

中山醫學院營養科學研究所

Institute of Nutritional Science

Chung Shan Medical and Dental College

碩士論文

Master Thesis

利用茶葉萃出物及梅納反應產物抑制預煮雞肉之預煮異味

(WOF) 之研究

**Studies on the Inhibition of Warmed-Over Flavor
from Precooked Chicken Using Tea Extract and
Maillard Reaction Products.**

指導教授：陳肅霖 博士

Supervisor : Su-Lin Chen, Ph.D.

研究生：張政龍 撰

Graduate student : Chen-Lung Chang

中華民國九十年六月

June, 2001

中文摘要

肉品在加熱後儲藏的期間容易產生預煮異味(Warmed-Over Flavor; WOF)，因而降低了產品的接受性及儲藏期限。本研究利用梅納反應產物(Maillard Reaction Products; MRPs)、紅茶及綠茶的萃出物，以抑制雞肉預煮異味的生成。

在水煮的過程中分別加入此三種添加劑，經 2 冷藏後檢測各時間點的 TBARs 值及利用氣相層析質譜儀(GC/MS)檢測揮發性物質的生成量。並利用 Hunter L、a、b 值評估雞肉的外觀顏色變化。

結果顯示在水煮雞肉中添加 0-1000ppm 的梅納反應生成物並無明顯抑制 WOF 效果。而添加 500ppm 的紅茶或綠茶萃出物於水煮雞肉中，則有明顯抑制 WOF 的效果，於 24 小時後皆降低 73%的 TBARs 值，於第 5 天紅茶及綠茶的萃出物分別降低水煮雞肉 25.6%及 61.7%的 TBARs 值。總揮發性成份的含量亦能有效控制，其中 WOF 的指標

正己醛(hexanal)的生成量，在冷藏 4 天後亦明顯降低 94%。經顏色分析後，發現 500ppm 綠茶萃出物，並不影響到預煮雞肉的外觀顏色，而 500ppm 的紅茶萃出物，則明顯使雞肉顏色變暗。綜合以上的結果，綠茶萃出物為本研究中，抑制預煮異味較為理想的添加劑。

Abstract

Warmed-Over Flavor (WOF) has been recognized as the important factor that reduces the acceptability of precook meat. In this study, three potential antioxidants named Maillard reaction products (MRPs), black tea extract, and green tea extract respectively, was respectively used to inhibit the formation of such unpleasant flavor in precooked chicken.

The results showed that TBARs values of chicken precooked in boiling water containing MRPs were not significantly reduced even the concentration of MRPs was up to 1000ppm. While tea extracts, both black and green tea, could reduce the TBARs value of precooked chicken up to 73% after 24hrs. GC/MS analysis showed that level of hexanal, which was recognized as the indicator of WOF, was reduced 94% after 4 days storage. Color measurement showed that 500ppm green tea extract did not change the color of precooked chicken, but 500ppm black tea extract made precooked chicken darker.

目 錄

中文摘要

英文摘要

圖次

表次

頁 次

第一章 前言	1
第二章 文獻探討	3
第一節 Warmed-over favor (WOF)	3
一、WOF 的成因	4
二、影響 WOF 的因素	5
1、加熱	5
2、氧氣	5
3、水活性	6
4、鐵離子	6
5、酵素性因子	10
6、氯化鈉及氯化鎂	10
三、WOF 的防制對策	11
1、亞硝酸鹽(Nitrite)	11

2、 EDTA	12
3、 抗壞血酸(Ascorbic acid)	12
4、 Phosphates 和 Ascorbic acid	12
5、 生育醇(-tocopherol)	13
6、 氯化鉀(KCl)	13
7、 多酚類	14
8、 梅納反應產物 (MRPs)	15
第二節 梅納反應生成物及其生理功能	16
第三節 茶葉的成份及其生理功能	18
第三章 研究目的	21
第四章 材料與方法	22
第一節 材料與藥品	22
第二節 儀器設備	23
第三節 藥劑制備	25
第四節 實驗流程	26
第五節 檢測方法	26
第五章 結果與討論	29
第一節 抗氧化效果 - TBARS level 之檢測	29
一、 預煮雞肉隨時間而變化的氧化曲線	

(TBARs level)	29
二、綠茶粉的抗氧效果	32
三、梅納反應生成物(MRPs)的抗氧化效果	34
四、比較紅茶粉和綠茶粉的抗氧化效果	36
1、反應劑量	36
2、反應時間	36
第二節 顏色	39
一、Hunter L、a、b 值之檢測	39
第三節 揮發性成分分析	44
第六章 結論	50
參考文獻	52
附錄	60
縮寫表	71

圖 次

	頁 次
圖一、 Heme iron 催化不飽合脂肪酸氧化作用(Tappel, 1962)	8
圖二、 鐵離子催化不飽合脂肪酸氧化作用(Ingold, 1962)	9
圖三、 油脂氧化作用三階段(Farmer, 1946)	9
圖四 a、 預煮雞皮於 2 儲存的 TBARs 變化曲線	30
圖四 b、 預煮雞腿肉於 2 儲存的 TBARs 變化曲線	31
圖五、 沸水中添加綠茶萃出物，對預煮雞腿肉及雞皮經 2 儲藏 24 小時後 TBARs 的影響	33
圖六、 沸水中添加梅納反應產物，對預煮雞皮經 2 儲藏 24 小時後 TBARs 的影響	35
圖七、 沸水中添加綠茶及紅茶萃出物，對預煮雞腿肉經 2 儲藏 24 小時後 TBARs 的影響	37
圖八、 沸水中添加 500ppm 綠茶及紅茶萃出物，對預煮 雞腿肉經 2 儲藏 5 天內 TBARs 的影響	38
圖九、 Hunter L、 a、 b 色差儀之 L、 a、 b 色度軸	40
圖十、 沸水中添加綠茶及紅茶萃出物，對預煮雞 腿肉 Hunter L 值的影響	41
圖十一、 沸水中添加綠茶及紅茶萃出物，對預煮	

雞腿肉 Hunter a 值的影響	42
圖十二、沸水中添加綠茶及紅茶萃出物，對預煮	
雞腿肉 Hunter b 值的影響	43
圖十三、沸水中添加綠茶及紅茶萃出物的預煮雞	
腿肉與控制組的顏色差異(color index)	45
圖十四、預煮雞腿肉 2 冷藏 4 天後之氣相層析圖	46
圖十五、沸水中添加綠茶萃出物的預煮雞腿肉之氣	
相層析圖	46
圖十六、沸水中添加紅茶萃出物的預煮雞腿肉之氣	
相層析圖	46

表 次

	頁 次
表一、氣相層析質譜儀(GC/MS)所鑑定預煮雞腿肉之 揮發性成份及含量	47

第一章 前言

Warmed-Over Flavor (WOF)為肉品在儲存期間所產生的異味，當肉品加熱後，其產生 WOF 的情形更加明顯(Martin, 1995)。在肉品加工產品方面，如雞塊、貢丸、魚丸等，在其加工製程及儲放過中常因油脂氧化而產生油耗味，影響產品風味及加速產品酸敗為 WOF 的重要形成原因(Sato and Hegarty, 1971)，因而降低了產品的接受性及儲放期限，甚至產生自由基 (free radical) 及酸敗聚合物等不利人體健康之產物。在衣食無缺的今天，由於消費意識抬頭，除了要吃得飽、吃得好之外，更要吃得健康。因此，如何有效降低 WOF 的生成速度成為食品工業界需要解決的問題之一。

梅納反應產物(Tanaka et al., 1988)、紅茶及綠茶(錢 等, 2000; 李 和 余, 1984)具有抗氧化的功能，其製作或取得皆相當容易。而其中的抗氧化有效成份是天然存在於食品內，在日常生活中或多或少都有食用的機會，並不會對人體造成額外的負擔。梅納反應產物除了抗氧化的功能之外，尚有其化的生理功能如：抗突變等(Yen et al., 1991)。而紅茶及綠茶亦有抗癌效果(Stich, 1982)、抑菌作用(林, 1985)、降血壓作用(岩田 等, 1987)、降血膽固醇(竹尾, 1992)及除臭效果(黃, 1994)等生理功能。

本研究目的在探討梅納反應生成物、綠茶及紅茶萃出物抑制預煮

雞肉中 WOF 生成的速度。以期自這三種添加物中尋找最佳之 WOF 抑制條件。

第二章 文獻探討

第一節 Warmed-Over Flavor(WOF)

在食品餐飲服務業中，為能縮短現場製備時並確保飲食安全，往往將肉品事先煮熟，經凍藏或冷藏後備用，此種加工肉品稱之為預煮肉（precooked meat）。然而，預煮肉在經一段貯藏時間後，往往會使肉類食品產生異味（off-flavor），而異於新鮮加熱的肉類食品，這些異味就是 Warmed-Over Flavor。

有關預煮肉的氣味描述包括有油漆味和厚紙板的味道（St. Angelo *et al.*, 1987）以及發霉的味道（Martin, 1995），根據 Dupuy *et al.*(1987)利用氣相層析儀（GC）對這些異味進行定性檢測指出其成分包括：aldehydes、ketones、furans、hydrocarbons、pyrazines 和 heteroaromatics 等揮發性物質。其中變化量最明顯的是 hexanal，在煮後 1 小時就可測到其量的增加，其餘如 propanal、pentanal、nonanal、2,3-octanedione 和 2-pentylfuran 等亦有顯著增加，這些揮發性物質的增加都會影響到肉類的風味品質，所以多年來有許多學者致力於如何預防預煮肉產生 Warmed-over flavor（Tim and Watts, 1958; Sato and Hegarty, 1971;Chen, 1982;Shahidi *et al.*,1986）。

一、WOF 的成因

St. Angelo *et al* (1987) 利用 thiobarbituric-acid-reactive substances (TBARs)的方法來偵測預煮牛肉冷藏於 4 °C 下的氧化程度，發現 1 天後 TBARs 的偵測值增加 4 倍，同時也利用 GC 偵測出 1 天後有大量的揮發性成份生成，其中 hexanal 的含量亦增加 4 倍最明顯，顯示 WOF 的形成與油脂氧化作用有明顯的相關性。其他學者的研究如 Tims and Watts, 1958;Sato and Hegarty, 1971;Gray and Pearson, 1987 等也都指出油脂的氧化作用是導致 WOF 的重要原因。

除了油脂氧化的因素外亦有些學者利用離子樹脂交換層析法(ion-exchange chromatography)、HPLC (high performance liquid chromatography)、TLC(thin-layer chromatography)等分析方法，分離出預煮肉中不同分子量的蛋白質。發現蛋白質的裂解亦是造成風味變化的原因，依不同的生物因子、化學變化及屠宰時的各個時間都會影響到不同 peptide flavor 的生成 (Davis and Anderson, 1984;Goodman and Temussi, 1985)，而這些 peptides、proteins 亦可和醣類一起加熱行梅納反應(Maillard reacton)生成不同的風味，包括好的或不好的味道(Arthur *et al.*,1988)。

二、影響 WOF 的因素：

1、 加熱

根據 Arrheniu's 公式：一般化學反應速率常隨溫度之上升而以每 10 增加 2 倍的等比級數上升($Q_{10}=2$)。油脂的酸敗反應即為一種氧化還原反應，故亦會受到溫度的影響。在 Svingen *et al*(1979)的研究中亦指出酵素之催化亦為影響 WOF 生成的因素之一，而在常溫範圍內酵素之 Q_{10} 又常大於 2，則明顯受到溫度的影響。Zipser(1961)及 Yamauchi(1972)利用預煮雞胸肉在加熱 60-90 的溫度範圍內觀察 WOF 的發展，發現 WOF 隨溫度上昇而明顯增加，但是當溫度超過 100 時，WOF 的發展則顯著延緩。在 Martin(1995)的研究中發現火雞肉、豬肉加熱生成 WOF 的速度也有相同的情形。

2、 氧氣

氧氣的存在與否，影響到氧化作用的速度，若能有效隔絕氧氣，或降低氧的含量，亦能達到抗氧化的效果。Lone *et al*(1994)將預煮火雞肉以調整大氣包裝(modified atmosphere packagene)將包裝內的氧含量調整為 21%、1%及 0.03%，置於 5 冷藏 1-9 天，發現低氧包裝確實能有效降低肉品的氧化程度

指標(TBARs) , 若再配合 200ppm α -tocopherol 或 200ppm ascorbic acid 等抗氧化劑一起使用 , 更有加乘的作用 (synergistic)。

利用湯汁和肉品一起儲存 , 也可作為隔空氣的方法 , Dalhoff and Jul(1965)利用預煮豬肉覆蓋湯汁一起儲存在-18 的條件下 , 可超過 100 個星期 ; 若不與湯汁一起儲存 , 則 22 個星期後 , 其風味已無法被接受。

3、 水活性

水的存在與否會影響到各種生化反應的進行 , 如梅納反應就是在低水活性下 , 使反應加速產生特有的香味物質 (Wolform et al., 1953)。另外在加熱肉類食品時 , 肉品表面的水分漸漸逸失 , 使水活性降低進而影響到肉品本身的酵素作用 (Waks, 1986) , 在低水活性下會加速揮發性物質的生成 (Roozen, 1987)。

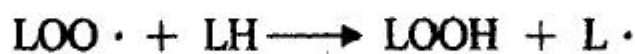
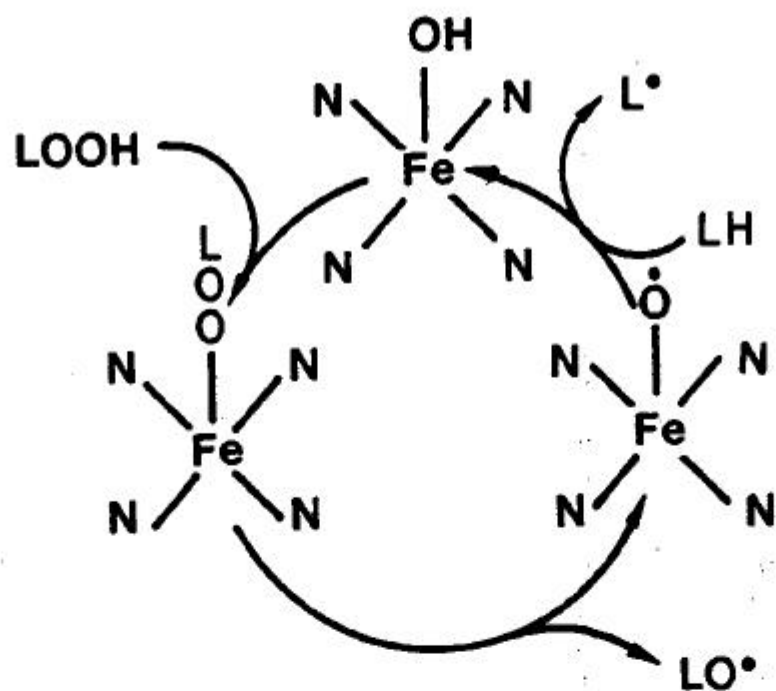
4、 鐵離子

鐵離子存在肌肉中有兩種形態 , 一種是結合態的鐵即血色素鐵(heme iron) ; 另一種是游離態的鐵又稱非血色素鐵 (nonheme iron) , 這兩種形態的鐵都會催化油脂氧化的作用 ,

而造成 WOF 的產生(Love and Pearson, 1974; Igene, 1979; Chen, 1984)。

Heme iron 是一種結合態的鐵，存在於 Myoglobin、Hemoglobin 及 Cytochromes 中，其催化氧化作用的機制如圖（一）所示，先與脂肪酸產生脂肪酸自由基(L·)及含氧脂肪酸自由基(LO·)後，再催化脂肪氧化作用，進而影響肉類食品的風味。Love and Pearson(1974)將牛肉絞肉以 4 去離子水除去所有色素，作為一種模式系統，然後外加氧化肌紅素(Metmyoglobin)於模式系統中，發現每克牛肉中含 1-10mg 氧化肌紅素的濃度就可以影響到肌肉的氧化作用。

Nonheme iron 是一種游離態的鐵，其催化氧化作用的機制如圖（二）所示。Fe²⁺和 Fe³⁺可接連與脂肪酸生成含氧脂肪酸自由基(LO·)和過氧化脂肪酸自由基(LOO·)後，再催化油脂氧化作用。根據 Love and Pearson(1974)的研究利用外加 Fe²⁺於模式系中，發現 Fe²⁺的含量在 1 ppm 以下即可促進氧化速度，可見 Nonheme iron 遠大於 Heme iron 對於 WOF 的影響 而在加熱後會造成氧化作用劇烈反應的原因，依 Igene *et al* (1979)和 Chen *et al* (1984)的解釋是在加熱的過程中破壞了肌肉的組織結構，使 Heme iron 被釋放出變成游離態鐵離



圖一、Heme iron 催化不飽合脂肪酸氧化作用

Fig.1. Mechanism for oxidation of unsaturated fatty acids

catalyzed by heme iron compounds.(Tappel, 1962)



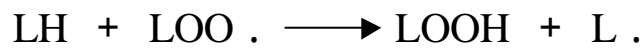
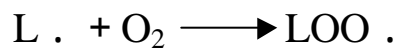
圖二、鐵離子催化不飽和脂肪酸氧化作用

Fig.2. Mechanism for oxidation of unsaturated fatty acids catalyzed by ferrous iron. (Ingold, 1962)

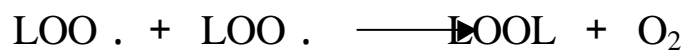
Initiation:



Propagation:



Termination:



圖三、油脂氧化作用三階段

Fig.3. Mechanism of lipid peroxidation consists of three phases. (Farmer, 1946)

子而加速催化氧化作用的進行。

5、 酵素性因子

酵素的活性受溫度的影響，在高溫下酵素會失去活性，但是在生肉中(raw meat)，或加熱不完全的肉品中酵素的作用仍然會影響到肉品的品質。根據 Svingen *et al*(1979)的研究指出，NADH-Cytochrome P-450 reductase 及 Xanthine Oxidase 等氧化酵素會促進肌肉的氧化作用，其機制為 Cytochrome P-450 reductase 催化 NADPH 轉移電子給 Fe^{3+} 形成 Fe^{2+} ；Xanthine Oxidase 亦還原 Fe^{3+} 形成 Fe^{2+} ，再與氧作用形成 Perferryl 或 Ferryl Radicals，然後與不飽和脂肪酸作用啟動了氧化過程(Tien and Aust, 1982; Minotti and Aust, 1987)。

6、 氯化鈉(NaCl)及氯化鎂($MgCl_2$)

食品加工製造過程中，一般皆使用鈉鹽(NaCl)來調味，及延長食物的保存期限。但是研究報告指出，鈉鹽會加速肉類食品中油脂氧化的速度(Watts and Peng, 1947; Zipser *et al.*, 1964; Govindarajan *et al.*, 1977; Rhee and Smith, 1983)。Rhee *et al*(1983b)以含離子強度(ionic strength)0.7及0.35的氯化鈉和氯

化鎂，添加在生鮮豬肉或預煮豬肉中，於 4 或 -20 儲藏，發現其氧化程度指標(TBA value)皆比控制組高。

三、 WOF 的防制對策：

有許多學者，致力於預防預煮肉產生 WOF 的效應，利用不同的添加劑以達到抑制 WOF 的效果，而這些效果分述如下：

1、 亞硝酸鹽(Nitrite):

亞硝酸鹽被應用添加於香腸、火腿中可有效抑制肉毒桿菌的生長，並且有特殊風味和保色的功能，其抗氧化的機制為 nitrite 和 heme pigments 可形成穩定化合物，抑制鐵離子 (nonheme iron) 的釋放(Sato and Hegarty, 1971)；而 nitrite 和 myoglobin 反應生成 nitrite oxide myoglobin 的化合物具有抗氧化的能力(Kanner *et al.*, 1980)；同時 nitrite 亦可與多種金屬離子形成螯合物，降低金屬離子催化油脂氧化作用(McDonald and Hultin, 1980)。根據 Sato and Hegarty (1971) 的研究指出外加 2000ppm nitrite 可完全消除肉品 Warmed-over flavor 的產生。Fooladi (1977) 的研究也證明 156ppm 的 nitrite 可降低雞肉二倍的氧化速率及降低豬肉五倍的氧化速率達到抑制 WOF 的效果。

2、 EDTA:

金屬離子接觸到不飽和脂肪酸會形成含氧自由基(LO·)及過氧化自由基(LOO·)等自由基如圖(二)所示，而催化脂質氧化速度。 Phosphate 和 EDTA 具有螯合金屬離子的功能(Gray and Pearson, 1987)，使金屬離子不與脂肪酸接觸，而達到抗氧化的效果。 St. Angelo *et al*(1987)發現於預煮牛肉中外加 5000ppmEDTA 可以降低牛肉 76%的 TBARs 測值，以及完全抑制 hexanal 的生成，其他學者也有提出類似的報告說明 EDTA 對肉品中 WOF 的生成有很好的抑制能力 (Lehmann and Watts, 1951;Shahidi *et al.*, 1986; Gray and Pearson, 1987)。

3、 抗壞血酸(ascorbic acid):

抗壞血酸即 vitamin C，是一種水溶性維生素，具有清除氧的功能(oxygen scavenger)，抗壞血酸本身容易氧化，而減少氧的存在，達到抑制氧化作用的效果。依據 St. Angelo *et al*(1987)的研究指出 5000ppm 的 ascorbic acid 對 WOF 有強的抑制效應但是 Kanner (1986)的研究卻指出 Ascorbic acid 雖有抗氧化劑的功效，但在一定濃度下經過 redox cycling of iron 則又扮演著促氧化劑的角色。

4、 Phosphates 和 Ascorbic acid:

Phosphates 具有螯合劑(chelator)的功能，ascorbic acid 則具有抗氧化劑(antioxidants)的功能。Shahidi *et al*(1986)的研究中同時結合螯合劑和抗氧化劑一起控制預煮肉的油脂氧化，以 3000ppm Sodium tripoly-phosphate 和 550ppm Sodium ascorbate 添加於預煮豬肉中，於 4 儲藏，能有效的減緩 TBA value 達 35 天。兩者配合使用的結果具有加乘的效果(synergistic effect)即同時螯合了金屬離子和具備抗氧化功能，而延緩 WOF 的發展 (Chang and Watts, 1949;Tims and Watts, 1958; Sato and Hegarty, 1971)。

5、生育醇 (-tocopherol) :

-tocopherol 即 vitamin E 是一種脂溶性維生素，可提供一個氫離子給自由基(free-radical)，抑制自由基催化氧化作用的連鎖反應，而達到抗氧化的效果(Hinojosa and Jacks, 1986)。Schenkman and Cinti(1978) 發現飼料中添加 -tocopherol 可以降低雞肉屠宰後生成 WOF 的現象。Lone *et al*(1994)添加 200ppm -tocopherol 於火雞肉中，經 5 冷藏 1-9 天，檢測 TBARs level 發現比控制組降低 57-76%，若同時配合 200ppm ascorbate 一起使用，則具有加乘的效果。

6、氯化鉀(KCl) :

食品加工製造過程中，一般皆使用鈉鹽(NaCl)來調味，及延長食物的保存期限，但是研究報告指出，鈉鹽會加速肉類食品中，油脂氧化的速度(Watts and Peng, 1947; Zipser *et al.*, 1964; Govindarajan *et al.*, 1977; Rhee and Smith, 1983)。鉀鹽(KCl)因具有苦味，所以使用的頻率較少，一般都是限鈉飲食的病患（如：心臟病、腎臟病）使用頻率較高。Watts and Peng (1947)添加 1.94% KCl 於豬絞肉中和控制組比較，並不增加氧化的速度。若添加 5.1% KCl 於豬絞肉中，氧化的速度可低於控制組(Rhee *et al.*, 1983b)。所以肉品的加工過程可以考慮以鉀鹽取代部分鈉鹽的使用，以降低鈉鹽催化油脂氧化的現象，但是鉀鹽有苦味，所以使用量最好不要超過 0.5% (Hand *et al.*, 1982)。然而，造成鈉鹽有促氧化的現象，而鉀鹽有抗氧化效果的機制目前仍不十分清楚。

7、多酚類：

Flavones and Flavonoids 等多酚類因分子結構的關係，具有清除自由基的功能 (free-radical scavengers)，使得具有抗氧化劑的能力 (Mehta and Seshadri, 1959)。Watt (1961)將蔬菜（芹菜、菜頭、胡蘿蔔、薄荷、甜菜莖和洋菇等）以熱水萃出的方式，添加於肉類食品，發現也能有效的降低預煮肉的油脂氧化

現象。Watt(1961)並指出多酚類抗氧化劑(Phenolic antioxidants)對完整肉塊的抑制 WOF 效果較差，對連續性或乳化性肉如香腸、火腿等有較好的抑制效力。錢 等(2000)在貢丸、香腸、水餃等加工製程中添加 500ppm-1000ppm 兒茶素，發現可顯著降低脂質氧化之 POV(peroxide value)值。如添加 500ppm 的貢丸可降低 40%，凍藏 6 個月後亦可降低 POV 值 26%，經感官品評發現貢丸的油耗味 (rancidity) 明顯降低，肉腥味也減少，整體的風味及接受性更佳。

8、梅納反應產物 (MRPs)

梅納反應 (Maillard reaction) 又稱羰-胺 (carbonyl-amine) 反應，為食品常見的非酵素性褐變反應。此反應為麵包製作 (Folkes *et al.*, 1981)、巧克力工業 (Reymond & Rostagno, 1978)、咖啡烘焙工業 (Tressl *et al.*, 1981) 和其他食品加工上，不可或缺的重要反應。梅納反應產物具有抗氧化的特性 (Lingert *et al.*, 1979; Tanaka *et al.*, 1988; Alaiz *et al.*, 1996)，可以有效抑制因氧氣 (Lingert and Eriksson, 1983) 及金屬離子催化 (Yamagushi *et al.*, 1981) 油脂過氧化反應，同時亦具有清除過氧化自由基之特性 (Tubaro *et al.*, 1996)。根據 Bailey(1987)的研究指出，梅納反應生成物中的類黑色素(melanoidins)及其前驅

物 (precursors) 具有強的抗氧化效果。Bedinghaus & Ockerman(1995), 利用 xylose 分別與 lysine 及 tryptophan 反應及 dihydroxyacetone 分別與 histidine 及 tryptophan(0.2M / 0.2M) 反應衍生之 MRPs, 以 3%(v/w)之比例加入預煮豬絞肉中, 發現能有效預防儲存期間脂質之氧化。

在這些添加劑中雖然大部份都有不錯的抑制 WOF 效果, 但是尚有其負面的影響, 有些會對身體造成影響, 需限制其用量或不得添加於食品中如: Nitrite、EDTA 等; 有些則因價錢太昂貴, 不符合經濟效益如: Ascorbic acid、 α -tocopherol 等; 有些則因本身的味道影響到肉品的風味如: KCl。所以 WOF 抑制劑的安全性應為加工使用考慮的要件, 最好是天然產生對人體無負面影響, 且容易取得或製作簡單以符合經濟效益。本研究所要探討的紅茶、綠茶及梅納反應產物 (MRPs), 正是符合以上的條件, 且尚有其他對人體有益的生理功能, 這些生理功能將在下一節中探討。

第二節 梅納反應產物及其生理功能

梅納反應是由還原醣與蛋白質或胺基酸在低水活性狀況下發生的一連續性反應, 於1912年法國學者Louis-Camille Maillard所發現, 因而得名。在許多含醣類及胺基酸之食品 (例: 咖啡、

麵包和牛奶等), 經由熱反應所產生之梅納反應產物 (MRPs) 是天然存在於食品中的 (Chang *et al.*, 1997), 這些 MRPs 除了會影響食品之色澤、香味和營養價值 (deMan,1990), 還具有螯合金屬離子及抗氧化之特性 (Rendleman,1987; Kitts *et al.*,1993; Bedinghaus and Ockerman, 1995) 和抗突變性 (Yen *et al.*,1991), 但是在加工的過程中經高溫處理後常伴隨許多致突變物質之產生 (Nagao *et al.*,1983)。

梅納反應產物具有抗氧化之特性已被許多學者證實 (Griffith and Johnson, 1957; Lingert *et al.*, 1979; Tanaka *et al.*, 1988; Alaiz *et al.*, 1996)。其中 thiazole、oxazole 及 dimethylhydroxyfurfural(DMHF) 已被證實具有抗氧化作用 (Eiserich *et al.*, 1992), 其抗氧化機制是因為具有共振結構, 可中和掉外來之自由基 (free radicals), 因而減少自由基之毒性 (Dogan *et al.*, 1990), Rendleman(1987)指出梅納反應所生成的類黑色素具有螯合過渡金屬的能力, 而這種螯合能力受到反應物質種類的影響。Wijewickreme(1997)指出模式系統葡萄糖與離胺酸產生之梅納反應產物, 對銅離子具有較高之親合力且有較強之抗氧化能力。

食品的加工制程中有許多利用 MRPs 以抑制油脂氧化的實例, 像在製作奶油餅乾中加入葡萄糖及離胺酸 (Bressa *et al.*,

1996) 絞碎的牛肉中加入白蛋白與葡萄糖 (Smith *et al.*, 1995) 及花生油中的蔗糖與胺基酸 (Chiou, 1992) 形成之 MRP_s , 均可有效預防加工及儲存過程中脂質氧化及減低劣味產生之情形。

第三節 茶葉的成份及其生理功能

茶葉的成份包括多元酚類化合物、蛋白質與游離胺基酸、碳水化合物、植物鹼、色素成份、脂肪酸、礦物質及揮發性香味成份 (尤, 1992) , 其生理功能分述如下 :

1、 抗氧化作用

李 和 余(1984)指出綠茶的乙醇及丙酮萃出物對花生油、玉米油 大豆油 棕櫚油及豬油等皆有良好的抗氧化性。而松崎 和 原(1985)從綠茶中抽出粗兒茶素類化合物並分離出四種主要的兒茶素類化合物 : EGCG (epigallocatechin gallate)、EGC (epigallocatechin)、 ECG (epicatechin gallate)及 EC (epicatechin) , 並測定兒茶素在豬油中的抗氧化性。結果發現個別兒茶素的抗氧化活性順序為 : EC < ECG < EGC < EGCG , 而且這些兒茶素均較 BHA(butylated hydroxyanisole)或生育醇 (α -tocopherol) 有較強的抗氧化活性。同時也發現兒茶素類和 tocopherol, ascorbic acid、有機酸 (citric acid、 malic acid、 tartaric acid) 一起添加具

有加乘效果(synergistic effect)。

2、 抗癌作用

Stich *et al*(1982)利用茶葉萃出物証實可以降低亞硝酸基化合物之致癌性。後來 Kada *et al*(1985)從多種植物中篩選天然的生物抗致突變物(bioantimutagens) , 結果發現綠茶具有最高的生物抗致突變活性。原 等 (1989) 亦以動物實驗証明 , 兒茶素可以抑制癌細胞的生長。另外亦有學者指出 , 兒茶素可抑制各種皮膚癌細胞的生長 (Wang *et al.*, 1989; Huang *et al.*, 1992; Wang *et al.*, 1992)。

3、 其他的生理功能

茶葉除了抗氧化性和抗癌作用外尚有抑制血膽固醇上昇 (竹尾, 1992)、 降血壓作用 (岩田 等, 1987; 原 和 外岡, 1990)、 抑菌作用 (林, 1985; Toda *et al.*, 1989; Ahn *et al.*, 1991)、 預防齲齒作用 (Hamada and Slade, 1980; Sakanaka *et al.*,1990) 等。此外 , Shahadi *et al* (1987)利用多酚類抗氧化劑 (phenolic antioxidants)、 Sodium ascorbate 及 tripolyphosphate (TPP)添加於預煮豬肉中 , 預防其 WOF 的產生 , 並作官能品評試驗 , 發現官能品評員(sensory panelists)普遍比較喜歡以多元酚類抗氧化劑處理的預煮豬肉。而在茶葉的成份中 , 多元酚類化合物

(flavanols、flavonols、leucoanthocyanins、phenolic、depsides)
約佔可溶性固形物之 40%-60%(吳 等,1975), 其中最多的多元
酚類成份是兒茶素類, 約佔總多元酚類含量的 75-80%(甘,1985)
是茶湯水色及香氣的重要來源。近年來, 茶飲料無論在日本或
台灣其市場佔有率極高, 展望未來, 以兒茶素之抗氧化性及生
理活性等方面之之應用與發展, 將是潛力極大而待開發的市
場, 所以本研究以茶葉為主題, 評估紅茶及綠茶對是否能有效
的抑制預煮雞肉 WOF 之產生。

第三章 研究目的

關於 Warmed-Over Flavor 的研究相當多，已知的研究多以一些抗氧化劑(α -tocopherol、ascorbic acid、BHA、BHT)或螯合劑(EDTA、phosphate)來抑制或減緩 WOF 的形成。但是在烹煮的過程中，適當的氧化是產香的重要機制，因此抗氧化劑的使用必須適量，使其具有部份抗氧化活性且又可表現香味(錢 等, 2000)。有關預防 WOF 生成這一類的報告仍陸續不斷的發表。

雖然這些添加劑都有不錯的抑制效果，但是仍應考慮到這些添加劑及有效劑量添加於肉類食品的適當性如：對人體是否有危害？是否符合經濟效益？添加後是否影響肉類其他品質？是否有其他生理功能？

梅納反應生成物(MRPs)、紅茶及綠茶是天然的抗氧化劑，製作或取得皆相當容易，並且本身是食品，所以降低了可能對人體造成危害的因子。除此之外亦有許多研究指出紅茶和綠茶具有抗癌及降低心血管疾病的效果，若能有效抑制 WOF，將是一種良好的添加劑。本研究目的是在評估梅納反應生成物(MRPs)、紅茶及綠茶是否對 WOF 有抑制效應？效果如何？並由其中找出一種最佳的 WOF 抑制劑來抑制或延緩 WOF 的發展，並期望能以最少的劑量達到最適宜的抑制效果，避免所添加的物質影響到肉品本身的風味。

第四章 材料與方法

第一節 材料與藥品

一、 材料

- 1、 雞腿肉：將雞腿去骨、去皮，購自傳統市場。
- 2、 雞皮：取自雞脖子之真皮部份，購自傳統市場。

二、 試劑

- 1、 D-(+)-Glucose：Sigma，美國，G-5767
- 2、 L-lysine：Sigma，美國，L-5501
- 3、 TBA：Sigma，美國，T-5500
- 4、 Acetic acid：Wako，日本，試藥特級 017-00256
- 5、 Methanol:：Wako，日本，試藥特級 131-01826
- 6、 Chloroform：島久藥品株式會社，日本
- 7、 Pentane：Fluka，瑞士，chemika 76871
- 8、 Diethyl ether：Fluka，瑞士，chemika 31690
- 9、 Sodium sulfate anhydrous(Na_2SO_4)：Hanawa，日本，190-03685
- 10、 Pentadecane：Merck，德國，Art. 820953
- 11、 濾紙：90mm

第二節 儀器設備

- 一、 破碎機 (Blender) : Osterizer , 台灣

- 二、 分光光度計 (Spectrophotometer) :
Spectrophotometer U-1100, Hitachi ,Japan.

- 三、 色差儀 (Colormeter) :
Spectrophotometer U-3000, Hitachi ,Japan.

- 四、 油浴鍋 :
model OB-6p , Channel , 台灣

- 五、 冷凝機 (Water bath) :
model 631D , Hotech , 台灣

- 六、 揮發性物質萃取裝置 :
Likens-Nickerson apparatus

- 七、 濃縮裝置 :
Vigreux column 蒸餾系統 , 以 40 °C 水浴恆溫蒸餾。

八、 氣相層析 / 質譜儀 (GC/MS):

1、 氣相層析儀(GC):採用美國 Perkin Elmer 公司之 Autosystem GC

- (1) Column : 30m × 0.25mm fused silica capillary column
- (2) Stationary phase : carbowax-20M, film thickness 為 0.25 μ m
- (3) Mobile phase : Helium
- (4) Injector : 250
- (5) Detector temperature : 150
- (6) Oven temperature :
Initial temperature : 50 for 10 minutes
End temperature : 200 for 30 minutes
Rate : 2 / min
- (7) Dilament delay : 150 sec
- (8) Detector : 火焰離子化檢測器 (FID)
- (9) Pressure : 7.0psi
- (10) Recorder(積分儀) : PENELSON Model 1020

2、 層析儀(MS):採自美國 Perkin Elmer 公司之 Q-Mass 910 Mass spectrometer.

- (1) Ion source temperature : 150
- (2) Ion voltage : 70eV

第三節 藥劑製備

一、 Maillard Reaction Products 之製備：

取 1M glucose 加入 1M lysine (1:1 v/v)混合溶液 100ml，分別置於 100 油浴鍋加熱處理 12 小時、24 小時、48 小時，得到 12hrs-MRPs、24hrs-MRPs、48hrs-MRPs 三種 Maillard Reaction Products，置於-18 冷凍庫中備用。

二、 綠茶粉之製備：食品工業研究所 陳清泉 研究員提供

將綠茶行逆向萃取，得高濃度（25 ° Brix）之綠茶萃出液，經過純化處理，去除茶湯中的蛋白質、果膠等成份，提高茶萃出液中兒茶素之純度後，以噴霧乾燥機製成粉末狀之綠茶粉。

三、 紅茶粉之製備：食品工業研究所 陳清泉 研究員提供

將紅茶行逆向萃取，得高濃度（15 ° Brix）之紅茶萃出液，經過純化處理，去除茶湯中的蛋白質、果膠等成份，提高茶萃出液中兒茶素之純度後，以噴霧乾燥機製成粉末狀之紅茶粉。

四、 TBA 試藥之製備：

取 0.67g TBA 加入適量去離子水置於 40 熱水浴待溶解後以去離子水定量至 100ml，再加入 100ml 冰醋酸，此 TBA 試藥需於使用時才配製，不可久置。

第四節 實驗流程

稱 350g 雞腿肉去骨、去皮並切成塊狀約 10g，以 1000ml 沸水加熱 5 分鐘後瀝乾，再以冰塊冷卻至室溫然後置於 2℃ 冷藏，於各個時間點檢測 TBARs 值、顏色分析、揮發性成份分析。

第五節 檢測方法

一、 TBARs 之檢測：

1、 雞腿肉之 TBARs 檢測

取 50g 雞腿肉加 100ml 溶劑 (chloroform : methanol =2:1 v/v) 萃取，均質 3min 後抽氣過濾，將萃取液以溶劑定量 100ml，取上層液 10ml 移入分液漏斗加 20ml TBA 試藥激烈震盪 2min 後以沸水浴加熱 30min，離心 2500rpm 10min，取上清液測 530 nm 吸光值。

TBARs 值 = 吸光值 X100

2、雞皮之 TBARs 檢測

取 50g 雞皮加 90ml 溶劑 (chloroform : methanol =2:1 v/v) 萃取，均質 3min 後抽氣過濾，將萃取液以溶劑定量 100ml，取上層液 5ml 移入分液漏斗加 20ml TBA 試藥激烈震盪 2min 後以沸水浴加熱 30min，離心 2500rpm 10min，取上清液測 530 nm 吸光值。

$$\text{TBARs 值} = \text{吸光值} \times 100$$

二、顏色之檢測：

經由不同方式處理後的樣品以色差儀 U-3000 在鎢絲燈下採反射式光線分析樣品顏色，結果以 Hunter L、a、b 值表示，以及顏色指標值 color index 如公式(1)，評估與控制組之顏色差異。

$$\text{color index} = [(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2]^{1/2} \dots\dots\dots \text{公式(1)}$$

三、揮發性成分的萃取與分析方法：

將雞腿肉置入三口瓶並加入 1 ppm pentadecane 作為內在標準 (Internal standard)，以 LN 裝置 (Likens-Nickerson Apparatus) 利用蒸氣剝離法 (steam stripping) 萃取 1 小時，萃取溶劑為 pentane-ether(1:1 v/v) 混合溶液。將萃取後的萃取液添加無水硫酸鈉至硫酸鈉結晶成流動狀態後，放置隔夜，再以 90mm 濾紙過濾後，萃取液於分子蒸餾器 (vigreux column) 以 40℃ 水浴濃縮至大約 1ml，再以微量注射

器吸取，裝置單封口毛細管中於 35 下加熱，濃縮至體積不再有明顯變為止。檢測時，取 0.2 μ l 的樣品注射至氣相層析質譜儀（GC-MS）中進行揮發性成分分析。

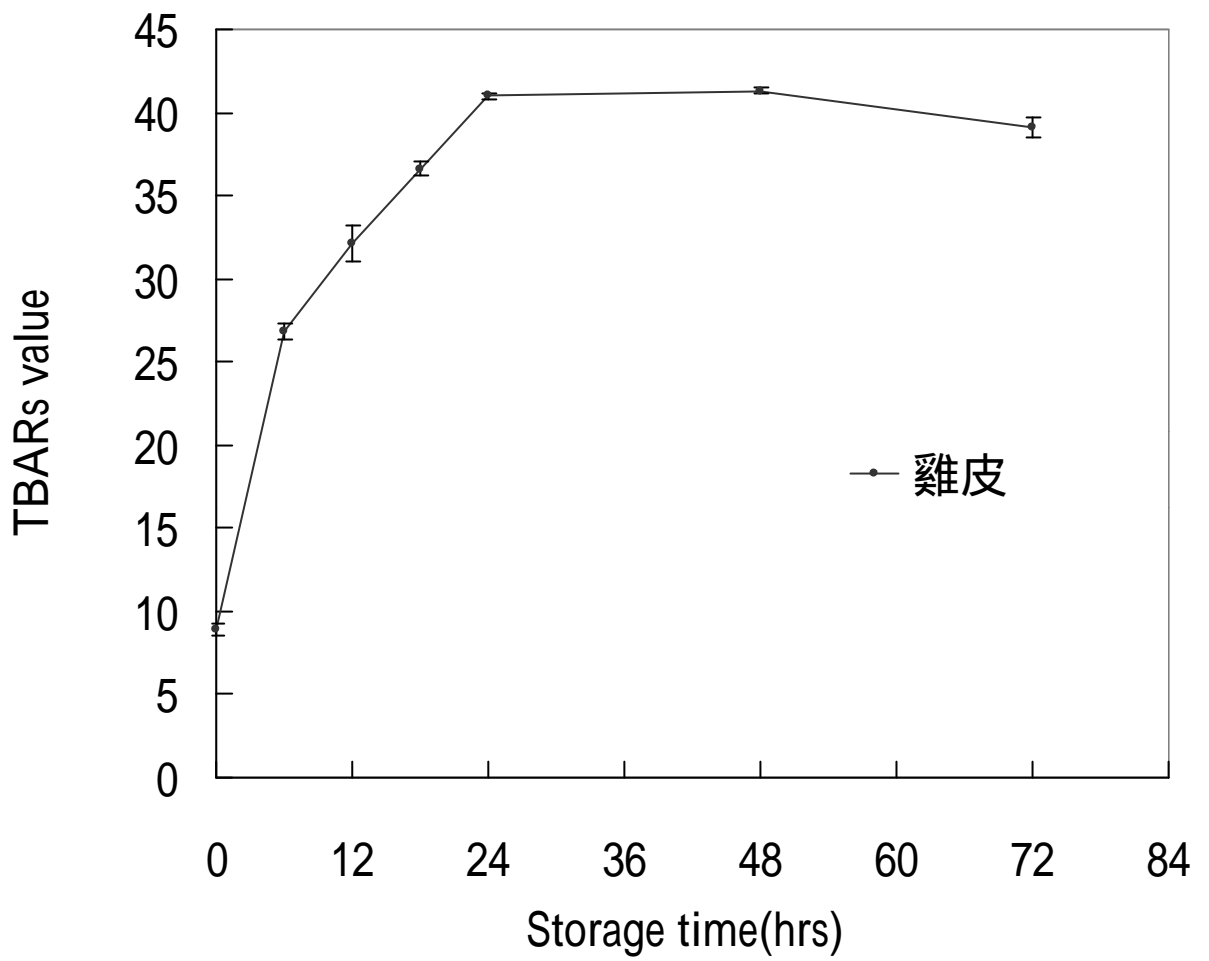
第五章 結果與討論

第一節 抗氧化效果 - TBARs level 之檢測

Thiobarbituric acid 價(TBA value)是脂質酸敗生成物(malonaldehyde)與 thiobarbituric acid (TBA)作用時，生成紅色色素，可應用於比色定量，測定各種食品的酸敗程度。但是其他結構和 malonaldehyde 相似的化合物亦會和 TBA 反應生成紅色色素，所以此反應又可稱為 thiobarbituric-acid-reactive substances (TBARs)，為一般學者的研究中檢測 WOF 生成的方法(Pearson and Gray, 1983; Lone, 1994; Martin, 1995)，以下為利用 TBARs 方法，檢定預煮雞肉的氧化程度，並評估其抗氧化的效果。

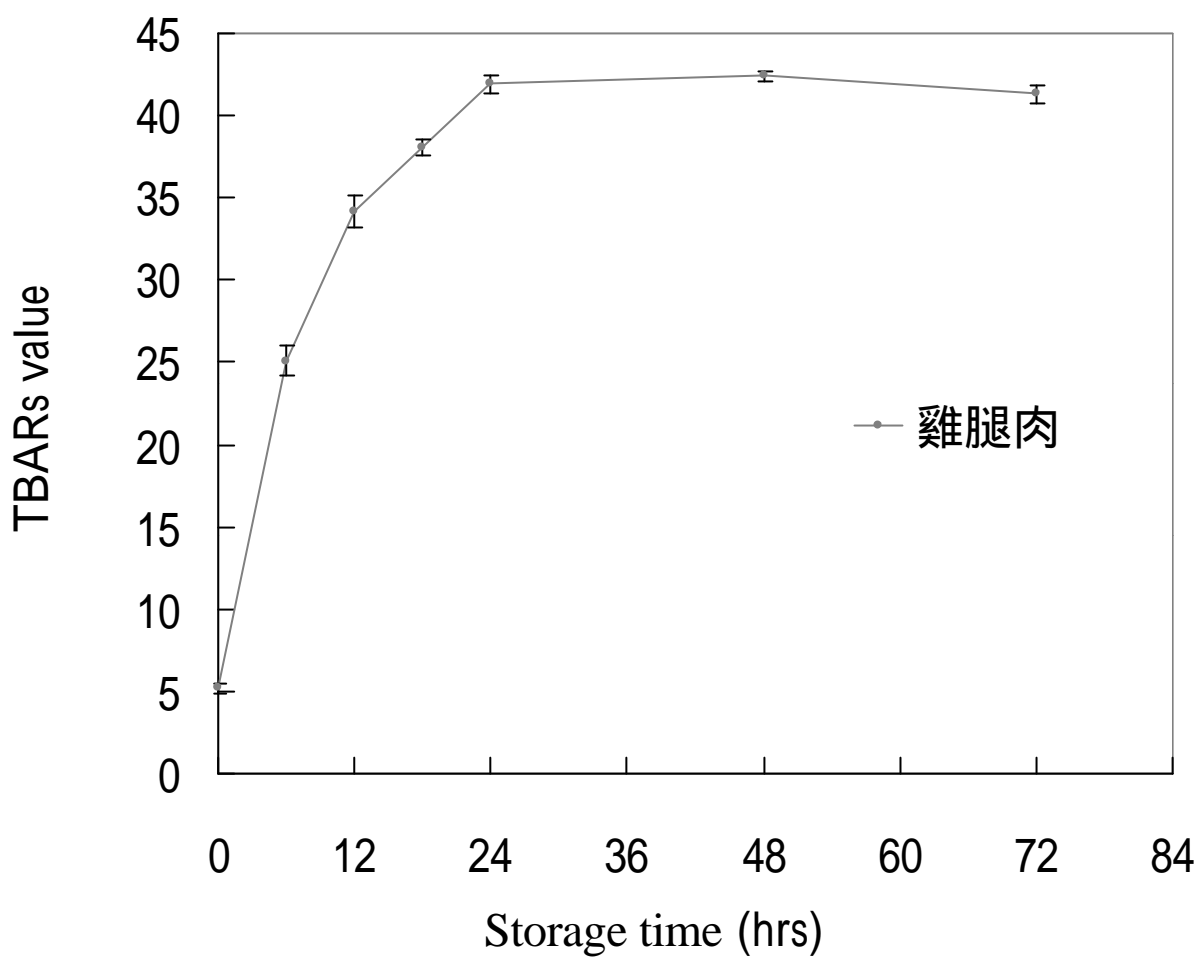
一、預煮雞皮和預煮雞腿肉隨時間而變化的氧化曲線(TBARs level)

預煮雞皮和預煮雞腿肉於 2 儲藏，檢測 0-72 小時期間 TBARs level 的變化，結果由圖(四 a)及圖(四 b)中可知：雞皮及雞腿肉經由水煮加熱後氧化作用加速反應，於 0-6 小時反應最劇烈，於 24 小時 TBARs 值達到最高值 根據 Tim and Watts(1958)的研究，氧化作用是造成 WOF 的重要成因之一，而 Pearson and Gray(1983)也提出利用 TBARs 可作為偵測 WOF 形成的指標。



圖四 a、預煮雞皮於 2 儲存的 TBARS 變化曲線

Fig.4a. The TBARS value of the precooked chicken skin, storage at 2 after cooking.



圖四 b、預煮雞腿肉於 2 °C 儲存的 TBARS 變化曲線

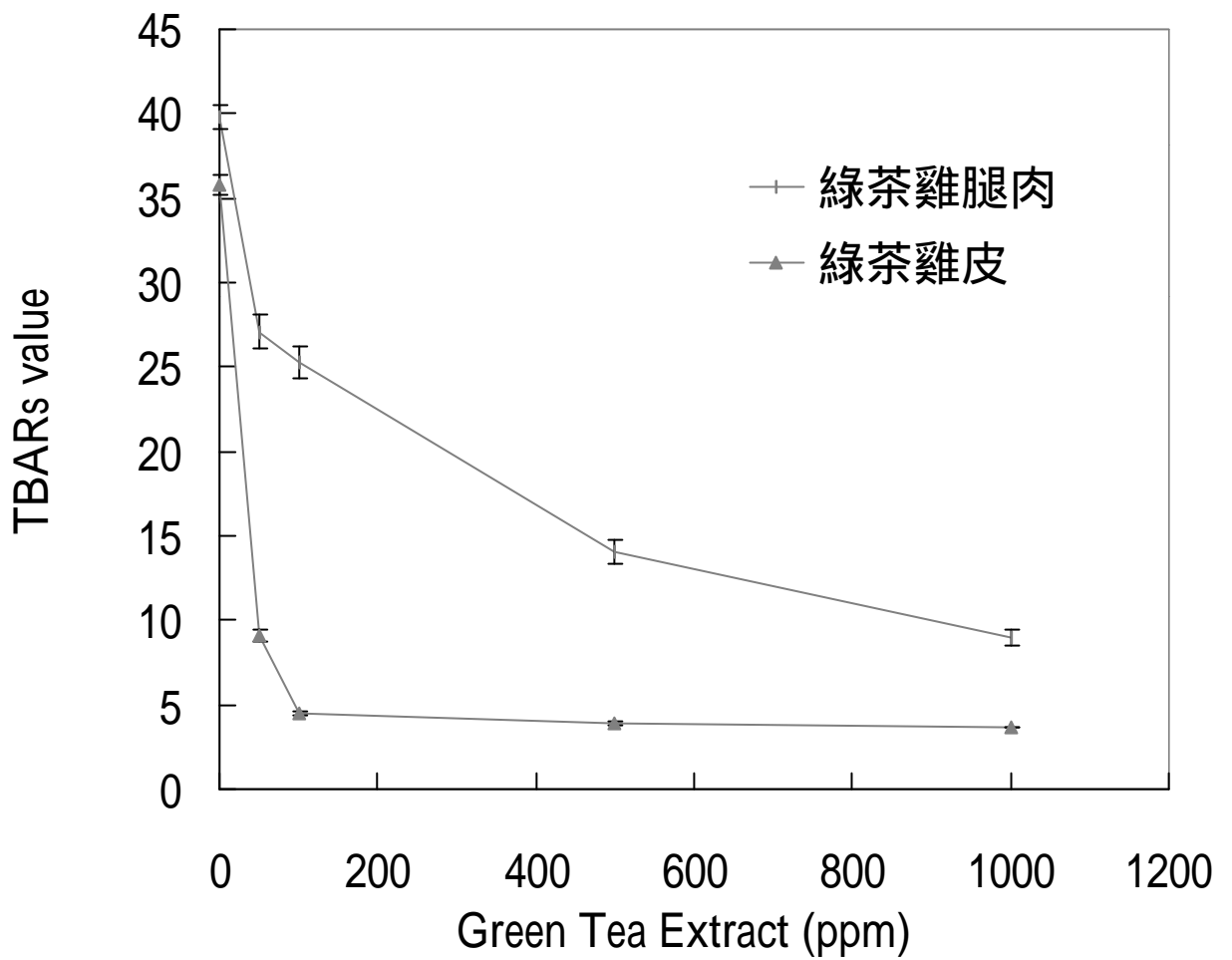
Fig.4b. The TBARS value of the precooked chicken leg , storage at 2 °C after cooking.

並於其研究中指出：烹煮過的肉會迅速氧化與生肉有明顯差異。根據 Chen *et al* (1984)的解釋，造成這個現象的原因是在烹煮的過程中使肌肉組織中的 heme iron 轉變成 nonheme iron 而迅速催化了油脂氧化作用，促進 WOF 的形成。

二、綠茶粉的抗氧化效果

預煮雞皮及預煮雞腿肉添加 0-1000ppm 綠茶粉一起水煮加熱後，置於 2 的條件下冷藏 24 小時後檢測 TBARs value，結果如圖(五)所示。預煮雞皮添加 50ppm 綠茶粉幾乎可以完全有效抑制氧化作用，和控制組比較，降低 TBARs 達 99%。若添加 100ppm 綠茶粉其氧化程度甚至與未加熱雞皮相當。然而，預煮雞腿肉添加綠茶粉 500ppm 以上才有明顯抑制氧化作用的效果約降低 74% 的 TBARs 值；添加 1000ppm 綠茶粉約降低 88% 的 TBARs 值，仍無法完全抑制氧化作用。由圖(五)可看出預煮雞腿肉所需的抗氧化有效劑量明顯比預煮雞皮大。由於雞皮的油脂含量較高，但是氧化條件比較單純，而雞腿肉的油脂含量雖然少，但是卻含有許多的促氧化因子存在，所以雞腿肉所需的抗氧化有效劑較高。

根據 Ho (1992)的研究指出綠茶具有抗氧化及抑制脂質氧



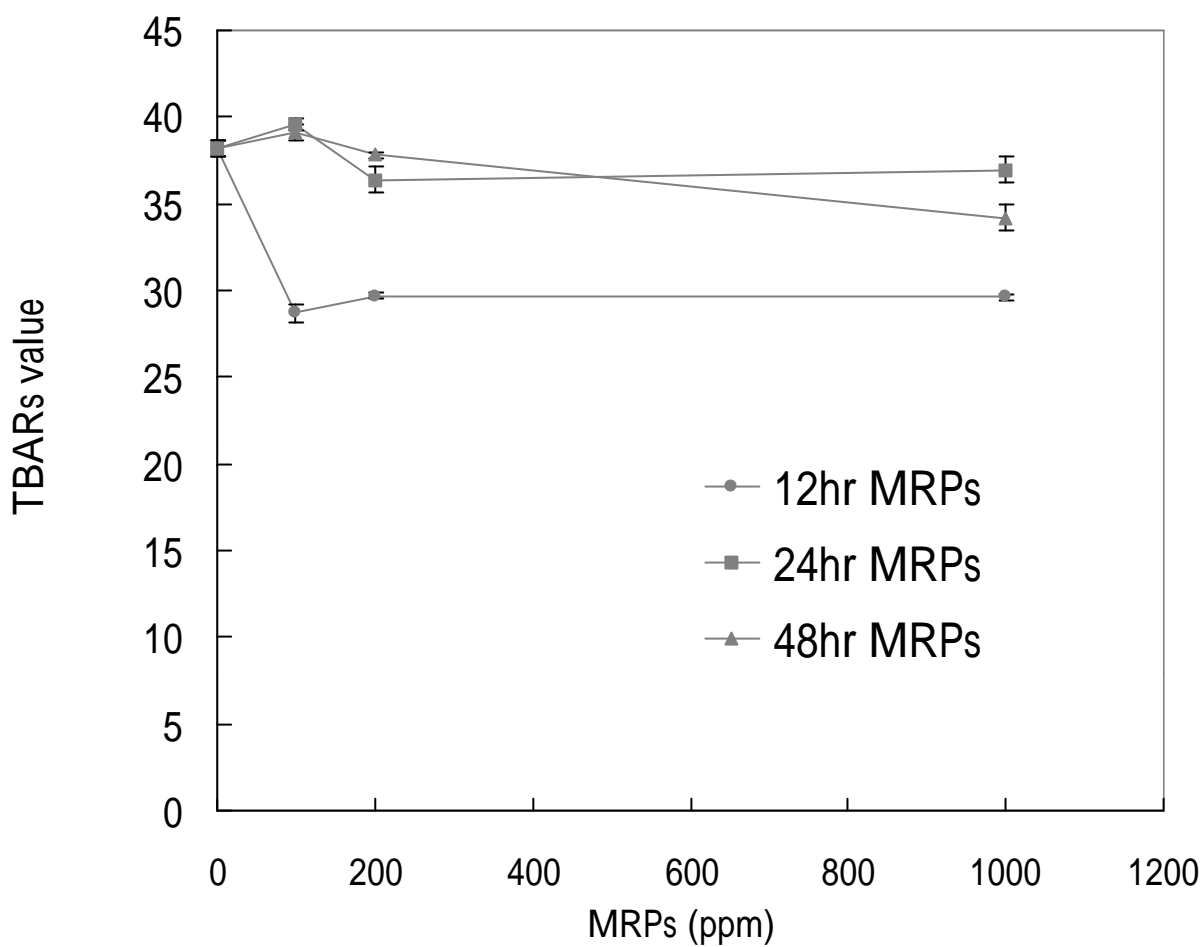
圖五、沸水中添加綠茶萃出物，對預煮雞腿肉及雞皮經 2 儲
藏 24 小時後 TBARs 的影響。

Fig.5. Effect of green tea extract on the TBARs value of precooked chicken leg and chicken skin, storage at 2 for 24 hrs after cooking.

化酵素 (lipoxygenase) 活性的特性 , Miura(1995)的研究指出綠茶中含有大量的 catechins 成分具有螯合金屬離子的功能 , 可抑制 LDL 的氧化作用 , 降低心血管疾病的生成 , 所以綠茶除了有抗氧化的作用外尚其他的生理功能 , 是一種相當理想的 WOF 抑制劑。

三、梅納反應生成(MRPs)的抗氧化效果

預煮雞皮及預煮雞腿肉添加 0-1000ppm 的三種梅納反應生成物 , 於 2 冷藏 , 檢測 24 小時後氧化指數(TBARs level)。結果由圖(六)可看出 , 12hrs MRPs 對預煮雞皮有較明顯的抗氧化效果比控制組降低 27% 的 TBARs 值 , 但是效果並不理想且不及綠茶粉有效。而在雞腿肉中 , 梅納反應生成物則無明顯的抗氧化效果。梅納反應生成物的化合物成分複雜 , 雖然 thiazole、oxazole 及 dimethyl-hydroxy-furfural (DMHF)等成分已被証實具有抗氧化作用(Eiserich *et al.*, 1992) , 但是本研究目的是要找出一種天然存在 , 或是製作簡單以符合經濟效益 , 而且對人體無害 , 最好尚有其他生理功能的 WOF 抑制劑為原則。然而 , 本實驗所製作的梅納反應生成物 , 並無顯著抗氧化的效應 , 若要將其中 thiazole、oxazole 及 dimethylhydroxyfurfural (DMHF)等有效成份萃出 , 則花費必定龐大 , 而且這些成份添



圖六、沸水中添加梅納反應產物，對預煮雞皮經 2 儲藏 24 小時後 TBARs 的影響..

Fig.6. Effect of Maillard reaction products on the TBARs value of precooked chicken skin, storage at 2 for 24 hrs after cooking.

加於食品的可行性及許可劑量，更是一個有待克服的問題。

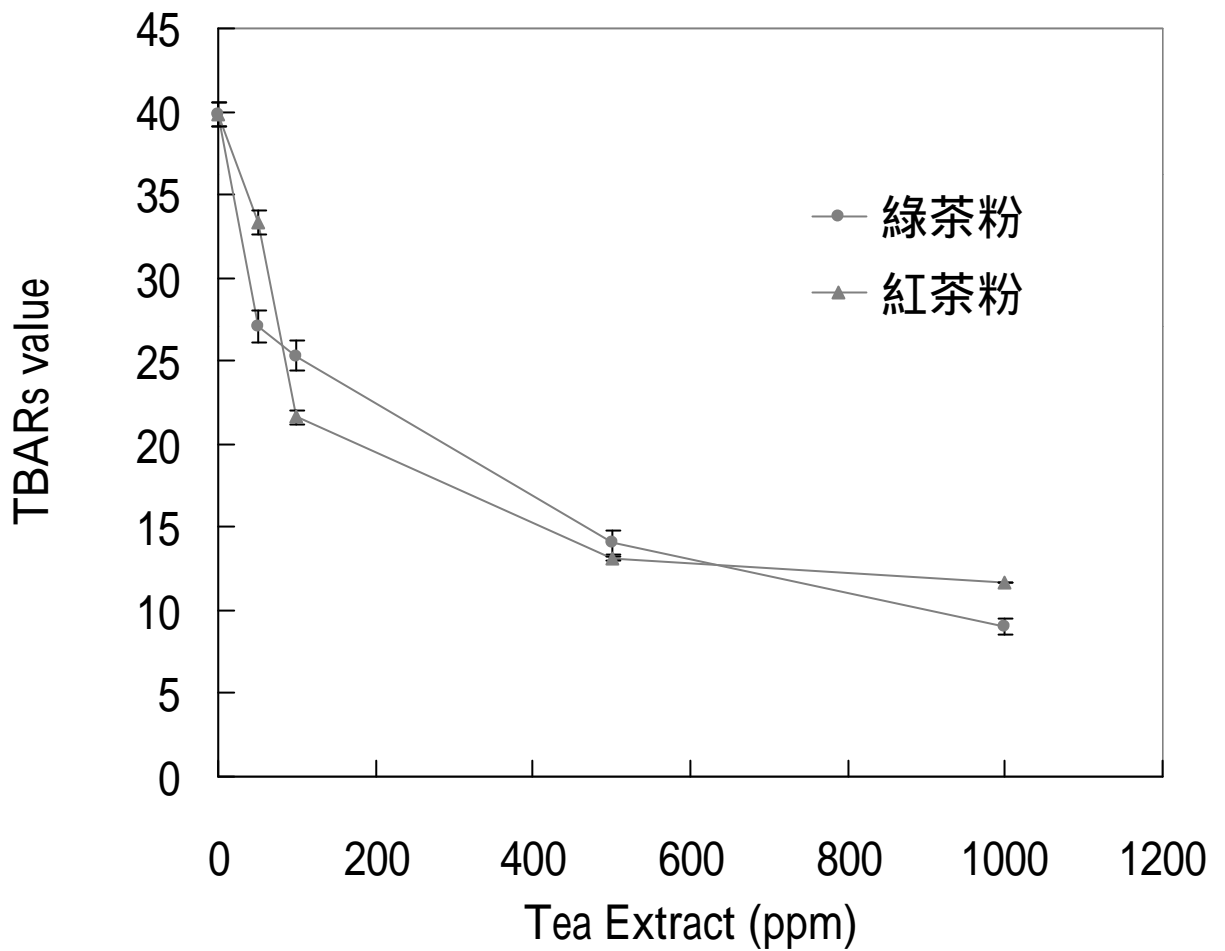
四、比較紅茶粉及綠茶粉的抗氧化效果

1、反應劑量

各別添加 0-1000ppm 的紅茶粉及綠茶粉與雞腿肉一起水煮加熱，並於 2℃ 冷藏，檢測 24 小時後的 TBARs level 變化，由圖(七)可看出兩組具有相似的氧化曲線，500ppm - 1000ppm 有比較明顯抗氧化效果，約降低 74-88% 的 TBARs 值。又因為 500ppm - 1000ppm 的抗氧化效果相差不多，則以較低劑量 500ppm 為較理想的添加劑量，避免所添加的物質影響到肉品的風味。

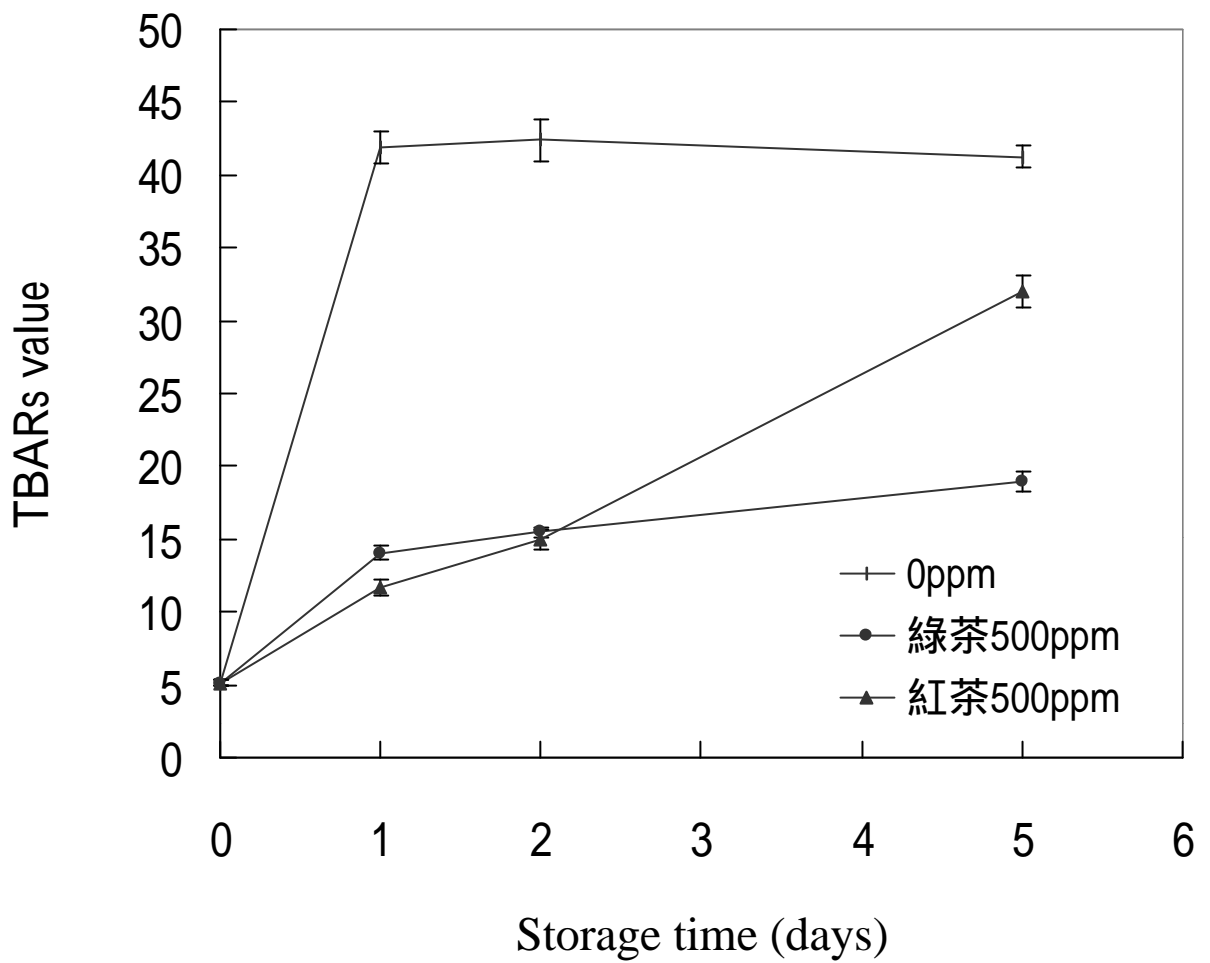
2、反應時間

預煮雞腿肉各別添加 500ppm 的紅茶粉及綠茶粉，水煮後置於 2℃ 的條件下冷藏，檢測 5 天內 TBARs 值的變化，由圖(八)中可看出。冷藏 2 天內紅茶組和綠茶組仍維持低量的氧化程度，與控制組相比則降低約 74% 的 TBARs 值，有明顯的抗氧化效果。冷藏 5 天後，添加 500ppm 的紅茶組 TBARs 值明顯升高，但仍比控制組降低 25.6% 的 TBARs 值。綠茶組則降低 61.7%



圖七、沸水中添加綠茶及紅茶萃出物，對預煮雞腿肉經 2 儲
藏 24 小時後 TBARs 的影響。

Fig.7. Effect of green tea and black tea extract on the TBARs value of precooked chicken leg, storage at 2 for 24 hrs after cooking.



圖八、沸水中添加 500ppm 綠茶及紅茶萃出物，對預煮雞腿肉經

2 儲藏 5 天內 TBARs 的影響。

Fig.8. Effect of green tea and black tea extract on the TBARs value of precook chicken leg, storage at 2 during 5 days.

的 TBARs 值呈現較穩定的抗氧化效果。

第二節 顏色

一、Hunter L、a、b 值之檢測

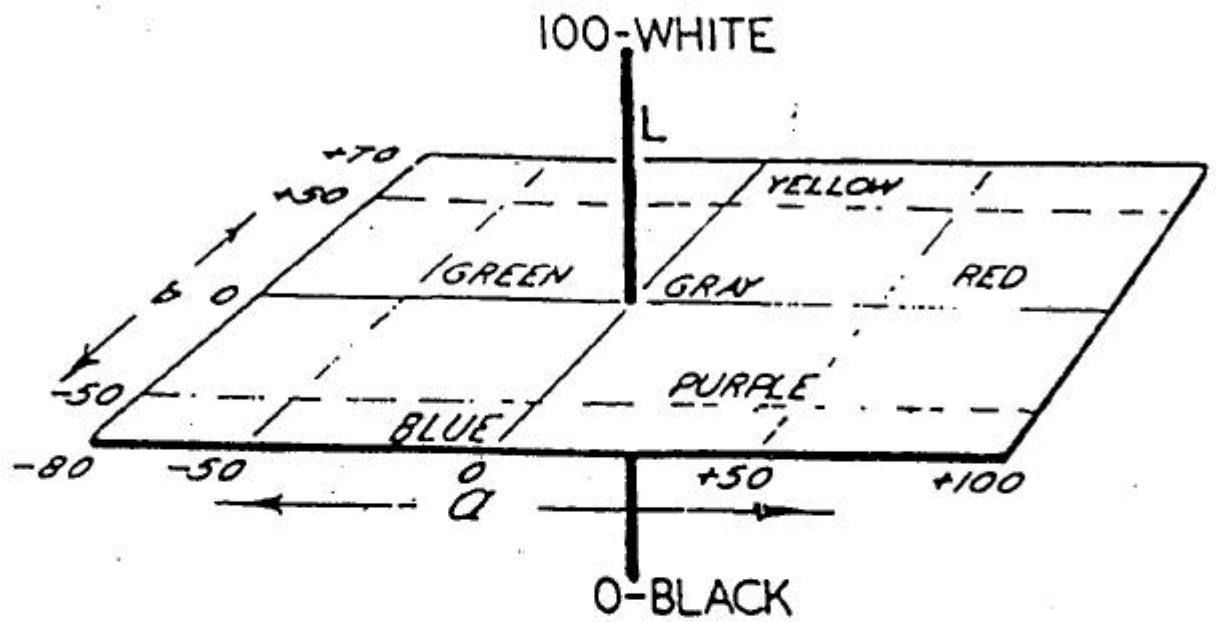
Hunter L、a、b 值在顏色上所代表的意義，如圖(九)所示。L 值代表亮度(Lightness)，黑色定義為 0，白色定義為 100；a 值則表示紅色度及綠色度，紅色定義為+100，綠色定義為-80；b 值則表示黃色度及藍色度，黃色定為+70，藍色定義為-80，測定 a 或 b 值可以定義一般顏色(Meloan, 1978)，預煮雞腿肉經紅茶粉和綠茶粉處理後的 Hunter L、a、b 值變化分述如下：

1. 綠茶組:

雞腿肉經 0-500ppm 綠茶處理後，由圖(十)可看出亮度無明顯變化，但經 1000ppm 綠茶處理後，L 值下降，亮度則明顯變暗。由圖(十一)及圖(十二)可知 a 值和 b 值則與控制組無明顯差異，不隨劑量增加而有明顯差異。

2. 紅茶組：

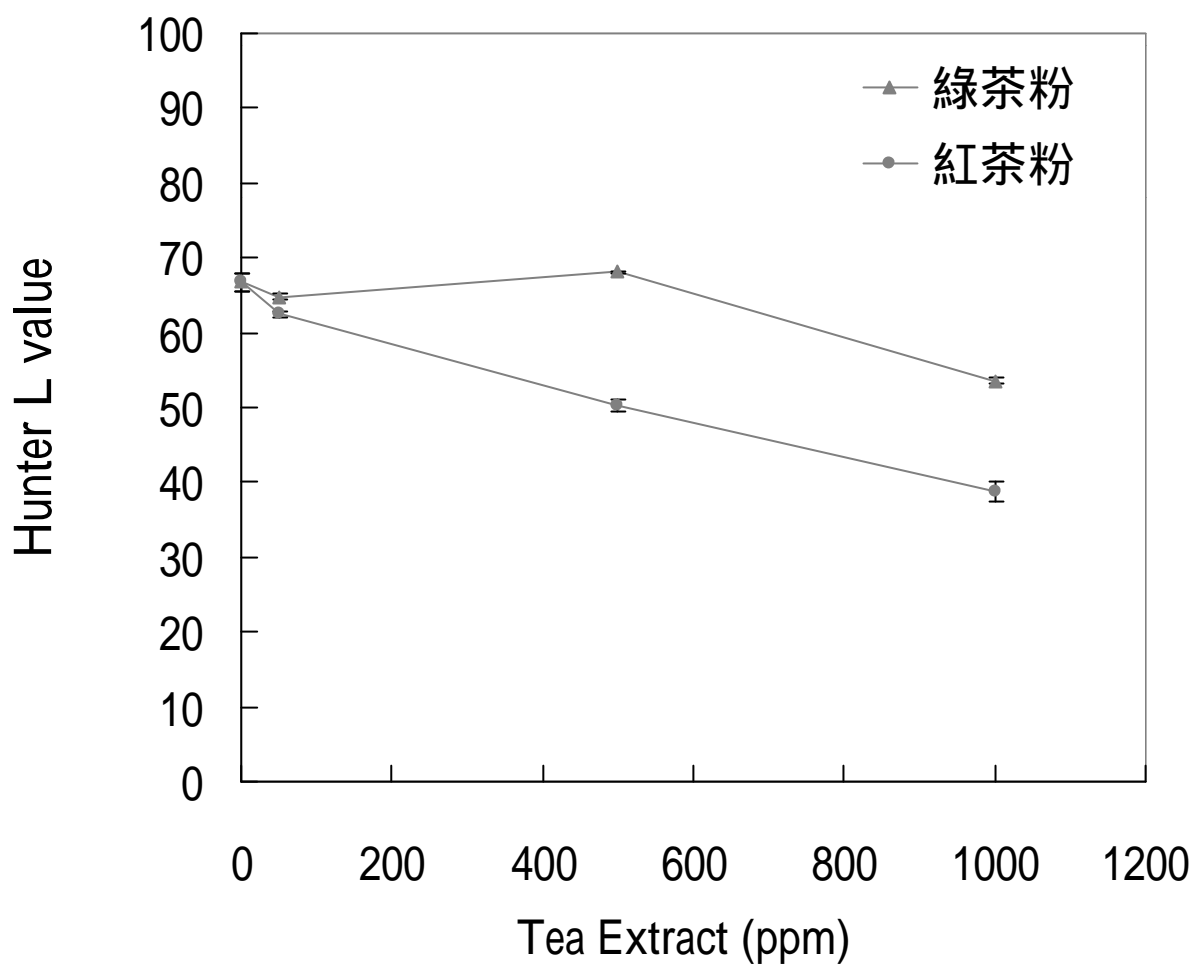
雞腿肉隨著紅茶劑量增加，L 值明顯下降，亮度由高變低，如圖(十)所示；由圖(十一)及圖(十二)可知 a 值和 b 值與控制組無明顯差異。



Courtesy Hunter Associates Laboratory, Inc.

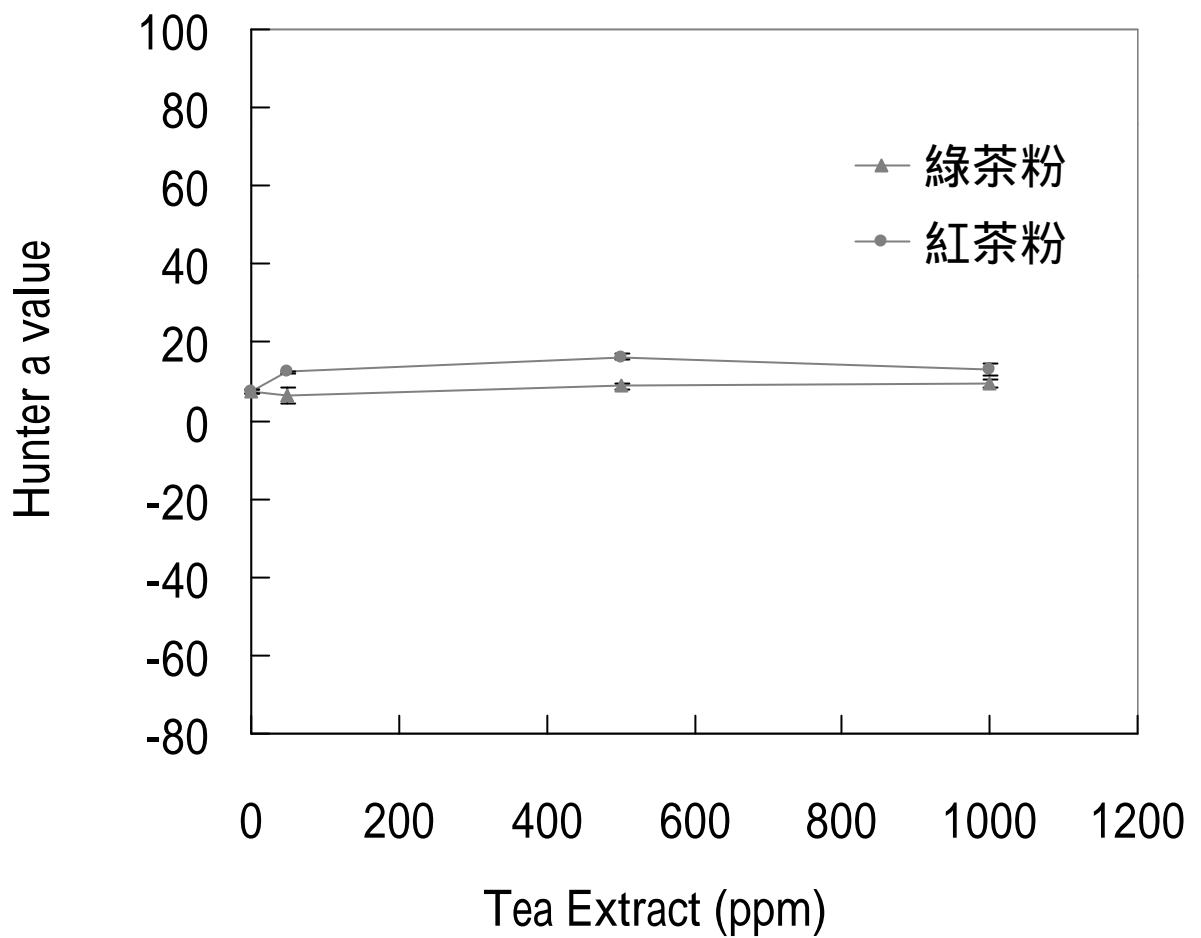
圖九、Hunter L、a、b 色差儀之 L、a、b 色度軸

Fig.9. The axes of color value of the Hunter L、a、b color meter



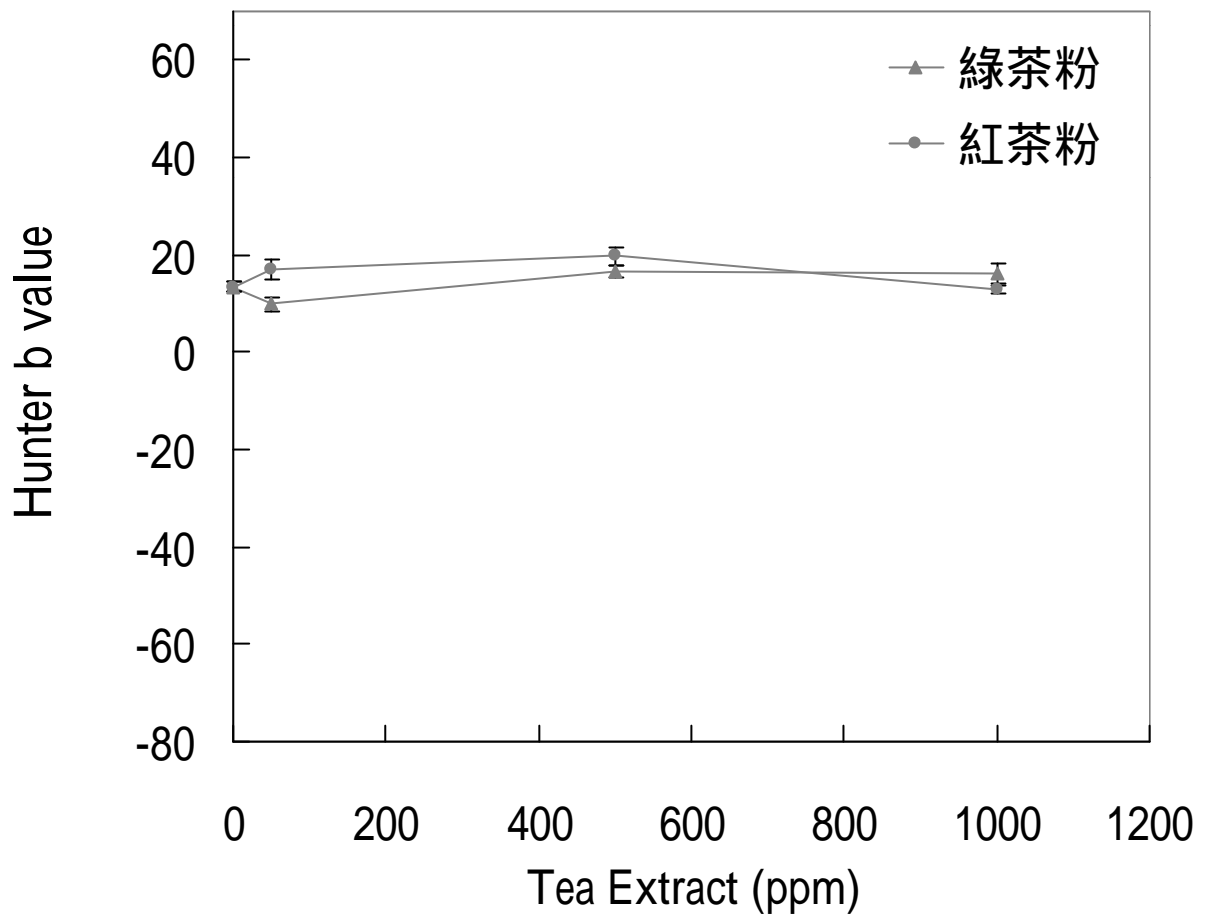
圖十、沸水中添加綠茶及紅茶萃出物，對預煮雞腿肉 Hunter L 值的影響

Fig.10. Effect of green tea and black tea extract on the Hunter L value of precooked chicken leg.



圖十一、沸水中添加綠茶及紅茶萃出物，對預煮雞腿肉 Hunter a 值的影響

Fig.11. Effect of green tea and black tea extract on the Hunter a value of precook chicken leg.



圖十二、沸水中添加綠茶及紅茶萃出物，對預煮雞腿肉 Hunter b 值的影響

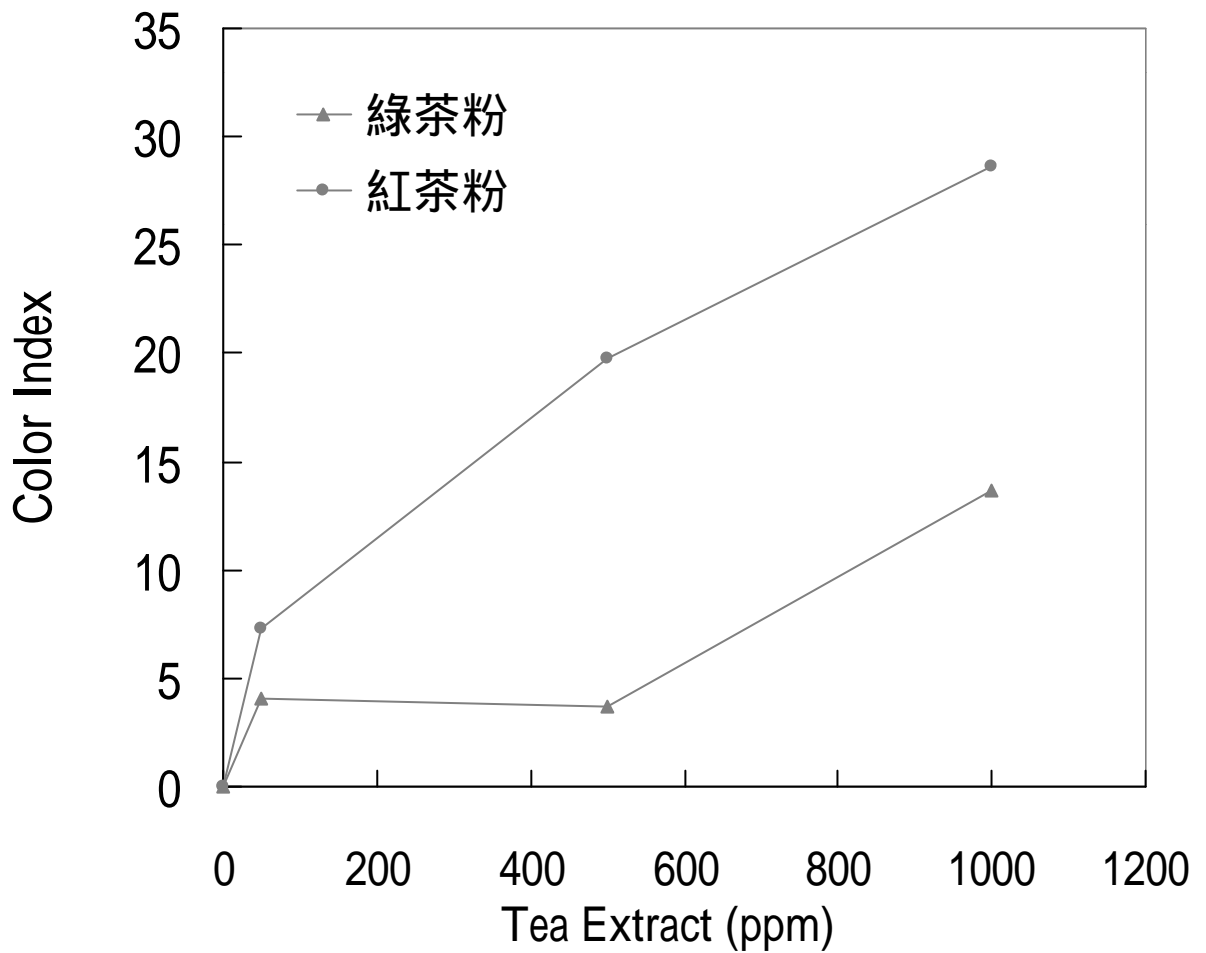
Fig.12. Effect of green tea and black tea extract on the Hunter b value of precooked chicken leg.

3、綜合比較：

茶葉中含有相當高量的多元酚成分(如：catechins、flavonids 等)，由於這些多元酚的分子結構具有吸光特性，所以形成茶的顏色。茶的醱酵是製茶過程中相當重要的步驟，醱酵後的茶葉，使多元酚產生聚合形成大分子，具有更強的吸光性使茶的顏色加深，並產生特有的香味。綠茶屬於未醱酵茶，而紅茶是一種高度醱酵的茶。所以，綠茶具有比較淡的顏色，只有在高濃度時才會使顏色加深；紅茶具有比較深的顏色，所以雞腿肉加低濃度的紅茶粉，和控制組比較已有明顯差異。主要的顏色變化是亮度的降低，和 a 值 b 值無關。由圖(十三)可看出添加 0-500ppm 的綠茶粉外觀顏色與控制組無明顯差異，而添加紅茶粉的雞腿肉則有似醬油滷過的顏色，顏色深淺隨紅茶劑量而增加。

第三節 揮發性成份分析

由氣相層析質譜儀所鑑定之揮發性成份如圖(十四)、圖(十五)、圖(十六)所示。圖(十四)為預煮雞腿肉於 2 冷藏 4 天後之氣相層析圖，pentadecane (第 11 波峰)為內在標準(interal standard) 含量 1ppm，其他揮發性成份含量則與 interal standard 作比較，而定出其含量。各揮發性成份的含量如表(一)所示，以下為添加



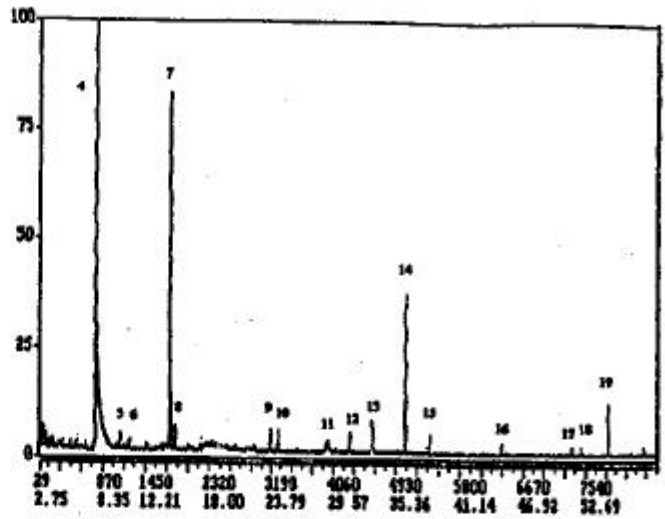
圖十三、沸水中添加綠茶及紅茶萃出物的預煮雞腿肉與控制組的

顏色差異(color index)

Fig.13. Effect of green tea and black tea extract on the color index of precooked chicken leg.

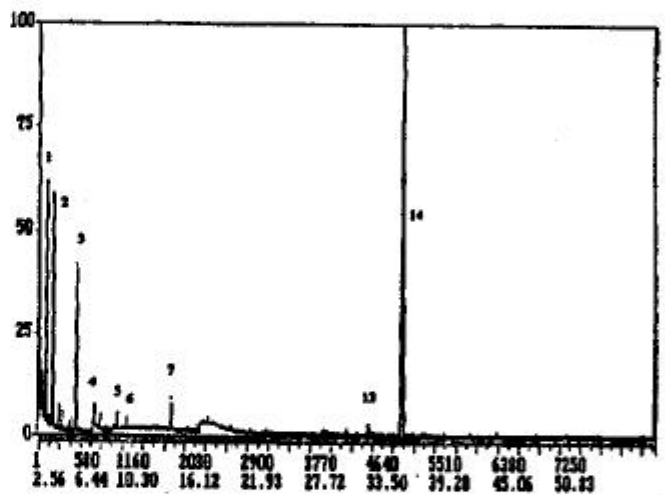
$$\text{color index} = [(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2]^{1/2}$$

1. 2-butanone
2. unknown
3. unknown
4. hexanal
5. unknown
6. unknown
7. unknown
8. unknown
9. 2-heptenal
10. 2-methyl-3-octanone
11. nonanal
12. 3-octenal
13. 1-octen-3-ol
14. pentadecane
(Internal standard)
15. unknown
16. 2-decenal
17. trans-2-undecenal
18. 2-hexylfuran
19. 2,4-decadienal



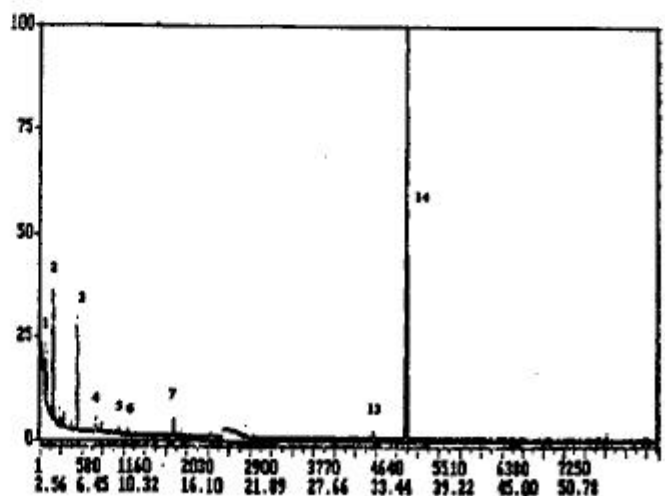
圖十四、預煮雞腿肉 2°C 冷藏 4 天後之氣相層析圖

Fig. 14. Gas chromatogram of precooked chicken leg, storage at 2°C for 4 days.



圖十五、沸水中添加綠茶萃出物的預煮雞腿肉之氣相層析圖

Fig. 15. Effect of green tea extract on the gas chromatography of precooked chicken leg.



圖十六、沸水中添加紅茶萃出物的預煮雞腿肉之氣相層析圖

Fig. 16. Effect of black tea extract on the gas chromatography of precooked chicken leg.

表一. 氣相層析 / 質譜儀所鑑定預煮雞腿肉之揮發性成份及含量

Table 1. Identify the volatile compounds and concentration of precooked chicken leg by GC/MS

Peak No	R. T. (min)	Compound	Concentration (ppm)								
			C-0	C-1	C-4	G-0	G-1	G-4	B-0	B-1	B-4
1	3.0	2-butanone	x	x	x	0.141	0.294	0.258	0.541	0.541	0.458
2	3.5	unknown	x	x	x	0.058	0.047	0.118	0.176	0.176	0.164
3	5.5	unknown	x	x	x	0.047	0.047	0.105	0.164	0.164	0.152
4	8.0	hexanal	0.035	0.106	2.667	0.035	0.024	0.152	0.035	0.035	0.171
5	9.5	unknown	x	x	0.152	0.035	0.024	0.152	0.024	0.012	0.114
6	10.5	unknown	x	x	0.121	0.024	0.024	0.121	x	x	0.086
7	14.0	unknown	x	0.165	2.212	0.059	0.153	2.515	0.047	0.141	2.371
8	14.5	unknown	x	x	0.212	x	x	0.182	x	x	0.171
9	24.0	2-heptenal	0.035	0.047	0.182	x	x	0.060	x	x	x
10	24.5	2-methyl-3-octanone	x	0.024	0.182	x	x	x	x	x	x
11	30.0	nonanal	0.035	0.047	0.182	x	x	x	x	x	x
12	31.0	3-octenal	0.047	0.047	x	x	x	x	x	x	x
13	33.5	1-octen-3-ol	0.059	0.047	0.242	0.024	0.012	0.121	0.024	0.012	0.071
15	38.5	unknown	x	0.094	0.152	x	x	0.121	x	x	0.171
16	45.0	2-decenal	0.047	0.047	0.121	x	x	x	x	x	0.057
17	51.5	trans-2-undecenal	0.035	0.035	0.091	x	x	x	x	x	x
18	52.5	2-hexylfuran	0.035	0.035	0.091	x	x	x	x	x	x
19	54.5	2,4-decadienal	0.200	0.271	0.364	x	x	x	x	x	x

C-0: control組未經冷藏	G-0: 添加500ppm綠茶萃出物未經冷藏	B-0: 添加500ppm紅茶萃出物未經冷藏
C-1: control組經2℃冷藏1天	G-1: 添加500ppm綠茶萃出物經2℃冷藏1天	B-1: 添加500ppm紅茶萃出物經2℃冷藏1天
C-4: control組經2℃冷藏4天	G-4: 添加500ppm綠茶萃出物經2℃冷藏4天	B-4: 添加500ppm紅茶萃出物經2℃冷藏4天

500ppm 的紅茶粉或綠茶粉於 2 冷藏 1-4 天後，與控制組比較其揮發性成份生成的情形。

1. 控制組：

所鑑定出之揮發性成份含量中 hexanal (第 4 波峰)在 1 天後濃度增加 2 倍，4 天後濃度增加 75.2 倍；unknown (第 7 波峰)生成的速度與 hexanal 的速度相似；其他的揮發性成如：2-heptenal (第 9 波峰)、2-methyl-3-octanone (第 10 波峰)、nonanal (第 11 波峰)、1-octen-3-ol (第 13 波峰)、2-decanal (第 16 波峰)、trans-2-undecenal (第 17 波峰)、2-hexylfuran (第 18 波峰)、2,4-decadienal (第 19 波峰)都有明顯增加 1-5 倍的現象。

2. 綠茶組：

所鑑定出之揮發性成份中 2-butanone (第 1 波峰)、unknown (第 2 波峰)、unknown (第 3 波峰)為綠茶本身所有的揮發性成份，會隨著儲存時間而漸漸減少。hexanal (第 4 波峰)，在 4 天後濃度增加 3.3 倍；unknown (第 7 波峰)在 1 天後濃度增加 1.6 倍，4 天後濃度增加 41.6 倍；2-heptenal (第 9 波峰)、1-octen-3-ol (第 13 波峰)在 4 天後濃度增加，但仍低於控制組；其他揮發性成份則無明顯增加現象。

3. 紅茶組：

所鑑定出之揮發性成份中 2-butanone (第 1 波峰) unknown (第 2 波峰) unknown (第 3 波峰)為紅茶本身所有的揮發性成份，會隨著儲存時間而漸漸減少。hexanal (第 4 波峰)，在 4 天後濃度增加 3.9 倍；unknown (第 7 波峰)，在 1 天後濃度增加 2 倍，4 天後濃度增加 49.4 倍；1-octen-3-ol (第 13 波峰)、2-decenal (第 16 波峰)在 4 天後濃度有些微增加，但仍低於控制組。

根據 Scott (1965)研究指出 hexanal 的含量和 TBARs 可作為 WOF 的指標。Dupuy (1987)利用 GC 測出 WOF 的揮發性成包含有：aldehydes、ketones、furans、hydrocarbons、pyrazines、heteroaromatics 等。而由表(一)可看出綠茶和紅茶能有效的抑制氧化作用所生成的 aldehydes 和 furans，其中對 hexanal (第 1 波峰)的生成亦能有效受到抑制。綠茶和紅茶中的兒茶素(catechins)成份具有螯合金屬離子的功能(Miura, 1995)，以及抑制脂質氧化酵素(lipoxygenase)的活性(Ho, 1992)，對氧化作用所生成的 WOF 有抑制作用。但是對 unknown(第 7 波峰)無明顯的抑制效果，可見 WOF 的生成因子，除了氧化作用外，尚其他的生成路徑。

第六章 結論

- 1、預煮雞皮和預煮雞腿肉於 2 冷藏，其氧化速度(TBARs value)在 0-6 小時氧化最快，於 24 小時達到最高的 TBARs 值。
- 2、雞皮所需的抗氧化劑有效劑量比雞腿肉所需之有效劑量低，這是因為雞腿肉中所含有的促氧化因子，比雞皮多且複雜所造成的現象。
- 3、在三種添加劑中，梅納反應產物(MRPs)處理過的預煮雞腿肉，經 TBARs 檢測，無明顯的抗氧化作用，唯 12 小時 MRPs 對預煮雞皮有些微的抗氧化作用，但仍不是理想的抗氧化劑，而且高濃度處理下，雞肉呈黑褐色，與控制組外觀差異太大。所以可以判定本研究所製作的 MRPs 並不適合用來作雞肉 Warmed-Over Flavor 的抑制劑。
- 4、紅茶粉濃度在 500ppm 可以降低預煮雞腿肉 73%的 TBARs 值，有相當好的抗氧化效果，但是 4 天後 TBARs 值明顯升高，抗氧化效果不如綠茶穩定，但是仍可有效抑制正己醛(hexanal)和其他醛類及總揮發性物質的生成，可是在作外觀顏色分析時(Hunter L、a、b)，預煮雞肉隨紅茶濃度增加，顏色明顯變黑，與控制組有別，這在

官能評價上可能會影響到雞肉的接受度，但亦有可能是正面的評價。

- 5、綠茶粉濃度在 500ppm 可降低預煮雞腿肉 73% 的 TBARs 值，有相當好的抗氧化效果，並且可以穩定維持到 4 天後。經氣相層析質譜儀的分析，500ppm 的綠茶粉可有效抑制正己醛(hexanal)和其他醛類及總揮發性物質的生成，而在作外觀顏色分析時(Hunter L、a、b)，綠茶粉濃度在 500ppm 以內，預煮雞肉的外觀顏色和控制組並無明顯差異，是相當好的 Warmed-Over Flavor 抑制劑。
- 6、本研究的三種添加劑中，MRPs 抑制 Warmed-Over Flavor 的效果最差；500ppm 的紅茶粉可以有效抑制 Warmed-Over Flavor，但是外觀顏色太深，可能會影響到消費者的接受度；綠茶粉則為本研究最理想的 WOF 抑制劑，適當劑量為 500ppm，若考慮適當的氧化是雞肉香氣的來源之一，則可適當降低茶粉的使用量。進一步的研究尚包括：產品官能品評，仍至茶葉萃取物中有效成份之分離與鑑定。

參考文獻

- 尤新輝，1992，從茶葉原料探討茶飲料的品質。 食品工業. 24(12): 16-27.
- 甘子能，1985，製茶原理的生化觀。 食品工業. 17(7): 25-37.
- 李敏雄 和 余瑞琳，1984，茶業抗氧化劑之萃取及其在不同食用油中之抗氧化性。 中國農業化學會誌。 22 (3-4): 226-231.
- 吳振鐸、葉速卿 和 鄭觀星，1975，不同製茶種類對兒茶素含量的影響。 中國農業化學會誌。 13 (3-4):159-168.
- 林榮流，1985，茶葉抗菌性質之研究。 國立台灣大學食品科技研究所碩士論文。
- 陳加松，1998，溫度及糖類濃度對糖類 / 甘胺酸模式系統之顏色、酸鹼值及丙酮醛含量化之影響。 私立中山醫學院營養科學研究所碩士論文。
- 陳相訓，1997，酸鹼值及葡萄糖濃度對離胺酸 / 葡萄糖模式系統之顏色酸鹼值及丙酮醛含量變化之影響。 私立中山醫學院營養科學研究所碩士論文。
- 黃丞宏，1994，各種茶葉及茶渣除口臭效果之研究。 國立台灣大學食品科技研究所碩士論文。
- 錢阜甯、郭智宏、陳清泉、林侑杰、程竹青 和 施玲玲，2000，茶兒

茶素於肉製品品質改善之應用，食品工業發展研究所

(00C088-03L)。新竹。台灣。

- Ahn, Y. J., Kawamura, T., Kim, M., Yamamoto, T. and Mitsuoka. 1991. Tea polyphenols: selective growth inhibitors of Closteridium spp. *Agric. Biol. Chem.* 55(5): 1425-1426.
- Alaiz, M., Zamora, R., and Hidalgo, F.J. 1996. Antioxidant activity of pyrrole, imidazole, dihydropyridine, and pyridium salt derivatives produced in oxidized lipid/ amino acid browning reactions. *J. Agric. Food Chem.* 44: 686.
- Arthur, M., Spanier, J., Vincent, E., and Harold, P.D. 1988. The warmed-over flavor process in beef: A study of meat proteins and peptides. *Food Technology*-June. 110-118.
- Bailey, M.E., Shin-Lee, S.Y., Dupuy, H.P., St. Angelo, A.J., and Vercellotti, J.R. 1987. Inhibition of warmed-over flavor by Maillard reaction products. In "Warmed-Over Flavor of Meat," ed. A.J. St. Angelo and M.E. Bailey. Academic Press, Orlando, Fla.
- Bedinghaus, A.J. and Ockerman, H.W. 1995. Antioxidative Maillard reaction products from reducing sugars and free amino acids in cooked ground pork patties. *J. Food Sci.* 60(5): 992.
- Bressa, J., Tesson, N., Rosa, M.D., Sensidoni, A., and Tubaro, F. 1996. Antioxidant effect of Maillard reaction products: application to a butter cookie of a competition kinetics analysis. *J. Agric. Food Chem.* 44: 692.
- Chang, I. And Watts, B.M. 1949. Antioxidants in hemoglobin catalyzed oxidation of unsaturated fats. *Food Technol.* 3: 332.
- Chang, S.S., Ostric-Matijasevic, B., Hsieh, O.A.H., and Huang, C-L. 1977. Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.* 42: 1002.
- Chen, L.L. 1982. Some factors influencing the stability of myoglobin. M.S. thesis, Michigan State Univ., East Lansing.
- Chen, C.C., Pearson, A.M., Gray, J.I., Fooladi, M.H., and Ku, P.K. 1984a. Some factors influencing the nonheme iron content of meat and its implications in oxidation. *J. Food Sci.* 49: 581.
- Chiou, R. Y-Y. 1992. Antioxidative activity of oils prepared from peanut kernels subjected to various treatments and roasting. *J. Agric. Food Chem.* 40: 1958.
- Dalhoff, E. and Jul, M. 1965. In "Progress in Refrigeration Science and Technology," ed. W.T. Penzer, Vol. 1, p. 57, AVI Pub. Co., Westport,

Conn.

- Davis, C.E. and Anderson, J.B. 1984. Size exclusion/HPLC of heated water soluble bovine and porcine muscle proteins. *J. Food Sci.* 49:598.
- deMan, J.M. 1990. Principle of food chemistry. 2nd ed., Van Nostrand Reinhold, Melbourne.
- Dogan, I.S., Steenken, D., and Icli. S. 1990. Electron spin resonance and pulse radiolysis studies on the reaction of OH and SO₄⁻ with five-membered heterocyclic compounds in aqueous solution. *J. Phys. Chem.* 94: 1887-1894.
- Dupuy, H.P., Bailey, M.E., St. Angelo, A.J., Vercellotti, J.R., and Legendre, M.G. 1987. Instrumental analyses of volatiles related to warmed-over flavor of cooked meats. In St. Angelo and Bailey (1987), p. 165.
- Einerson, M.A. and Reineccius, G.A. 1977. Inhibitions of warmed-over flavor in retorted turkey by antioxidants formed during processing. *J. Food Proc. Preserv.* 1: 279.
- Eiserich, J.P., Macku, C., and Shibamoto, T. 1992. Volatile antioxidants formed from an L-cysteine/ D-glucose Maillard model system. *J. Agric. Food Chem.* Vol, 40: 1982-1988.
- Farmer, E.H. 1946. Peroxidation in relation to olefinic structure. *Trans. Faraday Soc.* 42: 228.
- Folkes, D.J. and Gramshaw, J.W. 1981. The flavor and volatiles of white bread crust. *Prog. Food Nutr. Sci.* 5: 369.
- Fooladi, M.H., Pearson, A.M., Coleman, T.H., and Merkel, R.A. 1977. The role of nitrite in preventing development of warmed-over flavor. *Food Chem.* 3: 283.
- Goodman, M. and Temussi, A.P. 1985. Structure-activity relationship of a bitter diketopiperazine revisited. *Biopolymers.* 24: 1629.
- Govindarajan, S., Hultin, H.O., and Kotula, A.W. 1977. Myoglobin oxidation in ground beef: Mechanistic studies. *J. Food Sci.* 42: 571.
- Gray, J.I. and Pearson, A.M. 1987. Rancidity and warmed-over flavor. Chpt. 6 in "Advances in Meat Research. Vol. 3. Restructured Meat and Poultry Products," ed. A.M. Pearson and T.P. Dutson, p. 219. Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Griffith, T. and Johnson, J.A. 1957. Relation of the browning reaction to storage stability of sugar cookies. *Cereal Chem.* 34: 159.
- Hamada, S. and Slade, H. D. 1980. Biology, immunology and cariogenicity of Streptococcus mutans. *Microbiol. Rev.* 44: 331-384.
- Hand, L.W., Terrell, R.N., and Smith, G.C. 1982. Effects of chloride salt,

- methods of manufacturing and frozen storage on sensory properties of restructured pork roasts. *J. Food Sci.* 47: 1771.
- Hinojosa, O. And Jacks, T.J. 1986. Interference by desferrioxamine of spin trapping oxy-radicals for esr analysis. *Anal. Letters* 19: 725.
- Ho, C.T., Chen, Q., Shu, H., Zhang, K.Q., and Rosen, R.T. 1992. Antioxidative effect of polyphenol extract prepared from various Chinese Teas. *Prev Med.* 21: 520-5
- Huang, M.T., Ho, C.T., Wang, Z.Y., Ferraro, T., Finnegan-Olive, T., Lou, Y.R., Mitchell, J.M. Laskim, J. D., Newmark, H., Yang, C.S. and Conney, A.H. 1992. Inhibitory effect of topical application of a green tea polyphenol fraction on tumor initiation and promotion in mouse skin. *Carcinogenesis* 13(6): 947-954.
- Igene, J.O., King, J.A., Pearson, A.M., and Gray, J.J. 1979. Influence of heme pigments, Nitrite, and non-heme iron on development of warmed-over flavor (WOF) in cooked meat. *J. Agric. Food Chem.* 24: 838.
- Ingold, K.O. 1962. Metal catalysis. In "Symposium on Foods: Lipids and their Oxidation," ed. H.W. Schultz, E.A. Day, and R.O. Sinnhuber, p. 93. AVI Pub. Co., Inc., Westport, Conn.
- Kada, T., Kaneko, K., Matsuzaki, S., Matsuzaki, T. and Hara, Y. 1985. Detection and chemical identification of natural bio-antimutagens. A case of the green tea factor. *Mutation Research* 150: 127-132.
- Kanner, J., Ben-Gera, I., and Berman, S. 1980. Nitric-oxide myoglobin as an inhibitor of lipid oxidation. *Lipids* 15: 944.
- Kanner, J. and Harel, S., and Hazan, B. 1986. Muscle membranal lipid peroxidation by an "iron redox cycle" system: Initiation by oxyradicals and site-specific mechanism. *J. Agric. Food Chem.* 34: 506.
- Kitts, D.D., Wu, C.H., and Powrie, W. 1993. Effect of glucose-lysine Maillard reaction product fractions on tissue xenobiotic enzyme systems. *J. Agric. Food Chem.* 41: 2359.
- Lehmann, B.T. and Watts, B.M. 1951. Antioxidants in aqueous fat systems. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 28:475.
- Lingert, H. And Eriksson, C.E. 1981. Antioxidative effect of Maillard reaction products. *Prog. Food Nutr.* 5: 453.
- Lingert, H. and Eriksson, C.E. 1983. Characterization of antioxidative Maillard reaction products from histidine and glucose. *ACS Symp. Ser.* 215: 335.
- Lingert, H., Vallentin, K., and Eriksson, C.E. 1979. Measurement of antioxidative effect of model system. *J. Food Process. Preserv.* 3: 87.

- Lone, B.J., Ib, M.S., Leif, H.S., Grete, B. 1994. Antioxidant synergism between tocopherols and ascorbyl palmitate in cooked, minced turkey. *Z. Lebensm Unters Forsch*(1994). 199: 210-213.
- Love, J.D. and Pearson, A.M. 1974. Metmyoglobin and nonheme iron as prooxidants in cooked meat. *J. Agric. Food Chem.* 22: 1032.
- Lubert, S. 1988. Biosynthesis of macromolecular precursors in "Biochemistry" 3rd ed .p.571. Copy right by Lubert, S. USA.
- Martin, M.M. 1995. Development of warmed-over flavor in ground turkey, chicken and pork meat during chill storage. a model of the effects of heating temperature and storage time. *Z. Lebensm Unters Forsch*(1995) 200: 186-189.
- McDonald, R.E. and Hultin, H.O. 1987. Some characteristics of the enzymic lipid peroxidation system in the microsomal fraction of flounder skeletal muscle. *J. FoodSci.* 52: 15.
- Mehta, A.C. and Seshadri, T.R. 1959. Flavonoids as antioxidants. *J. Sci. Ind. Res.* 18bB: 24.
- Meloan, C.E. 1978. Food analysis: Theory and practice. revised edition. pp. 78. Yeshajahu Pomeranz. U.S. Grain Marketing Reserach Center. Kansas State University.
- Minotti, G. and Aust, S.D. 1987. The requirement for iron () in the initiation of lipid peroxidation by iron () and hydrogen peroxide. *J. Biol. Chem.* 262: 1098.
- Miura, S., Watanabe, J., Sano, M., Tomita, T., Osawa, T., Hara, Y., and Tomita, I. 1995. Effects of various natural antioxidants on the Cu²⁺-mediated oxidative modification of low density lipoprotein. *Biol Pharm Bull.* 18: 1-4.
- Nagao, M., Sato, S., and Sugimura, T. 1983. Mutagens produced by heating foods. *ACS Symp. Ser.* 215: 521.
- Pearson, A.M. and Gray, J.I. 1983. Mechanism responsible for warmed-over flavor in cooked meat. In " The Maillard Reaction in Foods and Nutrition," ed. G.R. Waller and M.S. Feather, Symp. Ser. 215, p. 287. Am. Chem. Soc., Washington, D.C.
- Pearson, A.M., Love, J.D., and Shorland, F.R. 1977. Warmed-over flavor in meat, poultry, and fish. *Adv. Food Res.* 23: 1.
- Rendleman, J.A. 1987. Complexation of calcium by melanidins and its role in determining bioavailability. *J. Food Sci.* 52(6): 1699.
- Reymond, D. And Rostagno, W. 1978. Flavor aspects of chocolate, in *Flavor of Foods and Beverages, Chemistry and Technology.* Charalam-bous, G. and Inglett, G.E., Eds., Academic Press, New York, 75.

- Rhee, K.S., Smith, G.C., and Rhee, K.C. 1983a. Retardation by glandless cottonseed flour of lipid oxidation and discoloration in raw ground beef containing salt. *J. Food Sci.* 48: 351.
- Rhee, K.S., Smith, G.C., and Terrell, R.N. 1983b. Effect of reduction and replacement of sodium chloride on rancidity development in raw and cooked ground pork. *J. Food Protect.* 46: 578.
- Roozen, J.P. 1987. Effects of types , and antioxidants on phospholipid oxidaton in a meat model for warmed-over flavor. *Food Chem.* 24: 167.
- Sakanaka, S., Sato, T., Kim, M. and Yamamoto, T. 1990. Inhibitory effects of green tea polyphenols on glucan synthesis and cellular adherence of cariogenic *Streptococci*. *Agric. Bio. Chem.* 54(11): 2925-2929.
- Sato, K. And Hegarty, G.R. 1971. Warmed-over flavor in cooked meats. *J. Food Sci.* 26: 1098.
- Schenkman, J.B. and Cinti, D.L. 1978. Preparation of microsomes with calcium. In "Methods in Enzymology," ed. S. Fleischer and L. Parker, Vol. 52, p. 83. Academic Press, New York.
- Scott, G. 1965. "Atmospheric Oxidation and Antioxidants." Elsevier Pub. Co., New Youk.
- Shahidi, F., Rubin, L.J., Diosady, L.L., Kassum, N., Fong, J.C., and Wood, D.F. 1986. Effect of sequestering agents on lipid oxidation in cooked meats. *Food Chem.* 21: 145.
- Shahidi, F., Rubin, L.J., and Wood, D.F. 1987a. Control of lipid oxidation in cooked meats by combinations of antioxidants and chelators. *Food Chem.* 23. 151.
- Smith, J.S. and Alfawaz, M. 1995. Antioxidative of Maillard reaction products in cooked ground beef, sensory and TBA values. *J. Food Sci.* 60(2): 234.
- St. Angelo, A.J. and Bailey, M.F. 1987. "Warmed-Over Flavor of Meats." Academic Press, Orlando, Fla.
- St. Angelo, A.J., Vercellotti, J.R., Legendre, M.G., Vinnett, C.H., Kuan, J.W., James, C.Jr., and Dupuy, H.P. 1987. Chemical and instrumental analysis of warmed-over Flavor in beef. *J. Food Sci.* 52: 1163.
- Stich, H.F., Chan, P.K.L. and Rosin, M.P. 1982. Inhibitory effects of phenolics, teas and saliva on the formation of mutagenic nitrosation products of salted fish. *Int. J. Cancer* 30: 719-724.
- Svingen, B.A., Buege, J.A., O'Neal, F.O., and Aust, S.D. 1979. The mechanism of MADPH-dependent lipid peroxidation. *J. Biol. Chem.* 254: 5892.
- Tanaka, M., Kuei, W.C., Nagashima, Y., and Tagushi, T. 1988.

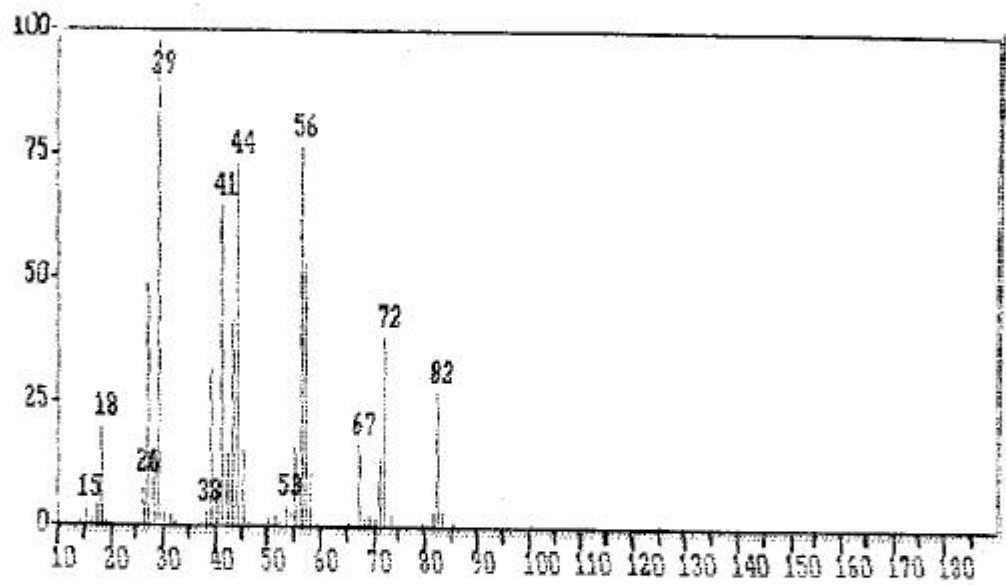
- Application of antioxidative Maillard reaction products from histidine and glucose to sardins products. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 54: 1409.
- Tappel, A.L. 1962. Heme compounds and lipoxidase as biocatalysts. In "Symposium on Foods: Lipids and their Oxidation." Ed. H.W. Schultz, E.A. Day, and R.O. Sinnhuber, p. 122. AVI Pub. Co., Inc., Westport, Conn.
- Tien, M. and Aust, S.D. 1982. Comparative aspects of several model lipid peroxidation systems. In "Lipid Peroxides in Biology and Medicine," ed. K. Yagi, p. 23. Academic Press, New York.
- Tims, M.J. and Watts, B.M. 1958. Protection of cooked meats with phosphates. *Food Technol.* 12: 140.
- Toda, M., Okubo, S. Hiyoshi, R. And Shimamura, T. 1989. The bactericidal activity of tea and coffee. *Letters in Applied Microbiology* 8: 123-125.
- Tressl, R., Grunewald, K.G., Kamperschroer, H., and Silwar, R. 1981. Formation of pyrroles and aroma contributing sulfur components in malt and roasted coffee. *Prog. Food Nutri. Sci.* 5: 77.
- Tubaro, F., Micossi, E., and Ursini, F. 1996. Measurement of antioxidant capacity of complex mixtures by kinetics analysis crocin bleaching inhibition. *J. Am. Oil Chem. Soc.* In press.
- Waks, M. 1986. Proteins and peptides in water-restricted environments. *Proteins: Struct., Funct., Genet.* 1: 4.
- Wang, Z.Y., Khan, W.A., Bickers, D.R. and Mukhtar, H. 1989. Protection against polycyclic aromatic hydrocarbon-induced skin tumor initiation in mice by green tea polyphenols. *Carcinogenesis* 10(2): 441-415.
- Wang, Z.Y., Huang, M.T., Ho, C.T., Chang, R., Ma, W., Ferraro, T., Reuhl, K.R., Yang, C.S. and Conney, A.H. 1992. Inhibitory effect of green tea on the growth of established skin papillomas in mice. *Cancer Research* 52: 6657-6665.
- Watts, B.M. 1961. The role of lipid oxidation in lean tissues in flavor deterioration of meat and fish. In "Proceedings Flavor Chemistry Symposium," p. 83. Campbell Soup Co., Camden, N.J.
- Watts, B.M. and Peng, D.W. 1947. Rancidity development in raw versus precooked frozen pork sausage. *J. Home Econ.* 39: 88.
- Wijewickreme, A.N. and Kitts, D.D. 1997. Influence of reaction conditions on the oxidative behavior of model Maillard reaction products. *J. Agric. Food Chem.* 45: 4571.
- Wolfom, M.L., Schlicht, R.C., Langer, A.W.Jr., and Rooney, C.S. 1953.

- Chemical interactions of amino compounds and sugar . The repeating unit in browning polymers. J. Am. Chem. Soc. 75: 1013.
- Yamaguchi, N., Koyama, Y., and Fujimaki, M. 1981. Fractionation and antioxidative activity of browning reaction products between D-xylose and glycine. Prog. Food Nutr. Sci. 5: 429.
- Yamauchi, K. 1972. Bull Fac Agric Miyazaki Univ 19: 147-154.
- Yen, G.G., Tsai, L.C. and Lii, J.D. 1991. Antimutagenic effect of Maillard browning products obtained from amino acids and sugars. Fd Chem. Toxic. Vol.30 no.2 pp.127-132.
- Zipser, M.W., Kwon, T.W., and Watts, B.M. 1964. Oxidative changes in cured and uncured frozen cooked pork. J. Agric. Food Chem. 12: 105.
- Zipser, M.W. and Watts, B.M. 1961. Lipid oxidation in heat-sterilized beef. Food Technol. 15: 445.
- 竹尾忠一 . 1992 . 食品工業 . 7.30:32-40.
- 原 征彦 渡邊真由美 和阪口玄二 . 1989 . 日食工誌 . 36(5): 375-379.
- 原 征彦和外岡史子 . 1990 . 日本營養 . 食糧學會誌 . 43(5): 345-348.
- 松崎妙子 和 原 征彦 . 1985 . 日本農藝化學會誌 . 59(2): 129-134.
- 岩田多子、稻山貴代、三輪里見 和 川口一男 . 1987 . 日本營養 . 食糧學會誌 . 40(6): 469-477.

附 錄

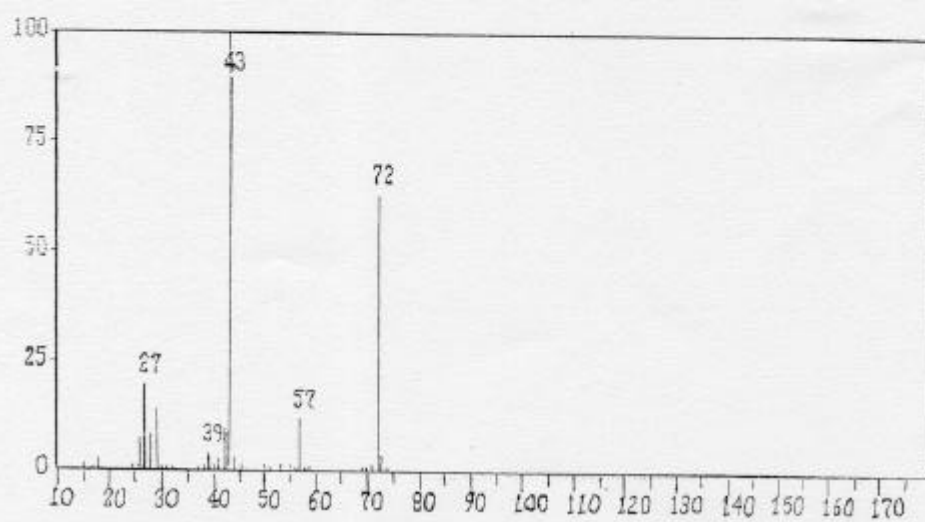
附錄一： Hexanal 之質譜圖

Mass spectra of Hexanal



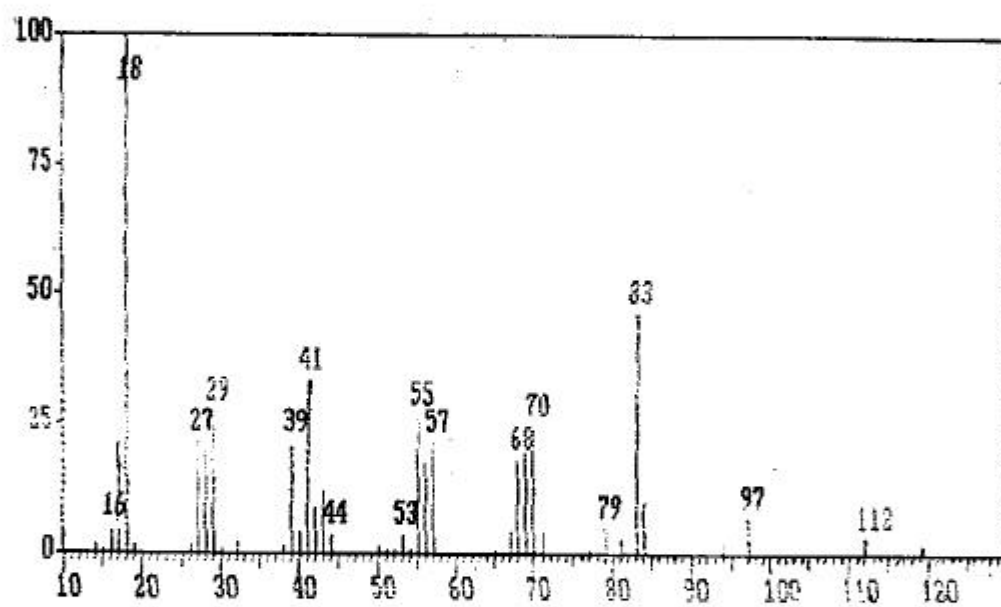
附錄二： 2-butanone 之質譜圖

Mass spectra of 2-butanone



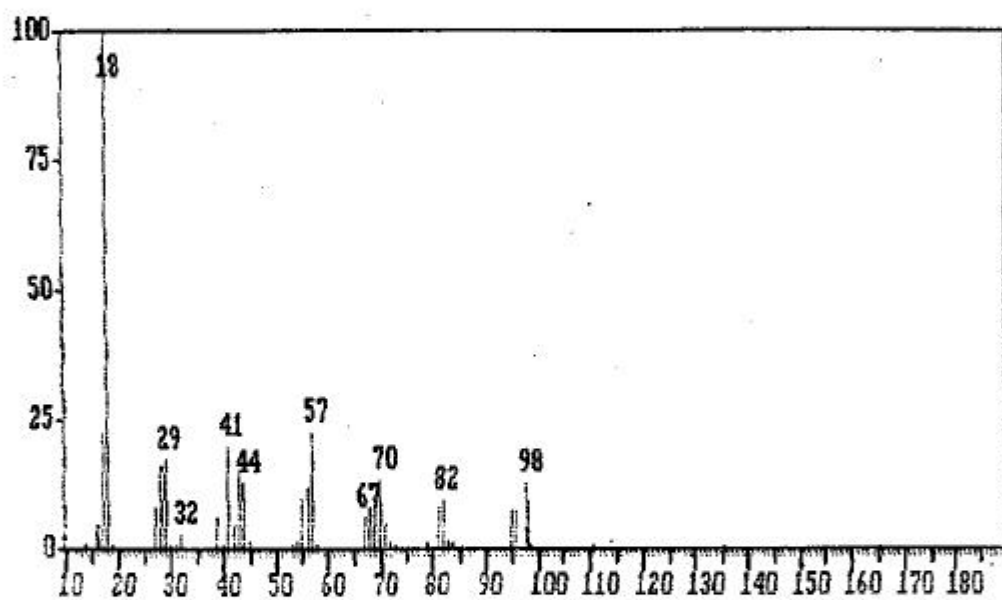
附錄三 2-Heptenal 之質譜圖

Mass spectra of 2-Heptenal



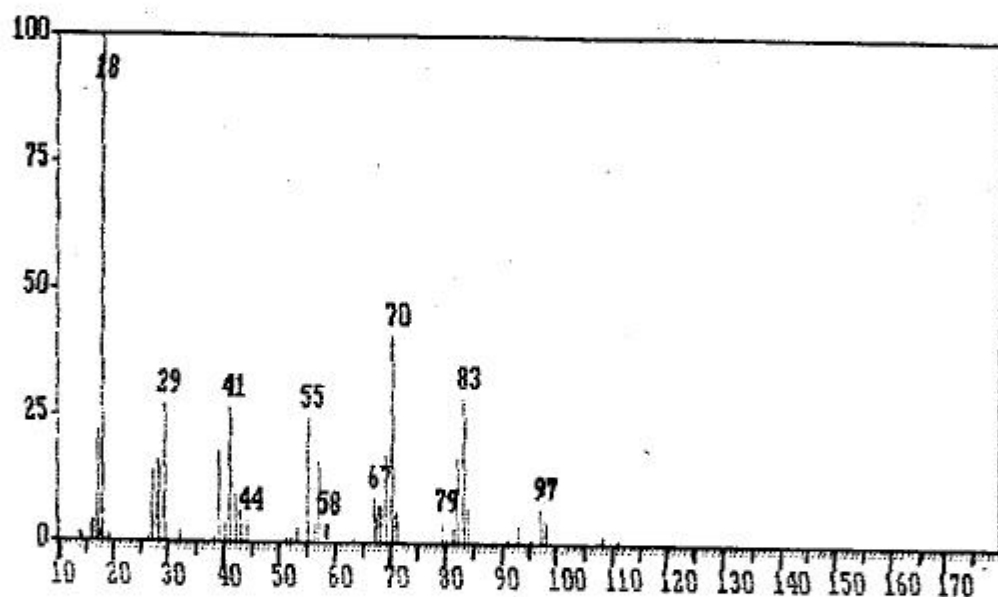
附錄四： Nonanal 之質譜圖

Mass spectra of Nonanal



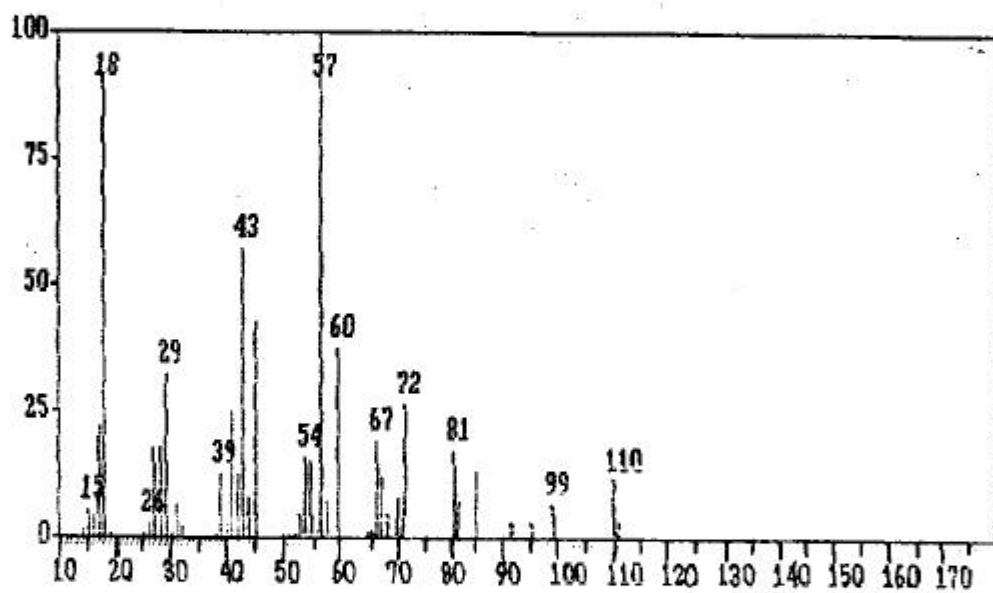
附錄五： 2-Octenal,(E)-之質譜圖

Mass spectra of 2-Octenal,(E)-



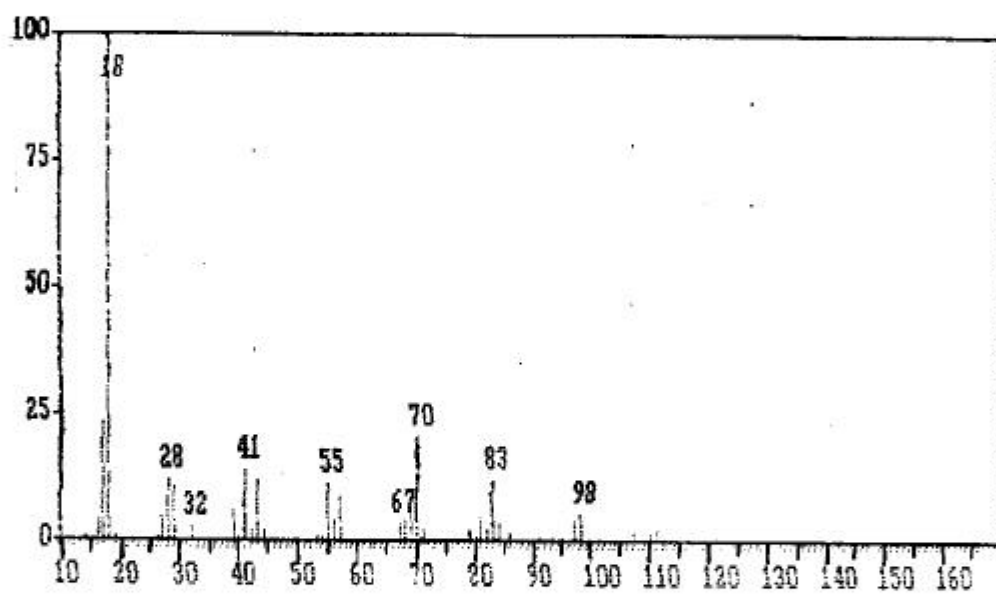
附錄六： 1-Octen-ol 之質譜圖

Mass spectra of 1-Octen-ol



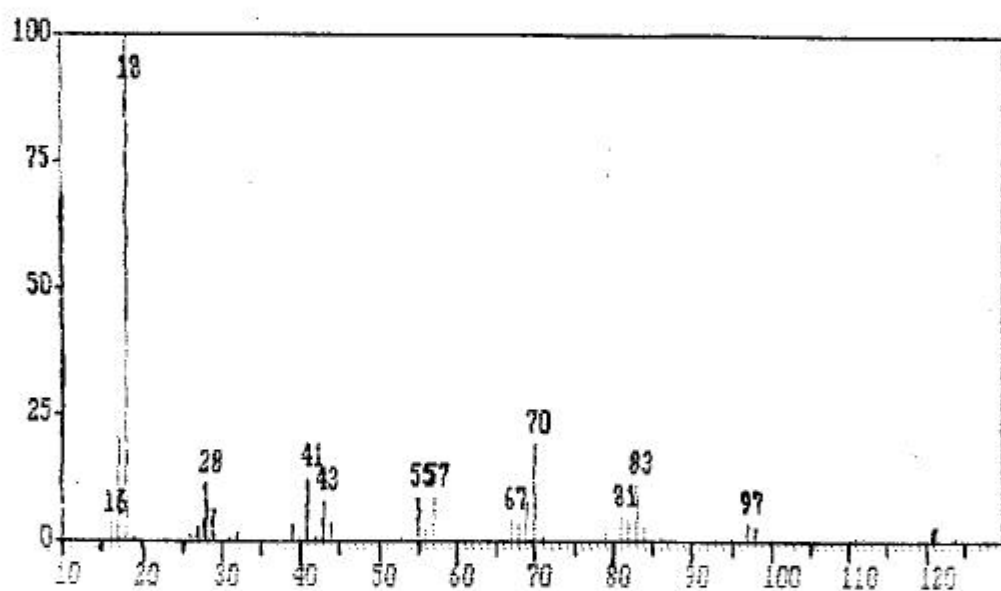
附錄七： 2-Decenal,(E)-之質譜圖

Mass spectra of 2-Decenal,(E)-



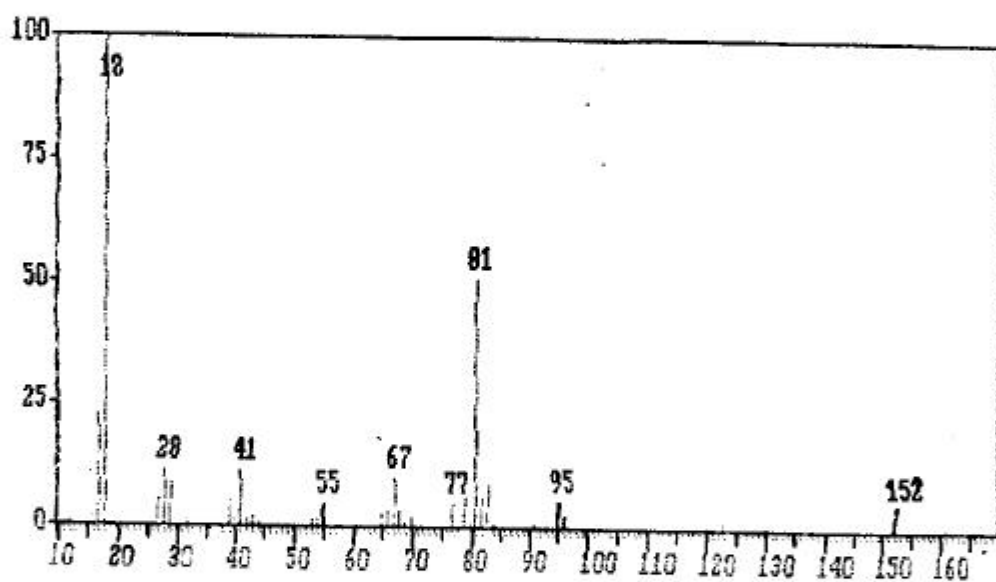
附錄八： trans-2-Undecenal 之質譜圖

Mass spectra of trans-2-Undecenal



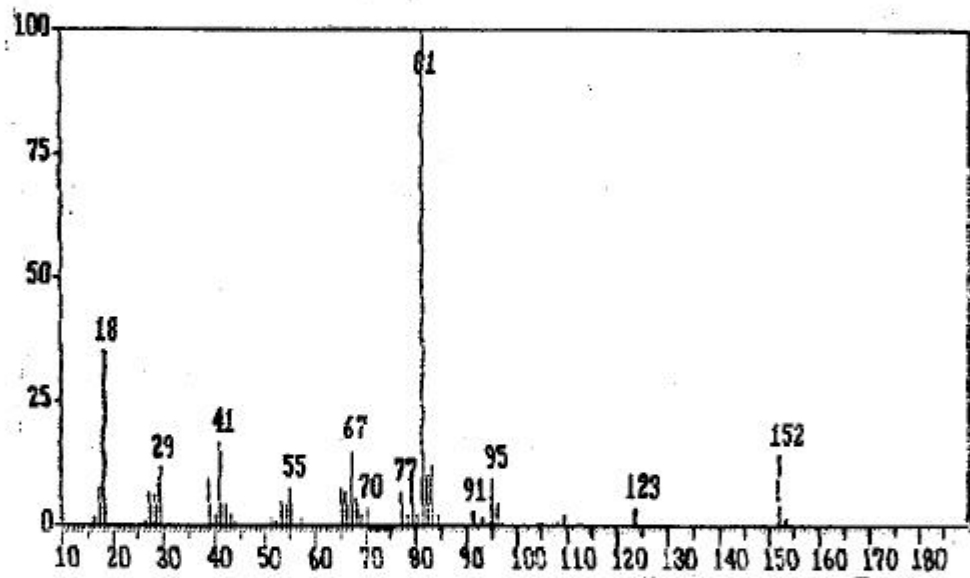
附錄九： 2-Hexylfuran 之質譜圖

Mass spectra of 2-Hexylfuran



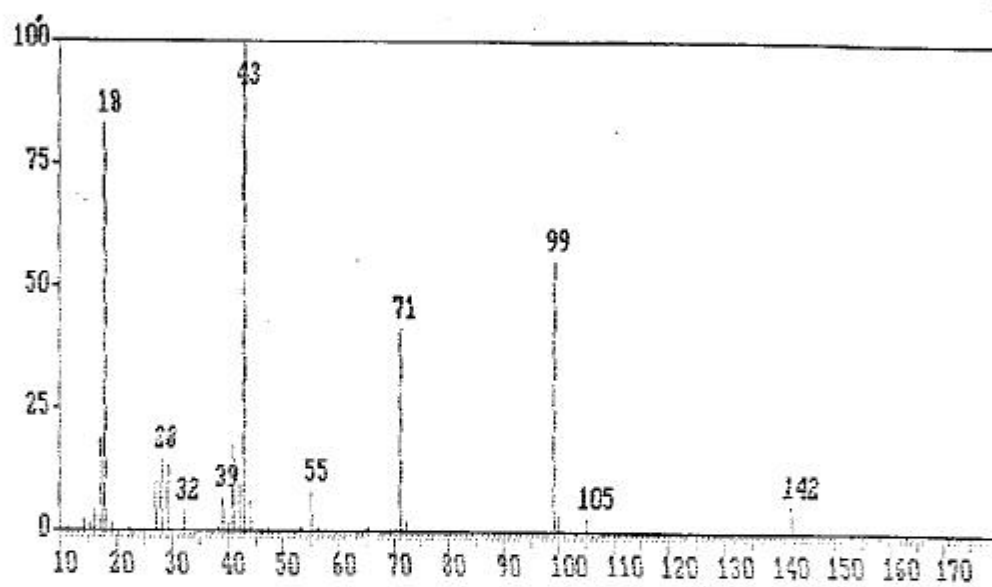
附錄十： 2,4-Decadienal 之質譜圖

Mass spectra of 2,4-Decadienal



附錄十一： 3-Octanone,2-methyl-之質譜圖

Mass spectra of 3-Octanone,2-methyl-



縮寫表

BHA	tert-Butylated Hydroxy-Anisole
BHT	tert-Butylated Hydroxyl-Toluene
DMHF	2,5-DiMethyl-4-Hydroxy-3(2H)-Furanone
EC	Epicatechin
ECG	Epicatechin Gallate
EGC	Epigallocatechin
EGCG	Epigallocatechin Gallate
EDTA	Ethylene-Diaminetetea-Acetic Acid
GC/MS	Gas Chromatography / Mass Spectrometry
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
LDL	Low Density Lipoprotein
LN 裝置	Likens-Nickerson Apparatus
L .	脂肪酸自由基
LO .	含氧脂肪酸自由酸
LOO .	過氧化脂肪酸自由基
MRPs	Maillard Reaction Products
POV	Peroxide value

TBARs Thiobarbituric Acid Reactive substances

TLC Thin-Layer Chromatography

TPP Tripolyphosphate

WOF Warmed-Over Flavor



