

# 瓜類作物萎凋病之綜合防治管理技術 - 以嫁接及生物防治為例

文圖 / 王照仁、蘇俊峰、林益昇

## 一、前言

作物萎凋病係由尖鏟胞菌 (*Fusarium oxysporum*) 所引起，該菌為一土棲菌且可在土中殘存數年之久，主要藉由根部入侵寄主作物，隨後自皮層進入導管組織內移行與擴散。病原菌除以菌絲體直接阻塞導管組織外，亦會分泌一些酵素或毒質，進而造成導管組織與周圍薄壁細胞結構鬆散，最終導致組織崩解而喪失輸水功能，使得植物產生失水萎凋的地上部病徵，因此也將此病害稱之為萎凋病。作物萎凋病菌為一重要土壤傳播性病害，能感染的作物種類廣泛，但菌株間普遍具有高度寄主專一性，特定菌株僅能感染特定的寄主植物，並透過分化型 (*Formae speciales*, f. sp.) 系統供後續區分之用，至今已累積被紀錄超過 150 個分化型，而臺灣地區目前有 27 個作物萎凋病分化型被報導，其中可感染

瓜類作物的有 6 個分化型，分別引起冬瓜、西瓜、苦瓜、絲瓜、胡瓜及甜瓜萎凋病 (表 1)。目前防治作物萎凋病的策略眾多，本文以嫁接及生物防治的策略為例，介紹其操作方法與相關之防治效果。

## 二、嫁接防治法

嫁接乃是將 2 個或以上的獨立個體植株，分別切取部分組織並將之組合，癒合後使其維管束連結，成為一單獨的植株個體 - 嫁接株，該組合當作地下部組織者稱為根砧，地上部組織者稱為接穗。一般而言，葫蘆科作物間具有良好的嫁接親和性 (圖 1)，由於萎凋病菌因具有極高之寄主專一性或偏好性，因此嫁接策略可作為目前防治瓜類作物萎凋病的方法。以下介紹目前常被用在瓜類之嫁接方法，並說明該技術應用於絲瓜作物萎凋病之效果。

表 1. 臺灣發生之瓜類作物萎凋病

尖鏟胞菌分化型	寄主 (學名)	發表年分 (民國)
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>benincasae</i>	冬瓜 ( <i>Benincasa hispida</i> )	87
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	胡瓜 ( <i>Cucumis sativus</i> )	69
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>luffae</i>	絲瓜 ( <i>Luffa cylindrica</i> )	90
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i>	香瓜 ( <i>Cucumis melo</i> )	69
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>momordicae</i>	苦瓜 ( <i>Momordica charantia</i> )	72
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	西瓜 ( <i>Citrullus vulgaris</i> )	65

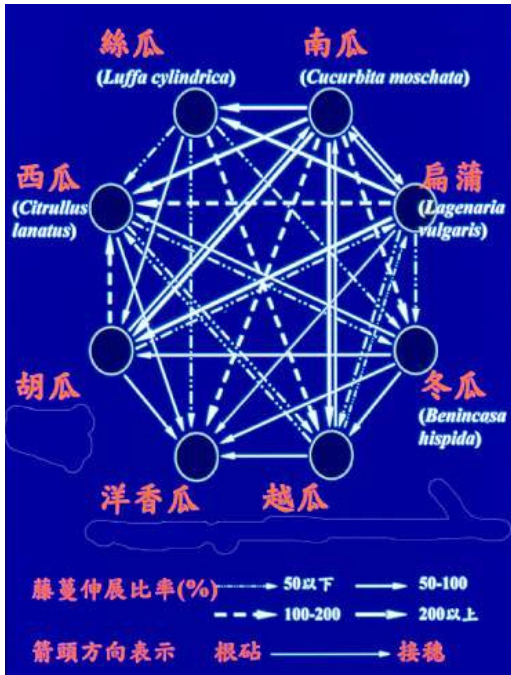


圖 1. 瓜類作物嫁接親和性關係圖

### 三、瓜類作物常用的嫁接方法

#### (一) 頂劈嫁接法與 1：1 頂劈嫁接法

取嫁接適期的根砧瓜苗 (長出 2-3 片真葉時)，以清潔之刮鬚刀片將瓜苗子葉上方莖部兩邊以 45 度斜角切除其生長點及真葉，保留兩片子葉，再縱切兩片子葉中間的胚軸，深約 1.0-1.5 公分。又取嫁接適期的接穗瓜苗，於子葉正上方之莖部兩邊以 30 度斜角往下斜切成楔形，長約 1.0-1.5 公分，僅留下真葉即為切子葉接穗；

若將嫁接適期的接穗瓜苗，於平行子葉下方之胚軸兩邊以 30 度斜角往下斜切成楔形，長約 1.0-1.5 公分，留下子葉與真葉即為不切子葉接穗。將接穗插入根砧被剖開的胚軸，用嫁接夾夾住插入部分，使其密合並固定位置，此即分別為蔓穗頂劈嫁接法 (圖 2A) 與 1：1 頂劈嫁接法 (圖 2B)。嫁接苗必需套上塑膠袋包以保持高濕度 7-10 天，使嫁接部癒合，然後 1 個月內必需移植至田間。

#### (二) 割裂根靠接與割裂靠接

將培育在穴盤中 2-3 星期的根砧與接穗瓜苗，同時移植於本田或栽培盆中，待株高約 50-100 公分或更高時，為嫁接適期。首先以刮鬚刀片，橫切除去 1/2 根砧莖部，並在留下來的莖部頂端兩邊對切成楔形，長約 1.0-1.5 公分。然後選取大小與其相當的接穗植株莖部，由下往上以 30 度斜切一個開口，深約 1.0-1.5 公分，再將已切成楔形的根砧莖部，插入接穗莖部之斜切開口內，用嫁接夾夾住，1-2 星期後取下嫁接夾，即完成割裂根靠接 (圖 2C)，若於 2-3 星期內以刮鬚刀片切除嫁接處以下的接穗莖部，即為割裂根靠接 (圖 2D)。

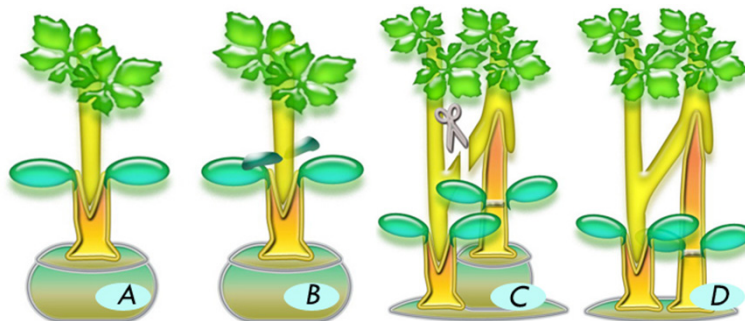


圖 2. 瓜類作物常用的嫁接法：(A) 頂劈接、(B) 1：1 頂劈接、(C) 割裂靠接及 (D) 割裂根靠接

#### 四、應用嫁接技術對絲瓜萎凋病之防治效果

絲瓜萎凋病由 *F. oxysporum* f. sp. *luffae* 所引起，本病害在春節過後早植的絲瓜苗如遇低溫則易罹患本病害；受害植株呈現矮化、葉片伸展不開，或根部與莖部維管束先褐化後轉黑褐化及植株半側萎凋等病徵，植株常因而萎凋死亡。較晚植的絲瓜成長於較高溫的環境，幼苗不易罹病，而成株罹病則於初期僅有 1-2 條主根或部分支根的維管束黑褐化，後來向莖部蔓延，終至莖蔓表現半側褐化的外部「蔓割」病徵（圖 3）。臺灣絲瓜萎凋病菌可能已有生理小種的分化，絲瓜品種間或許有抵抗萎凋病的品種。林益昇教授遂於 93 年在頭社教導絲瓜班的成員種植以旗山長種 1 號為根砧，阿順為接穗的嫁接絲瓜，結果顯示未嫁接之絲瓜田萎凋病的發病率介於 81-92%，而嫁接處理者僅為 2-8%。

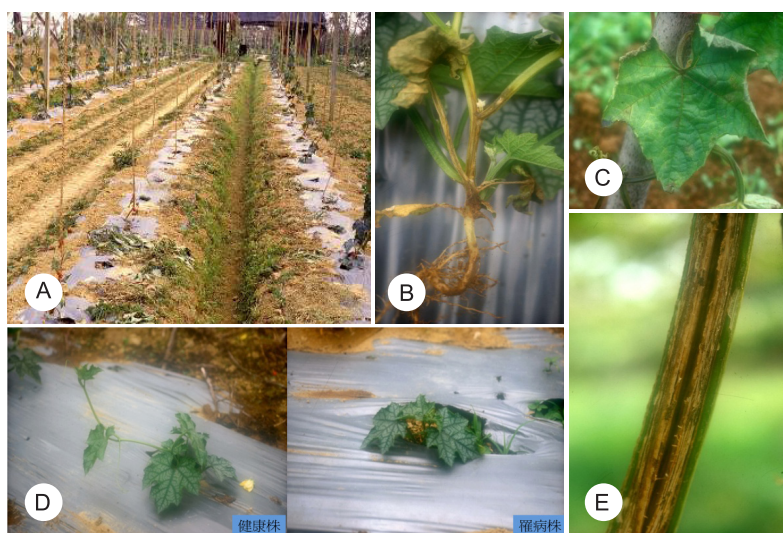


圖 3. 絲瓜萎凋病 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *luffae*) 的 (A) 田間病徵 (B) 會造成莖部褐化、半側萎凋、葉片黃化 (C) 葉緣皺縮的情形 (D) 絲瓜苗期受到病原菌的感染，則會造成葉片伸展不開，新葉抽芽受阻，產生矮化的病徵 (E) 發病末期可至莖蔓表現半側褐化並產生「蔓割」病徵

目前魚池鄉地區的農民已普遍接受以割裂根靠接法種植絲瓜可有效防治絲瓜萎凋病，因此當地農民從臺灣各地自行收集可能的抗 / 耐病絲瓜品種，將不同品種同時種植於田間，當作割裂根靠接的絲瓜砧。導致田間出現 1 棵絲瓜有 4-5 個根系，其中 3-4 個是割裂根靠接的根砧，一旦某些根系開始發生絲瓜萎凋病，立即割斷該根系。此種栽培模式，使當地農民可收穫高品質與高產量的絲瓜，媒體戲稱為三腳或四腳菜瓜。近年來，本場已測試許多絲瓜根砧品種，評估其對萎凋病的防治效果。結果顯示使用雙依品種作為嫁接根砧時，能有效將萎凋病發病率維持在一成以下，確實具有推廣的潛力。

#### 五、生物防治法 - 以“無病原性尖鏟胞菌”為例

天然作物萎凋病抑病土壤中所分離之無病原性尖鏟胞菌 (*nonpathogenic F. oxysporum*)，已被證實具有延緩作物萎凋病之能力，除自抑病土分離到尖鏟胞菌具抑制萎凋病外，自健康植物莖部分離得到某些無病原性尖鏟胞菌，亦被證實具有良好的抑病能力。由此可知，無病原性尖鏟胞菌的分佈其實相當廣泛。以下以臺灣產無病原性尖鏟胞菌為例，說明目前菌株的篩選方式、防治作物萎凋病之能力及其應用範圍。



### (一) 無病原性尖鏟胞菌的分離與篩選

早年主要為利用生物檢定的方式，將土壤或植物組織內所分離得到的尖鏟胞菌菌株先測試其病原性，待確定對目標作物不具不良影響後，再利用交互接種的方式評估其防治作物萎凋病之效果，而這個流程極為耗時費力。近年筆者已建立快速有效篩選與區分出無病原性尖鏟胞菌之平台，透過菌株於核糖核酸內非轉錄基因間隔區 (intergenic spacer region, IGS) 序列之差異性，成功設計出 NPIGS-R 專一性引子，配合已發表可增幅尖鏟胞菌之 FIGS11 引子，可有效將具生物防治潛力之菌株與其他具病原性之尖鏟胞菌菌株進行區分。

### (二) 無病原性尖鏟胞菌的導入方法與其防治效果

生物防治菌普遍易受外界環境的影響，進而導致其防治效果出現差異或不如預期，此為有益微生物常無法在田間條件下穩定且有效成功防治作物病害的原因。為能夠提高所篩選具生物防治能力之本土性無病原性尖鏟胞菌，於田間的穩定性與持續性，必須了解該菌在環境中所喜好的條件或避免不良的環境物質對該菌的影響。因此如何維持無病原性尖鏟胞菌於田間條件時，不受到環境影響或不影響環境中其他微生物族群為一重要議題。目前最常應用在無病原性尖鏟胞菌的導入方法有 3 種：

#### 1. 粉衣接種法 (Seed coating)

將無病原性尖鏟胞菌配置成濃度為  $1 \times 10^6$  spores/ml 的孢子懸浮液備用。胡瓜萬吉種子以 95% 酒精 : 5.25% 次氯酸鈉 (1:1

v/v) 表面消毒 1 分鐘後，以無菌水漂洗 3 次，待乾燥後放入供試菌株之孢子懸浮液中浸漬 24 小時，取出風乾，即完成粉衣接種。

#### 2. 育苗介質澆菌接種法 (Substrate infestation)

將供試胡瓜萬吉播植於含有泥炭土之穴盤 (50 或 60 格，每格直徑 5 公分，深 5 公分) 中，待子葉展開後，每穴孔內加入 3ml 濃度為  $1 \times 10^6$  spores/ml 之無病原性尖鏟胞菌菌株的孢子懸浮液，待植株 1-2 片真葉展開後即可供後續實驗之用。

#### 3. 剪胚軸接種法 (Hypocotyl cutting)

將生長 7-10 天的健康胡瓜萬吉苗，以消毒利刃自植株胚軸處 (與土面交接處) 切下，並迅速浸泡於含有  $1 \times 10^6$  spores/ml 之供試無病原性尖鏟胞菌的孢子懸浮液中 30 min 後，插植於經高溫高壓滅菌過的泥炭土中，置於溫室 (25-35°C) 內以遮光網降低 50% 光照並套袋保持 100% 相對濕度至少 3 天，期間亦調查胡瓜植株存活，待植株發根並具吸收功能後，移除套袋與遮光網並置於溫室持續觀察 3 天，當植株持續正常生長後即完成接種。

筆者進一步比較上述 3 種導入無病原性尖鏟胞菌法於溫室對防治胡瓜萎凋病之效果，發現剪胚軸法導入無病原性尖鏟胞菌，能提供最佳的防病效果 (表 2)。而在南投縣埔里鎮的田間小區試驗結果，顯示育苗混菌法與剪胚軸法接種無病原性尖鏟胞菌，皆能降低田間萎凋病之發病情形，然 2 種接種法的防治效果無顯著差異 (表 3)。上述這些接種方法均可幫助無病原性尖鏟胞菌快速且先行纏據在植物根部組

織，藉此達到延緩病原菌入侵的速度，然這些方法仍常因環境因素的干擾而導致防治效率降低，而這也是目前生物防治在田間施用時所面臨最大的問題。

## 六、結語

近年來，政府已積極推動作物病蟲害的綜合防治管理策略，然於瓜類作物萎凋病因目前尚無推薦化學藥劑可供防治使用，因此仍多以物理防治、耕作(栽培)防治或生物防治等方法著手，藉此降低田間病原菌密度及避免病原菌的入侵與擴展。本次所介紹的嫁接防治廣義上屬於耕作(栽培)防治的手段之一，而該原理乃

是利用作物受傷後的自我修復機制與作物間的嫁接親合性，將兩個獨立的個體組合成一個個體，因此品種系越接近者，嫁接成活率也越高；然而要能夠有效防治瓜類作物萎凋病，篩選並維持根砧的抗病性則是需要持續投入的重點方向。而生物防治為目前瓜類作物萎凋病的重點研究方向，篩選及應用本土性生物防治菌(無病原性尖鏽胞菌)防治作物萎凋病，勢必是未來的發展趨勢；而評估該菌株是否會對環境或人體有無不良影響(如 mycotoxin 的產生)，則需更進一步的測試。

表 2. 不同接種法導入無病原性尖鏽胞菌 (Fo366) 對胡瓜萎凋病之影響

接種方法	處理種類	發病度 (%)				
		接種週數				
		4	5	6	7	8
粉衣接種法	CK(water)	19	38	58	67	85a
	Fo366	8	25	48	58	65b
介質澆菌法	CK(water)	13	19	44	71	85a
	Fo366	10	21	25	40	44b
剪胚軸法	CK(water)	15	31	46	63	83a
	Fo366	2	2	11	18	21b

表 3. 利用無病原性尖鏽胞菌防治胡瓜萎凋病之田間試驗 (南投縣魚池鄉)

接種方法	處理種類	發病度 (%)					
		接種週數					
		3	4	5	6	7	8
介質澆菌法	CK(water)	9	13	27	52	67b	-
	Fo276	4	7	11	19	35a	-
	Fo95022	3	3	4	16	38a	-
	Fo95024	0	0	2	3	16a	-
	Fo95026	5	10	40	54	72b	-
	Mix	2	17	4	13	21a	-
剪胚軸法	CK(water)	2	4	9	17	38b	56b
	Fo276	2	2	7	11	20a	43ab
	Fo95022	0	0	3	5	12a	35a
	Fo95024	3	4	7	12	20a	38a
	Fo95026	0	0	2	5	14a	33a
	Mix	1	6	9	16	16a	34a