

市售亞麻籽油脂肪酸分析之研究

鍾竺均¹、*黃大維²

¹中華科技大學生物科技系、²南臺科技大學生物與食品科技系

*hdw0906@stust.edu.tw

摘要

亞麻籽油為富含 α -次亞麻油酸的植物油，是攝取 ω -3 脂肪酸的良好來源，而市售許多品牌之亞麻仁油，可能因不同加工方式而使得產品油脂中脂肪酸的含量有所差異。本研究參考衛生福利部食品藥物管理署公告之食品中脂肪酸之檢驗方法，以氣相層析火焰離子偵測儀 (GC-FID) 分析市售七種廠牌之亞麻籽油脂脂肪酸組成。經分析後結果顯示，反式脂肪酸含量除 D 廠牌外其餘皆低於 0.3%。而委託廠商之 G 廠牌，於單元不飽和脂肪酸、 ω -3 脂肪酸含量及 ω -6/ ω -3 脂肪酸攝取比值較其他廠牌無明顯之優勢，而有健康安全疑慮之芥酸 (C22:1 ω -9) 於 G 廠牌雖有檢測出，但其含量遠低於聯合國糧農組織及世界衛生組織的規範，因此完全無安全之疑慮，至於飽和脂肪酸 G 廠牌含量較低，有助於減少飽和脂肪酸的攝取，因此為 G 廠牌較其他廠牌亞麻籽油占優勢的優點。

關鍵詞：亞麻仁油、 α -次亞麻油酸、 ω -3 脂肪酸、氣相層析火焰離子偵測

Study of Fatty Acids Analysis in Commercial Linseed Oil

Ying-Chien Chung¹, *Da-Wei Huang²

¹Department of Biological Science and Technology, China University of Science and Technology

²Department of Biotechnology and Food Technology, Southern Taiwan University of Science and Technology

Abstract

Linseed oil, a vegetable oil, is rich in α -linolenic acid, which is a good source of omega-3 fatty acids. Commercial linseed oil may exhibit the differences in fatty acid content due to different processing methods. This study is to analyze fatty acid composition of seven commercial linseed oils by gas chromatography-flame ionization detection (GC-FID) according to the method of Food and Drug Administration, Ministry of Health and Welfare. The results indicated that the content of trans-fatty acids in commercial linseed oils were less than 0.3% excluding Brand D. The monounsaturated fatty acids, ω -3 fatty acid content, and ω -6/ ω -3 fatty acid ratio, in Brand G had no advantage compared with other brands. Erucic acid (C22:1 ω -9) with health and safety concern was detected in Brand G, but the content was less than the standard of Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the World Health Organization (WHO). The Brand G may exhibit the advantage in the lower content of saturated fatty acids in comparison to other brands, and may be helpful in reducing the intake of saturated fatty acids.

Keywords: Linseed Oil, α -linolenic Acid, ω 3-fatty Acid, Gas Chromatography-flame Ionization Detection

壹、前言

食用油脂除供給人體熱能和必需的脂肪酸外，亦可提供食品的色、香和味，增進適口性和飽食感，以及人體需要的脂溶性物質，如維生素 A、D、E 和 K 等[1]。油脂中脂肪酸依其結構及不同，可分為飽和脂肪酸（saturated fatty acids, SFA）與不飽和脂肪酸（unsaturated fatty acids, USFA）。不飽和脂肪酸依所含雙鍵數目多寡，又分為單元不飽和脂肪酸（monounsaturated fatty acids, MUFA）和多元不飽和脂肪酸（polyunsaturated fatty acids, PUFA），前者為可以體內合成的非必需脂肪酸，如油酸（oleic acid 18:1 ω -9）、棕櫚烯酸（palmitoleic acid；16:1 ω -7）及異油酸（vaccenic acid；18:1 ω -7）為一般食物中常見的單元不飽和脂肪酸，可減少減低心血管及腦管道梗塞的發生[2]；後者則以兩種人體所必需脂肪酸 ω -3 和 ω -6 系列的多元不飽和脂肪酸為主[1]。

以營養學觀點，所謂必需脂肪酸（essential fatty acids）是指一種多鍵不飽和脂肪酸，對於人體的健康、營養很重要，可以維持人體細胞的正常運作，但人體本身又無法合成製造，必須從飲食中攝取。缺乏必需脂肪酸，輕微症狀如掉髮、皮膚粗糙、表皮容易剝落等，嚴重缺乏必要脂肪酸則會導致身體各方面嚴重失調。一般存在於植物油脂中必需脂肪酸為 ω -6 系列的亞麻油酸（18：2 ω -6；LA），及 ω -3 系列的 α -次亞麻油酸（18：3 ω -3；ALA）。次亞麻油酸這種最基本的必需脂肪酸食用後在體內可自行合成其他具有生理活性的脂肪酸，例如 ω -3 系列的 EPA（20：5 ω -3），DPA（22：5 ω -3），DHA（22：6 ω -3）[3]，所以 ω -3 脂肪酸為必須從食物中獲取的必需營養素。隨著人年齡的增長，體內由 ALA 合成 DHA 的能力隨之減退。因此，老年人可能存在 DHA 缺乏。



圖 1 α -次亞麻油酸（ALA）、EPA 及 DHA 結構

ω -6 和 ω -3 多元不飽和脂肪酸於自然界中分佈極不平衡，食物中 ω -6 多元不飽和脂肪酸的來源比較充足，而 ω -3 多元不飽和脂肪酸的來源比較貧乏，飲食中脂肪酸攝食的 ω -6 脂肪酸/ ω -3 脂肪酸比值超過 15/1，可能會增加罹患慢性疾病的機率。現代西方飲食兩種對於兩種脂肪酸攝食的比值通常超過 10/1，有的甚至高達 30/1。研究顯示，最佳 ω -6 脂肪酸： ω -3 脂肪酸攝食比例是 1/1 ~ 4/1，而過量的 ω -6 脂肪酸還會干擾 ω -3 脂肪酸對健康的益處，若長期超量的 ω -6 脂肪酸會引起慢性心臟病發作、血栓性中風、心律不齊、關節炎、骨質疏鬆症、炎症、情緒障礙、肥胖與癌症等疾病[4]。因此，獲得足量及高品質的 ω -3 脂肪酸是有必要的。

α -次亞麻油酸（ α -Linolenic acid, ALA；全順-9,12,15-十八碳三烯酸）為三個雙鍵的多元不飽和脂肪酸（ $C_{18}H_{30}O_2$ ），是一種 ω -3 必需脂肪酸。 α -次亞麻油酸在紫蘇籽油中佔 64%，在亞麻仁油中佔 55%，在沙棘籽油中佔 32%，在大麻籽油中佔 20%，在菜籽油中佔 10%，在豆油中佔 8%，橄欖油中佔 1%。於亞麻仁油中 ω -6/ ω -3 脂肪酸比值約為 3/10，而國人日常食用油的葵花油 ω -6/ ω -3 脂肪酸比值極高約為 71/1，玉米油中 ω -6/ ω -3 脂肪酸比值為 57/1，橄欖油為 9/1，大豆沙拉油則約為 7/1 [5]。研究指出 ω -6 脂肪酸於體內代謝易產生促發炎反應的花生四烯酸，專家學者建議日常飲食中需適度調高食用油中 ω -3 脂肪酸比

率，而 ALA 是亞麻仁油裡主要的 ω -3 脂肪酸，經體內酵素轉變成二十碳五烯酸 (eicosapentaenoic acid 或 EPA)，代謝產生抗花生四烯酸物質，因此具有抑制人體的發炎、抗動脈粥樣硬化與預防血栓的功效[1,4]。

植物油中含豐富的多元不飽和脂肪酸，較飽和脂肪酸易受到氧化而導致酸敗，因此，植物油生產中往往通過部分氫化來解決這一問題，由此產生了反式脂肪酸 (trans fatty acids)。反式脂肪酸主要的來源有二種，一種為反芻動物體內的脂肪酸在胃瘤內經微生物作用產生的，另一種為含有順式不飽和脂肪酸的油脂經氫化作用所得的部份氫化油脂[6]。研究指出，反式脂肪會增加血液中低密度膽固醇 (LDL，壞的膽固醇) 的濃度，及降低高密度膽固醇 (HDL，好的膽固醇) 的濃度，會增加罹患冠狀心血管疾病的風險。人體的脂肪酵素只會分解順式脂肪酸的脂肪，但無法分解反式脂肪，而攝取反式脂肪會長期滯留在血液中，容易於血管壁上沉積，導致血管的窄化增加罹患心血管疾病之風險。所以，飲食中應當避免反式脂肪酸之攝取 [7-8]。

貳、研究動機與研究問題

亞麻籽油為富含 α -次亞麻油酸的植物油，可作為攝取 ω -3 脂肪酸良好之來源，本研究擬進行分析市售不同廠牌之亞麻仁油的脂肪酸組成及含量，探討委託廠商以非基改亞麻籽為原料，並以冷榨法生產富含 α -次亞麻油酸之食用植物油，與市售其他品牌油品的特性、優劣或在市場之競爭性進行比較。

參、實驗方法

一、實驗材料

由委託廠商提供非基改亞麻籽之冷榨油，以及其他 6 家市占率高或競爭對手產品。

二、亞麻仁油脂肪酸分析

依據衛生福利部食品藥物管理署 102 年 11 月 28 日部授食字第 1021950978 號公告食品中脂肪酸之檢驗方法[9]，以氣相層析火焰離子偵測儀 (GC-FID) 進行分析。

(一) 樣品前處理

稱取 10~20 mg 之適量檢體，精確稱定，加入內部標準溶液 0.1 mL，置於 40°C 水浴中去除氯仿後，以 1 mL 正己烷溶解。

(二) 皂化及酯化

取已前製備溶液 1 mL，於褐色玻璃瓶中，加入 1N 氫氧化鈉甲醇溶液 1 mL，充填氮氣，拴緊瓶蓋，以旋渦混合器混合 30 秒，置於加熱器中，以 80°C 皂化 15 分鐘，取出冷卻。加入 14% 三氟化硼甲醇溶液 1 mL，充填氮氣，拴緊瓶蓋，以旋渦混合器混合 30 秒，置於加熱器中，以 110°C 酯化 15 分鐘，取出冷卻。加入正己烷 1 mL，拴緊瓶蓋，以旋渦混合器混合 1 分鐘，加入飽和氯化鈉溶液 6 mL，拴緊瓶蓋，輕輕振搖，靜置分層，取上層液至褐色樣品瓶中，加入少量無水硫酸鈉，經濾膜過濾後，供作檢液。

(三) 氣相層析火焰離子偵測儀 (GC-FID) 分析

量取檢液及標準溶液各 1 μ L，注入氣相層析儀中，依下列條件進行氣相層析，就檢液與標準溶液所得波峰之滯留時間比較鑑別，並依衛生福利部食品藥物管理署公告之食品中脂肪酸之檢驗方法計算公式，求出檢體中各脂肪酸之含量 (%)：

氣相層析測定條件：

層析管溫度：初溫：170°C，40 min；

升溫速率：3°C/min；

終溫：200°C，50 min。

檢出器溫度：300°C。

注入器溫度：250°C。

移動相氣體氮氣流速：0.75 mL/min。

分流比：40：1。

肆、結果與討論

一、飽和脂肪酸組成及含量

將七種油品經氣相層析儀分析十六種飽和脂肪酸後，將其有偵測出之飽和脂肪酸的種類整理如表 1 所示。十二脂酸（月桂酸；Lauric acid）及十四脂酸（肉豆蔻酸；Myristic acid）僅於 B 廠牌有檢測出，含量分別為 0.08 % 及 0.10%，其餘六家廠牌則未檢測出。研究指出，攝食十二脂酸（月桂酸）及十四脂酸（肉豆蔻酸）較其他飽和脂肪酸容易造成血液中膽固醇增加，並減低高密度脂蛋白（HDL）與總膽固醇的比值，增加心血管疾病的風險[1]。十六脂酸（棕櫚酸；Palmitic acid）、十八脂酸（硬脂酸；Stearic acid）、二十脂酸（花生酸；Arachidic acid）、二十二脂酸（山酸；Behenic acid）及二十四脂酸（Lignoceric acid）為大豆油、葡萄籽油及亞麻仁油等植物油中常見的飽和脂肪酸[10]，其中以十六脂酸（棕櫚酸）的含量最高，於本實驗脂肪酸分析中，各廠牌之亞麻仁油均檢測出以上之飽和脂肪酸，且以十六脂酸含量最高，其結果與 Jankowski *et al.*（2012）相符。十七脂酸（珠光脂酸；Heptadecanoic acid）常存在於反芻動物之乳汁及肉中的脂肪，含量分別為 0.61 及 0.83%，而於亞麻仁油中也含有約 0.10 % 的含量[10]，本實驗分析結果中 A、B、D 及 F 廠牌之油品含有十七脂酸（珠光脂酸），而委託廠商之 G 廠牌則未檢出，珠光脂酸可能會刺激胃腸道並伴隨噁心、嘔吐和腹瀉現象，但目前並無研究數據證實。日常飲食中若食用過多反式脂肪及飽和脂肪，易使膽固醇沉積血管壁，而增加罹患心血管疾病的風險。根據加拿大亞麻理事會公佈食用油中脂肪酸組成，亞麻仁油中飽和脂肪酸總含量約為 9%，為葵花、油玉米油、橄欖油、大豆油及花生油等植物油中含量最低的。本實驗分析後結果顯示，委託廠商提供之 G 牌油品所含飽和脂肪酸含量為 9.35%，除較 C 廠牌多出 0.30% 外，皆較 A 牌（10.52%）、C 牌（13.42%）、D 牌（9.45%）、E 牌（9.39%）、F 牌（12.54%）等五家廠牌含量低（表 1），相對來說可以減少對飽和脂肪酸的攝取量。

表 1 不同廠牌油品飽和脂肪酸組成及含量

簡稱	英文	中文	A	B	C	D	E	F	G
C12:0	Lauric acid	十二脂酸(月桂酸)	ND	0.08	ND	ND	ND	ND	ND
C14:0	Myristic acid	十四脂酸(肉豆蔻酸)	ND	0.10	ND	ND	ND	ND	ND
C16:0	Palmitic acid	十六脂酸(棕櫚酸)	5.77	6.64	5.34	5.49	5.26	6.09	5.47
C17:0	Heptadecanoic acid	十七脂酸(珠光脂酸)	0.06	0.09	ND	0.06	ND	0.07	ND
C18:0	Stearic acid	十八脂酸(硬脂酸)	4.30	5.91	3.40	3.52	3.76	5.87	3.52
C20:0	Arachidic acid	二十脂酸(花生酸)	0.15	0.24	0.12	0.14	0.15	0.22	0.14
C22:0	Behenic acid	二十二脂酸(山酸)	0.15	0.22	0.12	0.15	0.13	0.19	0.13
C24:0	Lignoceric acid	二十四脂酸	0.09	0.14	0.07	0.09	0.09	0.10	0.09
飽和脂肪酸含量總計 (%)			10.52	13.42	9.05	9.45	9.39	12.54	9.35

ND：表未檢出。

檢出值為每 100 g 樣品中所含的脂肪酸重量 (g)。

二、不飽和脂肪酸組成及含量

將七種油品經氣相層析儀分析單元/多元不飽和脂肪酸共二十三種，將其有偵測出之飽和脂肪酸的種類整理如表二所示。經分析後發現，七家廠牌油品中單元飽和脂肪酸含量以油酸（C18:1 ω -9；oleic acid）為主，含量最高的為 B 廠牌的 23.3%，最低的為 D 廠牌的 16.7%，而委託廠商之 G 廠牌為 19.6%。亞麻

仁油中油酸含量並非為植物油中最多的，則是橄欖油中含量為最多，含量可達約 75% [11]。研究分析指出亞麻仁油中油酸的含量為 21.7% [10]，而依據加拿大亞麻理事會公佈食用油中脂肪酸組成，亞麻仁油中油酸含量約為 18%，而本次實驗分析除 D 廠牌油酸含量低於 18% 外，其餘六家廠牌則介於上述提及的 18~21.7% 的含量範圍內。油酸為一種 ω -9 系列的單元不飽和脂肪酸，研究證實富含單元不飽和脂肪酸的油可降低收縮與舒張血壓，其對於哺乳動物的保健功效相當於富含多元不飽和脂肪酸的魚油，而油酸也有助於降低發炎反應引起的相關疾病與心血管疾病發生的風險，適量攝取對於人體的健康是有益的 [1-2,11]。

芥酸 (C22:1 ω -9; erucic acid) 少量存在於食用級的菜籽油中，亦為 ω -9 系列的單元不飽和脂肪酸，於實驗分析中僅 F 及 G 廠牌 (委託廠商) 有測定出，其含量分別為 0.16 及 0.13% (表 2)，其餘五家廠牌則無測出，而有研究指出，亞麻仁油可能含有約 0.15% 少量的芥酸 [12]。早期對老鼠的研究中發現，老鼠相對於人類和豬比較不能夠消化植物脂肪 (無論蔬菜中是否有含芥酸)，而於 1976 年的動物實驗研究結果指出飲食中的芥酸與心機的脂肪沈積及心機壞死之間具有關聯性 [13]，但至今仍缺乏遊就證實芥酸對人體有不良的影響的直接證據，對於對人體健康有所疑慮。澳洲於 2003 年訂定每日可容忍的芥酸攝取量 (provisional tolerable daily intake, PTDI) 為 500 mg/day，而歐盟、聯合國糧農組織及世界衛生組織也規範菜籽油中芥酸的含量須低於 5%，美國則規範須低於 2%。而此次實驗中 F 及 G 廠牌測出芥酸含量分別為 0.16 及 0.13% (表 2)，遠低於世界衛生組織等規範須低於 5% 的含量，依目前測得芥酸的濃度應無安全上之疑慮。

多元不飽和脂肪酸部分，實驗分析測得七種廠牌亞麻仁油中多元不飽和脂肪酸，主要為 ω -3 系列的 α -次亞麻油酸 (α -linolenic acid, ALA) 及 ω -6 系列的亞麻油酸 (Linoleic acid, LA)，為兩種人體所必需脂肪酸，經食用後在體內可自行合成具有生理活性的其他脂肪酸，例如 ω -3 系列的 EPA (20:5 ω -3)、DPA (22:5 ω -3) 及 DHA (22:6 ω -3) [1]。此次實驗測得次亞麻油酸含量最高的為 C 廠牌的 58.2%，最低的為 B 廠牌的 45.7%，而委託廠商的 G 廠牌則為 54.6%；亞麻油酸含量最高的為 D 廠牌的 17.7%，最低的為 C 廠牌的 14.2%，而委託廠商的 G 廠牌則為 15.3% (表 2)。Popa *et al.* (2012) 的研究指出亞麻仁油中次亞麻油酸含量約為 53.2%，亞麻油酸含量約為 17.3% [5]，與本實驗分析結果相似。 ω -3 與 ω -6 系列不飽和脂肪酸已被證實，可以減少低密度脂蛋白 (LDL) 及降低心血管疾病的風險 [14]， ω -3 系列脂肪酸可以抑制會促進發炎反應的 interleukin 1 β (IL-1 β), tumor necrosis factor- α (TNF- α) and interleukin-6 (IL-6) 等細胞激素的產生，而具有抗發炎的功效， ω -6 系列脂肪酸則會促使這些細胞激素產生，導致發炎反應及發炎反應相關之慢性疾病的產生 [4]。日常飲食中如次亞麻油酸、DHA 及 EPA 等 ω -3 脂肪酸的攝取遠少於 ω -6 脂肪酸時，體內可能會缺乏抑制發炎的功能，容易產生發炎物質，造成身體的慢性發炎。飲食中攝食較高之 ω -6 脂肪，會導致前血栓形成 (prothrombotic)、血液稠度增加、腦血管痙攣 (vasospasm) 及血管收縮 (vasoconstriction) 等心血管疾病之發生 [4]。研究顯示，增加 ω -3 多元不飽和脂肪酸攝取量可以降低心血管疾病發生率，包括阻止心率不整的發生、降低血栓的發生率、降低血脂、降低血清三酸甘油酯、降低炎症發生及降低血壓增強血管內皮細胞功能 [14]。因此較低的 ω -6/ ω -3 比值可降低慢性疾病發生之風險，研究指出 ω -6/ ω -3 比值為 4/1，心血管疾病之發生可以減少 70%，而較佳 ω -6/ ω -3 之攝取比值為 1/1~4/1 [15]。本實驗中各廠牌之 ω -6/ ω -3 脂肪酸比值為 0.24~0.35，與加拿大亞麻理事會公佈亞麻仁油 ω -6/ ω -3 脂肪酸比值 0.28 相似，其中委託廠商 G 廠牌比值與其相等。 ω -3 脂肪酸可以減少血小板凝集，避免血栓的產生，但若血小板無法凝集，也易產生內出血的疑慮，因此，大量攝取 ω -3 脂肪酸亦會造成風險。現代飲食中 ω -6/ ω -3 脂肪酸攝取比值大於 15/1，西方國家的飲食甚至於會攝取到 20/1 以上 [15]，本實驗中各廠牌亞麻仁油 ω -6/ ω -3 比值低於最適比值 1/1，所以若能於日常飲食中攝取亞麻仁油，將有助於平衡或減少因現代飲食習慣所造成的高 ω -6/ ω -3 脂肪酸攝取比值。

表 2 不同廠牌油品不飽和脂肪酸組成及含量

簡稱	英文	中文	A	B	C	D	E	F	G
Monounsaturated Fatty Acids ; MUFA (單元不飽和脂肪酸)									
C16:1 ω -7	Palmitoleic acid	9-順式-十六碳一烯酸 (棕櫚烯酸)	0.08	0.10	0.07	ND	0.07	0.07	0.07
C18:1 ω -9	9-cis-octadecenoic methyl ester (Oleic acid)	9-順式-十八碳一烯酸 (油酸)	19.5	23.3	17.5	16.7	19.0	20.3	19.6
C18:1 ω -7	11-cis-octadecenoic methyl ester (vaccenic acid)	11-順式-十八碳一烯酸	0.77	0.81	0.72	0.72	0.71	0.68	0.72
C22:1 ω -9	Erucic acid	13-順式-二十二碳一烯酸 (芥酸)	ND	ND	ND	ND	ND	0.16	0.13
Polyunsaturated Fatty Acids ; PUFA (多元不飽和脂肪酸)									
C18:3 ω -3	Linolenic acid, ALA	9,12,15-順式-十八碳三烯酸 (次亞麻油酸)	53.5	45.7	58.2	55.2	54.9	51.2	54.6
C18:2 ω -6	Linoleic acid	9,12-順式-十八碳二烯酸 (亞麻油酸)	15.4	16.4	14.2	17.7	15.6	14.9	15.3
ω 6/ ω 3 比值			0.29	0.35	0.24	0.32	0.28	0.29	0.28
	不飽和脂肪酸含量總計 (%)		89.25	86.31	90.69	90.32	90.28	87.31	90.42

ND：表未檢出。

檢出值為每 100 g 樣品中所含的脂肪酸重量 (g)。

三、反式脂肪酸組成及含量

七種廠牌經氣相層析儀分析後，皆含有少量之反式脂肪酸含量，其中以 D 廠牌含量最高為 0.3%，F 廠牌最低為 0.2%，而委託廠商之 G 廠牌則為 0.23%（表 3）。反式脂肪酸已證實會造成心血管疾病，研究指出每天攝取 4~5 公克的反式脂肪，會使血液中膽固醇升高，並增加 23% 罹患心血管疾病的風險 [8,16]。美國食品藥物管理局（FDA）、聯合國糧食及農業組織和世界衛生組織建議，反式脂肪酸每天攝取量不超過總熱量 1%，如以每日建議攝取熱量 2000 大卡，反式脂肪攝取量以不超過 2 公克為原則 [16]，而衛生福利部也於 102 年公告，反式脂肪的含量不超過 0.3% 就可標示為「0」。本實驗分析結果中，反式脂肪酸含量除 D 廠牌為 0.3% 外，其餘包括委託廠商 G 廠牌在內含量皆小於 0.3%，推測可能是因為油脂加工過程所產生，而依每日營養素攝取量之基準值脂肪酸攝取 60 公克計算，食用各廠牌油品反式脂肪酸每日攝取量小於 0.2 公克，也低於 FDA 建議量 2 公克，對於反式脂肪酸雖有含量及攝取限制，但因體內無法代謝反式脂肪酸，因此仍建議少吃含氫化油脂的食物。

伍、結論

經氣相層析分析後發現，委託廠商之 G 廠牌的飽和脂肪酸含量除較 B 廠牌高之外，皆較其他廠牌低有助於減少飽和脂酸之攝取，而單元不飽和脂肪酸中，對於人體的健康有益的油酸含量為第三位，而在多元不飽和脂肪酸部分， ω -3 脂肪酸含量除 C 廠牌較高外及 B 廠牌較低外，其餘廠牌之含量皆無明顯差異，而 ω -6/ ω -3 脂肪酸比值 C 廠牌為最低，其次為 G 品牌，將有助於平衡或減少因現代飲食習慣所造成的高 ω -6/ ω -3 脂肪酸攝取比值。至於反式脂肪酸部份各家廠牌油品中皆有測出其含量，其含量經攝食時後皆低於每日攝取的建議量。由上述結果得知，委託廠商 G 廠牌油脂，於單元不飽和脂肪酸、 ω -3 脂肪酸含量以及 ω -6/ ω -3 脂肪酸攝取比值較其他廠牌無明顯之優勢，但對於飽和脂肪酸其含量較低，則對於減少飽和脂肪酸攝取量，則較其他廠牌占有優勢。

表3 不同廠牌油品反式脂肪酸組成及含量

簡稱	英文	中文	A	B	C	D	E	F	G
C14:1t	9-trans-tetradecenoic acid	9-反式-十四碳烯酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C15:1t	10-trans-pentadecenoic acid	10-反式-十五碳烯酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C16:1t	9-trans-hexadecenoic acid	9-反式-十六碳一烯酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C17:1t	10-trans-heptadecenoic acid	10-反式-十七碳烯酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C18:1t	trans-octadecenoic acid	反式-十八碳一烯酸	ND	0.07	ND	ND	ND	ND	ND
C18:2t	9,12-trans-octadecadienoic acid	9,12-反式-十八碳二烯酸	ND	ND	ND	0.07	0.07	ND	ND
C18:3t	trans-octadecatrienoic acid	反式-十八碳三烯酸	0.22	0.21	0.21	0.23	0.21	0.20	0.23
C20:1t	11-trans-eicosenoic acid	11-反式-二十碳烯酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C22:1t	13-trans-docosenoic acid	13-反式-二十二碳烯酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
反式脂肪酸含量總計 (%)			0.22	0.29	0.21	0.30	0.29	0.20	0.23

ND：表未檢出。

檢出值為每 100 g 樣品中所含的脂肪酸重量 (g)。

參考文獻

- [1] C.A. Daley, A. Abbott, P.S. Doyle, G.A. Nader and S. Larson. (2010). A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr. J.*, 9, 1–12.
- [2] L. Schwingshack and G. Hoffmann. (2012). Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: Synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses. *Nutrients*, 4, 1989–2007.
- [3] R. De Caterina. (2011). n-3 fatty acids in cardiovascular disease. *N. Engl. J. Med.*, 364, 2439–2450.
- [4] A.P. Simopoulos. (2008). The omega-6/omega-3 fatty acid ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, 17, 131–134.
- [5] V.M. Popa, A. Gruia, D.N. Raba, D. Dumbrava, C. Moldovan, D. Bordean and C. Mateescu. (2012). Fatty acids composition and oil characteristics of linseed (*Linum Usitatissimum* L.) from Romania. *J. Agroaliment. Processes Technol.*, 18, 136–140.
- [6] S.M. Innis. (2006). Trans fatty intakes during pregnancy, infancy and early childhood. *Atheroscler. Suppl.*, 7, 17–20.
- [7] 吳星屏 (2008)。市售部份氫化油脂及烘焙製品中反式脂肪酸含量之調查 (碩士論文)。輔仁大學，新北市。
- [8] A. Ascherio and W.C. Willett. (1997). Health effects of trans fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.*, 66, 1006S–1010S.
- [9] 食品中脂肪酸之檢驗方法 (2013/11/28)，衛生福利部食品藥物管理署公告。
<https://consumer.fda.gov.tw/Food/TestingDetail.aspx?nodeID=1037&id=7863>
- [10] J. Jankowski, P. Zduńczyk, D. Mikulski, J. Juśkiewicz, M. Mikulska and Z. Zduńczyk. (2012). Effects of dietary soyabean, rapeseed and linseed oils on performance, slaughter yield and fatty acid profile of breast meat in turkeys. *J. Anim. Feed Sci.*, 21, 143–156.
- [11] C. Carrillo, M.M. Cavia and S. Alonso-Torre. (2012). Role of oleic acid in immune system; mechanism of action; a review. *Nutr Hosp.*, 27, 978–990.
- [12] 李高陽與丁霄霖 (2005)。食品安全與檢測，21，30–32。
- [13] H.W. Hulan, J.K. Kramer, S. Mahadevan and F.D. Sauer. (1976). Relationship between erucic acid and myocardial changes in male rats. *Lipids*, 11, 9–15.
- [14] 吳承誌 (2012)。ω-3 不飽和脂肪酸與心血管疾病。藥物科學，28 (4)，49–53。
- [15] A.P. Simopoulos. (2004). Omega-6/omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Rev. Int.*, 20, 77–90.
- [16] M.T. Tarrago-Trani, K.M. Phillips, L.E. Lemar and J.M. Holden. (2006). New and existing oils and fats used in products with reduced trans-fatty acid content. *J. Acad. Nutr. Diet.*, 106, 867–880.