

環剝、噴施硫酸鎂對'珍珠'番石榴果實品質之影響

許 晉 嘉¹⁾ 林 慧 玲²⁾

關鍵字：番石榴、環剝、硫酸鎂、果實品質

摘要：本實驗擬利用環剝與葉面噴施硫酸鎂，抑制'珍珠'番石榴過盛的營養生長，增加葉片葉綠素生成量，期能提升葉片光合產物含量，以促進生殖生長並提升果實品質。結果顯示，環剝後 97 天營養生長抑制最顯著，花與果實增加情形最多，葉片全可溶性糖較高，且果實果重、硬度、抗壞血酸、全可溶性糖及澱粉均較對照組高。葉面噴施硫酸鎂後，葉片鎂含量、葉綠素與碳水化合物含量提升，果實長寬徑、果重、硬度、可溶性固形物、抗壞血酸與全可溶性糖較對照組果實高，因此，利用環剝及噴施硫酸鎂，均可增加葉片光合產物進而提升果實品質。

前 言

番石榴(*Psidium guajava* L.)為桃金娘科(Myrtaceae)番石榴屬(*Psidium*)之常綠灌木果樹，原生地從墨西哥南部至中美洲均有分布，1526 年至今，西印度群島、熱帶美洲、亞洲與非洲等地均分布番石榴(Morton, 1987)。

臺灣番石榴早期自中國大陸引進，光復後以'梨子拔'、'中山月拔'等更年性番石榴為主要栽培品種，民國 70 年代以泰國拔與二十世紀拔等品種為栽培主力，民國 80 年代後，'珍珠'、'水晶'等與近年的臺農一號'帝王'等品種則是近年主要栽培品種。因為優良品種出現與栽培技術的進步，使番石榴產業蒸蒸日上，番石榴成為台灣中南部重要之經濟果樹(謝，2005)。

'珍珠'番石榴自然產季集中於夏季(6-9 月)，此時氣候高溫多雨，果實生長快，且植株營養生長競爭果實養分，造成果實品質不佳且不耐貯運，如何使果實累積較多光合產物，並抑制植株營養生長過盛為提升果實品質之重要關鍵技術。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

硫酸鎂(Magnesium sulfate)在生物、醫學與農業上常廣泛使用(Merck index, 1976)，葉綠體生合成由鎂螯合酶啟動，將 Mg^{2+} 鑲入原紫質 IX (protoporphyrin IX)，形成鎂原紫質 (Mg-protoporphyrin IX) (Braumann *et al.*, 2014)，因此缺鎂將使葉綠素生合成失常(Taiz and Zeiger., 2010)，且硫酸鎂可維持核醣體結構穩定，並是許多酵素的必須輔酶(廖，2005)。

環剝為諸多抑制植物營養生長過盛方法之一，目的在於透過植株基部或枝條環狀剝除樹皮，使葉片光合產物無法輸送至根部，阻斷葉片與根之間的上下運輸關係，降低根部的碳水化合物含量(Yamane and Shibayama., 2006)。藉此將葉片生成之光合產物分配至果實，使果實發育期間得以有充足的碳源供應，進而提昇果實內容物含量。例如柑橘(Cohen., 1984)、葡萄(Williams and Ayars., 2005)及枇杷(Agusti *et al.*, 2005)，經環剝處理可增加果重及品質。

本試驗以噴施硫酸鎂與環剝處理等方式調查'珍珠'番石榴果實品質與營養生長速率，試圖改善'珍珠'番石榴果實品質。

材料與方法

一、試驗材料

試驗材料取自台中市果園，品種為 10 年生之'珍珠'番石榴(*Psidium guajava* L.)，處理組與對照組，以每株為一重複，各 3 重複。

二、試驗方法

環剝：於園中逢機取樣 6 株健康'珍珠'番石榴，實驗方式為一株番石榴植株自基部取 2 個主幹分枝，一進行環剝處理，於植株基部上方 15cm 環剝 1 公分，另一主幹分之為對照組不環剝，而後植株進行修剪，於環剝後第 0 天、41 天、97 天、116 天與 168 天調查植株葉片、枝條、花朵與果實數量，並於果實成熟採收後調查果實品質。

硫酸鎂：逢機選取番石榴植株，番石榴植株經過修剪，誘導新生枝芽和花苞萌發，修剪後噴施 0.5%硫酸鎂(99.8%, Choneye pure chemical)，每週噴施一次，共四週，採集葉片比較葉綠素含量差異，採收至果實套袋止，對照組為未噴施硫酸鎂，7 月 2 日(修剪後 30 天)進行果實套袋，套袋材質為打孔聚乙烯(polyethylene, PE 袋，長 30 cm 寬：21.2 cm，厚 0.01 mm)，內襯為白色舒果網(expanded polystyrene net sleeve, EPNS)，採收果實，比較其糖度、硬度等果實品質性狀。

三、調查項目與分析方法

(一) 葉片、枝條、花與果實數量調查

調查方式為嫩葉以外之營養器官皆調查，並計算其成長率，成長率計算方式為(調查當日生成數-前次調查生成數/總生成數)*100%。

(二) 葉片及果實取樣方法

葉片取樣為頂芽往下 3-4 對葉，取樣後以 1% HCl 漂洗，再以三次純水依序洗淨，擦

拭乾淨後放置入烘箱 100°C 1 小時殺菁，而後再降溫為 70°C 烘烤至葉片完全乾燥。乾燥後以磨粉機研磨。

果實取樣方法為將果實樣品經果心去除，將果肉切丁均質後以液態氮急速冷凍，之後裝入封口袋進行冷凍乾燥，完全乾燥後以研鉢研磨成粉，置於-20°C 凍箱備用。

(1) 礦物元素分析

將葉片與果實乾粉分別秤取 0.5 與 1 克後，置入灰化坩鍋，以灰化爐(muffle furnace)進行高溫灰化，升溫過程為 200°C，再升溫到 400°C 加熱 1 小時，最後再以 550°C 加熱 2 小時始樣品完全灰化，之後取出冷卻，加入 5 毫升 2N HCl 使之溶解，再以濾紙(Whatman # 42)過濾灰化液，隨之定量至 25 毫升，最後將樣品裝入去除離子之 PE 瓶。

大量元素鉀、鎂與微量元素鐵、錳、鋅、銅等測定以適當稀釋濃度灰化液，經偏光茲曼原子吸收光譜儀(Series polarized Zeeman atomic absorption spectrophotometer, Model Z-2300, Hitachi Japna)測量吸光值，各元素皆測定以之濃度標準品，在與樣品比對吸光值換算元素含量，大量元素等以百分比(%)為單位，微量元素等則以 ppm 表示。

(2) 氮分析

氮分析採用 Micro-Kjeldahl Method，將乾燥樣品以濾紙(Whatman# 1)包裹置入分解管，加入 1 克凱氏氮催化劑(selenium reagent mixture) (Merck 8030)與 4.5 毫升濃硫酸(95%)，置於 410°C 高溫分解爐加熱 2.5 小時，結束後取出，待其冷卻加入 15 毫升純水。再者為 Micro-Kjeldahl 裝置氮分解，將樣品倒入燒氮瓶，並以蒸餾水加至半滿，爾後加入 20 毫升 12N 的 NaOH，並以裝有 20 毫升凱氏氮指示劑(含 19 μ M Bromocresol green 和 25 μ M Methyl Red 的 2% Boric acid solution)之塑膠杯裝取蒸餾冷凝氨水，塑膠杯內溶液達 50 毫升時取出，以 1/14N 硫酸作為標準酸滴定，再以滴定量計算氮含量，單位為百分比(%)。

(3) 磷分析

磷測定方法為鉬黃法(vanadate-molybdate yellow method)，取 1 毫升灰化液加上 3 毫升純水與 1 毫升鉬黃試劑，混合均勻後靜置 15 分鐘，以分光光度計(spectrophotometer, Hitachi U2000)波長 470 nm 下測定樣品吸光值，單位為百分比(%)

(三) 葉綠素含量

使用打孔器在葉片上取 1 片直徑 1cm 圓片，將葉圓片置入玻璃管，加入 5 ml N,N-Dimethylformamide (DMF)，使葉圓片完全浸泡，置於黑暗中 10 天，待組織呈半透明或白色時，葉綠素被溶出便可測量，再以分光光度計(Spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定波長 664.5 nm 及 647 nm 之吸光值，利用下列公式計算葉綠素 a、b 和總葉綠素含量，單位為 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

$$\text{Chl a}(\mu\text{g}/\text{cm}^2) : (12.7\text{A}664.5 - 2.76\text{A}647) \mu\text{g}/\text{ml} \times 5\text{ml}/\text{葉圓片面積}$$

$$\text{Chl b}(\mu\text{g}/\text{cm}^2) : (20.7\text{A}647 - 4.62\text{A}664.5) \mu\text{g}/\text{ml} \times 5\text{ml}/\text{葉圓片面積}$$

$$\text{Chl a+b}(\mu\text{g}/\text{cm}^2) : (17.9\text{A}647 + 8.08\text{A}667.5) \mu\text{g}/\text{ml} \times 5\text{ml}/\text{葉圓片面積}$$

$$\text{葉圓片總面積}(\text{cm}^2) : 3.1416 \times (0.5)^2 \times \text{葉圓片數目}$$

(四) 碳水化合物

(1) 全可溶性固形物測定

全可溶性糖與澱粉測定方法參考自 Dubois (1956)，做法為取乾燥樣品 0.1 克置入離心管，加入 10 毫升純水於 30°C 中水浴震盪 3 小時，水浴結束後於室溫以轉速 4000xg 離心 10 分鐘，以濾棉濾出上清液，待測全可溶性糖。上清液稀釋後，取稀釋液 2 毫升加入 0.1 毫升石碳酸(90% liquid phenol)與 6 毫升濃硫酸，均勻混合後靜置 30 分鐘以分光光度計(spectrophotometer, Shimadzu UV-200S)波長 490 nm 吸光值。單位為%DW。

(2) 澱粉測定

取上述離心後之樣品殘渣，加入 10 毫升純水再次以轉速 4000xg 離心 10 分鐘，將糖液完全抽乾後之殘渣放入 70°C 烘箱烘乾。之後取出加入 2 毫升純水以沸水水煮 15 分鐘，冷卻後加入 2 毫升 9.2N HClO₄，靜置 15 分鐘後再加 6 毫升水並以 4000xg 離心 10 分鐘。離心後抽取上清液稀釋，再以稀釋液 2 毫升加入加入 0.1 毫升石碳酸(90% liquid phenol)與 6 毫升濃硫酸，均勻混合後靜置 30 分鐘以分光光度計(spectrophotometer, Shimadzu UV-200S)波長 490 nm 吸光值。單位為%DW。

(五) 果實品質測定

果實重量以電子式天平秤重，以公克(g)表示單位，可溶性固形物則以電子式糖度計(ATAGO PR-32)測定果肉果汁之可溶性固形物，每顆果實之可溶性固形物含量以赤道兩端點為測量位置之讀值平均表示，單位為°Brix。

果皮顏色測定方法為將果實採樣後清洗擦拭乾淨，以攜帶型分光色差儀(Mini Scan XE Plus, Model 4500S)測定果實赤道相對應兩端點之 L*、a*、b* 值，換算出 C* 與 h° 值，每顆果實之色差值以赤道兩端點數值平均表示。色座標(color scale)以 CILAB 表示；L* 表示明亮度(lightness)，100 為白色，0 為黑色；a* 表示紅綠程度，正值偏紅、負值偏向綠色；b* 值表示黃藍程度，正值偏黃、負值偏藍；C* 值為彩度(chroma)，以 $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ 計算而來，數值越高代表色彩越濃豔；h° 值為色相角(Hue angle)，以 $h^{\circ} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ，0° 為紫紅色，90° 為黃綠色，180° 為綠藍色，270° 為藍紫色，表示顏色色相範圍變化。果實硬度測定方法為以手持式硬度計(penetrometer FT-327)測定果實單位面積(0.49cm²)內刺穿果肉所需之力量，每顆果實測量赤道對應兩端點，數值以兩端點平均表示，單位為牛頓(N/cm²)。

(六) 抗壞血酸含量

將採收並清洗過後的果實切丁均質後秤取鮮重 1 克，然後添加 9 毫升偏磷酸抽取液(內含 6% metaphosphoric acid 之 2N acetic acid)於研鉢中研磨，以抗壞血酸試紙 (Reflectoquact[®] ascorbic acid test strip, Merck)沾拭之後置入 RQ-flex (RQ-flex 10, Merck, Germany)讀取抗壞血酸濃度(mg/l)，換算濃度單位為 mg/100g。

(七) 統計分析

將試驗結果以 SAS 套裝軟體(Statistical Analysis System, Institute Inc.)計算平均值，並

利用 ANOVA 進行變方分析(analysis of variance)及最小顯著差異檢定(least significant difference test, LSD)，比較各品種間之差異顯著性。

結 果

一、環剝處理期間'珍珠'番石榴營養生長之變化

環剝前，處理組之枝條與葉片高於對照組(表 1)，環剝後 41 天，處理組與對照組營養生長增加率為調查期間最高，隨後生長增加速率驟降。環剝後 97 天內，可看出環剝處理之植株葉片與枝條增加率較對照組低，環剝後 116 天至 168 天，環剝處理之植株營養生長率高於對照組。

從環剝調查期間來看，環剝 0 天至 41 天之間，環剝處理之葉片增加率與枝條生長率為 41.38%和 63.24%，低於對照組；環剝後 97 天，處理組之葉片生長率與枝條生長率為 3.18%與 0%，低於對照組 9-12%，此階段為環剝影響最顯著時期，環剝後 168 天，處理組之營養生長率高於對照組(葉片增加率：10.78%、枝條成長率：2.98%)。整體來說，環剝處理營養生長抑制最嚴重時期為環剝後 97 天，之後生長速率漸漸恢復，且於環剝後 116 天傷口癒合。

二、環剝處理期間'珍珠'番石榴生殖生長之變化

環剝後第 41 天(表 2)，環剝處理之花與果實數目平均大於對照組，花朵總數以處理組較高，且此時處理組已有 3 顆果實，表示處理組在環剝 41 天調查前，已有花朵出現，環剝後 97 天，處理組平均花朵數 1.3 朵，對照組無花朵生成，隨後只有果實生長。

至環剝後 168 天，處理組總花數為 22 朵，對照組 10 朵，處理組果實總數 62 顆，對照組 55 顆；開花速率方面，環剝後 97 天，處理組花朵生長率提高 18%，之後調查皆無來花；果實生長率方面，環剝後 97 天，處理組果實成長率達 87%，為整個調查期間最高者，環剝後 116 天，對照組果實成長率 50%，處理組只有 44%，環剝後 168 天成長率約為 34-35%之間，無顯著差異。可看出環剝後 97 天內花朵出現與果實大量著果期，環剝 97 天後果實主要進行生長，開花情形減少。

三、環剝處理後'珍珠'番石榴葉片碳水化合物之變化

葉片碳水化合物方面(表 3)，第 0 天處理間無顯著差異，環剝後 97 天，處理組全可溶性糖(9.26%)高於對照組，但澱粉兩處理間無顯著差異，環剝後 168 天，處理組之全可溶性糖(7.14%)高於對照組(6.4%)；碳水化合物以處理前最高，爾後隨生長日數增加而下降，環剝處理 97 天及 168 天全可溶性糖較對照組高，而澱粉則無顯著差異。

四、環剝處理對'珍珠'番石榴果實品質之影響

環剝處理之果實重量(294.82 克)、硬度(145.7N/cm²)與抗壞血酸(193.34mg/100g)含量高於對照組(表 4)，果實長、寬徑與可溶性固形物無顯著差異。

表 1. 環剝處理期間之 '珍珠' 番石榴葉片與枝條之生長數目與成長增加率。

Table 1. Effect of girdling treatment on leaf, branch quantity and increase percentage of 'Jen-Ju' guava.

Days after girdling	Treatment	No. of leaf /per tree	No. of Branch/per tree	Increase percentage of leaves	Increase percentage of branches
0	Control	329.7b ^z	34.3b	- ^x	-
	Girdling	392.0a	50.0a		
41	Control	627.3b	96.3b	47.44%	64.38%
	Girdling	668.7a	136.0a	41.38%	63.24%
97	Control	717.7a	110.0b	12.59%	12.45%
	Girdling	690.7b	130.0a	3.18%	0.00%
116	Control	723.7a	111.3b	0.83%	1.20%
	Girdling	703.7a	134.3a	1.85%	3.23%
168	Control	734.0b	109.7b	1.41%	0.00%
	Girdling	788.7a	138.3a	10.78%	2.89%

^zMeans separation within column in the same day by LSD test at 5 % level. ^xMeans no data.

表 2. 環剝處理期間之 '珍珠' 番石榴花朵與果實之生長數目、生長總數與生長增加率。

Table 2. Effect of girdling treatment on the number of flower and fruit and increase percentage of 'Jen-Ju' guava.

Days after girdling	Treatment	No. of Flower/per tree	No. of Fruit/per tree	Total number of flowers	Total number of fruits	Increase percentage of flowers	Increase percentage of fruits
0	Control	0a ^z	0a	- ^x	-	-	-
	Girdling	0a	0a				
41	Control	3.3b	0b	10b	0b	-	-
	Girdling	6.0a	1a	18a	3a		
97	Control	0.0b	6.0b	10.0b	18.0b	0%	-
	Girdling	1.3a	6.7a	22.0a	23.0a	18%	87%
116	Control	0.0a	6.0a	10.0b	36.0b	0%	50%
	Girdling	0.0a	6.0a	22.0a	41.0a	0%	44%
168	Control	0.0a	6.3b	10.0b	55.0b	0%	35%
	Girdling	0.0a	7.0a	22.0a	62.0a	0%	34%

^zMeans separation within column in the same day by LSD test at 5 % level. ^xMeans no data.

五、環剝處理對'珍珠'番石榴果實碳水化合物含量之影響

處理組之果實全可溶性糖(57.06%)含量高於對照組(43.32%)，澱粉以處理組較高(8.13%)(表 5)。

六、硫酸鎂處理對'珍珠'番石榴葉片葉綠素含量及鎂濃度之影響

處理前，硫酸鎂處理之葉綠素 a ($21.38 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)、b ($11.43 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)與總葉綠素($32.76 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)含量高於對照組。噴施後 65 天無顯著差異，噴施硫酸鎂後 99 天之葉綠素含量較高，顯示單純葉面施用硫酸鎂 1 個月，並無法於短期大量提升'珍珠'番石榴葉片之葉綠素含量。分析鎂元素之差異顯示，噴施後 65 天，葉片鎂濃度顯著提升，噴施後 99 天則無顯著差異(表 6)。

七、硫酸鎂處理對'珍珠'番石榴葉片碳水化合物組成之影響

碳水化合物方面(表 7)，硫酸鎂噴施後 65 天，處理組之全可溶性糖(8.63%)與澱粉(6.33%)均高於對照組，噴施後 99 天，處理間無顯著差異。整體看來，葉片碳水化合物隨生長日數增加而上升，但以硫酸鎂噴施後 65 天之碳水化合物含量差異較顯著。

八、噴施硫酸鎂對'珍珠'番石榴果實品質與碳水化合物含量之影響

噴施硫酸鎂之果重(503.93 克)、可溶性固形物(10.5°Brix)與抗壞血酸含量(205.69mg/100g)均高於對照組，果實長、寬徑亦較大，果實硬度則是對照組較高($145.8\text{N}/\text{cm}^2$)(表 8)。碳水化合物方面(表 9)，處理組全可溶性糖較對照組高(52.55%)，澱粉無顯著差異。

表 3. 環剝處理期間之'珍珠'番石榴葉片碳水化合物含量變化。

Table 3. Effect of girdling treatment on leaf carbohydrate content of 'Jen-Ju' guava.

Days after girdling	Treatment	Total soluble sugar (%)	Starch (%)
0	Control	9.06a ^z	6.27a
	Girdling	9.40a	6.78a
97	Control	7.44b	1.49a
	Girdling	9.26a	1.70a
168	Control	6.40b	1.83a
	Girdling	7.14a	2.30a

^zMeans separation within column in the same day by LSD test at 5 % level.

表 4. 環剝處理後 '珍珠' 番石榴果實採收後品質。

Table 4. Effect of girdling treatment on fruit quality of 'Jen-Ju' guava.

Treatment	Fresh weight(g)	Length (cm)	Width (cm)	Firmness (N/cm ²)	TSS (°Brix)	Ascorbic acid (mg/100g)
Control	249.55b ^z	8.22a	7.22a	105.0b	12.03a	174.08b
Girdling	294.82a	8.60a	7.59a	145.7a	11.4a	193.34a

^zMeans separation within column by LSD test at 5 % level.

表 5. 環剝處理後 '珍珠' 番石榴果實之碳水化合物含量。

Table 5. Effect of girdling treatment on fruit carbohydrate content of 'Jen-Ju' guava.

Treatment	Total soluble sugar (%)	Starch (%)
Control	43.32b ^z	4.61b
Girdling	57.06a	8.13a

^zMeans separation within column by LSD test at 5 % level.

表 6. 噴施硫酸鎂對 '珍珠' 番石榴葉片葉綠素含量及鎂濃度之影響。

Table 6. Effect of magnesium sulfate spraying on leaf Chlorophyll and magnesium content of 'Jen-Ju' guava.

Days after spraying	Treatment	Chlorophyll (µg/ cm ²)			Mg(%)
		Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll a+b	
0 day	Control ^y	18.40b ^z	9.33a	27.69b	0.27a
	MgSO ₄	21.38a	11.43a	32.76a	0.27a
65 days	Control	22.50a	10.56a	33.02a	0.27b
	MgSO ₄	21.63a	10.42a	32.01a	0.38a
99 days	Control	11.81b	5.51b	17.30b	0.31a
	MgSO ₄	15.05a	7.51a	22.53a	0.32a

^y Control : without spraying magnesium sulfate ; MgSO₄: spraying magnesium sulfate.

^zMeans separation within column in the same day by LSD test at 5 % level.

表 7. 噴施硫酸鎂對 '珍珠' 番石榴葉片碳水化合物含量之影響。

Table 7. Effect of magnesium sulfate spraying on carbohydrate content of 'Jen-Ju' guava leaf.

Days after spraying	Treatment	Total soluble sugar (%)	Starch (%)
0	Control ^y	7.82a ^z	4.47b
	MgSO ₄	8.40a	5.43a
65	Control	8.01b	4.00b
	MgSO ₄	8.63a	6.33a
99	Control	9.11a	7.77a
	MgSO ₄	9.02a	7.50a

^y Control: without spraying magnesium sulfate ; MgSO₄: spraying magnesium sulfate.

^zMeans separation within column in the same day by LSD test at 5 % level.

表 8. 噴施硫酸鎂對 '珍珠' 番石榴果實品質之影響。

Table 8. Effect of magnesium sulfate spraying on quality of 'Jen-Ju' guava fruit.

Treatment	Fresh weight(g)	Length (cm)	Width (cm)	Firmness (N/cm ²)	TSS ^x (°Brix)	Ascorbic acid (mg/100g)
Control ^y	421.82b ^z	9.1b	8.3b	145.8a	8.16b	140.98b
MgSO ₄	503.93a	9.9a	10.0a	109.4b	10.50a	205.69a

^y Control: without spraying magnesium sulfate ; MgSO₄: spraying magnesium sulfate.

^zMeans separation within column in the same day by LSD test at 5 % level.

^xTSS=total soluble solid.

表 9. 噴施硫酸鎂對 '珍珠' 番石榴果實碳水化合物含量之影響

Table 9. Effect of magnesium sulfate spraying on carbohydrate content of 'Jen-Ju' guava fruit.

Treatment	Total soluble sugar (%)	Starch (%)
Control ^y	47.99b ^z	1.77a
MgSO ₄	52.55a	1.97a

^y Control: without spraying magnesium sulfate ; MgSO₄: spraying magnesium sulfate.

^zMeans separation within column in the same day by LSD test at 5 % level.

討 論

一、環剝處理對作物營養生長與生殖生長之影響

環刻與環剝對於開花、果實生長與品質有促進效果，據 Goldschmidt(1985)之結果，環刻之'Murcott'茂谷柑，花朵數量增加，枝條與葉片澱粉含量無增加，本次環剝實驗花朵數量增加，與 Goldschmidt 之結果相似。蘋果(*Malus domestica* Borkh.)枝條環刻，果實具較高乾重與內容物濃度，葉面積增加等優點，但葉片光合作用能力與氣孔導度降低，胞間二氧化碳濃度提高(Schechter *et al.*, 1994 ; Black *et al.*, 2012)；另外，櫻桃(*Prunus avium*)環刻之葉片全可溶性糖濃度較高，果實著果率較高(Quentin *et al.*, 2013)。環剝 97 天時，環刻處理碳水化合物含量較高(表 3)，對照組較低，這是因為環剝使光合產物往根部運移路線阻斷，因此可蓄積於地上部，至環剝 168 天時，處理組與對照組碳水化合物含量皆下降，因為此時果實發育，碳水化合物往積貯部位(sink)運送所致，因為果實碳水化合物以處理組含量較高，因此作此推測(表 5)，蔡(2008)在蓮霧環刻與遮陰實驗中，環刻處理葉片碳水化合物含量較高。'珍珠'番石榴果實重量、硬度與抗壞血酸等果實品質也因環刻，而有提升效果。

環刻與環剝過於嚴重將使隔年開花與著果率下降(Smith and Samach, 2013)，且環刻處理並非全然幫助植物生長或生殖生長進行，如 'Kordia' 櫻桃環刻後，著果率未提升且果實落果現象無改善(Quentin *et al.*, 2013)。王(2008)試圖以環刻方式改善夏季葡萄轉色不佳之現象，結果顯示環刻雖對轉色有幫助，但對果實橫徑、鮮、乾重、可溶性固形物與酸度無顯著影響，且環刻使植株光合作用降至 60-80%，王認為是環刻傷口過快癒合，導致營養生長受抑制時期較短所致。環刻處理之刻傷深度、位置、植物特性與季節等因素均會影響結果呈現，荔枝秋冬控梢多於 11 月與植株環剝 0.3 公分，作用時期可達 3-4 個月(李, 2012)，而本次環剝寬度 1 公分，可抑制夏季 '珍珠' 番石榴過度營養生長，環剝後 116 至 168 天，樹體傷口癒合，生長恢復，並可累積較多之光合產物於地上部，進而使果實光合產物分配比例提高，提升果實品質。

二、硫酸鎂處理對 '珍珠' 番石榴葉片葉綠素含量與果實品質之影響

前人透過各種方式，想提高葉片葉綠素含量，如 Diwaker (2011)曾嘗試噴施不同濃度磷酸與過磷酸鈣，以提高 'Allahabad Safeda' 番石榴葉片葉綠素含量，但對於葉綠素 a 與總葉綠素含量並無促進作用，反而降低葉綠素 b 含量。而本次實驗結果，單純施用 0.5% 硫酸鎂，葉片之鎂含量，在噴施後 65 天，含量提升；噴施後 99 天，葉綠素 a ($15.05 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)、b ($7.51 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) 與總葉綠素 ($22.53 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) 含量提高(表 6)，果實大小、重量與抗壞血酸含量提高(表 8)，顯示噴施硫酸鎂有助於葉片鎂含量與果實品質提升。'Trust' 品種番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 給予 0.02% 鎂進行水耕栽培時，八周後中、下位葉萎黃，鎂缺乏症產生，光合作用能力下降 50%，但給予 0.05-0.08% 的硫酸鎂時無缺鎂症狀，葉片生長正常，並提升植株生長速度與果實硬度(Hao *et al.*, 2003)，綜合上述葉片噴施硫酸鎂之

結果或水耕液添加均可明顯促進果實品質。

而本次試驗硫酸鎂噴施前，先進行修剪，刺激'珍珠'番石榴新葉與花苞生成，鎂為易移動之元素(廖，2005)，在營養生長創始期給予鎂元素，使其發育期間得以充分吸收，使葉片生長、葉綠素含量充足、光合作用能力提升，這些因素幫助整體營養生長發育，提升葉片製造光合產物之能力，並運送至果實，因而幫助果實品質提升，而噴施硫酸鎂之果實抗壞血酸平均含量為 205mg/100g，對照組抗壞血酸含量只有其 69%左右，除了提升夏果品質，對於抗壞血酸含量提升也有幫助。

參 考 文 獻

- 王李廉。2008。環刻對巨峰葡萄果實品質及光合作用之影響。國立臺灣大學園藝學系碩士論文。臺灣：臺北。70 pp.。
- 王亞勤。2012。套袋材質與網室栽培對'珍珠'番石榴果實品質及貯藏能力之影響暨評估溫度逆境指標之研究。國立中興大學園藝系碩士論文。臺灣：臺中。98 pp.。
- 白桂芳、林金樹、柯文華、葉士財、廖君達。2008。中部地區番石榴病蟲及害物圖說。p. 1-3。
- 李雪如。2012。玉荷包荔枝之環刻技術。豐年 62(4)：33-36.。
- 林月金、高德錚。2005。台灣番石榴產業分析。台中區農業專訊 51：4-6.。
- 張林仁。2010。外銷番石榴貯運保鮮試驗。臺中區農業改良場特刊。p. 159-167.。
- 葉文彬、張林仁。2011。番石榴外銷貯運技術。番石榴栽培技術與經營管理研討會論文輯特刊 108：63-74.。
- 廖乾華。2005。台灣農家要覽-植物之必要元素。行政院農業委員會臺灣農家要覽增修訂三版策劃委員。臺灣：臺北。p. 499-506.。
- 蔡宜君。2011。修剪、套袋及網室栽培與低溫貯藏前熱處理對番石榴品質之影響。國立中興大學園藝系碩士論文。臺灣：臺中。98 pp.。
- 蔡美芳。2008。遮光及環刻處理對蓮霧開花和碳氮比之影響。國立屏東科技大學農園生產系碩士論文。臺灣：屏東。97 pp.。
- 謝鴻業。2005。台灣農家要覽-番石榴。行政院農業委員會臺灣農家要覽增修訂三版策劃委員。臺灣：臺北。p. 61-68.。
- 魏梓訓。2013。改善番石榴果實貯藏品質之研究。國立中興大學園藝系碩士論文。臺灣：臺中。116 pp.。
- Agusti, M., N. Gariglio, M. Juan, V. Almela, C. Mesejo, and A. Martinez-Fuentes. 2005. Effect of branch scoring on fruit development in loquat. J. Hort. Sci. Biotech. 80: 370-374.
- Black, M. Z., K. J. Patterson, K. S. Gould, and M. J. Clearwater. 2012. Physiological

- responses of kiwifruit vines (*Actinidia chinensis* Planch. var. *chinensis*) to trunk girdling and root pruning. *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 40(1): 31-41.
- Braumann, I., N. Stein, and M. Hansson. 2014. Reduced chlorophyll biosynthesis in heterozygous barley magnesium chelatase mutants. *Plant Physiol. Biochem.* 78:10-14.
- Cohen, A. 1984. Citrus fruit enlargement by means of summer girdling. *J. Hort. Sci.* 59: 119-125.
- Diwaker, S. 2011. Chlorophyll content of guava leaves as influenced by phosphorus. *Progressive Hort.* 43(1): 168-171.
- Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28(3): 350-356.
- Goldschmidt, E. E., N. Aschkenazi, Y. Herzano, A. A. Schaffer, and S. P. Monselise. 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Sci. Hort.* 26 :159-166.
- Hao, X., and A. P. Papadopoulos. 2003. Effects of calcium and magnesium on growth, fruit yield and quality in a fall greenhouse tomato crop grown on rockwool. *Canadian J. Plant Sci.* 83(4): 903-912.
- Martha, W., S. Budavari, L. Y. Stroumtsos, and M. N. Fertig. 1976. Merck index 9th edition. pp. 5525.
- Morton, J. F. 1987. Fruits of warm climate. Creative Resource System, Winterville, N. C. Miami, FL. pp. 356–363.
- Quentin, A. G., D. C. Close, L. M. H. P. Hennen, and E. A. Pinkar. 2013. Down-regulation of photosynthesis following girdling, but contrasting effects on fruit set and retention, in two sweet cherry cultivars. *Plant Physiol. Biochem.* 73: 359-367.
- Schechter, I., J. T. A. Proctor, and D. C. Elfving. 1994. Apple fruit removal and limb girdling affect fruit and leaf characteristics. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(2): 157-162.
- Smith, H. M. and A. Samach. 2013. Constraints to obtaining consistent annual yields in perennial tree crops. I: Heavy fruit load dominates over vegetative growth. *Plant Sci.* 207: 158-167.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2010. Plant physiology (Fourth edition). Sinauer associates Inc. publisher. 637 pp.
- Williams, L. E. and J. E. Ayars. 2005. Water use of Thompson seedless grapevines as affected by the application of gibberellic acid (GA₃) and trunk girdling- practices to increase berry size. *Agri. Forest Meteorology* 129: 85-94.
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2006. Effects of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in 'Aki Queen' grapevine. *J. Jpn. Society Hort. Sci.* 75: 439-444.

Effects of Girdling and Magnesium Sulfate Treatment on Fruit Quality of 'Jen-Ju' Guava (*Psidium guajava* L. cv. Jen-Ju)

Jin-Jia Xu ¹⁾ Huey-Ling Lin ²⁾

Key words: guava, girdling, magnesium sulfate, fruit quality

Summary

The purpose of this study was using girdling and spraying magnesium sulfate to inhibit excessive vegetative growth, increasing chlorophyll contents in leaf of 'Jen-Ju' guava that increasing carbohydrate contents. The results showed that after girdling 97 days had the most significant vegetative growth inhibition. The increasing number of flowers and fruits were up to maximum. Girdling treatment had great total soluble sugar content in leaves. And fruits with girdling treatment had great fruit weight, firmness, ascorbic acid, total soluble sugar, and starch than control. After spraying magnesium sulfate on leaves, the content of magnesium, chlorophyll, and carbohydrate were increased. Fruits with magnesium sulfate treatment had higher fruit length and width, fruit weight, firmness, total soluble solid, ascorbic acid, and total soluble sugar than control. Therefore, using girdling and magnesium sulfate can increase carbohydrates in leaves, promoting the fruit quality of guava.

1) Graduate student in MS program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

