臺灣木瓜品種改良之研究[1]

張　振　宙[2]

摘要　夏威夷品種木瓜，品質優異，最符合外銷之要求。但在臺灣栽培結果，性變之表現極爲顯著，致正常果實產量甚低；又因低溫期間糖度大減(8)，嚴重影響其品質，證明臺灣氣候對木瓜之栽培，幷非適宜。欲求改善正常果實之產生，正常兩性花之人工自交可以逐步獲得其效果。如欲保持其優良品質，則宜就 A_{32}與A_5之雜交後代中選取之。

引　　言

改良木瓜品種之主要要求爲產量高、果實大小適中、果形整齊、果肉厚而堅實、肉色與皮色美觀、果腔細小、糖度高、無不良氣味及心皮變異（carpellody）與不孕性（sterility），同時抗病力强(2)。其目的有二：一爲適合外銷鮮果市場之要求；一爲適合加工之需要。外銷鮮果市場需要小形果實（12～20盎斯）；加工需要較大果實（2～4磅）(1)。臺灣已往栽培之木瓜品種甚爲混雜，果實大小與形狀多不整齊，風味亦多欠理想，缺乏够水準之企業性品種，亟需從事有計畫而符合目的之改良。

1976年，中華民國園藝作物考察團自夏威夷引進其外銷品種多種(8)，經試種後，品質雖遠較其他品種爲優，但有效產期甚短，產量甚低，難以推行企業性之發展(8)。

改良木瓜品種最難克服之問題爲消除或減少兩性花之心皮變異與不孕性之產生(2)。變異心皮之產生與雄蕊之不正常發育成肉質心皮狀有關，即雄蕊變成果肉之一部份，而使果實變爲畸形，俗稱爲「貓面果」（cat-face fruit）；或有時與雌花果形相似，均無市場價值(2)。變異心皮，一般認爲是受環境因子之影響所引起(2)，特別以產自氣候溫暖地區之品種引植於低溫地區者，最易產生變異心皮。不孕性爲正常生產之兩性木瓜轉變爲雄性（maleness）之趨勢，不產生兩性花而僅有雄性花，高溫與乾燥認爲是促成不孕性之因素(2)。不同品種具有不同程度之不孕性與心皮變異之表現(2)。在改良品種方面，欲求免除此等不良特性，極爲困難(2)。夏威夷之 Solo 品種，由於多年來之選種與純系育種，此兩特性在夏威夷之企業性栽培地區較爲少見(2)。在天然條件下，如取種不當，此兩特性常易增加，故栽培者對於選種極爲重要(2)。

溫度對於木瓜之影響極爲重要。溫度不但可影響木瓜之花型與果形，亦影響木瓜之糖度與產量(2)。木瓜果實之糖度，冬季較夏季爲低：在夏威夷之 Waimanalo約相差3.5%(2)；在臺灣嘉義相差達30～40%(9)；在夏威夷島（Hawaii Island）之 Kainaliu海拔1,500呎處，其平均最低溫度與平均最高溫度各爲59.9°F與 76.1°F，Solo品種木瓜產生之畸型或變異心皮果實達 99%；在歐胡島(Oahu)之Waimanalo海拔100呎處，其平均最低溫度與平均最高溫度各爲 69.7°F與80.8°F者，同一 Solo品種僅12%爲變異心皮花與果實，其發生時期爲三月至七月(12)。據作者在臺灣嘉義初步觀察，夏威夷品種之冬季變異心皮果實達96%(9)。由於溫度之改變，影響木瓜之結果甚大，故在某一地區適合之品種，如非生態環境相近似，不宜推荐在另一地區栽培(2)。

本研究計畫承中正科學技術講座基金會獎助，謹致謝忱。

1 試驗報告農試字第八〇〇號

2 臺灣省農業試驗所嘉義分所技正

臺灣地區之氣候條件既與夏威夷有異，則適合夏威夷栽培之品種，自難在臺灣獲得同樣適應，必須經過改良後，方有發展希望。本研究之目的，即在首先明瞭臺灣氣候對夏威夷木瓜品種之影響程度，作爲今後改良之根據；同時進行優良品種間之雜交後代分離，選出適合臺灣氣候條件之新品種。

材 料 與 方 法

（一）觀察夏威夷木瓜品種在臺灣氣候條件下，不同月份之性變情形：以 A_5×Sunrise (F_2) 20株爲供試材料，於每株均達開花期開始，在生長頂端用塑膠線套住，以劃分每月分化之花芽，俟全部花開，可以識別花型時，逐月調查其正常兩性花數、雄性花數與心皮變異花數。木瓜花序着生於每一葉腋間，每序具有多數花，但大多僅能結成果實一枚，有時結果二枚者，仍照一枚計算。如二枚果實中有正常果實一枚，心皮變異果實一枚者，照正常果實一枚計算，心皮變異果實則予以忽略不計。全花序爲雄花者，記雄花一枚。即所記花型數與葉片數相符合，以便明瞭每月生長之葉片數，而以葉片之多少，代表其生長狀況。

（二）不同果型之種子育成之幼苗，對開花後之性變影響：以上20供試植株中，有5株來自人工自交正常果實，5株來自人工自交心皮變異果實，5株來自天然受粉正常果實，5株來自天然受粉心皮變異果實，藉以觀察不同花型來源之後代，是否有不同性變情形表現。

（三）夏威夷優良品種間雜交後代之繼續分離與選種：自 A_5×Sunrise (F_1) 與 Kapoho× A_5 (F_2) 中選出之優良植株，分別行人工自交，留種育苗，以期選出分離後之優良後代，包括A_5×Sunrise (F_2) 與Kapoho×A_5 (F_3)。

研 究 結 果

（一）兩性木瓜在不同月份之性變調查：根據已往研究[2]，認爲兩性木瓜之性變是受溫度之變化所引起，則臺灣一年中各月氣溫變化頗爲顯著，影響所及，對臺灣栽培之兩性木瓜必有其不同表現。據本研究1975年10月至1976年10月調查結果（表1），發現夏威夷品種木瓜，對臺灣氣候極具敏感，其兩性木瓜之性變情形，幾每月均有發生。

表1 夏威夷品種兩性木瓜（20株）在不同月份之性變情形

Table 1. No. and % of different kinds of flowers of hermaphrodite papaya of Hawaii strain produced in different month.

年份 Year	花芽分化月份 Month	正常兩性花序數與（%） Normal hermaphrodite flowers	雄花序數與(%) Male flowers	變異花序數與（%） Carpellodic flowers	合計與（%） Total	平均每株花序數或葉片數 No. of leaves in av.
1975	10	144(66.4)	68(31.3)	5(2.7)	217(100)	10.85
	11	137(98.6)	0(0)	2(1.4)	139(100)	6.95
1975—1976	12—2	88(35.3)	0(0)	16(64.7)	249(100)	4.15
1976	3—4	67(16.5)	0(0)	339(83.5)	406(100)	10.15
	5	220(66.9)	53(16.1)	56(17.0)	329(100)	16.45
	6	103(43.3)	122(51.3)	13(5.5)	238(100)	11.90
	7	84(40.6)	120(58.0)	3(1.4)	207(100)	10.5
	8	161(64.7)	56(22.5)	32(12.9)	249(100)	12.45

9	141(59.5)	77(32.5)	19(8.0)	237(100)	11.85
合計	1,145(50.4)	496(21.8)	630(27.7)	2,271(100)	113.6
平均	57.3	24.8	31.5	113.6	—
10	95(52.2)	78(42.9)	9(4.9)	182(100)	9.1

本研究之調查是供試植株第一次開花後之第一年結果情形。自表1葉片生長數獲悉，木瓜之生長與氣溫之高低有密切關係，氣溫愈低，生長愈慢；臺灣中南部自11月開始，氣溫逐漸降低，木瓜生長亦隨之緩慢，一、二月爲最低，生長幾告停止；至三月溫度逐漸上昇，生長則隨之旺盛，而以五月之生長爲最旺盛，葉片數高達16.45枚， 可能與低溫期間之碳水化合物之貯積有關。依葉片數判斷，木瓜在生長旺盛期間，每月生長之葉片應在10枚以上，最多可達16.45枚。不及10枚者， 爲生長緩慢期（十一月至翌年二月）。

木瓜之雄性變異自五月（16.1%）開始，有逐漸增加趨勢，而以六（51.3%）、七（58.0%）月爲最盛，此後有逐漸減少趨勢（八月、九月、十月各爲22.5%、32.5%、31.3%）。全年雄性變異高達21.8%；雌性變異則適與之相反。凡低溫不適於雄性變異時期，雌性變異即相對增加。在嘉義氣候條件下，十二月至翌年二月之雌性變異高達64.7%，三至四月爲最高，達83.5%，此後隨溫度之增加，雌性變異有減少之趨勢。至於十一月無雄性變異時期，雌性變異（1.4%）并未相對增加，以及三～四月溫度較十二～二月爲高時期較高，而十二月～二月之雌性變異（64.7%）反較三～四月（83.5%）爲低，則可能與營養狀況有關；即碳水化合物貯積愈多時期，對雌性變異愈爲有利。在嘉義氣候條件下，木瓜第一年開花結果期之全年雌性變異率爲27.7%，全年之雄性變異與雌性變異合計爲49.6%，證明臺灣南部各月氣候除十一月外，對兩性木瓜之性變，極爲有利。夏、秋有利於雄性變異，冬春則有利於雌性變異，雄性變異造成不結果實，使產量減少；雌性變異則造成無市場價值之畸型果實，而成爲減產之另一原因。

在嘉義栽培之夏威夷品種兩性木瓜，平均每株第一年所產生之花序數(或葉片數）爲113.5序（或枚），由於性變之產生，其第一年產生之正常果實數祇有花序數（或葉片數）之 50.4%，即 57.2枚。除去九月至二月開花所結果實，因糖度減低不適合市場需要外[9]，合格之正常果實不及30枚。

（二）不同果型之種子育成之幼苗，對開花後之性變影響：本研究在同一兩性植株上，選取正常兩性花與性變花，分別行人工自交授粉；另取正常兩性花與性變花令其天然受粉。果實成熟後，分別取其種子播種育苗。各選發育正常者5株種植，作爲供試植株，其第一年開花之性變情形如表2所示。

表 2　不同來源種子育成之兩性木瓜之性變情形

Table 2. Percentage of sex change of hermaphrodite papaya coming from different seed source.

種子來源 Seed sources	花型百分數（%） Flower types		
	正常兩性 Normal hermaphrodite	雄性 Male	畸形 Carpellody
正常兩性花自交 Normal hermaphrodite fl. self-pellinated	52.2	22.4	25.4
畸形花自交 Carpellodic fl. self-pollinated	54.6	15.8	29.6
正常兩性花天然受粉 Normal hermaphrodite fl. natural pollinated	47.2	28.1	24.7
畸形花天然受粉 Carpellodic fl. natural pollinated	47.7	21.6	30.9

自表2獲悉：正常兩性花之自交後代所結正常果實，較正常兩性花之天然受粉後代所結正常果實多5%；畸形花之自交後代所結正常果實，較畸型花之天然受粉後代所結正常果實多6.9%，表示木瓜兩性花之自交，似有結正常果實較多之趨勢。正常兩性花自交後代之雄性變異與畸型花之自交後代之雄性變異各爲22.4%與15.8%，雌性變異各爲25.4%與29.6%，前者相差6.6%，後者相差4.2%，似可表示正常兩性花之自交後代有雄性變異增加之趨勢，畸型花之自交後代則有雌性變異增加之趨勢，正常兩性花之天然受粉後代與畸型花之天然受粉後代，則有同樣趨勢。此一事實似可作爲育種之良好參考，即採用正常兩性花自交者，同時可獲得減少雄性與畸型之變異，相對可增加正常果實之百分數。畸型花不論自交或天然受粉，其後代之畸型變異，均有增加趨勢。

（三）夏威夷優良品種間雜交後代之繼續分離與選種：

A. $A_5 \times$ Sunrise (F_1) 之後代 (F_2) 選拔：1975年雜交，11月3日播種，1976年1月15日定植，共62株，選出生長正常，開始着果位置較低者6株。目前狀況如表3：

表 3 $A_5 \times$ Sunrise (F_1) 之後代 (F_2) 優選植株現況

Table 3. Selected progenies F_2 from $A_5 \times$ Sunrise

株號 Plant No.	第一着果高度 (cm) Height of the 1st. fruit	高生長 (cm) Plant height	幹圍 (cm) Circumference of stem	結果數 No of fruits	品質 Quality of fruit	備註 Remark
420	79	129	20.5	—	—	7月17日調查
424	82	135	21.0	—	—	〃
432	63	113	19.4	—	—	〃
446	70	119	20.0	—	—	〃
452	67	123	21.4	—	—	〃
457	78	135	22.0	—	—	〃

B. $A_5 \times$ Sunrise (F_3) 之後代 (F_4) 選拔：自26株選出2株，目前狀況如表4。

表 4. $A_5 \times$ Sunrise (F_3) 之後代 (F_4) 優選植株現況

Table 4. Selected progenies F_4 from $A_5 \times$ Sunrise

株號 Plant No.	第一着果高度 (cm) Height of the 1st. fruit	高生長 (cm) Plant height	幹圍 (cm) Circumference of stem	結果數 No. of fruits	品質 Quality	備註 Remark
565	61	115	22.0	—	—	7月17日調查
578	67	122	19.0	—	—	〃

C. $A_{32} \times A_5$ (F_3) 之後代 (F_4) 選拔：自25株中選出4株，目前狀況如表5。

表 5. $A_{32} \times A_5$ (F_3) 之後代 (F_4) 優選植株現況

Table 5. Selected progenies F_4 from $A_{32} \times A_5$

株號 Plant No.	第一着果高度 (cm) Height of the 1st. fruit	高生長 (cm) Plant height	幹圍 (cm) Circumference of stem	結果數 No. of fruits	品質 Quality	備註 Remarks
600	67	122	27.3	—	—	7月17日調查
602	70	120	22.1	—	—	〃
605	67	113	19.2	—	—	〃
608	69	93	17.2	—	—	〃

以上後代選拔以第一着果位置最低，果形整齊美觀者爲首先注重之目標。

討　　論

構成兩性木瓜產量之原因有二：一爲植株之生長快慢，一爲性變程度之多少。前者決定木瓜一年中可能生產之葉片數，已屆開花年齡後之葉片數與花序數一致，花序數愈多，結果之機會亦愈多，即產量愈高。但花序數雖多，是否能結成有效果實，則與性變情形有關。產生性變之程度如何，須視品種本身之遺傳特性，與氣候條件之影響程度而異。根據過去研究[2]與作者在臺灣觀察[8]，高溫時期木瓜生長較旺盛，低溫時期木瓜生長較緩慢，以至停止生長。熱帶地區無低溫季節，故終年生長一致，產量甚高；在亞熱帶地區，則因冬季氣溫常低，限制木瓜之生長常甚嚴重，產量因此隨之減少。此外，在臺灣之雨水分佈，就中南部而言，高溫時期爲雨季，低溫時期爲乾季，更有使木瓜在高溫之夏秋促成過分旺盛生長，而使冬、春過分限制其生長之趨勢。木瓜兩性花在其適度生長範圍以外，如受氣候之過度影響，常有產生性變之表現。即在過分旺盛之生長情形下，兩性花有向雄性變異之趨勢；在抑制生長之狀況下，兩性花有向雌性變異之趨勢，前者因祇有雄性作用而不結果，後者則所結果實爲畸形（2、8）。

據 Minoru Awada 與 Warren S. Ikeda (1957) 研究，認爲兩性花木瓜之性變與土壤濕度及生長狀況有關，土壤濕度愈高或生長旺盛者，雌性變異率較高（4、5、6、7）。就氣溫影響而言，雌性變異表現最顯著之時期爲低溫之冬季；高溫之夏季，則雄性變異表現最爲顯著（4、5、6、7）。由此似可判斷在低溫情形下，植株生長緩慢或停止，消耗養分（碳水化合物）少，貯積則相對增加，特別以生長旺盛者爲然。在碳水化合物充足情況下，有促進雌性變異之效果。反之，在高溫之夏季，由於生長旺盛，消耗碳水化合物之量超過其適量，或有不足之情況下，則有促進雄性變異之效果。故促進木瓜兩性花之性變之基本原因，可能爲營養狀況，而氣溫與土壤濕度之影響在改變營養狀況。

根據本研究調查結果：發現臺灣栽培之兩性木瓜在一年中，受氣候影響而引起性變之時期甚長，祇十一月與五月性變情形爲最少，十一月完全無雄性變異，雌性變異亦祇1.4%；五月之雄性變異爲16.1%，雌性變異爲17.0%，兩者幾相等。其他時期凡不利於雄性變異者，則雌性變異即有增加之趨勢，不利於雌性變異者，則雄性變異有增加之趨勢，全年雄性變異率達21.8%，雌性變異率達27.7%，全年性變率達49.5%，幾及全年花序數（即葉片數）之½，亦即正常結果數祇有花序數(或葉片數)之半，有約½之果實因性變而損失。又正常果實中又因經過低溫而成熟者，糖度減低而未能達正常風味者，約佔44.5%，再減除不及標準之小形果實等，則實際有市場價值之果實不及¼，證明臺灣氣候對夏威夷品種之兩性木瓜之正常結果，有嚴重影響。在改良品種方面，如何避免性變之產生，應屬重

要目標。根據本研究用不同種子來源之後代觀察，發現凡畸形花不論人工自交或天然受粉，其後代所產生之畸形果實，均有增加趨勢。但正常兩性花自交者，其後代所產生之果實中，不但畸形果實有減少趨勢，且較正常兩性花之天然受粉者，亦有減少趨勢，正常果數則相對增加。故在改良品種方面，爲求減少畸形果實之產生，而增加正常果數，應採用正常兩性花自交，以求逐步達成。

據本研究雜交後代分離方面之觀察獲悉：$A_5 \times$ Sunrise之F_2，其第一着果高度與果實水分含量，均有較 F_1 增加之趨勢；$A_{32} \times A_5$之F_3，則未見此等趨勢。故夏威夷品種木瓜，欲在臺灣獲得改良而能適合臺灣之要求，應就A_{32}與A_5之雜交後代中，用人工自交方法達成之。

參 考 文 獻

1. Henry Nakasone (1966) : Papaya breeding work at Malama-Ki, Miscellaneous publication 28, Univ. of Hawaii, Cooperative Extension Service.
2. Warren Yee (1970) : Papayas in Hawaii, Circular 436, Univ. of Hawaii, Cooperative Extension Service.
3. Minoru Awada and Warren S. Ikeda (1957) : Effects of Water and Nitrogen application on Composition, Growth, Sugars in Fruits, Yield, and Sex Expression of the Papaya Plants (Carica papaya Plants (Carica Papaya L.). Technical Bulletin 33, Hawaii Agri. Expt. Sta. Univ. of Hawaii.
4. R. W. Harkness (1967) : Papaya growing in Florida, Circular s-180, Agric. Expt. Sta. Institute of Food and agric. Sciences, Univ. of Florida.
5. W. B. Storey (1954) : Why papaya fail to fruit. Extension Circular 339, Univ. of Hawaii.
6. G. W. G. Agnew (1968) : Growing quality papaya in Queensland. Queensland Agri. Journal, Jan.
7. A. H. Lange (1961) : Factors Affecting Sex Changes in the Flowers of Carica Papaya L., Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77 : 252—264.
8. 張振宙 (1974) ：夏威夷品種木瓜在臺灣試種與雜交一代之表現。農業研究 Vol. 23, No. 4.

VARIETAL IMPROVEMENT OF PAPAYA IN TAIWAN[1]

By

Chen-Chou Chang[2]

Summary

Fruit quality of the papaya varieties of Hawaii strain, trying to grow at Chia-yi Agricultural Experiment Station, are excellent. They are good for export, but unfortunately, they appeared sex changes throughout all the year, and produced during the cold season, a lot of carpellodic fruits which are unmarketable, or produced a lot of abortive flowers during the warm season, resulting in a lack of fruit production, so that the yields of these varieties have been much poorer in Taiwan than in Hawaii. Another problem is the quick decrease of sugar content of the fruits, when they developed through the cold season, and thereafter matured before May. Such fruits are not preferable on the market. It showed that the climatic conditions in Taiwan are not favorable to the production of papaya.

In this study, it was found that artificial self-pollination of the normal hermaphrodite flowers revealed a tendency to decrease the production of carpellodic fruits. It is suggested to be a method used for improving the varieties in decreasing the production of carpellodic fruits.

In keeping the excellent fruit quality, it is suggested to use the varieties A_{32} (Kapoho) and A_5 (a dwarfish variety) as parents for cross-breeding and select the progenies desirable for export.

This study supported by a research grant from the Chung Chen Science and Technical Research Foundation.

1. Serial No. (Q) 800.

2. Horticulturist of the Chiayi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute.