

砧木種類對桶柑植株生長、產量與品質的影響¹

黃阿賢² 洪士程^{3,4}

摘 要

黃阿賢、洪士程。2010。砧木種類對桶柑植株生長、產量與品質的影響。台灣農業研究 59:209–218。

桶柑嫁接於 7 種砧木定植於苗栗獅潭，調查砧木種類對植株生長、產量與果實品質的影響。定植後 4 至 5 年間有 40.0%酸橙砧與 5.6%柚砧植株因衰弱而淘汰，第 7 年檢定萎縮病 (tristeza)，結果顯示以酸橙或柚作為砧木的植株為感病，但柚砧者較耐病，其他 5 種類包括酸橘、美女橘、粗皮檸檬、Troyer 枳橙及 Swingle 枳柚作為桶柑砧木，無論感染與否，外觀均無顯著差異，應屬於耐病或抗病。定植後第 5 至第 10 年之產量，Troyer 枳橙砧者最高，其次為美女橘與粗皮檸檬，Swingle 枳柚與酸橙又次之，酸橘及柚最低。比較第 8 至第 10 年間之果實品質，處理間主要差異為，粗皮檸檬砧之果汁率、可溶性固形物含量及含酸量均最低，3 年中分別有 2 年達顯著差異。品質特性之主要項目在其他 6 種砧木間之差異較小，其高低在各年之間也不一致。

關鍵詞：桶柑、砧木、產量、果實品質、萎縮病。

前 言

柑橘栽培普遍採用根砧，重要的柑橘砧木種類包括酸橙、粗皮檸檬、枳殼、枳橙、枳柚、廣東檸檬、酸橘、美女橘、柚類、甜萊姆等。各柑橘品種與主要砧木種類間多具嫁接親和性。柑橘之砧木試驗以甜橙及葡萄柚居多。栽培上，根砧對植株的影響主要包括植株生長勢強弱、果實品質與產量之高低，以及對疫病、線蟲及萎縮病 (tristeza) 等病害的耐病性等 (Davies & Albrigo 1994; Hwang 2000; Wutscher

1979)。桶柑屬橘橙 (Tangor)，台灣目前栽培者，為在宜蘭發現之無籽變異品種，所使用之砧木主要是酸橘與廣東檸檬，但相關的砧木試驗報告甚少。Weng (1973) 調查嫁接於 4 種不同砧木之桶柑果實品質差異，廣東檸檬砧之糖酸含量略低，酸橘、枳殼與美女橘三者之含量相近。同屬橘橙之茂谷柑產量以嫁接於廣東檸檬及粗皮檸檬砧者較高，枳殼及 Swingle 枳柚中等，酸橘及酸橙較低，果實品質的主要差異為可溶性固形物及含酸量，枳殼及其雜交種可溶性固形物及含酸量較高，酸橘及酸橙中等，

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2423 號。接受日期：99 年 10 月 25 日。
2. 本所嘉義分所園藝系副研究員。台灣 嘉義市。
3. 本所嘉義分所植物保護系助理研究員。台灣 嘉義市。
4. 通訊作者，電子郵件：sch@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2773630。

柚、廣東檸檬及粗皮檸檬最低 (Hwang & Hung 2007)，另有試驗結果顯示砧木種類對茂谷柑果實品質並無顯著影響 (Figueiredo *et al.* 2006)，也有報告指出以廣東檸檬或 Volkamerianna 為砧木者品質較差 (Ashkenazi 1992)。本試驗調查不同砧木種類對桶柑植株生長、果實產量與品質的影響，作為栽培改進之依據。

材料與方法

材料

桶柑 (*Citrus tankan* Hay.) 接穗採自農試所嘉義分所之健康種原，嫁接於酸橘 (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.)、美女橘 (*C. reshni* Hort. ex Tan.)、柚 (*C. grandis* Osbeck) (麻豆文旦 × 紅文旦)、粗皮檸檬 (*C. jambhiri* Lush.)、Troyer

枳橙 [*C. sinensis* (L.) Osbeck × *Poncirus trifoliata* Raf.]、酸橙 (*C. aurantium* Linn.)、Swingle 枳柚 (*C. paradisi* Macf. × *P. trifoliata* Raf.) 等 7 種砧木。砧木種子除酸橘取自新竹，其餘均採自嘉義分所。苗木均以盆栽培育，於砧木 1 年生時嫁接，嫁接後 1 年，選擇苗木大小相近者於 2000 年定植。

試驗園與試驗設計

試驗園位於苗栗獅潭，試區土壤分析如表 1。株行距各 5 m，試驗採完全逢機設計 (completely randomized design, CRD)，以單株為重覆，各處理種植株數如表 2。施肥、修剪、病蟲害防治等工作按一般柑園管理或推薦量辦理，果園有噴灌設施。

表 1. 桶柑試驗區土壤分析

Table 1. Soil analysis of the 'Tankan' orchard

Soil depth (cm)	pH	Organic matter	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
		(%)	(mg·kg ⁻¹)					
0-20	4.64	2.62	76	90	649	79	68	35
20-40	4.35	2.67	68	72	434	46	72	21

表 2. 萎縮病田間感染對不同砧木桶柑植株生長的影響

Table 2. Influence of tristeza field-infection on tree growth of Tankan tangor on different rootstocks^z

Rootstock	No. of tree planted	Tristeza positive ^y		Tristeza negative ^y		Abandoned tree ^x (%)
		healthy (%)	declined (%)	healthy (%)	declined (%)	
Cleopatra (<i>Citrus reshni</i>)	13	30.8	0.0	69.2	0.0	0.0
Troyer citrange (<i>C. sinensis</i> × <i>Poncirus trifoliata</i>)	16	50.0	0.0	50.0	0.0	0.0
Swingle citrumelo (<i>C. paradisi</i> P. <i>rifoliata</i>)	16	50.0	0.0	50.0	0.0	0.0
Rough lemon (<i>C. jambhiri</i>)	14	64.3	0.0	35.7	0.0	0.0
Sunki (<i>C. sunki</i>)	8	37.5	0.0	62.5	0.0	0.0
Sour orange (<i>C. aurantium</i>)	15	0.0	0.0	60.0	0.0	40.0
Pummelo (<i>C. grandis</i>)	18	16.7	5.6	72.2	0.0	5.6

^z Trees were planted in June 2000 and evaluated as healthy or declined (Fig. 1.) in Jan. 2007.

^y Tristeza indexing by RT-PCR was conducted in Jan. 2007, based on the amplification of the CTV coat protein gene.

^x Trees were abandoned owing to severe decline from 2005 to 2006.

果實產量調查與品質分析

產量調查分別於 2005 至 2010 年之果實成熟期進行，採收後計算單株果實總重量。果實品質分析於 2008 至 2010 年間進行，每處理選各年結果量中等植株各 6 株，以單株為重覆，採樹冠外圍、中間高度、中等大小者每株逢機採 12 果，分別調查重量、果皮厚度、縱徑、橫徑，計算其平均值。各株 12 果橫切後，以電動榨汁機 (Braun, MPZ6, USA) 榨汁成一樣品。果汁重除以果實重為果汁率，可溶性固形物以手提式曲折計 (Atago, N1) 測定，含酸量以 0.1 N NaOH 滴定，換算為每 100 mL 果汁中之檸檬酸 (citric acid) 含量。果皮色澤以色差儀 (spectrophotometer, Color-Guide, BYK-Gardner, Maryland, USA) 測定果實赤道相對 4 點，平均之，為該果之色澤參數。各株 12 果之平均值為該株之各項特性。

萎縮病 (Tristeza) 檢定與衰弱植株判定

植株萎縮病感染狀況調查，於 2007 年 1 月進行第一次採樣，2008 年 1 月第二次採樣，自樹冠周圍不同方向每株逢機取 20 成熟葉片，攜回實驗室取其葉脈，抽取 total RNA，以 RT-PCR 法，採用 Hilf *et al.* (1999) 所開發之

tristeza 專一性引子對 T36cp (+)/T36cp (-) 偵測植株是否感染萎縮病病毒。衰弱植株以外觀判定，有枯梢及枝梢黃化現象者為衰弱植株，與正常植株有明顯差異 (圖 1)。

統計分析

各調查項目之差異顯著性測驗，以 SAS 軟體之 PROC GLM (General linear model) 分析後，以 Tukey's Studentized Range Test 檢測不同處理間之差異性。

結 果

植株生長狀況與萎縮病檢定

試區於 2000 年 6 月定植。2004 至 2005 年間，陸續有植株因衰弱而淘汰。至 2007 年春，不同砧木間衰弱或淘汰 (死亡) 植株比率，以酸橙砧最高，柚砧次之，分別為 40.0% 及 11.2%。其他酸橘、粗皮檸檬、Swingle 枳柚、美女橘及 Troyer 枳橙等砧木植株均無衰弱現象 (表 2)。由此結果判斷可能與萎縮病有關。2007 年 1 月以 RT-PCR 法檢定萎縮病，全部 93 株中有 36 株 (38.8%) 已感染萎縮病。除酸橙與柚外，其他 5 種砧木包括酸橘、美女橘、粗皮檸檬、Troyer 枳橙、Swingle 枳柚植株，已感染



圖 1. 健康桶柑之植株外觀 (A) 與感染萎縮病後發生枯梢及黃化現象植株 (B)。

Fig. 1. The canopy of healthy 'Tankan' trees (A) and declined tree showed dieback and yellowing symptom of tristeza infection (B).

者皆無衰弱現象，外觀上與未感染者相同。酸橙砧存者 60.0%，均屬健株且無感染萎縮病，其餘 40.0% 為已淘汰植株。2007 年 1 月檢測前，柚砧淘汰者 1 株 (5.6%)，萎縮病檢定結果，4 株已感染者有 3 株 (16.7%) 外觀健全、1 株 (5.6%) 呈現衰弱現象，未感染該病者 (72.2%) 均屬健株 (表 2)。2008 年 1 月再次檢定，柚砧、Troyer 枳橙及 Swingle 枳柚各有 1 株再感染。2008 年至 2010 年，再有 1 株已感染該病之柚砧者呈現衰弱現象，另一染病衰弱者淘汰，其餘所有植株外觀上均無異常。

經變方均質性測驗 (Levene's test for homogeneity of observes variance)，產量統計分析可忽略萎縮病的因素 ($p = 0.3769$)。萎縮病對品質之影響為 2008 年之果重 ($p = 0.0422$) 與 2009 年之皮厚 ($p = 0.0414$)。

果實產量調查

果實產量調查自 2005 年至 2010 年，其中 2010 年 1 月採收前衰弱或淘汰植株均未列入統計，包括 Swingle 枳柚砧 1 株、酸橙砧 6 株、柚砧 4 株 (表 2)。試區產量自 2005 年至 2008 年漸增，2009 年之產量則大幅增加，2010 年之產量又減少，顯示植株已達盛產期。2005 年單株平均產量以 Troyer 枳橙之 36.6 kg 最高，粗皮檸檬、酸橙、Swingle 枳柚、美女橘及酸橘砧次之，介於 29.8–18.1 kg，柚砧之 15.5 kg 最低。2006 年之產量以 Troyer 枳橙 47.1 kg、美女橘 46.7 kg 及粗皮檸檬 40.9 kg 最高，Swingle 枳柚、酸橘、酸橙次之，柚砧 15.5 kg 最低。2007 年之產量在處理間未達顯著差異。2008 年之產量，Troyer 枳橙 69.6 kg 最高，其次為美女橘、Swingle 枳柚及酸橙，酸橘 48.3 kg 與柚 45.3 kg 最低。2009 年之產量以美女橘 139.4 kg 與 Troyer 枳橙 137.2 kg 最高，其次為粗皮檸檬、Swingle 枳柚與酸橙，酸橘 96.7 kg 及柚 96.4 kg 最低。2010 年之產量在處理間未達顯著差異。2005 年至 2010 年合計，Troyer 枳橙 418.8 kg 最

高，其次為美女橘 381.6 kg 與粗皮檸檬 374.3 kg，Swingle 枳柚 341.6 kg 與酸橙 334.1 kg 又次之，酸橘 299.8 kg 與柚 255.7 kg 最低。

果實品質分析

2008 年果實品質分析 (表 3)，平均果重以柚砧及酸橙砧最大，Swingle 枳柚、Troyer 枳橙、粗皮檸檬等砧木次之，酸橘砧與美女橘砧最小。橫徑在處理間之差異性與果重相同，縱徑、果皮厚度、果汁率及糖酸比在處理間無顯著差異。可溶性固形物含量以粗皮檸檬砧之 8.9°Brix 最低，其餘 6 種砧木間無顯著差異。含酸量最高為柚砧之 0.66%，與最低為粗皮檸檬砧之 0.56% 達顯著差異。果皮色澤包括明度 (lightness)、色相角度 (hue angle) 以及彩度 (chroma) 等在處理間均無顯著差異 (表 4)。

2009 年果重、縱徑、橫徑、果皮厚度、含酸量及糖酸比等 6 項目在處理間無顯著差異。果汁率、可溶性固形物均以粗皮檸檬砧者最低，其他 6 種砧木間無顯著差異 (表 3)。

2010 年處理間果實品質主要差異為果汁率、含酸量及糖酸比；果重、橫徑、縱徑、果皮厚度及可溶性固形物在處理間均無顯著差異。果汁率以粗皮檸檬砧之 49.9% 最低，酸橘砧最高 56.8%，二者間有顯著差異。含酸量以 Swingle 枳柚 0.75%、酸橘 0.73% 與 Troyer 枳橙 0.72% 最高，其次為柚、美女橘及酸橙，粗皮檸檬 0.59% 最低。因可溶性固形物含量在處理間無顯著差異，處理間糖酸比之高低及差異性與含酸量呈相反趨勢 (表 3)。

討 論

不同砧木之樹勢與萎縮病的關係

萎縮病普遍存在在全世界各柑橘產區，可由大橘蚜 (*Toxoptera citricida*)、小橘蚜 (*T. aurantii*)、棉蚜 (*Aphis gossypii*) 及捲葉蚜 (*A. spiraeicola*) 傳播 (Gottwald *et al.* 1998)，有強弱或不同病徵的系統。在亞洲，普遍存在苗黃系

表 3. 砧木對桶柑果實品質連續 3 年之影響

Table 3. Effects of rootstocks on fruit quality of Tankan tanger in three consecutive years^z

Year	Rootstock	Fruit weight (g)	Diameter ^y (mm)		Rind thickness (mm)	Juice content (%)	Total soluble solid (°Brix)	Acidity (%)	TSS/acid
			trans.	longi.					
2008	Troyer citrange	199.4 abc ^x	75.3 abc	66.4 a	3.6 a	50.5 a	10.3 a	0.61 ab	17.0 a
	Rough lemon	195.6 bc	74.5 bc	66.3 a	3.8 a	47.8 a	8.9 b	0.56 b	16.0 a
	Cleopatra	187.9 c	73.3 c	64.5 a	3.5 a	51.7 a	9.4 a	0.60 ab	16.7 a
	Swingle citrumelo	201.4 abc	74.9 abc	66.0 a	3.7 a	49.5 a	10.0 a	0.62 ab	16.2 a
	Sunki	186.1 c	73.2 c	64.4 a	3.6 a	52.5 a	9.9 a	0.58 ab	17.2 a
	Sour orange	212.3 ab	76.5 ab	66.1 a	4.0 a	51.8 a	10.0 a	0.63 ab	16.0 a
	Pummelo	222.7 a	78.0 a	67.1 a	3.8 a	51.8 a	10.4 a	0.66 a	15.9 a
2009	Troyer citrange	207.0 a	65.4 a	76.1 a	3.7 a	52.1 ab	9.9 a	0.68 a	14.6 a
	Rough lemon	203.8 a	66.2 a	75.6 a	3.8 a	47.6 b	8.6 b	0.61 a	14.1 a
	Cleopatra	197.3 a	64.2 a	74.3 a	3.4 a	51.8 ab	10.1 a	0.65 a	15.6 a
	Swingle citrumelo	204.5 a	65.9 a	75.5 a	3.7 a	51.4 ab	9.8 a	0.68 a	14.1 a
	Sunki	199.4 a	64.5 a	74.8 a	3.4 a	51.1 ab	10.0 a	0.65 a	15.3 a
	Sour orange	208.9 a	65.2 a	76.0 a	3.7 a	53.7 a	9.9 a	0.69 a	14.4 a
	Pummelo	208.3 a	64.9 a	76.1 a	3.5 a	51.1 ab	9.8 a	0.67 a	14.9 a
2010	Troyer citrange	235.5 a	79.6 a	66.8 a	3.5 a	55.3 ab	11.2 a	0.72 a	15.6 bc
	Rough lemon	221.4 a	78.3 a	66.4 a	3.7 a	49.9 b	10.5 a	0.59 b	17.9 a
	Cleopatra	212.3 a	76.5 a	64.7 a	3.4 a	55.4 ab	10.5 a	0.67 ab	15.7 bc
	Swingle citrumelo	232.2 a	79.1 a	66.4 a	3.6 a	54.1 ab	10.9 a	0.75 a	14.5 c
	Sunki	210.1 a	76.4 a	63.8 a	3.5 a	56.8 a	10.8 a	0.73 a	14.9 bc
	Sour orange	218.7 a	77.8 a	65.2 a	3.6 a	54.8 ab	10.7 a	0.65 ab	16.4 ab
	Pummelo	235.6 a	80.2 a	65.8 a	3.5 a	54.5 ab	10.7 a	0.69 ab	15.6 bc

^z Trees were planted in 2000. Fruits were harvested in Jan. (n = 6).

^y Trans.: transversal; longi.: longitudinal.

^x Means in the same column in the same year followed by the same letter are not different at 5% significant level by Tukey's Studentized Range test.

表 4. 砧木對桶柑果皮色澤之影響

Table 4. Effect of rootstocks on peel color of Tankan fruit^z

Rootstock	Color parameter		
	Lightness	Hue angle (h°)	Chroma
Troyer citrange	59.8 ± 0.2 a ^y	65.1 ± 0.6 a	64.3 ± 0.6 a
Rough lemon	59.4 ± 0.3 a	65.9 ± 0.6 a	62.8 ± 0.9 a
Cleopatra	60.2 ± 0.3 a	65.0 ± 0.6 a	63.0 ± 0.9 a
Swingle citrumelo	59.8 ± 0.3 a	65.0 ± 0.6 a	63.3 ± 0.9 a
Sunki	60.1 ± 0.2 a	66.1 ± 0.9 a	62.1 ± 1.5 a
Sour orange	60.3 ± 0.3 a	64.5 ± 0.4 a	65.0 ± 0.7 a
Pummelo	60.2 ± 0.3 a	64.4 ± 0.6 a	65.0 ± 1.2 a

^z Trees were planted in 2000. Fruits were harvested in Jan. 2008 (n = 6).

^y Means (± standard error) in the same column followed by the same letter are not different at 5% significant level by Tukey's Studentized Range test.

統 (CTV-SY)、萎縮系統 (CTV-T) 木質部凹陷系統 (CTV-SP) 及弱毒系統或單一或複合感染 (Koizumi 2001)，其病徵因病毒系統、柑橘品種及穗砧組合等因素而不同。當甜橙、寬皮柑、葡萄柚及桶柑、伊予柑等橘橙品種嫁接於酸橙、柚類或檸檬，感染萎縮病後較易引起衰弱的病徵，其致病系統一般是 CTV-SY 或 CTV-T，植株感染後，葉片黃化，產生急性或慢性枯萎現象，數年內植株死亡 (Koizumi 2001)。在西半球，主要柑橘砧木中酸橙對萎縮病為感病，曾造成巴西大面積甜橙死亡 (Garnsey 1988)。在台灣另有感染柚類造成嚴重莖陷的柚類莖陷 (P-SP) 系統 (Su 1981)。Zhao *et al.* (1993) 以可引起葡萄柚苗黃病徵 (seedling yellow) 之萎縮病系統接種於桶柑，並無產生莖部凹陷 (stem pitting) 或植株矮化等徵狀。即桶柑本身為抗病或耐病，但可能因砧木而造成植株衰弱。

本試區於 2000 定植，40%酸橙砧與 5.6% 柚砧植株於 2004 至 2005 年間衰弱而淘汰，2007 年檢查萎縮病時，存活之酸橙砧植株均屬健株，柚砧已感病者，陸續有 2 株衰弱或死亡；其他砧木之植株無論感病與否皆無病徵。由於該試區較隔離，並無黃龍病與土壤病害之病徵，且酸橙對疫病較酸橘、Troyer 枳橙、美女橘及粗皮檸檬耐病 (Ann 1989)，故可推斷檢定前淘汰的酸橙及柚砧植株均應是感染萎縮病。試驗區在幼苗期因新芽陸續生長易遭蚜蟲傳染萎縮病，進入結果期後，除春季外，新芽生長量大幅減少，感染率降低。位於台中豐原之椪柑砧木試驗區，種植 7 年後檢測，全部植株均感染萎縮病，存活者酸橙砧有 80.0% 衰弱、柚砧 40% 衰弱，其他砧木則無衰弱現象 (作者等未發表資料)，顯示柚砧為感病，但較酸橙耐病，其他砧木為抗病或耐病。在嘉義之茂谷柑砧木試驗，酸橙砧與柚砧健株之比率甚至較其他砧木高 (Hwang & Hung 2007)，此可能因

萎縮病系統與蚜蟲種類之差異 (Gottwald *et al.* 1996) 而影響感病性砧木田間發病情況。此外柚類品種間對萎縮病之感病性有相當程度之差異 (Garnsey *et al.* 1996; Fang & Roose 1999)，台灣之柑類甚少採用柚砧，但葡萄柚、檸檬及柚類則多以柚類為砧木，不同柚類品種與萎縮病系統間之感病性有待探討，而本試驗結果，桶柑不宜以酸橙或柚類為砧木。

砧木對產量與品質的影響

砧木對柑橘類產量之影響，雖各報告間有所差異，一般而言，粗皮檸檬多屬於較高者，Troyer 枳橙與 Swingle 枳柚屬於中等，美女橘砧之產量較低 (Ferguson *et al.* 2003; Hwang & Hung 2007; Miller *et al.* 1997; Oliverira Jr. *et al.* 2003; Roose 1997; Snyman *et al.* 1997)。本試驗結果，粗皮檸檬產量高、Swingle 枳柚屬於中等 (表 5)，與前述報告相同，然 Troyer 枳橙產量最高、美女橘屬中高則與前述報告有所差異。此應與接穗品種、環境有關。酸橘是台灣柑類的主要砧木，其產量在本試驗及茂谷柑之試驗結果均偏低 (Hwang & Hung 2007)。但 Oliverira Jr. *et al.* (2003) 之報告，酸橘砧與粗皮檸檬砧之椪柑產量最高。Davies & Albrigo (1994) 則由甜橙與葡萄柚為主的試驗歸納，粗皮檸檬與 Swingle 枳柚產量屬最高、酸橙與 Troyer 枳橙中等，美女橘較低。

同種類之耐病根砧植株，與未感染該病者比較，已感染者，粗皮檸檬與 Swingle 枳柚砧者產量稍減少，美女橘與酸橘則增加，Troyer 枳橙則無顯著差異 (表 6)。Van Vuuren (2002) 以 6 萎縮病系統分別接種於不同耐病砧木之 2 甜橙品種，於 2 地點試驗結果，萎縮病對產量之增減，並無或極少達顯著性差異。萎縮病對植株產量或生長之影響，應與病原系統、砧木種類及接穗品種有關。萎縮病感染非本試驗處理項目，它對耐病根砧桶柑植株之影響仍待更進一步試驗。

表 5. 砧木對桶柑連續 6 年產量的影響

Table 5. Effect of rootstocks on yield of Tankan tangor in six consecutive years

Rootstock	No. of trees ^z	Year						Total ^y
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Troyer citrange	16/16	36.6 ± 5.8 a ^x	47.1 ± 5.4 a	56.9 ± 5.8 a	69.6 ± 4.8 a	137.2 ± 6.7 a	71.4 ± 9.1 a	418.8 ± 18.7 a
Rough lemon	14/14	29.8 ± 4.5 ab	40.9 ± 5.1 a	53.2 ± 4.7 a	54.3 ± 5.6 b	120.7 ± 6.7 ab	75.4 ± 6.8 a	374.3 ± 15.9 ab
Cleopatra	13/13	22.3 ± 3.9 ab	46.7 ± 4.7 a	39.9 ± 5.7 a	62.5 ± 5.6 ab	139.4 ± 5.4 a	70.7 ± 8.7 a	381.6 ± 19.4 ab
Swingle citrumelo	16/15	26.2 ± 4.2 ab	35.9 ± 6.0 ab	42.2 ± 5.4 a	61.5 ± 3.7 ab	114.5 ± 10.8 ab	61.4 ± 5.1 a	341.6 ± 24.2 abc
Sunki	8/8	18.1 ± 3.8 ab	27.5 ± 5.9 ab	29.3 ± 5.7 a	48.3 ± 8.4 b	96.7 ± 11.5 b	79.9 ± 13.3 a	299.8 ± 38.8 bc
Sour orange	15/9	27.6 ± 4.8 ab	23.5 ± 4.8 ab	33.1 ± 6.9 a	58.4 ± 5.7 ab	113.0 ± 10.0 ab	78.6 ± 9.2 a	334.1 ± 28.7 abc
Pummelo	18/15	15.5 ± 3.9 b	15.5 ± 4.7 b	34.0 ± 6.7 a	45.3 ± 5.6 b	96.4 ± 11.6 b	55.3 ± 7.2 a	255.7 ± 25.5 c

^z No. of trees: planted/investigated. Trees were planted in 2000 and declined trees were excluded from calculation.

^y Total was the sum from 2005 to 2010.

^x Data presented are means ± standard error (kg/tree). Means in the same column followed by the same letter are not different at 5% significant level by Tukey's Studentized Range test.

表 6. 萎縮病感染對耐病砧木桶柑產量的影響

Table 6. Effect of tristeza infection on yield of Tankan tangor grafted on tolerant rootstocks

Rootstock	Tristeza indexing ^z	No. of trees	Yield (kg/tree) ^y
Troyer citrange	negative	9	281.3 ± 12.2
	positive	8	275.0 ± 22.1
Rough lemon	negative	6	266.4 ± 12.0
	positive	8	238.4 ± 10.2
Cleopatra	negative	9	261.5 ± 12.6
	positive	4	297.8 ± 20.5
Swingle citrumelo	negative	8	252.9 ± 17.9
	positive	7	217.4 ± 20.6
Sunki	negative	5	192.8 ± 29.7
	positive	3	278.6 ± 57.3

^z Tristeza indexing by RT-PCR was conducted in Jan. 2007, based on the amplification of the CTV coat protein gene.

^y Yield (means ± standard error) was the sum from 2008 to 2010.

由不同的柑橘試驗結果歸納，生長勢強之砧木如粗皮檸檬、廣東檸檬等產量較高，果實糖酸含量較低；生長勢中庸者如枳橙、酸橙之果實糖酸含量中等；生長勢弱者如枳殼產量低，果實糖酸含量則較高 (Davies & Albrigo 1994)，茂谷柑之砧木試驗結果，粗皮檸檬砧在不同地點之糖酸含量皆偏低 (Hwang & Hung 2007)。本試驗 2008 至 2010

年處理間果實品質主要差異為，粗皮檸檬砧之果汁率、可溶性固形物及含酸量 3 項均較低，3 年中分別有 2 年達顯著差異 (表 3)，與上述結果相同。但亦有報告果實品質在砧木間無顯著差異者 (Oliverira Jr. *et al.* 2003; Reforgiato *et al.* 1997)。本試驗，粗皮檸檬以外之砧木，其果實品質主要特性在各年間之差異較少，也不一致。

結 論

萎縮病可經由蚜蟲傳播，田間普遍發生且不易防治。酸橙砧與柚砧植株感染萎縮病後易衰弱或死亡，不宜作為桶柑之砧木。粗皮檸檬砧之果實風味較淡。Troyer 枳橙、粗皮檸檬及美女橘產量較高，但對疫病、柑橘線蟲均為感病 (Ann 1989; Chang 1980; Lin 1989)，需注意防範。酸橘為桶柑目前之主要砧木，對疫病、柑橘線蟲亦為感病；Swingle 枳柚產量屬中等，但較酸橘高，對該兩土壤病害具抗病性，作為桶柑之砧木較酸橘更有利，但應採用無鱗砧病與破葉病之健康接穗

誌 謝

本報告承本所嘉義分所廖大經助理研究員協助統計分析，謹此致謝。

引用文獻 (Literature cited)

- Ann, P. J. 1989. *Phytophthora* diseases of citrus in Taiwan. p.212-221. in the Proceeding of Symposium on the Researches and Development of Citrus in Taiwan. TARI. (in Chinese with English abstract)
- Ashkenazi, S. 1992. Growing Murcott in Israel. Rootstocks, quality and yield. Alon Hanotea 46:321-329.
- Chang, D. C. 1980. The selection and test of citrus rootstocks as host of *Partylenchus coffeae* and *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. J. Chin. Soc. Hort. Sci. 26:71-77. (in Chinese with English abstract)
- Davis, F. S. and L. G. Albrigo. 1994. Citrus. CAB International. Oxon, UK. 242pp.
- Fang, D. Q. and M. L. Roose. 1999. A novel gene conferring citrus tristeza virus resistance in *Citrus maxima* (Burm.) Merrill. HortScience 34:334-335.
- Ferguson, L., H. Reyes, P. Metheney, M. L. Apiaia, and T. C. Chao. 2003. Performance of 'Okitsu Wase' and 'Dobashi Beni' Satsuma mandarin on eight different rootstocks in California's central valley. Proc. Int. Soc. Citriculture 1:482-484.
- Figueiredo, J. O., J. D. Negri, D. Mattos Jr., R. M. Pio, F. A. Azevedo, and V. X. P. Garcia. 2006. Behavior of sixteen rootstocks for Murcott in Itirapina, SP, Brazil. Rev. Bras. Frutic. 28:76-78.
- Garnsey, S. M. 1988. Tristeza. p.61-63. in: Compendium of Citrus Diseases. 2nd ed. (Timmer, L. W., S. M. Garnsey, and J. H. Graham, eds.) APS Press.
- Garnsey, S. M., H. J. Su, and M. J. Tsai. 1996. Differential susceptibility of pummelo and Swingle citrumelo to isolates of tristeza virus. p.138-146. in the Proceeding of the 13th Conf. of the IOCV, IOCV, Riverside. CA. USA.
- Gottwald, T. R., S. M. Garnsey, and J. Borbon. 1998. Increase and patterns of spread of citrus tristeza virus infection in Costa Rica and the Dominican Republic in the presence of the brown aphid, *Toxoptera citricida*. Phytopathology 88:621-636.
- Gottwald, T. R., S. M. Garnsey, M. Cambra, P. Monrno, M. Irey, and Brobon. 1996. Differential effects of *Toxoptera citricida* vs. *Aphis gossypii* on temporal increase and spatial patterns of spread of citrus tristeza. p.120-129. in the Proceeding of the 13th Conf. of the IOCV, IOCV, Riverside. CA. USA.
- Hilf, M. E., A. V. Karasev, M. R. Albiach-Marti, W. O. Dawson, and S. M. Garnsey. 1999. Two paths of sequence divergence in the citrus tristeza virus complex. Phytopathology 89:336-342.
- Hwang, A. S. 2000. Characteristics of citrus rootstocks and its choice in citriculture. J. Chin. Soc. Hort. Sci. 46:133-146. (in Chinese with English abstract)
- Hwang, A. S. and S. C. Hung. 2007. Effects of rootstocks on tree growth, yield and fruit quality of 'Murcott' tangor. J. Taiwan Agric. Res. 56:298-306. (in Chinese with English abstract)
- Koizumi, M. 2001. Citrus Tristeza Virus-Symptom and Control. FFTC Pub. 4 pp.
- Lin, Y. Y. 1989. The problem of citrus nematode. p.33-42. in the Proceeding of Symposium on Plant Nematode Disease Controls. TARI. (in Chinese)
- Miller, J. E., J. G. Maritz, and P. Bird. 1997. Screening of potential rootstocks for 'McClean' navel and 'Delta' Valencia in the Sunday River valley. Proc. Int. Soc. Citriculture 1:243-247.
- Oliverira Jr., M. E., I. Manica, T. V. Parente, and O. K. Yamanishi. 2003. Yield of 'Ponkan' mandarin trees grafted on 14 rootstocks grown under Savanna condition of Brasilia-DF, Brazil. Proc. Int. Soc. Citriculture 1: 511.

- Reforgiato, R. G., A. Caruso, R. Marino, and G. Russo. 1997. Standard and dwarfing rootstocks to overcome unproductivity of 'Comune' Clementine. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1:259–262.
- Roose, M. L. 1997. Performance of 4 citrus on 21 rootstocks in California. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 141–144.
- Snyman, J. C., H. T. breedt, P. J. J. Koekemoer, and J. E. Miller. 1997. Evaluation of rootstocks for Valencia in South Africa. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 268–270.
- Su, H. J. 1981. A tristeza virus strain causing dwarf of pummelo and grapefruit. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1:423–430.
- Van Vuuren, S. P. 2002. Effect of citrus tristeza virus isolates on two tolerant commercial scions on different rootstocks in South Africa. p.31–38. *in* the Proceeding of the 15th Conf. of the IOCV, IOCV, Riverside. CA. USA.
- Weng, J. L. 1973. Effects of different rootstocks on the physiological and morphological changes of citrus fruits. *J. Chin. Soc. Hort. Sci.* 19:319–327. (in Chinese with English abstract)
- Wutscher, H. K. 1979. Citrus rootstocks. *Hort. Rev.* 1:237–269.
- Zhao, X., C. Zhou, Y. Jiang, X. He, J. Cheng, and Z. Cheng. 1993. Evaluation of tristeza tolerance of 45 citrus types. p.73–77. *in* the Proceeding of the 12th Conf. of the IOCV, IOCV, Riverside. CA. USA.



Effects of Rootstocks on Tree Growth, Yield and Fruit Quality of Tankan Tangor¹

A-Shiarn Hwang² and Shih-Cheng Hung^{3,4}

Abstract

Hwang, A. S. and S. C. Hung. 2009. Effects of rootstocks on tree growth, yield and fruit quality of Tankan Tangor. *J. Taiwan Agric. Res.* 59:209–218.

Tankan tangors grafted on seven rootstocks were planted in an orchard located in Miaoli County. The effects of rootstocks on tree growth, yield and fruit quality were investigated. 40% of the trees grafted on sour orange and 5.6% of trees on pummelo declined during the fourth and fifth year after planting. Plants were indexed for tristeza by RT-PCR in the seventh year. The results showed that trees on sour orange and pummelo were susceptible to tristeza, however pummelo was relatively tolerant. Trees on the other 5 rootstocks including Sunki, Cleopatra, rough lemon, Troyer citrange and Swingle citrumelo were tolerant or resistant. Yield was examined from the fifth to tenth year. The highest yield was found in plants grafted on Troyer, followed by Cleopatra and rough lemon, Swingle and sour orange, and Sunki and pummelo. Fruit qualities were compared from the eighth to tenth year. The major differences in fruit quality among the rootstocks were that the juice content, total soluble solid and acid content were significantly lower from trees grafted on rough lemon than on the other six rootstocks. The differences in fruit qualities among the other six rootstocks were not significant and were not consistent during the three years of investigation.

Key words: Tankan, Rootstock, Yield, Fruit quality, Tristeza.

-
1. Contribution No. 2423 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: October 25, 2010.
 2. Associate Horticulturist, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
 3. Assistant Entomologist, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
 4. Corresponding author, e-mail: sch@dns.caes.gov.tw; Fax: (05)2773630.