

修剪時期影響‘帝王拔’番石榴生育週期日數 與果實品質

黃明雅¹

摘 要

為瞭解周年修剪對帝王拔番石榴(*Psidium guajava* L. cv. 'Diwang Ba')生育與果實生產之影響，以高雄縣大社鄉劉氏果園之3年生植株為材料，自2008年2月起至12月止進行每兩個月一次的修剪，進而比較修剪對於生育週期(cropping cycle，包括萌梢、開花、著果、果實生育與成熟等階段)所需日數的影響，計算修剪後萌新梢之開花率與花序型態習性，並調查果重、可溶性固形物、可滴定酸、果肉厚度、果肉硬度及抗壞血酸等果實品質。10月及12月修剪者，其新梢開花率為90%，然而2、4及6月修剪者僅有60%。8-12月份修剪者，完成其生育週期所需日數為200天，遠高於2-6月修剪者之160天。8月修剪植株採收的果實品質最佳(可溶性固形物含量12.9%、果肉硬度13.81 Kg/cm²、抗壞血酸含量211.3 mg/L)，而12月修剪者其果實品質最差(可溶性固形物含量9.5%、果肉硬度11.76 Kg/cm²、抗壞血酸含量128.3 mg/L)。試驗結果顯示，栽培於台灣南部之‘帝王拔’於8月修剪可獲得較佳之果實品質，惟其生育所需日數最長，於翌年2月下旬方能採收，且開花率略低。

關鍵詞：番石榴、修剪、生育週期、開花、果實、品質

前 言

番石榴(*Psidium guajava* L.)為熱帶常綠果樹，因其周年皆可生產，營養價值高且價格實惠，是一般家庭常見的平民水果。台灣番石榴主要產期在夏季，然而夏季水果盛產，價格及品質不敵其他果品，生產者須配合市場需求將產期調整在水果淡季的秋冬生產，以求較高之利潤。

番石榴果實著生於當年生枝條上，花蕾自葉腋抽出成對著生⁽⁶⁾，其花芽分化與日長無關，而受到灌溉、施肥及修剪等因素之影響⁽¹²⁾。Allahabad Safeda及Habshi品種之花蕾著生位置多在新梢第2-5節葉腋間，包括單花、雙花及三花簇生所形成之聚繖花序^(5,17)。

¹高雄區農業改良場助理研究員

由於番石榴具有開花結實於新梢之習性，1970年代中期Shigeura^(15,16)等人利用修剪或噴撒尿素水溶液，促進植株強迫落葉，使植株萌生開花新梢達到控制

產期的目的，並將番石榴植株修剪或落葉至果實採收視為一個生育週期(Crop cycling)⁽⁵⁾，在夏威夷夏季完成一個循環需160天，而冬季為220天⁽¹²⁾，在西班牙的冬天則需351天⁽¹³⁾。在台灣1988年王氏⁽¹⁾⁽²⁾曾用6.25%尿素或0.2%益收生長素等藥劑，進行加工番石榴的產期調節處理，亦達到調節效果，並指出於9月份處理一個循環週期需要133天才能完成，12月份處理則需要194-205天完成。但由於藥劑處理造成落葉及新梢乾枯，對植株傷害較大，1998年後台灣引入較具經濟價值的泰國拔，台灣改採整枝法進行矮化，並配合清明前後之強剪及其後之摘心技術，來生產品質較佳的秋冬果⁽⁵⁾。

‘帝王拔’為台灣極具外銷潛力之番石榴品種⁽⁸⁾，亟需建立穩定全年供果之技術，然相關研究缺如。本試驗於不同月份修剪，以瞭解各種氣候條件下，植株抽梢、開花習性及各生育期所需日數，並探討生育期間所遇環境因子對於植株生育及果實品質的影響，做為日後計畫生產、風險評估及肥培管理的參考。

材料與方法

試驗於2008年2月~2009年6月間於高雄縣大社鄉劉姓專業農友的3年生果園進行，該果園行株距4.8×3公尺，栽培管理良好。以CRD方式選擇生長一致的植株24棵，每兩個月修剪一次，一年共進行6次修剪，每次修剪4株，修剪日期為2008年2月5日、4月7日、5月31日、8月5日、10月7日、12月3日。修剪方式為剪除亞主枝上徒長枝及過密枝條，剪除枯枝病葉，摘除所有花芽及果實，並將樹體向內回剪。修剪後逐週進行調查。

一、氣象資料蒐集與建立

本試驗於2008年1月19日至2009年7月25日期間，以溫濕度感測器(HOBO[®]Pro Series, Japan)記錄每小時氣溫，資料讀取後再計算每日平均溫度，並調閱中央氣象局高雄地區每月降雨量資料。

二、修剪時期對新梢開花率與花序著生位置之影響

本試驗將結果枝依花苞著生位置進行分級(圖1)，1級結果枝表示結果枝上僅形成1個花苞或沒有花苞，2級結果枝表示1個節位左右各著生1級花，4級結果枝表示2個節位左右都著生1級花，依此類推。若結果枝上的1級花側邊又著生次級花，可將級數提升1級，因此2級結果枝升級為3級。此外某些結果枝節位偶有僅一邊著生花芽，可將級數降低1級，於是2級結果

枝降級為 1 級，4 級結果枝降級為 3 級。本試驗在花朵尚未綻放前進行調查，避免花苞掉落而低估級數。

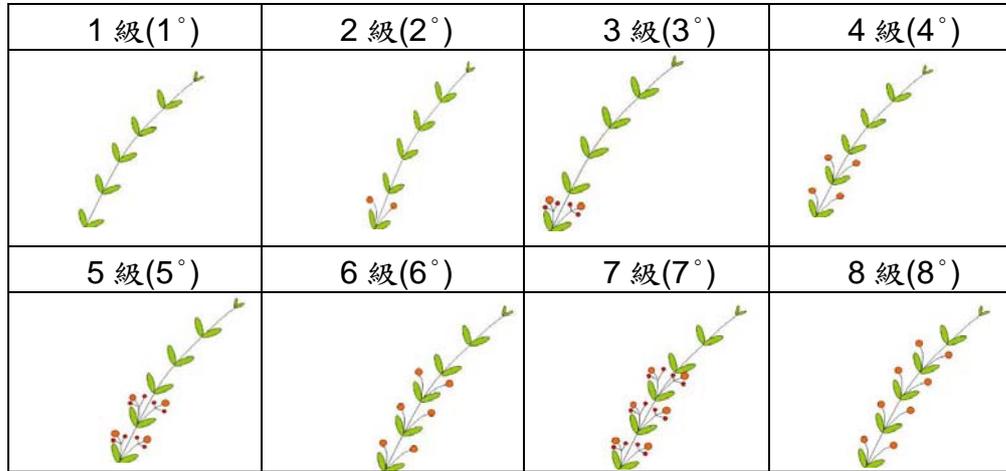


圖 1. 新梢花苞著生情形示意圖

Fig 1. Schematic drawing of flower buds distribution on new shoots produced after pruning in 'Diwang Ba' guava.

三、修剪時期對生育週期(cropping cycle)之影響

番石榴修剪到採收分為四個階段(A 抽梢期：修剪到吐蕾。B 開花期：吐蕾到開花。C 著果期：開花到著果。D 結果期：著果到採收。)。有 50%以上新梢略見花芽顯現時(圖 2-A)定義為植株進入吐蕾；而帶花結果枝開花率達 50%以上時定義為植株進入開花；長度達 2.5cm 果實占 50%以上時定義為植株進入著果；果實已有 20%以上被採收時定義為植株進入採收。本試驗每 1-2 週調查一次，各生育階段所需日數之計算，係以樣品植株於該階段經目測後，其表現達上述說明之百分比以上始採計。

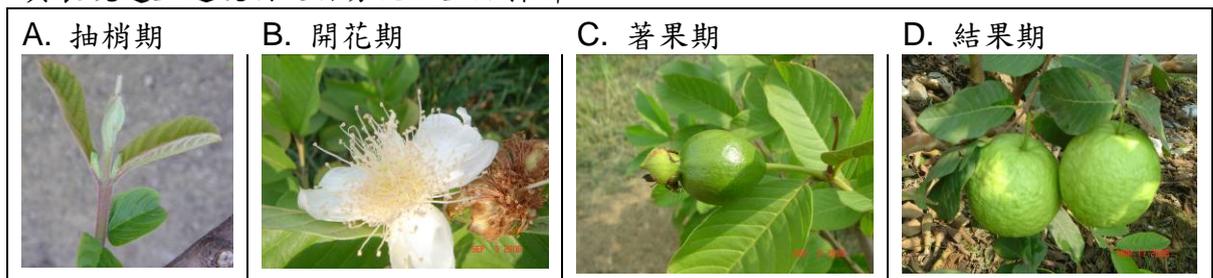


圖 2. 番石榴植株修剪後經(A)抽梢期(B)開花期(C)著果期(D)結果期等四個生育階段(cropping cycle)。

Fig 2. Different stages of cropping cycle (A)sprouting ,(B)anthesis ,(C) fruit setting, and (D) fruit growth after trees were pruned in in 'Diwang Ba' guava.

四、修剪時期對果實品質之影響

每棵試驗植株採收 10 顆成熟果實進行調查，並以適於市場銷售的成熟度為主，果實採收後於當天進行品質測定，品測項目包括果重、可溶性固形物、可滴定酸、果肉厚度、可食率、硬度及抗壞血酸(ascorbic acid)濃度等。

1. 可溶性固形物：果肉以電動食品研磨機(鳳梨牌,台灣)榨汁後，以手持式曲折計(ATAGO POCKET REFRACTOMETER PAL-1, Japan)測定果汁可溶性固形物，單位以 $^{\circ}$ Brix 表示。
2. 可滴定酸濃度百分比：果肉以電動食品研磨機(鳳梨牌,台灣)榨汁後，取 5ml 原汁，加入 100ml RO 水，以 0.1N 氫氧化鈉滴定，利用 pH meter (785 DMD Titrino, Metrohm, switzerland) 測定滴定 pH 值至 8.1 為止，此為滴定終點。滴定結果按蘋果酸與氫氧化鈉之化學當量求得可滴定酸，並以百分率(%)表示。

$$\text{可滴定酸濃度(\%)} = 0.0067 \times 1/5 \times 100$$

3. 果肉厚度：果實縱剖後在果實赤道線，以測微尺(Mitutoyo absolute digimatic, Japan)測量果肉厚度，單位以公釐(mm)表示。
4. 可食率：果實縱剖後在果實赤道線，以測微尺測量果實半徑(果實中心到果皮間的寬度)。本試驗可食率簡單以果肉厚度與果實半徑的比值表示，單位以百分比表示。

$$\text{可食率(\%)} = \text{果肉厚度} / \text{果實半徑} \times 100$$

5. 硬度：以物性測定儀(EZ-Test 500N型, SHIMADZU, JAPAN)進行硬度測定，使用直徑約 0.5cm 之探針，探測深度設定為 15mm，測得之最大荷重為該果實硬度，並且以 kg/cm^2 表示。
6. 抗壞血酸(維生素 C)濃度：果肉不去籽以電動食品研磨機(鳳梨牌,台灣)榨汁，蒸餾水做 10 倍稀釋後，以抗壞血酸試條(Reflectoquact ascorbic acid test strip, 24-450mg/l, Merk)沾吸待測溶液，並置入 RQ-flex plus 10(Merk, Germany)讀取抗壞血酸之濃度，再換算原液濃度，單位以 mg/L 表示。

結 果

一、氣象資料蒐集與建立

本試驗蒐集 2008 年 1 月 19 日至 2009 年 7 月 25 日的氣象資料(圖 3、圖 4)，結果顯示整年度的日平均溫度變化介於 $13-30^{\circ}\text{C}$ 之間，1 月到隔年 2 月期間溫度較低，偶有小於 15°C 的低溫發生，該期間幾乎是乾旱無雨的天氣。4-5 月份偶有大於 30°C 的高溫發生，且幾乎沒有下雨。6-7 月份為主要

雨季，日均溫往往超過 30°C，月降雨量高達 800 公釐，雨量豐沛。8-9 月份雨量減緩，但仍有 200-400 公釐的雨量，9-10 月份氣溫漸緩，但偶有大於 30°C 高溫。11 月到翌年 2 月溫度漸趨下滑，期間乾旱無雨。翌年 3 月份之後氣溫漸漸回升，翌年 6-7 月份又回到高溫多雨的天氣。

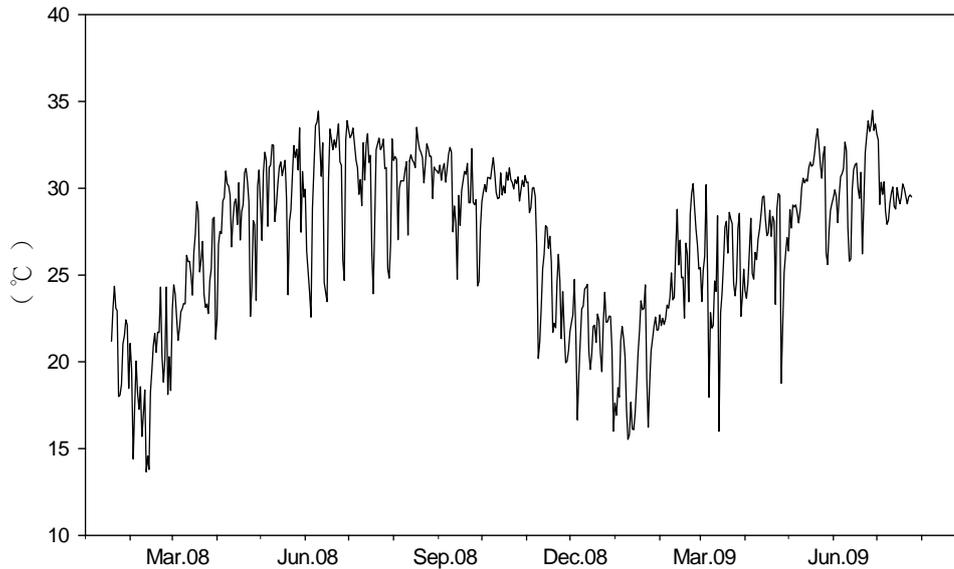


圖 3. 試驗期間(2008/01/19-2009/07/25)每日平均溫度記錄

Fig 3. The records of average daily temperature during the experimental period (2008/01/19-2009/07/25).

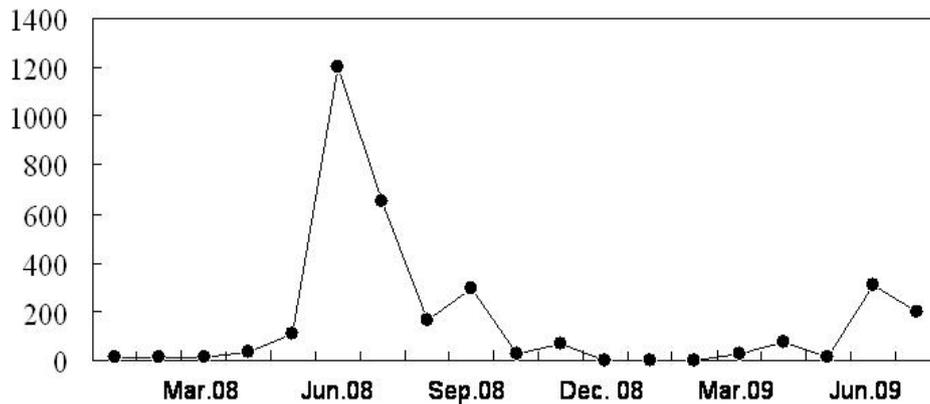


圖 4. 試驗期間(2008/01/19-2009/07/25)每月總降雨量記錄

Fig 4. The records of monthly rainfall depth during the experimental period (2008/01/19-2009/07/25).

二、修剪時期對新梢開花率與花苞著生位置之影響

10 及 12 月份修剪萌發的新梢開花率最高有九成以上(圖 5)，其次是 8 月份修剪，開花率有八成，2、4 及 6 月份修剪萌發的新梢帶花芽比例最低，僅六至七成左右。2、4 及 6 月份修剪萌發的帶花芽新梢中，有 5 成屬於 2 級以上的結果枝(圖 6)；8、10 月份的帶花芽新梢中，有 5 成屬於 3 級以上的結果枝，12 月份修剪萌發的帶花芽新梢，有 5 成屬於 4 級以上的結果枝，甚至有 9 級結果枝被調查到。

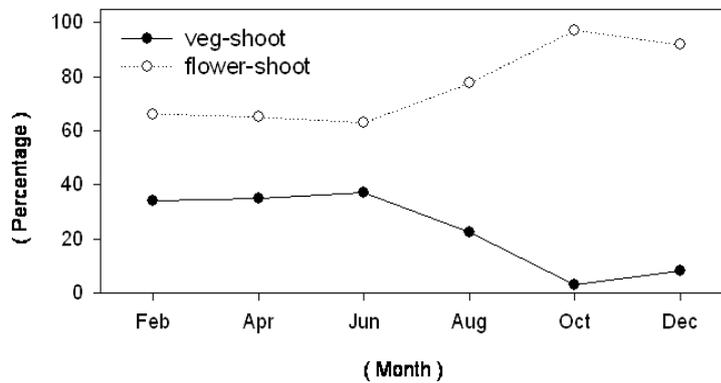


圖 5.不同月份修剪對新梢開花率之影響

Fig 5. Effect of time for pruning on flowering rate of new shoots in 'Diwang Ba' guava

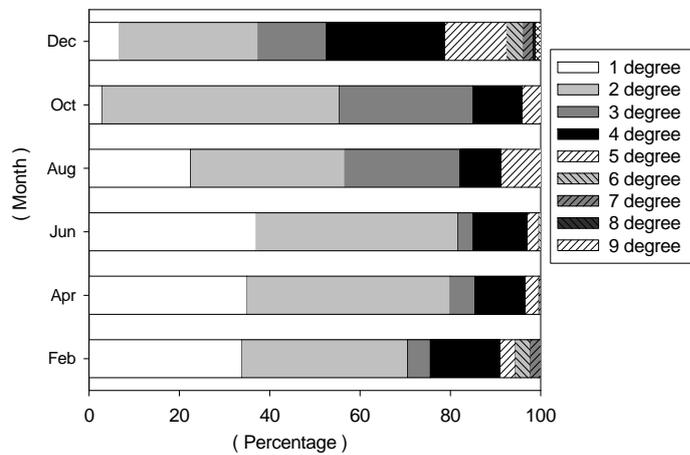


圖 6 .不同月份修剪對開花枝花芽分佈之影響

Fig 6. Effects of time for pruning on floral bud position of new shoots in 'Diwang Ba' guava.

三、修剪時期對生育週期之影響

果實總生育天數以 8、10 及 12 月份修剪者最長，完成一個週期所需生育天數約在 200 天左右(表 1)，其果實分別在 2、4 及 6 月份下旬採收。2 及 6 月份修剪者生育天數次之，生育天數約為 170 天左右，其果實分別在 7 月及 11 月下旬採收。而 4 月份修剪者生育天數最短僅 156 天左右，約在九月上旬採收。

無論在哪一個月份修剪，果實生育從修剪到採收的四個生育時期中，皆以結果期(D)所需日數最長，在 63 到 94 天不等(表 1)，是植株整個生育期中的主要階段，其中又以 6 和 10 月份修剪者為最長，約為 91-94 天。排名其後的是抽梢期(A)，所需生育天數 27-69 天不等，其中 12 月份修剪在此時期所需生育天數較其他月份來得長。開花期(B)或著果期(C)所需日數最短，在 20-48 天左右，其中 8 月份修剪植株的著果期所需生育天數相較其他月份來得長，生育天數長達 77 天。

表 1. 不同修剪時間對於‘帝王拔’生育週期日數的影響

Table 1. Effect of time for pruning on the duration required for a cropping cycle in ‘Diwang Ba’ guava.

Pruning Time		Investigating Date	Duration(day)	Accumulation Duration(days)
Feb.5	A ^W	3/20	44	44
	B ^X	4/28	39	83
	C ^Y	5/23	25	108
	D ^Z	7/25	63	171
Apr.7	A	5/15	38	38
	B	6/6	22	60
	C	7/1	25	85
	D	9/9	71	156
May.31	A	6/27	32	32
	B	8/1	31	63
	C	8/21	20	83
	D	11/20	91	174
Aug.5	A	9/9	35	35
	B	9/30	21	56
	C	12/16	77	133
	D	2/25	71	204
Oct.7	A	11/3	27	27
	B	12/3	30	57
	C	1/20	48	105
	D	4/24	94	199
Dec.3	A	(2/10)	69	69
	B	(3/19)	37	106
	C	(4/9)	21	127
	D	(6/22)	75	202

^{W, X, Y, Z} means different stages of cropping cycle which were (A)sprouting ,(B)anthesis ,(C) fruit setting, and (D) fruit growth, respectively.

四、修剪時期對果實品質的影響

果重以7月份採收果實最大有434.5g,2及9月份次之,果重介於389.4g至365.5g,11月份採收果實最小,僅275.9g。可溶性固形物以2及4月份採收果實最高,可溶性固形物有12.3-12.9°Brix,其次為11月份採收果實,為11.5°Brix,最低可溶性固形物表現在6及9月份採收果實,僅9.5至9.7°Brix。果實酸度明顯以2月份酸度0.61%最高,4月及7月份次之,6、9及11月份最低,介於0.33%至0.36%之間。果肉厚度差異不大,介於15.83mm至19.52之間,其中7月下旬採收果實果肉略厚。果肉率及果肉硬度也差異不大,果肉率介於36.58%至42.32%之間,果實硬度介於11.75-14.65kg/cm²。抗壞血酸濃度各月份採收果實間差異顯著,以2月份果實抗壞血酸濃度最高,有211.3mg/L,4及11月次之,以7月份果實最低,101.3 mg/L,僅為2月份採收果實的一半。

表2. 不同時期修剪對‘帝王拔’番石榴果實品質的影響

Table 2. Effects of time for pruning on fruit quality in ‘Diwang Ba’ guava.

Pruning Date	Harvest Date	Weight g	TSS °Brix	TAC %	Flesh Thickness mm	Edible part %	Firmness Kg/cm ²	Ascorbic acid content mg/L
Feb.5	Jul. 25	435 a ^Z	10 c	0.42 b	19.52 a	41.9 a	12 b	101 e
Apr.7	Sep. 9	366 b	9.7 cd	0.33 d	16.95 b	39.4 ab	13.7 ab	109 de
May. 31	Nov. 20	276 d	12 b	0.36 cd	16.38 b	42.3 a	14.7 a	153 b
Aug. 5	Feb. 25	389 ab	13 a	0.61 a	17.75 ab	39.9 ab	13.8 ab	211 a
Oct. 7	Apr. 24	308 cd	12 a	0.41 bc	16.45 b	41.5 a	11.8 b	143 bc
Dec. 3	Jun. 22	351 bc	9.5 d	0.35 d	15.83 b	36.6 b	11.8 b	128 cd
LSD _{0.05}		53.3	0.8	0.05	2.45	4.86	2.25	26.7

^Z Means followed by different letters within the some column are significantly different at p=5% by LSD test.

討 論

一、修剪時期對新梢開花率與花苞著生位置之影響

15-20°C有利熱帶及亞熱帶果樹花芽分化⁽²⁰⁾,雖然番石榴周年均可以開花結果,但本試驗結果顯示番石榴在冷涼季節修剪開花率較高且結果枝上總花芽數目較多,顯示番石榴花芽分化多寡可能受到低溫影響。Maust and

Williamson(1994)以及Weinbaum *et al.*(1978)都曾指出氮肥的吸收會有季節性的變動，當新梢大量萌發時期氮肥吸收達到最高。當溫度介於 16-26°C 之間，氮素吸收會隨溫度升高而增加，並呈線性關係⁽¹⁴⁾。因此推測番石榴冬季開花率較高且花朵數較多的原因可能是因為冬季氮肥較不容易被植物吸收，相對地磷肥較容易表現，因此冬季修剪更容易形成花芽。

二、修剪時期對生育週期之影響

4 月份植株修剪到果實採收期間，每日平均溫度皆在 30°C 以上，因此所需生育天數最短為 156 天；2 月及 6 月份修剪後，分別在抽梢期及結果期遇到低溫，所需生育天數稍長約在 170 天左右；8-12 月份修剪，生育期間皆經歷 12-1 月份的最低溫，生育天數最長約在 200 天左右。

本試驗調查所需生育天數與夏威夷的調查結果⁽¹²⁾差異不大，然而夏威夷生育天數最短發生在 6 月份，而生育天數最長發生在 11 月份，兩地區為何有如此差異，原因尚待釐清。

本試驗期間共經歷兩個中度颱風及兩個強烈颱風，分別為七月間發生的卡玫基(2008/7/16)和鳳凰(2008/7/26)，以及九月發生的辛樂克(2008/9/11)及薔蜜(2008/9/26)。根據結果顯示，2 月份和 4 月份修剪的結果期曾遭遇中度颱風，6 月份修剪的開花及結果期分別遭遇中度及強烈颱風，而樹體八月份修剪開花期曾遇強烈颱風，因此推論六月份修剪生產的果實偏小，可能與生育期遭受兩次颱風侵襲有關。10 月及 12 月份修剪者，生育期未曾遇到颱風侵襲，生產風險相較其他月份修剪者要小。根據 Nakasone(1998)指出番石榴若在開花期間遇 18°C 以下低溫或 28°C 以上高溫，著果率不及 20%⁽¹²⁾。本試驗雖未調查著果率，然而根據本試驗氣象及生育調查結果，可推測 4-8 月份修剪植株的開花期有機會遇高溫，而 10 月份修剪植株其開花期會遇低溫，而影響著果。

三、修剪時期對果實品質的影響

不同月份成長的‘帝王拔’番石榴果實，在果重、可溶性固形物、可滴定酸以及抗壞血酸含量都有明顯的差異，11-4 月份採收的果實在冷涼季節生長，能獲得較佳品質。Thaipong(2005)指出冬季的番石榴果實較小但可溶性固形物、可滴定酸以及抗壞血酸含量均高於夏天果實，和本試驗的結果相符。冬季低溫不僅減緩果實同化物呼吸作用造成的損失，還能增加光合產物運移至果實⁽⁹⁾。Kliwer and Lider(1970)指出葡萄在低溫成熟相較於高溫能增加漿果中的酸度。Thaipong(2005)認為夏天果實同化物含量低和果實偏大有相關，本試驗也觀察到 6-9 月份採收果實確實都有果大但可溶性固形物含量低的現象。根據本試驗氣象資料顯示，6-9 月份果實偏大可能是因為該結果期碰上

雨季，使得果實含水量增加，進而造成果實可溶性固形物濃度下降。

果肉厚度及硬度在各月份的表現差異不如其他果實性狀顯著，可能是由於本試驗以帝王拔做為試驗材料，其遺傳特性與主要商業品種珍珠拔不同，果實表現的厚度及硬度四季變化較小為該品種的特色，謝氏等(2006)對於該品種季節性的果肉厚度表現也有相同結果。

結 論

本試驗調查不同月份修剪樹體的生育表現，試驗結果顯示栽培於台灣南部之‘帝王拔’，完成一個完整的生育週期所需時間在 156-204 天不等，其中又以結果期階段佔的時間最長，大約需要 63-94 天。結果期若在冷涼季節，雖然生育日數較長但能獲得較高品質。所有修剪月份當中，8 月修剪可獲得較佳之果實品質，惟其生育所需日數最長，於翌年 2 月下旬方能採收，且開花率略低。

參考文獻

1. 王武彰. 1988. 藥劑處理對加工番石榴產期調節之研究. 中國園藝. 34(3):211-217.
2. 王武彰. 1989. 加工番石榴產期調節方法之研究. 中華農業研究. 38(4):438-445.
3. 王武彰. 1992. 番石榴採收時期對果實品質影響之研究. 中華農業研究. 41(3):261-270.
4. 林景和. 2004. 秋收珍珠拔之枝條修剪與肥培管理. 高雄區農業專訊 48:16-17.
5. 張哲嘉、林宗賢. 1998. 台灣番石榴生產之現況與改進. 中國園藝. 44(2):116-124.
6. 黃弼臣. 1961. 番石榴樹開花結果觀察. 中國園藝. 7(3):2726.
7. 鄭安亨. 2005. ‘珍珠拔’番石榴生育期間葉片、果實礦物元素及光合產物之變化與果實品質之關係. 興大園藝所碩士論文.
8. 謝鴻業、王智立、楊淑惠. 2006. 番石榴新品種台農 1 號(帝王拔)之育成. 技術服務季刊 67:1-4.
9. Crane, J. C., 1969. The role of hormones in fruit set and development. HortScience 4, 108-111.
10. Kliewer, W. M., and L.A. Lider. 1970. Effect of day temperature and light intensity on growth and composition of *Vitis vinifera* L. fruit. J. Am. Soc. Hort. Sci. 95:766-769.

11. Maust, B. E., and J. G. Williamson. 1994. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 119:195-201.
12. Nakasone H. Y., and E. P. Robert. 1998. Tropical fruit. CAB Inter. pp.149-172.
13. Salazar D.M., P. Melgarejo, R. Martinez, J.J. Matinez, F. Hernandez, and M. Burguera. 2006. Phenological stages of the guava tree. *Sci. Hort.* 108:157-161.
14. Scholberg J. M. S., L. R. Parsons, T. A. Wheaton, B. L. McNeal, and K. T. Morgan. 2002. Soil temperature, nitrogen concentration, and residence time affect nitrogen uptake efficiency in Citrus. *J. Environ. Qual.* 31:759-768.
15. Shigeura, G. T., R. M. Bullock, and J. A. Silva. 1975. Defoliation and fruit set in guava. *HortScience* 10:590.
16. Shigeura, G. T., and R. M. Bullock. 1976. Flower induction and fruit production of guava (*Psidium guajava* L.). *Acta Hort.* 57:247-251.
17. Syamal, M. M., R. K. Singh, and V. S. Chhonkar. 1980. Studies on growth and flowering in guava (*Psidium guajava* L.). *Indian J. Hort.* 37(3):243-249.
18. Thaipong, K., and U. Boonprakob. 2005. Genetic and environmental variance components in guava fruit qualities. *Sci. Hort.* 104:37-47.
19. Weinbaum, S. A., M. L. Merwin, and T. T. Muraoka. 1978. Seasonal variation in nitrate uptake efficiency and distribution of absorbed nitrogen in non-bearing prune trees. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 103:516-519.
20. Wilkie J. D., M. Sedgley, and T. Olesen. 2008. Regulation of floral initiation in horticultural trees. *J. Exp. Bot.* 59(12):3215-3228.