

蓮霧果實之生長

羅惠萍¹⁾ 賴榮茂²⁾ 陳京城³⁾ 楊耀祥⁴⁾

關鍵字：季節、花托、果肉細胞

摘要：為探討粉紅種及大果種蓮霧果實之生長，本研究以 6 年生樹為材料，調查春果及冬果之果實生長。由調查結果得知，春果及冬果之鮮重、體積、果長、果寬、海綿組織之長度與寬度、空腔之長度與寬度等生長曲線皆呈單 S 型。粉紅種及大果種春果的生長時間均需 9 週達到採收成熟度，而冬果則分別需時 10 週及 13 週。大果種之果重、海綿組織及空腔大小均較粉紅種大。兩品種的冬果形狀呈長鐘形，春果形狀呈短鐘形。果實之細胞分裂多在花蕾期間進行，於滿花前 1 週即停止分裂。大果種之果肉細胞層數較粉紅種多，但細胞較小近方形。冬果之果肉細胞較春果小，但細胞層數較春果多。

前 言

蓮霧(*Syzygium samarangense* Merr. & Perry)屬桃金娘科，原產馬來半島，17 世紀由荷蘭人自印尼引進台灣栽培。目前台灣栽培面積為 7,031 公頃，高屏地區佔 89%，以粉紅種及大果種為主要經濟品種。其產期經調節後於 10 月至翌年 6 月之間，其中以生產冬季果實佔較大部份，但春季及夏季果實亦不少(李，1997)。蓮霧果實之生長常因品種及生長季節之不同而有所差異，果實品質亦受影響，例如裂果之發生，不但使其品質低落，且有礙市場通路。目前已發表有關蓮霧果實生長之研究，有粉紅種(許等，1998)及人工雜交育成之新品種(廖及顏，2006)之報告。另外有以溫控方式對粉紅種蓮霧果實特徵影響之研究(潘，2002)，但有關不同季節及不同品種果實生長差異及其生長期間果肉細胞生長之變化

-
- 1) 國立中興大學園藝學系博士班研究生。
 - 2) 高雄區農業改良場副研究員。
 - 3) 國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。
 - 4) 國立中興大學園藝學系教授

則尚未報告。本研究的主要目的為調查比較粉紅種及大果種蓮霧在不同季節之果實生長差異。

材料及方法

一、果實之生長

(一)、試驗材料

本研究於民國 92-93 年間，於台南縣南化鄉廖駿賢先生之蓮霧園，以 6 年生粉紅種及大果種植株生長之春果(5 月採收)及冬果(2 月採收)為調查對象。開花期標定花期一致之花朵，於滿花後 1 週開始至果實紅頭成熟，每週調查 1 次，每次採大小相近之果實 5 串，每串 5 個果實。

(二)、調查項目及方法

1. 果重：利用電子天秤秤量果實之重量。
2. 果實體積：果實之體積以浮力法測量。
3. 果長、果寬、海綿組織及空腔之長寬等：利用電子游標尺測量(圖 1)。海綿組織不含寬度。

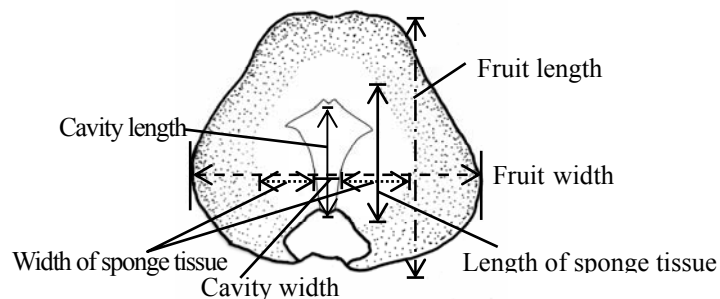


圖 1. 蓮霧果實測量各部位之縱切面

Fig.1. Longitudinal section of waxapple fruit.

二、果實之細胞變化

(一)、試驗材料

1. 花托

蓮霧果實主要由花托發育形成。本試驗於民國 93 年於上述果園選擇兩品種春果的花蕾為調查對象。在花蕾形成後，分別於 2 月~3 月採取滿花前 23 天、16 天、7 天及 1 天之花蕾，每次採取大小相近的花蕾 3 朵，作為花托細胞調查之用。

2. 果肉

同一、果實之生長試驗材料。

(二)、調查項目及方法

取花托及果實接近果蒂之部位，將細胞分為內層及外層(圖 2)，調查組織內層及外層的細胞層數及大小。將縱切的花蕾及果肉以 FAA 液(Formalin, Alcohol, Acetic acid)固定之後，將整粒花托或果肉以 3 秒膠粘著於緩衝液盤上，待材料粘著固定後再注入緩衝液(蒸餾水)，利用 Microslicer DTK-1000 非凍結式切片機，將材料切成 15~20 μm 厚，再進行染色及脫水，依序以二甲苯及無水酒精混合液(1:1)、無水酒精、95% 酒精、85% 酒精、70% 酒精及 50% 酒精分別浸泡 5~10 分鐘，並以 1% Safranin 50% 酒精溶液浸泡 2~4 小時。再以蒸餾水洗去多餘染劑後再依序以 50% 酒精、70% 酒精、85% 酒精、95% 酒精、0.5% Fast green 95% 酒精溶液(10~20 秒)、無水酒精及二甲苯與無水酒精混合液(1:1)分別浸泡 5~10 分鐘，最後以二甲苯浸泡 10 分鐘。最後以加拿大樹膠封片，製成永久片，置於顯微鏡下調查細胞層數及大小。

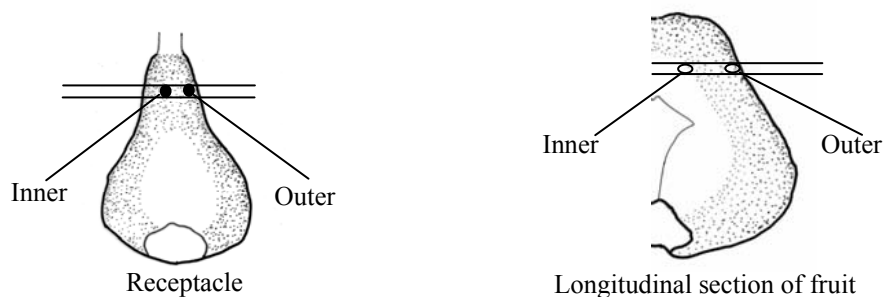


圖 2. 調查之花托及果肉組織的位置

Fig. 2. Receptacle and flesh cell position of observed tissues.

結 果

一、果實之生長

(一)、果重

粉紅種及大果種春果鮮重之變化如圖 3A 所示，果重於滿花後 4 至 7 週間急速增加，兩品種自滿花至果實成熟所需的時間皆為 9 週，其成熟果實之平均鮮重分別為 127g 及 150g。粉紅種及大果種冬果鮮重之變化如圖 3B 所示，粉紅種果實於滿花後 1 至 7 週生長發育緩慢，而於滿花後 7 至 10 週間之生長速率急速增加，滿花後 13 週成熟果實平均鮮重為 110g。大果種果實於滿花後 1 至 5 週間生長發育較緩慢，而於滿花後 10 週成熟，平均

果實鮮重達 137 g。粉紅種果實初期發育所需的時間較大果種長，且果實生長周期亦較長。而大果種果實的快速生長期則較粉紅種早，果實的生長周期亦明顯比粉紅種短。兩個品種之春果鮮重均大於冬果，春果生長所需時間也較冬果短。

(二)、果實體積

粉紅種及大果種春果體積，於滿花後4至7週間急速增加，其中大果種平均體積由19cm³增加至146 cm³ (圖4A)。粉紅種冬果體積於滿花後1至7週間之變化不大，而果實成熟時平均為123 cm³。大果種冬果體積於滿花後1至5週間之變化不大，之後快速增加，於採收時平均達149 cm³ (圖4B)。兩個品種之春果體積均大於冬果。

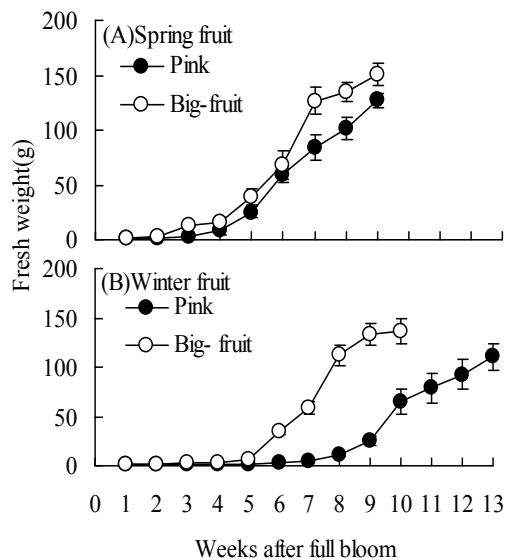


圖 3.粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間鮮重之變化

Fig. 3. Changes in fresh weight of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

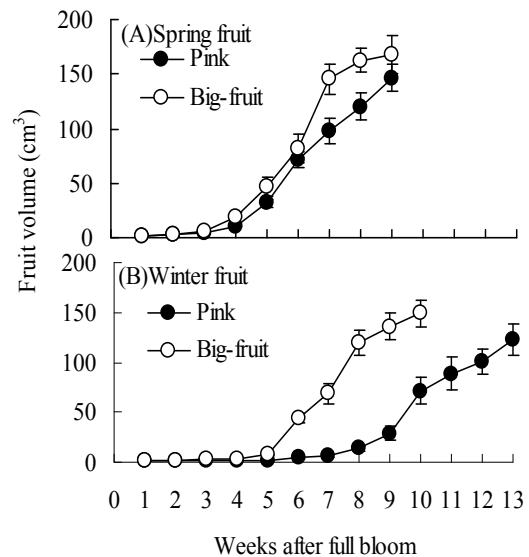


圖 4. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間體積之變化

Fig. 4. Changes in fruit volume of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples during development.

(三)、果實長寬

粉紅種及大果種春果果長之變化情形如圖 5A 所示，粉紅種之果長於滿花後 1 至 5 週間有些微變化，果長於果實成熟時達 66 mm。大果種春果之果長於滿花後 1 至 3 週間之變化小，但於滿花後 5 至 7 週間逐漸增加，採收時達 68 mm。粉紅種及大果種冬果果長之變化情形如圖 5B 所示，粉紅種之果實發育初期變化較緩慢，於滿花後 8 週增加速率加快，於滿花後 13 週其果長為 64 mm。大果種冬果之果長於滿花後 1 至 6 週間之變化小，之後

快速增加，滿花後 10 週果實成熟時達 64 mm。

粉紅種及大果種春果果寬於發育初期變化較緩慢，滿花後3週隨著週數的增加，果寬亦隨之增加(圖6A)。粉紅種冬果果寬於果實發育初期變化較緩慢，滿花後7週增加速率加快，在果實成熟時達49mm。大果種則自滿花後5週快速增加，果實成熟時57 mm (圖6B)。春、冬兩季果實寬度之生長以春果較快。

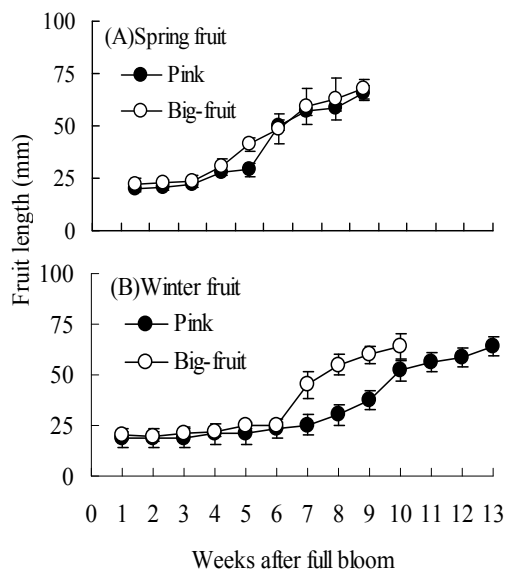


圖 5. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間果長之變化

Fig. 5. Changes in fruit length of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples during development.

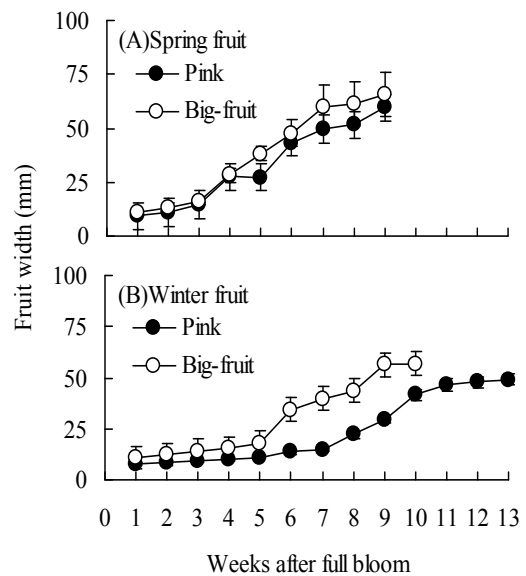


圖 6. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間果寬之變化

Fig. 6. Changes in fruit width of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples during development.

(四)、果實海綿組織

粉紅種及大果種春果於滿花後 1 至 7 週間之海綿組織長度持續增加，而於滿花後 8~9 週不再增加，成熟時粉紅種達 20mm，大果種達 22mm(圖 7A)。粉紅種冬果之海綿組織長度於滿花後 1 至 3 週間之變化小，之後穩定的增加至滿花後 8 週，而於滿花後 9 至 13 週間增加趨勢減緩，在滿花後 13 週果實成熟時為 17mm。大果種冬果之果實綿組織長度於果實發育期間均維持穩定的增加，在滿花後 10 週為 18mm(圖 7B)。大果種之海綿組織長度較粉紅種長，該兩品種蓮霧皆以春果的海綿組織長度較冬果長。

粉紅種春果之海綿組織寬度於滿花後1至9週間皆有明顯增加，大果種之增加趨勢與粉

紅種相近(圖8A)。冬果之海綿組織寬度於滿花後1至5週間變化較小，之後增加速率加快，粉紅種於滿花後13週達15mm，大果種於滿花後10週達19mm(圖8B)。兩品種春果海綿組織之寬度均大於冬果。海綿組織寬度之增加速率大於長度之增加速率。

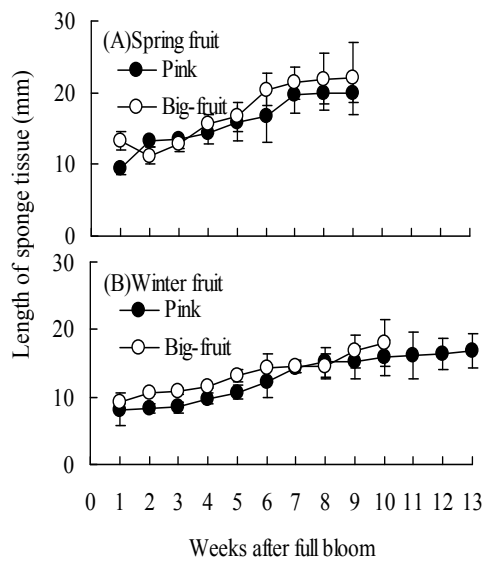


圖 7. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間海綿組織長度之變化

Fig. 7. Changes in length of sponge tissue in 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

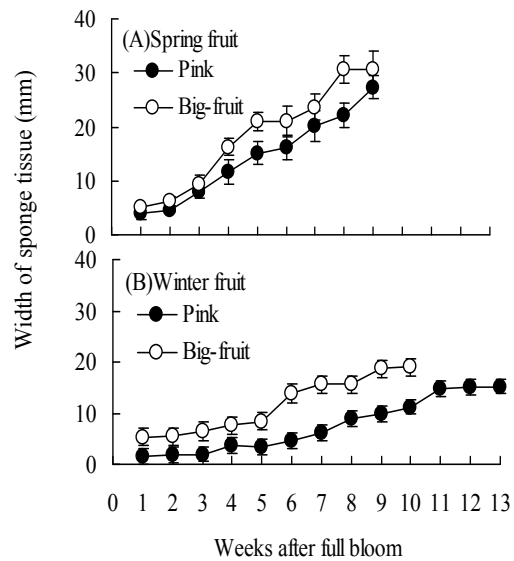


圖 8. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間海綿組織寬度之變化

Fig. 8. Changes in width of sponge tissue in 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

(五)、果實空腔

粉紅種春果空腔長度，自滿花後5週至果實成熟期間其果實空腔之長度快速的增加，於滿花9週達23mm。大果種春果於滿花後1至4週間果實空腔之長度變化小，但於滿花後5至9週持續增大，滿花後9週之空腔長度達26mm(圖9A)。粉紅種冬果空腔長度於滿花後1至8週間之變化小，在滿花後8至10週間明顯增大，而後增加趨勢減緩，於滿花13週之長度為16mm(圖9B)。大果種冬果空腔長度自滿花後5週開始明顯增加，於滿花後10週達18mm。兩品種春果空腔長度均較冬果長。

果實空腔寬度方面，粉紅種春果自滿花後5週明顯增寬，在滿花後9週為19mm。大果種春果空腔寬度之變化曲線與粉紅種相似，在滿花後9週達23mm(圖10A)。粉紅種冬果之空腔寬度，於滿花後1至7週之變化平緩，滿花後8至10週間快速增加，而後增加速度減緩，

在滿花後13週為18mm。大果種空腔寬度於滿花後初期變化小，滿花後5至8週間急速增加，在滿花後10週為19 mm(圖10B)。兩品種春果的空腔寬度均較冬果寬。

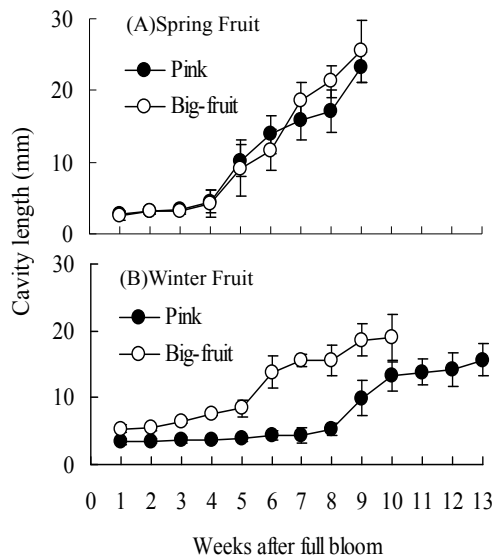


圖 9. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間空腔長度之變化

Fig. 9. Changes in cavity length of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

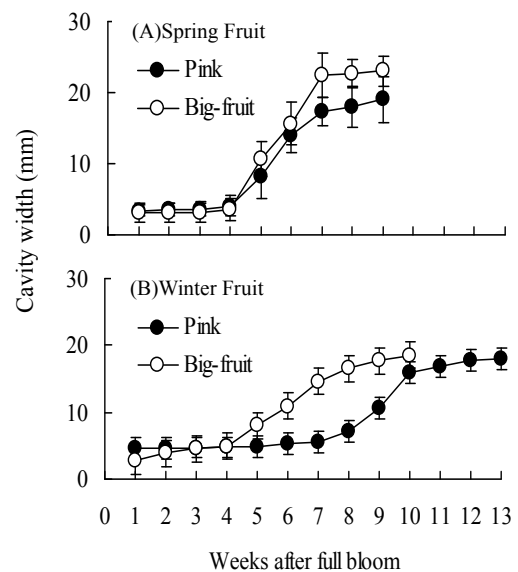


圖 10. 粉紅種及大果種果實發育期間空腔寬度之變化

Fig. 10. Changes in cavity width of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

二、果實細胞之變化

(一)、花托細胞

花托細胞之變化如表1所示。粉紅種蓮霧花托細胞層數於滿花前23天時約45層，內層細胞大小為 $0.21 \times 0.22 \mu\text{m}$ ，外層為 $0.19 \times 0.20 \mu\text{m}$ 。在滿花前16天增加至68層，滿花前7天達81層，內層細胞大小為 $0.96 \times 0.96 \mu\text{m}$ ，外層為 $0.96 \times 0.98 \mu\text{m}$ 。滿花前7天至滿花前1天細胞層數不再增加，但內層細胞大小增為 $1.23 \times 1.22 \mu\text{m}$ ，外層增加至 $1.20 \times 1.23 \mu\text{m}$ 。大果種在滿花前16天細胞層數即已達86，內層細胞大小為 $0.74 \times 0.74 \mu\text{m}$ ，外層為 $0.72 \times 0.73 \mu\text{m}$ 。滿花前7天，細胞層數僅為88層，但細胞大小增加至內層細胞 $1.21 \times 1.22 \mu\text{m}$ ，外層細胞 $1.14 \times 1.10 \mu\text{m}$ 。滿花前7天至滿花前1天，細胞層數不再增加，但細胞仍持續肥大，內層細胞大小達 $1.54 \times 1.53 \mu\text{m}$ ，外層細胞為 $1.22 \times 1.24 \mu\text{m}$ 。滿花前1天，兩品種外層細胞大小差異不大，但大果種內層細胞明顯大於粉紅種，其細胞層數也多於粉紅種。

表 1. 粉紅種及大果種蓮霧春天之花蕾發育期間花托細胞層數及大小之變化

Table 1. Changes in number of cell layer and cell size in receptacles of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple spring flowers during development.

Days before full bloom	Pink			Big-fruit		
	Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)		Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)	
		Inner part	Outer part		Inner part	Outer part
23	45±3 ^z	0.21×0.22	0.19×0.20	75±3	0.50×0.51	0.48×0.49
16	68±2	0.43×0.44	0.42×0.45	86±2	0.74×0.74	0.72×0.73
7	81±2	0.96×0.96	0.96×0.98	88±2	1.21×1.22	1.14×1.10
1	80±2	1.23×1.22	1.20×1.23	88±4	1.54×1.53	1.22×1.24

^z: Mean ± standard error.

(二)、果肉細胞

春果果肉細胞之變化如表 2 所示。粉紅種及大果種果實細胞層數由滿花後 1 週至果實成熟之間並無明顯變化，粉紅種約 83~84 層，而大果種約 90~91 層，滿花至滿花後 1 週，兩品種細胞層數均只約增加 3 層，顯示細胞分裂主要發生在滿花前。滿花後主要為細胞肥大。隨著滿花後週數的增加，果實內層及外層之細胞大小亦隨之增大，且細胞長度增加速度大於寬度。粉紅種於滿花 3 週之後，內外層細胞之長度及寬度皆快速增加，且細胞長度之增加速度大於寬度，滿花後 9 週，內層細胞大小為 57.1×41.7 μm，外層細胞為 56.5×38.7 μm。大果種於滿花後 3 至 5 週間，細胞長度增加明顯，但花後 5 至 6 週間增加明顯遲緩。大果種細胞寬度增加速率明顯低於長度，且低於粉紅種。花後 9 週果實成熟時，粉紅種之細胞長度與寬度較接近，故細胞近於方形(長/寬≐1.4)，而大果種細胞長度明顯大於寬度，細胞呈長形(長/寬≐2.8)。

冬果果肉細胞之變化如表 3 所示。粉紅種及大果種冬果果實細胞層數由滿花後至果實成熟時差異不大，僅約增加 2 層，粉紅種為 90~92 層，而大果種為 101~103 層。與春果相同，滿花後之果實生長主要為細胞肥大。粉紅種果肉內外層細胞大小(長寬)之變化相當一致。滿花後 1 至 4 週間緩慢增加，滿花後 5 至 9 週間速率加快，之後又緩慢下來，至滿花後 13 週之果實採收時，內層細胞之長寬為 39.3×35.7 μm，而外層細胞為 39.9×38.1 μm，比春果略小，但更接近方形(長/寬≐1.07)。大果種內外層細胞長度之增加速度均大於寬度，細胞長度之快速增加期較長達 4 週(花後 5 至 9 週)，而寬度僅 2 週(花後 5 至 7 週)。至花後 10 週果實採收時，內層細胞之長寬為 41.6×20.8 μm，而外層細胞為 31.5×14.3 μm，與春果相同，細胞呈長形，但長/寬比略減約為 2.1。

兩品種間比較，大果種春果及冬果細胞層數均較粉紅種多。兩品種之冬果細胞層數均大於春果。細胞大小以春果較冬果大，細胞排列較不規則且大小差異較大；冬果細胞較小，細胞排列較規則且大小較相近。大果種細胞長度與粉紅種相近，但細胞寬度明顯小於粉紅種。

表 2. 粉紅種及大果種蓮霧春果發育期間果肉細胞層數及大小之變化

Table 2. Changes in number of cell layer and cell size in flesh of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple spring fruits during development.

Weeks after full bloom	Pink			Big-fruit		
	Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)		Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)	
		Inner part	Outer part		Inner part	Outer part
1	83±2 ^z	2.7× 2.7	2.1× 2.3	90±3 ^z	4.5× 3.6	2.7× 2.4
2	84±3	4.5× 3.0	5.4× 3.6	90±2	7.2× 5.1	7.2× 4.4
3	83±2	6.8× 3.5	7.2× 3.6	91±3	13.4× 7.6	10.7× 7.3
4	83±3	14.6× 9.0	13.1× 9.4	90±2	22.3× 7.1	21.4× 8.9
5	84±3	18.8×13.1	16.9×12.1	90±2	37.2×14.9	24.3×11.9
6	83±2	22.6×17.9	23.8×16.7	90±3	40.2×15.9	25.3×11.9
7	84±2	47.6×26.9	30.9×22.6	90±3	43.4×17.4	35.7×12.5
8	83±2	50.6×29.8	42.8×26.8	90±2	59.5×22.3	53.6×20.8
9	84±2	57.1×41.7	56.5×38.7	91±2	62.5×23.8	59.5×17.9

^z: Mean ± standard error.

討 論

在果實生長發育過程中，果實內外物理性狀的變化可藉由果實生長曲線得知。果實之生長的曲線會因樹種、品種及環境等因素之影響而有所差異。單 S 型生長曲線，發育初期生長緩慢，中期生長迅速，到後期又趨於緩和。本試驗調查蓮霧果實生長發育情形，結果發現粉紅種及大果種蓮霧，包含鮮重、體積、果長、果寬、海綿組織之長度及寬度、空腔之長度及寬度等，皆呈單 S 型曲線。此結果與許等(1998)調查粉紅種蓮霧果重、體積、果長及果寬之結果相似，而邱(2003)研究大果種蓮霧果實亦呈類似的生長情形。

表 3. 粉紅種及大果種蓮霧冬果發育期間果肉細胞層數及大小之變化

Table 3. Changes in number of cell layer and cell size in flesh of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple winter fruits during development.

Weeks after full bloom	Pink			Big-fruit		
	Cell layer number	Cell size (Length×Width) (µm)		Cell layer number	Cell size (Length×Width) (µm)	
		Inner part	Outer part		Inner part	Outer part
1	90±2 ^z	1.6× 1.8	1.4× 1.5	101±2	2.0× 2.0	2.0× 2.3
2	92±3	1.5× 2.0	2.7× 3.3	101±2	2.1× 3.4	2.2× 2.3
3	93±2	3.2× 3.2	4.4× 4.0	101±3	6.3× 6.3	5.8× 5.6
4	93±3	3.9× 3.9	4.5× 4.7	102±4	7.5× 5.8	6.8× 6.5
5	92±2	6.8× 6.4	6.4× 6.5	101±5	8.3× 5.4	7.2× 6.8
6	92±2	9.8× 9.4	12.4×12.4	102±2	10.7× 7.9	11.4×10.0
7	92±3	17.9×17.3	15.4×15.1	102±3	30.3×20.8	25.0×16.5
8	92±3	25.6×24.6	25.3×25.0	101±3	31.5×26.2	25.6×16.7
9	92±2	30.9×29.8	30.8×29.4	102±3	39.4×21.4	31.2×15.5
10	92±2	32.7×32.1	32.7×32.2	103±3	41.6×20.8	31.5×14.3
11	92±2	34.5×33.3	35.1×33.1			
12	92±2	37.6×35.7	38.3×34.7			
13	92±2	39.3×35.7	39.9×38.1			

^z: Mean ± standard error.

葡萄冬果果實之生長速度比夏果慢(孫及楊, 1997), 且冬果果實生長周期較長(郭等, 2001)。本研究亦發現粉紅種及大果種蓮霧冬果果實的生長曲線均較春果平緩。Hale 及 Buttrose(1974)指出, 果實生長期遇低溫可能延長果實生長周期, 但如果遇高溫則會縮短果實生長周期。本研究亦得到相同之結果, 粉紅種由滿花至果實成熟, 春果為9週, 冬果則需13週, 而大果種春果亦為9週, 冬果則需10週。粉紅種之冬果果實生長初中期(滿花後1~8週)之生長速度緩慢, 推測其原因可能是該階段為冬季最低溫的時期, 果實發育遲緩, 因而延長果實的生長周期。大果種冬果雖亦有遇低溫而發育遲緩的現象, 但時間較短, 生長周期僅較春果多1週。另外, 春果的生長速度較快, 係因其滿花後氣溫已漸回升, 促使果實之生長加速。

果形是隨著果長及果寬之生長速率的變化而改變。大果種蓮霧果長及果寬生長速率較一致，因此其果實呈現較短鐘形。而粉紅種果長生長速率較果寬快，因此其果實呈長鐘形。果形亦受生長環境之影響，特別是溫度，例如冷子番荔枝的果形在溫暖的氣候環境下果實較小且形狀不規則(Higuchi *et al.*, 1998)。Trom(1990)亦指出蘋果生長於溫暖的氣溫環境下果形呈扁圓形，而生長於冷涼氣候下呈長圓形。生長於冬季的葡萄柚果實，生長溫度越低時，其果形指數則越高(Cohen *et al.*, 1972)。本研究兩品種蓮霧之冬季果實形狀均較春果長，可知係受溫度之影響造成的結果。

花果等器官組織細胞層數的多寡取決於細胞分裂期之長短及分裂速率之快慢(新居, 1989)。桃、梅及櫻桃細胞分裂的時間約從開花至開花後4週，蘋果約在花後4-5週時停止分裂，梨則從開花至花後7-8週才停止分裂(Miklos, 1989)。柑桔細胞分裂的時間約在滿花至花後21天(Ruiz *et al.*, 2001)，葡萄約滿花後16~20天(Matthew *et al.*, 1987)，愛文及海頓芒果之細胞分裂期在滿花後76天內完成，而在來種芒果則在滿花後62天內完成(鍾等, 1999)。本研究之結果顯示蓮霧果實細胞分裂的時間較其他果樹早且短，其在滿花前已完成。粉紅種春果約在滿花前7天、大果種則在滿花前16天已完成細胞分裂。蓮霧果實主要是由花托組織發育而成，在開花前花托之細胞分裂已完成，而花後之果實主要為細胞的肥大，此與其他的果樹明顯不同。

果實的大小取決於細胞數目及細胞的大小(顏及林, 1991)。本研究之粉紅種及大果種蓮霧冬果較春果細胞層數多，推測此現象與細胞分裂時期的溫度有關。本研究冬果之花蕾的形成時期於11月10日，在台灣南部地區此時為較低溫的秋天，而蓮霧在花蕾形成時，花托已經開時進行細胞分裂，因溫度低所以其細胞分裂的時間可能較長，而春果之花蕾的形成時期約於2月初，在台灣南部地區此時溫度已開始回昇，因溫度較高所以其細胞分裂時間較短，可能因此冬果較春果的細胞層數多。孫及楊(1997)曾指出葡萄之夏果因果實細胞分裂期氣溫較低，所以分裂時間可能較長，因此細胞層數較多；而冬果實細胞分裂發生於高溫期，所以分裂時間較短，造成細胞層數較少。然而，潘(2002)指出於果實生長後期以人工加溫的方式觀察蓮霧果實生長情形，以30°C處理其果實的生長並沒有比無加溫處理生長快，此與本研究結果不近相同。本研究發現果實細胞大小以春果較冬果大，生長周期也較短。春果於果實生長過程皆處於較溫暖的環境，因此生長速率較冬果快。

另外，本研究發現大果種較粉紅種細胞層數多且細胞較小，兩品種有明顯差異。鍾等(1999)發現愛文及海頓芒果細胞層數比在來種芒果多，且其細胞大小亦比在來種大，顯示不同品種間果實之細胞生長會有明顯的差異。

致 謝

本研究為承蒙台南縣南化鄉廖駿賢先生提供試驗材料，國立嘉義大學園藝學系沈再木教授及郭維如講師提供試驗器材，謹此致謝。

參 考 文 獻

- 李賢德。1997。蓮霧栽培管理文彙。蓮霧產銷經營專輯 p.113-115。
- 邱嘉倩。2003。蓮霧大果品系源益性狀的比較。屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。
- 孫慧慈、楊耀祥。1997。'蜜紅'葡萄之果實生長。興大園藝 22: 13-28。
- 許仁宏、廖秀珍、林慧玲、李國權。1998。蓮霧果實生育期間果實外部形態與內部有機成分的變化。中國園藝 44: 491-501。
- 郭銀港、李金龍、楊耀祥。2003。葡萄果實發育及無機養分之變化。興大園藝 26: 1-15。
- 廖一彰、顏昌瑞。2006。蓮霧之授粉及育種。蓮霧產業發展專刊 p.71-94。
- 潘曉華。2002。溫度對蓮霧果實特徵與生理的影響。屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。 p.71-81。
- 鍾立展、林榮貴、翁慎微、楊耀祥。1999。芒果之果實生長。興大園藝 24: 1-16。
- 顏昌瑞、林宗賢。1991。果實生長發育與果實品質之改進。台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊。農業試驗所編印 p.55-60。
- 新居直祐。1989。果實の型態機構と發育(1)。農業および園芸 65: 871-877。
- Cohen, A., J. Lomas, and A. Rassis. 1972. Climatic effects on fruit shape and peel thickness in 'Marsh Seedless' grapefruit. J. Amer. Soc. Sci. 97: 768-777.
- Hale, C. R. and M. S. Buttrose. 1974. Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis Vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(5): 390-394.
- Higuchi, H., N. Utsunomiya, and T. Saskuratani. 1998. High temperature effects on cherimoya fruit set, growth and development under greenhouse conditions. Sci. Hort. 77: 23-27
- Matthews, M.A., G. Cheng, and S.A. Weinbaum. 1987. Changes in water potential and dermal extensibility during grape berry development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 314-319.
- Miklos, F. 1989. Fruit development. In: Physiology of temperate zone fruit tree p.212-220. John Wiley & Sons, New York.
- Ruiz, R. A., G. Luis, C. Monerri, and J. L. Guardiola. 2001. Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in citrus. Ann. Bot. 87 (6): 805-812.
- Tromo, J. 1990. Fruit shapes in apple under various controlled environment condition. Sci. Hort. 45: 109-115.

Growth of Waxapple (*Syzygium samarangense*) Fruits

Hui-Peen Lo¹⁾ Rong-Mao Lai²⁾ Ching-Cheng Chen³⁾ Yau-Shiang Yang⁴⁾

Key words: Season, Receptacle, Flesh cell

Summary

This study was to examine the seasonal effects on fruit growth of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples. Six-year-old trees were used in this study. The spring fruits were harvested from March to May and winter fruits were harvested from December to February. It was found that growth curves in fresh weight, volume, length, width of fruit, length and width of sponge tissue, and length and width of cavity, all showed single sigmoid in both spring and winter fruits of 'Pink' and 'Big-Fruit' waxapples. It took 9 weeks for both 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits to grow and develop in spring, 10 weeks for 'Pink' waxapple and 13 weeks for 'Big-fruit' waxapple in winter, respectively. The weight, volume, length, width of fruit, length and width of sponge tissue, and length and width of cavity in 'Big-fruit' waxapple all were higher than that in 'Pink' waxapple. Fruits of both 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples had long bell shape and short bell shape in winter and spring, respectively. The cell division cycle in both 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits were almost completed one week before full bloom. The number of cell layer in flesh of 'Big-fruit' was higher and cell size was smaller than in 'Pink' waxapple. The cell arrangement in winter fruit flesh was more compact than in spring fruit, because the number of cell layer was higher and cell size was smaller in winter fruit than that in spring fruit.

1) Graduate student in Ph.D. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Associate Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station.

3) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.
Corresponding author.

4) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

