

鳳梨釋迦在台東地區之果實生長與特性

Characteristics of Growth and Development of Atemoya Fruits in Taitung, Taiwan

江淑雯 盧柏松¹

by

Shu-Wen Chiang and Po-Song Lu¹

關鍵字：鳳梨釋迦、生長曲線、果實品質、種子

Key words: *Annona squamosa* × *A. cherimola*, growth curve, fruit quality, seed

摘要：本研究調查在台東地區 15 年生之鳳梨釋迦冬期果實發育期間果實長、寬度及重量之變化。果實發育曲線呈雙 S 型，自授粉後至第 8 週為快速生長期，第 9-16 週生長遲緩，19 週之後再急遽生長。鳳梨釋迦果實為心臟形，果形指數(長寬比)約為 1.11，果實形狀自幼果期開始即以固定比例成長。果實凸起之鱗目在授粉後第 13 週起逐漸變平，果皮色自果尖開始由綠色轉變為黃綠色，至授粉後第 21 週完全變成黃綠色。種子之發育曲線呈單 S 型，授粉後 5-8 週快速發育，之後重量不再增加。授粉後種子為白色，自第 9 週後逐漸轉為黃褐色，第 15 週近果梗處之種子開始轉為黑色，第 18 週後完全轉為黑色。授粉後 16 週之果實採收後可正常後熟。全可溶性固形物含量在授粉後 19 週達到最高，為 27.6 °Brix，之後不再增加。授粉後第 24 週果實完成發育成熟；此時平均果重達 941.4 g，每果平均種子數 47.5 粒，果肉率 76.0%；其全可溶性固形物含量 24.0 °Brix。

前 言

番荔枝科(Annonaceae)番荔枝屬(*Annona*)中具經濟栽培價值者有番荔枝(*Annona squamosa* L.)、冷子番荔枝(*Annona cherimola* M.)、刺番荔枝(*Annona muricata* L.)及鳳梨釋迦(*Annona squamosa* × *A. cherimola* 或 *A. cherimola* × *A. squamosa* hybrids)等。鳳梨釋迦為冷子番荔枝與番荔枝之雜交種，其親本之一冷子番荔枝原產於南美秘魯及厄瓜多爾等海拔 1,500-2,000 m 之安地列斯山；另一親本番荔枝原產於熱帶美洲，廣泛分布於熱帶及亞熱帶地區。鳳梨釋迦之生長發育、風土適應性，及開花著果等習性介於兩親本之間，因其果實略帶鳳梨似之酸甜滋味，俗稱鳳梨釋迦(江與盧，2010)。

番荔枝(Pal and Kumar, 1995)與刺番荔枝(Worrell *et al.*, 1994)果實生長曲線呈雙 S 型，而冷子番荔枝果實較為特殊，Thakur 和 Singh (1965)認為其生長曲線為單 S 型，但 González 等人(2006)則認為呈雙 S 型。一般而言，雙 S 型果實在發育過程中有兩次快速生長期，中間一段緩慢生長期，係種子生長

¹ 行政院農業委員會臺東區農業改良場斑鳩分場助理研究員(通訊作者)及研究員兼斑鳩分場分場長。Assistant Researcher (corresponding author, 910@mail.ttdares.gov.tw), Researcher and Chief of Banjiou Branch Station at Taitung DARES, COA.

² 本文於民國九十九年十月十一日收到。民國一〇〇年三月一日接受刊登。Received for publication: 11 Oct., 2010. Accepted for publication: 1 Mar., 2011.

發育及硬實的階段(Barbera *et al.*, 1992)。冷子番荔枝果實生長發育受到溫度影響，栽植在日/夜溫度 30/25℃ 下，其果實發育日數，較在 20/15℃ 下為多，且其緩慢生長期較長(Higuchi *et al.*, 1998)。

番荔枝果實採收適期，通常以鱗溝開裂為判斷之基準，惟鳳梨釋迦無明顯之鱗溝，且外觀色澤較少變化不易判別，因此採收適期難以正確掌握。目前臺灣有關鳳梨釋迦果實發育性狀之資料仍少，本試驗之目的在探討鳳梨釋迦果實發育期間果實性狀之變化，調查其發育過程中果實形態及品質等，提供栽培者判定採收適期之參考。

材料與方法

一、試驗材料與取樣方法

本分場(臺東區農業改良場斑鳩分場)種植之 15 年生‘Gefner’品種鳳梨釋迦。為確保果型完整，於 2009 年 10 月 7 日進行人工授粉，授粉後每株留 30 粒果形完整之果實，單株為一重複，8 重複，共計 8 株。每週每株逢機摘取一顆果實，進行果實性狀之調查分析。試驗採完全逢機設計(Completely randomized design, CRD)，單株為 1 重複，計 8 重複。

二、調查項目與調查方法

(一) 果實生長期間生長曲線之變化

果實生長曲線之測定是人工授粉後每週以游標卡尺(Digimatic caliper, Model CD-8", Mitytoyo)連續測量果實長度與寬度變化，果長為果頂至果實基部(果柄)的距離，果寬為果實最寬部位兩個測量點距離之平均值；果形指數(Fruit shape index)為果長除以果寬之商數。果實採收後以電子天秤測量果實重量，得果實重量變化曲線。

(二) 種子生長期間外觀之變化

果實採收後將其剖面觀察種子外觀變化，計算種子數目並以電子天秤測量種子重，將所得之進行計算而獲得單粒種子重。種子大小是以游標卡尺測量種子長度、寬度及厚度。

(三) 果實採收後品質之變化

果實品質的測定係採收後待其後熟再進行，軟熟天數為果實採收後，放置室溫中自然軟熟且達可食用程度，其所需之日數。果肉率(%)計算以果重扣除果皮重與種子重為分子，果重為分母進行之百分率。果肉取上、中、下三個點壓汁過濾後，取一滴果汁置於數字式折射儀(Palette PR-32 α , Atago)測其全可溶性固形物(Total soluble solid)含量，取其平均值單位以 $^{\circ}$ Brix 表示。維生素 C 含量(Ascorbic acid content)測定取果實中間果肉壓汁，用 Merck 維生素 C 試紙條放置果汁內，後以反射式光度計(Reflectoquant® Plus)讀取數值。

(四) 氣象資料收集

試驗期間之氣象資料收集採用臺東區農業改良場斑鳩分場內農業一級氣象觀測站之紀錄。

三、統計分析

各試驗所得數據以平均值 \pm SE 表示。

結 果

試驗期間溫度變化如圖 1 所示。

一、鳳梨釋迦果實外觀之發育變化

鳳梨釋迦人工授粉後，其果實長度及寬度之發育情形(圖 2A、2B)，果實發育初期(授粉後 1-7 週)發育快速，果實長度約 0.6 cm 到 6.7 cm；授粉後 8-15 週生長較為遲緩，15 週之後果實長度再急遽生

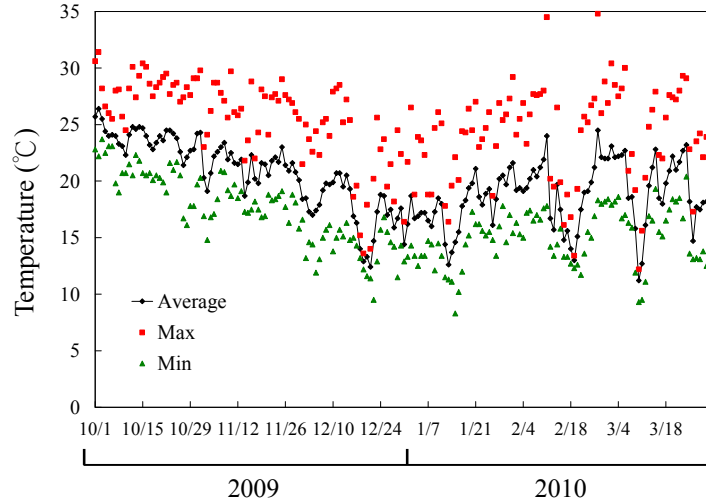


圖 1. 鳳梨釋迦果實生育期間每日之溫度變化。(試驗期間自 2009 年 10 月 7 日至 2010 年 3 月 25 日)
 Fig. 1. Daily average temperatures during the experiment of Atemoya fruit growth and development at Banjiou. (October 7, 2009 to March 25, 2010.)

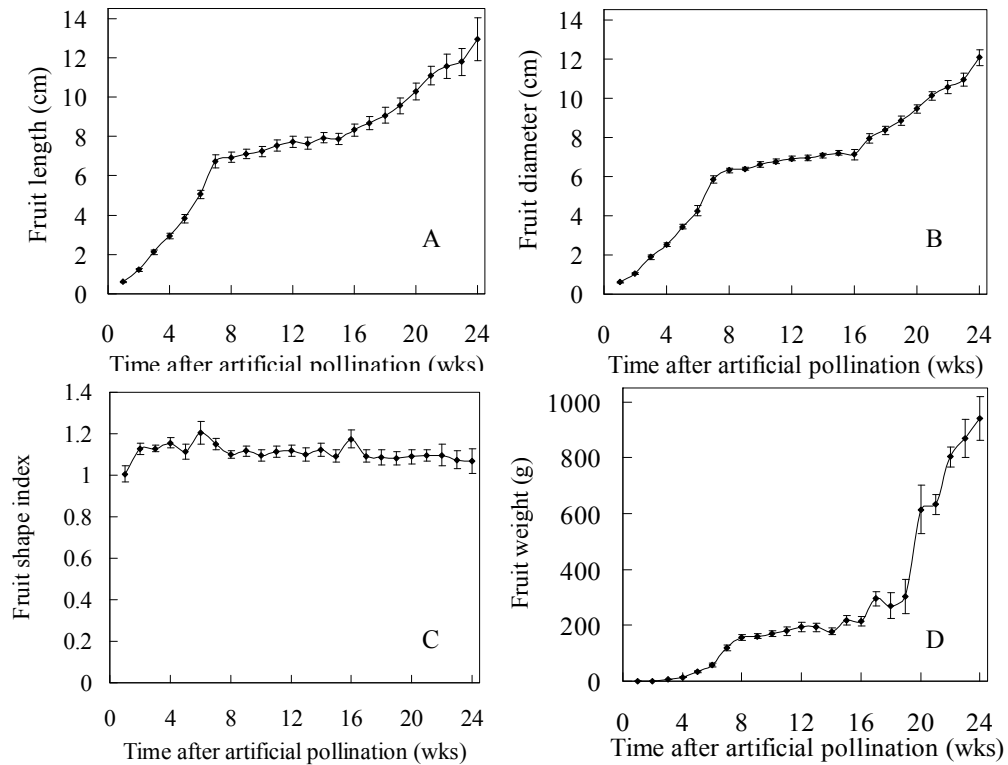


圖 2. 鳳梨釋迦生長期間果實長度(A)，果實寬度 (B)，果型指數(C)和果實重量(D)之變化。(數值代表平均值+樣品平均值的標準誤差)
 Fig. 2. Changes in fruit length (A), fruit width (B), fruit shape index (C), and fruit weight (D) of Atemoya during fruit growth and development. Vertical bars represent \pm SE of means (n=8).

長，果實長度達 12.9 cm。果實寬度之發育亦有相同趨勢，授粉後到第 8 週為急遽生長期(第 I 期)，第 9-16 週為生長停滯期(第 II 期)，之後再快速發育(第 III 期)。鳳梨釋迦之果形指數第 1 週平均為 1.00，第二週後約為 1.12 (圖 2C)，果實呈心臟形，之後各生長期間指數維持約 1.11。果實重量之變化(圖 2D)，亦顯示果實發育初期(授粉後 1-8 週)生長快速，果重達 156.1 g；第 9-16 週生長停滯，到第 16 週果實平均重量為 213.9 g，第 19 週之後又開始快速生長，果實完熟時果重達 941.4 g。鳳梨釋迦果皮色之變化(圖 3)，幼果期果目明顯凸起，果皮色為綠色。人工授粉後第 13 週之後果目漸平，果皮色自果尖開始由綠色逐漸轉為黃綠色，至第 21 週完全轉變呈黃綠色。

二、鳳梨釋迦果實種子之發育

鳳梨釋迦果實平均含 46.4 粒種子，種子重量約佔果重的 3.9%，平均單粒種子重為 0.5 g。種子之發育曲線為單 S 型，在授粉後至第 8 週重量急遽增加(圖 4A)。授粉後第 8 週即達 0.5 g，種子之長度、寬度及厚度分別為 16.5 mm、8.8 mm 及 6.5 mm (圖 4B)，之後生長漸趨平緩，大小及重量變化不明顯。種子顏色在授粉後 1-8 週為乳白色，第 9 週轉變為黃褐色，至第 15 週後加深轉變為黑色，至第 18 週全部轉變為黑色(圖 5)。另外，觀察鳳梨釋迦果實內種子顏色之變化與位置之關係，發現授粉後第 8 週種子顏色為淡黃色，靠近果梗處色澤較深，果實頂部之種子色澤較淡；授粉後 15 週，位於果梗附近之種子先轉變為黑褐色(圖 5)，顯示種子由近果梗處先成熟。

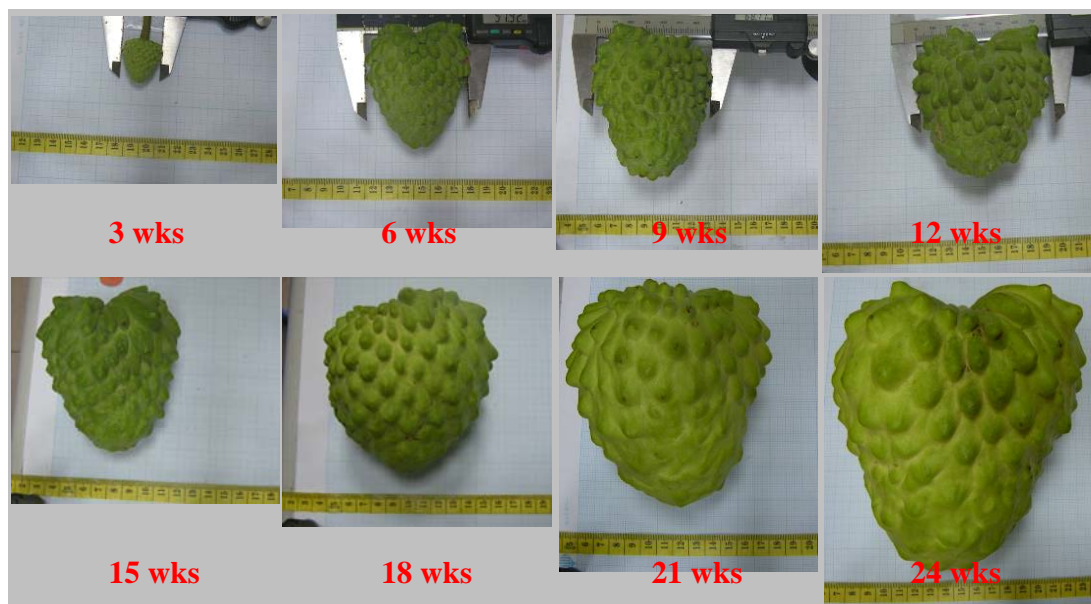


圖 3. 鳳梨釋迦不同生長階段之果實外觀變化。

Fig. 3. Atemoya fruit appearance at different growth stages (weeks after pollination).

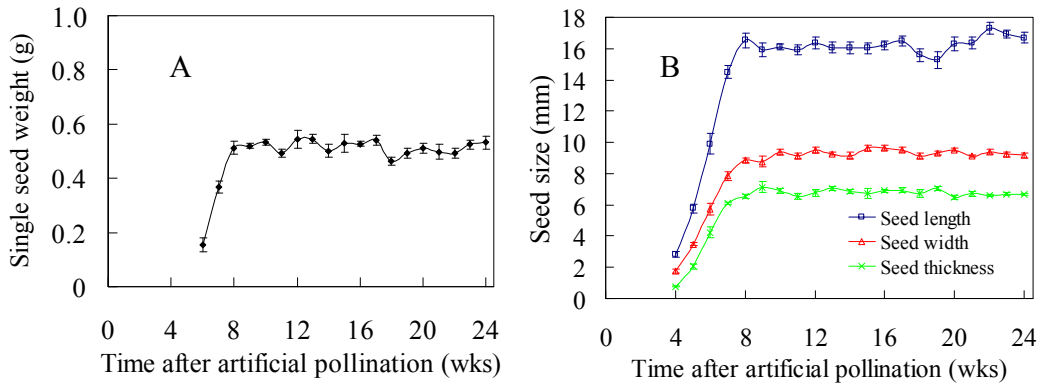


圖 4. 鳳梨釋迦生長期間果實內單粒種子重(A)和種子大小(B)之變化。(數值代表平均值+樣品平均值的標準誤差)

Fig. 4. Changes in single seed weight (A) and seed size (B) of Atemoya during fruit growth and development. Vertical bars represent \pm SE of means (n=8).

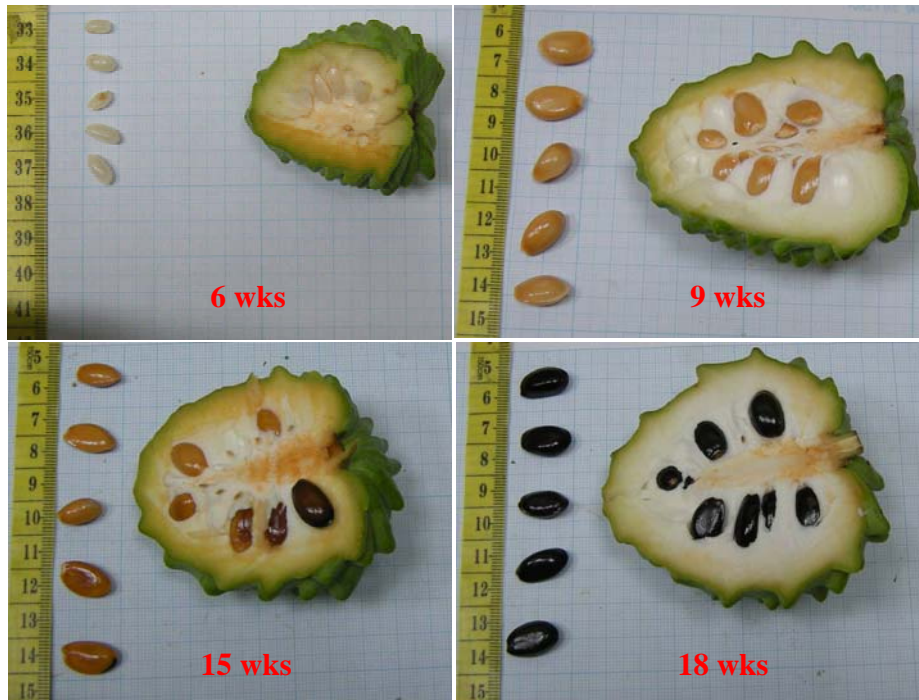


圖 5. 鳳梨釋迦不同生長階段之果實縱剖面圖。

Fig. 5. Longitudinal section profile of atemoya fruit at different growth stages (weeks after pollination).

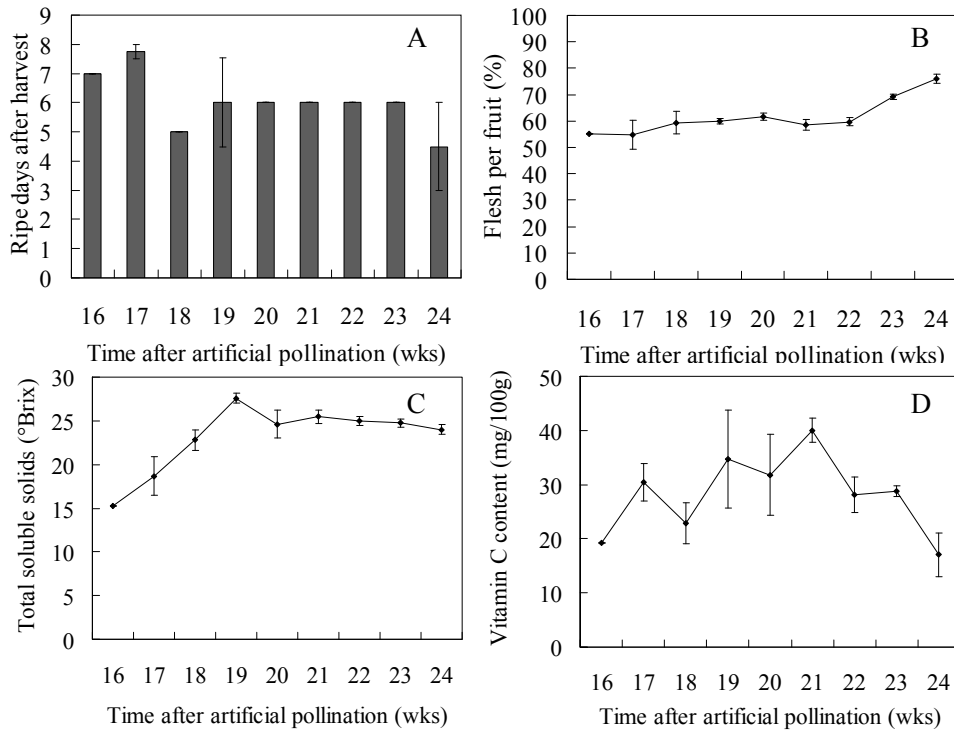


圖 6. 鳳梨釋迦生長期間果實後熟天數(A), 果肉率(B), 全可溶性固形物(C)和維生素 C 含量(D)之變化。(數值代表平均值+樣品平均值的標準誤差)

Fig. 6. Changes in fruit ripe time (A), flesh per fruit (B), total soluble solids (C), and vitamin C content (D) of Atemoya during fruit growth and development. Vertical bars represent \pm SE of means (n=8).

三、鳳梨釋迦果實品質之發育變化

鳳梨釋迦果實在授粉 16 週後採收可正常後熟(圖 6A), 亦即人工授粉至可採收至少需經 112 天; 授粉後 16-24 週之果實採收後平均 6 天即軟熟, 至第 25 週即大量落果, 顯示果實於授粉 24 週後達完熟期。授粉後 16 週果肉率約 55.0%, 17-22 週變化不大, 而後 23 週時持續增加, 至 24 週果肉比率達 76.0% (圖 6B)。授粉後 16 週之果實雖可軟熟, 但果肉之全可溶性固形物含量僅 15.2 °Brix(圖 6C)。隨著果實生育日數之增加, 全可溶性固形物含量亦逐漸增加, 至第 19 週即可達到最高, 為 27.6 °Brix, 之後略為降低且不再增加。授粉後 16-24 週之軟熟鳳梨釋迦果實維生素 C 含量變化(圖 6D), 其每百公克維生素 C 含量約 20-40 mg。

討 論

本試驗之鳳梨釋迦果實生育期間, 自 2009 年 10 月 7 日至 2010 年 3 月 25 日之氣溫變化(圖 1), 其月平均溫度分別為 2009 年 10 月之 23.9°C, 11 月之 21.4°C, 12 月之 17.4°C, 2010 年 1 月之 17.7°C, 2 月之 19.1°C, 3 月之 19.5°C。顯示鳳梨釋迦果實在人工授粉後 1-8 週, 環境溫度雖逐漸降低, 但平均溫度仍維持 20°C 以上, 果實生長發育快速; 12 月至翌年 1 月之間(人工授粉後 9-16 週)平均氣溫降至

20°C 以下，且該期間遭遇兩次寒流，溫度均低於 10°C，分別為 12 月 22 日之 9.5°C 及 1 月 15 日之 8.3°C。2~3 月(授粉 16-24 週)時，溫度緩慢回升至 19°C 以上，果實後期隨即呈現快速生長情形。

一般而言，果實生長曲線大致可分為單 S 型、雙 S 型及三 S 型。本試驗研究之鳳梨釋迦果實生長曲線，其果實長度、寬度及重量皆呈雙 S 型生長(圖 2)，與冷子番荔枝(González *et al.*, 2006; Higuchi *et al.*, 1998; Saavedra, 1979)、番荔枝(Pal and Kumar, 1995)、刺番荔枝(Worrell *et al.*, 1994)等之果實生長情形相似。鳳梨釋迦果實發育可分為三個時期，初期為快速生長期，果實於授粉後快速細胞分裂促使其不斷生長；中期種子開始轉色時，可能因養分競爭關係，使果實生長速度變緩，又值 12 月至翌年 1 月，溫度較低(平均溫度約 17.6°C)，導致生長停滯期需要 8 個禮拜；後期溫度逐漸回升後，果實又迅速生長。

果形受果樹種類、品種、種子數，以及環境等因素影響(Westwood, 1961)。以蘋果為例，果實生長初期以縱軸生長較盛，後期則為橫軸生長為主。本試驗結果顯示，鳳梨釋迦果實形狀呈心臟型(圖 3)，且果形在生長初期即以固定比例成長至成熟為止。鳳梨釋迦果實在生長過程之果皮顏色變化不明顯。前人研究亦顯示冷子番荔枝果實生長與發育期間顏色變化不甚明顯，果皮顏色之 L*值及 C*值在生長發育期間僅緩慢增加(Berger and Galletti, 2005)。

Ryugo (1992)指出，要準確評估果實採收期，可用積熱之計算方式預測。果實積熱為果實自發育至成熟所需之熱單位。熱單位(heat units)是一種結合溫度與時間二種因子的度量單位，計算方式為每日平均溫度減去臨界溫度(base temperature)之所得值，逐日累加總和，以°C d(degree-days)表示。George 和 Nissen (1985)表示，適合鳳梨釋迦植株生長之平均最低溫為 10-20°C，平均最高溫為 22-32°C；適合果實成熟之平均最低溫為 13-17°C，平均最高溫為 22-26°C。因此本試驗以 13°C 為鳳梨釋迦果實發育之臨界溫度，計算其積熱單位(summation of heat units)，並推估所需熱積溫為 1272.9°C d，適合作為鳳梨釋迦採收期之參考。另因溫度會影響果實之生育，冷子番荔枝在日/夜溫 30/25°C 溫度下(溫室栽培)，果實生長緩慢且成熟期變長，亦即顯示生長曲線之第二階段(Stage II)長短受溫度影響(Higuchi *et al.*, 1998)。其他水果如葡萄(Andrew *et al.*, 1980)與柿子(Zheng *et al.*, 1990)等也有相同情形。

鳳梨釋迦種子之生長曲線為單 S 型，種子於初期(授粉後 1-7 週)重量增加，至第 8 週後(此時果實生長進入遲滯期)即不再增加(圖 4)。Saavedra (1979)指出，冷子番荔枝種子在果實發育第二階段中沒有發揮作用，意指當果實發育遲滯時種子亦無增長。本研究觀察在果實發育遲滯期，種子大小雖無明顯變化，但卻為顏色轉換期(圖 5)，表示此階段種子仍在持續發育，又此時氣溫偏低，因此推測養分之供應，應先予種子成熟所需。授粉後第 15 週，種子顏色加深並開始轉變為黑色，至第 18 週，完全轉為黑色，亦表示鳳梨釋迦種子在授粉後第 18 週才完全發育成熟。

本試驗顯示，鳳梨釋迦果實成熟度，授粉後 1-15 週採收之果實在常溫定無法正常軟熟，僅授粉後 112 天以上之果實才可正常軟熟(圖 6)，李與楊(2004)指出，不同生育日數(授粉後 120-160 日)採收之果實，其軟熟時間僅有 1-2 日之差異，與本試驗結果相符。鳳梨釋迦採收後至可食用階段平均需 6 天之後熟，此結果亦與 Will 等(1984)、Batten (1990)和 Paull (1996)之研究結果相似。鳳梨釋迦果肉之全可溶性固形物含量平均在 24.9°Brix (圖 6)，此與 Higuchi 等(1998)研究之結果一致。而每 100 g 果肉維生素 C 含量約 20-40 mg，亦與於 Will 等(1984)之報告(每 100 g 果肉含 43 mg)相似。

探討鳳梨釋迦果實生長發育之變化，果實大小(圖 2)及種子(圖 5)在授粉後第 8 週，其生長曲線均有一明顯轉折點。推測此時因氣溫較低，且植株養分轉為供應種子成熟發育為主，使種子由乳白色轉變為黃褐色至黑褐色。又鳳梨釋迦之果實大小(圖 2)、種子顏色(圖 5)與果實內容物(圖 6)在授粉後 16 週，均有第二個明顯轉折點，顯示鳳梨釋迦在授粉後 16 週(112 天)為果實進入成熟之關鍵期，此時氣

溫逐漸回升且種子開始轉變為黑色，因此果實採收後也可以正常後熟；18週之後，果實快速生長，果實重量(圖 2)不斷增加，主因即為氣溫逐漸回升且種子發育成熟，養分全部轉為供給果實肥大之故。

致 謝

本研究承蒙洪于琇、楊華琳、謝逸芝、林彥谷、吳銘貴等人協助田間人工授粉及試驗調查，謹致謝忱。

參考文獻

1. 江淑雯、盧柏松. 2010. 番荔枝屬引進品種介紹. 臺東區農業專訊 72:4-8.
Chiang, S.W. and P.S. Lu. Introduction of imported *Annona* varieties. Taitung Agr. Commun. Mag. 72:4-8.
2. 李建勳、楊正山. 2004. 鳳梨釋迦果實保鮮技術之研究. 行政院農業委員會臺東區農業改良場研究彙報 15:29-40.
Lee, C.S. and C.S. Yang. 2004. Study on the preservation technology of Atemoya fruits (*Annona cherimola* Mill. × *A. squamosa* L.). Res. Bul. Taitung District Agr. Res. Ext. Sta. 15:29-40.
3. 新居直祐. 1989. 果樹・果実の形態機構と発育. 農業および園藝 64: 877-882
Nii, N.S. 1989. Fruit trees, organization and development of fruit shape. Agr. Hort. 64:877-882.
4. Andrew, J., G. Pirie, and M.G. Mullins. 1980. Concentration of phenolics in the skin of grape berries during fruit development and ripening. Amer. J. Enol. Viticult. 3:34-36.
5. Barbera, G., F. Carimi, P. Inglese, and M. Panno. 1992. Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. J. Hort. Sci. 67:307-312.
6. Batten, D.J. 1990. Effect of temperature on ripening and postharvest life of fruit of atemoya (*Annona cherimola* Mill. × *A. squamosa* L.) cv. African Pride. Scientia Hort. 45:129-136.
7. Berger, H. and L. Galleti. 2005. Color as a harvest index for cherimoya. Acta Hort. 682:1471-1474.
8. Cautín, R. and M. Agustí. 2005. Phenological growth stages of the cherimoya tree (*Annona cherimola* Mill.). Scientia Hort. 105:491-497.
9. George, A.P. and R.J. Nissen 1985. The custard apple. Aust. Hort. 83:100-111.
10. González, M., E. Baeza, J.L. Lao, and J. Cuevas. 2006. Pollen load affects fruit set, size, and shape in cherimoya. Scientia Hort. 110:51-56.
11. Grossberger, D. 1999. The California Cherimoya industry. Acta. Hort. 497:119-142.
12. Higuchi, H., N. Utsunomiyama, and T. Sakuratani. 1998. High temperature effects on cherimoya fruit set, growth and development under greenhouse conditions. Scientia Hort. 77:23-31.
13. Pal, D.K. and P.S. Kumar. 1995. Changes in the physico-chemical and biochemical compositions of custard apple (*Annona squamosa* L.) fruits during growth, development and ripening. J. Hort. Sci. 70:569-572.
14. Paull, R.E. 1996. Postharvest atemoya fruit splitting during ripening. Postharvest Biol. Technol. 8:329-334.

15. Ryugo, K. 1988. Fruit culture: Its science and art. John Wiley & Sons, New York. p. 116.
16. Saavedra, E. 1979. Set and growth of *Annona cherimola* Mill. fruit obtained by hand-pollination and chemical treatments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:668-673.
17. Thakur, D.R. and R.N. Singh. 1965. Studies on floral biology of *Annonas*. Indian J. Hort. 23:238-252.
18. Westwood, M.N. 1961. Seasonal changes in specific gravity and shape of apple, pear, and peach fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80:90-96.
19. Wills, R.B.H., A. Poi, H. Greenfield, and C.J. Rigney. 1984. Postharvest changes in fruit composition of *Annona atemoya* during ripening and effect of storage temperature on ripening. HortScience 19:96-97.
20. Worrell, D.B., C.M.S. Carrington, and D.J. Huber. 1994. Growth, maturation, and ripening of soursop (*Annona muricata* L.) fruit. Scientia Hort. 57:7-15.
21. Zheng, G.H., S. Taira, K. Yonemori, and A. Sugiura. 1990. Fruit growth and ripening of Japanese persimmons (*Diospyros kaki* Thunb.) grown at two locations with different temperature conditions. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 59:471-477.

Abstract

Fruit characteristics of 15-year-old Atemoya (*Annona squamosa* × *A. cherimola* or *A. cherimola* × *A. squamosa* hybrids) during growth and maturation under natural conditions of Taitung, Taiwan were studied. The growth curve of atemoya fruit was double sigmoid. The fruit had a slow growth period (from 9 to 16 weeks after pollination) between two rapid growth periods, i.e. 1 to 8 weeks and 16 to 24 weeks after pollination. Atemoya fruit shape index was 1.11. The fruit shape remained fairly constant during the early growth period. The color of fruit changed from green to yellow-green at 13 weeks after pollination. Atemoya seed increased in weight in a manner of single sigmoid curve, having a rapid increase period between 5 to 8 weeks after pollination. Young white seeds began to turn brown at 9 weeks, then to turn black at 15 weeks, and finally became deep black at 18 weeks after pollination. Atemoya fruit harvested at 16 weeks after pollination could ripen normally. The fruit harvested at 19 weeks after pollination had the highest total soluble solids content of 27.6 °Brix. The fruit harvested at 24 weeks after pollination had an average weight of 941.4 grams, seed number of 47.5, flesh ratio of 76.0%, and total soluble solids content of 24.0 °Brix.

