



# 抗氧化分析技術在農業上之應用

作者：陳吉村 副研究員  
作物環境課  
土壤肥料研究室  
電話：(03)8521108轉370

## 前言

政府近來推動健康及安全農業，但國內所進行的研究卻仍偏重於營養元素含量及與食味口感有關的分析，對於農產品如何增強身體免疫力及抗病機能卻無法提出強而有力的說明，因此以抗氧化能力當作參考指標應是可行的辦法。另外，台灣的農產品將走向國際化，未成熟採收及後熟處理是免不了的過程，因此如何以最有效的方法進行農產品保鮮及後熟處理，又能提升其抗氧化能力，更是未來應該研究的重點。

## 自由基與抗氧化物質的關係

為提供能量及維持生命，因此人體必須進行各種代謝，而在各種代謝過程中自然會產生一些帶有一個單獨不成對電子的原子、分子或離子等物質，而這些物質因未達物理上的平衡狀態，因此通常較活潑且性質不穩定，為使自己原本不成對的電子成對以達到穩定狀態，因此這些物質必須去搶奪其他物質的電子，而被搶走電子的物質也可能變得不穩定，而再去搶奪其他物質的電子，於是產生一連串的連鎖反應，最終造成這些被搶奪電子的物質遭到破壞。這些帶有單獨不成

對電子的原子、分子或離子等物質我們通常將其稱為自由基(free radicals)，自由基可在人體任何的部位產生，尤其是在細胞內產生能量的位置，因為能量通常必須透過氧化作用而產生，而氧化作用也是產生自由基(過氧化物)的必經步驟。

然而，並非所有的自由基都是有害的，自由基在人體機能的運行上仍具有許多功能，正常狀況下人體是可以自行消除過量自由基，但當自由基因為某些原因而產生過量時，或人體因為疾病等因素無法適時消除過量的自由基時，就會產生危害，造成疾病。人體的衰老和各種疾病很可能就是從這個時候開始的，尤其是近年來位居十大死因之首的癌症或各種文明病，可能都是自由基所造成的。

人體常見能清除自由基的酶包括超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、高甲硫胺酸還原酶(methionine reductase)、過氧化氫酶(catalase)、麩胱甘肽過氧化酶(glutathione peroxidase)等，除了這些酵素外，我們還可以由飲食中攝取如維他命A、C、E、 $\beta$ -胡蘿蔔素及硒



等天然的抗氧化物質，以協助體內清除自由基。但其實其他蔬菜水果中也含有許多其它的抗氧化物質，這些物質被稱為自然的植物營養素或植物化學成份(phytochemicals)，例如黃酮類(flavonoids)、吲哚類(indoles)、金雀異黃素(genistein)、番茄紅素(lycopene)等，而多酚類亦是一種常見的植物抗氧化物質，目前有超過4千種以上的多酚類抗氧化物質可以抵抗如導致神經退化性及一些因自由基導致的心血管等的疾病。許多食物如大部份的蘋果及蘋果、黑莓、香瓜、櫻桃、蔓越莓、葡萄、梨、覆盆子、草莓等果實與芹菜、洋蔥及香芹等蔬菜都富含多酚抗氧化物質，另外紅酒、巧克力、綠茶、橄欖油、花粉及多種穀物也都是多酚類抗氧化物質的來源。

## 抗氧化分析方法簡介

農產品抗氧化能力的分析技術很多，但其基本原理則大同小異，因農產品的抗氧化能力是許多抗氧化物質綜合反應的結果，所以抗氧化能力的分析一般都是以待測樣品與指標抗氧化物質和自由基替代物混合反應後之結果來推算待測物之抗氧化能力，不同的分析方法是針對消除某特定自由基為標的或廣泛以消除數種自由基為標的之差別而已。以下即簡單介紹筆者到美國農業部農業研究服務中心所學習之抗氧化能力分析的方法：

### 一、酚類化合物分析

酚類化合物是植物體內抗氧化成分的

來源，酚類含量之多寡即可代表抗氧化能力之高低。其分析原理為利用Folin-Ciocalteu (FC)試劑與植物萃取物混合反應後之結果，與不同濃度沒食子酸(Gallic acid)與FC試劑混合反應後之結果相比較，藉分光光度計比對出總酚類化合物之當量濃度。

### 二、Trolox等價抗氧化能力(TEAC)分析

以ABTS作為游離基，再加入植物萃取液與其混合，使其發生抑制氧化作用，再比對受抑制的量，以求出植物萃取液中抗氧化成分的能力值。由於無法直接測出ABTS的量，因此要採用間接法，先將Trolox試劑溶解於磷酸鹽緩衝液，配成濃度梯度溶液，測出其O.D.值後即可利用回歸式獲得的所需的數值，因為所得到的數值是取近似Trolox反應的數值，因此稱為Trolox等價抗氧化能力。

### 三、使DPPH自由基半衰減劑量(ED50)分析

DPPH是一種會產生過氧化自由基之化合物，植物體內所含的抗氧化物質可與之作用，而使其失去氧化能力。實驗的作法是取植物萃取液與DPPH混合，經過40分鐘之後，利用分光光度計測出50% DPPH被抑制時，所需之植物萃取液量，再換算出植物抗氧化能力值。

### 四、花青素含量分析

測定原理是利用植物花青素在不同pH值下，以分光光度計測定時其吸收值的差異，利用這種差異再帶入公式即可算出花青素的含量。





## 五、氧自由基吸收能力分析(ORAC)

以AAPH當作自由基來源，測定樣品在一段時間內減少螢光蛋白質衰減的總量，並以Trolox當作標準品進行比較，進而推算出樣品之氧自由基吸收能力的強弱，其優點為可測定所有親水性物質的抗氧化能力。

## 抗氧化分析技術在農業之應用

一般而言，植物體生成的二次代謝產物中有許多成分對人體是有益的，其中包括黃橙色的類胡蘿蔔素和紅藍色的花青素、胡蘿蔔的橙色、玉米的金黃色、葡萄和藍莓的藍紫色等。類胡蘿蔔素和花青素等色素之抗氧化能力是因為植物進行光合作用時需要進行電子的傳遞，會產生部份帶負電的自由基，而類胡蘿蔔素和花青素的結構可以包容電子，使其不會和細胞內其他物質結合，形成不安定的自由基，因此可以保護植物免於受到陽光的傷害，使得類胡蘿蔔素和花青素具有很強的抗氧化能力。另外還有屬於植物性荷爾蒙的異黃酮及花青素形成過程所衍生的酚類化合物等，亦具有抗氧化的功能，可清除人體自由基、調節免疫機能、抑制癌細胞發展及預防與自由基有關的疾病等，例如對阿茲罕默症有幫助的銀杏保健產品，即是以酚類化合物等成份的效用為主。雖然花青素、黃酮類及酚類化合物廣泛存在於蔬果與保健植物中，實驗亦證明植物體內這些化合物的含量與抗氧化能力有正相關，但是此類化合物的種類很多，且會受到耕作制度、肥

料施用、生長狀況、採收條件及日照、溫度等之影響。

綜觀國內過去對農產品之研究成果發現一般皆只偏重於大量營養元素含量及與食味口感有關之成分的分析，對於農產品如何增強身體免疫力及抗病機能卻無深入的研究，國外許多研究已經發現植物的二次代謝產物有許多成分如花青素形成過程所衍生的酚類化合物具抗氧化的功效，可清除人體的自由基、調節免疫力、抑制癌細胞發展並預防與自由基有關之疾病，而此種酚類化合物則廣泛存在於蔬果與保健植物中，若能證明本地生產的農產品亦含有高量的抗氧化活性，則將有助於未來農糧作物之推廣。

## 結語

雖然抗氧化能力是一種很好的指標，但抗氧化能力的分析方法很多，其所代表的意義卻不盡相同，需視樣品的特性及其產生抗氧化能力的原因來選擇適合的分析方法。筆者到美國農業部農業研究服務中心進行對莓類果實保鮮、採後處理及抗氧化能力分析等之專題研究，發現不同精油、溫度、紫外光照射及後熟等處理可以影響藍莓及覆盆子等莓類果實之總酚類及花青素的含量，並可進一步影響到其抗氧化能力的高低，另外亦發現有機栽培的藍莓其抗氧化能力高於傳統栽培者，因此未來可加強這方面之研究，以作為強化本土農產品安全及健康訴求的佐證。