

番木瓜‘高雄9號’之育成

王仁晃¹

摘要

番木瓜新品種‘高雄9號’，商品名為「日光」，本品種於2009年春季完成雜交，並於2012年12月申請植物品種權。‘高雄9號’植株為單莖直立生長半矮生型，生長勢旺盛，始花節數為19節，果實始採收株高約1.5-2.0公尺，始果高度約0.6公尺；葉片為掌狀葉，葉緣缺刻較圓整，成熟葉面積約0.3平方公尺，葉片葉柄為綠色；主要花性為兩性及雌花，不具有雄花，每節花數1-8朵，花冠顏色為乳黃色；兩性花果實為伸長形，果重約600-700公克，可溶性固形物12-13⁰Brix，果皮成熟時為深黃色至橙色，污斑發生輕微，果實密實度中等，果肉厚，果肉深橙紅色，全年均可生產。

關鍵字：番木瓜、育種、雜交一代

前言

番木瓜(*Carica papaya* L.)為台灣重要熱帶果樹，近10年來平均栽培面積約為2,800-3,500公頃，年產量約15萬公噸，每公頃單位面積產量可達40公噸以上(農業統計年報, 2011)，產值占果樹產業重要地位，其外銷潛力更被視為重要外銷農產品之一。台灣番木瓜品種選育工作已進行數十年，亦有相當傲人之成就。農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所陸續育成‘台農1號’、‘台農2號’、‘台農3號’、‘台農5號’及‘台農6號’⁽¹⁾；種苗改良繁殖場育成全世界第一個全兩性番木瓜品種‘種苗7號’⁽³⁾，台灣大學育成強耐木瓜輪點病品種‘台大8號’，民間種子公司農友種苗則育成‘紅妃’品種，上述品種中‘台農5號’、‘紅妃’及‘台大8號’屬於耐木瓜輪點病品種，以上均為非基因轉殖木瓜品種⁽¹⁾；中興大學則育成具有雙抗病毒的‘台農2號’基因轉殖木瓜⁽²⁾。這些品種之育成，在世界上均屬於相當重要的成果，‘台農1號’及‘紅妃’等品種甚至為中南美洲及亞洲地區最重要的栽培品種之一⁽¹⁾。

台灣目前之栽培品種以‘台農2號’為主，約占有90%，少數為‘日陞’品系及‘紅妃’⁽¹⁾。‘台農2號’因具有豐產的特性，栽培得宜果園年產量可達100公噸/公頃以上，其果實優良特性包含，可溶性固形物含量高、果實具有香氣、

¹ 行政院農業委員會高雄區農業改良場助理研究員

果腔平整及橙紅果肉等，植株始果節位中低，果柄長及著果數多等優良特性。但仍有果肉較軟、耐貯性低，果實過大(1公斤以上)及果頂過於凸出等問題。不耐貯運、果頂過於突出及果實過大等特性，較不利於番木瓜果實的外銷拓展，而過大的果實可能較不利於現代小家庭的消費習慣。然而其他的栽培品種亦有其他不利內外銷的問題存在，因此在推廣上無法普及，因此仍須積極投入適合內外銷高品質木瓜品種之育種工作。

番木瓜果實重要的優良特性包含豐產但著果不擁擠、小果符合鮮食、著果果型整齊、表皮光滑、果腔完整，果肉與種子易分離、無強烈味道及耐貯運等^(4,5)。高雄區農業改良場(以下簡稱高雄場)為增加番木瓜品種選擇的多樣性，育成符合國內外銷售的番木瓜品種，自2005年開始進行番木瓜育種，初期自東南亞、夏威夷及中南美洲等地進行引種，蒐集國內外優良品系，進行品系雜交及選育，以期選出果實產量高，具有優良果實品質特性(果肉鮮紅、果肉厚、風味佳、果肉稍硬及果實污斑少)，花性穩定，果型整齊及果重約600-800公克等特性的品種，以提供內外銷供果之品種選擇。

材料與方法

一、親本來源、特性及雜交

番木瓜‘高雄9號’為雜交一代品種，其親本之母本為95年春季期間將馬來西亞矮生種(Y5017)與多果品系(Y5042)雜交後，經過世代分離選拔及純化所獲得自交系(Y6218-1-7-2-8-2)；父本係96年引種自菲律賓高糖度品系(Y7028)經分離選拔後，加以純化之自交系(Y7028-1-5-1-3-3)。母本為橙紅色果肉，果重約1,000g，可溶性固形物含量約12-13°Brix，具有早熟、低始果高度與單株產量高等優良特性；父本亦為橙紅色果肉，果重約500g，可溶性固形物含量約13.5°Brix，果型整齊，父母本於2010年春進行雜交。

二、品系比較試驗

試驗地點設置於屏東縣長治鄉高雄區農業改良場試驗田區(22°70'N，120°52'E)，選擇以‘台農2號’為對照品種。番木瓜苗經育苗後，於苗莖徑約0.3-0.5cm時，定植於田間白色32目塑膠網覆蓋之田區內，避免因蚜蟲而感染木瓜輪點病。定植行距為2.7m，株距為2m，南北向種植。栽培管理方式採用高雄區農業改良場所開發的栽培管理系統，以滴灌系統搭配土壤水份張力計(Model R, Irrrometer Co. Inc. Riverside, CA, USA)進行肥灌(fertigation)管理。定植後依植株狀況給予病蟲害管理，使參試植物材料維持於健康狀態。

試驗於2010-2011年及2011-2012進行雜交一代新品系比較試驗。2010-2011年期作為品系選拔試驗，於2010年12月23日定植，每一穴定植

3株,每個品系(種)每重複種植5植穴,各2重複。2011-2012期作,由2010-2011年期作中選擇5個雜交一代新品系進行品系比較試驗,每一穴定植3株,每個品系(種)每重複種植5植穴,各4重複。定植後調查其始果高度、株高,於果實約5-25%轉黃時,進行果實性狀(果重、果實長寬、果肉厚、果肉色及可溶性固形物含量等)、果實病害級數及罹病度(disease incidence)、果皮生理性斑點級數(Freckle index, FI)及著果數量等性狀。

其中,果實果肉可溶性固形物、果實重量、果實病害級數及罹病度和果皮生理性斑點級數等調查方法如下:

(一)果肉可溶性固形物含量:剖開果實後,在果實中央部位間隔120°選擇對稱3點,按壓果肉取得果汁後以電子式糖度計(Model PAL-1, Atago, Japan)測定可溶性固形物,再取其平均值以(°Brix)表示。

(二)果實重量:以電子天平量測,以(g)為單位。

(三)果實罹病度調查:採收後以電石催熟,於第6天進行炭疽病、疫病及蒂腐病罹病度調查。記錄罹病果實數外,同時記錄罹病等級,發病面積在0、5%、6-10%、11-30%及31%以上依序為發病等級0、1、2、3、4。

並依下列公式算出罹病度:

$$\text{罹病度} = \frac{\sum(\text{級數} \times \text{該級數罹病果數})}{(4 \times \text{總調查數})} \times 100\%$$

(四)果皮生理性斑點級數訂定:依果皮生理性斑點面積占調查果實表面積比率訂定生理性斑點級數,20%間距為1個級數,調查時將果實分為五個區塊(心皮),分別調查各區塊FI,再將之加總取其平均數為單一果實FI,級數標準分別為,0級:無生理性斑點出現;1級:生理性斑點占調查面積的1-20%;2級:21-40%;3級:41-60%;4級:61-80%;5級:81-100%。

三、資料分析

每次取樣調查所得的數據以SAS套裝軟體中之GLM進行變方分析,其平均值以最小顯著差異測驗法(Least Significant Difference Test)進行其差異顯著性分析。

結果與討論

一、品系選拔

高雄場番木瓜育種目標為選育具有產量高、果肉厚、果型佳、果實品質優良、果實重約600-1,000g,耐果實貯藏性病害等適合內外銷特性之優良品種。2011年度共定植54個F₁品系,根據F₁品系田間表現,選拔出10個較符合育種目標的新品系,進行品系選拔試驗調查。由於產量的多寡會決定農

民的栽培意願與收益，因此產量為重要選拔目標之一⁽⁴⁾，2011 年度所選拔之 10 個雜交一代新品系，均具有豐產的特性，單株產量介於 90-118 公斤，均近似或高於對照品種。其中果重約 600-750 g 之中小果品系均有 100 公斤/株以上之預估產量(表 1)，著果數較多為豐產的主因。果實可溶性固形物含量以中小型果品系較高，PH1004、PH1006、PH1011 及 PH1029 等 4 個品系則高於對照品種(表 1)。

表 1. 2011 年番木瓜 F₁ 入選品系果實重量、果實數目、預估產量及可溶性固形物含量

Table 1. Single fruit weight, fruit number, predicted yield and total soluble solid of F₁ hybrids in line selection trials in 2011.

Varieties	Fruit weight (g)	Fruit number	Predicted yield ^y (kg/plant)	Total soluble solid (°Brix)
PH1004	627.1±162.1 ^z	188±35	118.4	11.1±0.9
PH1006	676.9±126.3	172±42	116.7	11.0±0.8
PH1011	597.6±102.1	171±33	102.6	11.4±0.6
PH1012	1469.3±185.3	68±21	100.9	10.1±1.3
PH1021	739.8±120.3	147±42	109.1	10.6±0.9
PH1025	709.4±112.6	154±33	108.9	10.1±1.0
PH1026	1579.1±158.3	57±39	89.9	9.6±1.3
PH1029	779.1±142.9	142±32	110.6	11.2±0.6
PH1037	977.9±155.3	119±31	116.0	10.7±0.8
PH1038	1022.5±168.6	113±33	115.7	8.7±1.3
TN2(CK)	1244.0±189.1	72±25	89.3	10.7±0.9

^z: Mean±SD

^y: Predicted yield = fruit number × single fruit weight; Fruit number was counted from the first fruit bearing and single fruit weight was average of 10 fruits.

入選的 10 個品系中，僅有 PH1025 為黃肉品系，具有果實硬度較高及果肉厚及始果節位低等特性，但因為果腔較深，果肉不易與種子分離(表 2)，因此其品質尚有改進空間。PH1012、PH1026 及 PH1038 等 3 個品系，果重大於 1,000 公克，屬於中大果品種，均具有果腔較平滑的特性(表 2)，且始果節位較低、株高較矮(約 150-225 cm)(表 3)，產量亦相當高，但 PH1038 可溶性固形物含量較低，為主要的缺點，而 PH1012 及 PH1026 果實稍大，雖然較不符合現階段的育種目標，但在未來仍有推廣潛力。PH1006 雖然符合果重、果型及果色等多項育種選拔特性目標，但因為果腔較深，因此暫時未列入選拔的品系之一。

PH1004、PH1011、PH1021、PH1029 及 PH1037 等五個品系，果肉均為紅色，較符合目前市場需求。PH1004 及 PH1011 果實長寬比為 2.0(表 2)，果型屬於梨型果，較接近一般‘Solo type’，果重約 600 公克，果腔完整度尚佳，果實污斑少，果實儲藏性病害抗病性中等，莖幹週徑較大(表 3)，單株產量亦

高於對照品種‘台農 2 號’。PH1021、PH1029 及 PH1037 果重介於 740-978 g，均為紅肉品系，可溶性固形物含量約 10.6-11.2 °Brix，PH1021 及 PH1037 果腔平滑度較佳，株高約 150-225 cm，始果高度略低於‘台農 2 號’(表 3)。綜合上述評估，PH1004、PH1011、PH1021、PH1029 及 PH1037 等五個品系，較符合育種目標，因此於 2011 年 10 月進行品系比較試驗。

表 2. 2011 年番木瓜 F₁ 入選品系果實特性

Table 2. Fruit characteristics of F₁ hybrids in line selection trials in 2011.

Varieties	Longitudinal diam (cm)	Transversal diam (cm)	Diam ratio ^y	Flesh color	Scraping flesh ^x
PH1004	16.9±1.3 ^z	8.6±0.7	2.0	Red	++
PH1006	15.9±0.9	9.6±0.5	1.7	Red	+
PH1011	16.6±1.4	8.4±0.6	2.0	Red	++
PH1012	23.0±1.6	11.2±1.2	2.1	Red	++
PH1021	19.5±1.2	8.7±0.6	2.2	Red	++
PH1025	15.5±1.3	9.5±0.7	1.6	Yellow	+
PH1026	23.1±1.5	11.6±0.6	2.0	Red	+++
PH1029	20.1±0.9	9.1±0.8	2.2	Red	++
PH1037	19.1±1.1	10.4±0.7	1.8	Red	++
PH1038	23.7±0.9	10.4±0.9	2.3	Red	++
TN2(CK)	25.6±1.4	10.7±0.7	2.4	Red	++

^z: Mean±SD

^y: Diam ratio: longitudinal diam / transversal diam

^x: Scraping flesh: +(sever), ++(medium), +++(mild)

表 3. 2011 年番木瓜 F₁ 入選品系樹幹周徑、始果高度及株高調查

Table 3. Stem circumference, height of first bearing and plant height of F₁ hybrids in line selection trials in 2011.

Varieties	Circumference (cm)	Height of first bearing (cm)	Plant height ^y
PH1004	39.1±0.6 ^z	61.9±1.1	3
PH1006	35.8±0.5	57.4±0.9	3
PH1011	38.1±0.6	62.9±1.3	2
PH1012	33.3±0.8	37.1±0.9	1
PH1021	37.2±0.6	63.3±1.4	3
PH1025	32.9±0.7	60.4±0.9	2
PH1026	33.2±0.6	37.1±1.9	1
PH1029	36.4±0.4	57.6±1.6	2
PH1037	33.5±0.6	56.6±1.5	3
PH1038	32.2±0.4	50.4±1.6	2
TN2(CK)	37.1±0.5	66.3±2.1	3

^z: Mean±SD

^y: Plant height: 1: below 150 cm; 2: 150 - 225 cm; 3: above 225 cm

二、品系比較試驗

第二季選拔於定植後便遭遇連日陰雨，木瓜植株生育雖然較慢，但於肥灌管理系統下植株初期著果良好。始果高度以 PH1021 最低，PH1029 及 PH1037 均略低於對照品種‘台農 2 號’，早期著果數量以 PH1021 最多，其他品種則接近‘台農 2 號’(表 4)。參試品系中除 PH1011 果重大於 2011 年第一季品系選拔外，其他四品系果重均略小於上季表現，介於 554-692 g 之間，但均小於‘台農 2 號’之 997 g，本季果重較輕可能與調查果實數較多(約 10-15 果)，部分生長後期果實受豪雨影響，果重較輕有關，其中 PH1029 預估產量較高，而果實可溶性固形物仍有 12.3 °Brix(表 5)。

表 4. 2012 年番木瓜 F₁ 新品系始果高度及早期著果數調查

Table 4. Height to first bearing and fruiting number in early fruiting stage of F₁ hybrids in line selection trials in 2012.

Varieties	Height to first bearing (cm)	fruiting number ^y
PH1004	55.5±2.9 ^z	5.5±0.5
PH1011	64.1±4.4	3.4±0.7
PH1021	39.8±2.9	8.4±2.4
PH1029	51.7±1.3	4.9±0.4
PH1037	50.0±2.4	5.2±0.5
TN2(CK)	57.5±2.0	5.2±0.8

^z: mean±SD

^y: Fruiting number from the first bearing.

表 5. 2012 年番木瓜 F₁ 入選品系果實重量、果實數目、預估產量及可溶性固形物含量

Table 5. Single fruit weight, fruits number, predicted yield and total soluble solid of F₁ hybrids in line selection trials in 2012.

Varieties	Fruit weight (g)	Fruit number	Predicted yield ^y (kg/plant)	Total soluble solid (°Brix)
PH1004	554.0±138.0 ^z	93±36	51.2	12.9±0.5
PH1011	692.0±219.4	67±35	46.2	13.2±1.3
PH1021	681.7±193.5	88±36	59.8	11.6±0.9
PH1029	621.4±120.2	97±36	60.1	12.3±0.8
PH1037	680.6±140.2	77±34	52.4	9.2±1.3
TN2(CK)	996.7±141.3	73±31	72.7	11.7±1.9

^z: Mean±SD

^y: Predicted yield = fruit number × single fruit weight; Fruit number was counted from the first fruit bearing and single fruit weight was average of 10 fruits.

2012 年期作果實長寬比接近 2011 年期作表現，PH1004 及 PH1011 果實長寬比在 2 以下，果型屬於梨型果，較接近一般‘Solo type’，PH1021、PH1029 及 PH1037 則為長形果，較接近於‘台農 2 號’的果形，PH1029 果形最為接近‘台

農 2 號’，果實長寬比均為 2.3。果肉比例則可達到 58%，‘台農 2 號’則僅有 50%，入選品系果肉均厚於‘台農 2 號’(表 6)。五個雜交一代品系果實污斑級數接近‘台農 2 號’，炭疽病罹病度則以 PH1004、PH1021 及 PH1037 較為嚴重，而 PH1011 及 PH1029 則與‘台農 2 號’相近，蒂腐病及果疫病罹病度則無顯著差異(表 7)。

綜合上述試驗資料顯示 PH1029 具有優良特性，其品系特色為中果形，果實重約 600-750 公克，果肉鮮紅、果肉厚、可溶性固形物含量高、果形整齊、著果位低及著果數多等優良特性，已於 2012 年 11 月提出命名申請為「高雄 9 號-日光」。

表 6. 2012 年番木瓜 F₁ 入選品系番木瓜 F₁ 入選品系果實特性調查

Table 6. Fruit characteristics of F₁ hybrids in line selection trials in 2012.

Varieties	Diam of cavity (cm)	Longitudinal diam (cm)	Transversal diam (cm)	Diam ratio ^y	Flesh ratio ^x (%)
PH1004	4.9±0.6 ^z	15.6±1.0	8.3±0.9	1.9	58
PH1011	4.5±1.1	16.5±1.1	9.0±1.3	1.8	58
PH1021	4.3±1.3	19.0±3.1	8.5±0.9	2.2	54
PH1029	4.3±0.8	18.6±1.2	8.3±0.7	2.3	58
PH1037	4.5±0.7	17.9±1.0	9.0±0.7	2.0	61
TN2(CK)	6.0±0.6	23.5±0.8	10.2±0.6	2.3	50

^z: mean±SD

^y: Diam ratio: longitudinal diam / transversal diam

^x: Flesh ratio = (flesh thickness / transversal diam) × 100%

表 7. 2012 年番木瓜 F₁ 入選品系污斑級數、炭疽病、蒂腐病及果疫病罹病度調查

Table 7. Freckle index, disease incidence of phytophthora fruit rot, anthracnose and stem-end rot on papaya fruits of F₁ hybrids in line selection trials in 2012.

Varieties	Freckle index	Disease incidence ^y (%)		
		Anthracnose	Stem-end rot	Phytophthora rot
PH1004	1.1 ± 0.3 ^z	61.1 a ^x	5.6	19.4
PH1011	0.8 ± 0.8	34.1 b	0.0	4.5
PH1021	0.3 ± 0.5	54.2 a	20.8	0.0
PH1029	0.5 ± 0.5	32.7 b	9.6	7.7
PH1037	0.5 ± 0.6	63.3 a	5.0	1.7
TN2 (CK)	0.9 ± 0.9	41.7 b	5.6	0.0

^z: mean±SD

^y: Disease rating 0、1、2、3 and 4 are 0, 5%, 6-10%, 11-30% and above 31% of disease area in a fruit, separately. Disease incidence = Σ (disease rating × fruits) / (4 × total fruits) × 100%

^x: In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test.

三、高雄9號(PH1029)栽培應注意事項

- (一)生長勢中強，始果節位中低，可進行適當倒株作業。栽培密度建議為1.8-2.0公尺 × 2.7公尺，每公頃栽培密度約1850-2000株。
- (二)因不耐木瓜輪點病，建議栽培於32目塑膠網室內。
- (三)每果串建議留果數目為2-3果，栽培期間應隨時去除畸形花(果)，避免造成養分消耗。
- (四)單株產量豐富，始果達中果期以後，需插立支柱，可避免因大量果實負載而造成倒伏。
- (五)其餘栽培作業及果實採收標準可參考高雄場所出版之「木瓜健康管理手冊」。
- (六)病蟲害防治參考植物保護手冊，颱風後則加強根腐病、果實儲藏性病害(如炭疽病、果疫病及蒂腐病等)病害防治。

參考文獻

1. 王德男、李文立、劉碧鵬 2007. 台灣木瓜生產之變遷 台灣木瓜產業發展研討會專刊-行政院農業委員會農業試驗所特刊 125 號. 行政院農業試驗所編印. p. 1-20.
2. 包慧俊、龔怡蓉、鄭櫻慧、葉錫東 2007. 抗輪點病毒與畸葉嵌紋病毒基因轉殖木瓜之育成 台灣木瓜產業發展研討會專刊-行政院農業委員會農業試驗所特刊 125 號. 行政院農業試驗所編印. p. 63-71.
3. 邱展臺 2007. 番木瓜兩性株育種 台灣木瓜產業發展研討會專刊-行政院農業委員會農業試驗所特刊 125 號. 行政院農業試驗所編印. p. 51-62.
4. Chan, Y.-K., 2009. Breeding Papaya (*Carica papaya* L.). Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species, In: Jain, S.M., Priyadarshan, P.M. (Eds.). Springer New York, pp. 121-159.
5. Nakasone, H. Y. and R. E. Paull. 1998. Papaya. In: H.Y. Nakasone and R. E. Paull. (eds.). Tropical Fruits. CAB international press, Wallingford. UK. pp.239-269.