

‘四周柿’低溫貯藏後對果實品質之影響

劉秀玲¹⁾ 林慧玲²⁾ 謝慶昌³⁾

關鍵字：柿、低溫貯藏、脫澀

摘要：本試驗之目的為調查‘四周柿’果實經低溫貯藏後進行益收脫澀處理，對果實品質及商品價值之影響。結果顯示貯藏於 6 ~ 12°C 的柿果，經益收處理後果實無法脫澀；而貯藏於 1 或 3°C 的果實，益收處理後雖可脫澀，但脫澀後的果實軟化速度加速，且隨貯藏時間之增加軟化情形愈嚴重。因此建議‘四周柿’貯藏溫度以 1 ~ 3°C 約貯藏 2 週為宜。

前 言

柿(*Diospyros kaki* L)，為柿樹科(Ebenaceae) 柿屬(*Diospyros*)，多年生落葉性喬木，原產於中國大陸。根據民國 87 年台灣農業年報調查，86 年種植面積高達 1902 公頃，產量 19018 公噸，栽培面積以台中縣最多，苗栗縣次之，其次為嘉義縣。本省主要的栽培品種以‘四周柿’與‘牛心柿’為主。柿子果實中含有強烈的澀味，主要導因於柿子果肉中含有存在於單寧細胞中單寧(tannin)，因此澀柿必須先經過脫澀處理後才可食用。以不同的脫澀方法處理後柿果，品質之差異很大，其櫥架壽命亦不同(Ito, 1971)。柿果的脫澀機制一般認為脫澀處理時，促使柿果產生乙醛，而乙醛再與可溶性單寧作用，聚合成不可溶性單寧，完成脫澀(Ito, 1971)；或認為可能和柿果中水分型態的改變有關 (Fukushima *et al.*, 1991)。「四周柿」的產期很短，一般集中在 9 ~ 10 月間，為了緩衝農民之一面採收一面脫澀之工作量及延長柿果供貨販售的時期，本試驗試以低溫冷藏的方式貯藏柿果，調查柿果在冷藏後果實脫澀的品質變化，期能找出‘四周柿’果實最適的貯藏溫度，及評估貯藏壽命以延長調節果實供貨時期之可行性。

-
- 1) 國立中興大學園藝學系研究生。
 - 2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。
 - 3) 國立中興大學事業經營研究所副教授。

材料與方法

一、材料來源

本試驗柿果來源，採自嘉義縣番路鄉埔尾及台中縣石岡鄉之‘四周柿’，果皮呈黃褐色，果肉呈深黃色，果實採收後即立刻運回實驗室，挑選果實大小及顏色一致、無外傷之果實為試驗材料。

二、試驗方法

將果實分別貯藏於 1、3、6、9 和 12°C 的恆溫箱中，每隔 2 星期分別自各處理組中取出 10 粒果實，去除柿子果實果梗及萼片，在果實蒂窪處以 0.1 ml 2 倍稀釋液益收 (ethephon) 處理，爾後將柿果置於 30°C 的恆溫箱中，分別於處理後第 3 日將果實取出，進行果實澀味及品質的調查。

三、調查項目與分析方法

(一) 柿果果肉澀味之調查

果實脫澀程度測定根據 Eaks 氏 (1967) 之方法，以 5% FeCl_3 浸染 Whatman NO.1 濾紙，予以陰乾製成單寧試紙備用。將欲測定之柿果，自果頂 1/3 處橫切，再把切面印在含有 5% FeCl_3 浸染之濾紙上，若柿果內含有可溶性單寧，則會與 FeCl_3 作用，產生黑色的呈色反應。因此單寧試紙上所呈現出的黑色面積愈多，則表示柿果內所含的可溶性單寧愈多。本試驗依呈色反應以黑色面積所佔的百分比，將澀味指數區分為 5 級，1 代表 0%、2 代表 10% 以下、3 代表 10~30%、4 代表 30~50% 而 5 代表 50% 以上，一般指數在 2 以下即具商品價值。

(二) 果皮顏色之測定

於果實赤道處以色差儀 (handy colorimeter, Nippon Denshoku 出品, Model NR-3000) 測定之，每果測定 3 點，果色以 L、a 和 b 值表示之，其中 +a 表示紅色、-a 表示綠色；+b 表示黃色、-b 表示藍色； L_{100} 表示亮度、 L_0 表示暗度。

(三) 果肉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 solids, TSS) 的含量為代表。單位以 °Brix 表示之。

(四) 果肉硬度之測定

將柿果自果頂 1/3 處橫切，於心室間之果肉處，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 3 點求其平均值。單位以 lb/cm^2 表示之。

結 果

一、貯藏溫度對柿果脫澀之影響

將‘四周柿’果實分別貯藏於 1、3、6、9 和 12°C 下於每隔 2 週各取 10 果，以益收處理後置於 30°C 恆溫箱中 3 日，進行脫澀處理。果實在未貯藏前 (0 週)，柿果經益收處理後，澀味有明顯的下降 (圖 1)。而貯藏 2 週後，柿果以益收處理的脫澀難易程度，隨貯藏溫度的降低而愈容易脫澀。至於貯藏 4 週的柿果，脫澀難易程度也有相似的情形。由結果顯示，貯藏時間愈久及溫度愈高，柿果愈不易脫澀。貯藏 4 週以上，柿果便開始有不正常的軟化情形，因此試驗於第 4 週後無法繼續進行。

二、貯藏溫度對柿果脫澀後果實硬度之影響

‘四周柿’果實分別貯藏於 1、3、6、9 和 12°C 下 2 週，柿果脫澀後硬度，以貯藏於 1°C 下最低，只有 0.4 lb/cm²，顯示果實仍可正常軟化，但隨貯藏溫度增高，處理後的果實硬度有較大的趨勢，至於貯藏在 12°C 下之果實，硬度稍有下降。而貯藏至第 4 週的柿果脫澀後果實硬度也有相似的結果，但硬度普遍比貯藏 2 週的柿果為低。因此由結果顯示，‘四周柿’貯藏於低溫脫澀後果實軟化速度較快，隨著貯藏溫度增加，脫澀後柿果軟化速度趨向減緩，但隨貯藏時間的延長，柿果軟化速度仍會加速 (圖 2)。

三、貯藏溫度對柿果脫澀後果實可溶性固形物之影響

‘四周柿’果實貯藏於 1、3、6、9 和 12°C 下，貯藏 2 週和 4 週再經益收處理後，果實中的可溶性固形物變化無顯著性差異，大約維持在 14~18°Brix (圖 3)。

四、貯藏溫度對柿果脫澀後果皮顏色之影響

‘四周柿’果實貯藏於 1、3、6、9 和 12°C 下，果皮顏色會因貯藏溫度的不同而改變 (表 1, 2, 3)。果皮顏色 L 值趨向上升趨勢，而貯藏 4 週再經脫澀後柿果果皮顏色 L 值，隨著貯藏溫度上升而增加。此外，柿果貯藏時間愈久，L 值也會小幅上升。就果皮顏色 a 值而言，柿果貯藏 2 週後在經脫澀之柿果，果皮 a 值隨著貯藏溫度增高而上升，但貯藏於 12°C 的柿果，果皮顏色 a 值比貯藏於 9°C 略低；而貯藏 4 週後再經脫澀之柿果，也有相似的情形。在果皮顏色 b 值方面，柿果貯藏 2 週後再經脫澀之柿果，果皮 b 值隨著貯藏溫度上升而上升，而貯藏 4 週後再經脫澀之柿果，也有相似的情形；此外，隨著貯藏的時間愈長，果實脫澀後果皮 b 值較高。就整體而言，貯藏溫度對柿果脫澀後果皮顏色之變化，L、a、b 值均隨貯藏溫度上升及貯藏時間延長而增加；即貯藏溫度愈高，貯藏時間愈久，脫澀後柿果果皮顏色傾向轉紅。

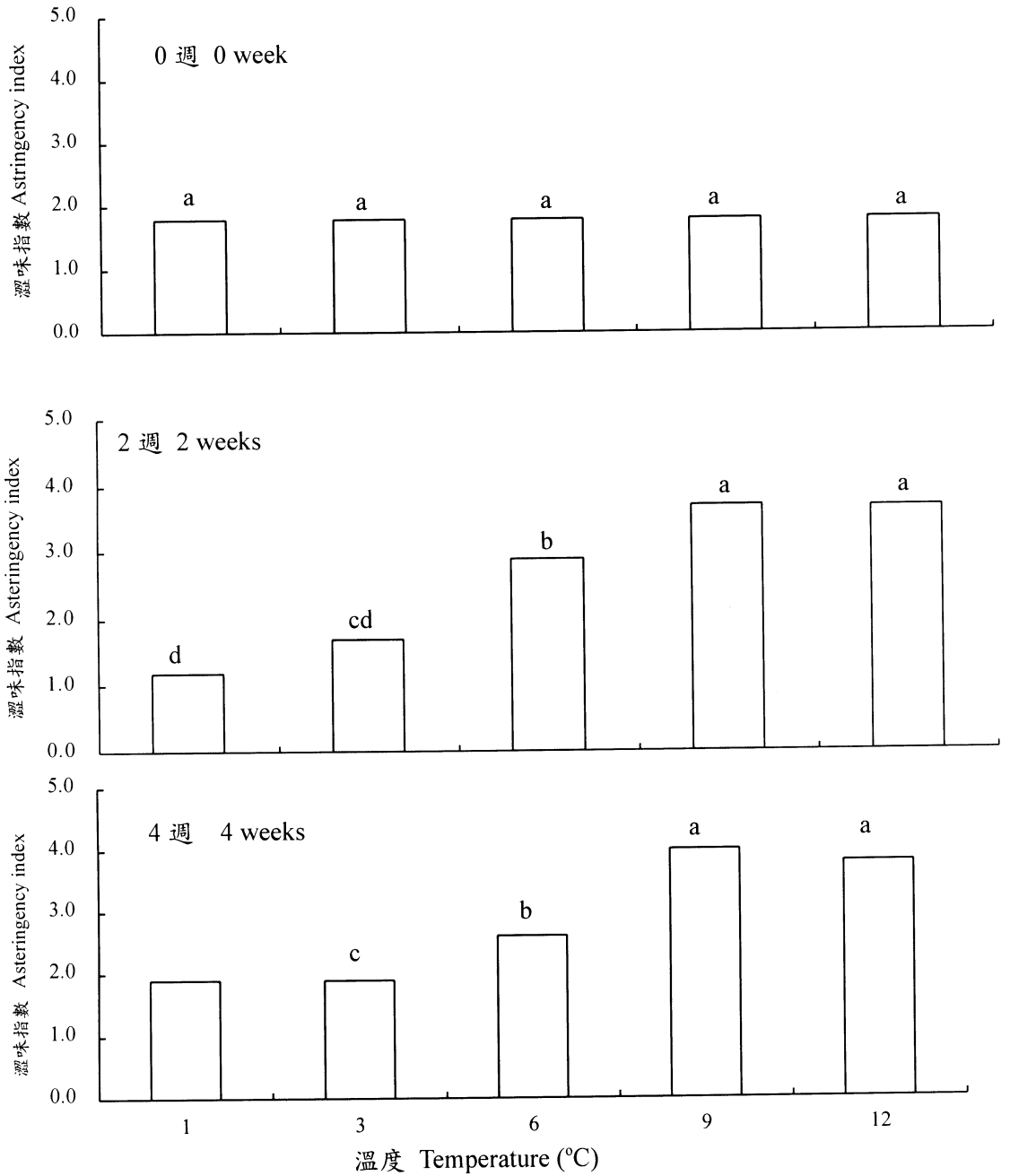


圖 1. 柿子果實分別貯藏於 1、3、6、9 和 12°C 2 週與 4 週後，進行益收脫澀處理果實內澀味變化

Fig 1. Effects of ethephon treatment (30°C,3 days) on the astringency of persimmon after fruits were stored at 1, 3, 6, 9 and 12°C for 2 and 4 weeks

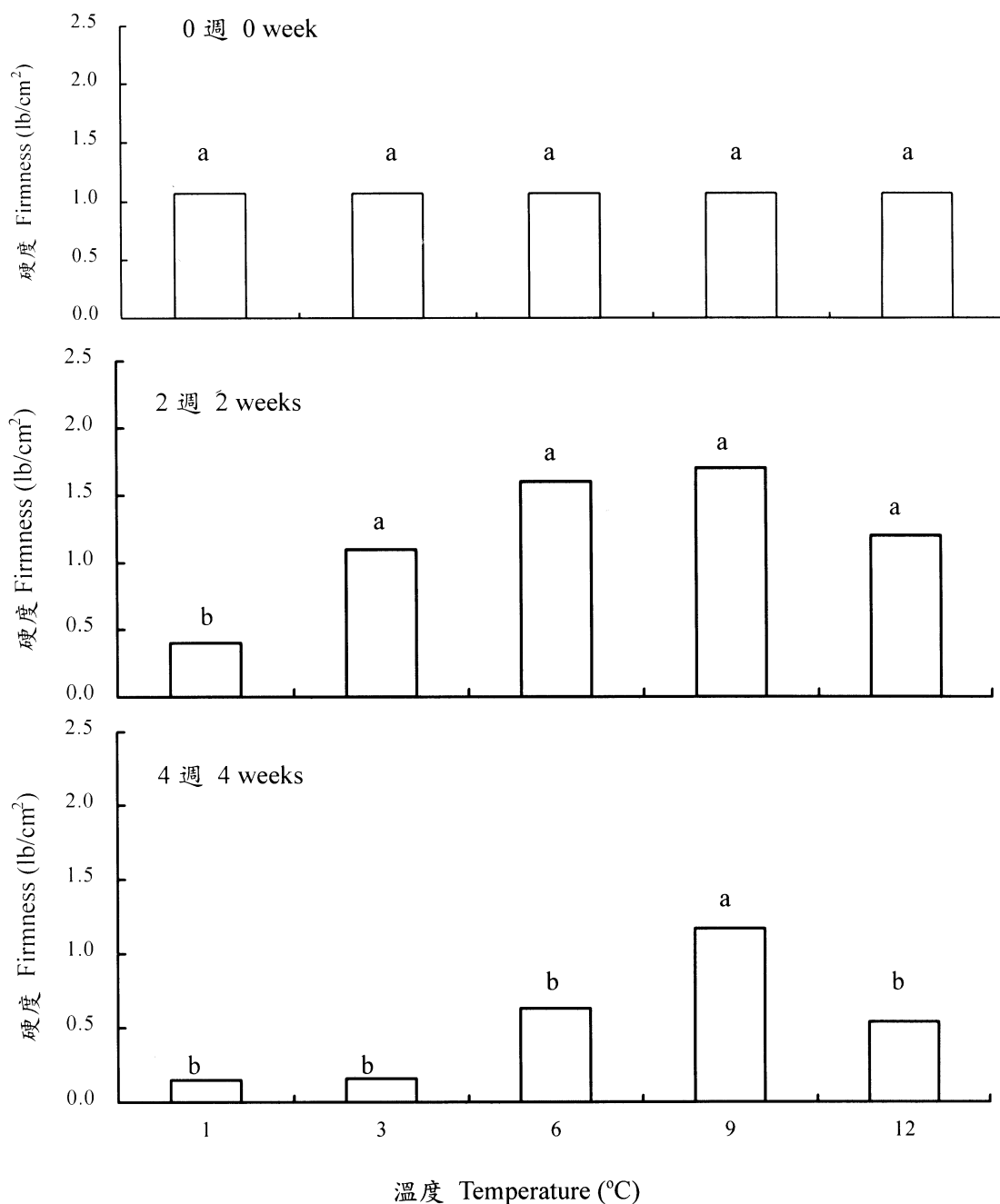


圖 2. 柿子果實分別貯藏於 1、3、6、9 和 12°C 2 及 4 週後，進行益收脫澀處理對果實硬度之影響

Fig 2. Effects of ethephon treatment (30°C, 3days) on the firmness of persimmon after fruits were stored at 1, 3, 6, 9 and 12°C for 2 and 4 weeks

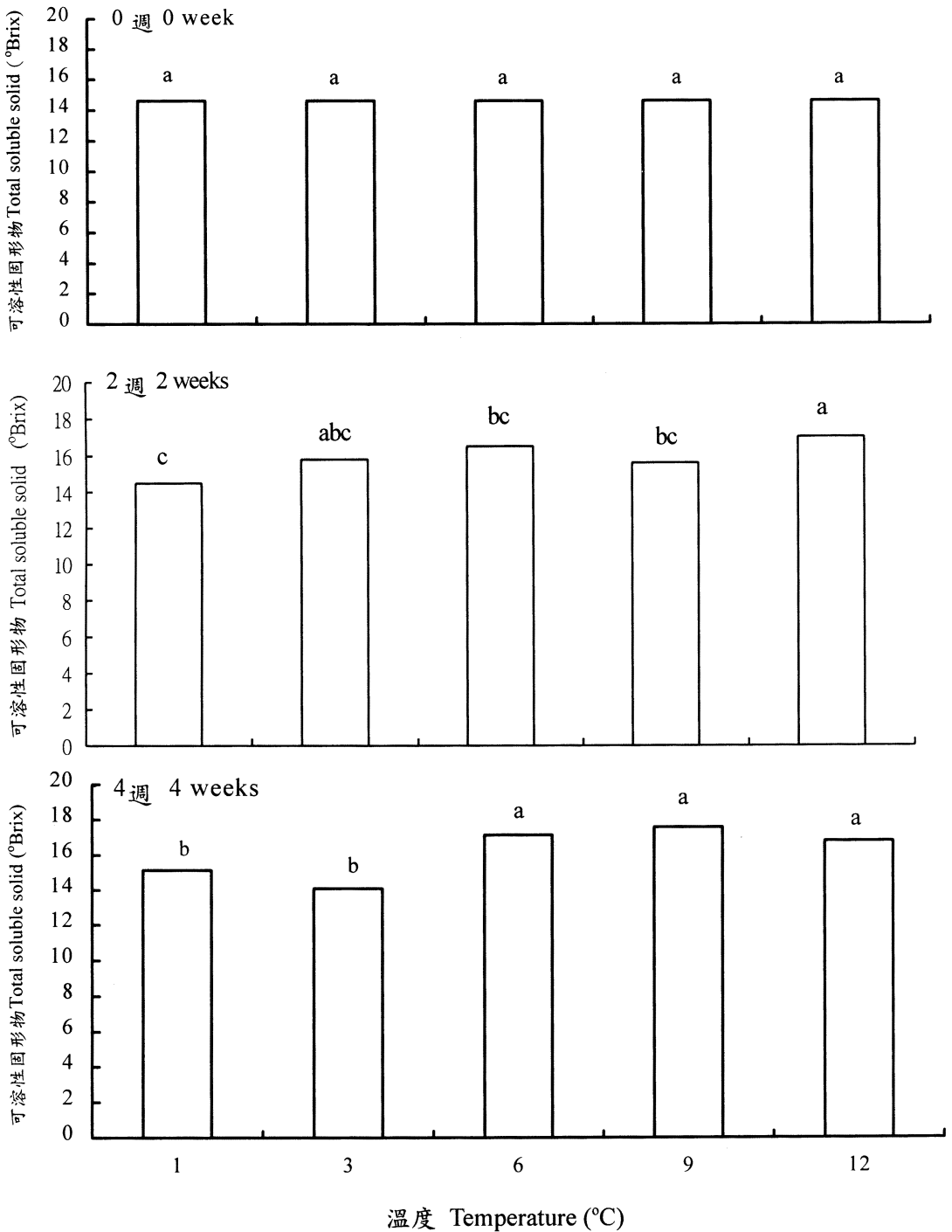


圖 3. 柿子果實分別貯藏 1、3、6、9 和 12°C 2 及 4 週後，進行益收脫澀處理對果實可溶性固形物之變化

Fig 3. Effects of ethephon treatment (30°C, 3days) on the total soluble solid of persimmon after fruits were stored at 1, 3, 6, 9 and 12°C for 2 and 4weeks

表 1. 柿子果實分別貯藏於 1、3、6、9 和 12°C 2 和 4 週後，進行益收脫澀處理對果皮顏色 L 值之變化

Table 1. Effects of ethephon treatment (30°C, 3 days) on the peel color (L) changes of persimmon after fruits were stored at 1, 3, 6, 9 and 12°C for 2 and 4 weeks

溫度 Treatment (°C)	L		
	0	2*	4
1	38.11 ^{a**}	36.88 ^b	37.93 ^b
3	38.11 ^a	38.79 ^{ab}	37.28 ^b
6	38.11 ^a	40.74 ^{ab}	42.41 ^a
9	38.11 ^a	42.82 ^b	43.51 ^a
12	38.11 ^a	41.00 ^{ab}	43.66 ^a

* 貯藏時間：週

Duration of storage: weeks.

** 同一行平均值之字母若相同，表示鄧肯氏多變域分析在 5% 水準時無顯著性差異。
means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 2. 柿子果實分別貯藏於 1、3、6、9 和 12°C 2 和 4 週後，進行益收脫澀處理對果皮顏色 a 值之變化

Table 2. Effects of ethephon treatment (30°C, 3 days) on the peel color (a) changes of persimmon after fruits were stored at 1, 3, 6, 9 and 12°C for 2 and 4 weeks

溫度 Treatment (°C)	a		
	0	2*	4
1	6.71 ^{a**}	7.69 ^c	7.27 ^c
3	6.71 ^a	8.74 ^{bc}	6.89 ^c
6	6.71 ^a	12.14 ^{ab}	14.66 ^b
9	6.71 ^a	14.69 ^a	18.19 ^a
12	6.71 ^a	13.17 ^a	16.44 ^{ab}

* 貯藏時間：週

Duration of storage: weeks.

** 同一行平均值之字母若相同，表示鄧肯氏多變域分析在 5% 水準時無顯著性差異。
means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 3. 柿子果實分別貯藏於 1、3、6、9 和 12 °C 2 和 4 週後，進行益收脫澀處理對果皮顏色 b 值之變化

Table 3. Effects of ethephon treatment (30 °C, 3days) on the peel color (b) changes of persimmon after fruits were stored at 1, 3, 6, 9 and 12°C for 2 and 4 weeks

溫度 Treatment (°C)	b		
	0	2*	4
1	15.59 ^{a**}	15.65 ^b	16.06 ^b
3	15.59 ^a	16.98 ^{ab}	16.18 ^b
6	15.59 ^a	19.06 ^{ab}	20.62 ^a
9	15.59 ^a	20.85 ^a	22.36 ^a
12	15.59 ^a	19.88 ^a	22.50 ^a

* 貯藏時間：週

Duration of storage: weeks.

** 同一行平均值之字母若相同，表示鄧肯氏多變域分析在 5% 水準時無顯著性差異。

means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

討 論

水果外觀特性影響販售價值甚鉅，以本省所產的「四周柿」，目前消費習慣為果實經催熟軟化，外觀橙紅色，果肉汁多而質細，味甜而無澀味；因此，又被稱「紅柿」或「軟柿」。一般而言，柿果經催熟軟化後，果實澀味隨之下降，於處理後第 3 日即達食用狀態。柿果經益收處理後，果實硬度有明顯降低，乙烯生成量會大幅上升。

「四周柿」在貯藏之後在進行益收處理，結果顯示貯藏在 9 和 12°C 的柿果，在貯藏後無法脫澀；貯藏在 6°C 的柿果，在貯藏後則脫澀不完全，仍有澀味殘留；反而是貯藏在 1 和 3°C 的柿果澀味能被去除 (astringency index 2)，可達食用階段。柿子生長於較溫暖的地區，對於低溫較敏感 (Clark and Forbes, 1994; Clark and MacFall, 1996; Collins and Tisdell, 1995; MacRae, 1987)。Collins and Tisdell (1995) 指出「Fuyu」甘柿貯藏於 10°C 下 2 週會發生寒害，且寒害症狀在外觀上並不明顯，然而貯藏於 0°C 下的柿果寒害症狀，反而比 5°C 和 10°C 的柿果輕微。耐寒品種「Suruga」甘柿，貯藏於 5°C 中 4 週回溫後仍有寒害症狀。因此建議柿子的貯藏溫度為 1°C，並需控制環境中氣體成分 (Ito, 1971)。而省產的「牛心柿」未脫澀前可於 1°C 的低溫下貯藏 3 個月 (謝慶昌和蔡平里, 1994 未發表報告)。由以上結果顯示，柿果於 5~10°C 下容易發生寒害，貯藏於 0~1°C 下寒害症狀反而進行緩慢。

「四周柿」低溫貯藏 2 週後，貯藏於 1°C 和 3°C 溫度下之柿果，在益收處理後 3 日澀味

指數下降至 2 以下，已達食用程度，其中又以貯藏 1°C 較 3°C 脫澀完全 (圖 1)。但貯藏於 1°C 脫澀後的柿果，顯然軟化速度非常快，脫澀後只有 0.5 lb/cm² (圖 2)。貯藏於 6、9 和 12°C 溫度下 2 週的柿果，在益收處理後則未脫澀，其中貯藏於 6°C 的柿果，益收處理後澀味下降至 3.0 (未達食用階段)，而貯藏於 9°C 和 12°C 的果實處理後澀味則沒有減少 (astringency index 4)。在貯藏 2 週脫澀後的果實，以貯藏於 6°C 和 9°C 的果實，硬度較高約 1.6~1.7 lb/cm²，而貯藏於 12°C 的果實，脫澀後硬度較低約 1.2 lb/cm²。

在未脫澀的‘四周柿’貯藏於 1°C 和 3°C 4 週的柿果脫澀後，澀味仍可下降 (astringency index=2)，但果實較難脫澀，且軟化情形更嚴重約 0.2 lb/cm² 以下。而貯藏於 6、9 和 12°C 的柿果，在益收處理後，澀味幾乎沒有減少，只有貯藏於 6°C 的柿果澀味下降至 2.6，而貯藏於 9 和 12°C 的柿果，澀味仍維持在 4 的情形，柿果的軟化情形也遠比貯藏 2 週的柿果嚴重 (圖 2)。

‘四周柿’未脫澀前貯藏於 6~12°C，都有無法脫澀的情形發生，而貯藏於 1~3°C 的柿果反而較易脫澀。雖然柿果於 6~12°C 環境下，與柿果發生寒害的溫度相近，可能因寒害所致 (Clark and Forbes, 1994; Clark and MacFall, 1996; Collins and Tisdell, 1995; MacRae, 1987)，使柿果無法脫澀。但由於寒害發生時外觀上不易察覺。此外，目前柿果的貯藏試驗，大都針對甘柿或脫澀後的澀柿，少見有針對未脫澀的柿果進行貯藏，因而缺乏前人研究的佐證。但果實貯藏於 4 週後，果實陸續軟化腐爛。Kato (1987) 指出柿果脫澀後貯放於不同溫度下果實軟化速度不同，但經過一段時間的貯藏後所有的果實都會快速的軟化。因此可能是柿果於貯藏 6-12°C 環境下，果實逐漸進入老化，組織發生崩解所致。

採收後園產品顏色的變化主要受到光和溫度的影響，光除了影響葉片葉綠素的合成及降解速度外，也會刺激某些作物花青素與茄紅素的生成。此外，色素的變化與溫度也有密切的關係，葡萄柚在 30~35°C 環境下，會生成茄紅素，對胡蘿蔔素則沒有影響；於 5~15°C 低溫下則有相反的情形。然而番茄於 30°C 下，對茄紅素有減少形成的趨勢，對 β -carotene 則無影響 (Kays, 1997)。柿子果實中，果皮葉綠素於 15°C 下，降解速度最快，而於 5 和 30°C 下最慢；而類胡蘿蔔素則於 5-30°C 下會快速生合成 (Kato, 1987)。由以上敘述顯示，不同溫度下對不同種類色素產生某程度的影響。Clark 和 MacFall (1996) 指出‘富有’柿寒害的症狀包括果皮和果肉顏色轉暗，從亮桔色變成暗桔色。而 Clark 和 Forbes (1994) 則指出遭受寒害的‘富有’柿果肉出現褐化現象。‘四周柿’貯藏於 6~12°C 下的果實，脫澀後 L 值有明顯的上升情形，顯示果皮顏色有較不易變暗的趨勢。在貯藏第 2 週時，5 個貯藏溫度脫澀後，L 值顏色變化差異並不顯著，而貯藏第 4 週時，貯藏於 1~3°C 與 6~12°C 則有顯著的差異，顏色明顯的變暗；此外，貯藏於 6~12°C 的果實 a 值和 b 值均有明顯的上升趨勢，且與貯藏於 1~3°C 果實有顯著的差異，顯示貯藏於 6~12°C 的果實有逐漸褐化傾向，似乎暗示果實已有受到寒害的跡象。

一般認為寒害與細胞膜有密切的關係，對低溫敏感的作物在寒害的溫度時，細胞膜脂質發生相 (phase transition) 的轉變，由液態晶狀 (liquid crystalline) 變為固態膠狀

(solid gel)，使離子滲漏的程度提高，最後失去對細胞膜的控制 (Lyons, 1973)。柿果寒害的溫度約介 5~10°C (Clark and Forbes, 1994; Clark and MacFall, 1996; Collins and Tisdell, 1995; MacRae, 1987)，‘四周柿’果實貯藏於 6~12°C 寒害溫度下，果實中的膜體系統可能已受到某一程度的破壞，因此在進行脫澀處理時，果實內無法形成滲透性脫水的環境，因而無法脫澀。

由以上結果顯示，‘四周柿’果實貯藏後常有不易脫澀 (6、9 和 12°C)，或脫澀後快速軟化現象 (1°C 和 3°C)，適合貯藏的溫度以 1~3°C 為佳，貯藏壽命以不超過 2 週為宜，因此，‘四周柿’果實不適合長期低溫貯藏。

參 考 文 獻

- 溫英杰。1995。柿。台灣農家要覽。豐年社。台北。pp.191-198。
- 農林廳。1997。台灣農業年報。南投。p.125。
- Clark, C. J. and S. K. Forbes. 1994. Nuclear magnetic resonance imaging of the development of chilling injury in 'Fuyu' persimmon (*Diospyros kaki*). *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 22: 209-215.
- Clark, C. J. and J. S. MacFall. 1996. Magnetic resonance imaging of persimmon fruit (*Diospyros kaki*) during storage at low temperature and under modified atmosphere. *Postharvest Biol. Technol.* 9: 97-108.
- Collins, R. J. and J. S. Tussled. 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.
- Eaks, I. L. 1967. Ripening and astringency removal in persimmon fruit. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 91: 868-875.
- Fukushima, T., T. Kitamura, H. Murayama, and T. Yoshida. 1991. Mechanisms of astringency removal by ethanol treatment in 'Hiratanenashi' kaki fruits. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 60: 685-694.
- 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.
- Ito, S. 1986. Persimmon. pp.355-370. *In*: S. P. Monselise (ed.) *CRC Handbook of Fruit Set and Development.* CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- 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.
- Kays, S. J. 1997. *Postharvest Physiology of Perishable Plant Products.* p.187-207. Exon Press.

U.S.A.

Lyons, J. M. 1973. Chilling injury in plant. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 24: 455-466.

MacRae, E. A. 1987. Development of chilling injury in New Zealand grown 'Fuyu' persimmon during storage. *New Zealand J. Exp. Agric.* 15: 333-344. cited by Clark, C. J. and S. K. Forbes. 1994. Nuclear magnetic resonance imaging of the development of chilling injury in 'Fuyu' persimmon (*Diospyros kaki*). *New Zealand J. Crop Hortic Sci.*22: 209-215.

Effect of Cold Storage on the Qualities in 'Syh Jou' Persimmon (*Diospyros kaki* L)

Hsiu-Ling Liu ¹⁾ Huey-Ling Lin ²⁾ Ching-Chang Shiesh ³⁾

Key words: Persimmon, Cold storage, Deasteringency

Summary

The objectives of this experiment were to investigate 'Syh Jou' persimmon (*Diospyros kaki*) cold storage on the qualities and commercial value of the fruits after ethephon treatment.

In low temperature storage of ethephon treated fruit, astringency could not be eliminated if fruits were store at 6, 9 or 12 °C. Those at 1 or 3 °C, ethephon not only accelerated the process of deastringency, but also stimulated fruit softening; the longer the storage period, the more serious the deterioration. It is suggested that the optimum storage temperature for 'Syh Jou' persimmon to be in the range of 1 to 3 °C, and fruits remain in good condition for approximately two weeks under controlled environment.

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

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

Corresponding author.

3) Associate professor, Graduate Institute of Management, National Chung Hsing University.