柑橘雜交育種－雜交後代鑑定、培育與初選

黃阿賢[1]　涂信次[2]
台灣省農業試驗所嘉義分所園藝系副研究員[1]及副研究員兼系主任[2]

摘　要

爲開發本省柑橘新品種，以兼具單僞結果，耐潰瘍病等特性之桶柑及麻豆文旦爲主要母本，與甜橙及寬皮柑類等雜交。主要有15雜交組合。選拔目標爲耐潰瘍病、不同成熟期、少籽及品質優良。本計畫自1983年春開始授粉，初期並進行多胚性品種之胚數調查，以選擇適宜的母本。結果顯示多胚性柑橘品種中，有胚數較少者，其種子發育過程中，平均胚數均在5個以下，做爲母本可得到一定比率之雜交後代，如桶柑、檸檬、四季橘。歷年來計培育實生苗二萬四千餘株，母本爲多胚性品種者，其雜交苗以葉片形態、新梢顏色及胚色等特徵與珠心胚苗鑑別之。1988年春起陸續定植5,960株，果園採用寬行密植、單幹整枝的管理，幼樹於主幹150公分高處修剪，使其分枝。主要雜交組合間五年生之開花率以文旦與Hamlin、Marrs early等甜橙之雜交苗最低，爲17.5％，Fortune x Chandler最高，爲60.7％。幼年期之長短主要應受母本的影響。由田間觀察，潰瘍病發生之程度隨株齡之增加而明顯的減少。親本之一爲柚類者發育較旺盛。雜交後代結果者經品評及品質分析，已初選得10株分別具有早生、少籽、風味佳及耐潰瘍病等特性之品種，並分別培育苗木或高接供進一步試驗。

關鍵詞：柑橘、雜交育種、多胚性、雜交苗、初選

前　言

柑橘爲本省最重要的果樹之一，栽培面積達四萬餘公頃，然歷年來主要品種只限於椪柑、桶柑、柳橙及文旦等，產期由十月至二月。開發不同成熟期或其他優良性狀的品種，達到品種多樣化，以延長鮮果供銷期有其必要性。新品種之開發，除引種外，雜交育種爲兼具有增進品質、風土適應性、病蟲害忍受性等作用之廣泛性品種改良的效果。柑橘育種的目標[14,26]不外乎高品質、高生產效率、特殊環境之適應性、不同成熟期、不同樹型及病虫害的抵抗性。本省的文旦爲一早生品種，桶柑爲晚生品種，二者均具單僞結果、自交不親合[3,4,21]，抗潰瘍病等優良特性，且風味佳，爲良好之雜交親本。柑橘類除柚類及少數品種外，普遍具多胚性[2,6,7,23,26]，即每個種子中具一個以上的胚，通常一個爲有性胚（Sexual embryo或Zygotic embryo），由受精卵發育而來[20]，其餘爲珠心胚（Nucellar embryo），由珠心組織中之初生細胞（Primordium cell）分化發育而來，珠心胚之遺傳特性與母本相同。一般的播種方式，不論胚數多寡，每一種子平均所萌發之苗數亦不及2株，且胚數多者，雜交苗（胚）之成活機會低，甚至全無[2,6,9,26]。因此，珠心胚的發生爲多胚性柑橘雜交育種上的一大困擾。雖然有種種鑑定雜交後代的技術，包括葉片形態差異[1,7,8,9,10,11,15,30]，胚在種籽中的位置[18,32]，胚色[8,19,31]，同功異構酵素[3,17,25,28]及DNA片段多形性的分析[25]，但仍應選擇適宜之母本，以獲得相當數量之雜交後代。

主要品種胚發育調查

本省栽培之柑橘品種中，文旦爲單胚性，柳橙與桶柑、椪柑、四季橘、檸檬均爲多胚性，但不同品種間，胚數有相當之差異。本育種計畫在種子發育期間，以解剖顯微鏡調查胚數，結果顯示柳橙之胚數最多，在七月中可達20個以上[10]，雪柑平均介於10至14個[9]，以後則逐漸減少，十月下旬之調查，柳橙約爲10個，雪柑爲8至9個。此顯示胚數甚多的品種，種子成熟時的胚數，已不能代表其發育過程中所產生的胚數。其原因爲種子發育後期，胚已發育至充滿整個胚囊，導致彼此相互擠壓而變形，調查時較小者不易辨別，一般的播種方式，此種胚均不能成活。

桶柑、四季橘、檸檬等品種則胚數明顯較少，絕大部份種子的胚數均少於5，且在種子發育過程中胚數之差異有限，至成熟時亦無明顯的變化。以這些品種爲母本亦產生一定比率之雜交苗[5,6,7,9,10]。此顯示同具多胚性之品種中，部份胚數較少者，可做爲雜交育種的母本。而判斷柑橘品種的胚數，應在種子發育過程中，數個不同時期調查較準確。

育種材料與新品種期望特性

一、材料

1. 橙類之雜交育種，以桶柑、柳橙、Wilking、Fortune爲母本與甜橙類，包括Hamlin、Pineapple、Valencia、柳橙及其他柑橘類雜交，並進行甜橙品種間之雜交。
2. 柚類雜交育種，以麻豆文旦爲母本與Hamlin、Marrs early、Pineapple等早、中生甜橙及椪柑、柳橙雜交。
3. 其他雜交組合，以檸檬與低酸甜橙Hamlin、柳橙雜交。清見爲母本與椪柑雜交。

二、期望特性

表*1.*主要雜交組合期望之新品種及其特性

雜交組合	期望品種	期望特性
桶柑x晚白柚	橘柚或柚類	晚生、耐潰瘍病
桶柑x甜橙	橘橙或甜橙	不同成熟期、少籽、耐潰瘍病
文旦x甜橙	葡萄柚	早生、少籽、耐潰瘍病
文旦x椪柑	橘柚或葡萄柚	早生、耐潰瘍病
檸檬x甜橙	Lemonage[16]	早生或週年開花
Fortune x 柚類	葡萄柚	酸味適中、耐潰瘍病
Fortune x 椪柑	寬皮柑	樹形開張、皮色紅
Fortune x 柳橙（四倍體）	橘橙或甜橙	無籽、皮色紅

雜交後代之培育與鑑定

人工授粉後，雜交果於成熟時採收。取出種子，剝除種皮，逐一播種於育苗箱或穴植管，多胚性者，選取較大的胚播種。播種後約6個月，選擇生長較良好之雜交苗，移植於3公升盆。再於網室內培育半年至一年後，定植於嘉義分所果園。以多胚性品種爲母本，進行雜交育種，須於幼苗期鑑定雜交苗與珠心胚苗，以提高育種之效率。

本計畫自1983年春開始授粉，歷年來計培育實生苗二萬四千餘株。母本爲多胚性者，主要以葉片形態特徵鑑定雜交苗。此外，並以新梢顏色、胚色之差異分別鑑別檸檬與甜橙、四季橘與柚類之雜交後代[8,11]。甜橙品種間相互雜交，由於親本葉片形態均甚接近，珠心胚苗與雜交苗間不易以葉片形態特徵鑑定，所選拔者，通常與母本有顯著不同。桶柑葉片形態之主要特徵爲較寬之披針形，幾無葉翼，甜橙葉片爲卵形，有明顯之葉翼。當以桶柑爲母本與甜橙雜交時，可由葉片形態，包括較明顯之葉翼、葉身較接近卵形，或其他與母本不同之特徵，鑑定雜交苗[10]。以甜橙授粉於檸檬，與珠心胚苗比較，雜交苗之主要特徵依次爲：葉翼較明顯、葉身較圓或卵形、葉片較狹長或較小，可以上述一種或多種形態上之差異鑑定之[10]。此外，以葉片鑑定之檸檬與甜橙雜交苗中，70％以上植株之幼梢爲淡綠色[11]，此與珠心胚苗帶紫色之特徵明顯不同，且易於區別。柚類爲兩親之一者，其後裔均具有柚類大型葉片與大型葉翼之特徵。

主要雜交組合中，母本爲單胚性者，包括文旦、清見、Fortune、Wilking等，其雜交種子所萌發之幼苗均爲雜交苗。桶柑每一種子之平均胚數，不同年份間介於2.0至3.9，播種9,621個種子，獲得雜交苗3,819株，合計之雜交苗率39.7％。檸檬之平均胚數介於1.3至1.7，播種648個種子，獲得雜交苗470株，合計之雜交苗率72.5％。雪柑、Valencia等甜橙之胚數可達十餘個，播種838個種子，獲得雜交苗34株，合計之雜交苗率4.1％。柳橙以Chandler柚授粉之雜交苗率爲6.6％，枳殼授粉者0（表2.）。即胚數越多的品種雜交苗率越低。

表2. 多胚性母本之雜交苗率[8,9]

母本	父本	著果數	種子數	平均胚數[z]	實生苗數	雜交苗數	雜交苗率[y]
桶柑	Hamlin、柳橙 Pineapple、晚白柚 Valencia、葡萄柚	2,636	9,621	2.0—3.9[x]	13,091	3,819	39.7
檸檬	Sugar orange Hamlin、柳橙	60	648	1.3—1.7[x]	—	470	72.5
甜橙[w]	甜橙[w]	—	838	4.2—8.2[x]	1,090	34	4.1
柳橙	Chandler柚	—	379	9.5	57	25	6.6
柳橙	枳殼	—	30	6.5	47	0	0

z. 果實成熟時調查。

y. 雜交苗率＝（雜交苗數／種子數）×100％。雜交苗以葉片形態鑑定之。

x. 各雜交組合最高與最低者。

w. 包括柳橙、雪柑、Valencia、Pineapple、Hamlin等品種。

表3. 定植成活之雜交苗數量

雜交組合	定植年月	成活株數*	開花株數		
			81年	82年	83年
桶柑 x Pineapple	77.3至80.2	42	4	5	9
桶柑 x Valencia	77.3至79.3	198	31	32	66
桶柑 x Hamlin	77.3至79.3	165	65	24	55
桶柑 x 晚白柚	79.3至80.2	85	1	5	22
桶柑 x 柳橙	80.2	48	—	3	9
Fortune x Chandler	78.3	26	4	8	9
檸檬 x Sugar orange	80.2	17	—	2	8
檸檬 x 柳橙	80.11	49	—	4	12
檸檬 x Hamlin	80.11	14	—	1	2
文旦 x Marrs Early	78.6至79.4	961	8	3	100
文旦 x Hamlin	78.6至79.4	1,014	9	—	109
文旦 x 椪柑	80.11至81.10	94	—	—	—
文旦 x 柳橙	80.11至81.10	311	—	—	1
文旦 x Pineapple	81.10	513	—	—	—
清見 x 椪柑	82.12	252	—	—	—
其他組合	77.3至80.3	81	30	18	19
合計		3,870	152	105	421

*調查日期：83年3月

雜種園之管理與植株生育

本雜交育種計畫自1988年3月起陸續定植，主要有15雜交組合（表3.）。雜交苗以株距0.4 至0.5公尺，行距3.0至5.0公尺的寬行密植模式，定植於嘉義分所，計5,960株。植株採用單幹整枝，於約150公分高處修剪，分枝後並經常短剪以及早養成樹冠。除文旦之雜交苗外,其餘立棚架，以減少風害。除生長不良死亡或被淘汰的植株外，至1994年三月止，計成活三千八百餘株（表3.）。其中親本之一爲柚類者，包括桶柑 x 晚白柚，Fortune x Chandler，文旦x Marrs Early，文旦 x Hamlin，植株生長較其他組合旺盛，此與Cameron and Soost (1974) 之報告相同。

桶柑與甜橙之雜交苗以實生苗定植者，發生裾腐病之比率較柚類與甜橙或柚類與桶柑雜交者多，此爲桶柑與甜橙雜交後代成活率較低的主要原因（表4.）。嫁接於根砧再定植者亦較少感染裾腐病。此外星天牛爲害、毒素病的感染及植株本身之生長弱勢亦造成部份植株的衰敗。雜交苗定植二、三年後雖未結果，而判斷因根部生育較差或根部病虫危害者，均採取成熟枝條嫁接於砧木再定植。

雜種園中主要蟲害爲紅蜘蛛、潛葉蛾、蚜虫，主要病害爲潰瘍病、根腐病與裾腐病，此亦爲一般柑橘園易發生之病蟲害。一般柑橘品種間對主要蟲害之忍受性尚無明顯之差別，但對病害之抵抗性則較有強弱之分。桶柑、椪柑及文旦爲對潰瘍病具抗性之品種，甜橙、檸檬、橘

表4.柑橘雜交苗定植五年之存活率

母本	父　本	調查株數	成活率
桶柑	Valencia, Hamlin Pineapple	707	25.2
桶柑	晚白柚	50	62.0
Fortune	Chandler	32	87.5
文旦	Hamlin	582	88.5
	Marrs early	509	93.3

橙、葡萄柚則爲感病品種。對柑橘潰瘍病具抗病性或耐病性爲本計畫重要選拔目標之一。經六年來之田間觀察，各雜交組合之實生苗在約三年生以前普遍發生潰瘍病，之後則明顯改善。桶柑雜種園自1993年後已連續二年未施用銅劑，除少數植株外，發病情況甚輕微。顯示潰瘍病之發生隨株齡之增加 (aging) 而有明顯的減少。据 Matsumoto 及 Okudai[22] 之研究，柑橘類潰瘍病之抗性爲一對基因控制之遺傳，其中抗病者爲顯性。因此，文旦與桶柑之基因型應屬 Rr 或 RR 。柑橘品種間因氣孔密度、開口度及水溶液滲透葉片所需壓力不同可影響其耐病性[12] 。幼年性強之植株，可能表皮構造或生理等因素而易感病。

優良單株初選

幼年期 (Juvenile period) 長爲柑橘的生育特性之一。在網室中培育之珠心胚苗，至五、六年生後，品種間有10％至約20％的植株開花[1] 。本計畫多以實生苗定植於田間，較易遭病虫爲害，但植株發育較快，雜交苗到達成熟期所需時間，較在網室內爲短。

幼年期之長短，初步判斷與母本關係較密切，四季橘、Fortune、桶柑爲母本者，定植五年之開花率均高於50％，文旦與甜橙之雜交苗僅25.5％ (表5.) 。本計畫檸檬與甜橙之雜交苗定植三年之開花率達28.5％。同一雜交組合之後代間，分枝性較強者，也有提早開花的傾向。故單幹整枝後，經常短剪促進分枝，以擴大樹冠，也有加速渡過幼年期的效果。

雜種園自1992年開始有較多植株開花，絕大部份開花枝條上的刺均甚小或無，刺之逐漸退化應可做爲達到過渡期或成熟期之指標。但刺也爲一遺傳特性[27] ，因此，有少數全株枝梢均無刺者或發育至刺甚短者，仍未開花。雜種園開花株數，1992年152株，1993年105株，1994年421株 (表3.) ，經品評及分析，已初選10株。其果實主要特性列於表6. 。編號P363－3 ，P158－2 ，、H443－2 、SV32－1 、V198－4 及VL112－23 屬甜橙，均具有少籽的特性，預期在單一品種栽培時，種子數將更少。主要特性，P363－3 爲無籽、高糖度；H443－2 爲少籽、肉質軟、皮薄且早生，較一般甜橙易剝皮；P158－2 風味濃、含酸量高，樹勢強健；V1153 及V63 爲橘橙 (Tangor) ，前者果肉略帶粉紅色，顯得特殊，V63 果形大、皮甚薄、皮色橙紅；FSH19 之果形、風味類似葡萄柚，肉質軟而無葡萄柚之苦味，但種子甚多。初選單株已分別培育苗木或高接供進一步試驗。由田間觀察，除編號SV32－1 及FSH19 選株稍差外，其餘對柑橘潰瘍病均有相當之耐病性或抗病性。

表 5. 實生雜交苗定植後之開花率

母本	父本	調查株數	開花率（%）	
			四年生	五年生
桶柑	Valencia,Hamlin Pineapple	146	23.3	50.0
桶柑	晚白柚	35	64.7	—
Fortune	Chandler柚	25	32.1	60.7
四季橘	蜜柚 晚白柚	15	46.7	71.4
文旦	Hamlin Marrs early	815	—	25.5

表 6. 初選優良雜交後代果實之主要特性

編號	母本	父本	採收期	果重 (g)	糖度(°brix)	酸度(%)	種子數	皮厚(mm)
P363 - 3	桶柑	Pineapple	11月下旬	117.7 ± 11.3	13.9 ± 0.1	0.80 ± 0.01	無籽	4.9 ± 0.4
V63	桶柑	Valencia	12月上旬	244.4 ± 24.2	9.2 ± 0.4	0.98 ± 0.10	6.8 ± 2.5	3.5 ± 0.6
VL112 - 23	Valencia	柳橙	11月下旬	170.4 ± 39.1	11.7 ± 0.5	0.72 ± 0.03	3.6 ± 5.2	4.3 ± 0.5
H443 - 2	桶柑	Hamlin	10月下旬	123.2 ± 10.9	12.1 ± 0.7	0.70 ± 0.02	6.2 ± 3.8	3.4 ± 0.4
SV32 - 1	雪柑	Valencia	11月下旬	206.5 ± 36.1	10.4 ± 0.5	0.88 ± 0.11	4.0 ± 2.5	4.6 ± 0.3
V1153	桶柑	Valencia	12月上旬	200.3 ± 6.8	12.6 ± 0.6	0.87 ± 0.04	7.0 ± 1.2	3.7 ± 0.3
FSH19	Fortune	Chandler	11月中旬	538.9 ± 70.7	8.7 ± 0.3	0.80 ± 0.07	36.0 ± 17.2	5.8 ± 0.5
V1109 - 4	桶柑	Valencia	12月上旬	339.8 ± 29.0	9.5 ± 0.3	1.08 ± 0.28	36.8 ± 3.6	3.8 ± 0.4
P158 - 2	桶柑	Pineapple	11月下旬	173.2 ± 43.0	12.6 ± 0.3	1.39 ± 0.18	13.2 ± 7.6	4.1 ± 0.1
V198 - 4	桶柑	Valencia	12月中旬	204.9 ± 9.8	11.1 ± 0.5	1.54 ± 0.20	11.6 ± 3.0	3.3 ± 0.3

結　論

柑橘爲世界上重要果樹之一，栽培品種甚多，經由引種以達品種多樣化，較之雜交育種迅速。然優良品種通常在原產地或育成地，已有良好之表現或相當數量之栽培，方獲得引種者之注意。故經由引種而建立之產業，在國際貿易自由化之趨勢下，容易直接受到進口產品的影響。

柑橘雜交育種選育期間長，在品種改良上，除特定目標之選拔外，尚具有增進風土適應性、病蟲害忍受性等作用之廣泛性品種改良的效果。本省柑橘品種改良，除無子桶柑、矮性椪柑等變異品種及進行中之珠心胚系育種外，尚未有雜交品種育成。以既有之優良栽培品種爲親本，進行雜交育種，對本省柑橘之產業有其重要性。本計畫定植之雜交苗已陸續結實，並已初選得10個具優良特性之新品種，將極有希望選出甚具栽培價值之新品種。

參考文獻

1. 未具名。1983。柑橘珠心胚系之培育。44－45頁。台灣省農試所七十一年年報。
2. 呂明雄。1980。柑橘胚性及花粉親對珠心胚苗培育之研究。嘉義農專園藝學報 10:19－26。
3. 吳明哲。卓俊銘。1986。柑橘葉片同功異構之研究。I. 本省重要柑橘葉片之電泳分析與葉齡對分析結果的影響。中華農業研究 35(4)：484－494。
4. 林瓊玖。1977。柑橘品種之授粉與結果率。134－135頁。台灣省農試所六十五年年報。
5. 林瓊玖。1979。柑橘品種之授粉與結果率。43－44頁。台灣省農試所六十七年年報。
6. 翁仁祿。1974。本省柑橘類胚色及胚數之調查。62－63頁。臺灣省農試所六十二年年報。
7. 徐信次。1979。柑橘多胚性之研究－珠心胚苗之分離。中華農業研究 28(2)：101－108。
8. 黃阿賢。林瓊玖。1985。利用花粉遺傳標誌區別柑橘有胚性。中國園藝 32(2)：103－108。
9. 黃阿賢。1987。不同時期雪柑胚發育之調查。中華農業研究 36(4):361－371。
10. 黃阿賢。岳慶熙。1989。多胚性與橙類雜交育種效率改進之研究。柑橘試驗研究成果專題研討會專集。P.28－38。台灣省農試所特刊第12號。
11. 黃阿賢。1991。檸檬之多胚性及雜交苗之鑑定。中華農業研究 40(2):225－232。
12. 松本亮司。1990。カンキツかいよ病の抵抗性育種の現狀。今月の農業（七月號）：38－42。
13. Cameron, J. C. and R. K. Soost 1974 Evidence for hybrid vigor in F1 Citrus populations with pummelo as one parent. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(5):433－435.
14. Hearn, C. J. 1973 Development of scion cultivars of citrus in Florida. Fla. State Hort. Soc. 86:84－88.
15. Hearn, C. J. 1977 Recognition of zygotic seedlings in certain orange crosses by vegetative characters. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2:611－614.
16. Hodgson, R. W. 1967 Horticultural varieties of citrus. chap. 4 In: The Citrus Industry, Vol. I, revised edition. Reuther, W., L. D. Batchelor, and H. J. Webber, eds. Univ. Calif. Division of Agri. Berkeley.
17. Iglesias. L., H. Lima and J. P. Simon 1974 Isozyme identfication of zygotic and nucellar seedlings in citrus. J. Hered. 65:81－84.

18. Iwasama, M., I. Ueno and Nishiura 1970 Location of zygotic embryo in polyembryonic citrus seed. Bull. Hort. Res. Stn. B (10):7 – 14.

19. Kang, H. 1983 Study on the intergenetic hybridization between *Fortunella japonica* and *Citrus unshiu*. J. Gyeong Sang Nat. Univ.22:17 – 20.

20. Kobayashi, S., I. Ikeda and M. Nakatani 1979 Studies on nucellar embryogenesis in citrus. J. Japan Soc. Hort. Sci.48 (2):179 – 185.

21. Li, S.J. 1980 Self – incompatibility in Matou Wentan. HortScience Vol. 15(3): 298 – 300.

22. Matsumoto, R. and N. Okudai 1990 Inheritance of resistance to bacterial canker disease in Citrus. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59(1):9 – 14.

23. Nishiura, M. and T. Iwasaki 1964 Studies on citrus breeding II. Number of seedlings per seed and number of gametic and nucellar seedlings from satsuma mandarin by cross pollination. Bull. Hort. Res. Stn. B(3) : 1 – 10.

24. Okudai, N. I. Oiyama and T. Takahara 1981 Studies on the improvement of zygotic seedling yield of the polyembryonic citus. Bull. Fruit Tree Res. Stn. D(3):9 – 22.

25. Roose, M. L. 1988 Isozymes and DNA restriction fragement length polymorphisms in citrus breeding and systematics. Proc. Int. Citriculture:1 – 9.

26. Soost, R.K. and J.C. Cameron 1975 Citrus P.507 – 540. In: J.Janick and J.N. Moore (eds.) Advances in Fruit Breeding.

27. Soost, R. K. and T. E. Williams 1980 Identification of nucellar and zygotic seedlings of citrus with leaf isozymes. HortScience 15(6):728 – 729.

28. Spiegel – Roy and A. H. Teich 1972 Thorn as a genetic marker to distinguish zygotic from nucellar seedlings in citrus. Euhpytica 21:534 – 537.

29. Swingle, W. T. 1967 The botany of citrus and its wild relatives. Chap. 3. p.190 – 422. In: Reuther W., L. D. Batchelor and H. J. Webber (eds.) The Citrus Industry Vol. 1. rev. ed. Berkley, Univ. Calif.

30. Toxopeus, H. J. 1962 Notes on the genetics of a few leaf characters in the genus citrus. Euphytica 11: 19 – 25.

31. Ueno, I. and M. Hirai 1983 Identification of zygotic embryo in polyembryonic citrus seed by the cotyloden color. Bull. Fruit Tree Res. Stn. B(10): 35 – 50.

32. Watanabe, H., H. Yamagata and K. Syakudo. 1970 Studies on the citrus genetic polyembryony in relation to breeding. II. Discrimination of embryo fertilized by ^{3}H – labeled pollen grains. Japan J. Breeding 20(3):141 – 145.

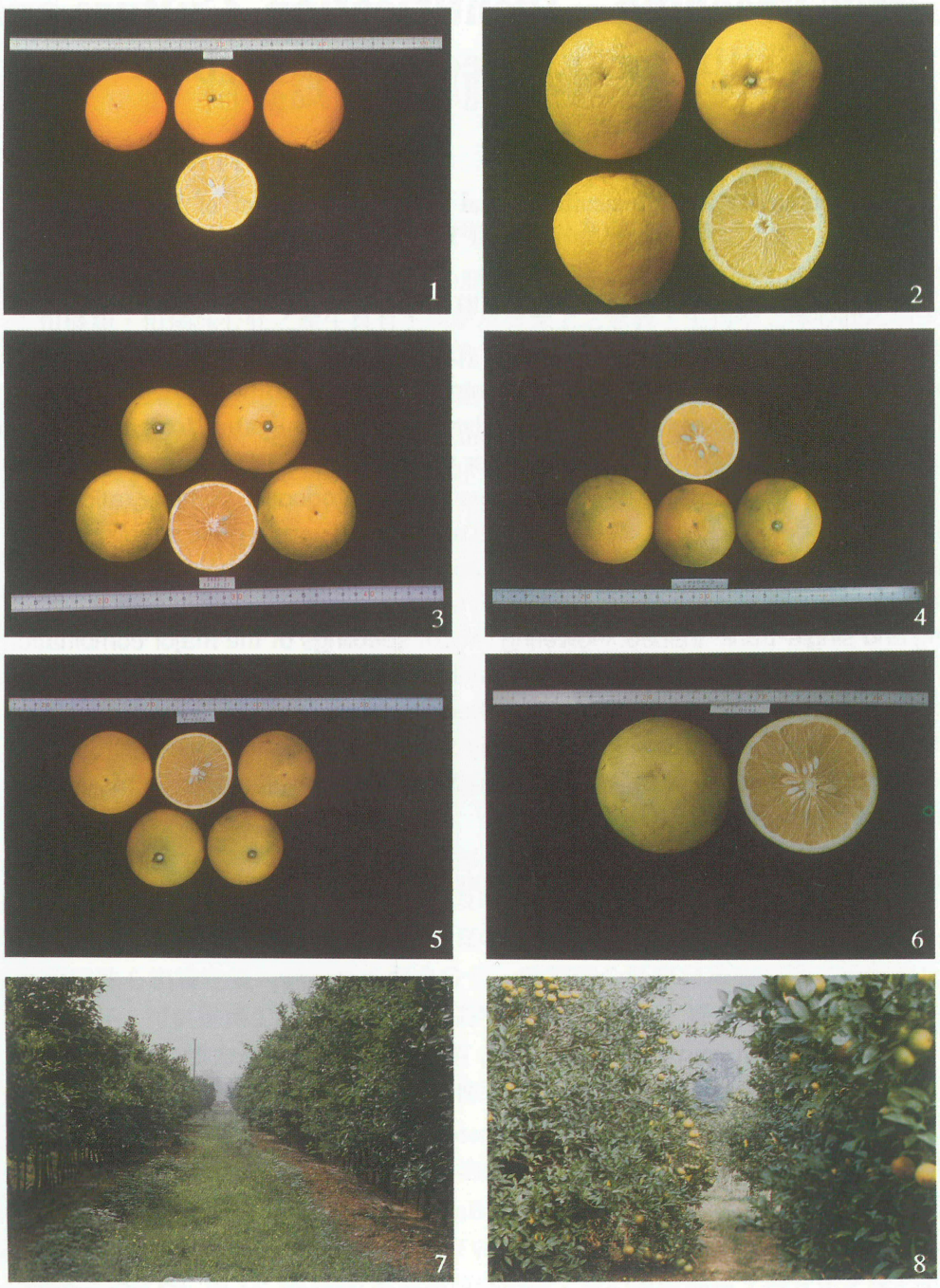


圖 1 至圖 6 分別爲初選優良單株之果實形態，其主要特性見表 6。
圖 7 爲雜種後代採寬行密植方式，定植於嘉義分所。
圖 8 爲雜種植株結果情形。

Citrus Breeding — Identification, Culture and Priliminray Selection of Hybrid

A-Shiang Hwang[1] *Hsin-Tszu Hsu*[2]

Horticulturist[1] and Horticulturist and Head[2], Department of Horticulture
Chia-yi Agricultural Experiment Station

Summary

To develop citrus cultivars, 'Tankan' *(Citrus tankan)*, 'Wentan' *(C. grandis)* and 'Fortune' were used as major seed parents and pollinated with sweet oranges and mandarins. The polyembryony of some cultivars were investigated for choosing suitable seed parents. 'Liu-cheng' had higher number of embryos, but 'Tankan', Calamondin and lemon contained low degree of polyembryony and produced certain ratio of zygotic seedlings. In the past years, 24,000 seedlings were raised and zygotic seedlings of polyembryonic seed parents were identifid from the nucellar by leaf morphology, embryo color and color of young shoot. A total of 5,960 zygotic seedlings were planted in field in high-density planting and single-trunk trained. Flowering rate of seedlings of the major combinations in 5 years varied from 60.7 % ('Fortune' x 'Chandler') to 17.5 % ('Wentan' x sweet oranges). The period of juvenile phase seems to be inherented essentially by seed parent. Seedlings were more resistant to citrus canker as they were aging. Ten promising hybrids with the characters of few seeds, early maturity, high quality or resistant to citrus canker were selected and propagated for further test.

Key words: Citrus, Crossbreeding, Polyembryony, Zygotic seedling, Preliminary selection