

# 果實生長發育與果實品質之改進

顏昌瑞  
嘉義農試分所

林宗賢  
台灣大學

## 摘 要

果實生長之形態,生理及化學變化及其發育模式因果實種類而異,對果實品質之要求亦因而不同。果實本身與環境之變化均影響果實之生長及品質。本文謹就本省果樹果實生長發育與品質相關者試加以探討,並提出問題包括: 1.果實發育時醣與有機酸之代謝及控制因素。 2.荔枝龍眼果實之發育與退甘及無子果生產之可行性。 3.果實水分轉運與果實品質與生理病害之關係。 4.套袋對果實品質之影響。

關鍵字: 果實生長, 果實品質

## 前 言

果實之構造,生長模式因種類而異,果實之大小決定於細胞數目及細胞生長,而細胞分裂之時間長短因果樹種類而不同<sup>(6,5,8)</sup>。果實品質決定於果實生長發育期各種內在及環境因子之交互作用<sup>(8,19)</sup>。各種果實之含醣成分及有機酸成分各異<sup>(13)</sup>,其品質之需求之標準亦不同。於調查單一果實之成分亦顯示,果實內部各區之成分亦有差異<sup>(4)</sup>,如何生產品質齊一之果實為果實栽培管理及果樹生理研究之主題之一。

影響果實生長之因素可歸納為: 1.內在因素:(1)每果細胞數,(2)葉果比及各部位之競爭,(3)貯存養分之供應,(4)種子之有無及分布; 2.環境因素:(1)溫度,(2)水份,(3)光線,(4)風,(5)與其它生物之競爭<sup>(8,19)</sup>。

## 果實生長與品質

### 一、同化物之分配與果實及葉片之競爭

同化物之分配對果樹產量及果實品質有極顯著之影響,同化物之來源主要為光合作用及二氧化碳之暗固定,其產生部位,代謝途徑,及分配均不相同,葉片光合產物傳送至果實為影響果實產量及品質之主要因素,果實暗固定則與有機酸之代謝有關,此於前文已有詳述<sup>(4,8,19)</sup>,化學藥劑處理可改變同化物之分配及果實之品質。

柑橘醣之轉運代謝因果實發育期而異<sup>(4,15)</sup>,來母於果實發育初期,醣代謝相關酵素如 invertase, sucrose synthase 之活性均高,但至後期,於低pH之環境,蔗糖以酸解(acid hydrolysis)為主,雖其量遠低於酵素之作用,但為果實發育後期單醣之主要形成方式<sup>(7)</sup>。

於甜瓜及蕃茄、柑橘等均顯示，酵素包括sucrose phosphate synthase參與蔗糖之蓄積及代謝(11,12,15,17)。

葉於發育初期為Sink，隨葉片開展轉為Source，短枝比長枝更快成為Source，蘋果果實初期發育完全為短果枝葉提供碳水化合物，如部份或完全除去則減少著果。葉發育初期為極大之Sink者，與果實形成競爭，常綠果樹週年有新梢生長，於果實生長期亦然，如荔枝、芒果、柑橘均有此現象，柑橘幼葉為極強之Sink，新葉存在常導致果實發育延遲，其對品質之影響應加以探討，尤其於荔枝、龍眼均少有研究。

## 二、果實之水分轉運

隨者果實之發育，水份進入果實之途徑及量亦改變，果實發育後期韌皮部為水份輸入之主要途徑，由此而影響果實中無機元素之量及品質，鈣進入果實量因而減少，甚而導致對生理病害之感病性；此種水份進入果實影響無機成份之模式及量因品種及植株生育而異，也可能影響品種間對生理病害之敏感性<sup>(8,19,21)</sup>。以蘋果為例，調查Royal Gala及Cox's Orange Pippin二品種果實後期之水份來源，均以自韌皮部為主，韌皮部水源之增加亦稀釋木質部inflow之成份，將導致無機元素之失衡，鉀多，鈣少，木質部outflow（自果實至樹體）於果實發育中期高蒸散作用時尤多，亦影響進出水溶質成份之變化。Cox's Orange Pippin於果實發育後期，水份全自韌皮部，Royal Gala為抗bitter pit品種，Cox's Orange Pippin為易感品種，與水份進入果實之途徑及量有極大之關係<sup>(16)</sup>。

果實水份之轉運遠低於葉，於柑橘類因砂瓢（juice tissues）無維管束組織，水份以擴散方式進入果實<sup>(15)</sup>。甜橙 Shamouti 果實每增加1.7ml，以每株600果計，每日約增加 1 公升之體積，但全株每日用水約70-100公升，其中最多只有10%用於果實蒸散作用。以抗蒸散劑處理使氣孔暫時關閉，可促進果實增大<sup>(20)</sup>，但抑制蒸散作用亦可能使果實更不易獲得水份<sup>(18)</sup>，原因則尚未明瞭。

美國佛羅里達芒果於含氮肥高之土壤易生頂腐病(softnose)，含石灰質土壤則少見，缺鈣可能為形成此一生理病害之主因<sup>(23)</sup>，近年來，本省芒果亦頗有此病之發生，無論愛文、凱特或在來種，均可見，其發生率因品種，地區，年份而異，是否與本省酸性土壤及多施氮肥有關，或受水份進入果實之方式而影響，值得探討。

## 三、荔枝龍眼果實之生長與退甘現象

荔枝龍眼等之小核或無核品種為優良性狀；調查沙坑荔枝之果實生長顯示，大核及小核果實生長極為相近，而小核果之種子較早停止發育外，無論果肉及內含可溶性固形物之發育幾不受種子之影響<sup>(22)</sup>，而生長調節劑之處理已能誘導小核甚至無子果之產生<sup>(2)</sup>，雖然小核形成之機制仍未能明瞭，未來應加強無子果之誘導技術之研究。

調查本省主要龍眼品種粉殼、楊桃葉及十月之果實生長顯示，初期之發育以種子及果皮

爲主，至6月底果肉開始發育，果實可溶性固形物含量分別於8月16日、8月14日及9月24日達到最高之20.8%，18.7%及21.8%，此即爲最適之商業採收期，自此可溶性固形物即逐漸下降，即爲俗稱之“退甘”。如果責任其留於植株，果實仍持續增重，可分別增加42.8%（粉殼），30%（楊桃葉）及6.8%（十月）。楊桃葉果實最大者可達17公克，後期果重之增加主要爲水份之進入果實。甜度降低(退甘)現象於品種間差異極大，比較三品種果實之發育顯示，楊桃葉退甘早且迅速，果實也最大，粉殼次之，十月最慢，至11月可溶性固形物仍可達到15%以上，因此退甘可能與果實後期之果實增大有關，於果穗基部環狀剝傷仍無法阻止退甘，顯示退甘與新梢葉片之競爭可能無關，而爲果實內部本身之因素<sup>(3)</sup>，原因可能有二。(1)即水份進入果實使可溶性固形物含量降低、(2)果實持續生長使可溶性糖轉爲構造型糖。此二者均可於調查品種發生，但其比率因品種而異。

於溫帶果樹之研究顯示果實大小於樹內有極大變異，葉／果比之差異不是影響主因，大果之總乾物量比小果爲多，但乾物量濃度則低於小果，顯示大果爲較多水份進入果實，而果實大小之變異可能爲水份關係而非單純Source—Sink之關係，如比較桃之果實生長，更能證實果實生長賴於水份進入<sup>(8)</sup>。龍眼退甘是否爲水分進入形成大果，進而稀釋糖濃度，尙有待研究。

#### 四、套袋與果實品質

近年來，本省果實套袋日見盛行，無論葡萄、梨、番石榴、香蕉，甚至果皮極厚之柚子，均有套袋之例，套袋雖增加套袋及人工成本，但番石榴套袋顯著改善脆度，芒果早期套袋可減少炭疽病防治之噴藥次數，減少農藥殘留，尤其於葡萄、梨、枇杷等，均有類似效果，並可改進果實品質<sup>(1)</sup>，柑橘類如柚類及葡萄柚之套袋近來頗爲流行，套袋後果實極爲美觀，果實著色較早，較未套袋者著色較佳，似較早熟，但其果實品質則未必符合採收之標準，且柑橘類果實於發育之中後期仍可進行光合作用，雖然其光合產物輸至果肉部份較少，套袋仍可能對品質造成影響，且果實暗固定於不透氣之袋中更加顯著，可能導致果實內部有機酸之增加<sup>(4)</sup>，於溫州蜜柑之研究已顯示，套袋果之蔗糖含量顯著低於未套袋者<sup>(9)</sup>，因此套袋對各類果實之影響值得探討。

#### 參考文獻

1. 楊耀祥 1984 果實套袋技術. 51頁 農委會、農林廳編印。
2. 鄧永興 1988. 玉荷包荔枝穩定生產方法之探討. 國立台灣大學園藝研究所碩士論文, 70頁。
3. 顏昌瑞, 張哲璋 1990. 龍眼果實生長及環狀剝皮對甜度之影響. 中國園藝. 36(4): 299 (79年年會報告摘要).
4. 顏昌瑞, K. E. Koch 1990. 同化物分配及其對果實品質之影響. 於“張林仁主編, 果

園營養與果園土壤管理研討會專集. p23-28. 台中區農改場特刊第20號”。

5. Bollard, E. G. 1970. The physiology and nutrition of developing fruits. in "Hulme, A. C.(ed.) The biochemistry of fruits and their products. Vol. I : 387-425. Academic Press, London".
6. Coombe, B. G. 1976. The development of fleshy fruits. Ann. Rev. Plant Physiol. 27 : 507-28.
7. Echeverria, E. and J. K. Burns 1990. Sucrose breakdown in relation to fruit growth of acid lime ( *Citrus aurantifolia* ) . J. of Exp. Bot. 41(227) : 705-8.
8. Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley & Sons, Inc. 338 pp.
9. Izumi, H., T. Ito, and Y. Yashida 1990. Sugar and ascorbic acid contents of satsuma mandarin fruits harvested from exterior and interior canopy of trees during fruit development. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 58(4) : 877-883.
10. Hewitt, J. D. and M. Marrush 1986. Remobilization of nonstructural carbohydrates from vegetative tissues to fruit in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 : 142-145.
11. Hubbard, N., S. C. Huber, and D. M. Pharr 1989. Sucrose phosphate synthase and acid invertase as determinants of sucrose concentration in developing muskmelon ( *Cucumis melo* L.) fruits. Plant Physiol. 91 : 1527-34.
12. Hubbard, N., D. M. Pharr and S. C. Huber 1990. Sucrose metabolism in ripening muskmelon fruit as affected by leaf area. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(5) : 798-802.
13. Hulme, A. C. 1970. The biochemistry of fruit and their products. Vol. I. Academic Press, London and New York.
14. Kaufmann, M. R. 1970. Water potential components in growing citrus fruits. Plant physiol. 46 : 145-149.
15. Koch, K. E. and W. Avigne 1990. Postphloem Anonvascular transfer in citrus, kinetics, metabolism, and sugar gradients. Plant Physiol. 93:1405-16.
16. Lang, A. 1990. Xylem, phloem and transpiration flows in developing apple fruits. J. Exp. Bot. 41(227) : 645-651.
17. Lowell, C. A., P. T. Tomlinson, and K. E. Koch 1989. Sucrose-metabolizing enzymes in transport tissues and adjacent sink structures in developing citrus fruit. Plant Physiol. 90 : 1394-1402.
18. Mantell, A., E. E. Goldschmidt, and S. P. Monselise 1980. Turnover of

- tritiated water in calamondin plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(5) : 741-744.
19. Ryugo, K. 1988. Fruit culture: its science and art. 344 pp. John Wiley & Sons, Inc.
  20. Uriu, K., D.C. Davenport, and R. M. Hagan 1975. Antitranspirant effects on fruit growth of 'Manzanillo' olive. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(6) : 666-669.
  21. Witney, G. W., P. J. Hofman and B. N. Wolstenholme 1990. Effects of cultivar, tree vigour and fruit position on calcium accumulation in avocado fruits. *Scientia Horticulturae* 44 : 269-278.
  22. Yen, Chung-Ruey. 1984. Growth of seeded and seedless fruits in 'Sah keng' variety lychee. *J. Agric. Res. China* 33(3) : 257-264.
  23. Young, T. W. 1965. Relationship of nitrogen and calcium to "soft-nose" disorder in mango fruits. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 78 : 201-208.

## **Fruit Growth and Improvement of Quality in Fruit Crops**

Chung-Ruey Yen<sup>(1)</sup> and Tzong-Shyan Lin<sup>(2)</sup>

Chia-Yi Agricultural Experiment Station, TARI<sup>(1)</sup>

Department of Horticulture, National Taiwan University<sup>(2)</sup>

### **ABSTRACT**

Morphology, physiology, constituents and growth patterns of fruits are varied with different fruit species. The requirements of quality are also different. The growth and quality of fruit are affected both by fruit itself and environments. Following topics and problems about fruit growth and quality encountering in Taiwan are reviewed and discussed : 1) Sugar and organic acid metabolism and control during fruit development, 2) Fruit development, desweeting, and induction of seedless fruit in litchi and longan , 3) water turnover and its effects on fruit quality, and 4) effects of bagging on fruit quality.

Key words : fruit growth, quality