

科學圖書大庫

水果的處理、運輸與貯藏

譯者 王 炘

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

水果的處理、運輸與貯藏

譯者 王 炘

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信

發行人 陳俊安

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國七十二年九月廿日初版

水果的處理、運輸與貯藏

—基本定價4.60

譯者 王 炘

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號

電話 9221763
9271575
9271576
9246842

電話 9719739

譯 序

本書是譯自瑞爾 (A. L. Ryall) 與彭滋 (W. T. Pentzer) 合著的“水果與蔬菜的處理、運輸及貯藏”下冊 (Handling , Transportation and Storage of Fruits and Vegetables, Volume 2)。該書原分上下兩冊，上冊爲蔬菜，下冊爲水果。茲爲簡明計，將上冊更名“蔬菜的處理、運輸與貯藏”已於民國 70 年 2 月翻譯出版。將下冊更名“水果的處理、運輸與貯藏”，使水果與蔬菜各自成一體系。

水果在營養方面被稱爲保健食品。它們營養價值很高，富含維他命（尤以維他命 C 含量高）及礦物質（如鐵、鈣、鉀、鈉、鎂、磷等），並含果膠、果酸及纖維質，故能幫助消化，強身祛病，成爲三餐必備的食物。

台灣地處亞熱帶，盛產熱帶及亞熱帶水果，如香蕉、柑桔、鳳梨、木瓜、芒果、荔枝、龍眼等，除供內銷之外，尚大量外銷，賺取不少外匯。惟水果生產都有季節性，且不耐運輸貯藏。亞熱帶地區又高溫多濕，使本省水果更易腐壞，致在運銷過程中常遭受重大損失。農業現代化特徵之一爲產物商品化，換言之即一切水果爲市場而生產，並使運達內外銷市場後仍能保持新鮮而不腐壞，維持優良品質及外觀，且獲得理想售價。欲達此目的，應自栽培時即注意果園管理、採收熟度、採收方法、搬運、處理、分級、包裝、貯藏及運輸等步驟。這些步驟看起來簡單，做起來都需要相當的專業知識。本書作者從事這方面的研究工作 25 年及管理研究工作 10 — 15 年，並蒐集世界各國有關水果處理運輸貯藏的文獻，編寫成書，內容豐富實用，甚有參考價值，故爲譯出以饗讀者。

水果生產受氣候的影響很大。風調雨順之年，結實累累，大量增產。結果供過於求，果賤傷農，甚或果棄於地，任其腐爛。如遇颱風豪雨，即落果滿地，求過於供，價格暴漲，使市場供需總難平衡。一般水果雖然不耐運輸貯藏，但各種水果品種甚多，有些種類或品種亦有耐運輸貯藏者。如柑桔類中之檸檬可貯藏6個月，甜橙可貯藏2至3個月，葡萄柚貯藏1個半月。何況品種中又有早熟種、中熟種及晚熟種。在美國以品種配合貯藏能使檸檬與甜橙1年4季供應內外銷市場。此外，水果加工的方法很多，如冷凍、製罐、果汁、果醬、蜜餞、脫水等。當然水果以鮮果供應市場最為理想。但豐產之年除供鮮果以外，並應冷藏及加工保藏，以俟供不應求時則可機動調節市場。今後深望有關試驗研究機構加強水果處理運輸與貯藏的研究工作。同時青果業者更應團結合作，強化組織，擴大業務範圍，除輔導生產辦理外銷之餘，並統籌辦理內銷及貯藏加工，務使水果的生產、貯藏、加工、運輸能整體配合，作企業化經營，以安定並發展內外銷市場，則幸甚矣。

王 圻

西元一九八二年九月

原 序

美國商業性的青果事業每年約生產 2200 萬噸，而世界青果的產量爲此數的三倍強。這樣龐大數量青果的採收、清洗、分級、包裝、貯藏及運輸至市場，有時自產地運至數千英里之外，實在不是簡單的事情。在青果事業的早期，常造成重大損失，致很多次運輸不能收回運輸成本。後經改進水果處理，冷藏方法及市場病害防治。不只是各種水果的貯藏方法，甚至進展到各品種的貯藏方法。改進包裝的發展既保護了水果，並可引起銷售的興趣。

水果採收後處理的改進是世界性的發展。澳大利亞的蘋果與南非的柑桔、核果及葡萄均外銷至英國，因在船艙內氧氣不足而引起危險，所以需要這方面的知識與各種水果運輸所需的特定溫度。英國在冷涼氣候下所生產之蘋果對冷藏溫度的特性，致使貯藏時採用較高溫度，並配合在空氣中含較低氧氣及較高二氧化碳，亦即所謂“人工大氣貯藏法”。

當讀者看到本書各章參考文獻時，可知今天水果處理、運輸及貯藏知識的貢獻是來自美國、英國、加拿大、澳大利亞、紐西蘭、南非、以色列、荷蘭、日本、德國、義大利及其他各國。這些參考文獻的來源列於本書附錄（本譯本未列出）。

許多這一方面的作者們彼此都會認識，這要感謝國際會議。在美國科學協會的戈登研究會（Gordon Research Conference of American Association for the Advanced Science）贊助之下，於美國每三年開一次水果及蔬菜採收後的生理會議。國際冷藏學會的委員會議幾乎每年在不同的國家召開一次。從事園藝作物採收後的研究人員報告他們每年的發現。每四年開一次的國際園藝學會也有有關園藝作物採收後的論文。然而在這方面最重要的研究報告是美國

園藝學會的年會。該學會有一部分稱為“採收後園藝”(Post-Harvest Horticulture)。該部成立於1965年，其前身稱為“處理與加工貯藏”(創立於1954年)。至1970年“採收後園藝”方面的會員已有227人之多。

在美國對水果有關問題獲得重視是近25年的事。對這方面研究的激勵是由於1946年“研究與運銷法案”的頒佈，致有撥款給州及聯邦機構從事運銷研究。這種經費提供生物、機械及經濟三方面的研究工作。因此在許多研究實驗室增建新的設備，並使水果貯藏於控制的溫度、濕度及大氣成分之下。此外購置昂貴的儀器，致可找出在水果內部進行那些變化。用光譜儀從事分析與氣體層析法(gas chromatography)的日子已經到來，所以能決定水果所含極微量的成分(如乙烯)及特定元素(如鈣質)。

在青果事業方面，個人的創造力對處理水果的許多改進曾獲得榮譽。一個人不能想像出一個將蘋果自大木箱內傾出的更溫和的方法比把蘋果大木箱放入水中而使蘋果自己浮出。這種取出蘋果的設備已經頗為完善。分別果實大小的設備、輸送帶、裝箱機等的發展對果實處理貢獻良多。包裝方法曾大加改進，致減少因突出包裝所造成的損失；並將單個果實裝於盤內或杯內俾得保護。果實的消費者包裝曾幫助水果的銷售。防腐較好的新化學藥品已由化學工業界發展出來，而為青果業服務。冷藏的火車廂、卡車、拖車及船隻的改進曾減少水果運輸時的損失。為了配合青果的需要，預冷及冷藏設備已與上述進步並駕齊驅。本書內有許多章就是敘述由青果業自己與為青果業服務的其他公司所作的發展。

讀者可能要問為什麼要編寫此書及有何信心編寫此書？第一個問題是因為尚無人寫此類書籍，故有寫此書的必要。各種報告與資料均散在於各地公報、論文及書中。著者的願望是把它們蒐集整理於本書內，以便供對這方面有興趣的人士參考。回答第二個問題比較困難。但我們承擔此一任務最好的理由，為我們都在美國不同的單位從事水果與蔬菜的處理、運輸及貯藏問題的研究25年。加之，我們有10至15年負責管理這方面的研究工作，並視察所有美國及其他國家的重要水果地區。

本書是採收後照顧水果有系統的著作。對通常所用的方法與使用該

方法的原因均有講述。書的標題可能有人認為着重於運銷與園藝，因為所討論者與各種水果自園地運輸至消費者有關。然而，僅涵蓋了生物及機械兩方面，並未涉及運銷的經濟。

著者等希望本書的資料對園藝及運銷方面的學生，從事青果業與服務水果處理、運輸及貯藏的人士都有用處。

瑞爾 (*A. L. Ryall*)

彭滋 (*W. T. Pentzer*)

1974年1月

目 錄

譯 序	I
原 序	II
第一章 採收後水果的生理	1
第一節 概 論	1
第二節 呼 吸	4
第三節 乙烯的產生與影響	11
第四節 水果的發育、成熟、完熟與衰敗	17
第五節 水分損失	20
第六節 寒 害	27
第二章 現代採收的方法	36
第一節 概 論	36
第二節 溫帶水果	37
第三節 亞熱帶水果	50
第四節 堅 果	55
第三章 包裝廠	63
第一節 自田間容器送至包裝線	63
第二節 清洗果實	67
第三節 在包裝廠內的特別處理	68
第四節 選別與大小分級	76
第五節 水果的機械傷害	82

第四章	品質測定、分級與檢查	87
第一節	採收時的最適品質	87
第二節	外部及內部品質的測定	107
第三節	品質標準與等級	118
第四節	檢 查	119
第五章	運輸容器	128
第一節	材料與設計	128
第二節	各種水果所用的容器	133
第三節	包裝材料	139
第四節	塑膠膜襯墊	141
第五節	熱與水蒸氣的轉移	143
第六節	裝箱與封箱	144
第七節	大容器	145
第八節	容器規則	147
第六章	消費者包裝	151
第一節	早期的發展	152
第二節	在何處包裝	152
第三節	分包裝的材料	154
第四節	包裝材料的通風	157
第五節	產品對消費者包裝的適應性	158
第六節	預先包裝的設備	169
第七節	問題與改進	170
第七章	溫帶水果的起源、特性與其需要的環境	173
第一節	蘋 果	174
第二節	杏	183
第三節	櫻 桃	186

第四節	無花果	190
第五節	油 桃	193
第六節	桃	195
第七節	梨	199
第八節	柿	204
第九節	李	206
第十節	楡 梃	211

第八章 葡萄與小果類水果的起源、特性與其需要的環境 219

第一節	小果類水果	220
第二節	葡 萄	229

第九章 亞熱帶水果的起源、特性與其所需要的環境 236

第一節	酪 梨	238
第二節	獼猴桃	242
第三節	棗椰子	243
第四節	葡萄柚	244
第五節	檸檬	247
第六節	萊 姆	250
第七節	蜜柑及其雜交種	251
第八節	西洋橄欖	253
第九節	甜 橙	255
第十節	石 榴	259

第十章 堅果類果實的起源、特性與其所需要的環境 265

第一節	扁 桃	266
第二節	板 栗	269
第三節	榛 子	271
第四節	澳洲胡桃	273
第五節	美洲胡桃	275

第六節	開心果(胡榛子,阿月渾子).....	278
第七節	胡 桃.....	281
第十一章	運輸或貯藏以前的處理.....	288
第一節	預 冷.....	288
第二節	爲檢驗所做的處理.....	306
第三節	輻射線處理.....	311
第十二章	傳統的冷藏方法.....	318
第一節	概 論.....	318
第二節	冷藏的原理.....	319
第三節	冷藏的設備.....	321
第四節	冷藏室構造.....	325
第五節	空氣循環及水果溫度.....	327
第六節	相對濕度.....	328
第七節	有套貯藏室.....	329
第八節	通 風.....	329
第九節	長期貯藏的水果.....	330
第十節	短期貯藏的水果.....	333
第十三章	蘋果與梨的人工大氣貯藏.....	336
第一節	概 論.....	336
第二節	商業性的發展.....	338
第三節	人工大氣貯藏的生理基礎.....	340
第四節	設 備.....	342
第五節	貯藏室的操作.....	347
第六節	管理規則.....	348
第七節	蘋果與梨人工大氣貯藏需要的環境.....	348
第八節	人工大氣貯藏的危險.....	352
第九節	人工大氣貯藏的優點.....	353

第十節	低氣壓貯藏	353
第十四章	鐵路與公路運輸	358
第一節	鐵路運輸	359
第二節	公路運輸	367
第三節	低溫冷藏	368
第四節	冷藏貨櫃	370
第五節	大量運輸	372
第六節	裝載模式與容器	373
第七節	貨物單位化	377
第八節	冷藏運輸設備試驗	377
第九節	各種水果運輸時需要的環境	378
第十五章	空中與海上運輸	388
第一節	空中運輸	389
第二節	海上運輸	400
第十六章	溫帶水果貯藏與銷售期間的病害與傷害	413
第一節	蘋果	413
第二節	梨	435
第三節	柿	441
第四節	檜 梔	442
第五節	核果類水果	442
第六節	無花果	452
第十七章	葡萄與漿果類水果貯藏與銷售期間的病害及傷害	463
第一節	越 桔	463
第二節	樹莓屬漿果	465
第三節	蔓越桔	467
第四節	醋栗與穗醋栗	469

第五節 草 莓.....	469
第六節 葡 萄.....	473
第十八章 亞熱帶水果貯藏與銷售期間的病害與傷害.....	489
△ 第一節 酪 梨.....	489
✓ 第二節 柑桔類水果.....	494
第三節 西洋橄欖.....	512
第四節 石 榴.....	512
附 錄.....	518
一、度量衡換算.....	518
二、蘋果預冷與貯藏所需冷凍能力的計算法.....	520
三、新鮮水果包裝容器的容積與重量.....	524
四、巴黎的分級標準.....	525

第一章 採收後水果的生理

第一節 概 論

水果 (Fruit) 採收後繼續維持其生命，所以它們仍然進行呼吸，即吸收氧氣並排出二氧化碳及熱量。這些變化發生於細胞壁中的成分及構造內，結果使水果變軟。由於果皮的葉綠素破壞，果皮及果肉黃色素的增加，致綠色消失而顯出黃色。有些水果採收後，其表現標準紅色及藍色的花青素 (anthocyanine) 亦可增加。蘋果有時採收後仍留置於樹下，以促使其紅色發生 (Hoffman 1937)，而李子則須於 40°F 貯藏或運輸時顯出紅色或藍色 (Pentzer & Allen 1944)。富澱粉質的水果如蘋果及梨採收後其澱粉含量減少，而糖分增加。大多數含酸的水果採收後酸的含量降低而且其酸的種類亦有所變化。另有些水果如柿子及香蕉，其由單寧所造成的澀味會減少。採收後水果所產生的許多種揮發性物質，有些構成水果的標準香氣及風味。乙烯 (ethylene) 也是大多數水果在某一發展階段所產生的揮發性物質。當它有足夠的濃度時它會促使果實後熟，使產生較多乙烯，並使後熟作用加速進行。(Pratt & Goeschl 1969)。關於乙烯在本章稍後將詳細討論。

有些水果的果皮產生白粉或蠟質致使它們具美麗外觀並減少水分損失。在採收後蘋果果皮的蠟質成分會改變。酵素合成作用的發生及蛋白質的少量增加多歸因於此 (Hulme 1954, Frankel et al 1968)。

化學上有個基本定律是化學反應速率由溫度所控制。荷蘭化學家凡

特霍夫 (Van't Hoff) 發現溫度每升高 10°C (18°F) 化學反應速率即增加一倍。他用公式 $Q_{10} = R_2 / R_1 = 2$ 來表示， Q 為商數， 10 為溫度 ($^{\circ}\text{C}$)， $R_1 R_2$ 為二種溫度下的兩種化學反應速率， 2 為大約的常數。高爾 (Gore 1911) 發現許多水果呼吸率的商數 (Q_{10}) 約為 2.4 ，而據其他研究人員報告的呼吸商數亦類似 2.4 。然而呼吸商在大的溫度範圍內並不相同。造成水果果肉變軟的酵素亦同樣受到溫度的影響。歸納起來可以這樣說，蘋果或梨放置於 70°F 可以 1 天完熟，而在 32°F 須一星期才完熟。所以冷藏為延長水果壽命的有效方法。

實際的經驗曾經告訴水果生產者及運輸者，栽培期間的氣候對採收後之水果具有強大影響力。譬如多年來即曾知道貯藏或長途運輸加州冷涼海岸地區生產之巴梨 (Bartlett) 頗為危險，因為它們常會發生果心腐壞病 (一種生理病)，致使該梨毫無價值 (Magness 1922)。最近，在控制溫度的環境下將樹圍起來，當梨發育時期鑑定出一個界限時間 (Critical time)，亦即當低溫度在收穫前 4—5 星期出現，此低溫將使巴梨成熟前完熟 (Hansen 1961 ; Wang et al 1971)。

生長於冷涼氣候下 (如北歐及加州沿海地區) 的蘋果，一些栽培種都不適應 32°F 的貯藏溫度，必須貯藏於 36° — 40°F ，以避免低溫腐壞。其他蘋果貯藏病害亦受生育環境的影響。如在採收前數星期內氣候溫暖比氣候冷涼時，蘋果燙傷 (Scald) 較為嚴重 (Smock 1953)。費德樂 (Fidler 1956) 發現燙傷在乾燥溫暖季節，當高蒸發率在果園內盛行時比較嚴重。

我們這些例證在指出水果採收後的生理是受採收前環境因子的影響。水果的生理作用開始於開花期果實最初形成時，而繼續進行，直至果實在生理上死亡。果實生理死亡的情形很少看到，因為在到達此一階段很久之前，果實即被吃掉或因腐爛而結束其壽命。

水果一般可依其生長季節的長短及易腐性分為數類。最易腐壞的水果如草莓，其生長季節很短，約 24—28 天，而其貯藏壽命只有數日 (表 1)。相反的如 Winesap 品種蘋果，其果實發育需 150—210 天 (

表1 各種水果生長季節的長短與貯藏壽命的關係

水果種類及品種	盛花期至採收期 (天數)	正常貯藏壽命 (天數)
草莓		
Klondlike and others	24-28	5-7
櫻桃		
Black Tartarian	57	14
Bing	71	14
Napoleon	68	14
杏		
Royal	100	7-21
桃		
Belle of Georgia	122	14
Elberta	128	21-28
梨		
Bartlett	110-130	75-90
Bosc	130-145	90-105
Anjou	145-150	120-180
蘋果		
Yellow Transparent	70-75	0-7
Jonathan	140-145	60-90
Winesap	160-170	150-180

表1)。蘋果的夏季栽培種 (Transparent) 生長季節短，其貯藏壽命亦短。生長快壽命短的水果亦具其他特性。早生夏季蘋果比晚生秋季蘋果有較高的呼吸率；較多的細胞及放出較多的乙烯。如在 68°F Astrachan (夏季栽培種) 與 Yellow Newtown (秋季或熟種) 的乙烯產量分別為 11.38 立方公分 / 小時 / 公斤及 1.78 立方公分 / 小時 / 公斤 (Hansen 1945)。

然而吾人不應認為水果貯藏生命長短之不同單純由生長季節之長短，呼吸率或放出乙烯之量數來解釋。它是個複雜的問題，諸如管制生長發育及採收後習性的遺傳因子，及生理與形態的不同，均會影響其貯藏生命。

由上述情形可以證明水果收穫後有許多生物化學的作用在進行，而