

楊桃的貯藏品質

楊淑惠

王武彰

農業試驗所 鳳山熱帶園藝試驗分所

摘要

本試驗將秤錘種楊桃 (*Averrhoa carambola* L. cv. 'Chang Chwei') 貯放在室溫 (約 28°C) 12天或5、10、15°C 42天, 以比較貯藏期間的品質變化。楊桃貯放在15°C 21天後即失去商品價值。貯藏42天後比較品質, 5°C比10°C或15°C有較好的外觀及硬度, 較少的維生素C的損失, 及較小的可溶性醣類、有機酸(草酸和蘋果酸)變化。貯藏14天後比較, 則5°C與10°C差異不顯著。在5°C貯藏14(或42)天, 其果糖含量由3.41 g/100 ml增加為3.76 g/100 ml。葡萄糖亦由3.09 g/100 ml增加為3.23 g/100 ml。但總醣則由7.32 g/100 ml降為6.99 g/100 ml。有機酸含量減少11~19%, 可滴定酸亦隨之下降, 但pH值之上升不明顯。貯藏在5°C 42天以後的楊桃移置在室溫(28°C) 6天, 並未見寒害徵狀發生。

關鍵字: 楊桃、貯藏、品質。

前言

楊桃 (*Averrhoa carambola* L.) 是屬於酢醬草科的常綠灌木。植株在種植後, 第三年即可開花結果。楊桃的結果期長, 一年中除了四月至七月較少收穫外, 有長達八個月的收穫期^(1,2)。楊桃的品種很多, 其中甜味種已逐漸改良, 果實成熟後肉質甜美、多汁, 深受消費者所喜愛⁽³⁾。除我國以外, 近年來在美國加州⁽⁴⁾及澳洲 Darwin、North Queensland⁽²¹⁾等地已開始楊桃的引進與栽培。

根據1990年台灣農業年報的記載, 台灣的楊桃栽植面積, 約為二千六百公頃, 栽培地區以苗栗、雲林、台南、彰化及屏東等縣為主。目前種植較多的甜味品種為二林種、青墘種、密絲種、秤錘種及台農一號等^(1,7,8)。楊桃一般在成熟度達八、九分時採收上市。楊桃為非更年型水果^(9,18), 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。貯放後組織快速軟化、口感不佳, 而不當的低溫貯藏則會造成寒害, 使果實組織劣化、品質下降。依Eaks、Lyons^(16,17)等的"膜物相改變(physical phase change)"的理論, 果實在寒害溫度時, 其呼吸率的'Arrhenius plot'會產生斷線。依謝氏⁽¹¹⁾的研究, 楊桃在12°C左右也有斷線情形, 所以楊桃在12°C以下貯藏有可能產生寒害。楊桃品質的優良與否, 與果實組織完整性、顏色、風味⁽⁶⁾等有關。風味一項則包括其醣類及有機酸含量的多寡等。依Campbell等⁽¹⁵⁾對'Arkin'楊桃的研究, 在5°C貯藏時果實黃化較慢而果糖及葡萄糖含量下降, 若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, 頗為溫帶地區消費者所珍視, 在國際上可能有外銷市場。近年來, 國內相關單位也積極的開拓外銷, 以增加果農收益。因此, 對楊桃果實採收後處理技術及貯藏期間品質變化的研究

，實有必要。本試驗的目的即觀察‘秤錘種’楊桃貯藏在不同溫度之下品質之變化，由此可看出其耐貯運性。

材料與方法

試驗材料

本試驗在八十年十月及十二月，分別自台南縣玉井與屏東縣高樹鄉，採八至九分熟之完整無傷的秤錘種楊桃果實為試樣。

試驗方法

一、楊桃果實前處理與貯藏

楊桃果實擦去表面灰塵後，稱重、套上聚乙烯(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3 cm×3 cm。十五個果實為一箱，三重複。果實分別貯藏於5°C、10°C及15°C的冷藏庫中，每14天取出五果進行調查及成份分析，調查至42天結束。另一部分冷藏42天後之果實置放室溫(約28°C)6天，以觀察寒害及進行成份分析。另外在室溫(約28°C)貯藏一組果實當對照，每3天進行分析，至第12天結束。

本試驗在貯藏實驗進行中的相對濕度保持在85~90%之間，貯藏至果實腐敗率超過80%時，因已失去商業價值，該組果實即停止貯藏。

二、楊桃果實成份分析

楊桃果實自冷藏庫取出，與室溫平衡後，進行下列分析：

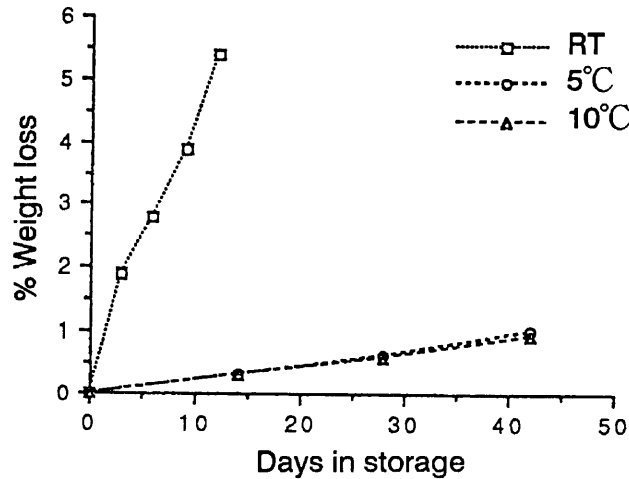
- (一)果實失重百分率：冷藏果實回溫後稱重，並與初重比較其果實失重率。
- (二)硬度測定：以直徑為4 mm之手持式硬度計測定。(ユンバーサル・A型)
- (三)可溶性固形物(total soluble solid, TSS)：果實榨汁過濾後，取濾液以手持式折光計測定。
- (四)抗壞血酸(ascorbic acid)：以A.O.A.C. Indophenol method⁽¹²⁾進行測定。取2 g果汁，加5 ml偏磷酸，以2, 6-dichloroindophenol-Na溶液滴定至試液呈粉紅色。
- (五)醣類分析：以CNS⁽⁴⁾方法進行。(1)醣類抽取：果實打汁後，以12,000 rpm離心10分鐘，取上層液，經0.45 μ m過濾膜過濾。(2)濾液以Varain LC5500高效液相層析儀分析；注入量為10 μ l、分離管MicroPark-NH2-10 30 cm×4 mm，移動相為氘甲烷：水=75：25，流速1.5 ml/min.，在室溫以Philips PU4026 RI檢測器偵測。
- (六)有機酸分析：以CNS⁽⁴⁾方法進行。抽取方法及儀器同上(五)(1)，分離管為Alltech Econosil C18 (10 μ) 250 mm×4.6 mm，移動相為0.01 M磷酸二氫鉀(pH=2.4)，流速0.8 ml/min.、在室溫以Varain 2550 uv檢測器220 nm偵測。
- (七)可滴定酸(titratable acidity)：取5 g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，計算100 g果汁中之含酸量。
- (八)pH值：楊桃果汁以11,000 rpm離心10分鐘，取澄清液以pH Meter測定。

結 果

如以腐爛率達80%為貯藏期限，則秤錘種楊桃在15°C、10°C及5°C的貯藏期限分別為21天、35~42天及42~50天左右。為15°C貯藏的果實未做分析。室溫貯藏12天及5°C、10°C貯藏42天後的果實成份與外觀變化則加以分析觀察。

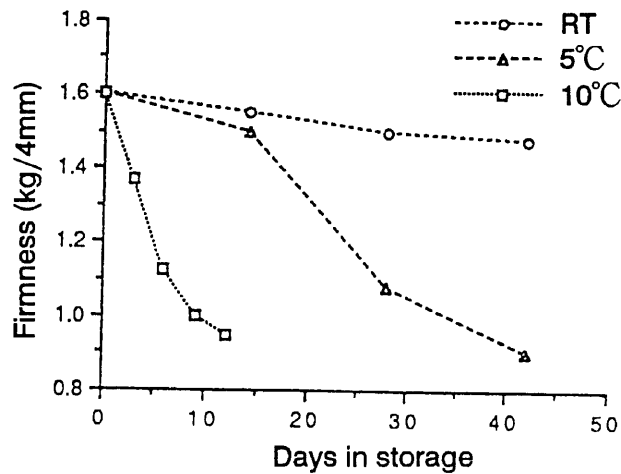
貯藏後楊桃果實的外觀變化

楊桃貯藏後的失重情形如圖一所示。在5°C和10°C貯藏42天後，失重率分別為1%及0.9%，差異不明顯。但在室溫（28°C）貯存6天後，失重2.8%，12天後，失重5.4%。不論是室溫或低溫貯存後果皮色澤加深，但外觀仍完好。楊桃貯藏後的硬度變化情形如圖二。硬度因貯藏溫度之不同而有顯著差異。貯放在室溫6天後，硬度由1.6 kg降為1.1 kg；12天後再降至0.9 kg。在10°C貯藏的果實硬度經42天後降至0.9 kg，而5°C冷藏者經42天後僅降至1.4 kg，隨後放在室溫6天，再降至1.0 kg。



圖一、秤錘楊桃貯藏於5°C、10°C及室溫(RT)後之平均失重

Fig. 1. Mean weight loss of 'Chang Chwei' carambola fruit stored at 5°C, 10°C or room temperature (RT).

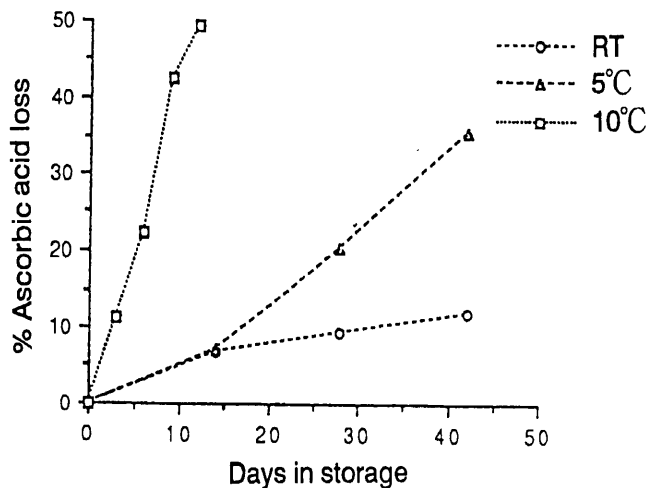


圖二、秤錘楊桃貯藏於5°C、10°C及室溫(RT)後之硬度變化

Fig. 2. Firmness changed of 'Chang Chwei' carambola fruit stored at 5°C, 10°C or room temperature (RT).

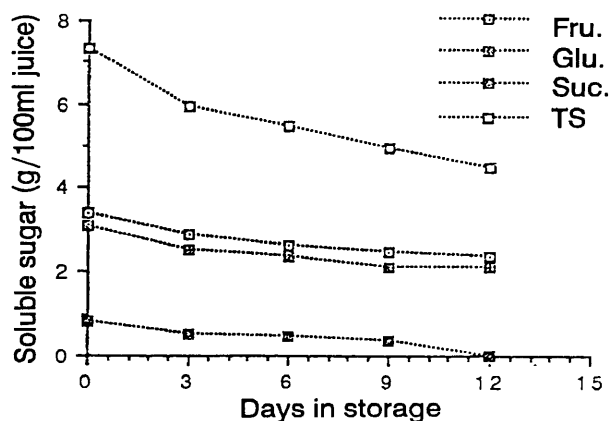
貯藏後楊桃成份變化

新採的秤錘種楊桃的抗壞血酸含量平均25~30 mg/100 g juice。在室溫貯放6天後損失19%，12天後損失47%。於低溫冷藏的楊桃，抗壞血酸損失速率較緩和。在10°C貯藏42天後損失35.5%；在5°C貯藏42天後損失12%（圖三）。楊桃的可溶性固形物(TSS)亦因貯藏溫度不同而有不同程度的變化。在室溫貯放12天的楊桃，可溶性固形物由8.3%降至7.6%；在10°C貯藏42天後降至7.3%；而在5°C貯藏42天後僅降至7.8%左右。秤錘種楊桃的醣類主要為果糖、葡萄糖及蔗糖，其平均含量分別為3.41 g/100 ml、3.09 g/100 ml及0.82 g/100 ml；總醣含量為7.32 g/100 ml。圖四為秤錘種楊桃糖含量在室溫下變化的情形，貯藏12天後總醣降為4.47 g/100 ml，果糖、葡萄糖及蔗糖分別降為2.34 g/100 ml、2.1 g/100 ml及0.02 g/100 ml。在10°C貯藏的楊桃果糖與葡萄糖含量是先增後減，42天後減為3.09 g/100 ml及2.16 g/100 ml，蔗糖則在第42天時已無法測得，總醣亦降至5.25 g/100 ml（圖五）。在5°C貯藏的楊桃果糖漸增至3.76 g/100 ml，葡萄糖亦增加至3.23 g/100 ml，但其蔗糖在第42天時已無法測得，且總醣亦略降為6.99 g/100 ml（圖六）。在5°C冷藏後放在室溫中六天，各種的醣類含量均下降。秤錘種楊桃的有機酸以草酸含量0.26 g/100 ml佔總酸的52%為最多，蘋果酸含量0.22 g/100 ml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 g/100 ml左右，而在5°C及10°C貯藏42天的楊桃，其草酸降為0.23 g/100 ml及0.21 g/100 ml，蘋果酸降為0.19 g/100 ml及0.18 g/100 ml（圖七）。楊桃的可滴定酸會隨貯藏時間增長而漸降。放在室溫或10°C的楊桃，至失去商品價值時，其可滴定酸已由0.14 g/100 g juice降為0.08 g/100 g juice；而在5°C貯藏42天後的楊桃仍有0.1 g/100 g juice。冷藏期間的楊桃酸鹼值變化並不明顯，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天的楊桃果實，其酸鹼值亦只上升至pH 4.23。

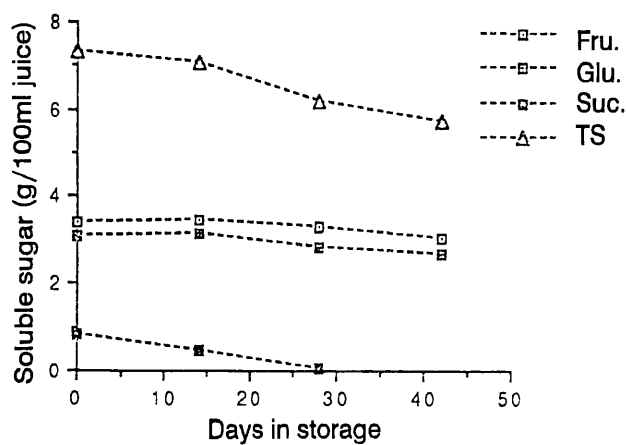


圖三、秤錘楊桃貯藏於5°C、10°C及室溫(RT)後維他命C之平均損失

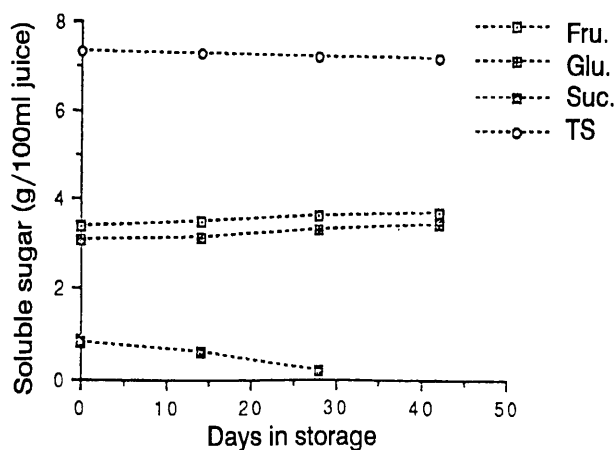
Fig. 3. Mean ascorbic acid loss of 'Chang Shwei' carambola fruit stored at 5°C, 10°C or room temperature (RT).



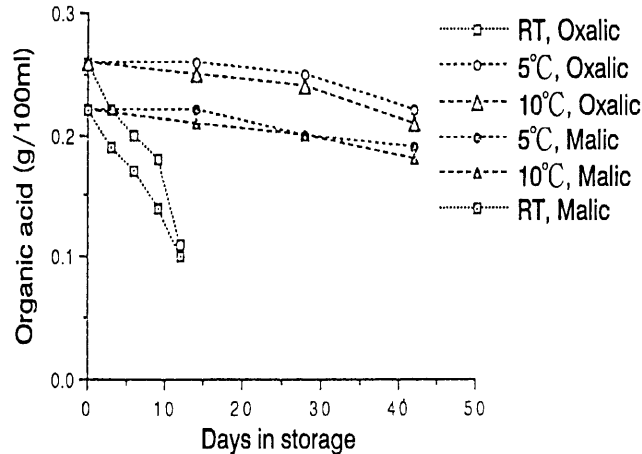
圖四、秤錘楊桃於室溫下可溶性醣類含量之變化
 Fig. 4. Soluble sugar contents of 'Chang Chwei' carambola fruit stored at room temperature (RT).



圖五、秤錘楊桃於10°C下可溶性醣類含量之變化
 Fig. 5. Soluble sugar contents of 'Chang Chwei' carambola fruit stored at 10°C.



圖六、秤錘楊桃於5°C下可溶性醣類含量之變化
 Fig. 6. Soluble sugar contents of 'Chang Chwei' carambola fruit stored at 5°C.



圖七、秤錘楊桃於5°C、10°C或室溫(RT)下有機酸含量之變化

Fig. 7. Organic acid contents of 'Chang Chwei' carambola fruit stored at 5°C, 10°C or room temperature (RT).

討 論

水果失水的結果不但會造成果實失重，亦使果皮萎縮，影響商業價值，也可能影響果實風味及質地⁽⁶⁾。楊桃果實的表皮色澤及硬度直接影響消費者購買的意願。在無外傷的情形下，楊桃果實放在室溫不處理，其表皮皺縮情形並不明顯，但表皮顏色黃化比在低溫貯藏者快。貯放6天後即與十分熟的果實顏色相近。故由楊桃果實顏色不易判別其組織軟化情形，若由測量果實的硬度變化，則較容易判別。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致褐變，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，是極須注意的事。楊桃採收後在低溫貯藏期間果皮也會漸漸轉色。此種轉色是果實完熟現象抑或老化；又能否提早採收未完熟果以延長貯運壽命則有待進一步探討。

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，在一般家用冰箱放一星期的流失量可達12%⁽²⁰⁾。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，而抗壞血酸破壞的量亦愈大。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。許多熱帶、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，果實在5°C下冷藏，不但沒有寒害發生，冷藏期間之果實顏色、硬度變化及醣類、有機酸、抗壞血酸等的損失均比在10及15°C貯藏者少。若只是十幾天的短期貯藏，則10°C與5°C對品質的影響差不多。此結果與謝氏⁽¹¹⁾對二林種楊桃及Campbell等⁽¹³⁾試驗結果相似。楊桃果實在貯藏期間，其總醣及有機酸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，貯藏的楊桃比在高溫貯藏的下降低較慢。在5°C貯藏的楊桃，其果糖及葡萄糖含量在貯藏期間還會逐漸增加而蔗糖含量則漸減的情形。此與蔡氏等⁽¹⁰⁾對毛豆，柯氏⁽⁶⁾等對釋迦，及Rouchaud⁽¹⁹⁾等對蘋果的試驗的結果相似。據推測增加的量可能是由蔗糖分解而來。但Campbell等⁽¹⁵⁾對'Arkin'楊桃的試驗結果，在5°C貯藏時果糖及葡萄糖含量逐漸下降，而在室溫放六天後回升。其與本試驗結果不同，初步推測可能是因採收成熟度不同或品種差異所

至。蔗糖在楊桃果實中含量雖不多，但它是水果甜味中很重要的因素。蔗糖含量的減少可能會影響長期貯藏之楊桃果實風味。另因果糖的甜度較蔗糖高，故貯藏後的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%，可滴定酸量亦隨之減少，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。若能選育草酸及酚類含量少的品種，不但可以減少果實澀味亦能增加楊桃之品質。

誌謝

本計畫承行政農委會補助（81農建-12.2-糧-55(7)），謹致謝意。

參考文獻

1. 王武彰 1979 楊桃 經濟果樹(上) 豐年社 豐年叢書 HV No.783 p.125~132。
2. 王武彰 1983 楊桃栽培 農委會農林廳農民淺說260A~園藝490。
3. 王武彰 1985 如何調節楊桃之產期 台中區農業改良場特刊 第一號：121~124。
4. 中國國家標準(CNS) 總號：12634, 12635 經濟部中央標準局 台北。
5. 洪登村 1983 蔬果冷藏時的溫濕度管理 食品工業 p.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乙烯生合成之研究 國立臺灣大學 園藝學研究所碩士論文 p.83。
8. 游若秋 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 第36卷第2期：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) 食研所研究報告第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 p.117。
12. A. O. A. C. 1980. Official Method of Analysis, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington. p.746.
13. Campbell, C. A., D. J. Huber and K. E. Koch. 1987. Postharvest response of carambola to storage at low temperature. Proc. Fla. 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. HortScience 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*. HortScience 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 stored 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. p.45–51.

A Study on the Keeping Quality of Carambola

Shu-Hui Yang

Wu-Chang Wang

Taiwan Agricultural Research Institute Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI

ABSTRACT

Carambola fruit (*Averrhoa carambola* L. cv. 'Chang Chwei') was stored at room temperature ($\approx 28^{\circ}\text{C}$) 12 days and at 5°C , 10°C or 15°C for 42 days. Carambola fruit lost its marketability after 21 days of storage at 15°C . Carambola fruit stored at 5°C maintained better appearance and firmness, had less ascorbic acid losses and less changes in soluble sugar and organic acid contents than comparable fruit stored at 10°C or 15°C . However, for a 14-day storage, 5°C and 10°C made little difference. During the storage at 5°C , fructose increased from 3.41g/ 100ml juice to 3.76g/ 100ml juice and glucose increased from 3.09g/ 100ml juice to 3.23g/ 100ml juice, respectively. However, the total sugar content decreased from 7.32g/ 100ml juice to 6.99g/ 100ml juice. Organic acid concentration decreased 11-19% during the storage period, but the pH value did not change significantly. When the fruit was stored at 5°C for 42 days and then kept transferred to 28°C , no chilling injury symptoms were found within 6 days at 28°C .

Key words: carambola, storage, quality.