

# 檬果花性表現生理之研究<sup>1</sup>

楊紹榮<sup>2</sup> 李國權<sup>3</sup> 張武男<sup>3</sup>

## 摘 要

楊紹榮、李國權、張武男·1990·檬果花性表現生理之研究。台南區農業改良場研究彙報25：31~51。

民國75年9月至民國77年4月在台灣中部（緯度：24° 15'）調查單胚型檬果品種（凱特、愛文及海頓）與多胚型檬果品種（本地種及懷特）之花性表現得知：檬果花穗由雄花、兩性花及不完全兩性花組成，田間自然環境下，不同月別抽出花穗之兩性花比率受溫度影響，低溫時期（氣溫小於18°C）花芽分化及發育者，兩性花形成最少，18~25°C時最適宜兩性花之形成，氣溫大於25°C兩性花形成漸受抑制，調查顯示12月抽穗之兩性花比率最少。品種不同，兩性花比率也不同，以凱特檬果最高為49.8%，愛文次之為34.1%，海頓再次之為18.9%，本地種土芒果為17.6%，而懷特檬果最少11.2%；花穗著生位置亦影響花性表現，花穗著生於南邊及樹冠頂端者兩性花比率最大，分別為45.2%及41.3%，而著生於西邊及北邊者最少，為26.0%及20.7%；樹齡不同花性表現亦異，一年生盆栽愛文檬果兩性花比率最大，為71%，七年生次之，為51%，二十年生者最少46%。二年生盆栽愛文檬果苗以黑色尼龍網遮蔭（40~65%遮光率）處理之兩性花比率較不遮蔭者減少15.1~23.6%。不同範圍花性比之花穗下方第一節中段葉片之要素，可溶性碳水化合物及澱粉濃度均無規則性之趨勢，又新鮮葉片總酚類化合物含量和兩性花比率亦無明顯關係。

**關 鍵 詞：**檬果，花性表現，雄花，兩性花。

接受日期：1990年10月8日。

## 前 言

檬果（*Mangifera indica* L.）原產印度，緬甸等地區<sup>(42)</sup>，為亞熱帶及熱帶地區之重要經濟果樹。台灣檬果栽培始於明嘉靖40年間（西元1561年），由荷蘭人自大陸引進，品種為目前通稱之本地種檬果<sup>(15)</sup>；民國初年（西元1912~1916年），又從印度爪哇等地引進懷特等品種，即所謂南洋種檬果<sup>(15)</sup>；民國43年農復會從美國佛羅里達引進愛文等5品種<sup>(1)</sup>，經試種觀察後於民國49年推廣種植，成為全省栽培最多的美國品種。如今全省檬果栽培面積已達19,951公頃<sup>(2)</sup>，為僅次於柑桔類之果樹。

早期檬果栽培（民國54~63年），每公頃產量平均為13,585公斤，民國64年至74年間產量呈不

1.本文為第一作者碩士論文之一部分，台南區農業改良場研究報告第180號。

2.台南區農業改良場助理研究員。

3.國立中興大學園藝系教授。

穩定現象，如65及70年，仍分別為11,408及12,226公斤，而民國65及70年單位面積產量降至3,912及2,190公斤。根據近10餘年的資料<sup>(2)</sup>，每公頃平均產量僅7,362公斤。

綜合國內外文獻得知單位面積產量降低的原因，可歸納為花穗之兩性花數目低<sup>(30, 44)</sup>；胚珠異常或退化<sup>(49)</sup>；為數眾多之兩性花未授精<sup>(31)</sup>；低濕、高溫及豔陽（bright sunlight）所造成之花粉活性降低<sup>(44)</sup>；缺乏授粉媒介，致未能有效授粉<sup>(55)</sup>；開花幼果期之低溫霪雨<sup>(52)</sup>；疏於整枝修剪<sup>(4)</sup>；過度密植<sup>(4)</sup>；花芽不多<sup>(22)</sup>；落果嚴重<sup>(22)</sup>；缺乏灌溉<sup>(4, 55)</sup>；樹體營養失調<sup>(3)</sup>；花期病蟲危害與農藥使用不當<sup>(10)</sup>等諸多因素。其中，花性表現為決定初期著果率高低之主要因子<sup>(42, 55)</sup>。一般而言，椪果結實良窳和花穗兩性花多寡有關<sup>(10, 43, 51)</sup>，故如何誘引或增加兩性花的形成，以提高結果能力為穩定椪果生產必需考慮因素之一。

本試驗旨在探討田間自然環境下，不同月別抽出花穗，花穗抽出方位，小花著生位置、樹齡、品種、二次花穗及遮蔭處理之椪果花性表現，同時分析樹體養分對其可能之影響，俾供日後栽培管理之參考。

## 材料及方法

本試驗從民國75年9月至民國77年4月在台中中興大學園藝系果園進行。供試品種為盆栽愛文、海頓椪果嫁接苗（75年9月2日及3日種植，塑膠盆內徑為37cm，高25cm）；七年生愛文（Irwin）、海頓（Haden）、懷特（White）及本地種椪果；暨二十年生愛文、海頓、凱特（Keitt）及本地種椪果。試驗期間並記錄氣象資料（圖1）。茲將試驗步驟及方法敘述如下：

### 一、田間花性調查

#### (一)不同月別及不同方位抽穗之花性調查

自10月份起至翌年3月椪果抽穗期間，就愛文、海頓及本地種等3品種植株中，視各品種抽穗情形，每月逢機選取不同方位花穗繫牌（繫牌時之花穗長度小於3cm），做為該月調查之花穗。每月每株調查12支花穗（每一方位各3支），以株為重複單位，分別調查4株。從民國75年10月至76年3月暨76年10月至77年3月連續調查二年。當不同月別抽出花穗之第一朵小花開啓後，每隔1~2天記數已開雄花、兩性花及畸形花數，並以鑷子摘除。俟開花結束時，調查結果小枝之花穗長度。

#### (二)小花著生部位之花性調查

從愛文、海頓、凱特、本地種及懷特等5品種植株中，每品種逢機選取1月份抽穗之盛開花穗16支，以黑色奇異筆在花穗主軸上均分成基部（近結果枝位置），中段及穗頂等三部份每隔2至3天計數不同部位雄花及兩性花數並摘除之。

#### (三)不同椪果樹齡及品種之花性調查

從一年生盆栽愛文、海頓、七年生及二十年生愛文、海頓植株中，選擇2月份抽出花穗加以調查。不同樹齡椪果植株，每品種分別調查16支花穗。另選取二十年生愛文、海頓、凱特及本地種椪果；七年生愛文、海頓種及懷特品種；二年生盆栽愛文及海頓品種之1月份抽出花穗進行品種間花性比較，分別調查16支花穗，調查方法同前。

#### (四)同一結果枝不同時期抽穗之花性調查

椪果摘穗後會產生第二次及第三次花之特性。故在前述不同月別抽穗之花性調查中，當10至12月第一次由頂芽抽出之花穗，於開花期間，經計數及摘除雄花及兩性花後，部分結果枝在12、1、

2及3月會再產生第二次花穗，選擇愛文及海頓同一結果枝進行第二次抽穗後之花性調查並與第一次抽出者比較。雄花及兩性花之調查同前。

(五)遮蔭處理之花性調查

以具60~65%遮光率之黑色遮光網（商品代號：1010）；40~45%遮光率者（商品代號：610）及對照進行遮蔭處理花性調查。一年生盆栽愛文於76年1月置於前述不同遮光率之遮光網下，（1986~1987年間未開花）經1年後，於77年調查1月抽穗之花性。計有60~65%，40~45%及0%等三種處理，每一種處理，調查9株，調查方法同前。

二、葉片分析

前述不同月別抽出花穗繫牌時，同時摘取花穗下方結果小枝之中間葉片，取樣葉片先經蒸餾水清洗，隨後置於100°C烘箱1小時，再於70°C烘箱48小時，隨後將葉片磨細進行無機養分，可溶性碳水化合物、澱粉及總酚類化合物濃度分析，分析方法如下：全氮採用micro-kjeldah法<sup>(17)</sup>，P採用Vanadate-Molybdate-Yellow法<sup>(21)</sup> K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn及Cu用Varian Techtron Atomic Absorption-Spectrophotometer測定，可溶性碳水化合物採Dubois法<sup>(23)</sup>，澱粉採Yoshida法<sup>(56)</sup>，總酚類化合物測定則使用folin-ciocalteau phenol reagent法<sup>(16, 40)</sup>。

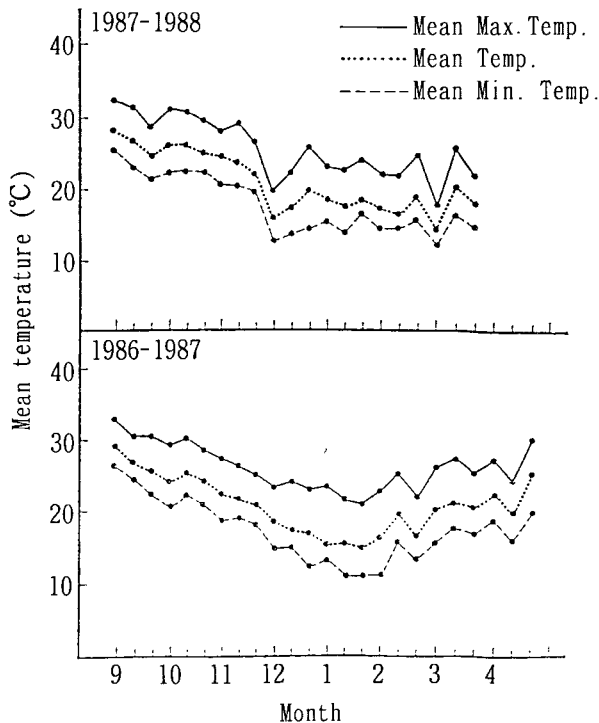


圖1. 台中地區75年9月至77年3月溫度圖

Fig. 1. Diagram of temperature in Taichung area from Sept. 1986 to Mar. 1988

## 結 果

### 一、田間花性調查

#### (一)不同月別及不同方位抽穗之花性調查

1986年至1987年之調查顯示：愛文、海頓及本地種檬果品種兩性花比率均以11月抽穗者最大，分別為55.4、50.7及47.8%，而以12月抽穗者最少，分別為21.9及29.6%（本地種檬果以1月抽穗者最少，平均為22.0%）（表1至表3）。自表1至表3亦得知愛文等3個品種之兩性花百分比率在2月抽穗者均有增加之趨勢。

又1987至1988年之調查得知：海頓及本地種檬果品種兩性花比率均以1月抽穗者最少，分別為18.6及14.6%，惟愛文檬果則以1月抽穗者兩性花比率較大。海頓檬果連續二年期之調查顯示（表2），10~12月抽穗者，其兩性花百分率之增減趨勢非常近似，均以11月抽穗者兩性花百分率最高。台中地區本地種檬果連續二年之調查發現2月份以後抽出之花穗兩性花比率有漸增之傾向（表3）。就海頓檬果之調查顯示：兩性花百分率以南邊抽穗者最大，為45.2%，次為樹冠頂端抽穗者41.3%，而以北邊抽穗者最少，為20.7%（表4）。

#### (二)小花著生位置之花性調查

表5顯示不同部位小花著生百分率以花穗頂端最少（懷特品種除外）。至於兩性花百分率，不論品種及樹齡均以花穗頂端最多，基部最少，差異至為顯著。

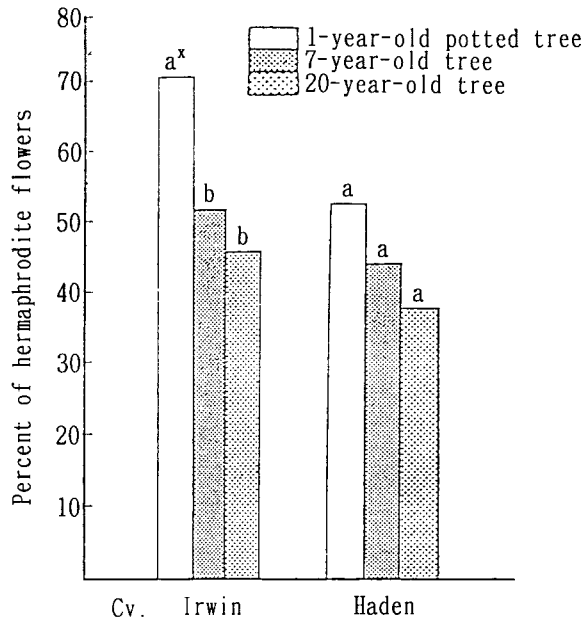


圖2. 不同樹齡愛文及海頓檬果之兩性花比率

Fig. 2. Percentage of hermaphrodite flowers at different age of Irwin and Haden mango trees

X: Mean values in a row with similar letters did not differ significantly at 5% level

(三)不同檬果樹齡及品種之花性調查

調查一、七及二十年生檬果2月份抽出花穗，結果顯示不論愛文及海頓品種，樹齡差距愈大，兩性花百分率相差亦大。圖2顯示一年生盆栽愛文兩性花最多，平均為71%，而二十年生愛文僅46%，兩者差異顯著（ $P=5\%$ ）。至於一年生盆栽海頓兩性花百分率為52.5%，而二十年生海頓為37.2%，惟統計上，差異不顯著（ $P=5\%$ ）。調查相同樹齡1月抽穗之凱特等5品種得知（表6）二十年生檬果兩性花百分率以凱特品種最多，愛文次之，海頓及本地種檬果最少。至於七年生檬果兩性花百分率以愛文檬果最多，次為海頓檬果，懷特檬果最少，僅11.2%。又二年生盆栽愛文檬果之兩性花百分率較海頓高出29.4%，差異極為顯著。

(四)同一結果枝不同時期抽穗之花性調查

1986年至1987年台中地區調查愛文及海頓品種，同一結果枝第一次及第二次抽出花穗之花性結果如圖3。愛文檬果第一次及第二次兩性花百分率分別為34.8及57.6%，差異顯著（ $P=5\%$ ）；海頓檬果第一次及第二次兩性花百分率分別為43.7及52.4%，差異不顯著。

(五)遮蔭處理之花性調查

一年生盆栽愛文檬果經一年遮蔭後，調查1月份抽出花穗結果得知：60~65%及40~45%黑色遮光網處理植株較不遮蔭處理者，其兩性花百分率分別減少23.6及15.1%（表7）。又遮光愈大，兩性花百分率愈少。

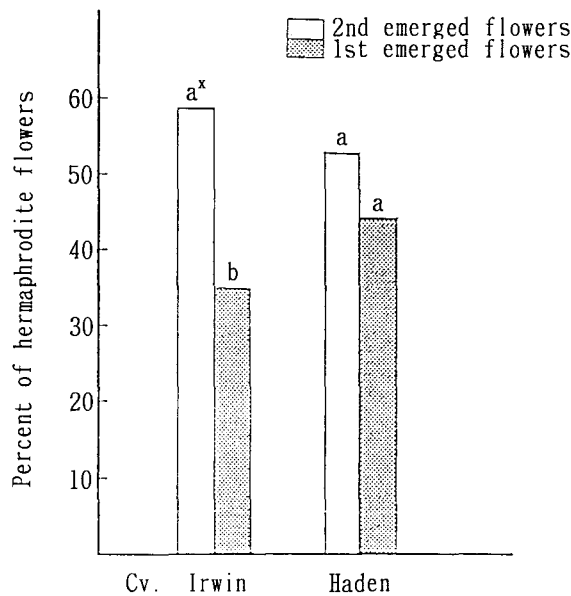


圖3. 同一結果枝第一次及第二次兩性花比率

Fig. 3. Percentage of hermaphrodite flowers of the first and second panicles on a fruit branch

X: See foot note of Fig. 2

表1. 台中地區七年生愛文欖果不同月別花穗之特性調查 (1986~1988)

Table 1. Characteristics of 7-year old Irwin mango panicles emerging in different months in Taichung area from 1986 to 1988

Crop year	Month emerged	Ave. length per panicle (cm)	No. of male flowers per panicle	No. of hermaphrodite flowers per panicle	Percent of hermaphrodite flowers	Sex ratio
1986	10	31.2 a <sup>z</sup>	335 ab	352 ab	49.8 a	1.01
	11	23.4 ab	472 ab	587 a	55.4 a	0.80
	12	18.7 b	609 a	171 b	21.9 b	3.56
1987	1	18.1 b	505 ab	375 ab	42.6 ab	1.35
	2	17.1 b	219 b	194 ab	46.9 a	1.13
1987	12	—	605 a	252 a	29.4 a	2.40
1988	1	—	693 a	384 a	35.7 a	1.80
	2	—	257 b	105 a	29.0 a	2.45

z: Means within column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level

表2. 台中地區七年生海頓欖果不同月別花穗之特性調查 (1986~1988)

Table 2. Characteristics of 7-year old Haden mango panicles emerging in different months in Taichung area from 1986 to 1988

Crop year	Month emerged	Ave. length per panicle (cm)	No. of male flowers per panicle	No. of hermaphrodite flowers per panicle	Percent of hermaphrodite flowers	Sex ratio
1986	10	24.5 ab <sup>z</sup>	635 a	365 b	36.5 ab	1.73
	11	26.3 a	551 a	568 a	50.7 a	0.97
	12	18.8 b	551 a	232 c	29.6 b	2.38
1987	1	24.8 ab	367 ab	193 cd	34.5 ab	1.90
	2	21.8 ab	130 b	96 d	42.5 ab	1.35
1987	10	—	835 b	551 a	39.2 b	1.52
	11	—	687 b	697 a	50.4 a	0.99
	12	—	1900 a	736 a	27.9 c	2.58
1988	1	—	1959 a	448 a	18.6 d	4.37

z: See foot note of Table 1

表3. 台中地區二十年生本地種檬果不同月別花穗之特性調查 (1986~1988)

Table 3. Characteristics of 20-year old Native mango panicles emerging in different months in Taichung area from 1986 to 1988

Crop year	Month emerged	Ave. length per panicle (cm)	No. of male flowers per panicle	No. of hermaphrodite flowers per panicle	Percent of hermaphrodite flowers	Sex ratio
1986	10	25.3 a <sup>z</sup>	349 bc	160 bc	31.4 b	2.18
	11	23.8 ab	308 bc	283 ab	47.8 a	1.09
	12	17.6 c	441 ab	204 abc	31.6 b	2.16
	1	19.5 bc	716 a	202 abc	22.0 c	3.54
1987	2	24.6 ab	606 ab	360 a	37.3 ab	1.68
	3	—	102 c	80 c	43.9 a	1.28
1987	10	—	640 ab	225 a	26.0 a	2.84
	12	—	605 ab	166 ab	21.5 ab	3.64
	1	—	986 a	169 a	14.6 b	5.83
1988	2	—	398 b	114 a	22.3 ab	3.49

z : See foot note of Table 1

表4. 台中地區海頓檬果不同方位花穗之特性調查

Table 4 Characteristics of panicles emerged at different parts of Haden mango trees grown in Taichung area

Parts of panicles	No. of male flowers per panicle	No. of hermaphrodite flowers per panicle	Percent of hermaphrodite flowers	Sex ratio
East	479 a <sup>z</sup>	306 a	38.9 a	1.56
West	755 a	265 a	26.0 ab	2.85
South	351 a	290 a	45.2 a	1.21
North	729 a	190 a	20.7 b	3.83
Top	651 a	458 a	41.3 a	1.42

z : See foot note of Table 1

表5. 台中地區不同椪果品種小花著生位置之小花及兩性花調查

Table 5. Percentage of total and hermaphrodite flowers at the apex, mid-portion and base of the panicle of five mango cultivars grown in Taichung area

Item examined	Position of flowers	Cultivar						
		Irwin	Haden	Native	Keitt	White	Potted	
							Irwin	Haden
Percent of total flowers	Apex	13.6 c <sup>z</sup>	26.0 b	13.6 b	24.8 b	34.6 a	26.6 a	19.8 b
	Mid-portion	35.5 b	30.8 b	44.4 a	41.4 a	36.0 a	39.9 a	39.1 a
	Base	50.9 a	43.2 a	42.0 a	33.8 a	29.4 a	33.5 a	41.1 a
Percent of hermaphrodite flowers	Apex	59.9 a	31.8 a	43.4 a	63.4 a	29.7 a	43.0 a	44.8 a
	Mid-portion	47.2 ab	20.8 a	20.0 a	40.3 b	16.9 b	15.7 b	18.6 b
	Base	31.8 a	7.3 b	13.1 b	20.4 c	9.3 b	9.4 c	4.4 c

z: See foot note of Table 1

表6. 不同椪果品種花穗之特性調查

Table 6. Characteristics of panicles of different mango cultivars

Age	Cultivar	No. of male flowers per panicle	No. of hermaphrodite flowers per panicle	Percent of hermaphrodite flowers	Sex ratio
20-year old	Keitt	305 c <sup>z</sup>	302 a	49.8 a	1.01
	Irwin	690 bc	347 a	34.1 b	1.93
	Haden	1412 a	331 a	18.9 c	4.27
	Native	1014 ab	217 a	17.6 c	4.67
7-year old	Irwin	694 b	385 a	35.7 a	1.80
	Haden	1750 a	403 a	18.7 ab	4.34
	White	175 b	22 b	11.2 b	7.95
2-year-old potted	Irwin	1198 b	1126 a	48.5 a	1.05
	Haden	2118 a	656 b	23.6 b	3.23

z: See foot note of Table 1



表7. 盆栽愛文不同遮蔭處理之花性調查

Table 7. Characteristics of potted Irwin mango panicles under different shading condition

Shading treatment	No. of male flowers per panicle	No. of hermaphrodite flowers per panicle	Percent of hermaphrodite flowers	Sex ratio
60-65% shading rate	1215 a <sup>z</sup>	414 b	25.4 c	2.93
40-45% shading rate	586 b	301 b	33.9 b	1.95
Control	1186 a	1141 a	49.0 a	1.04

z: See foot note of Table 1

## 二、葉片分析

### (一)無機養分分析

葉片分析結果如表8及表10，表8顯示11月抽穗之愛文檬果，花穗上之小花均為雄花和花穗上有50%以上兩性花者（花性比0.501~1.0），其結果小枝葉片之大量元素及微量元素濃度並無顯著差異。又1月抽穗之愛文檬果，隨著花性比之漸增，其葉片氮、磷濃度漸減且呈規則性。如花性比<0.50（兩性花>66.6%）和花性比>5.01（兩性花<16.6%）者，其葉片氮濃度分別為1.7及1.4%，磷濃度則分別為0.140及0.107%，至於其他元素則較無一致性。此外2及3月抽穗之土檬果品種花性比在1.0以下者（兩性花大於50%）其葉片氮素濃度亦較高（表9）。

二年生盆栽愛文及海頓之葉片分析顯示不同範圍花性之葉片大量元素濃度均無顯著差異，僅微量元素之鐵、鋅等元素有部分差異（表10）。從表10得知盆栽愛文檬果以40~65%黑色遮光網經一年遮蔭後其葉片鉀及鎂元素濃度較未遮蔭者高，鈣濃度則較少，氮素亦略低。微量元素則以鐵濃度較未處理株高。又本研究葉片分析之銅濃度，因測值太低，故未予比較。

綜合台中地區愛文、本地種及海頓檬果之葉片分析結果顯示，不同範圍花性比其葉片大量元素及微量元素之濃度，大體上仍缺少規則趨向。

### (二)可溶性碳水化合物及澱粉之分析

1986至1987年之調查結果顯示11月份抽穗之愛文檬果，花穗上均為雄花者與花穗上含有50%以上兩性花者，其葉片可溶性碳水化合物及澱粉濃度並無顯著差異（表11）。海頓檬果之不同程度花性比其葉片澱粉濃度亦無顯著差異，僅可溶性碳水化合物1月抽穗者之花性比在1.01~2.0者和其他花性比有差異存在（表12）。而本地種檬果，1及3月抽穗者其花性比較小者，葉片可溶性碳水化合物濃度較少，惟澱粉則無顯著差異（表13）。

### (三)總酚類化合物濃度之測定

二十年生之愛文檬果不同範圍兩性花比率之新鮮葉片以酒精萃取所得之總酚類化合物濃度均無顯著差異（圖4）。至於二年生盆栽愛文，兩性花比率越大者其葉片總酚類化合物濃度最低（圖5），惟不同程度兩性花比率間並無顯著差異。盆栽海頓，兩性花百分率在30.01~40.0%者其葉片總酚類化合物濃度較高。

圖4及圖5顯示不同範圍兩性花比率其葉片總酚類化合物濃度並無規則性變化。又品種不同，總酚類化合物濃度也不同，本地種檬果之總酚類化合物濃度平均為2.4%，較海頓、愛文檬果高。

表8. 愛文欖果不同範圍花性比之花穗下部第一節中部葉片要素濃度 (1986~1987)

Table 8. Nutrient concentrations of the middle leaves of first internode below panicles with different sex ratio. Samples were taken from Irwin mango trees grown in Taichung area from Nov. 1986 to Feb. 1987

Month	Sex ratio	Macro-nutrients (%)					Micro-nutrients(ppm)			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Nov.	0.501-1.0	1.49 a <sup>z</sup>	0.120 a	0.75 b	2.26 a	0.25 a	48 ab	23 a	6 a	61
	1.01 -2.0	1.57 a	0.120 a	0.99 a	2.02 a	0.25 a	58 a	23 a	6 a	62
	2.01 -4.0	1.50 a	0.107 a	0.95 ab	2.08 ab	0.24 a	42 b	21 a	6 a	59
	>4.01	1.36 a	0.107 a	1.02 a	2.11 a	0.25 a	39 b	19 a	7 a	48
	All males	1.41 a	0.113 a	0.81 ab	2.02 a	0.23 a	41 b	20 a	7 a	62
Dec.	0.501-1.0	1.42 a	0.113 b	0.86 b	2.31 a	0.25 a	45 a	22 a	6 b	59
	1.01 -2.0	1.44 a	0.110 b	0.81 b	1.75 b	0.24 a	35 a	20 a	6 b	55
	2.01 -3.0	1.47 a	0.118 b	0.90 ab	2.40 a	0.28 a	38 a	21 a	7 b	60
	3.01 -5.0	1.52 a	0.143 b	1.08 a	2.26 a	0.24 a	33 a	20 a	8 a	41
	>5.01	1.42 a	0.120 a	0.83 b	2.28 a	0.25 a	38 a	21 a	6 b	54
Jan.	<0.50	1.70 a	0.140 a	0.86 a	2.02 abc	0.21 a	72 a	27 a	6 bc	74
	0.501-1.0	1.55 ab	0.137 a	0.87 a	1.65 c	0.17 a	60 ab	24 a	8 a	67
	1.01 -2.0	1.48 bc	0.130 ab	0.84 a	1.82 abc	0.22 a	59 ab	23 a	6 bc	60
	2.01 -3.0	1.43 bc	0.110 cd	0.64 a	2.18 ab	0.25 a	42 b	22 a	5 c	60
	3.01 -4.0	1.46 bc	0.113 cd	0.84 a	2.27 a	0.23 a	52 ab	24 a	5 c	64
	4.01 -5.0	1.36 c	0.120 bc	0.65 a	1.75 bc	0.20 a	50 b	22 a	5 c	63
Feb.	>5.01	1.39 c	0.107 d	0.88 a	1.90 abc	0.21 a	49 b	20 a	7 ab	53
	<0.50	1.54 a	0.113 a	0.76 b	1.80 a	0.19a	60 a	21 a	6 a	59
	0.501-1.0	1.35 a	0.118 a	0.87 ab	1.33 b	0.18a	59 a	22 a	7 a	64
	1.01 -2.0	1.44 a	0.118 a	0.90 ab	1.94 a	0.21a	57 a	22 a	7 a	54
	2.01 -3.0	1.44 a	0.110 a	1.07 a	1.84 a	0.21a	61 a	24 a	7 a	51

z : See foot note of Table 1

表9. 本地種檬果不同範圍花性比之花穗下部第一節中部葉片要素濃度 ( 1-3月, 1987 )

Table 9. Nutrient concentrations of the middle leaves of first internode below panicles with different sex ratio. Samples were taken from Native mango trees grown in Taichung area from January to March of 1987

Month	Sex ratio	Macro-nutrients (%)					Micro-nutrients(ppm)			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Jan.	1.01 -2.0	1.40 a <sup>z</sup>	0.130 a	0.73 a	1.75 a	0.18 a	50 a	22 a	10 a	96
	4.01 -5.0	1.48 a	0.157 a	0.74 a	2.90 a	0.22 a	49 a	22 a	10 a	48
	>5.01	1.48 a	0.130 a	0.69 a	1.97 a	0.18 a	44 a	19 a	9 a	84
Feb.	0.501-1.0	1.35 a	0.107 a	0.77 a	1.61 a	0.18 a	35 ab	21 a	7 a	249
	1.01 -2.0	1.27 b	0.110 a	0.67 ab	1.60 a	0.19 a	37 ab	19 a	5 a	177
	2.01 -3.0	1.20 b	0.08 a	0.50 b	1.27 a	0.16 a	28 b	15 b	5 a	148
	3.01 -4.0	1.23 b	0.103 a	0.51 b	1.68 a	0.23 a	40 a	18 ab	7 a	196
Mar.	<0.50	1.35 a	0.103 a	0.46 b	1.62 b	0.15 c	50 a	21 a	4 b	161
	0.501-1.0	1.35 a	0.107 a	0.71 a	1.79 ab	0.20 b	50 a	21 a	6 ab	242
	1.01 -2.0	1.18 c	0.117 a	0.77 a	1.98 ab	0.26 a	47 a	22 a	6 ab	274
	2.01 -3.0	1.28 b	0.120 a	0.91 a	2.14 a	0.24 a	48 a	23 a	9 a	231

z : See foot note of Table 1

表10. 台中地區盆栽愛文及海頓檬果不同範圍花性比之花穗下部第一節中部葉片要素濃度 ( 1988年1月 )

Table 10. Nutrient concentrations of the middle leaves of first internode below panicles with different sex ratio. Samples were taken from potted Irwin and Haden mango trees grown in Taichung area ( January, 1988 )

Cv.	Sex ratio	Macro-nutrients (%)					Micro-nutrients(ppm)			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Potted-Irwin	<0.50	1.74 a <sup>z</sup>	0.094 a	1.57 a	1.86 a	0.18 a	43 a	14 b	4 a	34
	0.501-1.0	1.89 a	0.100 a	1.68 a	1.79 a	0.19 a	45 a	16 a	5 a	33
	1.01 -2.0	1.87 a	0.112 a	1.51 a	1.99 a	0.16 a	39 a	15 ab	4 a	41
Potted-Irwin	2.01 -3.0	1.70 a	0.105 a	1.69 a	1.45 a	0.13 a	46 b	13 a	5 a	27
	3.01 -4.0	1.79 a	0.117 a	1.64 a	1.46 a	0.15 a	50 ab	15 a	5 a	43
Haden	4.01 -5.0	1.81 a	0.121 a	1.66 a	1.79 a	0.13 a	59 a	15 a	4 a	43
Potted-Irwin with 40-65% shading rate	0.501-1.0	1.47 a	0.112 a	1.80 a	1.69 a	0.25 a	43 a	19 a	8 a	70
	1.01 -2.0	1.84 a	0.114 a	1.96 a	1.82 a	0.23 a	47 a	17 b	3 b	45

z : See foot note of Table 1

表11. 台中地區愛文檸檬不同範圍花性比之花穗下部第一節中部葉片可溶性碳水化合物及澱粉濃度 (1986~1987)

Table 11. Soluble carbohydrate and starch concentrations of the middle leaves of first internode below panicles with different sex ratio. Samples were taken from Irwin mango trees grown in Taichung area from 1986 to 1987

Month	Sex ratio	Soluble carbohydrate (%)	Starch(%)
Nov.	0.501-1.0	8.7 a <sup>z</sup>	3.4 a
	1.01 -2.0	9.7 a	3.0 a
	2.01 -4.0	9.8 a	2.5 a
	>4.01	6.1 b	2.6 a
	All males	9.8 a	3.4 a
Dec.	0.501-1.0	10.8 a	2.7 a
	1.01 -2.0	10.0 ab	3.0 a
	2.01 -3.0	9.9 ab	2.6 a
	3.01 -5.0	9.5 b	2.9 a
	>5.01	9.1 b	3.1 a
Jan.	<0.50	8.2 abc	2.7 b
	0.501-1.0	6.7 c	2.3 b
	1.01 -2.0	6.9 bc	4.0 a
	2.01 -3.0	7.8 bc	3.4 ab
	3.01 -4.0	8.1 abc	2.4 b
	4.01 -5.0	9.7 a	2.9 ab
>5.01	8.3 ab	2.2 b	
Feb.	<0.50	8.8 a	3.3 a
	0.501-1.0	9.1 a	3.4 a
	1.01 -2.0	7.6 a	2.7 a
	2.01 -3.0	8.9 a	3.0 a
	3.01 -4.0	8.1 a	3.4 a

z : See foot note of Table 1

表12. 台中地區海頓檬果不同範圍花性比之花穗下部第一節中部葉片可溶性碳水化合物及澱粉濃度 (1986~1987)

Table 12. Soluble carbohydrate and starch concentrations of the middle leaves of first internode below panicles with different sex ratio. Samples were taken from Haden mango trees grown in Taichung area from 1986 to 1987

Month	Sex ratio	Soluble carbohydrate (%)	Starch(%)
	0.501-1.0	9.9 a <sup>z</sup>	—
Dec.	1.01 -2.0	9.2 a	1.3 a
	2.01 -3.0	10.9 a	1.3 a
	3.01 -5.0	8.7 a	1.3 a
	>5.01	8.6 a	—
Jan.	1.01 -2.0	11.4 a	3.9 a
	2.01 -3.0	10.5 b	4.1 a
	3.01 -4.0	10.7 b	3.5 a
April	1.01 -2.0	10.2 a	4.3 a
	2.01 -3.0	8.5 a	3.7 a

z : See foot note of Table 1

表13. 台中地區本地種檬果不同範圍花性比之花穗下部第一節中部葉片可溶性碳水化合物及澱粉濃度 (1986~1987)

Table 13. Soluble carbohydrate and starch concentrations of the middle leaves of first internode below panicles with different sex ratio. Samples were taken from Native mango trees grown in Taichung area from Jan. to March of 1987

Month	Sex ratio	Soluble carbohydrate (%)	Starch(%)
	4.01 -5.0	8.2 b <sup>z</sup>	4.8 a
Jan.	>5.01	9.7 a	4.5 a
Feb.	0.501-1.0	8.5 a	3.9 b
	1.01 -2.0	8.6 a	4.7 ab
	2.01 -3.0	9.2 a	6.5 a
	3.01 -4.0	9.9 a	4.6 ab
	<0.50	6.7 b	4.5 a
Mar.	0.501-1.0	7.9 a	3.6 a

z : See foot note of Table 1

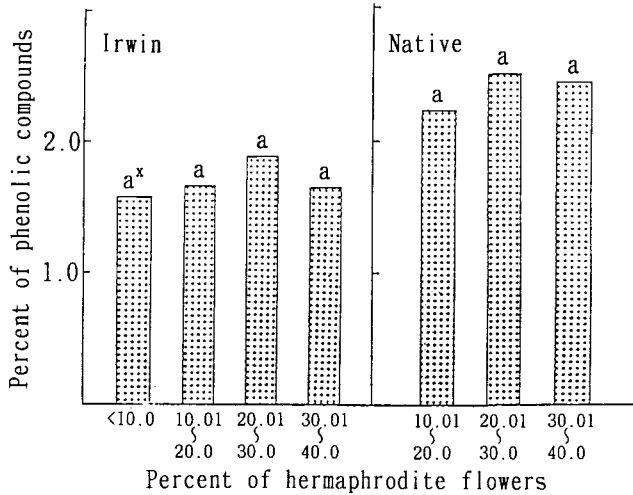


圖4. 台中地區愛文及本地種椪果不同兩性花比率之花穗下部第一節中部之葉片總酚類化合物濃度 (1988年2月)

Fig. 4. Concentrations of total phenolic compounds of the middle leaves of first internode below panicles with different percent of hermaphrodite flowers. Samples were taken from Irwin and Native mango trees grown in Taichung area (Feb. 1988)

X: See foot note of Fig. 2

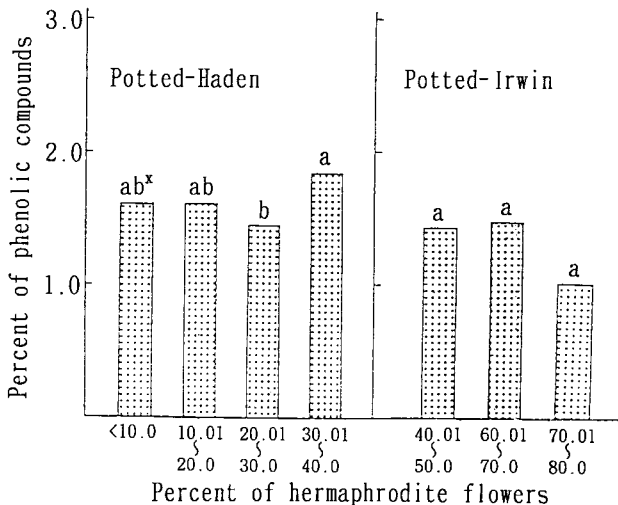


圖5. 台中地區盆栽愛文及海頓椪果不同兩性花比率之花穗下部第一節中部之葉片總酚類化合物濃度 (1988年2月)

Fig. 5. Concentrations of total phenolic compounds of the middle leaves of first internode below panicles with different percent of hermaphrodite flowers. Samples were taken from potted Irwin and Haden mango trees grown in Taichung area (Feb. 1988)

X: See foot note of Fig. 2

## 討 論

### 一、田間花性調查

#### (一) 品種、樹齡之花性表現

品種不同兩性花比率也不同<sup>(7, 39)</sup>，本研究調查亦顯示相同趨勢(表6)。同一栽培管理方式之檬果園以凱特、愛文等美國種檬果兩性花比率較少。由於海頓、凱特及愛文等單胚型檬果均係由單胚型Mulgoba檬果直接或間接演化而來<sup>(1)</sup>，而懷特及本地種檬果則為多胚型檬果，因此檬果兩性花比率和其胚型演化可能有關。又雖同屬單胚型檬果，海頓係由Mulgoba檬果之第一代種子所選育生成，而愛文是由海頓第三代種子所選育生成，故愛文檬果兩性花比率大於海頓檬果可能與其選種有關。凱特檬果雖然也係由Mulgoba檬果第一代種子產生，惟因其為晚熟種，故其兩性花比率較愛文早熟種大。前人研究<sup>(44)</sup>及本研究調查(圖3)均已顯示不同時期較晚抽穗者兩性花比率較大，可資佐證。

由於花性比和結果呈顯著負相關<sup>(51)</sup>，兩性花比率越大者產量越高，故從上面之探討中可以推測為何本省檬果園中，海頓及懷特檬果栽植較少之原因，故日後新品種引進推廣種植時，花性比之利用不失為一重要引種指標。又本研究調查顯示：一年生盆栽較七年生或二十年生愛文及海頓檬果之兩性花比率均較大(圖2)，和前人研究結果相反<sup>(44, 55)</sup>，此點仍待進一步調查。

#### (二) 小花著生位置之花性表現

本研究調查愛文、海頓、凱特、本地種及懷特等5品種檬果均顯示花穗頂端較中段及基部可產生較多的兩性花(表5)和前人研究結果一致<sup>(15, 31)</sup>。Prasad及Pathak氏<sup>(32)</sup>指出檬果之auxin在葉片產生且某些auxin被傳送到頂端分生組織，故頂端之auxin可累積較多。Rao及Kumar氏<sup>(35)</sup>指出：蓖麻莖頂去除後，由於auxin Level減少及GA Level增加，故有增加雄花之效果。在大部分情況下auxin促進檬果兩性花形成，而GA則呈抑制之效果<sup>(14, 46)</sup>，故檬果穗頂兩性花形成比率較高可能和植物荷爾蒙之消長有關。

本研究調查顯示穗頂兩性花比例最大(表5)，且其正常結果亦較多(資料未顯示)。故日後育種工作可利用此特性，減少不必要之人工授粉，以改進育種效率及節省時間。在經濟栽培之立場，若於早期去除花穗基部分枝，或許可節省養分之消耗，加速果實之肥大及提早產期。

#### (三) 不同月別及不同方位抽穗之花性表現

1986至1987年台中地區調查顯示：10月平均溫度為24.6°C，然該月抽穗之七年及二十年生愛文、土檬果及海頓檬果之兩性花比率並非最大，而是以11月抽穗者最大(11月平均溫度為21.6°C)，且均以12月及1月的兩性花比率較少。究其原因可為10月抽穗者其花芽分化(flower initiation)及花芽發育(flower development)在9月中旬至10月底，因9月溫度略高(平均溫度為27.2°C)，故兩性花之形成因較高溫而受抑制，而11月抽穗者其分化發育時期約在10月中旬至11月底，此期間之溫度為21.6至24.6°C，有利於兩性花之形成。而12月抽穗者其分化時間在11月中旬至12月底，此期間溫度已略低(17.6~21.6°C)，故兩性花之形成受抑制，而1月抽穗者其分化期間處於連續低溫期，故兩性花形成仍少。及至2及3月抽穗者，因分化後期溫度開始上升，故兩性花比率漸增。1987至1988年調查海頓及土檬果亦呈同一趨勢，即10月抽穗者因其分化時期之溫度為25.3~26.1°C，兩性花之形成受抑制，而仍以11月抽穗者最大，12及1月抽穗者兩性花比率較低，2月抽穗者兩性花比率漸回升。

二年之調查結果均顯示在大部份情況下，花芽分化及花芽發育時之溫度大於25°C時似乎有抑

制兩性花形成之趨勢；而18~25°C之適溫，有助於兩性花形成；小於18°C之低溫對兩性花形成有不利之影響。田間自然情況下之調查和許氏<sup>(7)</sup>在鳳山地區以盆栽苗之試驗有類似趨勢。許氏認為25/19°C日夜溫處理植株兩性花比率較高（18.7%），31/25°C處理者為17.3%，19/13°C處理株最少（15.7%），雖無顯著差異，惟仍以低溫處理者兩性花最少，適溫處理者兩性花比率最大。張氏<sup>(11)</sup>發現愛文椪果在田間自然溫度下有較高兩性花比率，而在30°C高溫及10°C低溫情況下，兩性花比率下降。以上二例顯示偏低、偏高的溫度似乎不利兩性花形成，適溫（18~25°C）似有助於椪果兩性花形成。Singh氏等<sup>(45)</sup>亦指出高溫可增加兩性花比率，然其臨界溫度並未探討。

又本研究調查海頓及愛文椪果同一結果枝第二次抽出花穗較第一次抽出花穗，其兩性花比率均較大，究其原因乃第二次抽出花穗花芽分化及發育正逢較適宜高溫所致，故兩性花比率較多。Majumder氏等<sup>(28)</sup>將剛伸長1~2cm之花穗摘除促使其於較高溫度抽出後期花穗，其兩性花比率亦較大。Singh氏<sup>(45)</sup>亦認為後期抽出花穗亦有較高之兩性花比率，和本研究之調查結果一致。

部份椪果品種有第二次及第三次抽花習性。Reece氏等<sup>(36)</sup>指出海頓椪果頂芽摘除6星期後腋芽可再抽出新花穗，Smith氏<sup>(47)</sup>亦有類似報導。在本省，許氏<sup>(6)</sup>發現海頓椪果最易產生二次花穗，凱特次之，愛文最少，從摘穗到分化為花芽需12~20日。

目前在本省南部進行之摘穗處理顯示其產量較不處理株倍加<sup>(12)</sup>；Majumder氏等<sup>(28)</sup>亦指出摘穗處理較未處理者可增產25倍。摘穗後因花穗抽出時正逢較適宜高溫，兩性花比率增加，應為增產原因之一。

本研究不同方位抽出花穗兩性花比率以南邊穗者最多，西邊及北邊較少（表4）。黃氏<sup>(13)</sup>指出台灣之愛文椪果園，南面結果數為北面之5~7倍，此可能和南邊抽穗者有較高之兩性花比率有關。又不同學者對不同方位抽出花穗之兩性花比率調查互有差異，解釋亦不同<sup>(26)</sup>。

#### 四、遮蔭處理之花性表現

本研究調查得知盆栽愛文椪果之遮蔭處理顯示日照強度和兩性花比率有顯著差異（表7）。完全不遮蔭者兩性花比率最大，達49%，而遮蔭越多者（60~65%遮光處理）兩性花比率最少。許氏<sup>(6)</sup>調查二年生盆栽愛文椪果發現遮蔭處理植株之葉面積增加，硝酸鹽還原活性及氮素同化產物均減少，且可溶性碳水化合物濃度降低。椪果苗經遮光5個月後，氮、磷、鈣等元素濃度較少，而鉀、鎂、鋅、銅則無差異。本研究調查愛文椪果遮蔭一年後，氮、鈣等元素濃度較少，鉀、鎂濃度較高，磷、鐵、鋅元素之差異不顯著（表10）。惟值得注意的是盆苗經遮蔭後，網內平均溫度下降2~3°C，查本研究12月至2月平均溫度均低於18°C，遮蔭後黑色尼龍網內之溫度降至15°C左右，此可能是遮蔭株兩性花較少之主要原因。又不同學者對不同方位抽出花穗之兩性花比率調查有所差異，解釋亦不同<sup>(26, 30)</sup>。

## 二、葉片分析

椪果開花結實除受外界環境影響外，受樹體養分影響亦大<sup>(3, 8)</sup>。Surayanarayana<sup>(50)</sup>指出澱粉、碳水化合物及C/N比較高時，有利於花芽分化。又葉片中之葡萄糖、果糖、氮、磷、鐵及鋅等元素濃度較高或鉀濃度較低亦有利於花芽之分化<sup>(29)</sup>。又椪果在萌芽抽出花序前其碳水化合物總含量較高，且萌芽後花序的伸長，及開花所使用之養分如碳水化合物及氮素大部來自樹體貯藏<sup>(8)</sup>，故知椪果從花芽分化，花芽發育到開花結實，養分之供需扮演著重要角色。

本研究葉片分析調查顯示（表8至表10）兩性花比率和無機養分之大量元素氮、磷、鉀、鈣、鎂及微量元素鐵、鋅之濃度並無規則性差異存在。椪果葉片養分分析和花性之比較，前人並未探討，惟外加之噴施如開花前噴施尿素，過磷酸鈣、硝酸鉀、硫酸鋅及硼酸等均能改變椪果花性<sup>(37)</sup>。



41)。在荔枝、板栗、瓜果類、菠菜及蓖麻等其他作物以尿素、過磷酸鈣、鉀、及硼等外加施用亦發現可改變花性<sup>(25, 33, 34, 35, 48, 53, 54)</sup>。

本研究調查顯示葉片可溶性碳水化合物及澱粉濃度與兩性花比率亦無規則變化(表11至表13)，此方面之探討亦缺乏參考文獻，惟Randhawa及Singh氏<sup>(34)</sup>指出在甜瓜方面高含量之碳水化合物和兩性花形成有密切關係。

由於花性表現頗為複雜，並非由單一特性所影響，而是由遺傳、環境、植物荷爾蒙及營養等因素之綜合表現<sup>(20, 57)</sup>，加上椪欖果葉片分析之養分濃度受許多因素影響<sup>(9)</sup>，因此本研究葉片要素濃度和兩性花比率之分析未有明顯之關係。

本研究調查顯示不同範圍兩性花比率其新鮮葉片總酚類化合物濃度並無規則性變化(圖4及5)，惟Bastawros氏<sup>(18)</sup>調查Langra等椪欖果品種發現從花芽分化開始椪欖果芽體中之總酚類化合物含量漸增，在開花前達最高，氏又認花芽分化時芽體因單酚類物質(Monophenol)含量高，故其兩性花比率較小，由於本研究採樣部位為葉片，加上進行本試驗時已近開花末期，僅測定二月抽出花穗，整體而言，尚難斷定葉片中總酚類含量和兩性花比率之關係，惟在木瓜植株之葉片中已證實雄株之酚類化合物含量較雌株高<sup>(19, 27)</sup>。查酚類化合物經由IAA氧化酵素相互作用(IAA-Oxidase interactions)及做為GA抗劑(Gibberellin antagonists)而被證實間接具有生長調節劑之作用<sup>(24)</sup>，故椪欖果葉片或其他樹體部位中酚類化合物含量與兩性花之關係值得進一步探討。

## 引用文獻

1. 王炳、曾錫恩·1965·自美國引進之椪欖果品種之性狀調查報告。中國園藝11(1,2): 8-12。
2. 台灣農業年報·1990·台灣省政府農林廳編印。
3. 李國權·1979·台灣椪欖果營養狀況之研究。中國園藝25(5,6): 189-196。
4. 林俊彥·1980·台灣椪欖果結果不良原因之探討。台灣農業16(5): 55-58。
5. 許仁宏·1979·密植對椪欖果生理的影響。國立中興大學碩士論文。
6. 許仁宏·1983·椪欖果腋花穗之誘引。中華農業研究32(1): 32-38。
7. 許仁宏·1984·椪欖果雜交育種與栽培技術改進—品種間雌蕊機能與不親和性的探討。中華民國科技研究摘要, p.333。
8. 陳右人·1981·椪欖果樹體碳水化合物與氮含量之週年變化。國立台灣大學碩士論文。
9. 陳如茵·1981·台灣椪欖果無機營養狀況及有關問題之探討。國立中興大學碩士論文。
10. 張振宙、陳吉雄、樊莉莉·1979·玉井椪欖果結果不良原因之調查。中國園藝25(4): 14-149。
11. 張武男·1984·環境因子對椪欖果花性及畸形花產生之研究。中央加速農村建設補助計畫報告。(未發表)
12. 張明聰、劉銘峰·1987·摘除花穗延長椪欖果產期之研究，(園藝作物產期調節研討會專集)。台中區農業改良場特刊第10號p.119-128。
13. 黃弼臣·1977·不同花期及方位對愛文椪欖果結果之影響。(未發表)
14. 曾夢蛟、張武男·1983·溫度與生長素對椪欖果開花結實之影響。中國園藝29(2): 87-95。
15. 楊致福·1959·椪欖果之起源品種繁殖栽培及管理。中國園藝5(3): 74-89。

16. Abou-Aziz, A. B., F. K. Abdel-Wahab and M. A. El-Ghandour. 1976. Effect of different storage temperatures on phenolic compounds in banana and mango fruits. *Scientia Hort.* 4(4) : 309-135.
17. AOAC. 1965. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. Edn. 10. AOAC Washington DC, USA.
18. Bastawros, M. B. 1986. Sex ratio in relation to the incidence of malformation and phenolic compounds in some mango cultivars. *Ann. Agr. Sci. Ains Sham* 3(1) : 651-661.
19. Bhattacharyya, R. K. and V. N. M. Rao. 1982. Phenolics content of Co. 2 papaya (*Carica papaya* L.) as affected by growth regulants. *J. Res. Assam Agric Univ.* 3(2) : 214-215.
20. Bose, T. K. and J. P. Nitsch. 1970. Chemical alternation of sex-expression in *Luffa acutangula*. *Physiol. plant.* 23 : 1206-1211.
21. Chapman, H. D. and P. F. Pray. 1961. Methods of analysis for soils, plant and waters. Univ. Calif. 170.
22. Chacko, E. K. 1986. Physiology of vegetative and reproductive growth in mango (*Mangifera indica* L.) trees. In Ist. Aust. Mango Res. Workshop. Proceedings CSIRO. P.54-70.
23. Dubois, M., K. A. Gilles., J. K. Hamilton., P. A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal Chem.* 28 : 350-356.
24. El-Ghandour, M. A., A. S. Khader and S. A. Hussein. 1979. Some biological, biochemical and nutritional changes in mango tissues in relation with infection with *Fusarium moniliforme* Sheld. *Egypt. J. Hort.* 6(1) : 13-22.
25. Hoda, M. N. and N. B. Syamal. 1975. Effect of zinc and growth regulators on sex, fruit formation and abscission layer in Litchi. *Sci. and Culture* 41(9) : 448-450.
26. Jauhari, O. S. and others. 1968. Sex distribution in mango (*Mangifera indica* L.) panicles as influenced by their disposition on the tree. *S. Indian Hort.* 16 (3,4)31-34.
27. Jindal, K. K. and R. N. Singh. 1975. Phenolic content in male and female *Carica papaya*: a possible physiological marker for sex identification of vegetative seedlings. *Physiologia Plantarum* 33(1) : 104-107.
28. Majumdar, P. K., D. K. Sharma., M. P. Singh and R. N. Singh. 1976. Improve productivity of malformation mango trees. *Indian Hort.* 20(4) : 7-8.
29. Mishra, K. A. and B. S. Dhillon. 1978. Carbohydrate and mineral composition of leaves in relation to fruit-bud differentiation in "Langra" mango. *Indian J. Agr. Sci.* 48(1) : 46-50.
30. Mukherjee, S. K. 1953. The mango-Its botany, cultivation, uses and future

- improvements, especially as observed in India. *Econ. Bot.* 7 : 130-162.
31. Naik, K. C. and M. M. Rao. 1943. Studies on blossom biology and pollination in mangoes. *Indian J. Hort.* 1(2) : 107-119.
  32. Prased, A. and R. A. Pathak. 1970. Response of plant growth regulators to mango (*Mangifera indica* L.). *Trop. Agriculturist, Ceylon.* 126(2) : 95-106.
  33. Qugliotti, L. 1972. The effects of nitrogen fertilizer on growth habit and sex expression in "Ricciod Asti" spinach. *Sementi Elette.* 18(2) : 5-19.
  34. Randhawa, K. S. and K. Singh. 1972. Total soluble nitrogen and carbohydrate contents of floral buds of musk-melon (*Cucumis melo* L.) and their influence in sex modification. *Indian J. Agr. Sci.* 42(7) : 545-549.
  35. Rao, P. G. and N. R. Kumar. 1976. Modification of sex expression by kinetin, morphactin and urea in castor (*Ricinus communis* L.). *Curr. Sci.* 45(23) : 838.
  36. Reece, P. C. , J. R. Furr and W. C. Cooper. 1946. The inhibiting effect of the terminal bud on flower formation in the axillary buds of the Haden mango (*Mangifera indica* L.). *Amer. J. Bot.* 33 : 209-210.
  37. Reddy, S. E. and A. M. Majumdar. 1983. Response of mango (*Mangifera indica* L.) to foliar application of phosphorous. *Fertizer Res.* 4(3) : 281-258
  38. Ruehle, G. D. and R. B. Ledin. 1955. Mango growing in Florida. *Florida Agr. Expt. Sta. Bul.* 574.
  39. Scholefield, P. B. and D. R. Oag. 1986. Flowering and fruit set of six cultivars of mango. In *Ist Aust. Mango Res. Workshop Proceedings.* CSIRO P.96-103.
  40. Simons, T. J. And A. F. Ross. 1971. Changes in phenol metabolism associated with induced systemic resistance to Tobacco Mosaic Virus in tobacco. *Phytopathology* 61 : 1261-1265.
  41. Shawky, I., Z. Zidan. A. El-Tomi and D. Dahshan. 1978. Effects of urea sprays on time of blooming and flowering malformation and productivity of 'Taimour' mango tree. *Egypt. J. Hort.* 5(2) : 133-142.
  42. Singh, L. B. 1960a. *The Mango: botany, cultivation and utilization.* Leonard Hill, London.
  43. Singh, R. N. 1954a. Sex ratio and fruit-setting in mango (*Mangifera indica* L.). *Sci.* 119 : 389-390.
  44. Singh, R. N. 1964. Sex pollination and post-fertilization problems in mango. *World Crops.* 16(4) : 24-26.
  45. Singh, R. N., P. K. Majumdar and D. K. Sharma. 1966. Sex expression in mango (*Mangifera indica* L.) with reference to prevailing temperature. *Pro. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89 : 228-230.
  46. Singh, Z. and B. S. Dhillon. 1986. Effect of plant regulators on floral malformation, flowering, productivity and fruit quality of mango (*Mangifera indica* L.). *Acta Hort.* 175 : 315-319.

47. Smith, J. H. E. 1979. B. I. Climatic requirements for mango. Citrus and Subtrop. Fruit Res. Inst. Nelspruit.
48. Srinivas, K. and S. D. Doijode. 1984. Effect of major nutrients on sex expression in muskmelon (*Cucumis melo* L.) Prog. Hort. 16(1/2): 113-115.
49. Sturrock, T. T. 1966. The mango inflorescence. Pro. Fla. St. Hort. Soc. 79: 336-369.
50. Surayanarayana, V. 1978. Seasonal changes in sugars, starch, nitrogen and C:N ratio in relation to flowering in mango. Plant BioChem. J. 5(2): 108-117.
51. Tiwari, J. P. And C. B. S. Rajput. 1976. Significance of nitrogen on the growth, flowering and fruiting of mango cultivars. Acta Hort. 57: 29-36.
52. Van. Der Meulen, A., J. H. E. Smith., T. Van Den Boom., I. B. Kok., A. Schwartz and C. J. Jacobs. 1971. Mango growing in South Africa. Pretoria: Dept. of Agr. Tech. Serv.
53. Verma, V. K. And B. Choudhury. 1980. Chemical sex modification in cucumber through growth-regulators and chemical and their effect on yield. Indian J. Agr. Sci. 50(3): 231-235.
54. Verma, V. K., P. S. Sirohi and B. Choudhury. 1984. Chemical sex modification and its effect on yield in bitter gourd (*Momordica charantia* L.) Prog. Hort. 16(1/2): 52-54.
55. Wolstenholme, B. N. and P. D. Mullins. 1982. Flowering, pollination and fruit set in mango-A discussion of limiting factors. S. Africa Mango Grower Assoc. Res. Rpt. 5-11.
56. Yoshida, S., D. Farno, J. Cork and K. Gomez. 1976. "Determination of sugar and starch in plant tissue". IRRI(3rd). 46-49.
57. Young, Q. G., L.Z. Ren and G. H. Du. 1985. Effects of ethephon, GA<sub>3</sub> and nutrient elements on sex expression of Chinese chestnut. Scientia Hort. 26(3): 209-215.

# Physiological Studies of the Sex Expression of Mango<sup>1</sup>

YANG, S. R.,<sup>2</sup> K. C. LEE<sup>3</sup>, and W. N. CHANG<sup>3</sup>

## Summary

The mango panicle consists of male, hermaphrodite and imperfect flowers. Air temperature greatly affected the percentage of hermaphrodite flowers emerging from the shoots in different months. The optimum temperatures for the formation of hermaphrodites were between 18°C and 25°C. Temperature below 18°C or above 25°C was found to have inhibitory effect. The amount of hermaphrodites in flowers varied with the months of the year and the cultivars of the plant. December was the month which showed the lowest occurrence rate and Keitt was the cultivar which had the highest occurrence frequency (49.8%) followed by cvs. Irwin (34.1%), Haden (18.9%), Native (17.6%) and White (11.2%). Higher hermaphrodite rates were observed on the top (41.3%) and in the southern part (45.2%) of the canopy as opposed to 26.0 and 20.7% in the western and northern sides, respectively. Age of plant plays a part in sex ratio as well. One-year-old Irwin was found to contain 71% hermaphrodite flowers, on the other hand, 7-year-old and 20-year-old plants had only 51 and 46% of this kind of flowers, respectively. Shading plants with black nylon net (40-65% shading) helped the suppress of the phenomenon. The shaded plants was proved to bear 15.1-23.6% less hermaphrodite flowers than the unshaded ones. When concentrations of mineral nutrients, soluble carbohydrate, starch and total phenolic compounds of the middle leaves of the first internode below panicles were analyzed for their relationship to sex ratio, no clear picture emerges. Further investigations are needed to clear those points of interest.

Accepted for publication: October 8, 1990.

---

1. Contribution No. 180 from Tainan District Agricultural Improvement Station.

This paper is a part of M.S thesis (1988) of the senior author.

2. Assistant Horticulturist, Tainan District Agricultural Improvement Station.

3. Professors. Department of Horticulture, National Chung-Hsing University.