

## 套袋及環剝對紅龍果果實生長發育之影響

黃琇亭<sup>1)</sup> 林慧玲<sup>2)</sup>

關鍵字：紅龍果、套袋、環剝

**摘要：**紅龍果果實套袋後增加果皮L值，並且套袋對果實內部成份皆沒有影響。開花後16天進行紅龍果肉質莖環剝處理會促進部分果實的後熟而提早果實轉色，此外環剝顯著減少果實大小、果肉可滴定酸、有機酸、可溶性糖、葡萄糖和果糖等成分，主要在此階段為澱粉合成旺盛時期，進行環剝處理減少碳水化合物的供給所導致。

### 前 言

紅龍果 (*Hylocereus undatus*) 原生熱帶美洲森林，為仙人掌科三角柱屬(*Hylocereus*) 之半附生性仙人掌植物，具有可食用的果實，目前包含美國、越南、日本、澳洲和以色列等國家已引進栽培，為一新興熱帶果樹(Nobel and De la Barrera, 2004)。

套袋可減少光線透過率，導致葉綠素含量下降而能增進果實品質，其可能的原因是套袋抑制果皮葉綠素的合成或將果皮的葉綠素降解，並減少花青素的含量(Wang, *et al.*, 2005; Jia *et al.*, 2005)。果實的生長部位也會影響果皮的顏色，生長在外側樹冠的蘋果及桃其顏色較鮮紅且飽和，而內側樹冠的果實則顏色較暗淡(Bible and Singha, 1993; Genard and Bruchou, 1992; Barritt, 1987)，在柑橘的實驗中也有類似的結果，柑橘果實的外觀顏色受到套袋及著果位置的影響(Mars *et al.*, 1994)，這是因為花青素受到紅光及遠紅光比值的影響所導致(Tyas *et al.*, 1998)。

環剝主要影響韌皮部的運輸、代謝的分配及葉片的光合作用。同化產物可以直接累積在環剝處以上部位，普遍增加整個樹冠的碳水化合物含量，碳水化合物的增加導因於韌皮部的裝載被抑制，因此增加環剝以上區域碳水化合物可被積儲器官新陳代謝利用的能力。然葉片累積大量的碳水化合物所造成的回饋抑制作用會減低光合作用的活性(Goren, *et al.*,

---

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副教授，通訊作者。

2004)。環剝處理可以增加果實的大小，可能導因於果實生長期間光合作用提供的增加，並且在葡萄、桃、油桃、芒果、酪梨、橄欖及柿果的研究中，已證實環剝能夠增進果實的大小而具有正面的影響(Goren, *et al.*, 2004)。在葡萄的栽培上，環剝已被廣泛的應用以增加果實大小、增進果皮顏色和促進後熟(Gonzalo *et al.*, 1984)。在葡萄漿果後熟開始的階段，也就是硬核期開始時進行環剝，除可增加果實的大小也能促進果實的品質，並增加'Italia'葡萄可滴定酸含量(Carreño *et al.*, 1998)。紅龍果果實轉色前果肉酸度會有一短暫起伏的現象出現，為研究果肉酸度的變化與果皮顏色變化之間的相關性，進行果實的套袋與環剝處理。

## 材 料 方 法

### 一、試驗材料

本實驗以台中縣霧峰鄉施姓農民所栽培之紅皮白肉越南種紅龍果(*Hylocereus undatus* Britt. & Rose)為試驗材料。該果園之栽培方式係一根水泥柱栽培三棵紅龍果植株，株距3公尺，每年12月進行植株之修剪，修剪後於12月至1月間施用基肥，每根水泥柱施用8公斤有機肥與2公斤43號化學肥料，並於5月再施用一次43號化學肥料1公斤。試驗於2007年9月26日開始進行，開花當日處理組使用雙層不透光紙袋進行套袋處理，紙袋外層為褐色內層為黑色，另一處理組則在花後16天進行環剝處理，環剝部位在果實著生部位上下約10cm處，除去中央維管束外之組織，寬度為1cm。並且在花後第22、24、26、29及第31天分別採收，每次取10果為5重複。

### 二、調查項目

#### (一)呼吸率及乙烯生成率

果實採收後與肉質莖完整分離，洗淨秤重後置入呼吸缸中，在密閉系統下靜置1小時，自塑膠管內抽取1ml之氣體測定樣品中乙烯及二氧化碳濃度。二氧化碳測定採用紅外線二氧化碳測定儀(IR-analyzer, Maihak, Model UNOR610)，計算其呼吸率，單位為ml CO<sub>2</sub>/kg/hr。乙烯生成速率以氣相層析儀(gas chromatograph, Shimadzu, Model GC-8A)配以火焰離子檢出器(FID)測定，再由濃度之變化計算出乙烯之生成速率，單位為μlC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg/hr。

#### (二)果實顏色測定

於果實赤道部位以手持式色差儀(MiniScan®XE Plus, 4500S)測定果皮顏色，果色以L、a\*、b\*表示之。a值為正表示紅色，為負表示綠色；b值為正表示黃色，為負表示藍色；L值(lightness)表示明度，100為白色，0為黑色。

#### (三)全可溶性固形物測定

分別秤取10g樣品加入30ml的蒸餾水後均質，再以紗布過濾(花後5天只分析果皮及肉質莖，取10g樣品加入20ml的蒸餾水均質)。以手持屈折計(hand refractometer, Atago,

Model N1)測定可溶性固形物含量，單位以°Brix 表示。

#### (四)可滴定酸

稱取 10g 的樣品加入 30 ml 的蒸餾水均質，再以紗布過濾(花後 20 天只分析果皮及肉質莖，取 10g 樣品加入 20 ml 的蒸餾水均質)，以定量滴管吸取過濾後的樣品萃取液 5ml，加入 25 ml 的蒸餾水，用標準 0.1N NaOH 滴定至 pH8.1-pH8.2，紀錄 0.1N NaOH 滴定毫升數再換算為蘋果酸含量，單位以%表示。

#### (五)果糖、葡萄糖及蔗糖含量分析

環剝果實取 1g 樣品切成小塊置於試管中，加入 5ml 之 80%乙醇，在 70°C 熱水浴中加熱 20 分鐘，收集酒精抽出液，殘渣再加入 5ml 之 80%乙醇重複抽取一次，混合兩次抽出液，在 50°C 下進行減壓濃縮，直到乙醇完全被蒸發為止，接著加入少許去離子水將濃縮物質完全溶出，再以微量離心管定量至 1ml，置於-20°C 下備用。抽出液以 0.45µm nylon filter (Millipore Co. U.S.A.)過濾膜去除大分子，濾液稀釋至適當濃度後以 HPLC 分析果糖、葡萄糖及蔗糖。HPLC 分離管柱為 Sugar-PAK (Waters Co. U.S.A.)置於 80°C 之恆溫箱，移動相為 0.0001M Ca-EDTA，流速為 0.5ml/min，以 RI detector (Model RID-6A, Shimadzu)為檢出器。以 0.2%及 0.05%之葡萄糖、果糖及蔗糖混合液為標準品，計算檢量線，由積分儀 (Model C-R6A, Shimadzu) 所紀錄之面積換算樣品的各成分之濃度。

#### (六)有機酸含量分析

環剝果實取 1g 果肉切成小塊置於試管中，加入 5ml 之 80%乙醇，在 70°C 熱水浴中加熱 20 分鐘，收集酒精抽出液，殘渣再加入 5ml 之 80%乙醇重複抽取一次，混合兩次抽出液，在 50°C 下進行減壓濃縮，直到乙醇完全被蒸發為止，接著加入少許去離子水將濃縮物質完全溶出，再以微量離心管定量至 1ml，置於-20°C 下備用。接著加入少許去離子水將濃縮物質完全溶出，再以微量離心管定量至 1ml。抽出液以 0.45µm nylon filter (Millipore Co. U.S.A.)過濾膜去除大分子，濾液稀釋至適當濃度後以 HPLC 分析有機酸含量，使用 Mightysil 系列分離管柱(RP-18 GP 250-4.6, 5µm, Cica reagent, Japan)，移動相為 2% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> pH 2.4，流速為 0.8ml/min，以 UV detector (Model L-7400, Hitachi)為檢出器，波長 210nm。標準品為草酸(0.1%)、酒石酸(0.1%)、蘋果酸(0.1%)、抗壞血酸(0.01%)及檸檬酸(0.1%)之混合液，由積分儀 (Model D-2000, Hitachi)所紀錄標準品各成分的停滯時期及積算面積，藉此標準品之訂量換算樣品的有機酸成分及濃度。

#### (七)碳水化合物含量分析

精秤 0.1g 樣品粉末放入 12ml 的離心管中，加入 10ml 的去離子水，置於 30°C 水浴中振盪 3 小時，取出後於室溫下以 1000xg 離心 10 鐘，過濾後取上層液測總可溶性糖含量，殘渣置於 70°C 烘箱烘乾，待完全乾燥後取出以供澱粉含量之測定。

##### (1)總可溶性糖測定

採用 Dubois(1956)之測定方法，取過濾之上層液 0.1ml 加入 9.9ml 的去離子水，而肉質莖則是取 0.1ml 上層液加入 4.9ml 的去離子水稀釋，混合均勻後，各取 0.1ml 稀釋液並

加入 1.9ml 去離子水及 0.1ml 90%石炭酸(liquid phenol)，迅速加入 6ml 濃硫酸混合均勻，靜置 30 分鐘之後以分光光度計(spectrophotometer, Shimadzu UV-200S)測定波長 490nm 之吸光值。標準曲線以 0.5 $\mu$ mole/ml glucose 配置，單位換算為%。

#### (2)澱粉含量測定

取上述烘乾之殘渣加入 2ml 去離子水，放入沸水中煮沸 15 分鐘，取出後迅速冷卻，加入 2ml 9.2N HClO<sub>4</sub> 振盪 15 分鐘，加入 6ml 去離子水，於室溫下以 1000xg 離心 10 分鐘，過濾後取 0.1ml 上層液加入 1.9ml 去離子水及 0.1ml 90%石炭酸(liquid phenol)，迅速加入 6ml 濃硫酸混合均勻，靜置 30 分鐘後以分光光度計(spectrophotometer, Shimadzu UV-200S)測定波長 490nm 之吸光值。標準曲線以 0.5 $\mu$ mole/ml glucose 配置，單位換算為%。

## 結 果

### (一) 果實外觀及果實重量變化

越南種紅皮白肉紅龍果在開花後使用褐色牛皮紙袋套袋，或在開花後 16 天進行環剝處理。在果實外觀的部份，套袋使果皮顏色變淺，雖不影響果皮顏色 a\*和 b\*值，但是套袋能顯著的提升果皮的 L 值，使果皮呈現亮紅色(圖 1、2)。此外套袋也會影響果實的苞片顏色，使套袋果實在花後 31 天其苞片有較高的 L、b\*和 C 值，也就是說套袋果實苞片顏色較亮且黃，而對照組則轉為綠色(表 1)。環剝不影響果實外觀，但環剝果實有較高的 L，且會使部分果實提早轉色成熟(圖 1、2)。套袋果實在果實成熟時略重於對照組，但是處理間沒有顯著的差異；環剝在各個生長階段明顯減少果實的重量(圖 3)。

### (二) 呼吸率及乙烯生成率

果實採收後於密閉系統下測量乙烯生成率和呼吸率的變化。紅龍果乙烯濃度非常的少，在後熟階段乙烯略微上升。花後 26 天環剝及套袋果實乙烯濃度顯著少於對照組，花後第 29 天，環剝果實乙烯含量持續上升並顯著高於對照組及套袋果實(圖 4)。果實呼吸率呈現持續上升的趨勢，且花後 26 和 29 天，環剝果實的呼吸率較套袋果實為高，(圖 4)。

### (三) 可滴定酸及可溶性固形物含量變化

果實套袋對可滴定酸含量無明顯影響，與對照組變化趨勢相似，在開花後 24 天可滴定酸含量達最高峰之後隨即下降；但是環剝會明顯的抑制果實酸度的累積，使得環剝果實的可滴定酸在果肉酸度上升的階段顯著的少於對照組，在花後 22 與 24 天，環剝果實可滴定酸濃度分別為 0.56%和 1.21%，是對照組的 70%和 78%(圖 5)，但至果實成熟後期並無顯著差異。果實可溶性固形物隨果實生長逐漸增加，且環剝會顯著的減少可溶性固形物含量，在花後 29 天環剝果實的可溶性固形物為對照組的 85%(圖 5)。

### (四) 有機酸與葡萄糖和果糖濃度變化

果實環剝同樣會影響果肉的蘋果酸、檸檬酸、抗壞血酸及草酸的含量，使得蘋果酸、

抗壞血酸和檸檬酸，在開花後 24 天有機酸含量顯著的少於對照組，僅草酸的變化趨勢持續下降，與對照組統計間並沒有顯著的差異(圖 6)。紅龍果果實葡萄糖和果糖濃度隨果實成熟持續增加，環剝果實在花後 24 和 29 天其葡萄糖和果糖濃度顯著的低於對照組；在花後 29 天的葡萄糖及果糖含量分別為 4.93%和 4.51%，約為對照組的 76%和 77%(圖 7)。

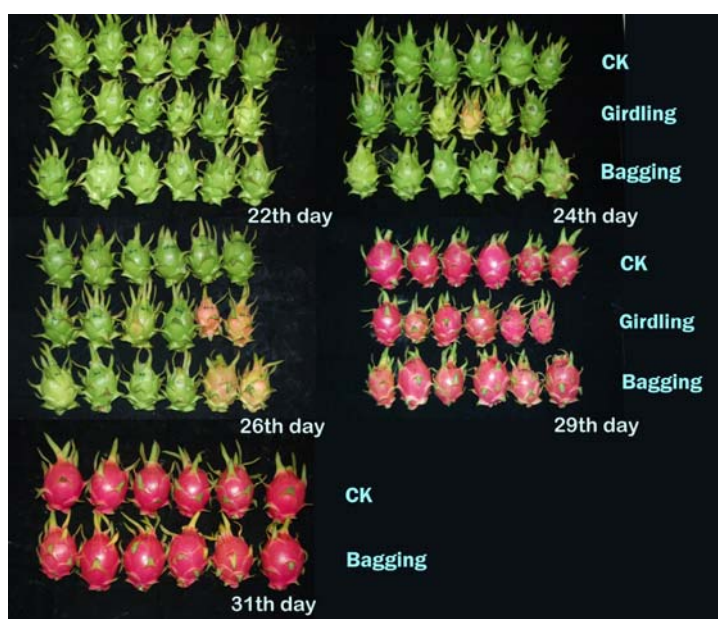


圖 1. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後之果實外觀

Fig. 1. *H. undatus* fruit appearance after treated with cladode girdling or fruit bagging.

表 1. 紅龍果果實套袋後，果皮苞片之顏色

Table 1. Bract color of *H. undatus* fruit after treated with fruit bagging.

	Peel color <sup>z</sup>				
	L <sup>z</sup>	a*	b*	C	h°
CK	49.24	-5.26	27.47	28.11	97.71
Bagging	58.28	-3.75	37.45	37.78	96.20
significance	*** <sup>x</sup>	ns	***	***	ns

<sup>z</sup>L=lightness ; C=chrome,  $(a^2+b^2)^{1/2}$  ; H=hue angle= $\tan^{-1}(b/a)$

<sup>x</sup>ns, \*\*\* effect non-significant or significant at  $P \geq 0.001$ , respectively.

(五) 可溶性糖與澱粉含量變化

可溶性糖於花後 26-29 天急速增加，但環剝處理果實在花後 24 和 29 天明顯少於對照組和套袋組果實，而套袋處理者其變化趨勢與對照組相似 (圖 8)。澱粉在花後 22-26 天快速的減少，其中又以套袋處理減少最是顯著，套袋組果實在花後 22 天其澱粉含量高於對照組和環剝處理果實 (圖 8)。

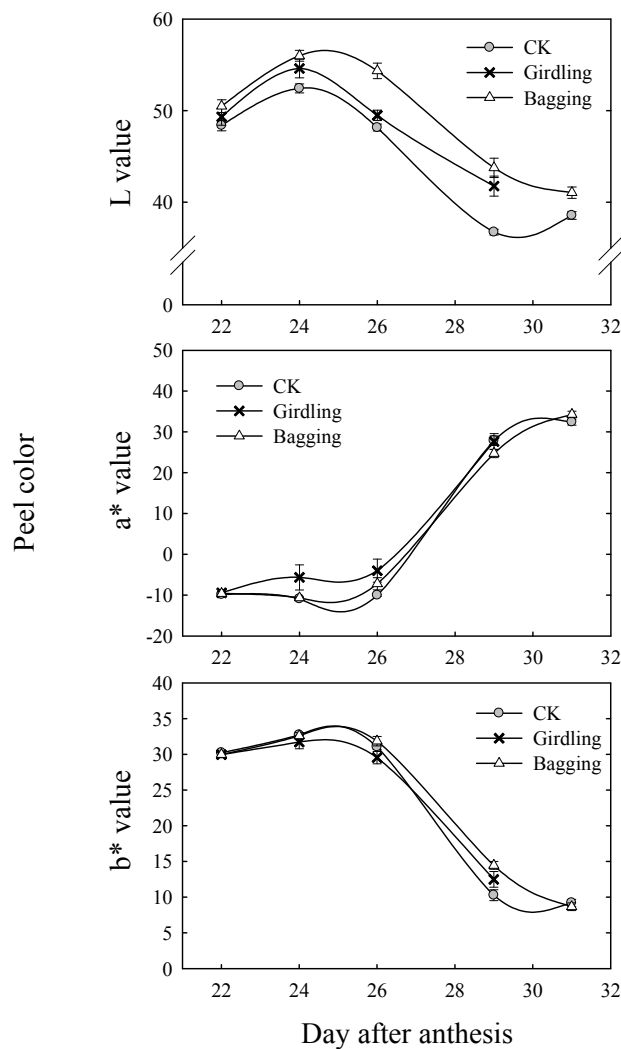


圖 2. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段果皮顏色之變化

Fig. 2. Change in peel color of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent  $\pm$  SE of the means (n=5).

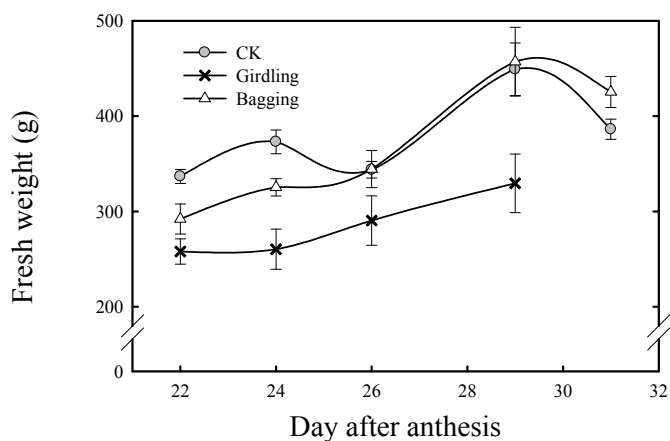


圖 3. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段果實重量之變化

Fig. 3. Change in fresh weight of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent  $\pm$  SE of the means (n=5).

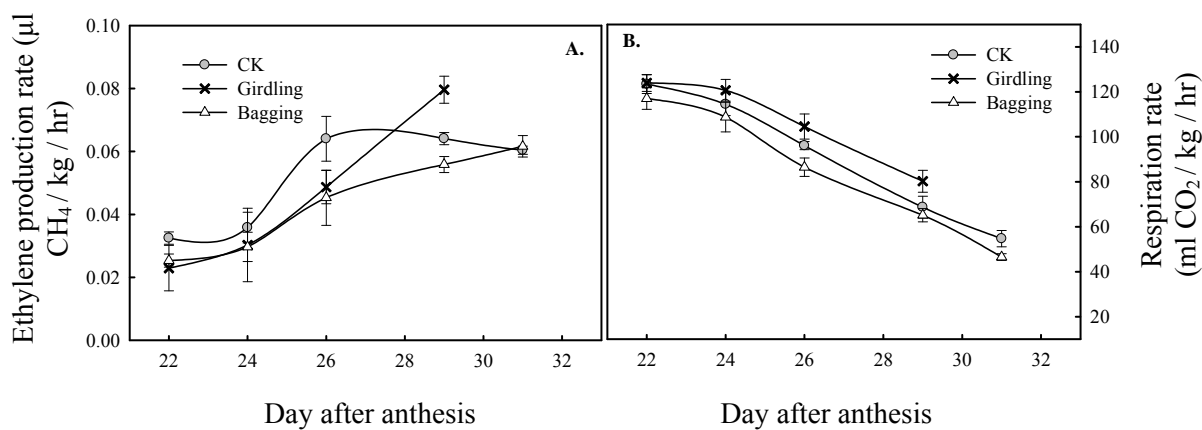


圖 4. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段乙烯釋放率 (A) 和呼吸率 (B) 之變化

Fig. 4. Change in ethylene production rate (A) and respiration rate (B) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent  $\pm$  SE of the means (n=5).

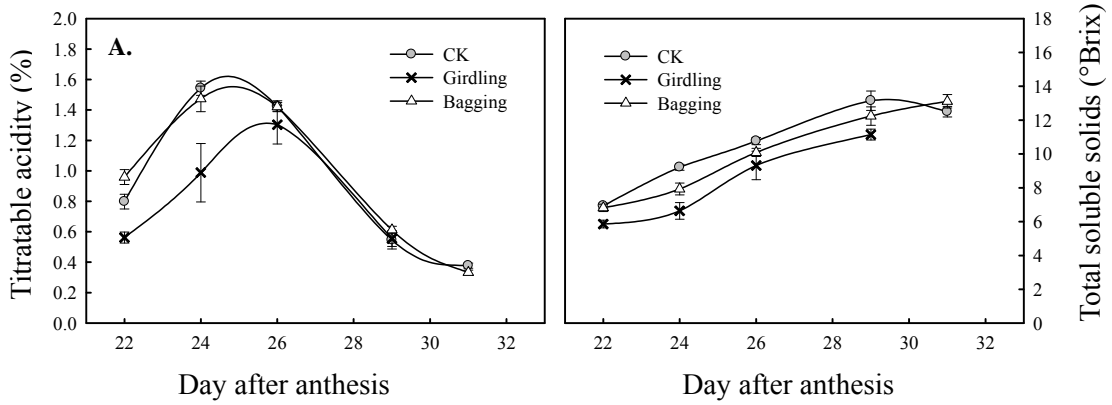


圖 5. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段可滴定酸 (A) 和可溶性固形物 (B) 含量之變化

Fig. 5. Change in titratable acidity (A) and total soluble solids (B) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent  $\pm$  SE of the means (n=5).

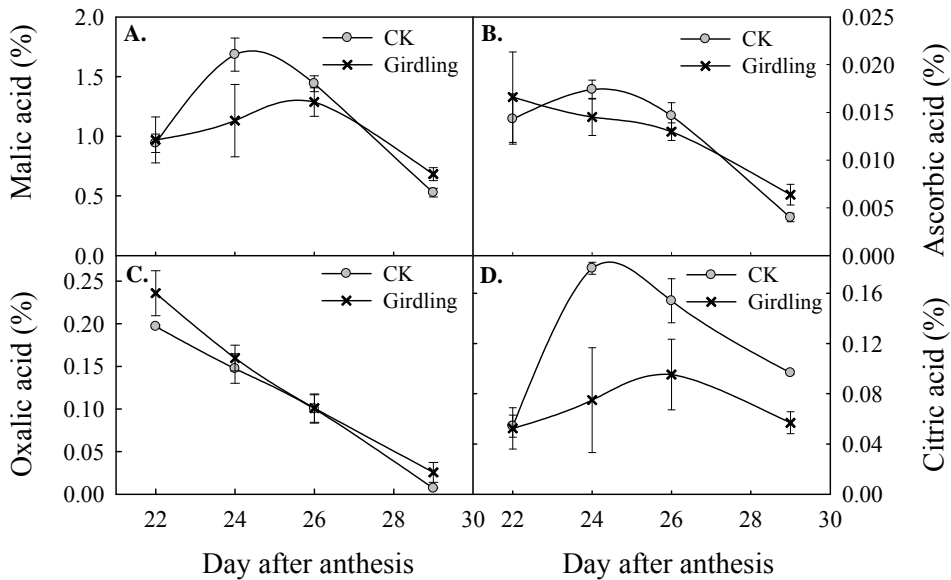


圖 6. 紅龍果肉質莖環剝後，果實在不同生長階段蘋果酸(A)、抗壞血酸(B)、草酸(C)和檸檬酸(D)含量之變化

Fig. 6. Change in Malic acid (A), Ascorbic acid (B), Oxalic acid (C) and Citric acid (D) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling. The vertical bars represent  $\pm$  SE of the means (n=5).



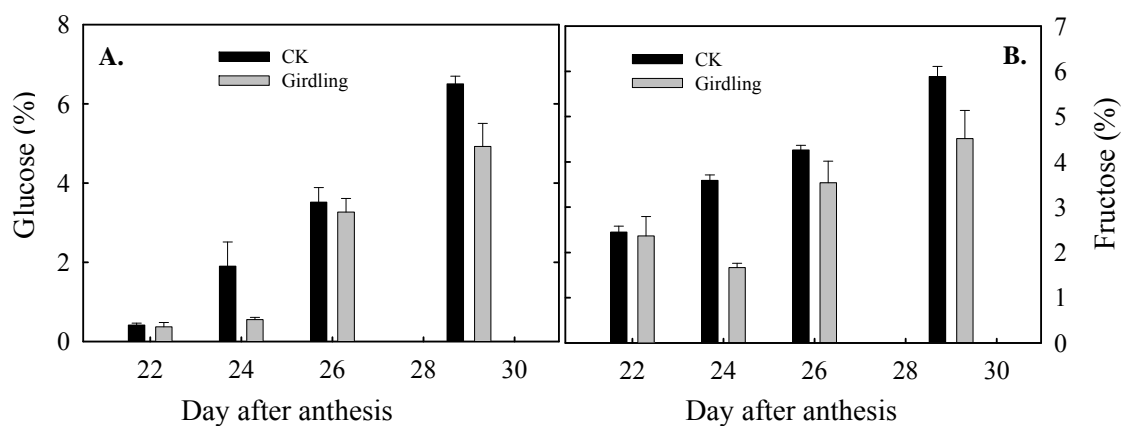


圖 7. 紅龍果肉質莖環剝後，果實在不同生長階段葡萄糖(A)和果糖(B)含量之變化  
 Fig. 7. Change in Glucose (A) and Fructose (B) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling. The vertical bars represent  $\pm$  SE of the means (n=5).

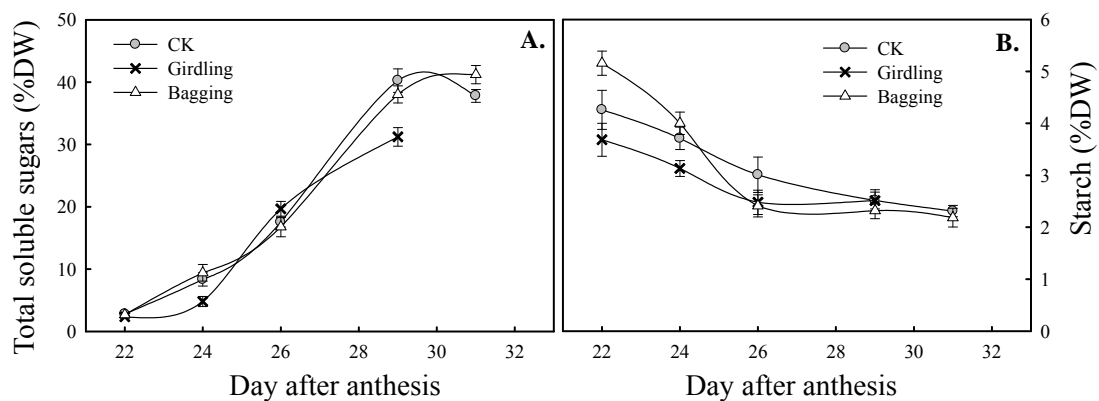


圖 8. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段可溶性糖 (A) 和澱粉 (B) 含量之變化  
 Fig. 8. Change in total soluble sugar (A) and starch (B) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent  $\pm$  SE of the means (n=5).

## 討 論

### 一、套袋對紅龍果之影響

#### (一)果實外觀與果皮顏色

果實套袋後果皮綠色轉淡，並且花後 29 天果皮顏色與對照組相比呈現較為粉桃紅的外觀(圖 1)，此外在前人研究中桃果套袋會提早果實的後熟(Jia *et al.*, 2005)，本次試驗中套袋果實也有果實提早後熟的情形出現，由圖 2 可看出，在花後第 26 天，套袋處理有部分果實已開始轉色，使果皮呈現淡粉紅色。觀察果皮 L、a\*、b\* 值之變化，果實套袋後顯著的增加果皮的 L 值，而 L 與葉綠素含量呈現明顯的負相關，因此 L 值增加代表葉綠素含量的減少，在前人研究中套袋減少太陽輻射而促進葉綠素的降解，且降解速率以葉綠素 a 大於葉綠素 b(Jia *et al.*, 2005；Wang, 2005)，這結果也與外觀顏色的變化趨勢相符合。果皮顏色 a\* 值不受套袋的影響，但是 b\* 值在花後 29 天會顯著的高於對照組，較高的 b\* 值表示套袋果皮與對照組相比較顏色更明亮鮮黃，這也是導致花後 29 天果皮外觀顏色相對於對照組呈現粉桃紅色的原因(圖 2)。在‘Keitt’芒果的研究當中也得到相同的結果，芒果果實套袋後並不影響果皮綠色的變化，但是套袋增加果實黃色區域的比例，且減少果皮紅色的飽和度，而果皮 h° 值的增加則表示花青素的降解(Hofman *et al.*, 1997)。

紅龍果紅色的來源是 betacyanin 而不是花青素，betacyanin 為一含氮之非光合色素，能夠保護植物避免過度的光照與 UV 輻射的傷害(Edreva, 2005)。本次試驗結果顯示套袋不影響紅龍果果皮紅色度，然而艾氏利用白色紙袋與黃色紙袋進行紅龍果的套袋試驗結果卻極為不同，在艾氏的研究中不論套白色紙袋或黃色紙袋皆明顯增加果皮 L、a\* 和 C 值，且減少 b\* 和 h° 值，使套白色紙袋的紅龍果果實成熟時有最亮的紫紅色(艾, 2003)。果皮的苞片紅色色素較少，因此可以更明顯的看出套袋果實與對照組的差異，套袋果的 L、b\* 和 C 值較高顯示其苞片顏色鮮黃，綠色的比率較少(表 1)。

#### (二)果實重量

一般而言套袋使用的材質若為紙袋不影響果實重量，在學者的研究當中‘Fuji’蘋果套不透光紙袋後不影響果實的鮮重但會減少果實乾重(Fallahi *et al.*, 2001)，桃果套橘色紙袋後不減少果實的重量(Jia *et al.*, 2005)，‘Keitt’芒果套白色紙袋同樣也不減少果實重量(Hofman *et al.*, 1997)，而艾氏(2003)研究的結果則顯示，紅龍果不論套白色、黃色紙袋或塑膠袋皆不會對紅龍果果實重量造成影響。本次試驗結果與前人研究結果相符合，果實套袋後也同樣不影響果實重量(圖 3)。

#### (三)果實品質與營養元素

試驗中套褐色紙袋不影響紅龍果果實的可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖和澱粉(圖 5、8)。在前人研究中，套袋不影響紅龍果果實可溶性固形物(艾, 2003)以及‘Keitt’芒果和‘Hakuho’桃果的可溶性固形物和酸度(Hofman *et al.*, 1997; Jia *et al.*, 2005)。但是‘Fuji’蘋果套袋後減少果實可溶性固形物和總乾重(Fallahi *et al.*, 2001)，而‘Delicious’和‘Mutsu’蘋果套

袋後在貯藏期間果實可滴定酸有減少之趨勢(Fan and Mattheis, 1998)。套袋增加‘Fuji’蘋果果肉氮、鉀和銅含量(Fallahi *et al.*, 2001)，而‘Keitt’芒果在套袋後氮含量增加，但果實鉀、鈣和鎂濃度則不因套袋而有所變化(Hofman *et al.*, 1997)。在本次的試驗當中套袋會減少果實的氮含量，並增加果實的鈣濃度，對其他元素則沒有影響(表 2)。

## 二、環剝對紅龍果之影響

### (一)果實外觀與果實重量

環剝可以促進許多作物的成熟，特別是葡萄和桃(Goren *et al.*, 2004)。葡萄在轉色期前也就是後熟開始時進行環剝，可以加速果實的成熟(Carreño *et al.*, 1998)，紅龍果在開花後 16 天進行環剝處理也有相同的效果，部分果實出現提早後熟的情形，並且在花後 24-26 天果皮即已開始轉色(圖 1)，此時測量果皮 a\*發現處理組 a\*值顯著的高於對照組(圖 2)。除此之外環剝也會增加果皮的 L 值。學者研究指出核果類果實(*Prunus spp.*)在硬核期環剝可以增進果實的顏色(Wargo, 2004)，在葡萄果實也有相同的效果(Carreño *et al.*, 1998)。蘋果在落花後 10 天進行環剝只能輕微的促進果實的顏色，而蘋果紅色的增加在於碳水化合物提供花青素合成基質的增加(Wargo, 2004)。

環剝顯著的抑制紅龍果果實的重量(圖 3)，但‘Italia’葡萄果實在環剝之後反而會增加果實的重量，並且環剝時間越早果重增加越多，而在著果後與轉色前皆進行環剝會獲得質量最高之葡萄漿果(Carreño *et al.*, 1998)，此外油桃及桃在生長期 stage II 開始前進行環剝可以減少停滯期的時間進而增加果實的大小(Day and Dejong, 1999)。環剝的影響並非全然是正面的，葡萄柚在開花期環剝雖然可以增加著果卻會減少果實的大小，對蘋果果實大小則沒有影響(Goren *et al.*, 2004)，若是在果實澱粉合成旺盛的時期進行環剝處理則會減少‘Golden Delicious’蘋果果實的重量(Berüter and Feusi, 1997)。紅龍果果實環剝後減少果實重量，此結果與 Berüter 和 Feusi(1997)對‘Golden Delicious’蘋果研究結果相似。

### (二)果實品質

果實在成熟之前的轉變包含醣、酸增加或減少以及色素形成等，這些改變都依賴光合產物的提供，而環剝則會阻斷供源與積儲之間光合產物的轉移，影響果實品質。在許多國家包含義大利、南非、以色列和美國等已成功的使用環剝技術來增加桃和油桃果實的品質(Vaio *et al.*, 2001)。不同的環剝時間與品種對果實品質的影響略有不同，‘Italia’葡萄在轉色期環剝增加果肉可溶性固形物含量但減少果實可滴定酸，在著果後即進行環剝則不影響果實可溶性固形物與可滴定酸含量(Carreño *et al.*, 1998)；在開花後 30-40 天環剝可以增進‘Fuji’、‘Jonathan’、‘Jonagold’和‘Hukuto’蘋果果實可溶性固形物、果實硬度和果實酸度(Arakawa *et al.*, 1997)；當油桃果實種子長至 9-12mm 長時環剝，可以增加油桃果實可溶性固形物含量(Day and Dejong, 1999)；在各時期對‘Ponkan’柑橘進行環剝不影響果實可溶性固形物與可滴定酸(Mataa *et al.*, 1998)。環剝的深度也會影響果實品質，當枝條環剝深度為 1.6mm 時增加文旦(*Citrus grandis*)果實蔗糖及檸檬酸含量，但不影響果糖、葡萄糖和蘋果酸的濃度，而環剝深度達 2.6mm 時能增進果實中蔗糖、葡萄糖、果糖、檸檬酸和蘋果酸

的濃度，但 2.6mm 的深度反而會造成過度的傷害，導致落葉而危及樹體的健康(Yamanishi *et al.*, 1995)。

環剝增加紅龍果果實在花後 29 天的乙烯含量，並且在果實生長的期間皆會增加果實的呼吸率(圖 4)，呼吸率的增加可能是後熟提早的緣故。環剝會減少果實可滴定酸上升階段的酸含量，使其顯著的少於對照組果實，並延遲可滴定酸高峰的出現(花後 26 天)，而在果實成熟的階段可滴定酸含量與對照組沒有差異存在(圖 5)。蘋果酸與檸檬酸的變化趨勢與可滴定酸趨勢相同，而抗壞血酸僅在花後 22 和 24 天濃度少於對照組(圖 6)。雖然環剝對果實可滴定酸的持續性變化目前沒有相關的研究，但是環剝不減少果實成熟時期的酸度的結果與前人研究結果相同。環剝明顯減少果實的可溶性固形物(圖 5)，因此葡萄糖和果糖的濃度同樣也受到環剝的影響，除花後 22 天之外，葡萄糖和果糖濃度顯著的小於對照組，特別是花後 24 天，糖類的減少最為顯著(圖 7)，這現象與有機酸含量變化相同，但是可溶性糖只有在花後 24 和 29 天少於對照組，而澱粉含量則是在花後 22、24 和 26 天少於對照組(圖 8)。

糖類的變化與前人研究結果極為不同，環剝的時期會顯著的影響糖類累積的結果，‘Golden Delicious’蘋果在花後 82 天也就是澱粉合成的階段進行環剝處理，會減少果實三梨糖醇、蔗糖和澱粉的含量，對果糖則沒有影響，葡萄糖的濃度則是會顯著增加，分析果實中三梨糖醇去氫酶(sorbitol dehydrogenase, SDH)和中性蔗糖轉化酶發現其活性皆少於對照組，但不影響酸性蔗糖轉化酶、蔗糖合成酶(SuSy)及其他糖類合成相關酵素，此外環剝輕微增加六碳糖激酶、果糖激酶和 PFP(phosphofructophosphotransferase)的酵素活性。蘋果果實中合成澱粉的前驅物來自於三梨糖醇被 SDH 分解後形成的果糖，以及被蔗糖轉化酶和 SuSy 水解的蔗糖。環剝阻礙了同化產物的運輸，因此減少果實中三梨糖醇和蔗糖的含量 70-80%，因此貯存的澱粉成為主要的碳來源，而不影響果糖的含量(Berüter and Feusi, 1997)。環剝對紅龍果果實的影響與 Berüter 和 Feusi(1997)兩位學者的研究結果相似，開花後 16 天正是紅龍果開始合成累積澱粉的主要時期，此時進行環剝阻礙了肉質莖中蔗糖的運移，進而減少果實中蔗糖濃度與澱粉的累積，因而減少果實中可溶性固形物、可溶性糖、果糖和葡萄糖的濃度。

有機酸的減少也可能與光合同化產物的提供減少有關，有機酸在果實當中合成，而蔗糖的提供或者是澱粉含量的減少都可能影響有機酸的貯存，而肉質莖中的蘋果酸是否會轉運至果實內貯存，果實因運輸的阻斷而減少蘋果酸濃度的部份則必需再做進一步的研究。環剝減少花後 24 天果實有機酸的含量，且使部分果實提早後熟轉色，此結果符合紅龍果果肉酸度之變化可能影響果皮顏色之推測，顯示兩者間確實可能有相關性的存在，然可能的影響原因與機制需要再做進一步的研究。

## 參 考 文 獻

- 艾蕾雅。2003。熱帶果樹果實套袋及塑形對其形態及品質之影響。屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所碩士論文。台灣：屏東。174 pp.。
- Barritt, B. H., C. R. Rom, K. R. Guelich, S. R. Drake, and M. A. Dilley. 1987. Canopy position and light effects on spur, leaf, and fruit characteristics of 'Delicious' apple. *HortScience* 22: 402-405.
- Berüter, J. and M. E. S. Feusi. 1997. The effect of girdling on carbohydrate partitioning in the growing apple fruit. *J. Plant Physiol.* 151: 277-285.
- Bible, B. B., and S. Singha. 1993. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. *HortScience* 28: 992-993.
- Carreño, J., S. Faraj, and A. Martinez. 1998. Effect of girdling and covering mesh on ripening, colour and fruit characteristics of 'Italia' grapes. *J. Hort. Sci. Biotech.* 73: 103-106.
- Day, K. R. and T. M. DeJong. 1999. Improving fruit size: Thinning and girdling nectarines, peaches, and plums. *The Compact Fruit Tree* 32: 49-51.
- Dubois, M. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
- Edreva, A. 2005. The importance of non-photosynthetic pigments and cinnamic acid derivatives in photoprotection. *Agric. Ecosyst. Environ.* 106: 135-146.
- Fallahi, E., W. M. Colt, C. R. Baird, B. Fallahi, and I. J. Chun. 2001. Influence of nitrogen and bagging on fruit quality and mineral concentrations of 'BC-2 Fuji' apple. *HortTechnol.* 11: 432-466.
- Fan, X. and J. P. Mattheis. 1998. Bagging 'Fuji' apples during fruit development affects color development and storage quality. *HortScience* 33: 1235-1238.
- Genard, M., C. Bruchou. 1992. Multivariate analysis of within-tree factors accounting for the variation of peach fruit quality. *Scientia Hort.* 52: 37-51.
- Gonzalo, R., G. Osman, and P. Nelson. 1984. Adelanto de maduración y mejoramiento de color de la uva cv. Moscatel rosada. I Parte: Efecto de época e intensidad de raleo. *Investigación y Progreso Agropecuario la Platina.* 25: 8-13.
- Goren, R., M. Huberman, and E. E. Goldschmidt. 2004. Girdling: Physiological and horticultural aspects. *Hort. Rev.* 30: 1-36.
- Hofman, P. J., L. G. Smith, D. C. Joyce, and G. I. Johnso. 1997. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. 'Keitt') fruit influences fruit quality and mineral composition. *Postharvest Biol. Technol.* 12: 83-91.
- Jia, H. J., A. Araki, and G. Okamoto. 2005. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and

- skin coloration of 'Hakuho' peach (*Prunus persica* Batsch). *Postharvest Bio. Technol.* 35: 61-68.
- Mars, M., R. Abderrazak, and M. Marrakchi. 1994. Study on quality variability in citrus fruit harvested from the same tree: I. Effects of harvest date, fruit orientation and position in the foliage. *Fruits* 49: 269–278.
- Mataa, M., S. Tominaga, and I. Ko zaki. 1998. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Sci. Hortic.* 73: 203-211.
- Nobel, P. S. and E. De la Barrera. 2004. CO<sub>2</sub> uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. *Ann. Appl. Biol.* 144: 1-8.
- Tyas, J. A., P. J. Hofman, S. J. R. Underhill, and K. L. Bell. 1998. Fruit canopy position and panicle bagging affects yield and quality of 'Tai So' lychee. *Sci. Hortic.* 72: 203-213.
- Vaio, C. D., A. Petito, and M. Buccheri. 2001. Effect of girdling on gas exchange and leaf mineral content in the 'indpendence' nectarine. *J. Plant Nutr.* 24: 1047-1060.
- Wang, H. C., X. M. Huang, G. B. Hu, Z. Y. Yang, and H. B. Huang. 2005. A comparative study of chlorophyll loss and its related mechanism during fruit maturation in the pericarp of fast- and slow-degreening litchi pericarp. *Sci. Hortic.* 106: 247-257.
- Wargo, J. M. 2004. Nitrogen fertilization, midsummer trunk girdling, and AVG treatments affect maturity and quality of 'Jonagold' apples. *HortScience* 39: 493-500.
- Yamanishi, O. K., Y. Nakajima, and K. Hasegawa. 1995. Effect of trunk strangulation degrees in late season on return bloom, fruit quality and yield of pummelo trees grown in a plastic house. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64: 31-40.

## The Effect of Bagging and Girdling on *Hylocereus undatus* Fruit Growth and Development

Shiou-Ting Huang <sup>1)</sup> Huey-Ling Lin <sup>2)</sup>

Key words: *Hylocereus undatus*, bagging, girdling, growth

### Summary

In color turning stage, the titratable acidity in pulp of *Hylocereus undatus* fruit rise rapidly and decrease. The peak of titratable acidity occurs at the 25th day after anthesis. The objectives of this study were to investigate the relationship between peel color turning and pulp acidity by bagging and girdling treatment. With fruit bagging treatment, none of the fruit compositions was affected except an increment of L value of peel. Girdling cladode at 16<sup>th</sup> day after flowering partly promoted fruit maturity and early onset of peel color change. Fruit size, pulp titratable acidity, organic acids, total soluble sugars, fructose and glucose levels significantly decreased mainly due to girdling cladode treatment reduce carbohydrate translocation during this active starch synthesis period in fruit. Our results indicated that the change in organic acid of pulp and peel color turning are independent of each other.

---

1) Graduate Student in MS. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

