

## 秤錘種楊桃的貯藏品質<sup>1</sup>

楊淑惠 王武彰<sup>2</sup>

**摘要：**本試驗將秤錘種楊桃 (*Averrhoa carambola* L. cultivar Chang Chwei) 貯放在室溫 (12天) 及5、10、15°C的不同低溫42天，比較貯藏期間的品質變化。試驗結果顯示，於15°C貯藏的楊桃，在貯藏21天後即失去商品價值。就長期貯藏品質而言，在5°C冷藏的楊桃比在10°C和15°C冷藏者有較好的外觀及硬度，維生素C的損失亦較少，楊桃的可溶性糖類 (果糖、葡萄糖及蔗糖)、有機酸 (草酸和蘋果酸) 的變化也較少。但若為短期貯藏 (14天)，5°C與10°C對楊桃品質相差並不顯著。在5°C貯藏的楊桃，其果糖、葡萄糖及總糖幾無變化，有機酸含量減少11~19%，可滴定酸度亦隨之下降。將貯藏在5°C42天的楊桃果實隨後放在室溫 (28°C) 6天，可以繼續完熟並無寒害 (chilling injury) 徵狀發生。

**關鍵詞：**楊桃貯藏品質。

楊桃 (*Averrhoa carambola* L.) 屬於酢漿草科的常綠灌木，植株在種植後，第三年即可開花結果，結果期長，一年中除了四月至七月較少鮮果供應外，有長達八個月的供果期<sup>(1,2)</sup>。根據1990年臺灣農業年報的記載，楊桃栽植面積，約為二千六百公頃左右，栽培地區以苗栗、雲林、臺南、彰化及屏東為主。楊桃的品種很多，其中甜味品種由於品種改良以及栽培技術的改進，在果實成熟後肉質甜美、多汁，深受消費者所喜愛<sup>(3)</sup>。目前種植較多的甜味品種為二林種、青墩種、密絲種、秤錘種及臺農一號等<sup>(1,7,8)</sup>，除了我國，近年來在美國加州<sup>(14)</sup>、澳洲 Darwin、North Queensland<sup>(21)</sup>等地均已開始注意到楊桃品種的引進與栽培。楊桃為非更年型水果<sup>(9,18)</sup>，一般在成熟度達八、九分熟時採收上市，細嫩的表皮雖覆蓋蠟質，但若無適當處理仍不耐貯存，在室溫只能貯放二星期左右，其組織快速軟化、口感不佳，而不當的低溫貯藏則可能會造成冷害，使果實組織劣化、品質下降。依 Eaks、Lyons<sup>(16,17)</sup>等的“膜物相改變 (physical phasechange)”的理論，果實在寒溫度時“Arrhenius plot”會產生斷線，就謝氏<sup>(11)</sup>的研究，楊桃在12°C左右也有斷線情形，所以楊桃在12°C下貯藏即可能產生寒害。楊桃品質的優良與否，與果實組織完整性、顏色、風味及品種<sup>(8)</sup>等有關，風味一項則包括其糖類及有機酸含量多寡等。依 Campbell 等<sup>(15)</sup>對“Arkin”楊桃的研究顯示，在5°C貯藏的黃化較慢、果糖及葡萄糖含量先降，放在室溫則有回升的趨勢。

由於楊桃的結果期長，國內較少利用貯藏來調節其供銷時間，但楊桃星狀般的特殊果型，很為溫帶地區所珍視，在國際上則被認為是很有希望的熱帶水果，近年來，國內相關單位也積極的開拓外銷市場，以增加果農收益，因此，加強楊桃果實採收後處理技術及貯藏期間品質變化的研究，實有其必要性。本試驗目的即對貯藏在不同溫度的“秤錘種”楊桃進行品質調查與分析，其結果可供相關業者參考。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1692 號。

2. 本所鳳山熱帶園藝試驗所助理及助理研究員。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

1. 本試驗在八十年十月及十二月，分別在臺南玉井與屏東縣高樹鄉，採八、九分熟之表皮完整的秤錘種楊桃果實為試驗材料。
2. PE袋厚度0.002 inch.

### 二、試驗方法

#### (一)果實前處理與貯藏

楊桃果實擦去表面灰塵後，稱重、套上PE袋（市售包裝方式），裝入紙箱中，紙箱四邊各開三及五個孔洞，每個孔為3cm×3cm，十五個果實為一組，三重複，分別貯藏於5°C、10°C及15°C的冷藏庫中，貯藏實驗進行中的相對濕度保持在85~90%左右，每14天取出進行調查及成份分析，調查至42天止，貯藏期間若果實腐敗率超80%，因已失去商業利潤，則不再繼續冷藏。部分冷藏果實置放室溫（約28°C）6天，做寒害觀察及成份分析。另以在室溫貯存者為對照組，每3天進行分析，調查至12天。

#### (二)果實品質與成份分析

楊桃果實自冷藏庫取出，回溫後，進行下列分析：

1. 果實失重百分率：冷藏果實回溫後稱重，並與初重比較計算其果實失重率。
2. 硬度測定：以直徑為4mm之手持式硬度計測定中間段果稔。
3. 總可溶固形物（Total soluble solid, TSS）：果實打汁過濾後，取濾液以 ATAGO N1 手持式屈折射計測定。
4. 抗壞血酸（Ascorbic acid）：以 A.O.A.C. Indophenol method<sup>(12)</sup>進行測定，取2g 果汁，加5ml 偏磷酸，以2,6-dichloroindophenol-Na-溶液滴定至試液呈粉紅色。
5. 糖類分析：以 CNS<sup>(4)</sup>方法進行，(1)糖類萃取：果實打汁後，以12,000rpm 離心10分鐘，取上層液，經0.45 $\mu$ m 過濾膜過濾，(2)濾液以 Varain LC 5,500高效液相層析儀分析，注入量為10 $\mu$ l、分離管 Micro Park-NH2-10 30cm×4mm，移動相為氘甲烷：水=75：25，流速1.5 ml/min.、在室溫以 PHILIPS PU 4026 RI 檢測器偵測。
6. 有機酸分析：以 CNS<sup>(4)</sup>方法進行，抽取方法及儀器同上5. (1)，分離管為 Alltech Econosil C18 (10 $\mu$ ) 250mm×4.6mm，移動相為0.01 M 磷酸二氫鉀 (pH=2.4)，流速0.8ml/min.、在室溫以 Varain 2550 UV 檢測器220nm 偵測。
7. 可滴定酸度 (Titratable acidity)：取5g 楊桃果汁，加入10倍蒸餾水，以0.1 N 氫氧化鈉滴定至 pH 8.1. (以草酸為計算標準)

## 結 果

秤錘種楊桃在15°C、10°C及5°C的貯藏期分別為21天、35~42天及56天左右，左右，因15°C的果實貯藏期太短，本文只討論室溫（對照組，12天）及5°C、10°C貯藏42天後的成份與外觀變化。

### 一、貯藏後楊桃果實的外觀變化

楊桃貯藏後的失重情形如圖1所示，在5°C和10°C貯藏42天後，其失重差異不明顯，在10°C貯藏者失重率約0.9%，在5°C冷藏者失重約為1.0%，而在室溫（28°C）貯存6天後，果實失重約2.8%，到了第12天，失重已達5.4%左右。不論是室溫或低溫貯存兩者除了表皮色澤加深程度不同外，在外觀上均很完整。

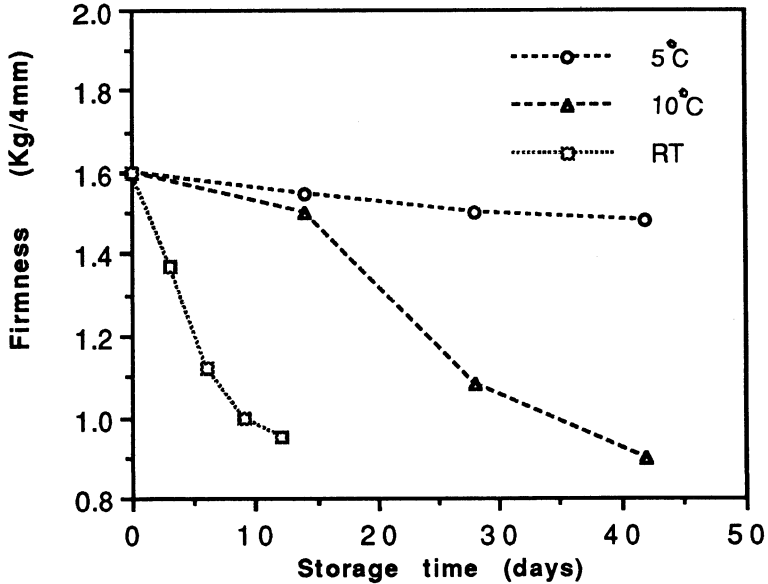


圖1. 秤錘種楊桃於不同溫度貯藏期間果實失重百分率

Fig. 1. Average percentage weight loss of Chang Chwei carambola fruits stored at different temperatures

楊桃貯藏後的硬度變化情形如圖2所示，外表完整的果實，其硬度因貯藏溫度不同而有顯著差異。楊桃貯放在室溫6天後，果實硬度會由新鮮時的1.6Kg/4mm 降為1.1Kg/4mm，12天後再降至0.9 Kg/4mm，若將楊桃在10°C貯藏，果實的硬度需經42天才降至0.9Kg/4mm 左右，而5°C冷藏者經過42天還維持在1.4Kg/4mm 的硬度，隨後放在室溫6天，其硬度才降至1.0Kg/4mm 左右。

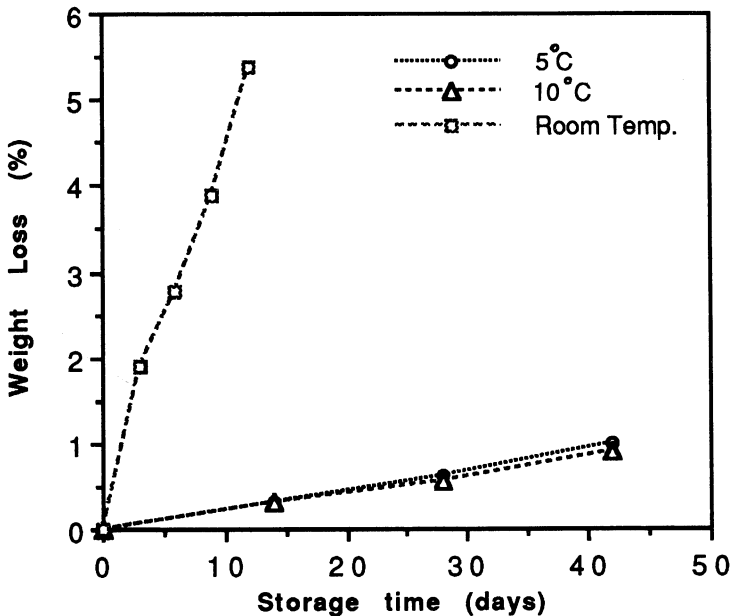


圖2. 秤錘種楊桃於不同溫度貯藏期間果實硬度之變化

Fig. 2 Firmness changed of Chang Chwei carambola fruits stored at different temperatures

## 二、貯藏後楊桃成份變化

秤錘種楊桃的抗壞血酸含量平均在25~30mg/100g 左右，在室溫貯放6天的，其抗壞血酸損失率大約19%，到了第12天，損失率約為47%。低溫冷藏的楊桃，抗壞血酸被破壞的情形雖較緩和，但在10°C貯藏42天，抗壞血酸含量也會減少約35.5%，但在5°C貯藏42天的楊桃，其抗壞血酸損失率則只有12%左右（圖3）。

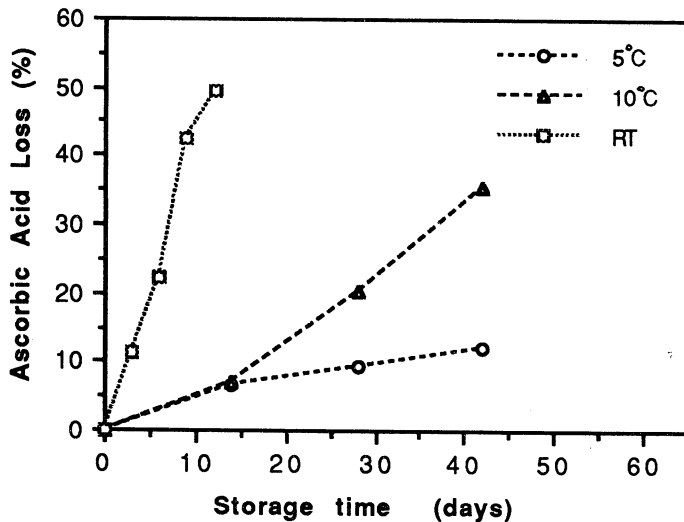


圖3. 秤錘種楊桃於不同溫度貯藏期間果實抗壞血酸含量之變化  
Fig. 3. Average percentage ascorbic acid loss of Chang Chwei carambola fruits stored at different temperatures

總可溶固形物（TSS）會隨著貯藏溫度不同而有不同程度的變化，在室溫貯放，總可溶固形物會由最初的8.3%降至12天後的7.6%，在10°C貯藏42天後，總可溶固形物會降為7.3%，而在5°C貯藏42天，其總可溶固形物則仍維持在7.8%左右。

秤錘種楊桃的糖類主要為果糖、葡萄糖及蔗糖，其平均含量分別為3.41%、3.09%及0.82%，總糖含量為7.32%，圖4為秤錘楊桃糖類含量在室溫（12天）的變化情形，其總糖會降為4.47%，果糖、葡萄糖及蔗糖含量則分別降為2.34%、2.1%及0.02%，在低溫貯藏的楊桃，其各種糖類的含量則略有消長，在10°C貯藏的楊桃，其果糖與葡萄糖含量分別為3.09%及2.16%，蔗糖已無法測得，總糖亦降至5.25%（圖5），5°C貯藏的楊桃，其單糖含量會隨貯藏期增長而漸增，但其蔗糖在第42天時已無法測得，果糖會漸增至3.76%，葡萄糖亦增加為3.23%，總糖則略降為6.99%（圖6），冷藏後取出室溫放置六天，各種的糖類含量均下降。秤錘種楊桃的有機酸以草酸含量0.26%，佔總酸的52%最多，蘋果酸含量0.22%佔44%次之。貯放在室溫12天的楊桃，其草酸及蘋果酸均降至0.1左右，在5°C及10°C貯藏42天的楊桃，其草酸略降為0.23%及0.21%，蘋果酸亦降為0.19%及0.18%（圖7），楊桃的可滴定酸度會隨貯藏時間增長而漸降，放在室溫或在10°C的楊桃，截至失去商品價值，其可滴定酸度則由0.14%降為0.08%，在5°C貯藏42天的楊桃則為0.1%。冷藏期間的楊桃酸鹼值變化不明顯，pH 值只由新鮮時的 pH 4.0上升為 pH 4.1左右，在室溫貯放12天，其酸鹼值只上升至 pH 4.23。

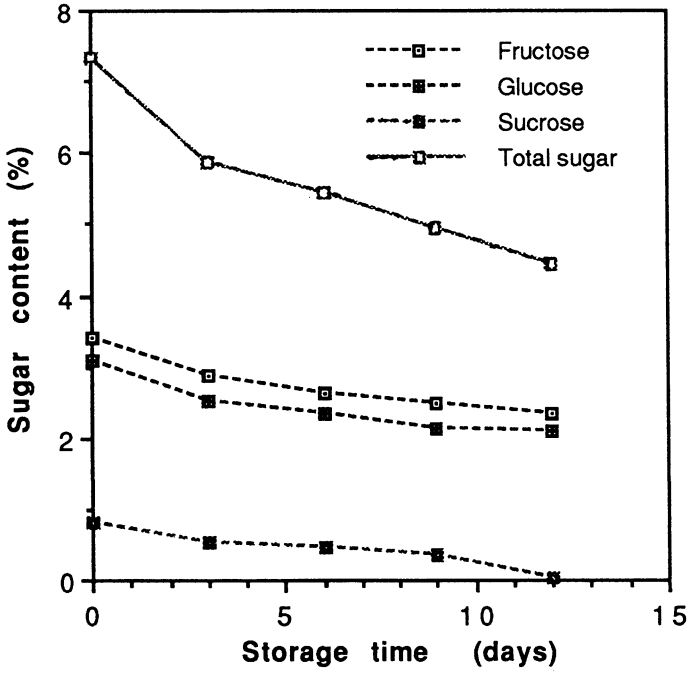


圖4. 秤錘種楊桃於室溫貯放期間可溶性糖類含量之變化

Fig. 4. Sugar content of Chang Chwei carambola fruits stored at room temperatures

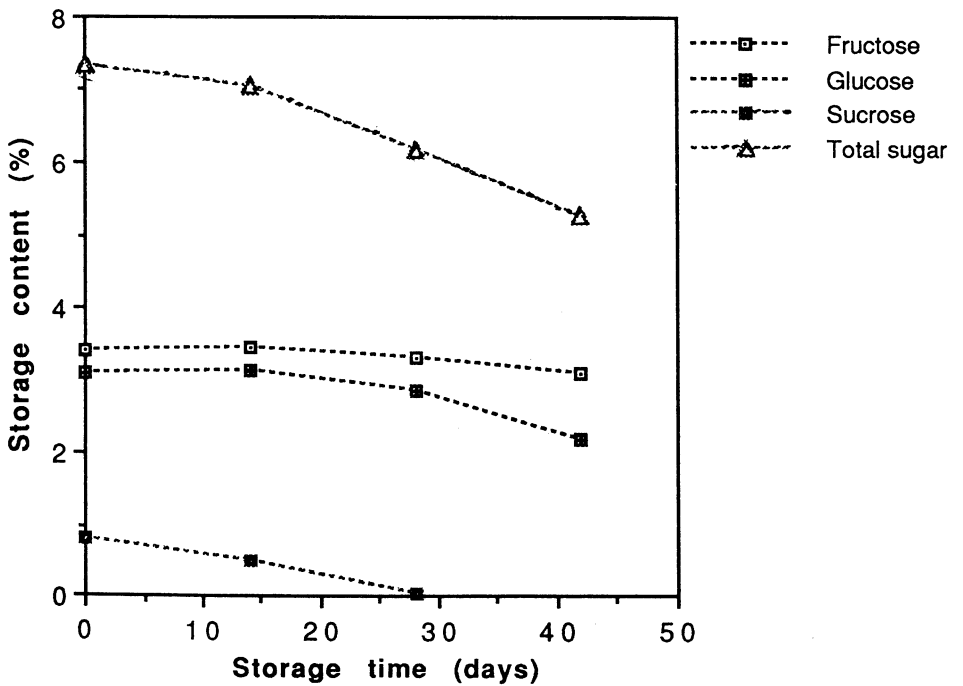


圖5. 秤錘種楊桃於10°C貯藏期間可溶性糖類含量之變化

Fig. 5. Sugar content of Chang Chwei carambola fruits stored at 10°C

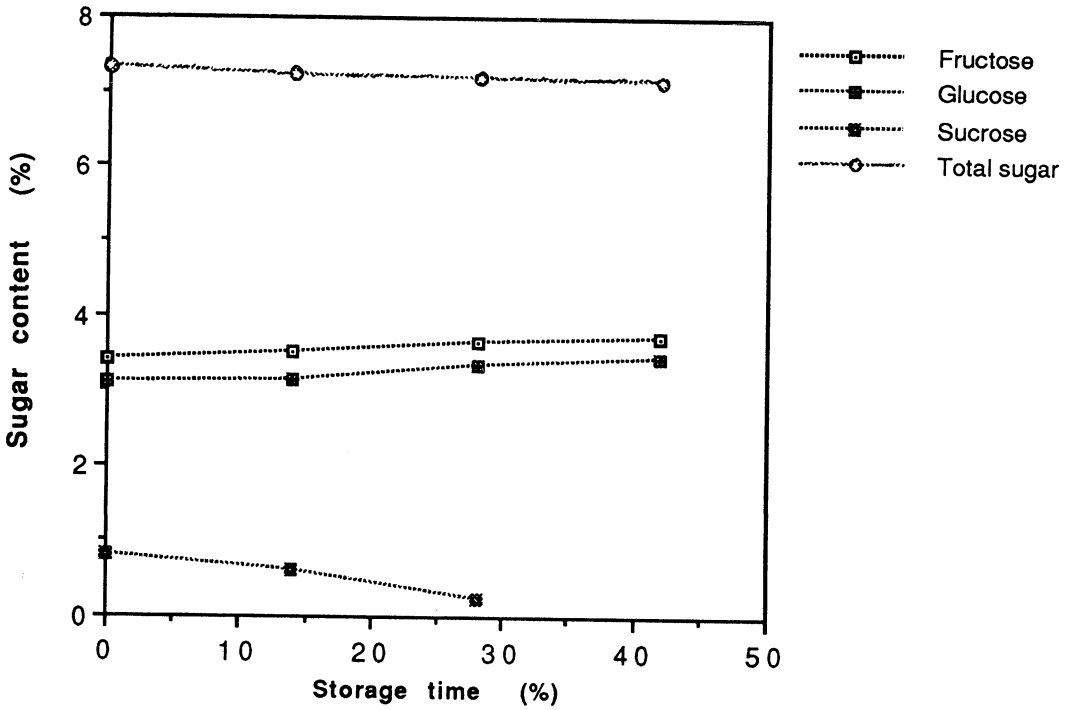


圖6. 秤錘種楊桃於5°C貯藏期間可溶性糖類含量之變化  
Fig. 6. Sugar content of Chang Chwei carambola fruits stored at 5°C

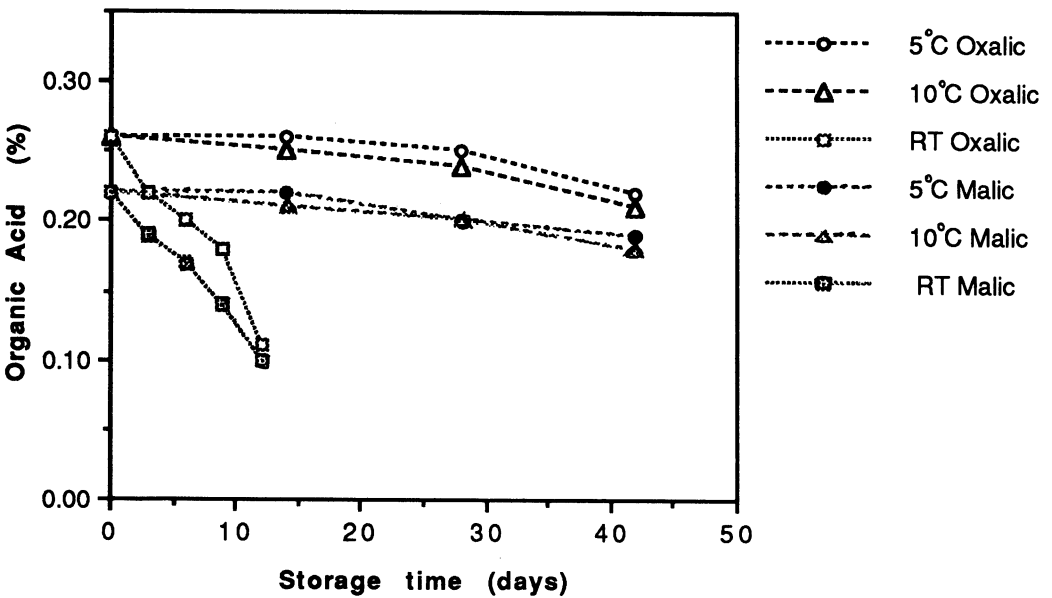


圖7. 秤錘種楊桃於不同溫度貯藏期間果實有機酸含量之變化  
Fig. 7. Organic acid content of Chang Chwei carambola fruits stored at different temperatures

## 討 論

水果失去的結果不但會造成果實失重，導致外觀萎縮，影響商業利潤，更影響果實風味、質地及貯藏壽命<sup>(5)</sup>。楊桃果實的表皮色澤及脆硬度直接影響消費者購買的意願，在無外傷的情形下，楊桃果實放在室內不處理，其表皮皺縮情形並不明顯，但表皮顏色已黃化，色澤比在低溫貯藏的楊桃深而近似十分完熟的鮮果顏色。故由楊桃果實顏色不易判別其組織是否已軟化。此種情形由測定果實的硬度變化，較容易判別其差異。值得注意的是，楊桃的果實表皮及果稔均極脆弱，很容易因不當擦拭或磨擦而褐變，如何減少非必要之前處理及如何包裝以減少輸運過程中果稔受傷，是目前急待加強的研究工作。楊桃採收後在低溫貯藏期間的果皮會漸漸轉色，但此種情形是果實完熟亦或黃化、可否提早採收延長貯運時間則有待進一步探討。

抗壞血酸是水果主要營養成份之一，也是水果新鮮與否的重要指標，水果因成熟度、單果生長位置、施肥等因素，各個果實間的抗壞血酸含量差異頗大。抗壞血酸是水溶性維生素，極容易被氧化分解，如柳橙汁的抗壞血酸，在一般家用冰箱一星期的流失量可達12%<sup>(20)</sup>。楊桃貯藏的溫度愈高，果實水份流失情形與組織劣變情形愈快，則抗壞血酸被破壞的量就愈多，故將果實貯藏在適當低溫以保存抗壞血酸是必要的，但需注意避免造成低溫傷害。一般熱帶、亞熱帶的水果，不適於貯藏在10°C以下的低溫，楊桃雖屬熱帶水果，但本試驗結果顯示，秤錘種楊桃果實在5°C下冷藏，不但不會有冷害發生，冷藏期間果實顏色、硬度的變化及糖類、有機酸、抗壞血酸等的失損均比在10及15°C貯藏者少（若只是十幾天的短期貯藏，10°C的貯藏品質則與5°C的影響品質差不多，能源消耗則較少）貯藏壽命也較長，此結果與謝氏<sup>(11)</sup>對二林種楊桃及 Campbell 等<sup>(13)</sup>試驗結果相似。楊桃果實在貯藏期間，其總糖及有機酸不論是在低溫或室溫中貯藏，它們的含量都會隨貯藏時間增長而逐漸下降，而很明顯的在低溫尤其是在5°C貯藏的楊桃其流失情形較少。試驗結果，在5°C貯藏的楊桃，其果糖及葡萄糖含量在貯藏期間會逐漸增加而蔗糖含量漸減的情形，與蔡氏等<sup>(10)</sup>對毛豆、柯氏<sup>(6)</sup>等對釋迦及 Rouchaud<sup>(19)</sup>等對蘋果的試驗結果相似，據推測增加的量可能是由蔗糖分解而來，而此試驗結果則與 Campbell 等<sup>(15)</sup>對 Arkin 楊桃的試驗“在5°C貯藏的果糖及葡萄糖含量會漸下降，而在室溫放六天後回升”的結果不同，初步推測可能是因採收成熟度不同或品種差異所致。因果糖的甜度較蔗糖高，故貯藏楊桃的甜味可能會較新鮮楊桃高，低溫貯藏後的草酸及蘋果酸減少約11~19%，可滴定酸度量亦隨之減少，但酸鹼值（pH）改變不大，只上升 pH 0.1左右，推測可能與含量少但較不穩定的檸檬酸及琥珀酸（含量分別為0.03%及0.01%左右）有關。楊桃的澀味來源除了酚類外，有機酸中的草酸亦是因素之一，草酸是對人體有不良影響的酸類，而酚類給人乾燥、收縮的感覺，若能選育低草酸、酚類含量少的品種，不但可以減少果實澀味亦能增加楊桃可口性。

## 誌 謝

本計畫承行政農委會補助（81農建—12.2—糧—55—07），謹致謝意。

## 引用文獻

1. 王武彰。1979。經濟果樹（上）—楊桃。125—132頁。豐年社。臺北。
2. 王武彰。1983。楊桃栽培。農委會農林廳農民淺說260A—園藝490。臺中。
3. 王武彰。1985。如何調節楊桃之產期。臺中改良場特刊 第一號 121—124。
4. 中國國家標準（CNS）。總號 12634和12635。
5. 洪登村。1983。蔬果冷藏時的溫濕度管理。食品工業 15(6):15—19。
6. 柯立祥、楊正山、俞永標、蔡平里。1983。釋迦果之後熟與貯藏。中國園藝 29(4):257—268。

7. 陳雪姿。1991。楊桃果實採收後呼吸作用及又烯生成之研究。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
8. 游若箴、王武彰。1987。楊桃之品質成分與加工利用之研究。中華農業研究 36 (2) : 196—206。
9. 廖銘隆、錢明賽、楊瑞森。1981。臺灣各種水果及加工用蔬菜收穫後呼吸形式之測定 (一) 食研究所報告第 213 號。
10. 蔡龍銘、許祥純、吳明昌。1990。毛豆貯藏期品質變化之研究。中國園藝 36(3) : 210—222。
11. 謝慶昌。1985。楊桃果實生長調查及採收後處理之研究。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
12. A.O.A.C. Methods 1980 p. 746.
13. Campbell, C. A., D. J. Huber, and K. E. Koch. 1987. Postharvest response of carambola to storage at low temperature. Proc. Cal. State Hort. Sci. 100 : 272—275.
14. Campbell, C. A. and K. E. Koch. 1989. Sugar/acid composition and development of sweet and tart carambola fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 (3) : 455—457.
15. Campbell, C. A., D. J. Huber, and K. E. Koch. 1989. Postharvest changes in sugars, acids, and color of carambola fruit at various temperatures. Hort Science 24 (3) : 472—475.
16. Eaks, I. L. 1980. Effect of chilling on respiration and volatiles of California lemon fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (6) : 865—869.
17. Lyons, J. M. 1970. Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissue sensitive and resistant to chilling injury. Plant Physiol 45 : 386—389.
18. Oslund, C. R. and T. L. Davenport. 1983. Ethylene and carbon dioxide in ripening fruit of *averrhoa carambola*. Hort Science 18 (2) : 229—330.
19. Rouchaud, J., C. Moons, and J. A. Meyer. 1985. Cultivar differences in the influence of harvest date and cold storage on the free sugars and acids contents, and on the eating quality of apples. J. Hort. Sci. 60 (3) : 291—296.
20. Shaw, P. E. and M. G. Moshonas. 1991. Ascorbic acid retention in orange juice store under simulated consumer home conditions. J. Food Science 56 (3) : 867—868.
21. Watson, B. J., A. P. George, R. J. Nissen, and B. I. Brown. 1988 Carambola : A star on the horizon. Queensland Agricultural Journal January-February : 45—51.



# Storage Quality of Chang-Chwei Carambola Fruit<sup>1</sup>

Shu-Hui Yang and Wu-Chang Wang<sup>2</sup>

## Summary

Carambola fruits (*Averrhoa carambola* L. cultivar Chang Chwei) were stored at room temperature (12 days) and 5°C, 10°C or 15°C (42 days), and then were compared the change of fruit quality after storage. Results from experiment showed that carambola fruits became unmarketable after 21 days storage at 15°C. Carambola fruit stored at 5°C maintained better appearance and firmness, less ascorbic acid loss, and exhibited less change in soluble sugar (fructose, glucose, and sucrose) or organic acid (oxalic and malic) content than fruits stored at 10°C or 15°C. However, for short-term storage (14 days) carambola fruit quality did not differ significantly between 5 or 10°C. During the storage at 5°C, the sugar content (fructose, glucose and totals sugar) did not change obviously, the organic acid content decreased 11~19% and the titratable acidity decrease also. The result from rewarming experiments (stored at 5°C for 42 days and then kept at 28°C for 6 days) showed that carambola fruits could ripen normally and no symptom of chilling injury was observed.

Key words : Carambola (Chang Chwei), Storage, Quality.

---

1. Contribution No. 1692 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant and assistant researcher, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.