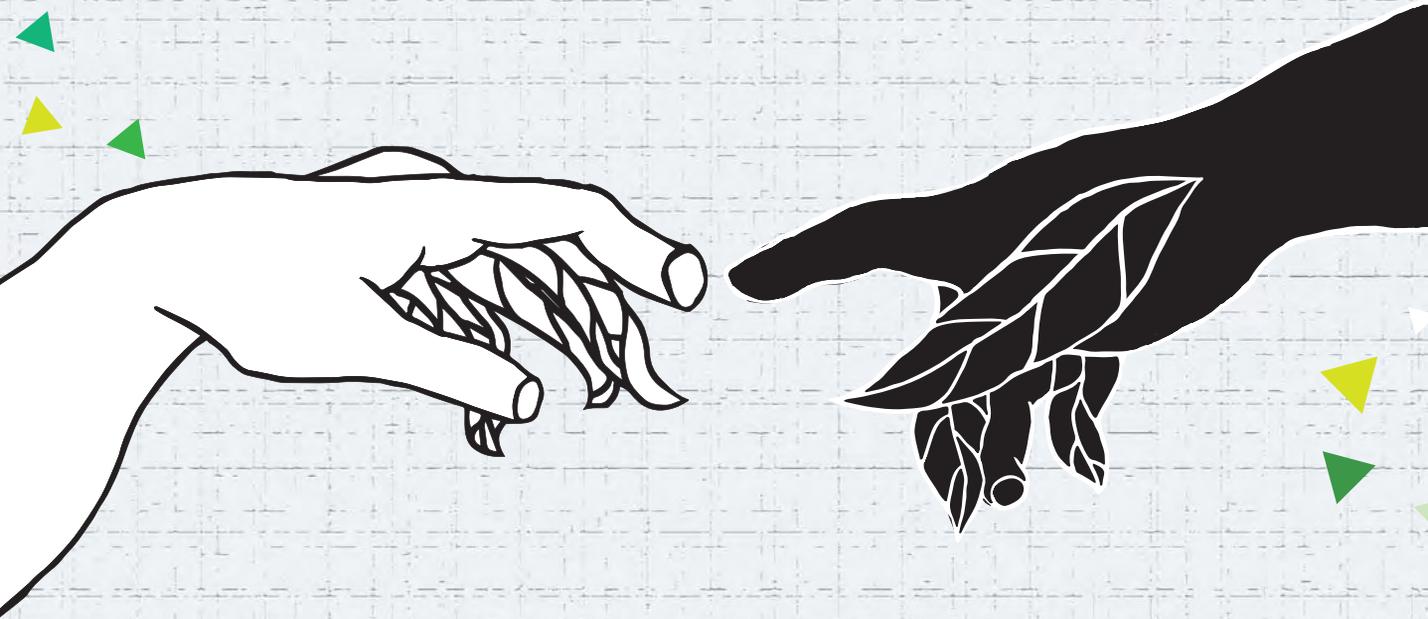


蔬菜嫁接苗

生產及機械應用技術



序 / Preface

臺灣位於季風氣候區，又因極端氣候及農地利用集約，致使蔬菜作物栽培常遭受環境逆境，育種雖為克服環境逆境之根本，但所需時間較長，此時，「嫁接」即是一種快速改善的技術。預估臺灣每年嫁接苗需求至少 4,000 萬株以上，且有逐年增加趨勢。蔬菜嫁接係一種傳統的繁殖技術，盛行於亞洲地區，主要是為了克服耕地的限制，如土壤性傳播病害 *Fusarium*、*Phytophthora*、寒害、淹水、鹽分等環境逆境，另亦具有提升作物活力、產量及品質等益處。目前國內嫁接廣泛應用於葫蘆科與茄科等作物，但在根砧的選擇與自動化應用仍有許多研究需求，惟嫁接作業仍以人工為主，在技術人員

缺乏及生產成本高漲下，蔬菜嫁接產業的發展備受限制與急待改善。面對氣候變遷及全球市場開放的衝擊，未來如何應用嫁接技術以提高農作物產量與品質，並提升種苗產業競爭力，是值得探討的議題。本文深度介紹蔬菜嫁接苗產業現況、嫁接技術之應用、原理、成活要件、嫁接方法、穗砧管理，以及嫁接機具應用現況及機械化效益評估等文章，期有助蔬菜嫁接產業之發展。

行政院農業委員會臺中區農業改良場

場長  謹識
中華民國 106 年 12 月

目錄 Contents

- 01 蔬菜嫁接苗產業現況
陳葦玲 · 錢昌聖
- 07 蔬菜嫁接技術應用
陳葦玲 · 錢昌聖 · 郭建志
- 23 蔬菜嫁接原理與成活要件
錢昌聖 · 陳葦玲
- 31 蔬菜嫁接方法與穗、砧苗栽培管理
錢昌聖 · 陳葦玲



- 47 番茄苗嫁接機具之應用現況
張金元 · 田雲生
- 57 葫蘆科嫁接機之應用現況
張金元 · 陳葦玲 · 錢昌聖
- 67 臺灣番茄嫁接機械化作業效益評估
陳世芳 · 張金元 · 田雲生



蔬菜嫁接苗 產業現況



蔬菜嫁接苗產業現況

/ 陳葦玲、錢昌聖

嫁接 (Grafting) 係把一株植物體的芽枝條 (接穗) 接合到另一株植物體 (根砧) 上，使其癒合成一株完整的植物，早自 1920 年日本及韓國成功地將西瓜嫁接於扁蒲砧上已是行之有年的繁殖技術，首次茄科嫁接記錄則發表於 1950 年代日本，當時是將茄子穗 (*Solanum melongena* L.) 嫁接於紅茄砧 (*Solanum integrifolium* Poir.)。

蔬菜嫁接目的為增加作物對土壤性病害之抗性、環境逆境之耐受性、植體營養吸收及生長勢，至今嫁接苗商業化生產已有數十年，在亞洲地區以日本與韓國為嫁接產業領先者，日本嫁接產業以西瓜嫁接苗使用最為普遍，其嫁接苗使用率高達 92%，其次為胡瓜 75%、茄子 55% 與番茄 40%；韓國嫁接產業則以瓜類為主，西瓜嫁接苗使用率為 95%、甜瓜類 90% 與胡瓜 75%，番茄僅 25%，至 2008 年韓國與日本年嫁接苗產量已超越 7 億株以上，且逐年增加。歐洲國家嫁接產業處於開發中階段，主要生產國家為西班牙、義大利、法國與荷蘭等，其中西班牙嫁接產業最為發達，以西瓜與番茄等作物為主，使用率分別為 43 與 53%，嫁接苗年產量約 1 億 2,900 萬株。美洲國家其嫁接產業發展較晚，以墨西哥與加拿大番茄嫁接為主，嫁接苗年產量可達 4,000 萬株。



■ 設施小番茄應用嫁接苗生產

Lee 等人在 2010 年報告中估計臺灣蔬菜嫁接苗應用比例介於 25~35%，在西瓜、胡瓜、甜瓜、苦瓜、番茄、茄子及甜椒分別為 35%、11%、0.1%、30%、25%、1.3% 及 2.5%；近年來應用比例定有顯著增加，如西瓜嫁接苗比例已達 90% 以上，但未有正式的官方統計資料。又從農業統計年報資料來看，目前約有 18,500 公頃之葫蘆科蔬菜生產面積，其中西瓜、香瓜、胡瓜及苦瓜分別佔 54%、27%、11% 及 8%，番茄則有 5,000 公頃，為主要嫁接苗需求作物，其中設施小果番茄嫁接苗使用比率已超過 8 成，高冷地大果番茄使用比率也在 3~4 成左右，其他作物如絲瓜、甜椒及豇豆雖未大量化生產，但已有地區性之嫁接栽培且需求逐年提升。

表 1. 目前臺灣常見蔬菜嫁接苗預估市場需求量

作物	嫁接苗數量 (萬株)	常用根砧	嫁接方式
西瓜	2,000	扁蒲、南瓜、西瓜	插接
苦瓜	150	絲瓜、南瓜	劈接、靠接
番茄	2,000~2,500	茄子、番茄	切接
胡瓜	250	南瓜、扁蒲	插接、靠接
甜瓜	200	南瓜、甜瓜	插接、靠接

近年來在氣候變遷、病害及連作障礙嚴重情形下，導致蔬菜嫁接苗需求量大，有供不應求的現象，因此生產蔬菜嫁接苗的育苗業者持續增加，其中又以葫蘆科與茄科作物為大宗。嫁接苗場主要分布在雲林縣及嘉義縣，與產地相符合，今彙整主要供應苗場如表 2 供參。目前嫁接產業仍屬於產品開發擴張階段，供應對象不限於鄰近地區農戶，可擴及較遠的縣市；對於購買嫁接苗之生產者而言，育苗業者能提供健康無病之種苗，且供貨能配合栽培時程為其選擇之優先考量，然而嫁接作業仍以人工為主，在技術人員缺乏及生產成本（包含種苗、資材及人事成本）高漲環境下，蔬菜嫁接產業發展備受限制急待改善。

表 2. 臺灣地區蔬菜嫁接苗供應苗場一覽表

地區	苗場名	連絡電話	產品
苗栗	合興育苗場	03-7431135	番茄
臺中	清鎮育苗場	04-26942716	西瓜、苦瓜
南投	台一種苗場	049-2901346	苦瓜、番茄
	天菁育苗場	0937290549	番茄
	鳳山種苗	0921-774738	苦瓜
	茄類合作社	049-2997980	番茄、甜椒
雲林	福成種苗場	05-7880960	西瓜、苦瓜、胡瓜、甜瓜、番茄
	高明育苗場	05-5982625	西瓜、胡瓜、番茄
	三禾育苗場	05-5988537	西瓜、胡瓜、番茄
	祥藝育苗場	05-7883291	西瓜、胡瓜、番茄
嘉義	勇壯育苗場	05-3800198	苦瓜、胡瓜、番茄、甜椒
	上盛育苗場	05-3612337	胡瓜、甜瓜、番茄
	國雄育苗場	05-3651577	西瓜、苦瓜、絲瓜、甜瓜、番茄
	可樂種苗場	0980-489984	苦瓜、胡瓜、番茄、甜椒
	嘉華育苗場	05-3715473	西瓜、苦瓜、番茄
	聖林育苗場	05-3650116	西瓜、番茄
	育家種苗場	05-3781231	胡瓜、甜瓜、苦瓜、番茄、甜椒、豇豆

地區	苗場名	連絡電話	產品
台南	生生育苗場	06-5836260	番茄
	頂洲育苗場	06-7810011	甜瓜、番茄
高雄	茂林種苗場	07-6210798	番茄
屏東	新農友育苗場	08-7732900	苦瓜
	鴻圃育苗場	0932889809	番茄
	明發育苗場	08-7772845	番茄
花蓮	永新育苗場	0921-651718	番茄、甜椒

Reference

- 蔡宛恬 . 2016. 由國際蔬果嫁接研習會了解之嫁接技術發展動態 . 農政與農情 . 289:83-89.
- Lee, J.M., C. Kubota, S. Tsao, Z. Bie, P.H. Echevarria, L. Morra, and M. Oda. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. Scientia Hort. 127:93-105.



蔬菜嫁接

技術應用



蔬菜嫁接技術應用

／陳葦玲、錢昌聖、郭建志
 臺灣農地利用情形集約，使得土壤病害或生理障礙因而產生，又因氣候變遷下，作物栽培常遇到環境逆境。育種為克服該問題之根本方法，但所需時間較長，而嫁接是一種快速改善之技術，前人研究皆指出嫁接的正面效果，如減少土傳性病害、加強接穗耐低溫之能力，增加對淹水逆境之忍耐力、增強對鹽分累積之抵性、促進接穗生長勢，增強對養分之吸收利用等，今就其技術應用說明。

1. 病蟲害防治

臺灣蔬菜栽培因長期連續耕作關係，造成土壤傳播病害十分嚴重，常見之土傳病害如下：

(1) 青枯病 (Bacterial wilt)

為細菌性維管束病害，病原菌為 *Ralstonia solanacearum*，高溫、多濕環境適宜發病。土壤為主要感染源存活處所，當病原細菌由根部傷口侵入植株，發病初期下位葉的葉柄先呈現下垂，而後葉片漸次萎凋，同時莖部也常出現不定根，青綠的植株快速萎凋而漸枯死為其典型病徵。橫切被害莖，可見維管束褐變，以手擠壓有乳白色黏性的菌液溢出。如將切取被害莖部放入盛有清水透明杯中，數分鐘後大量病原細菌自切口處流出，呈乳白色煙霧狀，具有 Streaming 現象，可精確診斷青枯病，並可與其他萎凋、維管束褐變的真菌性病害區別。



圖 1. 青枯病病原菌自切口流出呈乳白色煙霧狀

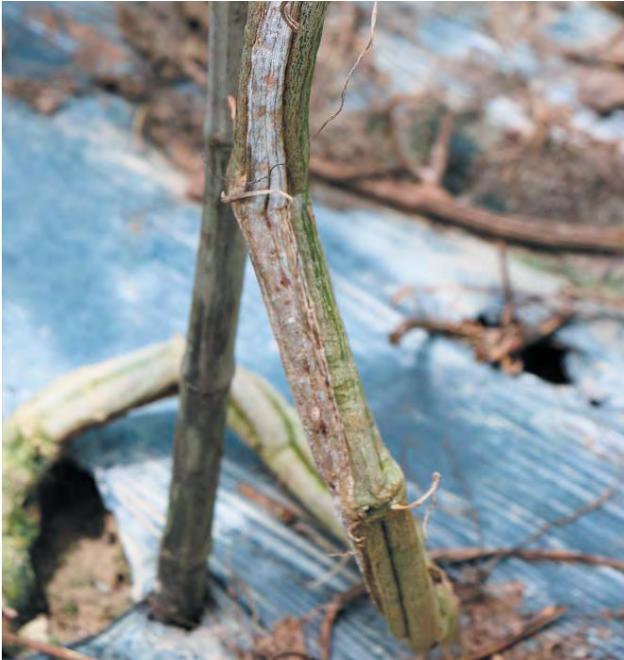


圖 2. 絲瓜萎凋病，莖部出現半邊褐化萎凋

(2) 萎凋病 (*Fusarium wilt*)

是由土壤傳播性真菌性病原菌 *Fusarium* 所引起之維管束病害，病原菌之厚膜孢子發芽後，發芽管直接侵入根尖或根部傷口。例如番茄苗期罹病後，會迅速萎凋死亡；較大植株罹病，常延遲至結果期才發病。首先葉脈透化及偏上生長 (epinasty)，並由下位葉開始向上逐漸黃化萎凋，初期病徵往往只出現於植株的一側，剝開莖部縱切面，可見維管束明顯褐變，隨後葉柄下垂，整株枯死。

(3) 疫病 (*Phytophthora* disease)

疫病菌屬於土壤傳播真菌性病害，初始感染源多來自種苗、栽培介質與灌溉水源，一旦發生感染，往往是急速爆發的發生。平時以菌絲、卵孢子及厚膜孢子等型態殘存於植物根部、殘體與土壤中，當土壤中的濕度飽和後，疫病菌會開始產生大量的胞囊，每個後續產生多量的游走子，藉由風雨、灌溉水及露水等方式進行散播與感染。特別在夏季多雨季節，疫病發生相當迅速，感染後短期內會造成大量植株死亡。



圖 3. 疫病感染後期莖基部褐化膠狀物流出



圖 4. 花胡瓜根系根瘤線蟲危害

(4) 根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*)

為絕對寄生性病原，連作使土壤中根瘤線蟲密度不斷上升，線蟲密度過高時幼苗入土即受感染提早死亡；密度低時，根部遭受危害後根尖萎縮，罹病組織分化成腫瘤狀，後期根系腐敗，地上部出現生育不良、黃化、萎凋、葉片數減少、小葉、捲葉、結果不良、果實畸型等徵狀。



圖 5. 利用南瓜為根砧之花胡瓜嫁接苗可降低苗期立枯病罹病率



由於藥劑防治效果有限且選育抗病品種所需時間長，因此利用嫁接抗病砧木對茄科和葫蘆科蔬菜土傳病害及根瘤線蟲為一種有效的管理策略，目前已拓展到豆科作物，亦有文獻指出嫁接能改進某些葉面病害和病毒病，因此嫁接技術被認為是在蔬菜生產上病蟲害綜合防治一項重要的方式。其防禦機制通常與砧木的抗病性應用相關，又分為非寄主抗性與寄主抗性兩類。

(1) 非寄主抗性

係指提供一種作物所有品種對某一病原所有生理小種之抗性，被認為是最廣泛和持久的植物抗病性。在嫁接作業上，接穗和砧木分別來自不同物種，如茄科和葫蘆科蔬菜通常嫁接於血緣相近但不同種或是種間雜交的砧木上。非寄主抗病性砧木的優點是極易對抗接穗感病但砧木不感染的病害，如 *F. oxysporum* f. sp. *niveum* 病菌所引起的西瓜蔓割病不會感染扁蒲，因為扁蒲不同的基因型都對蔓割病菌之所有生理小種具抗性。而本場近期在南投縣魚池鄉以當地主要栽培品種‘美人’圓筒絲瓜為接穗，利用‘雙依’及‘宇辰 3 號’等稜角絲瓜為根砧，可將田間萎凋病罹病率由 47% 降低至 9%。

(2) 寄主抗性

嫁接是接穗和砧木來自相同的物種，比起種間嫁接更助於提高嫁接親合性，且可降低對果實品質潛在的不利影響，因此當非寄主耐抗性砧木缺乏時，種內嫁接是另一選擇，如高雄區農業改良場及種苗場針對豇豆開發抗萎凋病根砧品種進行嫁接以防治萎凋病或是番茄抗青枯病根砧品種。

寄主抗性一般可分為垂直抗性 (vertical resistance) 和 水平抗性 (horizontal resistance) 兩類，垂直抗性是由單一基因決定，通常是由抗病 R 基因與病原體的無毒性 (avr) 的基因交互作用下引發的聯鎖反應所控制 (gene to gene)，對某些病原菌之生理小種有極高的抗性，而水平抗性則是由多個基因控制，但其抗性常因持續的園藝特性選拔而流失。

表 1. 可利用嫁接防治之蔬菜病蟲害

作物	病蟲害	病原菌
西瓜	葉蟎 Spider mites	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>
	蔓割病 Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>
	根瘤線蟲 Root-knot nematodes	<i>Meloidogyne</i> spp.
	黃萎病 Verticillium wilt	<i>Verticillium dahliae</i>
	病毒病 Virus complexes	CMV, ZYMV, PRSV, WMV-II
胡瓜	萎凋病 Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumbersinum</i>
	立枯病 Phytophthora blight	<i>Phytophthora capsici</i>
	根瘤線蟲 Root-knot nematodes	<i>Meloidogyne</i> spp.
	黃萎病 Verticillium wilt	<i>Verticillium dahliae</i>
	葉斑點病 Target leaf spot	<i>Corynespora cassicola</i>
	Black root rot	<i>Phomopsis sclerotiodes</i>
	苗立枯病 Damping off	<i>Pythium</i> spp.

作物	病蟲害	病原菌
甜瓜	萎凋病 Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i>
	黑點根腐病 root rot/vine decline	<i>Monosporascus cannonballus</i>
	根瘤線蟲 Root-knot nematodes	<i>Meloidogyne</i> spp.
	蔓枯病 Gummy stem blight	<i>Didymela bryoniae</i>
	黃萎病 Verticillium wilt	<i>Verticillium dahliae</i>
	Black root rot	<i>Phomopsis sclerotiodes</i>
苦瓜	萎凋病 Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>momordicae</i>
絲瓜	萎凋病 Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>luffae</i>
番茄	青枯病 Bacterial wilt	<i>Ralstonia solanacearum</i>
	萎凋病 Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>
	木栓化根腐病 Corky root	<i>Pyrenochaeta lycopersic</i>
	根瘤線蟲 Root-knot nematodes	<i>Meloidogyne</i> spp.
	黃萎病 Verticillium wilt	<i>Verticillium dahliae</i>
	番茄黃化捲葉病 Tomato yellow leaf curl	ToYLCV
茄子	黃萎病 Verticillium wilt	<i>Verticillium dahliae</i>
	木栓化根腐病 Corky root	<i>Pyrenochaeta lycopersic</i>
	根瘤線蟲 Root-knot nematodes	<i>Meloidogyne</i> spp.
豇豆	萎凋病 Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>tracheiphilum</i>

^註 MV, Cucumber Mosaic Virus; ZYMV, Zucchini Yellows Mosaic Virus; PRSV, Papaya Ringspot Virus; WMV-II, Watermelon Mosaic Virus II. (資料來源：King *et al.*, 2008、薛與張, 2016)



圖 6. 花胡瓜自根 (左) 及嫁接苗 (右) 定植後 30 天植株生長勢比較

2. 提高環境逆境耐受性

利用與接穗不同種類或不同品種之根砧其耐非生物性環境逆境特性來幫助植株生長，如絲瓜根砧耐淹水、南瓜根砧耐寒、根砧用西瓜‘勇士’耐寒、茄子根砧耐淹水、耐旱、耐鹽等，以改善環境逆境下的蔬菜生產。

臺灣蔬菜栽培在冬季或早春低溫季節時，耐低溫的砧木使用是常見的例子，胡瓜接穗的生育可藉由嫁接於黑籽南瓜根砧上得到顯著的提升；高雄改良場研究發現在低溫下，嫁接茄寒害程度較輕，若砧木抗冷力愈強，則嫁接茄的抗冷力也愈強 (朱，2000)。

表 2. 蔬菜利用嫁接增加對環境逆境耐受性之種類

作物	根砧選擇	耐環境逆境種類
西瓜	南瓜、根砧用西瓜	耐低溫、耐旱
苦瓜	絲瓜、南瓜	耐淹水、耐低溫
胡瓜	南瓜	耐低溫
甜瓜	南瓜	耐低溫
番茄	茄子	耐淹水、耐鹽

3. 促進生長與營養吸收

蔬菜嫁接用砧木許多是由野生基因型所選拔或經育種而來，除了特定抗病性外，根砧大都具有旺盛根系的特性，可以改善營養吸收，增加植株生長勢，進一步增加對病害之抗性。同時部分根砧的特性可以促進嫁接蔬菜養分吸收，例如甜瓜嫁接南瓜改善氮肥的吸收利用效率、茄子根砧促進磷肥在土壤中的移動性以及鉀、鈣、鎂之吸收等。

夏季設施栽培花胡瓜嫁接南瓜，在株高、地上部鮮乾重及植體營養元素 K、Ca、Mg、Cu、Zn 及 Fe 吸收表現較佳，產量和良果率均提升。然而嫁接並未影響其植株光合作用效率，但增加蒸散速率及氣孔導度，進而促進水分吸收與運輸，減少午間萎凋的情形 (陳, 2017)。



圖 7. 夏季設施栽培嫁接苗花胡瓜植株生育較佳，且相較於自根苗較無午間萎凋現象

表 3. 嫁接影響蔬菜果實品質比較

作物	重量或體積	硬度	糖度	L*a*b* 或著色	pH	維他命 C	類胡蘿蔔素
西瓜	+ / 0 / - ^z	+ / 0 / -	+ / 0 / -				-
胡瓜	/ 0 / -	+ / 0	0 / -		-	+	
甜瓜	+ / 0 / -	0	+ / 0 / -	0			
番茄	+		+ / 0 / -	+ / 0	+ / 0		+
茄子		-	-		0	-	

^z +, -, 0 分別代表增加、減少及沒有影響 (資料來源: Davis, 2008、Rouphael *et al.*, 2010、劉等人, 2016)

4. 品質提升

研究指出，不同根砧的種類會影響接穗果實的品質如酸度、糖度、著色、質地、營養成分及風味等，因此許多種苗公司開始研究可增進果實品質之根砧品種，然而其表現在不同作物甚至同種作物中不同品種並不一致，但能確定的是必須選擇適當的穗砧組合。

以小番茄為例，臺南區農業改良場利用番茄根砧‘Actimino’、‘Fortamino’、‘Estamino’、‘Japan Tokia 1 號’、‘Hawaii7996’及茄子根砧‘EG203’及‘EG195’等 7 個根砧材料，調查‘金瑩’、‘臺南 24 號’及‘玉女’等 3 種小果番茄嫁接苗之果實品質表現。試驗結果顯示嫁接於茄砧之小果番茄產量皆比嫁接於番茄砧少，但在糖度、酸度有比嫁接於番茄砧高的趨勢；‘玉女’嫁接於茄砧‘EG203’，尻腐病發生率略高，‘臺南 24 號’則未觀察到尻腐病發生。‘金瑩’及‘玉女’以茄子為根砧其果實品質較佳，但‘臺南 24 號’若以茄子為根砧，果實之酸度較高(劉等人, 2016)。而本場利用花胡瓜嫁接南瓜‘壯士’則對其果品無顯著影響，但可改善期畸形果率及增加其產量。

Reference

- 朱雅玲 . 2000. 茄子嫁接栽培好處多多 . 高雄區農業專訊 73: 14-15.
- 朱詠筑、楊藹華、劉依昌、黃圓滿、錢岳 . 2016. 不同根砧對小果番茄果實品質之影響 (初報). 臺南區農業改良場研究彙報 68: 26-34.
- 陳葦玲、錢昌聖、莊佩蓉 . 2017. 夏季設施栽培花胡瓜嫁接苗應用 . 台灣園藝 62(4): 306.
- 薛佑光、張勝智 . 2016. 利用蔬菜嫁接抗病根砧管理土壤病害 . 種苗科技專訊 . 93: 15-17.
- 薛佑光、張勝智 . 2016. 嫁接旺盛根系的根砧對蔬菜作物在植物保護上的貢獻 . 種苗科技專訊 . 96: 17-21.
- Davis. A.R., Penelope P.V., Richard H., Amnon L., Stephen R.K., and Xingping Zhang. 2008. Grafting effects on vegetable quality. HortSci. 43: 1670-1672.
- Rouphael, Y., D. Schwarz, A. Krumbeinb and G. Colla. 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. Sci. Hortic. 127: 172-179.
- Stephen R.K., A.R. Davis, W, Liu, and A. Levi. 2008. Grafting for Disease Resistance. HortSci. 43: 1673-1676.



蔬菜嫁接原理與
成活要件



蔬菜嫁接原理與成活要件

/ 錢昌聖、陳葦玲

蔬菜嫁接原理

嫁接 (grafting) 是一種傳統繁殖技術，是將一種植物的枝條或芽 (穗)，嫁接至另一種植物上 (砧)，經癒合 (healing) 過程使穗、砧接合成為一個完整植株。穗、砧要結合在一起，必須生成新的分生組織 (meristem)，此分生組織係植物受傷後形成的癒傷組織 (callus)。嫁接技術即利用癒傷組織具增殖、互相嵌合及填補等特性，使穗、砧之間形成癒傷組織橋 (callus bridge)，並分化成木質部、韌皮部及維管束形成層，透過形成層生成次級維管束組織，使穗、砧兩者連接成為一體。

因此，嫁接繁殖成功與否，取決於穗、砧二者是否能順利生成分生組織，穗、砧二者之分生組織能否結合緊密，並能連結維管束組織，使穗、砧可互相地交換水、養分。若穗、砧之間的結合不良，缺乏功能正常之維管束連接兩者，使穗、砧水、養分輸導發生障礙，嫁接株即不能成活或不能成為健壯正常之植株，是為嫁接不親合。

嫁接成活的要件

嫁接除了需要相當的技術與經驗累積外，於嫁接過程中尚有許多要件影響其成活率，如穗、砧親合性、嫁接方式、嫁接器具與癒合環境等，以下就詳細介紹：

1. 穗、砧親和性：穗、砧親合性是嫁接成敗的首要條件。一般而言，二者之間的親緣關係愈接近，親和力愈強，因此，嫁接穗、砧選擇建議不得低於同科。常見穗、砧組合如茄科番茄穗、茄子砧；葫蘆科西瓜穗、扁蒲砧；苦瓜穗、絲瓜砧；花胡瓜穗、南瓜砧等均為同科作物，嫁接親和性自然良好。但少數同科作物亦會產生嫁接不親和現象，如花胡瓜嫁接於絲瓜根砧時，會產生砧負現象(圖1)。
2. 穗、砧緊密結合程度：欲使穗、砧二者緊密結合，除了熟練的技術外，還要有銳利的刀具與固定資材，一般常用嫁接切割器具為刮鬚刀片(圖2)，固定資材則有乳膠軟管(雞腸仔)、塑



圖 1. 花胡瓜 'CU-87' 嫁接於絲瓜砧雙依會產生砧負現象



圖 2. 刮鬍刀片為商業常用嫁接切割器具

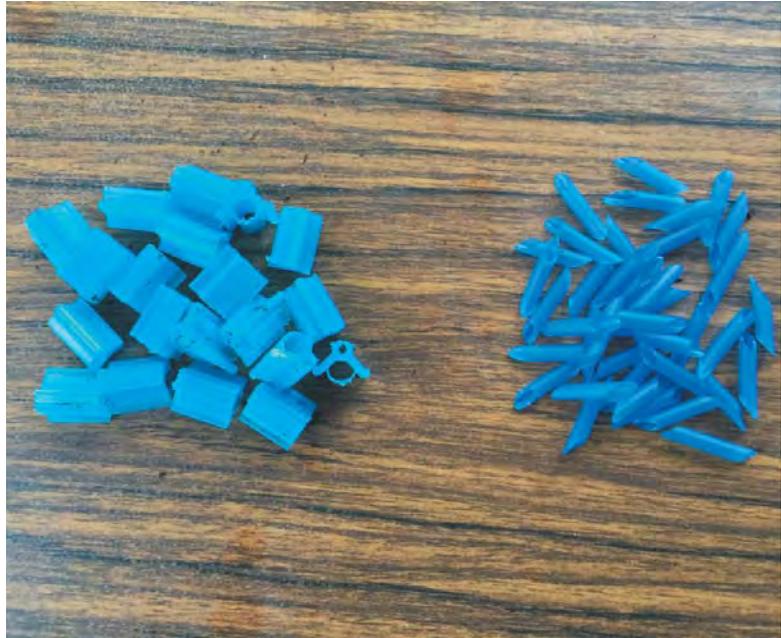


圖 3. 嫁接用固定資材·橡膠嫁接夾(左)、乳膠軟管(右)

膠或橡膠嫁接夾等(圖3)。嫁接作業在切削穗、砧時，務必要求切面平滑完整，使接觸面生成之癒傷組織可完美結合，促進穗、砧維管束接合(圖4與5)。此外，嫁接位置亦影響穗、砧結合程度，以葫蘆科為例，不論插接或靠接法，穗、砧接合位置均為根砧子葉附近，主要原因為葫蘆科作物莖部具中空的髓腔，僅子葉部分為實心(圖6)，若嫁接位置為髓腔大部位，易造成穗、砧兩者間接合面積不足導致嫁接失敗。番茄砧嫁接位置亦有同樣結果，依Hu等人2016研究指出，番茄砧其子葉之下維管束分布較子葉上均勻(圖7)，並建議番茄嫁接位置為子葉之下。



圖 4. 番茄嫁接苗剖面維管束接合情形(切接)(上)

圖 5. 花胡瓜嫁接苗剖面維管束接合情形(靠接)(下)



圖 6. 葫蘆科作物莖部髓腔明顯，嫁接位置宜選擇在子葉附近

3. 穗、砧莖粗：嫁接時穗、砧苗之莖粗應相近，若相差太大，易造成維管束連結不良，使水分及養分供給不及，導致嫁接苗衰竭死亡。以番茄切接為例，當接穗莖粗超過根砧時不利於嫁接成活，若是根砧莖粗超過接穗時，可將切接改作劈接使用（圖 8）。國內現行茄科嫁接之穗、砧苗齡約 4~6 週，莖粗介於 2.0~3.5 mm，選擇莖粗一致的穗、砧進行切接，成活率幾乎可達 95% 以上；葫蘆科靠接之穗、砧苗齡約 10~14 天，苗株外觀為一片本葉露出至展開時可進行嫁接，若使用老化苗株，其莖部髓腔會逐漸變大，導致嫁接成活率下降；另葫蘆科插接之接穗，其種子經預措處理胚根突破種皮，子葉未展開時為嫁接適期，根砧苗齡則與靠接法一致。

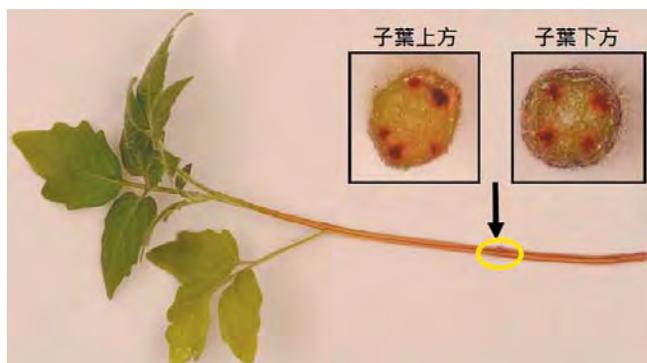


圖 7. 番茄根砧苗維管束分布情形 (圖片來源 : Hu *et al*, 2016)

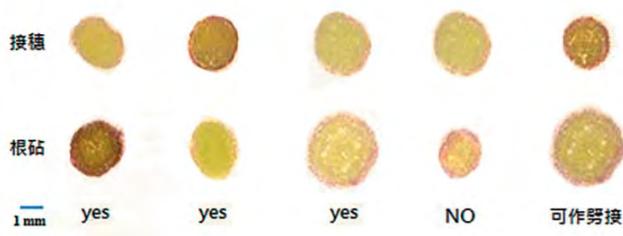


圖 8. 穗、砧莖粗對嫁接的影響 (圖片來源 : Hu *et al*, 2016)

4. 癒合及馴化環境：為了促進嫁接後切口之癒合，癒合環境之溫度、濕度及光線的控制十分重要。嫁接後接穗所需水、養分皆由砧木運輸供應，若癒合環境溫度過高，濕度過低時，易增加植株葉片蒸散及呼吸量，導致嫁接苗葉片萎凋。若嫁接苗葉片萎凋情形過久，會使嫁接切口無法順利癒合，導致嫁接失敗。一般瓜果蔬菜嫁接苗癒合溫度為 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ，相對濕度為 $90 \pm 5\%$ ，光線需求則為間歇式，嫁接後 2~3 日為完全黑暗，於嫁接第 3~4 日可提供嫁接苗光源，初期光強度約為



圖 9. 甜瓜 (左) 及番茄 (右) 嫁接苗癒合處理

500 lux，隨後視嫁接苗生長狀況可將光源增強至 2000 lux，直到接穗可由根砧獲取水、養分後才將苗株移至戶外進行馴化。馴化目的在於促進嫁接苗適應戶外環境，因此一般建議在溫度 25~30°C、相對濕度約 80%、遮陰 50% 環境，以循序漸進方式進行馴化處理。

Reference

Hu B., S. Short, M. Soltan, and M. D. Kleinhenz. 2016. A Pictorial Guide To The Cleft And Splice Graft Methods For Tomato And Pepper. 3rd ed. Ohio State University Extension. p108.



蔬菜嫁接方法與穗，
砧苗栽培管理

蔬菜嫁接方法與穗、砧苗栽培管理

/ 錢昌聖、陳葦玲

國內蔬菜嫁接產業因種苗成本高，多應用於產值較高與產期較長之瓜果類作物(表1)，如葫蘆科(Cucurbitaceae)之西瓜、苦瓜、花胡瓜、甜瓜及絲瓜，茄科(Solanaceae)以番茄、甜椒及茄子等較為普遍，豆科(Leguminosea)之豇豆則有少量生產。

表 1. 國內蔬菜嫁接作物、使用根砧與嫁接方法

作物	根砧	嫁接方法
葫蘆科 (Cucurbitaceae)		
西瓜	南瓜、扁蒲、野生西瓜	插接、靠接
苦瓜	絲瓜、南瓜	劈接、靠接
花胡瓜	南瓜、扁蒲、越瓜	插接、靠接
甜瓜	南瓜	插接、靠接
絲瓜	稜角絲瓜	插接、靠接
茄科 (Solanaceae)		
番茄	茄子、番茄	切接
甜椒	辣椒	切接
豆科 (Leguminosea)		
豇豆	豇豆	切接

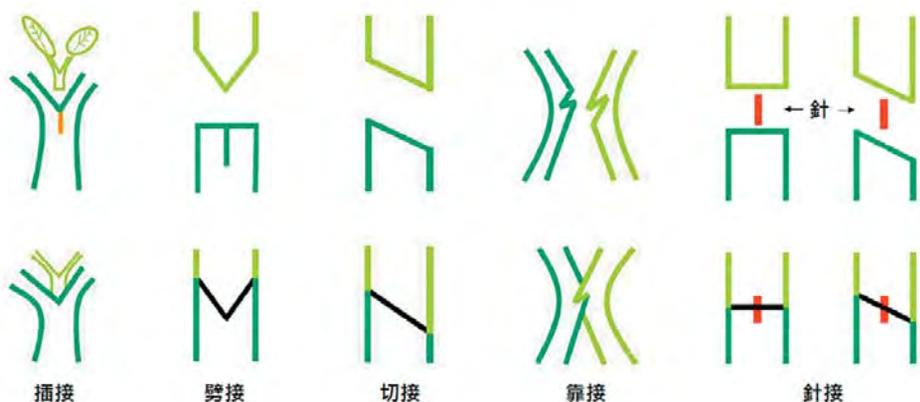


圖 1. 蔬菜主要嫁接方式示意圖 (圖片來源：Hu *et al.*, 2016)

現行蔬菜主要嫁接方式為插接、靠接、切接、劈接與針接 (圖 1)。葫蘆科作物以插接及靠接為主要嫁接方式，苦瓜則以劈接與靠接作為嫁接方式；茄科作物以切接及劈接為主要嫁接方式；國內針接法較少使用，屬於非主流嫁接方式。以下就國內主要嫁接蔬菜作物作簡單介紹。

西瓜

西瓜嫁接主要方式為插接法，插接法又以頂插接法、頂斜插接法及腹插接法。插接法嫁接密合度高，且不需使用嫁接夾，生產成本較低，受種苗業者青睞。頂插接法係嫁接前先以刀片或手指去除根砧本葉及頂芽，隨後利用楔形細針自根砧頂端插入約 0.5 cm，再將西瓜苗之下胚軸以刀片削切為楔形，長約 0.5 cm，接著將細針自根砧頂端拔除，隨即將接穗插入砧木頂端，使穗、砧二楔形切口密合即可。頂斜插接法操作方式與頂插接法相似，但細針插入方向為自根砧子葉基部向根砧頂端斜插，並穿透根砧，再將接穗自刺穿之孔洞插入。腹插接法方式大體上與頂插接相同，相異處係嫁接點在子葉下方之胚軸。

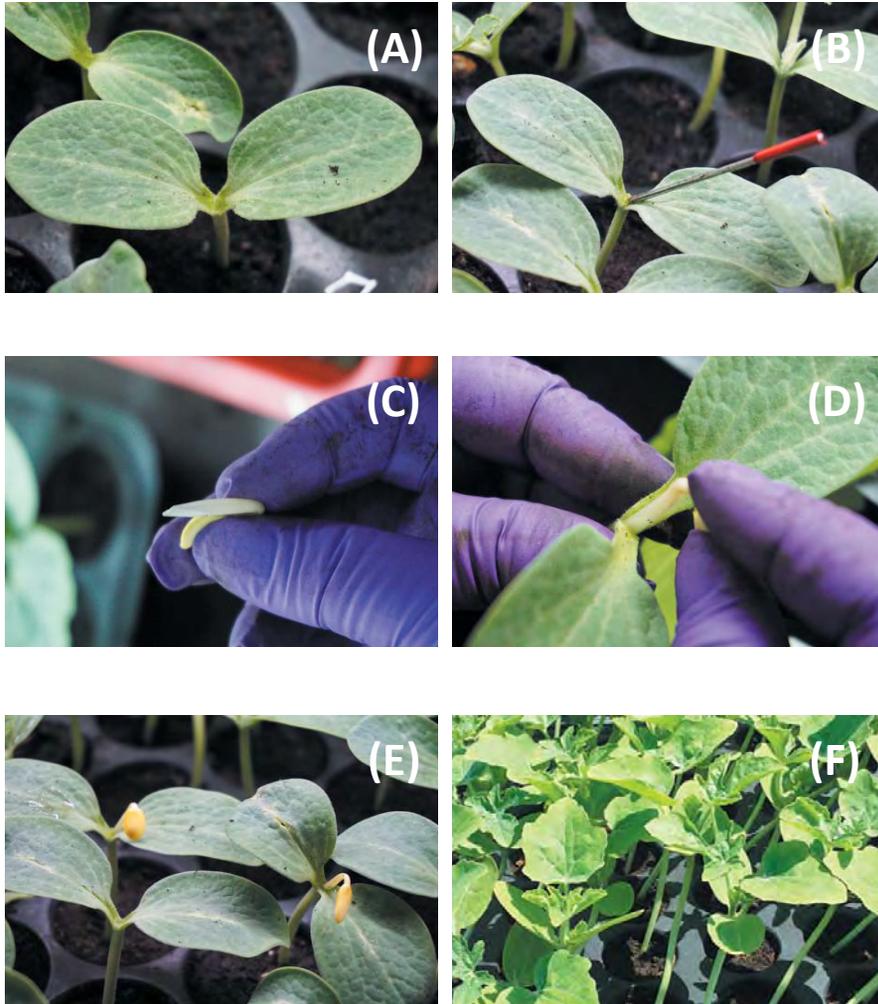


圖 2. 西瓜頂插接法與嫁接苗癒合之情形
A、B：扁蒲根砧去頂插入鐵籤；C：西瓜接穗削切；D：頂插接法；E、F：
剛嫁接完成及馴化完成之苗株

苦瓜

苦瓜苗因胚軸較為粗大，因此嫁接方式多採用頂劈接或靠接。頂劈接時，先以刀片或徒手去除砧木生長點及本葉，再縱切兩片子葉中間的胚軸，深約 1.0~1.5 cm，然後將接穗由下胚軸兩側對切成楔形，長約 1.0~1.5 cm，再將接穗插入砧木劈切處，用嫁接夾固定插入部分，使其密合並固定位置。靠接時，先以刀片去除砧木生長點、本葉及一片子葉，隨後將砧木子葉下方之胚軸由右上方往左下方斜切約 1 cm，接穗則由子葉下方 2~3 cm 之胚軸由左下方往右上方斜切，再將接穗切口與砧木切口靠合，並以嫁接夾固定即可。

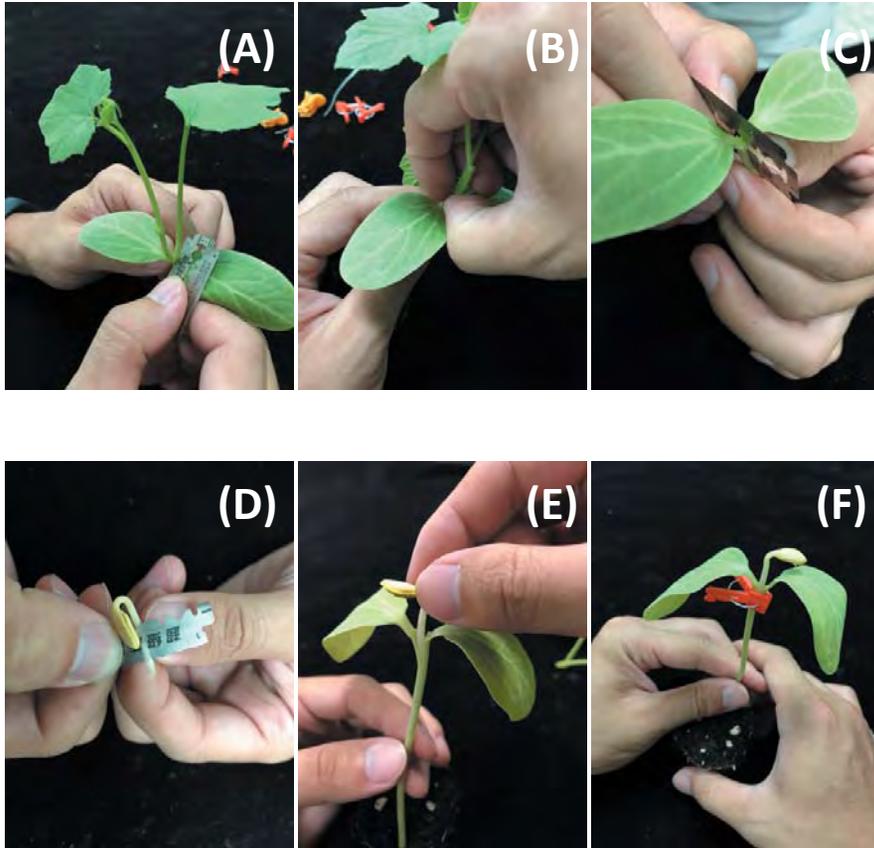


圖 3. 苦瓜頂劈接法

A、B: 去除砧木生長點及本葉; C: 砧木胚軸縱切; D: 接穗下胚軸兩側對切成楔形;
E: 接穗插入砧木劈切處; F: 嫁接夾固定

花胡瓜及絲瓜

國內花胡瓜及絲瓜多採用靠接及插接嫁接方式，各有優缺點。靠接之瓜類嫁接苗，其穗、砧結合程度較強，但生產成本較高，插接之嫁接苗嫁接作業簡單，成本較低，但穗、砧結合程度較弱，植株生長勢不靠接法。

靠接時，先以刀片去除砧木生長點、本葉及一片子葉，隨後以刀片將砧木子葉下方之胚軸由右上方往左下方斜切約 1 cm；接穗部分先以刀片由莖基部截斷，隨後在子葉下方 2~3 cm 之胚軸由左下方往右上方斜切約 1 cm，再將接穗切口與砧木切口靠合，並以嫁接夾固定即可。

插接法操作流程可參考西瓜之頂插法，先以刀片或手指去除根砧本葉及頂芽，隨後利用楔形細針自根砧頂端插入約 0.5 cm，再將花胡瓜或絲瓜苗之下胚軸以刀片削切為楔形，長約 0.5 cm，接著將細針自根砧頂端拔除，隨即將接穗插入砧木頂端，使穗、砧二楔形切口密合即可。

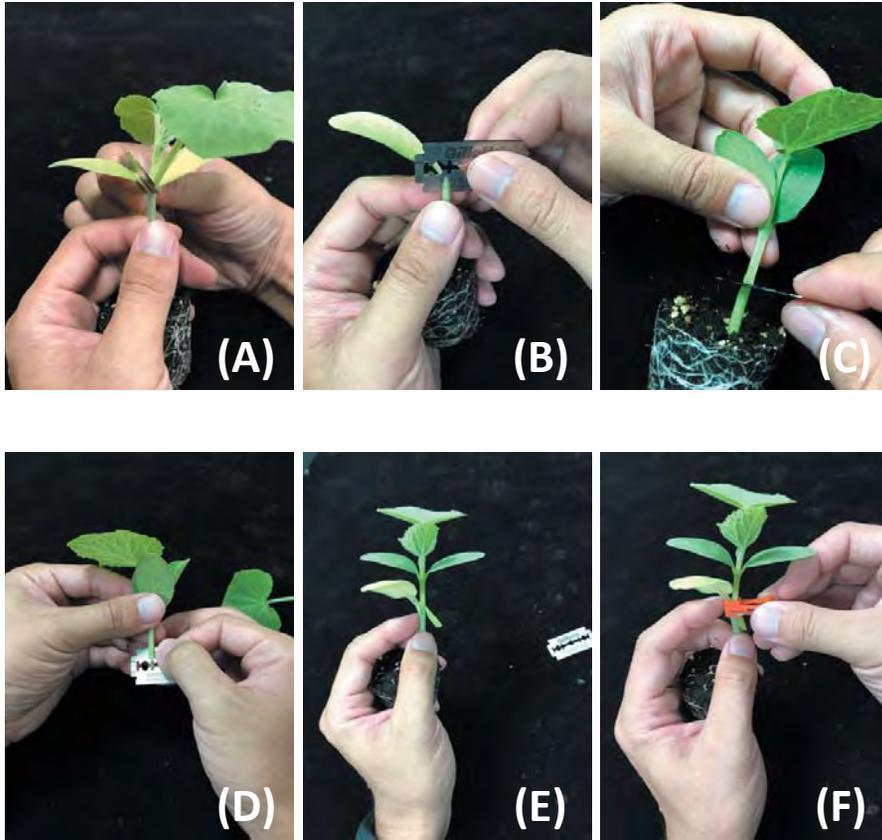


圖 4. 花胡瓜靠接法

A: 去除砧木生長點、本葉及一片子葉; B: 砧木往下斜切; C: 接穗莖基部截斷;
D: 子葉下方 2~3 cm 之胚軸往上斜切; E: 接穗與砧木切口靠合; F: 嫁接夾固定

番茄及甜椒

切接法為國內番茄及甜椒主要嫁接方式，其中又以套管方式固定穗、砧苗為大宗，又稱套管嫁接 (tube grafting)(圖3)，亦有利用套管夾。套管接係將莖粗一致、生長勢相似的穗、砧苗，以銳利刀片將穗、砧苗斜切成相同角度切面，隨後以乳膠軟管套入根砧胚軸，再將接穗插入套管中，使穗、砧斜切面緊密結合。

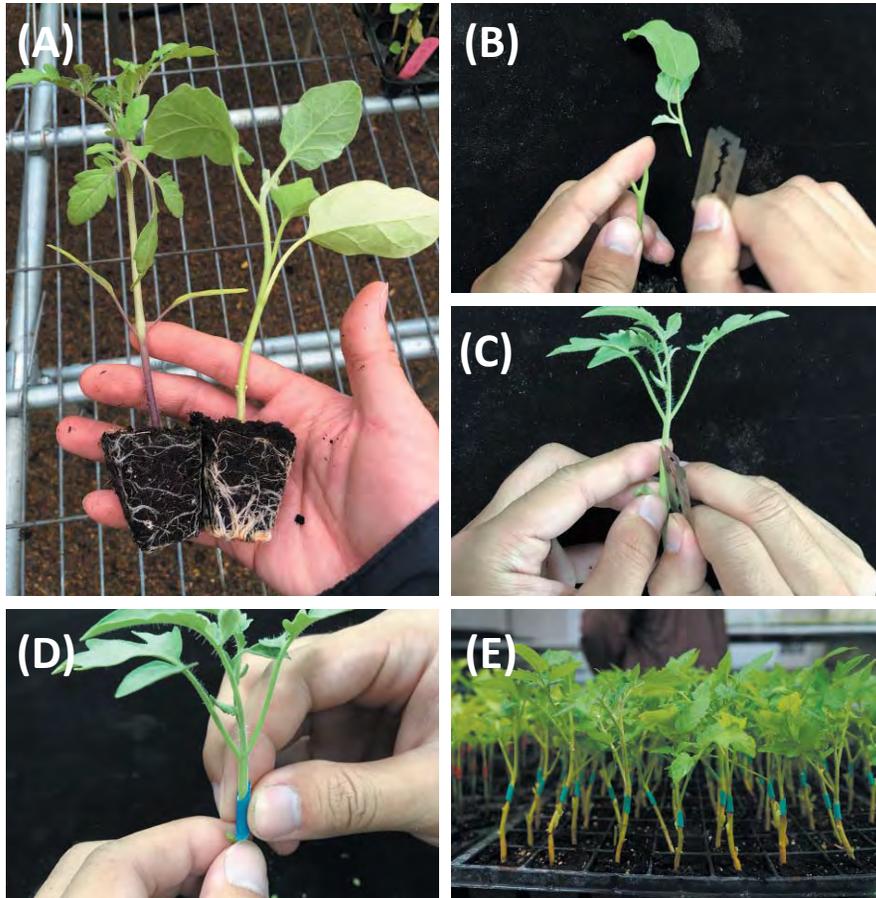


圖 5. 番茄斜切接法與嫁接苗癒合之情形

A: 番茄接穗與茄子根砧苗；B: 茄子斜切後插入內徑 3 mm 套管；C: 番茄斜切；D: 接穗插入根砧套管；E: 癒合後之嫁接苗

豇豆

豇豆嫁接以切接為主，與茄科嫁接方式相同，並使用套管固定（圖 6），目前嫁接使用砧木為抗萎凋病豇豆品種。豇豆切接於穗、砧兩片本葉展開時，以刀片去除砧木子葉，並將穗、砧斜切成相同角度，隨後將軟管套入根砧，再將接穗插入套管中，使穗、砧緊密結合即可。



圖 6. 豇豆嫁接根砧選擇抗病豇豆品種（左圖下），斜切接使用套管固定

穗、砧苗之栽培管理

嫁接主要流程可分為四個階段，分別為育苗、嫁接、癒合與馴化階段（圖 7）。育苗階段為穗、砧之培育與管理至嫁接操作前，占嫁接歷程一半，此階段視作物類別與嫁接方式，以培育具一致性之穗、砧為目的。嫁接階段為穗、砧苗削切、接合至嫁接苗移置癒合室前，所需時間非常短暫，以選擇適合作物之嫁接方式，並迅速完成嫁接操作，減少穗、砧苗水分散失為目的。癒合階段為嫁接苗傷口癒合至接穗可由根砧獲取水、養分為止，所需時間約 5~7 日，以促進穗、砧於短時間內結合，並完成水、養分連通為目的。馴化階段為誘導嫁接苗形成自營性，以促進嫁接苗適應戶外環境為目的。以下就嫁接主要流程作簡單介紹：

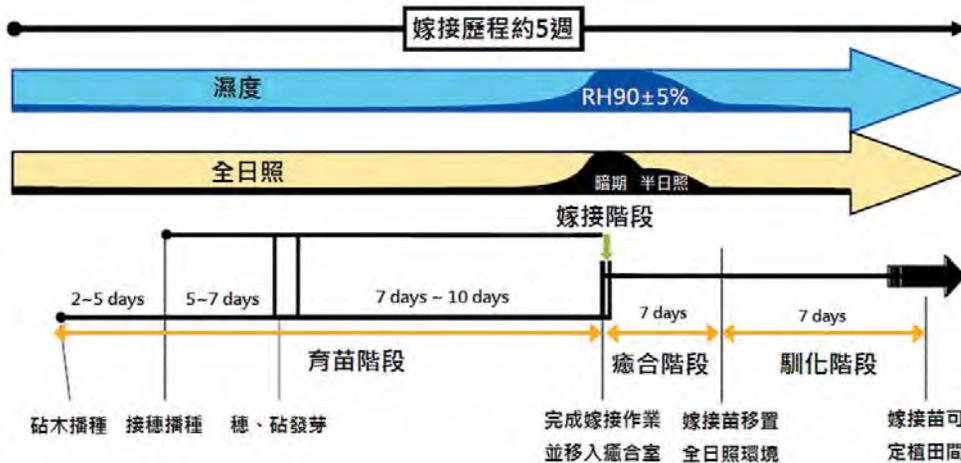


圖 7. 典型嫁接歷程表（圖片來源：Rivard and Louws, 2006）

育苗

育苗階段首要目標為挑選適合的根砧品種，需考量砧木與接穗的親和性與目的性，有關國內蔬菜嫁接穗、砧組合可參考(表 1)。隨後制訂穗、砧苗栽種期程，確保嫁接時能獲得一致性、莖粗尺寸吻合之穗、砧苗。穗、砧苗之發芽與生長勢主要受栽培溫度影響，以番茄嫁接為例，茄子根砧於夏季播種育苗時，生長勢較強，於播種 4 週左右即可達到嫁接規格，反觀番茄接穗於夏季育苗時，生長勢較弱，約播種 5~6 週時才能達到嫁接規格。因此夏季番茄嫁接時，接穗種子會比茄砧提早播種約 1~2 週，以獲得莖粗尺寸一致穗、砧苗。光強度為調控穗、砧節間長度關鍵因子，作物於播種後子葉未展開前，給予遮陰處理可誘導下胚軸伸長，倘子葉展開後給予遮陰處理，則可誘導上胚軸伸長。合理的調整穗、砧苗節間長度在於方便嫁接操作人員拿持、削切等接作業，以增加嫁接作業效率，於機械嫁接育苗過程亦有相同手法。

嫁接

嫁接階段需注意作物的嫁接方法與嫁接時間，各作物適合嫁接方式可參考表 1，嫁接時間則需避免高溫環境時進行嫁接，以墨西哥嫁接苗場為例，嫁接人員操作環境即為濕度控制室內空間，以減少穗、砧水分逆境(圖 8)。此階段要求嫁接作業人員削切準確、切口平順、穗、砧固定良好，以減少穗、砧苗水分散失，增加嫁接成活率。但操作人員必須累積足夠經驗才可迅速完成上述作業，因此，人才培育亦是嫁接階段重要環節。



圖 8. 墨西哥嫁接人員操作環境為濕度控制室內空間



圖 9. 商業生產多以生長箱作為嫁接苗癒合使用



圖 10. 西班牙以矮式隧道棚進行癒合與馴化作業



圖 11. 國內嫁接業者設計嫁接苗之馴化用台車

癒合

穗、砧苗接合後進入癒合階段，為促進穗、砧苗維管束連結，調控癒合溫度、濕度與光線為最有效的方法。國外癒合室建議溫度為 25~30°C、相對濕度 85~95%、全暗或弱光與國內 25±1°C、HR95%、低光癒合環境相似。國內因夏季氣溫較高，一般商業生產常以生長箱作癒合室 (Healing chamber) 使用，透過調控溫度、濕度與光線，促進嫁接苗癒合與生長 (圖 9)。國外氣候得宜，除利用生長箱調節嫁接苗癒合外，尚可利用矮式隧道棚，配合遮陰與加濕處理，亦有促進癒合效果 (圖 10)，國內冬季亦有業者使用相同方法完成癒合作業。

馴化

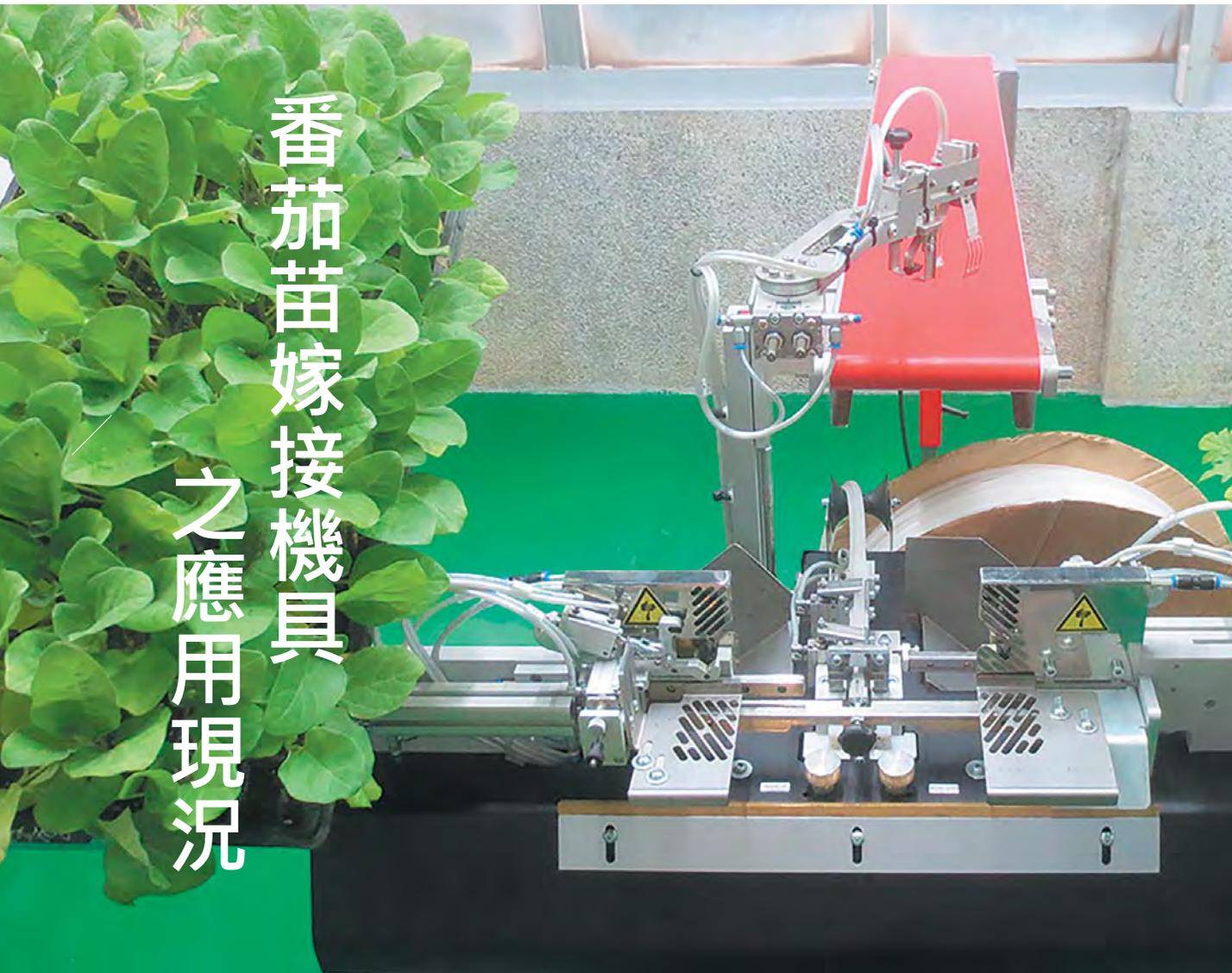
嫁接苗從癒合室移至戶外時，穗、砧水養分尚未連接完整時，若貿然將嫁接苗移至高溫環境或容易缺水，導致嫁接苗株死亡。因此，嫁接苗於癒合室移出時需經過馴化階段，此階段需維持空氣濕度，並提供半遮陰環境，減少嫁接苗急劇水分散失，讓嫁接

苗逐漸適應露天環境，直至嫁接苗適合定植於田間。一般建議馴化溫度不可超過 30°C、空氣濕度維持 80%、並給予 50% 遮陰。國內亦有業者自行設計瓜果類蔬菜嫁接苗馴化用台車 (圖 11)，以遮陰網包覆台車四周，減少陽光直射造成高溫，並將台車放置於水牆風扇旁，利用水牆周邊高濕度的環境完成馴化。國內於冬季嫁接時亦可利用矮式隧道棚設施完成癒合及馴化作業。

Reference

- Chou, Y.C., Y.C. Chang, and S.M. Chen. 2008. Technical book of mechanization for vegetable grafted seedling. National Yi-Lang University. Yi-Lang. Taiwan. 66p.
- Hu B., S. Short, M. Soltan, and M. D. Kleinhenz. 2016. A Pictorial Guide To The Cleft And Splice Graft Methods For Tomato And Pepper. 3rd ed. Ohio State University Extension. p108.
- Lee, J.M., C. Kubota, S. Tsao, Z. Bie, P.H. Echevarria, L. Morra, and M. Oda. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Hort.* 127:93-105.
- Lin H. S., C. Y. Chang, C.S. Chien, S.-F. Chen, W. L. Chen, Y.C. Chu, A.H. Yang, Y. K. Hseuh, S. C. Chang. 2016. Current situation of grafted vegetable seedling industry and its mechanization development in Taiwan (International Workshop on Grafting to Improve Fruit-Vegetable Production p.65-p.76.
- Rivard, C.L. and F.J. Louws. 2006. Grafting for disease resistance in heirloom tomatoes. North Carolina Coop. Ext. Serv. *Bul. Ag*-675.

番茄苗嫁接機具 之應用現況





番茄苗嫁接機具之應用現況

/ 張金元、田雲生

嫁接屬高技術、高精細的工作項目，作業人員需經過訓練後方能上手，而目前國內產業在嫁接工作上，尚未完全導入機械化作業。近年來，農業技術人員短缺，農業缺工問題已至緊迫狀態，因此在嫁接作業上，推動機械化成為主要的解決方案，世界各國亦研發相關嫁接機械，以因應農業缺乏技術工作人員之產業困境。

蔬菜苗嫁接作業在機械化的研發方向以其自動化的程度可概分為全自動化、半自動化、輔助機具等 3 大研發主軸；在供苗上可分為單人、雙人或機械自動化等方式；穗砧苗株剪切可分為斜向及水平切割 2 種形式；嫁接用資材則有橡膠套管、具開口式之套管夾 2 種，因此嫁接機械化研發呈現相當多的樣態。

在番茄苗嫁接機應用方面，目前自動化程度最高的為荷蘭 ISO-Group 公司所製造的 ISO Graft 1200 型番茄苗嫁接機，機械嫁接流程係先將經過剪切除葉的砧木苗盤送入機器中，由機器自動單株取苗，同時另一側由人工手動供應接穗，機械透過砧木自動取苗機構的協助，可提高機械嫁接速度；另為了確保穗砧苗切割的位置和角度，機器會將砧木和接穗相依貼合後，同時進行水平切割的動作後，才進行傷口面靠接接合，並使用具有開口之嫁接夾進行夾持作業，完成嫁接工作。



圖 1. 荷蘭 ISO-Group, ISO Graft 1200 型

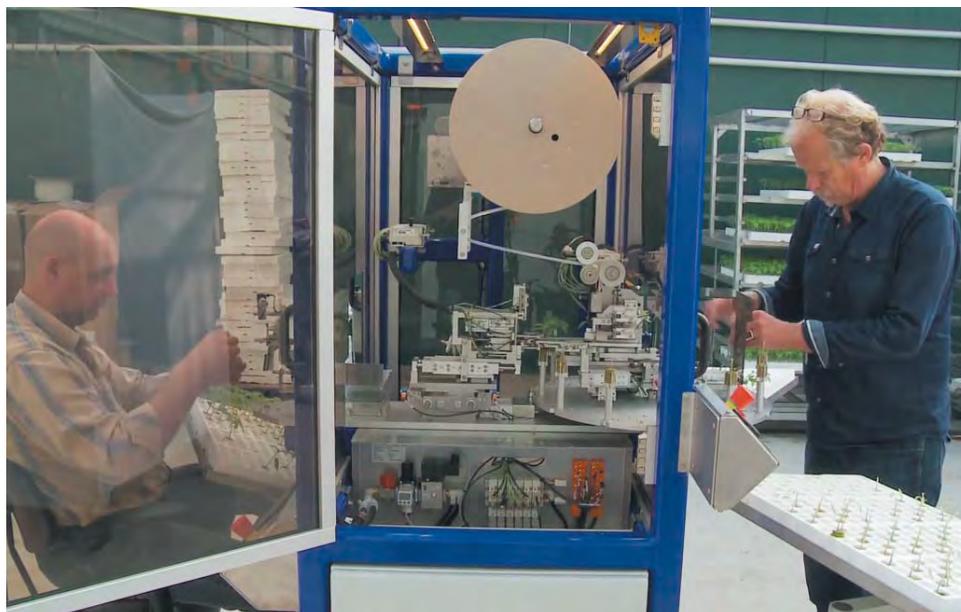


圖 2. 荷蘭 ISO-Group, ISO Graft 1100 型

該公司研發的 Graft 1100 機型，機器操作則需由兩名人員分別供應穗砧苗，透過降低自動化程度，以減低設備投資成本。兩型機器的嫁接效率均可達每小時 1,000 株，而其中的關鍵技術，即是在育苗過程中，透過苗株篩選作業，提供整齊、規格一致的穗砧苗進行機械嫁接，進而提高嫁接成功率、存活率。

表 1. 全自動化番茄苗嫁接機

國別	荷蘭	
機型	ISO Graft 1100	ISO Graft 1200
適用作物	番茄苗	
自動化程度	全自動化	
嫁接方式	可調整苗株切割角度，水平 / 斜向	
嫁接資材	開口式套管夾	
嫁接速率 (株 / 小時)	1,000	1,050
操作人員數	2 人	1 人
供苗方式	穗砧苗均由人工供苗	砧木由機械自動取苗

目前全球具有商品化之半自動番茄苗嫁接機械，分別有臺灣、西班牙、義大利等國。其中臺灣早在 2004 年時，由臺灣大學、宜蘭大學及臺南區農業改良場共同研發有套管式番茄苗嫁接機，技術領先全球。臺灣因嫁接苗場應用橡膠套管作為嫁接資材，機械研發係參考現行手工嫁接模式，研發出的套管式番茄苗嫁接機，其嫁接速率可達到每小時 300 株以上，且在機械結構上獨樹一幟，有別於其他國家在嫁接資材上使用開口式的嫁接夾。



圖 3. 臺灣研發之套管式嫁接機



圖 4. 西班牙番茄苗嫁接機 EMP-300

為使產業有多樣化的嫁接機械可供選用，本場特別於 2016 年初時，由西班牙引進番茄苗嫁接機，此機型操作人數為 1 名，由人工供應穗砧苗，啟動踏板後，即自動完成苗株斜切、靠接接合、輸送集中等多項動作；其中，嫁接資材使用開口式嫁接夾，作業效率最快可達每小時 500 株，人員最舒適的操作速度則為每小時 300~360 株，其嫁接速度的快慢，與穗砧苗的規格、整齊度有關，尺寸越整齊劃一的苗株，作業人員可減少供苗判讀的時間，嫁接速度則越快。

表 2. 半自動化番茄苗嫁接機

國別	臺灣	西班牙
機型名稱	套管式番茄苗嫁接機	番茄苗嫁接機 EMP-300
自動化程度	半自動化	
嫁接方式	斜切接	
嫁接資材	橡膠套管	開口式嫁接夾
嫁接速率 (株 / 小時)	300~330	300~500
操作人數	1 人	1 人
供苗方式	穗砧苗均由人工供苗	

在簡易式的嫁接機械部分，意大利製番茄嫁接機由 Atlantic Man. s.r.l. 公司生產之 GR 300/3 型號，因機械構造簡單，為輔助機具作業模式，因此可適用於茄科和葫蘆科作物。操作方式為人員手工供應穗砧苗，啟動後由機器協助苗株切割作業，再由機械協助運送進行傷口面靠接接合；惟穗砧苗傷口切接面，需由人員手指扶持支撐，並確認切接面是否靠齊，再取開口式嫁接夾予以接合，完成嫁接的工作。

臺灣嫁接苗場手工作業模式中，耗費勞力、心力的作業項目為苗株斜切及嫁接接合 2 項重要關鍵動作，為研發符合嫁接苗場應

用及更簡單化的機械，本場於 2017 年研發番茄苗嫁接輔助機具，型號 TCGR-300T，作業方式需由人員手工供苗及傷口面靠接，其餘苗株斜切、嫁接夾開閉接合的工作項目，則由機械輔助完成。因機具構造簡單，操作容易，以及在作業異常時，可藉由人工重新操作方式予以排除，因此嫁接成功率均達 96% 以上，以及苗株癒合後之存活率亦有 92% 以上。本項研發成果於 2017 年獲得我國新型專利，並完成非專屬授權技術移轉，目前已有綠誼股份有限公司取得技轉授權，進而推廣給設施蔬菜育苗業者應用。

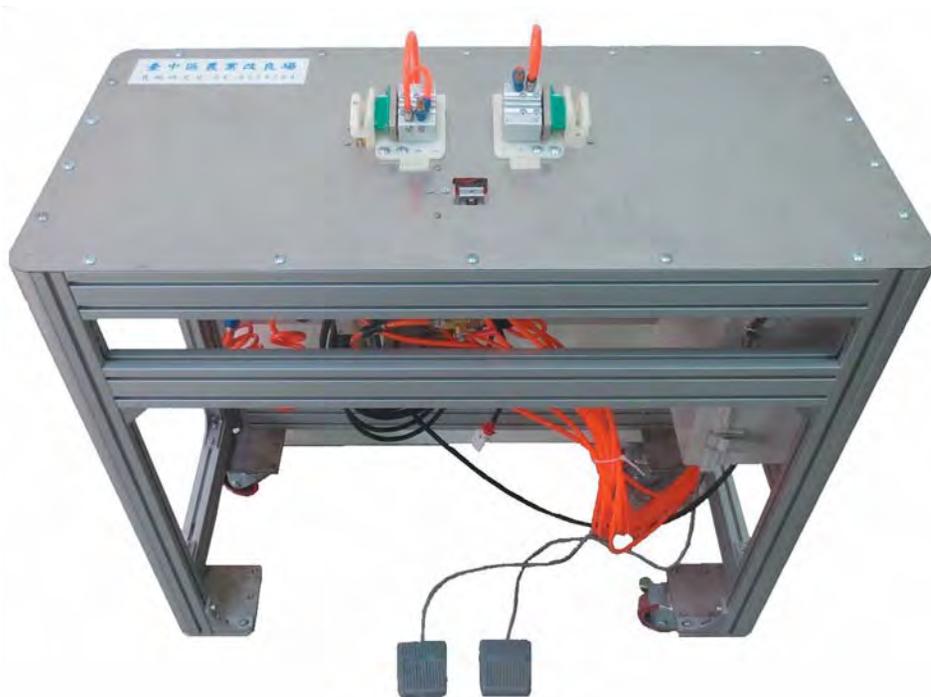


圖 5. 臺中區農業改良場研發之番茄苗嫁接輔助機具 TCGR-300T



圖 6. 義大利番茄嫁接機 Atlantic Man. GR 300/3

表 3. 輔助機具類之番茄苗嫁接機械

國別	臺灣	義大利
機型名稱	番茄苗嫁接輔助機具 TCGR-300T	番茄苗嫁接機 Atlantic Man. GR 300/3
自動化程度	輔助機具	
嫁接方式	斜切接	
嫁接資材	開口式嫁接夾	
嫁接速率 (株 / 小時)	200~300	300~600
操作人數	1 人	
供苗方式	穗砧苗均由人工供苗	

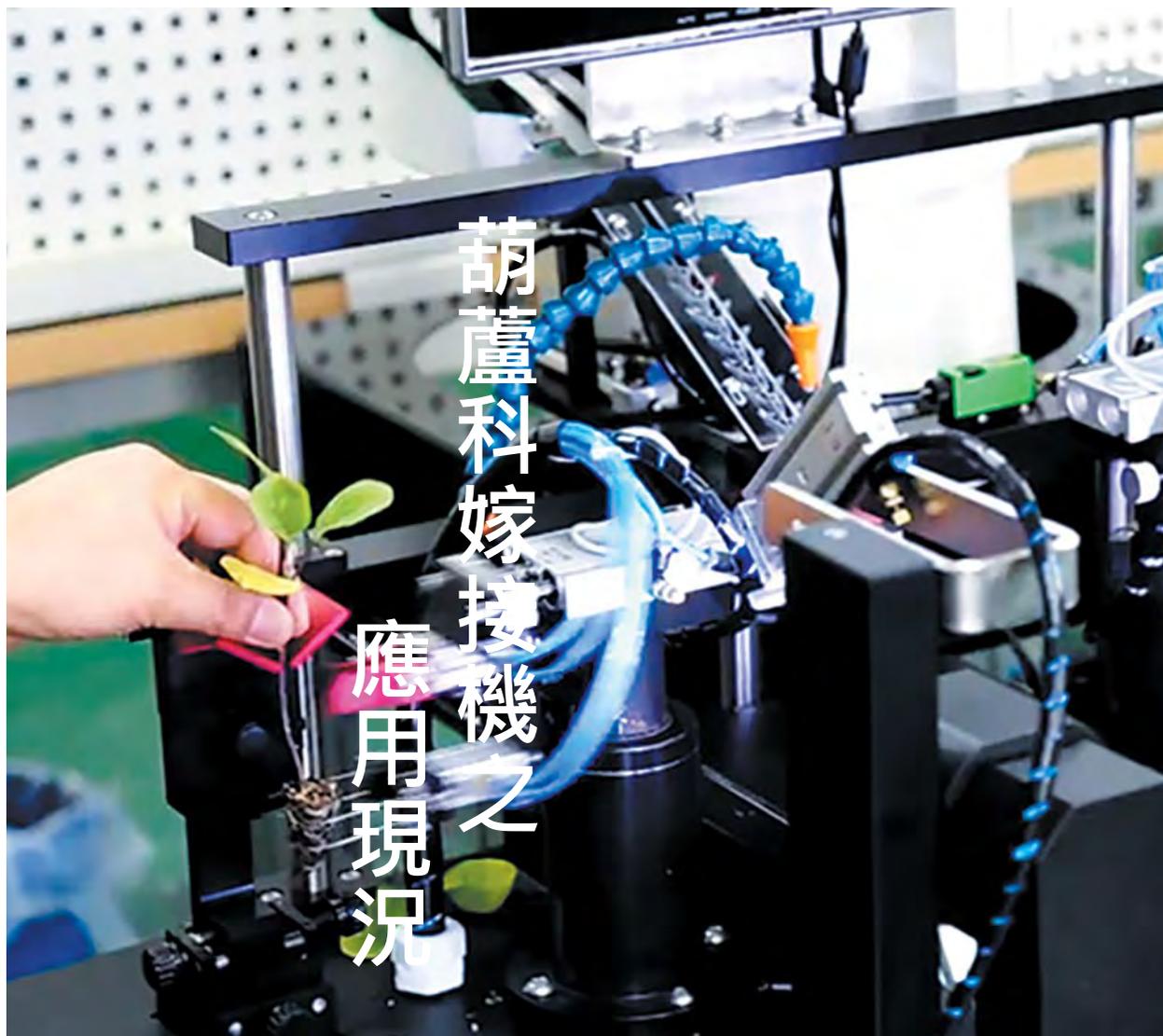
為解決農業缺乏專業技術工的問題，除了培訓人員外，藉由機械化的研發及應用推廣，改變以往既有的農業生產模式，應用創新的管理模式，將農業各項工作導入機械化已是未來趨勢，藉由機器協助人力作業，達到省工的效益，將是農業經營成功的關鍵。

Reference

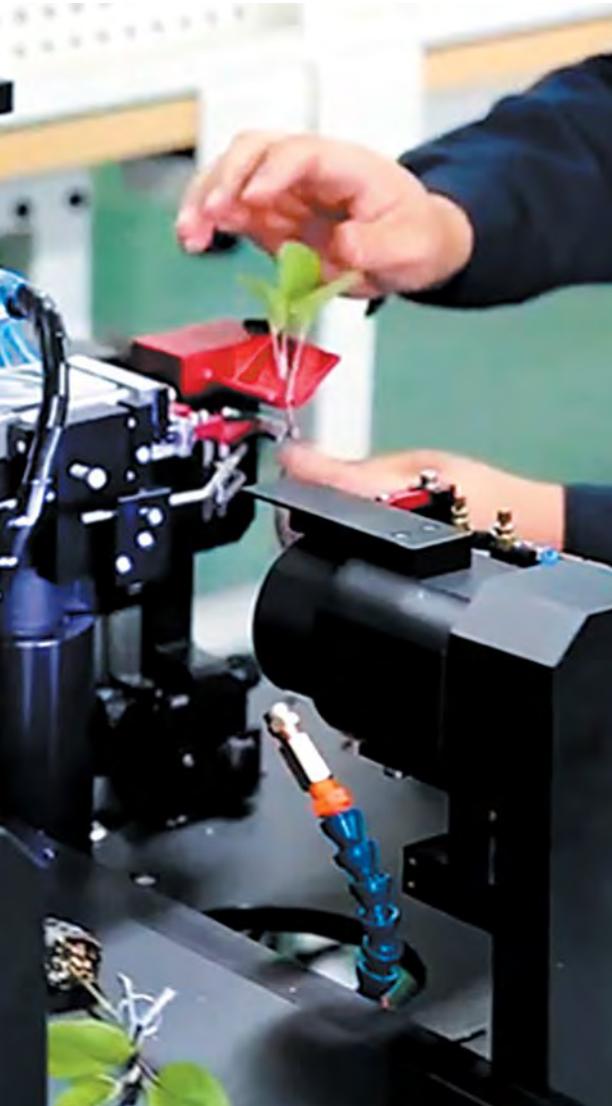
Italy Atlantic Man. <http://tech.atlanticgroup.it/prodotti/grafting-robot-universale-gr-3003-patented>

Netherlands ISO GROUP. <http://www.isogroepmachinebouw.nl/nl/producten.html>

Spain Conic-system. <http://www.conic-system.com/wp/gallery/51-2?lang=en>



葫蘆科嫁接機之
應用現況



葫蘆科嫁接機之應用現況

/ 張金元、陳葦玲、錢昌聖

葫蘆科蔬菜嫁接常見有西瓜嫁接扁蒲、苦瓜嫁接絲瓜等作物，嫁接方法有靠接（砧木切除一片子葉，獨留單片子葉，將切削後的接穗靠接接合）及插接（砧木頂劈切開或頂部插孔，以接穗插接）兩種主要的作業模式。其嫁接機械研發方向，多是參考現行 2 種嫁接方式的作業模式，並評估需自動化、機械化的作業項目進行研發設計。



圖 1. 日本 GRF800-U 型嫁接機



圖 2. 種苗改良繁殖場引進測試之 GR800-B 瓜類嫁接機

靠接法

嫁接機採用靠接法設計開發的國家有日本 ISEKI 公司 GRF800-U 及 GRF803-U、義大利 Atlantic Man 公司 GR 300/3、韓國 HELPER ROBOTECH 公司 AFGR-800CS 等機型，依自動化程度區分，日本的機型最高、韓國次之、義大利則最低。

日本在民國 80 年代即開發完成葫蘆科嫁接機，係最早發展瓜科嫁接機的國家，其機械自動化程度高且純熟，可自動取苗是其最大的特色，並且穗砧苗均採斷根處理，苗莖留長度約 10 公分，機械嫁接效率可達每小時 800 株。其中 GRF800-U 型及 GRF803-U 型差異在於自動取苗的功能：GRF-800 系列嫁接機採用苗株切接的方式嫁接，在砧木幼苗期，將頂芽及單一子葉切除，僅留一片子葉，並將接穗斜向切斷下胚軸後，使用塑膠夾將兩者傷口處靠接嫁接，作業人員放入穗砧苗盤後，機器可自動取苗完成嫁接；GRF803-U 型嫁接機則需由 3 名人員操作，2 名人員分別於機台左右側供應根砧及接穗苗，嫁接完成後再由 1 名人員定植於穴盤，機械嫁接效率同樣可達每小時 800 苗。種苗改良繁殖場曾引進 GR800-B 型嫁接機試用，其中機械嫁接用穗砧苗規格需符合子葉完全展開，莖徑適中不可過於細小，若莖部有中空現象產生時，嫁接存活率會下降。



圖 3. 韓國 AFGR-800CS 嫁接機應用影像辨識系統量測穗砧苗切口面尺寸



圖 4. 韓國 AFGR-800CS 嫁接機人工供應穗砧苗情形



圖 5. 韓國 AFGR-800CS 嫁接機

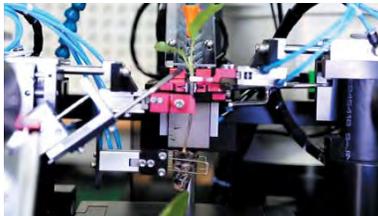


圖 6. 韓國 AFGR-800CS 嫁接機穗砧苗嫁接接合情形

韓國 Helper Robotech 公司研發之 AFGR-800CS 嫁接機，嫁接效率可達 800 株，單機操作需由 3 名人力分別完成接穗、砧木供應機械及取苗置盤工作。該機具有影像辨識系統量測穗砧苗斜切面之長短軸尺寸，及兼用於茄科作物嫁接 2 項特色。在機械計算人力應用方面，係以 1 人供應砧木、1 人供應接穗，其他輔助人員以 0.25 人計算，為最低機械需求人數；具經濟性生產規模設置方式，則以 4 台嫁接機組成 1 條生產線，共 8 人操作機械，1 人從旁協助各項嫁接輔助事務，為 9 人 1 組之嫁接團隊，為最佳之生產操作模式。在自動取苗部分，韓國嫁接機亦已著手研發砧木自動取苗的功能，逐步邁向全自動化嫁接生產的階段。

義大利 GR 300/3 嫁接機屬於輔助機具型式，自動化程度最低，因設備投入成本低，機械構造簡單，可自行設計開發，相當適合國內育苗業者參考選用。其中供苗、苗株傷口對齊、取夾靠接接合均由 1 名人力完成，自動化程度僅有苗株斜切及輸送集中功能。因判讀苗株放置位置、手扶持穗砧苗、取夾接合等作業項目均需人工操作完成，此種作業模式可有較高的嫁接存活率，主要係因在嫁接過程中，可時刻檢視穗砧苗嫁接是否異常，適時作調整修正，避免嫁接失誤的情形發生。



圖 7. 義大利 GR 300/3 嫁接機砧木切除子葉情形



圖 8. 義大利 GR 300/3 嫁接機穗砧靠接情形



圖 9. 義大利 GR 300/3 嫁接機



圖 10. 義大利 GR300/3 嫁接機整體操作情形

表 1. 採用靠接法設計的葫蘆科嫁接機

國別	日本	日本	韓國	義大利
機型	ISEKI 公司 GRF800-U	ISEKI 公司 GRF803-U	HELPER ROBOTECH 公司 AFGR-800CS	義大利 Atlantic Man 公司 GR 300/3
自動化程度	全自動化	半自動化	半自動化	輔助機具
嫁接資材	塑膠夾	塑膠夾	塑膠夾	塑膠夾或 開口式嫁接夾
嫁接速率 (株 / 小時)	800	800	800	300
操作人員數	1 人	3 人	3 人	1 人
供苗方式	機械自動 取穗砧苗	穗砧苗均由 人工供苗	穗砧苗均由 人工供苗	穗砧苗均由 人工供苗
嫁接方式	機械自動 供夾嫁接	機械自動 供夾嫁接	機械自動 供夾嫁接	人工持夾嫁接



圖 11. 臺灣西瓜苗嫁接機

插接法

採用插接法研發嫁接機械的國家有臺灣的西瓜苗嫁接機及中國 2JC-600B 機型。臺灣西瓜苗嫁接機作業方式為頂插接法，由宜蘭大學及臺灣大學研究團隊於民國 90 年代初研發而成，藉由穗砧本身夾持接合，無須使用嫁接夾，由一人操作，嫁接成功率達 95% 以上，作業效率 480 株 / 時。西瓜苗嫁接機分別由砧木和接穗兩組旋轉盤機構所組成，砧木旋轉盤低於接穗旋轉盤，兩圓盤採用日內瓦輪間歇運動，將砧木夾除葉芽並鑽孔，以及切削接穗苗成銳角，並插入砧木以完成嫁接作業。



圖 12. 中國 2JC-600B 嫁接機

中國 2JC-600B 機型作業方式係由 2 名人員坐於機器兩側，1 名人力整理砧木的兩片葉，將需插孔的砧木子葉，放置於刀口上，另 1 名人力則供應接穗進行切削，由機器自動完成砧木插孔及接穗插接，適用於西瓜、黃瓜、甜瓜等作物。該型嫁接機主要特色為採用斜插孔法、穗砧苗均採斷根模式、嫁接靠穗砧本身插接固定，不使用夾持零件固定，嫁接效率每小時 600 株，嫁接成功率達 90% 以上。

表 2. 採用插接法設計的葫蘆科嫁接機

國別	臺灣	中國
機型	瓜類嫁接機	2JC-600B
自動化程度	半自動化	半自動化
嫁接資材	無	無
嫁接速率 (株 / 小時)	480	600
操作人員數	1 人	2 人
供苗方式	穗砧苗均由 人工供苗	穗砧苗均由 人工供苗
嫁接方式	機械自動 插接嫁接	機械自動 插接嫁接

嫁接機械的發展與產業現況有關，產業及產量需具有一定規模以上，以及具有嫁接技術工高齡化、高勞力及短缺的問題，進而衍生嫁接機械化的需求。國內因葫蘆科較茄科嫁接苗需求高，且近年來農產業從業人員高齡化及技術工短缺，因此嫁接機械的需求程度逐年提高。國外雖然有自動化程度高的嫁接機，

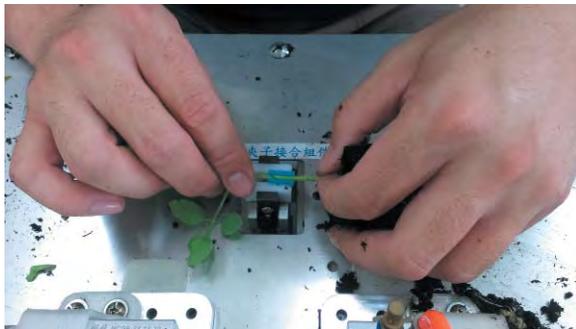
惟實務上應用，需要品質一致的穗砧苗，雖然可透過導入苗株選別系統，以及採用高度智慧化判讀能力的嫁接機改善，但將使機械設備投入成本提高，因此導入機械化應用仍需進行產業營運效益評估。現階段國內產業所需要的嫁接機械，係以半自動化或輔助操作類型的嫁接機具為主，以期降低設備投資成本，並紓解嫁接技術工短缺的問題。目前國內育苗產業仍尚未導入機械化生產嫁接苗，因此研發國內產業適用的嫁接機械，係尚未開發的新興市場，值得持續投入研究發展。

Reference

- Chiu, Y. C., S. Chen, and Y. C. Chang. 2010. Development of a circular grafting robotic system for watermelon seedlings. *Applied Engineering in Agriculture* 26 (6) :1077-1084.
- China Guangzhou sky. www.cgz-sky.com/index.php/
- Italy Atlantic Man. <http://tech.atlanticgroup.it/prodotti/grafting-robot-universale-gr-3003-patented>
- Japan ISEK . <http://www.iseki.co.jp/products/nougyou/tugiki/>
- Korea Helper Robotech . http://helpersys.en.ec21.com/Grafting_Robot--2012260_2012262.html



臺灣番茄嫁接機械化作業效益評估



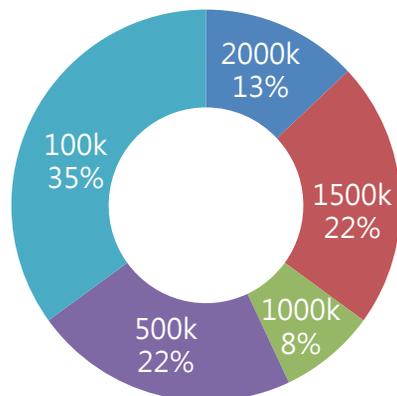
臺灣番茄嫁接機械化作業效益評估

／陳世芳、張金元、田雲生

臺灣種苗需求量高，其中番茄嫁接苗年需求量有 2 千萬株，並有逐年增加之趨勢，特別是玉女番茄深受消費者喜愛，使得嫁接苗預約生產訂單供不應求。然而嫁接作業仰賴人工，人工嫁接作業效率平均每小時為 180 至 200 株，由於農村農業人力外流及呈現高齡化現象，以勞力為主的技術工之工資成本高，每逢種植期，嫁接苗需求量大，為在短期間內供苗，需延長工作時間，以解決嫁接人力短缺的問題，若能有機械輔助嫁接作業，將可提高單位時間生產量，緩解產業營運瓶頸。

臺灣番茄嫁接苗場的產業結構，依據年產量區分 200 萬、150 萬、100 萬、50 萬、10 萬，產業所占比例分別為 13%、22%、8%、22%、35%，由產業結構顯示，苗場量分佈均勻，小規模及大規模苗場均有，近年來，政府鼓勵青年農民從事農業，隨著越來越多農民投入番茄的生產行列，促使番茄嫁接苗需求逐年增加。

以年供苗量 50 萬株生產量之中小型經營規模的玉女番茄育苗場為例，育苗環境設置有癒合室，適當控制箱內溫度及濕度且不易受外在氣候影響，作為嫁接後養生癒合管理，使番茄嫁接苗在 72 至 84 小時即可完成癒合。為分析嫁接苗產業的生產成本，選擇專門從事番茄嫁接苗農場分析項目包含材料、勞動力、其他管理和營銷成本的變動成本，以及地租和設備成本的固定成本（表 1）。結果顯示，生產成本分別為人工費占 13%，其他 3%，土地 1%，折舊 5% 和材料費 78%。進一步分析材料成本，其他材料占 20%，病蟲害防治 1%，燃料 3%，電費 5%，水費 1%，肥料費 1%，砧木 11%，接穗 58%。



番茄嫁接苗產量分析 (千株 / 年)

表 1. 番茄嫁接產業生產成本分析項目

變動成本	材料費	種子、肥料、水電、能源、病蟲害防治、材料
	人工費	嫁接人力
	其他	管銷成本
固定成本	土地	地租、資本利息
	折舊費	農機具折舊、農業設施、運輸車輛

由育苗場玉女番茄穴盤苗生產成本調查顯示，生產成本結構中，以種子費用占 4 成以上為最多，其中玉女番茄穗木種子近年來供不應求，單價逐年上漲是主因；人工費用居第二占 2 成；第三項是能源費占 1 成，因嫁接後若進入癒合室冷藏三日，較未使用癒合室之育苗場需使用較多能源，但嫁接成功率也較高。

經總計生產成本計算後可發現，育苗場種子費及人工費若能減輕，將能提高利潤。簡單來講，即是種子費用及人工費用為生產成本關鍵，藉由降低種子費用及人工費用可提高育苗場淨收益。

由於人力是提升育苗場作業效能的重要因素，若以半自動嫁接機與人工嫁接育苗之成本收益與利潤率分析比較，採用嫁接效率每小時為 300 至 500 株之半自動嫁接機作業時，生產成本中之種子費、介質費、肥料費、能源費、農藥費、嫁接耗材費、穴盤材料費等變動成本及農機具折舊費、資本利息等項目，將隨育苗量之增加而增加，即總生產成本較人工嫁接作業時增加，但因提昇了作業產能，進而使農家賺款提高，可較人工嫁接作業之利潤率大幅提升至 2 倍，此外，亦可使嫁接苗每株生產成本較人工嫁接降低 2 成。

蔬菜穴盤育苗業競爭日益激烈，人工費位居生產成本第二位，嫁接人工作業效率與供苗量息息相關，投資嫁接機雖增加固定成本，以及供苗量使部分變動成本增加，但可使利潤率提升 2 倍，並紓解人力斷層之問題，場主也可適度調節原有人工至其他生產工作，使農村人力能繼續被農場僱用，勞僱雙方互蒙其利，為育苗場應用機械化之綜合效益。

書 名：蔬菜嫁接苗生產及機械應用技術

編 者：陳葦玲、白桂芳、楊嘉凌

發行人：林學詩

出版機關：行政院農業委員會臺中區農業改良場

地 址：51544 彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號

網 址：<http://www.tdais.gov.tw/>

電 話：04-8523101

傳 真：04-8525841

出版年月：中華民國 106 年 12 月

版 次：第一版 第一刷 500 本

定 價：新台幣 100 元整

展售書局：五南文化廣場臺中總店 · 400 臺中市中山路 6 號 · 04-22260330

<http://www.wunanbooks.com.tw>

國家書店松江門市 · 104 臺北市松江路 209 號 1 樓 · 02-25180207

<http://www.govbooks.com.tw>

蔬菜嫁接苗生產及機械應用技術
/ 陳葦玲、白桂芳、楊嘉凌主編。
-- 第一版。-- 彰化縣大村鄉：
農委會臺中農改場，民 106.12
面；公分。
-- (臺中區農業改良場農業技術專刊；196 期)
ISBN 978-986-05-4466-4(平裝)
1. 蔬菜 2. 接木術 3. 農業機械
435.2

106022771

ISBN 978-986-05-4466-4

GPN 1010602265