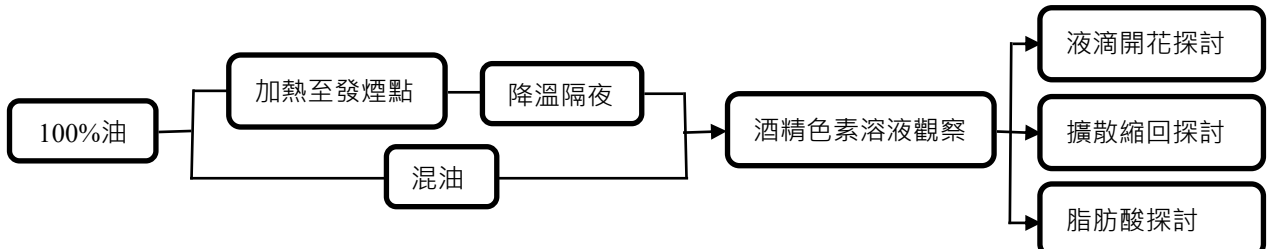


# 2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 普高組 成果報告表單

<b>題目名稱：</b> 漣漪之紋
<b>一、摘要</b> <p>漣漪波紋看似平凡，但裡面蘊含表面張力原理，包含毛細現象也都是表面張力成因。影響流體表面張力變異的因素包含溫度、化學物質、界面活性劑等。研究不同來源 100% 油品(大豆沙拉油、黑麻油、葡萄籽油、苦茶油)在未加熱常溫和加熱至發煙點後降溫的油品漣漪擴散縮回現象。實驗發現加熱冷卻油品使用 75% 酒精色素溶液其中心點明顯，未加熱油品在 75% 酒精色素溶液會呈現液滴開花現象，但苦茶油除外。苦茶油混合其他油品時，使用 75% 酒精色素溶液即可產生擴散縮回現象，故推測與不飽和脂肪酸比例有正相關。</p>
<b>二、探究題目與動機</b> <p>最近食安議題不斷，讓大家人心惶惶，走在路上看到油炸香雞排，讓我想買一份來吃，腦中突然想到幾年前的油品食安事件，如黑心油、混油等。油是每個家庭日常飲食中幾乎都會使用到的素材，不管煎、煮、炒、炸都可能需要用到油，油品品質好壞和耐溫程度也和脂肪酸有正相關。一般商家測定油炸油品質使用 3M 油脂老化試紙，但一般家庭不可能使用試紙測試油脂老化，如果油脂老化或劣變能用酒精色素溶液判讀相關性，對於每個家庭來說具備可行性和便利性，且所需要的器材幾乎都是每個家庭唾手可得的器材。</p>
<b>三、探究目的與假設</b> <p>目的： (一)研究不同比例脂肪酸油品(未加熱和加熱冷卻)對於不同酒精色素溶液關聯性。 (二)證明脂肪酸含量會影響液滴擴散縮回。</p> <p>假設： (一)不同脂肪酸比例油品與酒精色素溶液擴散縮回關連性。 (二)劣變油品可經由酒精色素溶液擴散縮回做判斷依據。</p>
<b>四、探究方法與驗證步驟</b> <p>壹、實驗架構：</p>  <pre>graph LR; A[100%油] --&gt; B[加熱至發煙點]; B --&gt; C[降溫隔夜]; C --&gt; D[酒精色素溶液觀察]; E[混油] --&gt; D; D --&gt; F[液滴開花探討]; D --&gt; G[擴散縮回探討]; D --&gt; H[脂肪酸探討];</pre>

## 貳、各種 100% 油品脂肪酸含量：

依據維義苦茶金鑽標示來源為 100% 茶籽油，單元不飽和脂肪 75.4 公克/100 毫升，多元不飽和脂肪 6.8 公克/100 毫升。其餘油品均未標示不飽和脂肪酸比例，故參考衛生福利部食品營養成分資料庫數據，如表一。

表一、各種油類脂肪酸比例(資料來源：食品營養成分資料庫)

	大豆油	葡萄籽油	黑芝麻油	油茶油
飽和脂肪酸總量(S)	16,103	11,368	16,529	11,060
單元不飽和脂肪酸總量(M)	23,742	19,788	39,960	79,356
多元不飽和脂肪酸總量(P)	59,944	68,673	43,170	9,440
P/M/S	3.72;1.47;1.00	6.04;1.74;1.00	2.61;2.42;1.00	1.00;8.41;1.17
P+M/S	<b>5.19;1.00</b>	<b>7.78;1.00</b>	<b>5.03;1.00</b>	<b>9.41;1.17</b>

## 參、實驗器材：

台糖大豆沙拉油、得意的一天 100% 純葡萄籽油、義美 100% 純黑麻油、維義苦茶金鑽、培養皿、手機和支架、四色水、加熱燈、95% 酒精、PE 乳頭滴管、量筒。

## 肆、實驗方法：

(A) 不同油品(常溫)和不同酒精濃度液滴比較。

1. 配製 75%、85%、95% 比例酒精溶液。
2. 各取 10 毫升酒精溶液，滴入 3 滴綠色色素水溶液。
3. 準備一張紙張畫出培養皿大小圓圈，並找到中心點後，點出公分數。
4. 將培養皿置於圓圈內，量取 15 毫升油，倒入培養皿。
5. 以吸管吸取酒精色素溶液，滴入中心點，並以手機錄影觀察分析。
6. 重複試驗至少三次；不同濃度酒精色素溶液均以此步驟進行。

(B) 加熱至油品發煙點後停止加熱降溫至常溫 and 不同酒精濃度液滴開花比較。

1. 將油品各自加熱至發煙點後停止加熱，並冷卻隔夜至常溫備用。
2. 比照實驗 A 方法進行實驗。

(C) 將苦茶油分別與大豆油、葡萄籽油和麻油以 1:1 比例混合，比照實驗 A 方法進行 75% 酒精色素溶液試驗，確認是否呈現擴散縮回現象。

(D) 使用 50% 酒精色素溶液對未加熱油品進行擴散縮回試驗。

伍、實驗結果：

一、各種油品擴散縮回和液滴開花反應：

大豆沙拉油	未加熱			加熱冷卻		
	95%	85%	75%	95%	85%	75%
酒精濃度	95%	85%	75%	95%	85%	75%
擴散直徑達 4 公分	O	O	X	O	O	X
擴散後有內縮現象	O	O	O	O	O	O
液滴開花現象	X	X	O	X	X	X
停止擴散時間	20	16	14	15	17	5

麻 油	未加熱			加熱冷卻		
	95%	85%	75%	95%	85%	75%
酒精濃度	95%	85%	75%	95%	85%	75%
擴散直徑達 4 公分	O	O	X	X	X	X
擴散後有內縮現象	O	O	O	O	O	O
液滴開花現象	X	X	O	X	X	X
停止擴散時間	17	20	27	15	14	27

葡萄籽油	未加熱			加熱冷卻		
	95%	85%	75%	95%	85%	75%
酒精濃度	95%	85%	75%	95%	85%	75%
擴散直徑達 4 公分	O	O	X	O	O	X
擴散後有內縮現象	O	O	O	O	O	O
液滴開花現象	X	X	O	X	X	X
停止擴散時間	12	16	20	17	15	7

苦茶油	未加熱			加熱冷卻		
	95%	85%	75%	95%	85%	75%
酒精濃度	95%	85%	75%	95%	85%	75%
擴散直徑達 4 公分	O	X	X	O	X	X
擴散後有內縮現象	O	X	X	O	O	X
液滴開花現象	X	X	X	X	X	X
停止擴散時間	15	19	-	14	30	-

O：代表有達到預設目標；X 代表沒有達到預設目標；擴散時間單位為秒數

-：代表無觀察到明顯擴散縮回現象

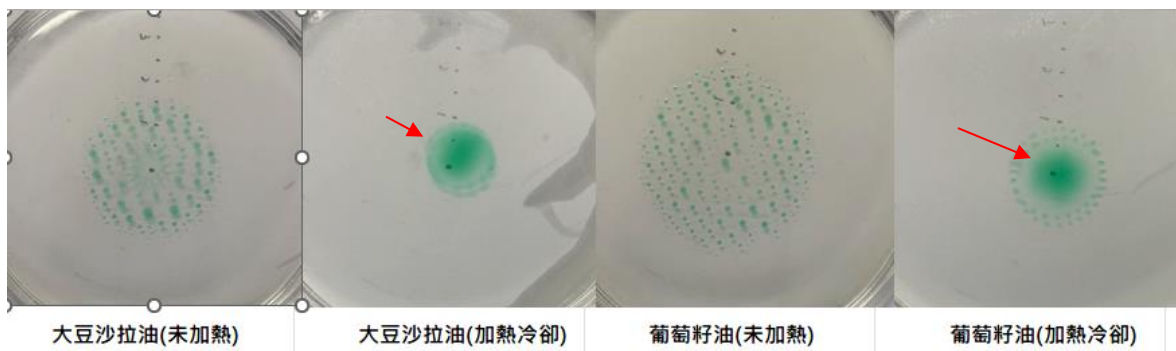
定義：液滴開花現象是指大型圓圈圈內有眾多接近大小的小圓圈圈組成之圖型，如圖一。



圖一：液滴開花示意圖

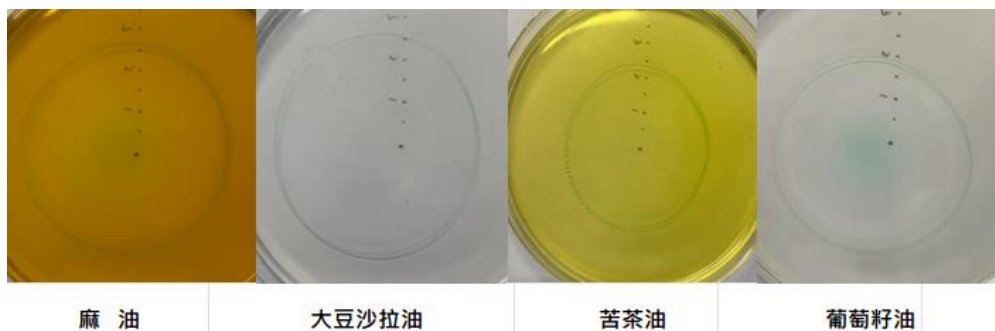
二、苦茶油與大豆油、葡萄籽油和麻油以 1:1 比例混合，使用 75% 酒精色素溶液試驗結果均產生擴散縮回現象，故推定與不飽和脂肪酸占比成正相關。

三、排除苦茶油以外，使用 75% 酒精色素溶液比較能明顯辨別油品品質是否受熱，以液滴開花現象和中心液滴明顯程度為判斷依據。當油品未加熱會呈現液滴開花現象和中心液滴無明顯呈現，加熱冷卻的油品均無法呈現液滴開花現象且中心液滴明顯呈現，如圖二。



圖二：75% 酒精色素溶液擴散縮回圖

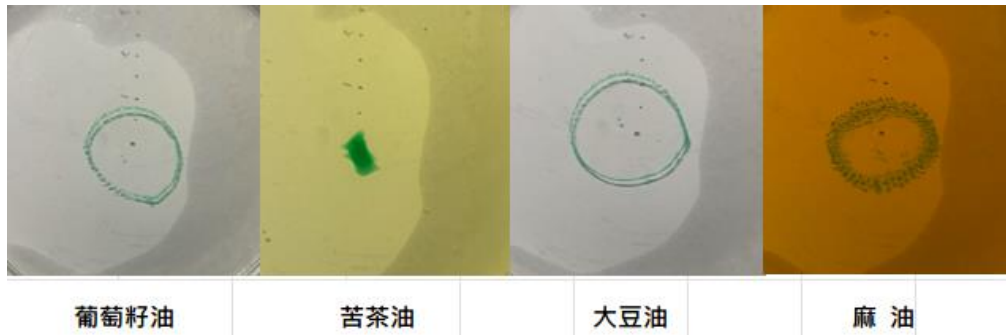
四、所有未加熱油品在 95% 酒精色素溶液，液滴擴散面積都比 85% 和 75% 還要大，如圖三。



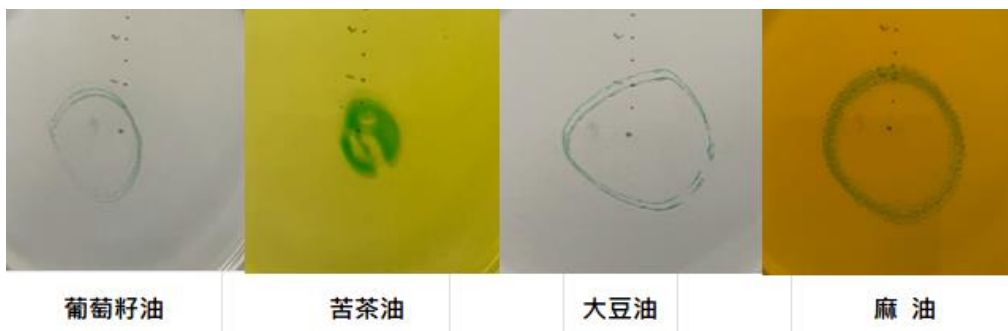
圖三：各種未加熱油品在 95% 酒精色素溶液擴散範圍

四、大豆沙拉油和葡萄籽油在 75%酒精色素溶液下，未加熱和加熱冷卻的擴散終止時間明顯變異，加熱冷卻後的油品明顯擴散時間縮減約 1/3 時間。

五、所有油品有經加熱冷卻油品其最終中心圓滴都呈現愈來愈集中縮小和集合液滴愈來愈大趨勢，如圖四和圖五。



圖四：各種加熱冷卻油品 85%酒精色素溶液縮回圖



圖五：各種未加熱油品 85%酒精色素溶液縮回圖

六、當酒精濃度太低時，無法完成擴散縮回現象，推測原理有點像彩虹雨科學實驗一樣，基本上油水是不互溶，但實驗使用酒精為兩性物質，在表面張力作用下，可進行擴散縮回反應，但當酒精濃度太低時，其無法突破表面張力故無擴散縮回現象。

## 五、結論與生活應用

一、結論：

- 1、75%酒精溶液比較適合大部分油品受熱辨別試驗用。
- 2、苦茶油含高占比不飽和脂肪酸，在 75%酒精色素溶液不會進行擴散縮回現象，混油調整後在 75%酒精色素溶液會進行擴散縮回現象。
- 3、每種油品應該都有最適合酒精濃度來達到液滴開花。
- 4、酒精濃度愈高愈容易蒸發和密度愈小，表面張力愈小擴散面積愈大。
- 5、油品加熱冷卻後，酒精最後都會內聚縮小。

二、生活應用：

被切成小片的木材纖維浸泡在水中，水分被纖維吸收後，纖維便會互相黏合成紙張，這

就是毛細現象；在人體醫學裡，微血管也是利用了毛細現象將血液輸送到全身；原子筆的油墨也是應用毛細現象。在泡茶時，若是使用茶沫極為細碎的茶種，當茶沫飄浮在液體的表面時，液體的表面張力會發生變化，一旦加入無雜質的開水後，兩種液體表面張力的差距就會產生馬蘭戈尼效應(Marangoni effect)，使下方的茶沫順著水流而上，進入到水壺中。連大家常聽到的蓮花效應一樣也是表面張力的應用。所以表面張力和毛細現象在平日生活中處處可見，只是大家不清楚，希望能透過一些簡易和容易觀察的實驗來激發大家對科學原理探究。

#### 參考資料

1.衛生福利部食品藥物管理署整合查詢服務-食品營養成分資料庫(新版)

<https://consumer.fda.gov.tw/Food/TFND.aspx?nodeID=178>

2.正確用油必知 2 關鍵 發煙點、脂肪酸比率

<https://www.commonhealth.com.tw/article/87533>

3.除了超過發煙點是大忌 專家：煎煮炒炸都用同瓶油容易變質

<https://health.udn.com/health/story/6037/6050470>

4.維基百科-馬倫哥尼效應

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A6%AC%E5%80%AB%E5%93%A5%E5%B0%BC%E6%95%88%E6%87%89>

5.維基百科-毛細現象

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%AF%9B%E7%BB%86%E7%8E%B0%E8%B1%A1>

6.蔡尚芳；表面張力；科學教育月刊第 257 期；2003(21-30)