

芒果種原親緣關係之研究¹

李文立² 邱國棟^{2,4} 翁一司³

摘 要

李文立、邱國棟、翁一司。2009。芒果種原親緣關係之研究。台灣農業研究 58:243–253。

本文以逢機擴大多型性 DNA (RAPD) 進行芒果種原間的遺傳相關性分析，利用 200 條逢機引子對鳳山分所收集之 40 個芒果品種 (系) 進行分析，結果顯示在這些引子中有 22 個引子所產生之條帶具有品種間多型性，且有高重複性。所有參試品種 (系) 無法僅利用一個引子來區分，需要組合數個引子才可區分個別品種 (系)。綜合各引子所產生條帶之叢群分析結果顯示，40 個供試品種 (系) 可以分為 3 群，各群相似度介於 53.3 至 88.1% 之間，平均值為 70.3%。其中親緣最相似的是 E10-1 和玉文 6 號，其相似度為 88.1%。差異最大的為香檳和 Vanary 品種之相似度僅 53.3%，而 Dasher 和香檳 2 品種與其他群之相似度低，顯示此 2 品種與其他品種之親緣關係較遠。

關鍵詞：遺傳變異、芒果、逢機擴大多型性 DNA。

前 言

台灣的芒果 (*Mangifera indica* L.) 栽培，早期以在來種 (柴檳、香檳、肉檳及柿果檳) 為主，直到 1954 年才由前農復會從美國引進愛文 (Irwin)、海頓 (Haden)、吉祿 (Zill)、凱特 (Keitt) 及肯特 (Kent) 等品種，其中愛文、海頓、凱特等品種因產量高、果型大、品質佳，於 1960 年在台灣南部推廣後，逐漸成為主要栽培品種。1967 年至 1970 年間鳳山分所分別自東南亞引進 30 多個品種，區域試種結果顯示多數品種不適應台灣氣候條件，其中，以大益利 (Dasher)、寶貝 (Pope)、阿蘋 (Ahping)、愛德華

(Edward)、肯生 (Kensington)、萬利 (Vanary)、拔卡南 (Buchanan) 及聖心 (Sensation) 等品種適應性較佳，並推廣農戶種植 (Chen 1991)。在 1969 年以前，台灣芒果的育種工作仍以引進國外優良品種試種推廣為主，並未進行育種工作。1970 年起，由農業試驗所鳳山分所進行自然雜交與實生選拔等育種工作，經多年的選育及試作，選出‘台農 1 號’及‘台農 2 號’，於 1985 年正式命名推廣 (Chen 1991)。其中台農 1 號品種因其具有芳香濃郁的香氣，被稱為「香水芒果」，受到消費者喜愛。1976 年間在高雄縣六龜鄉產地果園中，由果農黃金煌先生發現優良的實生品系「金煌」，其果實碩大、產量豐、甜

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2373 號。接受日期：98 年 10 月 8 日。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系副研究員兼系主任、助理研究員。台灣 高雄縣 鳳山市。
3. 經濟部標準檢驗局高雄分局技士。台灣 高雄市。
4. 通訊作者，電子郵件：kuodung@fthes-tari.gov.tw；傳真機：(07)7315590。

度高，於 1980 年逐步推廣種植，也在國內佔有一席之地。目前依據農委會統計資料，台灣芒果的栽培面積廣達 18,090 ha (COA 2008)，主要栽培品種有在來種、愛文、金煌、凱特、聖心及台農 1 號等，這些品種中在來種的風味佳，但果實小、種子大、纖維多，而愛文品種對炭疽病抗病性弱、提早採收品質不佳，金煌及凱特太晚採收容易發生果實劣變。若能改善現有栽培品種的缺點，增加品種的多樣性，是果樹育種者重要的工作目標。

除了實生選種，芒果的育種工作，常採行雜交育種方式，印度農業研究所自 1959 至 1961 年，利用人工雜交方法，雜交了 26,911 朵雜交花，共獲得 750 株 F1 雜交個體，經多年篩選，僅育成 New Delhi 一品種，雜交率甚低，其結實率僅 3% (Mukherjee *et al.* 1968)，不易獲得成果。因此，以單胚型優良品種放任自然授粉，進行實生後代選育為芒果新品種選育較有效的方法，然而此品種選育方法卻因為開放授粉，使所育成品種的父本不明確，往往需要進一步確認，造成困擾。由於芒果的幼年性長（約 3–6 年），實生後代從播種至開花結果，至少須 4–5 年才能初步選拔，所需育種年限長，因此迫切需要發展可早期選拔的方法 (pre selection method)，以期能在早期篩選雜交後代，建立芒果品種 DNA 增幅指紋資料庫，進行各個種原間的親緣關係評估及發展品種特異性分子標誌，將可鑑別實生苗親本來源，以縮短芒果育種年限或提高育種效率。本研究以鳳山分所歷年來蒐集之重要芒果種原為研究材料，進行各芒果品種間的親緣關係分析，藉由分子標誌與形態差異評估所蒐集種原之相似度，建立各品種之基本資料供雜交育種工作之參考。

材料與方法

供試植物材料

試驗所使用之芒果品種均取樣自農業試驗

所鳳山分所芒果品種保存園，計有 Hing Tong、Chok-Anan、柴檣 (Tsar-Swain)、香檣 (Pung-Swain)、肉檣 (Va-Swain)、柿果 (Shih-Go)、Dasheri、Aroemanis、Carabao、Slal、Irwin、Buchanan、Ahping、Pope、Haden、Vanary、Lippens、Tommy Atkins、Zill、Sensation、金煌 (Jin-Hwung)、Manalagi、Edward、大黃芒 (Da-Hung-Man)、Tong Dam、Cat、Langra、White、Tuong、Golek、台農 1 號 (Tainung No.1)、Keitt、Nimrod、Rad、Kent、Kensington、Maya、玉文 6 號 (Yu-Win No.6)、E10-1、Osteen 等 40 個品種 (系) (表 1、圖 1)。

種原特性調查

調查項目包括：果實形狀、果皮顏色、果重、果長、果寬、可溶性固形物、可滴定酸含量、種子重量及胚性等。

DNA 萃取

取芒果植株嫩葉 0.15 g，加適量液態氮於研鉢中磨碎後加入等體積 PVPP (polyvinylpyrrolidone)，以 1 mL 萃取液 [10 mM Tris-HCl pH 8.5, 10 mM NaCl, 80 mM Na₂EDTA, 0.1% (v/v) 2-mercaptoethanol, 2% (w/v) sodium sarkosyl]，仔細研磨後置於 65°C 水浴 10 分鐘，然後以 12,000 rpm 離心 10 分鐘，取上清液並加入 5 μL RNase A (5 mg/mL) 保持在 37°C 20 分鐘去除 RNA，再加入 600 μL 酚/氯仿 (pheno/chloroform) 混合液上下振盪混合去除蛋白質，離心後取上清液加入 0.6 倍體積的異丙醇 (isopropanol)，在室溫下進行 DNA 沉降至少 20 分鐘後離心去除異丙醇，加入 70% 酒精 500 μL 洗滌管壁 2 次，倒置離心管，風乾後加入適量的 1× TE 溶液 (10 mM Tris-HCl, pH 8.3, 1 mM Na₂EDTA) 並使 DNA 完全溶解，儲存於 -20°C 備用 (Lee *et al.* 2007)。

PCR 條件

聚合酶連鎖反應溶液為 1× PCR 緩衝液 [10 mM Tris-HCl pH 8.3 at 25°C, 50 mM KCl,

表 1. 本研究所使用之芒果品種 (系) 及其來源

Table 1. The name and origin of mango cultivars (or lines) used in the study

No.	Cultivar or line	Origin	Accession number	No.	Cultivar or line	Origin	Accession number
1	Hing Tong	Thailand	TARI-F-190-01	21	Jin-Hwung	Taiwan	TARI-F-190-21
2	Chok-Anan	Thailand	TARI-F-190-02	22	Manalagi	Indonesia	TARI-F-190-22
3	Tsar-Swain	Southeast Asia	TARI-F-190-03	23	Edward	Hawaii	TARI-F-190-23
4	Pung-Swain	Southeast Asia	TARI-F-190-04	24	Da-Hung-Man	Taiwan	TARI-F-190-24
5	Va-Swain	Southeast Asia	TARI-F-190-05	25	Tong Dam	Thailand	TARI-F-190-25
6	Shih-Go	Southeast Asia	TARI-F-190-06	26	Cat	Vietnam	TARI-F-190-26
7	Dasher	Hawaii	TARI-F-190-07	27	Langra	USA	TARI-F-190-27
8	Aroemanis	Indonesia	TARI-F-190-08	28	White	India	TARI-F-190-28
9	Carabao	Philippines	TARI-F-190-09	29	Tuong	Vietnam	TARI-F-190-29
10	Slal	Southeast Asia	TARI-F-190-10	30	Golek	Indonesia	TARI-F-190-30
11	Irwin	Florida	TARI-F-190-11	31	Tainong No.1	Taiwan	TARI-F-190-31
12	Buchanan	Hawaii	TARI-F-190-12	32	Keitt	Florida	TARI-F-190-32
13	Ahping	Hawaii	TARI-F-190-13	33	Nimrod	Israel	TARI-F-190-33
14	Pope	Hawaii	TARI-F-190-14	34	Rad	Thailand	TARI-F-190-34
15	Haden	Florida	TARI-F-190-15	35	Kent	Florida	TARI-F-190-35
16	Vanary	Hawaii	TARI-F-190-16	36	Kensington	Hawaii	TARI-F-190-36
17	Lippens	Costa Rica	TARI-F-190-17	37	Maya	Israel	TARI-F-190-37
18	Tommy Atkins	Florida	TARI-F-190-18	38	Yu-Win No.6	Taiwan	TARI-F-190-38
19	Zill	Florida	TARI-F-190-19	39	E10-1	Taiwan	TARI-F-190-39
20	Sensation	Hawaii	TARI-F-190-20	40	Osteen	USA	TARI-F-190-40

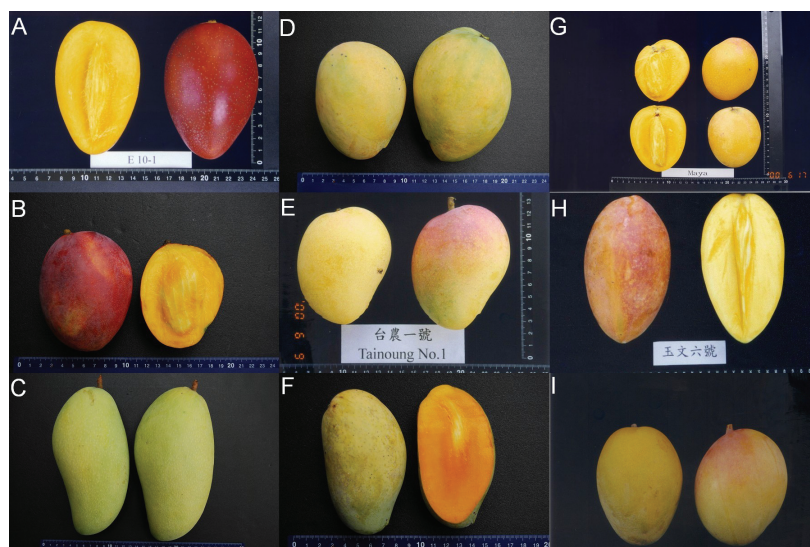


圖 1. 本研究中部分參試芒果品種之果實形狀與顏色。A: E10-1; B: 聖心; C: 金煌; D: 愛德華; E: 台農 1 號; F: 香檳; G: 瑪雅; H: 玉文 6 號; I: 凱特。

Fig. 1. The picture of some mango used in the study. Note different in fruit shape and color among these samples. A: E10-1; B: Sensation; C: Jin-Hwung; D: Edward; E: Tainong No.1; F: Pung-Swain; G: Maya; H: Yu-Win NO.6; I: Keitt.

1.5 mM MgCl₂, 0.1% (w/v) Triton X-100], dATP、dCTP、dGTP 及 dTTP 各 200 μM。引子 (primer) 濃度為 2.5 μM, 芒果基因組 DNA 50 ng, 0.5 U DNA polymerase (*Thermus brockianus*, Life Co.), 總反應體積為 25 μL, 所有溶液混合後, 覆蓋上 50 μL 礦物油 (Sigma mineral oil M3516), 置於 PCR 儀 (ABI 2400) 進行反應。

聚合酵素連鎖反應程式設定為 95°C, 30 秒、42°C, 60 秒、72°C, 90 秒, 總共進行 40 次循環, 最後以 72°C, 600 秒使反應完全。反應結束後加入 2.5 μL 的 10× sample loading dye [1.0 mM EDTA-Na₂, 0.4% bromophenol blue (w/v), 0.4% Xylene cyanol (w/v), 50% glycerol] 混合後, 在 1.5% 的瓊脂膠中進行電泳分析, 再以 ethidium bromide 染色, 在 UV 燈下觀察並照相記錄。

逢機引子篩選

篩選 200 組逢機引子 (Operon f, g, h, y, aa 及 UBC kit 1), 從其中選出具有品種間多型性及重覆性較佳之 22 條引子進行結果分析。

資料分析

DNA 條帶圖譜依該條帶出現記為 1, 未出現記為 0 的方式建立二維矩陣並依 Jaccard (1901) 所提之相似度計算公式計算各族群間的相似度, 公式如下: $S_m = N_{11}/(N - N_{00})$, S_m 為相似度, N_{11} 為兩親本共有之條帶, N 為總條帶數, N_{00} 為兩親本都沒有的條帶數。叢群分析 (cluster analysis) 則利用 NTSYS 軟體計算各族群間的相似度並依 UPGMA 法統計兩族群間的遺傳距離並繪製成親緣關係樹狀圖 (dendrogram)。

結 果

品種特性

芒果親緣關係及分類, 若依據葉片、果實及胚等性狀可將其分為「Indian type」和

「Indo-Chinese type」。一般 Indian type 品種, 種子多數為單胚性, 果形較圓, 果皮較鮮豔 (紅、紫、黃色), 果肉多具特殊香味; Indo-Chinese type 品種, 種子大都多數為多胚性, 果形常為長形且扁平, 果皮顏色通常為綠或黃綠色, 果肉芳香無異味 (Crane *et al.* 1997; Iyer & Degani 1997)。本試驗供參試之 40 種芒果品種, 皆為本分所芒果種原所保存收集, 其中單胚性品種共 23 種、多胚性品種有 17 種 (表 2)。單胚性品種除 Lippens、Manalagi、Nimrod、Maya 等之外, 其餘皆從美國引進, 這些品種均源自印度品種或其實生後代選育獲得; 多胚性品種多數從菲律賓、印尼、泰國及越南等地引進。

本研究參試品種中, 柴槎、香槎、肉槎、柿果槎等 4 個品種, 皆為西元 1562 年由南洋或華南地區引進 (Chen 1991), 一般統稱「在來種」芒果, 這些品種果形長形且扁平、果肉纖維粗、具有濃郁香味、種子大、多胚性、果皮為黃綠色, 從其形態上分類則屬於 Indo-Chinese type。Aremanis、Carabao、White 等品種為西元 1912 年由南洋地區引進 (Chen 1991), 這些品種果形長形、香味濃郁、多胚性、果皮為黃綠色, 從其形態上分類較偏向 Indo-Chinese type。1954 年自美國佛羅里達洲引進的愛文 (Irwin)、海頓 (Haden)、吉祿 (Zill)、肯特 (Kent)、凱特 (Keitt) 和 1967 年自夏威夷等地引進的 Dasheri、Ahping、Edward、Buchanan、Pope、Kensington、Vanary、Sensation 等品種 (Chen 1991), 種子均為單胚性, 果形較圓, 果皮顏色也較鮮豔 (紅或橙紅色), 果肉多具特殊香味, 其形態分類上偏向 Indian type。Hing Tong、Chok-Anan、Tong Dam、Rad 等品種則是由泰國引進, 果形長形、種子多胚性、果皮為黃綠色, 其形態上分類則較屬 Indo-Chinese type。Lippen 引自哥斯大黎加、Tommy Atkins、Langra 和 Osteen 自美國引進, 這些品種種子均為單胚性, 果形較圓, 果

表 2. 不同芒果品種 (系) 果實型態調查表
Table 2. Phenotypes of mangos fruit in different cultivars or lines

Cultivar or line	Fruit shape	Skin color of ripe fruit	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Total Soluble solid (°Brix)	Acidity (%)	Seed weight/ Fruit weight(%)	Embryo type
Hing Tong	Elliptic	Yellow and red	100	7.7	5.2	16.9	0.25	20.4	Polyembryonic
Chok-Anan	Elliptic	Yellow	313	11.9	7.5	18.5	0.19	9.5	Polyembryonic
Tsar-Swain	Elliptic	Yellow green	151	9.1	5.7	14.3	0.20	25.9	Polyembryonic
Pung-Swain	Oblong	Yellow green	140	9.1	5.2	12.8	0.12	17.3	Polyembryonic
Ya-Swain	Elliptic	Yellow green	80	6.9	4.9	13.8	0.27	22.9	Polyembryonic
Shih-Go	Elliptic	Yellow green	294	9.8	7.5	17.4	0.07	10.7	Polyembryonic
Dasher	Elliptic	Yellow green	151	8.3	5.7	16.8	0.07	17.4	Monoembryonic
Aroemanis	Elliptic	Green	408	11.9	8.6	14.1	0.08	9.6	Polyembryonic
Carabao	Elliptic	Yellow	236	10.9	6.7	16.0	0.19	11.1	Polyembryonic
Slal	Roundish	Yellow green	228	8.7	7.1	19.5	0.10	15.8	Polyembryonic
Irwin	Elliptic	Orange red	343	10.0	7.8	12.5	0.24	8.8	Monoembryonic
Buchanan	Roundish	Orange and red	402	10.2	8.7	16.2	0.18	8.4	Monoembryonic
Ahping	Roundish	Orange and red	363	10.4	8.7	19.1	0.13	6.7	Monoembryonic
Pope	Roundish	Orange and red	282	8.7	7.8	16.3	0.12	9.4	Monoembryonic
Haden	Roundish	Yellow and red	283	8.2	7.6	15.4	0.20	10.2	Monoembryonic
Vanary	Roundish	Yellow and red	665	11.8	10.5	17.1	0.37	7.6	Monoembryonic
Lippens	Roundish	Yellow and red	260	8.9	7.4	20.4	0.12	11.1	Monoembryonic
Tommy Atkins	Roundish	Orange and purple	344	9.1	8.5	16.7	0.15	9.0	Monoembryonic
Zill	Roundish	Yellow and red	253	8.6	7.8	19.5	0.12	11.0	Polyembryonic
Sensation	Elliptic	Yellow and red	341	9.9	8.2	14.8	0.20	15.9	Monoembryonic
Jin-Hwang	Oblong	Yellow	946	19.0	10.0	15.7	0.13	6.4	Monoembryonic
Manalagi	Elliptic	Green and yellow	282	10.2	7.0	18.3	0.07	10.4	Monoembryonic
Edward	Roundish	Yellow orange	387	9.8	8.4	16.6	0.21	10.2	Monoembryonic
Da-Hung-Man	Elliptic	Yellow green	1155	16.5	12.0	14.1	0.18	4.5	Monoembryonic
Tong Dam	Oblong	Yellow	364	12.6	7.1	17.0	0.15	11.2	Polyembryonic
Cat	Elliptic	Yellow and green	614	14.0	9.2	17.1	0.16	8.1	Polyembryonic
Langra	Roundish	Yellow	322	9.5	7.9	18.3	0.15	10.9	Monoembryonic
White	Oblong	Yellow	442	18.6	7.0	17.0	0.10	11.7	Polyembryonic
Tuong	Roundish	Green and yellow	548	15.2	8.7	14.6	0.07	7.9	Polyembryonic
Golek	Oblong	Yellow and green	525	16.5	7.9	18.6	0.12	9.6	Polyembryonic
Tainong No.1	Elliptic	Yellow and red	216	9.4	7.0	16.9	0.23	16.4	Monoembryonic
Keitt	Elliptic	Yellow and red	718	12.8	10.3	14.4	0.34	7.6	Monoembryonic
Nimrod	Roundish	Orange and red	338	8.1	9.5	16.9	0.11	13.5	Monoembryonic
Rad	Elliptic	Yellow and red	329	12.4	7.3	18.8	0.10	14.8	Polyembryonic
Kent	Elliptic	Orange red	690	11.8	10.6	16.7	0.52	9.0	Monoembryonic
Kensington	Roundish	Yellow and red	345	9.7	8.5	14.8	0.14	12.4	Polyembryonic
Maya	Roundish	Yellow and red	274	7.6	8.3	19.3	0.12	11.4	Monoembryonic
Yu-Win No.6	Oblong	Orange red	782	15.8	9.9	16.2	0.29	5.7	Monoembryonic
E10-1	Elliptic	Red	231	9.6	6.7	15.3	0.18	12.8	Monoembryonic
Osteen	Roundish	Orange red	480	12.2	9.0	16.5	0.17	4.8	Monoembryonic

應條件並確定芒果的反應條件如下：95°C，30 秒、42°C，60 秒、72°C，90 秒，總共進行 40 次循環，最後以 72°C，600 秒使反應完全。當溫度低於 42°C 且在 37°C 以上時，所產生的條帶數目較多但是其專一性較差，重複性低，此結果與 Lee (1997) 在百合親緣之研究結果相似。

本研究中篩檢包含 Operon 及 UBC 等兩個不同商業引子套組共 200 組。其中具有良好再顯性及重複性的引子共有 22 個 (表 3)，針對所列引子中具有較良好的區分效果之引子包含有 UBC54，UBC70 及 UBC89 等引子，所複製的 DNA 條帶經染色後在紫外光照射下具穩定且清晰的呈現，經重複試驗 3 次其再現性良好，

在本研究的實驗條件下這些引子所產生之引子條帶大小介於 200 至 2000 bp 之間，平均產生的條帶數為 13 個條帶，品種間擁有共同條帶之情形普遍，若要依靠單一條帶作為個別品種之鑑別標誌較難達成，需要利用數個引子分別進行 PCR 擴增其條帶後進行組合分析後才得以對各別品種進行鑑別。

親緣關係分析

透過 RAPD 技術對個別芒果品種產生條帶差異進行比較分析，各芒果品種間的遺傳相似度介於 53.3 至 88.1% 之間 (表 4)，平均值為 70.3%。其中 DNA 條帶型態最相似的為 E10-1

表 3. 本試驗中具多型性、重複性佳之參試引子序列及其產生條帶

Table 3. Diversity analysis of the primer used in this study

Primer	Sequence	No. of amplified bands	No. of polymorphic bands	Percentage of polymorphic bands
OPE-11	GAGTCTCAGG	6	6	100
OPE-14	TGCGGCTGAG	3	3	100
OPE-18	GGA CTGCAGA	4	4	100
OPF-1	ACGGATCCTG	8	8	100
OPF-2	GAGGATCCCT	7	7	100
OPH-13	GACGCCACAC	4	4	100
OPH-18	GAATCGGCCA	7	7	100
OPG-18	GGCTCATGTG	5	5	100
OPG-19	GTCAGGGCAA	2	2	100
UBC-12	CCTGGGTCCA	5	3	60
UBC-13	CCTGGGTGGA	4	4	100
UBC-54	GTCCCAGAGC	11	9	81.8
UBC-70	GGGCACGCGA	8	8	100
UBC-76	GAGCACCAGT	4	4	100
UBC-81	GAGCACGGGG	2	2	100
UBC-89	GGGGGCTTGG	7	7	100
UBC-101	GCGGCTGGAG	4	4	100
UBC-104	GGGCAATGAT	9	4	44.4
UBC-105	CTCGGGTGGG	10	8	80
UBC-106	CGTCTGCCCG	4	4	100
UBC-111	AGTAGACGGG	9	6	66.7
UBC-120	GAAITTC CCC	9	9	100
UBC-122	G TAGACGAGC	13	13	100
UBC-125	GCGGTTGAGG	6	5	83.3
Total		151	136	92.3

和玉文 6 號品種的 88.1%。基因型態差異最大的為香檳和 Vanary 的 53.3%。將 40 種芒果進行親緣關係分析，繪製樹狀圖 (圖 2) 可將這些品種分為 3 大群：第 1 群包括 Hing Tong、Manalagi、柴檳、柿果、Golek、肉檳、Aroemanis、Slal、Langra 等 9 個品種。第 2 群為 Pope、台農 1 號、Irwin、玉文 6 號、E10-1、Osteen、Haden、Keitt、Kent、Nimrod、Maya、Ahping、Lippens、Kensington、Zill、Edward、Sensation、Buchanan、Vanary、Tommy Atkins 等 19 個品種。第 3 群包括 Chok-Anan、Carabao、Tong Dam、Cat、White、Tuong、Rad、金煌、大黃芒等 9 個品種。而 Dasherri 和香檳 2

品種與前述 3 群的親緣關係較遠，單獨成群。

討 論

叢群分析 (cluster analysis) 的結果與種原特性調查結果比較分析顯示；型態與分子標誌此 2 種不同的分類標誌的分群結果彼此相吻合。叢群分析中屬於第 1 群的 Hing Tong 等 9 個品種，大都自東南亞國家引進台灣，果實特徵上果形較長形、果皮呈黃綠色、種子為多胚性。第 2 群的 Pope 等 19 個品種，大都自美國或 Florida 引進，果實特徵為果形圓形、果皮顏色較鮮豔、單胚，親緣關係傾向印度品種 (Rajwana *et al.* 2008)，其中 Tommy Atkins 和

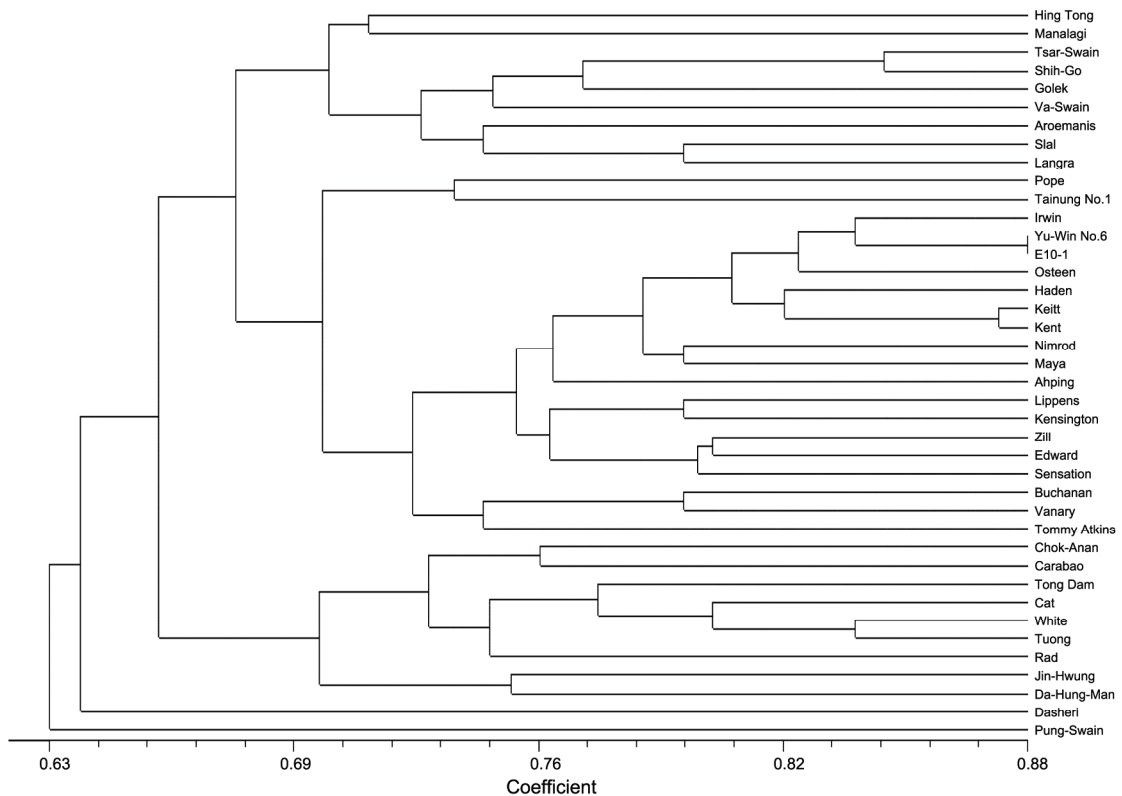


圖 2. 利用各參試品種之逢機引子條帶進行不同品種 (系) 芒果之親緣關係分析。

Fig. 2. Dendrogram illustration of genetic relationships of 40 mango cultivars and lines based on RAPD cluster analyses.

Edward 被分為同一群，與 Eiadthong *et al.* (1999) 利用 SSR 對泰國芒果品種之親緣分析之結果不同。Irwin 為 Lippens 的實生後代，而 Lippens 為 Haden 的實生後代，Zill 也為 Haden 的實生後代，以上 4 個品種親本相近，與本試驗將此 4 個品種分為同一群的結果相符，而且 Irwin 與 Zill 歸為同一群與 Lei *et al.* (2006) 利用 AFLP 標記結果相符，但 He *et al.* (2005) 利用 ISSR 分析及 Lei *et al.* (2006) 利用 AFLP 標記皆認為 Haden 與 Irwin 親緣較遠屬於不同群。第 3 群 Chok-Anan 等 9 個品種，大都自東南亞國家引進台灣，果實特徵上果形較長形、果皮呈黃綠色、多胚，其中金煌與 Carabao 被分為同一群，此結果與 He *et al.* (2007) 利用 SSR 對芒果進行親緣分析的結果相符，與 White 分為同一群與 Lei *et al.* (2006) 利用 AFLP 標記結果相符。而 Dasher 與前述 3 群的親緣關係明顯不同，而單獨成群的結果亦與 Lei *et al.* (2006) 利用 AFLP 標記及 Sagar *et al.* (2007) 利用 ISSR 分析結果相符。

金煌芒果是農民自行選育之品種，由 White 和 Keitt 雜交後代選獲，本研究結果中，金煌與其親本 White 相似度為 76.3%，與 Keitt 相似度為 72.6%；台農 1 號是自混植天然授粉之實生後代選拔出，親本不詳，本試驗結果將之歸屬於第 2 群，由此推測其親本可能為自美國引進的品種，與其親緣最近的品種為 Zill (76.3%)，但與 Lei *et al.* (2006) 利用 AFLP 標記認為台農 1 號與 Carabao 最相似之結果不符。玉文 6 號是農民由金煌及愛文的雜交後代，由試驗結果其與金煌相似度 75.6%、與愛文 83%，與 E10-1 相似度高達 88.1%。E10-1 品系和台農 1 號同樣是由混植天然授粉之實生後代選拔獲得，其親本尚待進一步分析確認，由試驗結果顯示其與玉文 6 號相似度為 88.1%、Nimrod 為 85.2%、Kent 為 83%。本試驗雖然無法明確證明上述雜交品種之父母本為何，但卻

能提供可能親本之思考方向。而本研究所獲得之具重複性且有品種差異之條帶，將可利用於品種及親本鑑別之用。

誌 謝

本研究進行期間及文成後，承蒙本分所林榮貴博士多方協助及不吝撥冗斧正，謹此誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

- Chen, M. S. 1991. Current status and future perspective of mango culture in Taiwan. p.317-332. in the Proceeding of Symposium on Fruit Production, Research and Development in Taiwan. TARI Special Pub. No. 35. Taichung. (in Chinese with English abstract)
- Council of Agriculture (COA). 2008. Agricultural Statistics Yearbook. COA, Executive Yuan. Taipei, Taiwan. 366 pp.
- Crane, J. H., I. E. Bally, R. V. Mosqueda-Vazquez, E. Tomer. 1997. Crop production. p.203-256. in: The Mango: Botany, Production and Uses. (Litz, R., ed.) CAB International. Wallingford, UK.
- Eiadthong, W., K. Yonemori, A. Sugiura, N. Utsunomiya, and S. Subhadrabandhu. 1999. Identification of mango cultivars of Thailand and evaluation of their genetic variation using the amplified fragments by simple sequence repeat-(SSR-) anchored primers. *Sci. Hort.* 82:57-66.
- He, X. H., Y. R. Li., Y. Z. Guo., Z. P. Tang, and R. B. Li. 2005. Genetic analysis of 23 mango cultivar collection in Guangxi province revealed by ISSR. *Mol. Plant Breed.* 3:829-834.
- He, X. H., Y. Z. Guo., Y. R. Li., and S. J. Ou. 2007. Assessment of the genetic relationship and diversity of mango and its relatives by cpSSR marker. *Agric. Sci. China* 6:137-142.
- Iyer, C. P. A., C. Degani. 1997. Classical breeding and genetics. p.49-68 in: The Mango: Botany, Production and Uses. (Litz, R. E., ed.) CAB International. Wallingford, UK.
- Jaccard, P. 1901. Study of comparative distribution of flower in the portion of Aipes and Jura. (Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura.) *Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat.* 37:547-549.

- Lee, W. L. 1997. Investigation on Morphological Variation and Analysis of Random Amplifical Polymorphic DNA (RAPD) for *Lilium formosanum* and *Lilium longiflorum* in Taiwan. Master Dissertation. National Taiwan University. 109 pp. (in Chinese with English abstract)
- Lee, W. L., Y. S. Teng, and R. Q. Lin. 2007. Using RAPD markers to study genetic variation among Lychee cultivars. *J. Taiwan Agric. Res.* 56:281–288. (in Chinese with English abstract)
- Lei, X., J. Wang., X. Xu., and S. Lin. 2006. Studies on genetic polymorphism of main mango cultivars via AFLP markers. *Acta Hort. Sin.* 33:725–730.
- Muhkerjee, S. K., R. N. Singh, P. K. Majumder, and D. K. Sharma. 1968. Present Position Regarding Breeding of Mango (*Mangifera indica* L.) in India. *Euphytica* 17:462–467.
- Rajwana, I. A., N. Tabbasam, A. U. Malik, S. A. Malik, M. U. Rahman, and Y. Zafar. 2008. Assessment of genetic diversity among mango (*Mangifera indica* L.) genotypes using RAPD markers. *Sci. Hort.* 117:297–301.
- Sagar, S. P., S. Mitra, A. P. Giri, K. H. Pujari, B. P. Patil, N. D. Jambhale, and V. S. Gupta. 2007. Genetic diversity analysis of mango cultivars using inter simple sequence repeat markers. *Curr. Sci.* 93: 1135–1141.

Study on Genetic Variations of Mango (*Mangifera indica* L.) Germplasm¹

Wen-Li Lee², Kuo-Dung Chiou^{2,4}, and I-Szu Weng³

Abstract

Lee, W. L., K. D. Chiou, and I. S. Weng. 2009. Study on genetic variations of mango (*Mangifera indica* L.) Germplasm. J. Taiwan Agric. Res. 58:243–253.

Genetic relationships among cultivars (or lines) of mango (*Mangifera indica* L.) were analyzed using RAPD markers. Forty mango cultivars (or lines) that planted at the Fengshan Tropical Horticultural Experimental Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Fengshan, Kaohsiung, were examined using 200 random primers. Results showed that 22 of the 200 primers were inter-species polymorphism with high consistency. A combination of several primers was required for identification of cultivars (or lines). Results of RAPD cluster analyses showed that the 40 mango cultivars(or lines) were divided into 3 groups and the genetic similarity among these groups ranged from 53.3 to 88.1%, averaging 70.3%. The E10-1 and Yu-win No.6 had the highest degree of similarity (88.1%), whereas the Pung-Swain and Vanary had low degree of similarity (53.3%). However, Dasher and Pung-Swain were highly different from all others, suggesting that they are highly diversified genotypes.

Key words: Genetic variation, Mango, *Mangifera indica* L., RAPD markers.

-
1. Contribution No.2373 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: October 8, 2009.
 2. Associate Researcher and Head and Assistant Researcher, Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
 3. Assistant Technical Specialist, Kaohsiung Branch, Bureau of Standards, Metrology and Inspection, M.O.E.A., Taiwan, ROC.
 4. Corresponding author, e-mail: kuodung@fthes-tari.gov.tw; Fax: (07)7315590.