

高壓靜電場在生鮮食品保鮮之應用

簡世勇、黃培安、吳純衡

水產試驗所水產加工組

前言

隨著現代生活節奏的加快和人們生活水準的提高，消費者對生鮮品品質的要求越來越高。而食物保存的基本原理不外乎：(1)將食物內的微生物殺死或停止它們的生長；(2)抑制食物本身的酵素活性，預防或延遲食物因酵素作用而分解。目前常用的保鮮技術主要有低溫冷凍保鮮、輻射保鮮、化學保鮮、氣調保鮮等。這些不同的保鮮方法各有其缺點。例如低溫冷凍保鮮在冷凍和解凍過程會因冰晶效應，致使品質下降，且如果包裝不良，表面水分會昇華，造成“凍傷”現象，且凍藏之運輸成本相對較高。化學保鮮劑對人體健康有一定程度的影響，甚至有致癌、致突變等毒性。輻射保鮮易因輻射劑量過高，導致生鮮品的組織破壞，而使營養成分

大量流失。氣調保鮮則有包裝機器與其維護成本高，且適用面不普及等缺點。高壓靜電場保鮮從理論上排除了傳統保鮮方法的缺點，具有設備簡單、成本低廉、耗能少及保鮮效果好等優點，極具發展前景（圖 1）。目前本項保鮮方法在台灣尚未普及，因此本文針對高壓靜電場在生鮮品保鮮的應用和相關原理做介紹，期望未來這項新的技術能應用在更多領域上。

高壓靜電場保鮮作用原理

靜電的特點是高電壓、低電量、小電流和作用時間短。其具有保鮮作用的原理主要是利用高壓靜電場改變細胞膜的跨膜電位與高壓放電所產生的負離子，臭氧等作用綜合的結果（圖 2），以下針對其原理做詳細介紹。

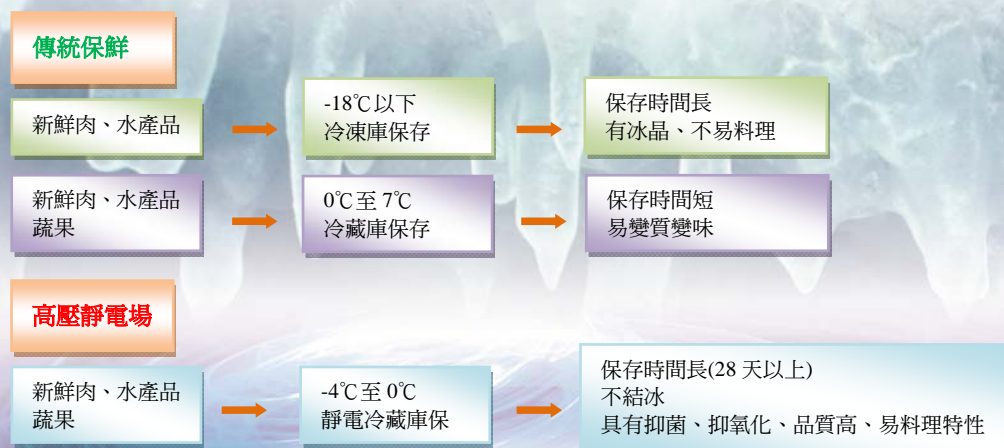


圖 1 傳統保鮮與高壓靜電場保鮮之優缺點比較

靜電穿透食品由中心點內外同時均勻凍結

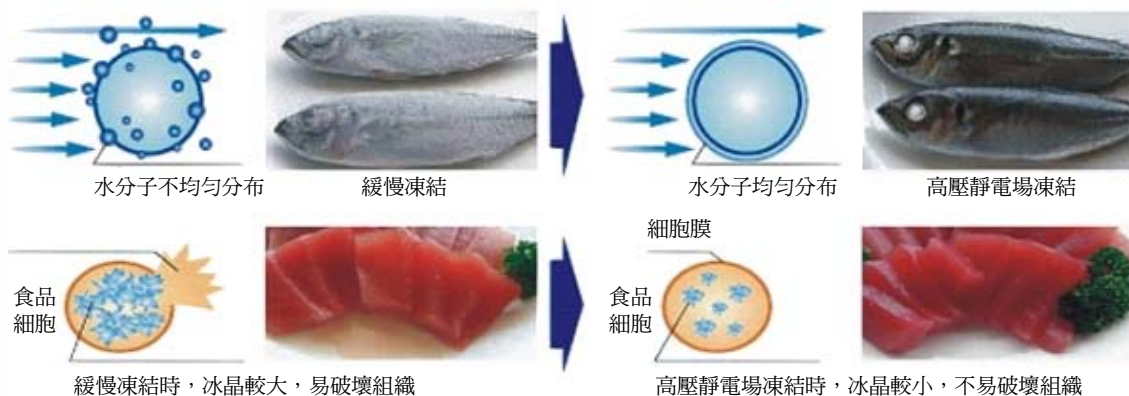


圖 2 靜電保鮮原理 (<http://www.efid-tec.com/zh-hant/node/37>)

一、改變細胞膜的跨膜電位

生物體內水溶液離子受到細胞膜內外兩側的化學梯度（濃度）和電位梯度（膜電位差）兩種驅動力的影響，來決定其運動方向及對細胞膜的穿透力。若外加電場與膜電位方向一致，膜電位差增大，反之則減少。膜電位差的改變影響膜兩邊帶電粒子的定向轉動，進而產生生物電流，帶動生化反應。生物體內 ATP 生合成的提高與否，就是由膜電位差的改變所引起。若能找到適宜的電場，降低 ATP 的生合成，就能延緩新陳代謝，達到保鮮之作用。

二、負離子霧的保鮮作用

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，以達保鮮作用。其主要作用原理除了負離子直接作用於被保鮮的食品，使其呼吸強度降低、酶活性減弱、新陳代謝速率變慢外，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，防止生鮮物的損壞，並可在低溫下（-1—-4℃）達到保鮮效果，延長保

鮮時間，實現無凍結低溫保存。

三、臭氧的保鮮作用

利用高壓靜電場（電場強達 35.5 kV/cm），可擊穿空氣，並產生大量的臭氧和一些紫外線、空氣負離子等。臭氧對蔬果的作用主要是殺菌和氧化乙烯，因為臭氧是強氧化劑，能劇烈地氧化微生物的細胞膜，抑制其生長或將其殺死，同時還能使蔬果的傷口癒合，提高其抵禦新的微生物侵害，而分解果蔬中產生的乙烯的作用，進而破壞蔬果的後熟條件，與負離子具有類似的作用（王與方，2006）。

高壓靜電場保鮮之實例

食物的保鮮通常會希望環境溫度越低越好，因此靜電保鮮大多選擇在溫度較低、避光、避風的室內或地窖中進行。近年來，有關高壓靜電場保鮮的研究進展快速，累積不少的成果。

將香蕉置於 300—400 kV/m 的靜電場

中，每天處理 120 分鐘。結果證明的確降低了香蕉的呼吸強度，並抑制其新陳代謝的能力。以 70 kV 處理奇異果 9 小時與 12 小時之後，奇異果的乙烯釋放高峰延遲兩天，而且峰值相較於對照組降低 46.19% 與 46.28%。這說明了高壓靜電場處理，能降低或延緩乙烯釋放高峰的出現，有利於保鮮。在 80 kV/m 的電場強度下處理蘋果（溫度 0℃、濕度 90%），3 個月後其硬度及可溶性固形物的含量分別比對照組高 10% 和 18%，呼吸強度降低約 20%；紅桔在 150 kV/m 下每天處理 30 分鐘（溫度 7℃、濕度 75%），貯藏 40 天後好果率為 49.7%，而對照組是 35%，且色澤保持光亮鮮豔；水蜜桃經初步靜電處理，其硬度和好果率較對照組高；採用 150 kV/m 的高壓電場處理荔枝也有較好的效果，相對於對照組，果實保鮮期延長 4 天，除了顏色稍有變深外，仍能保持原有的硬度和味道；另外，在常溫靜電貯藏 30 天的鴨梨，腐爛率降低了 30%；常溫貯藏 30 天的西瓜，腐爛率降低 80%。所有的試驗結果證明，在一定溫度和濕度下，經適宜的電場處理後，蔬果的呼吸強度降低，貯藏時間延長，色澤、硬度和腐爛率都有明顯改善（吳與李，2007）。

高壓靜電場應用於水產品保鮮方面，楊（2011）探討高壓靜電場處理對吳郭魚冷藏期間的鮮度與品質影響，結果顯示，在 500 kV/m 電場強度下處理，能促其加速通過最大冰晶生成帶，推論對避免吳郭魚質地的傷害應有助益。對照組（0 kV/m）的 K 值在第 6 天時即超過 60% 的腐敗標準，而處理組在第 8 天時才接近腐敗標準值；VBN 方面，對照組在第 6 天時 VBN 含量即超過衛生署

所訂之 25 mg/100g 腐敗標準，而電場強度 300 kV/m 貯藏至第 9 天時僅為 20.47 mg/100g。顯示高壓靜電場有具延緩魚肉生化品質劣化之作用。總生菌數方面，對照組貯藏至第 8 天時，總生菌數達 6.83 log CFU/g meat，已超過衛生署所訂衛生標準，而電場強度 500 kV/m 至第 8 天其值僅為 5.53 log CFU/g meat，顯示高壓靜電場具有良好抑菌之效果。TBA 在第 8 天各組魚肉氧化程度以對照組（TBA = 0.127）最高，而其他隨著電場強度增加時，其 TBA 值分別也隨著下降，顯示高壓靜電場具有延緩油脂氧化劣敗的作用。綜合以上結果顯示，高壓靜電場對於吳郭魚貯藏期間鮮度與品質之保持，無論是冷凍、解凍速率、生化特性、生菌數和外觀均有顯著的正面影響（楊，2011）。

結語

生鮮食品若失去了生鮮的特性，就會喪失商品價值。因此，保鮮的意義就是商品的保值，也是生鮮食品進入市場、參與流通的重要前提。高壓靜電保鮮技術對於一些含水量高、貯藏困難的蔬果與水產品來說，是一種理想的保鮮方式，具有很大的發展潛力。研究並創新生鮮食品保鮮技術，不僅能有效地避免產後損失，而且在提高產品品質的同時，還可以延長生鮮食品的供應期和供應範圍，增加農產品的附加價值。高壓靜電保鮮技術以其獨到的經濟優勢和理想的應用效果，必能引領未來保鮮技術的新潮流，成為相關研究的主體，深具發展前景和推廣價值。