

# 多胚性與橙類雜交育種效率改進之研究<sup>1)</sup>

## Studies on Polyembryony and Improvement of Breeding Efficiency of Oranges

黃阿賢<sup>2)</sup> 岳慶熙<sup>2)</sup>

Hwang A-shiang and Yeuh Ching-shi

**摘要：**為探討甜橙之胚性及其雜交苗率，以做為雜交育種母本選擇的參考，以柳橙、桶柑為母本，分別與柚類、枳殼及甜橙類雜交，並以五個甜橙品種進行品種間雜交。於果實成熟時採取種子，分離胚播種，發芽後三個月至二年間，依葉片形態區別雜交苗。且於果實發育過程中調查桶柑、柳橙胚數的變化。

柳橙之胚數與桶柑有很顯著的差異，雖然二者均具有多胚性。柳橙之平均胚數由六月逐漸增加，至八月上旬可達20個以上，可辨別的胚數逐漸減少至10月上旬的10個左右。桶柑胚數變化小，絕大部份之胚數均在5個以下，並且有許多單胚的種子。雜交苗率，柳橙以柚類及枳殼授粉者分別為6.6%及0%。桶柑以甜橙授粉者，1985年無單胚種子出現，雜交苗率為20.6%；1986年有40.0%的單胚種子，雜交苗率為64.9%；以枳殼授粉之雜交苗率為66.7%。顯示胚數多者，雜交苗率低，少者則高，胚數甚多的種類，果實成熟時的胚數已不能代表其發育過程中所產生的胚數。柳橙及桶柑以枳殼授粉，其着果率、平均種子數均較柑橘屬授粉者少，而柳橙以枳殼授粉之雜交苗率為0%，因此與枳殼之親和力較差或雜交胚發育較弱者，其雜交苗率將甚低，所以以枳殼授粉的結果不能代表以其他柑橘授粉所產生的雜交苗。柳橙、雪柑、晚命夏、Hamlin及Pineapple等甜橙品種間相互雜交，雜交苗率均低，各組合分別介於2.7%至10.7%間。

**關鍵字：**甜橙、多胚性、雜交、有性胚、胚數。

**Key words:** orange, polyembryony, hybridization, zygotic embryo, number of embryos.

1) 臺灣省農試所研究報告第1396號。

Contribution No. 1396 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2) 臺灣省農試所嘉義分所園藝系助理。

Research assistants, Dept. of Horticulture, Chai-Yi Agri. Exp. Station, TARI.

3) **謝辭**本試驗承農業委員會補助經費，林永華小姐協助胚數調查、播種及育苗等工作；稿成後，本分所徐楷次主任詳加校閱，特此誌謝。

## 前 言

絕大部份的柑橘類具有多胚性，即一個種子中除受精胚 (zygotic embryo) 外，還有許多的珠心胚 (Nucellar embryo)。珠心胚由珠心組織直接發育，不經受精作用，遺傳特性與母株相同。珠心胚的形成為多胚柑橘雜交育種上的一大障礙。因此有許多鑑定雜交後代的方法，其中包括(1)葉片的形態，而以枳殼的三出葉對柑橘屬 (*Citrus* spp.) 之單葉為顯性<sup>(2,5,9,16,20,21)</sup> 最常使用，而柑橘屬中各種類之葉片形態與大小之差異亦可區別雜交苗<sup>(2,6,15)</sup>。(2)葉片化學成份的分析<sup>(3,10,17,23)</sup>。(3)胚在種子中的位置<sup>(18,30)</sup>。(4)胚的顏色<sup>(6,19,26)</sup>。

雖然有以上的方法可區別雜交的後代，但實際上從事雜交育種時，應先估算各組合之雜交後代比率，據以為授粉數量、育苗及果園定植之準備。

簡單而確實估算雜交後代比率的方法為以枳殼授粉於單葉之柑橘類，在播種後約二個月由三出葉判定雜交苗。但枳殼有明顯的休眠現象，在冬季氣溫較高的地區，如本省中南部，開花時期較其他柑桔類晚，花粉採集不易，且枳殼與其他柑橘類不同屬，可能因親和力較差，其雜交果的種子數往往偏低<sup>(7)</sup>。柚類為柑橘中葉片最大者，與其他柑橘類之雜交後代較易於辨認<sup>(2,6)</sup>，且胚為白色，當授粉於黃綠色胚之四季橘，可以胚色直接鑑別有性胚<sup>(6)</sup>，較之於枳殼之三出葉更為簡便，且與甜橙等主要經濟種類同為柑橘屬，以柚類授粉，來估算雜交苗率可能較枳殼具實際上參考價值。

本報告以柚類、甜橙及枳殼分別授粉於桶柑、柳橙並進行甜橙品種間之雜交，探討其雜交後代的獲得率，同時調查胚數與雜交苗率的關係。

## 材料與方法

### 一、花粉之採集與授粉

枳殼的花粉採自臺灣省農試所關西柑橘工作站，其餘甜橙及柚類之花粉採自嘉義農業試驗分所。1984年春進行甜橙品種間之雜交。1985年春，以枳殼及 Chandler 柚授粉於柳橙，柳橙種植於嘉義分所。晚侖夏 (Valencia)、漢林 (Hamlin) 及鳳梨 (Pineapple) 等甜橙及枳殼分別授粉於嘉義竹崎之無籽桶柑。1986年春再分別以晚侖夏橙、漢林橙授粉於桶柑。

1. 花粉的採集：選擇即將開放的花朵，採回室內，以鑷子取下花藥，置於乾燥器內使其開裂後收集之，再與乾燥劑同時貯存於家庭用冰箱之冷凍室。

2. 授粉：採集的花粉分別授粉於去雄之花，套以紙袋，3至4週後除袋。結實者掛以塑膠牌。

### 二、播種與幼苗管理

果實於成熟時採收，剝除內外種皮後，計算胚數，逐一播種於保麗龍育苗箱。幼苗長至株高10至15公分時移植於體積3公升之塑膠盆，置於網室內培育。

### 三、雜交苗之鑑別

播種後三個月至一年間，以葉片形態區別雜交苗，甜橙品種間雜交則以二年生之實生苗葉片形態鑑別之。凡與母本葉片形態不同者為雜交苗。即以枳殼授粉者之後代為三出葉者；以柚類授粉於柳橙、甜橙授粉於桶柑等後代之葉片或葉翼較大者。

#### 四、胚數之調查

1984、1985年六至十月間分別調查十餘年生之柳橙與桶柑植株自然授粉之果實。柳橙選雜交授粉中之一株，每次於不同方位，約150公分高處，選取4個果實，1984年調查全部種子之胚數，果實平均種子數12.0至17.2，1985年每果調查10個種子。桶柑1984年調查嘉義分所柑橘園之一株，每次4個果實，平均種子數1.3至2.8，1985年調查嘉義竹崎雜交母本園之二株，每次各10個果實，平均種子數0.1至0.9。果實採收後，貯存於冰箱之冷藏室，以 Nikon SMZ-1 解剖顯微鏡儘速調查完畢。

### 結果與討論

#### 一、柳橙與桶柑的胚數

由六月到十月，柳橙與桶柑胚數的變化曲線在1984年與1985年相似（圖1）。雖然二者均為多胚，但其胚數有很大的差異，桶柑每粒種子的胚數，絕大多數小於5。而柳橙在七月底、八月初之平均胚數可達20個左右，此後逐漸減少至10月上旬的10.4個。柳橙種子的長度在七月底達最大（圖2），八月以後胚已充滿種子，調查時不易分離、辨別，因此胚數減少的原因，可能空間有限，胚與胚在發育後期互相擠壓，較小的胚變形而無法辨認，因此胚數甚多的品種，如柳橙，種子發育過程中，胚數有很大的變化，種子成熟時的胚數並不能代表其發育過程中所產生的胚數。胚數與柳橙相近之溫州蜜柑，其胚數的變化，先增加而後減少<sup>(26)</sup>。桶柑胚數的變化（圖1）可能因調查的種子數少

（見材料與方法）所產生的誤差。依前人調查<sup>(14)</sup>，桶柑平均胚數4.14，本調查結果與其相近，然而其試驗中，柳橙平均胚數6.20，較本試驗結果低了甚多，因此對胚數較多的品種，不同的調查時期與不同的調查方法將可能影響其結果。由於雜交胚只有一個<sup>(6,9,16,22)</sup>，胚數多的品種，將可預期雜交苗率較低。

#### 二、柳橙之雜交苗率及其形態

柳橙之雜交苗率，以Chandler柚授粉者為6.6%，以枳殼授粉者為0%（表1），雖然以枳殼授粉之種子只檢查30個，遠較以Chandler柚授粉之種子數379個為少，但呂氏之調查<sup>(2)</sup>結果，柳橙以枳殼授粉之雜交苗率亦為0，其原因除枳殼為枳殼屬，而柚類與柳橙同為柑橘屬，除因不同屬間授粉而親和力較差外，柚類花粉的活性亦較

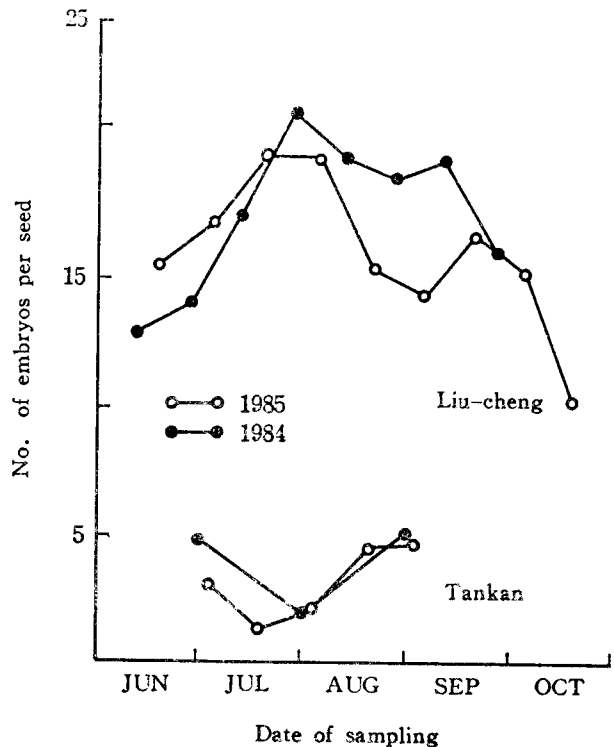


圖1. 不同發育時期柳橙與桶柑之平均胚數  
Fig. 1. Average number of embryos produced per seed of 'Liu-cheng' orange and Tankan at different growing stages.

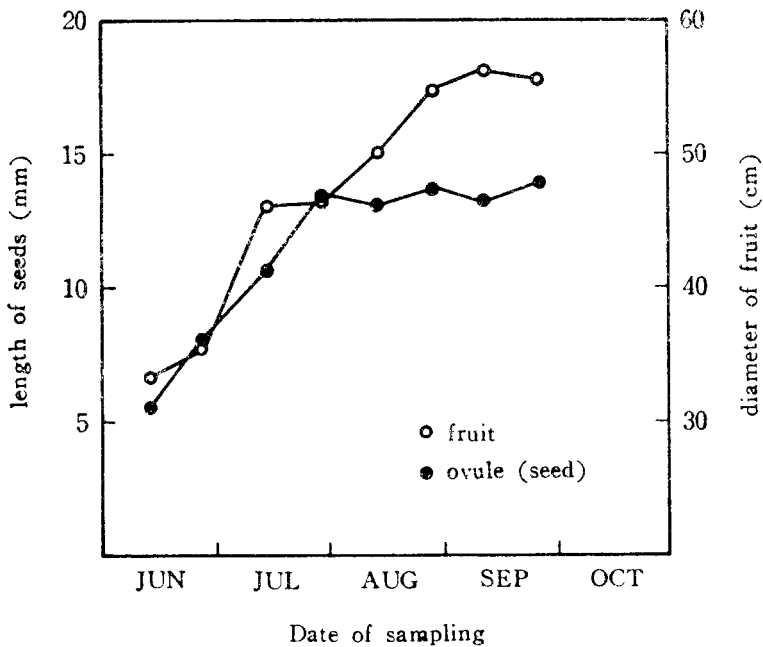


圖 2. 柳橙胚珠（種子）與果實發育的情形

Fig. 2. Development of ovules (seeds) and fruits of 'Liu-cheng' orange investigated in 1984. Each value was the mean of 4 fruits or 48 to 69 seeds.

枳殼高出甚多<sup>(2)</sup>。

柚類的葉片與葉翼均為柑橘類中最大者，而柳橙葉片較小為長形、葉翼甚小，其雜交後代之葉片形態介於兩親間，容易辨認（圖 3）。成活的 23 株雜交苗中，6 株具有二

表 1. 不同花粉親對柳橙雜交苗率的影響

Table 1. Effect of pollen parents on percentage of zygotic seedlings of 'Liu-cheng' orange.

花 粉 親 Pollen parent	檢 查 種 子 數 No. of seeds examined	平 均 胚 數 Embryos per seed	實 生 苗 數 No. of seedlings		雜 交 苗 率* % of zygotic seedlings
			成 活 survived	雜 交 zygotic	
'Chandler' 柚 pummelo	379	9.5	557	25	6.6
枳 殼 trifoliolate	30	6.5	47	0	0

\*雜交苗率=雜交苗數/種子數

% of zygotic seedlings=No. of zygotic seedlings/No. of seeds

出葉（一大一小）或三出葉（一大二小）（圖 4），在全部二年生之幼苗中，無一株完全具有二出葉或完全具有三出葉者。Toxopeus<sup>(25)</sup> 以柚類和酸橙雜交（*C. maxima* × *C. hytrix*），得到許多全部具有三出葉及部份兼具三出葉的植株，並依其比率認為三出葉為一對顯性互補因子所控制的遺傳。而 Smooth seville 酸橙的一品系也普遍具有二出葉或三出葉的植株<sup>(14)</sup>，以柚類授粉於四季橘之雜交後代中，部份植株亦具有三出葉

或二出葉<sup>(6)</sup>。因此柚類可能普遍帶有三出葉的因子。

### 三、桶柑之雜交苗率

桶柑具有自交不親及單偽結果的特性，以同屬之柑橘類授粉時，種子數顯著增加<sup>(11)</sup>。而以甜橙類授粉，在不同年份間，種子及胚的發育有很大的差異，此種差異極顯著地影響雜交苗的比率（表2）。1985年以甜橙授粉者592個雜交果中，55個無籽果實，佔9.3%；1986年為1.8%。胚的發育情況亦有極大之差異，1985年授粉者1559個種子全為多胚，平均胚數3.87；1986年授粉者3326個種子中，單胚者有1332個，佔40.0%，平均胚數2.05，雜交苗率64.9%較1985年之20.6%高出甚多，因此1986年種子發育期間，可能有若干因素顯著地影響珠心胚的發育。Watanabe<sup>(28,29)</sup>以 $\gamma$ 射線處理金柑及溫州蜜柑，能抑制珠心胚的形成，單胚種子或雜交苗的比率大幅增加。此外，珠心胚發育時的溫度<sup>(27)</sup>，不同的年份、着果方位及植株間對胚數也有影響；而花粉親<sup>(7)</sup>及肥料<sup>(13)</sup>則無影響。

桶柑之葉片為披針形 (Lanceolate) 之單片複葉 (Unifoliate)，葉翼極小；甜橙之葉片為卵形 (Ovate)<sup>(15)</sup>，且葉翼明顯，二者之雜交苗與珠心胚苗可由葉片形態辨別之（圖5）。

桶柑以枳殼授粉者，無籽果數的比率達41.7%，較之以甜橙授粉者高出甚多，種子數平均每果0.75，較甜橙授粉者之2.63（1985年）、3.89（1986年）低了甚多（表2）

表 2. 桶柑之雜交種子數、胚數與雜交苗率

Table 2. Number of seeds, embryos and percentage of zygotic seedlings of Tankan.

花粉親 <sup>a</sup> Pollen Parent	年 份 Year	果 實 數 No. of fruits		種 子 數 No. of seeds		平均胚數 Embryos per seed	實 生 苗 數 No. of seedlings		雜交苗率 <sup>b</sup> % of zygotic seedlings
		無 籽 果 <sup>c</sup> (%) seedless	合 計 total	單 胚 mono-embryo	合 計 total		成 活 survived	雜 交 zygotic	
VPH	1985	55 (9.3)	592	0	1,559	3.87	2,322	321	20.6
VH	1986	15 (1.8)	856	1,332	3,326	2.05	4,617	2,158	64.9
T	1985	10 (41.7)	24	3	18	3.83	42	12	66.7

a. 花粉親 Pollen parent: V: Valencia, P: Pineapple, H: Hamlin, T: trifoliate orange.

b. 雜交苗率=雜交苗數/種子數

% of zygotic seedlings=No. of zygotic seedlings/No. of total seeds.

c. 無籽果率=無籽果數/合計之果實數

% of seedless fruits=No. of seedless fruits/ No. of total fruits.

，成活的42株實生苗中，12株為雜交苗，均為三出葉，佔所有苗數的28.6%，較前人之22%<sup>(5)</sup>略高。

### 四、不同花粉親對雜交苗率的影響

柑橘類常以枳殼授粉，取其獨特之三出葉判別雜交苗，以計算雜交苗之出現比率<sup>(5,16,20,28)</sup>。但以枳殼授粉於雪柑時，較之以甜橙授粉之種子數明顯減少<sup>(7)</sup>。本試驗結果，以柚類授粉於柳橙，不論着果率，每果之平均種子數，均較枳殼授粉者高；平均種

子數，柚類授粉為7.43個，枳殼授粉為5.08個（表3），每一種子產生之雜交苗率，柚類為6.6%，枳殼0%（表1）。桶柑以甜橙授粉時，其着果率，每果之種子數、及每授粉一朵花可得到之雜交苗數（表3），均較以枳殼授粉者高出甚多，而前人研究的結果<sup>(5)</sup>，椪柑與柳橙以枳殼授粉之雜交苗率為5%。此與枳殼授粉於溫州蜜柑<sup>(20)</sup>、酸橙<sup>(8)</sup>、粗皮檸檬<sup>(11)</sup>，其雜交苗比率較之與其他柑橘類雜交者高的情形相反。

本研究結果顯示，多胚性之柑橘類中，部份為少數胚性者，平均胚數為5左右或更

表3. 花粉親對柑橘育種效率的影響

Table 3. Effect of pollen parents on the breeding efficiency of polyembryonic citrus.

母本 Seed parent	花粉親 <sup>a</sup> Pollen parent	授粉數 No. of pollinations	着果 Fruit set		平均種子數 Seeds per fruit	雜交苗 Zygotic seedlings	
			總數 total	百分率 %		總數 total	每一授粉所得苗數 per pollination
'柳橙' 'Liu-cheng'	'Chandler'柚 pummelo	252	72	28.6	7.43	c.	—
	枳殼 trifoliolate	250	25	10.0	5.08	c.	—
桶柑 Tankan	VPH	1,510	592	39.2	2.63	321	0.21
	T	155	24	15.5	0.75	12	0.08
	VH <sup>b</sup>	2,155	856	39.7	3.89	2,158	1.00

a. 花粉親V, P, H, T見表2。

V, P, H, T, as Table 2.

b. 1986年春授粉者，其餘雜交組合為1985年所授粉者。

Pollinated in 1986, other combinations were pollinated in 1985.

c. 見表1。

See table 1.

低，具較高之雜交苗率，如桶柑與四季橘<sup>(6)</sup>。這些少胚性的種類，可做為雜交育種的母本，且在胚分化與發育的研究上有相當的價值。判斷柑橘類之胚數，應在種子發育過程中，數個不同時期調查較準確。利用枳殼授粉，以估算多胚性柑橘類之雜交苗率，在親和性較差或雜交胚發育較珠心胚弱的組合中，雜交苗的比率甚低，因此，以枳殼授粉的結果不能代表以其他柑橘類授粉所產生的雜交苗率。

### 五、甜橙品種間授粉之雜交苗率

以晚倫夏橙、柳橙及雪柑為母本之6個雜交組合的後代中，可以葉片形態鑑別的雜交苗率介於2.7%至10.7%間（表4）。其中柳橙以晚倫夏及鳳梨橙授粉者合併計算，播種174個雜交種子，獲得7株雜交苗，雜交苗率4.0%，略低於柚類授粉的雜交苗率6.6%（表1）。本試驗所採用的5個甜橙品種，其葉片形態除柳橙稍狹長外，其餘均甚近似，因而雜交苗較不易以葉片形態辨別，實際上之雜交苗數應略高於表4所列者，但仍有部份雜交苗葉片形態與母本有明顯的差異，如葉緣有明顯的鋸齒，或葉片較接近圓形。Hearn<sup>(15)</sup>於甜橙品種間之雜交後代中，可以葉片形態區別雜交苗。

本調查結果顯示柳橙的平均胚數可達20個以上，而果實即將成熟時之胚數為10.4（圖1），雪柑<sup>(7)</sup>或其他甜橙<sup>(21)</sup>的平均胚數亦多在10個以上。這顯示甜橙為胚數甚多的種類，一般的情況下，雜交苗率偏低，不適於做為雜交育種的母本。

表 4. 甜橙品種間雜交之雜交苗率

Table 4. Percentage of zygotic seedling obtained from crosses between varieties of *Citrus sinensis*.

雜交組合 <sup>a</sup> Combinations	種子數 No. of seeds	平均胚數 Embryos per seed	實生苗數 <sup>b</sup> Seedlings		雜交苗率 <sup>c</sup> % of zygotic seedlings
			存活 survived	雜交 zygotic	
V × L	115	5.3	101	7	6.1
L × P	146	8.0	211	4	2.7
L × V	28	8.2	40	3	10.7
S × V	318	5.2	360	9	2.8
S × P	194	6.7	301	9	4.6
S × H	41	4.2	36	2	4.9

- a. V：晚命夏橙，P：鳳梨橙，L：柳橙，S：雪柑，H：漢林橙  
V: Valencia, P: Pineapple, L: Liu-cheng, S: Shueh-kan, H: Hamlin.
- b. 實生苗數於播種後兩年調查，雜交苗以葉片形態鑑別之。  
Seedlings were calculated two years after sowing, and zygotic seedlings were identified by leaf morphology.
- c. 雜交苗率=雜交苗數/種子數。  
% of zygotic seedlings=No. of zygotic seedlings/No. of seeds.

### 參考文獻

1. —— 1979 柑橘品種之授粉與結果率。臺灣省農試所六十七年年報。p. 44。
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 柑橘葉片同功異構酶之研究。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. 翁仁祿 1974 本省柑橘類胚色及胚數之調查。臺灣省農試所六十二年年報。p. 62—63。
5. 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。
6. 黃阿賢、林瓊玖 1985 利用花粉遺傳標誌區別柑橘有性胚。中國園藝 32(2): 103—108。
7. 黃阿賢 1987 不同時期柑橘胚發育之調查。中華農業研究36(4) 367—371。
8. Button, J. and J. Kochba. 1977 Tissue culture in citrus industry. p. 70—92.

- In: J. Reinert and Y. P. S. Bajaj. Plant cell, tissue and organ culture. Springer-Heidelberg New York.
9. Cameron, J. W. and M. J. Garber 1968 Identical twin hybrids of Citrus × Poncirus from strictly sexual seed parents. Amer. J. Bot. 55(2) : 199—205.
  10. Esen, A., R. W. Scora and R. K. Soost 1975. A simple and rapid screening procedure for identification of zygotic citrus seedlings among crosses of certain taxa. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(5) : 558—561.
  11. Frost, H. B. and R. K. Soost 1968. Seed production: development of gamete and embryos. p. 296—324. In: W. Reuther, L. D. Batchelor and H. J. Webbers (eds.) The Citrus Industry, Vol. 2, rev. ed. Berkley: Div. Agri. Univ. Calif.
  12. Furusato, K., Y. Ohta and K. Ishibashi 1957 Studies on polyembryony in citrus. Seiken Zihō 8 : 40—48.
  13. Furusato, K. and Y. Ohta 1969. Studies on the induction and inhibition on nucellar embryony in citrus. Seiken Zihō 21 : 45—54.
  14. Grimm, G. R. and S. M. Garnsey 1968 Foot rot and tristeza tolerance of smooth seville orange from two source. Proc. Fla. State Hort. Sci. 81 : 84—90.
  15. Hearn, C. J. 1977 Recognition of zygotic seedlings in certain orange crosses by vegetative characters. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2 : 611—614.
  16. Horiuchi, S., E. Yuda and S. Nakagawa 1976 In vitro culture of young embryos in polyembryonic citrus. J. Japan Soc. Hort. Sci. 45(3) : 253—260.
  17. Iglesias, L., H. Lima and J. P. Simon 1974 Isozyme identification of zygotic and nucellar seedlings in citrus. J. Hered. 65 : 81—84.
  18. Iwasama, M., I. Ueno and M. Nishiura 1970 Location of zygotic embryo in polyembryonic citrus seed. Bull Hort. Ses. Sta. Ser. B(10) : 7—14.
  19. Kang, H. 1983 Study on the intergenetic hybridization between *Fortunella japonica* and *Citrus unshiu*. J. of Gyeong Sang Nat. Univ. 22 : 17—20.
  20. 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.
  21. Okudai, N., I. Oiyama and T. Takahara 1981 Studies on the improvement of zygotic seedling yield of the polyembryonic citrus. Bull. Fruit Tree Res. Sta. D(3) : 9—22.
  22. Ozsan, M. and J. W. Cameron 1963 Artificial culture of small citrus embryos and evidence against nucellar embryony in highly zygotic varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82 : 210—216.
  23. Soost, R. K. and T. E. Williams 1980 Identification of nucellar and



- zygotic seedlings of citrus with leaf isozymes. HortScience 15(6) : 728—729.
24. Tatum, J. H., R. E. Berry and C. J. Hearn. 1974 Characterization of citrus cultivars and separation of nucellar and zygotic seedlings by thin layer chromatography. Proc. Fla. State Hort. Soc. 87 : 75—81.
  25. Toxopeus, H. J. 1962 Notes on the genetics of a few leaf characters in the genus citrus. Euphytica 11 : 19—25.
  26. Ueno, I. and M. Hirai. 1983 Identification of zygotic embryo in polyembryonic citrus seed by the cotyledon colour. Bull. Fruit Tree Res. Sta. B (10) : 35—50.
  27. Ueno, I. and M. Nishiura 1969 Studies on polyembryony in citrus and its relatives. I. Influence of environmental condition on the number of embryos per seed. Bull. Hort. Res. Sta. B(9) : 11—19.
  28. Watanabe, H. 1985 Artificial control of polyembryogenesis in *Fortunella* by continuous gamma irradiation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110(3) : 418—421.
  29. Watanabe, H. 1985 F1 hybrid obtained through the regulation of polyembryony by continuous gamma irradiation in *Citrus unshiu* cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110(5) : 742—744.
  30. Watanabe, H., H. Yamagata and K. Syakudo. 1970 Studies on the citrus genetic polyembryony in relation to breeding. II Discrimination of embryo fertilized by <sup>3</sup>H-labeled pollen grains. Japan J. Breeding 20(3) : 141—145.

## Summary

In order to improve the breeding efficiency in oranges (*Citrus sinensis*), the polyembryony and ratio of zygotic progenies were studied.

'Liu-cheng' (*C. sinensis*) and Tankan (*C. tankan*) were polyembryonic, their open-pollinated fruits were picked at different growing stages, and number of embryos were counted with dissecting microscope. Among these species, 'Liu-cheng' had higher number of embryos, but Tankan contained lower degree of polyembryony. The mean number of embryos of 'Liu-cheng' orange changed greatly during the development of seeds, it increased from mid June to early August, the number of embryos might exceed 20, then the distinguishable number of embryos decreased to about 10 in early October. Mean number of embryos produced per seed of Tankan was mostly less than 5 during the development of seeds.

'Liu-cheng' orange and Tankan pollinated with trifoliolate, the percentage of fruit set and seeds per fruit were generally lower in comparing with those pollinated with pummelos or sweet oranges. Percentage of zygotic

seedlings of 'Liu-cheng' crossed by pummelos and trifoliolate were 6.6% and 0%, respectively.

The percentage of monoembryo seeds of Tankan crossed by sweet oranges changed greatly at different years. In 1985, all the 1559 hybrid seeds were polyembryo, but 40% monoembryo seeds were found in 3326 hybrid seeds in the following year. Crosses were made within *Citrus sinensis*, the percentage of zygotic seedlings which can be distinguished from leaf morphology varied from 2.7% to 10.7%.

## 問 題 討 論

吳明哲：

甜橙與甜橙之間的雜交苗是不是從葉片可以看出？

黃阿賢：

辨別多胚性柑橘品種間的雜交苗，可由葉片的形態區分，但因為只靠葉片形態判斷，故不甚準確。本報告的數字都是用比較明顯的葉子形態為資料，但因我們有利用其他甜橙品種，如跟鳳梨橙或晚崙夏橙雜交，雜交率6%多，與柳橙跟柚類的雜交率是6.6%相差不遠，可以當做大約數字。

吳明哲：

雜交苗比率有多少？

黃阿賢：

我們的目的是育種，選拔雜交苗時，只要不太差，即相當有用。例如實際上有80%的雜交苗率，若能選出60%，即有相當的實用價值。一次處理數千株苗，而要選得更高比率的雜交苗，可能要耗費相當多的額外時間與財力。

吳明哲：

柳丁與 Pineapple 的葉片是不是有非常明顯的差異？

黃阿賢：

一般西洋甜橙的葉翼都相當的明顯，Pineapple 則較小，而與柳丁較接近，但二者之雜交後代中，與兩親之葉片形態有顯著之差異者，而非介於兩親的形態間，本試驗所調查的，多屬於這些，所以實際上的雜交苗率應高於2.7%。

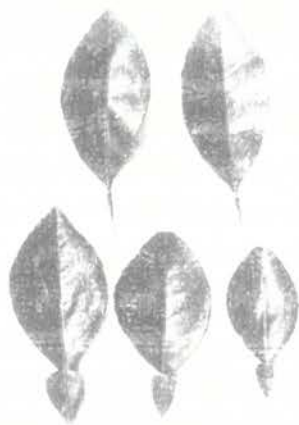


圖3 柳橙×'Chandler' 柚之珠心胚苗(上)與雜交苗(下)之葉片形態。

Fig. 3 Leaf morphology of nucellar seedling (upper) and zygotic seedling (lower) of 'Liu-cheng' orange crossed by 'Chandler' pummelo.

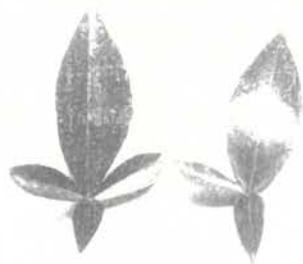


圖4 柳橙×'Chandler' 柚雜交苗之三出葉與二出葉之葉片形態。

Fig. 4 Typical trifoliate and bifoliate leaves of zygotic seedlings of 'Liu-cheng' orange × 'Chandler' pummelo.

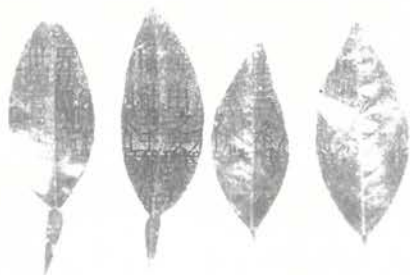


圖5 桶柑×鳳梨橙之珠心胚苗(右二)與雜交苗(左二)之葉片形態。

Fig. 5 Leaf morphology of nucellar seedling (right two) and zygotic seedling (left two) of Tankan × 'Pineapple' orange

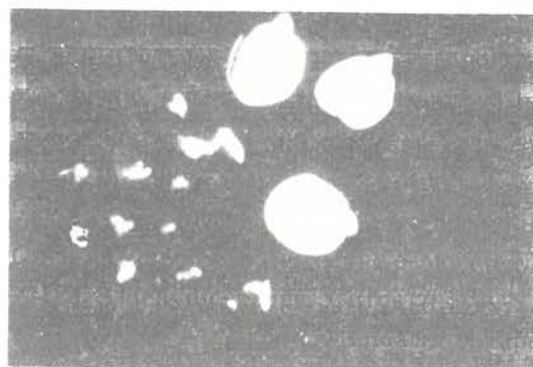


圖6 七月上旬柳橙未成熟種子之三個較大的胚及許多小胚。

Fig. 6 Three larger embryos and many smaller embryos from an immature seed of 'Liu-cheng' orange, collected in early July, 1984.

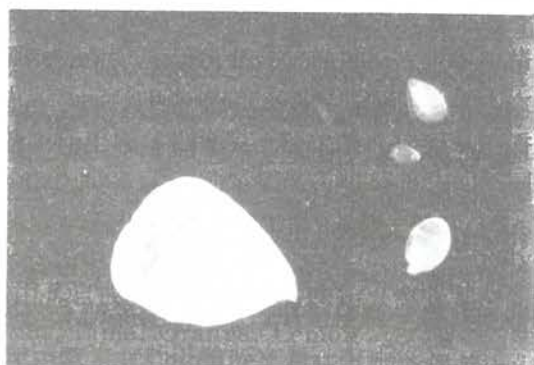


圖7 七月上旬桶柑未成熟種子之三個幼胚，左下方為靠近珠孔部份之珠心組織及胚乳。

Fig. 7 Three embryos developed in an immature seed of Tankan, the mass of tissues (left bottom) was endosperm and nucellar tissue of the micropylar end, collected in early July, 1984.