

## 貯藏溫度及果實大小對'富有'甜柿果實品質之影響

石茂盈<sup>1)</sup> 洪登村<sup>2)</sup> 謝慶昌<sup>3)</sup>

關鍵字：甜柿、寒害、果實大小、軟化、貯藏壽命

**摘要：**本試驗之目的在調查'富有'甜柿果實不同貯藏溫度及不同果實大小對果實貯藏品質之影響，以了解'富有'甜柿果實之最佳貯藏方式及適合貯藏果實大小，以減少貯藏期間果實損失之發生。結果顯示，'富有'甜柿果實在 1°C 下貯藏有較佳的貯藏品質，果實於貯藏 4 週後可維持較高硬度，貯藏壽命約 4 星期；而於 3~15°C 貯藏時，果實嚴重軟化喪失商品價值。因此，'富有'甜柿果實建議貯藏溫度為 1°C。此外，本試驗將不同大小'富有'甜柿果實貯藏於 1°C 下，結果顯示，以 225-265g 之小型果實硬度維持 63.8 N，1°C 貯藏 4 週後以小果有較佳貯藏品質。

### 前 言

柿(*Diospyros kaki* L. or *Diospyros kaki* Thunb)為柿樹科(Ebenaceae)，柿屬(*Diospyros*)之多年生落葉溫帶果樹之一，原產於亞洲東部，分佈於中國華中、華南、日本、朝鮮半島及台灣(林, 1993)。根據 2002 年農業統計年報指出，目前柿種植面積為 3,277 公頃，年產量約 34,747 公噸。台灣柿之主要產區在中、南部海拔 1000 公尺以下的山坡地，集中在新竹、苗栗、台中、嘉義等縣，其中以台中縣最多，'富有'甜柿屬完全甜柿品系，在中海拔山區(海拔 850M)果實 11 月上旬成熟(溫, 1995)。果實為橙紅色，果肉細緻、粉質多汁，糖度高可達 14-16 °Brix，是目前日本與台灣栽培面積最多之甜柿品種(林, 1996)。由於甜柿採收後不需脫澀即可食用且單價高，栽培面積正快速增加中，台灣甜柿收穫面積約 1,348 公頃，但種植面積高達 2,142 公頃，未來隨樹齡及收穫面積增加，產量勢必大增(林, 2003)。因此，為延長'富有'甜柿之供貨期及減少貯藏期間的損失，嘗試以低溫貯藏'富有'甜柿果實及不同果實大小進行貯藏，期能找出'富有'柿果之適宜貯藏溫度及時間，以了解省產'富有'

- 
- 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。
  - 3) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

甜柿之耐貯性，及最適貯藏果實大小。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

本實驗所選用之材料品種'富有'(Fuyu)甜柿果實採自台中雙崎練姓果園，海拔高度約 650M。果實以一般園藝成熟度為準，採收後即送回實驗室，挑選果實顏色一致，無外傷之果實為實驗材料。

### 二、試驗方法

#### (一) 不同溫度貯藏對'富有'甜柿果實貯藏品質之影響

本試驗果實採收於 2002 年 12 月 2 日，供試驗果實大小為 263-300 公克，各貯藏溫度貯藏 45 個柿果，每 15 個果實以厚 0.07 mm 之 PE 袋包裝，袋口密封(相對濕度 95% 以上)，分別貯藏於 1、3、6、9、12 及 15°C，貯藏 4、8 及 12 週，貯藏後每 4 週各貯藏溫度取出 15 個果實調查果皮顏色，並於 25°C 下回溫 3 天，回溫後調查果皮顏色、全可溶性固形物及果實硬度等品質項目。

#### (二) 果實大小對'富有'甜柿果實貯藏品質之影響

本試驗果實採收於 2003 年 12 月 17 日，供試驗果實大小分別為 225-263 g, 300-338 g, 375-413g，各重量大小中挑選出 20 個柿果以 0.04 mm 的 PE 袋逐果扭結包裝，隨後貯藏於 1°C 的恆溫箱中(相對濕度 95% 以上)，貯藏後 4 及 8 週，各取出 10 個果實於 25°C 下回溫 3 天，回溫期間每日測量果實呼吸率及乙烯釋放率，回溫後調查果皮顏色、全可溶性固形物及果實硬度等品質項目。

### 三、調查項目及方法

#### (一) 果皮顏色之測定

待測之柿果於果實赤道處以色差儀(Handy colorimeter, Nippon Denshoku 出品, Model NR-3000)分別測定 L、a、b 之值，每果測定 2 點。L 值表示果實之明亮度，再以  $\tan^{-1}(b/a)$  計算出色相角度(hue angle)，表示果實顏色色相之變化，色相角度 0 度=紅色-紫色(red-purple)，90 度為黃色(yellow)，180 度=藍-綠色(bluish-green)，270 度為藍色(blue)；色彩之濃度深淺可利用  $(a^2+b^2)^{1/2}$  之公式計算出 chroma(C)值，此數值越高代表色彩越濃。

#### (二) 果肉硬度之測定

將柿果自果頂 1/3 處橫切，於心室間果肉處以硬度計(Penetrometer F327)測定單位面積內穿刺果肉所需之最大重量，測定 2 點求其平均值。讀取單位為  $1 \text{ b/cm}^2$ ，讀值乘以 9.8 除以所用探針之面積後可換算為牛頓力(N)做為表示硬度單位。

#### (三) 果實全可溶性固形物之測定

將柿果自果頂 1/3 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。

#### (四) 呼吸率及乙烯釋放率之測定

呼吸率及乙烯釋放率之測定裝置，係採用 Claypool 及 Keefer(1942)所設計之流動版(flow boards)系統，利用水位和毛細管控制連續流經每一個呼吸缸之空氣流速，引進室外的新鮮空氣，先流經含高錳酸鉀的淨氣瓶後，再通入裝有蒸餾水之空氣濕化瓶(humidifier)，最後再通入呼吸缸中。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。測定時用塑膠針筒抽取 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，CO<sub>2</sub> 單位以 ml/kg-hr 表示。乙烯釋放率之測定如上所述以氣相層析儀(gas chromatograph, Shimadzu. Model GC-8A-FID)測量乙烯濃度，計算其乙烯釋放量，C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 單位以 μl/kg-hr.表示。

## 結 果

### 一、不同溫度貯藏對'富有'甜柿果實貯藏品質之影響

'富有'甜柿果採收時果實硬度為 92.3 N，各貯藏溫度在貯藏 4 週回溫 3 日後，果實硬度明顯下降，1、3、6、9、12 及 15°C 皆有軟化情形；其中 1°C 有較其他貯藏溫度硬度稍硬。貯藏至 8 週時，各貯藏溫度果實已明顯軟化(表 1)，果實外觀呈現局部水浸透明化，其餘溫度無顯著性差異，但以 1°C 的果實硬度最高(15.8 N)；至 12 週時，3、6、9、12 及 15°C 已無果實可供調查(表 1)。

'富有'甜柿果實採收時全可溶性固形物為 14.5 °Brix(表 2)。在貯藏 4 週及回溫處理 3 日後，貯藏於 6°C 下的果實其全可溶性固形物與 3°C 果實相較偏低(13.6 °Brix)；其他貯藏溫度果實全可溶性固形物無明顯變化，在不同溫度及貯藏期間，並無明顯差異(表 2)。

'富有'於採收後果皮為橙色，L、C、H 值分別為 48.1、37.3、50.2(表 3、4、5)。以 L 值而言，大致隨貯藏期間增加而下降，在貯藏 4 週時，剛移出時貯藏於 6°C 下的果皮顏色 L 值最低，呈現以 6°C 為中點隨貯藏溫度增加或下降果實 L 值上升的趨勢(表 3)，顯示 6°C 為甜柿果實寒害最嚴重的溫度，症狀在回溫期間後更加明顯；貯藏 8 週時，15°C 的果實在貯藏期間已嚴重軟化無法測量取得數據，經回溫 3 天後貯藏於 9 及 12°C 的果實也嚴重軟化，1°C 雖取出時有較高 L 值，但經回溫 3 天後，各處理果實皆已呈現半透明，L 下降的情形更為明顯；貯藏至 12 週時，僅剩以 1°C 和 3°C 的果實可供測量，但由外觀視之，果皮已呈現半透明化的生理障礙。

表 1. 貯藏溫度及時間對'富有'甜柿硬度之影響

Table 1. Effect storage temperature and duration on firmness of 'Fuyu ' persimmon fruits after stored and then shelved at 25°C for 3 days.

Temp.(°C)	Firmness (N)			
	0 week <sup>y</sup>	4weeks	8weeks	12 weeks
1	92.3	17.4 a <sup>z</sup>	15.8 a	7.2
3	92.3	5.1 b	2.5 a	--
6	92.3	1.2 b	-- <sup>x</sup>	--
9	92.3	9.0 b	--	--
12	92.3	2.7 b	--	--
15	92.3	6.6 b	--	--

<sup>z</sup>: Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>y</sup>: Fruits were harvested on 2002.12.2.

<sup>x</sup>: Decayed fruits, no data recorded.

表 2. 貯藏溫度及時間對'富有'甜柿全可溶性固形物之影響

Table 2. Effect storage temperature and duration on total soluble solid of 'Fuyu' persimmon fruits after stored and then shelved at 25°C for 3 days.

Temp.(°C)	Total soluble solid (°Brix)			
	0 week <sup>y</sup>	4 weeks	8 weeks	12 weeks
1	14.5	13.9 ab <sup>z</sup>	15.0 a	15.2 a
3	14.5	14.7 a	14.6 a	14.6 a
6	14.5	13.6 b	-- <sup>x</sup>	--
9	14.5	14.7 ab	--	--
12	14.5	14.2 ab	--	--
15	14.5	14.0 ab	--	--

<sup>z</sup>: Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>y</sup>: Fruits were harvested on 2002.12.2.

<sup>x</sup>: Decayed fruits, no data recorded.

表 3. 貯藏溫度及時間對'富有'甜柿果皮明度(L 值)之影響

Table 3. Effect of storage temperature and duration on the lightness (L value) of peel of 'Fuyu' persimmon fruits.

Temp. (°C)	L value of peel						
	0 week	4 weeks <sup>x</sup>		8 weeks		12 weeks	
		A <sup>y</sup>	B <sup>y</sup>	A	B	A	B
1	48.1	45.6 a <sup>z</sup>	33.2 cd	38.7 a	37.0 a	34.9 a	32.6 a
3	48.1	38.5 b	34.6 bc	36.6 b	35.3 b	34.7 a	32.5 a
6	48.1	33.4 c	31.2 d	30.0 d	31.9 c	--	--
9	48.1	35.4 c	32.9 cd	31.1 d	--	--	--
12	48.1	39.6 b	37.2 b	34.0 c	--	--	--
15	48.1	45.3 a	41.9 a	-- <sup>w</sup>	--	--	--

<sup>z</sup>: Means within the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>y</sup>: A= Just then rewarmed to 25°C from various temperature. B= After shelved at 25°C for 3days.

<sup>x</sup>: Fruits were harvested on 2002.12.2.

<sup>w</sup>: Decayed fruits, no data recorded.

貯藏 4 週後，'富有'果實 C 值均有下降的趨勢(表 4)，經回溫 3 天後，12 及 15°C 讀值較高，貯藏於 6°C 果實最低，C 值明顯降低，果肉已呈現半透明狀，而 1°C 貯藏之果實剛取出時與回溫 3 天後降幅最大(達 15.5)，可知貯藏於 12°C 以下果實皆已發生寒害。貯藏至 8 週時，與 4 週時有類似的情形，雖然貯藏於 1°C 時最高，但其外觀皆已呈現半透明化。至貯藏 12 週時，除 1°C 及 3°C 仍有果實可供測量外，貯藏於較高溫度之柿果皆已嚴重腐爛，但 1°C 及 3°C 果實亦呈現半透明，兩者並沒有顯著的差異。

以 H 值而言(表 5)，貯藏 4 週時，回溫前有隨著貯藏溫度增加而下降的趨勢，也就是貯藏在較高溫度果皮顏色較紅，且除 1°C 外，貯藏前後比較，果實有小幅度轉紅趨勢，經回溫 3 天後更是明顯。貯藏 8 週後與 4 週時趨勢相同，各溫度的果實皆有轉紅趨勢，但果實已軟化，失去商品價值。貯藏 12 週後果實相較於貯藏前有較大幅度轉紅，以貯藏在 1°C 為例，果皮 H 讀值下降 5.3，代表果實在貯藏期間仍有轉色能力。綜合以上，'富有'甜柿果在不同貯藏溫度下，果實外觀顏色隨貯藏期間增加而轉暗(L 值下降)，果皮顏色持續轉紅(H 值下降)，但發生寒害現象時 C 值會顯著下降，此時果實呈半透明狀，不同貯藏溫度之顏色變化趨勢相似，貯藏在 15°C 的果實雖然沒有明顯寒害發生但果實不耐貯藏，因此，

表 4. 貯藏溫度及時間對'富有'甜柿果皮彩度(C 值)之影響

Table 4. Effect of storage temperature and duration on the chroma (C value) of peel of 'Fuyu' persimmon fruits.

Temp. (°C)	C value of peel						
	0 week	4 weeks <sup>x</sup>		8 weeks		12 weeks	
		A <sup>y</sup>	B <sup>y</sup>	A	B	A	B
1	37.3	32.0ab <sup>z</sup>	16.5 d	24.8 a	24.0 a	20.7 a	19.4 a
3	37.3	27.6 c	20.6 bc	22.8 b	21.7 b	21.1 a	18.5 a
6	37.3	19.2 e	15.2 d	13.6 d	16.3 c	--	--
9	37.3	23.6 d	17.9 cd	14.7 d	--	--	--
12	37.3	28.9 bc	23.9 b	19.8 c	--	--	--
15	37.3	33.0 a	28.9 a	-- <sup>w</sup>	--	--	--

<sup>z</sup>: Means within the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>y</sup>: A= Just then rewarmed to 25°C from various temperature. B= After shelved at 25°C for 3days.

<sup>x</sup>: Fruits were harvested on 2002.12.2.

<sup>w</sup>: Decayed fruits, no data recorded.

選擇長期貯藏柿果溫度應以 1°C 為宜。

## 二、不同果實大小'富有'甜柿果實對貯藏能力之影響

在貯藏前，果實大小與硬度並沒有顯著性差異，數值介於 77.9-86.7 N(表 6)，經貯藏 4 週後除 225-263 g(小果)仍維持較高硬度，達 63.8 N 外，300-338 g(中果)與 375-413 g(大果)硬度皆顯著低於小果，此時就硬度而言，僅小果仍具有商品價值(表 6)。經貯藏 8 週後，無論果實大小，果實皆嚴重軟化(17.0 N)以下，均失去商品價值。全可溶性固形物部分，果實大小無論貯藏前與貯藏後皆沒有顯著差異，但小果有較高之趨勢，經觀察貯藏 4 週與貯藏前比較全可溶性固形物有上升之情形，而貯藏 8 週時則有下降之趨勢。

果皮顏色部分：貯藏前果皮 L 值以中果較高，小果次之，大果最低，但三者不顯著(表 7)，經貯藏 4 週後 L 值有隨果實增大而下降之趨勢，小果可維持較高 L 值，與貯藏前相較僅下降 2.1，而大果差值達 9，顯示大果果皮色澤下降幅度大。經貯藏 8 週後，三者果皮 L 值差異不顯著。果皮彩度(C)部分：貯藏前大果有較高讀值，小果次之，中果再次之，但三者比較差異不顯著，貯藏 4 週後，小果值達 64.5，顯著高於中果及大果，但此時與貯藏前比較差異不大。經貯藏 8 週後，依值大小依序為大果，中果，小果。果實 H 值部分：

表 5. 貯藏溫度及時間對'富有'甜柿果皮色相(H 值)之影響

Table 5. Effect of storage temperature and duration on the hue angle of peel of 'Fuyu' persimmon fruits.

Temp. (°C)	Hue angle of peel						
	0 week	4 weeks <sup>x</sup>		8 weeks		12 weeks	
		A <sup>y</sup>	B <sup>y</sup>	A	B	A	B
1	50.2	58.4 a	56.3 a	51.0 ab	46.8 ab	48.3 a	44.9 a
3	50.2	48.4 c	48.8 bc	47.8 b	46.0 b	46.8 a	44.7 a
6	50.2	51.8 b	50.4 b	51.9 a	49.8 a	--	--
9	50.2	48.9 bc	45.2 cd	51.2 ab	--	--	--
12	50.2	46.1 c	42.5 d	48.8 ab	--	--	--
15	50.2	50.5 bc	47.0 bc	-- <sup>w</sup>	--	--	--

<sup>z</sup>: Means within the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>y</sup>: A= Just then rewarmed to 25°C from various temperature. B= After shelved at 25°C for 3 days.

<sup>x</sup>: Fruits were harvested on 2002.12.2.

<sup>w</sup>: Decayed fruits, no data recorded.

表 6. '富有'甜柿不同果實大小貯藏 4、8 週後果實硬度及全可溶性固形物之變化

Table 6. Changes in firmness and total soluble solid of various size of 'Fuyu' persimmon fruits stored at 1°C for 4 and 8 weeks and then shelved at 25°C for 3 days.

Fruit weight(g)	Firmness(N)			Total soluble solid (°Brix)		
	0 week <sup>y</sup>	4 week <sup>y</sup>	8 week	0 week	4 week	8 week
225-263	77.9a <sup>z</sup>	63.8a	14.9a	15.4a	16.3 a	15.26a
300-338	86.7a	26.6b	7.0a	15.6a	16.0 a	14.96a
375-413	85.1a	15.0b	17.0a	14.5a	15.3 a	14.26a

<sup>z</sup>: Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>y</sup>: Fruits were harvested on 2003.12.17.

三者貯藏前差異不顯著，但經貯藏 4 週後，果皮 H 值之果實增大而下降，表示較大之柿果經貯藏 4 週後轉色能力較佳，且三者呈現顯著性差異。經貯藏 8 週後三者差異不顯著，但大果比中果紅，小果介於兩者之間(表 7)。

呼吸率及乙烯釋放率部分，貯藏 4 週後回溫 3 天期間小果有呼吸率較低之趨勢，而大果與中果差異不大，三者都在回溫第 1 天有最高值，呼吸強度約 12.5-16 ml/kg-hr(圖 1)。而乙烯釋放率方面：中果在第 1 天有乙烯高峰約 1.02  $\mu\text{l/kg-hr}$ ，而大果在回溫第 2 天有較高值 0.76  $\mu\text{l/kg-hr}$ ，小果回溫期間則沒有上升趨勢發生。貯藏 8 週時大果呼吸率較高約 28 ml/kg-hr，而小果與中果差異不大介於 10-16 ml/kg-hr 之間。乙烯釋放率部分，中果與大果第 1 天時達最高值約 0.9-1.1  $\mu\text{l/kg-hr}$ ，而小果回溫期間乙烯釋放率逐漸上升，第 2 天時有最高值 0.68  $\mu\text{l/kg-hr}$ (圖 1)。

表 7. '富有'甜柿不同果實大小貯藏 4、8 週回溫 3 天後果皮顏色之變化。

Table 7. Changes in peel color of various size of 'Fuyu' persimmon fruits stored at 1°C for 4 and 8 weeks and then shelved at 25°C for 3 days.

Fruit weight (g)	Peel color <sup>x</sup>								
	0week <sup>y</sup>			4week			8week		
	L	C	H	L	C	H	L	C	H
225-263	56.2ab <sup>z</sup>	62.1ab	60.0a	54.1a	64.5 a	57.8a	47.7a	48.0b	53.6ab
300-338	57.1a	60.9b	61.0a	50.1 b	58.0 b	53.8b	48.5a	52.0ab	51.1b
375-413	55.3b	64.3a	59.0a	46.3 c	53.2 b	47.7c	50.2a	56.1a	55.9a

<sup>z</sup>: Means with the same letters in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>y</sup>: Fruits were harvested on 2003.12.17.

<sup>x</sup>: L=lightness ; C=chroma= $(a^2+b^2)^{1/2}$  ; H=hue angle= $\tan^{-1}(b/a)$ .

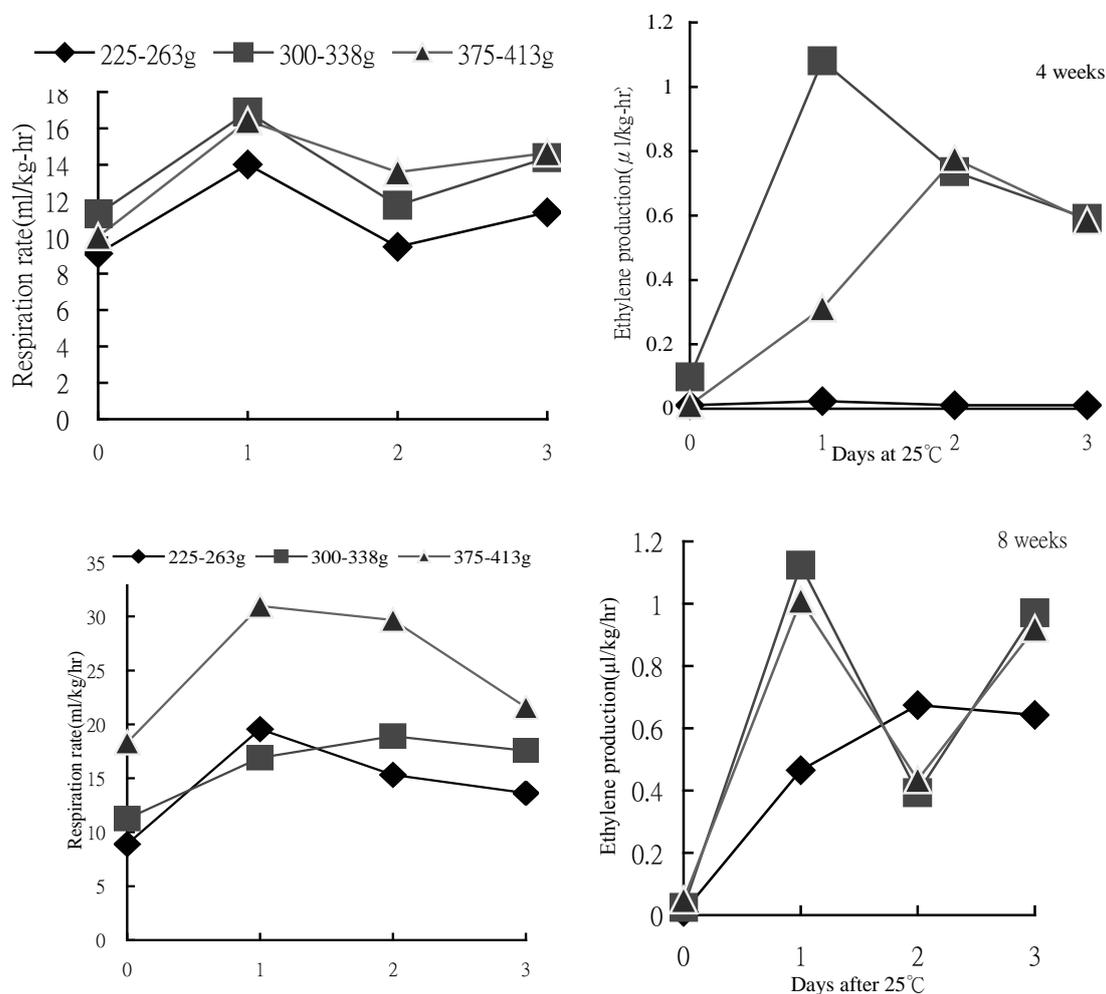


圖 1. 不同果實大小之'富有'甜柿 1°C 貯藏 4、8 週後回溫期間呼吸率及乙烯釋放率之變化  
 Fig.1. Changes in respiration rate and ethylene production of various size of 'Fuyu' persimmon fruits of different fruit size for stored at 1°C for 4、8 weeks and then shelved at 25°C for 3 days.

### 討 論

日本甜柿採收後約有 6 個月貯藏壽命(宋, 1997), 以色列、澳洲、紐西蘭之'富有'甜柿約有 2-4 個月之貯藏壽命(Woolf, 1997), 而根據鄭(2001)實驗結果, 目前台灣生產之'富有'甜柿約僅有 2-3 週之貯藏壽命, 軟化以及寒害是限制柿果貯藏壽命的重要因子(Woolf, 1997), '富有'甜柿貯藏於 10°C 下 1 週, 即有果實產生寒害現象, 5°C 下的果實寒害發生更

為嚴重，0°C的果實寒害發生率較5°C或10°C都輕微，0°C下貯藏7週有50%的果實發生寒害，其餘溫度的果實則早已不具販售能力(Collins and Tisdell, 1995)。「富有」甜柿果實的寒害徵狀在回溫後才會表現出來，與一般園產品寒害發生情形相似。MacRae(1987)指出，「富有」甜柿果實的寒害徵狀包括：果實內部組織快速崩解(breakdown)，細胞間缺乏凝聚力(cohesion)，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)。

在本試驗將果實置於不同溫度下貯藏4、8、12週取出，室溫下回溫3天做為櫥架時間，隨後調查其品質。柿果採收時果實硬度為92.3 N，各貯藏溫度在貯藏4週後，果實硬度明顯下降，1、3、6、9、12及15°C皆有軟化情形；其中1°C有較其他貯藏溫度硬度稍硬17.4 N。貯藏至8週時，各貯藏溫度果實已明顯軟化(表1)，果肉呈現局部水浸透明化，貯藏溫度間無顯著性差異。受寒害之「富有」果實會呈現軟化的現象，其中以5°C最為嚴重，即使果實未發生寒害，也會產生軟化(Collins and Tisdell, 1995)。

果實全可溶性固形物在不同貯藏溫度及貯藏期間，並無明顯差異(表1)。「富有」甜柿果實在後熟期間果實的葉綠素減少， $\beta$ -carotene含量增加，使果實的Hunter a值增加(Forbus, 1991)，但L值與b值下降(Lyon, 1992)，果實由綠轉為橙紅。「富有」柿貯藏於0、5和10°C下，果實顏色在貯藏期間沒有明顯差異，但在回溫後果皮顏色a值及b值會減少(Collins and Tisdell, 1995)。「富有」與「駿河」此兩種甜柿品種，在經過低溫貯藏後，受到寒害的果實其果皮顏色b值及L值會明顯的下降(Collins and Tisdell, 1995)，與柿果後熟時果皮顏色的改變相似。顯示果實也已受寒害影響，症狀在回溫期間後更加明顯；「富有」甜柿在不同貯藏下，果實外觀顏色隨貯藏期間增加而轉暗(L值下降)，果皮顏色持續轉紅(H值下降)，但發生寒害現象時C值會顯著下降，此時果實呈半透明狀，貯藏在15°C的果實雖然沒有明顯寒害發生但果實不耐貯藏，因此選擇長期貯藏柿果溫度應以1°C為宜。

貯藏在15°C的柿果雖沒寒害，但呼吸率較高無法長期貯藏。乙烯釋放率部分：經貯藏4週後，除貯藏於12°C柿果有較高(約2  $\mu$ l/kg-hr)外，其他處理均沒有明顯高峰。「富有」甜柿之寒害現象，以6°C最為劇烈，而在1°C或3°C下其寒害之發生率反而減低，推測其原因可能與酵素活性有關，在5-10°C的溫度下無法有效抑制果實後熟及造成寒害之酵素的活性，因此果實會持續的軟化並於回溫後發生寒害。

日本緯度高冬季低溫早，甜柿果實生長期僅5-6個月，日本甜柿的果實大小可區分為S(215-235 g)、M(235-230 g)、L(270-310 g)及2L(310-350 g)經比較耐貯性最高的是M級的柿子(宋, 1997)，侯(2002)指出不同果實大小雪梨的果皮黑變率不同，可能是不同大小果實對低溫敏感性不同所致，因此推論大果較難貯藏。林等人(1995)指出極柑超大型果及大型果經貯藏後風味淡腐爛率又高並不適合貯藏，中型果較耐貯藏且貯藏後風味較佳，因此果實大小對貯藏能力有顯著的影響。因此，果實大小的耐貯性是個值得進一步研究的問題。而台灣中海拔地區果實適合甜柿生長(蔡, 1999)，台灣甜柿果實普遍較日本甜柿大，可能是造成貯藏壽命縮短的原因之一。在本試驗中果型較大(375-413 g)及(300-338 g)的果實在

1°C下貯藏4週後，果實嚴重軟化，而果型較小(225-263 g)之果實硬度仍維持在 63.8 N。此結果與前人報告相似，'富有'甜柿經濟生產上缺點在於，果實容易發生果萼下裂果，果實越大發生比例越高，發生果萼裂果的果實容易遭病原菌侵入不耐貯藏，越大的果實越難貯藏，且大型果採收後單價高又貯藏不易。因此，選擇產量較多有生產過剩壓力之中小型果，在適當的成熟度貯藏並配合適當的貯藏前處理技術，能獲得較高之收益。

### 參 考 文 獻

- 宋家瑋、歐錫坤。1997。甜柿的長期貯藏技術。技術服務 32: 32-37。
- 林月金。2003。台灣甜柿之產銷研究。台中改良場研究彙報 79: 61-79。
- 林芳存、郭銀港、呂明雄、李堂察。1995。椪柑和柳橙果實大小與貯藏力關係之研究。嘉義農專學報 43: 11-18。
- 林榮貴。1993。台灣目前柿子栽培問題。興農 228: 48-51。
- 林榮貴。1996。柿品種的演化與分類。農業世界 159: 47-51。
- 林嘉興。2001。台灣甜柿產業與產地。台中農業改良場特刊第 50 號。p.1-10。
- 侯惠茹。2002。砂梨之低溫貯藏與生理障礙之研究。國立台灣大學園藝研究所碩士論文 pp.1-53。
- 溫英杰。1995。柿品種評估暨改良。中華農學研究 44: 49-58。
- 蔡巨才。1999。柿在台灣的栽培技術改進。國立台灣大學園藝研究所博士論文 pp.8-54。
- 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 pp.78-90。
- Collins, R. J. and J. S. Tisdell. 1995. The influence of storage time and temperature on chilling injury in Fuyu and Suruga persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown in subtropical Australia. Postharvest Biol. Technol. 6: 149-157.
- Forbus, J. R., W. R., J. A. Payne, and S. D. Senter. 1991. Nondestructive evaluation of Japanese persimmon maturity by delayed light emission. J. Food Sci. 56(4): 985-988.
- Lyon, B. G., S. D. Senter, and J.A. Payne. 1992. Quality characteristics of oriental persimmons (*Diospyros kaki* L. cv. Fuyu) grown in the southeastern United States. J. Food Sci. 57(3): 693-695.
- MacRae, E. A. 1987. Development of chilling injury in New Zealand growth 'Fuyu' persimmon during storage. New Zealand J. Exp. Agric. 15: 333-344.
- Wolf, A. B., S. Ball, K. J. Spooner, M. Lay-Yee, I. B. Ferguson, C. B. Watkins, A. Gunson, and S. K. Forbes. 1997. Reduction of chilling injury in the sweet persimmon 'Fuyu' during storage by dry air heat treatment. Postharvest Biol. Technol. 11: 155-164.

## Effects of Storage Temperatures and Fruits Size on the Qualities of 'Fuyu' Fruit during Storage

Mao-Ying Shi<sup>1)</sup>    Deng-Tsen Horng<sup>2)</sup>    Ching-Chang Shiesh<sup>3)</sup>

Key words: persimmon fruit, chilling injury, fruits size, softening, storage life

### Summary

The objectives of this study were to investigate the effects of temperatures and fruits size on the storage life and fruit quality of the 'Fuyu' persimmon with a view to defining the best storage temperature and condition, reducing chilling injury and fruit softness, and improving the quality as well as commercial value of the fruits. The results indicated that persimmon fruits, which were stored at 6-15°C for 4 weeks, developed the symptoms of translucent peel and softening flesh soon after returning to the room temperature. Softness also occurring in fruits stored at 1 or 3°C, but the damage was less extensive. It is concluded that suitable storage temperature for persimmon cv. 'Fuyu' should be below 1°C. In addition, the smaller fruits(225-263 g) showed good quality and high firmness after storage for 4 weeks at 1°C and shelved at 25°C for 3 days.

---

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

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

3) Associate professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.