

貯藏溫度對石灰水脫澀後之`牛心柿`品質的影響

黃仲彥¹⁾ 謝慶昌²⁾

關鍵字：牛心柿、柿子、石灰水懸浮液脫澀、貯藏、品質

摘要：澀柿一般多以未經脫澀的狀態進行貯藏，之後再進行脫澀處理，但經貯藏後易造成脫澀不完全的症狀發生，而脫澀後的柿果若在不適當的溫度進行貯藏容易發生軟化或褐化等症狀。運用石灰水脫澀後的`牛心柿`可在 1°C 與 3°C 下貯藏 30 天仍能維持果實硬度，而貯藏在 6、9、12、15°C 則分別在貯藏 25、15、10、5 天後喪失商品價值，9°C 以上貯藏後期甚至出現軟化腐爛的現象。

前 言

柿(*Diospyros kaki* L.)屬於柿樹科(Ebenaceae)，柿屬(*Diospyros*)之溫帶多年生落葉果樹，原產亞洲東部。果實富含維他命 A、B、C、酚類、礦物元素與纖維素，營養相當豐富。澀柿果實採收後，可依不同脫澀處理與加工技術製成硬柿、軟柿與柿餅等多樣化產品，而滿足市場的不同需求，但柿果生產期集中在 9~12 月間，為穩定市場價格與延長供貨，柿果的貯藏條件與方法是重要關鍵因素。澀柿一般多以未經脫澀的狀態進行貯藏，之後再進行脫澀處理，但貯藏後易發生脫澀不完全的症狀，如未經脫澀的`四周柿`在 6~12°C 貯藏 2 週後，會造成果實後熟不完全(劉，1999)；未脫澀的`牛心柿`於 3~12°C 貯藏 4 週亦有脫澀不完全的情形發生(鄭，2001)。`平核無`在 0°C 貯藏時，同樣有不易脫澀的現象，貯藏於 7°C 除有脫澀不完全外，亦有嚴重的寒害問題，若以二氧化碳脫澀後再進行低溫貯藏，則可以降低此現象發生且有較佳的貯藏壽命(Toye *et al.*, 1987)。因此低溫下，柿果雖可長時間貯藏，卻可能會有無法正常脫澀的狀況發生，且脫澀後的柿果貯藏能力可能會比未脫澀貯藏者佳，加上若是運用脫澀後的柿果進行貯藏則可以避免貯藏後無法正常脫澀的問題，且脫澀後的柿果可隨時進行販售。本試驗試以石灰水懸浮液脫澀後的`牛心柿`進行貯藏，來觀測其脫澀後的貯藏能力與品質變化。

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

材料及方法

一、材料來源

試驗材料取自台中市軍功林氏果園之`牛心柿`品種。果實採後立刻運回實驗室，挑選果實大小與顏色均一且無外傷之果實為試驗材料。

二、調查項目與分析方法

於 93 年 10 月 3 日採樣，經挑選的`牛心柿`果實浸泡於 1%石灰水懸浮液中，靜置於 30°C 恆溫箱中三天進行脫澀。將石灰水脫澀後的`牛心柿`果實每 10 果為一單位放在打有 32 孔的塑膠袋中進行貯藏，貯藏於 1、3、6、9、12 與 15°C 六個溫度中，每隔五天於各溫度取出一袋進行果肉硬度、總可溶性固形物與果肉顏色之調查，為期 1 個月。

果肉硬度將待測柿果自果頂 1/3 處橫切後，以硬度計(Penetrometer F327)測定心室間穿刺果肉時，單位面積內所需最大之重量，單位以牛頓(N)表示之。

總可溶性固形物將待測柿果自果頂 1/3 處橫切後，於心室間之果肉壓榨出果汁，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)的含量，單位以°Brix 表示之。

果肉顏色將待測柿果自果頂 1/3 處橫切後，以色差儀器(Handy colorimeter, Nippon Denshoku 出品, Model NR-3000)測定心室間的顏色。果肉顏色以 L、C、H 值表示，L 值(light)表示明亮度，100 為白色，0 為黑色；C 值(chroma)表示顏色的彩度，數值越高顏色越濃；H 值(hue angle)表示色相角，0 為紅-紫色(red-purple)，90 為黃色(yellow)，180 為藍-綠色(bluish-green)，270 為藍色(blue)。

結 果

`牛心柿`經 3 天石灰水懸浮液脫澀處理後，果肉硬度由 180.7 N 降至 137.6 N (表 1)。當貯藏溫度增加，柿果軟化程度亦隨之嚴重，以 6、9、12 與 15°C 進行貯藏則分別在 25、15、10 與 5 天後失去`牛心柿`以石灰水脫澀後脆的口感而喪失商品價值，硬度降至 25N 以下；以 9、12 與 15°C 進行貯藏則分別在 20、15 與 10 天後出現柿果軟化腐爛的現象；以 1 與 3°C 經過 30 天貯藏後，柿果硬度仍維持在 90N 左右(表 1)。

`牛心柿`在 3 天脫澀過程中，柿果總可溶性固形物由 15.0 °Brix 降至 11.2 °Brix (表 2)。柿果總可溶性固形物在不同貯藏天數下，貯藏溫度高者含量也有較高的趨勢；隨貯藏天數的增加，總可溶性固形物有增加的趨勢。

在果肉顏色方面，果肉明度(表 3)、彩度(表 4)與色相(表 5)均隨貯藏天數與溫度的增加，有降低的趨勢。在明度與彩度方面，以 1 與 3°C 在經過 30 天貯藏後仍與脫澀後數值相仿；色相在不同溫度貯藏下，除在貯藏 20 天下以 3°C 最高而 9°C 最低外，其餘天數各溫

間差異均不顯著。另外，12°C及15°C貯藏至20天時，果肉已嚴重軟化且成水浸狀，故無法測量顏色。

表 1. 貯藏溫度與天數對`牛心柿`果實石灰水脫澀後果肉硬度之影響

Table 1. Effects of storage temperatures and duration on firmness of `Bull Heart` persimmon after CaO deastringency treatment

Storage temperature	Firmness (N)							
	At harvest	Days after storage						
		0 ^y	5	10	15	20	25	30
1°C	180.7	137.6	108.8a ^z	116.6a	101.9a	91.9a	105.8a	87.6a
3°C	180.7	137.6	109.2a	116.0a	105.0a	91.7a	91.6b	90.2a
6°C	180.7	137.6	102.5ab	108.0ab	80.6b	74.5b	21.3c	17.7b
9°C	180.7	137.6	108.2a	102.8b	39.2c	0.0c	0.0d	6.3c
12°C	180.7	137.6	87.5b	24.7c	0.0d	0.0c	0.0d	0.0c
15°C	180.7	137.6	21.3c	0.0d	0.0d	0.0c	0.0d	0.0c

^z Mean separation within column was by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y After deastringency treatment.

表 2. 貯藏溫度與天數對`牛心柿`果實石灰水脫澀後果肉總可溶性固形物之影響

Table 2. Effects of storage temperatures and duration on total soluble solid of `Bull Heart` persimmon after CaO deastringency treatment

Storage temperature	Total soluble solid (°Brix)							
	At harvest	Days after storage						
		0 ^y	5	10	15	20	25	30
1°C	15.0	11.2	11.8a ^z	11.9b	11.0d	12.0b	12.2bc	12.1c
3°C	15.0	11.2	11.8a	12.0b	12.5bc	11.3b	11.6c	12.9bc
6°C	15.0	11.2	11.6a	11.6b	11.6cd	12.0b	12.5b	12.7bc
9°C	15.0	11.2	11.3a	11.6b	12.3bc	13.6a	14.4a	13.5ab
12°C	15.0	11.2	11.5a	12.2b	14.2a	13.6a	15.0a	14.3a
15°C	15.0	11.2	12.0a	14.9a	12.9b	13.3a	12.9b	13.6ab

^z Mean separation within column was by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y After deastringency treatment.

表 3. 貯藏溫度與天數對`牛心柿`果實石灰水脫澀後果肉明度之影響

Table 3. Effects of storage temperatures and duration on lightness (L value) of `Bull Heart` persimmon after CaO destringency treatment

Storage temperature	L value of pulp							
	At harvest	Days after storage						
		0 ^y	5	10	15	20	25	30
1°C	62.4	60.6	58.3a ^z	61.0a	60.4b	60.5a	60.9a	60.7a
3°C	62.4	60.6	58.8a	61.0a	61.9ab	61.8a	61.6a	61.9a
6°C	62.4	60.6	59.9a	60.6a	63.1a	60.5a	49.6b	50.5b
9°C	62.4	60.6	60.3a	59.2a	55.8c	42.0b	34.1c	41.3c
12°C	62.4	60.6	60.2a	51.4b	25.1d	- ^x	-	-
15°C	62.4	60.6	45.4b	27.4c	26.9d	-	-	-

^z Mean separation within column was by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y After destringency treatment.

^x Fruits were decay, no data recorded.

表 4. 貯藏溫度與天數對`牛心柿`果實石灰水脫澀後果肉彩度之影響

Table 4. Effects of storage temperatures and duration on chroma (C value) of pulp of `Bull Heart` persimmon after CaO destringency treatment

Storage temperature	C value of pulp ^y							
	At harvest	Days after storage						
		0 ^x	5	10	15	20	25	30
1°C	37.3	36.0	38.9a ^z	38.1a	37.1ab	38.8a	36.1a	36.8a
3°C	37.3	36.0	39.3a	37.2a	38.3a	36.8a	36.4a	38.9a
6°C	37.3	36.0	41.3a	38.9a	36.6ab	36.5a	32.0b	31.4b
9°C	37.3	36.0	37.8a	37.6a	34.9b	27.6b	21.8c	26.2c
12°C	37.3	36.0	38.2a	35.6a	15.1c	- ^w	-	-
15°C	37.3	36.0	29.7b	16.4b	16.5c	-	-	-

^z Mean separation within column was by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y Chroma = $(a^2 + b^2)^{1/2}$

^x After destringency treatment.

^w Fruits were decay, no data recorded.

表 5. 貯藏溫度與天數對`牛心柿`果實石灰水脫澀後果肉色相之影響

Table 5. Effects of storage temperatures and duration on hue angle (H value) of pulp of `Bull Heart` persimmon after CaO destringency treatment

Storage temperature	H value of pulp ^y							
	At harvest	Days after storage						
		0 ^x	5	10	15	20	25	30
1°C	84.5	85.8	82.4a ^z	82.3a	79.9a	80.4b	81.3a	79.2a
3°C	84.5	85.8	81.7a	82.2a	81.9a	82.1a	82.2a	79.0a
6°C	84.5	85.8	81.3a	81.3a	83.4a	80.6b	79.7a	78.5a
9°C	84.5	85.8	83.3a	81.7a	81.6a	77.7c	75.6a	75.9a
12°C	84.5	85.8	81.9a	79.0a	70.3b	- ^w	-	-
15°C	84.5	85.8	78.7b	75.5b	78.2a	-	-	-

^z Mean separation within column was by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y Hue angle = $\tan^{-1}(b/a)$

^x After destringency treatment.

^w Fruits were decay, no data recorded.

整體而言，當柿果隨貯藏溫度與天數的增加軟化亦加速，而果實內的可溶性固形物會增加，在顏色方面無論明度、彩度與色相均有降低的趨勢。因此在 1 與 3°C 之下進行貯藏，`牛心柿` 仍有 30 天的貯藏壽命；在 6、9 與 12°C 之下進行貯藏者，則分別有 20、10 與 5 天的貯藏壽命。

討 論

`牛心柿` 是本省主要澀柿的品種之一，採收後必須經過脫澀處理才具有商品價值，一般消費習慣將其製成「硬柿」或「脆柿」來進行販售。`牛心柿` 的產期集中在 9 月上旬至 11 月上旬，因此延長販售期是重要課題之一。未經脫澀的柿果在 1°C 下可貯藏 3 個月，果肉仍未發生異狀(謝慶昌和蔡平里，未發表之數據)，但經貯藏後的柿果易有脫澀不完全的情況發生，因此本次以石灰水懸浮液脫澀後的`牛心柿` 進行試驗。

柿果最佳的品質是在更年前期(preclimacteric stage)，果肉橙黃色時，當更年期開始果實便會快速軟化，而失去商品價值(Harima *et al.*, 2003)；在不同溫度下，柿果的軟化速度亦不同，當果實達某一生理成熟時，果實便會快速軟化(Kato, 1987)。在本試驗中脫澀後的

柿果隨貯藏溫度與天數的增加軟化亦加速(表 1)，在蘋果(Johnston *et al.*, 2001)、石榴(Nanda *et al.*, 2001)、酪梨(Flitsanov *et al.*, 2000)亦有相同結果。其中蘋果在慢速軟化期(slow softening phase)果心腔(core cavity)中的乙烯含量也較低，當進入快速軟化期(rapid softening phase)時，乙烯含量便快速增加(Johnston *et al.*, 2001)，而使果實軟化；在`平核無`與`Aizumishirazu`以酒精脫澀後，有再經過乙烯處理者果肉硬度明顯軟化(Kato, 1990)。使用乙烯作用抑制劑 1-甲基環丙烯(1-methylcyclopropene; 1-MCP)可降低蘋果乙烯的產生，有效減緩果實的軟化(Fan *et al.*, 1999; Watkins *et al.*, 2000)；在`Tonewase`與`Saijo`柿果中，在二氧化碳脫澀期間處理 1-MCP 亦有延緩果實軟化的效果(Harima *et al.*, 2003)；以 100% 二氧化碳進行脫澀後的`牛心柿`，在塑膠袋中放入含高錳酸鉀的蛭石(乙烯吸收劑)，可有效減緩柿果的軟化(林等, 1987)，因此乙烯在果實軟化中扮演重要的角色。在本試驗中，以石灰水懸浮液脫澀後的`牛心柿`果實，運用打孔塑膠袋包裝後於 1 與 3°C 的貯藏溫度下，以果肉硬度與顏色觀測，果實仍具有 30 天的貯藏壽命；在 6、9 與 12°C 之下進行貯藏者，則分別有 20、10 與 5 天的貯藏壽命。

蔡氏於 1994 年表示，`牛心柿`以石灰懸浮液脫澀後，在 2°C 貯藏 2 天後便發生果肉褐化的情形而影響品質，然在本次試驗中均無果肉褐化的情形發生，這是值得在進一步探討的課題。

參考文獻

- 林宗賢、謝慶昌、繆八龍。1987。二氧化碳與石灰懸浮液對柿果脫澀、軟化與乙烯產生之比較。中國園藝 33: 274-283。
- 劉秀玲。1999。`四周柿`益收脫澀期間組成分之變化。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台灣：台中。85pp。
- 蔡瑞真。1994。脫澀方法對柿果軟化之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台灣：台中。83pp。
- 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。126pp。
- Fan, X., S. M. Blankenship, and J. P. Mattheis. 1999. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124: 690-695.
- Flitsanov, U., A. Mizrach, A. Liberzon, M. Akerman, and G. Zauberman. 2000. Measurement of avocado softening at various temperatures using ultrasound. *Postharvest Biol. Technol.* 20: 279-286.
- Harima, S., R. Nakano, S. Yamauchi, Y. Kitano, Y. Yamamoto, A. Inaba, and Y. Kubo. 2003. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. *Postharvest Biol. Technol.* 29: 318-323.

- Johnston, J. W., E. W. Hewett, M. L. A. T. M. Hertog, and F. R. Harker. 2001. Temperature induces differential softening responses in apple cultivars. *Postharvest Biol. Technol.* 23: 185-196.
- 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.
- Kato, K. 1990. Astringency removal and ripening in persimmons treated with ethanol and ethylene. *HortScience* 25: 205-207.
- Nanda, S., D. V. S. Rao, and S. Krishnamurthy. 2001. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharvest Biol. Technol.* 22: 61-69.
- Toye, J. D., P. G. Glucina, and T. Minamide. 1987. Removal of astringency and storage of 'Hiratanenashi' persimmon fruits. *N. Z. J. Exp. Agric.* 15: 351-355.
- Watkins, C. B., J. F. Nock, and B. D. Whitaker. 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biol. Technol.* 19: 17-32.

Effect of Storage Temperatures on Quality of `Bull Heart` Persimmon after CaO Deastringency

Chong-Yan Huang¹⁾ Ching-Chang Shiesh²⁾

Key words : `Bull Heart`, Persimmon, CaO Deastringency, Storage, Quality

Summary

Persimmons are usually stored after picking, and then subject to the process of removing astringency, but incomplete deastringency could happen after storing. When deastringented persimmons were stored at unsuitable temperatures, softening and browning might result. The `Bull Heart` persimmons stored at 1 and 3°C for 30 days could retain its firmness while astringency was removed with CaO. When they were stored at 6, 9, 12, and 15°C, fruits tended to loss market value at 25, 15, 10, and 5days, respectively, after storage. Softening and fruit decay occurred while storing over 9°C.

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

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