投稿類別：物理類

篇名：

探討油炸後的食用油經濾紙過濾後之螢光光譜變化

作者：

陳芊亦。臺北市立大直高級中學。二年六班
郭庭邑。臺北市立大直高級中學。二年八班
郭耘昕。臺北市立大直高級中學。二年九班

指導老師：

陳秉貴老師

壹、前言

一、研究動機

油炸為生活中不可或缺的烹調方式，近年來食用油的食安問題逐漸被重視，曾經看過報導說明部分攤商為降地油品消耗成本，選擇將食用油過濾或使用食用油離心機，進行重複利用。這令我們感到很好奇，究竟使用過的食用油經過濾或離心後是否可以回復到未使用的狀態？

高一時多元選修課老師有教導我們不同光譜的作用，以及不同光譜儀如何操作，於是我們設計使用實驗室中的玻璃纖維濾紙、紙質濾紙將使用後之食用油過濾，並且進一步使用離心機將雜質分離，觀察各待測物中有機物的螢光強度，判斷過濾及離心是否真的可將使用過的食用油回歸到未使用的狀態。

二、研究目的

本研究之目的即利用玻璃纖維濾紙及紙質濾紙過濾經烹調後的食用油，使用螢光光譜檢測，觀察待測物螢光光譜特徵峰之螢光強度，並以此推測其中有機物含量之多寡，用以比較兩種濾紙過濾烹調後食用油之效果。另外，將食用油離心機改為使用實驗室離心機，在離心轉速較快意即離心效果較佳的狀態下，比較實用油經離心與過濾後之螢光光譜何者較接近全新食用油之螢光光譜，判斷其回復至全新食用油之程度。

貳、文獻探討

關於有機物的螢光檢測及分析，邱俊彥、賴文亮（2014）以三維螢光光譜取代傳統分離法，使用其快速且準確的性質，依照水中的溶解性有機物質，以測量水域的環境汙染程度。

棕櫚油在經過連續五天，近四十小時的深度油炸後，Ibrahim, N.U.A., Abd Aziz, S., Zude, M. and Hashim, N. (2016) 提出在部分應光光譜之特徵峰，其螢光強度隨油炸時間的增加而降低。

Anthony Cam etal. (2019) 即指出若長期使用回鍋油，癌細胞更快速的增生，且容易轉移。若油在高溫下反覆使用，游離脂肪酸持續氧化，使致癌物質含量持續上升，若重複使用回鍋油也可能導致基因的改變。

參、研究方法

一、螢光光譜基本理論

（一） 螢光產生原理

螢光物質分子在吸收固定能量之雷射光後，位於低能階基態之電子經躍遷，至高能階之激發態，或低能階之基態，進而發射出與原激發雷射相同或相異波長之光子，即為螢光。

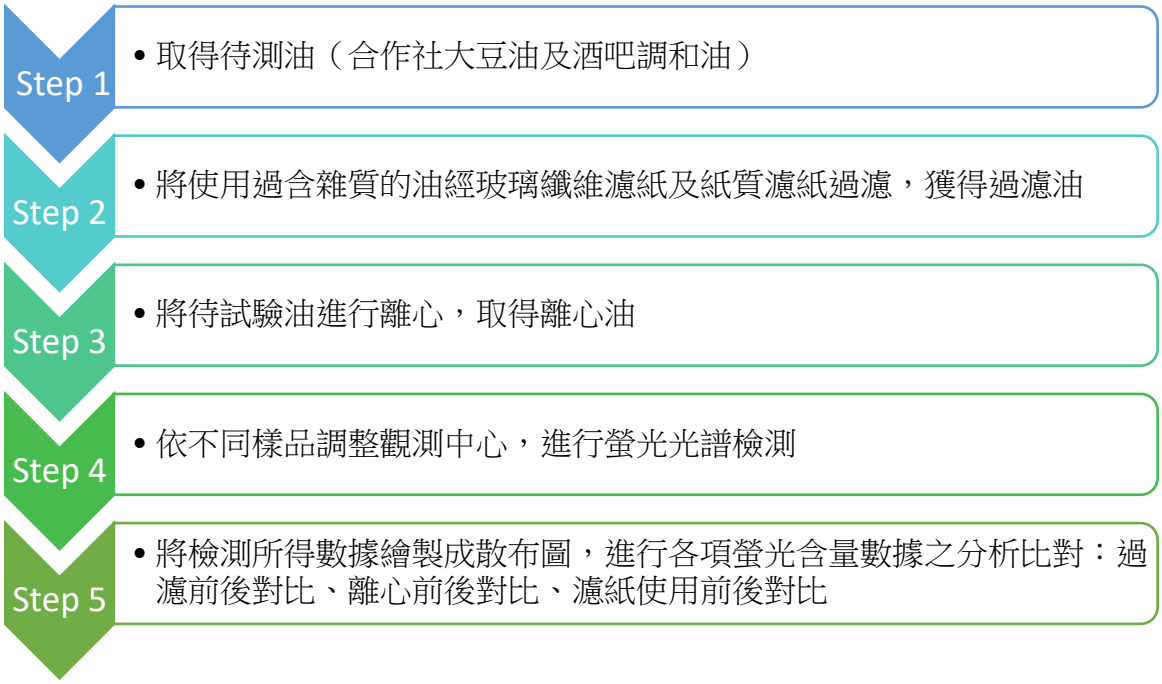
（二） 螢光光譜分析並推測有機物含量

螢光光譜之測量對待測物質一般不具破壞性，經光譜儀分析後，可精確且快速地將物質定量及定性。依特徵峰之波長可將不同結構的物質定性，依螢光光譜強度可將同種物質之濃度定量。

食用油經烹調後，除去原本食用油中的有機物，許多食物雜質會在油炸過程中殘留經使用之食用油中，使其有機物含量增加。本次實驗以螢光光譜檢測各項食用油待測物之螢光強度，以此判斷各項待測物中有機物含量之多寡，並推測其過濾及離心之效果。

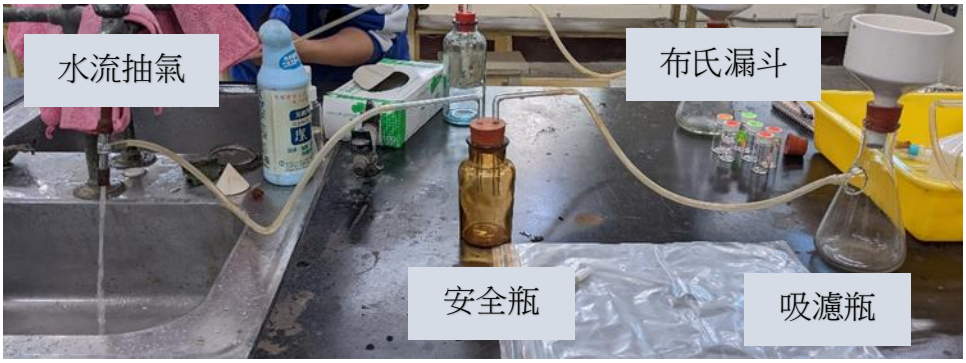
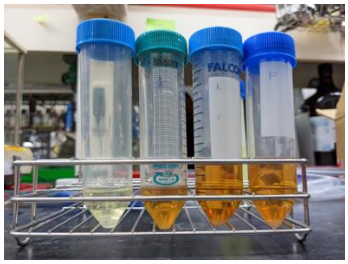
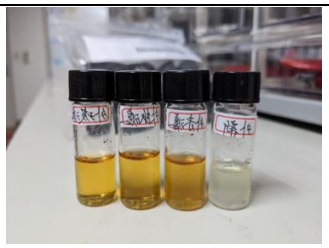
二、實驗基本流程

圖（一）實驗基本流程圖



三、實驗器材

表（一）實驗器材統整

減壓過濾系統			
玻璃纖維濾紙		離心管	
紙質濾紙		螢光顯微光譜系統	
樣品瓶			
電子秤	剪刀		
滴管	手套	離心機	

表（二）濾紙資料對照表
（數據取自 Advantec 官網：
http://www.advantec.tw/advantec/CategoryList.aspx?UniqueID=4）

濾紙品牌: Advantec	厚度 (mm)	濾紙孔徑 (μm)	收集效率 (%,0.3μmDOP)
紙質濾紙 NO.1	0.2	6	65
玻璃纖維濾紙 GC-50	0.19	0.5	99.99

肆、研究分析與結果

一、待測物品項說明

表（三）待測物說明表

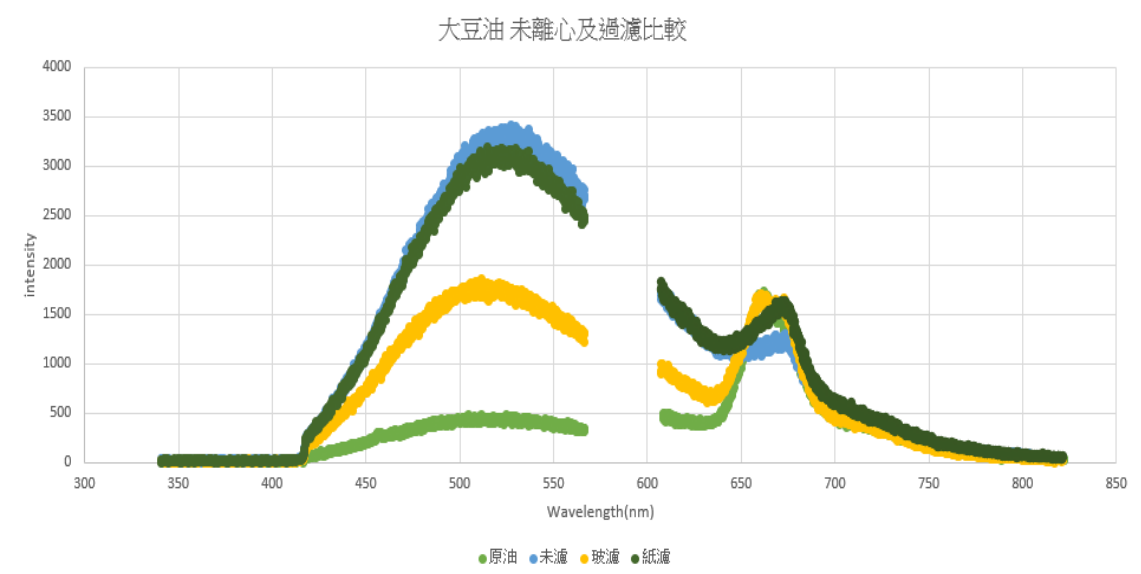
<table>
<tr><td rowspan="2">1.全新大豆油</td><td rowspan="4">烹調處理</td><td rowspan="2">3.未過濾大豆油</td><td rowspan="6">玻璃纖維濾紙及紙質濾紙過濾</td><td rowspan="2">5.玻璃纖維濾紙過濾大豆油</td><td rowspan="6">離心處理</td><td>9.經離心後之未過濾大豆油</td></tr>
<tr><td>10.離心後之玻璃纖維濾紙過濾大豆油</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">6.紙質濾紙過濾大豆油</td><td>11.離心後經紙質濾紙過濾大豆油</td></tr>
<tr><td rowspan="4">2.全新調和油</td><td rowspan="4">4.未過濾調和油</td><td rowspan="2">7.玻璃纖維濾紙過濾調和油</td><td>12.離心後未過濾調和油</td></tr>
<tr><td>13.離心後經玻璃纖維濾紙過濾調和油</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8.紙質濾紙過濾調和遊</td><td>14.離心後經紙質濾紙過濾調和油</td></tr>
<tr><td></td></tr>
</table>

調和油成分：棕櫚油、大豆沙拉油、芥花油、消泡劑（矽樹脂）

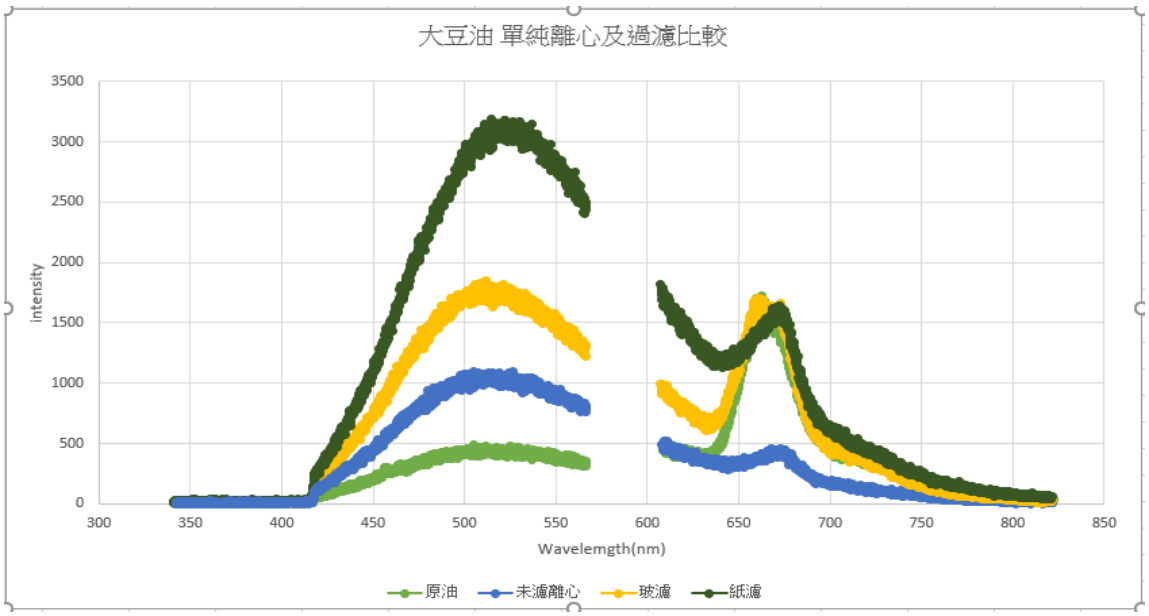
二、散布圖結果分析

（一） 大豆油待測物螢光光譜比較

圖（二）烹調後未離心及過濾之大豆油螢光光譜比較圖



圖（三）烹調後離心及過濾之大豆油螢光光譜比較圖



由圖（二）及圖（三）得知：

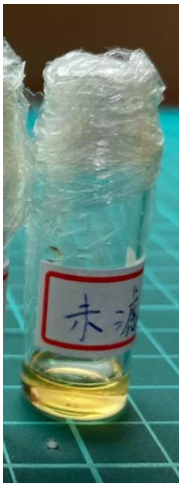
1. 待測物吸收 405nm 雷射光後，在約 520nm、660nm 和 670nm 處產生特徵峰。

2. 由圖（二）觀察 520nm 處之特徵峰螢光強度：
   烹調後未過濾＞經紙質濾紙過濾＞經玻璃纖維濾紙過濾＞全新大豆油。
   與圖(三)相比較可得知烹調後未過濾經離心後之螢光強度大幅降低，約減少 70% 螢光強度，在 520nm 處其螢光強度最接近全新大豆油。在 670nm 處其特徵峰之螢光強度明顯較其餘三者低將近 70%。

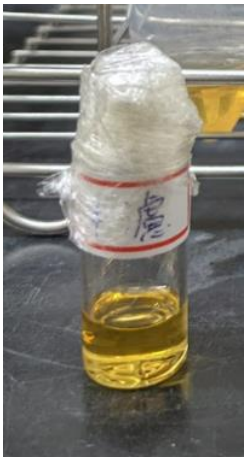
3. 全新大豆油在約 660nm 處產生特徵峰。經烹調後，未過濾及經紙質濾紙過濾在 660nm 處之特徵峰消失，在約 670nm 處產生特徵峰。未過濾之螢光強度小於經紙質濾紙過濾螢光強度，強度相差近 300。

4. 烹調後經玻璃纖維濾紙過濾之螢光光譜在約 660nm 處之特徵峰並無消失，與全新大豆油之螢光強度相近。在約 670nm 處也產生特徵峰，螢光強度與經紙質濾紙過濾相近，較烹調後未過濾之螢強度高出 300。

圖（四）及經烹調後未離心之未過濾大豆油

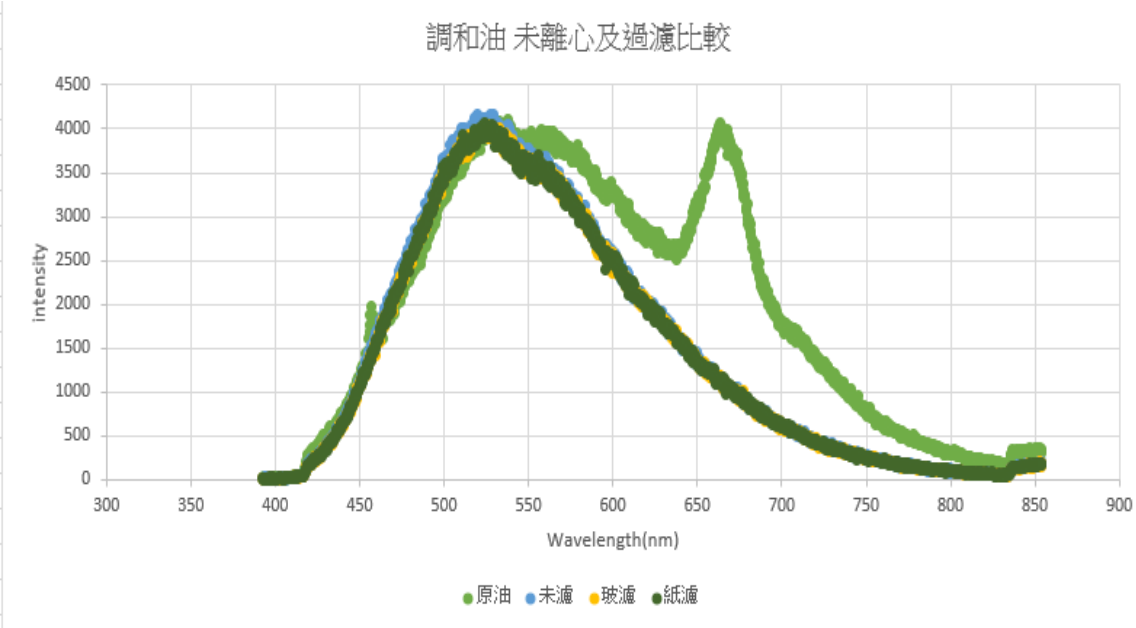


圖（五）經烹調後離心之未過濾大豆油

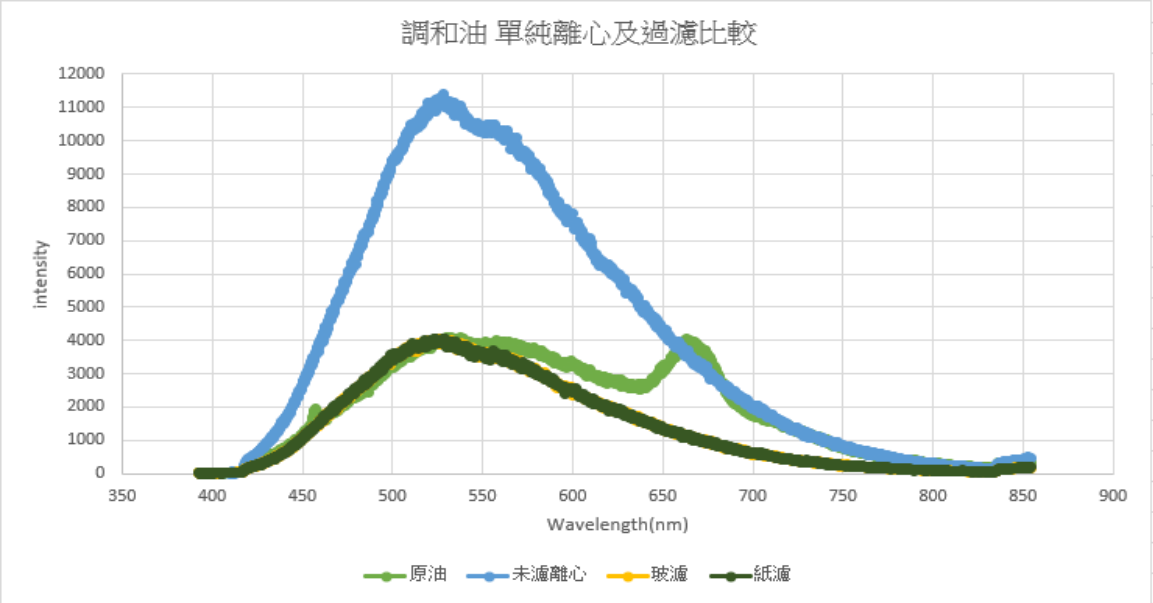


（二） 調和油待測物螢光光譜分析

圖（六）經烹調後未離心及過濾之調和油螢光光譜比較圖



圖（七）烹調後離心及過濾調和油螢光光譜比較圖



由圖（六）及（七）得知：

1. 全新調和油吸收 405nm 雷射光後，約 460nm、520nm、560nm 及 660nm 處產生特徵峰。660nm 處之特徵峰螢光強度與 460nm 處之螢光強度大小相同。

2. 由圖（四）得知：經烹調後，460nm 及 660nm 之特徵峰皆消失，無論是否經濾

紙過濾，520nm 之特徵峰強度並無較全新調和油降低，而在 560nm 之特徵峰螢光強度較全新調和油降低約 500。

3. 由以上兩圖比較得知：圖（五）中烹調後未過濾之調和油經離心後，約 570nm 處之特徵峰螢光強度超過 11000，相較於經玻璃纖維濾紙過濾及紙質濾紙過濾增加了近 3 倍，且整體螢光強度較其餘三者高出約 180%。

圖（八）經烹調後未離心之未過濾調和油

圖（九）經烹調後離心之未過濾調和油

伍、研究結論與建議

一、研究結論

（一）實驗結果圖（三）中大豆油 520nm 處經玻璃纖維濾紙過濾之特徵峰螢光強度較經紙質濾紙過濾之特徵風螢光強度降低了近 50%，依照 (Nikolais B. Kyriakidis & Paulous Skarkalis, 2000) 的文章判斷在 520nm 至 535nm 波段之有機物主要為氧化物。以此推測玻璃纖維濾紙對於該波段的氧化物過濾效果較佳，氧化物之顆粒約為 0.3μm 左右。另外，依照濾紙孔徑大小推測，經烹

調後之大豆油近一半有機物顆粒大於 0.3μm，可以被玻璃纖維濾紙過濾。

（二）葉綠素經長時間加熱後會形成脫鎂葉綠素，依照 (Boskou Dimitrios, 2012) 推測葉綠素之螢光光譜特徵峰大約位在 674nm 處。本次實驗中使用之調和油推測因使用時間較久，其特徵峰經烹調後完全消失，而大豆油中的特徵峰只有降低螢光強度。

（三）不同食用油因組成比例不同，經過高溫油炸後的螢光光譜反應也不同。推測調和油性質較穩定，經高溫烹調後並無過多氧化物產生，導致調和油螢光光譜強度並無明顯改變。

（四）經烹調之未過濾調和油在離心後螢光強度並無下降，反而增強約未離心的三倍。推測是因為離心時，將大顆粒之雜質變成較小的顆粒，導致待測物中的小顆粒雜質數量增加，因此其螢光強度增強。

（五）依照各項實驗結果對比，經烹調後未過濾之大豆油各特徵峰上，經離心後之螢光強度皆會降至經濾紙過濾之螢光強度的 70%，由此推測其分離大豆油中的雜質能力較佳。

（六）由以上之實驗結果推斷，無論是單純過濾或是單純離心，皆無法將經烹調後之食用油回復到全新未使用的狀態，以此判斷無論商家是否將油炸後的食用油進行過濾或使用食用油離心機處理，皆無法回復到全新未使用的狀態。

二、建議及討論

（一）本次實驗中，紙質濾紙的孔徑較玻璃纖維濾紙孔徑大，以紙質濾紙過濾的大豆油樣品之螢光光譜強度較大，亦即過濾效果較差，不確定是否為孔徑大小造成的問題。若可以找到孔徑大小相同的玻璃纖維濾紙及紙質濾紙，在進行螢光光譜測量時，其螢光強度的比較會較為準確。

（二）直接將未過濾之大豆油進行離心，其螢光強度較經濾紙過濾低，亦即直接離心對於雜質分離效果較好，如果將過濾後的大豆油再次進行離心，其螢光強度是否會下降，可以後續再進行實驗確認。

（三）單純使用螢光光譜無法確定產生特徵峰之有機物，是否可以利用拉曼光譜檢測，將使用前後、過濾前後及離心前後的食用油的拉曼光譜進行比較，可以較準確得知有機物成分的變化，用以判斷導致螢光光譜變化的有機物為何。

陸、參考文獻

一、Nikolais B. Kyriakidis & Paulous Skarkalis (2000). Fluorescence Spectra Measurement of Olive Oil and Other Vegetable Oils. *Journal of AOAC International Vol. 83,* (NO. 6)

二、Boskou Dimitrios (2012). *Olive Oil: Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions.* Intechopen.

三、邱俊彥、賴文亮（2014）三圍螢光光譜與環境有機物的監測。**科學發展**，**493**，66-71。

四、Anthony Cam; Ashley B. Oyirifi; Yunxian Liu; Wanda M. Haschek; Urszula T. Iwaniec; Russell T. Turner; Nicki J. Engeseth; William G. Helferich (2019). Thermally Abused Frying Oil Potentiates Metastasis to Lung in a Murine Model of Late-Stage Breast Cancer. *Cancer Prevention Research, Vol. 12,* (4), 201-210.

五、Ibrahim, N.U.A., Abd Aziz, S., Zude, M. and Hashim, N. (2016) Fluorescence spectroscopy for analysing deterioration of palm olein in batch deep-fat frying. *International Food Research Journal. 23*