

椪柑、桶柑與柳橙長期貯藏之條件與方法

劉富文¹

摘要

椪柑、桶柑與柳橙皆適合長期貯藏。適宜的貯藏條件是 15°C 及 90—95% 相對濕度。如用聚乙烯袋逐果套袋後貯藏則貯藏庫的相對濕度可以降低。選擇適度成熟的健康果實，經以往慣用的腐絕 (Thiabendazole) 或克熱淨 (Iminoctodine) 加 2,4-D 與展著劑浸泡處理，晾乾，套袋後貯藏在 15°C，則椪柑有 3 個月而桶柑與柳橙各有 5 個月貯藏壽命。如能用精確控溫的冷藏庫貯藏，效果最佳。構造與性能良好的窯洞貯藏亦能在每年 12 月至翌年 4 月期間維持接近理想的貯藏溫度。至於普通通風貯藏庫，若能注意選擇適當位置建庫、用適當的庫體隔熱以及良好的通風控制，也適合在 12 月至翌年 3 月，頻吹南風而氣溫轉暖之前貯藏柑橘。配合普通通風貯藏、窯洞貯藏、冷藏做為短、中、長期貯藏之用，最為經濟。

前言

椪柑、桶柑與柳橙為台灣目前產值較高的三種柑橘。此三種柑橘皆有甚佳品質，素來為國人所喜愛。椪柑在 11 月中旬開始盛產，柳橙在 12 月中、下旬盛產，而桶柑則適合在 1 月下旬採收。採後可以立即上市，也可以貯藏。在最佳條件下椪柑的貯藏壽命有 3 個月，而柳橙及桶柑各有 5 個月。綜合此三種柑橘的可能供銷期間，自每年 11 月起至翌年 6 月底止，共有 8 個月。但若不能善用貯藏技術，則產品集中在採收期二、三個月內湧入市場，極易造成供過於求，因而滯銷、跌價。

本文回顧近年的研究成果，提供具體的實用貯藏條件並簡述三種不同的貯藏方法。期能引起產業界的興趣，善用貯藏技術，以保持柑橘品質，並達到每年可供銷 8 個月的經濟經營目標。

影響柑橘貯藏壽命的因素

柑橘採收後仍為活體，在貯、運、銷期間可能會有一部分腐爛，未腐爛的果實則會逐漸失重並產生品質變化。所謂貯藏壽命是指貯藏中果實腐爛及失重尚少而品質尚佳的一段期間。但是腐損到什麼程度還能被業者接受，無一定標準；品質劣變到什麼程度才會被市場或消費者拒絕，亦無一定標準。因此，貯藏壽命的長短也只是一個概略數字，且會因時、因地、

¹國立台灣大學園藝系教授。

因人而異。本文對柑橘貯藏壽命長短的界定是筆者依據對柑橘的觀察或實驗數據，參酌上述種種因素後所做的判斷，當然難免有主觀的成分。

影響柑橘貯藏壽命的因子可分為採收前、採收與處理以及貯藏條件等三段敘述。採前因子包括品種、砧木、氣候、土壤及果園管理（含水分、營養、病蟲害防治）等。本文討論的三種柑橘之中，椪柑的貯藏壽命較短，柳橙與桶柑的貯藏壽命較長。在筆者十餘年的研究觀察中，不同地區的果園生產的同種柑橘貯藏壽命不同，同一果園不同年份生產的柑橘貯藏壽命亦不同；此皆由採前因子的差異所致。採收成熟度、採收時與採收前的氣候條件、以及採收方法皆可影響貯藏壽命 (Grierson and Ben-Yehoshua, 1986)。供長期貯藏用的柑橘採收適期，椪柑在 11 月中旬果實半轉色時，柳橙在 12 月中、下旬果實接近全轉色時，而桶柑在 1 月下旬果實完全轉黃時 (劉等, 1997; 劉等, 1998; 劉等, 1998a; 劉等, 1998b; 劉等, 2001)。提早在上述適期以前採收並不能增長貯藏壽命，但延遲採收則易減短貯藏壽命 (劉等, 1997; 劉等, 1998a; 劉等, 1998b)。採收時宜選晴天並在露水乾燥之後；採收方法及田間裝運須注意不造成果實皮傷。這些都是基本要求，若予忽略則易減短柑橘貯藏壽命。採收後到貯藏前的處理，在小農制的台灣大多只有浸藥與套袋二項。過去常用的腐絕 (Thiabendazole) 或克熱淨 (Iminoctodine) 加上少量的 2,4-D 及展著劑浸泡，對防腐及維持綠蒂有良好的效果。但這兩種藥劑皆不再販售供柑橘防腐之用，目前急需研發替代藥劑或方法。套袋 (聚乙烯袋) 的主要目的在防止失水失重，將在下一節討論。以上是貯藏前的因素，必須樣樣做到一定標準才能讓柑橘充分發揮其貯藏潛力，值得在此一提。至於影響柑橘貯藏壽命的另一因素—貯藏條件—則是本文討論的主題之一，詳於下節。

適宜的貯藏條件

討論柑橘的貯藏條件須包括溫度、濕度與貯藏大氣三項。貯藏溫度的選擇並非易事。高溫助長腐爛及加速果實內部的化學成分與品質變化；低溫則易引起果實寒害。寒害又有各種不同的徵狀及輕重程度，而且寒害的發生是漸進的，由低溫程度與低溫時間的乘積決定結果。由多年的試驗結果，綜合考慮各種因素後選出適合椪柑、桶柑及柳橙長期貯藏之溫度皆為 15°C (劉等, 1997; 劉等, 1998a; 劉等, 1998b; 劉等, 2001a; 劉, 2005)。長期在較高溫 20°C 貯藏時腐爛率與失重率皆增加而且果皮顏色較差；長期在較低溫 10°C 貯藏時易產生異味 (寒害徵狀之一)，而且也未必有降低腐爛率之優點。長期貯藏在 12.5°C 比 10°C 安全，但也曾發生果肉異味。因此，15°C 是真正安全的長期低溫貯藏溫度。在長期貯藏當中偶然遭遇短暫 (數日) 的低溫 (不低於 0°C) 或高溫，似乎不大影響果實品質。但長期的低溫或高溫則對貯藏柑橘不利。

貯藏濕度太高易助長柑橘腐爛；濕度太低則助長失水、失重，而且嚴重時會發生皺皮與果實軟化。一般而言腐爛的損失比失重的損失大。因此，選擇貯藏濕度時常選在不發生柑橘皺皮的程度。依此原則，椪柑、桶柑與柳橙長期貯藏之適宜濕度為 95% 或至少 90—95% 相對濕度 (劉等, 2005a)。若是貯藏期間只有一個月，則用 90% 或 85—90% 相對濕度亦無妨。台灣的柑橘貯藏多用聚乙烯袋逐果套袋。由袋內常見水霧甚至水滴產生的現象推測，相對濕度可能在 95—100%。因為套袋可防止水分大量蒸發，多不顧慮貯藏庫的空氣濕度。經過多年的試驗觀察，套袋貯藏的柑橘從未發生過因失水過多而皺皮的現象。但因袋內水濕過多，若無適當防腐處理，很可能會有嚴重的腐爛問題。

柑橘貯藏並無採用以低氧及高二氧化碳組成的氣調貯藏方法。貯藏庫內只是一般的空氣。但是貯藏空氣 (或稱貯藏大氣) 也容易因為通風換氣不良而變得不「新鮮」。貯藏大氣中若聚集太多的二氧化碳或乙烯則對貯藏柑橘不利，易助長腐爛及老化。因此，貯藏庫常須適當的通風換氣，不宜密閉太久。以聚乙烯袋逐果套袋貯藏時，袋內的氣體成分更容易產生異常。套袋後扭緊袋口 (緊密套袋) 處理者比僅僅摺疊袋口而不扭緊 (寬鬆套袋) 處理者容易使果實產生異味 (劉等, 2001a)。很可能是緊密套袋的袋內氣體成分改變之故。以機器封袋者更宜慎選袋子的質材與厚薄，以避免袋內聚集過多的不良氣體成分。

台灣柑橘產業發展研討會專刊

貯藏中的品質變化與貯藏壽命

選擇健康的椪柑、桶柑與柳橙成樹，在適當成熟度採果，經過慣用的浸藥處理，晾乾後逐果套上聚乙烯袋，放置 15°C 恒溫庫貯藏，每隔 15 日取樣評估，並作果實品質分析，結果看出貯藏中的下述種種變化 (劉等, 2005)。

貯藏初期不見柑橘腐爛；一段時間後少數發生腐爛；再過一段時間後柑橘的腐爛率加速上升。以採果剪剪採的柑橘皆帶綠色果蒂。貯藏初期果蒂保持全綠，然後逐漸有愈來愈多的果蒂失去綠色而褐化；亦即果實綠蒂率漸減。椪柑與桶柑果蒂褐化較慢；椪柑貯藏 3 個月後，桶柑貯藏 5 個月後仍有將近九成的綠蒂率 (劉等, 2005)。但是柳橙的果蒂褐化很快，貯藏 15 天後就看到部分果蒂褐化，貯藏 5 個月後綠蒂率不及四成。三種柑橘套袋後貯藏，失重速率相仿；頭 15 天失重較快，約達 1.5%，然後減慢，以大約每月 0.8% 之速率繼續失重；椪柑貯藏到 3 個月、桶柑與柳橙貯藏到 5 個月為止，皆無皺皮或軟化現象 (劉等, 2005)。

椪柑採收時果皮半綠半黃，貯藏一個月內完全轉黃，然後逐漸增加紅色成分，轉變為橙黃色或橙紅色 (劉等, 2005)。柳橙採收時已接近全黃，在貯藏中逐漸增加紅色成分，亦轉變為橙黃或橙紅色 (劉等, 2005)。桶柑採收時已屬橙黃，貯藏一個月期間略增紅色，以後就少變化 (劉等, 2005)。可見三種柑橘在 15°C 貯藏，果皮顏色會變得更好看。

三種柑橘在貯藏頭一個月果實糖度略增然後逐漸降低，酸度則一路下降而糖／酸比一路上升（劉等，2005）。柑橘糖度高而糖／酸比適中者風味最佳。因此，三種柑橘在貯藏頭一個月風味變好。酸味重者在第二個月繼續變好。但品質在 1—2 個月內達到高峰之後就逐漸下滑；下滑的速度與程度則視採收時的糖度與酸度高低而定。採收時品質優良的椪柑貯藏 3 個月後仍有優等品質（歐與林，1996；劉等，2005）；桶柑與柳橙貯藏 5 個月後仍有相當好的品質（劉等，2005）。

由許多次的試驗結果（劉等，1997；劉等，1998a；劉等，1998b；劉等，2005），考量腐爛率與品質變化之後，得知果實條件良好而貯藏條件也適當時，椪柑有 3 個月，而桶柑與柳橙各有 5 個月的貯藏壽命。腐爛當然是終結貯藏壽命的頭號兇手；若在貯藏中途發現有腐爛率快速升高之跡象時應即提早結束貯藏。如無嚴重的腐爛問題，則視品質退化的程度決定何時結束貯藏。椪柑與桶柑容易發生的品質劣變是「乾米」及風味淡泊；柳橙則是果蒂褐化、果皮老化及「乾米」。

貯藏方法及其選擇

適用於柑橘的貯藏方法有三種：冷藏、普通通風貯藏與窯洞貯藏。

冷藏需要隔熱良好的冷藏庫及機械制冷設備（包括壓縮機、凝結器、膨脹閥、蒸發器等）。其建造、運作與維護成本較高，但能精準控制溫度；性能較好者亦能控制濕度，貯藏柑橘之效果最佳。在台灣，冷藏庫的建造、應用與維護技術成熟而普遍，冷藏水果到處可見，本文無須贅述。如果將椪柑、桶柑或柳橙逐果套以聚乙烯袋後放在冷藏庫貯藏，將溫度調控在 15°C 恆溫，即可得到良好的貯藏效果，非常簡單。但若不用套袋而以裸果貯藏，則必須控制濕度，維持在 90—95% 相對濕度。欲長期維持 90—95% 高濕的冷藏庫，從設計開始就要注意這項性能要求。庫內的蒸發器（冷排）要夠大而貯藏大氣吹過冷排前後的溫差要小才能維持庫內高濕（劉，1994）。台灣常見的許多小型冷藏庫皆未充分考慮到這項要求，在貯藏水果或蔬菜時無法維持高濕度。因此，在建造貯藏柑橘的冷藏庫時，須先決定貯藏需要，做正確的設計。需要維持高濕的冷藏庫當然成本略高；只顧溫度而不管濕度的冷藏庫造價略低。在決定是否建造冷藏庫之前也必須考慮冷藏庫的利用率與成本。單種柑橘的貯藏期間不易超過 5 個月。如果一年當中的其他 7 個月閒置不用，無異增加柑橘貯藏成本。最好能夠配合夏季採收的水果如荔枝、梨、葡萄等的貯藏。一年之中若要以接力方式貯藏多種水果，則要注意各種水果的不同需要條件。例如要兼用貯藏葡萄，則冷藏庫須能維持 0°C 的低溫而不只是 15°C 的柑橘貯藏溫度。

普通通風貯藏只用天然的冷空氣而不用機械制冷，成本較低。在高緯度地區冬季長而溫

度低，用普通通風貯藏方法貯藏馬鈴薯、洋蔥、甘藍等蔬菜及蘋果、梨等水果都很普遍。台灣地處亞熱帶，冬季很短而且溫度不很低，普通通風貯藏的實用性不高。不過椪柑、柳橙與桶柑皆在即將進入冬季或正在冬季當中採收而且適宜的貯藏溫度 (15°C) 不很低，仍可利用普通通風貯藏。事實上台灣的柑橘貯藏大部分屬於普通通風貯藏，僅有少部分冷藏。筆者曾參觀過在台灣的許多柑橘普通通風貯藏庫；大都庫房簡陋，溫控設備差，貯藏效果不佳。只有少數貯藏庫建在蔭涼的位置（如峽谷低處、面北的山腳等）或以大樹或藤蔓（如炮仗花、軟枝黃蟬等）遮蔭，而且庫壁厚、門窗小，其效果較佳。普通貯藏庫的型式很多，由很簡陋到很精緻的都有（劉，1994；Booth and Shaw, 1981；Hallee and Hunter, undated），可依照貯藏產品的需要及經濟效益而選擇。適合在台灣貯藏柑橘的普通通風貯藏庫至少要具備下列幾個條件才會有好效果：

1. 建築在蔭涼而且地下水位低的地點。
2. 牆壁、天花板、門窗都有相當程度(相當於 10 公分厚的保麗龍板)的隔熱裝置。
3. 在庫房最高處（天花板或屋頂）開適當大小的出風口及在最低處（近地面）開適當大小的數個進風口。
4. 出風口及進風口皆設容易開關的隔熱封蓋（庫外低溫時打開，庫外高溫時關閉）。

用電方便的話可在出風口加裝抽風機在換氣降溫時抽風。若再裝置自動感溫開關儀器則可替代人工操作。具備上述條件的普通通風貯藏庫在每年 12 月至翌年 3 月間常能維持 10°C — 20°C 之間的庫溫。偶然寒流來襲，氣溫降到 5°C 左右數天之久還不會引起柑橘寒害。偶然遇到高溫數日也還不致造成嚴重問題。但到 3 月連續吹來溫暖的南風時庫內就無法維持低溫，必須結束貯藏。南風來臨的時間在 3 月上、中、下旬或 4 月上旬，每年不一定。因此採用普通通風貯藏的有效貯藏期間也每年不同，是最大缺點。

窯洞貯藏在中國西北及華北地區應用在蘋果及梨上很普遍。中國人也研發出相當水準的技術（祁等，1985）。筆者曾參考他們的資料，再依台灣的環境、經濟、與技術條件修正後設計適合貯藏柑橘的窯洞貯藏庫，並請前台灣省政府農林廳補助經費在苗栗縣公館鄉一處柑園設置一庫。其大小尺寸為庫內寬 3 公尺，深（長）20 公尺，高 3 公尺。庫頂尖拱形，四面壁直立，底水平微向外下斜，皆用鋼筋水泥結構。庫門設在長方形庫的最外端，面北，並採用冷藏庫用隔熱門。庫門邊兩側靠壁近底部各設進風孔一個。庫的最內端拱形頂上開一出風孔並連接到置於庫上面之抽風機。庫側及庫後填土；庫頂上亦填土 3 公尺。另設自動感溫開關裝置，在庫外溫度低於庫內溫度 $2-3^{\circ}\text{C}$ 時抽風，其他時間不抽風。庫門除人員或物品進出時間外皆緊閉。經過貯藏桶柑試驗，自 1 月至 3 月間可以維持 15°C 左右的低溫，4 月開始緩慢上升，到 4 月底升到 18°C 左右。窯洞貯藏桶柑 3 個月的效果與冷藏效果相若，優於普通

通風貯藏 (筆者未發表資料)。這種窯洞的特性是在 11—12 月降溫緩慢，但經過幾次寒流來襲之後窯洞周圍的土層溫度降低，庫內就容易維持低溫；庫頂覆土愈厚，能維持低溫的時間愈長。到 4 月大地回春，氣溫驟升之後庫內溫度才緩慢上升。因此窯洞適合貯藏柑橘的期間比普通通風貯藏庫長 1 至 2 個月。

上述三種貯藏庫各有優、缺點。冷藏庫貯藏效果最好，可用以貯藏柑橘的期間最長，適合用於長期貯藏，但造價、營運及維護成本皆高。窯洞貯藏效果亦佳，但適用貯藏期間略短，較適於中期貯藏；其缺點是建造成本高，而且不容易覓得適合建造之地點，也不容易滿足大規模貯藏之需。窯洞貯藏庫一旦建造之後可使用年限長，維護與營運成本甚低，消耗能源也低，是其優點。普通通風貯藏成本最低，但貯藏效果較差而且最容易受氣候之左右，適用貯藏期間短，只適合短期貯藏。如果以因地制宜之原則三種方法配合應用，最能發揮經濟效益。

參考文獻

1. 祁壽椿、吳國林、張桃花、安秀章、李其德、劉聯生、王有生、江儀. 1985. 北方貯果土窯洞結構、性能、管理及適應性研究. 山西省農科院果樹所單印本. 27pp.
2. 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.
3. 劉富文. 1994. 園產品採後處理及貯藏技術. 台灣省青果運銷合作社印行. 178pp.
4. 劉富文. 2005. 外銷椪柑、桶柑與柳橙之採收、檢疫處理與貯、運、銷技術方略. 刊於：行政院農業委員會農業試驗所編印. 園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊. p.000—000. (出版中).
5. 劉富文、王自存、潘靜慧. 1998. 椪柑、桶柑及柳橙在採收季節之成熟特性. 中國園藝 44(3)：265—273.
6. 劉富文、呂明雄、王怡玳. 1997. 椪柑、桶柑及柳橙貯藏方法之改良. 刊於：台灣省農業試驗所編印. 園產品採後處理與運銷技術研討會專刊. p.20—27.
7. 劉富文、潘靜慧、洪紫馨. 1998a. 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.
8. 劉富文、潘靜慧、薛淑滿、洪紫馨. 1998b. 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—253.
9. 劉富文、薛淑滿、洪紫馨. 2001. 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.
10. 劉富文、薛淑滿、洪紫馨. 2001a. 貯藏溫度與套袋方法對椪柑、桶柑貯藏損失及貯藏後品質之影響. 中國園藝 47(4)：383—390.

11. 劉富文、韓青秀、梁穎芝. 2005. 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.
12. 劉富文、韓青秀、梁穎芝. 2005a. 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.
13. Booth, R. H., and R. L. Shaw. 1981. Principles of potato storage. International Potato Center, Lima, Peru. 105 pp.
14. Grierson, W., and S. Ben – Yehoshua. 1986. Storage of citrus fruits. pp.479–507. In: W. F. Wardowski, S. Nagy and W. Grierson (eds.). Fresh citrus fruits. AVI, Van Nostrand Reinhold Co. Inc., New York.
15. Hallee, N. D., and J. Hunter. undated. Potato storage design and management. Cooperative Extension Service, Univ. of Maine at Orono. Bulletin 656. 77 pp.

台灣柑橘產業發展研討會專刊