熱帶水果採後處理現況與展望

謝慶昌

國立中興大學園藝系

摘　要

近 15 年來關於熱帶水果採後生理及處理的知識，戲劇性的大量增加，此現象主因於外銷市場的開拓及出口量成長，如番石榴、楊桃、荔枝、鳳梨及芒果等，已僅次於香蕉，成為台灣水果外銷主要品項，也因此農政單位投入相當多的人力及經費在保鮮及貯運技術的研發。雖然在生理反應上，熱帶水果和溫帶水果並無很大差異，但因採前因子，如栽培方式、氣候條件以及熱帶水果本身特性，大多數熱帶水果貯運能力較弱，尤其在低溫忍受力方面。另外，檢疫方法及熱帶水果對各種檢疫處理後的反應對貯運力的影響，亦是熱帶水果在採後處理上一大課題。因此本文主要針對近年來有關熱帶水果之採後生理變化、寒害、熱處理、檢疫方法等之研究，提出報告及未來研究方向。

關鍵字：熱帶水果、寒害、檢疫處理

前　言

台灣地處亞熱帶，為熱帶水果栽培帶的最北端，在特殊地理及氣候條件下，一年四季孕育出具台灣特色及風味的熱帶水果，加上品種改良及技術更新，台灣熱帶水果早已受到國內外消費者普遍喜愛，如香蕉、鳳梨、芒果、番石榴、蓮霧、荔枝、楊桃、番木瓜、印度棗及番荔枝等。台灣南北運輸距離短及大多數熱帶水果皆可週年供應，因此採收後處理技術，在以內銷為主的時期，較不受重視，但採後階段仍有 9-21%的損耗率（Liu and Ma,1983）。近年，一改以往生產過剩再外銷的作法，採用主動之行銷策略，積極將我優質國產水果拓展國外市場。由於外銷處理作業流程較繁雜，所需運輸時間及距離皆較長，因此

如何確保水果能安全運抵外銷市場，則成為重要課題。本文就熱帶水果外銷狀況、採後生理、採後處理技術及檢疫處理等作一概述，以供參考。

外銷概況

台灣農產品外銷目標市場有日本、香港、美國、新加坡、加拿大及中國大陸等，若以出口值而言，日本約佔總值之 35%，其次為香港約 20%，再者為美國約 10%，可見以地理條件而言，日本仍為台灣主要外銷目標市場。就水果種類而言，有香蕉、荔枝、番石榴、鳳梨、楊桃及芒果等（表 1）。香蕉一向是我國最主要外銷品目，但近年來一直呈現下降趨勢，自 92 年起香蕉外銷量佔水果總外銷量之比率，已低於 50%（根據台灣農產品外銷網資料整理）。鳳梨出口至日本，在 78 年約 5 千 4 百公噸，往後逐年下降，至 85 年只剩 3 百多公噸，而近年來又呈穩定成長（表 1）。其餘果品，雖然數量不多，但逐年增加中，如番石榴、楊桃等。另外，番木瓜於 93 年底完成日本檢疫認証，開放我國番木瓜進口，94 年約有 14.59 公噸番木瓜已先行試銷，市場潛力有待評估。由出口數量消長可知，未來具熱帶風味、產期長、營養價值高的水果應該有提升外銷量的潛力。

熱帶水果採後生理

一、更年型及非更年型

依據水果採收後呼吸率的變化、後熟速率及乙烯釋放率等變化，可將其等區分為更年型及非更年型（表 2）。此等差異往往造成採後處理時，劣變原因不同，更年型水果可能需著重在更年前期避免乙烯作用，以防止提早後熟老化。此外，特別的是番石榴（林,1998）有些品種為更年型，有些則為非更年型，更年型的番石榴後熟快，果實易軟化及黃化，貯運力差，在台灣已逐漸消失，取而代之的是非更年型品種，如水晶拔、世紀拔及珍珠拔等。而楊桃有報告指出其為更年型（謝,1987；Mitchan and

McDonald, 1991)，但亦有認為屬非更年型(Oslund and Devenport,1981)，所以正確的歸屬仍待進一步研究。

二、呼吸率及乙烯釋放率

一般而言，呼吸率高的園產品，其採後貯運壽命有較短的趨勢。熱帶水果的呼吸率範圍很廣(表3)，但此種分法很難精準，因園產品的呼吸率常受品種、栽培狀況、成熟度及更年期表現等因素影響。而乙烯釋放率的情形亦同，只是一般更年型的水果有高於非更年型的現象(表3)。另外，由於台灣水果產業一般都不大，出口數量亦少，所以併櫃(mixed loads)運輸是必然的手段，因此必須注意各水果的乙烯釋放量及對乙烯的敏感度，以免相互間的不良影響。

三、寒害

園產品採收以後，儘可能降低溫度，可以減少蒸散作用、呼吸作用、乙烯生合成與作用、組成份變化及微生物滋長，進而減緩品質的劣變。但是，部分園產品在低溫下可能反而會因為寒害(chilling injury)而使品質下降。一般寒害的症狀有果皮出現斑點、褐化、無法正常後熟、異味、果肉崩解及易腐等。雖然寒害的症狀大致相同，但水果種類間仍有些差異(表4)。一般熱帶水果發生寒害與否，除受品種及種類影響外，亦需考慮此水果所貯藏的溫度與在此溫度下的時間長短。雖然有很多研究指出一些貯藏前的措施可以減輕寒害，如調溫(temperature conditioning)，間歇升溫(intermittent warming)、熱處理(heat treatment)等，但在商業上應用性不大，倒是利用氣變包裝方式(modified atmosphere packaging)可減少部分產品的寒害症狀，如番石榴、蓮霧及楊桃等，此類水果的寒害症狀有部分是因失水而顯現。另外，提高成熟度亦有效，如芒果(表4)。

貯藏力

貯藏力（storage potential）係指園產品採收後貯藏在最適當的溫度下之貯藏壽命。而貯藏力會因種類（表 4）、栽培環境、採前氣候、採收成熟度等因子不同而不同。一般熱帶水果的貯藏力並不佳，大都只有 7-35 天（表 4），所以在外銷目標市場的選擇上，需考慮此能力，以加拿大市場及歐盟市場而言，常需 24-30 天的海運時間，所以只有楊桃、非更年型番石榴、荔枝、軟熟芒果等品目有潛力（表 4）。

氣調貯運與氣變包裝

氣調貯藏（controlled atmosphere storage）在操作成本上較為昂貴，且對大多數熱帶水果而言，並不如蘋果及梨等溫帶水果般具經濟效益（Kader,1994）。因此在台灣實際應用情形並不多。倒是用一些包裝材料或披覆素材進行包裝處理，以改變水果內及外的氣體組成，即所謂氣變包裝（modified atmosphere packaging），較為經濟實用（Lange,2000）。在氣變包裝時所需注意的是材料的選擇，以調控氧氣（Beaudry,2000）及二氧化碳（Watkins,2000）在合理範圍內，以免水果發生生理障礙（表 5），反而降低品質。目前熱帶水果貯運適宜氣變包裝處理的種類有楊桃、番石榴、蓮霧等。

熱處理

熱處理（heat treatment）是常以改善園產品採後品質劣變的措施之一，其方法有溫湯（hot-water）或熱風（heat air），方式有高溫短時，如 42-60℃,3-50 分鐘；或低溫長時，如 38-42℃,24-48 小時。熱處理可防止品質劣變的理由是它能 1.減少病源感染或消毒，以降低腐爛；2.減少生理障礙，如寒害；3.調節果實後熟；4.增進鈣處理時的吸收效率等（Klein and Lurie,1992）。芒果、番木瓜的炭疽病（anthracnose）可用溫湯處理加以控制（謝,1990），酪梨經溫湯處理後可減輕其寒害（Nishijima et al.,1995）。由於食品安全將愈來愈受重

視，因此化學藥品的使用將受排斥，尤其在採收後階段，因此熱處理技術將來值得繼續開發及推廣。

檢疫處理

檢疫係一個國家為保護其農業生產環境所採用的必要措施，主要目的在防堵危險性的病蟲害入侵，是屬於法規防治的一種。一般用以防蟲的檢疫（insect disinfestation）措施有輻射處理（irradiation）、熱處理（heat）、冷處理（cold）、氣調（controlled atmospheres）、減壓（reduced pressure）及化學燻蒸（fumigation）等。各項措施的選擇需考慮因素有三：1.食品及操作人員之安全性；2.殺蟲效果；3.對園產品品質的影響程度（Paull,1994）。目前台灣輸往日本、美國、韓國及紐西蘭等地區，被要求需針對東方果實蠅或瓜實蠅，進行檢疫處理的方法如表 6 所示。熱處理方式以蒸熱處理（vapor heat treatment）為主，如芒果、番木瓜等；而冷處理者有輸美荔枝、楊桃等，特別的是輸日荔枝採用熱及冷複合處理。

未來研發展望

熱帶水果種類多，具特殊風味是其優勢，但含水量高、易腐、採收季節高溫、貯運能力差是其劣勢。但由於南北文化交流及食物營養訴求，則是給熱帶水果一個機會，更何況多數的熱帶水果具有產期長的強勢。因此，只要在處理技術上稍加強化，熱帶水果的外銷潛力仍無窮，所以針對未來熱帶水果採後有待加強的研發工作有：

一、採前因子對採後品質的影響，此領域目前較少被討論，但卻相當重要，一些採前措施常增強熱帶水果對冷及熱的忍受力。

二、寒害是熱帶水果在貯運上的一大致命傷，多數熱帶水果在 8-12℃間即有寒害危險，而此溫度範圍又不足以控制品質劣變及腐爛，因此應加強貯運前之預處理以降低寒害之研究，或在育種上將低溫忍受力作為選拔品目之一。

三、加強熱處理對病害及生理障礙的防治效果及技術研究，熱處理為物理方式，

其沒有化學方式具殘留疑慮的問題。

四、效率及安全控管的處理流程，處理是園產品從農作物轉變為商品的最後一關，此階段最需加強的是（1）效率，因為效率是防止品質劣變最有效的方法；（2）安全控管，明亮流暢，安全衛生是處理場基本需求，台灣真的需要具效率及安全控管的處理場。

表1、台灣熱帶水果出口量（公噸）。

年份	芒果(愛文)	番石榴		鳳梨	香蕉	荔枝、龍眼			楊桃		
（民國）	日本**	加拿大	中國	日本	日本	加拿大	日本	美國	美國	加拿大	中國
78	19.6	56.0	—	5393.9	63392	1889	1398				
79	3.1	94.0	—	3558.8	33303	1491	1238				
80	47.0	108.6	—	2239.7	55728	2129	1261				
81	16.4	86.9	—	1967.4	67849	807	890				
82	50.5	58.4	—	1258.6	63437	1353	1227	18			
83	32.9	38.1	—	947.9	55433	1315	1406	1			
84	39.9	22.5	—	634.9	41017	1261	1417	112			
85	23.9	42.2	—	333.9	51092	1705	1266	572			
86	21.0	69.8	—	409.6	36688	1274	1025	1894			
87	9.6	130.0	—	635.3	56281	465	647	451			
88	35.8	98.2	—	1007.6	44915	963	933	1191			
89	101.2	94.9	—	835.5	42619	661	576	1910			
90	109.1	117.5	—	946.2	25644	765	286	1959			
91	124.2	365.0	4.0	368.6	24744	694	186	2570	203	24	0.1
92	84.8	797.8	27.9	847.5	33129	753	79	2643	406	207	84.2
93	502.3	1589.1	23.8	1000.1	18140	531	161	2717	497	393	105.3
(94)*	479.1	842.8	160.6	830.1	15093	278	198	1615	344	274	145.4

* 94年度只統計至9月份

（海關出口資料整理）

** 進口國

表 2、熱帶水果之呼吸型式。

更年型水果	非更年型水果
酪梨	楊桃**
香蕉	荔枝
鳳梨釋迦	龍眼
番石榴*	鳳梨
芒果	蓮霧
番木瓜	番石榴*
百香果	
印度棗	

*梨仔拔、中山月拔、白拔等品種為更年型。

珍珠拔、世紀拔、泰國拔、水晶拔為非更年型。

**軟枝楊桃如二林種，可能為更年型(謝, 1986)。

表 3、熱帶水果依在 20℃下之呼吸率及乙烯釋放而區分。

	呼吸率		乙烯	
類別	範圍 (mg/kg/hr)	水　果	範圍 (ul/kg/hr)	水　果
很低	<35	鳳梨、楊桃	<0.1	蓮霧
低	35-70	香蕉(綠)、荔枝、木瓜、百香果	0.1-1.0	鳳梨、楊桃
中等	70-150	芒果、番石榴、印度棗	1.0-10.0	香蕉、芒果、番石榴
高	150-300	酪梨、香蕉(黃)	10-100	酪梨、木瓜、印度棗
很高	>300	釋迦	>100	百香果、鳳梨釋迦

(整理自 Kader et al., 1985；Paull, 1994；園產品處理計劃成果報告 1993-1998)

表 4、熱帶水果最適貯藏溫度、貯藏壽命及寒害症狀。

水　果	適合貯藏溫度(℃)	貯藏壽命（天）	寒害症狀
酪梨	6-9	14-28	褐化、不正常後熟、易腐
楊桃	1-5	21-28	果皮褐化
鳳梨釋迦	13	7-14	果皮褐化、無法軟化
番石榴			
非更年型	1-5	28-35	果皮燙斑、維管束褐化
更年型	10	14-21	不正常軟化及轉色
荔枝	4	21-28	腐爛、褐化
芒果(綠熟)	8-12	14-21	燙斑、不軟化、腐爛
芒果(軟熟)	1-4	28-35	果皮褐化
番木瓜	12	14-21	燙斑、不正常後熟
鳳梨	10	14-28	果肉褐化
香蕉	14	14-28	果皮褐化、不正常後熟
印度棗	5	10-24	果皮褐化、異味

（本試驗室試驗結果及整理自園產品處理計畫成果報告,1993-1998）

表 5、熱帶水果之適當氣調條件。

水　果	氧　氣（%）	二氧化碳（%）
酪梨	2-5	3-10
香蕉	2-5	2-5
芒果	5-7	5-10
番木瓜	2-5	5-8
鳳梨	2-5	5-10
鳳梨釋迦	5	5-10
荔枝	5	3-5

（整理自 Kader,1994）

表 6、台灣輸出熱帶水果已獲允許之檢疫處理方法。

水　果	進口國或地區	檢 疫 方 法
芒果	日本、美國、韓國、紐西蘭	蒸熱處理（46.5℃,30min）
荔枝	日本	蒸熱處理（46.2℃,20min） 加冷處理(2.0℃,42hr)
荔枝	美國	冷處理(1℃,15 天或 1.39℃,18 天）
楊桃	美國	冷處理（32、33、34、35°F 分別需 10、11、12 及 14 天）
番木瓜	日本	蒸熱處理（果心達 47.2℃後即冷卻至 30℃）

（防檢局資料）



圖 1 、94 年輸日木瓜－到貨品質

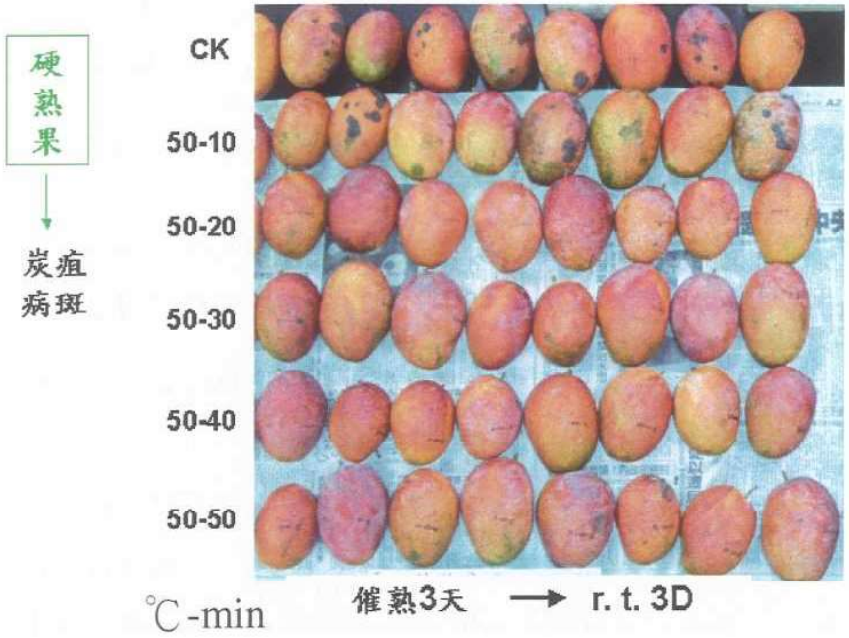


圖２、溫湯處理後放室溫(25℃±3℃)3 天對硬熟愛文芒果炭疽病發生之影響（一）

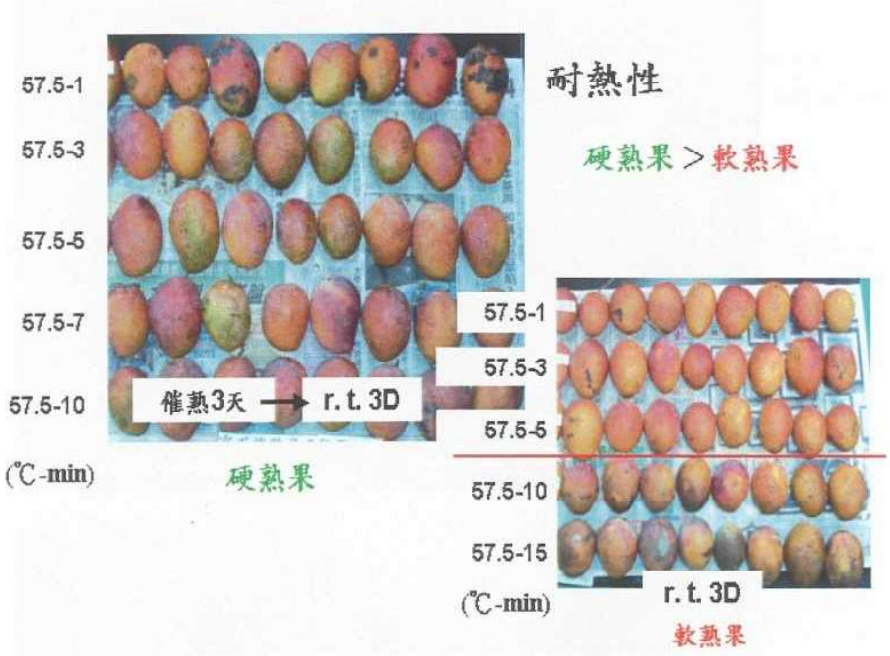


圖３、溫湯處理後放室溫(25℃±3℃)3 天對愛文芒果耐熱性之比較（二）



圖４、溫湯處理後對愛文芒果硬熟果熱傷害發生症狀（三）



CK　　0.25KGy　0.5KGy　　1KGy　　2KGy

(25℃±3℃　3天　後)

圖５、蓮霧—輻射加冷處理（開發中的檢疫條件）

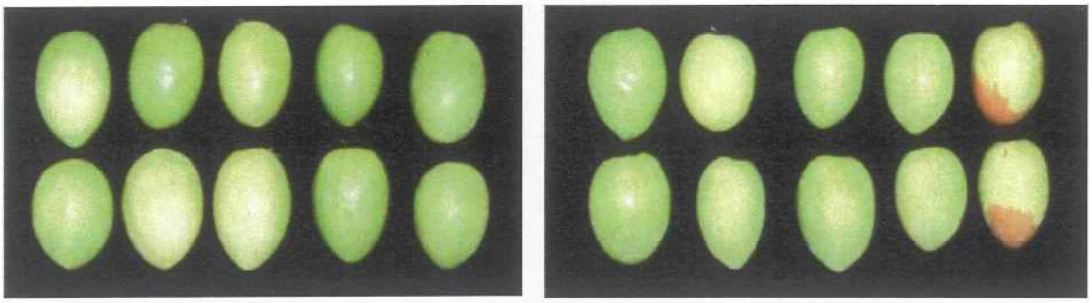


圖 6 、印度棗(新蜜棗)- 熱處理（開發中的檢疫條件）

參考文獻

1. 林慧玲。1998。台灣大學園藝學系博士論文。255pp。
2. 謝慶昌、林宗賢、蔡平里。1987。中國園藝 33:139-150。
3. 謝慶昌。1990。 台灣大學園藝系博士論文。313pp。
4. Beaudry, R. M.。2000。HortTechnology。10:491-500。
5. Kader. A. A. 1994. Postharvest Handling of Tropical Fruits. P.239-249. AP. No.50.
6. Kader. A. A., R. F. Kasmire, F. G. Mitchell, M. S. Reid, N. F. Sommer, and J. F. Thompson. 1985. University of California Cooperative Extension Special Publication #3311. 192p.
7. Klein, J. D. and S. Lurie. 1992. HortTechnology 2:316-320.
8. Lange, D. L. 2000. HortTechnology 10:487-490.
9. Liu, M. S. and P. C. Ma. 1983. 10th Anniversary Monograph Series, AVRDC.
10. Mitcham, E. J. and R. F. McDonald. 1991. Proc. Florida State Hort. Sci. 104:104-108.

11. Nishijima, K. A., H. T. Chan, Jr. S. S. Sanxter, and E. S. Linse. 1995. HortScience 30:1052-1053.
12. Oslund, C. R. and T. L. Devenport. 1981. HortScience 16:60.
13. Paull, R. E. 1994. HortScience 29:988-996.
14. Paull, R. E. 1994. Postharvest Handling of Tropical Fruits. p.198-204. AP. No.50.
15. Watkins, C. B. 2000. HortTechnology 10:501-506.