

# 辣椒的抗氧化性及清除自由基效力之研究

高中組 第一名

縣市：高雄市

校名：國立高師大附中

作者：袁于婷

指導教師：曾鶯芳

鄭龍



我是袁于婷，一九八二年出生於高雄市，現就讀於高師大附中二年級，由於學校的自由風氣及師長的鼓勵，使我在高一時便嘗試了科展的製作，高二時更是欲罷不能，於是便往「辣椒的抗氧化性及清除自由基效力之研究」發展，在研究的過程中難免遭遇到失敗，但在指導老師、父母的支持下，都能一一克服，使我從中獲得了許多樂趣。

## 一、研究動機

去年科展研究「油脂的自氧化（Autoxidation）及抗氧化劑」，了解油脂的自氧化反應機制，涉及自由基反應，並由實驗知道辣椒是一種抗氧化劑；近來報章雜誌一再談到人體的病變、癌症、老化等均和人體組織內自由基過量有關，因此興起研究尋找抗氧化性較佳的天然食物，於日常中多食用，將可減少體內自由基的生成，達到預防保健的目的。

## 二、研究目的

本研究之目的，於天然食用植物中，尋求具抗氧化性及清除自由基功效者，即可由日常膳食中補充天然抗氧化物，對人體可產生預防保健的功效。

以下各項實驗其目的，在於檢驗試樣之抗氧化性及抗氧化機制：還原力、清除自由基、活性氧及螯合亞鐵離子的能力。

(一)試樣之相對抗氧化活性：以 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定油脂中過氧化價（Peroxide Value, POV），比較油脂中過氧化價的變化，並利用線性迴歸法求得相對抗氧化活性。

(二)試樣之還原力：利用分光光度計測定普魯士藍之生成量，作為檢定試樣還原氧化物的能力，進而分析其抗氧化性的效果。

(三)試樣清除自由基的能力：以分光光度計偵測DPPH自由基與試樣反應後吸光值的變化，可檢定試樣提供氫原子，以清除自由基的能力。

(四)試樣捕捉過氧化氫（ $\text{H}_2\text{O}_2$ ）的能力：利用分光光度計檢測過氧化氫與試樣作用後吸光值的變化，可推定試樣捕捉過氧化氫的能力。

(五)試樣清除超氧陰離子（superoxide anion）能力：以分光光度計偵測超氧陰離子與試樣反應後吸光值的變化，可檢定試樣清除超氧陰離子的能力。

(六)試樣螯合亞鐵離子能力：以分光光度計偵測亞鐵離子與抗氧化劑反應生成錯化合物後，吸光值的變化，可檢定試樣螯合亞鐵離子能力。

## 三、研究設備器材

### (一)設備器材：

燒杯 錐形瓶 直徑15/30mm試管 量筒 滴管 分注器 位滴定器 烘箱

溫水槽 微量天平 磁攪拌器 磨粹機 離心機 pH meter減壓蒸餾裝置

分光光度計

## (二)藥品：

醋酸 氯仿 硫代硫酸鈉 碘化鉀 澱粉 BHT Vitamin E

紅辣椒 辣椒素 (Capsaicin) 辣椒紅 (Capsanthin) 甲醇 赤血鹽 磷酸二氫鈉 磷酸氫二鈉 三氯醋酸 氯化鐵 過氧化氫

$\alpha, \alpha$ -diphenyl,  $\beta$ -picrylhydrazyl (DPPH) ferrozine

nitroblue tetrazolium (NBT) phenazine methosulphate (PMS)

dihydromicotineamidadenibe dinucleotide(NADH) 氯化亞鐵

## 四、研究過程或方法

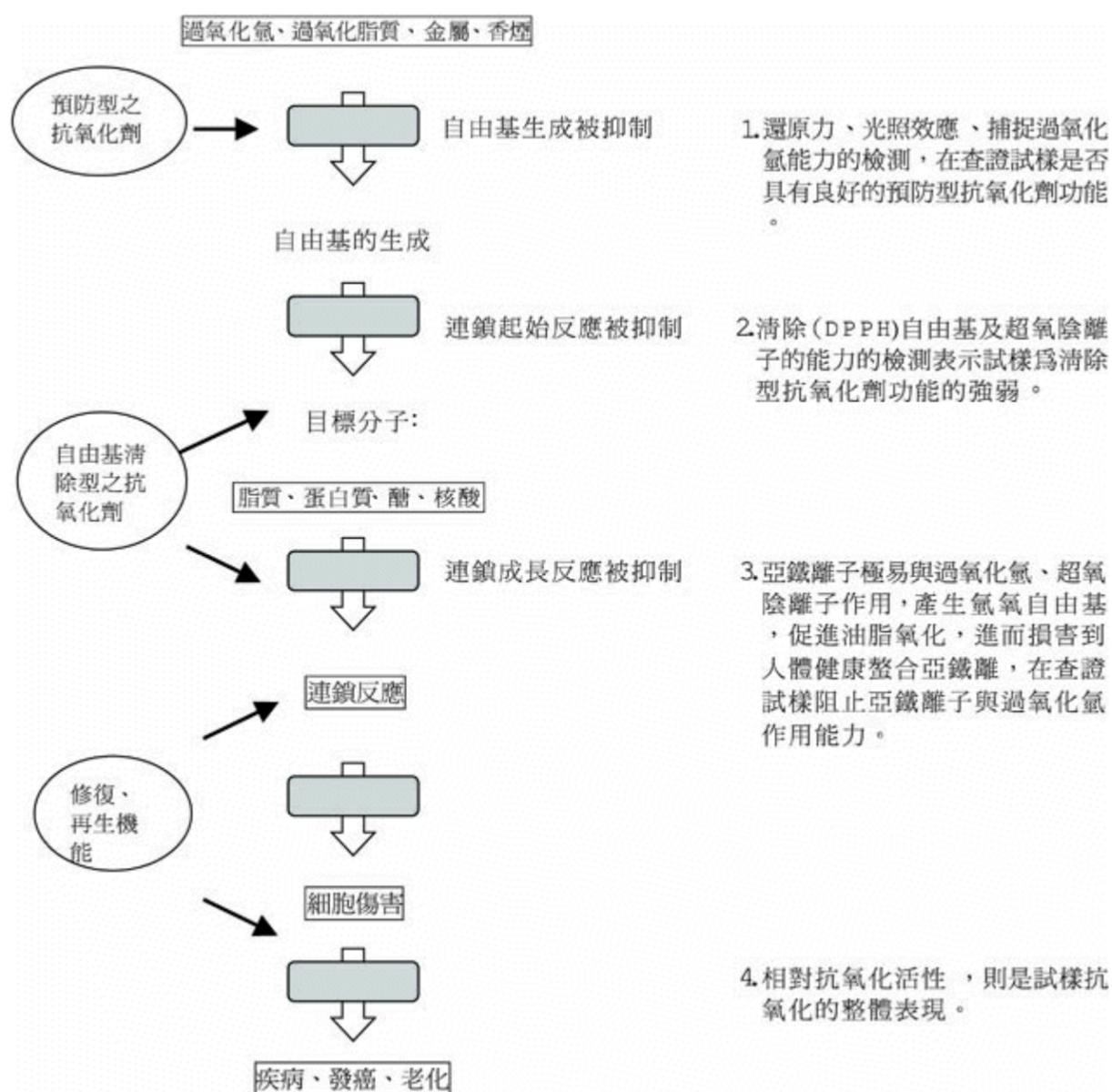
### (一)文獻探討

近年許多研究報導指出，自由基、活性氧在許多疾病（如老化、癌症、心血管疾病）的發展上扮演極重要的角色。

人體在正常代謝過程中會產生自由基與活性氧，而一些外來的物質如藥物、致癌物及生活壓力在體內代謝過程中也會增加自由基與活性氧的產生，過量的自由基與活性氧會進而攻擊細胞膜、細胞組織並危害細胞核內基因物質，再進一步傷害細胞引發病變，甚至死亡。

但在正常狀況下，生物體本身具有抗氧化防禦系統，產生抗氧化酵素及抗氧化物來移除自由基與活性氧，並由修護系統修補所引發的傷害。

本實驗以辣椒來研究其對抗氧化性及清除自由基、活性氧及螯合金屬離子的能力。其研究之架構，即針對圖一、活性氧對生物體的傷害及其防禦系統<sup>(1)</sup>，進行實驗。



圖一、活性氧對生物體的傷害及其防禦系統

### (二)實驗原理

#### 1. 油脂自氧化反應

一般油脂中不飽和脂肪酸的甘油酯，在室溫下與氧結合，引起自氧化反應，受氧氣分壓、水份、光照、熱、酵素、重金屬離子及抗/助氧化劑之存在，而影響其反應速率；其自氧化反應作用，初期產生過氧化物，再分解成揮發性的醛類及酮類，為油脂酸敗的原因。

#### (1) 油脂自氧化反應機制

依Farmer等人所題出之「自由基連鎖理論」，說明不飽和油脂自氧化反應機構，其反應機構分為下列四個基本階段：

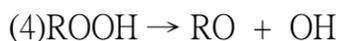
(a) 起始期—不飽和油脂雙鍵上的碳氫化合物，受到其他化學活性物質作用，移去氫原子而形成一自由基 (free radical)，此步驟通常非常緩慢，是此類反應的決定步驟：



(b)連鎖傳導期—此階段的反應含一系列過氧化基及新自由基的生成：



(c)連鎖分支期—此階段為過氧化物分解產生新過氧化基及自由基，與傳導期並行，均屬於連鎖反應：



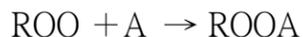
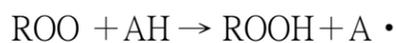
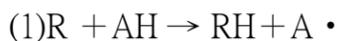
(d)終止期—在此階段，兩個自由基結合產生非自由基產物而使反應終止：



·  
·  
etc.

## (2)抗氧化劑

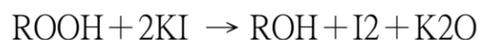
某些物質少量添加至油脂中，可減緩自氧化反應之進行，此類物質稱為抗氧化劑。一般抗氧化劑（AH）為氫原子供應者（H·），或自由基接受者：



抗氧化劑與自由基作用，產生穩定化合物，自身生成的自由基再與其他自由基結合成穩定化合物，終止自由基之連鎖反應，抑止自氧化反應的進行。

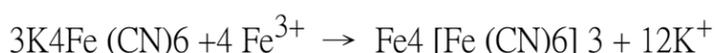
## (3)過氧化價的檢定<sup>(2)</sup>

油脂中過氧化物，依碘滴定法測定其含量：



## 2.還原力測定<sup>(3)</sup>

參考Oyaizu的方法，其原理即試樣將赤血鹽（K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>）還原成黃血鹽（K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>），黃血鹽再與Fe<sup>3+</sup>作用，生成普魯士藍，在700 nm波長測定吸光值，以檢測普魯士藍之生成量，作為試樣的還原力，吸光值愈高，表示試樣還原力愈強。



## 3.清除 DPPH 自由基能力測定<sup>(3)</sup>

參考Shimada的方法，測定清除 DPPH 自由基的能力，因 DPPH 是較為安定的自由基，實驗上所採用的 DPPH 甲醇溶液為紫羅蘭色（violet）在517 nm下有強的吸光值，若與試樣結合，將會降低吸光值，藉此判斷試樣清除 DPPH 自由基的能力，其吸光值愈低，表示試樣清除 DPPH 自由基的能力愈強。



Violet

decolorized

#### 4.捕捉過氧化氫的能力測定<sup>(1)</sup>

參考 Ruch 的方法，其原理為H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>在230 nm波長時有最大吸光值，若與試樣反應，其吸光值將會降低，因此其吸光值愈低，表示試樣捕捉過氧化氫的能力愈強。

#### 5.清除超氧陰離子能力測定<sup>(3)</sup>

參考 Robak 和 Gryglewski 的方法，測定清除超氧陰離子的能力，其原理為在非酵素系統中，藉由 phenazine methosulphate (PMS) 與dihydromicotinadenine dinucleotide (NADH) 作用生成超氧陰離子，再進一步將nitroblue tetrazolium (NBT) 還原成diformazan (藍黑色)，此化合物在560 nm波長時有最大吸光值，若試樣與超氧陰離子反應，減少diformazan 產生，其吸光值將會降低，因此其吸光值愈低，表示試樣清除超氧陰離子的能力愈強。

#### 6.螯合亞鐵離子能力測定<sup>(3)</sup>

參考 Dinis 的方法，測定螯合亞鐵離子的能力，在甲醇溶液中，藉Fe<sup>2+</sup>與 ferrozine 螯合，產生 ferrozine- Fe<sup>2+</sup> 錯化合物為鮮紅色，在562 nm有強的吸光值，若Fe<sup>2+</sup>與試樣結合，減少 ferrozine- Fe<sup>2+</sup> 的生成，將會降低吸光值，藉此判斷試樣螯合亞鐵離子的能力，其吸光值愈低，表示試樣清螯合亞鐵離子的能力愈強。

### (三)實驗方法

#### A.抗氧化活性測定。

1.將4g試樣（紅辣椒、紅辣椒皮、紅辣椒肉、紅辣椒子）分別與大豆油36g混合，置於60 恆溫水槽進行自氧化反應，每隔一日取樣一次，利用Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>滴定油脂中過氧化價變化。（若做高溫實驗：則將等量辣椒先經高溫油炸處理處理；做光照實驗：則反應置於暗室。）

2.量取5g待測油脂置通風櫥中,先加入25ml已配好的醋酸、氯仿(醋酸：氯仿=3：2 V/V)混合液;再滴入約10滴的飽和碘化鉀溶液；經一分鐘的攪拌後,倒入25ml的去~~水~~→攪拌均勻後，以0.01N的硫代硫酸鈉溶液滴定。

#### B.抗氧化反應機制的測定：還原力、清除DPPH自由基能力、捕捉過氧化氫的能力、清除超氧陰離子的能力、清除超氧陰離子的能力。

1.取不同濃度之試樣甲醇溶液，於上述實驗原理之特定環境分別加入不同試劑，經充分反應後。

2.以分光光度計，於上述實驗原理中之特定波長下，測定其吸光值。

### 五、研究結果及討論

#### (一)辣椒之相對抗氧化活性(RA)<sup>(4)</sup>

1.由圖二得知：紅辣椒各部份的抗氧化活性依次為：紅辣椒肉>紅辣椒皮>紅辣椒>紅辣椒子；因此紅辣椒可作為大豆油抗氧化劑用。

2.除了由過氧化價的變化（POV）及圖形，可獲得紅辣椒的抗氧化效用外，另可以線性迴歸法求其相對抗氧化活性，來評估辣椒的抗氧化效力。

$$RA\% = \frac{S_c - S_A}{S_c} \times 100$$

此處：

S<sub>c</sub>：為對照組油脂過氧化價圖形經線性迴歸法所得直線之斜率

S<sub>A</sub>：為油脂加抗氧化劑後過氧化價圖形經線性迴歸法所得直線之斜率

試樣	紅辣椒(全)	紅辣椒(皮)	紅辣椒(皮)(暗)	紅辣椒(肉)	紅辣椒(子)	BHT	Vit.E	辣椒素	辣椒紅	辣椒紅(暗)
RA (%)	7.8	11.9	0.86	18.5	4.5	36.3	13.95	21.78	12.32	1.55

紅辣椒各部份相對抗氧化活性次序結果與POV圖一致，以紅辣椒肉效果最佳；而辣椒素又較Vit.E高。

3.屋紅辣椒的抗氧化效力，與其組成有關：含有微量辣椒素及Vit. E、Vit C、類胡蘿蔔素（Carotenoids）、類黃酮素（Flavo

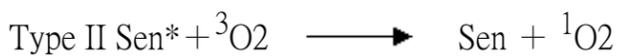
noids）等物質，其中辣椒素及辣椒紅，為其特有，辣椒素存於辣椒肉中，辣椒紅則在辣椒皮中，因此瞭解這些物質結構，對於其具有抗氧化活性也就瞭然。

4.圖三為將紅辣椒於約180 油炸後的油作抗氧化劑，實驗發現其抗氧化效果普遍提高，抗氧化效力依序為：紅辣椒肉>紅辣椒子>紅辣椒>紅辣椒皮，原因為在高溫下，紅辣椒組成中各種抗氧化物質，在油中溶解度增加，因此其抗氧化性變佳，民間經驗辣椒紅油，不易變壞，得到科學證明。

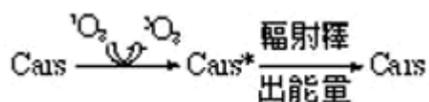
5.圖四為光線對紅辣椒抗氧化的效應，以紅辣椒皮（及辣椒紅）的影響最為顯著，紅辣椒皮（辣椒紅）原有抗氧化作用，隔絕光源後，其抗氧化力，幾乎消失，其餘紅辣椒肉、紅辣椒子、紅辣椒（及辣椒素）則不受影響。

6.紅辣椒皮含大量辣椒紅，屬類胡蘿蔔素，結構與油-Carotene相似，已知油-Carotene具抗光氧化作用，而紅辣椒皮（辣椒紅）在暗室中實驗的結果，證明紅辣椒皮（辣椒紅）的抗氧化性，也來自於抗光氧化作用。

以下說明光氧化作用及類胡蘿蔔素carotenoids (Cars)之抗光氧化作用<sup>(5)</sup>:光氧化作用可分成二種型態 – Type I 及Type II 反應



類胡蘿蔔素carotenoids (Cars)能抑止光自氧化反應之原因在於，它將Type II 反應，所生成之單氧分子 (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>)之能量，移轉至類胡蘿蔔素本身後，單氧分子就會恢復成基態三氧分子 (<sup>3</sup>O<sub>2</sub>)，類胡蘿蔔素吸收之能量再以輻射方式釋出。



此種類胡蘿蔔素驟冷效應(Quenching effect, <sup>1</sup>O<sub>2</sub> → <sup>3</sup>O<sub>2</sub>)相當快速，同時其也阻止激態的光敏介質將能量移轉至<sup>3</sup>O<sub>2</sub>，因此類胡蘿蔔素在光照下是相當適合的抗氧化劑，能抑止Type II 反應之油脂自氧化反應。

## (二)辣椒之還原力

1.表一上半部顯示：各抗氧化劑的還原力隨著添加劑量的增加而增加，其還原力大小依序為：BHT>辣椒素> Vit. E>辣椒紅，仍然以以常用的BHT最強，但辣椒素還原力卻較目前使用最多的抗氧化劑 Vit. E高。

2.表一下半部為：紅辣椒各部份萃取物的還原力，除了紅辣椒肉較強外，一般而言，還原力均弱，其大小順序為：紅辣椒肉>紅辣椒皮>紅辣椒>紅辣椒子。

3.紅辣椒及各部份還原力的大小和其抗氧化性的趨勢一致，表示各種辣椒試樣均能提供電子，與自由基反應，使其轉變成穩定的產物，以阻止油脂自氧化。

4.紅辣椒皮相對抗氧化活性為11.9，Vit. E則是13.95；但兩者的還原力在濃度1 mg/mL，分別為：紅辣椒皮0.25，Vit.E 1.0，顯然與抗氧化效力有出入，因此物質抗氧化力，不完全來自還原力的大小，尚受其他因素的影響，如：清除自由基能力、捕捉過氧化氫能力、捕捉超氧陰離子能力等。

## (三)紅辣椒清除 (DPPH) 自由基能力

1.表三：為淡（或無）色試樣在濃度（10~50µg/mL）的（DPPH）自由基清除能力，隨著添加樣品劑量的增加而增加，其清除力大小依次為：BHT>Vit.E >辣椒素>紅辣椒肉。

2.辣椒的顏色影響以後實驗的結果：辣椒紅（深紅）、紅辣椒皮（深紅）、紅辣椒（紅棕）等，反應後剩下物質的顏色會與試樣顏色相互干擾，使得所測得吸光值，不是大於儀器上限，就是偏低；濃度高於（10µg/mL），紅辣椒、紅辣椒皮等受顏色的的影響，無法直接定量測出結果

3.表二顯示：消除辣椒紅及紅辣椒皮、紅辣椒等顏色的干擾，將試樣濃度調低10倍（1~5µg/mL）的結果，赫然發現：紅辣椒各部份清除（DPPH）自由基的能力，效果相當不錯，其大小依次為：紅辣椒肉>（辣椒素）紅辣椒>紅辣椒皮>（辣椒紅）>紅辣椒子。

4.表四為：試樣在高濃度（500µg/mL）時，BHT、Vit. E及辣椒素清除（DPPH）自由基能力大致不相上下，反應十分鐘後，可清除（DPPH）自由基達83%~84%。

## (四)紅辣椒捕捉過氧化氫 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 能力

1.由表五可看出，試樣捕捉過氧化氫能力，其大小順序為：辣椒素> BHT>紅辣椒肉>紅辣椒子>Vit.E，而紅辣椒肉、紅辣椒子都具有相當不錯的過氧化氫捕捉力。

## (五)紅辣椒清除超氧陰離子的能力

1.表六上半部表示：不同抗氧化劑清除超氧陰離子能力，依序為：BHT Vit.E>辣椒素> 辣椒紅；濃度為5µg/mL時，其清除超氧陰離子能力均低於20%。

2.由表六下半部可看出，紅辣椒有良好的清除超氧陰離子能力，其大小順序為：紅辣椒肉>紅辣椒子>紅辣椒皮>紅辣椒皮；濃度為5mg/mL時，其清除超氧陰離子能力均高於20%，其中紅辣椒肉高達30%。

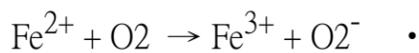
3.比較紅辣椒肉、紅辣椒皮與其主要成分辣椒素、辣椒紅清除超氧陰離子的能力，發現前者清除效果大於後者兩倍，顯然，紅辣椒肉、皮，清除超氧陰離子的能力，不完全決定於其主要成分中，其餘的成分也有很大的影響力，如類黃酮素，其為多酚類結構，此種結構具有清除各類自由基的理想構造，因此強化紅辣椒肉、紅辣椒皮清除超氧陰離子的能力。

### (六)紅辣椒螯合亞鐵離子的能力

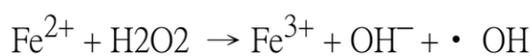
1.表七：□(1~4)為四種抗氧化劑螯合亞鐵離子的能力，其依序為：辣椒紅>BHT >Vit.E>辣椒素，其中以辣椒紅17.6%最好。

□(5~8)為紅辣椒各部份螯合亞鐵離子能力依次為，紅辣椒>紅辣椒子>紅辣椒皮>紅辣椒肉，紅辣椒肉顯然螯合亞鐵離子能力不佳。

2.試樣螯合亞鐵離子能力似乎與清除自由基能力無關，但人體血紅素中含有 $Fe^{2+}$ 離子，在代謝過程中與氧作用產生超氧陰離子



也容易與代謝過程中產生的過氧化氫反應，生成活性極強的氫氧自由基(OH)，再與脂質作用產生脂質過氧化物，損害細胞，影響人體健康



因此試樣螯合亞鐵離子的能力，可抑止超氧陰離子、氫氧自由基的產生，間接降低活性氧的生成。

3.紅辣椒、紅辣椒子、紅辣椒皮等試樣，其螯合亞鐵離子能力，與其所含的成分，如類黃酮素有關，有研究指出：類黃酮素的特殊立體結構，使其具有超強螯合亞鐵離子能力。

## 六、結論

(一)紅辣椒皮中所含大量辣椒紅，屬類胡蘿蔔素，其抗氧化效力主要來自抗光氧化作用，在暗室中實驗，所得相對抗氧化活性由11.9降為0.86，可得證明。

(二)紅辣椒及其各部份之紅油（以高溫油炸所得），其相對抗氧化活性普遍提昇，民間經驗辣椒紅油，不易變壞，得到科學證明。

(三)綜合各實驗結果顯示：

1.紅辣椒及其各部份之正己烷萃取物中，以紅辣椒肉的抗氧化性最佳，甚至優於Vit. E，而在抗氧化機制方面，除螯合亞鐵離子能力較差外，在其他能力方面表現非凡。

2.紅辣椒、紅辣椒皮、紅辣椒子，在清除超氧陰離子、螯合亞鐵離子能力等抗氧化機制方面，比一般常用的抗氧化劑BHT及Vit. E強。

因此整體而言，紅辣椒肉、紅辣椒及紅辣椒皮均是安全的天然抗氧化物。

(四)

1.以反應機制來看：紅辣椒肉是良好的預防型及自由基清除型抗氧化劑，不過螯合亞鐵離子能力不佳；紅辣椒比紅辣椒肉略差也是很好的預防型及自由基清除型抗氧化劑，但螯合亞鐵離子能力最強。

2.由整體抗氧化性來看：其效果依序為紅辣椒肉>紅辣椒皮>紅辣椒>紅辣椒子。

(五)由本研究結果看出，"辣椒"此一為人所喜愛的食物具有良好的抗氧化能力，對於心臟血管方面、癌症及老化等病症，相信有預防效果，如按照「應用」中所建議的方法食用，將會是一項既便宜、實用，又討人喜愛的健康食物。

## 七、參考資料

(1)張明照 檸檬葉之抗氧化性 屏東科技大學食品科學系碩士論文 (1999)

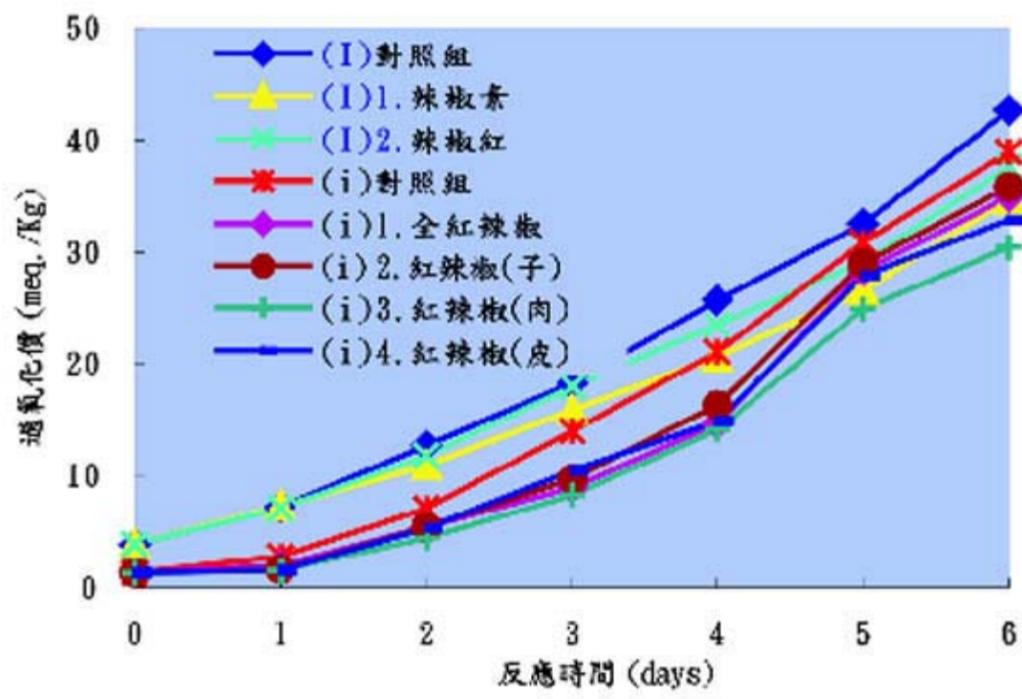
(2)食用油脂的過氧化價檢驗法 中國國家標準 經濟部中央標準局 (1983)

(3)劉伯康、陳惠英、顏國欽 數種傳統食用植物甲醇萃取物抗氧化力之研究 中國農業化學會誌 37 (1) : 105-116 (1999)

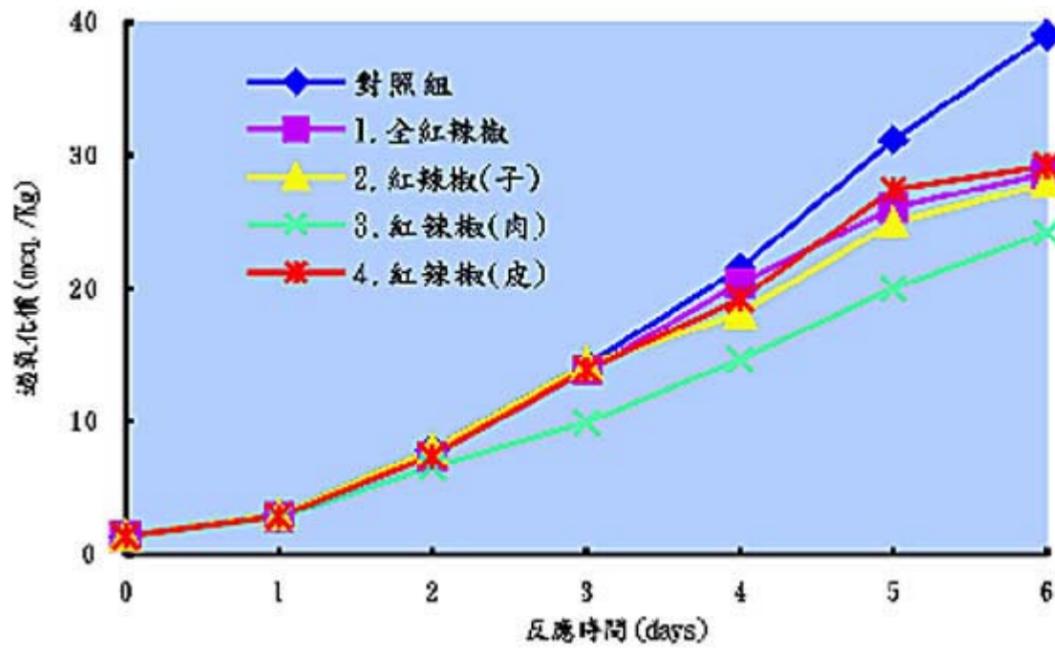
(4)Saito, H., and Ishihara, K., Antioxidant Activity and Active Sites of Phospholipids as Antioxidants, J.Am..Oil Chem. Soc. 74 : 1531-1536 (1997)

(5)Belitz , H.D., and Grosch , W. Food Chemistry Chap.3 Lipids p.p.149~180(1986)

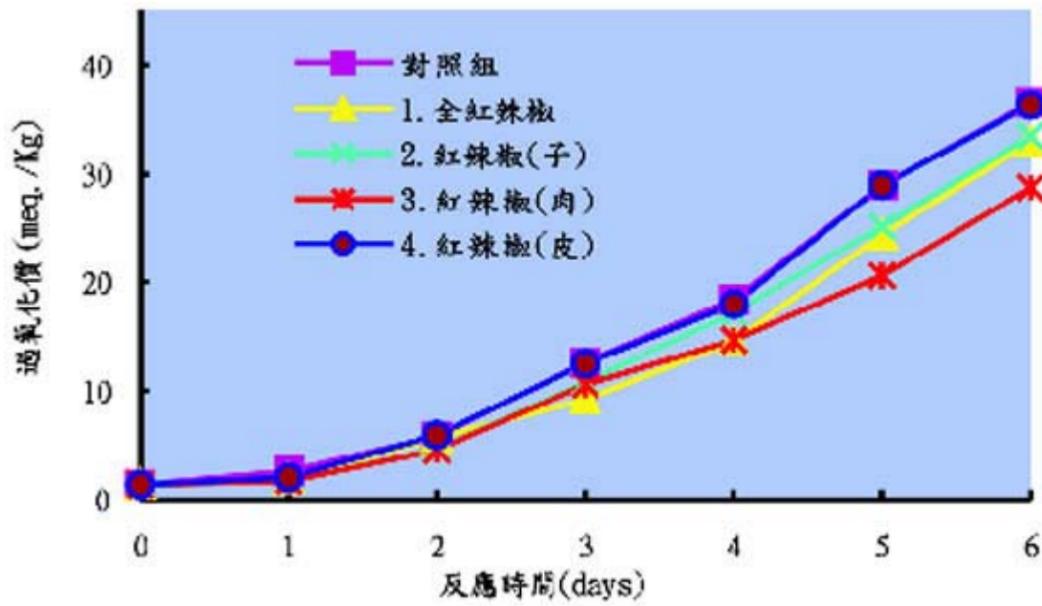
## 八、附圖、附表



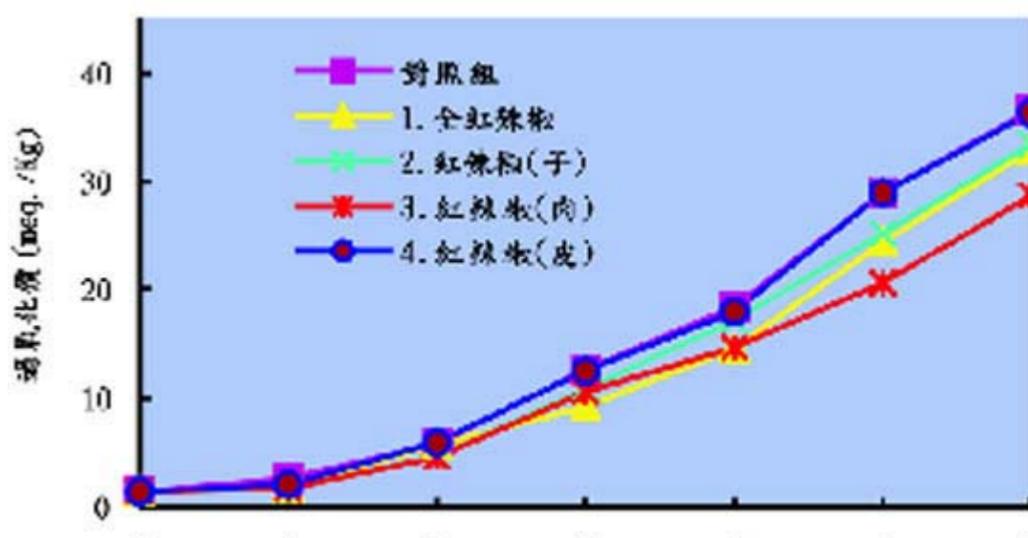
圖二 辣椒對大豆油自氧化反應之影響



圖三 紅辣椒(加熱180)對大豆油自氧化反應之影響



圖四 光照對紅辣椒皮/辣椒紅於大豆油自氧化反應之影響



圖四之一 光照對紅辣椒於大豆油自氧化反應之影響

表一、辣椒正己烷萃取物之還原

抗氧化劑	濃度 (µg/mL)					
	0	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
1. BHT	0	1.70	1.89	1.99	2.09	2.24
2. Vit E	0	0.43	0.44	0.63	0.90	1.00
3. 辣椒素	0	0.57	0.76	0.69	0.99	1.23
4. 辣椒紅	0	0.13	0.14	0.17	0.21	0.22
5. 紅辣椒 (全)	0	0.05	0.07	0.08	0.12	0.14
6. 紅辣椒 (皮)	0	0.10	0.13	0.14	0.21	0.23
7. 紅辣椒 (肉)	0	0.16	0.20	0.29	0.38	0.43
8. 紅辣椒 (子)	0	0.04	0.07	0.07	0.08	0.09

表二、低濃度辣椒正己烷萃取物清除自由基(DPPH)能力(%)

抗氧化劑	濃度 (µg/mL)					
	0	10	20	30	40	50
1. BHT	0	54.7	72.1	76.9	81.0	85.4
2. Vit E	0	29.8	45.4	44.3	74.3	79.9
3. 辣椒素	0	21.8	32.5	43.1	48.1	53.2

1. 700nm吸光值(控制組甲醇吸光值=0.828，反應十分鐘後)

2. 清除自由基(DPPH)能力(%)=[(對照組吸光值-樣品吸光值)/對照組吸光值] × 100

表三、不同抗氧化劑清除自由基(DPPH)能力(%)

抗氧化劑	濃度 (µg/mL)					
	0	1	2	3	4	5
1. 紅辣椒 (全)	0	2.8	4.7	7.0	9.0	10.4
2. 紅辣椒 (皮)	0	3.3	4.8	4.3	7.7	8.8
3. 紅辣椒 (肉)	0	2.4	4.9	7.7	9.3	11.4
4. 紅辣椒 (子)	0	1.2	2.0	2.7	4.3	3.8
5. 辣椒素	0	2.3	4.5	4.8	8.4	10.4
6. 辣椒紅	0	2.7	3.3	4.4	5.5	4.2

表四、時間對清除自由基(DPPH)能力(%)的影響

抗氧化劑	反應時間 (分)			
	0	10	20	30
1. BHT	0	84.0	84.0	84.0
2. Vit E	0	62.9	63.2	63.4
3. 辣椒素	0	62.8	63.1	63.4
4. 紅辣椒 (子)	0	29.8	30.7	33.9

1. 抗氧化劑濃度=500 µg/mL

表五、紅辣椒正己烷萃取物捕捉過氧化氫(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)之能力(%)

抗氧化劑	濃度(μg/mL)					
	0	10	20	30	40	50
1.BHT	0	191	294	362	454	544
2.Vit.E	0	24	158	237	329	408
3.辣椒素	0	192	329	397	573	644
4.紅辣椒(肉)	0	154	182	338	414	453
5.紅辣椒(子)	0	-90	104	209	343	418

表六、辣椒正己烷萃取物清除超氧陰離子能力

抗氧化劑	濃度(μg/mL)					
	0	1	2	3	4	5
1.BHT	0	15	45	69	137	190
2.Vit.E	0	04	12	75	142	191
3.辣椒素	0	05	21	60	91	135
4.辣椒紅	0	-27	17	55	75	114
1.紅辣椒(全)	0	09	40	127	185	243
1.紅辣椒(皮)	0	03	39	104	174	231
3.紅辣椒(肉)	0	44	114	179	231	295
4.紅辣椒(子)	0	04	19	118	201	268

1.560nm波長 吸光值

2.清除超氧陰離子能力(%)=[(對照組吸光值-樣品吸光值)/對照組吸光值] × 100

表七、辣椒正己烷萃取物螯合亞鐵離子能力

抗氧化劑	濃度(μg/mL)					
	0	1	2	3	4	5
1.BHT	0	29	42	96	122	157
2.Vit.E	0	47	59	72	110	124
3.辣椒素	0	05	52	59	87	99
4.辣椒紅	0	19	59	104	147	174
5.紅辣椒(全)	0	03	50	125	185	283
6.紅辣椒(皮)	0	-05	33	79	117	174
7.紅辣椒(肉)	0	33	54	62	79	103
8.紅辣椒(子)	0	24	48	90	142	251

1.562nm波長 吸光值

2.螯合亞鐵離子能力(%)=[(對照組吸光值-樣品吸光值)/對照組吸光值] × 100

## 評語

該研究收集完整的抗氧化性分析方法，測定國人常食用的紅辣椒中四組成（皮、肉、子和整株）的抗氧化活性，並推論可能的抗氧化反應機制。落實化學於生活，資料和數據完整，熱衷科學研究，結果驗證坊間認為以高溫油炸所得之紅油，相對抗氧化活性普遍提昇，兼具學術與實用性。

[回到目錄頁../Index.htm](#)