

# 不同烹調條件對鯖魚魚油中脂肪酸的影響

邱一鳴<sup>1</sup> 駱錫能<sup>2</sup>

1. 國立宜蘭技術學院食品科學系副教
2. 國立宜蘭技術學院食品科學系教授

## 摘要

市售鯖魚，經切成體積相同的小塊後，分別進行下列四種熱處理：(1) 120°C，150°C 及 180°C 下進行烘烤處理。(2) 120°C，150°C 及 180°C 於甘油中進行油炸處理。(3) 蒸煮。(4) 700 watts 微波處理。經不同條件烹調處理後，萃取其魚油，甲基酯化後以氣相層析分析其脂肪酸組成及含量。結果發現多元不飽和脂肪酸是魚油的主成份尤以 DHA 含量最高(439.4 mg/g 油重)，飽和脂肪酸約佔 28%，而單元不飽和脂肪酸約有 18%。一般而言，以越高的溫度煮魚所須的時間越短，但若調理方式不同，所用的溫度雖然相同，所需時間亦有可能不同。烘烤最費時，油炸較省時，但就 DHA 的保留率而，則以烘烤及微波的處理方式較佳，而蒸煮及油炸較差。雖然飽和脂肪酸比不飽和脂肪酸安定性高，但於 180°C 高溫處理下，所有的脂肪酸損失仍然相當可觀，若於 120°C 低溫長時間處理則對 DHA 及 EPA 的保留率較好。鯖魚的熱處理過程，針對 DHA 及 EPA 的保留，比較起烹煮時間，溫度的選擇可能是一個重要的關鍵因素。

**關鍵詞：**魚油、油脂安定性、DHA、EPA

# Effects of Cooking Methods on the Stability of Mackerel Oils

E-Mean Chiu<sup>1</sup> Shyi-Neng Lou<sup>2</sup>

1.Associate Professor<sup>1</sup>of Department of Food Science, National Ilan Institute of Technology

2.Professor of Department of Food Science, National Ilan Institute of Technology

## Abstract

Fresh mackerels purchased from a local fish market were cut into pieces of same size , and then subjected to four different treatments : (1) Roasting in oven at 120°C,150°C and 180°C. (2)Deep-frying in glycerol at 120°C,150°C and 180°C.(3)Heating by steam. and (4)Microwave-heating at 700 watts ..After cooking, the mackerel oils were extracted followed by methesterification, and then the fatty acids of mackerel oils were then analyzed by gas chromatography. Results showed that polyunsaturated fatty acids are the majority of the fatty acids in oils, especially the DHA with content of 439.4 mg/g oil,was the most abundant fatty acid in fresh mackerel oil. The content of saturated fatty acids were 28% and monounsaturated fatty acids were about 18% in weight of oil . In general, the higher the temperature used, the shorter the time needed to cook fish . Different thermal treatments also affected the time needed in process even the temperature was the same. Roasting in oven was the most time consuming way and deep-frying was the shortest time needed when heated at the same temperature, wile microwave-heating was the best way in time saveing and got great DHA retains. Although saturated fatty acids were more stable than unsaturated fatty acids,cooking by the way of higher temperature-shorter time(180°C) would dramatically degrad all fatty acids, especially, polyunsaturated fatty acids. Microwave-heating and low temperature-long time heating(120°C) were the better ways for DHA and EPA retaining. To neglect the temperature used in cooking, steaming and deep-frying were the worst methods in the preservation of DHA and EPA in fish. The temperature selected for cooking might be the key factor influencing DHA and EPA preservation in comparison with the time needed for cooking.

**Key Word** : Fish oil , Oil stability , DHA , EPA

## 一．前言

1970 年代，科學家發現在格陵蘭島上的愛斯基摩人罹患心血管疾病的比例要較同一區的丹麥人低許多，推測其原因，可能與愛斯基摩人於飲食中攝取含有大量  $\omega$ -3 多元不飽和脂肪酸如 EPA ( eicosapentaenoic acid )、DHA ( docosahexaenoic acid ) 等水產物有關[1]。 到目前為止 EPA 已被證實具有：

1.降低血液黏度。2.降低血脂質(cholesterol、tricylglycerol)濃度。3.延長出血時間。4.提高 HDL-cholesterol 濃度，降低 VLDL- cholesterol 濃度。5.降低血壓。6.降低血小板凝集能力等功能。每日攝取量約 2~3g，長期食用可改善血清脂質、抑制血小板凝集、血管擴張、預防腦梗塞、腦血栓 等疾病[2]。另外 DHA 則具有：1.有於胎兒發育。2.防止老化。3.防止動脈硬化。

4.抑制癌效果。每日攝取量約 0.5~1.0g，長期食用下來，可望促進腦部發育、防止老化[3]。魚油含有豐富的高度不飽和脂肪酸，尤其富含  $\omega$ -3 型的 DHA 與 EPA。而攝取魚油的方法有二：1.市售魚油膠囊 2.經烹調的食用魚

市售魚油膠囊：因魚油中含高量多元不飽和脂肪酸，容易氧化，產生過氧化物具毒性，此外價格亦太貴，故專家一般建議每週吃 5~7 次的魚是攝取魚油最佳的方法[3]。經烹調的食用魚：魚肉經燒煮時由於蛋白質受熱變性，脂質易從魚肉中分離，而其中的 EPA、DHA 約減少 20%，油炸更有近一半量溶出[5]。魚肉經烹調時，脂質容易氧化分解，不同的烹調方式可能會影響到魚油中 DHA 與 EPA 的殘留率。烘、烤、蒸、煮、油炸及微波是當下調理食物常用的熱處理方式，同樣的食品原料經不同的熱處理方式，所調理出來的食品無論口感風味與食品組織都不盡相同，不儘增加了食物的接受性，也增加消費者的選擇性。但就營養上的考量，不同烹調方式對食品營養素的保留，可能大為不同。如何保留食物營養素的議題已廣被探討，但烹調方式對魚油安定性探討的報告並不常見，故我們選用幾種烹調方式(蒸、油炸、烘烤、微波)，來探討不同烹調方式對魚油重要成分 DHA、EPA 安定性之影響。魚類中含 EPA 及 DHA 較豐富的有鯖魚、鯧魚、秋刀魚、竹筴魚、鰺魚、鯉魚等。由於宜蘭的南方澳每年捕獲的鯖魚約有 12 噸以上，不僅是當地漁產的最大宗，也居全臺鯖魚漁獲之冠，素有鯖魚故鄉之稱。鯖魚屬紅色肉魚，其血合肉及脂肪含量高，在捕獲後魚體鮮度下降很快，且因魚肉蛋白質變性，使蛋白質成膠能力下降，故一直無法被利用作為具彈性佳的煉製品原料。由於鯖魚加工性受限，為了促銷鯖魚，宜蘭縣政府每一年於南方澳舉辦鯖魚節，除了宣傳鯖魚的營養價值，並提供料理鯖魚的方法，鼓勵民眾食用。由於地緣上的方便故選擇鯖魚作為研究對象。

## 二．材料與方法

### (一)、材料與試藥：

#### (a)材料

鯖魚：其平均體長 25 公分，體寬 9 公分，採購自宜蘭地區魚市場。

#### (b)試藥

甘油、氫氧化鉀及無水硫酸鈉購自日本試藥工業株式會社 試藥一級。氯仿、甲醇、乙醚及正己烷為 Merck GR。20 %  $\text{BF}_3/\text{CH}_3\text{OH}$  買自 Supelco 公司 ( USA )、 $\text{C}_{17:0}$  脂肪酸(heptadecanoic acid)及  $\text{C}_{23:0}$  脂肪酸(tricosanoic acid)則購自 Sigma 公司 ( USA )。

### (二)、實驗方法

#### (a)樣品前處理

取四尾平均體長 25 公分、體寬 9 公分鯖魚，去除不可食部分 ( 頭、尾、骨、皮、內臟 )，取魚肚部份[6]，切成寬約 3.0 cm、長約 5.0~6.0 cm、厚約 1.0~1.5 cm，重量約 15.0~18.0g 之魚塊，均勻混合，分成數組 ( 一組約有 50g 左右 )。

#### (b)烹調條件之設定

經各種不同處理方式直至魚體呈熟食程度 ( 筷子可夾起 )。

1.對照組 新鮮魚體

2.蒸煮 120 約 3 分 30 秒

3.烘烤 120 約 9 分 30 秒

150 約 7 分 30 秒

180 約 5 分 30 秒

4.微波 約 1 分

5.油炸 (以甘油作為熱媒) 120 約 1 分

150 約 55 秒

180 約 30 秒

(c) 油脂的萃取

精秤 20 克魚肉加入 150ml 之氯仿:甲醇(2:1)溶液均質攪拌,抽氣過濾之,在加入 50ml 氯仿: 甲醇 (2:1) 沖洗布氏漏斗數次 (若在調理過程中有魚汁的產生,再沖洗完後直接加入濾液中)。

添加無水硫酸鈉至成砂狀移動,靜置隔夜或在冰箱中靜置 1~2 小時。

靜置後將上層澄清液加入迴轉濃縮機 (冷凝機要先開,並暖機),將溶劑除去,在加入乙醚 20ml 將濃縮瓶中的油脂洗出,靜置分層一段時間後,去除水層 (下層),添加適量無水硫酸鈉,吸取上層澄清液於試樣瓶內,置於真空乾燥器中趕乾至只剩油脂存在,充填氮氣或儲存於冷凍中隔夜備用

(d) 油脂酯化。

根據 Boron trifluoride method 甲基酯化法[7]

取適量油脂 (約一滴) 及 100 μL 內標準品置入反應瓶中,加入 1ml 0.5N KOH/CH<sub>3</sub>OH 於 80~90 °C 水浴加熱 10 分鐘後,流水冷卻,開蓋再置於 80 °C 水浴中加熱趕走溶劑,再加入 1ml 20 % BF<sub>3</sub>/CH<sub>3</sub>OH 鎖蓋以 80~90 °C 水浴 5 分鐘後,流水冷卻。加入 2ml 正己烷和 1ml 蒸餾水,搖晃均勻後靜置分層 (上層為正己烷層,下層為水層)。抽去水層,加入無水硫酸鈉脫水,抽出正己烷層於試樣瓶中,以氮氣趕乾後,加入少許乙醚 (約 3 滴) 儲存備用。

(e) 氣相層析

1.氣相層析設定條件:

毛細管柱: SP-2330、30 公尺長

載送氣體: N<sub>2</sub>、流速: 50ml/min

注入口溫度: 250

偵測器(FID)溫度: 250

管柱溫度: 初溫為 100 °C, 以 1 °C/min 之升溫速率

上升至 220 °C, 維持 30 min

2.脂肪酸含量計算

$$\text{weight of fatty acid(mg)} = \frac{\text{area of fatty acid peak}}{\text{area of I.S peak}} * \text{weight of I.S(mg)}$$

I.S=internal standard <sup>(8)</sup>

碳鏈 18 的脂肪酸以 heptadecanoic acid 為 internal standard

碳鏈 > 於 18 的脂肪酸以 tricosanoic acid 為 internal standard

### 三、結果與討論

(一) 鯖魚脂肪酸組成

新鮮魚體的油脂經酯化、氣相層析分析後,其脂肪酸組成如表 1 所示,脂肪酸含量約為 938.6mg/1g<sub>(油)</sub>,脂肪酸酯化的程度約為 94%。新鮮鯖魚體內飽和脂肪酸的含量較少(約含 28%),而不飽和脂肪酸的量較多(約佔 72%),其中在

飽和脂肪酸以 C<sub>16:0</sub> 棕櫚酸(Palmitic acid)的含量最多，而不飽和脂肪酸則以 DHA 的含量最高，約佔總體脂肪酸的 45%，其次為 C<sub>18:1</sub> 油酸及 C<sub>22:1</sub> 等單元不飽和脂肪酸，而 EPA 的含量約佔 9%。

## (二) 不同烹調條件對鯖魚油脂脂肪酸損失率的影響

烘烤、油炸、蒸煮及微波處理，可讓食品得到不同且獨特的質地與風味，但由於熱處理的方式不同其烹煮所需要的時間亦隨之不同。一般而言，油炸與微波需要一分鐘左右可將魚體煮熟，蒸煮約需三分鐘，但烘烤所耗的時間較長約需五至十分鐘視所設定的溫度而定。從圖 1 來看，在任何烹調條件下，飽和脂肪酸的損失率都較不飽和脂肪酸少。以 120°C 烘烤為例，飽和脂肪酸損失率約為 10%，不飽和脂肪酸損失率 33%，其中 DHA 損失 30%，EPA 為 7%。若將溫度提高至 150°C 及 180°C 下烘烤，飽和脂肪酸的損失率提升至 29% 及 32%，而不飽和脂肪酸損失率則為 42% 至 51% 之間(表二)。若討論烹調方式對鯖魚油脂脂肪酸的影響，整體而言，以烘烤對脂肪酸損失率最少，微波次之，而油炸及蒸煮對脂肪酸的破壞最為嚴重(圖 1)。於相同的溫度下，若加熱的方式不一樣，對脂肪酸的影響也會不同。比較烘烤與油炸處理，由表二來看，同樣於 180°C 油炸處理對飽和脂肪酸的損失率為 52%，而烘烤的損失率則為 32%。若於較低的溫度下，如 120°C 來比較兩者的處理，烘烤對飽和脂肪酸的損失率為 10%，而油炸處理則為 32%，為烘烤的三倍。至於對不飽和脂肪酸的影響亦有相似的結果。例如於 120°C 較低的溫度下處理，油炸處理對不飽和脂肪酸損失率為 54%，而烘烤的損失率則為 33% (圖 3)，顯示烘烤比油炸處理對脂肪酸有較佳的保留率。以蒸氣蒸煮鯖魚時，在水的參與下對脂肪酸的破壞亦相當可觀，飽和脂肪酸損失率為 37%，不飽和脂肪酸損失率為 62%，DHA 損失率為 59%，而 EPA 則為 25%。以微波處理食品是一種不錯的熱處理方式，對 DHA 及 EPA 都有不錯的保留率。至於 C<sub>24:1,7</sub> 脂肪酸約佔總體脂肪酸的 9%，比較不同熱處理條件對該脂肪酸的影響結果發現仍以 180°C 油炸及蒸的損失率最高，達 70% 左右，而烘烤的損失率最低，在 120°C 下損失 7.5%，180°C 亦僅損失 25.8%，微波處理下則損失 39%，若以蒸氣蒸煮則損失率高達 71%。

## (三) 烹調溫度對脂肪酸之影響

一般而言，以較高的溫度煮魚所須的時間越短，高溫短時間熱處理食品，對維生素等營養成份有較高的保留率，但於本研究中發現高溫短時間熱處理鯖魚對不飽和脂肪酸的保留率則有不同的結果。圖 3 結果顯示，以烘烤為例，120°C 九分鐘，不飽和脂肪酸的損失率為 33%，180°C 五分鐘不飽和脂肪酸的損失率提升為 52%。油炸處理對不飽和脂肪酸的破壞更為嚴重，120°C 一分鐘，不飽和脂肪酸的損失率為 54%，180°C 五十五秒不飽和脂肪酸的損失率更提升為 79%。若不考慮烹調方式，單以加熱時所設定的溫度來探討，高溫雖然可縮短調理的時間，但溫度越高對不飽和脂肪酸的保留率越差。而這些不飽和脂肪酸是生理上非常重要的營養素，因此在烹調食品時不可不慎重考慮溫度對脂肪酸的影響。飽和脂肪酸一般而言具有較高的熱穩定度，但高溫下飽和脂肪酸的抗氧化耐受力則大為降低[9]。另外，參考圖 2 及表二 可看出，飽和脂肪酸的碳鏈愈長安定性越差，在烹調過程中隨著溫度的升高損失量也愈多，而不飽和脂肪酸，因為影響其安定性的因素除了碳鏈的長短外，還有雙鍵的位置及數目 等因素[9]。

## 四. 結 論

結合以上各點討論，我們可看出在所設定的烹調方式下，對脂肪酸的破壞性依序為油炸，蒸煮 > 烘烤 > 微波，而且在溫度愈高時，無論是飽和脂肪酸或不飽和脂肪酸，其損失率也相對的提高。因此我們在烹調鯖魚時，應避免高溫油炸，建議使用微波及低溫烘烤的方式來烹調鯖魚，如此可得較多量的 DHA 及 EPA，對人體心血管疾病、癌症的發生又著較佳的預防效果。

## 謝 誌

本研究承蒙陳彥卉、張玉佳、許惠茹、林幸玟、詹玉豪、羅惠芬等同學協助得以完成，在此特以誌謝。

## 參考文獻

1. 劉麗雲、林振宏、李敏雄 (1999), 「市售魚油之物化特性及其品質調查」, 食品科學, 第二十六卷, 第一期, 第

6~15 頁。

2. 黃偉勳 (1998), 「EPA 的功能、應用及利用 *Shewanella putrefaciens* 來生產」, 食品工業, 第三十卷, 第三期, 第 30~37 頁。
3. 陳慧如、王秀中 (1997), 「魚油食用性之探討」, 水產食品, 第二十一卷, 第 21~32 頁。
4. 陳昭姿 (1995), 「魚油 效益未明的營養品」, 當代醫學, 第二十二卷, 第三期, 第 224~226 頁。
5. 陳慧如、王琇如(1993): 魚油實用性之探討。水產食品, 第三十卷, 第三期, 第 30~37 頁。
6. 陳榮輝、林泗潭等 (1992), 水產食品製造(上冊), 第 32 頁, 華香園出版社, 初版二刷。
7. 李敏雄、王美苓、閔丙宇 (1990), 「甲基酯化方法對脂肪酸分析結果之影響」, 食品科學, 第十七卷, 第一期, 第 1~10 頁。
8. 張志陽 (1998), 「二十碳五烯酸生產菌 *Shewanella putrefaciens* 之篩選、培養及油脂萃取條件之探討」, 碩士論文。
9. 顏裕鴻 (1992), 「食用油脂在高溫下之變化及其測定法」, 大葉學報, 第一卷, 第一期, 第 19~33 頁。

91 年 09 月 10 日投稿

91 年 10 月 09 日接受

表一 不同調理條件下鯖魚脂肪酸之組成

Table 1 The fatty acid compositions of mackerel oils under different cooking processes

調理條件 mg/g 油	新鮮魚體	120 烘烤	150 烘烤	180 烘烤	120 油炸	150 油炸	180 油炸	蒸	微波
C <sub>14:0</sub>	23.9	23.0	18.9	18.0	18.8	18.1	14.0	21.2	22.8
C <sub>16:0</sub>	133.8	130.0	103.6	95.8	93.3	89.1	69.3	90.4	110.8
C <sub>18:0</sub>	50.7	50.4	35.9	36.0	38.9	35.4	27.7	33.9	41.1
C <sub>22:0</sub>	54.6	33.9	27.9	28.9	19.6	25.4	14.5	21.2	29.4
飽和脂肪酸總量	263.0	237.3	186.3	178.7	170.6	168	125.5	166.7	204.1
C <sub>18:1;9</sub>	82.1	82.0	67.7	59.2	54.8	54.6	42.8	61.1	69.9
C <sub>18:2;9,12</sub>	8.6	8.3	6.0	6.7	6.2	5.7	4.1	6.1	6.5
EPA	63.3	58.6	45.3	38.1	50.9	39.1	21.2	47.3	46.5
C <sub>24:1, ?</sub>	82.2	76.0	74.9	61.0	39.6	42.4	23.3	24.1	50.2
DHA	439.4	308.4	265.0	218.7	210.9	171.3	90.5	178.2	215.0
不飽和脂肪酸總量	675.6	451.3	391.2	324.5	307.6	258.5	139.1	255.7	388.1

表二 不同調理條件下鯖魚脂肪酸損失率(%)

Table 2 The degradation rate (%) of fatty acid in mackerel oils under different cooking processes

調理條件 脂肪酸 %	新鮮魚體	120 烘烤	150 烘烤	180 烘烤	120 油炸	150 油炸	180 油炸	蒸	微波
C <sub>14:0</sub>	0	-3.77	-20.92	-24.69	-21.34	-24.27	-41.42	-11.30	-4.60
C <sub>16:0</sub>	0	-2.84	-22.57	-28.40	-30.27	-33.41	-48.21	-32.44	-17.2
C <sub>18:0</sub>	0	-0.59	-29.20	-29.00	-23.27	-30.18	-45.36	-33.14	-18.93
C <sub>22:0</sub>	0	-37.91	-48.90	-47.07	-64.10	-53.48	-73.44	-61.17	-46.15
飽和脂肪酸總損失率 %	0	-9.77	-29.16	-32.05	-35.13	-36.12	-52.28	-36.62	-22.40
C <sub>18:1; 9</sub>	0	-0.12	-17.54	-27.89	-33.25	-33.50	-47.87	-25.58	-14.86
C <sub>18:2; 9,12</sub>	0	-3.49	-30.23	-22.09	-27.91	-33.72	-52.33	-29.07	-24.42
EPA	0	-7.42	-28.44	-39.81	-19.60	-38.23	-66.51	-25.28	-26.54
C <sub>24:1; ?</sub>	0	-7.54	-8.88	-25.79	-51.82	-48.42	-71.65	-70.68	-38.93
DHA	0	-29.81	-36.69	-50.23	-52.00	-61.02	-79.40	-59.44	-51.07
不飽和脂肪酸總損失率 %	0	-33.20	-42.10	-51.97	-54.47	-61.73	-79.41	-62.15	-42.55



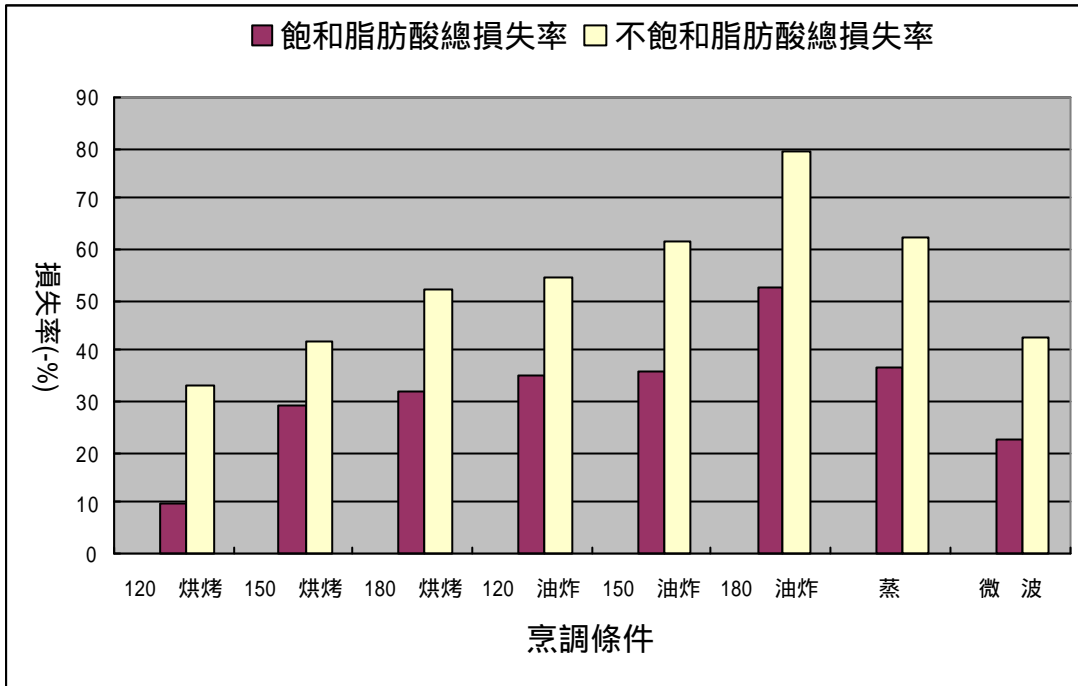


圖 1 飽和脂肪酸與不飽和脂肪酸總損失率比較圖

Fig 1 The comparison of degradation rate between saturated and unsaturated fatty acids

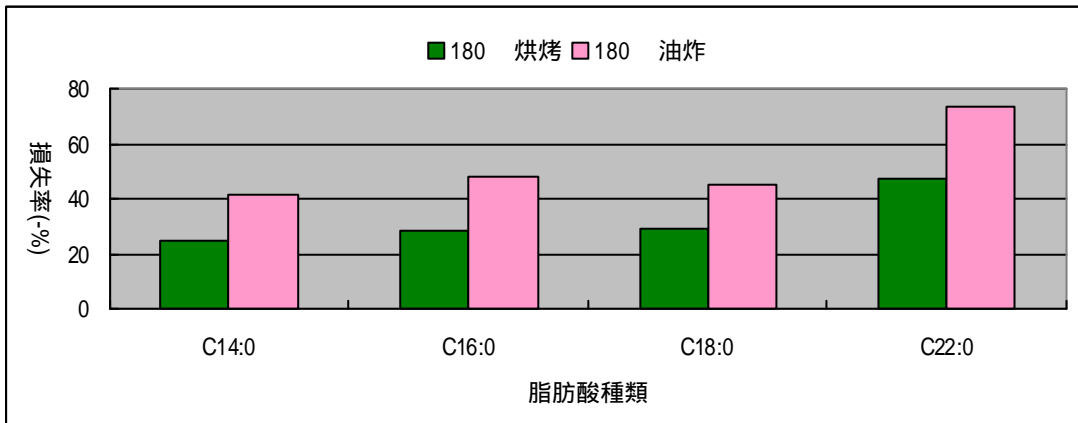


圖 2 飽和脂肪酸在烘烤及油炸條件下之損失率

Fig 2 The comparison of degradation rate of saturated fatty acids between roasting and deep-frying

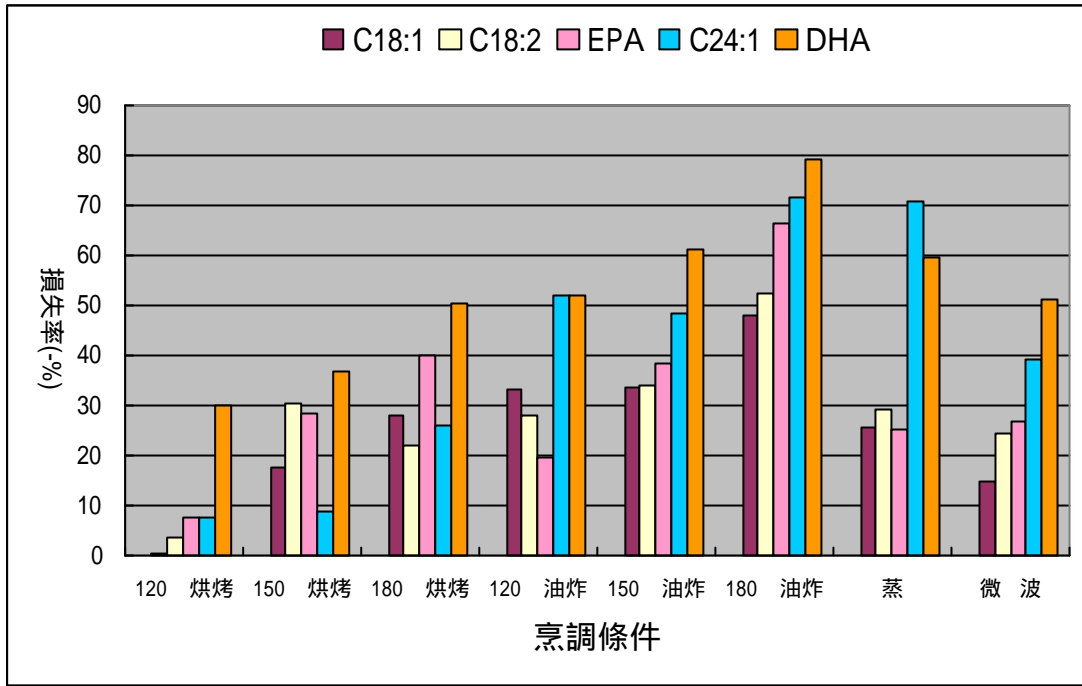


圖 3 不飽和脂肪酸損失率與烹調條件之關係

Fig 3 The comparison of degradation rate of unsaturated fatty acids among different cooking methods

