

# 柑橘果實發育之研究

郭銀港<sup>1</sup> 謝慶昌<sup>2</sup> 李堂察<sup>3</sup> 呂明雄<sup>4</sup>

國立嘉義農專園藝科講師<sup>1</sup>及教授<sup>3</sup>  
農業經營科副教授<sup>2</sup>及農場管理科教授<sup>4</sup>

## 摘 要

椪柑及柳橙果實之外觀形態 (果高、果寬) 以及鮮、乾重所顯現的生長曲現皆呈單 S 型變化。

柳橙之果高及果寬在花後 200 日後其生長逐漸趨緩，而椪柑則仍有增加，但兩者之乾重及鮮重在調查結束時仍在增加。

椪柑於生長末期其果寬與果高之比值逐漸大於 1，故果形呈現其品種特性之扁圓形；而柳橙在整個發育成長期間皆低於 1 而呈長圓形。

椪柑及柳橙之果皮在花後 60 日內逐漸增厚，而後則下降，柳橙於花後 200 日後，其厚度不再變化，但椪柑在花後 200 日則明顯的增加，此時果皮顏色開始轉色。

兩者果實之糖度皆呈逐漸上升，而酸含量則呈下降趨勢；以糖酸比而言，柳橙之糖酸比遠比椪柑為高。

**關鍵詞：**椪柑、柳橙、果實發育。

## 前 言

柑果 (*Hesperidium*) 在果樹中，由於形態結構特殊，故自成一類，主要由外果皮 (Flavedo，或稱油胞層含色素)、中果皮 (Albedo, 白色絨層) 及果瓣 (Carpel segments) 組成，雖然果瓣為主要食用部位，但外、中果皮亦是決定品質高低及貯運因子之一，故三者皆為重要構造<sup>(4)</sup>。柑果之生長曲線如同蘋果、酪梨、番茄等果實一樣呈單 S 型 (Single sigmoid curve)，一般可將其生長曲線分成三個階段：第一時期：細胞分裂期 (Period of cell division)，果實之增大主要由於細胞數增加及部分細胞增大所造成；第二時期：細胞增大期 (Cell enlargement period)，此時細胞擴大分化，使果實增大，中果皮在此時快速擴展；第三時期：成熟期 (Maturation period)，果皮開始轉色，果汁增加，酸下降，果皮增厚速度減緩，使果實適於食用<sup>(2,3)</sup>。此三時期之長短 (延續時間) 因品種、環境及栽培管理不同而異，例如果皮 (Rind) 之厚度在初期即已決定，而在第二時期，土壤之水分會影響果實之大小<sup>(1)</sup>。見由各品種之果實生長及發育變化能了解柑果各階段的需求，而供栽培上之參考。

## 材料及方法

本實驗於嘉義縣竹崎鄉鄧姓農友所栽植之 15 年生椪柑 (*C. reticulata* Blanco.) 及柳橙 (*C. sinensis* L. Osbeck.) 樹為試驗材料。試驗期間之栽培管理工作均依農友慣常方式進行。

試驗株於花蕾期選取有葉枝梢上大小相同之花蕾加以標示，並記錄開花之日期。開花後每

隔 1-2 週取樣一次，隨即送回實驗室進行調查。果實逐果秤重之，以游標尺量取果實赤道部之直徑（橫徑）及果梗端及果萼端之距離（果高）後，以不鏽鋼刀沿赤道部橫切，以游標尺量果皮厚度；部分果實置入烘箱中以 70 °C 烘乾至重量不變為止，記錄其重量（乾重）。

花後 200 日起另取部分之果實調查果汁之糖度及可滴定酸之含量。糖度以屈折計測其可溶性固形物含量；酸度則用校正後之 0.1N NaOH 溶液滴定再換算為檸檬酸含量。

## 結果與討論

### 一、果實之生長及發育

椪柑果實之生長發育期間之變化如圖 1 所示。椪柑果實由開花後至花後 32 天為止，果實橫徑及果實高度呈緩慢增加，是為生長第一期；自花後 39 日至花後 207 日之期間，果實之橫徑及果實高度呈急速增加，此為生長第二期；而後至採收為止其肥大速度漸趨緩慢，是為生長第三期。果實之橫徑與高度之比率於生育初期其比值低於 1.0，而於生長末期其比值逐漸大於一，其果形呈現其品種特性之扁圓形。果皮厚度在花後 60 日內逐漸增加，而後則下降，但在花後 220 日其果皮厚度則明顯增加，此時果皮顏色開始轉色。果實鮮重在花後 46 日內其變化不大，自花後 53 日起開始急速增加，至花後 238 日其增加漸趨緩慢，在調查結束時仍在增加中；而果實乾重在花後 60 日內其增加緩慢，其後急速增加至調查結束時亦仍在增加。

柳橙果實之生長發育期間之變化如圖 2 所示。柳橙果實由開花後至花後 32 天為止，果實橫徑及果實高度呈緩慢增加，是為生長第一期；自花後 39 日至花後 221 日之期間，果實之橫徑及果實高度呈急速增加，此為生長第二期；而後至採收為止其肥大速度漸趨緩慢，是為生長第三期。果實之橫徑與高度之比率於整個生育期間其比值皆低於 1.0，其果形呈現其品種特性之長圓形。果皮厚度在花後 60 日內逐漸增加，而後則下降，但在花後 200 日後果皮厚度則無明顯增加。果實鮮重在花後 32 日內其變化不大，自花後 39 日起開始急速增加，至花後 249 日其增加漸趨緩慢，在調查結束時仍在增加中；而果實乾重在花後 32 日內其增加緩慢，其後急速增加至調查結束時亦仍在增加。

### 二、果實糖度及酸度之變化

椪柑及柳橙果實之糖度及酸度之變化如圖 3 所示。椪柑果實於花後 193 日調查時果實糖度為 8.44Brix，其後糖度呈增加趨勢，至花後 262 日調查結束時其果實糖度為 11.04Brix。果實酸度於調查初期為 1.32%，其後呈穩定下降趨勢，調查結束時為 0.68%。果實的糖酸比由調查初期之 7.13 上升至 16.53。柳橙果實在花後 194 日時其糖度為 9.18Brix、酸度 0.73%、糖酸比為 13.02，其後糖度及糖酸比呈上升趨勢，酸度呈下降趨勢，在調查結束時果實糖度為 13.2Brix、酸度為 0.43%、糖酸比 28.4。

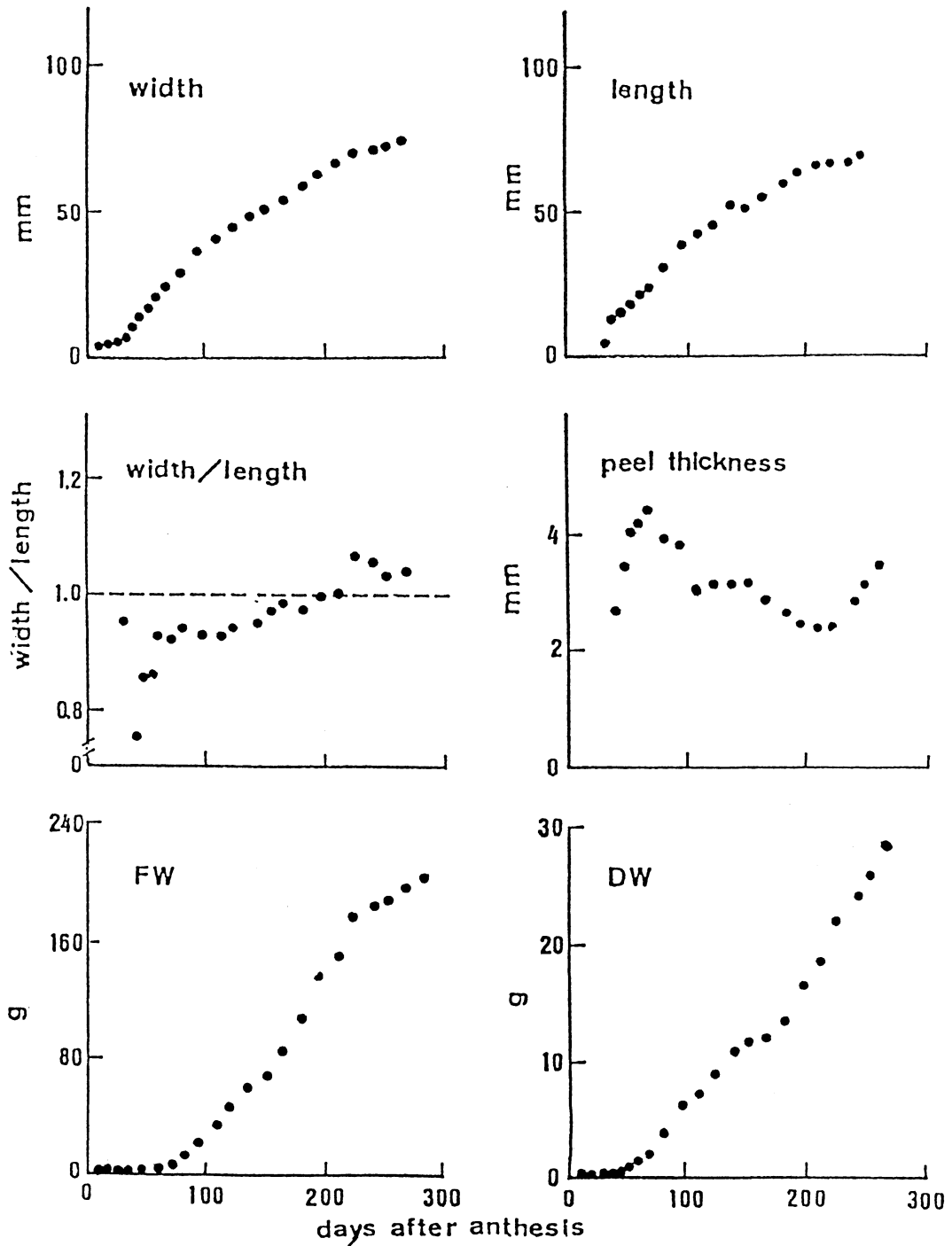


圖 1. 椪柑果實生長發育期間果實橫徑 (Width)，果實高度 (Length)，橫徑和高度比 (Width / Length)，果皮厚度，鮮重 (Fw) 及乾重 (Dw) 之變化。

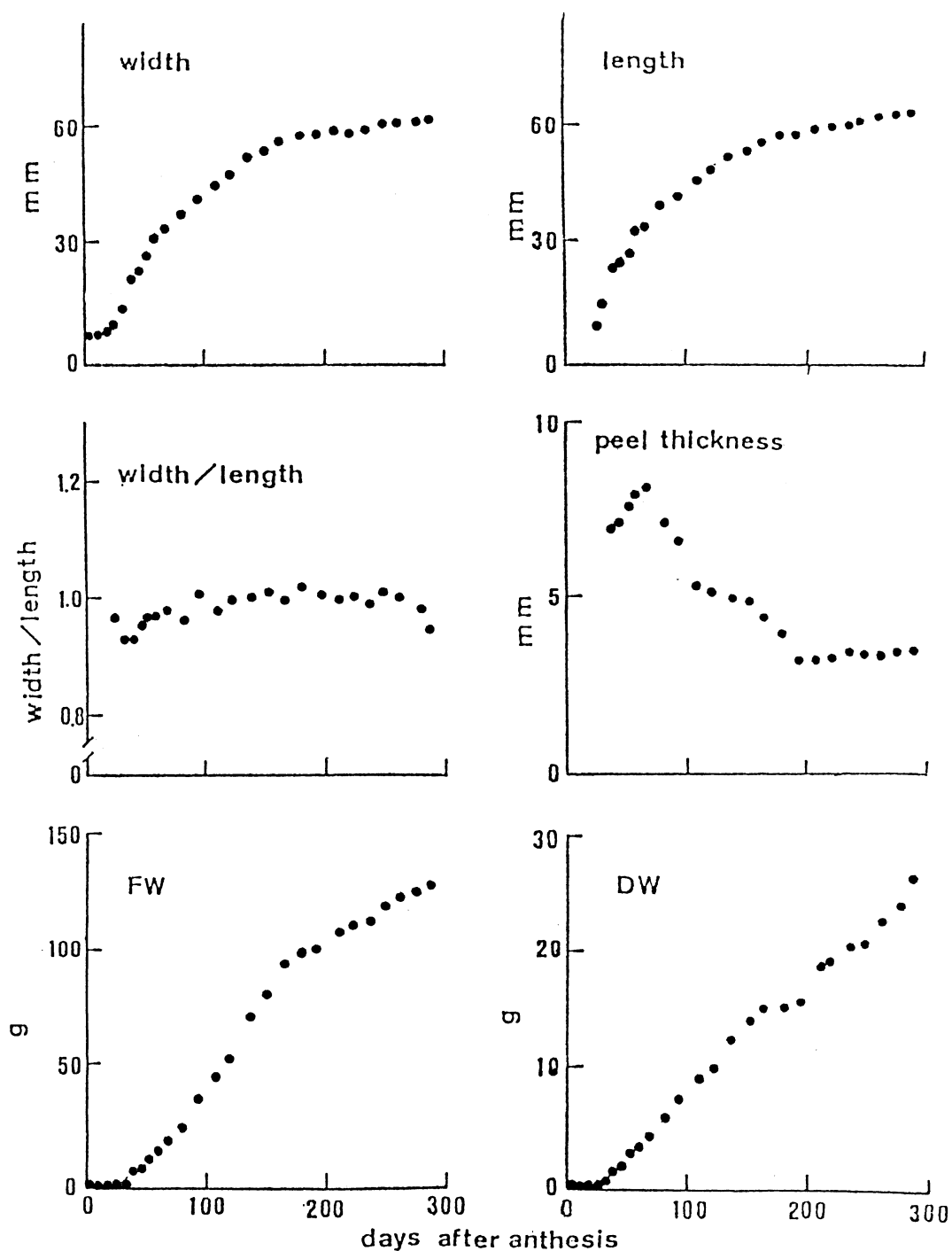


圖2. 柳橙果實生長發育期間果實橫徑 (Width)，果實高度 (Length)，橫徑和高度比 (Width / Length)，果皮厚度，鮮重 (Fw) 及乾重 (Dw) 之變化。

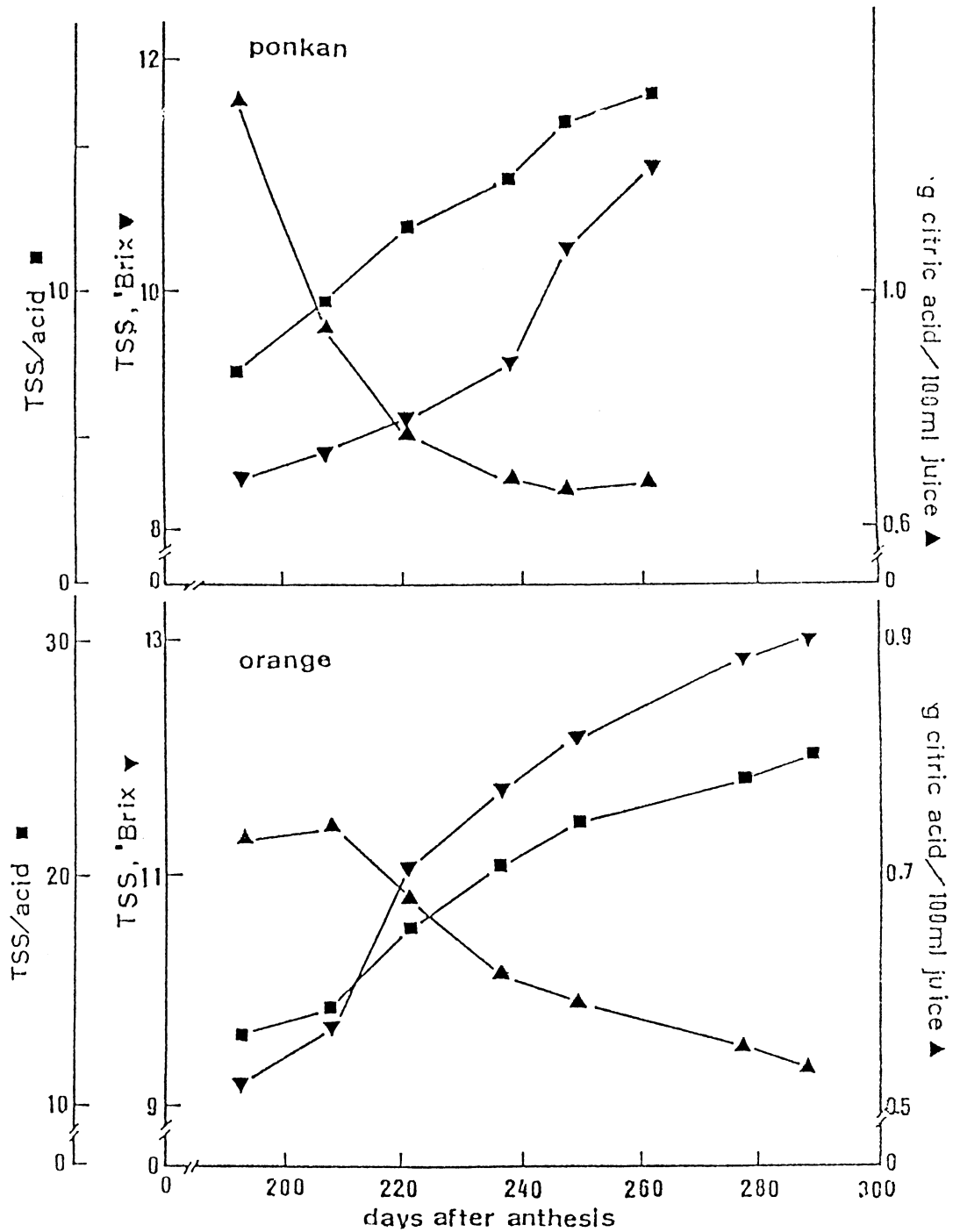


圖3、椪柑及柳橙果汁之可溶性固形物 (Tss)，可滴定酸及糖酸比之變化。

### 參考文獻

1. 杜金池、蕭吉雄。1988。柑橘試驗研究成果專題研討會專集。294頁。台灣省農業試驗所。
2. Ting, S. V and J. A. Attaway 1971 Citrus fruits. in: *The biochemistry of Fruits and Their Products*. Vol. 1 A. C. Hulme ed. pp.107 – 171. A. P. London and New York.
3. Monselise, S. P. 1986 Citrus. In: *CRC Handbook of Fruit Set and Development*" S. P. Monselise ed. pp.87 – 108. CRC Press.
4. Salunkhe, D. K. and B. B. Desai 1986 Citrus. In: *Postharvest Biotechnology of Fruits* D. K. Salunkhe and B. B. Desai ed. pp 5976.

# Studies on Fruit Growth and Development of 'Ponkan' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) and 'Liu-cheng' Orange (*Citrus sinensis* Osbeck)

*Yin-Kang Kuo*<sup>1</sup>, *Ching-Chang Shiesh*<sup>2</sup>, *Tang-Cha Lee*<sup>3</sup>  
and *Ming-Hsiung Leu*<sup>4</sup>

Instructor<sup>1</sup> and Professor<sup>3</sup>, Department of Horticulture

Associate Professor<sup>2</sup>, Department of Agribusiness

Professor<sup>4</sup>, Department of Farm Management

National Chia-Yi Institute of Agriculture

## Summary

The growth curve of 'Ponkan' mandarin and 'Liu-cheng' orange fruits as judged by cumulative fresh weight, dry weight, fruit width and fruit length were of the simple sigmoid type. During the first stages of growth, the peel grows very intensively in thickness and decreases in thickness during cell enlargement period. During maturation period, there is increase in Ponkan peel thickness, no but change in 'Liu-cheng' fruit. We also determined the change of the total soluble solid and titrable acid of juice.

Key words : Ponkan, 'Liu-cheng' orange, Fruit development