

枇杷果實發育之探討

盧柏松¹

摘 要

枇杷果實在冬季著果後生長緩慢，而在春季後生育較快，台東地區茂木枇杷果實由小果期至成熟期約需 63 天。枇杷果實之發育期主要可分為 2 個階段，第一個階段由著果至著果後 49 天，此期間之特徵主要為果徑及種子重量之增加，果皮顏色由綠色轉為黃綠色，種皮之顏色亦由白色轉為淡褐色，第二個階段為著果後 49 天至著果後 63 天之果實成熟採收期，此期間果重及果實糖分快速增加，而果實之外觀亦由黃綠色轉變為黃色再轉為黃紅色。

茂木枇杷開花、結果之枝條可分為中心枝、果痕枝及弱枝等 3 種，其中果痕枝為主要之生產枝條，其枝條開花率最高，達 89.3%，占全株開花數之 60%，在果實品質方面，果痕枝、中心枝之果實明顯較弱枝果實大，但在果實糖度上並無明顯差異。就本試驗得知果重與種子數及種子重彼此均有密切之正相關。

關鍵詞：枇杷、全可溶性糖、中心枝、果痕枝、弱枝

前 言

枇杷(*Eriobotrya japonica* Lindl.)為薔薇科(Rosaceae)枇杷屬之常綠果樹，原產於中國大陸華南地區，主要分布於東亞南部溫帶及亞熱帶地區⁽⁵⁾。台灣目前之栽培面積約 1300 公頃，主要栽培品種係由日本引進之茂木種，占總栽培面積 95% 以上，其餘品種如“田中”及“楠”等僅少量栽培。

枇杷為枝梢頂端開花著果之植物，會影響枇杷開花之因子很多，內部因子如枝條的成熟度、種類(中心枝、果痕枝、側枝)及枝條內荷爾蒙、碳水化合物及氮素之含量等，外在環境方面包含日長、氣溫、降雨情形及土壤水分等。枇杷開花結果的枝條可分為中心枝、果痕枝及副梢(側枝)3 種^(3,4,8)，其中中心枝為上一年未結果，生長勢強之枝條；果痕枝則指在果實採收後，自果穗基部剪口萌發多數腋芽，留 1 枝新梢生長後之枝條；而春夏季生長旺盛期自強勢生育枝的腋芽留一枝

¹台東區農業改良場助理研究員

則為副梢，其生長勢超越中心枝而快速生長，但側枝較細小，枝條之充實度較差⁽⁴⁾。枇杷由於開花枝條及位置不同，其花芽分化期可相差 2~3 個月⁽⁴⁾。在日本中心枝的開花率最高，果痕枝次之，副梢(側枝)最低，全株的開花率約 70%左右，而在開花的時間上，則是中心枝早於果痕枝早於副枝⁽⁷⁾。

茂木枇杷在台灣栽培開花期多為 10~12 月，產期集中在 3~4 月中旬之間^(2,5)，一般枇杷在秋季溫度降低時，才會有著果現象^(11,12)，著果後冬天果實發育緩慢，而在春天時快速發育⁽⁹⁾，其果實發育期大約 3 個月左右⁽⁵⁾。Masashi⁽¹⁶⁾之研究指出“田中”種枇杷果實的發育可分為 2 個時期，第 1 個時期是種子的發育，第 2 個時期是成熟期的發育，其特徵包括酸度降低、果色的轉變及果肉組織的軟化及糖度的升高；枇杷屬於非更年性水果，在果實進入成熟期，才有乙烯生成⁽¹⁰⁾。對枇杷而言，糖度是果實品質的一項重要指標，在果實的發育過程中，幼果期以山梨醣醇之形態占絕大部份，而在果實成熟前 2 週醣類快速累積，其中以蔗糖含量增加最快，山梨醣醇含量則急速降低⁽¹⁰⁾。

不同結果枝條除開花期、開花率不同外，亦會影響產期及果實品質，中井滋郎⁽⁷⁾即指出，結果枝條不同(田中種)在果實大小上雖無明顯差異，但副枝之果實著色較早，收穫期也較早，且完全著色後酸度仍高。而影響果實品質之因子除結果部位、結果枝條外，種子數及種子重與果實亦有密切正相關^(8,11)，森岡節夫⁽⁸⁾更指出田中種枇杷之種子數與果重密切相關，每增加 1 個種子，果肉約可增加 7~10 克。茂木枇杷在日本地區栽培平均果重約 48 克，果肉率約 69.9%，種子重占 13.8%⁽⁸⁾。

在日本地區枇杷之樹型模式大多採變則主幹型或盃狀形之整枝方式，因樹型及氣候之影響，將結果之枝條形態區分為中心枝、果痕枝、副枝；台灣枇杷栽培為減少颱風災害及便於田間作業，並無固定樹型及整枝型式，大多將樹型矮化，且在 7~8 月間將枝條誘引拉低，降低頂芽優勢，以促進花芽分化^(3,4)，所以一般栽培均不留副枝，且因氣溫較高，枝條生育快速，於 4~6 月間於主枝部位或樹冠內萌發之新梢，至 10~11 月份亦可開花、結果，但此種枝條生長勢較弱，枝條充實度較差，俗稱弱枝，因此可開花著果之枝條主要為中心枝、果痕枝、弱枝等 3 種。目前枇杷之栽培技術仍多參考日本的研究報告，台灣相關之研究並不多見，但因樹型及整枝修剪方式之不同，以及氣候環境之差異，其不同結果枝間之開花率、果實品質及果實發育情形亦不盡相同，本研究之目的即在瞭解枇杷果實發育之過程及不同結果枝對開花及果實品質之影響，以供作農友栽培管理之應用參考。

材料與方法

試驗材料

本試驗以 12 年生茂木枇杷品種為材料，採自然開心型拉枝矮化樹型之整枝法栽培，果園位於台東區農業改良場斑鳩分場，海拔約 150 公尺，果園土壤屬砂質壤土。

試驗方法

試驗一、果實發育調查

於民國 88 年 11 月間選取生長勢相近之枇杷樹 5 株，每株選取 20 枝開花期相近之果痕枝花穗，進行標定，而在民國 89 年元月 10 日謝花後小果發育約達 12mm/8mm(L/D)時，為確立著果期，並進行疏果，每穗留 8 個大小相似之小果，其餘剪除，而後每隔一週調查乙次，每次每株逢機選取 4 個果實，合計 20 個果實，進行果實生育調查，調查項目包含果實重量、果長、果寬、種子重及果肉全可溶性糖、有機酸度含量等。

果實重、種子重及果長、果寬等分別利用電子天秤及電子顯示之游標尺測量，果肉汁液之糖度則以 ATAGO 溫度自動較正之 PR-101 型數字顯示之糖度計測量。

試驗二、不同結果枝對果實品質之影響試驗

於民國 87、88 年分別標定生長勢相近之枇杷樹 5 株，將每株結果枝條區分為中心枝、果痕枝及弱枝三種，於枝條花芽形成後再分別調查其枝條之生育形態及開花率。枝條生育形態之調查係指在 4 月果實完全採收後至當年花芽形成前(10 月)，此期間枝條之生長長度，直徑及葉片生成數。並在著果後進行疏果，每果穗僅留 6 粒小果，每株再分別標定中心枝、果痕枝、弱枝等三種結果枝各 3 果穗，分別進行果實品質之分析，分析項目及方法同試驗一。本試驗採摺疊設計(Nested design)，試驗之資料處理與統計分析均以 SAS 套裝軟體處理。

87 年試驗之果實分別於 88 年 3 月 10 日及 88 年 3 月 15 日採收，88 年試驗之果實於 89 年 3 月 7 日採收。

結果與討論

試驗一、果實發育調查

果實之生長

枇杷果實之鮮重變化如圖一所示，其 1 粒或 2 粒種子之果實在著果初期(L/D 約 12mm/8mm)，果粒緩慢生長，而在著果後 35 天，果粒之重量即快速增加，尤以 49 天後之果實增重最快，1 粒種子之果實由 16.4g 至著果後 63 天增加至 26.8g，而 2 粒種子之果實更由 17.1g 增加至 31.5g。

果實橫徑(果寬)之變化方面如圖二所示，不論 1 粒或 2 粒種子之果實均有相似之發育曲線，在著果後即快速增加，而在著果 49 天後增加之速度逐漸減緩，至採收期 2 粒種子之果實橫徑達 3.6 公分，1 粒種子之橫徑約 3.3 公分。

果實種子之重量變化如圖三、四所示，不論果實內有 1 粒或 2 粒種子，種子重量之變化曲線均十分相似，果實內種子均在著果後自幼果期開始到果實之黃綠期(約著果後 49 天)止，快速發育，重量急速增加，而在著果 49 天後生長變為緩慢，種子重量幾乎不再明顯增加，當果實外觀由綠開始轉黃時，種子之發育亦開始發生變化，此時種子肥大速度減緩，而種皮之顏色亦由白色轉為淡褐色，至果實成熟期止種子之重量不再明顯增加，種皮之顏色則呈茶褐色。

果實之外觀變化如圖五所示，枇杷幼果期呈綠色而著果後約 49 天，果實外觀逐漸呈現黃綠色，而在著果 63 天後達到成熟採收期轉變為黃紅色。

果肉糖度之變化如圖六所示，1 粒種子或 2 粒種子之果實糖度之變化有相同之趨勢，果實糖度在著果後 28 天即由 3.2°Brix 逐漸增加，俟採收前二週增加最為顯著由 7.6°Brix 增加至 11.8°Brix。

綜合果實之鮮重、種子重、果徑、糖度及果實與種子外觀之發育變化，可較明確將枇杷果實之發育分為 2 階段，第一階段為著果開始至著果後 49 天，此期間主要為果徑及種子重量之增加較為快速，果實之外觀亦由綠色轉為黃綠色，種皮之顏色亦由白色轉為淡褐色；第二階段由著果後 49 天至著果後 63 天之果實採收期，此時期主要為果重及果肉糖分之快速增加，果實外觀亦由黃綠色轉變為黃色，再轉變為黃紅色，種子外皮之色澤亦由淡褐色轉變為茶褐色。本試驗調查之結果與 Masashi⁽¹⁶⁾之研究報告相似，其並指出果實內 90%之醣分在果實成熟前 2 週快速累積，且大部份之醣類以蔗糖為主。

然而由果重及果實橫徑之變化曲線而言，枇杷果實之發育應屬單 S 型曲線，不同於其他薔薇科果樹梨或蘋果之雙 S 曲線。枇杷由小果期至成熟期之果實發育期約 63 天，在本試驗調查中由盛花期至小果期(L/DM 約 12mm/8mm)約需 35 天左

右，因之如由盛花期計算至果實成熟期，約需 100 天左右，此結果與葉氏⁽⁶⁾報告指出茂木枇杷由盛花期至果實發育期約需 116~125 天之研究結果不盡相同，其原因可能係調查地點之不同，因台東地區冬季氣溫一般較中部地區高，所以冬季果實生育較快，果實發育期較短，因此產期約較中部地區早 14 天左右⁽¹⁾。

試驗二、

不同結果枝之形態及開花率比較

枇杷中心枝、果痕枝、弱枝等 3 種結果枝在枇杷花芽分化完成時，其枝條之生育形態如表一所示，其中心枝之枝條長度達 47.2 公分，直徑達 1.5 公分，明顯較果痕枝及弱枝長且粗，而在枝條葉片數方面徒長枝平均葉片數最多達 41.7 片，果痕枝約 34.4 片，均明顯較弱枝 22.4 片多。本研究之調查結果與張氏等⁽⁴⁾報告中所述相同，中心枝較易徒長，枝條較粗且葉片數較多，果痕枝在 4~8 月間的生育期經適當地調節生長勢，葉片數均達 20 片以上，而弱枝之枝條較為細長，節間長，枝條之充實度較差。

開花率調查方面，87 及 88 年三種枝條在植株中所占之比例及開花情形如表二所示，其中果痕枝約占枝條數總數 48.2% 最多，弱枝約 35.7% 次之，均明顯較徒長枝 16.4% 多，在開花率方面亦以果痕枝之開花率最高達 89.3%，明顯較徒長枝 47.1% 及弱枝 51.9% 為高。此結果與森岡節夫⁽⁸⁾研究指出在日本地區枇杷之中心枝開花率最高，果痕枝次之，副梢(側枝)最低之結果不盡相同，主要原因可能係氣候條件及整枝方式之不同所致，由於台灣地處亞熱帶，夏、秋雨季高溫多濕，枝條生長快速，中心枝容易生長過盛，造成徒長使開花率偏低，而在日本地區由於氣溫較低，枝條生育期較短且生長較遲緩，因此徒長現象較不明顯，中心枝反而因成熟度較佳，易於開花。本試驗中，弱枝之開花率較低，與林氏等⁽²⁾之報告認為弱枝較早且易開花之結果不盡相同，其原因可能係在本研究中將夏季才萌發之新梢亦計算在內，因此不充實之弱枝枝條數較多，而開花率降低。

由表一及表二可知，台灣枇杷植株開花結果之形態與日本地區不完全相同，台灣枇杷主要開花結果之枝條為果痕枝，約占全株開花數之 60%。其次才是弱枝及徒長枝(中心枝)，因此要維持枇杷產量之穩定，確保果痕枝之開花結果應為第一要務。

不同結果枝對果實品質之影響

三種不同結果枝之果實品質性狀如表三所示，中心枝、果痕枝之平均單粒果重分別達 32.9 公克及 33.0 公克，均明顯較弱枝果實 28.1 公克重，在果形方面亦有相同之結果，中心枝及果痕枝果實之果長及果寬亦明顯較弱枝果實大，同時調

查亦發現果痕枝、中心枝之種子數及種子總重均明顯較弱枝果實之種子數多且重。而不同結果枝之果實品質性狀之變方分析如表四所示，由表中可知在枇杷果實性狀中，除糖度外，其它如果重、果長、果寬、種子數及種子重之 5 個性狀在不同結果枝間均呈顯著差異，但在果樹及結果枝之果穗間，則無顯著差異。此結果與中井滋郎⁽⁷⁾報告中不同結果枝之果實(田中種)在果重上並無明顯差異之結果不同，但與林氏等⁽²⁾報告之果痕枝果實大、糖度高，副梢(側枝)之果實果粒小之結果大致相同。

枇杷果實品質性狀間之關係

在許多研究中均指出除著果部位會影響果實品質外，果實內種子之數目、大小及分布均會影響果實之形態及糖、酸度，因此本研究將民國 88~89 年所調查之全部果實做品質性狀之相關性分析，其結果如表五所示，各性狀間之相關性均達極顯著，其中果重與果寬、種子數及種子重之相關係數達 0.6 以上，相關性很高，尤以種子數與種子重之相關係數更高達 0.85，表示種子愈多，種子總重會相對增加。而果重與種子總重與果實內全可溶性醣之含量呈極顯著之負相關，但相關係數僅-0.2 左右，表示果實愈大，種子愈重，果實內之糖分可能有較低之趨勢。

單就種子重與果重之淨相關分析如圖七所示，不論果實內有 1 粒、2 粒、3 粒種子或混合分析，種子重與果實重均達極顯著之正相關，表示同樣為 1 粒種子或 2 粒種子之果實，只要種子較重較大，果實即可能有較大之趨勢。

本研究之結果與森岡節夫⁽⁸⁾及 Blumenfeld⁽¹¹⁾等報告中種子數、種子重與果重有密切正相關性之結果相同，Crane⁽¹⁴⁾、Lawes 及 Woolley⁽¹⁵⁾亦證實蘋果、梨、獼猴桃及一些核果類之果實大小及果形是受果實中種子數目多寡及分布的影響。而本研究中種子數、種子重及果重均與果實內可溶性固形物呈負相關，此結果與 Scienza 等⁽¹⁷⁾之報告相符，其指出主要原因是種子數多且種子總重較重之果實，其果粒之肥大速率大於可溶性固形物之累積所形成之稀釋作用。一般將種子對果實發育之影響歸因於其分泌之荷爾蒙，而種子數或種子重增加確實有促進荷爾蒙含量之效果^(13,17)，荷爾蒙含量增加除了可使果實成為較強之積儲(Sink)，促使光合成產物及其他養分向果實移動外⁽¹⁵⁾，同時擴散至果肉中之荷爾蒙亦會影響果實之細胞分裂及擴張⁽¹²⁾對果實肥大有正面幫助。

參考文獻

- 1.邱禮弘 1995 氣溫對茂木枇杷開花及著果之影響 國立中興大學碩士論文。
- 2.林嘉興 張林仁 1994a 台灣枇杷栽培之回顧與目前栽培上之問題 枇杷生產技術研討會專集 台中區農業改良場特刊 34 號 p.17~36。
- 3.林嘉興 張林仁 1994b 提高枇杷果實品質之果園管理 枇杷生產技術研討會專集 台中區農業改良場特刊 34 號 p.89~106。
- 4.張林仁 林嘉興 1994 枇杷之結果枝性狀與花芽分化 枇杷生產技術研討會專集 台中區農業改良場特刊 34 號 p.37~49。
- 5.范念慈 1978 枇杷 經濟果樹(上) p.112~124 豐年社出版。
- 6.葉振賢 1980 植物生長調節劑對枇杷果實發育之研究 國立中興大學碩士論文。
- 7.中井滋郎 1973 III 果實的發育 農業技術大系果樹篇 4:基礎編 p.535~542 農山漁村文化協會·日本。
- 8.森岡節夫 1983 枇杷各部之形態與生理 農業技術大系果樹篇 4:基礎編 p.17~38 農山漁村文化協會·日本。
- 9.藤崎滿 1983 枇杷生育的特性 農業技術大系果樹篇 4:基礎編 p.11~16 農山漁村文化協會·日本。
- 10.Bajpai, P.N. 1951. Vegetative growth and blossom biology in the loquat. Allahabad Fmr. 25:199~203.
- 11.Blumenfeld,A. 1980. Fruit growth of loquat. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(5):747~750.
- 12.Boselli,M.,B. Volpe and C. D. Vaio 1995. Effects of seed number per berry on mineral composition of grapevine (*Vitis vinifera* L.) berries. J. Hort. Sci. 70(3):509~515.
- 13.Cawthon, D.L. and J.R.Morris 1982. Relationship of seed number and maturity to berry development, fruit maturation, hormonal changes, and uneven ripening of 'Concord' (*Vitis labrusca* L.) grapes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:1097~1104.
- 14.Crane,J.C. 1969. The role of hormones in fruit set and development. Hort. Sci. 4:108~111.
- 15.Lawes,G.S., D.J.Wooley and R.Lai 1990. Seeds and other factors affecting fruit size in kiwifruit. Acta Hort. 282:257~264.
- 16.Masashi, H. 1980. Sugar accumulation and development of loquat fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 49(3):347~353.
- 17.Scienza, A., R. Miravalle., C. Visai and M. Fregoni 1978. Relationships between seed numbers, gibberellin and abscisic acid levels and ripening in Cabernet Sauvignon grape berries. Vitis. 17:361~368.
- 18.Oppenheimer,C. and O.Reuveni. 1961. Flowering and pollination of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) in Israel. Indian. J. Hort. 18:97~105.

Investigation on Fruit Growth of Loquat cv. 'Mogi'

Po-Sung Lu¹

Abstract

Fruit of loquat (*Eriobotrya japonica Lindl*) grew slowly after set in winter and developed quickly toward ripening in spring. The loquat cv. 'Mogi' fruit developed about 63 days after fruit set (fruitlet about L/D=1.2mm/8mm) in Taitung prefecture, Taiwan.

Development of loquat fruit was divided into two stages. The first stage began from fruit setting to 49 days after fruit setting characterized by increase of fruit diameter, seed weight and fruit coat color change from green to yellow green, seed coat color change from white to hazel. In the second stage, spanning 49 days to 63 days after fruit set, sugar accumulation and a rapid increase in fresh weight of the pulp tissue were observed. Fruit coat color converted from yellow-green to yellow featuring the maturation of fruit.

The fruiting shoot of 'Mogi' loquat could be classified into three kinds: central shoot, fruit scar shoot and weaker shoot. Fruit scar shoot was the major fruiting shoot of which eighty-nine percent and contributed to sixty percent of flowering in whole plant. The fruits set on fruit scar shoot and central shoot were found to be bigger than those set on weaker shoot, whereas, there was no significant difference in terms of sugar content in pulp between fruits. A positive correlation was found between seed weight or number of seeds and fruit weight.

Key words: loquat, total soluble sugar, central shoot, fruit scar shoot, weaker shoot.

¹Assistant of Taitung DAIS

表 1、枇杷不同結果枝之枝條形態^z

Table1. The appearances of different fruiting shoot in loquat

Kind of shoot	Shoot length (cm)	Shoot diameter (cm)	No. of leaves
Central shoot	47.2 ^y a	1.5a	41.7a
Fruit scar shoot	23.6b	1.1b	34.4a
Weaker shoot	22.0b	0.9b	22.4b

^z: Data are shoot development from fruit harvest to flower bud formation.

^y: Means followed by the same letter in the same row are not significantly different according to the Duncan's multiple range test at the 5% level

表 2、枇杷不同結果枝對開花率之影響

Table2. Effect of different fruiting shoots on flower bud formation in loquat

Kind of shoot	Percentage of shoot/Tree	Rate of flowering (%)	Percentage of flowering/Tree
Central shoot	16.1 ^z a	47.1a	13.0a
Fruit scar shoot	48.2b	89.3b	60.0b
Weaker shoot	35.7b	51.9a	27.0a

^z: Means followed by the same letter in the same row are not significantly different according to the Duncan's multiple range test at the 5% level

表 3、枇杷不同結果枝對果實品質之影響

Table3. Effect of different flowering shoots on fruit quality of "Mogi" loquat

Kinds of shoot	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit width(cm)	Number of seed	Total seed weight (g)
Central shoot	32.9 ^z a	5.6a	3.4a	1.91a	3.7a
Fruit scar shoot	33.0a	5.4b	3.4a	1.86a	3.5a
Weaker shoot	28.1b	5.3c	3.2b	1.51b	2.9b

^z:Means followed by the same letter in the same row are not significantly different according to the Duncan's multiple range test at the 5% level

表 5、枇杷果實品質性狀間之淨相關

Table5. The net relationship among traits relating to fruit quality in "Mogi" loquat

Item	Fruit length	Fruit width	Number of seed	Total seed weight	Total soluble sugar
Fruit weight	0.3944**	0.7583**	0.6272**	0.6906**	-0.225**
Fruit length		0.3545**	0.1114**	0.2283**	-0.1904**
Fruit width			0.5214**	0.5783**	-0.1935**
Number of seed				0.8584**	-0.1323**
Total seed weight					-0.2063**

表 4、枇杷不同結果枝之果實品質性狀之變方分析

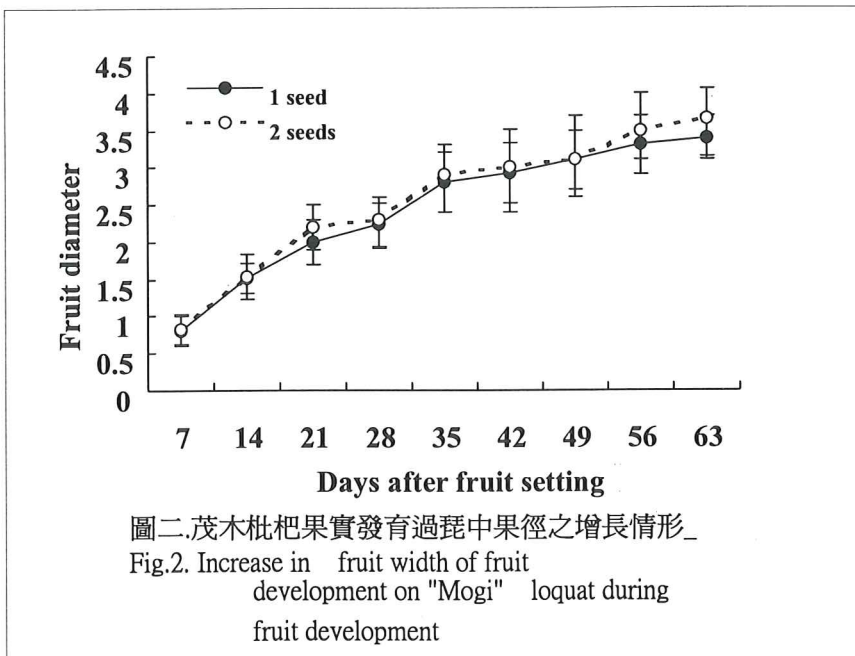
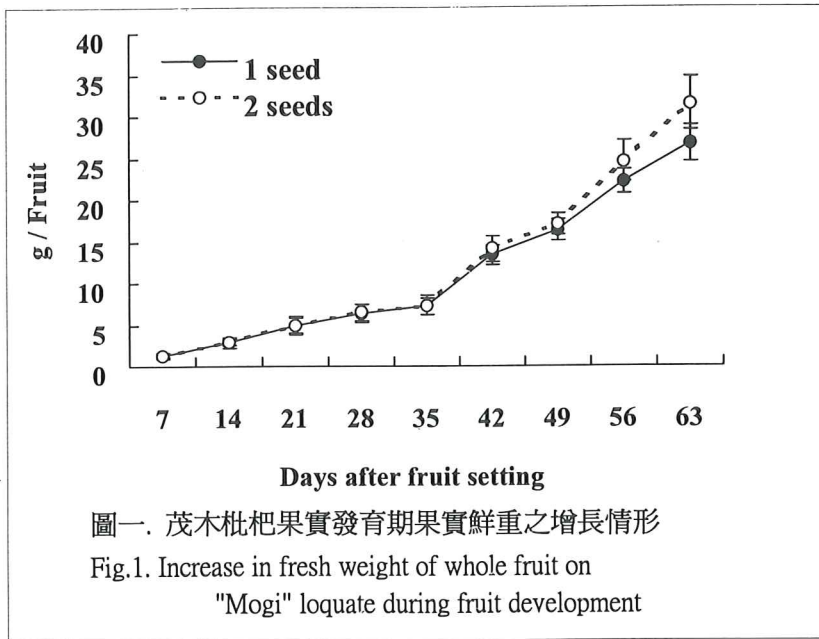
Table.4. Analysis of variance on fruit quality of different fruiting shoots in loquat

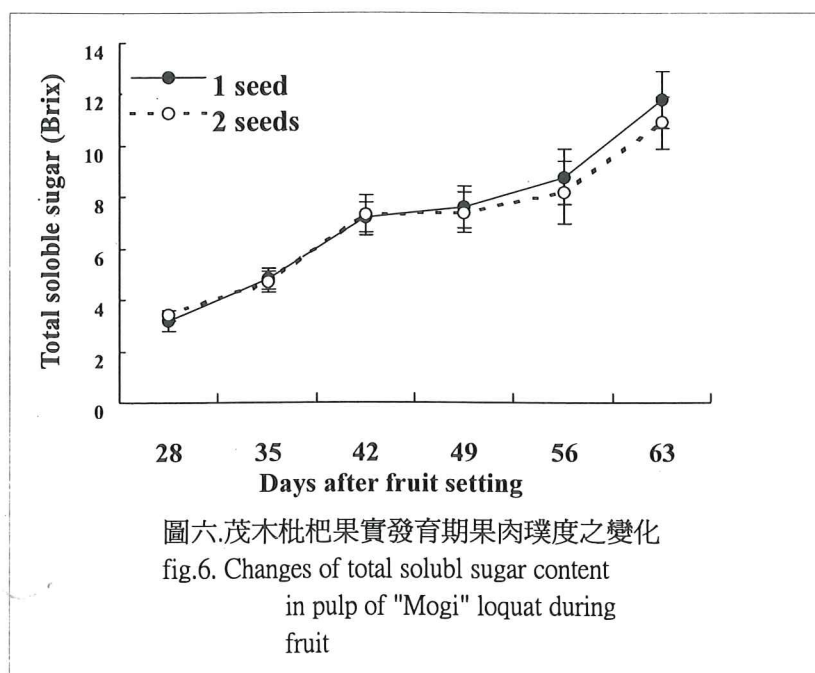
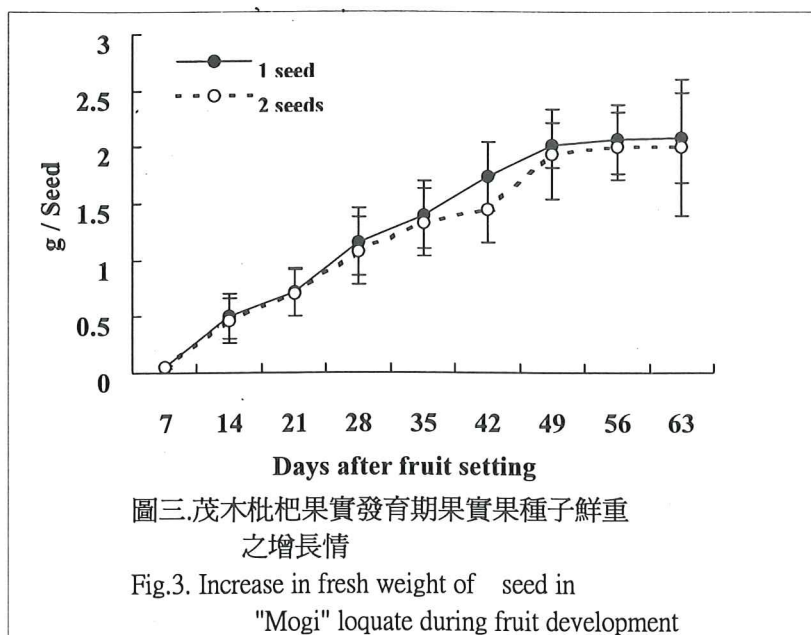
Source	DF	SS	F -Value	P-value
Fruit weight				
A	14	819.9	0.07	0.9996
B	2	1735.2	36.62	0.0001
C(B)	9	213.2	0.97	0.4641
Fruit length				
A	14	1125.1	0.63	0.7629
B	2	256.8	7.41	0.0125
C(B)	9	155.9	0.83	0.5875
Fruit width				
A	14	277.1	0.08	0.9991
B	2	477.3	30.24	0.0001
C(B)	9	71.0	1.12	0.3474
Seed number				
A	14	26.8	0.36	0.9037
B	2	10.6	7.01	0.0146
C(B)	9	6.8	1.37	0.197
Total seed weight				0.9500
A	14	63.1	0.27	0.0008
B	2	33.7	17.52	0.5634
C(B)	9	8.6	0.86	
Total soluble sugar				
A	14	93.6	8.90	0.1055
B	2	1.5	0.47	0.6384
C(B)	9	14.3	1.74	0.0765

A: Fruit plant

B: Fruiting shoot

C(B): Fruit cluster



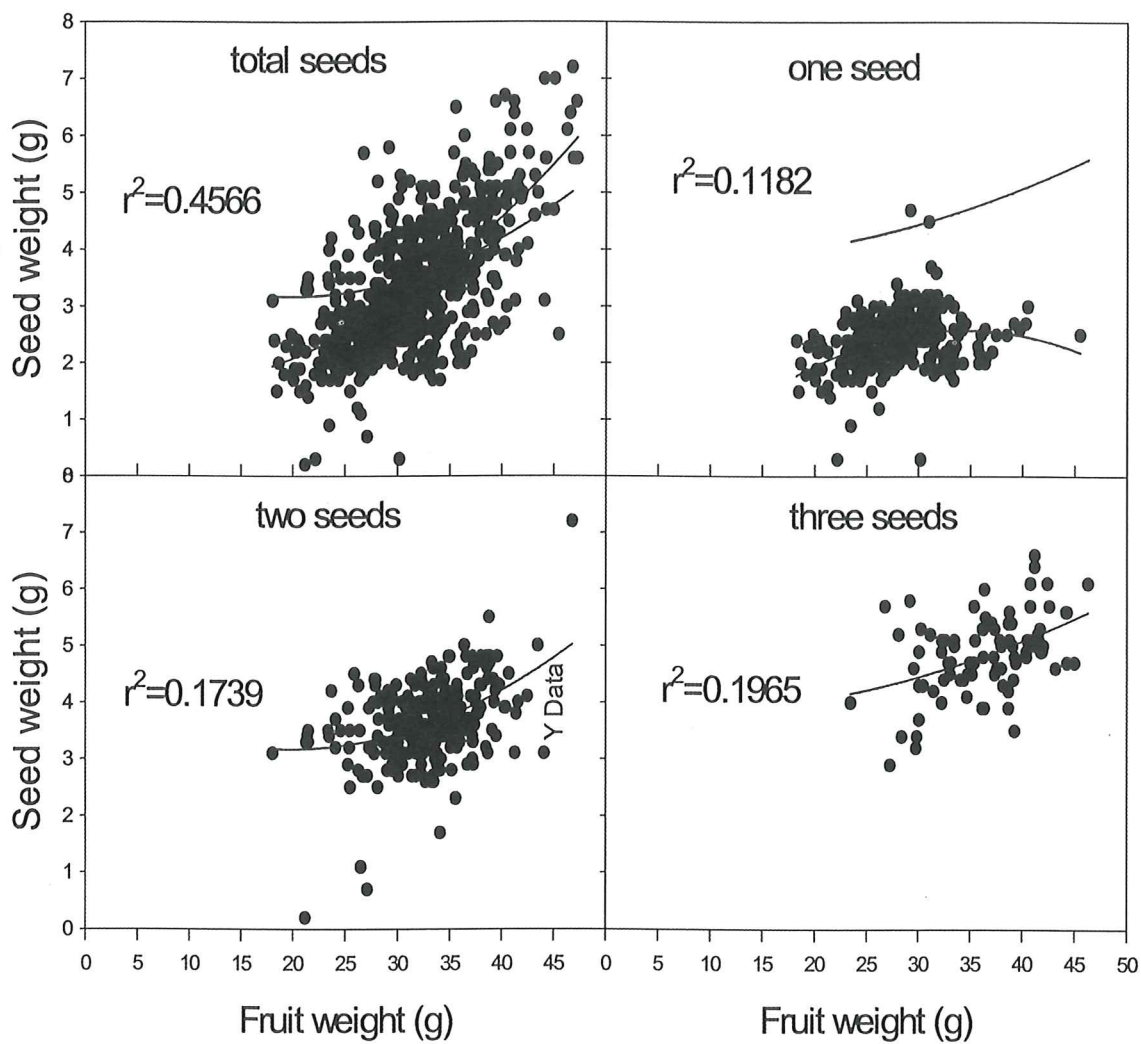




圖四.茂木枇杷果實發育期種子與果實之相關性
Fig.4. Relative size of seeds at various stages in "Mogi" loquat from fruitlet to ripe fruit



圖五.茂木枇杷果實發育期不同階段之外觀
Fig.5. "Mogi" loquat at different stages of development from young fruitlet covered with pubescence to ripe fruit



圖七. 枇杷果實種子重與果重之淨相關關係

Fig.7. The net relationship between loquat fruit weight and seed weight