中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 29(4)：301～308 (1980)

溫度對檬果新梢開花結果之影響[1]

歐 錫 坤[2]

摘要：溫度是影響檬果開花結果原因之一，在 10 月初控制盆栽二年生檬果苗（愛文／本地種）的給水量，於 12 月下旬則萌發新梢，翌年1月 16 日將之分成二組，一組置室外，一組搬入溫室內，1月30日開始新梢葉腋陸續萌出花序，至2月 20 日室外之植株（試驗期間溫度變化爲 11.9～18.8°C，平均 14.5°C）萌花率達 90%；但溫室內（15.6～28.5°C，平均 19.3°C）萌花率僅 40%。

開始着果後 36 天（3月12日～4月 16 日），溫室內（溫度變化 20.2～32.9°C，平均 24.7°C）植株之結果率僅 25%；而室外（17.7～24.8°C，平均 20.6°C）結果率可達 56%，但果實生長、發育與成熟的速度均以在溫室內生長者最爲迅速。

有關誘導檬果開花結果的因素很多，如枝條直徑大小與葉片數目：直徑愈大（0.8～1.0 cm），葉片數愈多（16 枚以上），結果能力愈大[3]；枝條生長年齡：檬果枝條須經 12～18 個月的生長期才能於冬天進行花芽分化[7]；植物生長素 GAs 的含量：當莖頂內生 GAs 含量較高時，樹體不易開花，造成隔年結果的現象[11]；水分含量：花前2～3個月抑制水分、養分的供給量，可誘致果樹旺盛地開花[6,9]；若於 10 月份以後土壤水分過高，則刺激樹體進行營養生長，阻礙花的形成[10]。着果後規律地灌水，可減少落果，提高果汁含量與果實大小[10]；溫度高低：夜間低溫(11.6～15.2°C)、低溼有利於檬果花芽分化之進行[8]。

本省檬果栽培通常於12～3月之間開花，影響開花的環境因子一般認爲是乾燥，或低溫，或兩者使然，論及紛紛而無具體資料之定論。本試驗於冬天控制檬果的水分供給條件，探討不同溫度對於開花與結果所造成的影響。

自然生長之檬果樹體高大，壽命長，果樹生長與發育之研究，限於植株生長空間、時間、生長環境，以及植株個體間的發育情況等因子，差異很大，甚難進行比較試驗，本試驗係以嫁接幼苗無土盆栽的栽培管理方式，將可能發生偏差的環境因子降至最低程度，以便對檬果開花結果進行研究，本文爲第一年的初步結果。

材 料 與 方 法

民國 67 年 12 月 11 日將當年夏天嫁接的愛文檬果苗種植在 21 cm 素燒瓦盆中，以 50% 砂，25% 鋸木屑（福州杉）及 25% 硬石混合作爲栽培介質。以 Long Ashton 果樹標準培養液爲無機養分來源[5]，每星期澆灌2～3次，每次 500 ml。每天固定澆水1～2次，每星期水洗1次栽培介質，以防肥害發生。當 10 月進入預期花芽分化期間，停止施用肥料水，並降低澆水次數至每星期2～3次，維持植株乾旱而不枯萎的狀態，以促進花芽分化。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 950 號。本文承臺灣大學園藝系鄭正勇博士暨嘉義分所張振宙技正斧正，並蒙本系主任殿夢如技正指導與鼓勵，謹此申謝。

2. 本所園藝系技佐。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

試驗於 69 年 1 月 16 日取 15 株，選 20 枝外部形態生長一致的新梢，分別掛上標籤編號，新梢長度 4.1～6.2 cm 之間（室外供試枝條平均 4.81 cm，溫室內供試枝條平均 5.19 cm），新梢基部直徑 0.73～0.95 cm 之間（室外平均 0.81 cm，室內平均 0.82 cm），葉片數目 15～19 片（室外平均 16.8 片，室內平均 16.6 片）。將其分爲二組，一組（7 盆）仍留置於室外自然溫度狀況下，一組（8 盆）搬移至本所玻璃溫室內，早晚將溫室窗戶關閉，以提高溫室內的生長溫度，並同時記錄室內、外全天溫度變化情形，每隔 7 天調查 1 次新梢生長長度、開花率、着果率、果實大小、果實重量等，以比較不同溫度所造成的影響。

結果與討論

一、不同溫度對花序萌發的影響

試驗從 69 年 1 月 16 日開始，每週調查新梢生長與開花情形，發現盆栽愛文檬果開花習性很特殊，與一般露地果園開花情況不同。露地檬果花序爲從枝條頂芽抽出，本試驗觀察則爲頂芽新梢長約 5 cm 時（約具 17 枚紅銅色葉片），新梢葉腋始萌發多量的花序（圖 1），此一開花現象 Burns 與 Prayag 兩氏於 1921 年亦曾報導過[9]。試驗進行至第 36 天，新梢腋芽萌發出花序的百分率達到最高，室外有 90 %，室內只有 40%，相差 50%。新梢花序產生數目高者達 15 個，平均 5.5～9.7 個（圖 2），較一般枝條頂端產生的單一花序高出很多。當盆栽檬果自室外移入溫室 14 天後，呈現 40 % 的萌花率，此後萌花率就不再增加；而室外進行試驗14天後，由 30 % 的萌花率增至 90 %，造成 50% 的差距。從試驗開始（1 月 16 日）至萌花率達到最高（2 月 20 日）歷時 36 天，其間室內、外溫度變化情形詳見表 1 與圖 3。室外盆栽檬果生長溫度在 11.9～18.8°C 之間，平均 14.5°C，最高溫度爲 28.0°C，最低爲 6.8°C。溫室平均溫度範圍在 15.6～28.5°C，平均 19.3°C，較室外高出 4.8°C，最高爲 37°C，最低爲 11°C。小於 10°C 的小時數室外有 101小時，溫室內爲0小時。若以小於 15°C 的小時數計算，室外有 525 小時，占試驗期間的 61% (525 小時/24 小時×36 天)；溫室只有 153 小時，占 18 %。高於 20°C 以上的小時數，室外只有 72 小時，而溫室內有 352 小時之多。本試驗利用營養液進行無土盆栽，並人工控制水分供給量，土壤、水分、養分等環境因素差異小，生長勢很相似，溫室內除濕度，光線及風速與室外環境略有不同外，溫度不同是造成開花率高

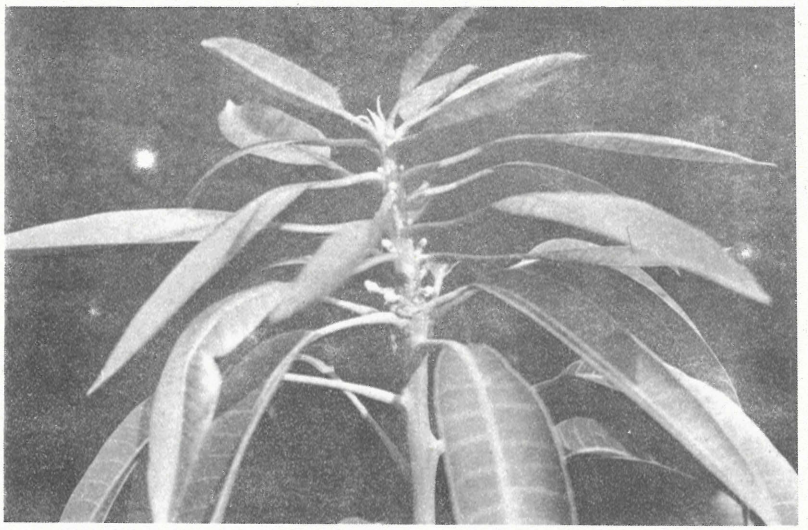


圖 1. 盆栽愛文檬果花序由新梢腋芽萌發而來

Fig. 1. Inflorescences of potted Irwin mango are emergence from th axillary buds of new shoot.

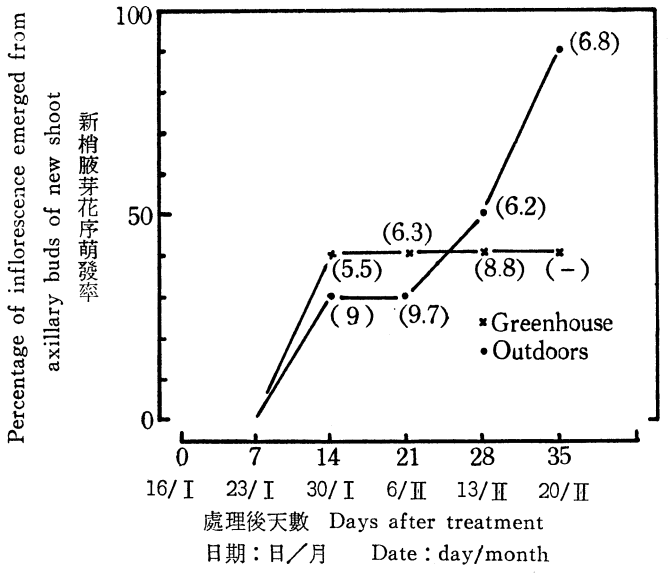


圖 2. 不同溫度處理對新梢腋芽花序萌發之影響

Fig. 2. Influence of different temperature on inflorescences emerged from axillary buds of new shoot.

( )：內數值爲每枝新梢腋芽，以肉眼確認定爲花芽之平均數值。

Mean number of inflorescence observed by eyes.

表 1. 從1月16日至2月20日之溫度紀錄

Table 1. Temperature records from Jan. 16 till Feb. 22.

處理 Treatment	平均 Average (°C)	平均 Mean (°C) 最高 Max.	最低 Min.	累積時數 Accumulative hours ≦10°C	10<x≦15	15<x≦20	20<x≦25	25<x≦30	>30°C
室外 Outdoors	14.5	18.8	11.9	101	424	267	69	3	0
溫室 Greenhouse	19.3	28.5	15.6	0	153	359	204	105	43

低的主因之一。作者認爲檬果花芽分化時期低溫累計小時數之多寡，對於冬天新梢腋芽花序之萌發顯然有明顯的影響，此低溫之上限初步認定約 15°C 左右。至於促進花序萌發所需低溫的程度與低溫量的問題，以及不同溫度造成植物體內營養狀況的差異程度，則有待進一步探討。

由本試驗結果顯示：檬果冬天（12 月底）萌發的新梢於來年春天（1 月底～2 月中）即可陸續開花結果，新梢年齡不足 2 個月即有能力開花。但 1965 年 Nakasone 等氏在夏威夷（緯度 21°N，本省緯度 21°50′N～20°21′N，分布差異並不明顯）研究 Pirie 檬果的開花習性，認爲檬果營養生長之枝條，若希望於年底進行花芽分化，枝條的生長期絕對不能少於 12 個月，夏天萌發的營養梢則需 18 個月後才能開花 [7]，此結論與本試驗結果相差很大。張振宙 1964 年亦調查 Kent 及 Keitt 兩品種不同抽梢時期與開花結果之關係，發現花芽形成期間只需 2～3 個月年齡之新梢即可形成花序，Keitt 品種 1961 年 12 月份萌發的新梢着有花序之梢數占各月着花梢數的 5.73% [2]，可見檬果花芽分化之進行與花序之萌發可於短期間內完成。

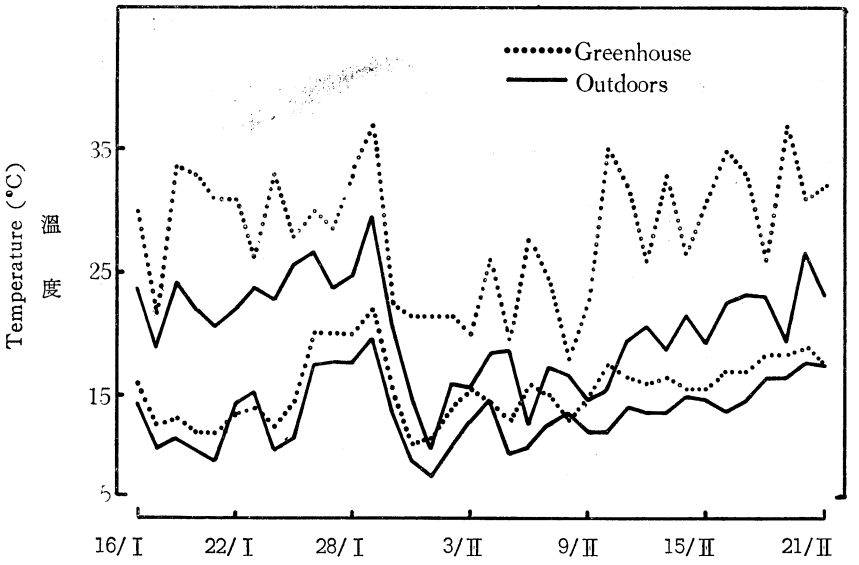


圖 3. 從1月16日至2月20日室內、外每天最高、最低溫度

Fig. 3. Daily maximum and minimum temperature, greenhouse and outdoors

由圖 2 可知，試驗進行至第 14 天（1 月 30 日），溫室內供試枝條有 40 % 的萌花率，但於試驗前 7 天（1 月 9 日至 15日）之平均溫度爲 13.9°C，最低平均溫 10.5°C，最高平均溫爲 19.2°C。Ravishankar 1979 年報導 Alphonso 檬果於 11 月中旬花芽分化的趨勢達最高點，此時夜溫爲 15.2 °C，而在開花前頂芽萌芽期(bud burst stage)夜溫則降至 11.6°C [10]。故筆者認爲溫室枝條萌花率的由來，是因爲取樣時肉眼尚看不出新梢葉腋有花序萌發的徵兆時，腋芽內早已感受低溫的效用而進行花芽分化之故。移至溫室高溫（平均 19.3°C）生長環境下，部分尚未進行花芽分化的供試枝條，沒有低溫的刺激，便不再進行花芽分化，故萌花率只維持 40%，而室外枝條有低溫刺激由 30 增至 90 %。

本省玉井檬果專業區花期大都集中於 2 月初至 3 月中，產期的調節對果農收益影響很大，本試驗初步認定 15°C 以下的溫度有利於冬天新梢腋芽花序之萌發，故於實際栽培中，若於秋冬時期（10月～12月），溫度 15°C 左右時，配合人工催花劑或化學物質—硝酸鉀的使用 [4]，或可達到調節產期的目的，更深入的試驗有待繼續探討研究。

表 2. 不同溫度生長條件下對檬果花序長度與數目之影響

Table 2. The influence of different temperature on growth of panicle.

日期 Date	室外[a] Outdoors		室內[b] Greenhouse	
	長度 Length (cm)	數目 No.	長度 Length (cm)	數目 No.
20/II	1.5	7.4	9.1	4.0
27/II	2.2	8.4	24.1	3.5
5/III	4.2	6.4	27.5	3.5
12/III	12.4	5.8	30.1	3.5
19/III	18.6	4.3	31.0	3.5

a. 9 個開花枝條之平均。Average of nine flowering shoots.

b. 4 個開花枝條之平均。Average of four flowering shoots.

二、不同溫度對開花結果的影響

新梢花序萌發之時，溫度高低對花序生長長度影響很大，如表2。當室外花序生長達 1.5 cm 時，溫室內已達9.1cm，以開花後 28 天（1月 30 日至2月 27 日）相差最多，達11倍。每一新梢腋芽萌發花序的平均數目，室外皆較溫室內爲多，每一新梢最多有 15 個腋芽長出花序，少者也有 2 個。

花序萌發約 42 天後（1月 30 日至3月 12 日）開始有大量小果出現，單一枝條上所有花序之着果數最高可達 343 個（室外平均每花序 118.7 個，溫室內平均 121 個），經7～8個星期後，着果數目降至最少（圖 4），每一花序結 1.3～2 果後才趨於穩定。此時（5月7日）溫室內之果實大小長寬爲8.5×5 cm；而溫室外只有 4.6×2.8 cm。

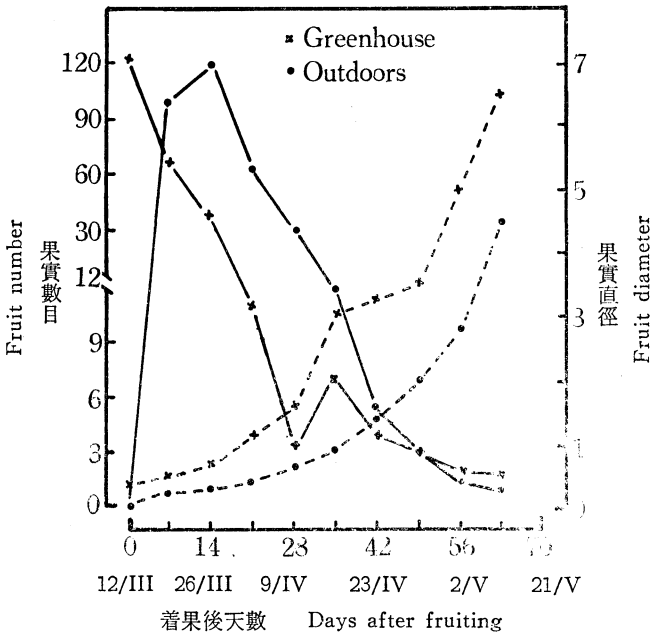


圖 4. 不同溫度對檬果枝條果實着生數目與大小之影響

Fig. 4. The influence of different temperature on the number and size of mango fruit.

「—」：果實數目。Fruit number.
「…」：果實直徑。Frut diameter.
「•」：9個開花枝條之平均。Average of nine flowering shoots.
「×」：4個開花枝條之平均。Auerage of four flowering shoots.

表 3. 不同溫度對果實生長與發育之影響

Table 3. The influence of different temperature on the growth and development of mango fruit.

處理 Treatment	開花率 % flowering	着果率 % fruiting	平均果重 Average fruit weight (g)
室外 Outdoors	90	56	224
溫室 Greenhouse	40	25	255

結果初期溫度高低的差異，對開花枝條着果率影響很大，據本試驗觀察，室內、外開花枝條之着果率各爲 25 與 56%（表3）。自着果日起（3月12日）至溫室內出現最低着果率日止（4月16日），溫度變化情形如表4與圖5。溫室內在此 45 天之平均溫度爲 24.7°C，較室外高出 4.1°C，最高平均溫度室外爲 24.8°C，較溫室內低 8.1°C，由此可見高過 25°C 顯然就不利於着果；但却可促進植株營養生長(未開花枝條，於溫室內3月26日即可萌發新梢，室外則4月2日始萌發新梢)。

表4. 從3月12日至4月16日之溫度記錄

Table 4. Temperature record from March 12 till April 16.

處理 Treatment	平均 Average	平均 Mean 最高 Max.	平均 Mean 最低 Min.
室外 Outdoors	20.6	24.8	17.7
溫室 Greenhouse	24.7	32.9	20.2

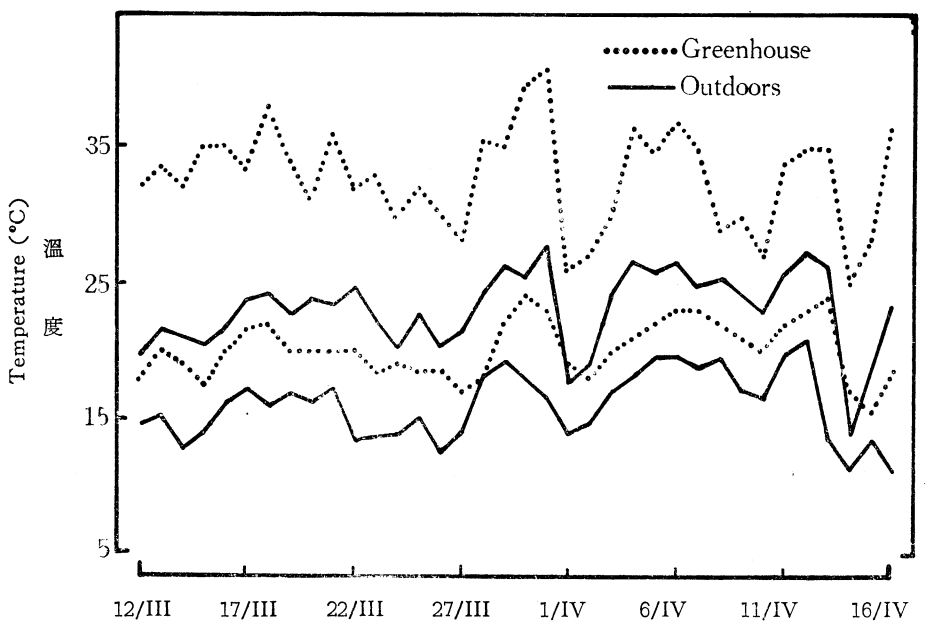


圖5. 從3月12日至4月16日室內、外每天最高、最低溫度

Fig. 5. Daily maximum and minimum temperature. greenhouse and outdoors

着果後於室外自然環境下生長發育的果實與溫室內高溫生長下的果實，同時於6月 20 日採收，其結果情形如圖 6。溫室內的果實平均重量較室外重 31 g（表3），果皮着色程度亦以溫室內生長者爲佳。由圖4果實生長速度與表3果實平均重量，可以發現高溫可促進果實生長與成熟。Oppenheimer 也認爲檬果果實發育期間若平均溫度達 21°C (69.8°F) 或更高時，可加速果實成熟，若溫度低於 21°C 則會延緩成熟[9]。

三、不同溫度對新梢生長的影響

當試驗開始之時，供試枝條之新梢平均長度室外爲 4.8 cm，溫室內爲 5.2 cm，試驗後 35 天(2月20日)花序萌發時，室外新梢長度平均爲 7.5 cm，溫室內爲 8.1 cm，各增長 2.7與 2.9 cm。試驗進

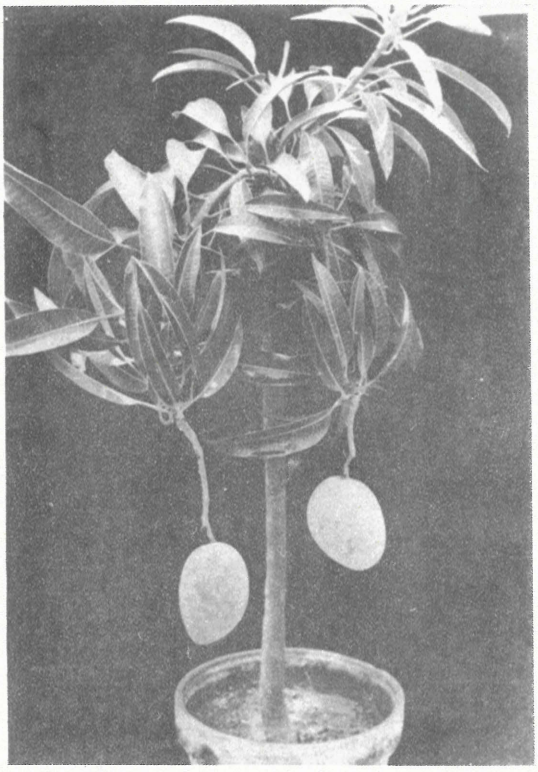


圖 6. 無土盆栽愛文檬果結果情形

Fig. 6. Fruiting of Irwin mango in pot by soilless culture.

行至第 70 天（3 月 26 日）時，溫室內不開花結果的供試枝條（占總數之 60 %）可於頂芽萌發新梢；室外延至第 77 天（4 月 2 日）始萌發新梢。至第 156 天（6 月 20 日）試驗結束時，室外新梢長僅 11 cm，而溫室內新萌發的梢數多者達 3 次，計長 52 cm，也有抽 2 次新梢之供試枝條。平均計抽 2.3 次梢，長達 32.3 cm。室內新梢生長長度約爲室外的 3 ～ 5 倍之多。可見高溫可縮短未開花結果枝條頂芽萌發的時間，並可促進新梢生長的速度。

結 論

本試驗於臺中地區（本所）進行，初步觀察結果檬果在 15°C 內的溫度有利於新梢腋芽花序之萌發。嘉南、高屏地區較臺中更接近熱帶氣候，同一時期內南部溫度較中部爲高，查 1978 年 1 月分玉井地區之溫度爲 24.9～12.9°C，平均 19.7°C [1]。故低溫的程度與低溫的量對枝條開花與否的生理反應值得深入探討。

參 考 文 獻

1.徐森雄・1979・玉井地區山坡地冬季之微氣候（第二報）。中華水土保持學報 10(1)：171-178。

2.張振宙・1964・檬果抽梢時期與翌年開花結果之關係。科學農業 12(7,8)：198-201。

3.張振宙、陳吉雄、吳嘉成・1978・愛文檬果頂梢之直徑及葉數與結果關係之研究。中國園藝 24(5,6)：239-242。

4. Bondad, N. D. and E. Linsangan. 1979. Flowering in mango induced with potassium nitrate. HortScience 14 (4) : 527-528.

5. Hewitt, E. J. 1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. 2nd edn. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England.

6. Mukherjee, S. K. 1953. The mango-its botany, cultivation, uses and future improvement, especially

as observed in India. Econ. Bot. 7 : 130-162.
7. Nakasone, H. Y., F. A. Bowers and J. H. Beaumont. 1955. Terminal growth and flowering behavior of the Pirie mango(*Mangifera indica* L.)in Hawaii. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66 : 183—191.
8. Ravishankar, H., M. M. Rao and K. M. Bojappa. 1979. Fruit-bud differentiation in mango 'Alphonso' and 'Totapuri' under mild tropical rainy conditions. Scientia Horticulturae 10 : 95-99.
9. Singh, L. B. 1960. The mango botany, cultivation, and utilization. : 54, 79, 233. Leonard Hill limited London Interscience Publishers Inc., New York.
10. Singh, L. B. 1977. "Mango" in "Ecophysiology of tropical crops." : 475-485. Alvim, Paulo de T and T. T. Kozlowski (ed.) York Academic Press N. Y.
11. Surendra P. and R. Sant. 1978. Endogenous gibberellins of mango shoot-tips and their significance in flowering. Scientia Horticulturae 9 : 369-379.

Temperature effect on flowering and fruiting in the Irwin mango (*Mangifera indica* L.)[1]

Shyi Kuan Ou[2]

Summary

Temperature is one of the factors influencing flowering and fruiting in mango. After new shoots sprouting at the end of December, the two-year-old potted mango plants (Irwin/local variety), under controlled water supply, were divided into two groups on January 16th—one remained outside, another removed into greenhouse. From late January, inflorescence appeared in the axil of new shoots. Up to February 20th, the percentage of inflorescence emergence reached 90% in outdoors (temperature ranging between 11.9 and 18.8°C, with 14.5°C in average) compared to 40% in greenhouse (15.6~28.5°C, 19.3°C in average).

Thirty-six days after fruit set starting on March 12, the percentage of fruit set lowered to 25% in greenhouse (temperature ranging from 20.2 to 32.9°C with average of 24.7°C) in contrast to the 56% outdoors (17.7~24.8°C, 20.6°C in average). However, the growth and development of fruits were more rapid in greehouse.

1. Comtribution No. 950 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Research Assistant, Department of Horticulture, TARI. Wufeng, Taichung Hsiem, Taiwan 431, ROC