

砧木種類對茂谷柑植株生長、產量與品質的影響¹

黃阿賢^{2,4} 洪士程³

摘 要

黃阿賢、洪士程。2007。砧木種類對茂谷柑植株生長、產量與品質的影響。台灣農業研究 56:298-306。

在嘉義及雲林的三個試區進行茂谷柑之八種砧木試驗，調查植株生長、產量與果實品質至定植後第六或第七年。生育正常植株之產量以廣東檸檬及粗皮檸檬較高，枳殼及 Swingle 枳柚中等，酸橘及酸橙較低。果實品質在三個試區的表現甚相近，砧木間的主要差異為可溶性固形物及含酸量，枳殼及其雜交種 Troyer 枳橙、Swingle 枳柚之可溶性固形物及含酸量較高，酸橘及酸橙中等，雜交柚、廣東檸檬及粗皮檸檬最低。嘉義試區疫病與黃龍病發生嚴重，是影響植株生長與產量的主要因素，前者以酸橘及 Troyer 枳橙、後者以 Swingle 枳柚之感染率較高，是導致產量低的原因。

關鍵詞：茂谷柑、柑橘砧木、植株生長、產量、品質。

前 言

柑橘栽培普遍採用根砧，除 Eureka 檸檬以枳殼及其雜交種等為砧木之少數組合外 (Broembsen 1984; Ferguson 1990)，各柑橘品種與一般砧木間均具親和性。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、甜萊姆及甜橙等等。一般柑橘之砧木試驗以甜橙、葡萄柚或寬皮柑居多。栽培上，根砧對植株的影響可歸納為 (1).植株生長勢之強弱。(2).果實品質與產量。(3).不同土壤之適應性。(4).病害的抵抗性。影響根砧的病害主要為疫病與線虫，以及南非立枯病、破葉病、鱗砧病等嫁接傳染病原 (Castle 1987; Hwang 2000; Newcomb 1978; Wutscher 1979)。茂谷柑屬橘橙 (Tangor)，砧木試驗甚少。

砧木對茂谷柑產量與品質之影響與甜橙或葡萄柚大致相似，但甜橙以 Palestine 甜萊姆作為砧木產量高，茂谷柑則產量低，美女橘作為甜橙或葡萄柚砧木產量不佳，但在茂谷柑則令人滿意 (Wheaton *et al.* 1991)。主要的砧木種類對茂谷柑果實品質並無顯著影響 (Figueiredo *et al.* 2006)，也有報告以廣東檸檬或 Volkameriana 為砧木時品質較差 (Ashkenazi 1992)。少數以 Swingle 枳柚為根砧之茂谷及特定甜橙品種的植株於十餘年後出現穗砧親和性的問題，此可能是多胚性之 Swingle 枳柚實生苗中，少數雜交後代遺傳因子重組所產生的結果 (Garnsey *et al.* 2001)。台灣新興柑橘品種中茂谷柑風味濃，最受歡迎，發展最迅速。目前台灣柑橘所使用之砧木種類仍少，主要是柚類、酸橘與廣東檸檬，絕大多數茂谷柑以後兩者砧木，然尚無相關的砧木試驗報告。本試驗調查不同砧木種類對茂谷柑果實產量、品質及植株生長的影響。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2303 號。接受日期：96 年 12 月 10 日。

2. 嘉義分所園藝系副研究員。台灣 嘉義市。

3. 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：hwangas@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2773630。

材料與方法

供試材料

茂谷柑接穗採自農試所嘉義分所健康種原，經例行檢定，均無黃龍病、破葉病 (citrus tatter-leaf) 及南非立枯病 (tristeza) 等病原。砧木種子除酸橘 (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.) 取自新竹酸橘醬加工廠外，其餘廣東檸檬 (*C. limonia* Osbeck)、雜交柚 (*C. grandis* Osbeck) (麻豆文旦 x 紅文旦)、粗皮檸檬 (*C. jambhiri* Lush.)、Troyer 枳橙 (*C. sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* Raf.)、酸橙 (*C. aurantium* Linn.)、Swingle 枳柚 (*C. paradisi* Macf. x *P. trifoliata* Raf.)、枳殼 (*P. trifoliata* Raf.) 均採自嘉義分所果園。苗木均以盆栽培育，於砧木一年生時嫁接，嫁接後一年至一年半，各試驗園選擇苗木大小相近者定植。

試驗園與試驗設計

試驗園三處包括嘉義分所 (Chia-Yi Agricultural Experiment Station, CAES)、古坑鄉 A 區及古坑鄉 B 區。施肥、修剪、病蟲害防治等按一般柑園管理或推薦量。嘉義分所試區株行距為 4.5 × 3.0 m、古坑鄉 A 區 5.0 × 2.0 m、古坑鄉 B 區 5.5 × 4.0 m。前兩區有噴灌設施，後者採行間溝灌。嘉義分所及古坑鄉 A 區採完全逢機之試驗設計，每重覆一株。嘉義分所計 7 種砧木處理 10 重覆，古坑鄉 A 區計 5 種砧木處理 6 重覆。古坑鄉 B 區計 8 種砧木，處理株數如表 7。各試區土壤性質與主要要素含量如表 1，與台灣中部地區柑橘園之土壤比較 (Shieh 1990)，嘉義試區鐵的含量與古坑鄉 B 試區錳的含量略偏低。

產量與果實品質調查

果實於成熟期間採收後，計算果實數與重量。果實品質分析採樹冠外圍、中間高度位置之中等果形者每株 12 果，調查果實品質主要項目，包括重量、皮厚、縱徑與橫徑。果實橫切後，以電動榨汁機 (Braun, MPZ6, USA) 榨汁，果汁重除以果實重為果汁率，總可溶性固形物含量以手提式曲折計 (Atago N1, Japan) 測定，含酸量以 0.1N NaOH 滴定，換算為每 100 mL 果汁中之檸檬酸 (citric acid) 含量。

黃龍病檢定

2003 年 3 月自植株上、下部位及四周逢機採 20 成熟葉片，取中肋置於 45°C 烘箱中烘乾後，以 Hung (1999) 開發之 PCR 方法檢定黃龍病。

表 1. 各試驗區土壤分析

Table 1. Soil characters of the three trial zones used in the study

Site	Soil depth (cm)	pH	Organic matter (%)	Element concentration (mg/kg)					
				P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
CAES	0-20	6.1	2.0	44	48	547	49	45	33
	20-40	5.8	1.5	38	70	930	92	42	21
Gu-Keng-A	0-20	6.6	1.5	40	98	1114	98	713	22
	20-40	6.1	1.3	27	40	551	62	417	20
Gu-Keng-B	0-20	5.3	2.0	67	116	461	129	254	16
	20-40	5.2	1.2	70	52	351	86	104	8

結 果

嘉義試區植株生育調查

嘉義試區植株於 1998 年 9 月定植，每處理 10 株。2001 年春分別有 3 株 Troyer 枳橙、2 株酸橘衰弱，有根部病害癥狀。此後陸續有其他植株發生根部病害。2002 年間試區中陸續發生新葉缺鋅、不規則黃化、葉脈木栓化之黃龍病病徵，其中以 Swingle 枳柚砧居多。至 2003 年春，Swingle 枳柚砧僅二株、酸橘砧僅一株為健株（無黃化及枯梢癥狀），Troyer 砧者均有衰弱現象。2003 年 3 月以 PCR 法檢查全部植株，Swingle 枳柚砧感染黃龍病之比率最高達 80%，其他砧木亦分別有 2 至 4 株被感染（表 2）。為研判土壤病害原因，逐株檢查土壤中之柑橘線蟲密度，結果與根部病害並無相關性（資料未列出），本試區試驗期間極少天牛危害，且對疫病為耐病之酸橙與 Swingle 枳柚均無該病發生，由病癥判斷該根部病害是疫病菌造成之褐腐病或根腐病。2003 年春，植株生長狀況以酸橙、粗皮檸檬、廣東檸檬砧較佳，定植 10 株中分別有 7、6、5 株為健株。

健株比率高的砧木，包括粗皮檸檬、酸橙、廣東檸檬等產量亦高。反之，罹病比率較高之酸橘、Swingle 枳柚與 Troyer 枳橙產量低（表 3）。Troyer 枳橙，平均單株產量，連續三年均最低。與其它兩試區比較，本試區產量明顯偏低。果實品質主要項目中果重、縱徑、橫徑、皮厚、果汁率在處理間均無顯著差異。可溶性固形物以 Swingle 枳柚之 12.0 °Brix 最高，粗皮檸檬及廣東檸檬兩者之 10.5 °Brix 較低；含酸量以 Swingle 枳柚之 0.69% 及 Troyer 枳橙之 0.61% 較高，雜交柚、粗皮檸檬、廣東檸檬較低，分別為 0.54%、0.53% 及 0.55%（表 4）。

古坑鄉 A 試區植株生育調查

古坑鄉 A 試區於 1998 年 7 月定植，其株距為一般柑園之一半，栽培密度為 1000 株/公頃，至 2001 年相鄰株之枝梢已漸接觸。定植 30 株中，僅 2 株粗皮檸檬砧者發生輕微褐腐病，但並未造成枝梢黃化等外觀異常現象。其餘植株生長良好。2002 及 2003 連續二年之結果量，以 Swingle 枳柚砧之平均每株 483.5 個果實、廣東檸檬砧之 463.8 個果實較多，Troyer 枳橙砧 453.3 個果實、粗皮檸檬砧 402.8 個果實次之，雜交柚砧最低為 328.8 個果實（表 5）。處理間果實品質差異主要為可溶性固形物與含酸量，五種砧木間，可溶性固形物以粗皮檸檬砧之 8.7 °Brix 略低，含酸量以粗皮檸檬及雜交柚砧者略低，分別為 0.31% 及 0.30%（表 6）。其他果實品質主要項目中果重、縱徑、橫徑、皮厚、果汁率在處理間均未達顯著差異。

表 2. 嘉義試區砧木對茂谷柑植株生長之影響^z

Table 2. Effect of different species of rootstocks on tree growth of 'Murcott' tanger at Chia-Yi Agricultural Experiment Station^z

Rootstock	No. trees		
	Healthy canopy	HLB ^y	Foot or root rot
Sour orange (<i>Citrus aurantium</i> Linn.)	7	3	0
Rough lemon (<i>C. jambhiri</i> Lush.)	6	3	2
Rangpur lime (<i>C. limonia</i> Osbeck)	5	3	2
Pummelo (<i>C. grandis</i> Osbeck)	3	4	4
Swingle (<i>C. paradisi</i> Macf. x <i>Poncirus trifoliata</i> Raf.)	2	8	0
Sunki (<i>C. sunki</i> Hort. ex Tan.)	1	2	7
Troyer (<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck x <i>P. trifoliata</i> Raf.)	0	2	8

^z Trees (10 trees per treatment) planted in 1998 and investigated till 2003.

^y Huanglongbing (HLB), trees detected positive by PCR in March, 2003.

表 3. 嘉義試區砧木對茂谷柑連續三年產量之影響^zTable 3. Three-year's accumulative yield of 'Murcott' tangor grafted on seven species of rootstocks at Chia-Yi Agricultural Experiment Station^z

Rootstock	Yield (kg/tree)			
	2002	2003	2004	total
Rough lemon	22.4 a ^y	32.9 a	24.0 ab	79.2 a
Pummelo	19.8 a	21.2 abc	34.1 a	75.1 a
Sour orange	19.5 a	17.6 bc	20.5 ab	59.8 a
Rangpur lime	18.4 a	29.1 ab	14.4 bc	61.8 a
Sunki	16.6 a	15.9 bc	16.5 bc	48.9 ab
Swingle	21.3 a	10.1 c	13.1 bc	44.4 ab
Troyer	2.5 b	9.8 c	3.5 c	15.7 b

^z Trees (10 trees per treatment) planted in Sept. 1998.^y Means separation by Duncan's multiple rang test ($p = 0.05$).表 4. 嘉義試區砧木對茂谷柑果實品質之影響^zTable 4. Effect of different species of rootstocks on fruit quality of 'Murcott' tangor at Chia-Yi Agricultural Experiment Station^z

Rootstock	Fruit weight (gm)	Diameter ^y (mm)		Rind thickness (mm)	Juice yield (%)	Total soluble solid (°Brix)	Acid content (%)
		Trans.	Longit.				
Swingle	191.4	75.4	57.9	3.1	48.0	12.0 a ^x	0.69 a
Troyer	196.7	75.9	60.5	3.2	47.0	11.3 ab	0.61 abc
Sour	198.4	75.8	60.0	3.1	46.1	11.2 ab	0.58 bc
Sunki	193.6	75.3	59.4	3.1	48.3	11.1 ab	0.57 bc
Pummelo	196.8	76.3	59.6	3.0	50.1	11.1 ab	0.54 c
Rangpur lime	200.4	76.6	59.4	3.1	48.2	10.5 b	0.53 c
Rough lemon	189.1	74.6	59.5	3.1	47.4	10.5 b	0.55 c

^z Trees planted in 1998. Fruits harvested in Jan. 2003.^y Trans.: transversal; longit.: longitudinal.^x Means separation by Duncan's multiple rang test ($p = 0.05$).表 5. 古坑 A 試區砧木對茂谷柑連續二年結果數之影響^zTable 5. Effect of different species of rootstocks on yield of 'Murcott' tangor at the Gu-Keng, Yunlin A trail^z

Rootstock	Yield (fruit/tree)		
	2002	2003	Total
Swingle	210.5 a ^y	273.0 a	483.5 a
Rangpur lime	183.0 ab	280.8 a	463.8 a
Troyer	219.8 a	233.5 ab	453.3 ab
Rough lemon	161.2 ab	241.6 ab	402.8 ab
Pummelo	143.1 b	185.7 b	328.8 b

^z Trees planted in June 1998, six 1-tree replications.^y Means separation by Duncan's multiple rang test ($p = 0.05$).

表 6. 古坑 A 試區砧木對茂谷柑果實品質之影響^zTable 6. Effect of different species of rootstocks on fruit quality of 'Murcott' tangor at the Gu-Keng, Yunlin A trial^z

Rootstock	Fruit weight (gm)	Diameter ^y (mm)		Rind thickness (mm)	Juice yield (%)	Total soluble solid (°Brix)	Acid content (%)
		Trans.	Longit.				
Troyer	197.1	77.4	60.1	3.3	54.6	9.2 a ^x	0.35 a
Pummelo	203.1	78.0	60.5	3.3	54.3	9.2 a	0.30 b
Swingle	201.9	78.0	59.5	3.2	54.6	9.1 a	0.35 a
Rangpur lime	195.9	77.4	59.5	3.4	54.0	9.1 a	0.32 ab
Rough lemon	194.2	76.9	60.5	3.4	53.0	8.7 b	0.31 b

^z Trees planted in June 1998. Fruits harvested in Jan. 2003.

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

^x Means separation by Duncan's multiple rang test ($p = 0.05$).

古坑鄉 B 試區植株生育調查

古坑鄉 B 試區於 2000 年 9 月定植計 75 株，供試砧木包括酸橘、廣東檸檬、雜交柚、粗皮檸檬、Troyer 枳橙、酸橙、Swingle 枳柚、枳殼等八種類。2003 年 6 月經病原檢定，全部植株均無黃龍病，生長正常；當年 12 月再檢定，有粗皮檸檬、酸橘砧各 1 株、枳柚砧 3 株感染黃龍病，部份枝梢出現病徵。酸橙砧者有 3 株經檢定雖無黃龍病，但有枯梢、葉片黃化徵狀，樹勢衰弱，判斷係感染南非立枯病 (*Tristeza*)，供試砧木中僅酸橙對該病為感病 (Castle 1987; Newcomb 1978; Wutscher 1979)。此後至 2006 年秋，除上述 8 株外，其他植株外觀均正常。定植後第五至第七年 (2004 至 2006) 之產量合計，由高至低依次為粗皮檸檬、廣東檸檬、枳殼、Swingle 枳柚、雜交柚、Troyer 枳橙、酸橙、酸橘。三年產量合計，粗皮檸檬最高平均每株 194.7 kg，酸橘最低為 106.3 kg (表 7)。果實品質調查，2005 與 2007 年 (後者資料未列出) 兩年間之結果相似，枳殼砧之果重最小，雜交柚、廣東檸檬、粗皮檸檬砧果重較大；可溶性固形物與含酸量則以雜交柚、廣東檸檬、粗皮檸檬砧者較低；果汁率以雜交柚、粗皮檸檬砧較低 (表 8)。

討 論

本試驗三個試區中，嘉義試區因發生黃龍病與疫病，砧木間之生育狀況有相當差異。黃龍病以枳柚砧發生比率達 80% 最高，疫病以酸橘及 Troyer 枳橙發生較多，分別為 70% 及 80% (表 2)。古坑鄉 A 試區植株均無黃龍病病徵，古坑鄉 B 試區雖黃龍病發生較少，但感染率亦以 Swingle 枳柚砧 18% 最高。目前尚無黃龍病之抗病品種，粗皮檸檬、柚類、甜萊姆、枳殼、檸檬相對稍為耐病 (Cheema *et al.* 1982; Lange *et al.* 1985)。在田間，黃龍病由柑橘木蝨取食嫩芽而傳播 (Huang & Liaw 1995)。本試驗，Swingle 枳柚砧植株感染率高，可能因幼樹期生長較其他砧木旺盛、新芽較多而被易媒介昆蟲傳染。但此一現象若在全園均採用同一砧木並注意媒介昆蟲之防治時應不明顯。

嘉義試區，酸橘及 Troyer 枳橙兩砧木疫病發生比率高，酸橙與 Swingle 枳柚則無，古坑鄉 A 試區有兩株粗皮檸檬發生輕微褐腐病，古坑鄉 B 試區則無根部病害發生。與台灣疫病感病性檢定 (Ann 1989) 比較，其差異為嘉義試區酸橘、Troyer 枳橙之疫病較粗皮檸檬發生嚴重，可能與田間病原分佈不均勻與檢定之苗較小有關。疫病為重要柑橘病害，有本病發生之園區，應注意防範並避免再以酸橘做為根砧。

表 7. 古坑 B 試區茂谷柑八種砧木累計產量之差異^zTable 7. Accumulative yield of 'Murcott' tangor grafted on eight rootstocks at the Gu-Keng, Yunlin B trial^z

Rootstock	Yield (kg / tree)				No. trees (investigated / planted)
	2002	2003	2004	total	
Rough lemon	69.4±14.7	76.3±15.1	49.0±27.2	194.7±43.3	12/12
Rangpur lime	69.3±27.1	77.9±21.5	43.4±15.7	190.6±56.3	10/10
Trifoliolate	56.9±5.5	77.2±7.2	44.1±1.0	178.1±11.6	3/3
Swingle	54.8±16.5	74.8±12.2	31.1±14.0	162.9±28.9	12/16
Pummelo	57.0±11.2	35.9±3.7	43.9±6.7	136.9±12.7	3/3
Troyer	45.5±19.2	58.0±13.5	27.2±2.4	131.2±33.6	4/4
Sour orange	48.6±6.1	41.2±16.2	35.7±17.5	125.5±17.8	8/10
Sunki	32.3±14.5	43.8±12.6	30.2±10.2	106.3±23.2	16/17

^z Trees planted in 2000, October and those with abnormal appearance were excluded from investigation (mean±SD).

表 8. 古坑 B 試區砧木對茂谷柑果實品質之影響^zTable 8. Effect of different species of rootstocks on fruit quality of 'Murcott' tangor at the Gu-Keng, Yunlin B trial^z

Rootstock	Fruit weight (gm)	Diameter ^y (mm)		Juice yield (%)	Total soluble solid (°Brix)	Acid content (%)	No. trees (investigated / planted)
		Trans.	Longi.				
Troyer	210.1±6.5	76.7±1.7	59.8±1.5	47.8±0.1	13.6±0.4	0.70±0.02	4/4
Trifoliolate	187.0±3.0	74.6±0.5	57.8±0.4	49.7±0.6	13.2±0.3	0.70±0.05	3/3
Sour orange	208.5±14.0	77.3±2.5	60.2±1.5	47.5±2.3	12.6±0.5	0.65±0.02	6/10
Swingle	217.0±10.1	78.1±1.5	60.7±1.3	48.3±1.1	12.2±0.4	0.68±0.04	6/16
Sunki	207.8±11.5	76.7±2.1	59.3±1.4	49.2±1.5	12.0±0.5	0.64±0.05	6/17
Rangpur lime	227.5±24.1	79.4±2.8	61.6±1.9	48.0±1.3	11.7±0.4	0.58±0.01	6/10
Pummelo	240.0±24.6	81.7±2.6	62.4±2.4	45.7±2.0	11.6±0.3	0.62±0.10	3/3
Rough lemon	223.3±19.3	78.4±2.4	61.6±2.0	44.7±1.2	10.8±0.6	0.54±0.03	6/12

^z Trees planted in 2000, fruit sampled in 2005 (mean±SD).

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

本試驗植株之衰弱均與病害有關。雖有報告指出部分 Swingle 枳柚砧之茂谷植株，至十餘年生後穗砧間有親和性的問題，但此可能是多胚性之 Swingle 枳柚實生苗中，少數雜交後代所發生之變異 (Garnsey *et al.* 2001)。本試驗中，該砧木及嘉義分所健康柑橘種原 16 株 12 年生 Swingle 枳柚砧之茂谷植株生長均正常，其穗砧癒合處亦未觀察到典型不親和之凹陷 (creasing) 徵狀。

由多數柑橘砧木試驗結果歸納 (Castle 1987; Hwang 2000; Newcomb 1978; Wutscher 1979)，生長勢強之砧木如粗皮檸檬、廣東檸檬等產量高，果實糖酸含量較低；生長勢弱者如枳殼產量低，果實糖酸含量較高。嘉義試區砧木間產量之差異主要受病害的影響。古坑鄉 A 試區兩年結果數合計，由高至低，五種處理依次為 Swingle 枳柚、廣東檸檬、粗皮檸檬、Troyer 枳橙、雜交柚。古坑鄉 B 試區異常植株不列入統計，由高至低依次為粗皮檸檬、廣東檸檬、枳殼、Swingle 枳柚、雜交柚、Troyer 枳橙、酸橙、酸橘。如考量古坑鄉 A 試區 2 株粗皮檸檬砧發生裾腐病對生育之可能影響，兩試區砧木間產量高低有相似之趨勢，亦與前述一般砧木試驗歸納之結果相同。Figueiredo 等 (2006)

之報告，七年茂谷柑之單株產量，枳殼砧之產量低，酸橘砧者高，本試驗古坑鄉 B 試區三年累計之單株產量，枳殼砧高而酸橘最低與之不同。除調查期限不同外，不同地區土壤性質差異 (Snyman *et al.* 1996) 及氣候均可影響砧木之表現。

砧木對果實品質的影響，在三試區的表現甚相近。果重、縱徑、橫徑、皮厚、果汁率在處理間均無顯著差異。可溶性固形物、含酸量以枳殼及其雜交種 Troyer 枳橙、Swingle 枳柚較高，酸橘及酸橙中等，雜交柚、廣東檸檬及粗皮檸檬最低。此與茂谷柑 (Wheaton *et al.* 1991) 及一般柑橘砧木試驗歸納之結果 (Castle 1987; Newcomb 1978; Wutscher 1979) 相似。但 Figueiredo 等 (2006) 之報告，主要砧木種類對茂谷柑果實品質無顯著影響，這也應與不同地區之氣候、土壤與管理導致個別試驗間之差異有關。

酸橘與廣東檸檬是目前台灣茂谷柑的主要砧木，本研究顯示做為茂谷柑之砧木，酸橘品質中等，但產量偏低，廣東檸檬產量高，但風味較淡。廣東檸檬、酸橘對疫病、柑橘線蟲均為罹病，枳殼、Swingle 枳柚對兩者具抗病性 (Ann 1989; Chang 1980; Lin 1989)。本試驗調查顯示 Swingle 枳柚品質、產量均優於廣東檸檬或酸橘，可做為發生疫病與柑橘線蟲園地更新之砧木，但幼樹期應注意黃龍病媒介昆蟲之防治，並採用無鱗砧病與破葉病之健康接穗。

誌 謝

本研究承高雄區農業改良場林永鴻先生分析土壤、嘉義分所倪惠芳小姐調查線蟲，謹此致謝。

引用文獻 (Literature cited)

- Ann, P. J. 1989. Phytophthora diseases of citrus in Taiwan. p.212-221. *in*:Proceeding of a Symposium on the Researches and Development of Citrus in Taiwan. TARI Special Publication No.27. (in Chinese with English abstract)
- Ashkenazi, S. 1992. Growing Murcott in Israel. Rootstocks, quality, yield. Alon Hanotea 46(5):321-329.
- Broembsen, L. V. 1984. Citrus rootstocks-the choice you have. Citrus and Subtropical Fruit Journal. Nov. 610:6-12.
- Castle, W. S. 1987. Citrus rootstocks. p.361-399. *in*:Rootstocks for Fruit Crops. (Rom, R. C., and R. F. Carlson, eds.) John Wiley and Sons, New York.
- Chang, D. C. 1980. The selection and test of citrus rootstocks as host of *Partylenchus coffeae* and *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. J. Chinese Soc. Hortic. Sci. 26 (2,3):71-77. (in Chinese with English abstract)
- Cheema, S., S. P. Kapur, and J. S. Chohan. 1982. Evaluation of rough lemon strains and other rootstocks against greening-disease of citrus. Sci. Hortic. 18:71-75.
- Ferguson, L., N. Sakarich, and M. Roose. 1990. California citrus rootstocks. Publication 21477, Univ. of Calif., Div. of Agric. and Natural Resources. 18 pp.
- 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. Revista Brasileira de Fruticultura 28(1):76-78.

- Garnsey, S. M., W. S. Castle, D. P. H. Tucker, R. E. Rouse, and M. C. Kesinger. 2001. Budunion incompatibilities and associated declines observed in Florida among trees on Swingle citrumelo and other trifoliolate orange-related rootstocks. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 114:121-127.
- Huang, C. H., and C. F. Liaw. 1995. A proposed strategy for control of citrus likubin from ecological viewpoint in Taiwan. p.177-186. *in:the Proceeding of Symposium on the Research and Development of Citrus in Taiwan*. TARI Special Publication No.51. (in Chinese with English abstract)
- Hung, T. H., M. L. Wu, and H. J. Su. 1999. Development of a rapid method for the diagnosis of citrus greening disease using the polymerase chain reaction. *J. Phytopathol.* 147:599-604.
- Hwang, A. S. 2000. Characteristics of citrus rootstocks and its choice in citriculture. *J. Chinese Soc. Hort. Sci.* 46(2):133-146. (in Chinese with English abstract)
- Lange, J. D., A. P. Vincent, and M. Nel. 1985. Breeding for resistance to greening disease in citrus. *Citrus and Subtropical Fruit Journal* 614:6-9.
- Lin, Y. Y. 1989. The problem of citrus nematode. p.33-42. *in:the Proceeding of Symposium of Plant Nematode Disease Control*. TARI Special Publication No.27. (in Chinese)
- Newcomb, D. A. 1978. Selection of rootstocks for salinity and disease resistance. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 117-120.
- Shieh, C. F. 1990. Physiological disorders of fruit trees in central Taiwan. p.103-118. *in:the Proceeding of Symposium on Fruit Tree Nutrition and Orchard Soil Management*. (Chang, L. R. ed.) Special Publication No. 20, Taichung District Agriculture Improvement Station. (in Chinese with English abstract)
- Snyman, J. C., H. J. breedt, J. J. Koekemoer, and J. E. Miller. 1996. Evaluation of rootstocks for Valencia in South Africa. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 268-270.
- Wheaton, T. A., W. S. Castle, J. D. Whitney, and D. P. H. Tucker. 1991. Performance of citrus scion cultivars and rootstocks in a high-density planting. *HortScience* 26(7):837-840.
- Wutscher, H. K. 1979. Citrus rootstocks. p.230-269. *in:Horticultural Reviews*. (Janick, J. ed.) AVI Publishing Co., Westport, Connecticut.

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

A-Shiarn Hwang^{2,4} and Shih-Cheng Hung³

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 order to evaluate the effects of different species of rootstocks on fruit production of 'Murcott' tangor. Scions of 'Murcott' tangor were grafted on one year old seedlings of eight species of rootstocks and planted in the Chia-Yi Agricultural Experiment Station and two sites at Gu-Keng, Yunlin County. Tree growth, yield and fruit quality were investigated at the sixth and seventh year after transplanting. Accumulated yields of healthy plants were high on rough lemon and 'Rangpur' lime, intermediate on trifoliolate, 'Swingle' citrumelo and 'Troyer' citrange, low on sour orange and Sunki. The fruit qualities were similar among most combination of the 'Murcott' tangor and rootstocks species. Total soluble solids and acid contents were high from 'Murcott' tangor grafted on trifoliolate, 'Swingle' citrumelo and 'Troyer' citrange, intermediate on Sunki and sour orange, and low on 'Rangpur' lime and rough lemon. In Chia-Yi Agricultural Experiment Station low yield of 'Murcott' tangor on 'Swingle' was resulted from infection with Huanglongbing, whereas low yield on Sunki and 'Troyer' citrange was due to *Phytophthora* foot or root rot.

Key words: Murcott, Citrus rootstock, Tree growth, Yield, Fruit quality.

-
1. Contribution No.2303 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: December 10, 2007.
 2. Associate Horticulturist, Department of Horticulture, Chia-Yi Agricultural Experiment Station, ARI, Chia-Yi, Taiwan.
 3. Assistant Entomologist, Department of Plant Protection, Chia-Yi Agricultural Experiment Station, ARI, Chia-Yi, Taiwan.
 4. Corresponding author, e-mail:hwangas@dns.caes.gov.tw; Fax:(05)2773630.