

科學圖書大庫

蔬菜的處理、運輸與貯藏

譯者 王炘

科學圖書大庫

蔬菜的處理、運輸與貯藏

譯者 王炘

徐氏基金會出版

譯 序

本書是譯自瑞爾碩士及李普敦博士 (A. L. Ryall and W. J. Lipton) 所合著的“水果與蔬菜的處理、運輸及儲藏”上冊 (Handling, Transportation and storage of Fruit and Vegetable, vol I)。該書原分上下二冊，上冊為蔬菜，下冊為水果。茲為簡明計將上冊之名稱改為“蔬菜的處理、運輸與貯藏”，使單獨成一體系。

著者瑞爾與李普敦二氏均在美國農部農業試驗所研究蔬菜之處理運輸及貯藏多年。他們根據在美國多年研究的成果，並參考世界各國在這一方面的研究報告及文獻編成此一巨著。本書共分二十二章，內容豐富詳實。諸凡收穫後蔬菜的生理變化、採收、洗滌、選別、分級、包裝、預冷、各種蔬菜貯運期間的適宜環境，貯藏方法、運輸方法、運銷期間發生的傷害及病害、銷售的方法等、自傳統所用的方法以至改進後的現代機械方法等均有詳細講解，並附圖 105 幅，表 20 幅及附錄 7 則。總觀本書之目的有二。一為使本來鮮嫩多汁、不耐貯運而易腐壞的新鮮蔬菜，經過上述處理過程之後、不僅可安全運達國內外市場，並能保持其新鮮程度，維持其優良食用品質，且獲得理想的售價，使生產者、運銷與、消費者均獲其利。二為利用貯藏方法延長蔬菜供應時間或加工利用時間，以調節蔬菜市場供需，俾免產銷失調、菜價暴漲暴落，而使生產者或消費者蒙受損失。這兩種情形正是目前本省蔬菜運銷方面所遭遇的重大問題，所以特為譯出，以供參考解決。

台灣地區屬亞熱帶，平地氣候溫暖，高山氣候涼爽，故無論喜溫暖之蔬菜及好冷涼之蔬菜均可栽培。加之年來本省農工商各業發展迅速、經濟繁榮、人民富裕、生活水準日漸提高，吃食習慣與以前大不相同。

從前以澱粉食物爲主，只求果腹，現在則講求營養健康，着重蛋白質、維他命及礦物質，使新鮮蔬菜水果三餐必備，已不再是副食品了。

據統計 1978 年本省蔬菜栽培面積已增至 222,758 公頃，收穫量達 2,814,493 公噸，價值 1,448,507 萬新台幣，其中約有 10 - 15% 供鮮菜或加工外銷，其餘供作內銷。惟因採收後處理運輸貯藏多有不當，致在運銷過程中所遭受的腐壞損失高達 30 - 40%。此外本省冬春兩季爲蔬菜盛產季節，供過於求致菜賤傷農，夏秋兩季氣溫偏高，且常有颱風，求過於供致菜價高昂，使消費者加重負擔。何況當今本省正值全力拓展外貿，政府民間大力擴展蔬菜外銷。欲使新鮮蔬菜在國際市場競爭發展，更應注意蔬菜的處理運輸及貯藏。希望本書之譯出有助於台灣新鮮蔬菜在內外銷市場上均能達成增進品質，減少腐壞；調節供需之目的，則幸甚幸甚！

王 圻

原 序

不願過去數年冷凍蔬菜及用熱加工蔬菜的生產與消費之增加，新鮮蔬菜及瓜類至今仍然屹立不移。大多數的生產者及買賣者現在均警覺到新鮮產品成了加工品的化身。重要的是，在1964～1967期間雖然有52%的商業性蔬菜生產面積是爲了加工而栽培，只48%的面積爲鮮菜市場而栽培，但新鮮蔬菜的價值却佔了蔬菜總價值的71%。生產者知道新鮮蔬菜的利潤高，消費者喜歡購買鮮菜，而且從事蔬菜包裝、運輸及分配的人在產銷市場上都可利益均沾。

在本書內我們意欲涵蓋市場新鮮蔬菜（包括馬鈴薯及瓜類）生物及物理方面的知識。至於市場經濟則留待經濟方面的專家處理。

多年以來對園藝作物的採收、準備、包裝、運輸及貯藏曾作過許多研究。對作物採收後病害及傷害的防治與其發生的生理變化亦曾多有試驗。

很多這些研究是由美國各州的十餘個州立農業試驗所與重要的園藝企業界領導進行。園藝作物採收後研究方面的許多貢獻也曾由美國農部各個不同的實驗室及世界其他各國（特別是西歐）的專門實驗室所完成。此外，這些研究及發展多由有關的企業界來應用；他們的努力遠超過推銷的力量。

這些研究的結論大多數均經發表。然而，這些點點滴滴的資料各散載於州政府，聯邦政府及外國的無數之公報，期刊與報告中。加之，許多論文發表於專業性的定期刊物，企業雜誌及貿易資料中。我們曾試圖自各種不同的來源收集適切而合理的現時報告，以供作新鮮蔬菜研究及推廣人員、教師、貯藏者、包裝者、運輸者、裝貨者、收貨者與分配者的有用參考資料。

美國農部及大多數州立試驗所過去的工作多着重於生產方面的研究。一些可用的參考書多講一般園藝作物的繁殖、育種、營養及栽培法等。然而，商業性的作物只圓滿完成生產是沒有真正價值的，它必須經銷售後而具實際經濟價值。使蔬菜經過採收、選別、分級、包裝、送至市場、並於產品運輸、貯藏及大賣和零售期間提供適宜環境非常重要。對蔬菜事業提供這些方面的知識就是本書編寫的目的。

我們的背景及大多數資料的來源，自然使我們着重流行於北美洲與歐洲的蔬菜種類，實用方法及科學技術。然而，生物原理及其過程的討論，如蔬菜採收後的各種問題，可應用於任何作物或地區。所以我們希望於物理及營養損失常抵消對生產所作努力的地區，能鼓勵加強新鮮蔬菜銷售的生物和物理方面之教育與研究。

目 錄

譯 序

原 序

第一章 蔬菜是有生命的產品

第一節	呼吸的進行·····	1
第二節	水分損失·····	14
第三節	在蔬菜及香瓜採收後的生命中，乙烯的產生情形·····	18
第四節	寒 害·····	20
第五節	發育、成熟、完熟、衰老及敗壞·····	26

第二章 採收的方法與設備

第一節	引 言·····	36
第二節	葉菜、未熟花球、及雜類構造蔬菜·····	36
第三節	根菜類、莖菜類及果菜類·····	42

第三章 銷售前的準備工作

第一節	引 言·····	49
第二節	洗 滌·····	49
第三節	早熟洋葱的傷癰處理·····	53
第四節	選 別·····	53
第五節	收穫容器·····	55

第六節	包裝線·····	56
第七節	表面塗劑·····	57
第八節	訂定標準與檢查·····	59
第九節	品質測定·····	61
第十節	產品的大小分級·····	66

第四章 運輸容器

第一節	引 言·····	73
第二節	運輸容器的型式·····	74
第三節	母容器·····	80
第四節	運輸容器的裝填·····	81
第五節	容器加蓋·····	83
第六節	巨大容器·····	84

第五章 消費者包裝

第一節	概 述·····	86
第二節	在何處包裝·····	86
第三節	預先包裝的鼓勵·····	88
第四節	預先包裝的材料 - 塑膠膜·····	88
第五節	包裝的外觀·····	90
第六節	收縮薄膜包裝·····	91
第七節	包裝的通風·····	91
第八節	各類蔬菜預先包裝的方法·····	92

第六章 葉菜類及未熟花菜類蔬菜減少腐壞所需的環境

第一節	概 述·····	100
第二節	葉菜類·····	100
第三節	未熟花球類蔬菜·····	119

第七章 未熟果菜類及其他構造蔬菜減少腐壞所需的環境

第一節	需要中等溫度的未熟果菜類	129
第二節	需要低溫的未熟果菜類	139
第三節	其他雜類蔬菜需要較低溫度	140

第八章 成熟果菜類蔬菜減少腐壞所需的環境

第一節	引言	151
第二節	各種成熟果菜類	152

第九章 地下根莖菜類蔬菜減少腐壞所需的環境

第一節	鱗莖類蔬菜	177
第二節	需要低溫度貯藏的根菜類	180
第三節	需要中等溫度貯藏的根菜類	189
第四節	塊莖類蔬菜	191
第五節	其他地下莖蔬菜	196

第十章 運輸或貯藏以前的處理

第一節	預冷	203
第二節	燻蒸	228
第三節	照射	230

第十一章 通風貯藏法

第一節	設備	233
第二節	馬鈴薯的貯藏	235
第三節	洋葱的貯藏	239
第四節	甘藷的貯藏	241
第五節	胡蘿蔔的貯藏	247

第六節	甘藍的貯藏	248
第七節	南瓜的貯藏	248

第十二章 冷藏法

第一節	冷藏的原理	252
第二節	冷藏的設備	252
第三節	冷藏室的構造	254
第四節	環境的控制	254
第五節	貯藏的產品	256
第六節	人工大氣貯藏	257

第十三章 鐵路及公路運輸

第一節	引言	262
第二節	在運輸途中產品的損失	263
第三節	用火車運輸	263
第四節	用冷藏卡車或拖車運輸	280
第五節	運輸設備的試驗及評價	290
第六節	在運輸途中修改的人工大氣貯藏法	291

第十四章 空中及海上運輸

第一節	飛機運輸	299
第二節	輪船運輸	306

第十五章 蔬菜在市場上的傷害

第一節	概述	319
第二節	造成傷害的原因	319

第十六章 葉菜類未熟花菜類蔬菜的市場傷害

第一節	朝鮮薊	329
第二節	青花菜	330

第三節	抱子甘藍	331
第四節	甘藍	332
第五節	花椰菜	335
第六節	芹 菜	337
第七節	葉萵菜	339
第八節	韭 葱	339
第九節	結球萵苣	340
第十節	葉萵苣及半結球萵苣，苦苣，寬葉苦苣及野生苦苣	352
第十一節	食用大黃	353
第十二節	菠菜	358

第十七章 未熟及成熟果菜類與其他構造蔬菜的市場傷害

第一節	未熟果菜類	357
第二節	成熟果菜類	364
第三節	其他雜類構造蔬菜	377

第十八章 地下根莖類蔬菜的市場傷害

第一節	根萵菜	385
第二節	胡蘿蔔	386
第三節	大 蒜	387
第四節	薑	388
第五節	洋 葱	389
第六節	馬鈴薯	394
第七節	蘿 蔔	401
第八節	蕪菁甘藍	403
第九節	甘 藷	403
第十節	蕪 菁	405
第十一節	山 藥	406

第十九章 葉菜類及未熟花菜類蔬菜的市場病害

第一節 概 論	410
第二節 葉菜類及未熟花菜類的病害	413

第二十章 未熟及成熟果菜類與其他構造蔬菜的市場病害

第一節 未熟果	428
第二節 成熟果	437
第三節 其他構造蔬菜—蘆筍	449

第二十一章 鱗莖，塊莖及根菜類蔬菜的市場病害

第一節 鱗莖類蔬菜	454
第二節 根菜類、塊莖類及其他構造之蔬菜	457

第二十二章 大賣與零售期間的保護

第一節 概 論	476
第二節 大賣時的處理	476

附 錄

一、重要度量衡單位換算	489
二、演 算	491
三、在運輸以前爲了預冷大香瓜計算所需要的冷卻能力	493
四、當採收高峰期在田間冷藏室需要冷藏能力的計算法	496
五、相對濕度	503
六、露 點	506
七、美國1級番茄(摘錄自美國標準)	508

第一章 蔬菜是有生命的產品

第一節 呼吸的進行

呼吸 (respiration) 為生命的一種過程，也是生物將物質變為能 (energy) 的一種作用。所有新鮮蔬菜 (vegetable) 及瓜類 (melon) 都是有生命的生物。然而，我們在此只限於討論呼吸與新鮮蔬菜的直接關係。

植物的呼吸作用主要是酵素使糖氧化而變成二氧化碳及水，同時放出能。而其他物質，如蛋白質及有機酸，亦進入呼吸鏈 (respiration chain) 內。所以我們要討論呼吸時這些植物所含重要養分的損失，呼吸時所需要的氧氣及所產生的二氧化碳及能。呼吸時所產生的水無何重要。比較重要的是呼吸進行的速率 (rate of respiration)。

首先讓我們談談呼吸時不同成分的量數。呼吸的基本公式是每 180 克 (1 克分子，mole) 葡萄糖 (glucose) 呼吸時需要 192 克 (6 克分子) 的氧，而產 264 克 (6 克分子) 的二氧化碳，108 克 (6 克分子) 的水及 673 千卡路里 (Kcal) 的能。植物或植物的某一部份提供受質 (substrate，即酵素所作用之物質)，而空氣則供給氧氣，並接受二氧化碳及能，雖然有些最後產物可能仍然保留在植物體內。

一、受質的消耗

受質消耗的量數較少，大約產生 1 克二氧化碳消耗 1 克受質。在普通溫度下，由於大多數蔬菜每公斤每小時所產生的二氧化碳不會超過 0.1 克，而每小時消耗的受質約為 0.01 % 或更少。所以像馬鈴薯、洋

2 蔬菜的處理、運輸與貯藏

葱、甘藍，即使貯藏 6～8 個月，由呼吸而損失的重量不會超過 2%～3%，因為它們貯藏於規定溫度之下其呼吸率頗低。

二、氧的可用性

對正常呼吸，氧的供給通常頗為適當，除非偶然或故意使空氣受到限制。在這種情形下可能引起發酵 (fermentation)。伴同發酵並產生不理想的味道。只有在適當通風的容器內包裝（見第五章），或採用適當設計，並維持人工大氣貯藏法 (controlled atmosphere storage) 才能避免發酵。

三、二氧化碳的處置

一般對於呼吸時所產生二氧化碳之處置比對氧的供給，有較多的注意，因為即使氧的供應適當，而二氧化碳可能積存過多。減少 3% 氧的濃度對蔬菜並無不良影響，但是稍微增加二氧化碳，在數日之內即使蔬菜全部變壞。所以在蔬菜周圍必須避免使呼吸所產生的二氧化碳集聚起來，且使二氧化碳的濃度不要超過 1%，除非確知其較高濃度對蔬菜無害。

四、熱的處置

當供應氧或消散二氧化碳時，偶然需要特別注意，但當蔬菜及香瓜在各種型式的運銷期間對呼吸熱的處置則必順隨時密切注意。因為呼吸熱在基本上具有重要性，此點於討論預冷 (precooling) 及冷藏 (refrigeration) 時將詳加說明。

五、呼吸率

呼吸率的關係是因為它決定單位時間內可用氧的量數，及在同一時間內放出二氧化碳及熱的量數。進而，呼吸率也是呼吸作用進行的指標，如玉米、大豆，其糖變為澱粉的變化，維他命（如維他命 C）的損失

，或由生理變化及病害引起的敗壞等。

六、幾個有關呼吸名詞的定義

討論呼吸率時，首先應解釋幾個有關名詞的意義。

1. 呼吸率：指每單位時間（小時）內，每單位新鮮蔬菜重量（公斤）所產生二氧化碳的重量（公絲），以二氧化碳公絲／公斤／小時（ $\text{mg} / \text{Kg} / \text{hr}$ ）表示之。呼吸率亦可用立方公分／公斤／小時（ $\text{ml} / \text{kg} / \text{hr}$ ）或其他方便的單位表示，如用呼吸氧的量數而不產生二氧化碳的量數表示。大多數喜歡以二氧化碳公絲／公斤／小時表示，雖然用人工大氣貯藏法計算體積時，以用立方公分／公斤／小時比較方便。

2. 初期呼吸率（initial rate of respiration）：蔬菜採收後或於數小時內，其呼吸立刻盛行，視作物之種類及溫度之高低而定

3. 平均呼吸率（average rate of respiration）：一般認為在貯藏期間的呼吸率稱為平均呼吸率，由每一時間所測量的呼吸率來決定，即將每次所量呼吸率之總和除以測量次數。

4. 呼吸趨向（respiration drift）：是指隨著時間的延長呼吸率變動的趨勢。呼吸率的趨向不用數量表示，而是畫一條線用圖來表示（圖1），並且其線條的方向用向下，向上、或不變稱呼之。

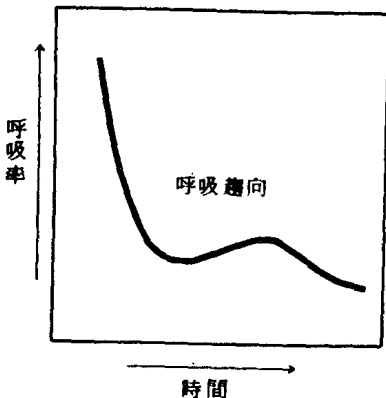


圖1 一種蔬菜的呼吸趨向圖

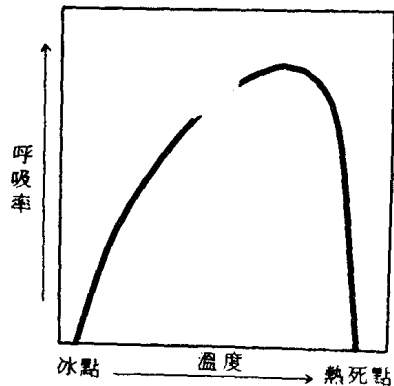


圖2 蔬菜自冰點至熱死點（thermal death point），其呼吸率隨溫度之變化而變化。

七、溫度對呼吸的影響

當蔬菜的溫度自冰點上升至熱得使它受傷為止的溫度，其呼吸率通常增加。到某一高溫以後呼吸率即下降，直至熱死點呼吸即停止（圖 2）。當蔬菜達到此點，我們的討論將僅限於增加呼吸率的範圍，因為大多數蔬菜運銷時以在這個範圍內關係最大。

八、蔬菜的化學成分與植物構造對呼吸率的影響

初期呼吸率最為重要，因為當預冷及早期貯藏時靠它決定蔬菜冷藏的需要條件，同時當延長貯藏時，它顯示平均呼吸率的大小。許多蔬菜在同一溫度下其初期呼吸率變異很大。在溫度 59°F 之下蔬菜初期呼吸率的範圍自馬鈴薯的二氧化碳 10 公絲/公斤/小時至青花菜的大約 300 公絲/公斤/小時。在不同溫度下各種蔬菜的確實呼吸率列於表(1)。在此表內呼吸率與作物所含食物量數並無關係，如甘藷含碳水化合物很高，但其呼吸率僅有結球萵苣（含水 90 %）呼吸率的一半，及僅有甜玉米（含碳水化合物亦較高）呼吸率的 $1/8$ 。然而，如果以蔬菜的構造分類，我們發現植物構造與呼吸之間有密切關係，亦即依組織所貯藏養分的型式可分為高呼吸率、低呼吸率，及中間呼吸率。高呼吸率的特性為幼嫩組織，如生長點（蘆筍）、部份發育的花芽（青花菜）、發育中的種子（豌豆）、或未成熟種子（甜玉米、黃秋葵）。低呼吸率的組織為標準的貯藏器官，如根部（甘藷）、莖部（馬鈴薯）、鱗莖（洋葱），及成熟果實（南瓜）。中間呼吸率發生於未成熟的果實（胡瓜）及大多數葉菜類，雖然後者範圍很廣，其中菠菜接近高呼吸率，而甘藍接近低呼吸率。

正在成熟的番茄，其呼吸率顯示不同的特性，特稱為更年期式的呼吸（climacteric pattern of respiration）。成熟以前的呼吸率降低至更年期前的最低點，成熟開始時呼吸率增高至最大，即更年期。此一時期正好與果實呈現淡紅色相配合。以後進一步成熟，其呼吸率即逐漸降低。圖 3 是比較番茄的呼吸率及幾種無更年期蔬菜呼吸率的變化。有些瓜果，如大香瓜（cantaloups），在果實正常採收以前，

表1 在不同溫度下各種蔬菜呼吸時產生的熱量。無括號之數字為最初產生的熱量；括號內之數字為近似均衡產生的熱量。(熱量單位：每日每噸Btu)

蔬菜種類	32°F	40°F	50°F	60°F	70°F	80°F	資料來源
朝鮮薊(球形)	9,900 (5,000)	13,200 (7,000)	21,600 (12,000)	31,900 (17,000)	51,300 (30,000)		Rappaport and Watada 1958
蘆筍	17,600 (6,000)	30,000 (12,000)	67,000 (20,000)	72,000 (35,000)	110,000 (60,000)		Lipton 1957
四季豆	4,400 (5,000)	7,500 (7,500)	12,800 (12,000)	20,500 (18,700)	28,600 (26,000)		Watada and Morris 1966
紅根莖菜	1,600 (1,200)	2,100 (2,000)	3,000 (2,600)	5,100 (3,700)			Smith 1957
青花菜		7,600 (16,000)	17,800 (9,000)	38,200 (40,000)	65,800		Scholz <i>et al.</i> 1963 Rappaport <i>et al.</i> 1957
孢子甘藍		10,700 (7,100)	18,600 (13,900)	23,500 (21,000)			Smith 1957
甘藍	5,300 (3,400)	2,400 (4,700)	4,000 (7,300)	5,000 (12,600)	9,500	12,300	Scholz <i>et al.</i> 1963 Smith
春甘藍	3,000 (2,100)	4,500 (3,900)	7,500 (5,300)	12,600 (11,800)			
冬甘藍		4,500 (3,000)	7,500 (5,300)				
胡蘿蔔		4,300 (4,300)	6,900 (10,700)	8,700 (18,000)	15,500 (17,600)		Scholz <i>et al.</i> 1963 Scholz <i>et al.</i> 1963 Smith 1957
花椰菜	5,300 (1,700)	6,000 (4,300)	10,700 (9,000)	18,000 (14,800)			
芹菜	1,600 (1,100)	2,400 (2,000)	6,000 (4,300)	8,200	14,200		Lutz and Hardenburg 1968 Smith 1957
胡瓜				7,300 (5,300)	10,600 (7,000)		Eaks and Morris 1956
大蒜	660 (2,400)	1,300 (5,700)	2,000 (7,000)	2,400 (6,000)			Mann and Lewis 1956
辣根	1,800 (2,200)	(3,100)	(5,800)	(10,800)	(9,800)		Pieh 1965
球莖甘藍							