

國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝學系

碩士論文

Graduate Institute of Horticulture

College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis

環刻對巨峰葡萄果實品質及光合作用之影響

Effects of girdling on berry quality and leaf photosynthesis
in 'Kyoho' grapevines



Lee-Lien Wang

指導教授：李國譚 博士

Advisor: Kuo-Tan Li, Ph.D.

中華民國九十八年七月

July, 2009

誌謝

半年前，每天電腦螢幕上出現的都是沒完成的圖表與分析到一半的數據，沒想到現在居然要開始煩惱誌謝會不會寫太多！

本論文得以完成，首先要感謝指導教授李國譚老師在研究所兩年之中，對於思考上的啟發、教導我們從事研究工作上應有的態度及論文寫作技巧上的指導，論文完稿後承蒙李金龍老師及陳京城老師悉心斧正，並提供寶貴的建議讓論文內容更加完整。此外，也要感謝林宗賢老師、楊雯如老師及張哲嘉老師在日常生活及試驗上的關心，中興大學楊耀祥老師、林慧玲老師及陳秉訓老師在試驗期間慨借儀器及在大學求學期間的照顧。

在果園的生活中，感謝吳長勝先生與吳長旭先生兩家人協助果園管理且不吝分享田間經驗以及吳秋燕女士在出差期間的關心。說到這，更不能不提果樹生理研究室的好夥伴：元彰、胖丁、巧巧恣、劉大哥、一姊及小花，感謝你們在試驗期間的幫忙並為實驗室帶來歡樂的氣氛。在這兩年中還要感謝許多人，一蘆學長、元聰學長及妙真學姊在試驗上所給的建議。雷孟從大學時就是一起打球唸書的夥伴。美蘭、建佑、嘉雲、恩康、伊婷等來自其他研究室的協助。一起到台北打拼也是最佳吃飯咖的毛、欣穎、JO、小馬、德俊、修合等人。讓我回台中也有回家感覺的顯皓、OA 及 303 的捧由。還有珮珊、真妙、喇叭、小咪、小不、學睿、哇哈哈、阿福、石頭、阿勇，雖然我們畢業後走向不同的路，但我相信這份情誼是不會改變的。此外還要感謝祥裕黃老闆、寶路工作室，有你們我才能騎車趴趴走，365 天準時上下班。另外也想對 R6 球團、305 動物園說：畢業這麼久了還能保持聯絡真的不容易，這紀錄請大家繼續保持下去 XD！

在這裡還要感謝妙真，謝謝妳在這段時間中，適時給我鼓勵及關心，讓我能勇於面對眼前的工作。最後要感謝我最愛的家人：爸爸、媽媽、阿公、阿嬤、妹妹以及所有關心我的親朋好友，謝謝你們在我求學之路上的支持，讓我能無後顧之憂的向前努力，謝謝你們。

李廉 2009.7.27

目錄 Table of Contents

圖目錄.....	II
表目錄.....	III
摘要.....	1
Abstract.....	2
第一章 總論-前人研究與試驗假說.....	3
第二章 環刻對巨峰葡萄夏果果實品質及冬果結果枝生長之影響.....	19
2.1 摘要.....	19
2.2 前言.....	19
2.3 材料及方法.....	21
2.4 結果.....	26
2.5 討論.....	36
2.6 結論.....	42
2.7 參考文獻.....	43
2.8 Abstract.....	47
第三章 環刻對巨峰葡萄葉片氣體交換之影響.....	48
3.1 摘要.....	48
3.2 前言.....	48
3.3 材料及方法.....	50
3.4 結果.....	52
3.5 討論.....	54
3.6 結論.....	58
3.7 參考文獻.....	60
3.8 Abstract.....	64
第四章 結論及未來研究方向.....	65
附錄.....	69



圖目錄

Index of Figures

圖 2-1. 著果期結果枝環刻處理，箭頭處為處理位置，約在第二節間，寬度及深度分別為 5 mm 及 2-3 mm (A)。轉色期主枝環刻處理，箭頭處為處理位置，約在主枝距主幹 5 cm 處，寬度及深度分別為 5 mm 及 2-3 mm (B)	23
圖 2-2 巨峰葡萄轉色期主枝環刻處理後 0 天 (2008/6/16, 圖 A)、11 天 (2008/6/27, 圖 B)、18 天 (2008/7/4, 圖 C) 及 25 天 (2008/7/11, 圖 D) 傷口癒合情況	24
圖 2-3. 著果期結果枝環刻對巨峰葡萄果粒橫徑變化之影響	28
圖 2-4. 著果期結果枝環刻對巨峰葡萄果粒鮮重 (A) 及乾重 (B) 變化之影響 ..	29
圖 2-5. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒橫徑變化之影響	30
圖 2-6. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒鮮重變化之影響	31
圖 2-7. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒糖度變化之影響	32
圖 2-8. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒可滴定酸濃度變化之影響	33
圖 2-9. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒果色板讀值變化之影響	34
圖 2-10. 巨峰葡萄轉色期主枝環刻後各果色板讀值佔總量之百分比	35
圖 2-11. 轉色期環刻對不同成熟度結果枝總可溶性糖 (A) 及澱粉 (B) 含量之影響	38
圖 2-12. 夏果轉色期主枝環刻對巨峰葡萄冬果新梢長度之影響	39
圖 3-1. 受試植株於 2008/11/29 在巨峰葡萄枝條基部 (箭頭處) 利用利刀進行寬度 5 mm 環刻處理	51
圖 3-2. 環刻處理前(A)及環刻處理後 2 日(B)、18 日(C)及 33 日(D)，光強度對巨峰葡萄葉片光合成速率之影響	55
圖 3-3. 環刻處理對巨峰葡萄葉片光合速率(A)、蒸散作用(B)、氣孔導度(C)及水分利用效率(D)之影響	55

表目錄

Index of table

表 1. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果穗重、產量及葉果比之影響 37



摘要

夏果轉色不良是台灣農民以一年二收模式生產巨峰葡萄存在多年之問題，前人指出在葡萄果實轉色時進行環刻處理可促進果實著色，並提高糖度。但環刻可能會影響根部碳水化合物儲藏並降低葉片光合速率，而會對次一產季之植株及果實生長產生不良之影響。因此本試驗之目的為調查環刻對巨峰葡萄夏果果實品質及對冬果結果枝生長之影響，並測量環刻後植株氣體交換之變化作為後續研究之參考。

試驗結果顯示著果期結果枝環刻對葡萄果實橫徑及鮮、乾重無顯著影響。轉色期主枝環刻可提高採收時深色果實比率，但對於橫徑、糖度及酸度沒有顯著影響。此外，轉色期主枝環刻對於夏果結果枝內之可溶性糖及澱粉累積以及冬果結果枝生長亦無顯著影響，推測造成此結果枝原因為夏果轉色期環刻之傷口在 4 週內即癒合，可恢復韌皮部之運輸，使根部可繼續累積供應冬果結果枝生長所需之碳水化合物所致。

環刻處理會立即影響葡萄植株葉片之氣體交換，處理組植株之光合速率在環刻後 7 至 33 日內僅為對照組之 80~60% ($P < 0.05$)，隨著環刻傷口癒合，處理組植株之光合速率逐漸恢復至對照組之水準，但由於氣溫及葉齡老化之關係，兩組植株在試驗後期之光合速率僅 $2 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 左右。環刻亦會導致植株之氣孔導度及蒸散速率下降，但僅於處理後 13 至 18 日間與對照組有顯著差異，因此推測造成環刻後光合速率下降之原因可能與非氣孔因子有關。

根據本試驗結果，轉色期主枝環刻可促進巨峰葡萄夏果轉色，但對糖度影響不顯著，推測原因除了氣候因子外，植株營養生長過於旺盛可能為原因之一，因此在未來研究方面可針對環刻與植株生長之交互作用作更深入之研究。

Abstract

Poor coloration reduced berry quality and market value of summer crop in 'Kyoho' table grapes produced with a double cropping system. Girdling at véraison can promote berry coloration and total soluble solid content but the practice might also reduce carbohydrate reserves and leaf photosynthesis rate (Pn). The effect of girdling on berry quality, and the potential negative effects on winter crop as well as leaf photosynthesis in 'Kyoho' grapevines were assessed in this study.

The result showed that early fruiting shoot girdling did not improve berry diameter, fresh weight, or dry weight. On the other hand, arm girdling at véraison increased dark-color berry number. Berry size, TSS and tartaric acid concentration were not affected by girdling. In addition, carbohydrate and starch content in fruiting shoot and growth rate of winter crop shoot didn't affected by girdling practiced at véraison.

Leaf Pn were reduced by shoot girdling 7 to 33 days after treatment. Pn of both girdled (G) and control (CK) vines declined throughout the experiment period.

Differences of T mmol and g_s between CK and G were significant 13 to 18 days after treatment. The result indicated that reduction in Pn of girdling grapevine was not associated with stomatal closure but non-stomatal components .

第一章 總論-前人研究與試驗假說

1.1 前言

葡萄為葡萄科 (*Vitaceae*) 葡萄屬 (*Vitis*) 落葉果樹，目前葡萄在台灣栽培面積約為3300公頃(農業統計年報, 2007)，其中‘巨峰’(*Vitis vinifera* L. × *Vitis labrusca* Bailey ‘Kyoho’) 為栽培面積最廣之品種，佔總栽培面積近9成(楊, 2006)。「巨峰」屬歐美雜交之四倍體品種，於光復後自日本引進台灣，果粒可達12g以上，果皮呈紫黑色，因此果實著色的好壞是影響商品價值的重要因素之一(張等, 2004a)。

台灣地處亞熱帶，生長季較溫帶國家長，利用修剪配合催芽技術可在一年之中生產夏、冬兩期果實，此栽培模式為現今大多數農民所以利用(張等, 2004b)。但由於夏果(7月前後採收)生育期間，尤其在果實轉色期，台灣氣溫偏高且多雨，常造成巨峰葡萄著色不良且糖度偏低，嚴重影響商品價值。

環刻(girdling)應用於提升果實品質已有多年歷史(Goren et al., 2004)，無子葡萄品種於開花後進行主幹環刻可促進其果實肥大(Williams et al., 2000)；果實轉色時進行環刻處理則有助於果粒著色並提高糖度(Carreño et al., 1998, Yamane and Shibayama, 2006)。另有文獻指出於著果及轉色兩階段均進行環刻，不但可提高‘義大利’(*Vitis vinifera* L. ‘Italia IP 65’)葡萄之鮮重且對於可溶性固形物的增加也有正面的影響(Carreño et al., 1998)。

然而環刻阻斷韌皮部之運輸，因此會使根部生長減緩並且可能會降低地下部碳水化合物之儲藏量(Yamane and Shibayama, 2006b)。台灣葡萄之栽培大多採一年二收模式，所以對於地下部碳水化合物之需求較一般一年一收模式高(張, 2001)，環刻處理可能會對葡萄植株之生長產生不良之影響。

因此本試驗以一年二收栽培模式下之巨峰葡萄為材料，探討環刻處理對於提升夏果果實品質之效益，並觀察處理對於同年冬果生長之負面影響作為往後相關研究之參考。

1-2 環刻

環刻 (girdling) 是指利用物理性的方法，除去植株部分韌皮部，暫時阻斷碳水化合物之運輸，進而提升園產品品質的一種園藝技術 (Goren et al., 2004)。環刻會改變植株碳源供源 (source) 及碳源積儲 (sink) 之平衡，近年來也常應用於植物體內碳水化合物平衡之研究。由於環刻或相關技術會對植株造成短暫的傷害，因此在環刻之前必須考量植株之樹齡、健康以及樹體活力以達到提升果實品質的效果並避免對植株造成危害 (Goren et al., 2004)。

1.3 環刻對果實生長及品質之影響

利用環刻作為提升果實品質的方法最早記載於十六世紀法國的蘋果栽培手冊中，根據描述，蘋果樹於開花前於主幹上進行環刻可以促進開花及果實品質 (Goren et al., 2004)。後續研究指出環刻對果實生長及品質之影響會因品種 (Carreño et al., 1998)、處理時間 (Revas et al., 2006; Day and DeJong, 1990)、環刻寬度 (Yamane and Shibayama, 2007) 或環刻位置 (Goren et al., 2004) 不同而有不同的結果。環刻提升果實品質主要是因為增加光合產物在地上部之可利用性，在果實不同發育階段進行環刻會對果實產生直接的影響 (Goren et al., 2004)，例如於花後環刻可促進柑橘 (Rivas et al., 2006)、柿 (Steyn et al., 2008)、葡萄 (Carreño et al., 1998) 及芒果 (Schaper and Chacko, 1993) 等果樹的著果；果實快速肥大期進行處理則可以促進柑橘 (Cohen, 1984)、葡萄 (Williams and Ayars, 2005)、油桃 (Fernandez-Escobar, 1987) 及枇杷 (Agustí et al., 2005) 之果徑或鮮重；接近果實成熟階段環刻則有助於多種果樹成熟指標如糖度 (Di Vaio et al., 2001; Fujishima et al., 2005)、著色 (Yamane and Shibayama, 2006b) 及糖酸比 (Carreño et al., 1998) 的提升。環刻所造成之傷口越寬，韌皮部復原之時間會越長，環刻的效果可以持續越久 (Fernandez-Escobar, 1987)，但是施以環刻時必須考量到植株復原速率及生長勢，避免造成負面影響 (Goren et al., 2004; Yamane and Shibayama, 2007)。

1.4 環刻對果樹氣體交換之影響

環刻處理會影響多種果樹葉片之光合作用速率，蘋果 (Zhou and Quebedeaux, 2003)、油桃 (Di Vaio et al., 2001)、芒果 (Urban and Alphonsout, 2007) 等果樹之葉片光合速率在環刻後均有下降的現象。Harrell 及 Williams (1987) 指出葡萄主幹環刻後 13 日，植株葉片光合速率會比未環刻者下降 30%，且氣孔阻力也會較對照組高。但亦有研究指出橄欖 (Proietti and Tombesi, 1990) 或腰果 (Schaper and Chacko, 1993) 等果樹若具有較強的碳源基礎 (如果實)，葉片光合作用能力則不會受環刻所影響。在主幹環刻時同時對植株噴施 GA_3 ，可減少光合速率下降幅度 (Roper and Williams, 1989)，因此推測環刻對葉片光合速率的影響，會與其他田間操作相互影響。造成環刻後光合作用能力下降的原因目前多數研究認為與碳水化合物累積所造成之回饋抑制有關 (Goren et al., 2004)。另外有研究指出環刻影響植株內生荷爾蒙平衡，造成葉片內 ABA 濃度上升，導致氣孔導度下降因此影響到光合速率 (Roper and Williams, 1989)。



1.5 環刻傷口之癒合

由於環刻傷口的癒合可重新連結地上部與地下部的養分運輸，如此會使養份在地上部的可利用性下降，因此環刻傷口癒合速度也決定了環刻效果的持續性 (Goren et al., 2004)。果樹環刻後癒傷組織會在傷口部位生成，形成速度會隨果樹種類、環刻位置、處理寬度、處理方式、品種及處理時期而有所不同 (Fernandez-Escobar et al., 1987, Goren et al., 2004, Hamada et al., 2009, Yamane and Shibayama, 2007)。以‘富有’柿為例，於三年生枝條進行 5 mm 環刻，處理三週後開始有癒傷組織生成於傷口部位，六週後傷口完全癒合，靠近傷口內側之癒傷組織會分化為木質部，靠近表皮之癒傷組織則分化為韌皮部 (Hamada et al., 2009)。Yamane 及 Shibayama (2007) 對‘安芸’ (Aki Queen) 葡萄進行不同寬度的環刻處理，結果顯示環刻傷口於一週後開始癒合，若環刻寬度小於 10 mm 則傷口約在處

理後 40 日內即可癒合，若寬度大於 20 mm 之環刻處理則癒合時間則需 8 週以上。

1.6 環刻之負面效應

環刻固然提升果實品質，但是若處理不當也容易對果樹產生傷害。Yamane 及 Shibayama (2006b) 指出環刻會造成葡萄結果枝及根部生長停止，傷口若癒合完整則不會影響往後果實生產，但若傷口太深傷及木質部或是寬度大於 20 mm 則易有傷口癒合不完全的風險。此外，由於根部活力下降會導致微量元素吸收不足，而影響植株生長 (Priestley, 1976)。當傷口癒合不完全，地上部所生產之光合產物便無法經由韌皮部向根部運輸，當根部過度消耗地下部儲藏之碳水化合物後，會產生根部飢餓 (root starvation) 的現象，嚴重時會導致植株死亡 (Day and DeJong, 1990; Goren et al., 2004)。但環刻所造成的負面影響，不同果樹甚至是同種內不同品種的反應也不盡相同，因此還必須透過更多試驗才能有更深入的了解 (Fernandez-Escobar et al., 1987)。



1.7 葡萄果實生長曲線

葡萄果粒之體積、橫徑、鮮重及乾重在著果後均呈現雙 S 型生長 (double-sigmoid curve)，此型生長曲線可分為三階段 (Boselli et al., 1995, Staudt et al., 1986)。第一階段 (Stage I) 稱為第一次快速生長期，果實體積及乾鮮重在此階段因細胞分裂而快速增加，此階段約在開花後至花後 40~60 日之間 (Coombe, 1960)，但會受品種 (Bergh, 1990)、植株營養狀態 (Martin et al., 1964, Goffinet et al., 1990) 及外在環境 (Lombard et al., 1971) 所影響。此外，果實之種子會在此階段末期達到最大體積 (Staudt et al., 1986)，孫 (1996) 指出台灣二收栽培之巨峰葡萄夏果之第一階段長度約為 30 日左右。

第二階段 (Stage II) 為果實緩慢生長期 (lag phase) 又稱為硬核期，此階段為種子主要發育期，果實生長速率會減緩，果實之生長素 (Staudt et al., 1986) 及酸

度(孫, 1996)會在此階段後期達最大值, ABA 濃度在此時亦逐漸增加(Staudt et al., 1986)。品種、果實內種子數、碳源積儲競爭或環境因子均會影響此階段的長短, 晚熟或有子之品種第二階段的時間會較長, 高溫亦會延長第二階段之時間(Sugiura et al., 1991)。台灣以二收生產之巨峰葡萄夏果之硬核期約在盛花後 33 日至 46 日之間(孫, 1996)。

第三階段(Stage III)為果實第二次快速生長期, 此一時期之果實生長為細胞肥大所造成。此階段開始時果皮開始轉色, 因此又稱為轉色期(véraison), 果實內之水分含量及可溶性固形物在此階段急速增加, 果實硬度及酒石酸含量則下降(孫, 1996)。若進入第三階段時溫度在 15~22°C 間可促進果實之可溶性固形物(黃等, 1984)、花青素(Yamane et al., 2006)及可滴定酸(Kliewer, 1973)含量。但台灣夏季所生產之巨峰葡萄進入第三階段的時間約為每年 5、6 月之間, 常面臨將近 30°C 之高溫, 因此雖然酸度較低, 但果色和糖度均不及冬季所生產的二期果。

1.8 影響葡萄果實著色之因子

深色葡萄果皮內的主要色素為花青素, 其含量在轉色期後快速累積(Mullins, et al., 1992)。果實內花青素含量會受到光線、碳氮比(Kliewer, 1977)、氣溫(Yamane and Shibayama, 2006a)、葉果比(Kliewer and Weaver, 1971)、產量(Yamane and Shibayama, 2006b)等因子影響。Yamane 等人(2006)指出‘安芸’葡萄果實開始轉色後 1 至 3 週內, 是高溫對花青素生合成影響最大的階段, 溫度超過 30°C 時不利花青素在果皮累積。碳水化合物會誘導花青素生合成路徑中多種酵素之表現, 因此提高碳水化合物濃度有利於花青素生合成(Hiratsuka et al., 2001), 葉片是供給植株碳水化合物之來源, 因此控制適當的葉果比是提升葡萄品質尤其是果實著色之關鍵(Howell, 2001), Kliewer 及 Weaver (1971)指出‘Tokay’葡萄葉果比在 11 至 14 cm²/g 下果實轉色會最佳, 若植株保留過多果實會造成葉果比下降影響果實轉色(Yamane and Shibayama, 2006b)。近年來研究指出, 施用植物生長調節劑如

ABA (Kataoka et al., 1982) 或是 Ethephon (Wicks and Kliewer, 1983)、以及環刻 (Fujishima et al., 2005. Yamane and Shibayama, 2007) 等方式均有助於葡萄果實轉色，但這些田間操作方式在台灣並不普遍。

1.9 環刻於葡萄生產上之應用

葡萄果實生長呈雙 S 曲線，不同階段生長特徵不同，所以在不同時期進行環刻會有不同的效果。著果初期因細胞數快速增加進入第一次快速生長期，此時期進行環刻可提高細胞分裂對養分之利用率，故可促進果粒肥大 (Williams et al., 2000) 並提高產量，其中又以無子葡萄品系之效果較為顯著 (Carreño et al., 1998)。葡萄果實在進入第二次快速生長期 (第三階段) 後，可溶性固形物、花青素開始在果粒中累積，酒石酸濃度開始下降，若於此階段初期 (轉色期, véraison) 進行環刻，可以提高果實糖度及促進著色 (Nikolaou, 2003; Yamana and Shibayama, 2006b)。由於環刻傷口癒合後會導致環刻效果下降 (Goren et al., 2004)，因此亦有著果初期及轉色期均進行環刻之操作方式，稱為雙重環刻 (double girdling)。於'義大利'葡萄進行此種雙重環刻可增加果重、糖度及產量並降低可滴定酸含量 (Carreño et al., 1998)。

1.10 葡萄之光合作用

供給葡萄生長及儲藏之碳水化合物大部分是由光合作用所生成 (Mullins, et al., 1992)，而果樹之光合作用能力則受到環境因子及生理因子所影響 (Flore and Lakso, 1989)。光為影響葡萄光合作用能力最重要的環境因子，在田間狀況下葡萄葉片之光補償點及光飽和點約在 $50 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 及 $1000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (Mullins, et al., 1992)，而最大淨光合速率約為 12.4 至 $14.1 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (Flore and Lakso, 1989)。環境溫度在 25 至 35°C 之下，葡萄會有較高的光合成速率 (Kriedemann, 1968)。植體內水分的含量會影響葉片氣孔的開閉，因此在植株缺水的情況下造

成氣孔關閉，因而影響氣體交換導致光合速率下降 (Mullins, et al., 1992)。此外影響植株光合速率生理因子則包含了光的日變化、葉齡、季節變化、碳源積儲影響、品種及砧木 (Flore and Lakso, 1989)。Poni 等人 (1994) 指出歐洲種葡萄葉片在葉齡 30 至 35 日有最大之光合速率，爾後隨著葉齡增加而下降。此外碳源積儲的多寡亦會影響葡萄葉片之光合速率，Edson 等 (1995) 指出相較於著果、轉色或採收期，葡萄之全株光合速率在生長季中期 (著果後約 4 週) 會達最高值，推測可能是因為植株同時需供給新梢生長及果實發育所致。除此之外，由於栽培所需，栽培者所進行許多種田間操作如整枝、修剪、施用植物生長調節物或是環刻也會影響葡萄之光合作用效率 (Mullins, et al., 1992)。為了促進無子葡萄果粒肥大，噴施 GA_3 及環刻為應用廣泛之栽培技術，但許多文獻均指出環刻會導致植株光合效率下降 (Roper and Williams, 1989, Di Vaio et al., 2001, Goren et al., 2004)，不過若環刻配合 GA_3 處理則減少光合速率下降之幅度 (Roper and Williams, 1989)。為了提升果實品質，在生長季中栽培者會進行適度的修剪以避免枝梢與果實競爭養分，Mullins (1992) 指出在修剪過後，剩餘葉片之光合速率會有提升的現象，而推測造成此結果的原因應為修剪改變植株碳源供源及碳源積儲間的平衡。

1.11 葡萄植株內碳水化合物之周年變化

葡萄為多年生之落葉果樹，其體內碳水化合物含量會隨著不同生長階段呈現週期性的消長 (Bennett et al., 2005)，葡萄體內碳水化合物多以澱粉的方式儲藏於木質化之枝條，其中又以主幹及根部為最主要之儲藏器官 (Mullins et al., 1992)。葡萄植株在經過休眠後，芽體滿足低溫需求開始萌發，在開花期之前，新梢葉片所生產的光合產物不足以供給新梢本身生長所需，營養來源必須倚賴前一年所累積的碳水化合物，根部所儲藏之澱粉約有 78% 被利用於開花前之新梢生長 (Bates et al., 2002)，因此葡萄體內之碳水化合物含量會在萌芽至開花前快速下降。當開花

期結束後，新梢的葉面積已可生產足夠的光合產物提供果實生長及枝梢發育，因此碳水化合物在此時期後開始累積於植株體內，並在葡萄在落葉前達到儲藏量的最高峰 (Bennett et al., 2005)。在落葉至翌年萌芽之間，葡萄體內之碳水化合物則會供給休眠期間植株進行呼吸所需而逐漸減少 (Mullins et al., 1992)。台灣葡萄栽培多採一年二收模式，因此同一年之內需萌發兩次新梢，張 (2001) 指出地上部及根部之澱粉含量在夏季修剪時僅為冬季修剪時之 75%，顯示冬果結果枝生長初期可利用之碳水化合物較夏果生長初期低，因此造成冬果栽培時植株生長量較夏果時低。

1.12 碳水化合物儲藏對落葉果樹生產之影響

(一) 營養生長

落葉果樹在芽體萌發到開花這段期間，因新梢本身葉面積不足，所以新梢生長之營養來源大多來自儲藏性碳水化合物 (Loescher et al., 1990)。由於部份溫帶國家緯度較高，葡萄葉片於採收時就開始落葉，因此可能會造成碳水化合物累積量的不足，Bennett 等人 (2005) 於紐西蘭南島進行除葉對葡萄翌年生長及生產的影響，分別於葡萄果實三個生長階段進行除葉，探討碳水化合物累積量不足是否會對隔年生長產生不良影響，結果顯示越早對葡萄植株進行除葉於休眠期之根部及主幹的碳水化合物含量越低，而根部又比主幹來的敏感，此外除葉處理的植株在隔年新梢生長長度、二年生枝梢鮮重、乾重均小於未處理的植株，因此推測若除葉而碳水化合物累積不足，對葡萄隔年的營養生長會產生不良影響。另外 Loescher 等人 (1990) 也指出過早除葉甚至會造成甜櫻桃植株死亡。此外有研究發現，部份胡桃於春天萌芽時會突然死亡，經調查後發現這些死亡植株植體內碳水化合物含量極低，因此推測胡桃植株碳水化合物儲藏多寡可能會與其越冬能力有關 (Wood and Reilly, 2001)。

(二) 生殖生長

在部分核果類果樹中，由於在新梢葉片展開前即開花，因此花芽必須完全依賴儲藏碳水化合物的供應才能順利發育 (Loescher et al., 1990)。而 Bennett 等人 (2005) 的試驗也發現，除葉不但會對隔年營養生長產生不良的影響，也會降低平均每花穗所含小花數、每新梢所含花穗數、果實大小及總產量，此外結果也顯示產量與根部碳水化合物含量成正相關。

因此若在果樹生育期間進行環刻或除葉，可能會降低植株儲藏器官之碳水化合物含量進而影響到下一季的生長。

1.13 台灣葡萄栽培模式與面臨問題

台灣位於熱帶與亞熱帶交界，年平均溫度在 20°C 以上，因此生長季較溫帶國家長。葡萄在台灣之栽培最初也如同溫帶國家採一年一收模式進行，直到民國 58 年後才有一年二收及一年三收等栽培模式的發展，經過多年的比較，目前最為普遍的方式是一年二收模式生產夏果及冬果 (張等, 2004a)，此模式之方法為每年農曆年間進行冬季修剪後，萌發之新梢在 7、8 月採收夏果之果實，採收後 2 至 4 週，在成熟結果枝之第 7 至 13 節芽體前方進行修剪並催芽，每年 12 月至隔年 1 月可採收冬果果實。但由於台灣夏季平均氣溫超過 25°C，此溫度不利於花青素的生成 (Yamane and Shibayama, 2006b)，導致台灣夏季所生產之葡萄產生著色不良的情況，嚴重影響到商品價值，加上同一季節有多種水果競爭下，夏季葡萄之價格大為滑落。

1.14 試驗假說

由於前人研究指出轉色期環刻可促進葡萄著色但會降低地下部儲藏的碳水化合物含量，此外葉片光合速率也會受環刻影響而降低。因此本試驗所擬定假說為：

(一) 於巨峰葡萄夏果轉色期進行環刻可促進果實著色及提高果實內可溶性固形物濃度，但環刻會減少儲藏性碳水化合物的累積，使得冬果結果枝生長受到影響。

(二) 環刻會降低葡萄葉片之光合速率、氣孔導度、蒸散速率，且提高葉肉細胞內二氧化碳濃度，但是當環刻傷口癒合後，上述氣體交換指標則與對照組無差異。

夏季高溫導致葡萄夏果著色不良之情形嚴重影響巨峰葡萄夏果之商品價值，有鑑於此，本研究希望能藉由環刻的方式改善台灣夏季葡萄著色不良的問題。首先於第二章之試驗中，分別於著果期和轉色期對巨峰葡萄進行結果枝及主枝環刻，探討環刻對提升葡萄果實品質之效益，並評估環刻在一年二收模式下對葡萄植株所帶來之不良影響。接著在第三章於葡萄環刻後至傷口癒合這段期間內，測量葉片氣體交換能力之變化。預期結果為環刻可促進巨峰葡萄果實著色並有助於提高果實糖度，但葉片光合速率在環刻後至傷口癒合前會短暫下降。期望此試驗結果可作為未來田間應用及後續研究之參考。



參考文獻

- 孫慧慈. 1996. '巨峰'及'蜜紅'葡萄果實生長之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文.
- 張致盛. 2001. 巨峰葡萄植株生長與樹體活力之關係. 國立中興大學園藝學系博士論文.
- 張致盛、張林仁、林嘉興. 2004a. 台灣葡萄生產產期調節技術. 葡萄栽培技術研討會專集 p37-53. 台中區農業改良場. 彰化
- 張致盛、張林仁、林嘉興. 2004b. 由評鑑與競賽看巨峰葡萄果實品質之提昇. 葡萄栽培技術研討會專集, p171-179. 台中區農業改良場. 彰化
- 黃子彬、李金龍、楊耀祥. 1984. 巨峰葡萄一年多收對果實品質之影響. 中國園藝 30:111-119.
- 楊耀祥. 2006. 葡萄. 台灣農家要覽農作篇(二) pp.217-226. 豐年社. 台北.
- 農業統計年報. 2007. 行政院農業委員會.
- Agustí, M., N. Gariglio, M. Juan, V. Almela, C. Mesejo, and A. Martínez-Fuentes. 2005. Effect of branch scoring on fruit development in loquat. *Journal of horticultural science & biotechnology* 80:370-374.
- Bates, T. R., R. M. Dunst, and P. Joy. 2002. Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in 'Concord' grapevine roots. *HortScience*. 37:313-316.
- Bennett, J. B., P. Jarvis, G. L. Creasy, and M. C. T. Trought. 2005. Influence of defoliation on overwintering carbohydrate reserves, return bloom, and yield of mature Chardonnay grapevines. *American journal of enology and viticulture* 56:386-393.
- Bergh, O. 1990. Effect of time of hand-thinning on apple fruit size. *South African journal plant and soil* 7:1-10.
- Boselli, M., B. Volpe, and C. D. Vaio. 1995. Effects of seed number per berry on

- mineral composition of grapevine (*Vitis vinifera* L.) berries. Journal of horticultural science 70:509-515.
- Carreño, J., S. Fara, and A. Martinez. 1998. Effect of girdling and covering mesh on ripening, color and fruit characteristics of 'Italia' grapes. Journal of horticultural science & biotechnology 73:103-106.
- Cohen, A. 1984. Citrus fruit enlargement by means of summer girdling. Journal of horticultural science 59:119-125.
- Coombe, B.G. 1960. Relationship of growth and development to changes in sugars, auxins, and gibberellins in fruit of seeded and seedless varieties of *Vitis vinifera*. Plant physiology 35:241-250.
- Day, K. R. and T. M. Dejong. 1990. Girdling of early season 'Mayfire' nectarine trees. Journal of horticultural science 65:529-534.
- Di Vaio, C., A. Petito, and M. Buccheri. 2001. Effect of girdling on gas exchange and leaf mineral content in the 'Independence' nectarine. Journal of plant nutrition 24:1047-1060.
- Edson, C. E., G. S. Howell, and J. A. Flore. 1995. Influence of crop load on photosynthesis and dry matter partitioning of Seyval grapevines. II. Seasonal changes in single leaf and whole vine photosynthesis. American journal of enology and viticulture 46:469-477.
- Fernandez-Escobar, R., R. Martin, P. Lopez-Rivares, and M. P. Suarez. 1987. Girdling as a means of increasing fruit size and earliness in peach and nectarine cultivars. Journal of horticultural science 62:493-498.
- Flore, J. A. and A. N. Lakso. 1989. Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. Horticulture Review 11:111-158.
- Fujishima, H., M. Shiraishi, S. Shimomura, and Y. Horie. 2005. Effects of girdling on

- berry quality of ‘Pione’ grapevine. Horticultural research (Japan) 4:313-318 (In Japanese with English abstract)
- Goffinet, M. C., T. L. Robinson, and A. N. Lakso. 1995. A comparison of ‘Empire’ apple fruit size and anatomy in unthinned and hand-thinned trees. Journal of horticultural science 70:375-387.
- Goren, R., M. Huberman, and E. E. Goldschmidt. 2004. Girdling: physiological and horticultural aspects. Horticulture review 20:1-36.
- Hamada, K. T. Ogata, S. Fujikawa, and K. Hasegawa. 2009. Healing process of the wounds of the braches of the Japanese persimmon that were caused by girdling, scoring, and strangulation. Scientia horticulturae 120:276-281.
- Harrell, D. C. and L. E. Williams. 1987. Net CO₂ assimilation rate of grapevine leaves in response to trunk girdling and gibberellic acid application. Plant physiology 83:457-459.
- Hiratsuka, S., H. Onodera, Y. Kawai, T. Kubo, H. Itoh, and R. Wada. 2001. ABA and sugar effects on anthocyanin formation in grape berry cultured in vitro. Scientia horticulturae 90:121-130.
- Howell, G. S. 2001. Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship: a review. American journal of enology and viticulture 52:165-174.
- Kataoka, I., A. Sugiura, N. Utsunomiya, and T. Tomana. 1982. Effect of abscisic acid and defoliation on anthocyanin accumulation in ‘Kyoho’ grapes (*Vitis vinifera* L. × *V. labrusca* Bailey). Vitis 21:325-332.
- Kliewer, W. M. 1973. Berry composition of *Vitis vinifera* clutivars as influenced by photo- and nycto-temperatures during maturation. Journal of the American society for horticultural science 98:153-159.
- Kliewer, W. M. and R. J. Weaver. 1971. Effect of crop level and leaf area on growth,

- composition, and coloration of 'Tokay' grapes. *American journal of enology and viticulture* 22:172-177.
- Kriedemann, P. E. 1968. Photosynthesis in vine leaves as function of light intensity, temperature, and leaf age. *Vitis* 7:213-220.
- Loescher, W. H., T. McCamant, and J. D. Keller. 1990. Carbohydrate reserves, translocation, and storage in woody plant roots. *HortScience* 25:274-281.
- Lombard, P. B., C. B. Cordy, and E. Hansen. 1971. Relation of post-bloom temperatures to 'Bartlett' pear maturation. *Journal of the American society for horticultural science* 96:799-801.
- Martin, D., T. L. Lewis, and J. Cerny. 1964. Apple fruit cell numbers in relation to cropping alternation and certain treatments. *Australian journal of agricultural research* 15:905-919.
- Mullins, M. G., A. Bouquet, and L. E. Williams. 1992. *Biology of the grapevine*. 1st ed. Cambridge university press, Cambridge, U.K.
- Nikolaou, N., E. Zioziou, D. Stavrakas, and A. Patakas. 2003. Effects of ethephon, methanol, ethanol and girdling treatments on berry maturity and color development in Cardinal table grapes. *Australian journal of grape and wine research* 9:12-14.
- Poni, S., C. Intrieri, and O. Silvestroni. 1994. Interactions of leaf age, fruiting, and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non-irrigated conditions. I. Gas exchange. *American journal of enology and viticulture* 45:71-78
- Priestley, C. A. 1976. Some effects of ringing branches on the distribution of dry matter in young apple trees. *Journal of experimental botany* 101:1313-1324.
- Proeitti, P. and A. Tombesi. 1990. Effect of girdling on photosynthesis activity in olive leaves. *Acta horticulturae* 286:215-218.
- Rivas. F., Y. Erner, E. Alós, M. Juan, V. Almela, and M. Agustí. 2006. Girdling

- increases carbohydrate availability and fruit-set in citrus cultivars irrespective of parthenocarpic ability. *Journal of horticultural science & biotechnology* 81:289-295.
- Roper, T. R. and L. E. Williams. 1989. Net CO₂ assimilation and carbohydrate partitioning of grapevine leaves in response to trunk girdling and gibberellic acid application. *Plant physiology* 89:1136-1140.
- Schaper, H. and E. K. Chacko. 1993. Effect of irradiance, leaf age, chlorophyll content and branch-girdling on gas exchange of cashew (*Anacardium occidentale* L.) leaves. *Journal of horticultural science* 68:541-550.
- Staudt, G., W. Schneider, and J. Leidel. 1986. Phases of berry growth in *Vitis vinifera*. *Annals of botany* 58:789-800.
- Steyn, W. J., S. F. Ungerer, and K. I. Theron. 2008. Scoring and girdling, but not GA₃, increase yield without decreasing return bloom in 'Triumph' persimmon. *HortScience* 43:2022-2026.
- Sugiura, A., G.H. Zheng, and K. Yonemori. 1991. Growth and ripening of persimmon fruit at controlled temperatures during growth stage III. *HortScience* 26:574-576.
- Urban, L., and L. Alphonsout. 2007. Girdling decreases photosynthetic electron fluxes and induces sustained photoprotection in mango leaves. *Tree Physiology* 27:345-352.
- Wicks, A. S. and W. M. Kliewer. 1983. Further investigations into the relationship between anthocyanins, phenolics and soluble carbohydrates in grape berry skins. *American journal of enology and viticulture* 34:114-116.
- Williams, L. E. and J. E. Ayars. 2005. Water use of Thomson Seedless grapevines as affected by the application of gibberellic acid (GA₃) and trunk girdling — practices to increase berry size. *Agricultural and forest meteorology* 129:85-94.

- Williams, L. E., W. A. Retzlaff, W. Yang, P. J. Biscay, and N. Ebisuda. 2000. Effect of girdling on leaf gas exchange, water status, and non-structural carbohydrates of field-grown *Vitis vinifera* L. (cv. Flame seedless). *American journal of enology and viticulture* 51:49-54.
- Wood, B. W. and C. C. Reilly. 2001. Atypical symptoms of cold damage to pecan. *HortScience* 36:298-301.
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2006a. Effects of changes in the sensitivity to temperature on skin coloration in 'Aki Queen' grape berries. *Journal of the Japanese society for horticultural science* 75:458-462.
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2006b. Effects of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in 'Aki Queen' grapevines. *Journal of the Japanese society for horticultural science* 75:439-444.
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2007. Effects of treatment date, width of girdling, and berry number of girdled shoot on the coloration of grape berries. *Horticultural research (Japan)* 6:233-239 (In Japanese with English abstract).
- Yamane, T., S. T. Jeong, N. Goto-Yamamoto, Y. Koshita, and S. Kobayashi. 2006. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *American journal of enology and viticulture* 57:54-59.
- Zhou, R. and B. Quebedeaux. 2003. Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source-sink manipulation. *Journal of the American society for horticultural science* 128:113-119.

第二章 環刻對巨峰葡萄夏果果實品質及冬果結果枝生長之影響

2.1 摘要

由於台灣夏季高溫多雨，以一年二收模式生產巨峰葡萄常會面臨夏季果實著色不良的問題，嚴重影響商品價值，前人研究指出在果實不同發育階段進行環刻可以增加葡萄果粒大小及促進轉色。本試驗以台灣苗栗縣卓蘭鎮嫁接於 5C 根砧之五年生‘巨峰’ (*Vitis vinifera* L. × *V. labrusca* Bailey ‘Kyoho’) 葡萄進行試驗，於盛花後 1 週(著果期)挑選二植株隨機挑選 2 亞主枝並對其上所有結果枝進行環刻。其餘六植株於轉色期每株隨機挑選一主枝進行環刻處理。結果顯示著果期結果枝環刻對於果實橫徑及鮮、乾重沒有顯著影響；轉色期進行主枝環刻處理對果實橫徑、鮮重、可溶性固形物及酒石酸濃度無影響但可促進果粒轉色使深色果實（果色指數 10~12）數提高 11.8%。環刻所帶來之可能負面影響如減少冬果結果枝新梢長度在試驗中並不顯著，環刻試驗之傷口於 7 月 11 日前即癒合且採收後葉片持續進行光合作用，因此主幹及根部之累積碳水化合物應足以供給冬果結果枝初期生長需求所導致。

關鍵字：葡萄一年二收、環刻、果實品質、碳水化合物

2.2 前言

目前‘巨峰’為台灣栽培面積最大之四倍體栽培種，具有果粒大、糖度高、酸度低、果肉硬、果皮紫黑色及果粉多等優良特性（歐等, 1994）。台灣地處亞熱帶，終年氣溫大多在 10°C 以上，透過藥劑催芽及夏季修剪等技術，可以採一年二收模式進行葡萄生產（張, 2001），但由於台灣夏季高溫多雨，巨峰葡萄果粒於夏季發育時常會出現著色不良之現象，導致商品價值降低，這是目前台灣夏季葡萄生產上所面臨最大的問題之一。

影響葡萄果實著色的因子有日照、碳氮比 (Kliewer, 1977)、氣溫 (Yamane and Shibayama, 2006a)、葉果比 (Kliewer and Weaver, 1971)、產量 (Yamane and Shibayama, 2006b)、施用 ABA (Kataoka et al., 1982) 以及環刻 (Fujishima et al., 2005. Yamane and Shibayama, 2007) 等。環刻 (Girdling) 能暫時阻斷韌皮部的運輸，使大多數之碳水化合物能保留於環刻處上方 (Goren et al., 2000)，而碳水化合物含量的提高對於花青素的生合成具有正面的影響 (Hiratsuka et al., 2001, Murakami et al., 2008)。

另有文獻指出若於葡萄著果期進行環刻可提高著果率 (Brown et al., 1988)，著果期後由於果實發育正進入第一次快速生長期，環刻可使光合產物累積於地上部以供給果實內細胞分裂所需促使果實肥大。Carreño 等人 (1998) 的試驗顯示，於著果後進行環刻可促進著果及增加果粒鮮重使總產量增加，但對於可溶性固形物、酸度或果色等成熟指標並沒有顯著影響。

若於葡萄果粒開始轉色時於葡萄枝幹進行環刻，因為果實已開始進入成熟階段，可溶性固形物、花青素均會在此時期於果粒內快速累積，在此階段進行環刻可提生高果實糖度並促進轉色 (Carreño et al., 1998, Fujishima et al., 2005. Yamane and Shibayama, 2007)。

由於環刻會阻礙光合產物往地下部運移，因此根系生長可能會因環刻處理而受到影響。在葡萄植株果穗數量較多時 (high crop load)，因果穗為較強勢的碳源積儲 (sink) 因此大多數的碳水化合物會運移至果穗，導致植株根系生長受阻 (Yamamoto et al., 1992)，進而抑制地上部生長 (Yang and Hori, 1980)。此外，除了對根的生長所造成的傷害外，環刻還會造成地下部碳水化合物含量下降及降低葉片光合速率 (Goren et al., 2004)。

現今台灣葡萄主要生產方式為一年二收生產夏果及冬果，即利用修剪及藥劑處理使葡萄植株同一年內萌發兩次新梢，此方式對植體內碳水化合物的要求比溫帶一收栽培要高 (張, 2001)。但因環刻會阻礙根及主幹內碳水化合物的累積，因

此在台灣利用環刻的方式來提升夏果葡萄果實品質有可能會影響冬果發育期間植株之生長勢，然目前尚未有相關研究。

本試驗之試驗假設為分別於葡萄夏果果實著果後及轉色期對葡萄植株進行環刻，即便在亞熱帶之高溫仍有助於增加葡萄果粒之大小及促進果實轉色，但會對冬果之結果枝發育會造成負面影響。

2.3 材料及方法

一、試驗地點與材料

本試驗於台灣苗栗縣卓蘭鎮一葡萄園 (24°18'N, 120°51'E) 進行。園區之海拔高度約為 540 m。試驗材料為嫁接於 Teleki 5C (*Vitis. berlandieri* × *V. riparia*) 之 5 年生 '巨峰' (*V. vinifera* L. × *V. labrusca* Bailey 'Kyoho')。嫁接部位上方 30 cm 之直徑約為 4.6 cm。植株採南北向栽植，行距及株距均為 2.8 m。整枝方式為單主幹 X 型棚架整枝，棚架高度為 1.8 m，主幹高為 1.7 m，植株之二主枝分別位於主幹東西兩側，平均直徑為 3.7 cm。灌溉方式採棚下噴灌系統。施肥及病蟲害防治依正常田間管理方式進行。本試驗果園採用一年二收模式生產夏果及冬果，2008 年 2 月 13 日休眠期修剪後，結果母枝，即去年夏果之結果枝上所有之休眠芽於 2 月 17 日以 50% 二氯乙醇催芽，處理 5 週後 (3 月 21 日) 萌芽，於 4 月 20 日開花前將每花穗之副穗及末端 2 至 4 支穗剪除，並於 5 月 17 日花後 30 天進行疏果，先將授粉不良、病蟲危害之果粒除去再將生長方向不佳之果粒剪除，每植株依照生長勢、結果枝在棚架面配置的不同，保留約 60 果穗，平均每果穗約 30 至 50 果粒，果穗於 5 月 25 日套袋。

試驗一、著果期結果枝環刻

本試驗於 2008 年 1 月於試驗園內挑選生長勢相近之植株 2 株，於盛花後 1 週 (4 月 25 日) 各植株兩主枝上之 2 亞主枝逢機擇一並對其上所有結果枝進行環刻

處理 (G)，植株上其餘亞主枝之結果枝則作為對照組 (CK)。試驗設計以每一結果枝為一試驗單位 (每處理各標定 20 結果枝)。環刻時以利刀於結果枝基部第二節間處移除寬度約 5 mm 之樹皮及韌皮部，環刻深度約為 2 至 3 mm (圖 2-1A)。環刻部位於處理後 20 分鐘以目視檢測傷口有無褐化發生以確認韌皮部已完全移除，若出現褐化現象則再以利刀將褐化之韌皮部移除。

試驗二、轉色期主枝環刻處理

本試驗於 2008 年 1 月標定生長勢一致之植株 6 株後於 6 月 16 日果實開始轉色，果徑約 2.2 cm 時進行主枝環刻處理。試驗設計以每一植株為一重覆，各植株之二主枝各為一試驗單位。二主枝逢機擇一接受環刻處理 (G)，另一主枝作為對照組 (CK)。環刻時以不銹鋼鋸 (180 mm x 6 齒/ inch) 於主枝基部距主幹 5 cm 處將寬度約為 3 至 5 mm 之樹皮及韌皮部完全移除，環刻深度約為 2 至 3 mm (圖 2-1B)。環刻部位於處理後 20 分鐘以目視檢測傷口有無褐化發生以確認韌皮部已完全移除，若出現褐化現象則以利刀將褐化之韌皮部移除。環刻傷口癒合狀況如圖 2-2。

二、植株生長及果實發育調查

(一) 植株葉面積調查

自 2008 年 2 月 17 日催芽後，每週至園區內採樣 3 至 5 結果枝測量其長度，並以 LI-3100 葉面積儀 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA) 測量結果枝上完全展開葉之葉面積並進行回歸分析 (附圖 1)，以推算葉果比。

(二) 果實品質調查

環刻處理後，每週於每受試植株之兩處理各隨機挑選 10 果穗，每穗取果粒 1 粒，測量果粒橫徑、縱徑、鮮重後置入 70°C 烘箱一週後秤其乾重。其餘果實於 7

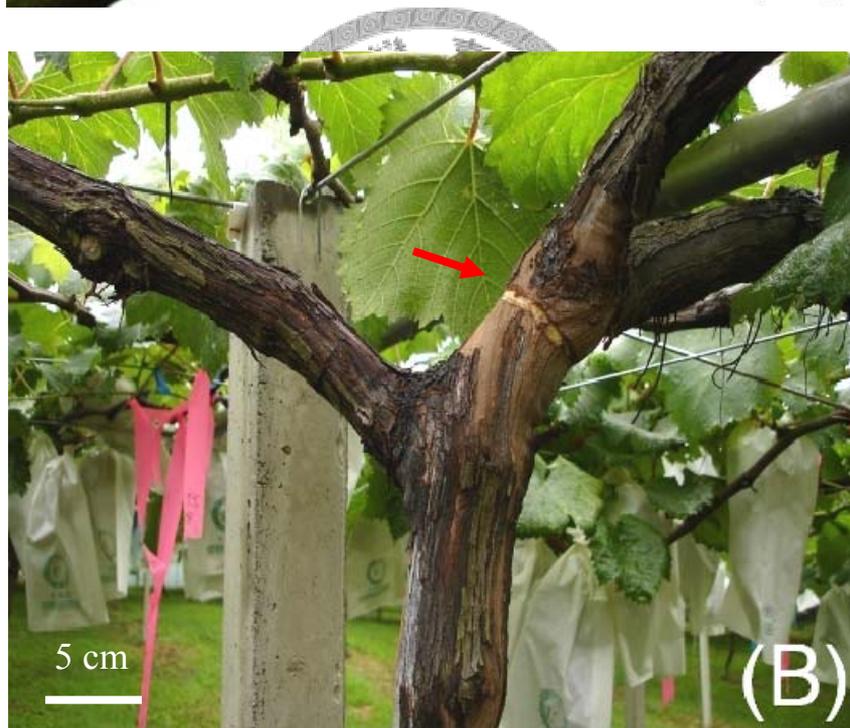
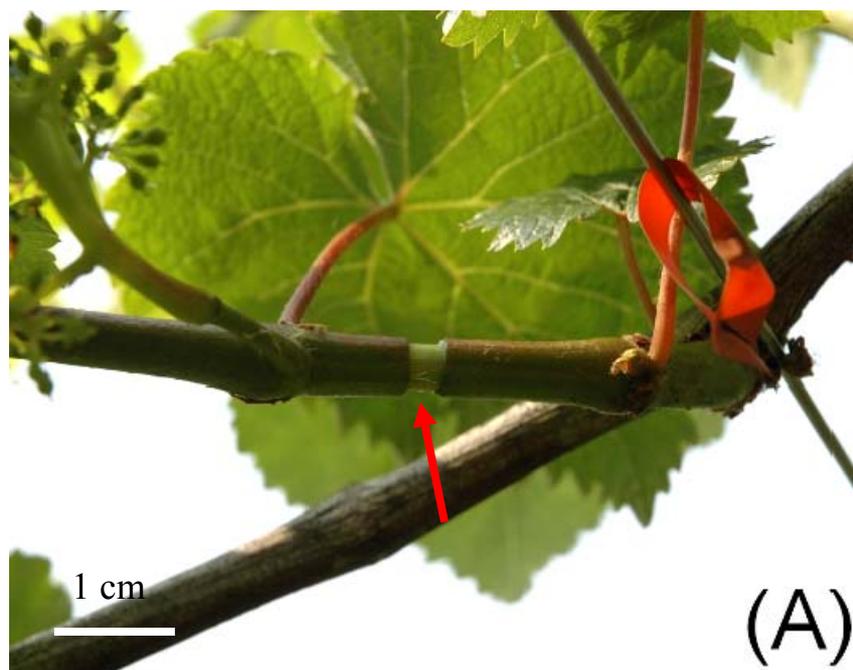


圖 2-1. 著果期結果枝環刻處理，箭頭處為處理位置，約在第二節間，寬度及深度分別為 5 mm 及 2–3 mm (A)。轉色期主枝環刻處理，箭頭處為處理位置，約在主枝距主幹 5 cm 處，寬度及深度分別為 5 mm 及 2–3 mm (B)

Figure 2-1. Shoot girdled with a width of 5 mm and depth of 2 to 3 mm at fruit set (A). Arm girdled at 5 cm from the trunk at véraison; the width and depth were 5 mm and 2 to 3 mm, respectively (B)



圖 2-2 巨峰葡萄轉色期主枝環刻處理後 0 天 (2008/6/16, 圖 A)、11 天 (2008/6/27, 圖 B)、18 天 (2008/7/4, 圖 C) 及 25 天 (2008/7/11, 圖 D) 傷口癒合情況

Figure 2-2. Healing condition of girdled arms at 0 day (A)、11days (B)、18 days (C) and 25 days (D) after treatment in 'Kyoho' grape.

月 20 日採收後，調查產量、果穗數及平均果穗重，並隨機取樣 10 果粒以果色板（日本農林水產省果樹試驗場基準）調查果頂之著色程度。並取果汁以糖度計（Hand refractometer, N-1, Atago, Tokyo, Japan）及酸度計（702 SM Titrino, Metrohm, Herisau, Swiss）測量果汁之可溶性固形物含量（°Brix）及單位質量果汁之可滴定酸濃度（%）。果實採收後，調查平均穗重、總產量並換算葉果比。

（三）碳水化合物及澱粉含量分析

轉色期環刻處理之受試植株於 2008 年 8 月 22 日進行修剪，同日每試驗植株每處理各採樣 5 至 6 結果枝分析其枝條內碳水化合物及澱粉含量。

A. 樣本製備

先將採樣後之枝條以自來水將附著於枝條上之塵土清洗乾淨，再以 1 % HCl 快速清洗，並以去離子水沖洗 3 次，待乾燥後裝入牛皮紙袋，置於通風的烘箱中，先以 100°C 殺菁 1 小時，再以 70°C 烘乾樣品。將烘乾之枝條以磨粉機磨成粉末，裝入硫酸紙袋中，放置於裝有乾燥劑的紙盒中保存備用，避免回潮，且於分析前再置於烘箱以 70°C 烘乾 12 小時，以確保樣品乾燥。

碳水化合物之分析採用 Dubios (1956) 之測定方法，精秤上述之樣品粉末 0.1 g 放入 12 ml 低速離心管中，加入 10 ml 去離子水後，置於 30°C 水浴震盪 3 小時，取出後於室溫下，以 1000xg 離心 10 分鐘，用濾膜（Merck, Whitehouse Station, New Jersey, USA）過濾，取上清液測定全可溶性糖含量，將殘渣置於 70°C 烘箱烘乾後，取出供澱粉測定。

B. 全可溶性糖之測定

取上述過濾後之上清液 0.2 ml 加入 4.8 ml 去離子水稀釋混合均勻後，從中取出 2 ml 混合液，加入 0.1 ml 90 % 石炭酸（liquid phenol）及 6 ml 濃硫酸震盪均勻後，靜置 30 分鐘，以分光光度計（spectrophotometer, UV-200S, Shimadzu, Kyoto, Japan）測定樣品於波長 490nm 下之吸光值。標準曲線以 0.5 $\mu\text{mol/ml}$ 之 glucose 所配

製，單位以% DW 表示。

C. 澱粉之測定

將上述烘乾之粉末加入 2 ml 去離子水，至於沸水中加熱 15 分鐘，取出後迅速冷卻，加入 2 ml 9.2 N HClO₄ 震盪均勻，再加入 6 ml 去離子水，於室溫下以 1000xg 離心 10 分鐘，過濾後取上清液 0.1 ml 加 1.9 ml 去離子水及 0.1 ml 90% 石炭酸(liquid phenol) 及 6 ml 濃硫酸震盪均勻後，靜置 30 分鐘，以分光光度計(spectrophotometer, UV-200S, Shimadzu, Kyoto, Japan)測定樣品於波長 490nm 下之吸光值。標準曲線以 glucose 配製，單位以% DW 表示。

(四). 轉色期主枝環刻後第二收植株營養生長調查

轉色期夏果主枝環刻處理組 (G) 及對照組 (CK) 之結果枝於夏果採收後經過修剪 (8 月 20 日) 保留 10 芽 (約 100 cm) 作為冬果之結果母枝，8 月 29 日以 30% 之二氯乙醇處理結果枝末端第一芽，調查催芽後結果枝之生長速率。

三、統計分析

著果期環刻試驗之果實橫徑及鮮乾重以 Sigma Plot 10.0 software (Systat Software Inc, San Jose, California) 進行繪圖並顯示標準差 (standard error)，並以結果枝為試驗單位利用 Student's *t*-test 比較處理間果實橫徑及鮮乾重在 $P \leq 0.05$ 之顯著差異。轉色期環刻以主枝為試驗單位，處理之果實橫徑、鮮重、糖度、酒石酸含量、果色、結果枝澱粉及全可溶性糖含量及冬果新梢長度以 Sigma Plot 10.0 software 進行繪圖並顯示標準差 (standard error)，並利用 Paired *t*-test 比較上述結果在 $P \leq 0.05$ 之顯著差異。

2.4 結果

(一) 結果枝環刻之果實品質調查

於結果枝著果期環刻後，果實進入第一階段之快速生長，但環刻後 1 週內 G 組與 CK 間並無差異 ($P=0.63$) (圖 2-3)，環刻 4 週後處理組果徑達 20mm，較對照組高 2mm ($P=0.001$)。但第 5 週起至第 8 週，處理組果實生長速率趨緩，而對照組則持續成長，到第 8 週時果徑約為 24mm，而處理組果實橫徑約 23mm，此外兩組果實均於處理後第 8 週開始進入轉色期。環刻 9 週至 13 週 (採收) 兩組之果實橫徑均不再成長，平均果徑約為 25mm。

著果期環刻對果實乾鮮重影響之趨勢如同橫徑變化 (圖 2-4A)，環刻 4 週後後 G 處理組之鮮重、乾重分別大於 CK 1 g 及 0.1 g。第 5 週後 G 之鮮重增加幅度較小，而 CK 則持續生長，環刻後第 8 週 CK 之果實鮮重達 8.5 g，較處理組重約 2 g，但第 9 週後之採收，兩組鮮重差異並不顯著。果實乾重變化如圖 2-4B，對照組及處理組之乾重變化雖在生長過程中之部分時段 (第 4、5、8 週) 有差異，但至果實採收時並不顯著。

(二) 轉色期主枝環刻之果實品質調查

轉色期主枝環刻對於果實之橫徑及鮮重並無顯著影響 (圖 2-5, 2-6)，環刻處理時，果園內之果實橫徑達 25mm，果實橫徑在轉色期後並無明顯的二次生長。處理時果實鮮重為 8 g，環刻五週後處理組及對照組均達 10 g。

果實糖度於轉色期後逐漸提高 (圖 2-7)，環刻處理組於處理 4 週後達到 14°Brix ，對照組同時間為 12°Brix ，但兩組間之差異並不顯著，往後一直到採收時果實糖度並無增加。可滴定酸濃度在轉色後快速下降 (圖 2-8)，環刻對於果實內可滴定酸濃度並無顯著影響，採收時可滴定酸濃度大約為 0.5 %。

處理 3 週後環刻處理之果實果皮顏色等級略高於對照組之果實 1 級，處理一個月後至採收間，處理組果實果色板分級平均約為 8，對照組為 7 級 (圖 2-9)。採收後處理組之果色板讀值大於 10 之果實 (含 10、11 及 12 級) 占總採樣數之 17.7 % 並顯著高於對照組之 5.9 %，兩處理中以讀值為 8 之果實佔總數之百分比最多，處理組與對照組分別為 32.8 % 及 45.4 % ($P=0.01$) (圖 2-10)。

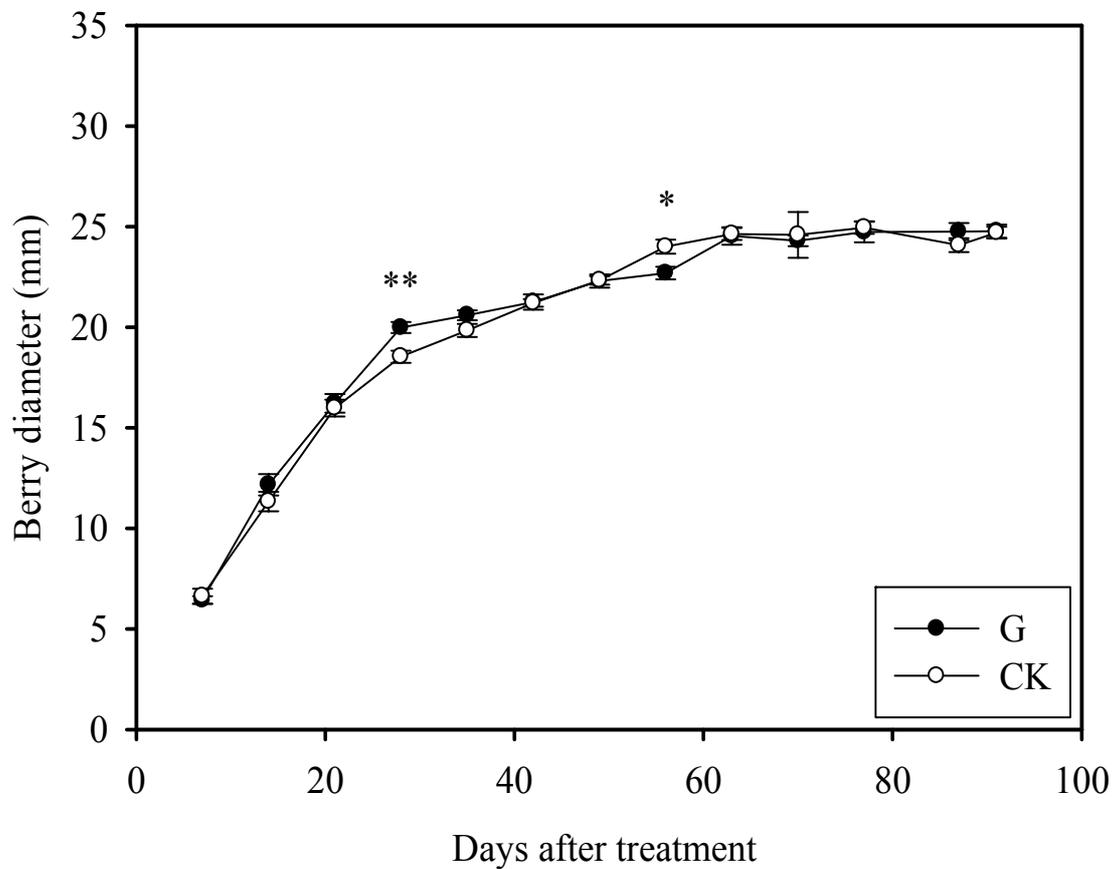


圖 2-3. 著果期結果枝環刻對巨峰葡萄果粒橫徑變化之影響

Figure 2-3 The effect of girdling at fruit set stage on berry diameter in 'Kyoho' grape. Two vines were girdled on fruiting shoots on 25 April 2008. Berries were harvested on 11 July and 21 July. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Student's *t*-test was used to compare berry diameter. Differences were considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

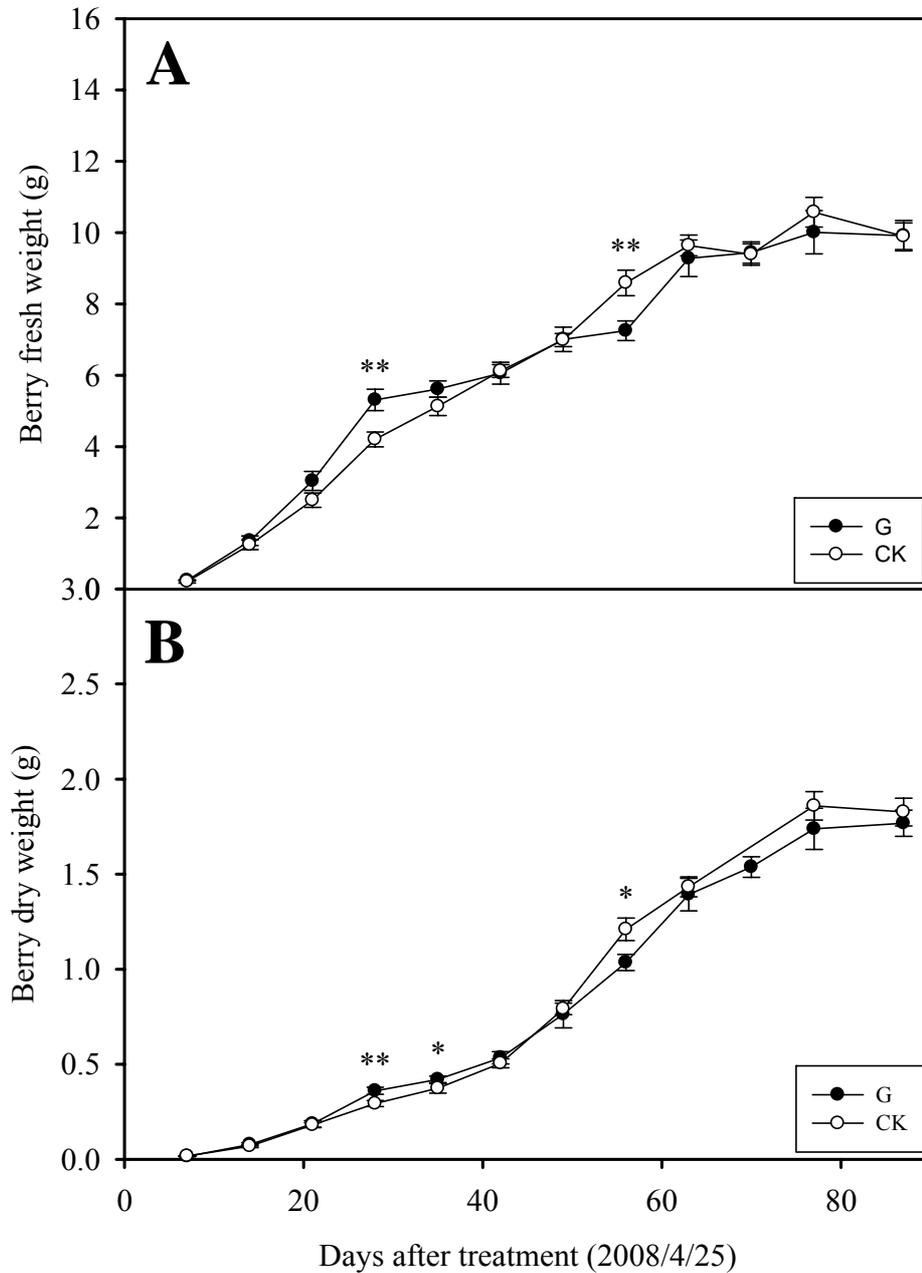


圖 2-4. 著果期結果枝環刻對巨峰葡萄果粒鮮重 (A) 及乾重 (B) 變化之影響

Figure 2-4 The effect of girdling at fruit set on berry fresh weight (A) and dry weight (B) in 'Kyoho' grape. Two vines were girdled on fruiting shoots at fruit set 25 April 2008. The grapes were harvested on 11 July and 21 July. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Student's *t*-test was used to compare berry fresh weight and dry weight. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

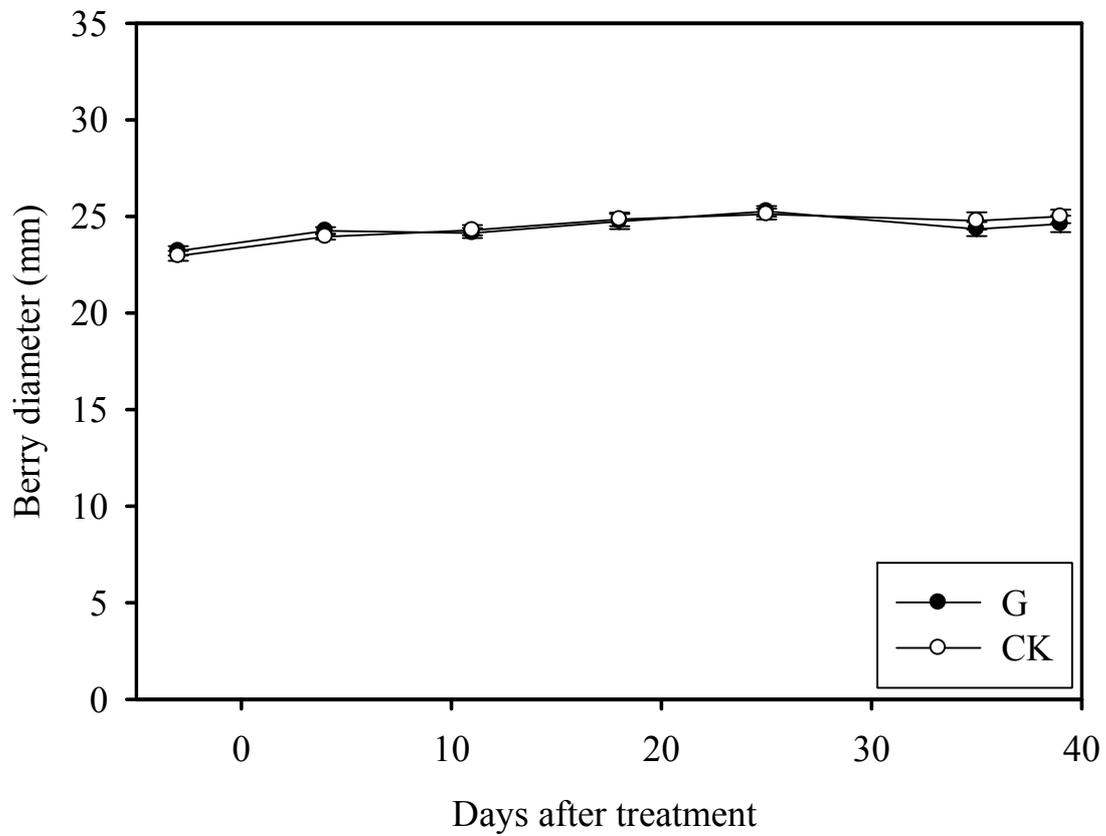


圖 2-5. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒橫徑變化之影響

Figure 2-5 The effect of girdling at véraison on berry width in 'Kyoho' grape. Six vines were girdled on one randomly selected arm at véraison on 16 June 2008. The grapes were harvested on 11 July and 21 July. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Paired *t*-test was used to compare berry diameter. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

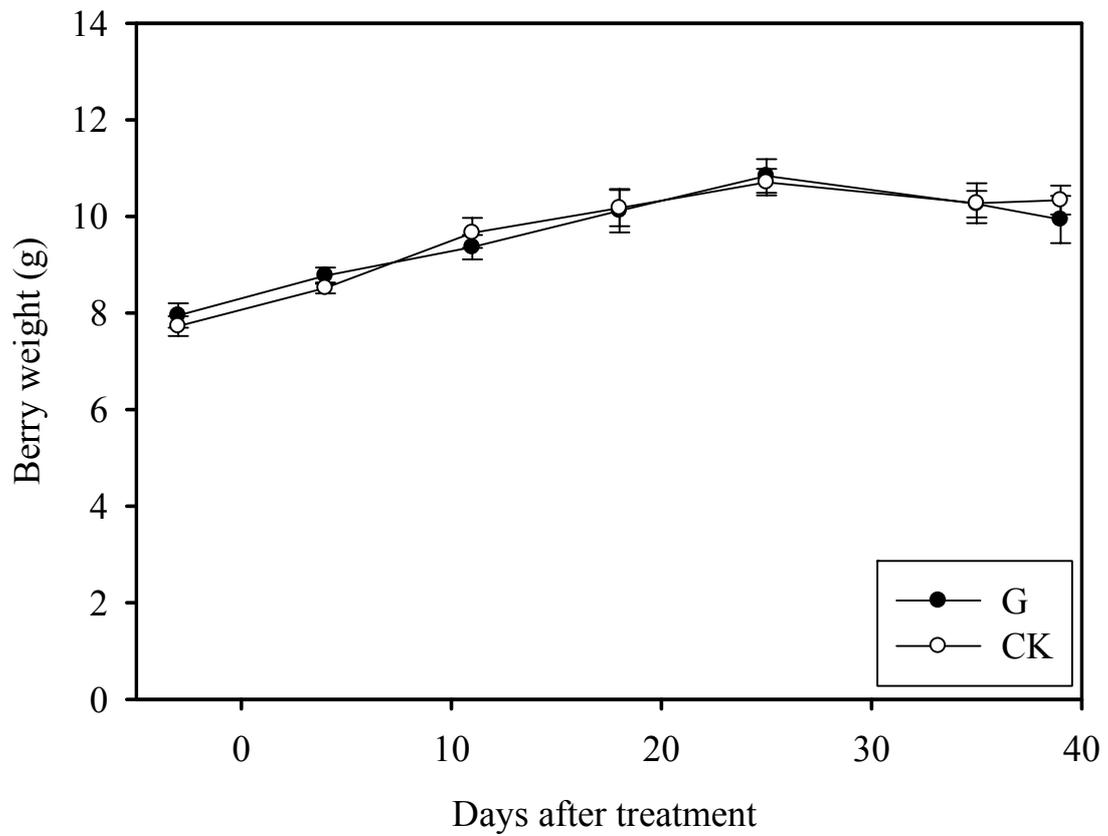


圖 2-6. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒鮮重變化之影響

Figure 2-6 The effect of girdling at véraison on berry fresh weight in 'Kyoho' grape. Six vines were girdled on one randomly selected arm at véraison on 16 June 2008. The grapes were harvested on 11 July and 21 July. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Paired *t*-test was used to compare berry weight. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

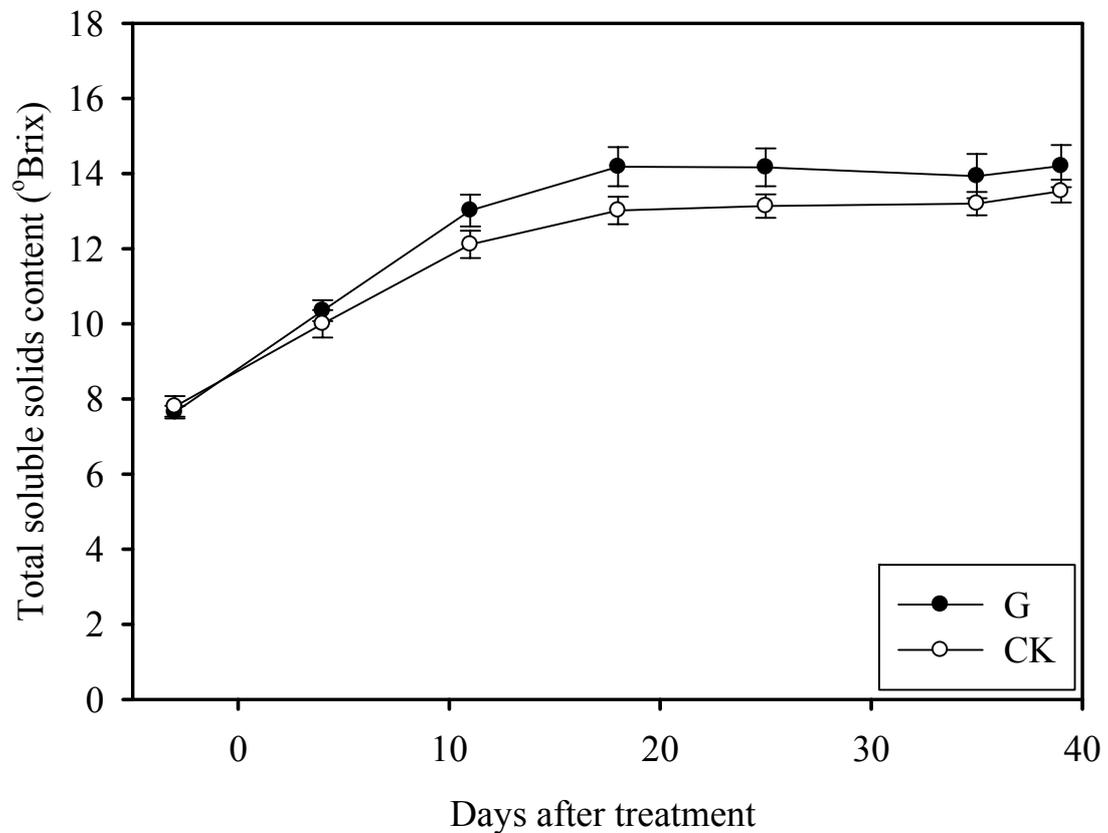


圖 2-7. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒糖度變化之影響

Figure 2-7 The effect of girdling at véraison on total soluble solids content (°Brix) in 'Kyoho' grape. Six vines were girdled on one randomly selected arm at véraison on 16 June 2008. The grapes were harvested on 11 July and 21 July. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Paired *t*-test was used to compare Total soluble solids content. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

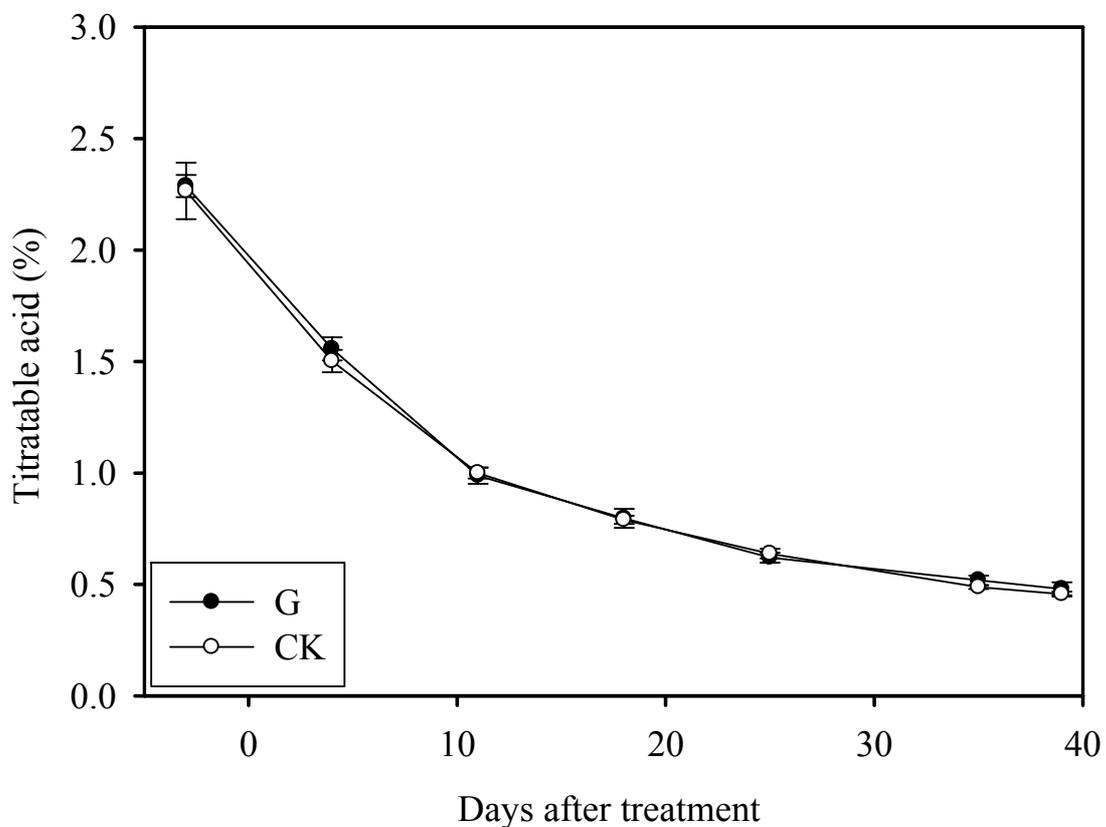


圖 2-8. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒可滴定酸濃度變化之影響

Figure 2-8 The effect of girdling at véraison on titratable acid content in 'Kyoho' grape. Six vines were girdled on one randomly selected arm at véraison on 16 June 2008. The grapes were harvested on 11 July and 21 July. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Paired *t*-test was used to compare tartaric acid content. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

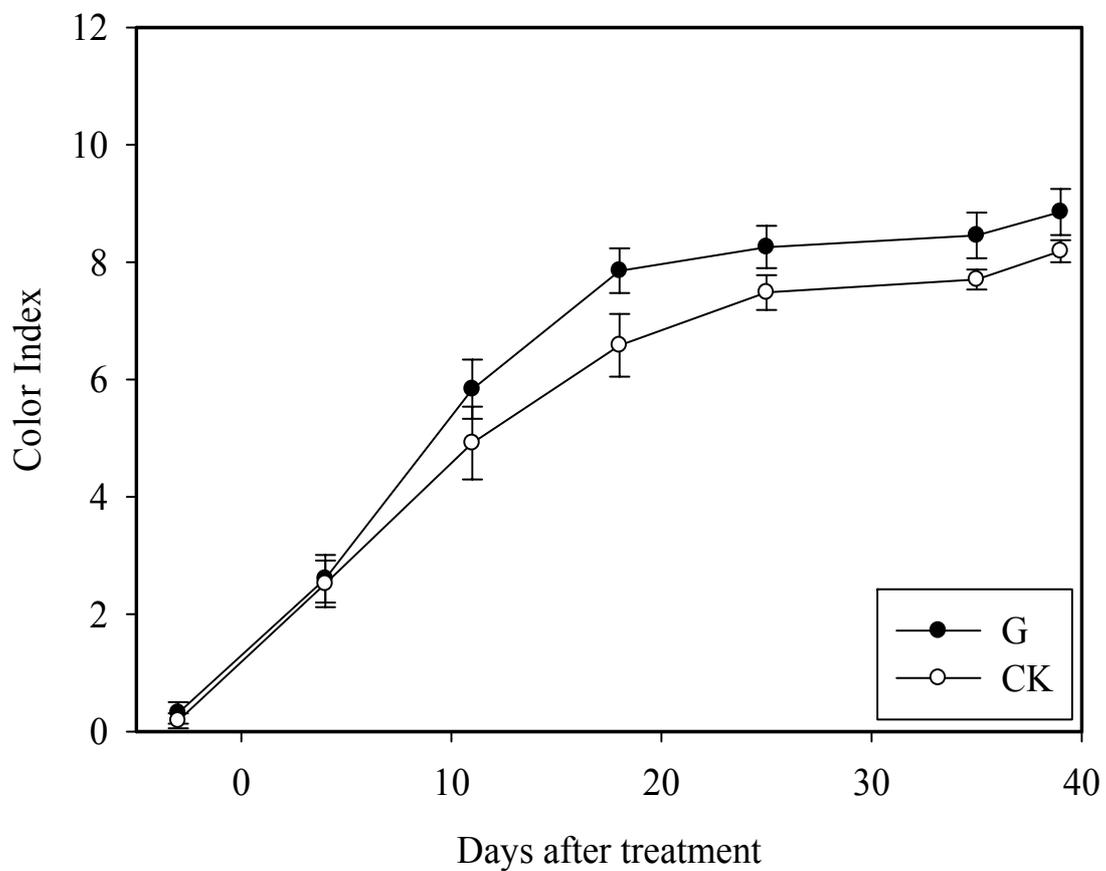


圖 2-9. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果粒果色板讀值變化之影響

Figure 2-9 The effect of girdling at véraison on color index of 'Kyoho' grape. Six vines were girdled on one randomly selected arm at véraison on 16 June 2008. The grapes were harvested on 11 July and 21 July. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Paired *t*-test was used to compare color index value. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

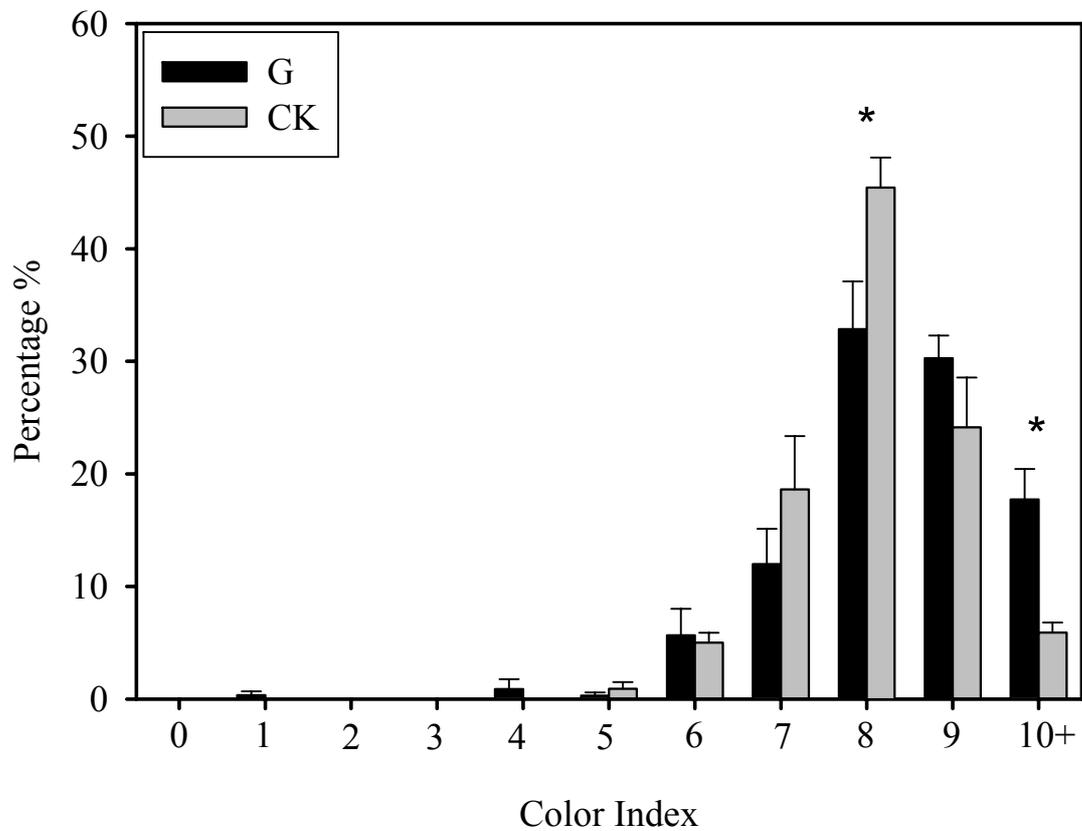


圖 2-10. 巨峰葡萄轉色期主枝環刻後各果色板讀值佔總量之百分比

Figure 2-10 The effect of girdling at véraison on the percentage of each color index value in 'Kyoho' grape. Six vines were girdled on one randomly selected arm at véraison on 16 June 2008. The grapes were harvested on 11 July and 21 July. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Paired *t*-test was used to compare the percentage of each color index value. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

環刻處理對於果穗重、產量沒有顯著影響（表 2-1），此外處理組與對照組之葉果比分別為 $30.30 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 及 $46.25 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 兩者間沒有顯著差異。

（三）全可溶性糖及澱粉含量分析

全可溶性糖及澱粉含量分析之樣品於夏季修剪時採樣（8 月 20 日）。結果枝尚未木質化之部分其全可溶性糖含量約為 3 % WD，較木質化之部分高（2 % DW），但是環刻對結果枝木質化或未木質化部份之全可溶性糖之含量沒有顯著之影響（圖 2-11A）。不論在木質化與尚未木質化之結果枝部位環刻對於結果枝之澱粉累積之影響同樣不顯著，但在環刻後，同一結果枝木質化部份之澱粉含量為 3.2 % DW，略高於未木質化部份（1.9 % DW）（圖 2-11B）

（四）主枝環刻後第二收植株營養生長調查

葡萄冬果結果枝之長度於第二收催芽後開始調查，調查第 1 週兩處理之結果枝長度約為 7 cm，新梢生長速率於處理 21 天後快速提高，調查第 3 週環刻處理植株之平均新梢長約為 44.7 cm 對照組約為 39 cm，但兩者間差異不顯著（圖 2-12）。此外，兩處理之花穗長度在催芽後 2 週內並無差異，但因為受颱風影響，導致部分花穗受損，因此未進行第三次測量。

2.5 討論

葡萄果在發育過程中呈雙 S 型曲線，著果後果實進入第一次快速肥大，約 45 日後進入硬核期，果實生長速率減緩，硬核期約 20 日後果實開始轉色並進入第二次快速生長，此階段也是糖份及水分累積、酒石酸開始分解的時期（孫, 1996）。由圖 2-3 及圖 2-4 可發現試驗之巨峰葡萄果實無明顯之 S 型生長曲線，此與孫（1996）調查巨峰葡萄夏果生長曲線結果之試驗結果相似。著果後環刻的效果會因葡萄品種不同而有很大的差異，相較於有子葡萄，環刻對於無子葡萄之果徑、果重有較顯著之影響（Carreño et al., 1998）。

轉色時，主枝環刻對於果實橫徑及鮮重增加的效果並不顯著（圖 2-5, 2-6），

表 1. 轉色期主枝環刻對巨峰葡萄果穗重、產量及葉果比之影響

Table 1. Effects of girdling at véraison on bunch weight, yield, and leaf to fruit ratio in 'Kyoho' grape.

	Cluster weight (g)	Yield (kg/vine)	Leaf to fruit ratio (cm ² ·g ⁻¹)
G	201.6	9.6	30.30
CK	194.5	5.0	46.25
paired t-test	N.S.*	N.S.	N.S.

* N.S. indicates non-significant.

Six vines were girdled on one of two arms at véraison by a saw on June 16, 2008. Fruits were harvested on 11 July and 21 July. The leaf areas were calculated by the following equation. $Y = -0.0164x^2 + 28.766x - 287.89$, $R^2 = 0.98$.

Y = Leaf area, x = shoot length..

Paired *t*-test was used to compare bunch number, bunch weight, yield and leaf to fruit ratio. Differences were considered statistically significant if $P \leq 0.05$.



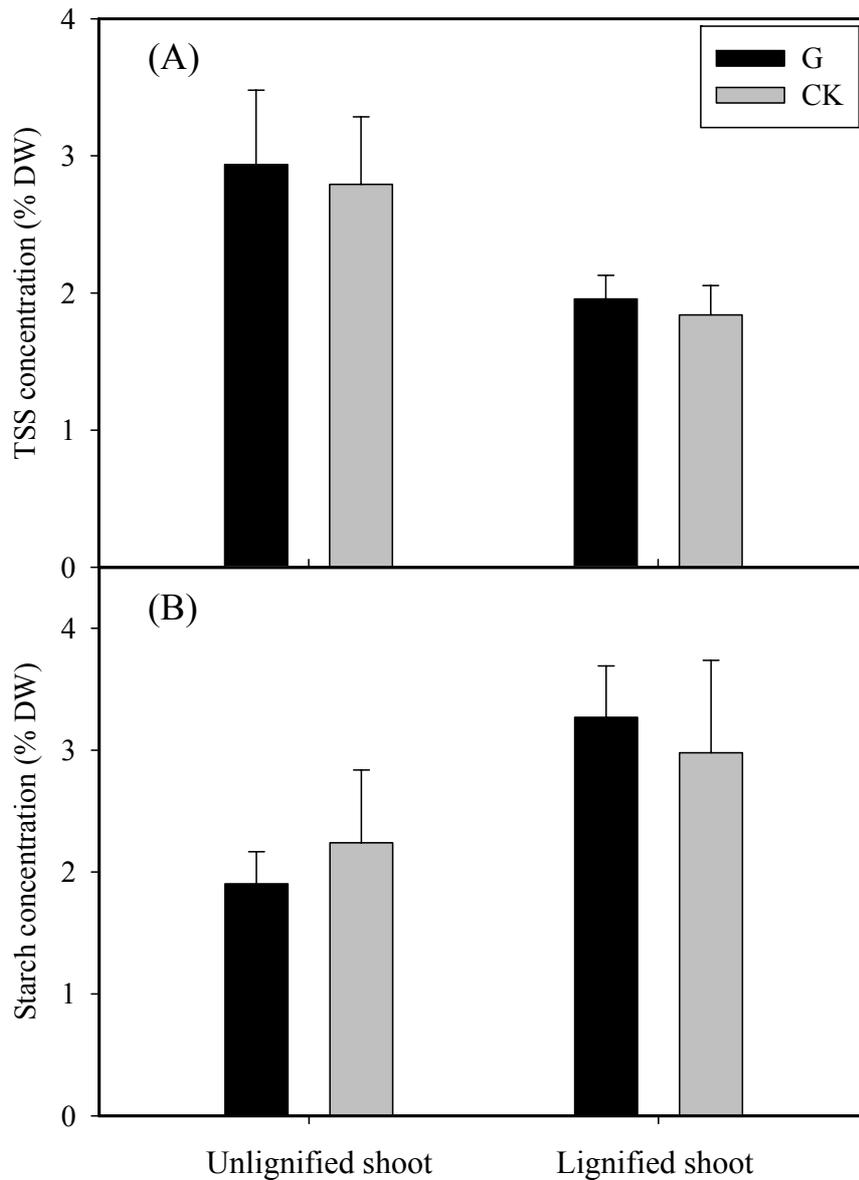


圖 2-11. 轉色期環刻對不同成熟度結果枝總可溶性糖 (A) 及澱粉 (B) 含量之影響

Figure 2-11 The effect of girdling at véraison on total soluble sugar (A) and starch (B) of different type of shoot in 'Kyoho' grape. Six vines were girdled on one randomly selected arm at véraison on 16 June 2008. The grapes were harvested on 11 July and 21 July. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Paired *t*-test was used to compare TSS and starch content. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

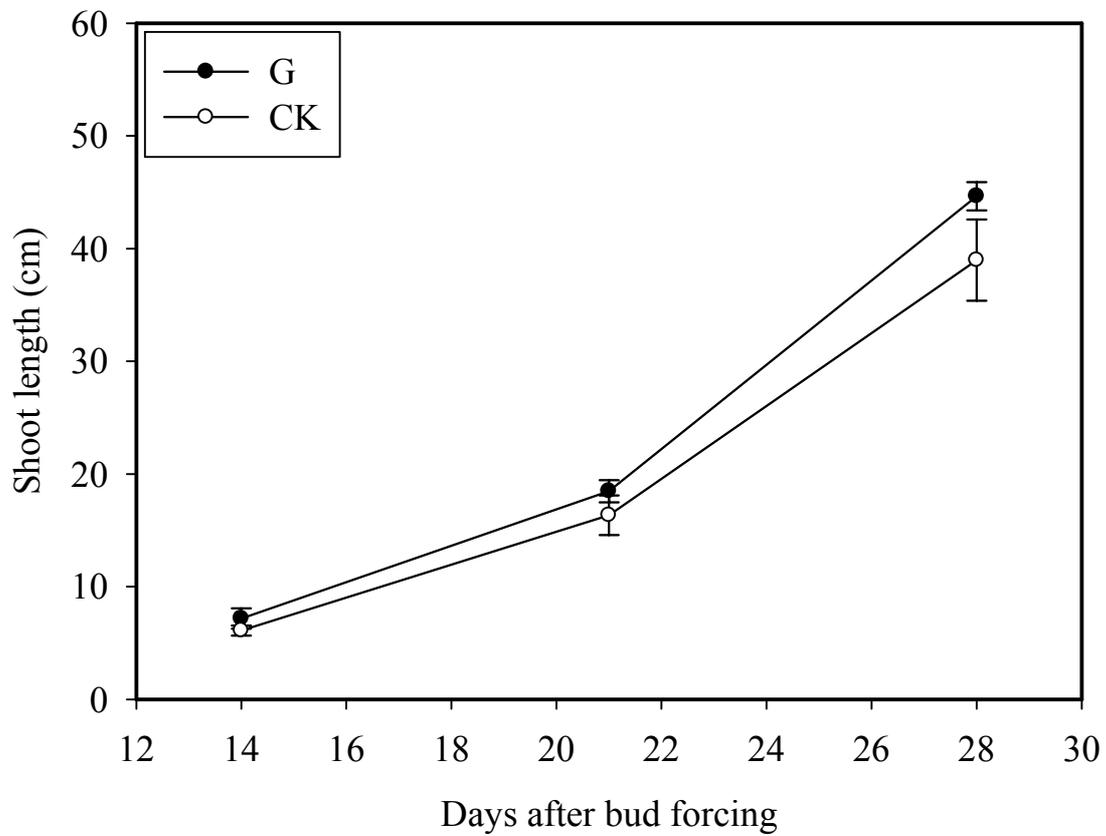


圖 2-12. 夏果轉色期主枝環刻對巨峰葡萄冬果新梢長度之影響

Figure 2-12 The effect of girdling at véraison on shoot length in the following season in 'Kyoho' grape. Six vines were girdled on one randomly selected arms at véraison on 16 June 2008. The grapes were harvested on 11 July and 21 July. Bud forcing were treated on 29 August and started to measuring shoot length on 13 September. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Paired *t*-test was used to compare shoot length. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

此結果與 Yamane 與 Shibayama (2006b) 以‘安芸’ (Aki Queen) 品種為材料之試驗結果相同，另有研究指出轉色期環刻能稍微提高果實重量，但總產量並沒有顯著的提升 (Carreño et al., 1998)。許多研究指出轉色階段環刻有助於糖份累積於果實，可提高葡萄糖度 (Carreño et al., 1998; Nikolaou et al., 2003; Yamane and Shibayama, 2006b; Yamane et al., 2008)，但在本試驗中，採收時環刻處理之果實糖度為 14 °Brix 對照組為 13 °Brix 但兩組之差異並不顯著(圖 2-7)，Kliwer(1973) 指出當夜溫高時，因呼吸作用提高消耗糖類，導致可溶性碳水化合物不利於果實內累積，果實轉色期 (2008 年 6 月 16 日) 後試驗地區之平均日、夜溫均已超過 25°C，因此田間之高溫可能為環刻效果不明顯之原因之一。林與張 (1988) 指出台灣巨峰葡萄夏果開花期之新梢長度在 40 至 60 cm 為最佳，開花期及果實生育後期有最高之停心率，因此著果率及果實品質較佳。若結果枝在果實生育後期長度超過 200 cm 則會因過度營養生長造成著色不良以及糖度偏低的現象。本試驗園區之結果枝在果實發育後期所測量之長度多數在 150 cm 以上，此外亦有觀察到結果枝尚未停心的現象，因此推測過度營養生長可能也是造成本試驗中果實糖度偏低的原因。

果實內之酒石酸含量於轉色後逐漸下降，採收時兩處理之平均濃度約為 0.5 % 並無顯著差異，顯示環刻對於果實酒石酸並無影響 (圖 2-8)，此結果與 Fujishima 等 (2005) 及 Yamane 等 (2008) 分別以 ‘Pione’ 品種及 ‘Aki Queen’ 品種為試驗材料之結果相同。

由於台灣夏季高溫多雨，不利於巨峰葡萄夏果著色，本試驗於葡萄果實轉色時於主枝進行環刻處理，採收後調查發現處理組深色果實 (果色板讀值大於 10 者) 占總採樣數之 17.7%，對照組之深色果實僅占總量之 5.9% (圖 2-10)，顯示轉色期對巨峰葡萄進行環刻處理可有效提高果實之著色程度，此結果與 Carreño 等 (1998)、Nikolaou 等 (2003)、Fujishima 等 (2005)、Yamane 和 Shibayama (2006b) 之結果相同。由於植株之光合產物有限，因此葉果比影響果實著色及糖度，適度

的降低植株果實負載 (crop load) 不但可有效提高果實可溶性固形物濃度 (Bravdo et al., 1985; Edson et al., 1993) 及花青素含量 (Kliewer and Weaver, 1971) 也可以提高環刻之效果 (Yamamoto et al., 1992; Yamane and Shibayama, 2006) , Howell (2001) 提出成熟階段最理想之葉果比為 7 至 14 $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, 本試驗處理組與對照組之葉果比分別為 30.3 及 46.25 $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, 且兩者並無顯著差異 ($P=0.26$) , 因此推測造成處理組果色較佳的主要原因為環刻而非葉果比之差異。但過度營養生長可能是造成試驗結果不若前人研究顯著的原因。

轉色期主枝環刻後，傷口約於處理 25 日後癒合 (圖 2-2) , 與 Yamane 及 Shibayama (2007) 之研究結果相似，而癒合同時園內植株已達採收成熟度，採收結束 (2008 年 7 月 25 日) 至夏季修剪 (2008 年 8 月 22 日) 間園內植株並無落葉或進行除葉處理。不管是否進行環刻處理，未木質化之結果枝其可溶性固形物比木質化之部分高 (圖 2-11A) , 而澱粉則以木質化部分含量較高，但處理之間並無顯著差異，據此推測由於採收至夏季修剪期間，植株持續進行光合作用，因此環刻對於結果枝內碳水化合物累積的影響並不明顯。

葡萄新梢生長所需之養份大部分由儲藏於主幹及根部之碳水化合物所供應 (Yang and Hori, 1979) , 因此除葉 (Bennett et al., 2005) 或是環刻，可能都會減少碳水化合物之儲藏量進而影響下一產季新梢初期之生長。但本試驗結果 (圖 2-12) 顯示夏果轉色期對主枝進行環刻對於冬果結果枝之初期生長並無顯著影響，前人研究指出採收後至落葉前這段時間內之光合產物生成對於下一季生產有正面影響 (Bates et al., 2002; Bennett et al., 2005) , 所以造成此結果之原因可能是夏季修剪前植株未落葉或進行除葉，光合產物之生成並未中斷，使得植體內蓄積之碳水化合物足夠供給冬果結果枝新梢生長所需以至於環刻並未對冬果新梢生長造成影響。

台灣氣候高溫多濕，加上不適當的肥料使用常造成葡萄植株過度營養生長，新梢徒長不但影響果實著色及糖度 (林與張, 1988) , 亦會降低環刻的效果。因此

未來研究可著重於環刻配合適當的肥陪管理，使一年二收生產之巨峰葡萄達到最佳之品質。

2.6 結論

在著果期於巨峰葡萄結果枝進行環刻對夏果果實橫徑及鮮、乾重無顯著影響。轉色時對主枝進行環刻則可以促進夏果著色，深色果實數量較對照組多 11.8%，但對於可溶性固形物及可滴定酸濃度並沒有顯著影響，推測高溫及營養生長旺盛為其主因。另外由於環刻傷口在處理 25 日後，即採收前已癒合，因此採收後至夏季修剪前葉片所生成之光合產物可持續運送至主幹及地下部累積，因此轉色期環刻對於冬果結果枝初期生長並無影響。此外，由於台灣葡萄生產在肥陪管理上尚未有標準化之操作，施肥過度導致營養生長旺盛會降低果實品質及環刻效果，因此如何建立有效率之施肥模式配合環刻操作為未來研究的目標。



2.7 參考文獻

- 林嘉興、張林仁. 1988. 葡萄新梢生長量對著果及果實品質之影響. 葡萄產業研究與發展研討會專集 p:34-41 (農試所特刊 24 號)
- 孫慧慈. 1996. '巨峰'及'蜜紅'葡萄果實生長之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文.
- 張林仁、林嘉興. 1988. 葡萄果實之發育與成熟. 葡萄生產技術 pp.223-238. 台中區農業改良場 編印
- 張致盛. 2001. 巨峰葡萄植株生長與樹體活力之關係. 國立中興大學園藝學系博士論文.
- 歐錫坤、蕭翌柱、王為一. 1994. 鮮食葡萄引種與品種特性評估. 中國園藝 40(4):252-259.
- Bates, T. R., B.M. Dunst, and P. Joy. 2002. Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in 'Concord' grapevine roots. HortScience 37:313-316.
- Bennett, J. B., P. Jarvis, G. L. Creasy, and M. C. T. Trought. 2005. Influence of defoliation on overwintering carbohydrate reserves, return bloom, and yield of mature Chardonnay grapevines. American journal of enology and viticulture 56:386-393.
- Bravdo, B., Y. Hepner, C. Loinger, S. Cohen, and H. Tabacman. 1985. Effect of crop level and crop load on growth, yield, must and wine composition, and quality of Cabernet Sauvignon. American journal of enology and viticulture 36:125-131.
- Brown, K., D. I. Jackson, and G. F. Steans. 1988. Effects of chlormequat, girdling, and tipping on berry set in *Vitis vinifera* L. American journal of enology and viticulture 39:91-94.
- Carreño, J., S. Fara, and A. Martinez. 1998. Effect of girdling and covering mesh on ripening, color and fruit characteristics of 'Italia' grapes. Journal of horticultural

- science & biotechnology 73:103-106.
- Caspari, H.W., A. Lang, and P. Alspach. 1998. Effects of girdling and leaf removal on fruit set and vegetative growth in grape. *American journal of enology and viticulture* 49:359-366.
- Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry* 28:350-256.
- Edson, C. E., G. S. Howell, and J. A. Flore. 1995. Influence of crop load on photosynthesis and dry matter partitioning of Seyval grapevines. III. Seasonal changes in dry matter partitioning, vine morphology, yield, and fruit composition. *American journal of enology and viticulture* 46:478-485.
- Fujishima, H., M. Shiraishi, S. Shimomura, and Y. Horie. 2005. Effects of girdling on berry quality of 'Pione' grapevine. *Horticultural research (Japan)* 4:313-318 (In Japanese with English abstract) .
- Goren, R., M. Huberman, and E. E. Goldschmidt. 2004. Girdling: physiological and horticultural aspects. *Horticulture review* 20:1-36.
- Hiratsuka, S. H. Onodera, Y. Kawai, T. Kubo, H. Itoh, and R. Wada. 2001. ABA and sugar effect on anthocyanin formation in grape berry cultured in vitro. *Scientia horticulturae* 90:121-130.
- Howell, G. S. 2001. Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship: A review. *American journal of enology and viticulture* 52:165-174.
- Kataoka, I., A. Sugiura, N. Utsunomiya, and T. Tomana. 1982. Effect of abscisic acid and defoliation on anthocyanin accumulation in Kyoho grapes (*Vitis vinifera* L. × *V. labruscana* Bailey). *Vitis* 21: 325–332.
- Kliewer, W. M. and R. J. Weaver. 1971. Effect of crop level and leaf area on growth,

- composition, and coloration of 'Tokay' grapes. *American journal of enology and viticulture* 22:172-177.
- Kliewer, W. M. 1973. Berry composition of *Vitis vinifera* cultivars as influenced by photo- and nycto- temperatures during maturation. *Journal of the American society for horticultural science* 98:153-159.
- Kliewer, W. M. 1977. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. *American journal of enology and viticulture* 28:96-103.
- Murakami, P. F., P. G. Schaberg, and J. B. Shane. 2008. Stem girdling manipulates leaf sugar concentrations and anthocyanin expression in sugar maple trees during autumn. *Tree physiology* 28:1467-1473.
- Nikolaou, N., E. Zioziou, D. Stavrakas, and A. Patakas. 2003. Effects of ethephon, methanol, ethanol and girdling treatments on berry maturity and color development in Cardinal table grapes. *Australian journal of grape and wine research* 9:12-14.
- Terence, R. B., M. D. Richard, and J. Paula. 2002. Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in 'Concord' grapevine roots. *HortScience* 37:313-316.
- Yamamoto, K., K. Takahashi, and K. Takata. 1992. Techniques of improving grape quality by girdling. *Kinki Chugoku Agriculture research* 83:38-42 (In Japanese with English summary) .
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2006a. Effects of changes in the sensitivity to temperature on skin coloration in 'Aki Queen' grape berries. *Journal of the Japanese society for horticultural science* 75:458-462.
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2006b. Effects of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in 'Aki Queen' grapevines. *Journal of the Japanese society for horticultural science* 75:439-444.

Yamane, T. and K. Shibayama. 2007. Effects of treatment date, width of girdling, and berry number of girdled shoot on the coloration of grape berries. Horticultural research (Japan) 6:233-239 (In Japanese with English abstract) .

Yamane, T., Y. Hamana, and K. Shibayama. 2008. Effect of taping, branch age, position, and the extent of phloem removal of girdle on healing of the girdle and fruit characteristics in grape. Horticultural research (Japan) 7:57-63 (In Japanese with English summary) .

Yang, Y. S. and Y. Hori. 1979. Studies on the retranslocation of accumulated assimilates in 'Delaware' grapevines. I. Retranslocating of ^{14}C -assimilates in the following spring after ^{14}C feeding in summer and autumn. Tohoku journal agriculture research 30:43-56.

Yang, Y. S. and Y. Hori. 1980. Studies on the retranslocation of accumulated assimilates in 'Delaware' grapevines. III. Early growth of new shoots as dependent on accumulated and current year reserves. Tohoku journal agriculture research 31:120-129.



2.8 Abstract

Poor coloration due to over cropping or high temperature reduced berry quality and market value of the summer crop in ‘Kyoho’ table grapes (*Vitis vinifera* L. × *V. labrusca* Bailey) produced with a double cropping system commercially adopted in subtropical warm areas. To evaluate the effects of girdling on berry color, quality, and return growth of grapevines in such environment, 5-year-old ‘Kyoho’ grapevines on Teleki 5C (*V. berlandieri* × *V. riparia*) rootstocks were either girdled on the base of fruiting shoots at fruit set or on the base of main arms at véraison. Early fruiting shoot girdling did not improve berry diameter, fresh weight, or dry weight. On the other hand, arm girdling increased dark-color berry number but berry size, TSS or tartaric acid concentration was not affected by girdling. Carbohydrate and starch content in fruiting shoot didn’t affected by girdling practiced at véraison. Negative effects of girdling such as reduced return growth were not significant in this experiment. It appeared that carbohydrate reserves in the girdled fruiting shoot for winter crop were sufficient for return growth.

Key words : double cropping , girdling, fruit quality, carbohydrate

第三章 環刻對巨峰葡萄葉片氣體交換之影響

3.1 摘要

環刻阻斷韌皮部運輸，提高光合產物在地上部的可利用性，因此被視為可有效提升果樹產量或果實品質的方法之一。但環刻卻也會造成許多果樹葉片光合作用能力下降。本試驗以盆栽種植之一年生巨峰 (*Vitis vinifera* L. × *Vitis labruscana* Bailey 'Kyoho') 自根植株葉齡約 60 日之葉片為試驗材料，調查環刻對於葉片光合成速率之影響。在環刻前葡萄之光合速率為 $10 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，光飽和點約在 800 至 $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 之間，環刻處理後，處理植株之光合速率於兩日內開始下降，處理後七日僅為對照組之 80%，並達顯著差異，處理後 46 日光合速率降為 $1.6 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，兩組差異不顯著。對照組之光合成速率在試驗期間也逐漸下降，由最初之 $10 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 降至 $2 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。環刻植株之氣孔導度及蒸散速率在處理後 13 至 18 天之間會顯著低於對照組，但 25 日後已無顯著差異。葉肉細胞內二氧化碳濃度及水分利用效率在本試驗中並不受環刻所影響。由於試驗採樣之葉片葉齡約為 60 日，已接近葉片生命週期之中期，且試驗期間為環境溫度逐漸下降，因此推測葉齡及氣溫可能是造成葡萄葉片光合速率在試驗期間大幅下降之因子，而環刻所造成之光合成速率下降則可能是因非氣孔因子所造成。

關鍵字：環刻、光合作用、回饋抑制

3.2 前言

光合作用提供植物生長及發育所需之物質 (Chaumont et al., 1994,)，高等植物約有 90 % 之乾物質由光合產物轉換而來 (Zelitch, 1982)。在作物生產上，提高光合作用能力對產量及品質的提升均有正面的幫助 (Flore and Lakso, 1989)。葡萄葉片之光合作用能力會隨葉齡而有所變化，光合作用之高峰出現在葉齡約 30 至

40 日時，爾後隨著葉片老化逐漸降低，當葉齡達 120 日時其光合成速率約為最高之 50 % (Poni et al., 1994)。

環刻是一古老的園藝技術，其作用機制是使韌皮部運輸受阻，進而增加碳水化合物在地上部之可利用性，因此環刻技術在果實生產上應用相當廣泛 (Goren et al., 2004)，柑桔 (Rivas et al., 2006)、葡萄 (Roper and Williams, 1989) 及柿 (Steyn et al., 2008) 均可利用著果期環刻提高著果率或產量，而在接近果實成熟期進行環刻則可促進葡萄 (Yamane and Shibayama, 2006)、油桃 (Day and Dejong, 1990) 等果實成熟。在環刻傷口癒合之前，葉片所生成之碳水化合物及荷爾蒙會累積於環刻部位上方，因此改變地上部碳水化合物及荷爾蒙的平衡 (Goren et al., 2004)。

環刻雖可增進果實品質，但許多果樹之葉片光合成速率會受環刻影響，蘋果 (Zhou and Quebedeaux, 2003)、葡萄 (Harrell and Williams, 1987; Roper and Williams, 1989)、油桃 (Di Vaio et al., 2001) 及芒果 (Urban and Alphonsout, 2007) 均會因環刻處理而造成光合作用能力下降。但若植株具有較強的碳源積儲 (sink) 則橄欖 (Proietti and Tombesi, 1990)、腰果 (Schaper and Chacko, 1993) 等果樹之光合成速率不會受環刻所影響。環刻造成葉片光合速率下降之原因目前尚未完全了解，有部分研究指出環刻造成光合產物於地上部累積，產生回饋抑制效應導致光合速率降低 (Goren et al., 2004)，另有學者指出環刻改變植體荷爾蒙之平衡，造成葉片內 ABA 濃度上升，導致氣孔導度下降因此影響到光合速率 (Roper and Williams, 1989)。

本試驗之目的在於探討環刻對於‘巨峰’葡萄葉片氣體交換之影響以及傷口癒合後氣體交換之恢復情形，並推測造成光合速率下降之原因。試驗所擬假說為葡萄環刻後，葉片光合成速率、氣孔導度及蒸散作用均會下降，但隨環刻傷口癒合，處理組與對照組之光合成速率、氣孔導度及蒸散作用會恢復至對照組之水準。預期本試驗結果為環刻後至傷口癒合前，葉片光合速率、氣孔導度及蒸散速率會短暫下降，但當傷口癒合後處理與對照組之葉片氣體交換指標將不會有顯著差異。

3.3 材料及方法

一、試驗地點與材料

本試驗於台灣大學園藝分場 (25°00'N, 121°32'E) 進行。試驗材料為'巨峰' (*Vitis vinifera* L. × *Vitis labrusca* Bailey 'Kyoho') 扦插苗，插穗於 2008 年 1 月底取自台灣卓蘭一果園之冬果結果枝，經 4°C 處理 5 週後，於 2008 年 3 月 4 日進行扦插，扦插時每插穗保留 2 至 3 芽 (約 20 cm)，插穗基部處理 3000 ppm NAA 粉劑。扦插苗於 5 月 4 日移植至直徑 22 cm、高 35 cm 之聚丙烯盆，栽培介質以田土、牛糞及培養土以 1:1:1 混合。植株採單幹整枝，灌溉採用澆灌方式，灌溉時間為每日 8 時。施肥及病蟲害防治依正常田間管理方式進行。試驗植株於 2008 年 9 月 17 日修剪，保留木質化枝條約 100 cm (15 芽)，並以 30% 二氯乙醇均勻塗抹於頂芽，處理 1 週後 (9 月 24 日) 萌芽。

本試驗採用完全隨機設計 (complete randomized design, CRD)。挑選生長勢相近且無果實之 12 植株，每植株為 1 試驗單位，每處理重複於 6 植株。試驗處理為枝條環刻 (Girdling, G)：2008 年 11 月 29 日以利刃於枝條基部第二節間處移除寬度約 5 mm 之樹皮及韌皮部，環刻深度約為 2 至 3 mm。環刻部位於處理後 20 分鐘以目視檢測傷口有無褐化發生以確認韌皮部已完全移除 (圖 3-1)，若出現褐化現象則再以利刃將褐化之韌皮部移除；對照組 (CK) 則不進行上述處理。

二、光同化速率調查

第一次調查時 (2008 年 11 月 28 日)，每植株標定 1 生育良好，外觀無缺損且葉齡約 60 日之完全展開葉，以 LI-6400 可攜式光合作用測定儀 (含人工光源 6400-02B Blue/Red LED source) (LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA) 進行測定。測定時相對濕度維持在 50 至 55 % 之間，二氧化碳濃度以 LI-6400 注射器 (inject system) 及 CO₂ 鋼瓶 (cylinder) 設定濃度為 375 ppm。同一葉片調查光強度 20、50、100、200、400、700 及 1000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 下之光合作用能力 (net photosynthesis rate, Pn ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$))、氣孔導度 (stomatal conductance, g_s ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}$))。



圖 3-1. 受試植株於 2008/11/29 在巨峰葡萄枝條基部（箭頭處）利用利刀進行寬度 5 mm 環刻處理

Fig 3-1 Five mm-width girdle were carried out at base of shoot of one-year old 'Kyoho' grapevines with sharp knife on 29 Nov. 2008.

s⁻¹))、葉肉細胞間隙二氧化碳濃度 (intercellular CO₂ concentration, C_i (ppm)) 及蒸散速率 (transpiration, T mmol (mmol·m⁻²·s⁻¹))，並利用光合作用能力及蒸散速率推算水分利用效率 (Water-use efficiency, WUE)：

$$WUE = Pn / T \text{ mmol} \quad \text{單位為 } \mu\text{mol CO}_2 / \text{mmol H}_2\text{O}。$$

測量期間從 2008 年 11 月 28 日至 2009 年 1 月 15 日，共近行 8 次測量(2008/11/28, 11/30, 12/6, 12/12, 12/17, 12/24, 2009/1/4 及 1/15)，測量時間為每日上午 9 時至 11 時。

三、統計分析

本試驗採用完全隨機設計 (complete randomized design, CRD)，處理與對照各六植株。試驗植株之光合速率 (Pn)、氣孔導度 (g_s)、葉肉細胞間隙 CO₂ 濃度 (C_i)、蒸散速率 (T mmol) 及水分利用效率 (WUE) 以 Sigma Plot 10.0 software (Systat Software Inc, San Jose, California) 進行繪圖並顯示標準差 (standard error)，並以植株為試驗單位利用 Student's *t*-test 比較處理間上述葉片氣體交換指標在 $P \leq 0.05$ 之顯著差異。

3.4 結果

進行環刻處理前，G 與 CK 之光合曲線趨勢相近，淨光合作用能力會隨光度增加而增加，光度達 800 至 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 時，淨光合作用能力達到飽和，此時之 Pn 約為 10.4 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (圖 3-2A)。環刻處理後 2 天，在光度 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 下，CK 及 G 之碳同化速率分別為 11.2 及 10.2 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，在其他光度下，G 葉片之淨光合作用速率均略低於 CK 植株約 1 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，但是並無顯著差異 (圖 3-2B)。環刻 18 日後，所有植株之光合作用速率均下降，CK 於 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光強度下光合作用速率為 7.2 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，而 G 為 4.2 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，在其他光度下 G 之光合作用速率均顯著低於 CK 1 至 2 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，但光強度越低兩組間光合作用速率之差距越小 (圖 3-2C)。處理 33 日後，葡

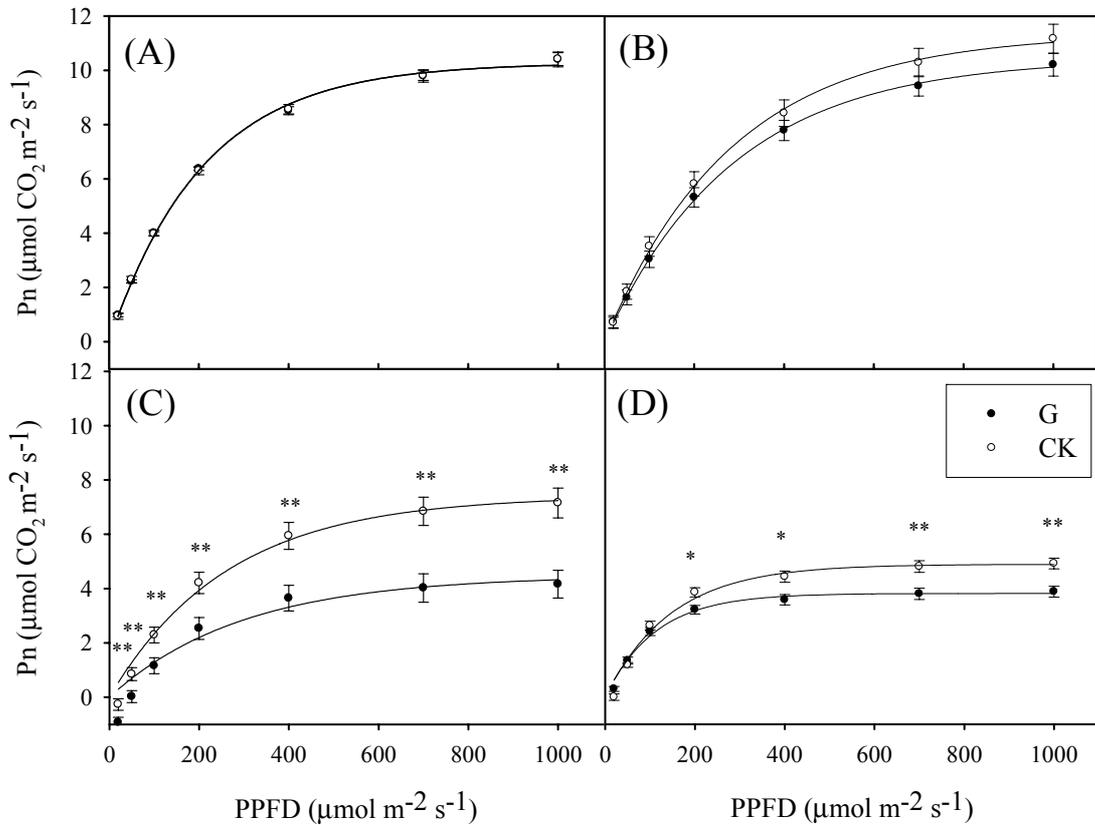


圖 3-2. 環刻處理前(A)及環刻處理後 2 日(B)、18 日(C)及 33 日(D)，光強度對巨峰葡萄葉片光合成速率之影響

Fig 3-2. Effects of PPFD on net photosynthesis rate (Pn) in 'Kyoho' grapevines one day before treatment (A), and 2d (B), 18d(C), 33d(D) after girdling. Shoot of one-year-old 'Kyoho' grapevines was girdled with a sharp knife on 29 Nov. 2008. The leaf gas exchange of 'Kyoho' grapevine were measured during 9 to 11 am every 7 to 10 days. PPFD and CO₂ were hold on 1000 μmol·m⁻²·s⁻¹ and 375 ppm respectively, n=6. Vertical Bars represent standard errors (S.E.). Student's *t*-test were used to compare Pn. Different were considered statistically significant at $P \leq 0.05$. Regression are (A) G, $Pn = 10.2762(1 - \exp(0.0048X))$ ($r^2 = 0.98$, $P < 0.0001$), CK, $Pn = 10.3099(1 - \exp(0.0047X))$ ($r^2 = 0.99$, $P < 0.0001$), (B) G, $Pn = 10.4488(1 - \exp(0.0035X))$ ($r^2 = 0.96$, $P < 0.0001$), CK, $Pn = 11.3717(1 - \exp(0.0035X))$ ($r^2 = 0.94$, $P < 0.0001$), (C) G, $Pn = 4.4743(1 - \exp(0.0034X))$ ($r^2 = 0.75$, $P < 0.0001$), CK, $Pn = 7.4067(1 - \exp(0.0038X))$ ($r^2 = 0.88$, $P < 0.0001$), (D) G, $Pn = 3.8115(1 - \exp(0.0089X))$ ($r^2 = 0.91$, $P < 0.0001$), CK, $Pn = 4.8830(1 - \exp(0.0068X))$ ($r^2 = 0.93$, $P < 0.0001$).

萄植株葉片之光飽和點已降低到 400 至 600 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，而 CK 及 G 之淨光合速率為 4.8 及 3.8 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，兩組間差異十分顯著 ($P < 0.002$)。

試驗期間葡萄葉片在 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光強度下，處理間之淨光合速率變化如圖 3-3A。處理後 7 日 G 之光合作用速率由處理後 1 日之 10.2 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 迅速下降至 5.5 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，僅剩下 CK 之 80%。G 與 CK 間之差異在處理後 18 日來到最大，此時 CK 與 G 之光合速率分別為 7.2 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 及 4.2 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，G 之光合速率僅剩 CK 之 58%。處理 20 日後 G 與 CK 光合速率之差距逐漸減小，但依然有顯著差異。調查結束前（處理後第 46 日）CK 與 G 之光合速率為 2 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 及 1.6 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，兩者間沒有顯著差異。

蒸散速率之變化趨勢與氣孔導度相近（圖 3-3B,C），處理前至處理後 7 日間，所有試驗植株之蒸散速率及氣孔導度會隨測量時之氣溫波動，但處理之間並無差異。處理後 13 日至 18 日，CK 之蒸散速率及氣孔導度為 1.3 $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 及 0.09 $\text{mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，G 組之值僅為 CK 之 70% 左右，且兩者間有顯著差異 ($P=0.02$)。但處理 25 日後處理間在蒸散速率及氣孔導度間並無顯著差異

環刻對於植株水分利用效率並無顯著之影響（圖 3-3D），兩組之植株水份利用效率在試驗期間內逐漸下降從 9 $\mu\text{mole CO}_2 / \text{mmol H}_2\text{O}$ 降至 4 $\mu\text{mole CO}_2 / \text{mmol H}_2\text{O}$ 左右，且 G 與 CK 間之差異亦逐漸增加，但兩者間並無顯著差異。

兩處理之葉肉細胞間隙二氧化碳濃度 (C_i) 在試驗期間內並無顯著差異，且處理間變化趨勢相近，調查開始至處理後 20 日間兩組之 C_i 均在 200 至 250 ppm 之間，但距試驗開始 20 日後，兩處理之 C_i 顯著提升，直到試驗結束時均超過 300 ppm，顯示葡萄葉片在試驗後期對於細胞間隙之二氧化碳利用率有逐漸下降之趨勢。

3.5 討論

與大部分果樹相同，葡萄屬 C3 型植物 (Flore and Lakso, 1989)，前人研究指

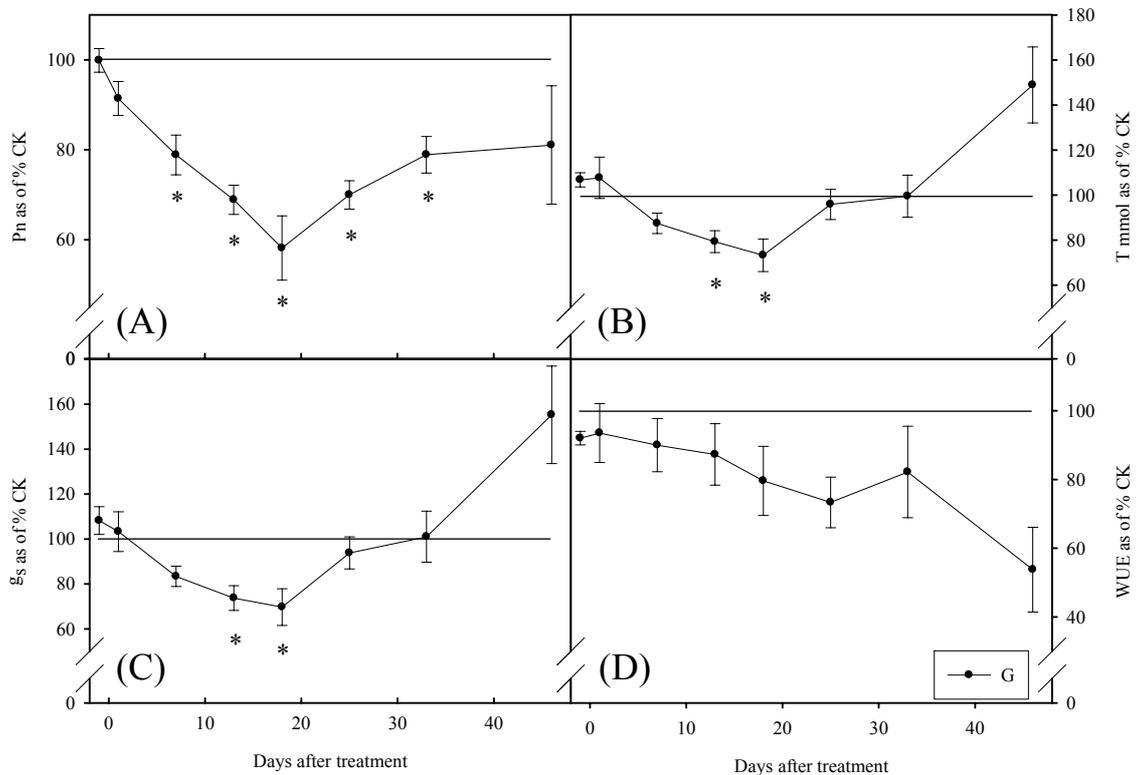


圖 3-3. 環刻處理對巨峰葡萄葉片光合速率(A)、蒸散作用(B)、氣孔導度(C)、及水分利用效率(D)之影響

Fig 3-3. The effect of girdling on net photosynthesis rate, Pn (A), transpiration, T mmol (D), stomatal conductance, g_s (C), and water-use efficiency, WUE (D) in 'Kyoho' grapevines. Shoot of one-year-old 'Kyoho' grapevines was girdled with a sharp knife on 29 Nov. 2008. The leaf gas exchange of 'Kyoho' grapevine were measured during 9 to 11 am every 7 to 10 days. PPFD and CO_2 were hold on $1000 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ and 375 ppm respectively, $n=6$. Vertical bars represent standard errors (S.E.). Student's t-test was used to compare Pn, C_i , g_s , T mmol, and WUE. Differences was considered statistically significant at $P \leq 0.05$. Data were divided by the value of CK.

出大多數 C3 型植物之光飽和點光度約 1/3 全日照 ($600-700 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) (Mullins et al., 1992)，然而本試驗植株之光飽和點約在 800 至 $1000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，略高於前人研究之值 (圖 3-2A)。葡萄葉片光合作用能力會隨生育階段不同而有所變化，張 (2001) 以三年生 '巨峰' 盆栽葡萄進行夏果及冬果生育期間葉片光合作用速率調查，結果顯示在 11 月時，與果穗對生之葉片光合成速率為 $9 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，而本試驗之植株在 11 月底之葉片光合成速率約為 $10 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，與前人研究相近。

許多果樹如芒果 (Urban and Alphonsout, 2007)、腰果 (Schaper and Chacko, 1993)、蘋果 (Zhou and Quebedeaux, 2003)、油桃 (Di Vaio et al., 2001) 及葡萄 (Harrell and Williams, 1987) 在環刻處理後，光合作用能力會有下降的現象，環刻造成光合作用速率下降的原因，目前多數研究推測可能與碳水化合物累積所造成之回饋抑制有關 (Paul and Pellny, 2003; Goren et al., 2004)。由本試驗結果得知，環刻處理一天之後，葡萄葉片之光合成速率即會出現變化 (圖 3-2B)，Moing 等人 (1994) 發現在莖部環刻後 60 分鐘後，桃樹葉片及可測得木糖醇的累積，因此推測環刻對植株碳水化合物的平衡是有立即性的影響。隨處理天數增加，G 之葉片光合成速率越低，處理後 17 日兩組在飽和光度之光合成速率差異約為 $3 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，處理組之光合成速率只有對照組之 58%，是試驗期間所測得之最大差值 (圖 3-2C)。Roper 及 Williams (1989) 在開花後對 Thompson Seedless 葡萄主幹進行環刻處理，其葉片之光合成速率於處理四天後顯著下降，但處理一個月後處理組與對照組之光合成速率已無顯著差異，作者推測可能為癒傷組織已經重新連結傷口兩端，韌皮部運輸功能也已經恢復所導致。本試驗在處理 32 日後，CK 在飽和光度下之光合成速率為 $4.9 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 顯著高於 G 之 $3.9 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (圖 3-2D)，推測可能原因是環刻傷口未完全癒合，因此兩處理之間之光合成速率依然有差異。

在試驗期間，兩組葡萄之光合成速率均會隨著時間下降 (圖 3-2A-D)，Poni

等人 (1994) 以三年生種植於田間之 Sangiovese 葡萄為試驗材料調查其葉齡與光合作用之關係，結果顯示葡萄葉齡約 30 至 40 日時其光合成速率最高，約為 $9 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，此時期約為葉片生命週期之六分之一，隨葉齡增加光合成速率會逐漸降低。本試驗所採樣之葉片第一次測量光合成速率時，葉齡約為 60 日，而採樣之葉片距第一次測量約 50 至 60 日後落葉，因此推測調查光合成速率時，植株葉片已過光合成速率的高峰期。此外，試驗進行期間為 11 月底至 1 月中，環境溫度持續下降 (附圖 2)，這可能也是造成光合速率持續下降的原因之一。

果實的存在與否也會影響光合成速率之高低以及葉片老化的速率 (Poni et al., 1994)，桃樹在有果實的狀況下會有較高的光合成速率 (De Jong, 1986)，而有隔年結果現象的胡桃在「大年」時其秋季葉片老化速率會較慢 (Wood, 1988)，Avery (1969) 也指出相較於正常植株，無花或無果實會加速蘋果葉片老化。本試驗之植株均無保留花穗，因此試驗後期光合速率下降可能與植株無果實使葉片老化速度加快有關。

Roper 及 Williams (1989) 指出，葡萄在環刻兩週後處理組之氣孔導度在 10 時至 18 時顯著低於對照組，另有研究顯示油桃無著果枝條之蒸散速率也會因為環刻處理而降低 (Vaio et al., 2001)。如同前人研究結果，巨峰葡萄在環刻兩週後，處理之氣孔導度也較對照組低 $0.2 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，但處理 25 日後兩者間已無顯著差異 (圖 3-3C)，但反觀光合作用效率在處理後 25 日至 32 之間，處理組依然低於對照組，因此推測此時之氣孔導度並非影響光合作用能力之主要因子。

G 與 CK 之 C_i 在試驗期間均未達顯著差異，且兩組之 C_i 在此時間內都有逐漸提高之趨勢。前人研究指出當光合速率下降，但 C_i 未顯著下降的情況下，則推測導致光合速率下降之原因為非氣孔因子所造成 (Downton et al., 1988)，本試驗植株之光合速率在調查期間內有持續下降的趨勢 (圖 3-2A-D)，但 C_i 卻逐漸上升，推測造成此結果之原因可能是因葉片老化導致對葉肉細胞內二氧化碳利用效率降低所致。

試驗期間兩組植株蒸散作用變化如圖 3-3B，G 與 CK 僅在處理後 13 日至 18 日間有顯著差異，且因 CK 在此期間內氣孔導度顯著高於 G，因此蒸散作用亦高於 G。試驗期間除了處理後第一天外，其餘調查日之蒸散作用均介於 0.5 至 1.5 $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 間，較前人研究低 (Poni et al., 1994, Boselli et al., 1998)，造成此結果之原因可能是因本試驗之調查時間為冬季，與前人研究在夏季進行不同，因此冬季較低的氣溫可能是導致蒸散作用較低之原因。環刻對於植株水分利用效率 (WUE) 並不會造成顯著之影響 (圖 3-3D)，WUE 在本試驗中之值均高於前人研究 (Poni et al., 1994)，推測可能原因是蒸散作用較前人研究值為低。

前人研究指出環刻造成光合速率下降之原因在於碳水化合物累積造成回饋抑制效應 (Goren et al., 2004)，但亦有學者提出環刻造成葉片內累積 ABA 導致氣孔關閉，進而降低光合速率 (Roper and Williams, 1989, Williams et al., 2000)。本試驗結果顯示環刻後光合速率會顯著下降但氣孔導度下降並非為造成環刻後葡萄光合速率下降之主要因子。至於是否完全為碳水化合物累積所造成的回饋抑制則需做進一步試驗。

3.6 結論

環刻會使葡萄光合速率下降，此現象與 Roper 及 Williams (1989) 之試驗結果相同。環刻處理兩天後就會觀察到植株光合速率產生變化，且在環刻傷口癒合之前處理組之光合效率僅為對照組之 80~60%。此外，植株光合成速率在試驗後期僅剩 $2\ \mu\text{mol}\ \text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右，由於採樣之葉片在試驗開始時葉齡已達 60 日，且由於植株未保留果穗，因此光合作用能力的下降及葉片老化的速率會比具果實之植株快 (Poni et al., 1994)，此外，本試驗進行期間環境溫度逐漸降低，因此推測光合速率下降的原因應為葉片老化及低溫所致。氣孔導度及蒸散速率如同光合速率也會受環刻所影響，但僅在處理後 13 日至 18 日間有顯著差異。葉肉細胞間隙二氧化碳濃度並不受環刻所影響，但在試驗期間內逐漸提高，顯示植株之二氧化碳利

用率逐漸下降，可能與葉片老化與環境溫度持續下降有關。由上述原因推測環刻造成光合成速率降低之原因除了氣孔因子外，可能還包含非氣孔因子，如回饋抑制作用。未來研究方向則可針對田間植株環刻後氣體交換的變化及氣體交換與果實之交互作用進行探討。



3.7 參考文獻

- 吳俊、鍾家煌、徐凱、魏欽平、魏振林. 2002. 生長季修剪與環刻對藤稔葡萄果實生長及葉片光合作用的影響. 山東農業大學學報. 33:148-153.
- 張致盛. 2001. 巨峰葡萄植株生長與樹體活力之關係. 國立中興大學園藝學系博士論文.
- 張致盛、林嘉興、張林仁. 1996. 不同棚架對巨峰葡萄生長與光合成速率之影響. 台中區農業改良場研究彙報 53:41-49.
- Avery, D. J. 1969. Comparisons of fruiting and deblossomed maiden apple trees, and of non-fruiting trees on dwarfing and on invigorating rootstock. *New phytologist* 68:323-336.
- Boselli, M., C. Di Vaio, and B. Pica. 1998. Effect of soil moisture and transpiration on mineral content in leaves and berries of Cabernet Sauvignon grapevine. *Journal of plant nutrition* 21:1163-1178.
- Chaumont, M., J. Morot-Gaudry, and C. H. Foyer. 1994. Seasonal and diurnal changes in photosynthesis and carbon partitioning in *Vitis vinifera* leaves in vines with and without fruit. *Journal of experimental botany* 45:1235-1243.
- Day, K. R. and T. M. Dejong. 1990. Girdling of early season 'Mayfire' nectarine trees. *Journal of horticultural science* 65:529-534.
- De Jong, T. M. 1986. Fruit effects on photosynthesis in *Prunus persica*. *Physiologia plantarum* 66:149-153.
- Di Vaio, C., A. Petito, and M. Buccheri. 2001. Effect of girdling on gas exchange and leaf mineral content in the 'Independence' nectarine. *Journal of plant nutrition* 24:1047-1060.
- Downton, J. S., W. J. R. Grant, and B. R. Loveys. 1987. Diurnal changes in the photosynthesis of field-grown grape vines. *New phytologist* 105:71-80.

- Downton, W. J. S., B.R. Loveys, and W. J. R. Grant. 1988. Stomatal closure fully accounts for the inhibition of photosynthesis by abscisic acid. *New phytologist* 108:263-266.
- Flore, J. A. and A. N. Lakso. 1989. Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. *Horticulture review* 11:111-158.
- Goren, R., M. Huberman, and E. E. Goldschmidt. 2004. Girdling: Physiological and horticultural aspects. *Horticulture review* 30:1-36.
- Harrell, D. C. and L. E. Williams. 1987. Net CO₂ assimilation rate of grapevine leaves in response to trunk girdling and gibberellic acid application. *Plant physiology* 83:457-459.
- Iglesias, D. J., I. Lliso, F. R. Tadeo, and M. Talon. 2002. Regulation of photosynthesis through source: sink imbalance in citrus is mediated by carbohydrate content in leaves. *Physiologia plantarum* 116:563-572.
- Moing, A., A. Escobar-Gutiérrez, and J. P. Gaudillère. 1994. Modeling carbon export out of mature peach leaves. *Plant physiology* 106:591-600.
- Mullins, M. G., A. Bouquet, and L. E. Williams. 1992. *Biology of the grapevine*. 1st ed. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Paul, M. J. and T. K. Pellny. 2003. Carbon metabolite feedback regulation of leaf photosynthesis and development. *Journal of experimental botany* 54:539-547.
- Poni, S. and E. Giachino. 2000. Growth, photosynthesis and cropping of potted grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon) in relation to shoot trimming. *Australian journal of grape and wine research* 6:216-226.
- Poni, S., C. Intrieri, and O. Silvestroni. 1994. Interactions of leaf age, fruiting, and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non-irrigated conditions. I. Gas exchange. *American journal of enology and viticulture* 45:71-78

- Proeitti, P. and A. Tombesi. 1990. Effect of girdling on photosynthesis activity in olive leaves. *Acta horticulturae* 286:215-218.
- Rivas, F., Y. Erner, E. Alós, M. Juan, V. Almela, and M. Agustí. 2006. Girdling increases carbohydrate availability and fruit-set in citrus cultivars irrespective of parthenocarpic ability. *Journal of horticultural science & biotechnology* 81:189-195.
- Roper, T. R. and L. E. Williams. 1989. Net CO₂ assimilation and carbohydrate partitioning of grapevine leaves in response to trunk girdling and gibberellic acid application. *Plant physiology* 89:1136-1140.
- Schaper, H. and E. K. Chacko. 1993. Effect of irradiance, leaf age, chlorophyll content and branch-girdling on gas exchange of cashew (*Anacardium occidentale* L.) leaves. *Journal of horticultural science* 68:541-550.
- Steyn, W. J., S. F. Ungerer, and K. I. Theron. 2008. Scoring and girdling, but not GA(3), increase yield without decreasing return bloom on 'Triumph' persimmon. *HortScience* 43:2022-2026.
- Urban, L. and L. Alphonsout. 2007. Girdling decreases photosynthetic electron fluxes and induces sustained photoprotection in mango leaves. *Tree physiology* 27:345-352.
- Vaio, C. D., A. Petito, and M. Buccheri. 2001. Effect of girdling on gas exchange and leaf mineral content in the "Independence" nectarine. *Journal of plant nutrition* 24:1047-1060.
- 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. *Agricultural and forest meteorology* 129:85-94.
- Williams, L. E., W. A. Retzlaff, W. Yang, P. J. Biscay, and N. Ebisuda. 2000. Effect of

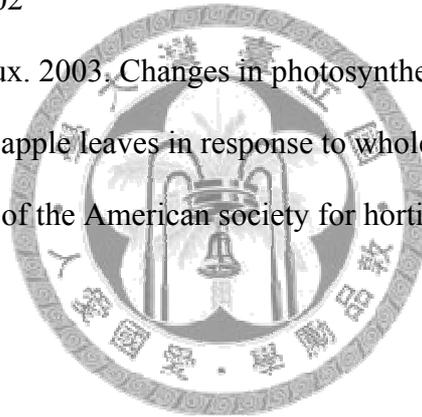
girdling on leaf gas exchange, water status, and non-structural carbohydrates of field-grown *Vitis vinifera* L. (cv. Flame Seedless). American journal of enology and viticulture 51:49-54.

Wood, B. W. 1988. Fruiting affects photosynthesis and senescence of pecan leaves. Journal of the American society for horticultural science 113:432-436

Yamane, T. and K. Shibayama. 2006. Effects of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in 'Aki Queen' grapevines. Journal of the Japanese society for horticultural science 75:439-444.

Zelitch, I. 1982. The close relationship between net photosynthesis and crop yield. BioScience. 32:796-802

Zhou, R. and B. Quebedeaux. 2003. Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source-sink manipulation. Journal of the American society for horticultural science 128:113-119.



3.8 Abstract

To document the effect of girdling on leaf gas exchange in 'Kyoho' (*Vitis vinifera* L. × *V. labrusca* Bailey 'Kyoho') grapevines, leaf net CO₂ assimilation rate (Pn), stomatal conductance (g_s), intercellular CO₂ concentration (C_i), transpiration (T mmol), and water-use efficiency (WUE) were measured on 1-year-old, pot grown 'Kyoho' grapevines. Shoots were girdled at the base of shoot on 20 Nov. 2008. Leaf Pn of girdled grapevines was 22% less than CK 7d after treatment. Leaf Pn of both girdled and control vines decline throughout the experiment period. It appeared that decrease of leaf Pn in all vines was caused by leaf aging and the decline of environment temperature. The difference of T mmol and g_s between CK and G were significant on 13 to 18 days after treatment. However, C_i and WUE were not affected by girdling. The data indicated that reduction in Pn of girdling grapevine was not associated with stomatal closure but non-stomatal components .

Key Word : girdling, photosynthesis, grapevine, feedback inhibition

第四章 結論及未來研究方向

葡萄為台灣重要的果樹產業，種植面積約 3300 公頃，年產值達新台幣 24 億元（農業統計年報, 2007）。為了適應台灣獨特的氣候，於民國 60 年代起發展出多種產期調節的方法，其中目前又以一年二收生產夏果與冬果最為普遍（張等, 2004）。巨峰是台灣生產面積最多的葡萄品種，但在一年二收生產模式下，夏季果實常有轉色不良的情況，降低其商品價值。

國外文獻中指出環刻不但可促進葡萄果實肥大（Roper and Williams, 1989, Carreño et al., 1998, Goren et al., 2004），若於轉色期環刻則可改善果實轉色不良之問題（Goren et al., 2004, Yamane and Shibayama, 2006），但國內尚未有相關研究。本試驗以嫁接於 Teleki 5C 之五年生巨峰葡萄為試驗材料，結果指出在著果時對結果枝進行環刻，對果實肥大並無顯著之影響，推測原因可能是著果期環刻對於無子葡萄果粒肥大之效益較有子葡萄佳（Carreño et al., 1998）。在果穗 1/3 果粒開始轉色時，在主枝進行環刻有助於深色果實比例的增加，但果徑、糖度並沒有顯著提升，這可能與台灣夏季高溫導致果實呼吸作用提高，因此消耗果實內碳水化合物所導致。此外，依本試驗觀察，葡萄夏果結果枝之可溶性糖及澱粉含量，並不會受環刻所影響，且在催芽後，夏果環刻處理也不會對冬果結果枝之初期生長速有負面影響。造成此結果之可能原因在於轉色期環刻位置在主枝距主幹約 5 cm 處，而多年生部位之傷口癒合較快，因此環刻傷口在 4 週內即癒合可重新建立碳水化合物之運輸，此外在夏果採收後直到催芽前，植株並未落葉或除葉處理，因此可繼續供給養分供地下部儲藏作為下一次新梢生長所需。因此推測上述兩點原因是減少夏果環刻對冬果新梢生長影響的原因。

環刻會降低多種果樹之光合速率（Roper and Williams, 1989, Schape and Chacko 1993, Di Vaio et al., 2001, Zhou and Quebedeaux, 2003, Urban and Alphonsout 2007），在本試驗中也觀察到相同情形。盆植巨峰葡萄在環刻後 1 天光合速率即

有下降的現象，在環刻後 7 日至 33 日間處理組光合速率顯著低於對照組，但氣孔導度、蒸散速率僅在處理後 13 至 18 日有顯著差異。葉肉細胞間隙二氧化碳濃度及植株水分利用效率則不受環刻所影響。試驗植株之光合速率及葉肉細胞間隙二氧化碳濃度在試驗期間內分別呈現持續下降及上升的情形，推測可能跟葉片老化及氣溫下降，導致光合速率減弱且二氧化碳利用效率降低有關。前人研究指出造成環刻後果樹光合速率下降的原因可能為回饋抑制 (Goren et al., 2004) 或是葉片 ABA 濃度提高影響氣孔導度所致 (Roper and Williams, 1989, Williams et al., 2000)，本試驗結果顯示氣孔導度並非影響光合速率之主要因子，但是否為回饋抑制的影響還需進一步試驗才能證實。

目前國內果農在控制植株營養生長及載果量上尚未建立標準化之操作，但植株營養生長與載果量與果實品質卻有著密切之關連，營養生長旺盛可能也是造成本試驗影響不顯著的原因之一，因此如何利用環刻及建立碳源供源與碳源積儲之平衡使葡萄達到最佳品質亦為未來研究之目標。

相較於國外葡萄產區，台灣屬氣溫較高的產地。在此氣候條件下，轉色期環刻如同國外試驗的結果，對於巨峰葡萄果實著色有正面的效益。近年來全球暖化的問題日益嚴重，環境溫度提高對於葡萄果實品質有不良的影響，因此此試驗結果可能有助於解決未來全球暖化對葡萄生產所帶來之問題。

參考文獻

- 張致盛、張林仁、林嘉興. 2004. 台灣葡萄生產產期調節技術. 葡萄栽培技術研討會專集 p37-53. 台中區農業改良場. 彰化
- 農業統計年報. 2007. 行政院農業委員會.
- Carreño, J., S. Fara, and A. Martinez. 1998. Effect of girdling and covering mesh on ripening, color and fruit characteristics of 'Italia' grapes. *Journal of horticultural science & biotechnology* 73:103-106.
- Di Vaio, C., A. Petito, and M. Buccheri. 2001. Effect of girdling on gas exchange and leaf mineral content in the 'Independence' nectarine. *Journal of plant nutrition* 24:1047-1060.
- Goren, R., M. Huberman, and E. E. Goldschmidt. 2004. Girdling: Physiological and horticultural aspects. *Horticulture review* 30:1-36.
- Roper, T. R. and L. E. Williams. 1989. Net CO₂ assimilation and carbohydrate partitioning of grapevine leaves in response to trunk girdling and gibberellic acid application. *Plant physiology* 89:1136-1140.
- Schaper, H. and E. K. Chacko. 1993. Effect of irradiance, leaf age, chlorophyll content and branch-girdling on gas exchange of cashew (*Anacardium occidentale* L.) leaves. *Journal of horticultural science* 68:541-550.
- Urban L. and L. Alphonsout. 2007. Girdling decreases photosynthetic electron fluxes and induces sustained photoprotection in mango leaves. *Tree physiology* 27:345-352.
- Williams, L. E., W. A. Retzlaff, W. Yang, P.J. Biscay, and N. Ebisuda. 2000. Effect of girdling on leaf gas exchange, water status, and non-structural carbohydrates of field-grown *Vitis vinifera* L. (cv. Flame Seedless). *American journal of enology and viticulture* 51:49-54.

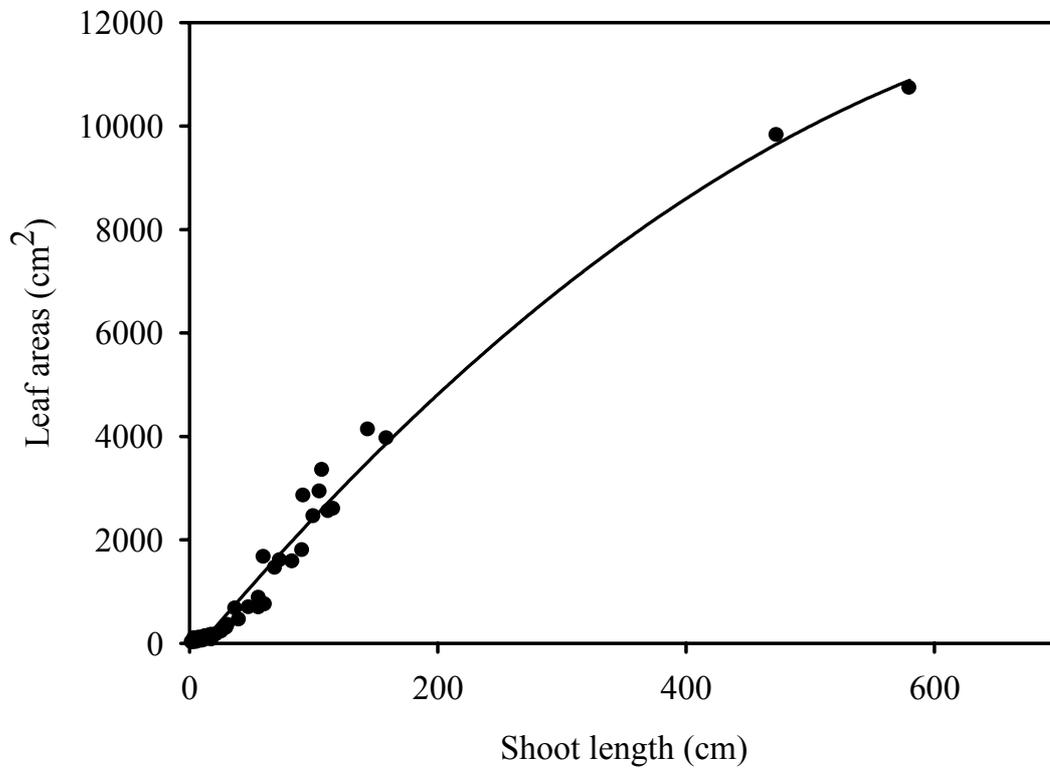
Yamane, T. and K. Shibayama. 2006. Effects of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in ‘Aki Queen’ grapevines. *Journal of the Japanese society for horticultural science* 75:439-444.

Yamane, T., Y. Hamana, and K. Shibayama. 2008. Effect of taping, branch age, position, and the extent of phloem removal of girdle on healing of the girdle and fruit characteristics in grape. *Horticultural research (Japan)* 7:57-63 (In Japanese with English abstract) .

Zhou, R. and B. Quebedeaux. 2003. Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source-sink manipulation. *Journal of the American society for horticultural science* 128:113-119.

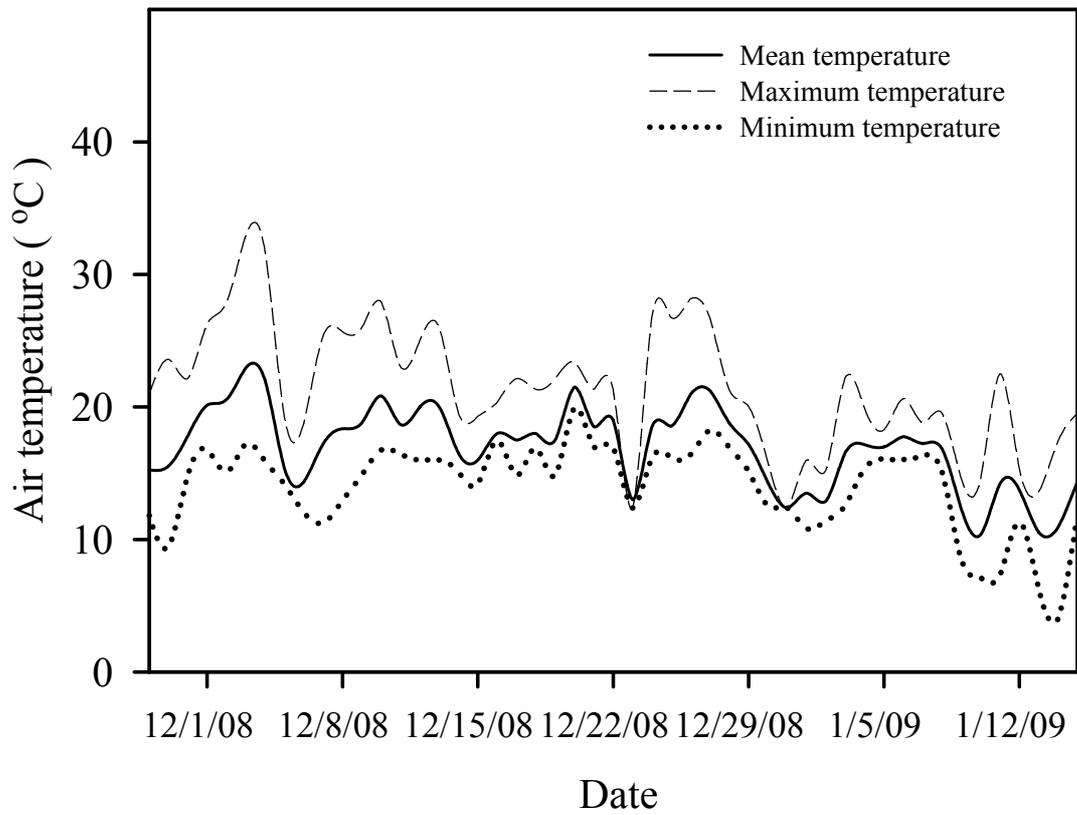


附錄



附圖 1. 結果枝長度與葉面積之回歸方程式

The leaf areas were calculated by the following equation. $Y = -0.0164x^2 + 28.766x - 287.89$, $R^2 = 0.98$. $Y =$ Leaf area, $x =$ shoot length..



附圖 2. 光合作用測量期間(2008/11/28~2009/01/15)試驗場之氣溫變化
 Variation of environment temperature in experimental farm throughout the
 experiment period (2008/11/28~2009/01/15).