

嫁接旺盛根系的根砧對蔬菜作物 在植物保護上的貢獻

薛佑光¹、張勝智¹

一、前言

許多蔬菜土壤傳播病害十分嚴重，甚至無法以藥劑防治，砧木抗病性一般認為是蔬菜嫁接控制病害的主要原因，如茄科和葫蘆科蔬菜與抗病砧木嫁接即是一種對土傳病害和根瘤線蟲有效的管理策略。此外，也有報導嫁接能改進某些葉面病害和病毒病。因此，嫁接技術被認為是病蟲害綜合防治的一項重要的創新方式，而且在蔬菜生產上可有效替代土壤熏蒸劑。

然而，越來越多的證據亦顯示，除了砧木抗病性之外，改善植物營養的吸收也是蔬菜嫁接控制病害的重要原因。像嫁接這種系統性機制也可以在植物保護中扮演重要角色。

二、優良根砧的特性

為蔬菜嫁接而發展出來的許多砧木是由野生基因型所選拔或經由育種程序而來的。除了特定或專一抗病性之外，根砧大都具有大且旺盛根系的特性。土壤傳播病害常常感染並破壞植物的根系，結果導致植物營養及水分吸收受到影響，抗病根砧

除了可以抵抗土壤病害的感染及減少根系被破壞，避免影響水分養分等吸收之外，根系大小與旺盛與否也可以與土傳病害的抗性有相當程度的連結。更甚者，旺盛的根系可以改善營養狀態，增加植株的健康度，以及對葉片病害之抗性，提高對土傳病害的抗性。

同時部分根砧的特性可以促進嫁接蔬菜養分吸收，包括增加氮肥吸收與利用之效率，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，都是嫁接賦予提升作物生產的相關潛在機制。

另一方面以嫁接改善環境抗性的蔬菜生產，也是利用根砧特性來幫助接穗植株的生長勢，包括低溫、高溫、鹽分、乾旱、潮濕之抵抗力；增加內生賀爾蒙合成、加強水份、養份的吸收以改善水分利用效率；增加植株活力，以及延長商品的收穫期。

三、常見蔬菜根砧種類、嫁接方法與目的

¹ 種苗改良繁殖場品種改良保護課 助理研究員

目前蔬菜已發展出各種不同的嫁接方法，而育苗業者及栽培者會依照經驗或選擇他們偏好的方法來生產嫁接苗。常見的嫁接方法約可歸為三類，即插接（芽接）、靠接（舌接）與切接，如圖 1 所示。茄科作物嫁接最常見的方式是切接或靠接，以橡皮套管或特殊設計的夾子將嫁接的部位固定。葫蘆科作物嫁接最常見的方式是插接與靠接，接穗和砧木都是年輕的幼苗，在

子葉至第一個本葉的階段。有部分地區特殊需求，則是砧木先定植田間至一定高度後，再將接穗苗吊掛靠接至砧木上。插接（芽接）法較適合西瓜，因為西瓜是利用種子萌發後不久的小芽嫁接到扁蒲和南瓜的砧木苗上。在苦瓜及胡瓜，則利用靠接（舌接）與切接的方式來嫁接到砧木，主要是因為它們的幼苗較大，包括下胚軸長度和直徑，都與砧木苗接近，比較容易嫁接。

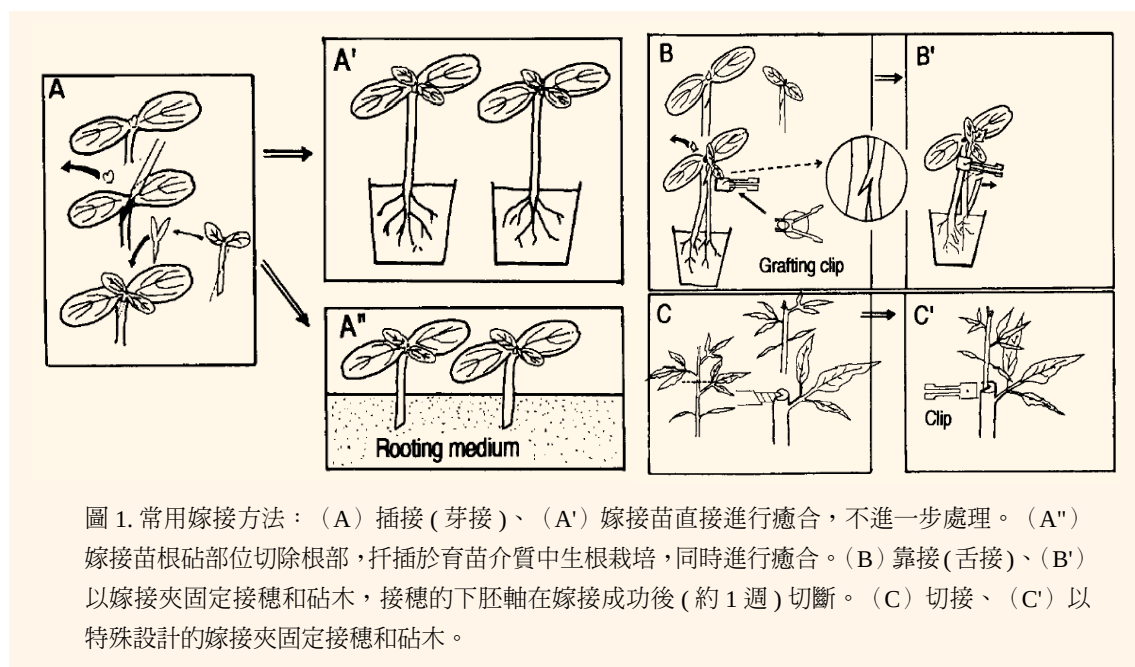


圖 1. 常見的嫁接方法：A 插接（芽接）、B 靠接（舌接）與 C 切接。(Lee,1994)

早期嫁接的目的是避免或減少由 *Fusarium oxysporum* 引起的土壤傳播病害，但隨著各種嫁接蔬菜種類急劇增加，其目的與成效也隨之大為增加。包括西瓜、甜瓜（*Cucumis* spp.）、東方甜瓜、胡瓜、番茄（*Lycopersicon esculentum* L.）、茄子（*Solanum melongena* L.）等作物嫁接到各種砧木上，特別是在溫室或塑膠布網室中栽培者，其砧木種類與嫁接方法如表一

(Lee,1994)。

四、優良耐環境根砧對接穗的影響

嫁接對環境耐抗性的蔬菜砧木，也是利用根砧特性來改善接穗植株生長勢的重要目的之一，因為即使砧木抗性的程度變化很大，具有活力根系的根砧仍展現出對嚴重土壤病害的優良耐受性，例如由鐮刀菌屬，輪枝孢屬和假單胞菌屬（Yamakawa,1983. 表二）。總之，抗病性

表一、蔬菜嫁接使用之根砧、主要嫁接方法及目的 (Lee,1994)

作物	常用根砧種類 ^z	嫁接方法 ^y	目的 ^x
西瓜	瓠瓜 Gourd (<i>Lagernaria siceraria</i> var. <i>hispida</i>)	1	1,2
	種間雜交 (Interspecific hybrids ^w)	1,2	1,2,3
	冬瓜 Wax gourd (<i>Benincasa hispida</i> Cogn.)	1,3	1,2
	美國南瓜 Pumpkin(<i>Cucurbita pepo</i> L.)	2,3	1,2,3
	中國南瓜 Squash (<i>Cucurbita moschata</i> L.)	1,2	1,2,3
	刺角瓜 <i>Sicyos angulatus</i>	2	5
胡瓜	黑子南瓜 Figleaf gourd (<i>Cucurbita ficifolia</i>)	2	1,2,3
	種間雜交 (Interspecific hybrids ^w)	1,2	1,2,3
	種間雜交 F ₁ (<i>Cucurbita maxima</i> x <i>C. moschata</i>)	2	1,2,4
	胡瓜 Cucumber (<i>Cucumis sativus</i>)	2	1,2
	刺角瓜 <i>Sicyos angulatus</i>	2	2,5
東方甜瓜	種間雜交 (Interspecific hybrids ^w)	2	1,2,3
	中國南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	2	1,2,3
	甜瓜 <i>Cucumis melo</i>	3	3,4
甜瓜	甜瓜 <i>Cucumis melo</i>	2,3	1
番茄	番茄屬 <i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> (L.) Mill.	3	5
	番茄屬 <i>Lycopersicon hirsutum</i> Humb. & Bonpl.	3	5
	番茄屬 <i>Lycopersicon esculentum</i>	3	5
茄子	紅茄 <i>Solanum integrifolium</i> Poir	2,3	6
	水茄 <i>Solanum torvum</i> Sw.	2,3	7

^z 不列出同作物的個別品種名稱。

^y 嫁接方法：1= 插接；2= 靠接；3= 切接 (見圖 1)

^x 嫁接目的：1= 防治萎凋病；2= 促進生長；3= 耐低溫；4= 延長生長產期；5= 抗線蟲；6= 防治青枯病；7= 降低病毒病感染。

^w 許多種間雜交已由授精胚珠試管培養獲得。

^v *Cucumis melo* var. *makuwa* Makino 甜瓜在韓國及日本已廣泛栽培。

表二、不同番茄根砧品種對主要土壤傳播病害抗性及其專一性 (Yamakawa,1983)

番茄根砧 品種	主要番茄病害					
	<i>Pseudomonas solanacearum</i> (E.F.) Smith	<i>Fusarium oxysporum</i> (Schlect.)	<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i> Schn. & Gerl.	Root knot nematode	Tobacco mosaic virus
BF	R ^z	R	S	S	S	S
LS 89	R	R	S	S	S	S
PFN	R	R	S	S	R	S
PFNT	R	R	S	S	R	R
KNVF	S	R	R	R	R	R
KNVF Tm Signaal	S	R	R	R	R	R
KCFT-N	S	R	S	R	R	R

^zR= 抗病；S= 感病

機制尚未有明確的調查與定論。對這些病害而言，耐病性在嫁接苗中可能完全是承接於根砧植物根系的耐受性，具有旺盛根系的番茄根砧對土傳病害表現出較佳的耐抗性。

Kato 和 Lou (1989) 檢查了嫁接於不同砧木上茄子接穗的木質部液與賀爾蒙濃度，顯示嫁接於 VF 品種砧木上的茄子木質部液滲出率最高，其次為 Torubamu 和 Akanasu 根砧，茄子自根苗在三個品種中有兩個最低（表三）。不同茄子根砧對茄子內生荷爾蒙的影響上，嫁接於 VF 品種砧木上的茄子木質部液的細胞分裂素（Cytokinin）濃度最高，而嫁接在

Torubamu 和 Akanasu 根砧的濃度最低，從而清楚地顯示砧木對細胞分裂素產生的作用和供應。在木質部液中激勃素 (GA) 的濃度以嫁接根砧 Akanasu 的為最低，吲哚乙酸（IAA）濃度在自根苗植株中最低。Kato 和 Lou 的報告也指出，茄子產量與木質部滲出液的量有正相關。

因為由砧木所提供的賀爾蒙主要為細胞分裂素，葫蘆科作物的花性表現幾乎由 GA 或內生乙烯所控制（Ying and Narayanan,1991），但是，砧木影響花性的表現往往沒有其他特性的變化那麼顯著。

在冬季或早春溫網室內，耐低溫的砧木是蔬菜栽培低溫期間最佳的選擇之一，

表三、不同茄子根砧對木質部滲出液內生賀爾蒙濃度之影響 (Kato and Lou,1989)

接穗品種	根砧品種	木質部液滲出率 ^z (ml/plant per h)	木質部液賀爾蒙濃度 ^y (ng·ml ⁻¹)			
			t-Zeatin	GA	IAA	ABA
Hayabusa	VF	6.70	41	1.91	168	78
	Akanasu	5.62	29	0.59	193	40
	Torubamu	6.07	21	0.99	133	84
	自根	2.38	22	0.47	98	118
Kokuyou	VF	6.62	46	2.13	283	70
	Akanasu	5.58	22	0.57	285	48
	Torubamu	6.11	20	1.09	173	73
	自根	2.86	32	0.79	96	112
Beikoku daimaru	VF	6.68	48	1.58	371	65
	Akanasu	4.93	41	0.86	480	49
	Torubamu	4.68	29	0.87	356	70
	自根	5.28	38	0.73	165	46

^z 去除地上部後，於莖基部收集。

^y 用高效液相色譜法測定（細胞分裂素、離層酸及吲哚乙酸）及萵苣下胚軸延伸生物法測定（激勃素）。

胡瓜接穗的生育可藉由簡單的嫁接於黑籽南瓜根砧上得到顯著的提升 (Kang 等人, 1992; Lee, 1989)。黑籽南瓜砧木根系比胡瓜自根苗可以更有效地吸收水分和養分, 因為吸收效率的增加是與細胞色素呼吸速率增加伴隨細胞色素系統中氧化磷酸化相關。(Tachibana, 1982, 1988, 1989)。

五、優良肥效根砧對接穗的影響

硝酸鹽 (NO_3^-) 是大多數農作物和蔬菜所需氮肥 (N) 的最主要來源, 氮肥利用效率 (Nitrogen Use Efficiency, NUE) 是作物產量的重要影響因素, 因此為避免作物的高產品種因低 NUE 所造成產量的損失, 可利用嫁接砧木來改善接穗的 NUE, 並節省肥料的施用。Ruiz 和 Romero (1999) 研究甜瓜嫁接植株的 N 代謝作用時, 觀察到使用某些南瓜砧木可增強接穗 NO_3^- 還原和 N 的利用, 使葉片組織中有機氮的含量增加, 最終能提高產量。

文獻指出利用嫁接可以改進甜瓜的氮肥利用效率 (Colla *et al.*, 2010), 將甜瓜接穗品種 Proteo 嫁接於甜瓜 Dinero、Jador 及南瓜 P360、PS1313 等 4 種根砧以及 Proteo 自根苗進行改善 NUE 試驗, 在溫網室以 5 種 NO_3^- 濃度養液進行栽培, 比較地上部乾物重、葉面積、根莖比、葉綠素含量指數、地上部 N 吸收量、硝酸鹽還原酶活性等項目。調查甜瓜嫁接根砧 Dinero、Jador 及 P360 分別在 NO_3^- 為 5.7、5.2 及 6.1mM 時, 達到最大地上部乾物重半量, 根砧 PS1313 及自根苗則為 9.1 及 13.2mM, 顯示除了增加葉面積及地上部 N 吸收量之外, 嫁接

植株生長達到最大地上部乾物重半量的階段, 所需養液 NO_3^- 濃度較低。結果顯示嫁接確實可以在較低的 N 肥供應量下, 即可達到相同的生育量。在低的 NO_3^- 濃度 (2.5mM) 時, 硝酸鹽還原酶活性於某些根砧是有改進 NUE 的潛力。綜合結果以南瓜根砧 P360 具最佳的 NUE。以南瓜 P360 為根砧, 嫁接甜瓜 Proteo 接穗品種, 於 0、60、120kg/ha 三種氮肥等級露天本田栽培, 比較全部及商品等級之產量、果數, 地上部乾物重、收穫指數及各項果實性狀, 計算植株 NUE、氮素吸收效率及氮素利用效率。結果顯示嫁接 P360 根砧的甜瓜比自根苗之商品等級的產量、植株 NUE 及氮素吸收效率分別高出 9、11.8 及 16.3%。

六、結論

從土壤傳播病害常常感染並破壞植物的根系, 結果導致植物營養及水分吸收受到影響的角度來看, 旺盛的根系可以改善營養狀態, 以及植株的健康, 提高對土傳病害的抗性。故可與土傳病害的抗性有相當程度的連結。利用嫁接促進蔬菜養分的吸收, 例如甜瓜、茄子根砧可改善磷肥在土壤中的低移動性等根砧的優點, 都是嫁接賦予提升作物生產的相關潛在機制, 即使栽培蔬菜嫁接苗仍有許多問題, 但良好的嫁接苗之需求仍快速成長。育成多用途的根砧及發展高效嫁接機械與技術, 無疑會鼓舞嫁接苗被大量的使用。確立今後更加有效且高效地利用嫁接技術之需求, 以支持永續蔬菜生產。