

北部地區柑橘採收後處理及貯藏技術

馮永富

行政院農業委員會桃園區農業改良場副研究員兼五峰工作站站長

fwfung@tydais.gov.tw

摘 要

本文針對椪柑、桶柑和茂谷柑等 3 種柑橘，進行採收後處理相關研究之文獻回顧整理。苗栗地區生產的椪柑，採收期為 11 月中旬至 1 月中旬，最適貯藏溫度為 15.0℃，相對濕度在 90%以上，以聚乙烯塑膠袋逐果套袋可貯藏達 3 個月，半黃(著色率為 35%-65%)果實貯藏力最佳。10℃以下貯藏會發生寒害現象，不適合長期貯藏。但採收後 1-5 日內，短暫在 0-1℃的貯藏 15 日進行低溫檢疫處理，果皮不會有傷害。半綠的椪柑以 5 微升/升乙烯連續處理 48 小時，15 日後果皮接近完全轉色。苗栗地區生產的桶柑，採收期為 1 月上旬至 3 月下旬採收，最適貯藏溫度為 15.0℃，相對濕度在 90%以上，以聚乙烯塑膠袋逐果套袋可貯藏達 4 個月，甚至 5 個月。臺中市石岡區生產的茂谷柑最適採收期為 2 月下旬至 4 月下旬，最適貯藏溫度為 0℃，以聚乙烯塑膠袋逐果套袋可貯藏達 3 個月，5、10 及 15℃貯藏，果實會發生汁胞粒化現象。短波長紫外線(UV-C，254 奈米)處理柑橘，可誘導植物殺菌素(scoparone)的生成，以降低綠黴病發生，但會使蒂腐病發生增加。奧勒岡、丁香、百里香、肉桂和山胡椒果實精油，可以抑制綠黴菌(*Penicillium digitatum*)和青黴菌(*P. italicum*)的菌絲生長，但只能用於短期貯藏。

關鍵詞：椪柑、桶柑、茂谷柑、採收後處理

前 言

根據 2018 年的農業統計年報，柑橘分為椪柑、桶柑、文旦柚、白柚、柳橙、檸檬和雜柑等 7 種。2009 年至 2018 年，椪柑栽培面積減少 19.7%，產量卻增加 26.8%；桶柑栽培面積減少 12.9%，產量相若；文旦柚栽培面積減少 23.8%，產量增加 13.3%；白柚栽培面積減少 7.5%，產量相若；柳橙栽培面積減少 27.9%，產量減少 38.5%；檸檬栽培面積增加 42.5%，產量大幅增加 186.8%；雜柑栽培面積減少 4.7%，產量增加 17.1%。除了柳橙栽培面積與產量同時衰退外，其他柑橘類單位生產量均有增長，可歸因於栽培技術的提升。

本文針對本場轄區內比較重要的椪柑、桶柑和雜柑類中的茂谷柑等 3 種柑橘進行文獻回顧。分別從採收前因子、採收作業、採收後處理、貯藏技術、低溫檢疫和非農藥處理技術等

方向進行介紹，藉此提升轄區內農民的採收後處理和貯藏技術，穩定供銷，拓展外銷，提高所得，並作為研究人員參考之依據。

採收前因子

椪柑和桶柑以酸橘為根砧時，果重較以廣東檸檬為根砧者重，果汁色澤較鮮艷(張等，1981)；茂谷柑分別以在酸橘和廣東檸檬為砧木時，果實貯藏壽命沒有顯著差異(邱，2010)。結果位置對品質的影響，在曝日區的椪柑果皮顏色比遮蔭區的較濃橙，果汁可溶性固形物較高(劉等，2012)。比較 20 年生果樹的椪柑果實周徑，21-23 公分之果實在採收前早期的酸度與檸檬酸含量顯著高於周徑 25-27 公分者，糖酸比以周徑 25-27 公分者最高；其他物化特性，不同周徑沒有顯著差異(區等，1993)。椪柑採收時周徑達 27 公分的大型果，貯藏後腐爛率較中型果(周徑 25 公分)和小型果(周徑 23 公分以下)者為高(林等，1995)。特級和優級的椪柑果皮顏色在亨特(Hunter)色差公式之 a 值需要大於 0， b 值大於 24；特級果實可溶性固形物在 10.5 °Brix 以上和糖酸比在 20-40 之間，優級品果實可溶性固形物在 10.0°Brix 以上和糖酸比在 20-50 之間(區和林，1996)。低樹齡(8 年)椪柑植株生產的果實酸度和檸檬酸含量較高，高樹齡(20 年)的果實糖酸比較高(區等，1993)。

採收作業

柑橘採收作業時，務必小心，避免物理傷害。採收宜在果皮較乾時進行，陰天在下午採收，晴天在露水乾後即可採收，下雨後需放晴後 1-2 日再採收，以減少腐爛率(呂等，2017)。柑橘在下雨時採收，過程中會造成傷口，為病原菌入侵提供管道，導致貯藏病害的發生(楊，1997)。消費者對椪柑喜好程度與果皮顏色轉黃程度、可溶性固形物和糖酸比成正相關，與酸度成負相關(區等，1993)。椪柑採收適期為底部和蒂端部果皮 a/b 值在 0.04 以上，可溶性固形物在 9.2° Brix 以上，糖酸比達 16.3 以上(區等，1993)。半黃(著色率為 35%-65%)的椪柑，在 15°C 貯藏 100 日後，腐爛率較黃(著色率為 $\geq 70\%$)者低；每次應採黃色果當新鮮販售，半黃果用作貯藏，綠色果暫留樹上，待逐漸轉色後採收(劉等，1998b；劉等，2001b)。椪柑應從樹冠外圍向內部分批採收，外圍曝日區先採，內部的遮蔭區後採(劉等，2012)。苗栗地區生產的椪柑可在 11 月中旬到 1 月中旬採收；桶柑可在 1 月上旬至 3 月下旬採收；臺北市陽明山之桶柑可在 1 月上旬至 4 月採收(劉等，1998c)。臺中市石岡區生產的茂谷柑在 2 月下旬之後，酸度較低、糖酸比高、果皮及果汁色澤達最高，至 4 月下旬則沒有明顯變化，因此，最適採收期為 2 月下旬至 4 月下旬(鄧，1999)。

採收後處理

椪柑採收後置於室溫癒傷(curing) 5-7 日再逐果套袋，貯藏於 5℃及相對濕度 85%-90%的環境下 3 個月，腐爛率較少，寒害較輕(呂，1977)。半綠的椪柑(轉色率平均為 32.7%)在 25℃下，以細流通氣或間歇換氣方式，進行 5 微升/升乙烯處理連續 48 小時，移至 15℃貯藏 15 日，可以接近完全轉色，但綠蒂率大幅下降至 11.1%，對照為 91.1%；以 23.5 毫克/升 2,4-D 處理可以維持綠蒂率(劉等，2007)。

貯藏技術

椪柑以聚乙烯塑膠袋逐果套袋寬鬆封袋方式貯藏，最適貯藏溫度為 15.0℃，相對濕度 90%以上，可貯藏達 3 個月；腐爛率 $\leq 2.5\%$ ，綠蒂率 $\geq 87\%$ ，可溶性固形物含量為 11.1 °Brix，糖酸比為 28，維持在區氏的特優級椪柑果實品質的要求內；5 和 10℃貯藏有寒害現象，果肉有異味，20℃的腐爛率和失重率較高(區和林，1996；劉等，1998c；劉等，2001a；劉等，2005a；劉等，2005b)。椪柑裝籃，5 籃疊成柱狀，頂部覆蓋 3 層舊報紙，以伸縮膜繞封包裝貯藏，定期施用腐絕(TBZ)煙燻劑，貯藏 3.5 個月，腐爛率 0.7%，與逐果套袋者沒有顯著差異，綠蒂率優於逐果套袋(林等，1983；林和黃，1989)。

桶柑在 1 月中旬採收，以聚乙烯塑膠袋逐果套袋寬鬆封袋方式貯藏，最適貯藏溫度為 15.0℃，相對濕度 90%以上，可貯藏達 4 個月，腐爛率 $\leq 2.5\%$ ，綠蒂率 $\geq 87\%$ ，可溶性固形物含量為 11.1 °Brix，糖酸比為 21；貯藏 5 個月腐爛率高達 10%，品質尚可；0℃貯藏 1 個月無寒害徵狀無異味，貯藏 2 個月小部分果實有凹斑，有輕度異味，貯藏 3 個月大部分有凹斑或水浸狀，部分果實有明顯異味；5℃貯藏沒有寒害現象，但腐爛率較 10℃高，12.5%以下貯藏果實有產生異味的風險(劉等，1998b；劉等，2001a；劉等，2005a；劉等，2005b)。

茂谷柑最適貯藏溫度為 0℃，可貯藏達 3 個月，0 和 5℃可降低腐爛率，5、10 及 15℃貯藏會發生果實汁胞粒化現象，其中 10℃者最嚴重(鄧，1999)。

低溫檢疫

臺灣輸日椪柑對地中海果實蠅(*Ceratitis (Ceratitis) capitata*)的低溫檢疫處理標準為果肉中心溫度小於 1℃時起算，維持 0-1℃14 日(劉和韓，2002)。模擬外銷低溫處理，椪柑採收後 1-5 日，置於 0-1℃15 日後，移至 15℃15 日、20℃7 日後，果皮未出現傷害徵狀；採收 10 日後再進行低溫處理，果皮有輕微凹陷斑點(劉和韓，2002)。青色椪柑(平均轉色率 12.0%-18.1%)經模擬外銷低溫處理 14 日後，移至 15 或 20℃貯藏 15 日即可轉黃(黃和劉，2007)。

非農藥處理技術

以 1.5-3.0 仟焦耳/平方公尺的短波長紫外線(UV-C, 254 奈米) 處理椪柑，可誘導植物殺菌素(scoparone)的生成 (梁和王, 2006)。以 1.5 仟焦耳/平方公尺的 UV-C 處理椪柑和桶柑，可以降低綠黴病，但蒂腐病的發生會增加，整體腐爛率與對照組(未經藥劑處理)相若 (梁, 2003)。以 1.0 仟焦耳/平方公尺的 UV-C 處理茂谷柑，20℃貯藏 3 個月，綠黴病發生率 0%，顯著優於對照組，但綠蒂率僅 3%；5.0 仟焦耳/平方公尺以上處理者，果皮會發生皺縮 (鄧, 1999)。

1,000 微升/升的奧勒岡、丁香、百里香和肉桂精油，在培養基上可完全抑制綠黴菌 (*Penicillium digitatum*)和青黴菌(*P. italicum*)的菌絲生長 (Plaza *et al.*, 2004)。山胡椒鮮果精油在 750 和 1,000 微升/升時對綠黴菌菌絲的生長有顯著的抑制作用，但無法完全抑制其生長(作者未發表)。1.5 毫莫耳/升肉桂酸可抑制柑桔的青黴菌(Li *et al.*, 2019)。羅倫隱球酵母菌 (*Cryptococcus laurentii*) 可以單獨或結合碳酸氫鈉抑制綠黴菌(Zhang *et al.*, 2004)。

結 論

環境保護和農藥殘留的問題，愈來愈受到重視，柑橘貯藏的非農藥處理技術將是未來的研究方向。已有數種精油和酵母菌，可抑制綠黴菌和青黴菌菌絲的生長，但仍未商業化利用，由初步試驗結果得知只能作短期貯藏，3 個月以上的長期貯藏恐難取代藥劑處理。但是由黑色蒂腐病菌(*Diplodia natalensis*) 和褐色蒂腐病菌(*Phomopsis citri*)引起的蒂爛病，仍未有非農藥的抑制方法可以使用，需要研究；2 4-D 的替代方法，也是需要努力的地方。

參考文獻

1. 行政院農業委員會。2018。農業統計年報（107年）。行政院農業委員會統計處發行。
2. 呂明雄。1977。Benzimidazole 殺菌劑與 Curing 對椪柑貯藏之影響。中國園藝 23(6):302-307。
3. 呂明雄、李堂察、黃慶文。2017。柑橘。重要外銷水果採收後處理專刊。p. 200-215。
4. 林學正、黃肇家。1989。柑橘伸縮膜包裝貯藏之研究(二)。柑橘試驗研究成果專題研討會專輯。p. 233-240。
5. 林學正、黃肇家、鐘玉燕。1983。柑橘伸縮膜包裝貯藏之研究(一)。中國園藝 29(2):120-131。
6. 林芳存、郭銀港、呂明雄、李堂察。1995。椪柑和柳橙果實大小與貯藏力關係之研究。台灣柑橘之研究與發展研討會專刊。p. 337-344。
7. 邱信智。2010。砧木、套袋和成熟度對茂谷柑果實品質與貯藏之影響。國立宜蘭大學園藝學系碩士論文。(論文摘要)
8. 區少梅、林聖敦。1996。椪柑品質標準建立之研究。中國園藝 42(3):276-288。
9. 區少梅、林聖敦、李介義、溫晉慶。1993。椪柑適當採收條件之探討。中國園藝 39(3):134-146。
10. 張祖亮、林樸、鄭正勇。1981。臺灣柑桔產區營養狀況之研究—不同根砧對葉片無機養分及果實品質之影響。中國園藝 27(2):73-77。
11. 梁淑惠。2003。短波長紫外線(Ultraviolet-C)在採收後柑桔類果之防腐應用。國立台灣大學園藝學系碩士論文。92pp。
12. 梁穎芝、王自存。2006。短波紫外線誘導椪柑及柳橙果實中 Scopolamine 之生成。臺灣園藝 52(1):1-14。
13. 黃祐慈、劉富文。2007。椪柑採後模擬低溫檢疫處理、貯放溫度及提早採收對轉色之影響。臺灣園藝 53(3):267-277。
14. 楊秀珠。1997。柑桔及其他水果貯藏病害之調查及防治方法。園產品採收後處理與運銷技術研討會專刊。p. 38-54。
15. 劉富文、韓青秀。2002。低溫檢疫處理引起之椪柑果皮傷害。中國園藝 48(2):107-115。
16. 劉富文、王自存、潘靜慧。1998a。椪柑桶柑及柳橙在採收季節之成熟特性。中國園藝 44(3):265-274。
17. 劉富文、潘靜慧、洪紫馨。1998b。採收日期及貯藏溫度對桶柑品質及耐貯藏力之影響。中國園藝 44(3):253-263。
18. 劉富文、薛淑滿、洪紫馨。2001a。貯藏溫度與套袋方式對椪柑、桶柑貯藏損失及貯藏後品質之影響。中國園藝 47(4):388-390。
19. 劉富文、薛淑滿、洪紫馨。2001b。依日曆或依果實著色率判斷貯藏用椪柑之採收適期。中國園藝 47(4):377-382。

20. 劉富文、韓青秀、梁穎芝。2005a。椪柑、桶柑與柳橙在長期貯藏中各品質指標值之變化。中國園藝 51(3):217-228。
21. 劉富文、韓青秀、梁穎芝。2005b。椪柑、桶柑與柳橙長期貯藏之濕度與失重率之關係。中國園藝 51(4):295-304。
22. 劉富文、黃祐慈、梁穎芝。2007。椪柑用乙烯催色之效果與方法。臺灣園藝 53(4):395-407。
23. 劉富文、梁穎芝、王怡玗。2012。依樹上結果部位選採較高品質椪柑之簡易方法。臺灣園藝 58(1):11-18。
24. 劉富文、潘靜慧、薛淑滿、洪紫馨。1998c。採收成熟度及貯藏溫度對椪柑貯藏壽命之影響。中國園藝 44(3):239-252。
25. 鄧國同。1999。茂谷柑之採收成熟度與低溫貯藏之研究。國立台灣大學園藝學系碩士論文。99pp。
26. Li, J.K., H. Li, S.F. Ji, T. Chen, S.P. Tian, and G.Z. Qin. 2019. Enhancement of biocontrol efficacy of *Cryptococcus laurentii* by cinnamic acid against *Penicillium italicum* in citrus fruit. Postharvest Biology and Technology 149:42-49.
27. Plaza, P., R. Torres, J. Usall, N. Lamarca, and I. Vinas. 2004. Evaluation of the potential of commercial post-harvest application of essential oils to control citrus decay. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 79(6):935-940.
28. Zhang, H.Y., C.X. Fu, X.D. Zheng, D. He, L.J. Shan, and X. Zhan. 2004. Effects of *Cryptococcus laurentii* (Kufferath) Skinner in combination with sodium bicarbonate on biocontrol of postharvest green mold decay of citrus fruit. Bot.Bull. Acad. Sin. 45:159-164.

Post-harvest handling and storage techniques for citrus in northern Taiwan

Wing-Fu Fung

Chief of Wufong Branch Station,

Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

fwfung@tydais.gov.tw

Abstract

This paper, post-harvest handling related research literatures such as 'Ponkan' Mandarin, Tankan and Murcott tangor are reviewed. Ponkan produced by Miaoli, is harvested from mid-November to mid-January. The optimum storage temperature is 15.0 °C and the humidity is above 90% RH. It can be stored 3 months. Half-yellow (rate of coloring is 35%-65%) has the best storage capacity. Storage below 10 °C can cause chilling injury and is not suitable for long-term storage. However, within 1-5 days after harvesting, the cold temperature quarantine treatment carried out for 15 days at 0-1 °C, the peel has not be injury. The semi-green ponkan was treated continuously with 5 µL/L of ethylene for 48 hours. After 15 days, the peel was nearly completely colored. Tankan produced in the Miaoli region can harvesting from early January to late March. The optimum storage temperature is 15.0 °C and the humidity is above 90% RH. It can be stored 4 months, even for 5 months. The optimal harvesting period of Murcott tangor produced in Taichung is from late february to late april. The optimum storage temperature is 0 °C. It can be stored 3 months, and stored at 5 °C, 10 °C and 15 °C granulation of juice vesicles. Short-wavelength ultraviolet (UV-C, 254nm) treatment of citrus can induce the formation of scoparone, which can reduce green mold, but will increase stem end rot. Essential oils of oregano, clove, thyme, cinnamon and mountain pepper can inhibit the mycelial growth of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* but can only be used for short-term storage.

Key words: 'Ponkan' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), Tankan (*C. tankan* Hayata), Murcott tangor (*C. reticulata* × *C. sinensis*). post-harvest handling