

台灣龍眼果實性狀評估與分類¹

薛吉人² 王婉伶^{3,5} 張哲瑋⁴ 蔡智賢²

摘 要

薛吉人、王婉伶、張哲瑋、蔡智賢。2011。台灣龍眼果實性狀評估與分類。台灣農業研究 60:318–327。

本試驗係於 2010 年以農業試驗所嘉義試驗分所龍眼種原園中的 36 種栽培品種為材料，調查其果實性狀，而後以集群分析 (Clustering Method) 進行分群，以利評估各栽培品種間的相似性與差異性，以為龍眼育種之參考。結果顯示，36 種栽培品種可區分為 5 個集群。集群 A 與集群 B 的單果重、果肉重及平均果徑均較高，但集群 A 的種子重較集群 B 為低。集群 A 中以‘水貢’較具發展優勢，其平均單果重 14.9 g，平均果肉重 10.2 g，果肉率 68.1%，總可溶性固形物 17.2°Brix，其次為‘Ponyai’和‘紅殼硬枝’。集群 E 的單果重、種子重、果肉重及平均果徑雖較其他集群為低，但一年四季皆可開花結果且總可溶性固形物高達 22.6°Brix 的‘四季眼’，及果肉率高達 73.5% 的‘埔尾小核’亦存在育種發展潛力。

關鍵詞：龍眼、種原、果實品質、集群分析。

前 言

龍眼在植物分類學上屬於無患子科 (Sapindaceae) 龍眼屬 (*Dimocarpus*)，與荔枝近緣，為亞熱帶常綠果樹，原產中國南方及越南北部 (Leenhouts 1971; Wong 2000; Xia & Gadek 2007)。龍眼屬有 7 個種，其中以龍眼 (*Dimocarpus longan* Lour.) 最廣為經濟栽培，可區分為 *D. longan* ssp. *longan* 與 *D. longan* ssp. *malesianus* 兩個亞種 (Leenhouts 1971, 1973; Lo & Chen 1979; Wong 2000; Xia & Gadek,

2007)。其中，生長在馬來西亞沙撈越 (Sarawak) 的 *D. longan* ssp. *malesianus* var. *malesianus* 與越南南方的 *D. longan* ssp. *longan* var. *longepetiolatus* 為不經低溫氣候誘導即可形成花芽的龍眼變種 (FAO 2004; Wong 2001)。

龍眼在中國栽培歷史超過 2000 年，有超過 300 種的栽培品種，分布於福建、廣東、廣西、四川、雲南、海南等地，主要栽培品種有‘福眼’、‘烏龍嶺’、‘赤殼’、‘石硤’、‘儲良’、‘大烏圓’和‘廣眼’ (Deng 1995; Li *et al.* 2010; Liu & Ma 2001; Menzel *et al.* 2005; Pan & Tang

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2606 號。接受日期：100 年 11 月 18 日。
2. 國立嘉義大學園藝學系碩士研究生、教授。台灣 嘉義市。
3. 高雄市政府工務局養護工程處公園工程科幫工程司。台灣 高雄市。
4. 本所嘉義試驗分所園藝系副研究員兼系主任。台灣 嘉義市。
5. 通訊作者，電子郵件：wanling@kcg.gov.tw；傳真機：(07)3315397。

2006)。泰國為目前世界第一大龍眼外銷出口國，栽培品種超過 15 種，主要栽培品種為‘E Daw’、‘See Chompoo’、‘Haew’及‘Biew Khiew’ (Anupunt & Sukhvibul 2005; Chomchalow *et al.* 2008; Menzel *et al.* 2005; Subhadrabandhu & Yapwattanaphun 2001)。越南則主要栽培‘Nhan Lông’、‘Nhan Cui’、‘Long Nhan’與‘Tieu Da Bo’ (FAO 2004)。而澳洲、美國佛羅里達州以‘Kohala’為主要栽培品種 (Campbell & Campbell 2001; Menzel *et al.* 2005; Nicholls 2001)。在台灣廣泛栽培的‘粉殼’，為果農自行選出的實生變異品種 (Hsu 1996)。

龍眼在生產上引種頻繁，同種異名 (Synonym)、同名異種 (Antonym) 的現象嚴重。透過分類研究可為龍眼種質資源的起源、進化、評估及利用提供科學依據。龍眼種質資源分類研究包括形態學、細胞學、生物化學及 DNA 分子標誌等方面，其中形態學因簡單直觀而佔主要地位 (Gao *et al.* 2007)。在果實評估與分類上，廣州的 19 種龍眼引進種，肉質、果形差異較大外，其他性狀差異不大 (Li *et al.* 2010)。透過主成份分析 (Principal Component Analysis) 則可有效減少觀測的項目 (Hatcher 1994)。其中，單果重、果形指數、果肉率和果肉厚度百分率可做為龍眼果實品質評估的簡化指標 (Li *et al.* 2010)。而集群分析 (Cluster Analysis) 為一種數學方法，用以將相似的物群進行歸納排序。透過 (1) 建立資料矩陣；(2) 選擇性標準化資料矩陣；(3) 計算其相似係數；(4) 以集群方法處理相似係數，結果供繪製樹狀圖 (Romerburg 1988)。集群分析不僅可對電泳條帶結果進行物種的分類歸群 (Chiang *et al.* 2010; Zhong *et al.* 2007; Zhong *et al.* 2004)，果實性狀方面亦有採用之 (Zhu *et al.* 2006)。

本分所已蒐集國內各地方優良栽培品種 77 種，國外品種 11 種，共計 88 品種以高接方式保存繁殖。所蒐集的栽培品種包括‘紅

殼硬枝’、‘粉殼’、‘水貢’、‘福眼’、‘石硤’、‘Sak Ip’、‘Kohala’、‘Ponyai’等。本研究即對本分所龍眼種原 36 種栽培品種依果實性狀進行集群分析，將其分群歸類、以為龍眼育種選用親本之參考。

材料與方法

本研究於 2010 年調查農業試驗所嘉義試驗分所種原區內，盛花期 (於 3 月中、下旬) 後 100–145 天 (於 7 月中旬至 8 月中旬) 的 36 種龍眼栽培品種果實，每栽培品種取 20 果進行調查。

果徑調查細分為二，一為果頰徑 (Fruit Cheek Diameter)、一為果腹徑 (Fruit Suture Diameter)。因龍眼部分栽培品種的果實於成熟期間，果徑明顯有一側較寬，如‘石硤’於花後 101 天，較寬的果徑為 2.5 cm，較窄的果徑為 2.3 cm (Han *et al.* 2007)。大陸農業部 (Ministry of Agriculture of the People's Republic of China) 並於《農作物種質資源鑑定技術規程—龍眼》將龍眼果徑細分最大直徑與最小直徑 (MAPRC 2007)。但對果徑大小、寬窄在果實形態上所量測的位置尚不一致。而龍眼果實特徵相似於荔枝，但果皮較為平滑、無明顯的縫合線 (Menzel *et al.* 2005)。惟果皮近軸面存在有自果實基部向果頂輻射的放射紋 (MAPRC 2007)。故放射紋存在的一側視為果實腹面，而順著赤道線垂直於果實腹面則以為果實頰面。觀察結果顯示，較寬的果徑存在於果實頰面，較窄的果徑於果實腹面。持電子游標尺量測果實頰面赤道徑以為果頰徑、量測果實腹面赤道徑視為果腹徑 (圖 1)。

以電子天平秤量單果重後，將果皮、果肉及種子分離，再分別秤量果皮重及種子重。果肉則壓搾成汁，以手持式糖度屈折計 (N-1 α , ATAGO Co. Ltd., Tokyo, Japan) 測定總可溶性固形物含量。其後，計算果肉重、平均果徑、

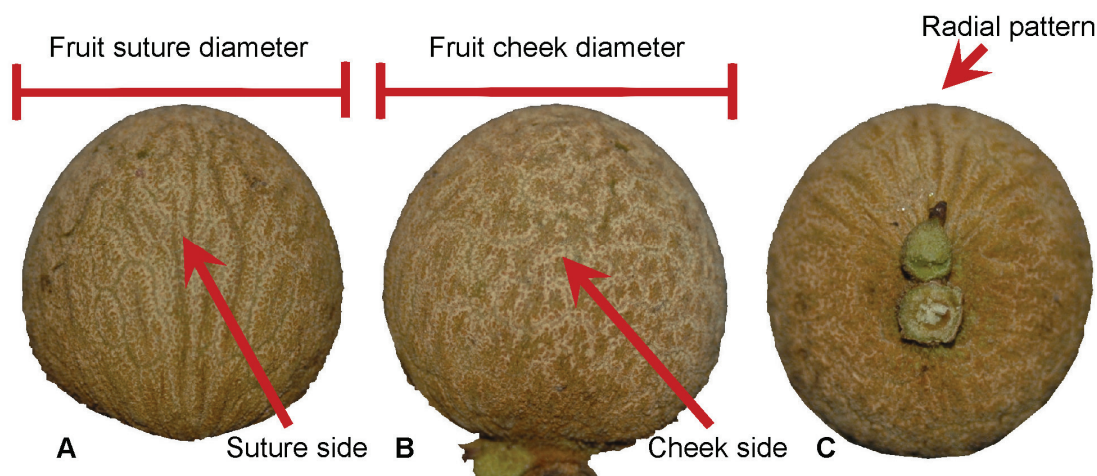


圖1. 龍眼果實 (A) 果腹面；(B) 果頰面；及 (C) 放射紋之示意圖。龍眼的果皮外觀無明顯縫合線，在果腹處僅存有放射紋，於赤道線上垂直果腹面者則為果頰面。果腹徑係量測果腹面赤道徑，果頰徑係量測果頰面的赤道徑。

Fig. 1. Illustration of longan fruits showing suture side (A); cheek side (B); and surface radial pattern (C). The pericarp of a longan fruit has no obvious suture line but it has clear radial patterns on the suture side (A). The cheek side is vertical to the suture side along the equatorial zone. Diameter of fruit suture was measured on the equatorial zone of the suture side from one cheek side's central point to the other, and diameter of fruit cheek was measured on the cheek side from the suture side's central point to its opposite side's central point.

果頰徑與果腹徑比值。此外，亦參考龍眼法典標準 (FAO/WHO 2007)，依果實平均果徑將調查的果實予以分級。

數據以 SAS 9.0 (SAS Institute Inc., North Carolina, USA) 套裝軟體進行集群分析：(1) 以 36 種栽培品種的單果重、種子重、果肉重、平均果徑、果頰徑與果腹徑比值和總可溶性固形物等 6 項的平均值建立資料矩陣；(2) 將資料矩陣進行標準化程序，使其平均數為 0，標準偏差為 1，以降低集群間的變異數；(3) 以標準化的資料矩陣計算相似係數；(4) 再採以 Ward 的方法進行集群分析，並繪製樹狀圖 (Romerburg 1988; SAS Institute Inc. 2004)。

結 果

36 種龍眼栽培品種中，有 9 種栽培品種果實平均果徑超過 28.7 mm，果實大小在龍眼分

級標準中可標記為第 1 級者，屬於大果品種，其果實平均單果重皆超過 13.5 g、平均果徑大於 28.0 mm，包括有‘紅殼硬枝’、‘青殼’、‘Ponyai’、‘水貢’、‘阿成種’、‘大粉殼’、‘白霧’、‘菱角種’、‘石硤’。而‘半嶺’、‘緞繡’、‘龍目’、‘內門早生’、‘鈕仔眼’、‘福眼’、‘美國 21 號’、‘四季眼’、‘聰仔’、‘粉殼’、‘埔尾小核’等 11 種栽培品種果實大小列為第 5 級，其平均單果重皆小於 8.5 g、平均果徑小於 25.0 mm。36 種栽培品種間的平均單果重的變異係數為 10.0%。整體上，果實大小為第 1 級者即佔 25.0%，以‘紅殼硬枝’平均果徑 31.2 mm 為最高。第 4 級者佔 22.2%，而果實大小為第 5 級者有 30.6%，以‘福眼’ (21.6 mm)、‘粉殼’ (21.8 mm)、‘美國 21 號’ (21.3 mm) 為最低 (表 1)。

就平均種子重而言，36 種栽培品種間的變異係數為 11.2%。其中以‘白霧’的平均種子重最

高 (2.9 g)，而‘埔尾小核’的平均種子重最低 (0.6 g)。計算種子率可知‘埔尾小核’的種子亦最小，僅 9.4%。而平均單果重最大的‘紅殼硬枝’，其種子率為 11.2%，與‘石硤’ (11.1%) 相近。在平均果肉重方面，以‘紅殼硬枝’最高 (11.3 g)，其次為‘白霧’、‘水貢’和‘大粉殼’，分別為 10.6 g、10.2 g 和 10.1 g。而以‘福眼’、‘粉殼’及‘美國 21 號’最低，分別為 3.8 g、3.5 g 及 3.5 g。次低者‘鈕仔眼’、‘緞繡’、‘四季眼’、‘龍目’和‘埔尾小核’等，分別為 4.2 g、4.7 g、4.7 g、4.8 g 和 4.8 g。換算其果肉率，則以‘埔尾小核’最高，達 73.5%，其次為‘昭安寮’和‘大粉殼’，分別為 70.4% 和 70.3%。而‘紅殼硬枝’、‘白霧’及‘水貢’的果肉率分別為 66.8%、67.9% 及 68.1%。‘Ponyai’果肉率亦佔有 68.0% (表 1)。

36 種栽培品種果實的果頰徑與果腹徑比值介於 1.0–1.2。‘東山崁腳’、‘四季眼’、‘粉殼’及‘埔尾小核’等 4 個栽培品種，果頰徑與果腹徑比值為 1.0；而‘阿成種’、‘大粉殼’、‘白霧’、‘菱角種’、‘滴水’和‘紅殼’的果頰徑與果腹徑比值則為 1.2，果實較為扁平。在總可溶性固形物方面，以‘四季眼’和‘Kohala’最高，分別為 22.6°Brix 和 22.2°Brix。其次為‘聰仔’、‘鼻涕種’、‘粉殼’、‘東山崁腳’及‘Sak Ip’，分別有 20.7°Brix、20.4°Brix、20.3°Brix、20.3°Brix 及 20.0°Brix。而‘紅殼硬枝’僅 15.1°Brix，明顯低於‘水貢’ (17.2°Brix) 與‘Ponyai’ (18.3°Brix) (表 1)。

依單果重、種子重、果肉重、平均果徑、果頰徑與果腹徑比值和總可溶性固形物等 6 項的平均值進行集群分析，可將 36 種龍眼栽培品種的果實性狀區分為 5 個集群，各集群間 SPR (Semi-Partial R-Squared) 皆大於 0.04。SPR 值愈大，表示集群間相似性愈低。(1) 集群 A，單果重、果肉重、平均果徑較大，而種子重、果頰徑與果腹徑比值及總可溶性固形物居次；(2) 集群 B，單果重、種子重、果肉重、平均

果徑和果頰徑與果腹徑比值較大，僅總可溶性固形物居次；(3) 集群 C，單果重、種子重、果肉重、平均果徑和果頰徑與果腹徑比值皆居次，而總可溶性固形物為集群中最低者；(4) 集群 D，單果重、種子重、果肉重、平均果徑和果頰徑與果腹徑比值亦皆居次，但總可溶性固形物為集群中較高者；(5) 集群 E，單果重、種子重、果肉重和平均果徑為集群中最低者，果頰徑與果腹徑比值居次，但總可溶性固形物為集群中較高者 (表 1、圖 2)。

結果可知，集群 A 有‘紅殼硬枝’、‘青殼’、‘Ponyai’及‘水貢’等 4 種栽培品種，其種子重及果頰徑與果腹徑比值較集群 B 的‘阿成種’、‘大粉殼’、‘白霧’、‘菱角種’、‘滴水’為低，兩者間的 SPR 值為 0.0412；集群 D 含有‘紅殼’等 12 種栽培品種，其總可溶性固形物較集群 C 的‘石硤’、‘紅殼早生’、‘大青殼’、‘昭安寮’、‘寬仔種’為高，其間的 SPR 值為 0.1079；‘緞繡’等 10 種栽培品種歸屬於集群 E，其單果重、種子重、果肉重、平均果徑皆較其他集群為低，並且跟集群 C 與 D 之間的 SPR 值達 0.1644 (圖 2)。

討 論

本研究中的 36 種栽培品種，葉主脈無下凹，花瓣外側幾近無毛、內側毛被稀疏，皆符合 *D. longan* ssp. *longan* 的植物性狀描述。其中‘四季眼’乃早期取自竹崎一農戶後嫁接栽培於本分所種原內，小葉柄多為長柄、小葉相對為寬，符合 *D. longan* ssp. *longan* var. *longepetiolatus* 的特徵 (Leenhouts 1971)。其生育習性與大陸德堡隆實驗園藝場裡的‘四季花’相似，自然情況裡一年可開花結果數次。‘四季花’一年抽梢、開花、結果約 6 至 7 次，果實發育在冬季需 111–120 天，在夏季需 95–105 天 (Peng et al. 2010)。其餘 35 種栽培品種，小葉相對為窄，符合 *D. longan* ssp. *longan* var. *longan* 的特徵 (Leenhouts 1971)。

表 1. 台灣嘉義試驗分所龍眼種原區內 36 種栽培品種之果實性狀

Table 1. Fruit characteristics of 36 longan cultivars in the arboretum of CAES, Chiayi, Taiwan

Cultivar	Days from flowering to harvest	Fruit weight (g)	Seed weight (g)	Aril weight (g)	Fruit diameter (mm)	Ratio of fruit cheek to suture	Total soluble solids (°Brix)	Fruit's size code ^z	Source of cultivar
Hong Ke Ying Zhi (紅殼硬枝)	131	17.0 ^y	1.9	11.3	31.2	1.1	15.1	1	Taiwan
Qing Ke (青殼)	124	14.8	2.0	9.8	29.6	1.1	17.9	1	Taiwan
Ponyai	128	14.1	2.1	9.6	29.1	1.1	18.3	1	Florida
Shui Gong (水貢)	140	14.9	2.4	10.2	29.0	1.1	17.2	1	Taiwan
A Cheng Zhong (阿成種)	117	14.6	2.8	9.9	28.7	1.2	14.5	1	Taiwan
Da Fen Ke (大粉殼)	116	14.3	2.6	10.1	28.9	1.2	14.8	1	Taiwan
Bai Wu (白霧)	144	15.6	2.9	10.6	29.8	1.2	16.6	1	Taiwan
Ling Jiao Zhong (菱角種)	122	13.7	2.5	9.0	28.8	1.2	15.5	1	Taiwan
Di Shui (滴水)	141	13.9	2.7	8.9	28.6	1.2	17.4	2	Taiwan
Shi Xia (石硤)	142	13.8	1.5	9.4	29.3	1.1	10.0	1	China
Hong Ke Zao Sheng (紅殼早生)	135	11.8	1.6	7.7	27.2	1.1	11.6	2	Taiwan
Da Qing Ke (大青殼)	121	10.7	2.2	6.1	26.4	1.1	11.6	3	Taiwan
Zhao An Liao (昭安寮)	127	9.8	1.3	6.9	25.6	1.1	11.6	4	Taiwan
Kuan Zai Zhong (寬仔種)	124	9.7	1.6	6.3	25.1	1.1	14.8	4	Taiwan
Hong Ke (紅殼)	119	12.8	1.7	8.7	28.4	1.2	16.8	2	Taiwan
Sak Ip	120	11.7	1.7	7.7	27.5	1.1	20.0	2	Hawaii
Bai Kew	128	11.5	1.6	7.8	27.2	1.1	17.8	2	Thailand
Zai Jin Zhong (再進種)	124	10.8	2.2	6.5	25.8	1.1	19.2	4	Taiwan
Dong Shan Feng Li Wei (東山鳳梨味)	124	10.1	2.1	6.2	25.4	1.1	18.3	4	Taiwan
Qing Shan (青山)	121	9.8	2.5	5.2	25.6	1.1	15.9	4	Taiwan
Hu Di (湖底)	126	9.9	1.8	6.1	25.8	1.1	18.7	4	Taiwan
Ban Ling (半嶺)	120	8.5	1.9	4.9	24.3	1.1	18.9	5	Taiwan
Kohala	115	9.5	1.8	5.7	25.0	1.1	22.2	4	Hawaii
Bi Ti Zhong (鼻涕種)	138	12.2	2.0	8.1	27.3	1.1	20.4	2	Taiwan
Dong Shan Kan Jiao (東山坎腳)	120	10.4	1.7	6.8	26.1	1.0	20.3	3	Taiwan
Yao Zi (腰子)	121	10.1	1.8	6.5	25.5	1.1	18.3	4	Taiwan
Duan Xu (緞繻)	103	8.1	1.9	4.7	24.1	1.1	15.7	5	Taiwan
Long Mu (龍目)	118	8.4	1.8	4.9	24.2	1.1	16.9	5	Taiwan
Nei Men Zao Sheng (內門早生)	107	8.1	2.0	5.2	24.3	1.1	17.4	5	Taiwan
Niu Zai Yan (鈕仔眼)	100	7.1	1.6	4.2	22.8	1.1	17.8	5	Taiwan
Fu Yan (福眼)	130	6.6	1.6	3.8	21.6	1.1	18.8	5	Taiwan
USA HDIM 21 (美國 21 號)	145	6.1	1.3	3.5	21.3	1.1	18.8	5	Hawaii
Si Ji Yan (四季眼)	136	7.7	1.3	4.7	24.0	1.0	22.6	5	Taiwan
Cong Zai (聰仔)	124	7.6	1.3	4.9	23.5	1.1	20.7	5	Taiwan
Fen Ke (粉殼)	128	6.2	1.5	3.5	21.8	1.0	20.3	5	Taiwan
Pu Wei Xiao He (埔尾小核)	121	6.5	0.6	4.8	22.0	1.0	18.0	5	Taiwan
CV (%)	- ^x	10.0	11.2	12.1	3.4	3.0	8.9	- ^x	

^z Value of size for each cultivar is determined by measuring 20 fruits according to the size code of FAO/WHO (1999). Size code: 1, fruit diam. > 28 mm; 2, > 27 mm to 28 mm; 3, > 26 mm to 27 mm; 4, > 25 mm to 26 mm; 5, 24–25 mm.

^y Average weight of 20 fruits per cultivar.

^x No CV was calculated.

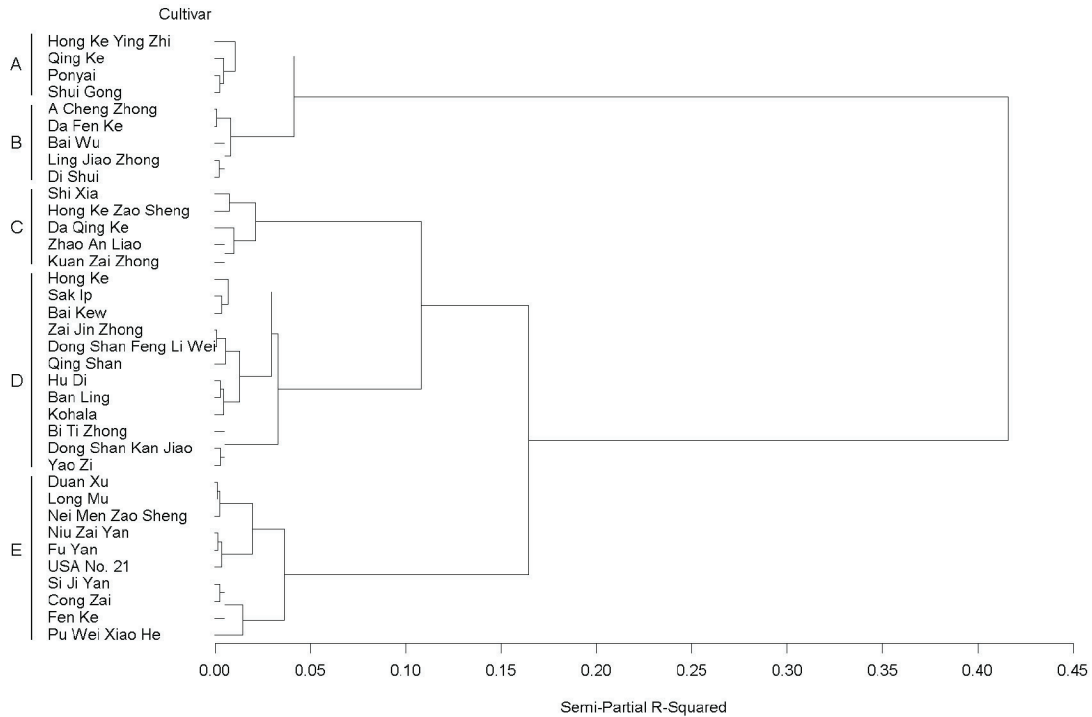


圖 2. 36 種龍眼栽培品種果實性狀之集群分析。

Fig. 2. Cluster analysis of fruit characteristic traits of 36 longan cultivars using Ward's minimum variance clustering method.

36 種栽培品種中‘青殼’、‘紅殼’的種子重符合《龍眼品種圖譜》之描述 (Pan & Tang 2006)。「石硤」的平均單果重則過重，且總可溶性固形物為 10.0°Brix，遠低於《龍眼品種圖譜》中所述的總可溶性固形物含量 (21.0–26.0°Brix)，已有退甘之現象 (Chao *et al.* 1997; Pan & Tang 2006)。「紅殼硬枝」、「再進種」、「東山鳳梨味」總可溶性固形物與前人研究相較下亦有降低，但‘半嶺’、‘東山炭腳’、‘鈕仔眼’總可溶性固形物含量則高於前人研究 (Yen & Chang 1991)。「福眼」和‘粉殼’的平均單果重、種子重低於《龍眼品種圖譜》之描述，但‘福眼’的總可溶性固形物含量 18.8°Brix 高於《龍眼品種圖譜》中‘福眼’總可溶性固形物含量 (13.5–16.0°Brix)，‘粉殼’的總可溶性固形物含量

則符合《龍眼品種圖譜》中的描述 (Pan & Tang 2006)。本研究調查的‘福眼’和‘粉殼’與前人研究相較下果實偏小 (Pan & Tang 2006; Yen & Chang 1991)，則可能受到種子發育偏小影響著果皮和假種皮的發育所致 (Zheng *et al.* 1994)。

為使世界貿易市場有統一的食物銷售標準，以保護消費者健康，食品法典委員會 (Codex Alimentarius Commission, CAC) 於 1999 年在聯合國糧農組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 與世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 的食品標準聯合議程裡即通過龍眼法典標準建議草案 (FAO/WHO 1999)。其後的龍眼法典標準 (FAO/WHO 2007) 裡明定鮮食龍眼果實大小依每公斤果粒數或單果粒赤道徑予以區分為

5 級。每級的數量或重量的容許度，每一果束以 $\pm 20\%$ 、單果以 $\pm 10\%$ 為容許標準。因此，本試驗結果採果實赤道徑為評定標準。計算 36 種栽培品種的果實果頰徑與果腹徑比值可知，以‘四季眼’、‘埔尾小核’、‘粉殼’、‘東山崁腳’的果徑比值 1.0 為最低，而以‘大粉殼’ (1.2) 為最高，栽培品種間的變異係數為 3.0%，故果頰徑較果腹徑為寬。因此若要採以果實赤道徑對龍眼果實大小進行分級，應以果頰徑與果腹徑的平均果徑為標準。

但如‘石硤’、‘儲良’和‘古山 2 號’等 3 個龍眼栽培品種，總可溶性固形物於果實過熟後降低，此時果肉風味亦變淡，果長、果徑卻仍持續增加中 (Han *et al.* 2007; Han *et al.* 2008)。因此，單果重、果形指數和果肉率雖可做為龍眼果實品質評估的簡化指標，但亦應與總可溶性固形物含量綜合評估方具意義 (Li *et al.* 2010)。

透過對 36 種龍眼栽培品種的單果重、種子

重、果肉重、平均果徑、果頰徑與果腹徑比值和總可溶性固形物等 6 項的平均值進行集群分析可知，5 個集群中，集群 A 與集群 B 的單果重、果肉重及平均果徑均較高，但集群 A 的種子重較集群 B 為低。並且以集群 A 中的‘水貢’ (圖 3A)、‘Ponyai’及‘紅殼硬枝’ (圖 3B) 較具發展優勢。從簡單重複序列 (Inter-Simple Sequence Repeat, ISSR) 來看，‘紅殼硬枝’、‘青殼’及‘Ponyai’分屬不同群中 (Chiang *et al.* 2010)，因此在雜交選育上亦存在價值。在集群 D 與集群 E 的栽培品種中可測得含量較高的總可溶性固形物，其中以‘四季眼’和‘Kohala’最高。集群 E 的單果重、種子重、果肉重及平均果徑雖皆較其他集群為低，但一年四季皆可開花結果且總可溶性固形物高達 22.6°Brix 的‘四季眼’，及果肉率高達 73.5% 的‘埔尾小核’亦存在育種發展潛力。

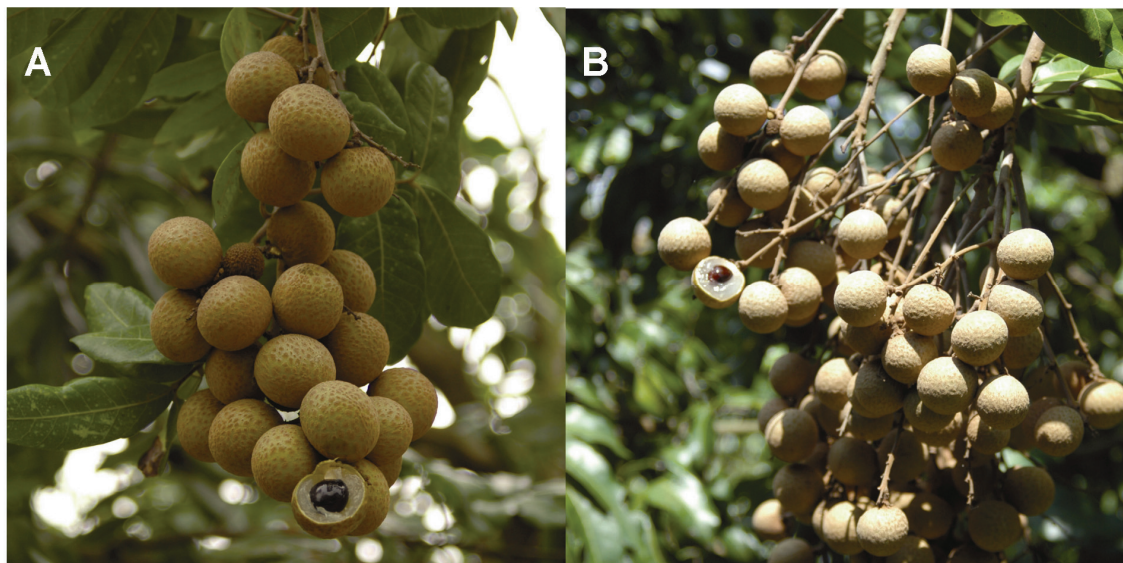


圖 3. 嘉義試驗分所高接保存的龍眼栽培品種：(A) 水貢；(B) 紅殼硬枝。

Fig. 2. Two longan cultivars, Shui Gong (A) and Hong Ke Ying Zhi (B), were developed by top grafting method and preserved at the arboretum in the CAES, TARI. They were excellent in quality.

誌 謝

本試驗調查承本組同仁劉茂南和何昭吉先生管理品種園，魏佩瑩、林美莉和葉育琪小姐協助果實分析。本試驗統計承蒙本分所農藝系廖大經助理研究員指導。謹此一併誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

- Anupunt, P. and N. Sukhvibul. 2005. Lychee and longan production in Thailand. *Acta Hort.* 665:53–59.
- Campbell, R. J. and C. W. Campbell. 2001. Longan evaluation and selection in Florida, USA. *Acta Hort.* 558:125–127.
- Chao, C. N., J. W. Chang, and C. R. Yen. 1997. Variety improvement of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) in Taiwan. p.31–37. *in* the Proceedings of Symposium on Enhancing Competitiveness of Fruit Industry II. Taichung District Agricultural Research and Extension Station, COA. Taichung, Taiwan. (in Chinese with English abstract)
- Chiang, K. K., I. C. Wen, W. Y. Lee, and C. Y. Chang. 2010. Genetic diversity analysis using ISSR marker on longan (*Dimocarpus longan* Lour.) germplasm. *J. Taiwan Agric. Res.* 59:185–196. (in Chinese with English abstract)
- Chomchalow, N., S. Somsri, and P. N. Songkhla. 2008. Marketing and export of major tropical fruits from Thailand. *AU J. T.* 11:133–143.
- Deng, J. S. 1995. Discussion on characteristics and improvement of longan fruit quality in China. *Guangxi Sci. Tech. Trop. Crops* 1:7–10. (in Chinese)
- FAO. 2004. Fruits of Vietnam. FAO. Bangkok, Thailand. 57 pp.
- FAO/WHO. 1999. Draft codex standard for longans. p.49–53. *in*: Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission. FAO/WHO. Rome.
- FAO/WHO. 2007. Codex standard for longans (codex stan 220-1999, amd. 1-2005). p.65–69. *in*: Fresh Fruits and Vegetables. FAO and WHO. Rome, Italy. 185 pp.
- Gao, H. Y., F. Jiang, T. Li, and S. Q. Zheng. 2007. Advances on classification of longan germplasm resources. *Fujian Fruits* 2:27–30. (in Chinese)
- Han, D. M., J. G. Li, X. W. Pan, R. Li, Z. X. Wu, and C. Q. Yang. 2007. Studies on the characteristics of longan fruits (cv. Shixia) during maturation. *Guangdong Agric. Sci.* 11:69–72. (in Chinese with English abstract)
- Han, D. M., X. W. Pan, R. Li, Z. X. Wu, J. G. Li and T. Zeng. 2008. Comparison of maturing characteristics in three varieties of longan fruits. *Fujian Fruits* 4:22–27. (in Chinese with English abstract)
- Hatcher, L. 1994. A step-by-step approach to using SAS[®] for factor analysis and structural equation modeling. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 608 pp.
- Hsu, H. T. 1996. Description and Illustration in Color of Fruits in Taiwan. Taiwan Agricultural Research Institute & Chia-Yi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi, Taiwan. 249 pp.
- Leenhouts, P. W. 1971. A revision of *Dimocarpus* (Sapindaceae). *Blumea* 19:113–131.
- Leenhouts, P. W. 1973. A new species of *Dimocarpus* (Sapindaceae) from Australia. *Blumea* 21:377–380.
- Li, J. G., D. M. Han, R. Li, X. W. Pan, and D. L. Guo. 2010. Evaluation and classification on fruit quality of 19 varieties of longan introduced to Guangzhou. *J. Trop. Subtrop. Bot.* 18:415–420. (in Chinese with English abstract)
- Liu, X. H. and C. L. Ma. 2001. Production and research of longan in China. *Acta Hort.* 558:73–82.
- Lo, H. S. and T. C. Chen. 1979. Notes on Chinese Sapindaceae. *Acta Phytotax. Sin.* 17:30–39. (in Chinese)
- MAPRC. 2007. NY/T 1305-2007 Technical code for evaluating germplasm resources longan (*Dimocarpus longan* Lour.). p.1–7. *in*: Agricultural Standards of People's Republic of China. Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Beijing, China.
- Menzel, C. M., X. M. Huang, and C. M. Liu. 2005. Cultivars and plant improvement. p.59–86. *in*: Litchi and Longan: Botany, Production and Uses (Menzel, C. M. and G. K. Waite, eds.) CABI Publishing. Oxfordshire, UK. 305 pp.
- Nicholls, B. G. 2001. A perspective of the Australian Longan Industry. *Acta Hort.* 558: 45–47.
- Pan, X. W. and X. L. Tang. 2006. An Album of Longan Varieties. Guangdong Science and Technology Press. Guangzhou, China. 114 pp.

- Peng, J., L. J. Xie, B. Q. Xu, J. Z. Dang, Y. H. Li, Z. H. Lu, S. A. Zhang, Z. Y. Yu, X. Q. Bai, Z. F. Cai, H. G. Deng, K. M. Wu, J. B. Xi, and W. D. Huang. 2010. Study on biological characters of 'Sijihua' longan. *Acta Hort.* 863:249–257.
- Romerburg, H. C. 1988. *Cluster Analysis for Researchers*. Lifetime Learning Publications. Belmont, CA. 340 pp.
- SAS Institute Inc. 2004. *SAS/STAT[®] 9.1 User's Guide*. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 5121 pp.
- Subhadrabandhu, S. and C. Yapwattanaphun. 2001. Lychee and longan production in Thailand. *Acta Hort.* 558:49–57.
- Wong, K. C. 2000. *Longan Production in Asia*. FAO. Bangkok, Thailand. 44 pp.
- Wong, K. C. 2001. Variations of local longan in Malaysia. *Acta Hort.* 558:103–106.
- Xia, N. H. and P. A. Gadek. 2007. Sapindaceae. p.5–24. *in*: *Flora of China* 12. (Wu, Z. Y., P. H. Raven, and D. Y. Hong, eds.) Science Press, Beijing & Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. Beijing & St. Louis. 534 pp.
- Yen, C. R. and J. W. Chang. 1991. Variation of fruit characters among longan (*Euphoria longana* Lam.) varieties in Taiwan. *J. Chinese Soc. Hort. Sci.* 37: 21–34. (in Chinese with English abstract)
- Zheng, S. Q., J. S. Huang, and X. D. Xu. 1994. Studies on fruit development of seed-wilted longan - correlative analysis on fruit growing type and its characters. *J. Fujian Acad. Agric. Sci.* 9:22–25. (in Chinese with English abstract)
- Zhong, F. L., D. M. Pan, Z. X. Guo, L. Lin, and K. T. Li. 2007. RAPD analysis of longan germplasm resources. *Chin. Agric. Sci. Bull.* 23:558–563. (in Chinese with English abstract)
- Zhong, W., X. D. Lin, F. D. Zhu, L. X. Zheng, D. Y. Wu, and S. Z. Huang. 2004. Analysis of genetic difference of longan cultivars by random amplified polymorphic DNA. *Acta Sci. Nat. Univ. Sunyatseni* 43:65–68. (in Chinese with English abstract)
- Zhu, J. H., P. F. Yu, F. Z. Huang, H. X. Peng, N. Xu, G. F. Lu, and G. W. Li. 2006. Quantifying analysis of main fruit characters of longyan germplasm in Guangxi. *Southwest China J. Agric. Sci.* 19: 283–286. (in Chinese with English abstract)

Evaluation and Classification of Fruit Characteristics of Longan Cultivars in Taiwan¹

Jyi-Ren Shay², Wan-Ling Wang^{3,5}, Jer-Way Chang⁴, and Jyh-Shyan Tsay²

Abstract

Shay, J. R., W. L. Wang, J. W. Chang, and J. S. Tsay. 2011. Evaluation and classification of fruit characteristics of longan cultivars in Taiwan. *Taiwan Agric. Res.* 60:318–327.

This study was undertaken in 2010 to evaluate fruit characteristics of 36 cultivars of longan (*Dimocarpus longan*) in the arboretum of the Chiayi Agricultural Experiment Station (CAES), Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). Fruit characteristics of these cultivars were analyzed, using the Ward's minimum variance clustering method. Results showed that 36 cultivars of longan were divided into 5 clusters based on similarities and differences of fruit characteristics. The cultivars in both clusters A and B had higher fruit weight, aril weight, and fruit diameter, compared to the cultivars of the other 3 clusters. Cultivars in cluster A had lower seed weight than cultivars in cluster B. Among cultivars in cluster A, the cultivar 'Shui Gong' showed high potential for economical production because of its high fruit weight (14.9 g), high aril weight (10.2 g), high percentage of aril weight (68.1%) and high total soluble solids of juice (17.2°Brix); followed by the cultivars 'Ponyai' and 'Hong Ke Ying Zhi'. Cultivars in cluster E had the lowest fruit weight, seed weight, aril weight and fruit diameter, compared to the cultivars in other clusters. However, in cluster E, the cultivar 'Si Ji Yan' blossomed all year around and produced fruits with high total soluble solids (22.6°Brix), and the cultivar 'Pu Wei Xiao He' produced fruits with high percentage of aril weight (73.5%). Therefore, despite small fruit size, both 'Si Ji Yan' and 'Pu Wei Xiao He' are valuable source of germplasm for breeding programs of longan.

Key words: Longan, *Dimocarpus longan*, Germplasm, Fruit quality, Cluster analysis.

-
1. Contribution No. 2606 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: September 18, 2011.
 2. Master and Professor, Department of Horticultural Science, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan, ROC.
 3. Assistant Engineer, Third Section, Maintenance Office of Public Works Bureau, Kaohsiung City Government, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
 4. Associate Horticulturist and Head, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
 5. Corresponding author, e-mail: wanling@kcg.gov.tw; Fax: (07)3315397.