

套袋對‘Ruby’葡萄柚果實品質與耐寒性之影響

黃 諱 文¹⁾ 林 慧 玲²⁾

關鍵字：葡萄柚、套袋、品質、耐寒性、PAL

摘要：‘Ruby’葡萄柚以內襯黑色牛皮紙袋及白色聚乙烯網袋(對照)進行套袋，經黑色牛皮紙袋套袋後，於採收時果實有較高鮮重及糖酸比，果皮 a^* 值彩度亦較高，但色素層中苯丙胺酸裂解酶活性則較低。若置於 1°C 下貯藏 1-3 個月後回溫。貯藏期滿出庫後，紙袋及網袋組均於回溫 24 小時內出現呼吸高峰及乙烯釋放高峰，並於回溫期末回復至較低範圍，隨著貯藏期間的增加，果實寒害愈趨嚴重，回溫期末已無法回復正常之呼吸率。套黑袋處理，會改變葡萄柚的外觀及品質，而就果實耐寒性之而言，其影響尚待進一步之探討。

前 言

柑橘為臺灣重要栽培經濟果樹之一，性喜溫暖氣候不耐低溫，其中又以葡萄柚對低溫的忍受性較低。葡萄柚(*Citrus paradisi* Macf.)為芸香科(Rutaceae)，柑桔屬(*Citrus*)，原產西印度群島，依品種及採收季節早晚的不同，果實對於低溫的忍受條件亦有所差異。

近年來由於果實蠅肆虐，台灣在果樹栽培上常利用套袋技術，減少田間管理農藥之施用，而在葡萄柚栽培上亦採行採前套袋處理，除了可減少果實生長期間病蟲危害，也可改善果實外觀著色，以‘Ruby’葡萄柚為例，採前套黑袋處理，果皮之彩度(chroma)較高(許等，2004)，果皮中茄紅素含量也較高(賴，2004)。國內採行之葡萄柚田間套袋處理，主要是為改善外觀品質，提高在市場上之競爭力，然而品質的改善是否也影響了果實於低溫下貯藏之寒害敏感度，則仍屬未知，因此，本實驗擬調查葡萄柚套袋處理於內部品質的改善與果實耐寒性之關係，以求進一步瞭解套袋處理是否具有提高果實耐寒力之效用。

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。

材料與方法

一、材料來源

本實驗於嘉義縣梅山鄉周氏果園中進行，品種為‘Ruby’葡萄柚，樹齡約 15 年，砧木為實生柚。

二、試驗方法

於 2005 年 7 月 14 日，約滿花後 130 天左右進行全果套袋，套袋材質為透光之白色 PE 網袋及不透光內襯黑色之牛皮紙袋，前者作為對照，目的在避免果實蠅對試驗結果造成干擾。於套袋三個月後採收並立刻運抵實驗室，篩選大小一致、無蟲害及外傷之果實，以 PE (聚乙烯)袋扭結包裝後置於 1°C 下貯藏，並於入庫當天、貯藏 1、2 及 3 個月時取樣進行品質及寒害之調查。

第二年，則於 2006 年 8 月 1 日，約滿花後 120 天左右進行全果套袋，套袋材質為透光之白色網袋及不透光內襯黑色之牛皮紙袋，分別於 10 月 1 日套袋 2 個月後、11 月 1 日套袋 3 個月後採收，套袋計 62 及 92 天。採後立刻運抵實驗室，篩選大小品質一致、無蟲害外傷之果實。以裸果置於 500 L 透明壓克力箱中，於箱中通入加溼空氣以維持相對濕度大於 90%，並置於 1°C 下貯藏 1 個月、2 個月。並於入庫當天、貯藏期滿 1 個月、2 個月時取樣進行品質及寒害之調查。

三、調查項目及分析方法

(一)果重、果實比重及果皮厚度

於入庫當日，將篩選後的所有果實，以電子天秤稱重，以克(g)表示。並以阿基米德浮力原理測定果實體積，以果重除以體積即該果實比重。於入庫當日於每處理各取 20 果在赤道部位橫切，以游標尺量測果皮厚度，每果測兩點，以公釐(mm)表示。2006 試驗測定亦同 2005 年，唯果數增加至 25 果。

(二)果皮、果肉顏色

果皮及果肉顏色，則於採收當日、貯藏期滿出庫、回溫後，以色差儀器(handy colorimeter, Nippon Denshoku 出品，型號 Model NR-3000)測量果實赤道之果皮顏色後，於赤道部位橫切再測定果肉顏色，其值以 L、a*、b*、C、H 值表示。

(三)全可溶性固形物

2005 年之試驗每處理為 5 重複，4 果 1 重複，共計各 20 果(唯貯藏第三個月回溫前、後均為 15 果，共 3 重複)。2006 年之試驗果數增加至 25 果，每重複 2 果，計 12 重複。唯入庫當日為 5 重複，每重複 5 果。將每重複之果實果汁混合後，以手持折射計(hand refractometer, Atage, Model N1)測定果汁中全可溶性固形物(total soluble solid, TSS)，單位以 °Brix 表示。

(四)可滴定酸

取上述 2.混合之果汁 1 ml，加 30 ml 純水稀釋後以 0.1 N NaOH 滴定，以 pH meter

測定，以 pH 8.1 為滴定終點，記錄 NaOH 滴定體積，其值以檸檬酸與氫氧化鈉反應之化學當量公式計算，以 % 表示。計算公式如下：

可滴定酸含量(%) = $A \times F \times 0.0064 / (\text{果汁體積 ml}) \times 100\%$ ，A=0.1 N NaOH 的滴定體積 (ml)，F=NaOH 的力價。

(五) 乙烯釋放率及呼吸率

2005 年試驗，於貯藏期滿出庫後測定 24 小時內每小時之呼吸率及乙烯釋放率變化，之後每隔 12 小時測定，直到回溫第六天為止。呼吸率及乙烯釋放率以流通式測定之。分別於兩處理各取 20 果，每重複 5 果計 4 重複，唯貯藏第三個月為 3 重複，計 15 果。分別將果實置於 7 L 呼吸缸中於 25°C 室溫下回溫，以水位及毛細管控制每一呼吸缸之流通速率，通入加濕之空氣，以針筒抽取 1 ml 缸中氣體，注入氣相層析儀 (GC, Gas chromatograph, Shimadzu Model GC-8A)，以火焰離子檢出器 (flame ionization detector, FID) 測定果實乙烯濃度，單位以 $\mu\text{l/kg/hr}$ 表示。二氧化碳測定，以紅外線二氧化碳分析儀 (IR-analyzer, Maihak, UNOR 610) 測定二氧化碳濃度，單位以 ml/kg/hr 表示。

(六) 果實寒害指數及發生百分比之調查

於貯藏期滿出庫當日及回溫 6 天後調查果皮寒害癥狀，於每處理各取 25 果調查，寒害指數以 0、1、2、3、4 表示之，計算方式以果皮寒害癥狀如凹陷斑 (pitting)、水浸狀 (water-soaked)、褐斑等面積百分比評比，指數代表寒害範圍如下

0 = 無寒害癥狀、1 = 寒害面積為 1-10%、2 = 寒害面積為 11-20%、3 = 寒害面積為 21-30%、4 = 寒害面積為 >31%

發生百分比則是以各處理有寒害癥狀的總果數，除以該處理總果數，再乘以 100%，以 % 表示之。

(七) 苯丙胺酸裂解酶 (L-phenylalanine ammonia-lyase, PAL) 活性測定

採用 Cheng 及 Breen (1991) 之分析方法，稱取 0.5 g 果皮置於研鉢中，加入 5 ml 萃取液 0.1 N 硼酸緩衝液 (pH 8.8, 內含 1% PVPP、2 mM EDTA 及 2-mercaptoethanol) 及適量海砂於冰浴中研磨均質。後倒入離心管中在 4°C 以 100 rpm 震盪一小時，再於 4°C 下以 20,000 xg 轉速離心 20 鐘，將上清液倒出過濾備用。測定前先將上清液置於 40°C 下活化 15 分鐘。分析方法：以 0.05 ml 上清液加上 2.95 ml 60 mM L-苯胺酸 (L-Phenylalanine, SIGMA minimum 98%)，混合均勻後於 40°C 反應一小時，而後加入 0.1 ml 6 N HCl 停止反應，以分光光度計 (spectrophotometer, Hitachi U-2000) 於 290 nm 波長下測定吸收值變化 (ΔOD)，以 *t*-cinamic acid 為標準品，以表示其活性，換算為 $\mu\text{g } t\text{-cinamic acid/hr} \cdot \text{g Fw}$ 。

結 果

一、套袋對採後果皮、果肉顏色的影響

於 2005 年結果兩處理組在採收後以黑袋組果皮 L 值較高，而在 2006 年則以網袋組有較高 L 值(表 1)，a* 值在採收後明顯是以黑色紙袋處理組值較高，兩年結果皆相似，在果皮 b* 值方面於兩年實驗結果相異，2005 年以黑袋組 b* 值略高於網袋組，2006 年則以網袋組略高於黑袋組。在果皮彩度於兩年結果均是以黑袋組值較高，各為 51 及 55，而網袋組則為 38 及 44。H 值於兩年結果均是以網袋組其值較高，果色偏綠。調查兩組採後果肉色差，其 L、a*、b* 值於兩年結果相似，其值相近，兩處理間差異多不顯著(表 1)。

表 1. 套袋對‘Ruby’葡萄柚果實果皮、果肉顏色、彩度及色相的影響

Table 1. Effect of bagging on the color of peel and pulp of ‘Ruby’ grapefruit fruits after harvest.

Quality factor	2005 (3) ^z		2006 (2) ^z		2006 (3) ^z	
	B ^y	W ^y	B	W	B	W
Peel color						
L	62 a ^x	58 b	61 b	63 a	57 b	67 a
a*	32 a	-5.5 b	34 a	5 b	41 a	10 b
b*	40 a	37 b	38 b	40 a	37 b	42 a
Chroma	51 a	38 b	51 a	41 b	55 a	44 b
Hue angle	54 b	91 a	48 b	84 a	42 b	76 a
Pulp color						
L	34 a	35 a	34 a	34 a	33 a	34 a
a*	20 a	19 a	20 a	20 a	19 a	19 a
b*	7 b	9 a	9 a	9 a	9 a	10 a

^zBagging time = months before harvest.

^yB = black paper bag, W = white PE net

^xMeans within row within each bagging time followed by the same letters are not significantly, different according to Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

二、套袋對採後果實品質的影響

在 2005 年的試驗中，經田間三個月套袋處理後，以黑色牛皮紙袋處理組有較高之果重，於 2005 年及 2006 年試驗結果，果重分別高出白色網袋 10.6% 和 17.4%，但僅於 2005 年結果在統計上達顯著差異(表 2)。測定其果實比重，兩年實驗結果均以白色網袋處理組有較高比重(表 2)。果汁全可溶性固形物，於兩處理間達顯著差異，經三個月套袋後，以黑袋組較高，兩年結果均以黑袋組糖度高於網袋，2005 年及 2006 年兩組間糖度相差 0.5 及 0.6 °Brix。可滴定酸則僅於 2005 年達顯著差異，以網袋組果汁較高，對照兩組採後糖酸比，兩年結果均以黑袋組略高於網袋組，兩年比值分別相差 1.2 及 0.5 (表 2)，結果顯示，黑袋組具有較好之風味。

表 2. 套袋對‘Ruby’葡萄柚採後果實品質的影響

Table 2. Effect of bagging on fruit quality of ‘Ruby’ grapefruit fruits after harvest.

Quality factor	2005 (3) ^z		2006 (2) ^z		2006 (3) ^z	
	B ^y	W ^y	B	W	B	W
TSS (°Brix)	8.3 a ^x	7.8 b	8.7 a	8.4 a	9.0 a	8.4 b
TA (%)	1.35 b	1.57 a	1.49 b	1.53 a	1.41 a	1.44 a
TSS/TA ratio	6.2 a	5.0 b	5.9 a	5.5 b	6.4 a	5.9 b
Specific gravity	0.85 b	0.89 a	0.88 a	0.90 a	0.82 b	0.86 a
Fresh weight (g)	291a	263 b	332a	292b	372a	317a
Peel thickness (mm)	5.3 a	4.6 b	6.1 a	5.6 a	5.2 a	3.7 b

z, y, x described as table 1.

三、套袋對果實貯藏期間耐寒性的影響

2005 年結果中，果實經三個月套袋，貯藏 1 個月後，兩處理間均未發生寒害，在經過回溫後，僅網袋有輕微寒害發生，其寒害發生率為 20%，黑袋組則仍未發生明顯之寒害(表 3)。經貯藏 2 個月於回溫後，黑袋及網袋組寒害指數提高至 1.6 及 1.4，但寒害指數則仍不具顯著差異(表 3)。貯藏第 3 個月，以黑袋組寒害發生較嚴重，其值為上升至 0.8，顯著高於網袋之 0.2，經回溫後兩組寒害指數分別提高至 2.1 及 1.7，但統計上不具顯著差異。

表 3. 套袋對‘Ruby’葡萄柚果實經 1°C 貯藏後果實寒害指數及發生率之影響

Table 3. Effect of bagging on the chilling index (CI) and CI incidence of ‘Ruby’ grapefruit fruits after stored at 1°C and rewarmed to 25°C for 6 days. (2005)

Storage time (month)	Bagging material and time	CI	Severity ^y	CI incidence (%) ^y	
		AS ^y	RW ^y	AS	RW
1	Black paper—3 ^z	0 a ^w	0	0	0
	Net PE—3 ^z	0.4 a	0	0	20
2	Black paper—3	0.2 a	1.6 a	15	70
	Net PE—3	0.2 a	1.4 a	15	65
3	Black paper—3	0.8 a	2.1 a	60	93
	Net PE—3	0.2 b	1.7 a	20	100

^zBagging time = month before harvest.

^yCI = chilling injury, CI = severity were calculated from CI area of each fruit on a scale of 0 to 4. CI 0 = < 1%, 1 = 1-10%, 2 = 11-20%, 3 = 21-30%, 4 = 31-100% CI incidence = total numbers of chilling fruits / total number of fruits × 100%.

^xAS = evaluated after storage, RW = evaluated after rewarming at 25°C for 6 days following storage.

^wMeans within column within each storage time followed by the same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test (P ≤ 0.05).

四、套袋對果實色素層中苯丙胺酸裂解酶活性的影響

不論是套袋 2 或 3 個月，於採收時均以網袋組其果皮苯丙胺酸裂解酶(PAL)活性較高，經 1°C 貯藏 1 個或回溫 6 天後，仍以網袋組其 PAL 活性顯著高於套袋組，貯藏 2 個月及回溫後，不論是套袋 2 或 3 個月，普遍仍是以網袋組果皮具有較高之 PAL 活性(表 4)。

五、套袋對回溫期間乙烯釋放率及呼吸率的影響

2005 年結果中，貯藏 1 個月回溫 24 小時期間，兩組均出現乙烯釋放高峰，在第 10-12 小時兩處理達回溫 24 小時內之最高點，之後緩慢下降，並於回溫第 2 天又逐漸升高，同時部份果實亦開始出現可見寒害癥狀，同組之不同重複數間，其乙烯之釋放率受寒害癥狀出現與否所影響，重複間乙烯釋放率差異頗大(圖 1)。果實之呼吸率變化則和乙烯結果稍有不同，同組之不同重複數之間呼吸率差異較小，於回溫 24 小時期間，在第 18 小時兩組均達呼吸之最高點，黑袋及網袋呼吸率分別為 28.32 及 22.56 ml CO₂/kg·hr，而於回溫 6 天期間呼吸率持續下降(圖 2)。至貯藏 3 個月回溫期間，乙烯於兩處理間表現相似，於回溫 24 小時期間兩處理乙烯釋放率持續上升，至 25 小時後黑袋乙烯釋放率仍呈緩慢

表 4. 套袋對‘Ruby’葡萄柚果實經 1°C 貯藏後果皮色素層苯丙胺酸裂解酶活性之影響

Table 4. Effect of bagging on the phenylalanine-amino lyase activity of ‘Ruby’ grapefruit fruits flavedo after stored at 1°C and rewarmed to 25°C for 6 days. (2006)

Storage time (month)	Bagging material and time	PAL(<i>t</i> -cinamic acid µg/h · gFw)		
		AH ^y	AS ^y	RW ^y
1	Black paper-2	3735 b	3541 b	4037 b
	Net PE-2	4580 a	4492 a	4772 a
1	Black paper-3	2770 b	3582 b	3215 b
	Net PE-3	4082 a	4846 a	4734 a
2	Black paper-2	3735 b	4037 b	4107 a
	Net PE-2	4580 a	4772 a	4633 a
2	Black paper-3	2770 b	3719 b	3599 b
	Net PE-3	4082 a	5208 a	5129 a

^zBagging time = month before harvest.

^yAH = determined at harvest immediately, AS = determined after storage, RW = determined after rewarming at 25°C for 6 days following storage.

^xMeans within column within each storage time followed by the same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

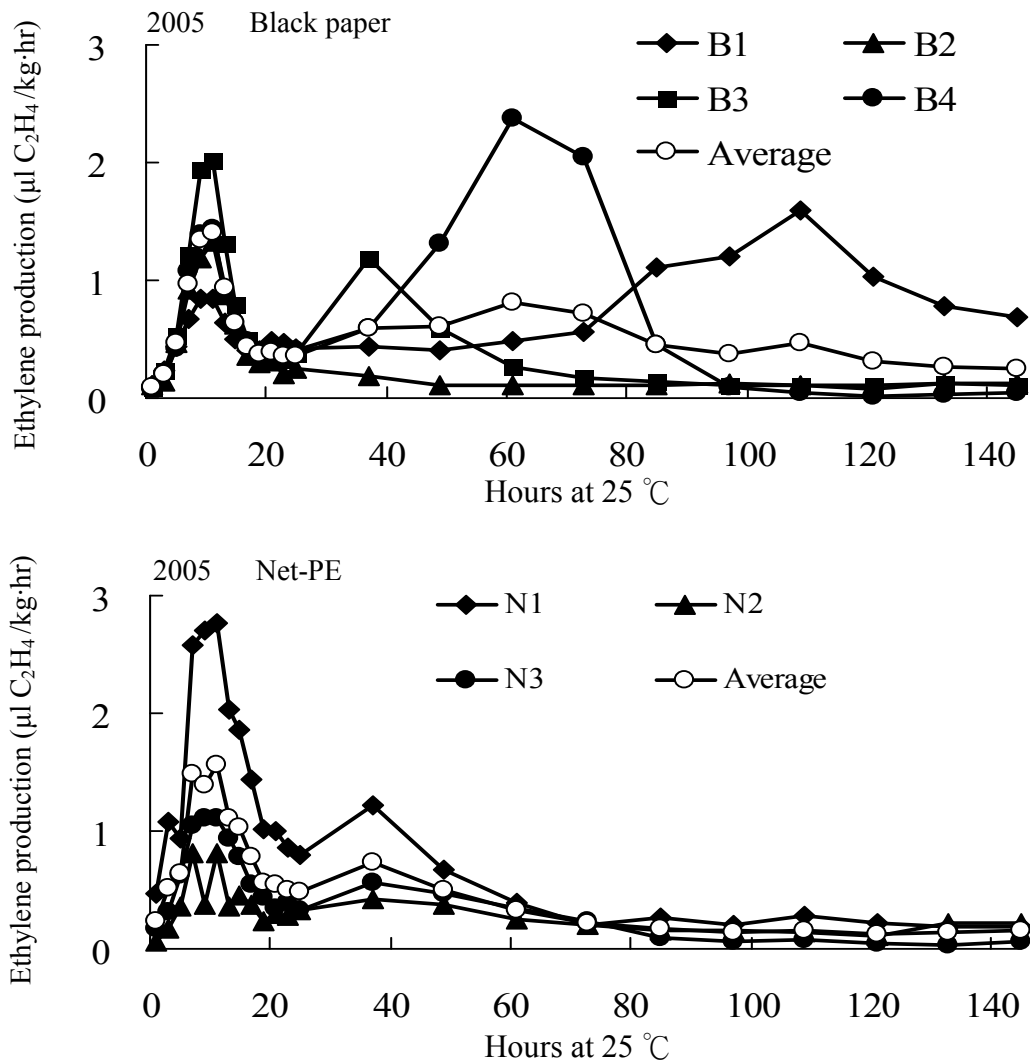


圖 1. 'Ruby' 葡萄柚經不同套袋處理三個月後，於 1°C 貯藏 1 個月回溫 6 天期間乙烯釋放率變化

Fig. 1. Changes in ethylene production of 'Ruby' grapefruit fruit after bagging for three months and then stored at 1°C for one month and rewarmed to 25°C for 6 days.

B1, B2, B3 and N1, N2, N3 are replicates of black paper bag and net PE bag.

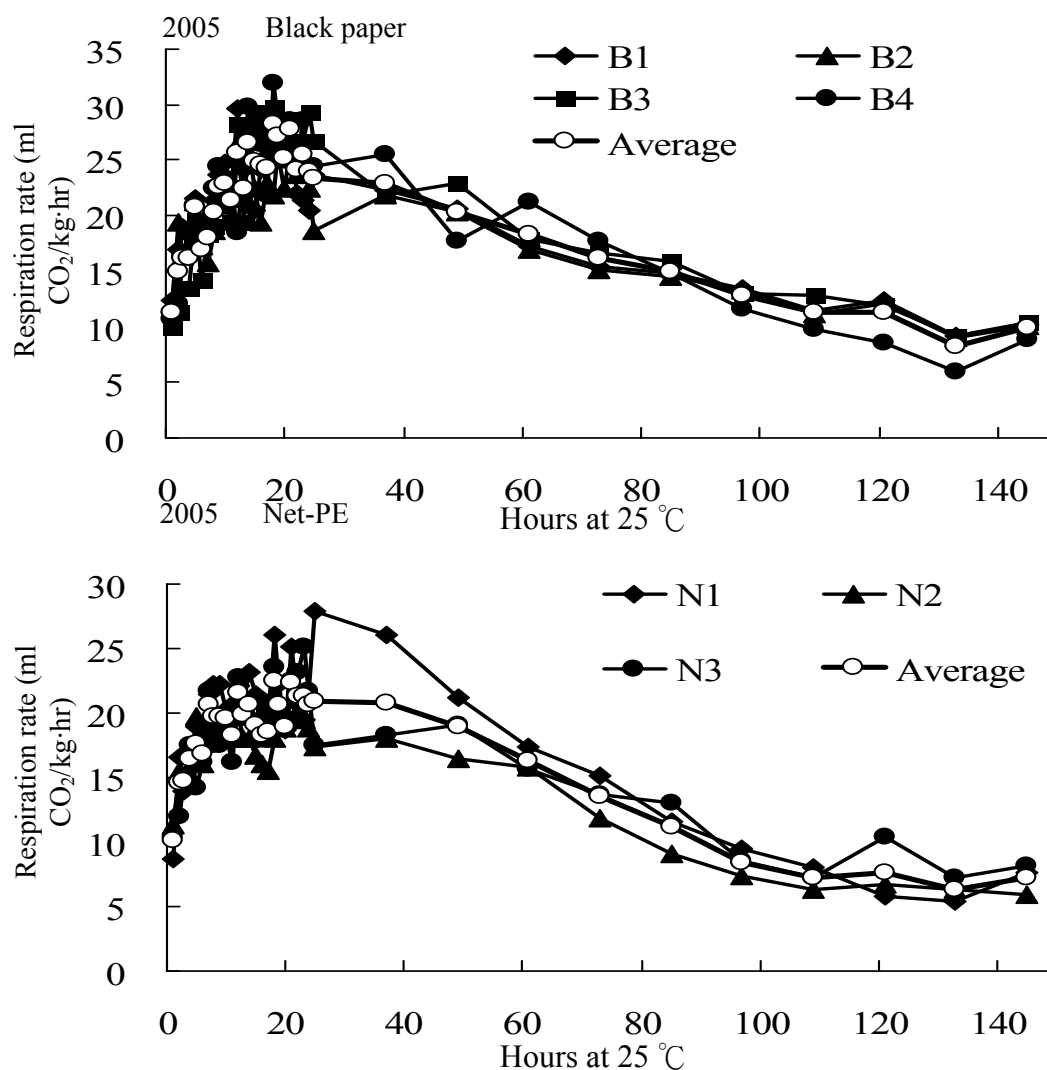


圖 2. 'Ruby'葡萄柚經不同套袋處理三個月後，於1°C貯藏1個月回溫6天期間果實呼吸率變化

Fig. 2. Changes in respiration rate of 'Ruby' grapefruit fruit after bagging for three months and then stored at 1°C for one month and rewarmed to 25°C for 6 days.

B1, B2, B3 and N1, N2, N3 are replicates of black paper bag and net PE bag.

增加現象，而網袋組則持平發展一段時間後，兩組同時於回溫第三天乙烯釋放率開始迅速上升，同時果實開始發霉，至第 5 天由於部份果實腐爛嚴重，因此提早一天結束調查(圖 3)。於回溫前 5 個小時內，兩處理呼吸率持續上升，於 6 天回溫期間黑袋組呼吸率持續上升，而網袋組則於稍後緩慢下降，但兩組呼吸率均維持在較高之範圍內(圖 4)。

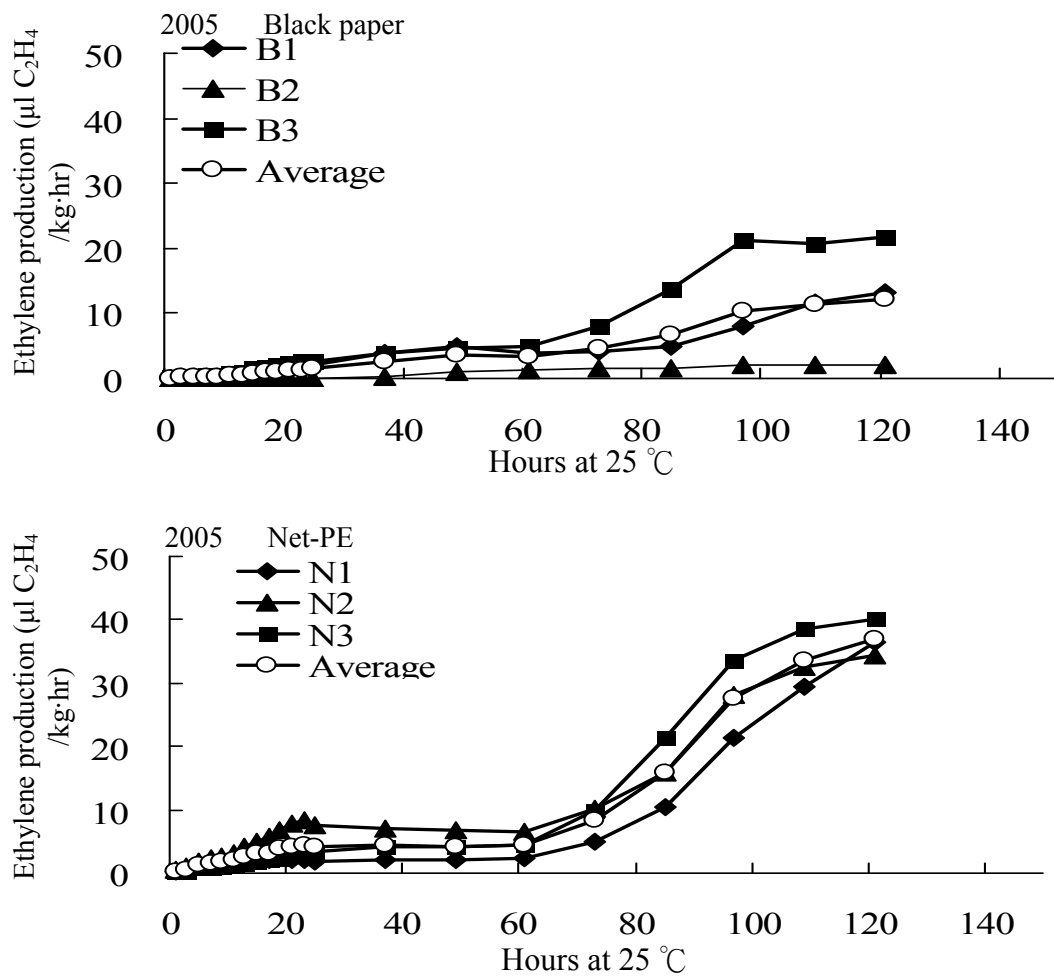


圖 3. 'Ruby' 葡萄柚經不同套袋處理三個月後，於 1°C 貯藏 3 個月回溫 6 天期間乙烯釋放率變化。

Fig. 3. Changes in ethylene production of 'Ruby' grapefruit fruit after bagging for three months and then stored at 1 °C for three month and rewarmed to 25°C for 6 days.

B1, B2, B3 and N1, N2, N3 are replicates of black paper bag and net PE bag.

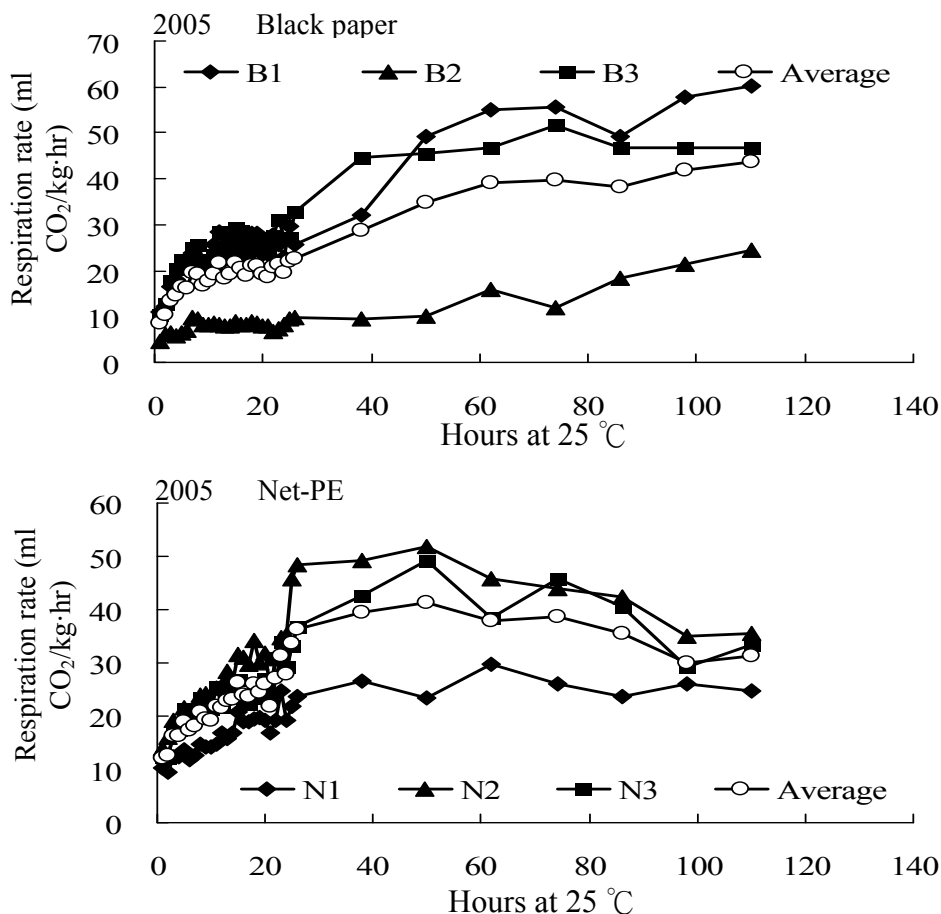


圖 4. 'Ruby'葡萄柚經不同套袋處理三個月後，於 1°C 貯藏 3 個月回溫 6 天期間果實呼吸率變化。

Fig. 4. Changes in respiration rate of 'Ruby' grapefruit fruit after bagging for three months and then stored at 1°C for three month and rewarmed to 25°C for 6 days.

B1, B2, B3 and N1, N2, N3 are replicates of black paper bag and net PE bag.

討 論

一、套袋對果實品質的影響

'Ruby'葡萄柚經套袋 3 個月採收後，以內襯黑色牛皮紙袋顯著提高果皮之 a^* 值，果皮顏色較偏橙紅色，其結果同許(2004)及賴(2004)相似，以遮光程度高之材質進行套袋，可促進果實之轉色及成熟期間葉綠素的降解，提高果皮 a^* 值，同時可得較高彩度 (chroma)，而網袋組之果皮顏色則為微黃偏綠，其 a^* 值為負，彩度較低，H 較高(表 4)。

於兩年套袋實驗中均以黑袋組 H 較低，而在許等(2004)實驗中亦指出果皮 H 值與果皮葉綠素含量呈正相關，以黑袋套袋促進成熟中果實葉綠素的降解及轉色，賴(2004)亦指出，經套袋後果皮茄紅素較未套袋者高，因此，以遮光程度高之黑色紙袋對‘Ruby’葡萄柚進行採前套袋，有利果實之外觀著色，提高外觀品質，並不影響採後果肉之 L、a*、b* 值。於兩年實驗結果，套袋 3 個月後以黑袋組果重較高，兩年結果中，黑袋果重分別高出 10.6% 和 17.4%，但僅於第一年結果在統計上達顯著差異(表 2)，其結果同賴(2004)，於早期以黑色紙袋進行套袋，可提高葡萄柚果實之鮮重，測定其果實比重，以網袋組之比重顯著較高，與兩年實驗結果均達顯著差異，此結果與黃(1993)不同，於不同時期對文旦柚進行套袋，並不影響果實比重。進一步測定調查果皮厚度，套袋三個月後，以黑袋組果皮較厚，於兩年實驗結果分別為 5.3 及 5.2 mm，而網袋組則為 4.6 及 3.7 mm (表 2)。結果顯示，‘Ruby’葡萄柚果皮在成熟過程中逐漸變薄，但黑袋套袋者則較不明顯。

經三個月套袋後，以黑袋組有較高糖度，於兩年結果，黑袋組與網袋組之糖度分別相差 0.5 及 0.6 Brix，對照採後糖酸比(TSS/TA)，以黑袋組其糖酸比略高於網袋組，兩年比值分別相差 1.2 及 0.5 (表 2)，許(2004)實驗中發現於早期進行黑色紙袋套袋，可提早達到適於採收之 TSS/TA，本試驗中，以黑袋組果汁具有較低之酸含量，故同許(2004)之結果相似。

二、套袋對果實貯藏耐寒性的影響

在 2005 年結果中，經三個月套袋，並於 1°C 貯藏 1 個月後，黑袋及網袋組兩處理間均未發生寒害(表 3)，在經回溫後僅網袋組發生輕微寒害，黑袋組則無任何寒害癥狀。待貯藏至 3 個月，以黑袋組寒害發生顯著高於網袋組，經回溫後兩組寒害指數分別提高至 2.1 及 1.7，寒害發生百分比高達 93 及 100%，但無顯著差異。

Schirra 等(2000)試驗中指出，不同採收期之葡萄柚，晚採者於 2°C 貯藏期間幾乎無寒害之發生，但在回溫期間果實腐爛之發生情形嚴重，這可能是晚採果實已達生理之成熟及老化，因此降低對腐爛之自然抗性。本實驗中，於貯藏 3 個月出庫後，經回溫後不論是黑袋或網袋處理均發生嚴重之腐爛情形，其中黑袋組於部份果實中出現凹陷、退色、水浸狀之寒害情形，其寒害發生面積較大，不同於網袋組較小面積之寒害癥狀。

在 PAL 活性變化上，不論是套袋 2 或 3 個月，於採收時均以網袋組其果皮苯丙胺酸裂解酶含量較高，經 1°C 貯藏 1 或 2 個月回溫後，仍以網袋組其 PAL 活性顯著高於套袋組，Sala 等(2005)指出，PAL 活性之變化可作為低溫誘導及非寒害柑橘果皮傷害發生之生理指標，施用 PAL 活性抑制劑或乙烯生合成、作用抑制劑均會提高低溫誘導之果皮傷害的產生(Lafuente *et al.*, 2001)，Martínez-Téllez 及 Lafuente (1993)則指出，不同低溫敏感度柑橘，其寒害斑點(pitting)、污斑(stain)之發生與 PAL 活性較相關，而非 PPO 及 POD 活性之變化。同時 PAL 活性亦與成熟度有關，晚採之成熟度較高果實，其 PAL 轉錄程度更高，具有較高之 PAL 活性(Lafuente *et al.*, 2003)。然而本實驗中，不論是套袋 2 或 3 個月，均以網袋組 PAL 活性較高，但套袋 2 及 3 個月兩套袋時期，PAL 活性差異似乎不大，

雖然套網袋之對照組具有較高之苯丙胺酸裂解酶活性，但對照寒害之發生情形並未有明顯之關係。本試驗中以網袋組普遍於採收及貯藏、回溫後具有較高活性，而寒害指數則與黑袋組沒有顯著差異，其 PAL 活性較高，是否是因為田間所受光照較強，使得植物啟動本身抗氧化及防禦機制，尚待進一步探討。於寒害溫度下，PAL 活性之提高，亦被視為反應低溫誘導之反應(Sanchez-Ballesta *et al.*, 2000; Lafuente *et al.*, 2003)，因此，黑袋與網袋組間，PAL 活性高低和果實耐寒性可能並無絕對之關係。

呼吸行為與寒害之關係，可區分為：呼吸對低溫之反應，及代謝之改變，Eaks 及 Morris (1956)於實驗中指出，胡瓜果實維持在低溫下，24 小時至 5 天之間，傷害(injury)會以增加呼吸之方式反應，隨著寒害的進展，當可見癥狀出現，傷害會以提高呼吸率之方式反應。本試驗結果，於貯藏 1 個月後回溫期間，於回溫第 6 天黑袋組及網袋組之乙烯釋放率及呼吸率均回復到較低範圍(圖 1)，待貯藏到 3 個月寒害癥狀愈趨嚴重，乙烯釋放率也跟著提高，果實發霉及腐爛的情形也相當嚴重，同時，兩組呼吸率於回溫末期表現亦為貯藏 1 個月時的 3 倍之多(圖 2、4)。當寒害發生時，常會有呼吸率升高現象(Eaks and Morris, 1956; Lyon and Raison, 1970; McCollum and McDonald, 1991)及乙烯生合成增加現象(McCollum and McDonald, 1991)，其呼吸率之改變，是代謝能力被刺激、促進所致，Eaks (1960)指出，成熟臍橙在經歷曝露寒害溫度下後，回溫會促使二氧化碳擴散增加及氧的吸收提高，而回溫溫度的提高也會進一步影響二氧化碳之釋放。Moynihan (1995)等亦指出，植物體曝露寒害溫度下，會增加呼吸熱產生之能力，目的是減少寒害之影響，同時也可能作為對低溫馴化過程之貢獻。McCollum 及 McDonald (1991)實驗中則指出，雖然果實發生寒害會促使乙烯釋放率及呼吸率提高，但無法作為測定葡萄柚寒害之量化標準。

綜合以上結果，葡萄柚田間套袋有利其採收時品質的提升，除了改善其外觀著色，也可提高糖酸比，使具有較好之風味。但是，對於果實耐寒性之影響，待進一步試驗確認。

參 考 文 獻

- 許世絃、黃阿賢、黃光亮。2004。不同套袋處理對‘Ruby’葡萄柚果實顏色與主要果皮色素組成之影響。中國園藝。50:393-404。
- 許世絃。2004。不同套袋處理對‘Ruby’葡萄柚果實顏色、主要果皮色素組成與果實品質之影響。國立嘉義大學園藝學研究所碩士論文。39pp。
- 黃阿賢。1993。套袋對文旦果實生長、品質與袋內溫度的影響。中國園藝。39:198-208。
- 賴幸宜。2004。田間套袋及貯藏對葡萄柚顏色和品質之影響。國立嘉義大學農學研究所

碩士論文。 pp. 31-32。

- Cheng, G. W. and P. J. Breen. 1991. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:865-869.
- Eaks, I. L. and L. L. Morris. 1956. Respiration of cucumber fruits associated With physiological injury at chilling temperatures. *Plant Physiol.* 33:308-314.
- Eaks, L. I. 1960. Physiological studies of chilling injury in citrus fruits. *Plant Physiol.* 35:632-636.
- Lafuente, M. T., L. Zacarias, M. A. Martínez-Téllez, M. T. Sanchez - Ballesta, and E. Dupille. 2001. Phenylalanine ammonia-lyase as related to ethylene in the Development of chilling symptoms during cold Storage of citrus Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 49:6020-6025.
- Lyons, J.M. and J. K. Raison. 1970. Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissues sensitive and resistant to chilling injury. *Plant Physiol.* 45:386-389.
- Martínez-Téllez, M. A. and M. T. Lafuente. 1993. Chilling-induced changes in phenylalanine ammonia-lyase, peroxidase, and polyphenol oxidase activities in citrus flavedo tissue. *Acta Hort.* 343:257-263.
- Martínez-Téllez, M. T. Sanchez-Ballesta and, and A. Granell. 2003. Phenylalanine ammonia-lyase and ethylene in relation to chilling injury as affected by fruit age in citrus. *Postharvest Biol. Technol.* 29:308-317.
- McCollum T. G. and R. E. McDonald. 1991. Electrolyte leakage, respiration, and Ethylene production as indices of chilling injury in grapefruit. *HortScience.* 26:1191-1192.
- Moynihan, M. R., A. Ordentlich, and I. Raskin. 1995. Chilling-induced heat evolution in plants. *Plant physiol.* 108:995-999.
- Sala, J. M. M. T. Sanchez-Ballesta, M. Mulas, L. Zacarias, and M. T. Lafuente. 2005. A comparative study of the postharvest performance of an ABA-deficient mutant of oranges II. Antioxidant enzymatic system and phenylalanine ammonia-lyase in non-chilling and chilling peel disorders of citrus fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 37:232-240.
- Sanchez-Ballesta, M. T., M. T. Lafuente, L. Zacarias, and A. Granell. 2000. Involvement of phenylalanine ammonia-lyase in the response of Fortune mandarin fruits to cold temperature. *Physiol. Plant.* 108:382-389.
- Schirra, M., G. D'hallewin, P. Cabras, A. Angioni, S. Ben-Yehoshua, and S. Lurie. 2000. Chilling injury and residue uptake in cold-stored 'Star Ruby' grapefruit following thiabendazole and imazalil dip treatment at 20 and 50 °C. *Postharvest Biol. Technol.* 20:91-98.

Effects of Bagging on Fruit Quality and Chilling Tolerance of Grapefruit (*Citrus paradise* Macf. 'Ruby')

Huei-Wen Huang ¹⁾ Huey-Ling Lin ²⁾

Keywords : Grapefruit, Bagging, Quality, Chilling tolerance, PAL

Summary

The objective of this study was to investigate the effects of bagging during fruit development on the quality and chilling tolerance of 'Ruby' grapefruit. The data showed that the fruits bagging with black lining kraft paper bags has higher in fresh weight, sugar/acid ratio, and chroma of peel than those with white net bags, but the fruits in white net bag had higher L-phenylalanine ammonia-lyase. After storage at 1°C for one to three months, no significant difference of ethylene production and respiration peak occurred between two bagging material. After rewarming, the respiration decreased to normal level, but the respiration became abnormally high rate when chilling injury occurred. In conclusion, both quality and appearance of 'Ruby' grapefruit could be improved by bagging with black kraft paper bag. But the effect on the chilling injury tolerance of the fruit merits further investigation.

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

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

Corresponding author.

