

家庭食用油回鍋之 拉曼光譜分析

大直高中 賴姿均 古宜卉 郭庭邑 張乃文



分工表

張乃文:數據整理、製圖

郭庭邑:實驗操作、簡報製作

古宜卉:實驗操作、簡報製作

賴姿均:數據分析、資料查詢



目錄

•研究動機及目的

•實驗器材

•光譜儀原理

•測量方法

•研究計畫1

•研究計畫2

•對人體影響

•數據分析

•討論與結論

•參考資料

研究動機及目的



研究動機

近年來食安問題頻傳，許多報章雜誌宣導食用油使用三次就應淘汰、回鍋油對健康有各樣的不良影響，但是我們不確定報章雜誌的說法是否正確有依據，所以我們想要設計實驗，使用一般家中會使用的食用油如葵花油、芥花油、大豆油、豬油，及使用方式和溫度，並觀察油的色澤、樣態的是否有變化，利用拉曼光譜和螢光光譜技術，分析其中因素。

研究目的

1. 觀察大豆油、芥花油、葵花油、豬油在回鍋加熱後的光譜變化
2. 以不同的條件製作樣品，探討其造成的影響
3. 探討飽和與不飽和脂肪酸比例在回鍋加熱後變化
4. 了解回鍋加熱後所產生的物質和對人體的影響



實驗器材

實驗器材

- 光譜儀

光譜儀名稱為MR-Red, 裡面的光柵是1200條/mm(量測拉曼)和300條/mm(量測螢光)

- 雷射波長

拉曼光譜使用785nm雷射, 螢光光譜使用405nm雷射

- 測量與分析

使用的軟體是U-Spec(測量), 和 MS Excel(分析)

- 葵花油、芥花油、大豆油、豬油(自製/市售)

- 油溫計

- 濾網

- 滴管



油品名稱

葵花油：
奧莉塔頂級葵花油

芥花油：
得意的一天100%
純芥花油



油品名稱

大豆油：
福壽大豆沙拉油

豬油：
自製豬油

市售豬油：
里香食品豬油



實驗耗材

- 樣品瓶
- 夾鏈袋
- 四種油(葵花油、芥花油、大豆油、豬油)
- 紗布(濾油用)
- 薯條

品牌:Meadows



光譜種類



拉曼光譜



原理在於使用固定波長的雷射光源激發樣品，當激發光與樣品分子作用時，如果光子與分子碰撞后發生了能量交換，光子將一部分能量傳遞給了樣品分子或從樣品分子獲得一部分能量，從而改變了光的頻率。



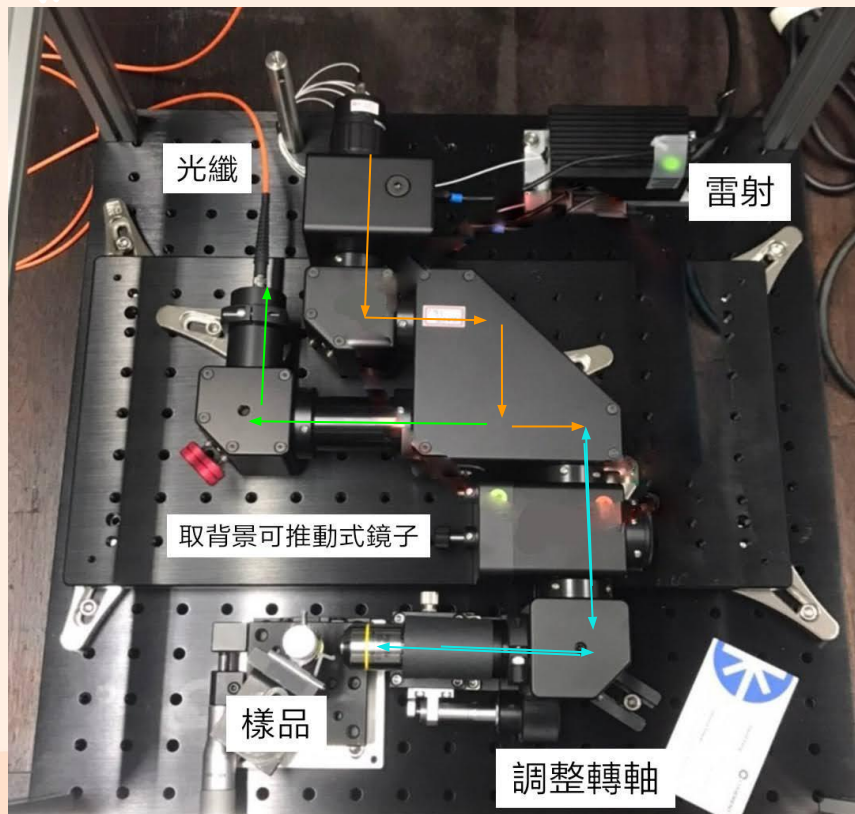
螢光光譜

螢光分子受激發後，放射出特定波長的光，可做為分子定性、定量的重要據。因此激發波長、發射波長和螢光強度是螢光光譜分析的重要參數。

測量方法

*開機、校正儀器至與初始相同、測量標準樣品(酒精)

橘色+藍色(向下、向左)=發射雷射至樣品的光路
藍色(向右、向上)+綠色=激發雷射至光譜儀的光路



測量方法

1. 參考文獻資料
2. 設定光柵片條數(G)、雷射功率(A)、曝光時間(ms)、平均數(Average)、平滑度(Boxcar)
3. 以相同參數測量, 利於比較
4. 在螢光光譜測量用短曝光時間, 觀察訊號的增減波動





研究計畫 1

大豆油、芥花油、葵花油、豬油

正常油炸

將薯條炸至焦黑



實驗動機

在前期的資料查詢中發現到油品的劣化和加熱次數、加熱溫度、油炸物殘渣有關。所以我們將本次實驗中的未加熱油組設為對照組，反覆升溫組設為實驗組，並且增加容易產生雜質的薯條炸焦組，觀察其中改變。

樣品製備

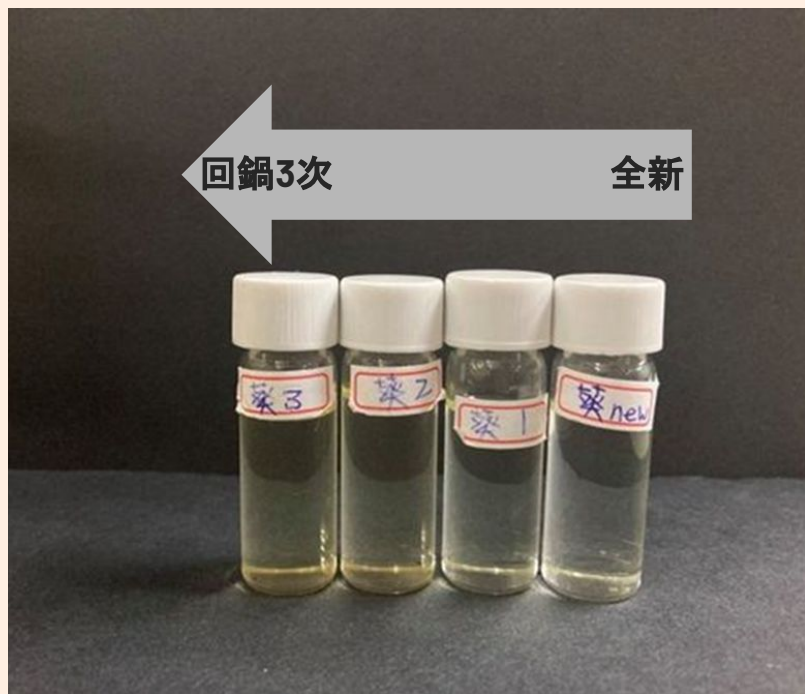
正常炸

1. 300ml大豆油/芥花油/葵花油/豬油，油炸5根薯條165度3分鐘
2. 冷卻至常溫，再回鍋重複動作(共油炸三次)
3. 冷卻後過濾採樣

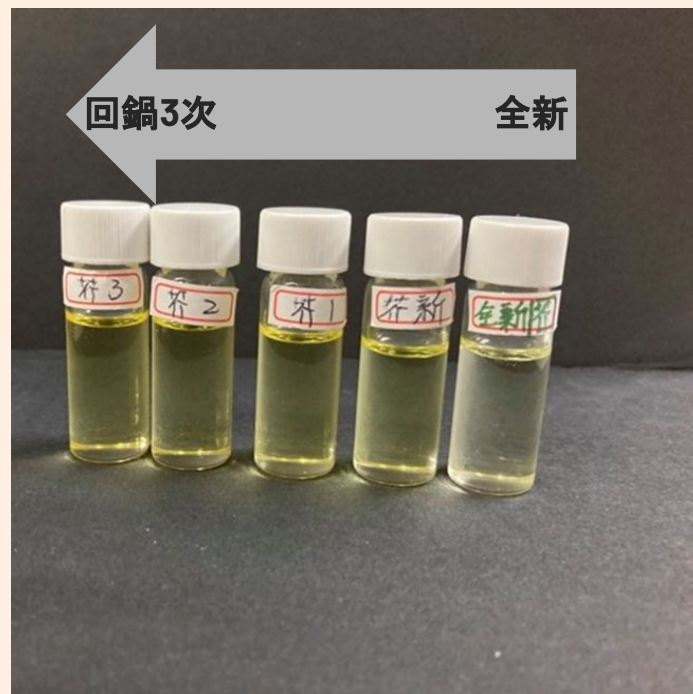
薯條炸至焦黑

1. 300ml大豆油/葵花油/豬油，油炸5根薯條165度10分鐘，炸至薯條外表焦黑。
2. 冷卻至常溫，再回鍋重複動作(共油炸三次)
3. 冷卻後過濾採樣

樣品



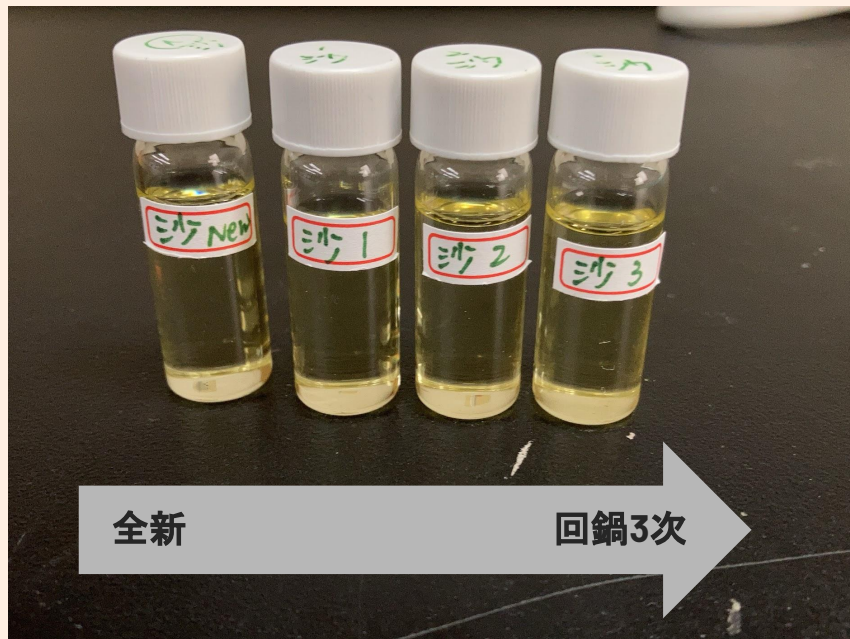
葵花油



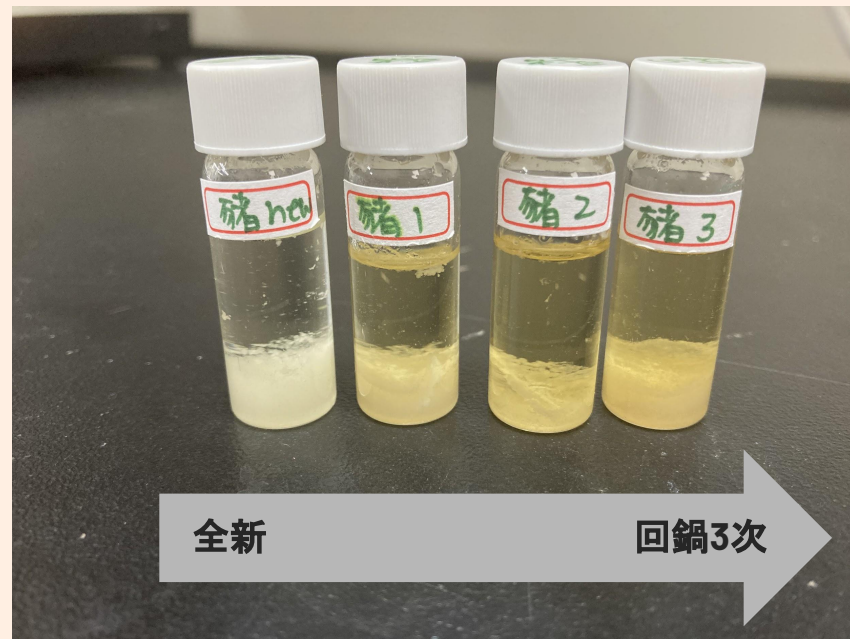
芥花油



樣品



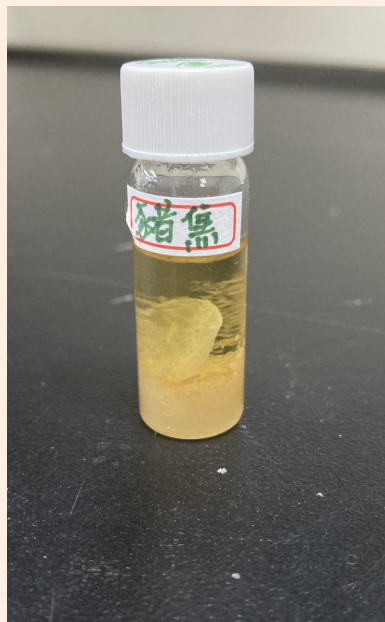
大豆油



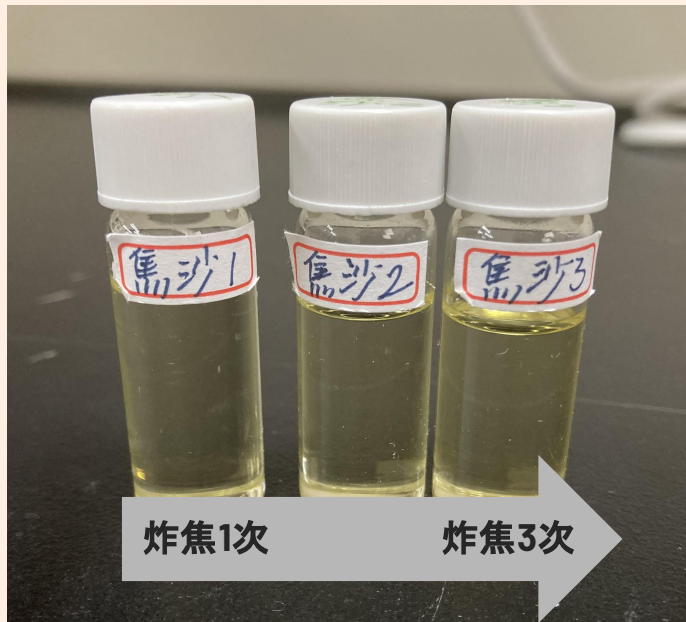
豬油



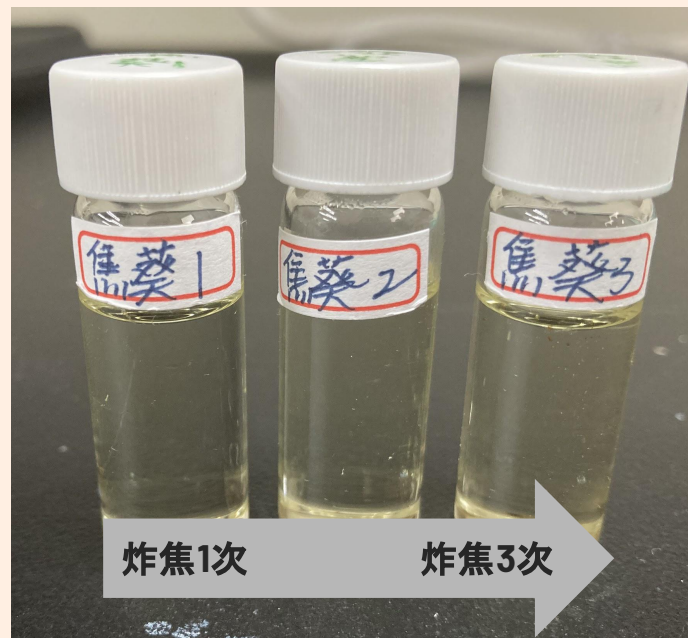
炸焦樣品



猪油



大豆油

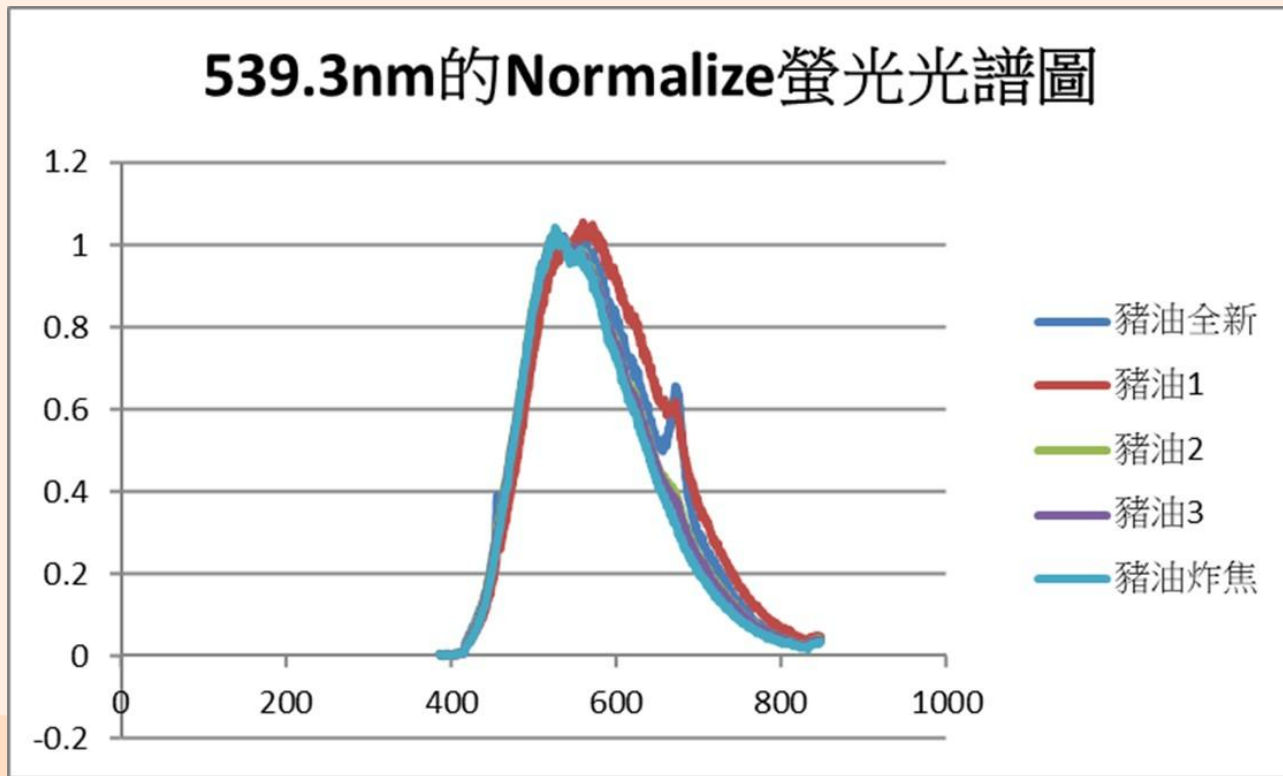


葵花油



小結

在自製豬油中發現代表有葉綠素的波峰出現



小結

在第一輪實驗後，我們發現每個樣品得到的拉曼光譜圖的差異都不如我們預期的大，大部分都只有螢光背景的改變。所以我們決定再次審視家庭使用食用油會出現的其他情形，改變我們的控制變因，進行第二輪實驗，希望能看到光譜中有更明顯變化。



研究計畫2

大豆油、豬油



暴露於空氣中氧化

實驗動機

在一般家庭使用情況下，我們發現隔夜放置和暴露於空氣中氧化是很常發生，而氧化會對油脂品質造成影響。我們以常用的植物油大豆油和動物油豬油作為代表，在本輪實驗中探討油品單純暴露於空氣中對油品質影響。並延續研究計畫1，增加回鍋油炸次數，驗證是否食用油回鍋三次為極限。



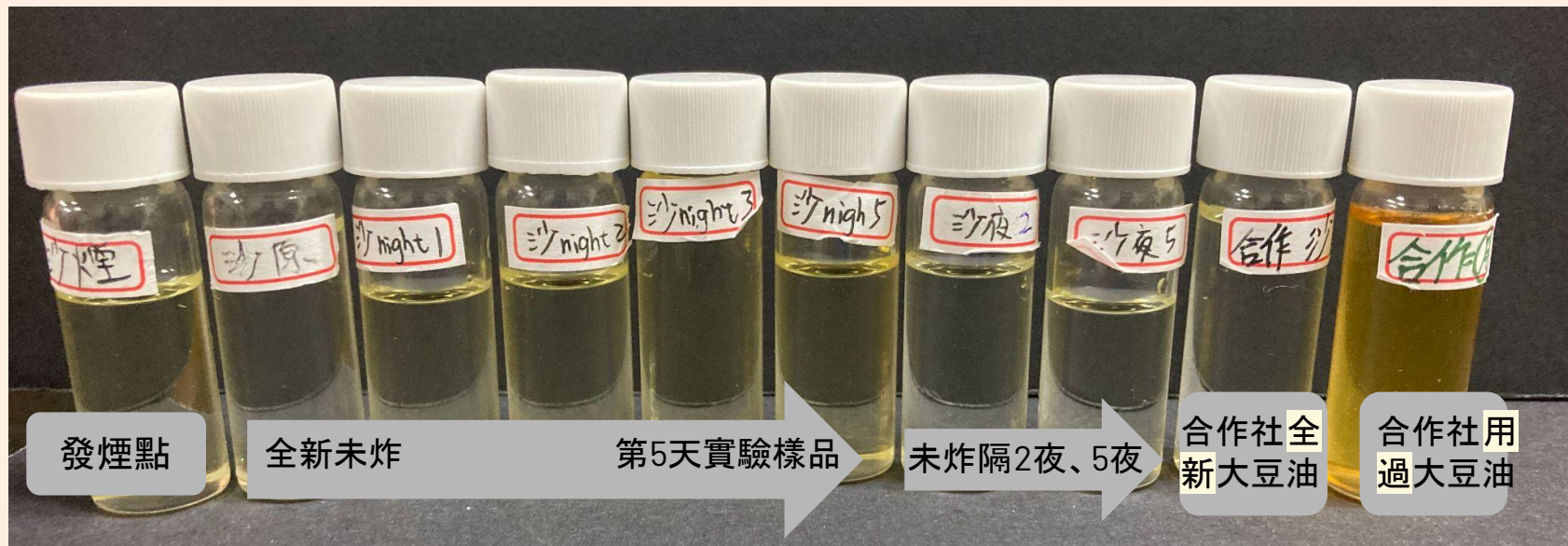
樣品製備-大豆油

發煙溫度:250度

(從室溫加熱直到冒煙, 約11分鐘, 冷卻後取)

	週五	週六	週日	週一	週二
油炸 300毫升 165度 3分鐘 10根薯條	取樣 (炸第1次)	取樣 (炸第2次 隔1夜)	取樣 (炸第3次 隔2夜)	隔3夜	取樣 (炸第4次 隔5夜)
未油炸 室溫		取樣			取樣

隔夜氧化樣品



大豆油實驗

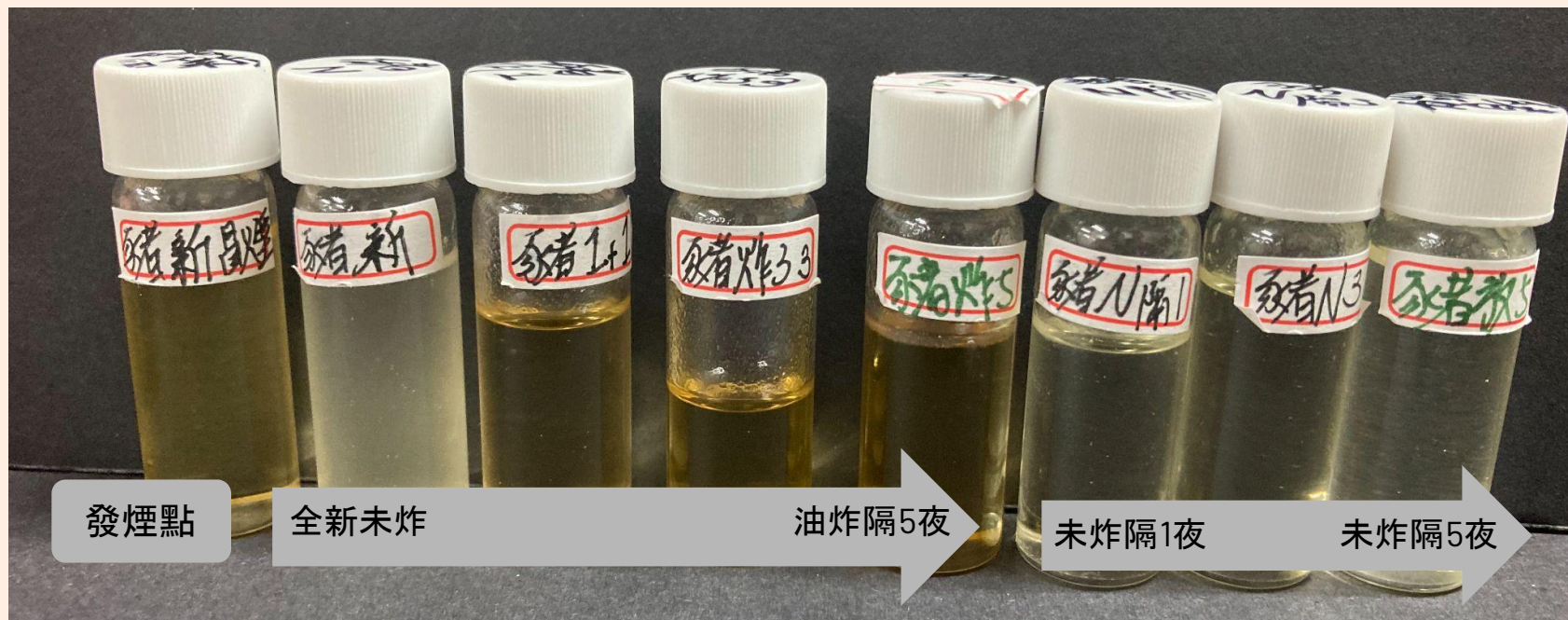


樣品製備-豬油

發煙溫度:140度
(從室溫加熱直到冒煙, 約10分鐘, 冷卻後取)

	週五	週六	週日	週一	週二
油炸 300毫升 165度 3分鐘 10根薯條	炸第1次	取樣 (炸1次、隔1天) 炸第2次	炸第3次	取樣 (炸3次、隔3天) 炸第4次	炸第5次 週三早上 取樣 (炸5次、隔5天)
未油炸 室溫		取樣 (隔1夜)		取樣 (隔3夜)	取樣 (隔5夜)

隔夜氧化樣品



豬油實驗

對人體的影響

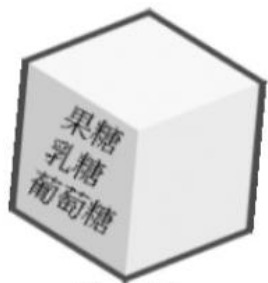
回鍋後會產生的物質:過氧化物、反式脂肪、丙烯醯胺等。



已變質的油脂(油炸後生成)

造成腸胃不適、嘔吐、肝毒性、骨質疏鬆及心血管疾病 於動物實驗中，高劑量的油炸油飲食(20-25%總極性化合物)提高罹患高血壓及動脈粥狀硬化的風險。

臺灣文化大學保健營養學系兼任講師陳俊成指出，廢食用油易出現「**丙烯醯胺**」、「**3-單氯丙二醇酯類**」(3-MPC ester)等世界衛生組織(WHO)公布的**致癌物質**。

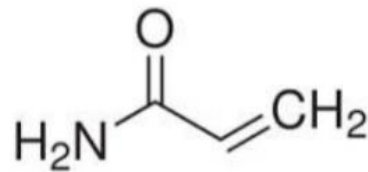


還原糖



天門冬胺鹽

>120 °C 加熱



丙烯醯胺

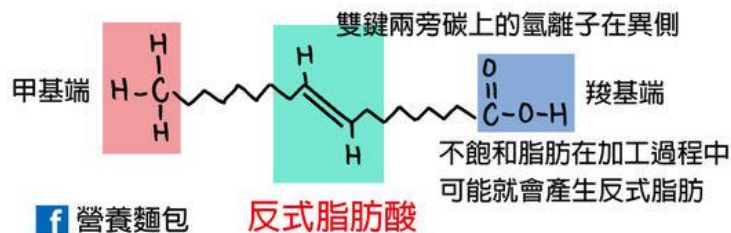
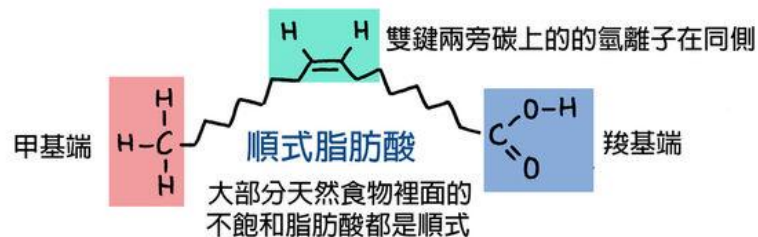


當血中三酸甘油酯超過正常值，容易儲存到肝臟的脂肪細胞中，進一步會造成脂肪肝的問題。

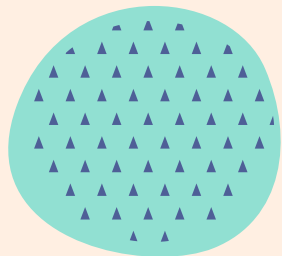
三酸甘油酯過高，一般不會出現任何症狀，但會出現血液黏稠，長期堆積於血管之中，容易產生血管硬化以及阻塞，提高心血管疾病、急性胰臟炎等疾病的風險。

人工反式脂肪(非共軛式反式脂肪)是運用高溫氫化方式改變脂肪酸結構，以利提高其穩定性及耐高溫；目前相關科學證據顯示，人工反式脂肪可能具引發心血管疾病的風險。

何謂反式脂肪酸？



f 營養麵包



數據分析

豬油數據分稱代號對照

	週五	週六	週日	週一	週二
油炸 	炸第1次	取樣 (炸1次、隔1天) 炸第2次	炸第3次	取樣 (炸3次、隔3天) 炸第4次	炸第5次 週三早上取樣 (炸5次、隔5天) 
代稱		炸1隔		炸3隔	炸5隔
未油炸		取樣		取樣	取樣
代稱		未炸隔1		未炸隔3	未炸隔5

豬油拉曼光譜

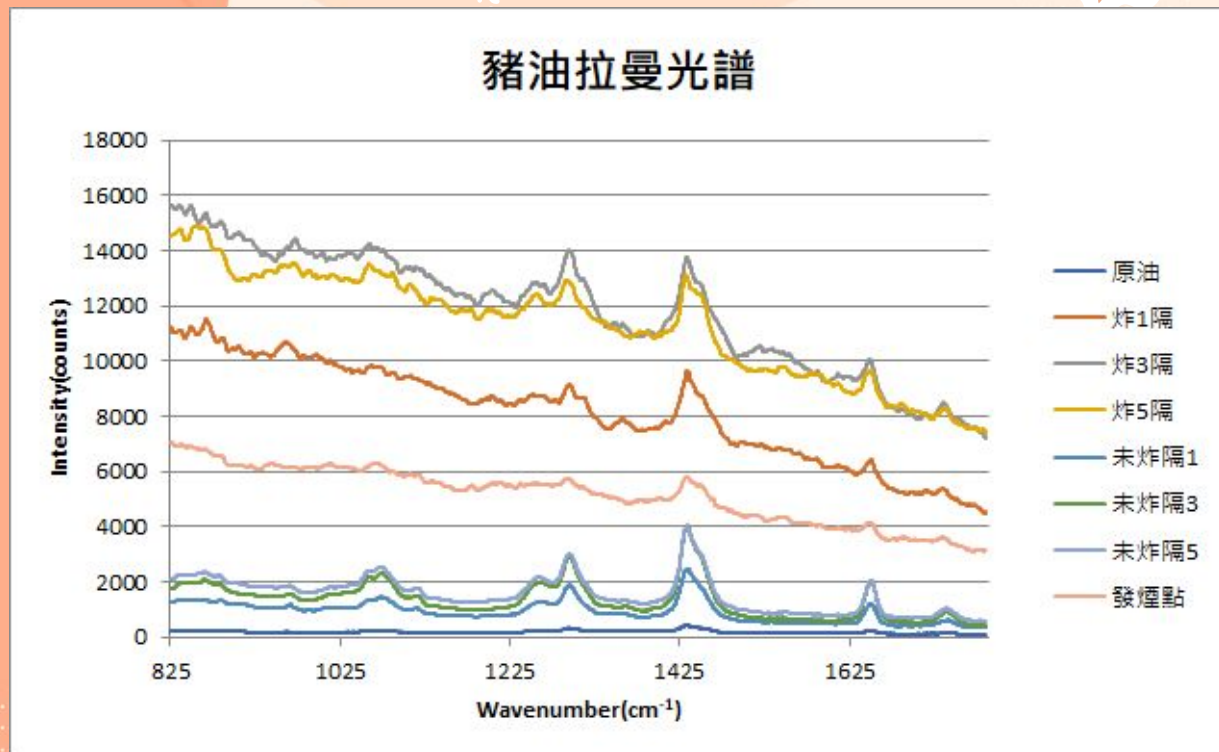
觀察豬油油炸次數、溫度和
暴露於空氣中次數與螢光背
景強弱之關聯

僅接觸空氣豬油之螢光背景變化

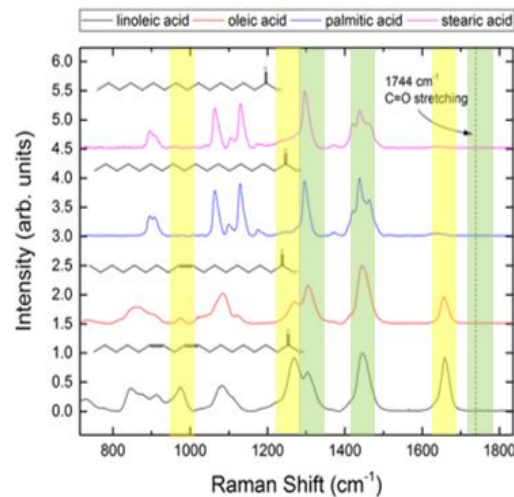
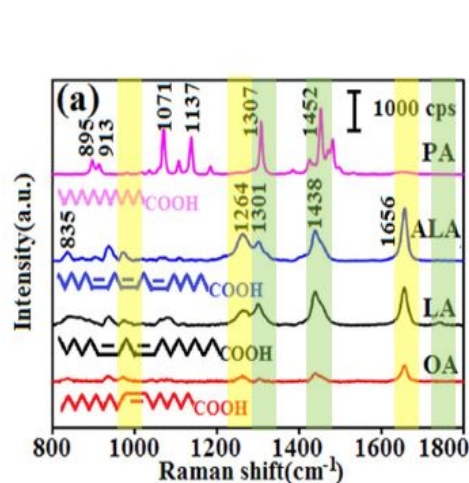
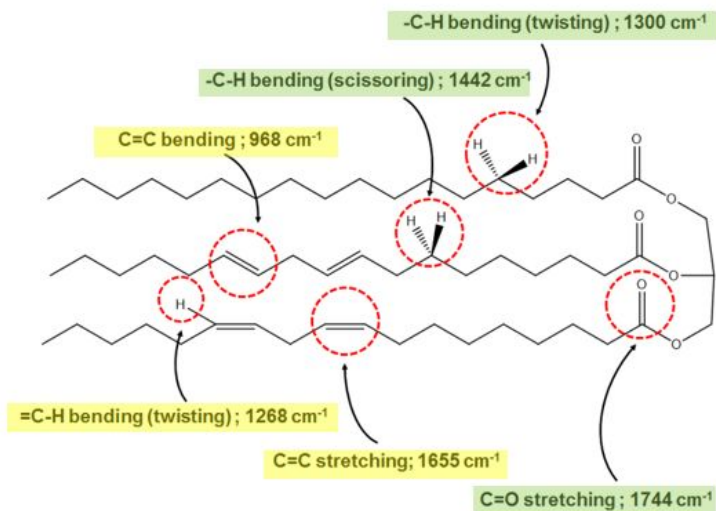
原油<未炸隔1<未炸隔3=未炸隔5

炸薯條豬油之螢光背景變化

發煙點<炸1隔<炸3隔=炸5隔

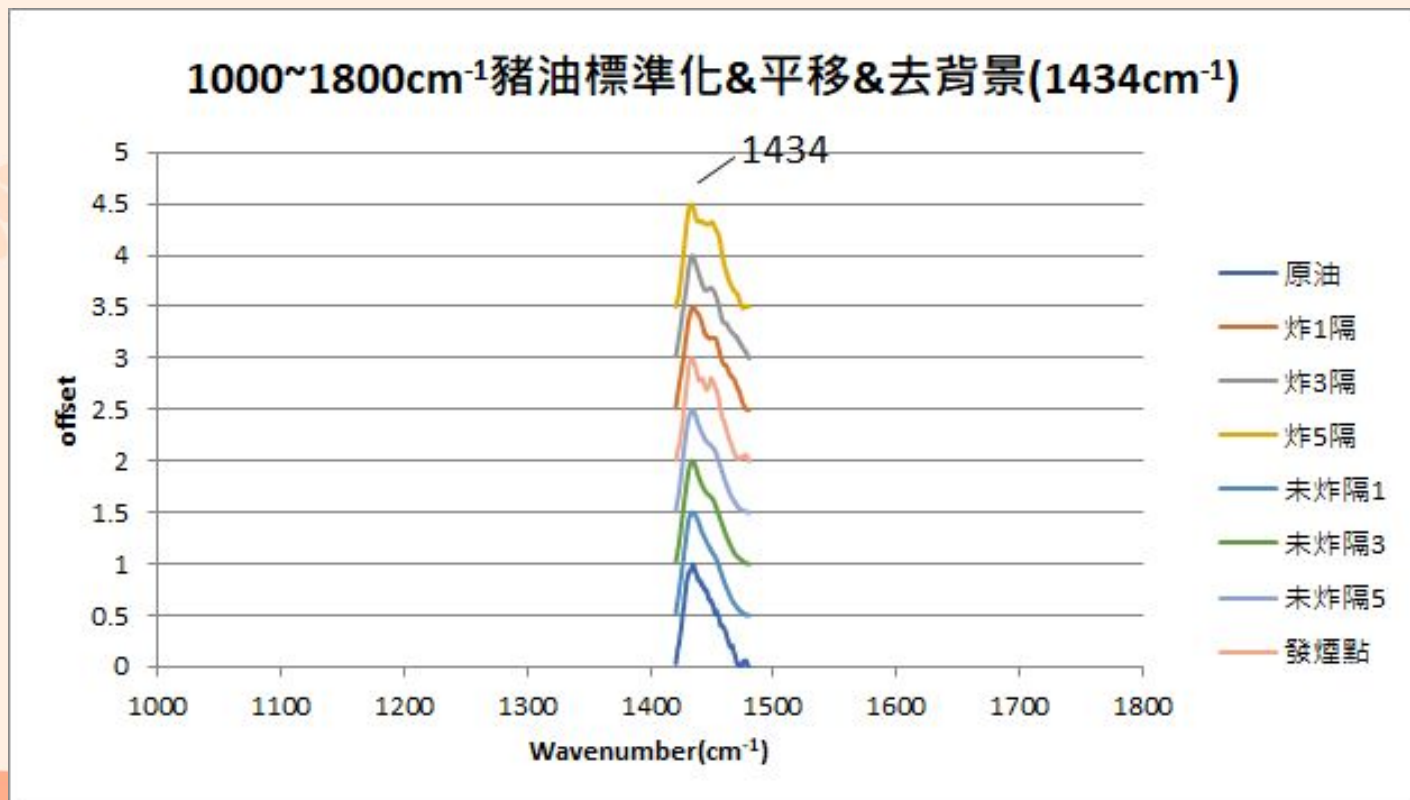


飽和脂肪和不飽和脂肪變化分析



註：黃色為不飽和脂肪 綠色為飽和脂肪

豬油1434與1450peak比較



1257/1295

(不飽和/飽和)

觀察八種豬油樣品不飽和脂肪及飽和脂肪變化

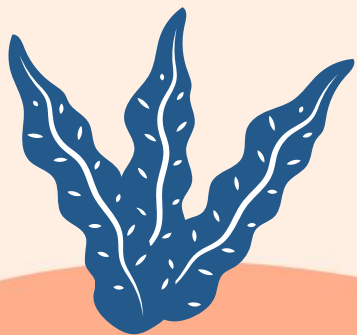
- 1257/1295(不飽和/飽和)比值變化:

炸1隔<炸3隔<炸5隔<原油

發煙點<原油



1257/1295	原油	炸1隔	炸3隔	炸5隔	未炸隔1	未炸隔3	未炸隔5	發煙點
扣螢光	0.36	0.23	0.27	0.35	0.39	0.37	0.38	0.28



大豆油數據分稱代號對照

	週五(1)	週六(2)	週日(3)	週一(4)	週二(5)
油炸 	取樣 (炸第1次)	取樣 (炸第2次 隔1夜)	取樣 (炸第3次 隔2夜)	隔3夜	取樣 (炸第4次 隔5夜)
代稱	炸1	炸2隔	炸3隔		炸5隔
未油炸 室溫		取樣			取樣
代稱		未炸隔夜2			未炸隔夜5

大豆油拉曼光譜

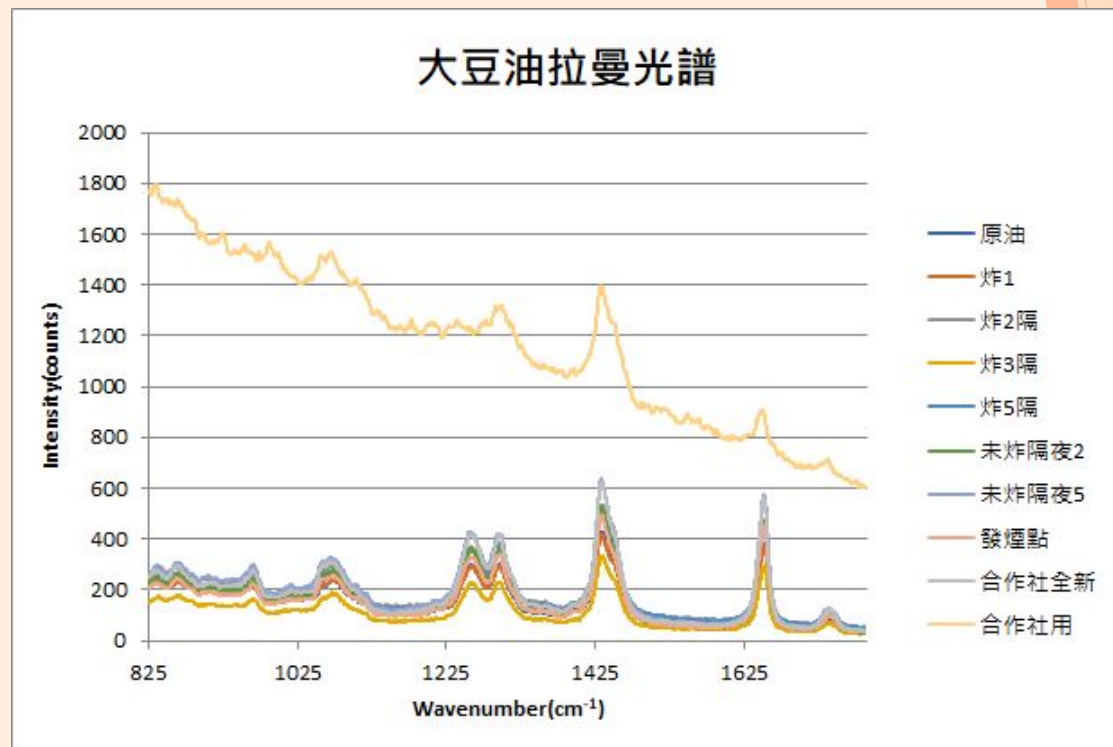
觀察大豆油油炸次數、溫度和暴露於空氣中次數與螢光背景強弱之關聯

整體螢光背景之變化:

合作社用樣品的螢光背景有非常明顯的增強。

拉曼波行觀察:

1225-1425 cm^{-1} 之間的兩個鋒明顯減弱



1259/1297 (不飽和/飽和)

觀察十種大豆油樣品不飽和脂肪
及飽和脂肪變化

1259除1297 扣螢光	原油	炸1	炸2隔	炸3隔	炸5隔	未炸隔夜2	未炸隔夜5	發煙點	合作社全新	合作社用
	0.95	1.01	0.96	0.99	0.93	0.99	1.02	0.97	0.77	0.38

- 原油和升溫、暴露於空氣中之樣品比值變化不規律
- 合作社全新大豆油和使用過的大豆油比值有明顯差距

豬油及大豆油 不飽和及飽和脂肪占比

•由右表可以解釋豬油及大豆油
的比值變化快慢差距

種類	多元不飽和脂肪酸		單元不飽和脂肪酸	飽和脂肪酸
	Omega-3	Omega-6	Omega-9	
大豆油	7 %	54 %	24 %	15 %
葵花油	1 %	68 %	19 %	12 %
花生油	0 %	36 %	48 %	16 %
玉米油	1 %	58 %	28 %	13 %
芥花油	10 %	22 %	62 %	6 %
亞麻仁油	53 %	16 %	21 %	10 %
芝麻油	1 %	40 %	43 %	16 %
玄米油	1 %	36 %	43 %	20 %
苦茶油	1 %	7 %	82 %	10 %
橄欖油	1 %	11 %	72 %	16 %
葡萄籽油	1 %	72 %	15 %	12 %
椰子油	0 %	2 %	6 %	92 %
豬油	0 %	39 %	16 %	45 %
奶油	1 %	3 %	28 %	68 %

結論與討論





討論

- 1.本次實驗中實驗數次有限，沒有做到反覆驗證，造成再現性不足
- 2.在自製豬油中我們發現光譜圖中有代表葉綠素的波峰出現，推測在製作過程或肉品有遭受汙染



討論

3.在製作豬油發煙樣品時，發現我們測得的發煙溫度較資料顯示的低，可能是因為我們與資料定義的發煙點不同

豬油油面上出現淡淡白煙 ➡



結論

- 1.在此實驗中，拉曼光譜的測量數據較螢光測量有更明顯變化
- 2.使用785nm雷射能清楚量測4種食用油的特徵鋒

結論

- 3. 食用油在一般家庭的使用狀況下，主要成分並不會有明顯改變，多為有機物質增加
- 4. 在合作社使用的大豆油光譜中推論油炸的不同的食材種類、數量、加熱時間會影響油的樣態，導致使用後的大豆油光譜有明顯的變化

合作社大豆油樣品色澤明顯變黃，且在室溫下呈現固態



結論

5.在我們的實驗條件下，在拉曼光譜儀上測量不出有毒物質的產生

6.在豬油隔夜氧化的實驗中得出即使沒有加入食材加熱，接觸空氣氧化也會使螢光物質增加

豬油暴露於空氣中氧化 ➡



結論

7.藉由比較不飽和及飽和鍵比值變化，可以發現油品升溫對於油脂本身還是有一定的影響

8.在豬油炸焦的實驗數據中得出炸焦薯條與正常相較之下，螢光物質大幅增加

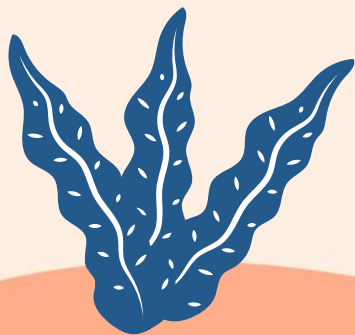
油炸至焦黑的薯條 ➡



結論

9.食用油的變質不能只用回鍋次數來作判斷，必須把油品種類、使用方法、使用溫度均納入考量

10.由我們的實驗數據觀察到以相同控制變因製作4種油的樣品，但不同油之間的變化卻不相同；同一種油以不同控制變因製作，即使在相同回鍋次數下，變化也會不同



參考資料

P.33 資料來源:<https://www.fda.gov.tw/TC/siteContent.aspx?sid=2847>

P.34 資料來源:<https://health.udn.com/health/story/6010/4723473>

圖片來源:<https://okogreen.com.tw/blog/4836>

P.35 資料來

源:<https://kb.commonhealth.com.tw/library/95.html?from=search#data-3-collapse>

P.36 資料來

源:<https://www.fda.gov.tw/TC/newsContent.aspx?cid=5049&id=13553>

P.41 資料來源

Lv M.Y., Zhang X., Ren H. R., Liu L., Zhao Y. M., Wang Z., Wu Z. L., Liu L. M., Jun H. (2016). A rapid method to authenticate vegetable oils through surfaceenhanced Raman scattering. Scientific reports, 6(1):23405, DOI:10.1038/srep23405

Lee, J., Park J., Mun H., Shim W., Lim S., Kim M. (2018). Quantitative analysis of lard in animal fat mixture using visible Raman Spectroscopy. Food Chemistry, 254, 109-114



感謝聆聽!

