

數種市售食用油脂的理化特性與油煙致突變性

吳思敬 顏國欽*

國立中興大學食品科學系
台中市402國光路250號

摘 要

本研究以市售大豆油、玉米胚芽油、葵花油、花生油、調合花生油、芥花油和豬脂等七種食用油為材料，探討油脂之理化性質，並以安氏試驗法 (Ames test) 測定不同油脂在發煙點溫度產生之油煙的毒性與致突變性。結果顯示七種油脂之發煙點依序為118、119、95、98、107、138及137°C；以Rancimat method測定各種油脂發現，以豬脂之氧化安定性最佳，花生油次之；油煙量則以花生油生成最多，而玉米胚芽油和葵花油最少。在各種食用油油煙的致突變性方面，不同食用油之油煙在0 ~ 10 µg/plate之濃度下，對 *Salmonella typhimurium* TA98與TA100均具有顯著性致突變性 ($p < 0.05$)，顯示市售油脂在發煙點產生的油煙具有不同程度之致突變性。此結果可作為日後開發高發煙點、低油煙產率與低致突變性食用油脂的參考。

關鍵詞：食用油，油煙，致突變性。

前 言

油脂常會因氧化裂解而產生一些低分子量的醛、酮、醇、烯及酸等化合物，使油脂產生令人不悅的油耗味，因而降低油脂的商品壽命⁽¹⁾。另一方面，許多研究亦指出油脂酸敗所產生的氧化裂解產物和疾病、老化與致癌性有密切的關係^(2,3)。近年來肺癌高居婦女癌症死因首位，由於婦女吸菸比例遠較男性為低，而肺癌發生率卻沒有較低，顯示女性除了吸菸外，經常暴露於污染原環境可能是誘發肺癌發生的重要原因⁽⁴⁾。中式烹調著重色香味俱全，常將食用油脂加熱至發煙或更高溫度才將食物下鍋拌炒，此時產生之油煙產物的安全性頗為堪慮。

針對食用油脂安全性的文獻指出菜籽油 (rapeseed oil)、大豆油 (soybean oil)、花生油 (peanut oil) 與豬油 (lard) 等經高溫加熱至

250°C 時產生之油煙生成物具致突變性與基因毒性^(5,6,7)，但上述加熱油脂之溫度已遠超過其發煙點溫度，與中式烹調實際情形仍有出入，因此對於油煙乍起時之安全性，有需要進一步加以探討。

本研究以台灣婦女較常使用之大豆油、豬脂、花生油、調和花生油、葵花油、玉米胚芽油與芥花油等七種油脂作為材料，比較此七種市售食用油脂之理化性質，同時亦以安氏試驗法測定其加熱至發煙點溫度所產生之油煙對 *Salmonella typhimurium* TA98與TA100造成之毒性與致突變性，以探討這些食用油之油煙對烹調者可能造成之危害。

材料與方法

一、材料

切食用油脂

Journal of Food and Drug Analysis, 2000, 8(2)

不同廠牌的大豆油、玉米胚芽油、葵花油、花生油、調合花生油、芥花油和豬脂等均購自超級市場。

物試藥

Glucose, minimal agar, oxioid nutrient broth 和 nutrient agar 等購自美國 Difco 公司。β-nicotinamide-adenine-dinucleotide-phosphate (β-NADP) 與 methanol 等購自美國 Sigma 公司。Dimethyl sulfoxide (DMSO) 購自德國 E. Merck 公司。

狉試驗菌株

Salmonella typhimurium TA98 與 TA100 由美國加州大學 Berkeley 生化系 Ames 博士提供。

二、方法

烱花生油樣品性質分析

1. 酸價 (Acid Value)⁽⁸⁾

依 A.O.C.S. Cd 3a-63 方法測定。

2. 過氧化價 (Peroxide Value)⁽⁸⁾

依 A.O.C.S. Cd 8-53 方法測定。

3. 發煙點 (Smoke point)⁽⁸⁾

依 A.O.C.S. Cc 9a-48 方法測定。

4. 顏色 (Color)⁽⁸⁾

用諾威朋色調計 (Lovibond Tintometer, Model E, England) 依 A.O.C.S. Cd 13b-45 方法測定油脂色澤。石英液槽為 1 英吋，讀值分為紅色單位 (red unit)，黃色單位 (yellow unit) 及藍色單位 (blue unit) 表示。

物油脂之氧化安定性

取 2.5 g 的油脂樣品於溫度 $100 \pm 3^\circ\text{C}$ 、空氣流量 20 L/hr 之 Rancimat 油脂氧化安定性測定儀 (Metrohm 679 Rancimat) 中，藉由切線法 (tangent method) 檢測電導度 (conductivity)，由曲線相對於油脂氧化反應誘導期所需之時間估算油脂的氧化安定性，誘導期所需的時間愈長表示樣品之氧化安定性愈高。

狉油煙收集

取 30 g 食用油脂，置於直徑 45 cm 之 Teflon coated aluminum 淺鍋 (pan) 中。以電熱板將油溫加熱至其發煙溫度後，持續加熱，

溫度控制在發煙點 $\pm 10^\circ\text{C}$ 之間。產生之油煙以放置吸附綿 (孔徑 $3.0 \mu\text{m}$ ；購自美國 Unique Pretty Ind.) 之 Sampling pump (MSA Inc., USA) 進行吸附，並調整 pump 流速在 2.0 L/min 吸附油煙。每片吸附綿吸附 30 秒後更換，每批樣品吸附 5 片，吸附綿吸附前後均分別精稱定量。

狉油煙成分萃取

將吸附油煙所得之吸附綿 15 片為一組，分置於 Soxhlet 萃取器中，以 200 mL 甲醇迴流萃取 24 小時後，以減壓濃縮機濃縮 ($< 40^\circ\text{C}$)，並以氮氣吹乾定量。分裝於褐色瓶中，凍藏備用。

玳油煙甲醇萃取物之致突變性

1. 毒性試驗

在致突變試驗中，若樣品對菌株具有毒性，則會使菌數降低，而誤判結果。因此需要觀察樣品萃取物對菌株之生長能力是否有影響。取 0.1 mL 樣品萃取物及 0.1 mL 磷酸鹽緩衝液和 0.1 mL 經隔夜培養於 oxioid nutrient broth no. 2 之菌種 *S. typhimurium* TA98 或 TA100 於試管中，加入 0.2 M，pH 7.4 磷酸鹽緩衝液 0.5 mL，於 37°C 下預培養 20 分鐘後，取 0.1 mL 稀釋至 $2\sim 3 \times 10^3$ 個菌/mL 之混合液，再取 1 mL 稀釋溶液於 plate 中，加入 nutrient agar 搖勻，凝固後將此 plate 於 37°C 培養 48 小時，計算其菌落數。

2. 致突變性試驗

致突變性試驗採用 Maron 和 Ames⁽⁹⁾ 所提出的方法進行。取適當稀釋至一定濃度的樣品萃取物 0.1 mL 及 0.2 M，pH 7.4 磷酸鹽緩衝液 0.1 mL 和 0.1 mL 經隔夜培養於 oxioid nutrient broth no. 2 之菌種 *S. typhimurium* TA98 或 TA100 於試管，加入磷酸鹽緩衝液 0.5 mL，於 37°C 下預培養 20 分鐘後，再加入 2 mL、 45°C 的 molten top agar (含 0.05 mM L-histidine 及 0.09 M NaCl)，混勻後倒入 glucose minimal agar plate，將此 plate 於 37°C 培養 48 小時後計算其菌落數，測試樣品萃取物的致突變性。另外再以 DMSO 代替萃取物為對照組。如果試驗組 his⁺ revertants/plate 數目高於對照組兩倍以上，代表樣品萃取物有致突變性。

用數據統計分析

Journal of Food and Drug Analysis, 2000, 8(2)

Table 1. Physical and chemical properties of commercial edible oils

Edible oil	AV (mg KOH/g oil)	POV (meq/kg oil)	Color (1-inch cell)			Smoke point (°C)
			R	Y	B	
Soybean	0.08±0.023 ^{c*}	3.02±0.01 ^b	0.90±0.23 ^c	2.67±0.35 ^d	0	118±3.5 ^b
Corn germ	0.05±0.009 ^d	2.19±0.29 ^c	1.13±0.05 ^b	4.16±0.51 ^c	0	119±8.1 ^b
Sunflower	0.09±0.001 ^c	2.01±0.01 ^c	0.12±0.01 ^d	1.11±0.04 ^f	0	95±6.1 ^d
Peanut	0.51±0.012 ^a	2.20±0.16 ^c	7.10±0.54 ^a	25.80±2.37 ^a	0.1	98±4.4 ^d
Blend peanut	0.25±0.009 ^b	3.30±0.30 ^a	1.23±0.23 ^b	6.63±0.58 ^b	0	107±6.4 ^c
Canola	0.03±0.006 ^e	1.21±0.20 ^d	0.10±0.00 ^d	1.90±0.11 ^e	0	138±4.7 ^a
Lard	0.09±0.020 ^c	3.12±0.29 ^{ab}	0.83±0.15 ^c	1.98±0.22 ^e	0	137±3.6 ^a

*Values within a column with the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. The yields of fumes from commercial edible oils

Edible oil	Fume particulates (g)*
Soybean	0.036±0.006 ^{d**}
Corn germ	0.021±0.003 ^e
Sunflower	0.018±0.003 ^e
Peanut	0.720±0.045 ^a
Blend peanut	0.066±0.011 ^b
Canola	0.045±0.003 ^c
Lard	0.045±0.009 ^c

* Based on 90 g edible oil collected with 15 filter papers.

** Values within a column with the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

實驗數據使用統計分析系統 (Statistical Analysis System, SAS) (10) 進行統計分析，以 ANOVA 程序變異分析，並且以 Duncan's Multiple Range test 做顯著性差異的比較。

結果與討論

一、七種食用油脂的理化性質

Table 1 為七種市售食用油脂之理化性質。各食用油脂之酸價 (AV) 與過氧化價 (POV) 值以中國國家標準 (CNS) 對食用油之品質要求 (AV 為 0.1, POV 為 10 以下) 為標準，僅花生油與調和花生油的 AV 值超過標準，分別為 0.51 與 0.25。此點據推測可能為業者常為得到足夠的花生油香氣，常將花生仁經過度加熱

焙炒所導致⁽¹¹⁾，此外國內所產製之花生油均未經脫酸等精製處理亦為導致 AV 值較高之可能原因。在顏色方面，大豆油、玉米胚芽油、葵花油、花生油、調合花生油、芥花油和豬脂之顏色以諾威朋色調計測定之，七種油脂的 R 值與 Y 值均以花生油為最高，而芥花油與葵花油的油色最為清澈，顯示未經精製處理花生油，較經精製處理之其他植物油有更深之油色。Table 1 中特別值得注意的是七種食用油脂的發煙點分別從 95°C 至 138°C，因油脂的種類有極大的差異，其中以芥花油 (138°C) 與豬脂 (137°C) 的發煙點最高，葵花油 (95°C) 與花生油 (98°C) 最低。另一方面，由結果可發現花生油與調合花生油的游離脂肪酸含量最高且發煙點較低，顯示油脂中游離脂肪酸的含量與發煙點高低有關。Bennion 與 Hanning⁽¹²⁾ 曾指出油脂中游離脂肪酸的含量愈高則其發煙點會愈低。因此花生油與調合花生油的酸價偏高可能就是發煙點偏低的主要原因。此外 Yen 等⁽¹³⁾ 在食用油脂中添加抗氧化劑，可顯著提高油脂之發煙點，提高之溫度隨抗氧化劑添加量增加而提高，故油脂之發煙點高低與抗氧化劑的添加與否也有相當關連性。

二、七種食用油脂的油煙產率與氧化安定性

將食用油脂加熱至其發煙點後，吸附收集其油煙並以甲醇溶洗定量，結果如 Table 2 所示。煙量以花生油產生最多 (0.720 g, 由 90 g 油脂加熱所產生)，其次則依序為調和花生油、芥花油、豬脂、大豆油與玉米胚芽油，而葵花油產生之油煙量最少僅為 0.018 g。由於芥

Journal of Food and Drug Analysis, 2000, 8(2)

花油、大豆油、玉米胚芽油與葵花油等均經脫酸等精製處理，此精製處理亦可除去游離脂肪酸等物質，因此可能是提高發煙點並降低油煙產率的主要原因。不過葵花油的發煙點溫度最低而油煙產率卻也最低，此點則有待更進一步加以探討。

Table 3 為以 Rancimat method 測定七種食用油脂之氧化安定性。結果顯示其氧化安定性由大而小依序為豬脂、花生油、芥花油、大豆油、玉米胚芽油、調和花生油、葵花油，此順序與其發煙點的高低並未呈相似之趨勢。由於影響油脂氧化安定性的因素頗多，包括油脂本身理化性質、脂肪酸組成、抗氧化劑的種類與添加量及油脂精製程度等^(14,15,16)，因此發煙點高低與影響油脂氧化安定性諸多因子之間的關係，仍有待進一步加以釐清。

三、七種食用油脂的油煙之毒性與致突變性

安氏試驗法是測定食品致突變性的公認方法之一，不過在探討油煙對 *Salmonella typhimurium* TA98 與 TA100 之致突變性試驗中，若樣品對菌株具有毒性，則會使菌數降低，而低估樣品之致突變性⁽¹⁷⁾。因此須先進行油煙之毒性試驗，以探討油煙對菌株之生長能力是否有影響。Table 4 與 Table 5 為七種市售食用油脂油煙甲醇萃取物對 *Salmonella typhimurium* TA98 與 TA100 之毒性試驗結果。Table 4 與 Table 5 中七種油脂之加熱油煙在 0~10 µg/plate 的添加濃度時，TA98 及 TA100 之生長菌數仍維持在對照組之 87~114% 左右，由於 Silva 與 Shankel⁽¹⁸⁾ 認為毒性試驗時，殘存菌數約維持於對照組的 80% 左右，對菌株則無毒

性效應，因此可看出油脂加熱油煙之甲醇萃取物不會導致 TA98 及 TA100 菌株存活率的降低，亦即不會抑制菌株之生長，顯示各種食用油脂之加熱油煙在測試濃度下對 TA98 及 TA100 均不具毒性效應。

由顏及吳⁽¹⁹⁾之報告指出於發煙點溫度所收集之油煙，不論是否添加鼠肝混合物 S9，對 TA98 或 TA100 均具極高且相似之致突變性，因此本試驗繼續探討數種食用油脂之油煙甲醇萃取物對 *Salmonella typhimurium* TA98 與 TA100 之致突變性(-S9)，結果如 Table 6 與 Table 7 所示。七種市售食用油脂油煙甲醇萃取物在未添加鼠肝混合物 S9 以及添加劑量為 0~10 µg/plate 範圍的條件下，皆隨著油煙濃度的增加而對 TA98 與 TA100 之致突變性呈濃度效應 (dose response)，顯示數種油脂之加熱油煙均具有直接致突變性。對 TA98 之突變率 (mutagenicity ratio) 而言，七種食用油脂之加熱油煙以花生油、豬脂與大豆油之致突變性較

Table 3. Oxidative stability of commercial edible oils as measured by Rancimat method

Edible oil	Induction period (h)
Soybean	12.10±0.14 ^{d*}
Corn germ	11.67±0.06 ^e
Sunflower	8.64±0.13 ^g
Peanut	21.87±1.87 ^b
Blend peanut	9.86±0.28 ^f
Canola	13.90±0.14 ^c
Lard	36.80±0.69 ^a

* Values within a column with the different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 4. Toxicity of methanol extracts from fumes of commercial edible oils toward *Salmonella typhimurium* TA98

Dose (µg/plate)	No. of colonies / plate						
	Edible oil						
	Soybean	Corn germ	Sunflower	Peanut	Blend peanut	Canola	Lard
0 (Control)	1561±32(100) ^a	1561±32(100)	1561±32(100)	1561±32(100)	1561±32(100)	1561±32(100)	1561±32(100)
0.5	1572±41(101)	1520±44(97)	1492±52(96)	1530±42(98)	1563±76(100)	1602±83(103)	1529±82(98)
1.0	1483±54(95)	1492±65(96)	1439±86(92)	1483±71(95)	1510±37(97)	1581±72(101)	1484±49(95)
2.0	1472±83(94)	1510±32(97)	1511±28(97)	1389±46(89)	1481±58(95)	1501±64(96)	1533±37(98)
5.0	1524±76(98)	1476±23(95)	1506±75(97)	1467±54(94)	1429±91(92)	1524±39(98)	1473±25(94)
10.0	1503±97(96)	1477±81(95)	1439±89(92)	1436±29(92)	1470±80(94)	1482±71(95)	1421±76(91)

^a Values in parentheses are percentages relative to control value (100%).

Journal of Food and Drug Analysis, 2000, 8(2)

Table 5. Toxicity of methanol extracts from fumes of commercial edible oils toward *Salmonella typhimurium* TA100

Dose (µg/plate)	No. of colonies / plate						
	Edible oil						
	Soybean	Corn germ	Sunflower	Peanut	Blend peanut	Canola	Lard
0 (Control)	1024±54(100) ^a	1024±54(100)	1024±54(100)	1024±54(100)	1024±54(100)	1024±54(100)	1024±54(100)
0.5	1023±91(101)	994±67(97)	980±44(96)	993±61(97)	1054±86(103)	1152±88(113)	972±52(95)
1.0	1172±69(114)	892±102(87)	982±62(96)	1065±39(104)	1137±54(111)	972±78(95)	921±67(90)
2.0	982±72(96)	970±63(95)	925±69(90)	932±31(91)	1020±65(100)	992±73(97)	1004±91(98)
5.0	989±71(97)	942±81(92)	993±92(97)	911±22(89)	945±39(92)	1054±72(103)	1004±91(98)
10.0	913±46(89)	923±77(90)	931±87(91)	942±38(92)	951±107(93)	968±68(95)	902±72(88)

^a Values in parentheses are percentages relative to control value (100%).

Table 6. Mutagenicity of methanol extracts from fumes of commercial edible oils toward *Salmonella typhimurium* TA98

Dose (µg/plate)	His ⁺ revertants/plate*						
	Edible oil						
	Soybean	Corn germ	Sunflower	Peanut	Blend peanut	Canola	Lard
0.5	^{***} _a 38±4 ^{**} (1.0) ^{****}	_a 36±3 ^d (1.0)	_a 38±3 ^c (1.0)	_a 41±3 ^d (1.2)	_a 43±6 ^d (1.2)	_a 38±3 ^c (1.0)	_a 43±5 ^d (1.2)
1.0	_{bc} 43±5 ^{cd} (1.2)	_c 38±2 ^d (1.0)	_c 37±7 ^c (1.0)	_a 53±6 ^{cd} (1.4)	_a 51±7 ^{cd} (1.4)	_c 37±4 ^c (1.0)	_a 54±4 ^{cd} (1.6)
2.0	_b 56±10 ^c (1.5)	_a 59±3 ^c (1.6)	_a 60±11 ^b (1.6)	_a 65±10 ^c (1.6)	_b 61±10 ^c (1.6)	_b 48±5 ^b (1.3)	_a 63±10 ^c (1.7)
5.0	_a 92±4 ^b (3.0)	_b 72±5 ^b (2.0)	_b 71±13 ^b (1.9)	_a 92±6 ^b (2.5)	_a 88±3 ^b (2.4)	_b 63±12 ^b (1.7)	_a 98±9 ^b (2.9)
10.0	_a 118±12 ^a (3.2)	_b 98±6 ^a (2.6)	_{ac} 109±7 ^a (2.9)	_a 122±13 ^a (3.3)	_{ac} 114±11 ^a (3.1)	_b 91±6 ^a (2.5)	_a 121±11 ^a (3.3)

* The spontaneous revertants of TA98 are 37±3.

** Values within a column with the different superscripts are significantly (p<0.05).

*** Values within a row with the different subscripts are significantly (p<0.05).

**** Mutagenicity ratio = induced revertants per plate/spontaneous revertants per plate.

Table 7. Mutagenicity of methanol extracts from fumes of commercial edible oils toward *Salmonella typhimurium* TA100

Dose (µg/plate)	His ⁺ revertants/plate*						
	Edible oil						
	Soybean	Corn germ	Sunflower	Peanut	Blend peanut	Canola	Lard
0.5	^{***} _b 137±13 ^{e**} (1.1) ^{****}	_b 137±9 ^d (1.1)	_b 139±4 ^d (1.1)	_{ab} 149±10 ^d (1.2)	_b 143±11 ^d (1.2)	_b 133±17 ^d (1.1)	_a 160±31 ^d (1.3)
1.0	_{ab} 170±8 ^d (1.4)	_b 141±11 ^d (1.2)	_b 143±7 ^d (1.2)	_{ab} 168±14 ^d (1.4)	_{ab} 160±24 ^d (1.3)	_{ab} 169±15 ^c (1.4)	_a 178±16 ^d (1.5)
2.0	_a 221±22 ^c (1.8)	_a 207±12 ^c (1.7)	_b 172±14 ^c (1.4)	_a 224±18 ^c (1.8)	_a 211±9 ^c (1.7)	_c 148±13 ^{cd} (1.2)	_a 239±40 ^c (2.0)
5.0	_{ab} 323±27 ^b (2.7)	_b 293±32 ^b (2.4)	_c 203±17 ^b (1.7)	_{ab} 338±33 ^b (2.8)	_b 289±16 ^b (2.4)	_c 194±17 ^b (1.6)	_a 357±26 ^b (2.9)
10.0	_{ab} 413±29 ^a (3.4)	_{bc} 352±15 ^a (2.9)	_b 387±28 ^a (3.2)	_{ab} 425±27 ^a (3.5)	_{bc} 371±19 ^a (3.0)	_c 324±18 ^a (2.7)	_a 439±33 ^a (3.6)

* The spontaneous revertants of TA100 are 122±9.

** Values within a column with the different superscripts are significantly different (p<0.05).

*** Values within a row with the different subscripts are significantly different (p<0.05).

**** Mutagenicity ratio = induced revertants per plate/spontaneous revertants per plate.

強，其次則由強而弱依序為調和花生油、葵花油、玉米胚芽油、芥花油，此結果與 Chiang 等⁽⁷⁾將豬脂、大豆油及花生油加熱至 250°C 時，所收集之油煙的致突變性強弱有相似之趨勢。Table 7 的結果顯示各種油脂的油煙對 TA100 之致突變性亦與對 TA98 之結果呈相同之趨勢，其中這些油脂的油煙甲醇萃取物之致突變性以對 TA100 較 TA98 為強，顯示在發煙點溫度所收集之油煙的甲醇萃取物會同時造成指標菌發生架構轉移 (frame-shift) 與鹽基替換 (base pair) 的突變，其中又以鹽基替換之突變較易發生。

此七種市售食用油脂在加熱至發煙點溫度所收集的油煙均具有不同程度的致突變性，由於花生油與調和花生油具有較高的酸價與較低的發煙點，油煙產率與油煙致突變性也較高，而大豆油、玉米胚芽油、葵花油與芥花油等因經精製等處理，其酸價、油煙產率與油煙致突變性均較低；而發煙點較高。由此結果初步推測，酸價過高的食用油脂易導致其發煙點的降低，進而增加其油煙產率與油煙致突變性。顏及吳⁽¹⁹⁾的報告曾指出，花生油在發煙點溫度所得油煙中之主要致突變物為 trans-trans-2,4-decadienal (t-t-2,4-DDE), trans-trans-2,4-nonadienal (t-t-2,4-NDE), trans-2-decenal (t-2-DCA) 及 trans-2-undecenal (t-2-UDA) 等烯醛類化合物，其含量依序為 t-t-2,4-DDE > t-t-2,4-NDE > t-2-DCA > t-2-UDA，而此七種市售食用油脂中在發煙點溫度所得之油煙的致突變性，是否亦為此四種烯醛類致突變物所導致，抑或仍含有其他種類之致突變物，則為下一階段繼續探討的目標。

Qu 等⁽²⁰⁾認為將抗氧化劑 BHA 添加於未經精製的菜籽油 (rapeseed oil) 中或將其經氫化處理，能有效減少其加熱至 250°C 時，所產生之油煙對 TA98 之致突變性，Wu 等⁽²¹⁾也曾指出於大豆油、花生油與豬脂中添加 Catechin 亦能減少其加熱油煙中 1,6-DNP 與 1,8-DNP 等多環芳香烴 (polycyclic aromatic hydrocarbon) 類化合物的生成，不過添加抗氧化劑在減少加熱油煙之致突變性的貢獻仍未經直接證實，但推測應與其在抗氧化機制中擔任自由基抑制劑 (free radical inhibitor) 來終止氧化反應的進行有關，而氫化處理能降低其加熱油煙之致突變性，則與其能提高油脂之飽和度及安定性有關。因此油脂的各種不同理化性質俱與其加熱

油煙的產率與致突變性有關。

結 論

本研究中分析的七種市售食用油脂之油煙均會導致指標菌發生架構轉移與鹽基替換的突變，其中又以未經精製處理花生油的油煙具較強的致突變性，顯示烹調油煙與婦女肺癌的發生之間可能有密切的關係，也同時發現食用油脂的酸價、發煙點以及油煙產率等理化特性俱與其油煙致突變性有關。此一結果可作為日後開發高發煙點、低油煙產率與低致突變性之食用油脂的參考。

誌 謝

本研究承行政院國科會 (NSC 88-2313-B005-047) 經費補助，特此致謝。

參考文獻

1. Nawar, W. W. 1985. Lipid. In "Food Chemistry". pp. 139-244. Fennema, O. R. ed. Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A.
2. Harman, D. 1982. The free-radical theory of aging. In "Free Radical in Biology". Vol.5, pp. 255-275. Pryor, W. A. ed. Academic Press, Orlando, U.S.A.
3. Cutler, R. G. 1984. Antioxidant aging and longevity. In "Free Radical in Biology". Vol.6, pp. 371-423. Pryor, W. A. ed. Academic Press, Orlando, U.S.A.
4. Sobue, T., Suzuki, T. and Fujimoto, I. 1991. Lung cancer risk among exsmoker. Jpn. J. Cancer Res. 82: 273-279.
5. Chiang, T. A., Wu, P. F., Wang, L. F., Lee, H., Lee, C. H. and Ko, Y. C. 1997. Mutagenicity and polycyclic hydrocarbon content of fumes from heated cooking oils produced in Taiwan. Mutat. Res. 381: 157-161.
6. Ko, Y. C., Lee, C. H., Chen, M. J., Huang, C. C., Chang, W. Y., Lin, H. J., Wang, H. Z. and Chang, P. Y. 1997. Risk factors for primary lung cancer among non-smoking women in Taiwan. Int. J. Epidemiol. 26 : 24-31.
7. Chiang, T. A., Wu, P. F. and Ko, Y. C. 1998.

Journal of Food and Drug Analysis. 2000. 8(2)

- Prevention of exposure to mutagenic fumes produced by hot cooking oil in Taiwanese kitchen. *Environmental and Molecular Mutagenesis* 31: 92-96.
8. A.O.C.S. 1980. Official and Tentative Method of Analysis. 3rd ed. American Oil Chemists' Society. Champaign, IL. U.S.A.
 9. Maron, D. M. and Ames, B. N. 1983. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat. Res.* 113: 173-215.
 10. SAS. 1985. SAS User's Guide: Statistics. 5th ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC. U.S.A.
 11. Huang, J. J., Shyu, S. L. and Chang, R. L. 1988. The effect of roasting degrees on the quality of peanut oil. *J. of the Chinese Agric. Chem. Soc.* 26: 466-475.(in Chinese)
 12. Bennion, M. and Hanning, F. 1956. Effect of different fats and oils and their modification on changes during frying. *Food Technology* 10: 229-232.
 13. Yen, G. C., Shao, C. H., Chen, C. J. and Duh, P. D. 1997. Effect of antioxidant and cholesterol on smoke point of oils. *Food Sci. & Technol./LWT.* 30: 648-652.
 14. Warner, K., Orr, P. and Glynn, M. 1997. Effect of fatty acid composition of oil on flavor and stability of fried foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74: 347-356.
 15. Dziezak, J. D. 1986. Preservatives: Antioxidants. *Food Technology* 40: 94-102.
 16. Ruiz-M'endez, M. V., M'arquez-Ruiz, G. and Dobarganes, M. C. 1996. Comparative performance of steam and nitrogen as stripping gas in physical of edible oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 73: 1641-1649.
 17. Ames, B. N., McCann, J. and Yamasaki, E. 1975. Methods for detecting carcinogens and mutagen with the *Salmonella/mammali* an microsome mutagenicity test. *Mutat. Res.* 31: 347-364.
 18. Silva, H. V. de and Shankel, D. M. 1987. Effect of the antimutagen cinnamaldehyde on reversion and survival of selected *Salmonella* tester strains. *Mutat. Res.* 187: 11-19.
 19. Yen, G.C. and Wu, S.C. 2000. Mutagenicity and identification of mutagenic compounds of fumes obtained from heating peanut oil. *J. Agric. Food Chem.* (submitted)
 20. Qu, Y. H., Xu, G. X., Zhou, J. Z., Chen, T. D., Zhu, L. F., Shields, P. G., Wang, H. W. and Gao, Y. T. 1992. Genotoxicity of heated cooked oil vapors. *Mutat. Res.* 298: 105-111.
 21. Wu, P. F., Chiang, T. A., Wang, L. F., Chang, C. S. and Ko, Y. C. 1998. Nitro-polycyclic aromatic hydrocarbon contents of fumes from heated cooking oils and prevention of mutagenicity by catechin. *Mutat. Res.* 403: 29-34.

Journal of Food and Drug Analysis, 2000, 8(2)

Characteristics and Mutagenicity of Fumes Obtained from Commercial Edible Oils

SHE-CHING WU AND GOW-CHIN YEN*

Department of Food Science, National Chung-Hsing University, 250 Kuokuang Rd., Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Seven commercial edible oils including soybean oil, corn germ oil, sunflower oil, peanut oil, blend peanut oil, calola oil and lard were investigated for their physical and chemical properties as well as for the mutagenicity of oil fumes by applying the Ames test. The smoking points of those oils were 118, 119, 95, 98, 107, 138 and 137°C, respectively. Lard had the best oxidative stability among those seven oils as determined by the Rancimat method. Peanut oil produced the largest amount of fumes while corn germ oil and sunflower oil produced the least amounts. The oil fumes (0~10 µg/plate) of these edible oils showed various degrees of mutagenicity toward *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100 ($p < 0.05$). Results also provided information for developing edible cooking oils with higher smoke points, lower fume quantity and less mutagenicity.

Key words: edible oil, oil fumes, mutagenicity.