

氧化勿輕忽—— 食品氧化的破壞力

■ 朱燕華

在正常生理狀態下，活性氧能夠使細胞行使正常功能；但當體內活性氧累積過多時，就可能造成對細胞中 DNA、脂質、蛋白質等物質的破壞，而使身體受到傷害，最終導致許多疾病的發生。

體內的氧化壓力

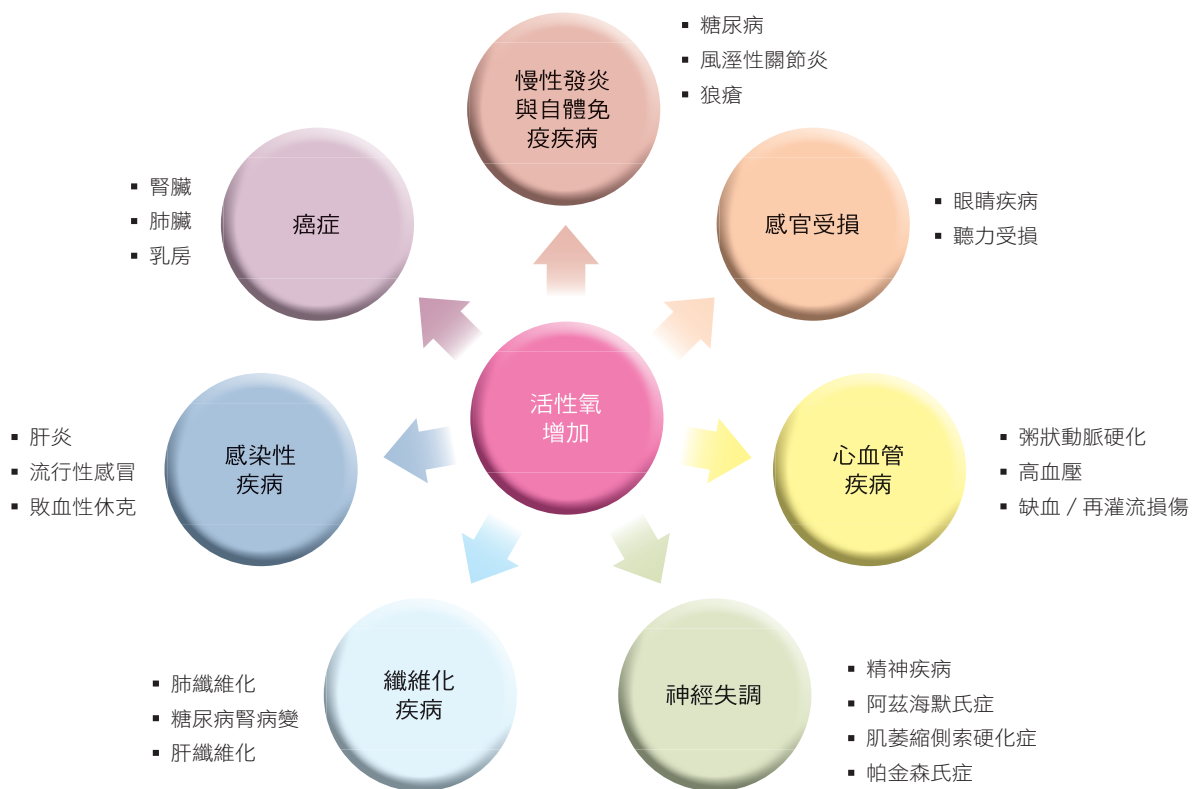
隨著經濟發達及食品加工技術快速發展，人們的飲食習慣也產生質與量的變化，包括加工食品攝取增加、天然食物攝取減少；油脂與糖類的攝取量增加、蔬果等纖維類食品的消費量減少。加上忙碌工作導致的精神壓力，以及普遍沒有運動的習慣等諸多因素交互作用下，導致體內氧化壓力增加，進而促成心血管疾病、糖尿病、癌症等病症的產生。

氧化壓力是由於活性氧等氧化自由基與體內調節系統失去平衡而導致的。在正常生理狀態下，活性氧能夠使細胞行使正常功能；但當體內活性氧累積過多時，就可能造成對細胞中 DNA、脂質、蛋白質等物質的破壞，而使身體受到傷害，最終導致許多疾病的發生。

食品氧化對人體的傷害

食物的攝取在人體內氧化壓力的調控上扮演重要的角色。過多的營養攝取會增加氧化壓力，氧化變質食品的攝取也會增加體內氧化壓力，食品經長時間油炸或高溫燒烤等過度加工，或不良的儲存條件，都會使食品中油脂、蛋白質等成分發生氧化作用。氧化作用是物質與氧氣反應，失去電子而產生結構或特性上的變化。在食品中，常見的氧化變質是蘋果削皮後果肉由原本的淺黃色轉成褐色，就是廣為周知的「褐變」。

蛋白質氧化 食物中的蛋白質在受熱後，會和還原糖反應產生許多糖化終產物。在糖尿病患者中，高血糖會造成糖化終產物堆積，引發一連串生理性老化，諸如血管粥狀動脈硬化與白內障。近期的研究指出，因變性蛋白質堆積在腦部而引發的老人失智症也與糖化終產物的堆積有關。



產生過多活性氧所造成的疾病

油脂氧化 食物本身的油脂或烹煮使用的油品，若氧化也會造成人體的氧化壓力。不飽和脂肪酸含量較高的油品，因雙鍵較多較不穩定，在高溫烹煮下易產生自由基，造成食用油的連鎖氧化。若在飲食中添加 5 % 的氧化油，經過 4 周的餵食後，就能使生物體產生脂質過氧化物，並促成一連串的氧化性反應而產生自由基。

當人體中壞的膽固醇——低密度脂蛋白——受到自由基攻擊氧化後，會造成血管阻塞，產生粥狀動脈硬化。自由基也會降低人體中血管舒張物質的利用率，同時使得血管平滑肌細胞增生與肥大，導致血壓升高。自由基也會攻擊 DNA，造成 DNA 破壞而突變，可能導致癌症的發生。另外，神經細胞受到自由基破壞時，也可能導致阿茲海默氏症、帕金森氏症及精神疾病的產生。

自由基

自由基 (free radical)，又稱游離基，是指化合物的分子在光熱等外界條件下，共價鍵均裂而形成的具不成對電子的原子或基團。在書寫時，一般在原子符號或原子團符號旁邊加上一個「·」表示沒有成對的電子，如甲基自由基 (CH₃·)。自由基易發生反應，生物體氧化反應中產生的有害化合物具有強氧化性，可損害生物體的組織和細胞，進而引起慢性疾病及衰老效應。大多數的未成對電子形成的自由基都有較高的化學活性，如果體內含有自由基，會導致退化性疾病和癌症。

食品加工與儲存的影响 食品在加工或儲存過程中，容易受到溫度、光照、氧氣、金屬、酵素等影響而發生氧化反應，造成食品成分的質變，進而產生危害人體健康的物質。因此，了解哪些食品或烹調及加工方式容易造成食品的氧化，或多攝取哪類食物具有抗氧化的效果，可以讓我們從容地避開氧化食品對人體造成的傷害。

隱藏氧化物的食品

氧化食品並沒有辦法輕易地從外觀判斷，因此了解哪些不當的烹調及加工程序、儲藏方法或添加物容易造成食品的氧化，將有助於食品氧化的預防，並避開容易隱藏氧化物的食品。

油炸食品 油炸食品因具有香酥脆的特殊風味，頗受一般民眾的青睞。油炸通常在攝氏 180 度或更高的溫度下進行，然而在這高溫下，會促使許多預期外的反應發生，而生成多種健康危害物。如油炸時油脂容易發生氧化、水解、異構化、聚合等反應，而產生游離脂肪酸、聚合物、反式脂肪酸、環氧化物等物質。

由於油炸都是在高溫下進行，其油品以選擇能耐高溫的為主，如飽和度較高的棕欖油系列，而一般不飽和度較高的植物油，如大豆油或葵花油之類的油品，並不適合做為長時間的油炸用途。

油脂的變質主要是氧化問題。油脂在含有水的環境下，氧化會加速酸價及氧化價的提高，但單純酸價高並不一定代表油脂嚴重氧化，極性氧化物含量多寡才是油脂氧化的關鍵性指標。單一酸價檢測方式過於籠統，無法呈現油炸油在油炸系統中真正的氧化程度。台灣在 2009 年所發生的速食店油炸油風波，就是以簡單的酸價檢測方式做為判定油炸油丟棄標準而發生的新聞事件。

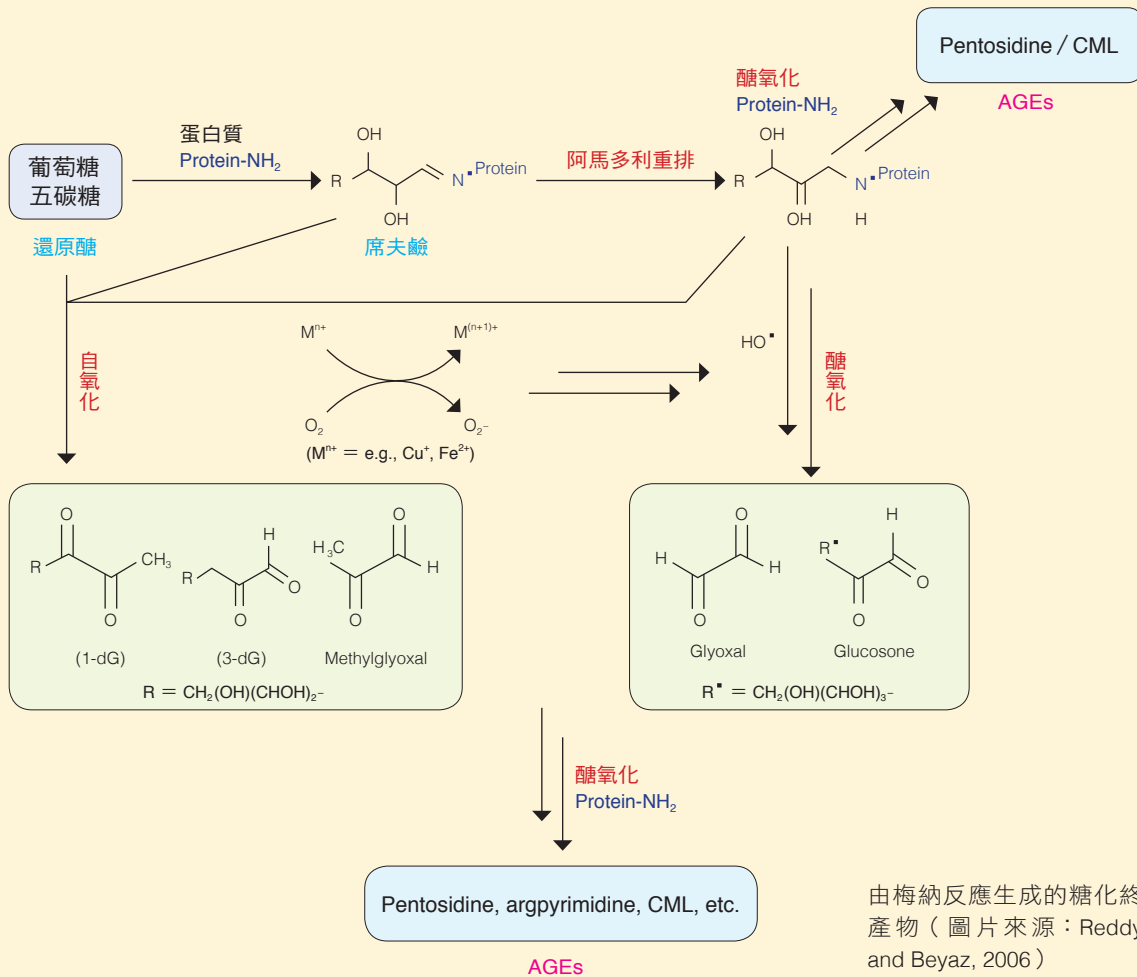
為解決這問題，食品工業發展研究所曾收集 70 項各式油炸油樣品，經測試分析後，建議以油炸油極性氧化物質的總量不超過 24 % 做為油炸油更新的標準限值。這結果也符合國際間對油炸油建議丟棄的標準規範，並被衛福部採納做為油炸油丟棄限值的規範。

單純的油脂受到環境中光、熱和氧氣的影響，也容易氧化而生成自由基，甚至斷裂形成醛、酮、醇、酸等揮發性過氧化物，這些揮發性過氧化物就是廚房中油煙的主要成分。油炸時溫度愈高、時間愈長，總油煙量就愈多。高溫下產生的油煙對人體細胞具有毒性，也與許多癌症的發生有關。

油脂和油炸物內所含的糖和胺基酸在高溫下會加速梅納反應，除了產生色澤外，也會生成如丙烯醯胺等可能致癌性物質。丙烯醯胺與環氧丙醇都被國際癌症研究署列為可能對人類致癌的物質，在食品中含量愈低愈好。油炸食品通常會沾附 10 ~ 40 % 的

梅納反應

梅納反應 (Maillard reaction) 又稱為「糖化反應」，指的是含有「胺基」的成分與「糖」之間所產生包含醱類氧化的一連串複雜的化學反應，含胺基的成分包括蛋白質、胜肽、胺基酸、卵磷脂等。這個反應會誘發糖氧化修飾作用，最後形成糖化終產物。這些產物會造成食品顏色的褐變，如烘焙麵包、派餅皮上的色澤，過量或長期攝取在人體內會引導一些慢性病的生成，如糖尿病、白內障、阿茲海默氏症等。



油炸油，但不易察覺，若不儘快食用，這些經高溫油炸的氧化油脂會隨著油炸食品被人體攝入，長期攝取將對人體健康造成莫大的傷害。

民眾在使用油脂時，應依烹調方式的不同而選用適當的油脂。另外，油品使用前的新鮮度非常重要，主要是油品的品質隨著貯放時間的增加而降低。因此，開封前要注意檢測油品質，開封後要貯放在陰涼處並儘快使用完畢。

烘烤食品 烘焙、燒烤或焙炒可以增加食品的香氣和色澤，像麵包、烤肉、咖啡豆等。這些烹調或加工製程通常在攝氏

120 到 220 度的高溫下進行，在溫度過高的情況下，同樣可以導致油脂的氧化而對人體造成傷害。此外，烘烤食品也會引起梅納反應。

食品中糖化終產物的多寡，與烹煮方式、加熱時間、加熱溫度及食物種類有關。水分較少的烹煮方式會使食品內糖化終產物的含量增加 10 ~ 100 倍。加熱溫度越高、時間越久所產生的糖化終產物也會越多，如焙烤（攝氏 225 度）及油炸（攝氏 177 度）較易使食品產生高含量糖化終產物。在食物種類方面，含有較高油脂及蛋白質的肉類食品，較蔬果及全穀類更容易生成糖化終產物。

**抗氧化物是清除自由基的主要物質，
足量的攝取能有效降低人體中氧化壓力所造成的損傷。**

食用過多含糖化終產物的食品，可能增加體內的氧化壓力及造成發炎反應，進而促使人體產生疾病。雖然我們無法完全避免吃入這類物質，但可以透過減少攝食焙烤、油炸的肉類食品，改用水煮、燉煮、低溫短時間的調理方式，或在烹煮前把食材以檸檬汁、醋浸泡，以減少食入過多糖化終產物的風險。

此外，肉類食品經過長時間高溫加熱後，其膽固醇會逐漸氧化而產生「氧化膽固醇」。氧化膽固醇已證實具細胞毒性並會誘導發炎，也可能與動脈硬化症的產生有關。影響食品中氧化膽固醇產生的主要因子是溫度，加熱溫度越高，食品氧化程度就會上升，氧化膽固醇的生成量就越多。

食品暴露於光照及接觸氧氣，也會促使食品氧化而產生自由基，進而使膽固醇氧化。保存食品的條件不當也會促使膽固醇氧化，如食品的包裝材質無法隔絕氧氣進入，或接觸到高溫及光照，都會加速氧化膽固醇的產生。此外，當食品經過氧化氫漂白處理後，由於過氧化氫具有促進氧化的作用，也使得氧化膽固醇的生成量增加。

食品添加物 常用來殺菌、防腐和漂白的過氧化氫和亞硫酸鹽 / 二氧化硫只能在食品製造過程中使用，但在食品中不可過量，否則不慎攝取過多會造成健康危害。

我國食品法規規定食品級過氧化氫可使用於許多食品，但麵粉及其製品不得使用，且最終產品中「不得殘留」。亞硫酸鹽可以使金針、香菇、竹筴有較佳的賣相，



食用過多含糖化終產物的食品，可能增加體內的氧化壓力及造成發炎反應，進而促使人體產生疾病。
(圖片來源：種子發)

使用後會轉變成二氧化硫，雖屬毒性較低的添加劑，且又溶於水，可在清洗和烹煮過程中除去，但是對部分過敏體質的人，仍有可能出現氣喘、頭痛或噁心等症狀。

避免氧化食品的傷害

抗氧化物是清除自由基的主要物質，足量的攝取能有效降低人體中氧化壓力所造成的損傷。自然界中的抗氧化物約可分為以下幾大類：

酵素類 人體本身具有超氧化物歧化酶、過氧化氫酶及巯胺基硫過氧化酶 3 套抗氧化機制，但體內必須含有某些特定的營養素才能達成抗氧化任務，因此還是需要透過日常飲食來獲得足夠的抗氧化物。



抗氧化物可透過日常飲食來攝取（圖片來源：種子發）

蔬菜和水果是多種天然抗氧化物的最佳來源，除了富含多種維生素外，其他常見的抗氧化物包括葡萄籽中的原花青素、花椰菜中的異硫氰酸酯、大豆中的異黃酮、番茄中的茄紅素、蜂膠中的多種類黃酮素、綠茶中的茶多酚、柑橘中的萜烯、蔥蒜中的二丙烯硫化物等。

維生素類 維生素C、維生素E和 β -胡蘿蔔素是飲食中的三大抗氧化物質。維生素C又名抗壞血酸，可與羥基自由基作用產生不活躍的自由基產物，可以代謝成草酸而排出體外，主要存在於蔬菜及水果中，最佳食物來源是芭樂、奇異果、柳橙、葡萄柚、青椒、花椰菜等。

維生素E可阻止脂質過氧化連鎖反應，是一種良好的抗氧化物質，常添加在油脂中以抑制不飽和脂肪酸的氧化作用，小麥胚芽、核桃及杏仁果等堅果類都是富含維生素E的食品。 β -胡蘿蔔素可以與脂質過氧化自由基結合而中斷脂質過氧化反應，也可吸收氧氣受光照射而形成激發氧時所產生過多的能量，進而阻止氧化作用的進行。 β -胡蘿蔔素以深黃、橘紅及深綠色的蔬果含量最多，如胡蘿蔔、甜蕃薯、番茄、木瓜、南瓜等。

植化素類 酚類化合物中的原花青素最受重視，低聚原花青素因屬小分子結構，較易通過血腦屏障，可提供及加強腦內抗氧化的功能，其抗氧化能力都較維生素C及E高。

氧化食品經攝取後會與人體內細胞和組織作用，增加體內的氧化壓力，進而引發心血管疾病、糖尿病，甚至癌症的發生。

不當的食品烹調、加工、儲存及添加物的使用，都可能造成食品中成分的氧化劣變而影響品質，甚至生成危害物。

葡萄籽、藍莓、小紅莓等都含有原花青素，其他富含多酚類化合物的食品，如可可及巧克力（槲皮素、表兒茶素、原花青素、可可紅素）、豆類（類黃酮、酚酸及單寧等）、釀造酒類（酚酸、花青素和類黃酮）及洋蔥、蘋果和堅果類（槲皮素）等。其中酒類多酚可調控一氧化氮的釋出及抑制超氧陰離子的產生，巧克力可降低低密度脂蛋白的氧化，可可多酚可抑制過多的活性氧以避免過氧化氫和超氧陰離子的產生。

其他 為獲得高活性的抗氧化力仍需協調因子的參與，如銅及鋅能促進超氧化物歧化酶的形成及強化活性，進而達到抗氧化的結果，可從肝臟、肉類、豆類、堅果、葡萄乾、香菇、海產及乳製品中獲得。硒是麩胺基硫過氧化酶的促進因子，可消除過氧化氫的潛在傷害，若與維生素 E 一起使用，可達到相輔相成的抗氧化功效，而大蒜、洋蔥、海鮮及全穀類都是硒的來源。錳與超氧化物歧化酶結合後，能去除人體細胞內的自由基，保護體內細胞與核酸的完整與正常功能，而錳可由茶葉、堅果及粗糧中獲得。

應重視壓力管理

氧化食品經攝取後會與人體內細胞和組織作用，增加體內的氧化壓力，進而引發心血管疾病、糖尿病，甚至癌症的發生。不當的食品烹調、加工、儲存及添加物的使用，都可能造成食品中成分的氧化劣變而影響品質，甚至生成危害物。

氧化食品通常沒有辦法輕易從外觀判斷，因此應該儘量減少油炸及烘烤類食品的攝取，並避免色澤異常白皙或鮮艷的加工食品，以減少氧化食品的攝取量。另可以藉由攝取抗氧化物含量高的食物，以消除不慎攝取氧化食品而對人體的傷害。此外，充足的睡眠及適當地運動與紓壓可有效降低人體內氧化壓力，有助於減緩老化及相關疾病的發生。

朱燕華

財團法人食品工業發展研究所

