筆芯、棕刷毛與塑膠刷毛則較無明顯的癒合組織形成；套管及透氣膠帶因嫁接材料包覆，無法直接觀察嫁接點的變化 (圖 1B、D、F、圖 2B、D、F)。

表 1 不同嫁接方法對番茄嫁接苗存活率之影響

Table 1. Effect of different grafting methods on survival rate of tomato grafted seedlings^Z

	存活率 Survival rate (%)		
	嫁接後 3 日	嫁接後 6 日	嫁接後 9 日
	3 days after grafting	6 days after grafting	9 days after grafting
鐵絲 Wire	96.88	96.88	78.13
塑膠刷毛 Plastic brush	96.88	96.88	82.15
棕刷毛 Palm fiber	100	100	90.63
鉛筆芯 Pencil refill lead	100	100	90.63
套管 Tube	100	100	100
透氣膠帶 Tape	100	100	25

Z: 嫁接日期 2001 年 7 月 11 日。Grafting date: 2001.7.11.

根砧長度方面，塑膠刷毛處理組於嫁接 3 週後根砧長度明顯較其他處理組大，其他處理組則無明顯的差異（圖 3）。根砧莖寬方面，各處理組皆隨著嫁接時間增加而增大，嫁接後 5 週莖寬增大的幅度明顯，其餘時間則成緩慢增加的趨勢（圖 4）。各處理組之接穗長度皆隨著嫁接後時間的增加而變大，嫁接 8 週前，各處理組間的差異不大，嫁接苗生長 9 週後，不同嫁接方法對接穗長度的影響較為明顯，其中鐵絲及塑膠刷毛之接穗長度明顯較其他處理組低，最大長度約為 125 cm 及 111.5 cm，其餘四組處理組則差異不大，其中透氣膠帶之最大接穗長度最大為 162.5 cm，套管接穗最大長度為 153.13 cm（圖 5）。各處理組之接穗莖寬亦隨嫁接時間增長而增加，其中以鐵絲嫁接者，嫁接 4 週後接穗莖寬明顯地較其他處理組大，其最大莖寬為 9.04 mm，其餘處理組之最大莖寬則多在 7.42-7.97 mm 之間（圖 6）。嫁接苗葉片數的變化如圖 7 所示，各處理組葉片數隨嫁接後時間增長而增加，以鉛筆芯及鐵絲方法嫁接之處理組，於

嫁接後第 8 週達最大葉片數，分別為 232.75 片及 183.25 片，套管、塑膠刷毛、透氣膠帶及棕刷毛則延遲至第 9 週才達最大葉片數，其最大葉片數分別為 234.75 片、202.25 片、284.50 片及 251.25 片（圖 7）。

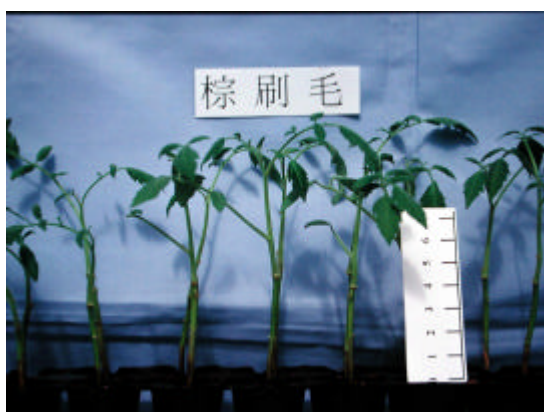
測量嫁接 14 天後之番茄嫁接苗之生物量變化，結果葉面積以套管方式嫁接表現最佳，最大葉面積為 6.771 cm²，鐵絲 6.188 cm² 次之，鉛筆芯 5.511 cm² 第三，塑膠刷毛 5.485 cm² 第四，透氣膠帶 4.973 cm² 第五，棕刷毛 4.903 cm² 最小；其中，套管與棕刷毛兩處理組和透氣膠帶處理組間具顯著性差異。地上部鮮重亦為套管之 0.671g 最大，鐵絲 0.582g 第二，鉛筆芯 0.554g 第三，棕刷毛 0.514g 第四，塑膠刷毛 0.495g 第五，透氣膠帶 0.488g 最小；處理組間，套管除了和鐵絲處理組不具有顯著性差異外，與其他四組處理組間皆呈顯著的差異性。地上部乾重以套管 0.102g 最重，透氣膠帶 0.088g 次之，鉛筆芯 0.064g 第三，鐵絲 0.063g 第四，棕刷毛 0.053g 第五，塑膠刷毛 0.052g 最小；



A. Pencil refill lead



B. Grafted union - pencil refill lead



C. Palm fiber



D. Grafted union – palm fiber



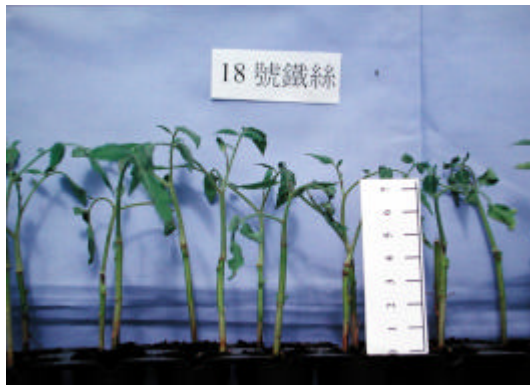
E. Plastic brush



F. Grafted union – plastic brush

圖 1 不同嫁接方法對番茄嫁接苗生長 14 天後之影響。

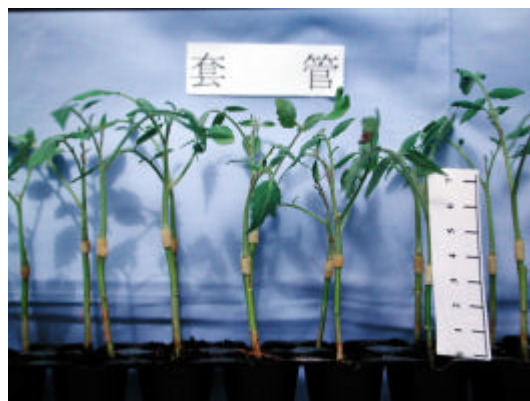
Fig.1 Effect of different grafting methods on growth of tomato seedlings after 14 days of grafting.



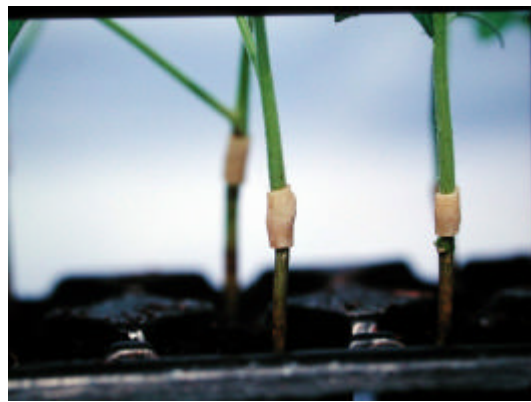
A. Wire



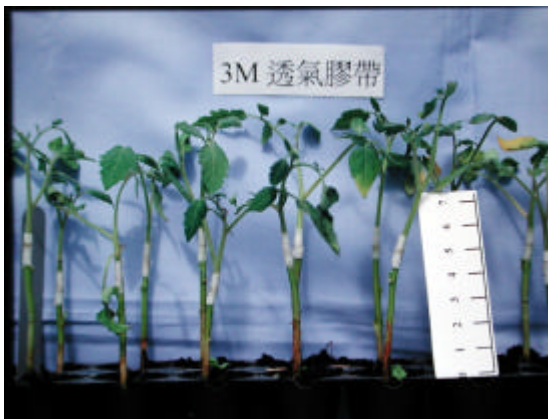
B. Grafted union - wire



C. Tube



D. Grafted union - tube



E. Tape



F. Grafted union - tape

圖 2 不同嫁接方法對番茄嫁接苗生長 14 天後之影響。

Fig.2 Effect of different grafting methods on growth of tomato seedlings after 14 days of grafting.

不同嫁接方法對番茄嫁接苗品質之影響

處理組間的差異性方面，套管與其他五處理組間皆呈顯著的差異性，其餘五處理組間，透氣膠帶與其他四處理組間具顯著差異，而鐵絲與鉛筆芯和棕刷毛與塑膠刷毛間則不具顯著差異。地下部鮮重則以透氣膠帶之 0.448g 最重，並與其他五處理組間呈顯著的差異性，鐵絲 0.425g 第二，套管 0.385g 第三，鉛筆芯 0.380g 第四，塑膠刷毛 0.344g 第五，棕刷毛 0.297g 最小，且與以上五組處理組呈顯著性差異。地下部乾重則以透氣膠帶之 0.035g 最重，鐵絲 0.031g 最小，各處理組間不具顯著的差異性（表 2）。

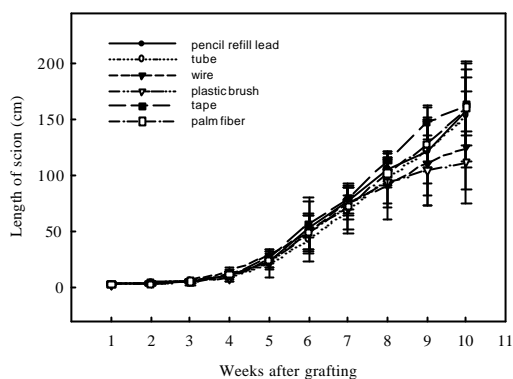


圖 5 不同嫁接方法對番茄嫁接苗接穗長度之影響。

Fig.5 Effect of different grafting methods on scions' length of tomato grafted seedlings.

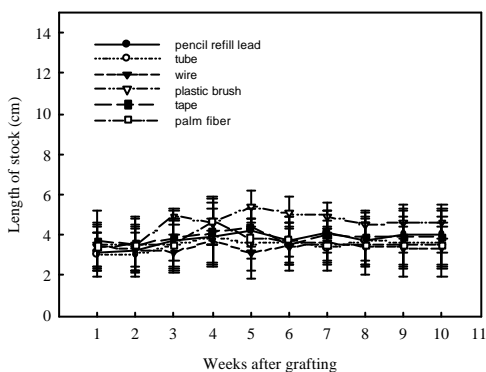


圖 3 不同嫁接方法對番茄嫁接苗根砧長度之影響。

Fig.3 Effect of different grafting methods on stocks' length of tomato grafted seedlings.

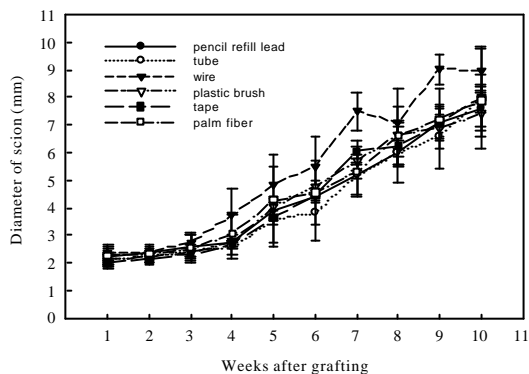


圖 6 不同嫁接方法對番茄嫁接苗接穗徑寬之影響。

Fig.6 Effect of different grafting methods on scions' diameter of tomato grafted seedlings.

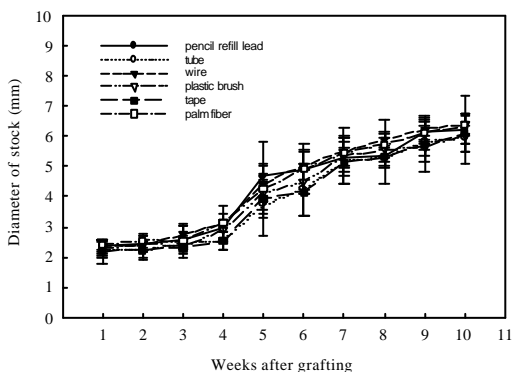


圖 4 不同嫁接方法對番茄嫁接苗根砧寬度之影響。

Fig.4 Effect of different grafting methods on stocks' diameter of tomato grafted seedlings.

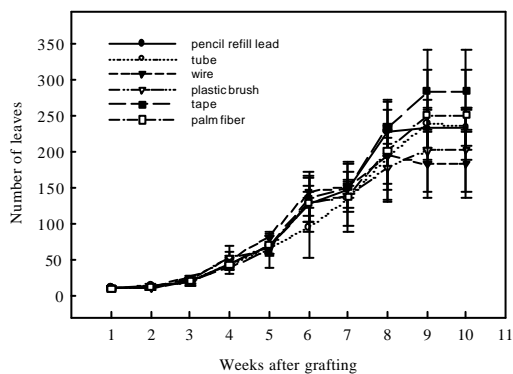


圖 7 不同嫁接方法對番茄嫁接苗葉片數之影響。

Fig.7 Effect of different grafting methods on leaves number of tomato grafted seedlings.

表 2 不同嫁接方法對番茄嫁接苗嫁接 14 天後生長之影響

Table 2. Effect of different grafting methods on growth of tomato seedlings after 14 days of grafting^Z

	葉面積 (cm ²)	地上部鮮重(g)	地上部乾重(g)	地下部鮮重(g)	地下部乾重(g)
	Leaf area	Fresh wt. of shoot	Dry wt. of shoot	Fresh wt. of root	Dry wt. of root
套管					
Tube	6.771 a ^y	0.671 a	0.102 a	0.385 abc	0.032 a
棕刷毛					
Palm fiber	4.903 b	0.514 b	0.053 d	0.297 c	0.033 a
鐵絲					
Wire	6.188 ab	0.582 ab	0.063 c	0.425 ab	0.031 a
透氣膠帶					
Tape	4.973 b	0.495 b	0.088 b	0.448 a	0.035 a
塑膠刷毛					
Plastic brush	5.485 ab	0.488 b	0.052 d	0.344 bc	0.032 a
鉛筆芯					
Pencil refill lead	5.511 ab	0.554 b	0.064 c	0.380 abc	0.034 a

Z: 嫁接日期 2001 年 7 月 11 日。Grafting date: 2001.7.11.

y: 表中直列數值後之英文字母相同者，表示未達 Duncan's 5% 顯著水準差異。Means with the same letter within each column indicated no significant differences at 5% level by Duncan's multiple range test.

將嫁接 14 天後的番茄苗定植於直徑 36cm 的黑色塑膠盆中，繼續觀察其生育的狀況，結果第一朵花開放的時間，以鐵絲於嫁接後 42.25 天開放最短，塑膠刷毛 43.75 天次之，棕刷毛 45.25 天第三，鉛筆芯 46.00 天第四，透氣膠帶 47.50 天第五，套管 49.25 天最晚；其中，套管與鐵絲、塑膠刷毛處理組間並呈顯著的差異性。著果率除套管 50% 及透氣膠帶 75% 較低外，其餘嫁接方法皆可達 100% 的著果率。第一個果實結果的時間，塑膠刷毛需 53.00 天最短，鐵絲需 55.25 天次之，套管需 62.00 天第三，透氣膠帶需 66.00 天第四，棕刷毛需 66.33 天第五，鉛筆芯需 71.00 天最晚；其中，鐵絲和塑膠刷毛兩處理組與鉛筆芯嫁接處理組具有顯著差異。總產量以鐵絲之 70.30g 最重，塑膠刷毛 58.83g 次之，鉛筆芯 46.17g 第三，透氣膠帶 40.17g 第四，棕刷毛 25.00g 第五，套管 19.17g 最少，鐵絲處理組與其他 5 個處理組具顯著的差異性（表 3）。綜合上述試驗結果，傳統的套管嫁接方式仍具有較

高且穩定的存活率表現，並於嫁接 14 天後，即定植適期具有較佳之生長勢（表 1、2）但在開花結果方面，與用鐵絲做為嫁接材料的處理組相較，則在始花、始果時間上皆明顯地延遲 7-8 天左右。以鐵絲作為嫁接材料，嫁接 9 日後，存活率降低至 78.13%（表 1），此與套管嫁接方式仍能維持 100% 之存活率的差異，應在嫁接癒合傷口的保濕及密合度的差異。根據米氏（1994）的研究，以套管作為嫁接傷口包覆材料，除可利用套管的彈性使傷口緊密接觸外，被包裹的切口也可增加保濕性而提高癒合度。鐵絲嫁接存活後之嫁接苗，接穗莖寬之表現頗為突出，嫁接 4 週後，接穗莖寬即明顯地大於其他處理組（圖 6），由此可見，鐵絲雖於存活率上表現較不穩定，但若克服失水及密合度不足等相關因素，一旦植株嫁接存活，仍可得到生長表現不錯的嫁接苗（表 2），並且可明顯地提早產期（表 6）。

表3 不同嫁接方法對番茄嫁接苗生育之影響

Table 3. Effect of different grafting methods on reproduction of tomato grafted seedlings²

	始花日數 Days of first flower bloom (days)	著果率 ^x Fruit set rate (%)	始果日數 Days of first fruit set (days)	總產量 Yield (g/plant)
套管 Tube	49.25 a ^y	50	62.00 ab	19.17 c
棕刷毛 Palm fiber	45.25 abc	100	66.33 ab	25.00 bc
鐵絲 Wire	42.25 c	100	55.25 b	70.30 a
透氣膠帶 Tape	47.50 ab	75	66.00 ab	40.17 abc
塑膠刷毛 Plastic brush	43.75 bc	100	53.00 b	58.83 ab
鉛筆芯 Pencil refill lead	46.00 abc	100	71.00 a	46.17 abc

Z: 嫁接日期 2001 年 7 月 11 日。Grafting date: 2001.7.11.

y: 表中直列數值後之英文字母相同者，表示未達 Duncan's 5% 顯著水準差異。Means with the same letter within each column indicated no significant differences at 5% level by Duncan's multiple range test.

x: 著果率 = 著果植株 / 所有植株 × 100%。Fruit set rate = plants of fruit set / total plants × 100%.

其他嫁接處理方面，透氣膠帶雖具有包裹傷口、保濕的優點，但膠帶上的黏性，卻容易使操作者之手指沾黏，也較不易使砧、穗切口定位密合，因此，在存活表現上不佳（僅 25 %），生長勢亦差（表 1、2）而以棕刷毛、塑膠刷毛及鉛筆芯作為嫁接材料，存活率表現尚可，但生長表現則不突出；且於操作過程中，嫁接材料的品質較參差而不整齊，考量機械操作時需規格化供料的條件，此類材料，應較不適作為自動化嫁接模式之使用。

發展自動化嫁接機，首先需考慮適合機械操作，並能生產出高品質嫁接苗之作業方式，而符合現今農民生產習慣，容易取得認同感也是機械能否被普遍接受的重要關鍵。傳統式的套管嫁接具有材料容易取得，並可使傷口密合、保濕性佳的優點，仍為極具有優勢的嫁接方法，可作為自

動化嫁接機操作模式之首選。以鐵絲作為嫁接材料，具有材料規格化、生長勢強及早產的優勢，若能增加切口保濕性，提高嫁接存活率，亦可作為自動化嫁接操作模式之參考。

謝 誌

本研究承行政院農委會經費補助，葉賢舜、鍾佩容同學協助試驗進行，謹此致謝。

參考文獻

1. 王進生。1993。砧用西瓜品種「勇士」。台灣之種苗 7:14-16。
2. 米莫爾、吳登琳、阮育奇。1994。番茄嫁接對淹水之影響。科學農業 42(3-4):57-64。

3. 邱奕志、周立強、陳世銘。1999。蔬菜嫁接苗癒合養生裝置之研製。農業機械學刊 8(3):9-20。
4. 陳正次。1995。番茄。 ”台灣農家要覽農作篇(二)”。余淑蓮等編著。 pp.427-436。豐年社。台北。
5. 錢明賚。2000。番茄及番茄紅素。食品工業 32(9):40-47。
6. 戴順發、張武男。1997。蔬菜嫁接之研究與發展。科學農業 45(9-10):266-274。
7. Hanami, N., T. Taria, H. Murase, Y. Nishiura and Y. Yasukuri. 1992. Robotization in the production of grafted seedlings. Acta Horticulturea 319:579-584.
8. Kurata, K. 1994. Cultivation of grafted vegetables . Development of grafting robots in robot. HortScience 29(4):240-244.
9. Lee, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods and benefits. HortScience 29:235-239.
10. Lee, J. M., H. J. Bang and H. S. Ham. 1998. Grafting of vegetables. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67(6):1098-1104.
11. Oda, M., M. Nagaoka, T. Mori and M. Sei. 1994. Simultaneous grafting of young tomato plants using grafting plates. Scientia Horticulturea 58:259-264.
12. Oda, M., K. Odaka and H. Sasaki. 1997. Growth and yield of eggplants grafted by a newly developed robot. HortScience 32(5):848-849.
13. Vuruskan, M. A. and R. Yammaz. 1990. Effect of different grafting methods on the success of grafting and yield of eggplant/tomato graft combination. Acta Horticulturea 287:405-409.

92年11月12日投稿

93年01月14日接受