

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 化學科

030208

油一好沒兩好

—大豆沙拉油使用一次與二次特性探討

學校名稱：新竹縣立仁愛國民中學

作者： 國一 張霽 國一 王泓予 國一 邱德晏	指導老師： 劉康文
--	------------------

關鍵詞：回收油、沙拉油、濾油粉

摘要

最常出現在生活當中的油品是大豆沙拉油，本實驗藉由多種的化學分析方法，探討分析影響油品品質的因素。經實驗後發現，觀察油品密度變化(需以標準品為基準線)，可區分油品是否經過化學過濾法處理，若變化度為正斜率，則此油品應經過化學過濾法處理。二次油品(未經過化學過濾處理法)，液體密度變化初期最明顯，兩天後變化減緩；層析高度低於空白樣品；紅焰色略增、綠焰色下降；發煙溫度變化不明顯、沸點大幅增加；加熱約 30 分鐘後酸度開始急遽增加。而經過化學過濾法處理後的二次油品，液體密度變化差異度與時間成正比；層析高度大幅下降；紅、綠兩焰色強度均下降許多；發煙溫度變化不明顯、沸點大幅增加；加熱約 30 分鐘後酸度開始急遽增加。

壹、研究動機

食安問題日益嚴重，然而一般的民眾並不知道如何分辨油品的差異，因此我們想以實驗來辨認油品的好壞，並確認油品特性。

貳、研究目的

- 一、【實驗一】影響油品變質的因素探討
- 二、【實驗二】液體密度的影響
- 三、【實驗三】層析法
- 四、【實驗四】燃燒焰色法
- 五、【實驗五】發煙點、沸點的異常
- 六、【實驗六】酸價的差異性

參、原理

俗稱的回收油，泛指使用兩次以上的非一次性油品，其油品品質因雜質含量偏高，而導致油品本身的酸價及物、化等性質改變。將標準品與試樣置於一般環境溫度下，由【實驗一】至【實驗六】分別觀察油品黏稠度、氧化後色澤變化以及燃燒焰色、酸價變化等，來辨別新、舊油品。再分別由【實驗一】至【實驗六】分析歸納出回收油品的特性。

- 一、【實驗一】油品變質因素：油脂在室溫下與氧結合，引起氧化反應，此現象稱為自氧化反應。
- 二、【實驗二】水滴落下時間：各種油品中的碳鏈結構不同，在加熱過程中碳鏈也會逐漸分離，因此會影響黏稠度，水滴降落時間因而不同。
- 三、【實驗三】層析〈色層分析法〉：利用各種油品的吸附力不同，並觀測油性墨水筆的攀升情形。
- 四、【實驗四】焰色：是化學上用來測試某種金屬是否存在於化合物的方法。每種元素都有其個別的光譜，所燃燒出的顏色便會不同。

五、【實驗五】沸點和發煙點：

發煙點：是指加熱的油開始產生煙的最低溫度。在此溫度之下，一些揮發物質如水、游離脂肪酸、氧化降解之短鏈產物會從油品逸散出來，產生可識別的青煙。

沸點：是在液體表面和內部同時發生的劇烈汽化現象的最低溫度。是物質從液態轉變為氣態的過程。

六、【實驗六】酸價：酸值可做為油脂變質程度的指標。當油脂酸敗，三酸甘油脂會分解時成脂肪酸及甘油，造成酸值的上昇。因此酸值常作為評價食用油的標準，台灣曾出現因抽檢油炸用油，發現酸值過高的情形。在生物柴油老化時也會出現類似的現象，老化的原因可能是因為長時間的高溫（酯的熱分解）或接觸到酸或鹼（酯的水解）。

肆、研究設備及器材

實驗藥品：

油品(大豆沙拉油、回收油、濾過回收油)、碳粉、銅粉、糖、鹽、自來水、飲用水、蒸餾水、酸價試紙。

實驗設備：

加熱板、紅外線溫度計、電子天平一台、試管數支、滴管數支、玻璃棒、燒杯、錐形瓶、電腦、相機。

伍、研究方法與過程

【實驗一】影響油品變質的因素探討

以市售大豆沙拉油為標準品，測試油品變質可能因素探討。分別添加不同物質於標準品中，並以試管 A~J 來代表。經多次溫度改變後觀察顏色與油品黏稠度變化

A：標準品(空白測試)

B：標準品+糖

C：標準品+活性碳

D：標準品+銅

E：標準品+鹽

F：標準品+蒸餾水

G：標準品+飲水機水

H：標準品+自來水

I：非一次油品(營養午餐)

J：過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)

甲：實驗 A 當作所有實驗之空白樣品，做比對用。

乙：實驗 B~F 比較碳水化合物含量對油品色澤與黏稠度的影響。

丙：實驗 C~E 比較活性大小對油品色澤與黏稠度影響。

丁：實驗 F~H 比較不同水體對油品色澤與黏稠度影響。

戊：實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後色澤與黏稠度差異。

【實驗二】液體密度的影響

將【實驗一】A~J 試驗品，加熱至 168°C 後，冷卻至 100°C 與室溫，以滴管滴落水珠，觀察油品純度對水滴重力落下速度的影響。並分別探討，【實驗一】乙、丙、丁、戊等實驗相關差異。

【實驗三】層析法

將【實驗一】A~J 試驗品，分別取出 10ml 樣品於 50ml 燒杯中，燒杯內置放塗有油性顏料濾紙，靜置一天，觀察不同油品純度對油性染料層析的結果。並分別探討，

【實驗一】乙、丙、丁、戊等實驗相關差異。

【實驗四】燃燒焰色法

將【實驗一】A~J 試驗品，分別取出 10ml 樣品於燃燒匙中。放置到酒精燈上燃燒，紀錄各油品燃燒時的焰色，並利用電腦軟體(小畫家)辨識色調、色彩濃度、亮度、紅

(R)、綠(G)、藍(B)等數值。並分別探討，【實驗一】乙、丙、丁、戊等實驗相關差異。

【實驗五】油品純度與發煙點、沸點

將【實驗一】A~J 試驗品，分別取出 10ml 樣品，置入容器中加熱，以紅外線溫度計測量發煙點及沸點的溫度。並分別探討，【實驗一】乙、丙、丁、戊等實驗相關差異。

【實驗六】油品純度與酸價

將【實驗一】A~J 試驗品，分別取出 20ml 樣品持續升溫加熱，並於每 30min，以市售酸價試紙測定酸價變化。並分別探討，【實驗一】乙、丙、丁、戊等實驗相關差異。

陸、研究結果

【實驗一】影響油品變質的因素探討

以市售大豆沙拉油為標準品，測試油品變質可能因素探討。分別添加不同物質於標準品中，並以試管 A-J 來代表。經多次溫度改變後且靜置約 30D 觀察顏色與油品黏稠度變化。目測實驗樣品 A~J，

1-1 實驗(乙)：實驗 B-F 比較碳水化合物含量多寡對油品色澤與黏稠度的影響。實驗結果，無明顯變化。

1-2 實驗(丙)：實驗 C-E 比較活性大小對油品色澤與黏稠度影響。實驗結果，無明顯變化。

1-3 實驗(丁)：實驗 F-H 比較不同水體對油品色澤與黏稠度影響。實驗結果，無明顯變化。

1-4 實驗(戊)：實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後色澤與黏稠度差異。實驗結果，無明顯變化。

目測所有實驗樣品並比較 30D 前後的改變，所有樣品並無明顯其他差異性，樣品表層氧化程度也無明顯變化。

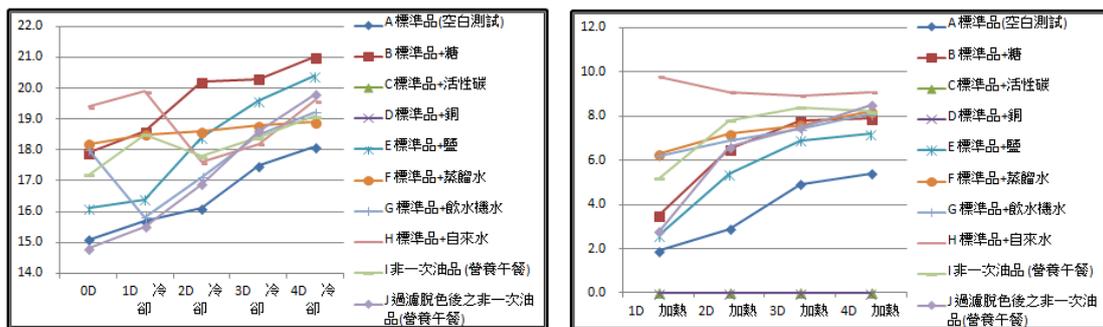


【實驗二】液體密度的影響

將【實驗一】A~J 試驗品，加熱至 168°C 後，冷卻至 100°C (高溫) 以下與室溫 (低溫)，以滴管滴落水珠 (10 次取平均值)，觀察油品純度對水滴重力落下速度的影響。並將結果記錄於 [表 2.1]。

[圖 2.1] 與 [表 2.1] 可知樣品經過多次溫度變化後，不論高溫或低溫狀態，水滴落下時間均有改變，表示油品不論是否含有其他外來添加物質，均會發生化學變化並產生成新的物質，且此物質會阻礙水滴落下的速度。[圖 2.1] 中可看出其線性關係為收斂型態，時間越久，其差異越小。樣品經過加熱後，水滴落下所需時間明顯減少許多，線段收斂效果更明顯，表示油品不論是否為標準品，油品中的化學反應有一極限時間，此時間表是反應達平衡且此極限值可由高低溫時間線性趨勢來推斷。實驗 C、D 因活性碳與銅顏色的干擾，無法測量。[表 2.1] 中差值為相同樣品、相同天數時，加熱前後的時間差。0D 係因無加熱狀態，遂無比較差值。

[圖 2.1] ~ [圖 2.9] 為各類樣品的單獨圖表，各天數實驗數據以線段呈現，同天高低溫差所導致的時間差值則以直方圖呈現，差值中線性趨勢下降，可說明滴落時間為收斂型態。



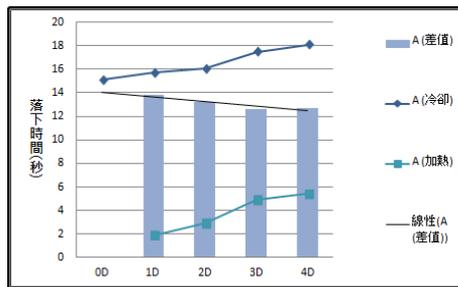
[圖 2.1] 各種油品水滴落下時間

Item	0D	1D 加熱	1D 冷卻	2D 加熱	2D 冷卻	3D 加熱	3D 冷卻	4D 加熱	4D 冷卻
A 標準品(空白測試)	15.1	1.9	15.7	2.9	16.1	4.9	17.5	5.4	18.1
B 標準品+糖	17.9	3.5	18.6	6.5	20.2	7.8	20.3	7.9	21.0
C 標準品+活性炭	無法測量								
D 標準品+銅	無法測量								
E 標準品+鹽	16.1	2.6	16.4	5.4	18.4	6.9	19.6	7.2	20.4
F 標準品+蒸餾水	18.2	6.3	18.5	7.2	18.6	7.6	18.8	8.2	18.9
G 標準品+飲水機水	18.0	6.2	15.8	6.9	17.1	7.4	18.5	8.1	19.2
H 標準品+自來水	19.4	9.8	19.9	9.1	17.6	8.9	18.2	9.1	19.6
I 非一次油品(營養午餐)	17.2	5.2	18.5	7.8	17.8	8.4	18.4	8.2	19.1
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	14.8	2.8	15.5	6.6	16.9	7.5	18.6	8.5	19.8

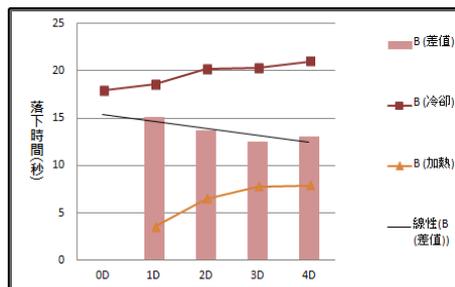
Item	1D 差值	2D 差值	3D 差值	4D 差值
A 標準品(空白測試)	13.8	13.2	12.6	12.7
B 標準品+糖	15.1	13.7	12.5	13.1
C 標準品+活性炭	無法測量			
D 標準品+銅	無法測量			
E 標準品+鹽	13.8	13.0	12.7	13.2
F 標準品+蒸餾水	12.2	11.4	11.2	10.7
G 標準品+飲水機水	9.6	10.2	11.1	11.1
H 標準品+自來水	10.1	8.5	9.3	10.5
I 非一次油品(營養午餐)	13.3	10.0	10.0	10.9
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	12.7	10.3	11.1	11.3

Item	$\Delta 0D$	$\Delta 1D$ 加熱	$\Delta 1D$ 冷卻	$\Delta 2D$ 加熱	$\Delta 2D$ 冷卻	$\Delta 3D$ 加熱	$\Delta 3D$ 冷卻	$\Delta 4D$ 加熱	$\Delta 4D$ 冷卻
A 標準品(空白測試)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B 標準品+糖	2.8	1.6	2.9	3.6	4.1	2.9	2.8	2.5	2.9
C 標準品+活性炭	無法測量								
D 標準品+銅	無法測量								
E 標準品+鹽	1.0	0.7	0.7	2.5	2.3	2.0	2.1	1.8	2.3
F 標準品+蒸餾水	3.1	4.4	2.8	4.3	2.5	2.7	1.3	2.8	0.8
G 標準品+飲水機水	2.9	4.3	0.1	4.0	1.0	2.5	1.0	2.7	1.1
H 標準品+自來水	4.3	7.9	4.2	6.2	1.5	4.0	0.7	3.7	1.5
I 非一次油品(營養午餐)	2.1	3.3	2.8	4.9	1.7	3.5	0.9	2.8	1.0
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	-0.3	0.9	-0.2	3.7	0.8	2.6	1.1	3.1	1.7

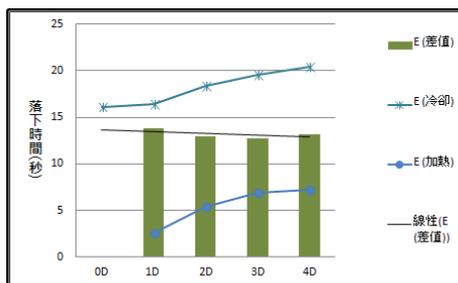
[表 2.1] 上表：各種油品水滴落下時間；中表：樣品時間變化[1D 差值=1D 加熱-1D 冷卻]
下表：與標準品的比較值



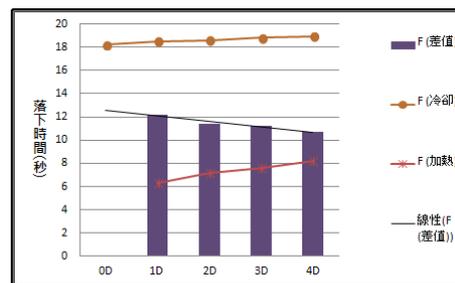
[圖 2.2] A：標準品(空白測試)



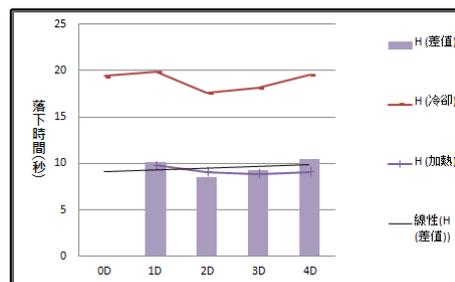
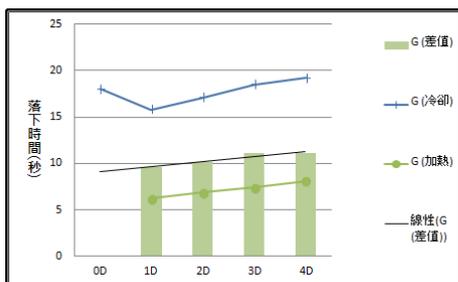
[圖 2.3] B：標準品+糖



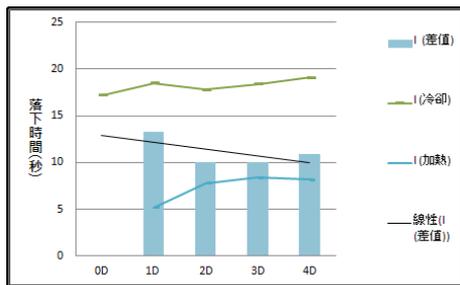
[圖 2.4] E：標準品+鹽



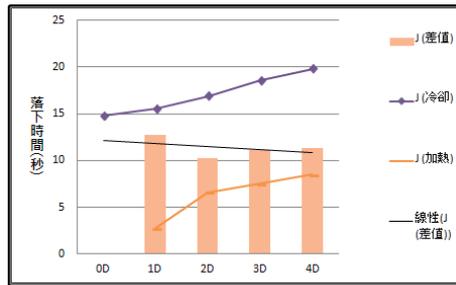
[圖 2.5] F：標準品+蒸餾水



[圖 2.6] G：標準品+飲水機水



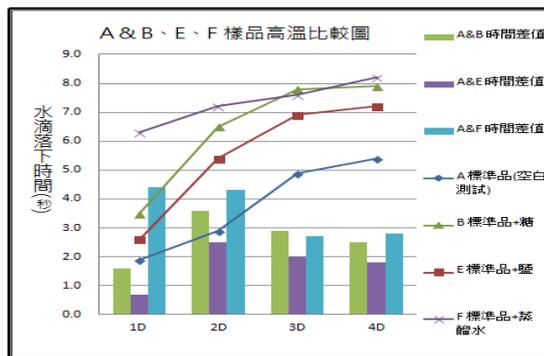
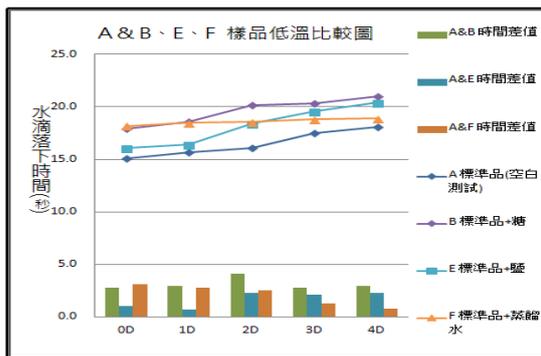
[圖 2.7] H：標準品+自來水



[圖 2.8] I：非一次油品

[圖 2.9] J：過濾脫色後之非一次油品

2-1 實驗(乙)：實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品中水滴落下速度的影響。[圖 2.10]與[表 2.10]各類樣品中。實驗 C、D 無法觀測，無數據比較。[圖 2.10.1]~[圖 2.10.2]顯示實驗 B、E、F 加熱 1D 時碳水化合物含量越多，落下時間越長，3D 後因數據呈現收斂則無明顯差異。僅含水的變化幅度最小，同時含碳與水的樣品變化幅度最大，影響最大。



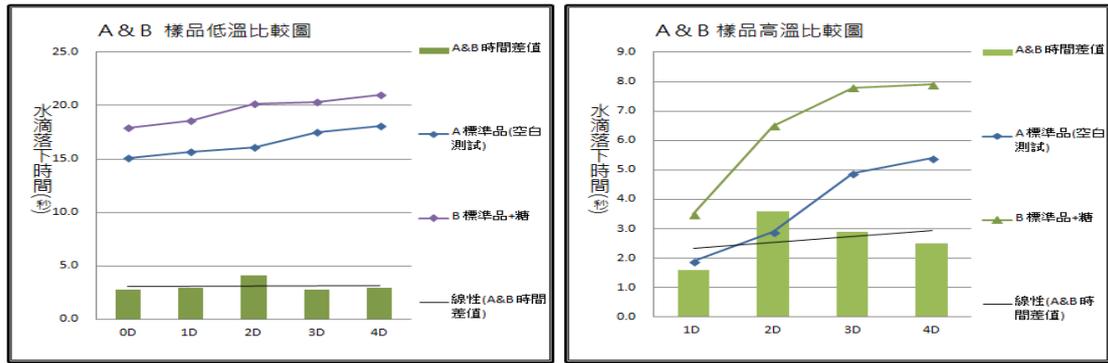
[圖]

2.10] 實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品中水滴落下速度的影響。

Item	0D	1D 加熱	1D 冷卻	2D 加熱	2D 冷卻	3D 加熱	3D 冷卻	4D 加熱	4D 冷卻
B 標準品+糖	17.9	3.5	18.6	6.5	20.2	7.8	20.3	7.9	21.0
C 標準品+活性炭	無法測量								
D 標準品+銅	無法測量								
E 標準品+鹽	16.1	2.6	16.4	5.4	18.4	6.9	19.6	7.2	20.4
F 標準品+蒸餾水	18.2	6.3	18.5	7.2	18.6	7.6	18.8	8.2	18.9

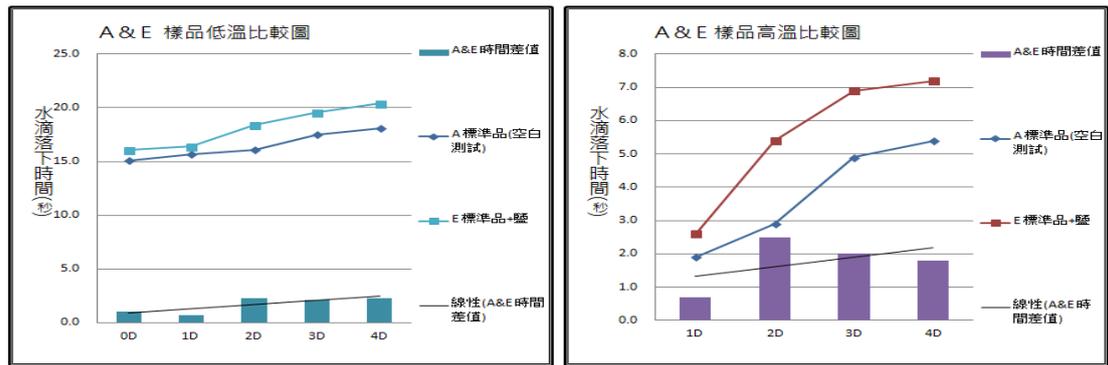
Item	Δ0D	Δ1D 加熱	Δ1D 冷卻	Δ2D 加熱	Δ2D 冷卻	Δ3D 加熱	Δ3D 冷卻	Δ4D 加熱	Δ4D 冷卻
A 標準品(空白測試)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B 標準品+糖	2.8	1.6	2.9	3.6	4.1	2.9	2.8	2.5	2.9
C 標準品+活性炭	無法測量								
D 標準品+銅	無法測量								
E 標準品+鹽	1.0	0.7	0.7	2.5	2.3	2.0	2.1	1.8	2.3
F 標準品+蒸餾水	3.1	4.4	2.8	4.3	2.5	2.7	1.3	2.8	0.8

[表 2.10] 上表：實驗 B~F 高低溫時水滴落下時間。下表：實驗 B~F 落下時間與標準品差值。

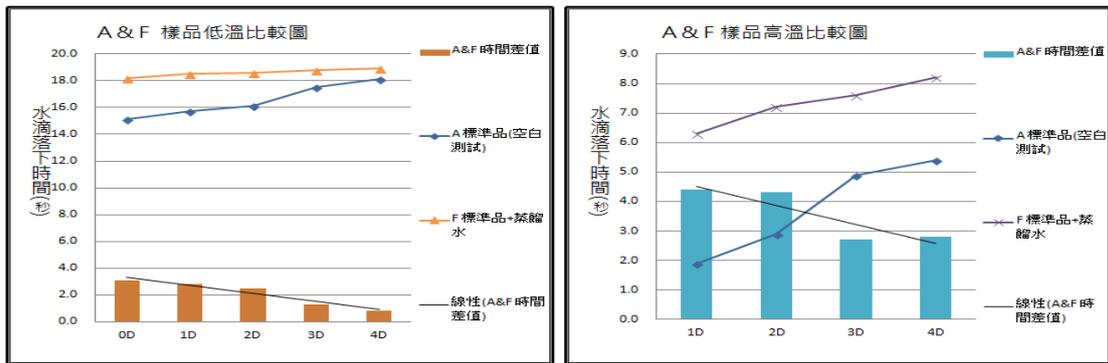


[圖]

2.10.1] 實驗 A&B 高低溫比較。



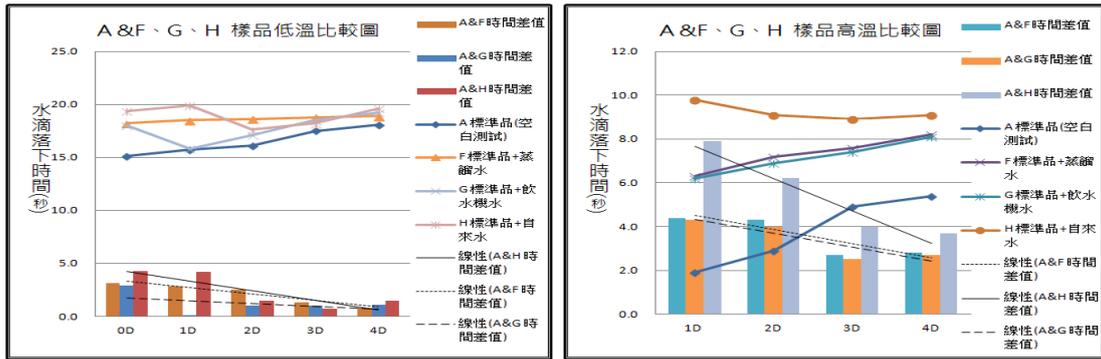
[圖 2.10.2] 實驗 A&E 高低溫比較。



[圖 2.10.3] 實驗 A&F 高低溫比較。

2-2 實驗(丙)：實驗 C~E 比較活性大小對油品中水滴落下速度影響。實驗 C、D 無法觀測，無數據比較

2-3 實驗(丁)：實驗 F~H 比較不同水體對油品中水滴落下速度影響。[圖 2.11] 與[表 2.11]樣品中水滴落下時間：不管高低溫其線性關係均向下收斂，表示越來越接近標準品的變化，影響越來越小。



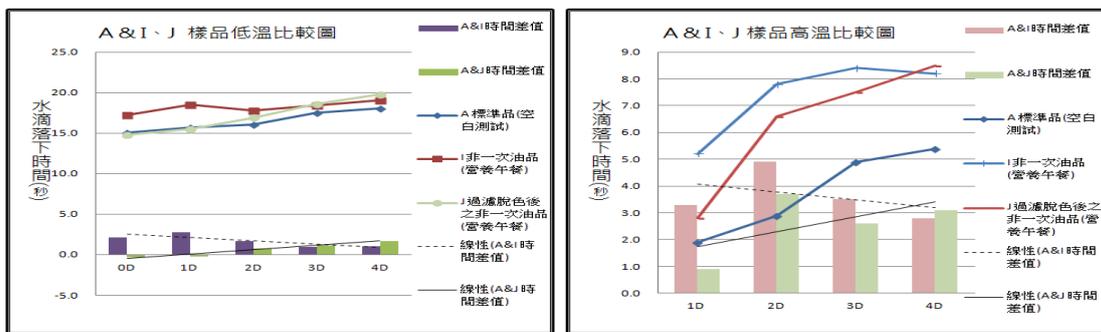
[圖 2.11] 實驗 F~H 比較不同水體對油品中水滴落下速度

Item	0D	1D 加熱	1D 冷卻	2D 加熱	2D 冷卻	3D 加熱	3D 冷卻	4D 加熱	4D 冷卻
A 標準品(空白測試)	15.1	1.9	15.7	2.9	16.1	4.9	17.5	5.4	18.1
F 標準品+蒸餾水	18.2	6.3	18.5	7.2	18.6	7.6	18.8	8.2	18.9
G 標準品+飲水機水	18.0	6.2	15.8	6.9	17.1	7.4	18.5	8.1	19.2
H 標準品+自來水	19.4	9.8	19.9	9.1	17.6	8.9	18.2	9.1	19.6

Item	Δ0D	Δ1D 加熱	Δ1D 冷卻	Δ2D 加熱	Δ2D 冷卻	Δ3D 加熱	Δ3D 冷卻	Δ4D 加熱	Δ4D 冷卻
A 標準品(空白測試)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F 標準品+蒸餾水	3.1	4.4	2.8	4.3	2.5	2.7	1.3	2.8	0.8
G 標準品+飲水機水	2.9	4.3	0.1	4.0	1.0	2.5	1.0	2.7	1.1
H 標準品+自來水	4.3	7.9	4.2	6.2	1.5	4.0	0.7	3.7	1.5

[表 2.11] 上表：實驗 F~H 高低溫時水滴落下時間。下表：實驗 F~H 落下時間與標準品差值。

2-4 實驗(戊)：實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後中水滴落下速度差異。[圖 2.12]與[表 2.12]樣品中，水滴落下時間均隨時間增加而增加。水滴落下時間：可看出樣品 I 與標準品差值越來越小，但經過化學過濾法的 J 樣品，則與標準品的差值越來越大。



[圖 2.12] 實驗 A、I、J 高低溫比較圖

Item	0D	1D 加熱	1D 冷卻	2D 加熱	2D 冷卻	3D 加熱	3D 冷卻	4D 加熱	4D 冷卻
A 標準品(空白測試)	15.1	1.9	15.7	2.9	16.1	4.9	17.5	5.4	18.1
I 非一次油品(營養午餐)	17.2	5.2	18.5	7.8	17.8	8.4	18.4	8.2	19.1
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	14.8	2.8	15.5	6.6	16.9	7.5	18.6	8.5	19.8

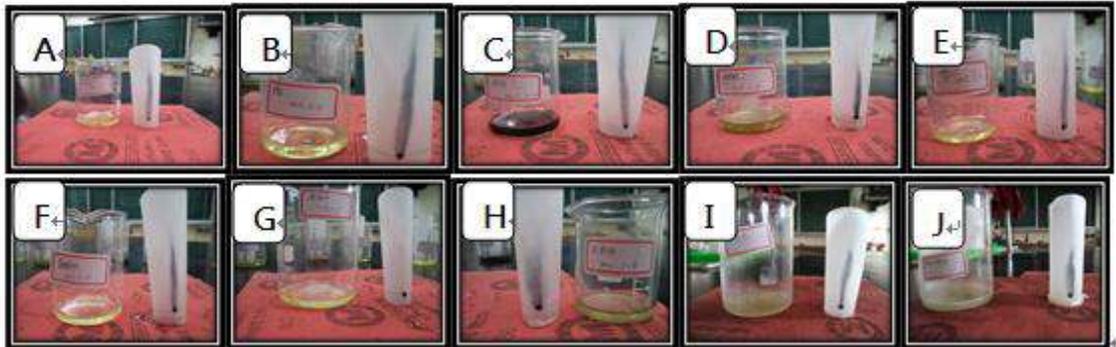
Item	Δ0D	Δ1D 加熱	Δ1D 冷卻	Δ2D 加熱	Δ2D 冷卻	Δ3D 加熱	Δ3D 冷卻	Δ4D 加熱	Δ4D 冷卻
A 標準品(空白測試)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I 非一次油品(營養午餐)	2.1	3.3	2.8	4.9	1.7	3.5	0.9	2.8	1.0
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	-0.3	0.9	-0.2	3.7	0.8	2.6	1.1	3.1	1.7

[表 2.12] 上表：實驗 A、I、J 高低溫時水滴落下時間。下表：實驗 A、I、J 落下時間與標準品差值。

【實驗三】油品純度與層析法

將【實驗一】A~J 試驗品，分別取出 10ml 樣品於 50ml 燒杯中，燒杯內置放塗有油性顏料濾紙，靜置一天，觀察不同油品純度對油性染料層析高度的差異性。

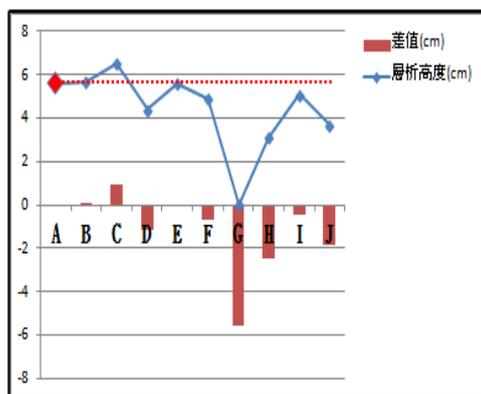
[圖 3.1]分別為實驗 A~J 的結果，將濾紙上的染料以尺歸測量高度，並紀錄於[表 3.1]中。



[圖 3.1] A：標準品 B：標準品+糖 C：標準品+活性炭 D：標準品+銅
E：標準品+鹽 F：標準品+蒸餾水 G：標準品+飲水機水 H：標準品+自來水
I：非一次油品 J：過濾脫色後之非一次油品

[表 3.1]實驗 A 中得知，標準品的高度約為 5.6 cm。實驗 B 與實驗 C 高於 5.6 cm。實驗 E 恰等於 5.6 cm。其餘實驗均低於標準高度，尤以實驗 G，添加校內飲水機水體後，層析高度為 0 cm，變化最為明顯。

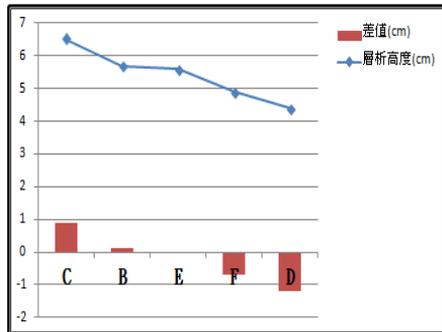
[圖 3.2] 中的差值比較圖，可明顯看出大部分的添加物均會對層析高度造成負的差值影響(抑制油品層析)，唯實驗 B 與實驗 C 有正的差值影響(助長油品層析)。實驗 G(添加飲水機水體)，有效抑制油品層析高度現象，此結果尚待確認是否合理，將在未來決定是否繼續深入研究，電解質、極性溶液等的差異性也是值得探討的話題。



Item	層析高度(cm)	差值(cm)
A 標準品(空白測試)	5.6	0
B 標準品+糖	5.7	0.1
C 標準品+活性炭	6.5	0.9
D 標準品+銅	4.4	-1.2
E 標準品+鹽	5.6	0
F 標準品+蒸餾水	4.9	-0.7
G 標準品+飲水機水	0	-5.6
H 標準品+自來水	3.1	-2.5
I 非一次油品(營養午餐)	5.1	-0.5
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	3.7	-1.9

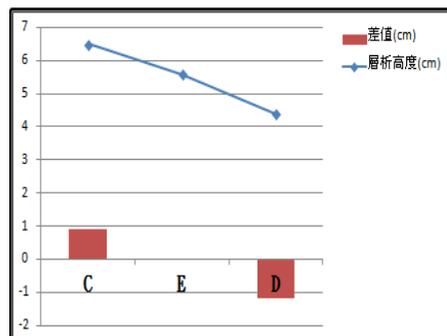
[圖 3.2]各類樣品層析高度比較圖[表 3.1] 各類樣品層析高度[差值=樣品-標準品]

3-1 實驗(乙)：實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品層析高度的影響。實驗結果，[圖 3.3]與[表 3.1]各類樣品中，含碳量分別為： $C > B > D = E = F$ 。層析高度分別為： $C > B > E > F > D$ 。油品中的含碳量與層析高度成正比關係



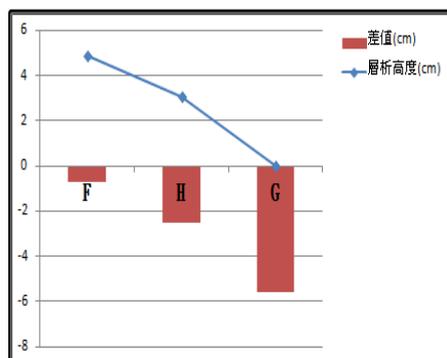
[圖 3.3] 實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品層析高度影響

3-2 實驗(丙)：實驗 C~E 比較活性大小對油品層析高度影響。實驗結果，[圖 3.4]與[表 3.1]樣品中，活性大小分別為： $(鈉) > (碳) > (銅)$ ，試樣代號為： $E > C > D$ ，層析高度分別為： $C > E > D$ 。高度與活性無明顯絕對關係



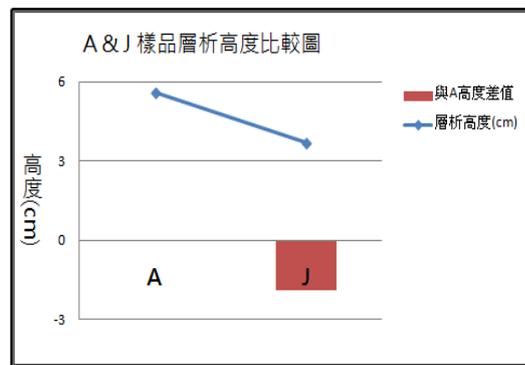
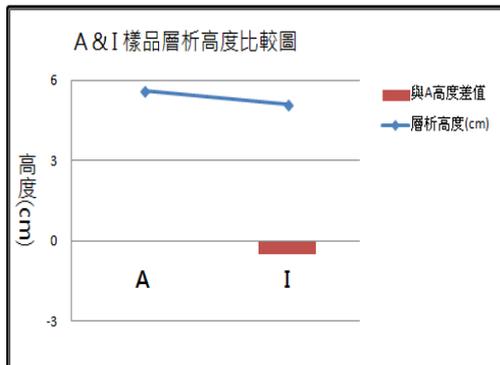
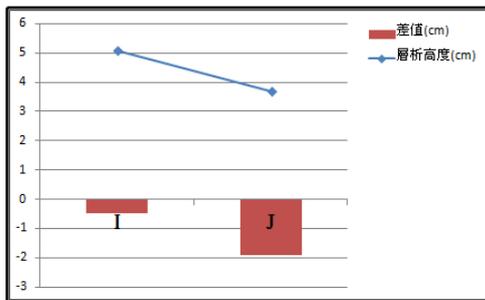
[圖 3.4] 實驗 C~E 比較活性大小對油品層析高度影響。

3-3 實驗(丁)：實驗 F~H 比較不同水體對油品層析高度影響。實驗結果，[圖 3.5]與[表 3.1]樣品中層析高度分別為： $F > H > G$ 。實驗 G(添加飲水機水體)，有效抑制油品層析現象，此結果尚待確認是否合理。



[圖 3.5] 實驗 F~H 比較不同水體對油品層析高度影響

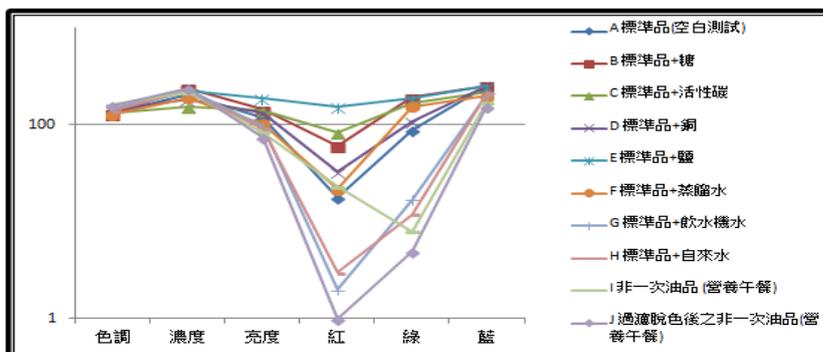
3-4 實驗(戊): 實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後層析高度差異。實驗結果，[圖 3.6]與[表 3.1]樣品中，層析高度分別為：I > J。實驗 J 為過濾後回收油，經活性碳脫色脫臭、再加入去油粉降低水含量，過濾後所得之濾液，所以有效抑制層析現象。



[圖 3.6] 實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後層析高度差異。

【實驗四】油品純度與燃燒焰色

將【實驗一】A~J 試驗品，分別取出 10ml 樣品於燃燒匙中。放置到酒精燈上燃燒，紀錄各油品燃燒時的焰色，並利用電腦軟體(小畫家)辨識色調、色彩濃度、亮度、紅(R)、綠(G)、藍(B)等數值 [表 4.1] 與曲線 [圖 4.1]。將數值以對數(以 10 為底)方式呈現後，更可看出不同油品中紅、綠兩種焰色有較明顯差異。



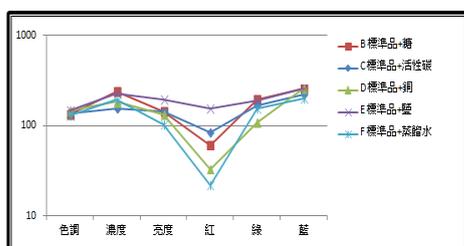
[圖 4.1] 各種油品焰色曲線(對數座標)

Item	色調	濃度	亮度	紅	綠	藍
A 標準品(空白測試)	133	206	119	18	89	255
B 標準品+糖	132	240	144	61	193	255
C 標準品+活性碳	135	155	142	83	169	218
D 標準品+銅	147	183	132	33	109	255
E 標準品+鹽	147	226	192	156	188	255
F 標準品+蒸餾水	130	192	104	22	156	199
G 標準品+飲水機水	149	234	97	2	17	204
H 標準品+自來水	142	225	91	3	12	215
I 非一次油品(營養午餐)	164	219	85	23	8	173
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	160	240	74	1	5	157

Δ色調	Δ濃度	Δ亮度	Δ紅	Δ綠	Δ藍
0	0	0	0	0	0
-1	34	25	43	104	0
2	-51	23	65	80	-37
14	-23	13	15	20	0
14	20	73	138	99	0
-3	-14	-15	4	67	-56
16	28	-22	-16	-72	-51
9	19	-28	-15	-77	-40
31	13	-34	5	-81	-82
27	34	-45	-17	-84	-98

[表 4.1] 左表：樣品焰色強度值；右表：與標準品焰色強度差值。

4-1 實驗(乙)：實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品焰色的影響。實驗結果，[圖 4.2]與[表 4.2]各類樣品中，含碳量分別為： $C > B > D = E = F$ 。紅色焰色濃度分別為： $E > C > B > D > F$ 。綠色焰色濃度分別為： $B > E > C > F > D$ 。

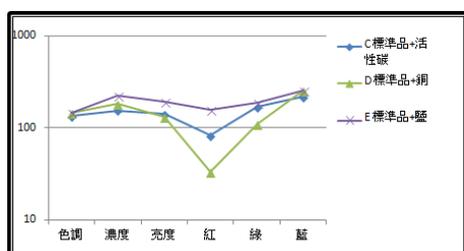


Item	色調	濃度	亮度	紅	綠	藍
A 標準品(空白測試)	133	206	119	18	89	255
B 標準品+糖	132	240	144	61	193	255
C 標準品+活性碳	135	155	142	83	169	218
D 標準品+銅	147	183	132	33	109	255
E 標準品+鹽	147	226	192	156	188	255
F 標準品+蒸餾水	130	192	104	22	156	199

[圖 4.2] 實驗 B~F

[表 4.2] 實驗 B~F

4-2 實驗(丙)：實驗 C~E 比較活性大小對油品焰色影響。實驗結果，[圖 4.3]與[表 4.3]樣品中，活性大小分別為： $(鈉) > (碳) > (銅)$ ，試樣代號為： $E > C > D$ 。紅色焰色濃度分別為： $E > C > D$ 。綠色焰色濃度分別為： $E > C > D$ 。在實驗 A 與實驗 C~E 比較活性大小對油品焰色影響，活性較大元素(Na)，紅、綠色兩系改變較明顯，其餘影響不大。

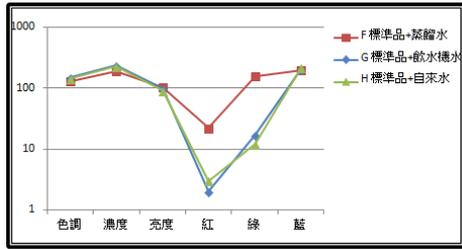


Item	色調	濃度	亮度	紅	綠	藍
A 標準品(空白測試)	133	206	119	18	89	255
C 標準品+活性碳	135	155	142	83	169	218
D 標準品+銅	147	183	132	33	109	255
E 標準品+鹽	147	226	192	156	188	255

[圖 4.3] 實驗 C~E。

[表 4.3] 實驗 C~E。

4-3 實驗(丁)：實驗 F~H 比較不同水體對油品焰色影響。實驗結果，[圖 4.4]與[表 4.3]樣品中，紅色焰色濃度分別為： $F > H > G$ 。綠色焰色濃度分別為： $F > G > H$ 。

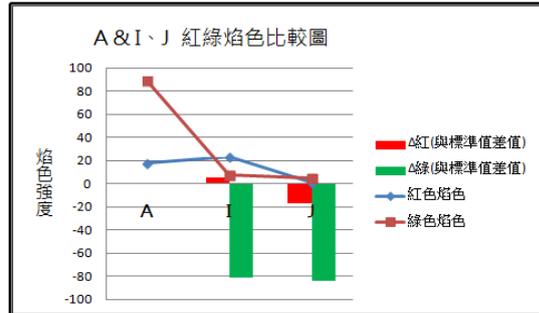
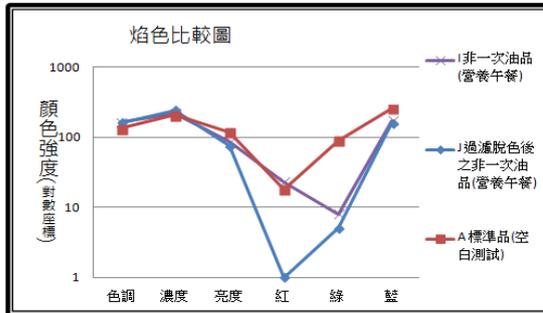


Item	色調	濃度	亮度	紅	綠	藍
A 標準品(空白測試)	133	206	119	18	89	255
F 標準品+蒸餾水	130	192	104	22	156	199
G 標準品+飲水機水	149	234	97	2	17	204
H 標準品+自來水	142	225	91	3	12	215

[圖 4.4] 實驗 F~H。

[表 4.4] 實驗 F~H

4-4 實驗(戊)：實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後焰色差異。實驗結果，[圖 4.5]與[表 4.5]樣品中，紅色焰色強度分別為：I > J。綠色焰色強度分別為：I > J。經化學過濾法過濾後的樣品 J，明顯紅綠兩焰色強度均大大下降。樣品 I 與 J 在紅色焰色上有明顯差異(I 增加，J 減少)。表示若油品經化學過濾後，紅綠兩焰色會大幅度下降，但未經化學過濾者，僅綠色焰色下降，略增加紅色焰色強度。



Item	色調	濃度	亮度	紅	綠	藍
A 標準品(空白測試)	133	206	119	18	89	255
I 非一次油品(營養午餐)	164	219	85	23	8	173
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	160	240	74	1	5	157

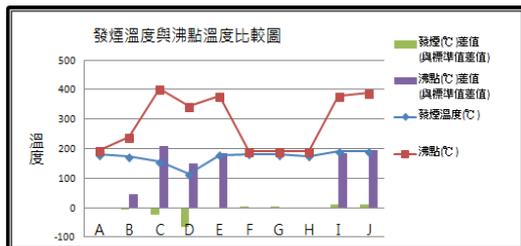
Δ色調	Δ濃度	Δ亮度	Δ紅	Δ綠	Δ藍
0	0	0	0	0	0
31	13	-34	5	-81	-82
27	34	-45	-17	-84	-98

[圖 4.5] 實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後焰色差異(對數數值)。

[表 4.5] 左表：A、I、J 焰色強度值；右表：與標準品焰色強度差值。

【實驗五】油品純度與發煙點、沸點

將【實驗一】A~J 試驗品，分別取出 10ml 樣品，置入容器中加熱，以紅外線溫度計測量發煙點及沸點的溫度。由[表 5.1]與[圖 5.1]發現數據中，當油品中含有過多的碳或金屬元素時，沸點變化明顯，若含有水時，發煙點變化明顯。

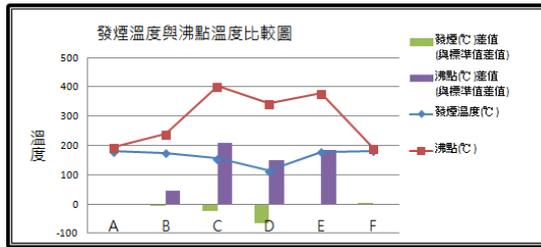


Item	發煙溫度(°C)	沸點(°C)	差值	發煙(°C)差值(與標準值差值)	沸點(°C)差值(與標準值差值)
A 標準品(空白測試)	180	195	15	0	0
B 標準品+糖	174	239	65	-6	44
C 標準品+活性碳	155	403	248	-25	208
D 標準品+銅	114	345	231	-66	150
E 標準品+鹽	178	380	202	-2	185
F 標準品+蒸餾水	182	191	9	2	-4
G 標準品+飲水機水	181	191	10	1	-4
H 標準品+自來水	175	192	17	-5	-3
I 非一次油品(營養午餐)	190	380	190	10	185
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	190	390	200	10	195

[圖 5.1] 油品純度與發煙點、沸點、差值圖。

[表 5.1] 油品純度與發煙點、沸點、差值 [差值=沸點-發煙點]。

5-1 實驗(乙)：實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品發煙點、沸點的影響。實驗結果，[圖 5.2]與[表 5.1]樣品中，含碳量分別為： $C > B > D = E = F$ 。發煙溫度： $F > E > B > C > D$ 。沸點溫度： $C > E > D > B > F$ 。溫度差值(沸點-發煙)： $C > D > E > B > F$ 。樣品 B、C、D 明顯降低發煙溫度，油品中若含有銅，發煙溫度變化最大；樣品 B、C、D、E 明顯增加沸點溫度，含碳量越多沸點影響越大。



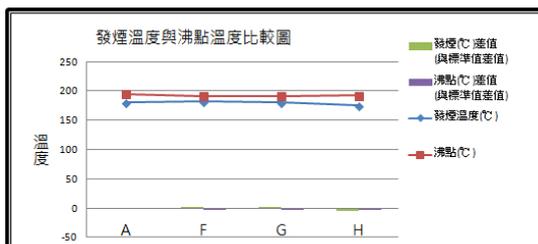
[圖 5.2] 實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品發煙點、沸點的影響。

5-2 實驗(丙)：實驗 C~E 比較活性大小對油品發煙點、沸點影響。實驗結果，[圖 5.3]與[表 5.1]樣品中，活性大小分別為： $(鈉) > (碳) > (銅)$ 。試樣代號為： $E > C > D$ 。發煙溫度變化量與活性大小成反比關係(斜率漸大)，表樣品中若含有重金屬，則其發煙點變化幅度相對增加。



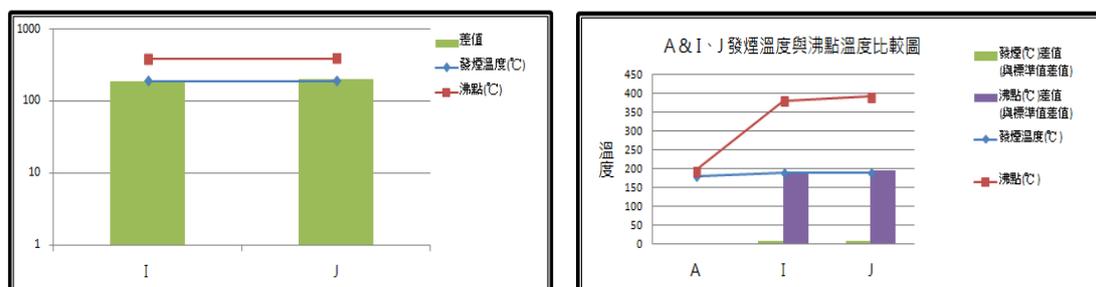
[圖 5.3] 實驗 C~E 比較活性大小對油品發煙點、沸點影響。

5-3 實驗(丁)：實驗 F~H 比較不同水體對油品發煙點、沸點影響。實驗結果，[圖 5.4]與[表 5.1]樣品中，發煙溫度： $F = G > H$ 。沸點溫度： $F = H = G$ 。溫度差值(沸點-發煙)： $H > G = F$ 。均無明顯差異性。



[圖 5.4] 實驗 F~H 比較不同水體對油品發煙點、沸點影響。

5-4 實驗(戊)：實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後發煙點、沸點差異。實驗結果，[圖 5.5]與[表 5.2]樣品中，樣品 I 與 J 對發煙溫度無明顯影響，但對樣品沸點有明顯提升效果，且無論是否經過化學過濾步驟，提升幅度相同(沸點變化差值相同)。



[圖 5.5] 實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後發煙點、沸點差異。

Item	發煙溫度(°C)	沸點(°C)	差值	發煙(°C)差值(與標準值差值)	沸點(°C)差值(與標準值差值)
A 標準品(空白測試)	180	195	15	0	0
I 非一次油品(營養午餐)	190	380	190	10	185
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	190	390	200	10	195

[表 5.2] 實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後發煙點、沸點差異 [差值=沸點-發煙點]。

【實驗六】油品純度與酸價

將【實驗一】A~J 試驗品，分別取出 20ml 樣品持續升溫加熱，並於每 30min，以市售酸價試紙測定酸價變化，記錄於[表 6.1]中。[圖 6.1]為酸價試紙變色範圍，[圖 6.2]與[圖 6.2.1]分別顯示各次實驗結果與酸價變化曲線。



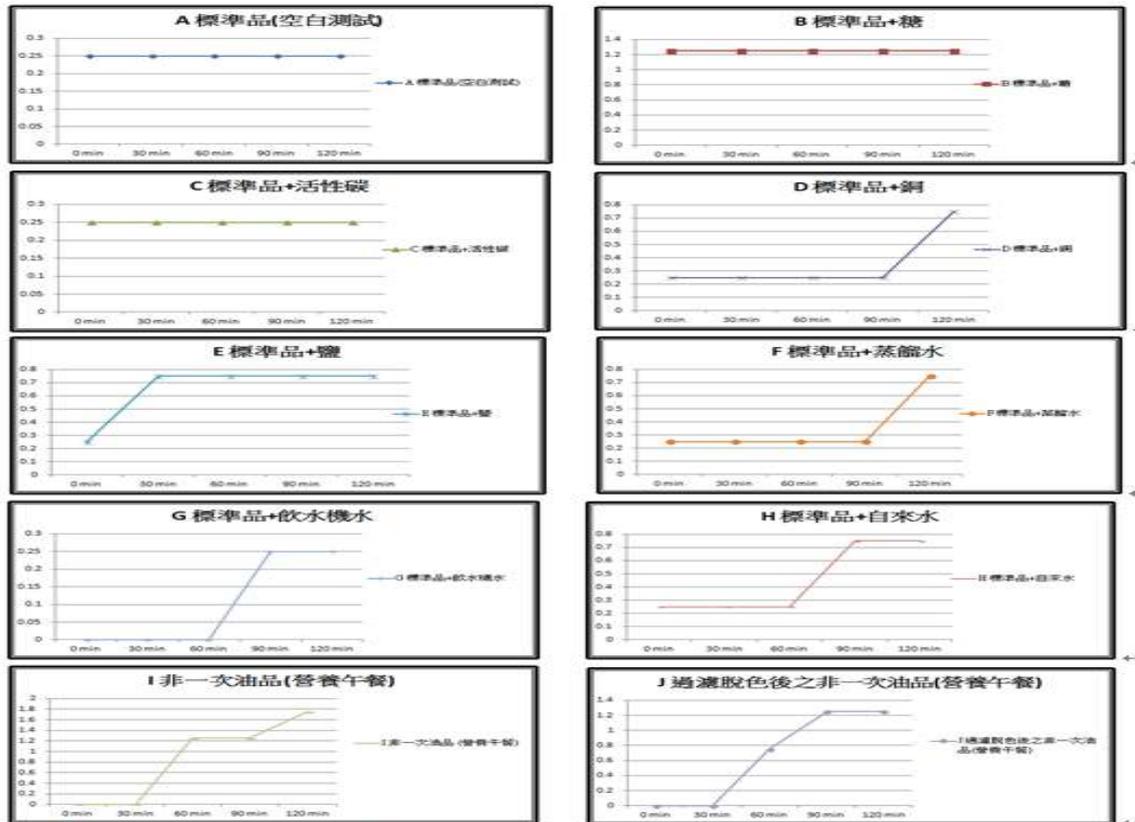
[圖 6.1] 酸價試紙，酸價變色範圍

Item	加熱時間					Item	加熱時間(與標準品比較值)				
	0 min	30 min	60 min	90 min	120 min		Δ0 min	Δ30 min	Δ60 min	Δ90 min	Δ120 min
A 標準品(空白測試)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	A 標準品(空白測試)	0	0	0	0	0
B 標準品+糖	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	B 標準品+糖	1	1	1	1	1
C 標準品+活性炭	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	C 標準品+活性炭	0	0	0	0	0
D 標準品+銅	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	D 標準品+銅	0	0	0	0	0.5
E 標準品+鹽	0.25	0.75	0.75	0.75	0.75	E 標準品+鹽	0	0.5	0.5	0.5	0.5
F 標準品+蒸餾水	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	F 標準品+蒸餾水	0	0	0	0	0.5
G 標準品+飲水機水	0	0	0	0.25	0.25	G 標準品+飲水機水	-0.25	-0.25	-0.25	0	0
H 標準品+自來水	0.25	0.25	0.25	0.75	0.75	H 標準品+自來水	0	0	0	0.5	0.5
I 非一次油品(營養午餐)	0	0	1.25	1.25	1.75	I 非一次油品(營養午餐)	-0.25	-0.25	1	1	1.5
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	0	0	0.75	1.25	1.25	J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	-0.25	-0.25	0.5	1	1

[表 6.1] 各類油品酸價數值表

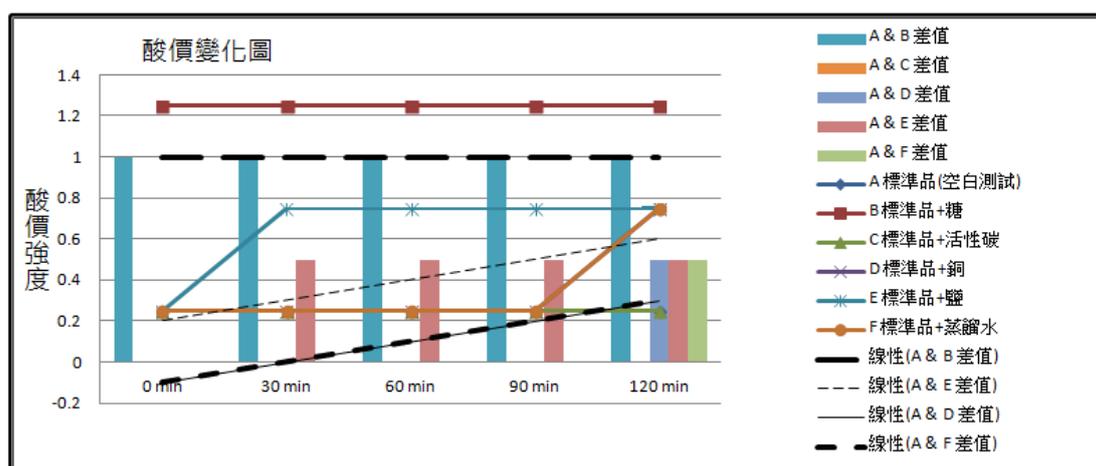


[圖 6.2] 各類油品酸價：加熱 0、30、60、90、120 min



[圖 6.2.1] 各類油品酸價變化圖

6-1 實驗(乙)：實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品酸價的影響。實驗結果，[圖 6.3]與[表 6.2]樣品中，樣品 B 變化幅度與標準品相同，不影響酸價正成變化，樣品 E、D、F 線性斜率相同(D、F 兩者重疊與 E 平行)，此三種樣品對酸價影響程度相同。



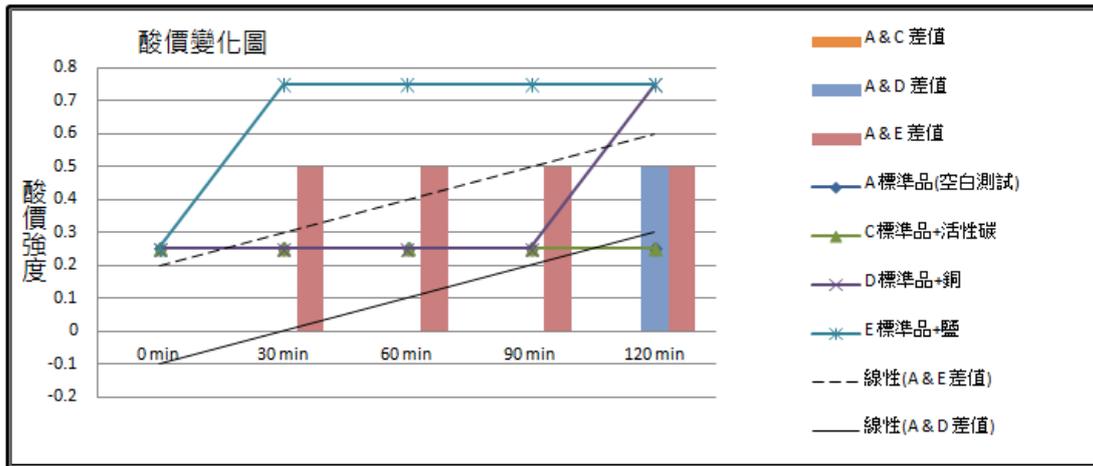
[圖 6.3] 實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品酸價影響。

Item	加熱時間				
	0 min	30 min	60 min	90 min	120 min
A 標準品(空白測試)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
B 標準品+糖	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
C 標準品+活性碳	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
D 標準品+銅	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75
E 標準品+鹽	0.25	0.75	0.75	0.75	0.75
F 標準品+蒸餾水	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75

Item	加熱時間(與標準品比較值)				
	$\Delta 0$ min	$\Delta 30$ min	$\Delta 60$ min	$\Delta 90$ min	$\Delta 120$ min
A 標準品(空白測試)	0	0	0	0	0
B 標準品+糖	1	1	1	1	1
C 標準品+活性碳	0	0	0	0	0
D 標準品+銅	0	0	0	0	0.5
E 標準品+鹽	0	0.5	0.5	0.5	0.5
F 標準品+蒸餾水	0	0	0	0	0.5

[表 6.2] 左表：實驗 B~F 比較碳水化合物含量多寡對油品酸價影響，右表：實驗 B~F 與標準品比較酸價變化值。

6-2 實驗(丙)：實驗 C~E 比較活性大小對油品酸價影響。實驗結果，[圖 6.4]與[表 6.3]樣品中，活性大小分別為：(E 鈉) > (C 碳) > (D 銅)。由線性關係來看，E 與 D 樣品斜率相同(變化度相同)，C 樣品無變化度。故可推知活性大小對酸度無明顯影響，而含碳多寡對酸價無影響。



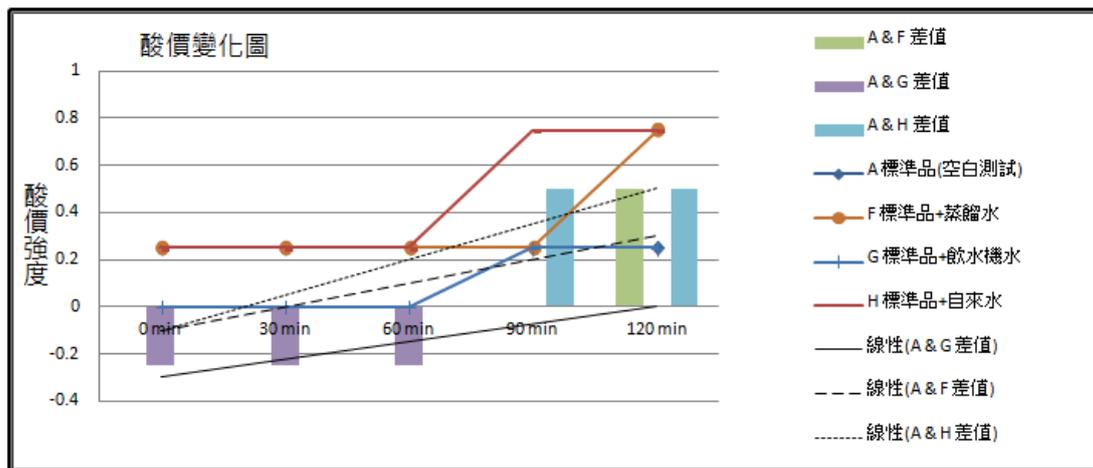
[圖 6.4] 實驗 C~E 比較活性大小對油品酸價影響

Item	加熱時間					Item	加熱時間(與標準品比較值)				
	0 min	30 min	60 min	90 min	120 min		$\Delta 0$ min	$\Delta 30$ min	$\Delta 60$ min	$\Delta 90$ min	$\Delta 120$ min
A 標準品(空白測試)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	A 標準品(空白測試)	0	0	0	0	0
C 標準品+活性炭	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	C 標準品+活性炭	0	0	0	0	0
D 標準品+銅	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	D 標準品+銅	0	0	0	0	0.5
E 標準品+鹽	0.25	0.75	0.75	0.75	0.75	E 標準品+鹽	0	0.5	0.5	0.5	0.5

[表 6.3] 左表：實驗 C~E 比較碳水化合物含量多寡對油品酸價影響，右表：實驗 C~E 與標準品比較酸價變化值。

6-3 實驗(丁)：實驗 F~H 比較不同水體對油品酸價變化影響。實驗結果，[圖 6.5]

與[表 6.4]樣品中。添加自來水的樣品 H 酸價變化幅度較明顯。



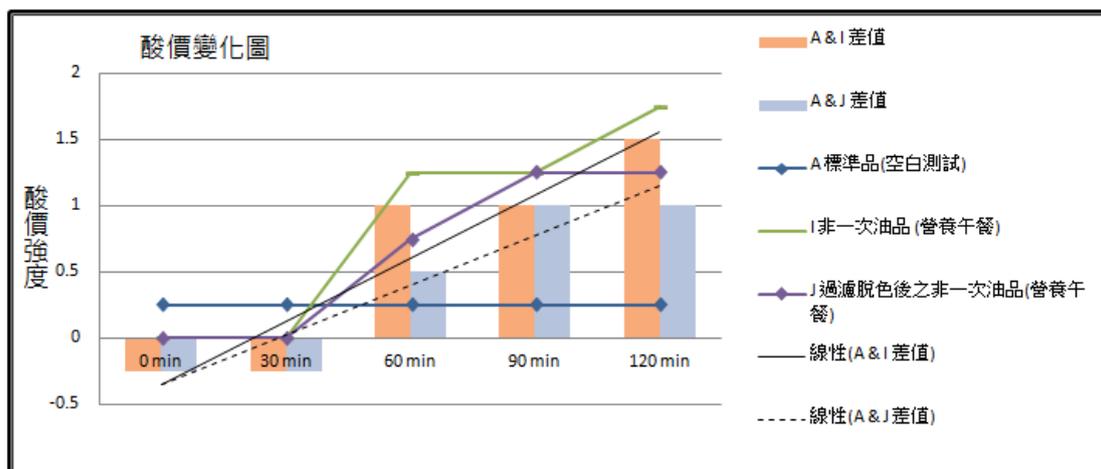
[圖 6.5] 實驗 F~H 比較不同水體對油品酸價影響

Item	加熱時間					Item	加熱時間(與標準品比較值)				
	0 min	30 min	60 min	90 min	120 min		$\Delta 0$ min	$\Delta 30$ min	$\Delta 60$ min	$\Delta 90$ min	$\Delta 120$ min
A 標準品(空白測試)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	A 標準品(空白測試)	0	0	0	0	0
F 標準品+蒸餾水	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	F 標準品+蒸餾水	0	0	0	0	0.5
G 標準品+飲水機水	0	0	0	0.25	0.25	G 標準品+飲水機水	-0.25	-0.25	-0.25	0	0
H 標準品+自來水	0.25	0.25	0.25	0.75	0.75	H 標準品+自來水	0	0	0	0.5	0.5

[表 6.4] 左表：實驗 F~H 比較碳水化合物含量多寡對油品酸價影響，右表：實驗 F~H 與標準品比較酸價變化值。

6-4 實驗(戊)：實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後酸價變化差異。實驗結果，

[圖 6.6]與[表 6.5]樣品中，未經過化學過濾法處理的樣品 I，明顯酸度變化大於化學處理法的樣品 J(線性斜率 $I > J$)。



[圖 6.6] 實驗 A、I、J 比較非一次油品過濾前後酸價差異

Item	加熱時間					Item	加熱時間(與標準品比較值)				
	0 min	30 min	60 min	90 min	120 min		$\Delta 0$ min	$\Delta 30$ min	$\Delta 60$ min	$\Delta 90$ min	$\Delta 120$ min
A 標準品(空白測試)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	A 標準品(空白測試)	0	0	0	0	0
I 非一次油品(營養午餐)	0	0	1.25	1.25	1.75	I 非一次油品(營養午餐)	-0.25	-0.25	1	1	1.5
J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	0	0	0.75	1.25	1.25	J 過濾脫色後之非一次油品(營養午餐)	-0.25	-0.25	0.5	1	1

[表 6.5] 左表：實驗 A、I、J 比較碳水化合物含量多寡對油品酸價影響，右表：實驗 A、I、J 與標準品比較酸價變化值。

柒、結論

Item	A：標準品 (空白測試)	I：非一次油品 (營養午餐)	J：過濾脫色後油品 (營養午餐)
【實驗一】影響油品變質的因素探討	無明顯差異	無明顯差異	無明顯差異
【實驗二】液體密度的影響	密度變化次之	密度變化不大 (值收斂靠近標準品)	密度變化劇烈 (值發散遠離標準品)
【實驗三】層析法	高度最高	高度次之 (與標準品差異最小)	高度最低 (與標準品差異最大)
【實驗四】燃燒焰色法	紅焰低綠焰高	綠焰低紅焰高 (紅焰比J高，比A低，綠焰極低)	紅焰綠焰極低 (紅焰最低，綠焰最低)
【實驗五】發煙點、沸點的異常	接近相同溫度	比標準值高 (I、J無明顯差異)	比標準值高 (I、J無明顯差異)
【實驗六】酸價的差異性	0-120min 酸價值得定	30min 後開始增加 (斜率較大)	30min 後開始增加 (斜率較小)

二次油品(未經過化學過濾處理法)，液體密度變化初期最明顯，兩天候變化逐漸減緩；層析高度略低於空白樣品；紅色焰色略增、綠色焰色大幅下降；發煙點溫度變化不明顯、沸點大幅增加；加熱約 30 分鐘後酸度開始急遽增加。而經過化學過濾法處理後的二次油品，液體密度變化差異度隨時間增加而增加；層析高度大幅下降；紅、綠兩焰色強度均下降許多；發煙點溫度變化不明顯、沸點大幅增加；加熱約 30 分鐘後酸度開始急遽增加。

捌、參考資料

1. 第 50 屆中小學科學展覽會 「油」裡乾坤—食用油酸價與油色 關係新發現
2. 高中化學組 向氧說不！談油脂的自氧化及抗氧化劑
3. 台灣二零零二年國際科學展覽會 Vitamin E 對回鍋油品質的影響

【評語】 030208

本作品探討各種油品的品質，希望能藉由一些化學的處理方法，獲得較佳品質的樣品。並以一些化學分析的方法來作確認，宜在定量分析的設計及操作上加強改善。