

氣變包裝處理對`富有`甜柿低溫貯藏品質之影響

黃思齊¹⁾ 謝慶昌²⁾

關鍵字：柿果、寒害、氣體、品質

摘要：`富有`甜柿果實在經低溫貯藏後會產生褐化、軟化等徵狀，此為縮短長期貯藏壽命之主要原因。本試驗為了解，維持`富有`甜柿品質之最適的氧氣及二氧化碳濃度，期能有效延緩果實之褐化及軟化，以增加柿果貯藏壽命，維持良好品質，達到延長柿果供貨期之目的。試驗結果顯示，不同聚乙烯包裝層數及填充氮氣處理，皆能顯著增加袋內二氧化碳濃度和降低氧氣濃度，而袋內乙烯濃度變化較無規則，但以包裝2層者有最高的乙烯濃度，如貯藏1.5個月袋內達0.4ppm，至貯藏2個月則降至0.2ppm。果實之呼吸率及乙烯釋放率皆以包裝5層者最低。品質部分，以包裝3及4層者有最佳維持果實色澤及硬度的效果。由袋內氣體變化與品質之變化關係得知，以聚乙烯包裝方式，使袋內氧氣降至7-14%，二氧化碳升至3.6-5.0%，可獲得較佳的品質。

前 言

`富有`甜柿(*Diospyros kaki* L. cv. Fuyu)為柿樹科(Ebenaceae)柿屬(*Diospyros*)之多年生落葉性溫帶果樹，果實在樹上成熟過程中可自然脫澀，屬於完全甜柿(pollination constant and non-astringent, PCNA)品種，採後可直接食用(林，1996)。`富有`柿果產期集中在11至12月，且台灣甜柿幾乎全數內銷，其價格隨愈近農曆過年愈高，因此，利用低溫貯藏延長供貨期，應有實際之需要。然而，柿雖為落葉果樹，但其果實貯藏於低溫下卻容易發生寒害，MacRae(1987)指出，`富有`柿果的寒害徵狀包括：果實內部組織快速崩解(breakdown)，細胞間缺乏凝聚力，產生軟化及喪失多汁性，嚴重寒害的果實會產生果皮或果肉的褐化(browning)和果肉呈現膠狀化(gelling)。本試驗目的在了解聚乙烯袋包裝對袋內氣體及果實品質之影響，期能建立有效抑制長期貯藏後`富有`甜柿軟化、褐化，並能維持良好品質之方法。

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。

材料及方法

一、試驗材料

本試驗以台中縣和平鄉雙崎地區(海拔約 650 公尺)練姓農民所栽培之`富有`甜柿為試驗材料。供試果實皆逢機採自同區之果樹，果實採收後以紙箱包裝立即送回實驗室，進行試驗調查及分析。

二、試驗方法

本試驗於 2004 年 11 月 4 日採果，並挑選無機械性傷害及病蟲害的果實為樣品，供試驗果實平均鮮重為 230.49 公克。處理方式分為對照組、包裝 0.03mm 聚乙烯袋打洞(以打洞器打直徑 0.5 公分 12 個洞)、1 層、2 層、3 層、4 層、5 層及包裝 0.06mm 聚乙烯袋，並填充氮氣，共 8 組處理。包裝 0.03mm 聚乙烯袋之各組處理，每組各 6 袋，每袋裝有 5 個果實；包裝 0.06mm 聚乙烯袋，填充氮氣處理，共 2 袋，每袋裝有 20 個果實。包裝袋袋口以橡皮筋將袋口綁緊，隨後貯藏於 1°C 的冷藏庫中。取樣時間為貯藏後 1、1.5、2 個月(填充氮氣處理組，則於貯藏後 2 個月)，於取出當日及經 25°C 回溫 3 天後；進行調查與分析。每種處理 2 重複，每重複有 5 個果實。

三、調查項目及方法

(一)、果皮顏色之測定

在柿果果實之赤道處以色差儀(Handy colorimeter, Nippon Denshoku 出品, Model NR-3000)分別測定 L、C、H 值，每一果實測定兩點。L 值表示果實明亮度；C 值為彩度，數值愈高代表顏色愈濃；H 值為色相角度，表示果實顏色色相之變化，0 度為紅色-紫色，90 度為黃色，180 度為藍色-綠色，270 度為藍色。

(二)、果肉顏色之測定

將柿果自果頂 1/3 處橫切，於心室間果肉部位以色差儀(Handy colorimeter, Nippon Denshoku 出品, Model NR-3000)分別測定 L、C、H 值。

(三)、果肉硬度

將柿果自果頂 1/3 處橫切，於心室間果肉處之切面上以硬度計(Penetrometer F327)測單位面積內穿刺果肉所需最大重量，每個果實測量切面上對應之兩點求其平均值。讀取單位為 $1b/cm^2$ ，並將讀值換算為牛頓力(N)，作為表示硬度之單位。

(四)、果實全可溶性固形物之判斷

將柿果自果頂 1/3 處橫切後，於心室間之果肉擠出果汁，以手持折射計(Hand refractometer, Atago, Model N1)，測定果汁中全可溶性固形物(total soluble solid, TSS)的含量為代表。單位以 °Brix 表示之。

(五)、果實呼吸率及乙烯釋放率

使用呼吸率及乙烯釋放率之測定裝置。此裝置係採用流動板(flow boards)系統，空氣流速以每小時交換呼吸缸容積大小的氣體一次為原則。將 6 顆果實分為 3 重複，每重複有

2 顆果實，於 25°C 下，每日固定時間取樣測定。測定時以塑膠針筒抽取缸內 1ml 氣體，樣品以紅外線二氧化碳分析儀(IR-analyzer, Maihak, UNOR610)測量二氧化碳濃度，計算其呼吸率，單位以 ml CO₂/kg-hr 表示；乙烯釋放率之測定方法如上所述，並以氣相層析儀(Gas chromatograph, Shimadzu, Model GC-8A-FID)測量乙烯濃度，計算其乙烯釋放量，單位以 μl/kg-hr 表示。

(六)、袋內二氧化碳、乙烯及氧氣之測定方法

測定時以塑膠針筒抽取塑膠袋內 1ml 氣體，樣品以紅外線二氧化碳分析儀測定二氧化碳濃度，單位為%；乙烯以氣相層析儀測定乙烯濃度，單位為 ppm；氧氣以氧氣分析儀(Oxygen analyzer, Toray mocon)測量，單位為%。每種處理各 2 重複。

結 果

一、袋內氧氣、二氧化碳及乙烯濃度之變化

貯藏 1、1.5 及 2 個月時袋內氧氣濃度以打洞處理者最高，包裝 5 層聚乙烯袋者最低，其他包裝層數袋內氧氣變化沒有明顯的規律性；二氧化碳濃度隨包裝層數之增加而顯著上升，其濃度在包裝 5 層聚乙烯袋中最高，但貯藏 2 個月時以填充氮氣處理者有最高的二氧化碳濃度，而打洞處理者最低；乙烯濃度在貯藏 1 個月時，所有包裝處理皆微不可測，在貯藏 1.5 及 2 個月時，包裝 2 層聚乙烯袋者有最高的乙烯濃度，至於其他處理之乙烯濃度並未有規律的變化(表 1)。

二、果實呼吸率及乙烯釋放率

呼吸率方面，貯藏 1 個月後回溫 3 天期間各處理之呼吸率都沒有明顯的差異，在貯藏 1.5 個月時只有包裝 3 及 5 層明顯較其他處理高，在貯藏 2 個月後包裝 1 層處理者對於呼吸率有較明顯之抑制作用，其他處理則差異性不大(圖 1)。乙烯釋放率方面，貯藏 1 個月後回溫期間以包裝 4 層處理者相較於其他處理有較低的乙烯釋放率，其次為包裝 3 層處理，貯藏 1.5 個月時各處理間除了打洞及包裝 1 層處理者之乙烯釋放率較低之外，其他都差異不大，貯藏 2 個月時，只有填充氮氣者之乙烯釋放率顯著低於其他處理(圖 1)。

三、果實硬度及全可溶性固形物

貯藏前果實硬度為 155.1N，在貯藏 1、1.5 及 2 個月後各處理間都沒有顯著性差異；在回溫 3 天後，貯藏 1 個月時各處理之硬度都有顯著高於打洞處理，其中以包裝 4 層聚乙烯袋者有最大的硬度(105N)，貯藏 1.5 個月時各處理間在統計上都沒有差異，貯藏 2 個月時包裝 3 層者有最高的硬度(28.9N)，其次為包裝 2 層者(18.6N)；其他處理如打洞、包裝 1 層及填充氮氣者，果肉已呈半透明水浸狀或泥狀且嚴重軟化(表 2)。

全可溶性固形物方面，貯藏前為 15.3°Brix，在各貯藏時間後打洞處理者都含有最高的全可溶性固形物，貯藏 1 個月時包裝 3 層者及貯藏 1.5 個月時包裝 3 及 5 層者含有最低

的全可溶性固形物，貯藏 2 個月時以填充氮氣者有最少的全可溶性固形物；回溫 3 天後，貯藏 1 個月時包裝 5 層者含量最少(13.0°Brix)，貯藏 2 個月時包裝 4 層者含量最低(13.9°Brix)，其他處理與打洞處理之全可溶性固形物大約在 17.8-14.3°Brix 之間，顯示經聚乙烯袋包裝及填充氮氣處理相較於打洞處理者能延緩果實的後熟(表 2)。

四、果皮及果肉顏色

果皮 L 值在貯藏 1、1.5 及 2 個月後各處理之間除貯藏 2 個月時包裝 5 層及填充氮氣者顯著較差之外，其他處理在統計上並沒有差異；回溫 3 天後，與打洞處理者比較，貯藏 1 及 1.5 個月時以包裝 4 及 3 層者有最高的 L 值(55.5 及 53.8)，至貯藏 2 個月時包裝 4、5 層及填充氮氣者較打洞處理者差，其他處理在統計上與打洞處理者之間差異未達顯著水準(表 3)。果肉部分，貯藏 1 個月時包裝 3 及 5 層之明度最高，貯藏 1.5 個月時打洞處理者有最低之 L 值，貯藏 2 個月時以包裝 3 及 5 層者較佳；回溫 3 天後，包裝 2 層以下的果實在貯藏 1 個月回溫後已明顯呈半透明水浸狀，統計結果顯示回溫後貯藏 1 個月時包裝 1 層者有最高的 L 值，可能受到水浸狀的影響，貯藏 1.5 及 2 月時以包裝 2、3、5 層者有較佳的 L 值，但包裝 3 層以下之果肉已產生明顯的褐化現象(表 3)。

表 1. 不同聚乙烯袋包裝層數及填充氮氣處理對`富有`甜柿果實於 1°C 貯藏 1、1.5、2 個月後，袋內氧氣、二氧化碳及乙烯之濃度

Table 1. Chang in concentration of oxygen, carbon dioxide, and ethylene in polyethylene bag to pack `Fuyu` persimmon fruits during storage at 1°C for 1, 1.5, 2 months.

處理 Treatment	氧氣 Oxygen (%)			二氧化碳 Carbon dioxide (%)			乙烯 Ethylene (ppm)	
	1 ^y	1.5	2	1	1.5	2	1.5	2
Perforated PE	20.20 a ^z	20.20 a	20.15 a	0.02 d	0.00 c	0.10 d	0.00 c	0.02 b
1 lay PE	13.95 b	16.10 ab	15.90 ab	1.77 c	1.70 bc	1.58 c	0.23 ab	0.09 ab
2 lays PE	13.95 b	7.55 b	10.95 cd	2.54 c	4.10 ab	3.81 b	0.38 a	0.16 a
3 lays PE	12.40 b	7.90 b	10.80 cd	3.58 b	4.99 a	4.23 b	0.10 bc	0.01 b
4 lays PE	13.25 b	13.85 ab	14.15 bc	4.37 b	4.58 a	4.28 b	0.05 bc	0.01 b
5 lays PE	6.90 a	8.05 b	5.25 e	6.21 a	6.85 a	4.07 b	0.13 bc	0.03 ab
PE+N ₂			7.90 de			7.00 a		0.08 ab

^z Means within columns followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y Storage time (months).

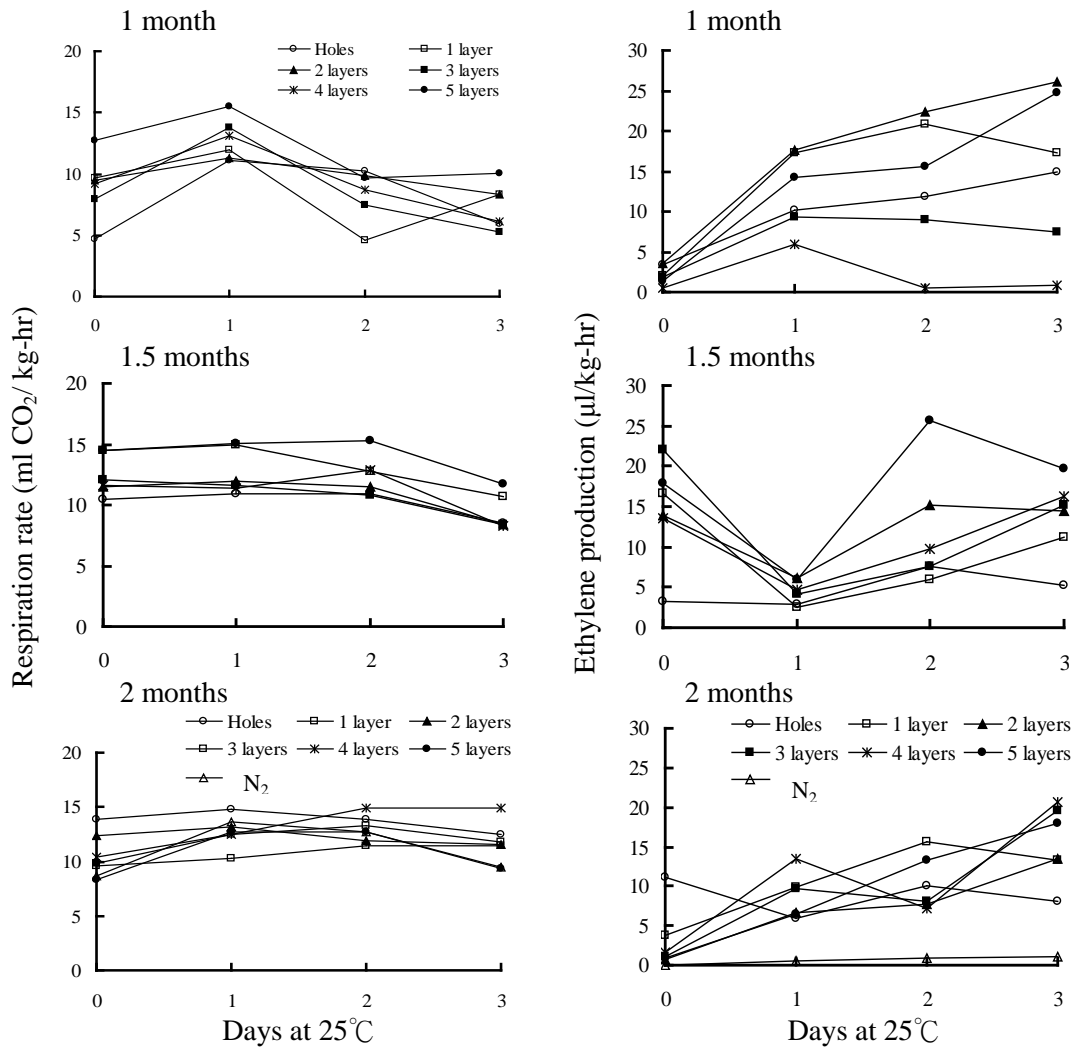


圖 1. 不同聚乙烯袋包裝層數及填充氮氣處理對`富有`甜柿果實呼吸率及乙烯釋放率之變化

Fig. 1. Changes in respiration rate and ethylene production of `Fuyu` persimmon fruits treated with different layers and fill N₂ of polyethylene bag during storage at 1°C for 1, 1.5, 2 months and then transfer to 25°C.

表 2. 不同聚乙烯袋包裝層數及填充氮氣處理對`富有`甜柿果實硬度及全可溶性固形物之影響

Table 2. Effect of the layers and fill N₂ of polyethylene bag on the firmness and total soluble solid of `Fuyu` persimmon fruits before storage at 1°C for 1, 1.5, 2 months.

處理 Treatments	硬度 Firmness (N)			全可溶性固形物 Total soluble solid (°Brix)		
	1 ^y	1.5	2	1	1.5	2
	Before treatment	155.1				
After storage at 1°C						
Perforated PE	203.9 a ^z	109.1 a	71.4 a	16.7 a	17.6 a	16.6 a
1 lay PE	219.8 a	92.3 a	97.4 a	14.6 ab	17.0 ab	14.6 ab
2 lays PE	188.3 a	112.6 a	86.8 a	15.1 ab	15.0 ab	15.0 ab
3 lays PE	188.4 a	96.6 a	105.8 a	14.3 b	14.6 b	14.7 ab
4 lays PE	188.4 a	103.7 a	82.6 a	14.6 ab	15.9 ab	14.6 ab
5 lays PE	188.4 a	105.7 a	104.5 a	14.8 ab	14.2 b	14.4 ab
PE+N ₂			90.5 a			14.1 b
After 3 days at 25°C						
Perforated PE	22.0 c	20.9 a	5.1 c	17.6 a	16.7 a	17.8 a
1 lay PE	21.7 c	6.4 a	11.5 bc	15.3 ab	16.9 a	16.7 ab
2 lays PE	31.1 c	19.0 a	18.6 ab	14.8 ab	15.0 a	15.0 bc
3 lays PE	71.7 ab	17.5 a	28.9 a	15.1 ab	16.2 a	14.3 bc
4 lays PE	105.0 a	21.1 a	16.0 abc	15.5 ab	15.4 a	13.9 c
5 lays PE	47.1 bc	10.5 a	17.4 abc	13.0 b	15.6 a	15.3 bc
PE+N ₂			11.3 bc			14.8 bc

^z、^y 敘述如表 1

^z, ^y as described in table1.

表 3. 不同聚乙烯袋包裝層數及填充氮氣處理對`富有`甜柿果皮及果肉顏色明度之影響
 Table 3. Effect of the layers and fill N₂ of polyethylene bag on the L value of peel and pulp of
 `Fuyu` persimmon fruits before storage at 1°C for 1, 1.5, 2 months.

處理 Treatments	明亮度 L value					
	果皮 Peel			果肉 Pulp		
	1 ^y	1.5	2	1	1.5	2
Before treatment	58.4			58.0		
After storage at 1°C						
Perforated PE	56.5 a ^z	56.0 a	58.6 a	57.1 b	55.6 b	53.3 b
1 lay PE	56.7 a	57.5 a	58.6 a	59.2 ab	59.5 a	56.8 ab
2 lays PE	54.8 b	55.9 a	58.6 a	57.2 b	59.0 a	55.5 ab
3 lays PE	56.1 ab	56.6 a	57.5 ab	61.3 a	57.1 ab	59.2 a
4 lays PE	56.9 a	55.6 a	57.4 ab	58.4 ab	59.3 a	57.5 ab
5 lays PE	57.1 a	57.1 a	56.7 b	60.3 a	59.3 a	58.8 a
PE+N ₂			56.5 b			57.3 ab
After 3 days at 25°C						
Perforated PE	50.0 bc	47.0 b	56.2 a	53.4 ab	39.0 ab	32.7 b
1 lay PE	45.8 c	45.9 b	54.7 a	57.4 a	36.4 b	38.2 ab
2 lays PE	47.1 c	52.0 ab	54.3 a	48.2 bc	45.1 a	43.3 a
3 lays PE	52.4 ab	53.8 a	53.7 a	44.2 c	43.9 a	43.6 a
4 lays PE	55.5 a	50.8 ab	47.9 b	40.9 c	41.4 ab	38.3 ab
5 lays PE	52.6 ab	50.8 ab	47.3 b	47.3 bc	41.8 ab	42.3 a
PE+N ₂			43.2 b			37.0 ab

^z、^y 敘述如表 1

^z、^y as described in table1.

表 4. 不同聚乙烯袋包裝層數及填充氮氣處理對`富有`甜柿果皮及果肉顏色彩度之影響
 Table 4. Effect of the layers and fill N₂ of polyethylene bag on the chroma of peel and pulp of
 `Fuyu` persimmon fruits before storage at 1°C for 1, 1.5, 2 months.

處理 Treatments	彩度 Chroma					
	果皮 Peel			果肉 Pulp		
	1 ^y	1.5	2	1	1.5	2
Before treatment	56.9			39.9		
After storage at 1°C						
Perforated PE	63.1 a ^z	67.8 a	58.3 a	43.5 a	44.2 a	39.9 a
1 lay PE	64.7 a	66.9 a	57.8 a	38.1 b	42.1 ab	36.7 a
2 lays PE	63.1 a	67.6 a	59.2 a	38.1 b	40.6 ab	39.2 a
3 lays PE	62.8 a	66.7 a	60.1 a	37.3 b	39.3 b	37.4 a
4 lays PE	61.3 a	65.2 ab	59.2 a	38.5 b	41.4 ab	37.8 a
5 lays PE	64.1 a	61.9 b	56.6 a	37.8 b	40.1 b	36.9 a
PE+N ₂			60.9 a			39.3 a
After 3 days at 25°C						
Perforated PE	50.4 bc	49.4 bc	36.0 b	38.8 a	32.7 ab	25.3 a
1 lay PE	45.3 c	45.7 c	41.6 b	37.6 a	30.9 b	30.3 a
2 lays PE	48.9 c	59.9 ab	55.7 a	34.9 ab	38.0 a	33.1 a
3 lays PE	58.5 a	61.7 a	55.0 a	35.9 ab	36.1 ab	31.7 a
4 lays PE	59.6 a	53.3 abc	57.1 a	30.7 b	31.8 ab	29.7 a
5 lays PE	57.2 ab	50.3 bc	50.1 a	35.4 ab	33.4 ab	32.3 a
PE+N ₂			38.9b			29.0 a

^z、^y 敘述如表 1

^z, ^y as described in table1.

果皮 C 值，取出當天只有貯藏 1.5 個月時，包裝 5 層者顯著低於與打洞處理；回溫 3 天後，C 值下降的幅度隨貯藏時間增長而上升，觀察發現打洞處理在回溫後 C 值降幅最大，貯藏 1 個月時包裝 3 及 4 層者、貯藏 1.5 個月時包裝 3 層者及貯藏 2 個月時包裝 2、3、4、5 層者有顯著高於打洞處理(表 4)。果肉部分，貯藏 1 及 1.5 個月時打洞處理之 C 值顯著高於其他處理，但貯藏 2 個月時各處理間在統計上則無顯著性差異；回溫 3 天後，貯藏 1 個月時打洞及包裝 1 層處理者有最佳的 C 值，貯藏 1.5 個月時以包裝 2 層之 C 值顯著高於其他處理，可能受其已顯著軟化，顏色偏橘色所影響，而貯藏至 2 個月時，各處理之間無顯著性差異(表 4)。

果皮 H 值，於低溫後取出當天，只有貯藏 1 及 2 個月後包裝 5 層者顯著有最大之 H 值(75.4)；在回溫後各處理果實之 H 值皆顯著下降，果色明顯轉紅，其中貯藏 1、1.5 及 2 個月包裝 2 層以下及填充氮氣處理之果實已過熟，顏色轉為暗紅色，而貯藏 1 個月包裝 4 層及貯藏 2 個月包裝 5 層者有最高之 H 值，外觀果色偏黃(表 5)。果肉部分，在取出當天，貯藏 1 個月時包裝 1 及 3 層之 H 值顯著高於其他處理，貯藏 1.5 個月時各處理之 H 值都顯著高於打洞處理；在回溫 3 天後，貯藏 1 個月時僅包裝 3 層者之 H 值顯著低於其他處理，及貯藏 2 個月時包裝 5 層者有最大之 H 值。綜合上述結果，各處理之果皮及果肉顏色在經不同時間貯藏後，大部分都較打洞處理者佳，果皮部分以包裝 4 層聚乙烯袋者有較好的維持效果，其次為包裝 3 及 2 層；果肉部分，則以包裝 2 層處理為最佳，其次為 3 層。

討 論

為維持採收後的果實品質，低溫冷藏是最常使用的技術，其能有效延緩果實後熟及品質劣變，然而在低溫期間可能會導致果實發生生理病害(Smith *et al.*, 1987)，但果實採收後利用包裝處理可以減少生理障礙的發生。包裝材料主要以塑膠質材如聚乙烯(polyethylene, PE)和聚氯乙烯(polyvinyl chloride, PVC)使用最多，此種氣變(modified atmosphere, MA)處理最後會導到產品周圍二氧化碳濃度上升和氧氣下降，並能降低蒸散作用，如此呼吸率及乙烯釋放率降低，得以減緩老化而延長櫥架壽命(Ali and Lazan, 1998)。本試驗有相似的结果，袋內二氧化碳濃度隨包裝層數之增加而顯著上升，氧氣及乙烯濃度則為下降的趨勢(表 1)，番木瓜以氣變包裝處理，袋內氧氣濃度降為 3-6%，二氧化碳濃度提高至 8-10%，具有減少果實失水、延緩後熟及降低果實寒害的作用(González-Aguilar *et al.*, 2003)，本試驗中，不同 PE 袋層數彼此間之呼吸率差異不大，在貯藏 2 個月後包裝 1 層處理者對於呼吸率有較顯著的抑制作用(圖 1)。乙烯釋放率方面，貯藏 2 個月時，只有填充氮氣者之乙烯釋放率顯著低於其他處理(圖 1)。

表 5. 不同聚乙烯袋包裝層數及填充氮氣處理對`富有`甜柿果皮及果肉顏色色相之影響
 Table 5. Effect of the layers and fill N₂ of polyethylene bag on the hue angle of peel and pulp of `Fuyu` persimmon fruits before storage at 1°C for 1, 1.5, 2 months.

處理 Treatments	色相 Hue angle					
	果皮 Peel			果肉 Pulp		
	1 ^y	1.5	2	1	1.5	2
Before treatment	70.0			68.1		
After storage at 1°C						
Perforated PE	72.5 abc ^z	71.5 a	66.1 b	66.4 c	65.2 b	66.0 a
1 lay PE	68.5 cd	71.6 a	66.8 b	69.8 a	69.2 a	68.3 a
2 lays PE	67.5 d	73.4 a	68.3 b	65.9 c	70.6 a	68.7 a
3 lays PE	69.9 bcd	72.5 a	69.1 b	70.9 a	68.2 ab	70.2 a
4 lays PE	74.1 ab	73.4 a	70.3 b	67.2 bc	69.4 a	68.7 a
5 lays PE	75.4 a	72.5 a	75.8 a	69.5 ab	69.4 a	69.8 a
PE+N ₂			73.0 b			67.4 a
After 3 days at 25°C						
Perforated PE	61.4 bc	64.7 a	57.9 b	65.8 ab	63.4 a	62.3 c
1 lay PE	55.5 c	57.9 a	57.7 b	67.8 a	74.5 a	66.2 abc
2 lays PE	58.6 bc	64.3 a	62.3 ab	66.9 a	65.5 a	68.5 ab
3 lays PE	61.4 bc	64.7 a	62.9 ab	58.8 b	64.3 a	67.1 abc
4 lays PE	69.1 a	66.7 a	63.7 ab	67.5 a	63.7 a	64.2 bc
5 lays PE	63.5 ab	61.2 a	68.0 a	71.9 a	66.2 a	70.1 a
PE+N ₂			61.3 ab			64.7 bc

^z, ^y 敘述如表 1

^z, ^y as described in table1.

Ben-Arie 和 Zutkhi(1992)指出以色列地區的`富有`柿果使用低密度聚乙烯(low-density polyethylene, LDPE)膜包裝，貯藏於 0°C，以 0.06mm LDPE 膜包裝者膜內氣體為 13.8% 氧

氣、3.8%二氧化碳，而以 0.08mm LDPE 膜包裝者膜內氣體為 5.8%氧氣與 7%二氧化碳，貯藏壽命可達 6~18 週；可延遲果實的軟化，並抑制柿果果皮的褐變及果肉崩解產生的生理病變。Ito(1971)及鄭氏(2001)將`富有`柿果以 0.06mm 聚乙烯包裝，亦有相似的結果，但本試驗結果顯示，聚乙烯袋包裝處理僅適用於短期貯藏，對於長期貯藏則不具維持品質的效果，在貯藏 1.5 及 2 個月回溫 3 天後，各處理之果實皆已嚴重軟化(表 2)，果肉外觀呈半透明水浸狀或泥狀。另推測其原因亦可能與採收時期有關，本試驗果實於 2004 年 11 月 7 日採收，Kato(1987)指出在不同的溫度下，柿果的軟化速度不同，且果實達到某一生理成熟度時，果實便會有快速軟化的現象，石氏(2004)的試驗中也觀察到類似情形，11/25-12/9 成熟度採收之柿果，在採收後 2 週，即發生硬度迅速下降的情形。

Forney 與 Lipton(1990)指出氣變包裝可減輕對低溫敏感之園產品的寒害症狀。鳳梨經低溫貯藏後容易有黑心病(blackheart)的發生(Zhou *et al.*, 2003)，但果實採收後利用包裝處理可以減少生理障礙的發生，`新高`梨貯藏期間套 PE 袋能減少果皮褐變發生(Seo *et al.*, 2000)，香蕉以氣變包裝(modified atmosphere packaging, MAP)，經低溫貯藏後，能顯著降低呼吸率、乙烯釋放率，並抑制果皮內苯丙胺酸裂解酶(phenylalanine ammonia-lyase, PAL)、多酚氧化酵素(polyphenol oxidase, PPO)之活性、維持酚類化合物含量，減少果皮生理斑點之發生(Choehom *et al.*, 2004; Nguyen *et al.*, 2004)，但本試驗結果顯示，雖然，聚乙烯包裝確實能提高袋中之二氧化碳濃度及降低氧氣濃度(表 1)，品質部分，以包裝 3 及 4 層者有最佳維持果實色澤及硬度的效果(表 1、2)。將袋內氣體變化與品質相對照後，以聚乙烯包裝方式，使袋內氧氣降至 7-14%間，二氧化碳升至 3.6-5.0 之間，可獲得較佳的品質，但單獨使用聚乙烯包裝對維持貯藏後`富有`柿果之品質效果不佳，應配合其他處理使用之。

參 考 文 獻

- 石茂盈。2004。`富有`甜柿採收成熟度與貯藏技術之研究。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台灣：台中。pp. 3-9, 64-69.
- 林榮貴。1996。柿品種的演化與分類。農業世界 159: 47-51。
- 鄭雅凌。2001。柿果貯藏之研究。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台灣：台中。pp. 87-103。
- Ali, Z. M. and H. Lazan. 1998. Guava. pp.145-165. In: S. K. Mitra (ed.) Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. CAB International., New Yourk.
- Ben-Arie, R. and Y. Zutkhi. 1992. Extending the storage life of `Fuyu` persimmon by modified-atmosphere packing. HortScience 27: 811-813.
- Choehom, R., S. Ketsa, and W. G. Doorn. 2004. Senescent spotting of banana peel is inhibited

- by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biol. Technol.* 31: 167-175.
- Forney, C. F. and W. J. Lipton. 1990. Influence of controlled atmospheres and packaging on chilling injury. pp. 257-267. In: C. Y. Wang (ed) *Chilling injury of horticultural crops*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- González-Aguilar, G. A., J. B. Buta, and C. Y. Wang. 2003. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya 'Sunrise'. *Postharvest Biol. Technol.* 28: 361-360.
- Ito, S. 1971. The persimmon. pp. 281-302. In: A. C. Hulme (ed.) *The Biochemistry of fruits and Their Product*. Vol.2. Academic. Press, New York and London.
- Kato, K. 1987. Astringency removal and ripening as related to temperature during the de-astringency by ethanol in persimmon fruits. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 55: 498-509.
- MacRae, E. A. 1987. Development of chilling injury in New Zealand growth 'Fuyu' persimmon during storage. *New Zealand J. Exp. Agric.* 15: 333-344.
- Nguyen, T. B. Thuy., S. Ketsa, and W. G. V. Doorn. 2004. Effect of modified atmosphere packaging on chilling-induced peel browning in banana. *Postharvest Biol. Technol.* 31: 313-317.
- Seo, J. H., Y. S. Hwang, J. P. Chun, and J. C. Lee. 2000. Influence of pre- and post-harvest treatment on the occurrence of skin blackening and fruit quality in 'Nittaka' pears. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41: 602-606.
- Smith, S., G. John, and S. John. 1987. Production of modified atmospheres in delicious fruits by the use of films and coating. *HortScience* 25: 772-776.
- Zhou, Y, J. M. Dahler, S. J. R. Underhill, and R. B. H. Wills. 2003. Enzymes associated with blackheart development in pineapple fruit. *Food Chem.* 80: 565-572.

Effect of Package on the Quality of `Fuyu` Persimmon (*Disopyros kaki* L.) Fruits during Cold Storage

Szu-Chi Huang ¹⁾ Ching-Chang Shiesh ²⁾

Key words: Persimmon fruit, Chilling injury, Gas, Quality

Summary

Browning and softening are the main reasons of shortening the long term storage of `Fuyu` persimmon fruits stored in low temperature. The objectives of this experiment are to find out effective method to inhibit browning and softening of fruits, to increase storage period and extend supply stage, to maintain best quality with proper concentration with oxygen and dioxide of `Fuyu` persimmon fruits. Results of the wrapping of different layers and filling N₂ in polyethylene bag will conspicuously increase carbon dioxide and reduce oxygen concentration, and change in ethylene concentration was irregular, however package with 2 layers had highest ethylene concentration, i.e. storage period up to 1.5 months reaches 0.4ppm, and reduces to 0.2ppm when storage is 2 months period.

The package with 5 layers had lowest respiration rate and ethylene production of fruits. The package with 3 and 4 layers had best effect in color and firmness of fruits. According to relation between the gas in the polyethylene bag and quality of fruits. It can get better quality to reduce oxygen concentration to 7-14% and increase dioxide concentration to 3.6-5.0%.

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

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

Corresponding author.

