

檬果葉片數目影響果實品質

林宗賢 李國譚
國立台灣大學園藝系

摘 要

爲求在高產量仍能維持檬果果實品質，於台南縣與屏東縣等主要檬果產區，探討每果穗結果量、葉片數目對果實生長與品質的影響，並經由全株不同程度疏果調控不同的葉果比來探討對果實品質的影響，冀能做爲檬果園疏果以改善品質的基礎。愛文檬果果實在果長、果寬生長至最高值後，鮮重、乾重與比重仍維持增加至完熟階段。高產植株隨著結果枝上著果數的增加，果重與果皮紅色著色程度隨之降低。高產植株全株疏果，每穗留果數由兩粒減至一粒，果長、果寬、果厚、果重、果肉糖度均顯著提高，疏果程度由一穗一果提高至兩穗一果並無法進一步提高上述品質。經不同程度疏果，每株每果平均葉面積與果重、糖度呈線性相關。以環狀剝皮在幼果調控不同的葉果比，果實生長速率或果重與糖度均受到影響。由本實驗結果顯示疏果或調控葉果比可改變檬果果實的品質，進而討論生產各種品質的果實所需的葉面積。

關鍵字：疏果、果實品質、環狀剝皮、葉果比、檬果。

前 言

檬果爲台灣重要熱帶果樹，栽培面積已超過兩萬公頃，產區位於台南、屏東與高雄等縣，主要品種有愛文、金煌、凱特、台農一號與在來種檬果等，其中又以愛文品種的栽培面積最廣。過去一、二十年開花不結果問題困擾台灣檬果產業^(2,3,12)，幸經本研究室與相關人員設法於試驗果園內飼放授粉昆蟲，產量由每公頃的5~8公噸增至20~30公噸，該技術經推廣後，近年來全省檬果單位面積產量與往年相比，至少增加一半以上（詳見台灣省政府農林廳農業年報）。農民因此恢復栽培信心，種植面積與總產量迭有增加，但近二、三年來的價格大不如前，競爭也愈來愈激烈，果實品質因而愈受重視。另一方面，果實品質因產量的提高而降低，檬果的產量與品質呈何種關係？又如何在高產量狀況下如何維持一定的果實品質均亟須加以探討。

檬果果實的乾物質大部份由當季葉片製造的光合產物供給，由於果實吸收光合產物的能力強於其他器官⁽⁷⁾，又由於檬果係枝梢頂芽轉化成花穗進而開花結果的果樹^(1,10,13)，因此，盛產植株上所著生的葉片就成爲果實最重要的供源 (source) 了。利用疏果的手段調整供源與貯積器官 (sink) 的比例藉以改善果實的品質，係爲果樹栽培的重要技術⁽¹⁵⁾，往昔，台灣地區檬果產業因飽受開花不結果之苦，若能結果已屬萬幸，自無疏果之理，縱使世界上其他檬果產區單位面積產量亦不高，因此，就筆者所知，疏花或疏果僅用來當做防止或減輕檬果隔年結果的一種手段^(6,9)有關不同葉果比對果實品質的影響也少有研究，反觀溫帶果樹的資料較詳盡，如一般喬木型的蘋果與桃子，葉果比宜維持在40至75比1間俾得較佳品質的果實⁽¹¹⁾，適當葉

果比值會因果樹種類而有差異外，品種間也有不同的葉果比⁽⁹⁾。

基於上述事實，本試驗於台南縣與屏東縣等主要檬果產區調查果實生長習性、探討著果量、葉片數目對果實生長與品質的影響，進而經由全株疏果調控不同的葉果比來探討對果實品質的影響。結果顯示可經由疏果與葉果比的調整來控制檬果果實品質。

材料與方法

愛文檬果果實生長調查

選擇台南縣玉井鄉中正村吳清進先生的坡地愛文檬果園，植株為12年生，株行距4×5m，採果後施用含氮、磷、鉀與鎂之化學肥料、石灰與有機肥，並進行修剪，至冬季開花前由修剪處大多抽生兩次健壯枝梢，每次梢長度多在15cm以上，梢徑多在0.8cm以上。花穗形成直前進行疏刪，除去過密與細弱枝條，終年的病蟲害防治控制得宜。在開花期間飼放麗蠅襄助檬果授粉，花後至採果前視土壤水分狀況進行噴灌以補充水分。由於管理尚適當，最近七、八年來每年每公頃產量均維持在25~30公噸之譜。

於三月底選擇花朵開始開放的植株50棵，標定第一級兩性花開始開放的花穗，每植株標定15~20花穗，並於生理落果結束後進行疏果，每結果枝上最多剩下2粒外觀完整、形狀良好的果實。自花後40天起至果實開始後熟（約花後120~130天），每隔7~8天就標定的果實逢機採取20粒，置入塑膠袋內當天送回台北市台大園藝系，測定果實長度、寬度與鮮重，並置於105°C烘箱中烘乾至恆重時得果實乾重。花後60天起，內果皮顯著硬化，將內果皮自中果皮以利刃切離，將外果皮與中果皮、內果皮、種子分別烘乾稱重。

屏東枋山豐產植株每果穗上不同結果數的果實品質比較

屏東縣枋山鄉陳德興先生的平地愛文檬果園，植株為13年生，株行距5×6m，採果後雖進行修剪、施肥，果實生育期間進行必要的灌溉，病蟲害防治也得宜，但植株較為高大，枝條數目也較多。經本人勸導，首度在開花期間大量飼放麗蠅，結果量顯著高於往年，每公頃產量高達33公噸，未進行疏果工作，經生理落果後在每一結果枝上殘存的果數有高達七、八粒者，整園堪稱結果纍纍。選擇發育良好植株樹冠外圍距地面高度1~2m的帶葉枝條長度在20~30cm間的結果枝，逢機選取並標定每果穗著生1~5果的結果枝，每種結果數的結果枝計選20枝，共計100結果枝。俟果實綠熟達商業採收期後，將該等標定果實採取，除只著生一果外，其餘每結果枝各逢機取兩粒果，裝入紙箱運回台北市台大園藝系，測量果實鮮重、果長、果寬，以肉眼判定果皮紅色著色程度，以全部果皮被紅色被覆為10，全無紅色跡象為0。將果實小心壓入水中，俟果實完全埋沒至水中，其所增加的重量即約等於果實體積，進而將鮮重除以該果體積得到比重。其後，將果實裝箱並置入乙炔於室溫下催熟，俟後熟至可食狀態時取出，除去果皮後沿內果皮外壁縱切下果肉，經榨汁過濾，以Horiba (NH-1000)糖度分析裝置測定濾液的糖度與酸度。

台南玉井不同疏果與不同葉果比對果實品質的影響

採用項一中所敘之吳清進先生檬果園，選擇12年生發育良好整齊、株間遮蔭少而且開花率高、初期結果量豐的植株20株，逢機分成4處理，每處理5株，俟果實生長至5~7cm果長後進行不同程度的疏果，共下列4處理：(1)每植株上每結果枝著果數疏成2粒，(2)每植株每結果

枝著果數疏成1粒，(3)每植株每2結果枝疏成1粒，(4)未進行人為疏果充當對照。果實採收前30~40天使用白色紙袋套袋。當果實在樹上發育至完熟階段，每隔2天將顏色開始轉變、果肉變軟、離層發生的果實採收後，逐果測量鮮重、果長、果寬與果厚後，每處理逢機取10粒果實，當天送回台北市台大園藝系，測量該等樣品之果重、果長、果寬、果厚，如二項測定果皮紅色著色程度與果實比重。然後，利用乙炔在室溫下催熟，俟後熟至可食狀態後，將果皮果肉內果皮與種子切離稱重，切取果實中段果肉，經榨汁、過濾後，以Horiba糖酸度分析裝置測定糖度與酸度。由開始後熟採收至結束約延續15~20天期間，由每次每株採收果數合計成每株果實總數。

於果實採收後一週內計算各處理選定植株上在前一年採果後至冬季開花前萌生成長的葉片總數，在計算過程中每20葉採取一葉，利用LICOR葉面積測定儀測定面積，經換算得該樹的總葉面積，以該株總果數相除可得每果的葉面積，經由單葉面積的換算，可得葉果比。

枝梢環狀剝皮與葉數調整對果實生長與品質的影響

在台南玉井吳清進先生12年生檸檬園中，選擇樹冠外圍不相遮蔭、生長健壯之結果枝梢，就花後40~50天、著生長4~6cm果實之結果枝梢進行疏果，只留1果，並在主果梗基部（無葉片）或由果梗往結果枝計算5、10、15或20葉片的結果枝進行環狀剝皮，除去1cm韌皮部，各取5結果枝，並另擇生長勢相似、未環狀剝皮的5結果枝當對照，該等每個結果枝也僅留1果。環狀剝皮後當天與經7天後測定各果長度，計算平均生長速率。

在相同果園中，選擇如上段所述的結果枝梢，在生理落果結束後，調整各結果枝的葉果比成15、30與45，並於所選定葉片下方枝條進行環狀剝皮，每處理計10個樣品。俟接近後熟時，採收果實送回台大園藝系稱鮮重、目測果皮紅色著色率，並以乙炔催熟後在可食狀態時以Horiba糖酸度分析裝置測定果肉經榨汁、過濾後濾液的糖度與酸度。

結 果

愛文檸檬果實生長

台南玉井試區愛文檸檬果實自開花至完全成熟約須130天，果實生長期間其果長、果寬、鮮重或乾重的生長均呈S型曲線（圖1、2），前兩者在花後80天已趨近最大值，但後兩者的生長速率雖在後期有減緩趨勢，但未全然停止，果實比重在果實生長後期繼續增加（圖2）。果實內各部位乾重變化的情況以外果皮與中果皮最為顯著，其佔整個果實的大部份，在成熟果中，外果皮與中果皮兩者的乾重佔全果的82%，內果皮（硬核）乾重約在花後100天後達最高值，種子乾重約於110天後達最高值（圖3）。

枋山地區豐產樹上每穗不同結果數的果實品質比較試驗

枋山陳氏地區，單果鮮重（圖4）、果長（圖5）、果寬（圖5）均隨每穗成熟果數的增加而降低。果實比重每穗一粒者低於每穗二、三或五粒者（圖6），果皮紅色著色程度亦隨果每穗果數的增加而降低（圖6），當每穗果實等於或低於四粒時，果實糖度並無差異，但高達五粒者，糖度顯著降低（圖7）。隨著果數的增加，酸度有增加的趨勢，而於每穗4粒時達最高點（圖7）。

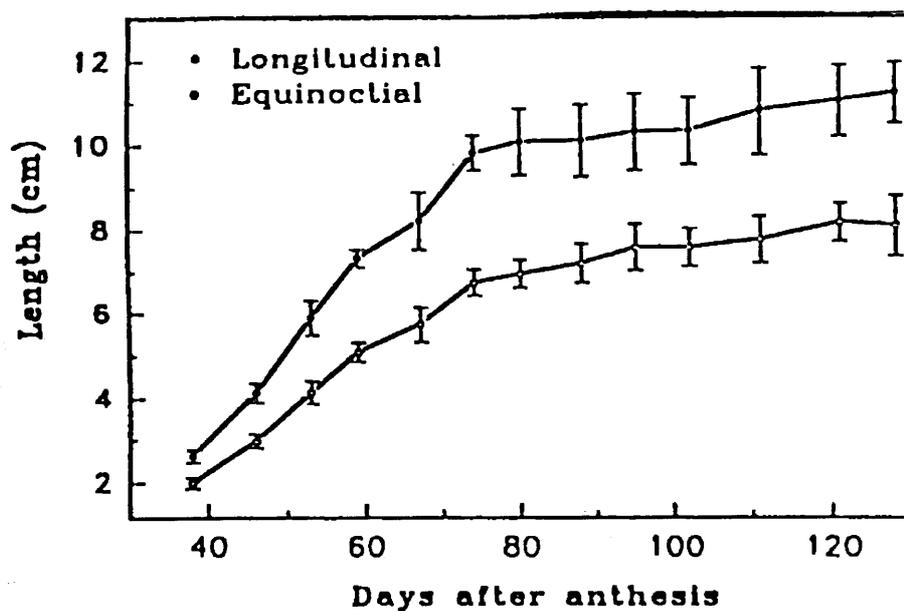


圖1、愛文檸檬果實生長期間果實長度與寬度變化。

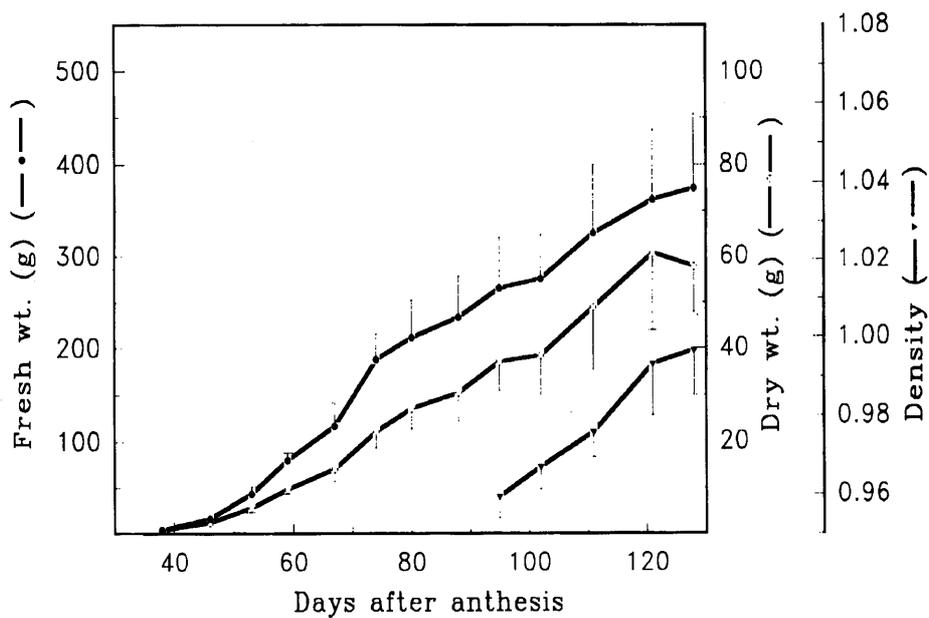


圖2、愛文檸檬果實生長期間果實鮮重、乾重與比重變化。

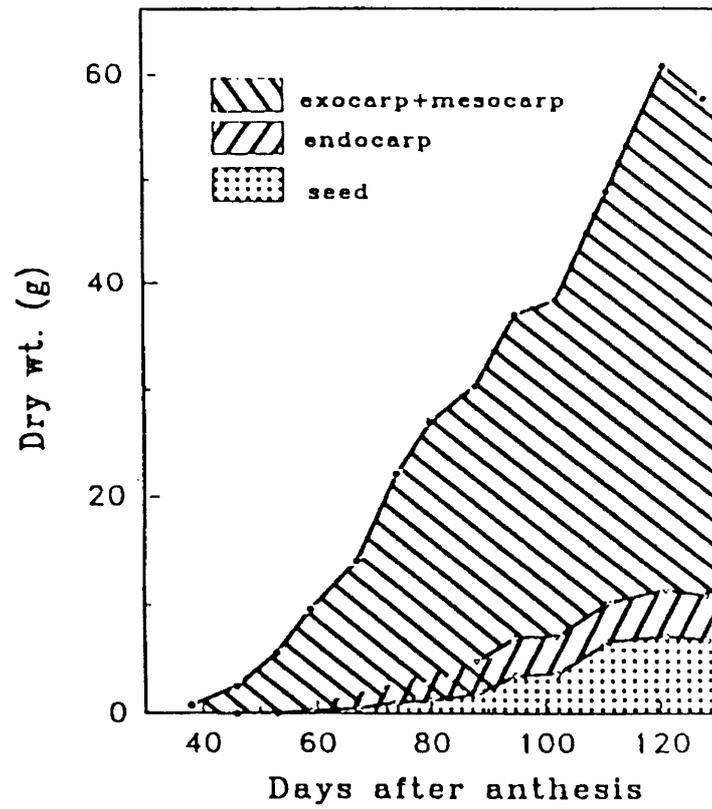


圖3、愛文檬果果實生長期間種子內果皮與外果皮及中果皮乾重的變化。

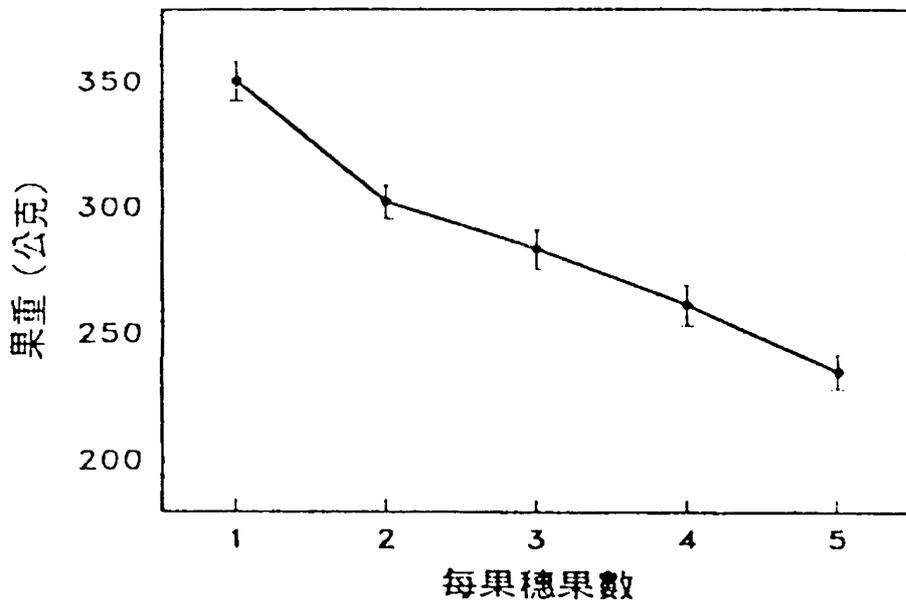


圖4、愛文檬果結果枝上的果數與果重的關係。

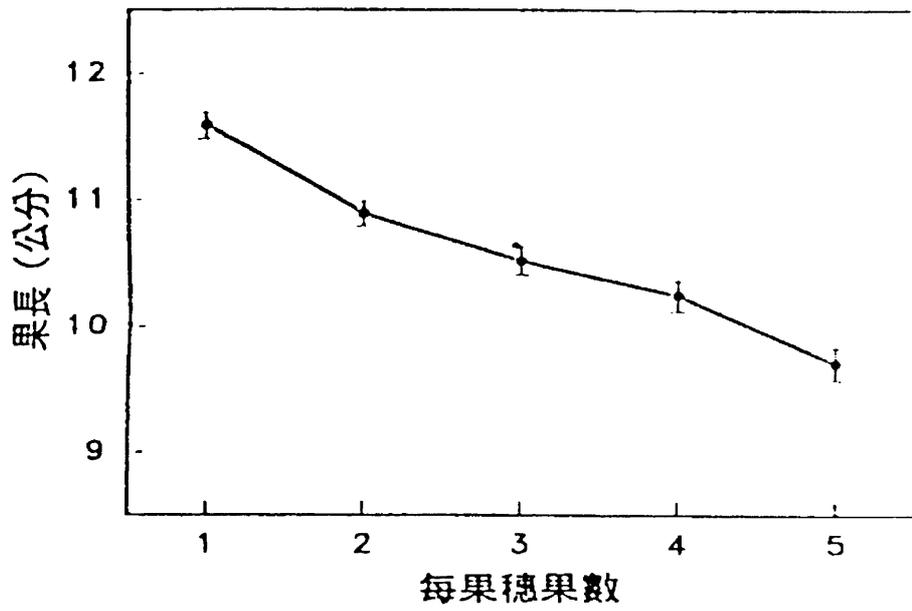


圖5、愛文檸檬果結果枝上的果數與果長的關係。

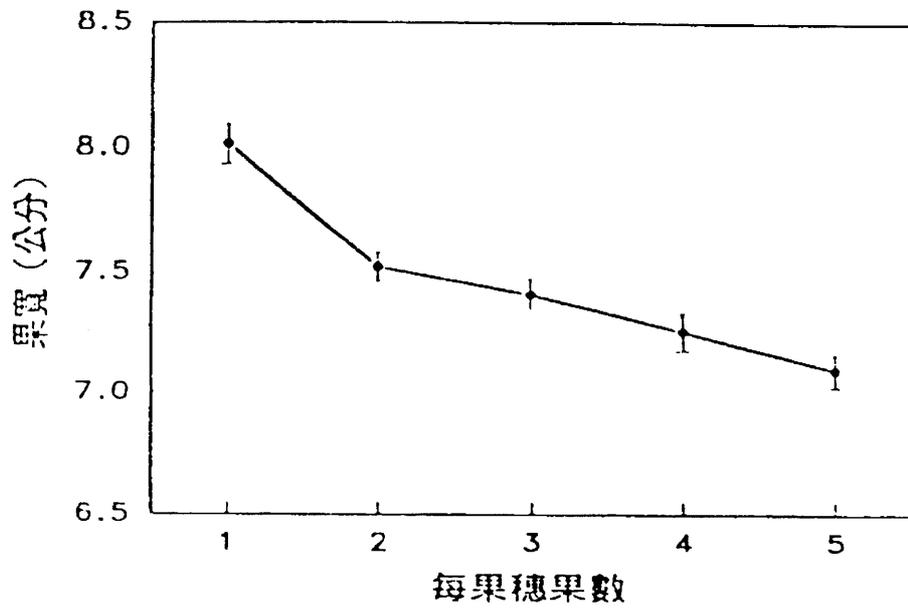


圖6、愛文檸檬果結果枝上的果數與果寬的關係。

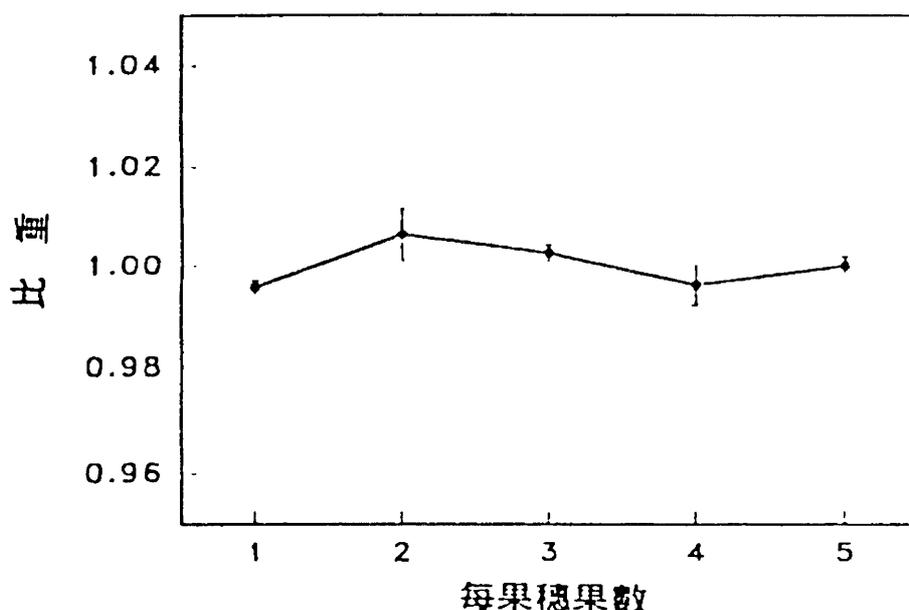


圖7、愛文檬果結果枝上的果數與果實比重的關係。

玉井試區各株每穗不同留果數對果實品質的影響

未行人工疏果的對照組的果實長度、寬度與厚度與經疏果後每穗留兩果者並無顯著差異，隨著每穗留果數由兩粒減至一粒，上述各測定值均顯著增加。疏果更為強烈的兩穗一果處理與一穗一果處理無顯著差異（表1）。

未行人工疏果之對照組與經疏果後每穗留兩果者全果重上並無顯著差異，一穗留一果或兩穗留一果的果重均顯著高於對照組與一穗留兩果者，其中，兩穗留一果的處理，平均單果重達418克（表1）。果皮、果肉或種子與內果皮的重量與果重有相同的趨勢，但兩穗一果與一穗一果的處理並無顯著差異（表1）。

表1、愛文檬果經不同程度疏果後對果實品質的影響

	果長cm	果寬cm	果厚cm	果重g	皮重g	果肉重g	核+籽重g	紅色度	比重	糖度Brix	酸度%
對照組	10.59b	7.70b	7.36b	331.65b	22.61b	295.25c	23.76b	5.10a	1.0250a	12.16bc	0.23b
一穗二果	10.44b	7.75b	7.36b	309.97b	24.13b	307.29bc	24.39b	5.37a	1.0269a	11.94c	0.21b
一穗一果	11.10ab	8.16a	7.75a	372.01a	28.15a	358.07ab	26.45ab	6.11a	1.0275a	12.88ab	0.22b
二穗一果	11.74a	8.33a	7.87a	418.09a	29.01a	384.79a	28.87a	6.18a	1.0253a	13.73a	0.27a

縱列數值右方之英文字母相同者係指經Duncan's多變域分析法在5%顯著水準無顯著差異。

未行人工疏果之對照組與經疏果後每穗留兩果的果實糖度並無顯著差異，隨著疏果程度的提高，果實糖度顯著提高但兩穗一果與一穗一果無顯著差異（表1）。後熟的酸度除每兩穗留一果較高外，其餘三種處理並無顯著差異（表1）。果皮紅色度與果實比重並未隨疏果有顯著差異（表1）。

經不同程度疏果，每株每果平均葉面積與該單株所著生果實的果重（圖8）、果肉重與糖度（圖10）間呈線性的相關程度雖較曲線迴歸為高（數據未列出），但單株內上述性狀差異仍頗大。

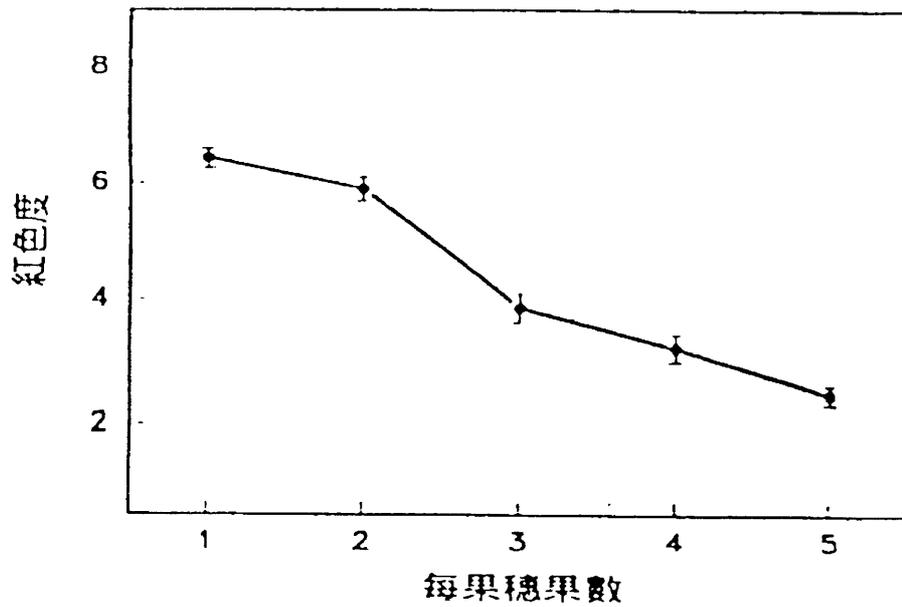


圖8、愛文檸檬果結果枝上的果數與果皮紅色度的關係。

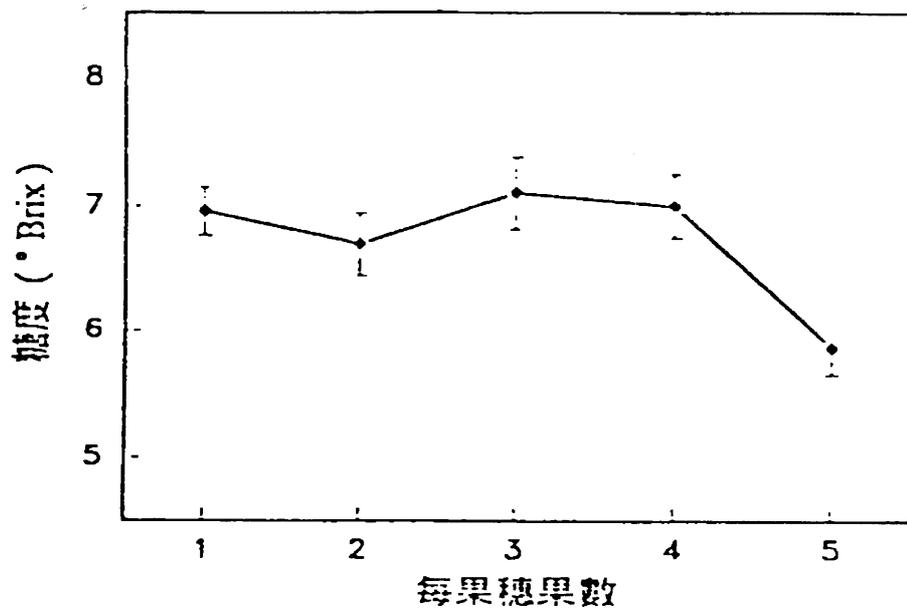


圖9、愛文檸檬果結果枝上的果數與果肉糖度的關係。

枝梢環狀剝皮與葉數調整對果實生長與品質的影響

果實發育至果長4~6cm階段調控不同的葉果比後，每果配以20葉時，其生長速率與對照組無顯著差異，但當葉數低於15片時，則隨葉數的減少，果實生長速率也顯著降低（表2）。在生理落果結束後調控葉果比，其完熟果果重隨葉片數增加而增加，葉果比30或45的果實糖度也高於15者，果皮的紅色率與酸度則無顯著差異（表3）。

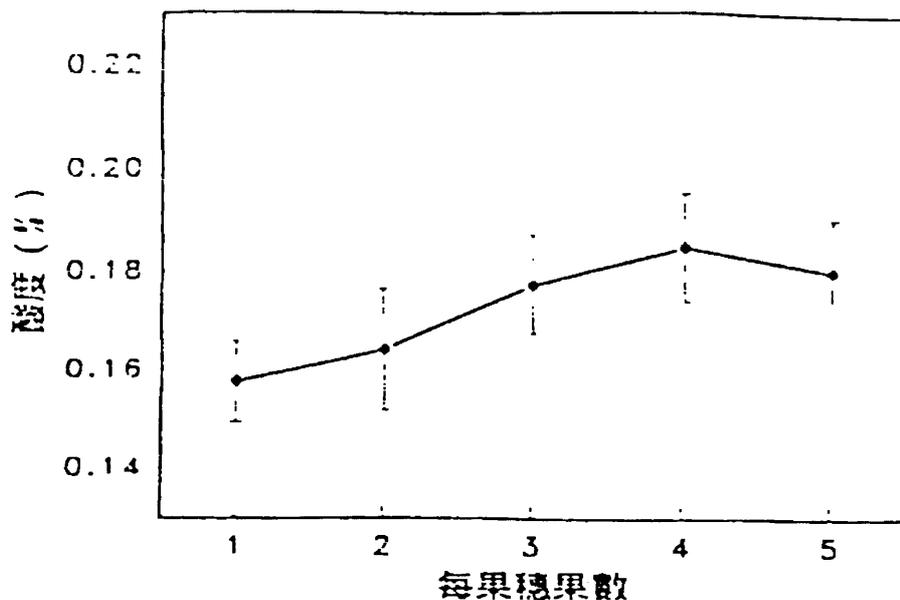


圖10、愛文檬果結果枝上的果數與果肉酸度的關係。

表2、愛文檬果幼果生長期間不同葉片數對果實生長速率的影響

葉片數	生長速率(公分/天)
0	0.14±0.06
5	0.09±0.04
10	0.14±0.04
15	0.21±0.03
20	0.27±0.01
對照	0.29±0.04

台南玉井吳氏果園花後40~50天，果長4~6公分，於不同葉數結果枝基部進行環剝，測定最初七天生長量。

表3、愛文檬果不同葉片數對果實品質的影響

葉片數	果重(g)	紅色率(%)	糖度(° Brix)	酸度(%)
15	274c	51a	8.5b	0.15a
30	352b	63a	11.1a	0.16a
45	408a	67a	11.7a	0.17a

台南玉井吳清進先生愛文芒果植株於生理落果結束後，選定枝條，於所選定葉片下方枝條進行環狀剝皮。

討 論

一般核果類的生長曲線多呈雙S型⁽⁶⁾，愛文檬果內果皮在果實生長過程中發生木質化，因此亦被歸類成核果類，不過，其生長曲線只呈單S型，這現象與其他檬果品種相似⁽⁶⁾。當果長或果寬達最高值後(圖1)，鮮重與乾重與比重仍繼續增加(圖2，圖3)，顯示細胞內容物於果實生長後期繼續累積，事實上，澱粉在許多檬果品種果實的生長過程中持續增加^(4,14)，由於澱粉累積量愈多，果實後熟後的糖度也愈高，因此基於糖度提高的考慮，愛文檬果直接

近完熟方可採收。又愈接近完熟果實的比重與水的比重相似，本人支持謝慶昌博士的主張利用果實在水中沉浮的程度做為檬果成熟度或澱粉含量的判定指標。

高產植株隨著結果枝上著果數的增加，影響較顯著的有果實生長量（如果重、果長與果寬）與果皮紅色著色程度（圖4，圖5，圖6），因此，若採果後至冬季花芽分化前在原結果枝頂端若能萌抽兩次新梢，該等枝梢俟開花結果後，應加以疏果以調控果實品質。

高產植株於生理落果結束後進行以結果枝為單位進行全面性的疏果，由每穗留兩果轉成每穗留一果可顯著提高果實生長量與果肉糖度，但隨疏果程度的提高，由每穗一果轉成每兩穗一果卻無法再顯著提高果實品質（表1），此係在同一結果枝除去多餘的果實後，剩下的果實可有效地獲得多餘的光合產物，相對地，在兩穗留一果的處理中，原結果枝在完全刪除果實後，多會引導近頂端的側芽萌發成營養梢，當該枝梢尚未成熟前，原結果枝葉片所製造的光合產物由於營養生長的競爭，恐怕無法有效運移至其他結果枝的果實。除非能有效抑制完全除果後結果枝的營養生長，否則目前高產園的愛文檬果的疏果程度應疏至一穗一果為宜。

在本疏果試驗中，並未考慮各別結果枝生長勢或葉片數等情況，這或許是造成雖然疏果程度相同，但單株內果重、果肉重、糖度、酸度仍存有頗大變異的原因（圖8，圖9，圖10）。為求果實品質的均一，個別果實與其所依附的結果及其鄰近枝梢的 source-sink 關係建議加以進一步研究。

愛文檬果果實生長須仰賴當時所製造的光合產物源源不絕地供給，若在結果枝下部進行環狀剝皮，隨著與果實經韌皮部相連結葉片的減少會顯著降低果實生長速率（表2），為供給長4~6cm果實的順利發育至少須有20片葉提供光合產物（表2），但隨著果實的生長，每果若能有更多葉片提供光合產物，其生長潛勢仍可繼續發揮（表3），因每果擁有的葉面積與果重、果肉重及糖度、酸度間所呈現的直線相關係數（圖8，圖9，圖10）較其他的曲線相關係數（數據未列出）為高，顯示至少在每果擁有2000cm²葉面積以內時，果重與糖度有隨葉面積增加而提高的趨勢。進而言之，由圖8之直線方程式，吾人應可計算為生產不同果重果實所需的葉片面積。

總之，隨著開花期授粉昆蟲的飼放與其他栽培技術的改進，台灣地區單位面積檬果產量已顯著提高，為了維持或改善原有的果實品質，高產果園的疏果作業有其必要性，至於疏果的程度則須考慮葉片數與果實品質間的關係。

參考文獻

1. 許仁宏 1982 檬果小花的分化與發育 中華農業研究31:314-320。
2. 張振宙、陳吉雄、樊莉莉 1979 玉井檬果結果不良原因之調查 中國園藝 25:140-149。
3. 歐錫坤 1983 愛文檬果花期與無子果生成之關係研究 中國園藝 29:269-278。
4. 謝慶昌 1990 愛文檬果後熟生理與採收後處理之研究 國立台灣大學園藝研究所博士論文。
5. 中川昌一 1988 果樹園藝原論 492頁 養賢堂 東京。
6. Chadha, K.L. 1988. World mango industry. Acta Hort. 231:3-16.
7. Ho, L.C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39:355-378.

8. Lizada, C. 1993. Mango. p.255-271. In: G.B. Seymour, J.E. Taylor and G.A. Tucker. (eds.). Biochemistry of Fruit Ripening. Chapman and Hall, London.
9. Majumder, P.K. and D.K. Sharma. 1990. Mango. p.1-62. In: T.K. Bose and S.K. Mitra. (eds.). Fruits: Tropical and Subtropical. Naya Prokash, Calcutta, India.
10. Muskherjee, S.K. 1953. The mango: its botany, cultivation, uses and future improvement, especially as observed in India. Econ. Bot. 7:130-162.
11. Ryugo, K. 1988. Fruit Culture: its science and art. 344pp. John Wiley and Sons, New York.
12. Shu, Z.H., T.F. Sheen and K.C. Lee. 1988. Current researches on the unfruitfulness of mango in Taiwan. Acta Hort. 231:68-72.
13. Singh, L.B. 1960. The Mango. 438pp. Leonard Hill Ltd, London.
14. Subramanyam, H., S. Krishnamurthy, and H.A.B. Parpia. 1975. Physiology and biochemistry of mango fruit. Adv. Food Res. 21:223-305.
15. Westwood, M.N. 1993. Temperate-zone Pomology: Physiology and Culture. 523pp. Timber Press, Oregon.

Fruit Quality as Affected by Leaf Number in Mango

Tzong-Shyan Lin and Kou-Tan Lee

Department of Horticulture, National Taiwan University

Summary

In order to maintain a reasonable fruit quality under high yield condition, an experiment was conducted to investigate the effects of number of fruit on each fruiting cluster, number of leaves possessed by each fruit, and fruit thinning on fruit quality of Irwin mango. Fresh weight, dry weight, and density of fruit increased continuously to the final stage just prior to ripening despite the earlier attainment of fruit length or width. Fruit weight and percentage of red peel color decreased with increasing fruit number on the cluster. The size, weight and content of total soluble solids increased significantly as the number of fruits on each cluster decreased from two to one. Fruit quality did not improve further as fruit number decreased from one per cluster to one per two clusters. Linear correlation was found between leaf area possessed by each fruit and fruit weight or total soluble solids. Fruit growth rate, fruit weight, or total soluble solids decreased significantly as the ratio of leaf to fruit decreased by girdling fruiting shoots. These results suggested that fruit thinning or manipulating leaf to fruit ratio affect mango fruit quality and we discussed the minimal leaf area for different fruit qualities.

Key words: mango, fruit thinning, fruit quality, girdling, leaf to fruit ratio.