

‘富有’甜柿之採收成熟度和貯藏條件

石茂盈、薛淑滿、謝慶昌

中興大學園藝系

摘 要

本試驗之目的在建立‘富有’甜柿之最適貯藏成熟度、最佳貯藏前處理方式及貯藏條件，期能減少貯藏期間柿果寒害與軟化之發生以降低損耗，提高果實貯藏品質。中部中海拔山區生產之‘富有’甜柿採收成熟度以 11 月 25 日起採收為宜，此時果重約 285.2g、全可溶性固形物 14.7°Brix 以上、果皮顏色為橙紅色，已具商品價值。但以貯藏為目的者，宜在 12 月 9 日至 12 月 23 日採收，此時果實具有貯藏後硬度維持效果佳、果實呼吸率低、達更年前期天數長、果皮顏色紅潤、果實重量較重、且較接近舊曆新年等優點。‘富有’果實貯藏於 6~15°C 4 週，回溫後果皮呈現半透明化，果實嚴重軟化；而 1 及 3°C 貯藏者軟化情況較為輕微，因此，‘富有’的長期貯藏溫度以 1°C 為宜，在 1°C 下貯藏，高成熟度果實約有 4 週的貯藏壽命。於採收前 2~3 週在樹上噴施 AVG 溶液具有延緩果實褪綠轉色及硬度較高之效果。

貯藏前，1-MCP 及溫湯處理可延緩‘富有’甜柿柿果貯藏後轉色、軟化及寒害的發生，其中以 53°C 處理 50 分鐘的效果較好，但部分溫湯處理貯藏後果皮產生燙斑，影響外觀品質。經 1-MCP 處理後之果實對乙烯作用鈍感，果實硬度下降少。

關鍵字：富有甜柿、成熟度、貯藏溫度、溫湯處理

前 言

台灣早期種植柿之品種均為澀柿，如‘四周柿’、‘牛心柿’，採收後必須經過脫澀處理，費工費時不耐貯存等缺點。民國 63 年自日本引進甜柿

品種在台中縣和平鄉摩天嶺地區試種成功後，栽培面積逐步擴大，91 年台灣農業年報指出，目前台灣柿樹種植面積達 3,277 公頃，年產量約 34,747 公噸，近年來甜柿栽植面積快速增加，雖缺乏正確統計資料，但現在全省生產面積應超過 1000 公頃以上而且尚在增加之中(林, 2001)。目前甜柿主要以‘富有’最多，約佔 90%，其餘‘次郎’、‘花御所’等品種。

‘富有’甜柿(*Diospyros kaki* L. cv. Fuyu)為柿樹科(Ebenaceae)柿屬(*Diospyros*)之多年生落葉果樹，其在樹上果實成熟過程中，可自然脫澀，因此屬於完全甘柿(PCNA, pollination constant and non-astringent)品種，採收後可直接食用。消費者對‘富有’甜柿的消費習慣上喜歡脆、多汁的質地，風味喜好香甜，外觀顏色以橙色較為討喜；但‘富有’甜柿果為更年性果實，採收後易後熟而軟化，降低其可售性，使櫥架壽命縮短；加上產期集中在 10~12 月，首先上市低海拔氣溫過高生產之果實，由於品質不良因此售價略低，‘富有’甜柿可販售季節短，販售價格隨著時間逐漸上升，因此，進行‘富有’甜柿果實採收成熟度及延遲採收相關試驗調查，盼能找出適合‘富有’甜柿之採收指標，以及延長果實供應時間。

本試驗目的在調查本省中海拔山區生產之‘富有’甜柿採收成熟度，及適合貯藏之成熟度，並探討柿果延遲採收之可能性，及貯藏前不同處理方法對甜柿果實貯藏品質之影響，期能減少貯藏期間柿果寒害與軟化之發生以降低損耗，提高果實貯藏品質。

材料與方法

一、材料來源

本試驗供試驗果實皆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。果實採收後以紙箱包裝運輸立即送回實驗室，進行試驗調查。

二、試驗方法

(一)‘富有’甜柿在不同時期採收對果實品質及貯藏能力之影響

本試驗於 2002 年 9 月 5 日開始採果，之後每隔 2 週採樣一次，最後一次採樣時間為 2002 年 12 月 23 日共計採樣 9 次，試驗果實皆逢機採自同地區，每次採果 15 個。並挑選無病蟲害及缺陷的果實為樣品，調查果實重量、硬度、全可溶性固形物、果皮顏色、果肉顏色。另外，將 60 個柿果包裝於厚 0.08mm 的 PE 袋中，袋口密封，隨後貯藏於 1°C 的恆溫箱中，每隔 4 週取出 15 個果實調查其品質。

(二)貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿貯藏品質之影響

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，各溫度貯藏 45 個柿果，每 15 個果實以厚 0.07mm 之 PE 袋包裝袋口密封，分別貯藏於 1、3、6、9、12 及 15°C，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、果肉顏色、全可溶性固形物及果實硬度等品質項目。

(三)採收前不同週數施用 AVG 對果實品質之影響

本次試驗以 2002 年 11 月 22 日為預定採收期，於採收前 1 週，前 2 週，前 3 週逐果噴施溶液一次 AVG 溶液(Retain®,15%粉劑 1.6g/L)，並添加界面活性劑少許，噴施量以噴濕全果為原則。每處理為 45 個果實。對照組為同棵果樹所採之未經處理之果實，果實採收後 3 小時內運回實驗室，進行果實品質之調查，並置於常溫下(25°C)第 5 天及第 10 天再分別調查一次果實品質，每處理 15 果。調查果實硬度。

(四)1-MCP 及溫湯處理對‘富有’甜柿貯藏期間品質之影響

本試驗果實採收於 2002 年 12 月 17 日，供試驗果實大小為 225~263 公克，將挑選過之柿果分別置入 47°C、50°C 及 53°C 之加熱水槽中 10 分鐘、30 分鐘及 50 分鐘，對照組為浸泡去離子水 3 分鐘，每處理 20 個果實。另一處理為果實先經 1-MCP 處理後再進行溫湯處理。處理溫度分別為 47°C、50°C 及 53°C，處理時間皆為 30 分鐘，每處理 20 個果實，處理後待果實冷卻及表面乾燥後，以 0.04mm 的 PE 袋逐果扭結包裝，隨後

貯藏於 1°C 的恆溫箱中，貯藏後 4 及 8 週各取出 10 個果實於 25°C 下回溫 3 天，回溫後調查果皮、果肉顏色、全可溶性固形物及果實硬度等品質項目。

三、測定方法

(一)果皮及果肉顏色之測定

待測之柿果於果實赤道處之果皮或果肉以色差儀(hand-held 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 kg/cm^2 ，以讀值乘以 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。可溶性固形物之測定：可溶性固形物(total soluble solid, TSS)之測定係將柿果肉榨汁後以手持折射糖度計(hand refractometer, Atago, Model N1)測定，以 °Brix 表示。

結果與討論

一、‘富有’甜柿在不同時期採收對果實品質及貯藏能力之影響

‘富有’甜柿果實重量自 9/5 日開始採收時的 142.6g 逐漸累積增加，其中以 9/16~9/30 日及 10/14~10/28 日兩週間累積速度較快，當果實發育到 10/28 時平均果重達 256.5g，之後果重之累積有減緩之趨勢，最後 1 次採樣果實重量達到最高 297.2g，因此，依果重而言 10/28 前仍快速增加中並不適合採收(表 1)。

表1. ‘富有’甜柿不同時期採收之果重、硬度及全可溶性固形物之變化

Table 1. Changes in fresh weight, total soluble solid and firmness of ‘Fuyu’ persimmon fruits harvested on different date.

Harvest date (2002)	Fresh weight (g)	Total soluble solid (°Brix)	Firmness (N)
5-Sep.	142.6c ^z	10.3e	199.0a
16-Sep.	157.3c	11.0e	186.9b
30-Sep.	234.3b	12.3d	163.6c
14-Oct.	232.5b	12.4d	135.1d
28-Oct.	256.5a	14.0c	138.2d
11-Nov.	277.5a	14.8bc	118.7e
25-Nov.	285.2a	14.7bc	113.7e
9-Dec.	290.8a	15.2ab	88.2f
23-Dec.	297.2a	15.9a	94.3f

^z Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan’s multiple range test at 5% level.

全可溶性固形物之累積隨成熟度逐漸而增加，試驗期間 16 週內共增加了 5.6°Brix，從 10.3°Brix 增加到 15.9°Brix，其中 9 月份及 10 月份採收之果實每 4 週其全可溶性固形物累積增加幅度較大具有顯著性差異，自 11/11 後採收之果實其全可溶性固形物上升速度減緩，但仍逐漸增加中(表 1)。

‘富有’甜柿 9/5 第 1 次採收時硬度達 199.0N，之後隨果實成熟而逐漸下降，9/5~10/14 之間果實軟化幅度較大，但 10/14 後採收之果實，軟化

速度較為緩慢(表 1)。

觀察不同採收時期柿果果皮明亮度(L)之變化，第 1 次採收 9/5 日果皮 L 值最低值為 45.4，之後慢慢增加，到 10/14 日時果皮明亮度達最高值 53.7，之後有隨採收時間增加而逐漸下降之趨勢，且各採收時期間果皮 L 值之變化統計上均呈現顯著性差異(表 2)。在果皮彩度 C 值部分，第 1 次採收 25.0 最低，之後隨採收時間延後有明顯上升之趨勢，最後 1 次採收時達最高值 38.3，可說明為果皮顏色越來越深(表 2)。果皮色相角度(hue angle)H 值之變化部分，第 1 次 9/5 日採收之果皮顏色呈現黃綠色，H 值最高達 114.3，而後隨採收時間增加果皮轉色迅速，統計上均呈現顯著性差異，最後 1 次採收(12/23 日時)果皮呈現橙紅色，H 值降到最低僅 47.7(表 2)。經由上述 3 項數值可說明果皮充分成熟後果皮明亮度有下降趨勢，在成熟期間果皮顏色由綠變黃再轉為橙紅色之過程，且果皮顏色有逐漸加深之現象。

果肉顏色 L 值之變化與果皮相似，在 10/14 日時採收達最高值 56.9，而後並未有規律性之變化，但最後 1 次採收 12/23 日時果肉明亮度為最低值 48.7(表 2)。果肉彩度(C 值)之變化呈現隨時間增加而上升之趨勢，由第 1 次 9/5 日 C 值 17.1 逐漸上升到最後 1 次時達最高值 28.5，但其中自 9/5 日至 10/14 日成熟期間各採收成熟度均明顯呈現下降，但果肉彩度有稍微增加之趨勢，並未呈現顯著差異性(表 2)。在果肉色相角度部分，9/5~9/30 日 3 次採收期中，果肉 H 值變化不明顯，而後有逐漸下降轉紅之趨勢，最後 1 次採收達最低值 63.5，而此時果肉顏色呈現橙黃色(表 2)。綜合上述，果肉明亮度在成熟期間並未有規律變化，但最後 1 次採收時果肉明亮度最低，果肉彩度有隨成熟度增加而上升之趨勢，代表成熟期間果肉顏色逐漸加深，而成熟期間果肉顏色也從黃色逐漸轉變成橙黃色。

表2. ‘富有’甜柿不同時期採收之果皮顏色及果肉顏色

Table 2. Changes in color of peel and pulp of ‘Fuyu’ persimmon fruits harvested on different date.

Harvest date (2002)	Peel color ^y			Pulp color		
	L	C	H	L	C	H
5-Sep.	45.4g ^z	25.0h	114.3a	50.2de	17.1e	83.9ab
16-Sep.	48.4f	27.2g	111.2b	54.8b	19.6d	84.9a
30-Sep.	49.8d	27.9f	103.0c	55.7ab	22.4c	84.6a
14-Oct.	53.7a	30.1e	94.9d	56.9a	24.4b	81.6b
28-Oct.	52.3b	30.9d	80.3e	49.3ef	25.1b	70.9c
11-Nov.	51.1c	31.4d	70.3f	51.2cd	27.4a	68.2de
25-Nov.	50.3d	33.4c	60.7g	52.2c	27.9a	70.1cd
9-Dec.	50.1d	35.1b	55.9h	49.6ef	27.9a	66.0e
23-Dec.	49.1e	38.3a	47.7i	48.7f	28.5a	63.5f

^z Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^y L=lightness ; C=chroma=(a²+b²)^{1/2} ; H=hue angle=tan⁻¹(b/a)

表3. ‘富有’甜柿在不同時期採收並在 1°C 下貯藏 4、8、12 週及回溫 3 天後對果實硬度之變化

Table 3. Changes in firmness of ‘Fuyu’ persimmon fruits harvested on different date and stored at 1°C for 4, 8 and 12 weeks, then shelved at 25°C for 3 days.

Harvest date (2002)	Firmness(N)			
	0 week	4weeks ^y	8weeks	12weeks
5-Sep.	199.0a	90.4a	52.6a	46.0a
16-Sep.	186.9b	68.3ab	4.2d	0.8c
30-Sep.	163.6c	30.9cd	24.9bc	2.4c
14-Oct.	135.1d	70.0ab	43.9ab	27.1b
28-Oct.	138.2d	47.1bc	4.0d	0.3c
11-Nov.	118.7e	4.9e	13.4cd	10.8bc
25-Nov.	113.7e	17.7de	26.4bc	10.9bc
9-Dec.	88.2f	59.2b	19.0cd	27.7b
23-Dec.	94.3f	59.3b	39.2ab	22.8b

^z Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^y Storage time at 1°C.

不同成熟度‘富有’甜柿貯藏 4、8、12 週後果實硬度情形(表 3)。貯藏 4 週後柿果以 9/5、9/16、10/14 等較低成熟度果實硬度較高，12/9、12/23、10/28 次之，11/11、11/25 採收之果實硬度最低，依採收日期硬度之變化有隨採收成熟度增加硬度先下降至 11/11 時達最低點 4.9N，而後在逐漸上升之趨勢；當果實貯藏於 1°C 8 週以後果實硬度大幅下降，幾乎喪失商品價值；1°C 貯藏 12 週後各成熟度果實已過度軟化，並且果肉出現水浸狀、軟化的現象(表 3)。

表 4. ‘富有’甜柿不同時期採收並在 1°C 下貯藏 4、8、12 週及回溫 3 天後果皮褐化發生率情形

Table 4. Effect of fruit maturity and storage time on chilling injury severity of ‘Fuyu’ persimmon fruits during stored at 1°C for 4, 8 and 12 weeks, then shelved at 25°C for 3 days.

Harvest date (2002)	Chilling injury severity ^z		
	4weeks ^y	8weeks	12weeks
5-Sep.	--	--	+
16-Sep.	--	--	+
30-Sep.	--	--	+
14-Oct.	--	+	+
28-Oct.	+	+	+++
11-Nov.	+	++	+++
25-Nov.	--	+	++
9-Dec.	--	+	+++
23-Dec.	--	--	+++

^z Percent of chilling injury severity was assessed by browning on fruit surface from an eye. The symbol - =no browning ; + = browning less than 33% ; ++ =34-66% browning ; and+++ =over 67% browning.

^yStorage time at 1°C.

柿果在低溫貯藏後在中成熟度採收之果實較容易產生果皮褐化之情形，尤其以 10/28 及 11/11 貯藏期間果實產生褐化比例最高也最嚴重(表 4)，此外各成熟度經貯藏 12 週後皆有果皮褐化產生，尤其以 10/28 以後採收之果實產生褐化比例較高，其中 10/28 及 11/11 採收者貯藏 12 週後，

調查 20 個果實中果實褐化比例達 100%，12/9 及 12/23 採收者亦有 15 個以上果實有褐化情形產生，其症狀僅是果肩部位有輕微褐斑產生(表 4)。

由上述結果顯示，‘富有’甜柿貯藏成熟度之選擇，可分為兩個情況：一為以短期貯藏為目標，如採收 11/25 柿果進行貯藏，以 91 年甜柿月份均價為例，11 月每公斤 75.0 元，12 月每公斤達 83.4 元(資料取自農委會網站)，短期貯藏除獲得較高單價外，對於果實出貨量穩定也有幫助，且由於甜柿單價高，果實常有被盜採之困擾，較早採收進庫可省去許多煩惱。另一貯藏方向為長期貯藏，則宜採收成熟度較高之果實為主，在 12/23 採收之果實經 1°C 貯藏 4 週後，其果實硬度仍維持有 59.3N，Itamura(1986)亦指出成熟的柿果中，乙烯生成速率慢，果實的軟化速率也較慢。且貯藏期間果皮仍持續轉紅，由於甜柿價格隨時間延後而上升，因此採收成熟度高之果實若經適當採後處理技術，將可達到調節市場供需，若以舊曆新年作為貯藏目標，貯藏成熟度高之柿果所需貯藏時間較短。具有延長柿果供應期及提高柿果單價效果，也是本試驗需進一步探討的地方。

二、貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿貯藏品質之影響

‘富有’甜柿果採收時果實硬度為 92.3N，各貯藏溫度在貯藏 4 週後，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 5)，果肉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(15.8N)；至 12 週時，3、6、9、12 及 15°C 已無果實可供調查，1°C 果實亦明顯軟化(表 5)。

表 5. 貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿硬度之影響

Table 5. 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 ^y	4weeks	8weeks	12 weeks
1	92.3	17.4 a ^z	15.8 a	7.2
3	92.3	5.1 b	2.5 a	--
6	92.3	1.2 b	-- ^x	--
9	92.3	9.0 b	--	--
12	92.3	2.7 b	--	--
15	92.3	6.6 b	--	--

^z Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^y Fruits were harvested on 2002.12.2

^x Decayed fruits, no data recorded.

表 6. 貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿全可溶性固形物之影響

Table 6. 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 ^y	4weeks	8weeks	12 weeks
1	14.5	13.9 ab ^z	15.0a	15.2a
3	14.5	14.7a	14.6a	14.6a
6	14.5	13.6b	-- ^x	--
9	14.5	14.7ab	--	--
12	14.5	14.2ab	--	--
15	14.5	14.0ab	--	--

^{z,yx} Described as Table 5

‘富有’甜柿果剛採收其全可溶性固形物為 14.5°Brix(表 6)。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 6)。

表 7. 貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿果皮明度 (L 值) 之影響

Table 7. 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 ^x		8 weeks		12 weeks	
		A ^y	B ^y	A	B	A	B
1	48.1	45.6 a ^z	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	-- ^w	--	--	--

^{zxw} Described as Table 5

^y A= Just then rewarmed to 25°C from various temperature. B=After shelved at 25°C for 3days.

表 8. 貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿果皮彩度 (C 值) 之影響

Table 8. 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 ^x		8 weeks		12 weeks	
		A ^y	B ^y	A	B	A	B
1	37.3	32.0ab ^z	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	-- ^w	--	--	--

^{zxw} Described as Table 5

^y A= Just then rewarmed to 25°C from various temperature. B= After shelved at 25°C for 3days.

‘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 7、8、9)。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 7)，顯示 6°C 為甜柿果實寒害最嚴

重的溫度，而貯藏於 1°C 的柿果，經回溫後果皮明亮度大幅下降(12.4)，顯示果實也以受寒害影響，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。以 C 值而言(表 8)，貯藏 4 週後，‘富有’果實 C 值均有下降的趨勢，與 L 值相似以貯藏溫度 6°C 果實最為低經回溫 3 天期間，觀察發現除 12 及 15°C 讀值較高外，其他貯藏溫度果肉皆已呈現半透明狀，C 值明顯降低，尤其以 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 時有最高讀值，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 9)，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，果實有小幅轉紅之趨勢，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，選擇長期貯藏柿果溫度應以 1°C 為宜。

表 9. 貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿果皮色相 (H 值) 之影響

Table 9. 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 ^x		8 weeks		12 weeks	
		A ^y	B ^y	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	-- ^w	--	--	--

^{zxw} Described as Table 5^y A= Just then rewarmed to 25°C from various temperature. B= After shelved at 25°C for 3 days.

表 10. 貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿果肉明度 (L 值) 之影響

Table 10. Effect of storage temperature and duration on the lightness (L value) of pulp of ‘Fuyu’ persimmon fruits.

Temp.(°C)	L value of pulp			
	0 week	4 weeks	8 weeks	12 weeks
1	50.4	31.8 a ^z	34.7 a	29.8 a
3	50.4	30.5 a	29.6 b	23.9 b
6	50.4	19.6 c	-- ^w	--
9	50.4	25.2 b	--	--
12	50.4	30.0 a	--	--
15	50.4	33.5 a	--	--

^{zxw} Described as Table 5

貯藏前柿果果肉 L 值為 50.4，各處理果肉均呈半透明，嚴重者達水浸狀現象，而貯藏至 8 及 12 週時，因果實皆已有寒害情形，果肉 L 值下降，但貯藏於 1°C 仍比貯藏於 3°C 者為佳具有顯著性水準(表 10)。果肉 C 值(表 11)貯藏前為 27.2，貯藏 4 週後於 6°C 者有最低值(9.7)，此時果肉成水浸狀，而其他貯藏溫度差異不大，果肉皆呈半透明狀態。而貯藏至 8 及 12 週時，果肉 C 值持續下降，調查時觀察之果肉成泥狀，完全失去商

品價值。果肉 H 值部分(表 12)貯藏前為 66.7，外觀視之約是淡澄黃色果肉，經貯藏 4 週後，貯藏於 15°C 沒有寒害發生之柿果，果肉 H 值較低(顏色較紅)，與貯藏前相較下降 9.8，而貯藏在 1°C 果肉呈現 H 值較高(65.5)，其他處理介於兩者中間差異並不大，而貯藏 8 及 12 週後，貯藏時間對果肉 H 值之變化並不顯著，即使果肉呈現嚴重水浸狀，從果肉 H 值並無法判視之，唯貯藏在 1°C 柿果果肉 H 值之維持能力顯著較佳於貯藏在 3°C 的柿果。

表 11. 貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿果肉彩度 (C 值) 之影響

Table 11. Effect of storage temperature and duration on the chroma (C value) of pulp of ‘Fuyu’ persimmon fruits.

Temp.(°C)	C value of pulp			
	0 week	4 weeks	8 weeks	12weeks
1	27.2 ^x	19.1 a ^z	19.1 a	14.9 a
3	27.2	17.4 a	16.3 b	11.7 b
6	27.2	9.7 c	-- ^w	--
9	27.2	13.7 b	--	--
12	27.2	17.0 a	--	--
15	27.2	17.3 a	--	--

^{zxw} Described as Table 5

表 12. 貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿果肉色相角 (H 值) 之影響

Table 12. Effect of storage temperature and duration on the hue angle of pulp of ‘Fuyu’ persimmon fruits.

Temp.(°C)	Hue angle of pulp			
	0 week	4 weeks	8 weeks	12weeks
1	66.7 ^x	65.5 a ^z	63.8 a	65.4 a
3	66.7	61.8 ab	60.2 b	56.7 b
6	66.7	62.2 ab	--	-- ^w
9	66.7	60.5 ab	--	--
12	66.7	62.8 ab	--	--
15	66.7	56.9 b	--	--

^{zxw} Described as Table 5

三、採收前不同週數施用 AVG 對果實品質之影響

在採收前 1、2、及 3 週分別噴施 AVG 於果實上，採收後置於常溫下經 5 及 10 天後，全可溶性固形物之變化在第 5 天時，採前 2 週噴施處理組有最低之全可溶性固形物(14.8°Brix)與其他處理有顯著性差異外(表 13)。第 0 天及第 10 天時各處理間全可溶性固形物並沒有顯著性差異。

表 13. 採收前不同週數施用 AVG 對果實硬度及全可溶性固形物之影響

Table 13. Effect of AVG sprayed on fruit before harvest on the firmness and total soluble solid of ‘Fuyu’ persimmon fruit.

time before	Firmness(N)			Total soluble solid (°Brix)		
	0 ^y	5days ^y	10days ^y	0 ^y	5 days	10 days
CK	113.2a ^z	109.1a	36.8b	15.1a	16a	15.8a
1Week	116.6a	110.2a	67.4a	15.4a	15.7a	15.6a
2Week	109.7a	101.1a	59.9a	15.2a	14.8b	14.9a
3Week	110.5a	98.8a	41.6b	15.3a	15.1ab	15.5a

^z Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan’s ^z Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^y Fruits were harvested on 2002.11.22 and set at 25°C for 5 or 10 days

表 14. 採收前不同週數施用 AVG 對果實果皮顏色之影響

Table 14. Effect of AVG sprayed on fruit before harvest on the peel color of ‘Fuyu’ persimmon fruit.

Treatment time before	Peel color ^x								
	0 ^y			5 ^y			10 ^y		
	L	C	H	L	C	H	L	C	H
CK	51.2a ^z	33.3ab	64.7a	47.4a	32.8a	59.9b	41.9b	28.4b	53.2a
1Week	50.9a	33.9a	61.9a	48.7a	32.3ab	59.9b	44.6ab	32.8a	51.8a
2Week	51.3a	32.3bc	66.0a	48.9a	31.8ab	60.8ab	47.2a	34.5a	54.1a
3Week	50.9a	31.8c	66.1a	49.1a	30.9b	65.2a	45.3a	31.6a	56.4a

^z Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan’s multiple range est at 5% levelt

^y Fruits were harvested on 2002.11.22 and set at 25°C for 5 or 10 days

^x L=lightness ; C=chroma=(a²+b²)^{1/2} ; H=hue angle=tan⁻¹(b/a)

硬度部分，各處理間在採收第 0 天及第 5 天沒有顯著性差異。但常溫貯藏 10 天後採前 1 及 2 週噴施處理組要較高硬度之趨勢(表 13)。果皮顏色 L 值部份，果實隨貯藏日增加而逐漸下降，除對照組第 10 天讀值 41.9 顯著低於其他處理外，其他處理及貯藏日數間並沒有顯著性差異，但採前 2 及 3 週噴施處理組有較高之趨勢(表 14)。果皮 C 值在採收第 0 天時採前 3 週噴施處理 AVG 組有顯著低於對照組，果肉顏色較淺，經常溫貯藏 5 天後，採前 3 週噴施處理組的 C 值仍然最低，但貯藏 10 天時對照組由於已後熟軟化有最低之讀值，與其他處理組有顯著性差異(表 14)。果皮 H 值部分，剛採收時各處理間並沒有顯著性差異(表 14)，常溫貯藏 5 天後，採前 2 及 3 週噴施處理組有較高 H 值之趨勢，果皮顏色較綠，但經貯藏 10 天後與對照組比較沒有顯著性差異，但採前 2 及 3 週噴施處理組有較高 H 值之趨勢，有延緩果皮轉色之效果。

四、1-MCP 及溫湯處理對‘富有’甜柿貯藏期間貯藏品質之影響

柿果在經溫湯處理後，在貯藏前果實硬度為 77.9N，經貯藏 4 週後，與對照組相較(表 15)，顯著軟化的處理有 47°C-10min、47°C-30min、50°C-10min、53°C-30min 等處理，其他處理與對照組沒有顯著性差異，但其中 53°C-50min 及 1-MCP 處理後以 47°C 溫湯處理 30 分鐘有較對照組硬度更高的趨勢，而經 8 週貯藏後，對照組果實嚴重軟化，統計上與對照組無異的有 47°C-10min、50°C-10min、53°C-10min 等處理，顯示短時間(10 分鐘)溫湯處理對果實硬度維持沒有顯著效果，而除經 1-MCP 處理後溫湯處理組外，其他各溫度處理間普遍有隨處理時間增長硬度維持效果提高之趨勢，且隨著處理溫度提高效果增加，因此 53°C-50min 處理可得最高值 76.9N，與貯藏前比較差值最小(僅 1N)，維持硬度效果最佳(表 15)。

表 15. ‘富有’甜柿經 1-MCP 及不同溫湯處理溫度與時間貯藏期間對果實
硬度之影響

Table 15. Effect of hot-water and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on
firmness of ‘Fuyu ’ persimmon fruits before stored at 1°C for 4
and 8 weeks and then shelved at 25°C for 3 days.

Treatments ^y	Firmness(N)		
	0	4weeks ^x	8weeks
CK	77.9	63.8ab ^z	14.8f
47°C -10min	77.9	23.2d	21.5ef
47°C -30min	77.9	30.3d	31.3cd
47°C -50min	77.9	52.7bc	28.4de
50°C -10min	77.9	44.4c	22.5def
50°C -30min	77.9	52.7bc	37.1c
50°C -50min	77.9	51.5bc	57.8 b
53°C -10min	77.9	50.3bc	14.6 f
53°C -30min	77.9	48.5c	27.3de
53°C -50min	77.9	74.0a	76.9a
+MCP ^w			
47°C -30min	77.9	78.2a	53.3b
50°C -30min	77.9	65.1ab	41.3bc
53°C -30min	77.9	59.7ab	41.8bc

^z Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^y Fruits were harvested on 2003.12.17. Water temperature – duration time.

^w Fruits were treatment with 1-methylcyclopropene at 25°C for 1 day and dipped into 47, 50 and 53°C for 30 min before storage.

^x Time at 1°C.

參考文獻

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
1-10。

Itamura, H. 1986. Relationships between fruit softening, respiration and ethylene production after destringent treatment by ethanol in Japanese

persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. var. Hiratanenashi) fruit harvested at various stages. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 55:89-98.

討 論

林世豐問：

在無冷藏設施的條件下，有否任何條件可使甜柿的貯藏更久的時間？

- 1.無貯藏設施時應如何處理？
- 2.安喜培要如何處理？

謝慶昌答：

- 1.高海拔可利用天然環境。
- 2.常溫下可用安喜培。
- 3.安喜培為氣體，所以需有密閉空間。

陳榮鐘問：

安喜培的用法？

- 1.MCP 是什麼？
- 2.熱處理要如何處理？
- 3.我們曾外銷加拿大
- 4.疊溪以 1°C 低溫貯藏外銷並無問題？

謝慶昌答：

- 1.MCP 即安喜培。
- 2.台北立統。
- 3.溫湯處理須注意污損果。
- 4.1°C 恆溫貯藏沒問題但低溫至室溫後會有變化，所以建議以溫湯處理。

魏松森問：

安農公司有一種抑制乙烯產品安果是否已經推廣上市，成果如何？

謝慶昌答：

- 1.安果即是 AVG。
- 2.它需配合展著劑使用。
- 3.它是在採收前使用。
- 4.請自行斟酌。

Harvest Maturity and Postharvest Technology of ‘Fuyu’ Persimmon (*Diospyros kaki* L.) Fruits

Mao-Ying Shi, Shu-Man Hsueh, and Ching-Chang Shiesh

Department of Horticulture, National Chung-Hsing University

ABSTRACT

The objectives of this study were to investigate the effects of temperatures 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 best time to harvest of ‘Fuyu’ persimmon fruit in the medium elevation mountain regions of central Taiwan should begin on 25th of November as far as maturity is concerned. At this time the average fruit weight reaches 285.2g, its total soluble solid content approaches more than 14.7° Brix, and its peel color turns orange red. All these promises better economical values. However, in terms of storage, it is more preferable to pick them from 9 to 23, December. During this period, the fruits remain firm, with lower respiration rate and more red skin color, heavier weight, way ahead of the pre-climacteric and closer to Chinese New Year.

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. The storage life of highly mature fruits is 4 weeks at 1°C.

The persimmon fruits when soaked in AVG before storage could delay the occurrence of climacteric peak by inhibiting respiration and ethylene production. The same effects were obtained by spraying AVG solution on the tree 2~3 weeks before harvest.

Treatment of persimmon with 1-MCP and hot water (53°C, 50min) before storage could delayed softening and turning of fruit color and prevented chilling injury from occurring. However, black scorch could appear on the peel of some fruits, which affected the appearance and marketing values. In addition, 1-MCP treatment inhibited ethylene action thus retained the firmness of 'Fuyu' fruits. Hot water (53°C, 50min) treatment of persimmon fruits harvested on 22nd December, the storage life was prolonged to 8 weeks under 1°C storage condition.

Key words: 'Fuyu' persimmon, maturity, storage temperature, hot-water treatment