

國立宜蘭大學農業推廣委員會 農業推廣(季刊) 中華民國 86 年 3 月創刊 本期出版一大張 通訊總號第 045 號  
發行人/林榮信 主編/陳裕文 編輯/林真朱 中華民國 97 年 9 月出刊 行政院農業委員會補助編印  
地址：260 宜蘭市神農路 1 段 1 號 電話：03-9357400#283 傳真：03-9354152 E-Mail：acc@niu.edu.tw  
網址：http://acac.niu.edu.tw

# 蔬果保鮮儲存技術綜論

食品科學系 余嚴尊

寶島台灣在各級農政單位與農友的長期辛勤努力之下，目前一年四季都可以吃到許多美味的各類蔬菜水果，相信大家也體驗過台灣蔬果的魅力。隨著世界經濟的發展，生活水準不斷提升，蔬果已是人們日常生活中不可缺少的食品之一，它含有豐富的碳水化合物、維生素、有機酸及無機鹽類等，因而成為人類重要的營養源。水果還以其特有之香氣與色澤刺激人們的食慾，促進消化，增強身體健康。因而在消費者對蔬果的品質要求相對提高下，園產品的新鮮度是決定其品質與價值的重要因素。

蔬果等園產品具有易腐性，乃因收穫後仍保有生命力，其呼吸作用、蒸散作用及其他許多生理變化仍持續進行，這些現象通常會加速園產品老化、萎凋與黃化等，因而加速品質劣變。低溫處理是蔬果保鮮最常見的手段，因為低溫可抑制引起產品劣變的生理變化進行，在不引起寒害和凍害的條件下，愈快降到適當低溫對產品的保鮮愈好。蔬菜水果係屬鮮活食品，其生產存在較強的季節性、地域性，這與消費者對蔬果需求的多樣性及淡季調節的迫切性相矛盾，因而蔬果儲藏保鮮的問題日趨突出，其亦深深影響農民的經濟收益。

近年有關園產品的收穫後處理技術方面，已有許多進展，其中為延長蔬果儲藏保鮮期，各國科研人員相繼提出多種保鮮新技術，本文想要加以探討及介紹。

## 一、預冷技術

預冷係指園產品在運輸、冷藏或加工前所採取的一種將產品本身所含的田間熱及累積的呼吸熱除去，使產品快速降溫的處理措施。例如在集貨至運輸或儲藏前的短時間內將產品迅速降溫的技術。一般而言，預冷的冷卻速率要快，應在數十分鐘或數小時內完成，方可確握保鮮時效。本省夏季氣溫平均高達 $30^{\circ}\text{C}$ 以上，在此高溫下極易造成蔬果的失水萎凋情形，甚而嚴重造成腐爛及異味產生，尤其是雨天或災後搶收的產品更是無法忍受如此高溫，經常造成產品嚴重耗損。因此預冷將可減少儲運輸期間因高溫造成之品質降低。

預冷技術作業通常需符合在短時間內處理大量產品的需求，因此目前大都為冷藏處理之外的另一項獨立作業，並且需要一些特別的設備來完成。現今已被實際採用的預冷方法有(一)冰水預冷(Hydro cooling)：是以冰水為冷卻介質的預冷方法，操作方式可分為連續式與批式兩種。其冷卻水的降溫方式有直接應用冷凍系統的蒸發器或應用儲冰系統或利用外來冰塊等。適用蔬果有竹筍、蘆筍、芹菜、莧菜、空心菜、毛豆、豌豆莢、敏豆、甜玉米、洋香瓜、草莓、李子、水蜜桃等。(二)室內風冷(Room cooling)：是以冷藏庫中的冷空氣作為預冷介質。只需具備一般機械冷藏庫即可進行，操非常簡單，惟冷卻效率低，冷卻時間長，通常只用於儲藏前預冷，較少應用於運輸前之短時間預冷。適用的蔬果有胡蘿蔔、甘藍、結球白菜、花椰菜等大宗果菜類。(三)壓差預冷(Forced-air cooling)：

是利用抽風扇造成包裝箱兩側形成壓力差，使冷風由包裝箱之一側通風孔進入與產品接觸後，將箱內的熱由另一側通風孔帶走。其優點為設備簡單，適用於所有的園產品，但空氣相對濕度低時部分蔬果會有 2% 以上的失水現象。(四) 真空預冷 (Vacuum cooling)：是目前操作最簡便及效率最高的預冷技術，其預冷原理是將蔬果放在一個耐壓倉中，然後抽氣降低倉內壓力，當達特定條件時，水由液態變為氣態並帶走大量的熱，亦使蔬果溫度迅速降低。適用各類蔬果，尤其是蔬果表面積與重量比值大者。(五) 碎冰預冷 (Package icing)：是不需精良的設備，為最容易進行的預冷處理。其預冷原理是在蔬果上或包裝箱內，加上碎冰使產品降溫。適用碎冰預冷的產品有芹菜、小包裝蔬菜、菜豆、青蔥、青花菜等。然而蔬果種類繁多，對於不同預冷技術的適應性，端視產品的特性、冷卻速度的需求以及包裝處理方式等而定。

## 二、控制冰點儲存保鮮技術

低溫冷藏可降低蔬果的呼吸代謝、病原菌的發病率和蔬果的腐爛率，達到防止組織衰老、延長儲藏期限的目的。但在冷藏中，不適宜的低溫反而會影響儲藏壽命，喪失商品及食用價值。控制冰點儲藏保鮮是在冰點溫度下對食品進行保鮮的新方法。研究證實運用此方法保存的水果新鮮如初，未發現細菌敗壞或變質現象，有害微生物繁殖亦甚微。此一技術在日本已開始應用於根莖類果蔬，而近年中國大陸亦廣用於大蒜低溫保鮮。

## 三、氣調保鮮技術

氣調儲藏技術是 1918 年英國科學家所發明，目前氣調儲藏技術在世界各地普遍運用，更是工業發達國家蔬果保鮮的重要方法之一。氣調儲藏保鮮係利用機械設備，人為控制儲藏環境中的氣體組成，維持蔬果鮮度。常用的氣體主要有二氧化碳、氧氣，有時也會使用二氧化硫和二氧化氮。二氧化碳的作用為抑制需氧菌和黴菌的繁殖，延長細菌的停滯期和延緩其指數增長期。氣調方式主要有兩種類型，一種是被動氣調，係借助蔬果的呼吸作用來降低氧氣含量並通過薄膜交換氣體調節氧氣與二氧化碳的比例；另外一種是主動氣調，即根據不同水果的呼吸速度充入固定組成之混合氣體，此一技術較複雜但效果較佳。

氣調環境的要求應根據食品性質和保鮮的需要，精確調控不同水果所需的氣體組分濃度及冷藏庫溫度和濕度。溫度可與冷藏庫儲藏溫度相同或稍高於冷藏的溫度，以防止低溫傷害。氣調處理與低溫相結合，保鮮效果優於普通冷藏，用此方法保鮮的蔬果在儲藏期間維生素 C 含量變化很小，並可以保護水果色澤和防止褐變，保鮮期亦可明顯延長。

目前在美國和以色列有 50% 以上的柑橘；在紐西蘭有 30% 以上的蘋果和奇異果；在法國、義大利以及荷蘭等國家 50%—70% 蘋果是採氣調儲藏。

## 四、加壓與減壓保鮮技術

加壓保鮮技術是由日本京都大學糧科所研製成功，後來美國 1992 年發表此項技術的專利。係利用壓力製作食品的方法，蔬果加壓殺菌後可延長保鮮時間。其原理是在貯存室上施加一個由外向內的壓力，使貯存室外部大氣壓高於其內部蒸汽壓，形成一個足夠從外向內的正壓差。此法可避免高溫所引起的維生素營養成分的損耗，保持原有風味。當壓力升到 2500—4000 個大氣壓，生物體內的酵素會失活而無法發揮作用，各種微生物也會被殺死。正壓亦可阻止水果水分和營養成分向外擴散，減緩呼吸與成熟速率，故能有效延長果實的儲藏期限。現今因製造能處理大批量蔬果的高壓設備仍存有困難，故此項技術尚未在生產中應用。

減壓保鮮技術是將蔬果置於密閉的儲藏庫室內，用真空泵抽出大部分空氣，使內部壓力降到 10 kPa 左右，環境相對濕度須在 95% 以上，造成一個氧濃度 2% 以下的低氧環境，另乙烯等氣體分壓也相應降低，並在儲藏期間保持恆定的低壓。減壓儲藏保鮮的優點有降低氧氣濃度、降低蔬果的呼吸速率和乙烯生成速率；蔬果釋放的乙烯隨時去除，減低促進成熟和衰老的因素；排除果實釋放的二氧化碳、乙醛、乙醇、乙酸乙酯等，減少生理病害。它是一種新興的蔬果貯存法，有很好的保鮮效果，且具有管理方便，操作簡單，成本不高等優點，目前英、美、德、法等一些國家已研製出具標準規格的低壓集裝箱，並已廣泛應用於長途運輸蔬果。惟建造大型減壓儲藏庫投資較大，仍處於試驗階段中。

## 五、保鮮劑保鮮

蔬果腐爛的主要原因與微生物及本身的一系列生物化學反應有關，而這些反應又與氧的存在有關。如能將這些腐敗因子除去，便可抑制蔬果的變質，延長保鮮期。保鮮劑保鮮技術的運用在日本、歐美等國家已十分廣泛。保鮮劑的應用又因其使用方式，分成吸附型和防護型保鮮劑保鮮、植物生長調節劑和中草藥保鮮劑保鮮、天然保鮮劑、蠟及塗膜保鮮與煙類混合物保鮮而有所不同。

吸附型保鮮劑主要有吸氧劑、乙烯吸收劑和二氧化碳吸附劑。吸氧劑的主要成分有抗壞血酸、鐵粉和亞硫酸氫鹽等，它與含水食品共存時可迅速吸氧，並吸收氧化反應所放出的氣體和水分，對抑制好氣性細菌繁殖，降低呼吸速率和新陳代謝、防止蟲害和色素氧化、抑制褐變、保持食品的色香味及營養成分均顯良效。乙烯吸附劑的主要成分有沸石、鋁、過氧化鈣及高錳酸鉀等，可控制外源性乙

烯含量，消除乙烯的催熟作用。二氧化碳吸附劑主要有活性碳硝石灰、氯化鎂和焦炭分子篩，其中焦炭分子篩既可吸收氧、二氧化碳又可吸收乙烯。日本食品流通系統協會，研製用一種矽酸岩石粉作為紙漿添加劑的一種新式紙箱。因這種石粉對各種氣體，獨具良好的吸附作用，且價格便宜又不需低溫高成本設備，特別具有較長時間的保鮮作用，而且所保鮮的蔬果重量不會減輕，對進行遠距離貯運更是獨具一籌。防護型保鮮劑主要有克菌靈、抑菌靈、山梨酸(鹽)、氯硝氨和硫酸鈉等。其主要作用是防止病原微生物侵入果實，對果實表面的微生物有殺滅作用，但對果實內部的微生物殺死效果不大。

植物生長調節劑主要用來調節和控制水果採收前和採收後的新陳代謝作用。調節劑分成生長素類、紅黴素類和細胞分裂素類等。用中草藥保鮮劑如丁香、大黃、薑和大蒜等對水果進行處理，保鮮效果十分明顯。中草藥的某些成分可抑制抗壞血酸酶的活性，減少水分的散失，降低水果的黴變率，維持較高的營養成分。惟目前中草藥的有效成分提取與大批量生產尚有一定的困難，因而限制了中草藥保鮮劑的使用。

天然保鮮劑主要成分為肌醇六磷酸酯，是從穀物種子中提取的，它可經塗抹或浸漬而作用於水果。它具有很好的抗氧化作用，可防止水果因氧化而造成的新鮮度下降；能有效地螯合水果表面的鐵、鋅等金屬離子，使其失去催化特性，延緩水果顏色的劣變；可封閉水果表皮的氣孔，抑制果實的呼吸作用，減少水分損失，阻斷外界病菌的侵入和抑制真菌的繁殖；防止抗壞血酸的氧化，保持水果的營養成分。蠟和塗膜劑主要有蜂蠟、乳化蠟、果蠟、幾丁質和魔芋多糖等。使用時將其均勻地塗抹於水果表面，可減少水分的損失而防止果實乾軟，抑制呼吸作用，延緩後熟衰老，阻止微生物入侵，增加水果表面的光潔度，提高產品的商品品質。在英國有一研製成的可食用蔬果保鮮劑，它係採用蔗糖、澱粉、脂肪酸和聚脂物等配製而成，可噴霧、塗刷或浸漬覆蓋於西瓜、番茄、甜椒、茄子、黃瓜、蘋果、香蕉等表面，其在蔬果表面將形成一層密封薄膜，完全阻斷氧氣進入蔬果內部，從而達到延長蔬果熟化過程，增強保鮮效果的目的，保鮮期長達 200 天以上。

煙類混合物保鮮法是英國塞姆培生物工藝公司所研製出的一種天然可食保鮮劑。它採用一種複雜的煙類混合物，將需保鮮的蔬果浸泡在溶液中，使蔬果表面很均勻地塗佈一層液劑，降低蔬果氧的吸收量，使蔬果所產生的二氧化碳幾乎全部排出，使其處於休眠狀態。此法能使番茄、辣椒、梨、葡萄等蔬果儲藏壽命延長 1 倍。

## 六、生物技術保鮮

近年來生物技術突飛猛進，科學家亦將其研究領域跨足至蔬果保鮮的領域。其中生物防治保鮮、利用遺傳改良工程保鮮和微生物保鮮等在蔬果儲藏保鮮中的應用漸顯端倪，亦深具發展潛力。

生物技術保鮮著重於生物防治，其可應用於保鮮，無環境污染、藥物殘留和連續使用的抗藥性等問題，且具儲藏條件容易控制，處理費用低的優點。目前在水果保鮮的案例有將病原菌的非致病株噴灑到水果上，可降低病害發生所引起的水果腐爛。例如將繩狀青黴菌噴到鳳梨上，腐爛率會大為降低；草莓採收前噴灑木黴菌，採收後灰黴病的發病率大大降低；將枯草桿菌的一種特異菌株中提取抗菌素，防止果生鏈梭盤菌所引起的桃褐腐病；從酵母和細菌中分離出一種能防止水果腐爛的菌株，防止蘋果發生斑爛現象。

分子生物學家發現，蔬果儲藏期間若有乙烯產生，會加速熟成作用。目前，日本科學家已發現產生乙烯的基因，倘能關閉這種基因，則可減緩或停止乙烯的產生，果實的熟成自會放慢，可延長存放期。美國科學家用植物細胞壁中的一種天然糖—半乳糖注射尚未成熟的番茄，使其產生連鎖反應，生成催熟激素，促使番茄成熟，並不破壞番茄品質的味道，可大幅度降低番茄在收穫、運輸、銷售和貯存時的損耗，使番茄成熟，使蕃茄長期保鮮；另有研究發現番茄後熟過程中會受細胞基因的調控，有的品種缺少衰老基因，後熟速率慢；另在油桃也育出無成熟選株，能延遲脫落和著色，採收後在室溫環境中能久藏。因此，蔬果保鮮若通過基因的操作，或利用 DNA 的重組和操作技術來修飾遺傳信息，或用反譯 DNA 技術來抑制成熟基因的表現，可達到延遲水果成熟衰老、控制後熟，延長保鮮期的目的。

乙烯具有促進蔬果老化和成熟的作用，所以要使蔬果能達到保鮮目的，就必須要去掉乙烯。微生物保鮮法係由微生物經過篩選研究，分離出一種能夠製成除去乙烯的菌株 (NH—10 菌株)，這種菌株能夠製成除去乙烯的物質 (乙烯去除劑 NH—T)。目前應用於防止葡萄貯存中發生的變褐、鬆散及掉粒問題；另對番茄與辣椒的防止脫水失重、變色和鬆軟等作用，亦有明顯的保鮮效果。

## 七、高壓靜電與負離子保鮮

高壓靜電應用在生物產業的應用技術已行之有年，若能應用高壓靜電場對生物產生不同的效應，突破傳統的技術和瓶頸。此一跨領域的技術結合將有極大機會成為未來蔬果保鮮技術的明日之星。高壓靜電保鮮相較於上述幾種保鮮方式，具有設備簡單、成本低廉、耗能小、保鮮效果好、不會留餘毒、不會造成二次污染等優點。而蔬果的儲藏環境

溫度，在不會形成冷害下，通常越低越好，而靜電保鮮亦可選擇在溫度較低、避光、避風的室內或地窖中進行。靜電保鮮的原理主要是利用高壓靜電場、高壓放電所產生的負離子以及臭氧等綜合作用。

就高壓靜電保鮮作用而言，高壓電場可延緩蔬果的新陳代謝作用。蔬果內部的水溶液離子受到細胞膜內外兩側的濃度差和膜電勢差等兩種驅動力的作用，進而產生生物電流，驅動細胞生化反應。生物體內的 ATP 合成水準的提高與否，係由膜電勢差的改變所引起。因此若能找到一降低 ATP 合成水準的電場，就能延緩新陳代謝，達到保鮮之效。此外，蔬果本身也存在著一自身電場，高壓靜電場還可以控制蔬果呼吸作用酶的活性，減緩生物的呼吸作用，以達到保鮮的效用。例如每天將香蕉至於 300 kV/m-400 kV/m 的負電場 120 分鐘，可降低香蕉的呼吸強度，並抑制其新陳代謝的能力。另外，高壓電場會降低生物食品內酵素的作用力，外加電場作用可以改變生物體內酶蛋白周圍的水分子結構，進而改變與酶的結合狀態。若能讓酶的活性部位不能放出，將使其失活，達到延緩新陳代謝的目的，進而發揮保鮮功效。高壓靜電場亦可延緩乙烯釋放速率，奇異果的果實的呼吸作用很強，不易久儲，而研究指出奇異果果實的儲藏期限與乙烯含量的多寡關係密切。若以 70 kV 處理 9 小時與 12 小時之後，奇異果的乙烯釋放高峰會推遲兩天，而且乙烯濃度峰值相較於對照組降低 46.19%與 46.28%，就此實驗結果充分說明高壓靜電場處理，能降低或延緩乙烯釋放高峰的出現，有助於蔬果保鮮。

負離子保鮮作用方面，目前有效率產生負離子的方法是放電法，其將負高壓靜電發生裝置加上放電極，可使空氣電離，產生高濃度的負離子（最具代表性的是  $O_2 \cdot (H_2O)_n$  或  $CO_3 \cdot (H_2O)_n$ ），同時生成臭氧。其主要保鮮作用原理，除了負離子可以直接作用於被保鮮的蔬果，使其呼吸強度降低、酵素活性減弱、新陳代謝速率變慢以外，還能以負離子霧的型式淨化保鮮環境，大大的減低傳播微生物的載體，防止蔬果腐爛損壞。另負離子的保鮮功效會受到電極間風速、環境濕度與離子壽命等環境

條件的影響。就哈密瓜的保鮮試驗結果顯示利用負離子濃度  $10^6$  個/cm<sup>3</sup>，臭氧濃度  $2 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$ ，在相對濕度 85% 的常溫環境中儲存哈密瓜 30 天，哈密瓜的腐爛率為 2%，而未經處理者為 96%。另一草莓保鮮試驗顯示，經過負離子處理系統的草莓表面，黴菌增殖是無處理的 1/3，亦沒有變色，維持早期外觀的狀態，就此可知，使用負離子處理來防止微生物繁殖的效果已非常地明確，但研究負離子濃度和微生物增殖抑制效果的關係隨著微生物種類不同，負離子的抑制效果以及使用負離子抑制微生物增殖之方式等研究，仍有待努力。

臭氧會在 35.5 kV/cm 以上的高靜電場下，經由擊穿空氣而大量產生，一些紫外線、空氣負離子等亦伴隨產出。臭氧具有強烈的殺菌消毒作用，還可破壞乙烯的催熟作用，降低呼吸強度，減緩酶的活性，對於新陳代謝有很強抑制效果。不過某些蔬果如荔枝，並不適合用臭氧保鮮處理。因荔枝紅色果皮中含有酚類化合物，在臭氧的作用下容易受酚氧化酶作用脫氫化變成暗褐色的醌類，影響外觀接受性品質。

電離輻射亦是一種發展很快的保鮮新技術。電離輻射不僅可以干擾基礎代謝過程、延緩蔬果的熟成與衰老，還可以殺蟲、滅菌和消毒，減少因害蟲滋生和微生物引起的蔬果腐爛。目前已採用放射源（鈷 60、銫 137 的伽瑪射線）、加速電子和由加速電子轉化的 X 射線等 3 種輻射源。電離輻射保鮮技術是否安全？常為大眾所關切，而電離輻射只是引起食品分子的化學變化，並不會有放射性的殘留，因此該保鮮技術是安全無虞的。電離輻射的保鮮作用效果取決於輻射劑量，劑量過小將無滅菌保鮮作用，劑量過大則可能加速蔬果的衰老，故不同的蔬果選擇合適的劑量非常關鍵。

我國蔬果資源豐富，具有經濟價值高，營養價值高，隨著食品科學的發展，蔬果貯運保鮮將是今後農業發展的一個重要環節與課題。鑒於我國的科技與經濟現狀，蔬果的儲藏保鮮方法在今後會以更多元化的方向發展，全面性的解決保鮮儲藏問題，將為台灣農業譜出光輝大道。

宜蘭大學農業推廣教授服務團隊：（本校總機電話：03-9357400）

農業推廣教授	專長	分機
陳裕文副教授（總幹事）	昆蟲學、養蜂學、蜂產品分析與利用（動物科技學系）	283/809
李德南教授	動物營養、營養免疫、生物技術（動物科技學系）	817
陳子英教授	植群生態學、樹木學、生態保育（自然資源學系）	783
余嚴尊副教授	機能性食品、農產加工、食品冷凍（食品科學系）	838
黃秀真副教授	花卉學、植物組織培養、花卉裝飾、香草植物（園藝學系）	761
林連雄副教授	影像處理、近紅外線光譜檢測（生物機電工程學系）	859