

利用蔬菜嫁接 抗病砧木管理土壤病害

薛佑光¹、張勝智¹

一、前言

臺灣由於連作關係，蔬菜土壤傳播病害十分嚴重，許多病害甚至無法以藥劑防治，嫁接抗病砧木對茄科和葫蘆科蔬菜土傳病害和根瘤線蟲是一種有效的管理策略。也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及可有效替代土壤熏蒸劑的一項重要的創新方式。

利用耐病砧木防治病蟲害的嫁接方法已頗具歷史，廣泛應用於栽培各種木本植物，如柑橘南美立枯病 (tristeza on citrus)，蘋果火傷病 (fire blight) 及疫病 (collar rot)，以及桃子和核桃線蟲。

研究蔬菜嫁接始於 1920 年代，將西瓜嫁接到中國南瓜砧木，以克服因西瓜蔓割病造成的產量損失。從此在亞洲和歐洲嫁接就被廣泛的作為茄科和葫蘆科蔬菜防治幾種土傳病害和根瘤線蟲的一個有效工具。近年美國開始風行蔬菜嫁接成為替代土壤熏蒸劑的選擇，並運用在各種作物生產系統中作為病蟲害綜合管理防治的方法。

二、砧木原生抗病性防治的種類

嫁接首要目的為防治土壤傳播的病害，因此其防禦機制通常都是結合砧木的原生抗病性相關，砧木的選擇分別以非寄主抗性與寄主抗性兩類為目標。

(一) 非寄主抗性之運用

種間嫁接的接穗和砧木是來自不同物種，此種非寄主抗病性已經常被使用。非寄主病害抗性是指提供一種植物的所有品種對某一病原的所有生理小種之抗性，它通常被認為是最廣泛和持久的植物抗病性。茄果類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。這些非寄主抗病性砧木的優點是極易對抗該等感病接穗而不能感染砧木的病害。例如，*F. oxysporum f. sp. niveum* 病菌所引起的西瓜蔓割病不會感染瓠瓜，因為所有的瓠瓜基因型都對 *F. oxysporum f. sp. niveum* 病菌的所有生理小種具抗性。因此非寄主抗性已被證明是一個可行的機制，瓠瓜能控制西瓜蔓割病作為抗病砧木 (Yetisir 等, 2007)。

(二) 寄主抗性砧木之選育

種內嫁接是接穗和砧木來自相同的物種，也常常進行，尤其是當非寄主耐抗性砧木缺乏時。有時種內嫁接可能是首選，因為比起種間嫁接，它有助於提高植物嫁

¹ 種苗改良繁殖場品種改良保護課 助理研究員

接親合性，降低對果實品質潛在的不利影響。

寄主抗性一般可分為兩類：垂直抗病性和水平抗病性。垂直抗性是由單一基因決定，引起大且不同的影響，而水平抗性是由多個基因控制，進行小與微效的影響。

通常水平抗性會因持續的園藝特性選拔而無意中流失。許多葫蘆科和茄科砧木是從野生種原中篩選出來，因此它們對病原更可維持廣泛的微效抗病性。

在過去幾十年，針對不同的病原有相當大的成果已直接投入植物抗病 (*R*) 基因的選育。然而，結合了一套完整的理想特性包括集園藝特性和抗多種病害於單一品種是相當有挑戰性的，有時甚至可能是矛盾對立的。對茄科青枯病抗性和小果大小之間的緊密聯結便是一個例子。透過嫁接的應用，育種程序可以變得更有效，分別聚焦於地上部和地下部性狀，然後結合抗病性與其他園藝性狀於一體稱之為“嫁接雜合” (graft hybrid) (Mudge 等，2009)。

垂直抗性通常是由植物的抗病 *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，此即為熟知的基因對基因假說。*R* 基因的識別以及其衍生的信號傳導是了解寄主抗性的關鍵。*R* 抗病基因在許多葫蘆科和茄科砧木已經被確認。其中一個例子是番茄在南方根瘤線蟲、爪哇根瘤線蟲和花生根瘤線蟲抗性的 *Mi* 基因。這個抗性包括過敏性反應、在輸送部位的活性氧化產物，限制線蟲 (RKN) 幼體的形成 (Fuller 等，2008)。

三、嫁接在蔬菜土傳病害防治之應用

使用嫁接茄科和葫蘆科作物可有效改善許多土壤傳播的真菌性、細菌性和線蟲病原抗性。此外，當感病接穗進行嫁接到個別的砧木上，某些葉面真菌和病毒病可以被抑制。在不同蔬菜作物藉由嫁接防治的病害簡述如下。

(一) 土壤傳播的真菌及卵菌綱病害

最早使用嫁接來控制蔬菜病害的報告是對葫蘆科萎凋病的防治。常用的葫蘆科砧木是非寄主性，針對鐮孢菌屬 (*Fusarium oxysporum*) 的專化型，嫁接已成功地運用於葫蘆科蔬菜生產防治萎凋病 (Louws 等，2010)。

黃萎病，主要是由黃萎病菌 (*Verticillium dahliae*) 引起的另一種維管束萎凋病，往往會影響茄科和葫蘆科作物。研究顯示嫁接到商業砧木進行感染棉花黃萎病菌，無論對西瓜、甜瓜、黃瓜及番茄嫁接組合的抗病性都有幫助 (Paplomatas 等，2002)。

由疫病菌 (*Phytophthora capsici*) 所引起之疫病，被認為是在生產瓜類最具破壞性的病害之一。在疫病發生的田區，胡瓜嫁接在瓠瓜、中國南瓜和冬瓜砧木的產量顯著增加，而且營養生長更旺盛。西瓜嫁接到選定的瓠瓜砧木也表現出對疫病的抗性 (Kousik 等，2010)。

由 *Pyrenochaeta lycopersici* 引起的木栓化根腐病 (Corky root disease) 是茄科蔬菜一個嚴重的問題。番茄嫁接到“beaufort”砧木 (*Solanum lycopersicum* × *S. habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner) 有較低的發病

率、更高的產量，以及較大的果實 (Hasna 等, 2009)，嫁接茄子也呈現類似的結果。

(二) 土壤傳播的細菌性病害

番茄青枯病，係由 *Ralstonia solanacearum* 所引起，對番茄是最具破壞性的病害之一。番茄青枯病抗性是屬於數量性狀遺傳，與小果的大小是緊密連結，因此只有少數抗病性的番茄商業品種問世 (King 等, 2010)。將感病番茄栽培品種的接穗嫁接到抗病砧木已成功的防治番茄青枯病 (Lin 等, 2008)。但定植後嫁接植株的抗病性，可能會因嫁接在較低節位使效果受到限制，而無法預防細菌侵入木質部組織。

(三) 根瘤線蟲

根瘤是感病植株感染根瘤線蟲 (RKN; *Meloidogyne* spp.) 的典型反應，造成水分和營養吸收不良。在葫蘆科蔬菜，根瘤線蟲抗性被確認在刺角瓜等具有抗病性。使用刺角瓜 (*Cucumis metuliferus*) 作為砧木嫁接對 RKN 感病的甜瓜，至採收時根瘤等級和線蟲數量呈現降低 (Sigüenza 等, 2005)。此外刺角瓜與數個甜瓜栽培種具有高的嫁接親和性。胡瓜嫁接在刺黃瓜砧木表現出對 RKN 的抗性增加。由野生西瓜抗根瘤線蟲種原發展作為砧木品系也會有可預期的進展。然而，目前葫蘆科抗 RKN 砧木尚無商業品種。

Mi 基因，在番茄對 RKN 提供了有效的控制，已導入到番茄栽培種和砧木品種。嫁接感病番茄品種到抗根瘤線蟲的砧木是能在田間有效控制根瘤線蟲的自然感染 (Rivard 等, 2010)。然而，由於 *Mi* 基因對溫度敏感性的結果，導致這樣的抗性並

不穩定。番椒品種具有 N 基因，能控制對 RKNs (南方根瘤線蟲，花生根瘤線蟲和爪哇根瘤線蟲) 的抗病性，可作為有效控制根瘤線蟲的砧木 (Oka 等, 2004)。

四、未來展望

在葫蘆科利用非寄主抗病性砧木已被證明在萎凋病的控制上是一種有效的戰術。然而，這種方法可能會增加嫁接不親和性的風險，如果砧木及接穗不是來自相同物種或屬。例如，黑籽南瓜與東方甜瓜和西瓜不親和，而冬瓜與東方甜瓜不親和。考慮到即使是非常近緣的物種間嫁接親和性的變化，通常建議在使用非寄主抗病性砧木防治土傳病害之前，先測試嫁接親和性。無論在砧木抗病性研究的進展如何，很多基本面仍知之甚少，包括嫁接及接穗在砧木內在抗病性的反饋之影響。Jiang (2010) 等觀察番椒嫁接植株根腐病的發生率低於自根苗植株，而未嫁接的砧木植株則是最低的病害發病率，並指出接穗的反饋可能會潛在地影響砧木抗病性。

由於缺乏砧木防禦機制的深入研究，對於選擇砧木品種在不同接穗品種抗病性的影響將更有挑戰性，因此進一步研究接穗和砧木相互作用的機制才能提高我們對嫁接蔬菜抗病性的了解與應用。