生物技術在～植物老化上之實際應用

文圖／許謙信

植物之老化包括細胞，器官或整株植物的死亡，其生理過程爲一緩慢而多樣的過程，調控園產品的老化過程，在商業上有其經濟價值，唯園產品包括莖葉菜，切花、果實、根莖、種子等多樣性，其老化過程複雜而多元。在與老化有關之諸多基因中，國內外學者對乙烯之生合成及其作用有較詳細之研究。乙烯在更年性果實，如蕃茄及切花(如康乃馨)的老化(或稱成熟)過程扮演重要的角色，內生乙烯之形成或外加乙烯均明顯促成或加速老化的過程。本文僅以蕃茄及康乃馨爲例，介紹生物技術在控制產品老化過程之實際應用。

乙烯之形成及作用受其前驅物 ACC 之生合成所影響。植物在形成乙烯之前必須在植物體內形成 ACC，此一過程受 ACC 形成ㄕ之催化控制。然後另有一乙烯形成酶，爲控制 ACC 氧化成乙烯之過程。控制這二個過程，即可控制乙烯之生合成。在目前園產品採收後處理之應用技術，也使用一些化學藥劑以抑制 ACC 形成酶及乙烯形成酶此二酵素之活性，藉以調控老化過程。

當植物要形成乙烯時，其中二群酵素形成基因，ACC 形成ㄕ及乙烯形成ㄕ(或稱 ACC 氧化酶)爲主要控制因子。酵素形成前，必須由 DNA 先轉錄 mRNA 至細胞質內，再由 mRNA 轉譯成蛋白質，如 ACC 形成酶。所以，萃取乙烯大量形成之前及形成時之 mRNA 進行差異性表現法(註 1) ，可以篩選出 ACC 形成ㄕ或乙烯形成酶 之 mRNA。藉由差異性表現法選殖出此二群基因(此二群基因均非單一基因，而爲一群基因)，並以反義基因技術導入植株(註 2)，可以選拔出調控抑制乙烯生合成基因的後代。

轉殖 ACC 形成酶反義基因之蕃茄，可以藉由 DNA 南方氏比對法得知其轉殖成功與否，再由 RNA 比對可以證實 ACC 形成ㄕ受反義基因抑制。因爲 ACC 形成ㄕ 受到抑制，植物體內便無法形成 ACC，而進一步抑制生合成機制後端的乙烯形成，蕃茄之後熟(或稱老化)便得以控制，因無乙烯生成，無法後熟變紅，即可延長運輸及儲架壽命。轉殖 ACC 形成酶反義基因之蕃茄，其後熟可以由外加乙烯調控。

其次，乙烯具自我催化之功能，少量乙烯可以催化大量 ACC 及乙烯之生成，進而促成老化。於阿拉伯芥(Arabidopsis)中選殖出突變種，具有對乙烯不敏感之受體 etr1，可以阻斷乙烯自我催化之功能。一般品種之種子發芽時，若受到乙烯作用，下胚軸會有短縮之現象(此現象運用於豆芽菜生產)。而突變種之 etr1，在高濃度乙烯存在時，亦不會發生下胚軸短縮。導入此不敏感受體基

因至康乃馨，可以有效延緩康乃馨的老化。分析其在乙烯存在下，具轉殖 etr1 基因之植株不會有大量乙烯形成酶之活性。而對照植株因乙烯自我催化功能，形成大量乙烯形成[註2]，催化形成更多量之乙烯，而使得康乃馨瓶插壽命短。

台灣對於老化基因之研究見於水稻、青花菜等多種作物，調控老化之基因多樣而複雜。對於香蕉後熟與蝴蝶蘭花朵老化相關之 ACC 及乙烯生合成基因，已有轉殖反義基因成功之實例。

抗老化之蕃茄轉殖品種 Flavr Savr 1994 年於美國上市，爲第一個上市之轉殖基因作物。藉由轉入一個果皮軟化酵素的反義基因，延緩番茄採收後果皮之軟化速度，以延長運輸及櫥架壽命。因爲對園產品產銷體系認知過於單純，Flavr Savr 品種不久後即在市場上消失。不過因其引用抗生素標識基因所引起的食品安全爭議，輿論方興未艾。

基因轉殖作物(GM 食品)非單純爲科學及技術上的轉變，其對社會、經濟、生態等均有可能造成影響，這一議題已引起社會大眾的重視。對 GM 食品或 GM 作物議題有興趣之讀者，筆者推薦下列入口網站，其中有很多正反面及中性意見的網站連結 http://www.comm.cornell.edu/gmo/gmo.html

註 1：差異性表現法：將 mRNA 切割後，植入細菌並以 PCR 重組合方式形成 cDNA Library (cDNA 資料庫)，若有二群不同之 mRNA 群組，藉由比對此二群形成之 cDNA 資料庫可以將二群間不同之 cDNA 或 mRNA 找出來。此一差異之 mRNA 即有可能是形成突變之基因，或是植物某一生化合成(如乙烯生合成)過程所需之特一基因或基因群。

註 2：反義基因：因爲 DNA 或 RNA 會形成配對，而此一配對含單純之四個鹼基，其間形成不同次序的配對。藉由構築原有 mRNA 的可配對 RNA(即反義基因)，在細胞質中便可以配對方式將原有之 mRNA 抓住，阻止繼續轉譯形成蛋白質，達成控制生化合成過程之目的。