

柑橘健康種苗繁殖體系與台灣健康種苗計畫

黃阿賢¹⁾、楊儒民²⁾

¹⁾ 農業試驗所嘉義分所園藝系通訊作者

²⁾ 農業試驗所嘉義分所園藝系

嘉義市民權路2號

Tel : 05-2771341

E-mail : hwangas@dns.caes.gov.tw

摘要：柑橘嫁接傳染病原(Citrus graft-transmissible pathogens)均易隨苗木(接穗)傳播，嚴重影響植株生育與產業發展。其中黃龍病、南非立枯病、鱗砧病、破葉病、木孔病及鱗皮病等重要病原，均已證實存在台灣，尤以黃龍病危害最嚴重。各主要產柑國家均實施柑橘健康種苗制度，以規範種苗之生產，防止病原之傳播。柑橘健康種苗制度的重點包括優良母樹的選拔與種原的保存、病原的消除與檢定、接穗來源的登記與苗木驗證等。台灣柑橘健康種苗繁殖計畫主要以頂梢嫁接(Shoot-tip grafting)消除病原，20年來已培育以盆栽為主之原種樹92品種品系、採穗樹32品種品系。健康種原以不銹鋼隔離網室保護，並遠離柑橘產區，有效的防止媒介昆蟲再感染黃龍病及南非立枯病。現有健康苗圃亦在設施內以容器育苗。擴大健康接穗之供應與提高苗木之生產量，並實施驗證制度，為未來健康種苗計畫的重要目標。

關鍵語：柑橘、嫁接傳染病原、健康種苗計畫

前言

柑橘類主要以嫁接繁殖，而甚多之柑橘嫁接傳染病原(Citrus graft-transmissible pathogens, CGTPs)易隨苗木(接穗)傳播，其中黃龍病(Huanglungbin)、南非立枯病(Tristeza)、鱗砧病(Exocortis)、破葉病(Tatter-leaf)、木孔病(Xyloporosis)及鱗皮病(Psorosis)等重要病原，已被證實存在台灣(表 1)。其中黃龍病危害最嚴重，植株一

本文摘自「九十二年度種苗科技成果發表會」

收到日期：92年12月23日

旦被感染，嚴重影響其生育，致壽命短、產量低、果實品質差。全球各柑橘產區普遍受到這類病害的危害，而實施柑橘健康種苗制度，以規範種苗之生產，防止病原之傳播。柑橘類易發生芽變，且經長期的無性繁殖，生長勢趨於衰退，如不慎選母樹，品種特性可能變異。因此，母樹(品系)選拔與病原的管制，乃一體之工作。而這一系列的措施，包括優良母樹的選拔與種原(原種樹、採穗樹等)的保存、病原的消除(elimination)與檢定(indexing)、接穗來源的登記與苗木驗證等，綜稱之為柑橘健康種苗計畫或制度(黃，1982)。世界各主要產柑國家(地區)，如美國加州與佛州、巴西、澳洲、西班牙(Rouse, 1988)、南非(Broembsen *et al.*, 1988)，均實施此一制度，加州與佛州已施行達半世紀之久。由其他國家或地區引進之柑橘種原或材料，亦以此制度規範，以避免病原之傳播。「國際柑橘病毒學家組織」(International Organization of Citrus Virologist) 定期舉行會議發表相關報告，致力於 CGTPs 的防治，可見該類病原管制之重要。健康種苗制度為柑橘產業重要基礎結構。

表 1. 臺灣柑橘嫁接傳染病原與檢出之品種(林, 1974; 黃, 1977; Su and Choen, 1984; 蘇, 1989)。

Table 1. Identified graft-transmissible pathogens detected in the citrus cultivars of Taiwan.

Pathogen	Cultivars detected
Huanglungbin (Greening)	Most of commercial cultivars
Tristeza	Most of commercial cultivars
Psorosis	Introduced cultivars
Tatter-leaf	'Ponkan', 'Tankan', 'Liu-cheng' orange, 'Murcott'
Exocortis	'Ponkan', 'Liu-cheng' orange, 'Valencia'
Xyloporosis	'Orlando' Tangelo

二、優良母樹的選拔與種原的保存

柑橘健康種苗計畫的首先步驟為母樹選拔，即品系改良。美國加州健康種苗計畫即稱為柑橘品系保護計畫(Citrus clonal protection program, CCPP)。依據果實品質

優良、產量高、樹勢強健等條件選拔各品種之候選母樹。此外，果園的條件，包括植株的樹齡、鄰近植株是否有 CGTPs 病癥等，亦多有所限制(Bureau of citrus budwood registration, 1999；Lee and Navarro, 1999)。

台灣在民國四〇年代曾對當時的主要品種椪柑、桶柑與雪柑進行廣泛的母樹選拔，總計在二千株以上，惟當時並無健康種苗計畫。嘉義分所現有健康種原中，椪柑與桶柑品系主要來自田間母樹選拔，並經熱療處理(黃和徐，1989)；次要品種與新引進品種則選自該分所果園或網室內保存之植株。目前已培育原種樹 92 品種品系、採穗樹 32 品種品系。

候選母樹經病原檢定合格後即為母樹，如感染病原，則以頂梢嫁接(shoot-tip grafting)及熱療等技術消除，檢定合格後為原原種。由原原種嫁接繁殖者為原種樹。採穗樹必須直接自母樹、原原種或原種樹採取接穗增殖。培育健康苗所需之接穗主要來自採穗樹，亦可取自原原種或原種樹。

在媒介昆蟲活躍的地區，如台灣，為防止再感染黃龍病與南非立枯病，健康種原須以設施保護，並儘可能遠離柑橘產區，此為相關專家之共識，因此台灣健康種苗計畫並無田間健康種原樹。嘉義分所溪口農場之原種園與採穗園植株均以盆栽保存於不銹鋼隔離網室內，距柑橘產區直線距離 15 公里，20 年來有效的防止媒介昆蟲再感染黃龍病及南非立枯病。新設立之水源地農場採穗園主要品種採露地種植(圖 1)。此外，種原與苗圃管理之修剪及嫁接工具必須消毒，防止機械傳染之病原。

疫病與紅蜘蛛為網室內主要病蟲害，其他病蟲害甚少發生。盆植種原需經常灌溉，而助長疫病發生。調查八至十年生盆植採穗樹顯示，所使用之六種砧木中粗皮檸檬(*Citrus jambhiri* Lush.)、酸橘(*Citrus sunki* Hort. ex Tan.)發生裾腐病最嚴重，其次為廣東檸檬(*Citrus limonia* Osbeck)，酸橙(*Citrus aurantium* Linn.)病癥輕微，柚類(*Citrus grandis* Osbeck)與枳柚(*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* Raf.)則無病癥。無裾腐病發生之植株，生長均良好。此與砧木幼苗疫病檢定結果(安，1989)大致相同。近年來增殖之種原均採枳柚或柚類為砧木，此兩砧木之植株生長勢亦旺盛。

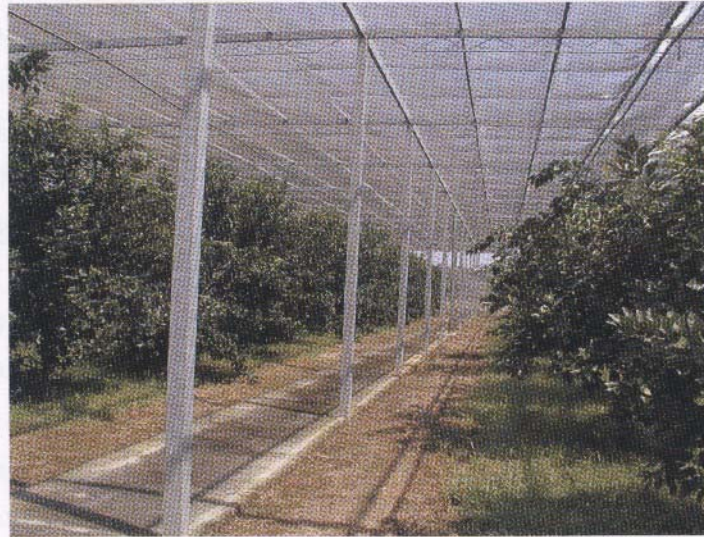


圖 1. 嘉義分所之盆植柑橘原種樹(上)與露地栽培之採穗樹(下)均以不銹鋼隔離網室保護。

Figure 1. Pot-grown foundation trees (upper) and ground-planted scion trees (lower) were protected under stainless screen house in Chia-Yi Station, Taiwan Agricultural Research Institute.

部份嫁接傳染病原僅危害少數砧木種類，而與接穗種類無關。如酸橙對南非立枯病為感病，枳殼(*Poncirus trifoliata* Raf.)為抗病，其餘主要砧木耐病；枳殼及其雜交種對破葉病為感病，其他主要根砧則為耐病；枳殼及枳柚與廣東檸檬對鱗砧病為感病，其他主要根砧則為耐病；除廣東檸檬對木孔病為感病外，其他主要根砧則為耐病(表 2)。本省主要砧木中，酸橘對上述四種病原均屬耐病或抗病，因此一般栽培者並未對其有所警覺。然酸橘、廣東檸檬對疫病、線蟲均屬感病(黃，2000)，舊園更新或為防範此等土壤病害，採用其他耐病根砧勢在必行。若無健康種苗可能導致破葉病與鱗砧病之危害，因耐疫病之枳殼及其雜交種對上述兩種病原多為感病。此外，健康種原之保存，分別以枳殼、枳殼雜交種與酸橙為砧木，對鱗砧病、破葉病，甚至南非立枯病有長期輔助檢定之效用。

表 2. 柑橘主要砧木對嫁接傳染病原之感病性(Newcomb, 1978；黃，2000)。

Table 2. Susceptibility of major citrus rootstocks to graft-transmissible pathogens.

Rootstock	Scientific Name	CTV	CTLV	CEV	Xylo
Rough lemon	<i>Citrus jambhiri</i> Lush.	T	T	T	T
Rangpur lime	<i>C. limonia</i> Osbeck	T	T	S	S
Sour orange	<i>C. auarantium</i> Linn.	S	T	T	T
Sweet orange	<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck	T	T	T	T
Trifoliolate	<i>Poncirus. trifoliata</i> Raf.	R	S	S	T
Troyer citrange	<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck x <i>P. trifoliata</i> Raf.	T	S	T	T
Swingle citrumelo	<i>C. paradisi</i> Macf. x <i>P. trifoliata</i> Raf.	T	S	S	T
Cleopatra	<i>C. reshni</i> Hort. ex Tan.	T	T	T	T
Sunki	<i>C. sunki</i> Hort. ex Tan.	T	T	T	T

CTV, Tristeza; CTLV, Tatter-leaf; CEV, Exocortis; Xylo, Xyloporosis.
R, resistant; S, susceptible; T, tolerant.

三、病原的消除與檢定

珠心胚系(Nucellar line)、熱療(Heat therapy)與頂梢嫁接(Shoot-tip grafting)為消除 CGTPs 的方法。除柚類及少數品種外，柑橘類均為多胚性。培育珠心胚系，通常

以枳殼授粉於多胚性品種之優良母樹，播種後，淘汰三出葉(trifoliolate)的雜交苗後，其餘為遺傳特性與母本相同之珠心胚苗。除鱗皮病可經由枳殼(Campiglia, 1976)及'Carrizo'枳橙(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* Raf.)(Bridges *et al.*, 1965)種子傳染於下一代外，絕大多數 CGTPs 並不經由種子傳播。珠心胚植株經幼年性回覆(rejuvenate)生長旺盛，產量較老系高，但幼年期可長達十年以上且多刺，宜作為種原品系更新，不適於直接栽培。長期而言，珠心胚母樹培育有其重要性。台灣在民國六〇年代及七〇年代曾有珠心胚母樹之培育計畫(黃等, 1989; 葉和劉, 1989)。

嘉義分所目前主要以頂梢嫁接消除病原。在頂梢嫁接技術發展前，熱療為消除病原的主要技術。將優良母樹之接穗嫁接於較耐熱之枳橙或廣東檸檬砧木，苗木置於生長箱中，通常以每日 40°C 16 小時光照/30°C 8 小時無光照處理，視病原之種類，約 10 至 20 週，可消除病原，溫度稍高消除病原的時間較短。頂梢嫁接為 Murashige 等(1972)所開發的技術，之後陸續有改進之方法發表。其主要操作程序為，採生長中之嫩芽，取帶一或二葉原體之生長點顯微嫁接於白化處理發芽 2 週之砧木。嫁接的組織越小，消除病原的機會越高，然成活率較低。為易於辨認接穗成活與否，多以三出葉之枳橙或枳柚為砧木。無論何種途徑所培育之健康原種，均應經病原檢定合格，並再確認其園藝特性，以防止變異或錯誤產生。

主要 CGTPs 中，熱療較易消除黃龍病、破葉病、鱗皮病乃至南非立枯病，但對鱗砧病與木孔病效果差；頂梢嫁接則不易消除破葉病(黃和徐, 1989; Navarro *et al.*, 1991; Roistacher, 1991; Roistacher, 1993; 蘇, 2001)(表三)。兩者並用，當可提高各病原消除之機率。

表 3. 柑橘重要嫁接傳染病原之消除方法¹。

Table 3. Methods to eliminate important Citrus graft-transmissible pathogens¹.

Method	Huanglungbin	Tristeza	Psorosis	Tatter-leaf	Exocortis	Xyloporosis
Nucellar line	Y	Y	N ²	Y	Y	Y
Heat therapy	Y	Y	Y	Y	N	N
Shoot-tip grafting	Y	Y	Y	N	Y	Y

1. Y, yes or easy; N, no or difficult.

2. Psorosis can be transmitted through seed of trifoliolate orange and 'Carrizo' citrange.

病原檢定方法主要包括 1. 生物檢定，如甜橙(*Citrus sinensis* Osbeck)檢定鱗皮病、'Etrog'枸櫞(*Citrus medica* L.)檢定鱗砧病、'Rusk' 枳橙檢定破葉病、'墨西哥萊姆'(*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle)檢定南非立枯病及早期以'椪柑'檢定黃龍病等。2. DNA 探針點漬雜配法檢定黃龍病。3. 酵素連結抗體法檢定南非立枯病等(蘇等, 1995; 蘇, 2001)。除頂梢嫁接及熱療處理後實施病原檢定外，上述種原，包括原原種、原種及採穗樹均應定期檢定。檢定頻率視病原傳播途徑而定，只經由接穗傳播之病原，通常每六年檢定一次；可經由機械傳播者，每三年檢定一次；可經媒介昆蟲傳播之病原，每年檢定一次(Lee and Navarro, 1999)。

四、苗木驗證

苗木驗證即採穗來源與苗木嫁接數量的登記與確認，通常由苗圃與查驗人員共同執行，分別於採穗時登記種原植株(品系)編號與採穗數量，嫁接成活後計算苗數，並給予證明。必要時亦對 CGTPs 及其他病害加以檢查。

五、臺灣柑橘健康種苗計畫沿革與展望

臺灣柑橘健康種苗培育，始於 1973 年，主要由省農業試驗所執行，所選拔之母樹主要為椪柑、桶柑等品種。以熱療消除病原(黃和徐, 1989)。1982 年公佈之「臺灣柑橘產業發展輔導方案」中，種苗生產體系成立原種園、採穗園與健康苗圃(劉等, 1981)，確立現行健康種苗計畫之架構。該體系主要由農業試驗所、嘉義分所、台大植物病蟲害系、青果合作社等單位共同執行，以頂梢嫁接消除病原(徐, 1979; 劉等, 1981)。目前已在嘉義分所培育原種樹 92 品種品系、採穗樹 32 品種品系，計一千二百株，年最大採穗量二十萬芽。現有健康苗圃包括青果合作社宜蘭分社與新竹分社、梅山合作農場、成功柑橘產銷班所屬之苗圃，各健康苗圃亦分別培育其採穗樹。

CGTPs 有三主要傳染途徑，即接穗、機械傳播與媒介昆蟲(表四)。實施柑橘健康種苗制度，對於只經由接穗傳播之病原，如鱗皮病等有完全防止的效果；對於可藉由機械傳播之鱗砧病、破葉病、木孔病等病原，注意修剪及嫁接工具之消毒後，亦有相同的防止效果。對於可經昆蟲傳播之黃龍病與南非立枯病等病原，則須在無病或少病區域種植健康苗，配合良好的栽培環境與管理及媒介昆蟲防治，方能有效

減少其發生。

表 4. 柑橘重要嫁接傳染病害之分類 (Roistacher, 1991)。

Table 4. A classification of the major graft-transmissible diseases of citrus (Roistacher, 1991).

Group	Disease	Mode of transmission		
		Graft	Vector	Mechanical
Procaryote	Greening	x ^z	xxx	—
	Stubborn			
Virus, probable virus	Tristeza	x	xxx	—
	Vein enation			
	Psprpsis-A	xxx	—	—
	Concave gum			
	Impietrature			
	Ringspot	xxx	N	xx
	Satsuma dwarf			
Viroid	Tatter leaf	xxx	—	xx
	Exocortis			
	Cachexia			
Others	Gummy bark	xxx	—	—
	Abnormal Bud-union			

^z xxx: The primary mode of transmission, xx: Readily transmitted, x: Secondary mode of transmission, —: Probably not transmitted by this mode, N: Not known.

黃龍病發生的地區包括中國大陸東南諸省、琉球、台灣、東南亞、印度及非洲，該病亦為這些地區栽培上的首要限制因素。臺灣柑橘健康種苗計畫主要針對黃龍病之危害，早在黃龍病病原的性質及媒介昆蟲被確定之前，黃龍病即已普遍發生且危害嚴重(黃等，1977；羅等，1952)。充分供應健康接穗、擴大健康苗圃的產能為防止該病及其他柑橘嫁接傳染病原的基本措施之一。由栽培面積(以三萬公頃計)、栽培密度(400株/公頃)及15年的平均壽命計算，台灣每年需苗木八十萬株，此與現有健康苗圃之產能仍有相當差距。提高健康苗之生產量與驗證、病原檢定制度化、優良母樹的繼續選育及珠心胚系母樹的培育為該計畫未來的執行重點。

參考文獻

安寶貞。1989。台灣柑橘之疫病。柑橘試驗研究成果研討會專集。台灣省農試所特刊第

- 27 號。 p.212-221。
- 林 樸。 1976。 臺灣柑橘生產與病毒之研究。 台灣風物季刊 26 期抽印本。 7pp。
- 邱仁璋、蔡謀祐。 1976。 樹幹灌注法治療柑橘立枯病。 豐年 26(16)：20-21。
- 徐信次。 1989。 柑橘無病毒原種園與採穗園之建立與運作。 柑橘試驗研究成果研討會專集。 臺灣省農試所特刊第 27 號。 p.119-127。
- 黃阿賢。 1982。 美國柑桔研習報告。 行政院各機關出國人員報告書。 58pp。
- 黃阿賢。 2000。 柑橘砧木之特性與栽培上之利用。 中國園藝 36(2)：133-146。
- 黃秋雄、徐信次。 1989。 熱療法培育本省無毒優良柑橘種苗。 柑橘試驗研究成果研討會專集。 臺灣省農試所特刊 27 號。 p.103-111。
- 黃秋雄、徐信次、陳蕙明。 1977。 柑橘鱗砧病在臺灣兩種主要甜橙之發生與為害。 中華農業研究 26(3)：251-254。
- 黃麗春、葉節耀、林瓊玖。 1989。 柑橘珠心胚之試管培養及網室栽培。 柑橘試驗研究成果研討會專集。 臺灣省農試所特刊第 27 號。 p.158-164。
- 葉節耀、劉玉花。 1989。 珠心胚系柑橘之培育與評估。 柑橘試驗研究成果研討會專集。 臺灣省農試所特刊第 27 號。 p.146-157。
- 劉富文、呂德仁、張錦桐、蘇鴻基、蔡 嘯。 1981。 台灣柑橘產業發展輔導方案。 行政院農業發展委員會編印。 47pp。
- 羅清澤、張書忱、貢毅紳、邱人璋。 1952。 台灣柑橘病蟲害調查報告。 農林學報第一輯。 p.78-126。
- 蘇鴻基。 1989。 頂梢嫁接法技術改進及應用。 柑橘試驗研究成果專題研討會專集。 臺灣省農試所特刊 27。 p.165-168。
- 蘇鴻基。 2001。 柑橘無病種苗之生產與體系。 p.13-20。 健康種苗在植物病害防治上之應用研討會專刊。 中華民國植物病理學會出版。
- 蘇鴻基、洪挺軒、吳孟玲。 1995。 台灣柑橘黃龍病（立枯病）之核酸探針與應用。 台灣柑橘之研究與發展研討會專刊。 臺灣省農試所特刊第 51 號。 p.178-208。
- Bridges, G. D., C. O. Youtsey, and R. R. Nixon. 1965. Observations indicating psorosis transmission by seed of Carrizo citrange. Proc. Florida State Hort. Soc. 78: 48-50.
- Broembson, L. and A. T. C. Lee. 1988. South Africa's citrus improvement programme. p.407-416. In: Proc. 10th Conf. of IOCV. Riverside.
- Bureau of Citrus Budwood Registration. 1999. Procedure Manual. Citrus budwood protection program. Division of Plant Industry, Florida Department of Agriculture and Consumer Service. 31p.
- Campiglia, H. G., C. M Silveira, and A. A. Salibe. 1976. Psorosis transmission through seeds of trifoliate orange. p.132-134. In: Proc. 7th Conf. of IOCV. Riverside.
- Lee, R. F., P. S. Lehmen, and L. Navarro. 1999. Nursery practices and certification programs for budwood and rootstocks. p.35-48. In: Timmer, L.W. and Duncan, L.W. (eds.) Citrus Health

Management. APS Press. Minnesota, USA.

- Murashige, T., W. P. Bitters, E. M. Nauer, C. N. Roistacher, and P. B. Holiday. 1972. A technique of shoot apex grafting and its utilization towards recovering virus-free citrus clones. *HortScience* 7: 118-119.
- Navarro, L., E. L. Civerolo, J. Juarez, and S. M. Garnsey. 1991. Improving therapy methods for citrus germplasm exchange. p.400-408. In: Proc. 11th Conf. of IOCV. Riverside.
- Newcomb, D. A. 1978. Selection of rootstocks for salinity and disease resistance. Proc. Int. Soc. Citriculture 117-120.
- Roistacher, C. N. 1991. Graft-transmissible Diseases of Citrus - Handbook for detection and diagnosis. FAO, Roma. 286p.
- Roistacher, C. N. 1993. Psorosis-A review. p.139-154. In: Proc. 12th Conf. of IOCV. Riverside.
- Rouse, R. E. 1988. Major citrus cultivars of the world as reported from selected countries. *HortScience* 23(4): 680-684.
- Su, H. J. and J. U. Choen. 1984. Occurrence and distribution of tatter-leaf citrange stunt complex on Taiwanese citrus. Proc. Int. Soc. Citriculture (2): 426-427.

Citrus Healthy Budwood Program and the Projects Executed in Taiwan

A-Shiarn Hwang ¹⁾、Ju-Min Yang ²⁾

¹⁾ Department of Horticulture, Chia-Yi Station, Taiwan Agricultural Research Institute
(Corresponding author)

²⁾ Department of Horticulture, Chia-Yi Station, Taiwan Agricultural Research Institute

Summary: Citrus graft-transmissible pathogens (CGTPs) can be readily transmitted by infected budwood. Diseased plants were seriously influenced in their growth, yield and fruit quality. The CGTPs identified in Taiwan were Tristeza, Exocortis, Tatter-leaf, Xyloporosis, Psorosis and the most destructive one, Huanglungbin (Greening). Supply of healthy nursery trees is the basic step to limit their spreading. Citrus budwood registration and certification program consists of selection of parent tree, indexing and elimination of the CGTPs, conservation of the healthy stocks and certification of nursery trees. The citrus healthy budwood projects have been executed for 20 years in Taiwan. All of the 92 cultivars of foundation trees produced by means of shoot-tip grafting and the scion trees were conserved in stainless steel screen house that is 15 kilometer far away from citrus producing area. These effectively protected the healthy stocks from recontamination of vector-born pathogens. Production of healthy nursery trees is also practiced under insect-proof structures with pot. Increasing the production of healthy nursery trees and certification of them will be the future target of the citrus healthy budwood program.

Key words: Citrus, Graft-transmissible pathogens, Healthy budwood program.