

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 化學科
(鄉土)教材獎

030209

醇醇欲動滑油滋-利用馬蘭戈尼作用探討苦茶油
純不純

學校名稱：南投縣立大成國民中學

作者： 國一 張玉燕 國一 廖宥婷	指導老師： 鄭定祐 徐敏益
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：苦茶油、馬蘭戈尼效應、乙醇

摘要

我們選用八種油品與兩種醇類做液滴擴散實驗，發現異丙醇擴散速度過快，所以選用乙醇進行後續實驗，並加入中性藍色顏料作為染劑。再以四種乙醇濃度(95%、90%、85%、80%)，對不同油品進行液滴擴散實驗，發現苦茶油加入乙醇液滴不會散開，其他油品在滴入95%乙醇時，液滴擴散面積最大，其他濃度的擴散情形則表現不一。我們以三種市售苦茶油進行實驗，發現液滴皆不會有擴散的現象，但加入大豆油混合時，當混油的多元不飽和脂肪酸高於10%，就會有擴散情形，另外，我們利用豬油加入大豆油中，當多元不飽和脂肪酸低於10%就會有液滴縮回的情形。因此我們認為可利用85%的染色乙醇來判斷苦茶油的純度是否達94%以上。

壹、前言

一、研究動機

近年來因為疫情，在吃飯前都會用酒精消毒，有一次和家人聚餐，我們正在吃川辣水煮魚時，不小心把酒精噴到紅油上，發現酒精液滴竟然在紅油上滑行，我們覺得很神奇!於是上網查詢資料，發現是馬蘭戈尼效應所造成的。後來又因家政課所需，和朋友一起去超市採買食品，發現油品種類眾多且價格差異很大，其中苦茶油的價錢相當昂貴，甚至是其他油品的兩三倍，之前也有爆發過假油的事件，我們對苦茶油的純度判斷相當好奇，想利用醇類與油品的馬蘭戈尼效應，探討苦茶油純度判別的可行性。

一、研究目的

- (一) 探討不同醇類對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響
- (二) 探討不同性質的色素加入乙醇在油面的擴散情形
- (三) 探討不同濃度的乙醇與各式油品對表面色素顆粒移動情形的影響
- (四) 探討乙醇對不同比例的苦茶油表面色素顆粒移動情形的影響

三、文獻探討

- 一、盧宥岑、高珮嘉(2022)。《跳舞的油滴》實驗中發現酒精濃度越高，擴散出去的液滴就越小，酒精濃度越低，擴散出去的液滴就越大，而酒精濃度低到一定的程度時，液滴就不會擴散，當碎液滴面積較大時，數量就較少。
- 二、許毓軒、江雅淇、王艷寬(2009)。《天使的眼淚—探討不同情況下酒淚掛杯表現之差異》實驗發現乙醇濃度太低，濃度差和表面張力差非常小，導致上升力太微弱，無法形成明顯的酒淚掛杯，然而隨著乙醇濃度上升，發現淚滴累積速度變慢、密度變高、淚滴顆粒較小以及流速較慢。
- 三、葉芳瑜、謝秉希、謝亞彤(2019)。《「醇」「醇」欲動—探討丙二醇液滴的馬蘭哥尼效應》實驗發現兩滴液滴的二丙醇濃度十分相似時，兩滴液滴之間的表面張力大於兩者之中較低濃度的液滴，因此也會停止追逐運動而互相接近並混和。
- 四、伍瀚煦、陳羿宏、莊毓飛(2022)。《液滴爆炸》實驗發現重力會使液滴變扁平，而且因為表面張力梯度的關係，會造成馬蘭戈尼現象。

貳、研究設備及器材



苦茶油



芥花油



葵花油



玄米油



大豆沙拉油



香油



芝麻油



橄欖油



機油



豬油



乙醇



異丙醇



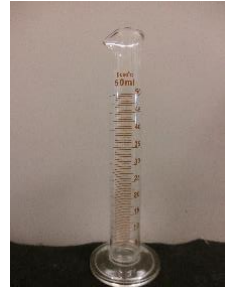
培養皿



微量滴管



燒杯



量筒



黏度計



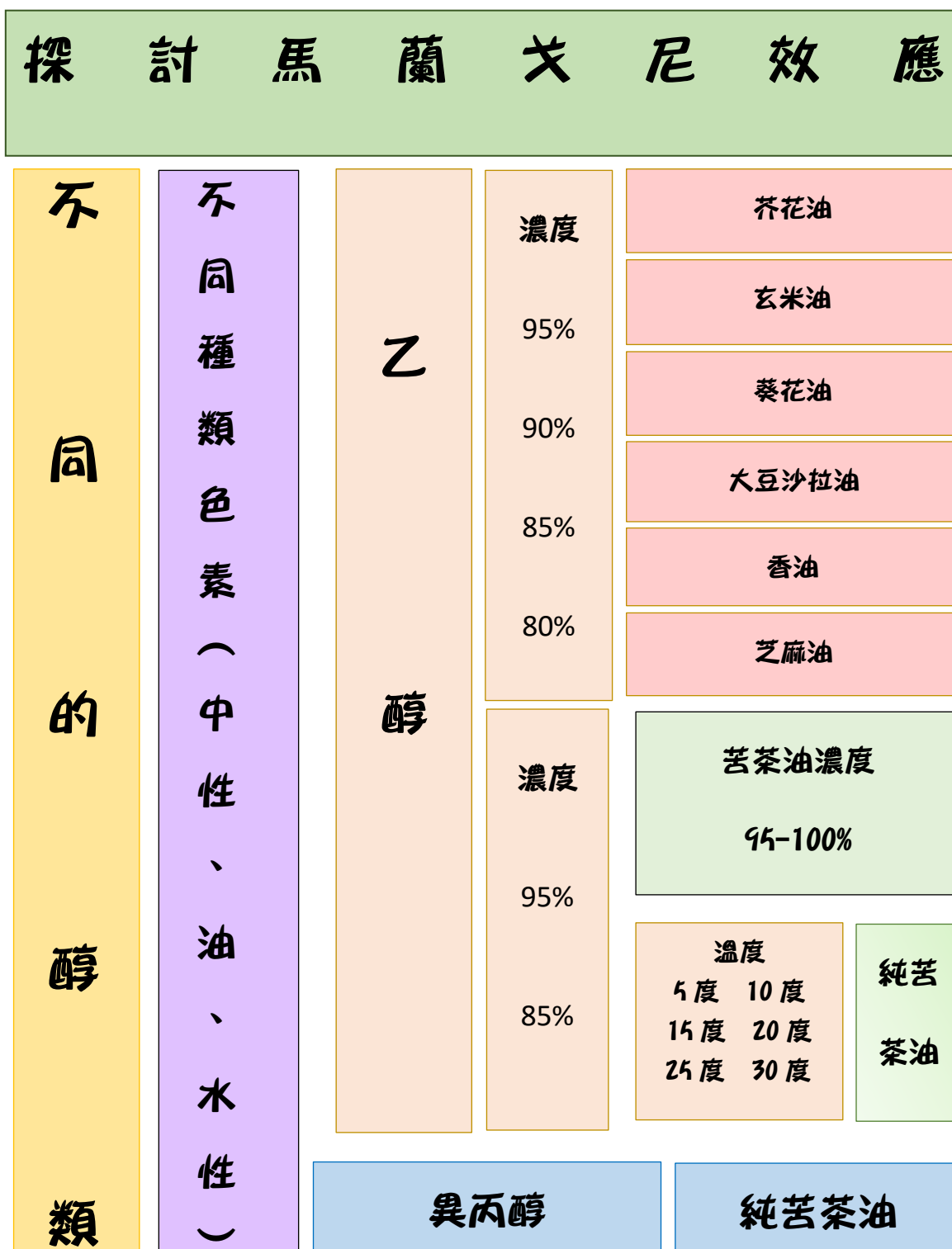
中性顏料



油性顏料



水性顏料



一、 探討不同醇類對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

（一）我們分別將乙醇和異丙醇滴入不同油品（純苦茶油、芥花油、葵花油、玄米油、大豆沙拉油、香油、芝麻油、橄欖油）中，觀察液滴分散情形，記錄不同油品液滴直徑達 4cm 的時間，以及當液滴達 4cm 時油品中央殘留的液滴直徑，並記錄液滴擴散到最

大的直徑和時間，上述實驗重複三次。

(二) 我們定義擴散完整的液滴為(圖 1)；未擴散完整的液滴為(圖 2)，將加入中性藍色顏料的乙醇定義為酒精色素染劑。

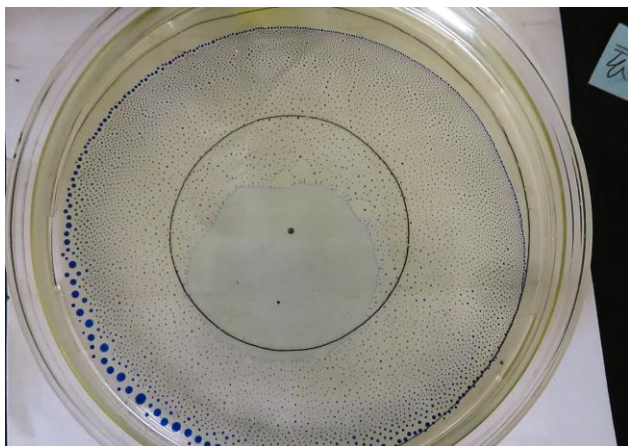


圖 1 擴散完整的液滴

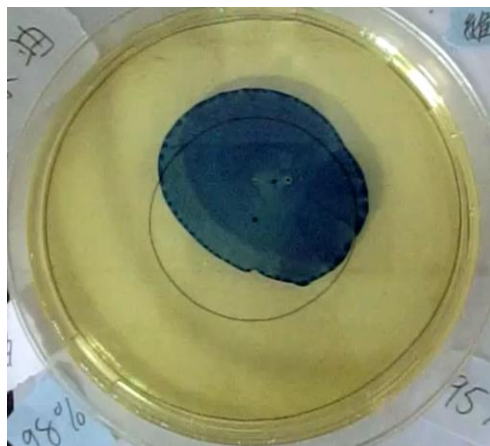


圖 2 未擴散完整的液滴

二、探討不同性質的色素加入乙醇在油面所形成的變化

(一) 我們分別將中性(藍色、紅色、黑色)、油性(藍色、紅色、黑色)、水性(藍色、紅色、黑色)的色素分別加入乙醇中，將加入色素的乙醇調成 95%和 85%濃度的酒精色素染劑。

(二) 再分別將濃度 95%和 85%的乙醇滴入大豆沙拉油中，觀察其擴散現象，將上述實驗重複三次，尋找出最適合的染劑。

三、探討不同濃度的乙醇與各式油品對表面色素顆粒移動情形的影響

(一) 我們分別將不同濃度乙醇(95%、90%、85%及 80%)加入中性藍色顏料，滴入不同油品(純苦茶油、芥花油、葵花油、玄米油、大豆沙拉油、香油、芝麻油、橄欖油)中。

(二) 記錄各種油品液滴直徑達 4cm 的時間，液滴在不同油品達 4cm 時中央液滴的直徑大小，還有液滴擴散到最大的直徑和時間，重複上述的實驗三次。

四、探討乙醇對不同比例的苦茶油表面色素顆粒移動情形的影響

(一)不同溫度的苦茶油

我們將維 X 牌的苦茶放置於冰箱，待其溫度降低，接著將苦茶油攪拌均勻，使用熱電偶溫度計量測其溫度，分別在 6 種溫度(5°C、10°C、15°C、20°C、25°C、30°C)進行實驗。將 95%和 85%的酒精色素染劑，滴入苦茶油中，觀察油品液滴分散情形，並記錄不同油品，液滴直徑達 4cm 時間，液滴在不同油品達 4cm 時中央液滴的直徑大小，還有液滴擴散到最大的直徑和時間，重複上述的實驗三次。

(二)不同純度的苦茶油

我們使用三種品牌的苦茶油，在 25°C 時，將大豆沙拉油加入苦茶油中，調配成 99%、98%、97%、96%、95%、94%、93%、92%、91%、90% 的混油，接著將 95% 和 85% 的酒精色素染劑，滴入油品中，觀察液滴分散情形，並記錄不同比例的混油，液滴直徑達 4cm 時間，液滴在不同油品達 4cm 時中央液滴的直徑大小，還有液滴擴散到最大的直徑和時間，重複上述的實驗三次。

肆、研究結果

一、探討不同醇類對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

(一) 乙醇對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

我們使用濃度 95% 的酒精色素染劑分別滴入不同的油品，發現玄米油與葵花油是最快到達直徑 4cm 的油，大豆油最慢(圖 3、4)。不同油品液滴擴散到直徑 4cm 時，中央液滴的直徑大小，最大的是香油，最小的是葵花油(圖 5)。

我們紀錄液滴擴散到最大的時間，發現最快擴散到最大的油是玄米油(圖 6、7)，而擴散速度最慢的是大豆沙拉油。當液滴擴散到最大的直徑，液滴最大的則是香油，最小的是葵花油(圖 6、8)。

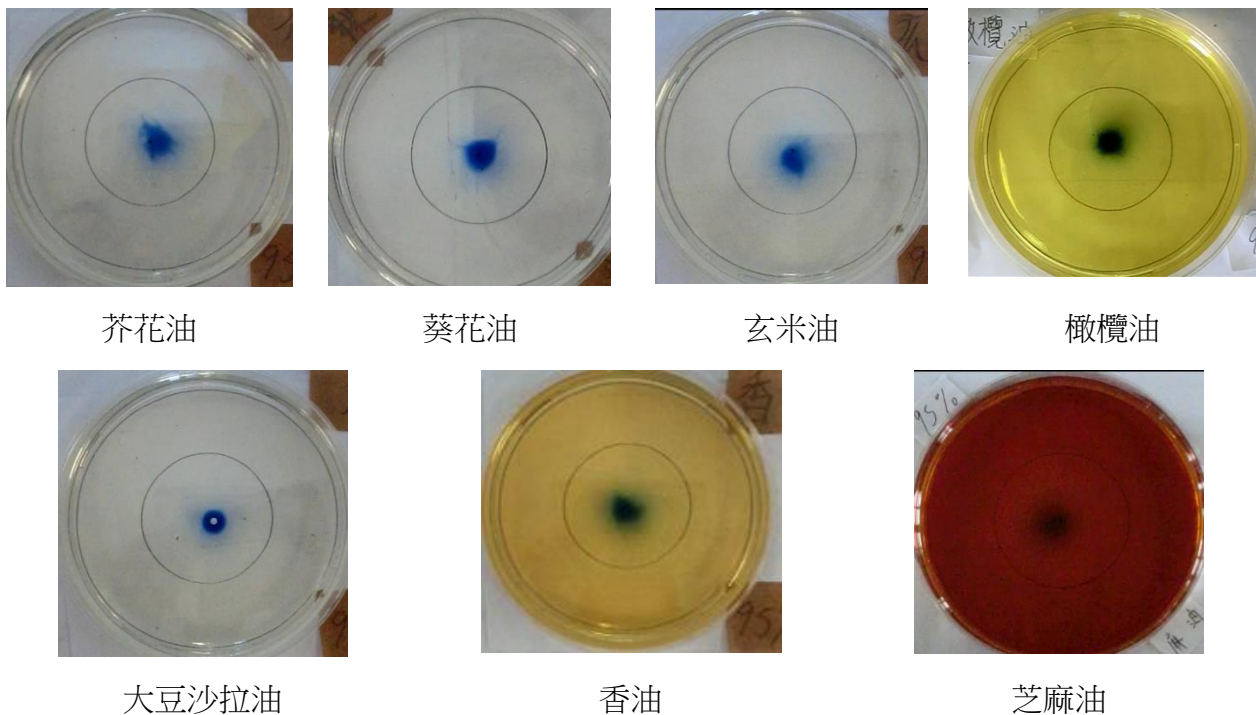


圖 3 不同油液滴擴散到直徑達 4cm(乙醇)

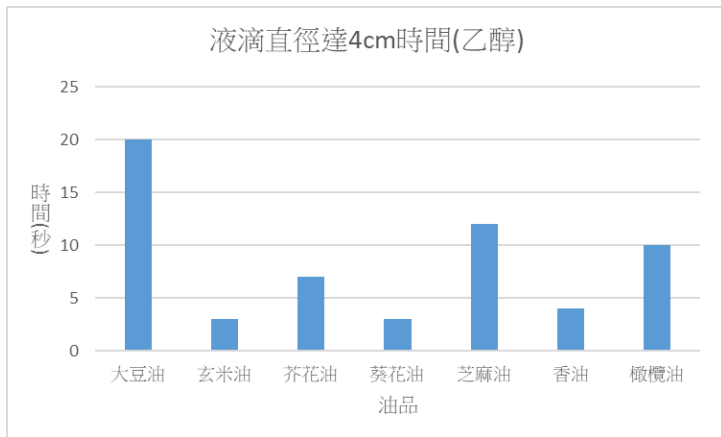


圖 4 不同油品液滴直徑達 4cm 時間(乙醇)

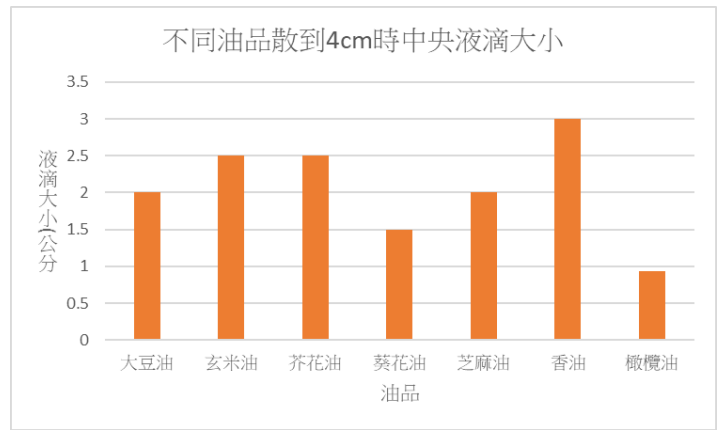


圖 5 不同油品液滴達 4cm 時中央液滴的大小(乙醇)

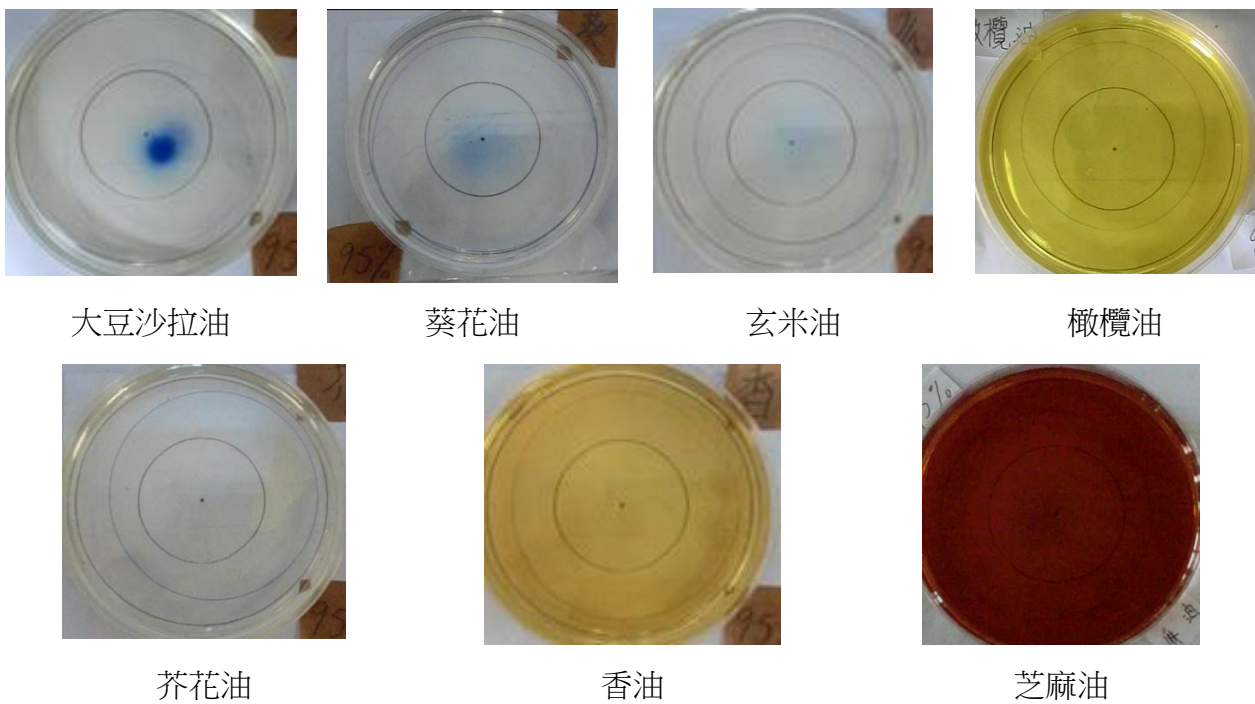


圖 6 不同油品液滴擴散到最大的情形(乙醇)

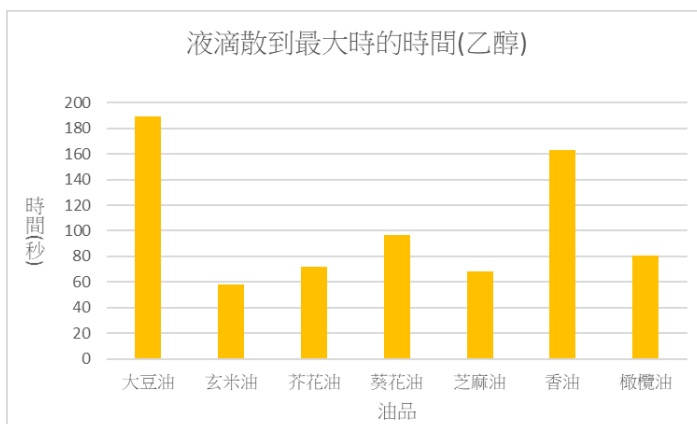


圖 7 不同油品液滴擴散到最大的時間(乙醇)

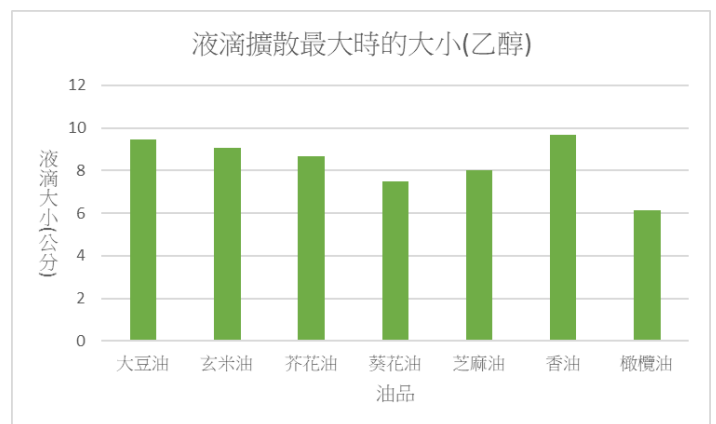


圖 8 液滴擴散到最大時的直徑大小(乙醇)

(二) 異丙醇對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

我們使用濃度 95% 的異丙醇分別滴在不同油上，發現異丙醇滴下去後，苦茶油會擴散出去。不同油品擴散到面積直徑 4cm 時間最快的是葵花油，最慢的是香油(如圖 9、10)而油滴液擴散到直徑 4cm 時，中央液滴的直徑大小最大的是芝麻油，最小的是大豆沙拉油與芥花油(圖 11)。

我們紀錄液滴擴散到最大的時間，發現液滴最快擴散到最大的是葵花油，而擴散速度最慢的是大豆沙拉油與玄米油(圖 12、13)。液滴擴散到最大的直徑，液滴面積最大的則是葵花油與芝麻油，最小的是大豆沙拉油(圖 12、14)。

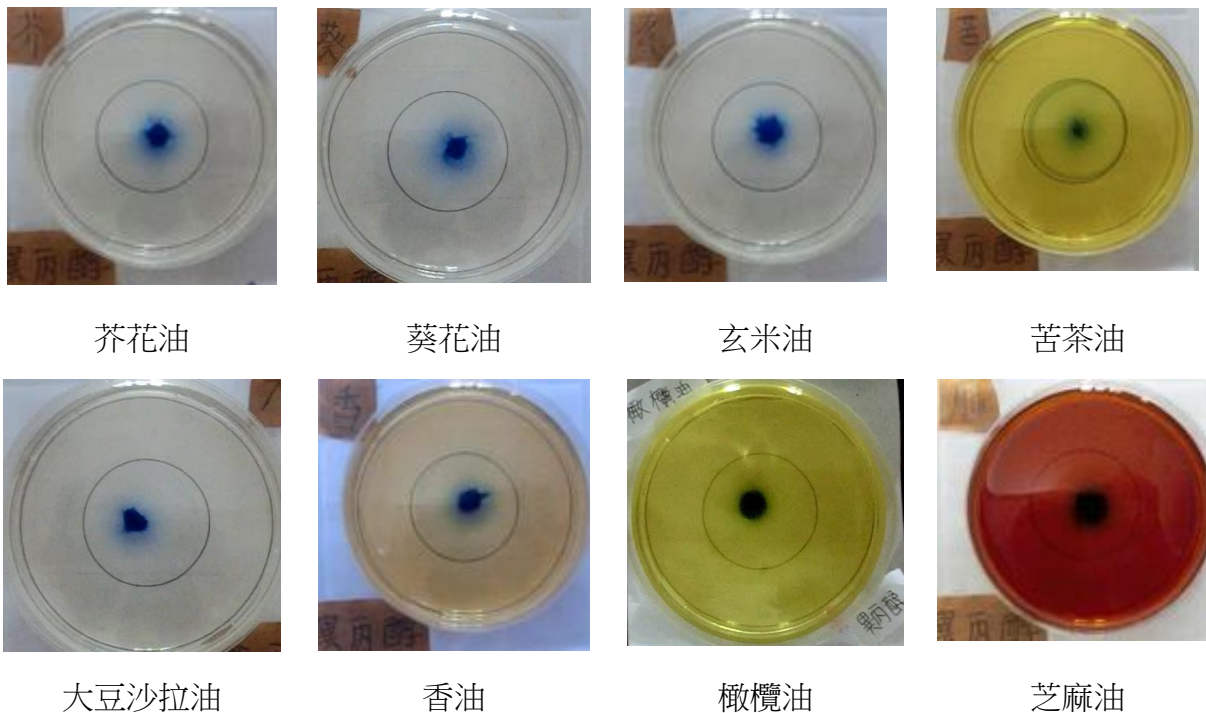


圖 9 不同油品液滴液滴擴散到直徑 4cm(異丙醇)

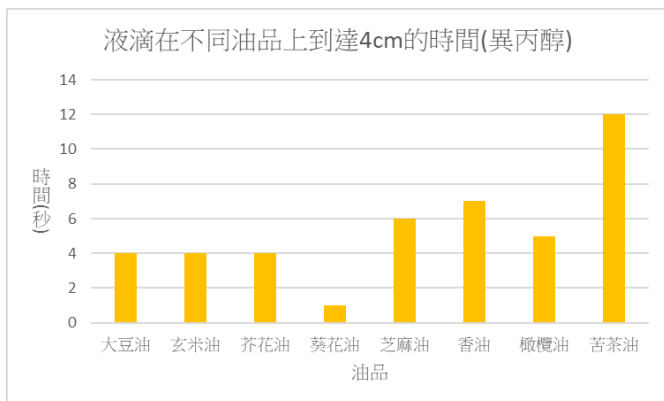


圖 10 液滴直徑達 4cm 的時間(異丙醇)

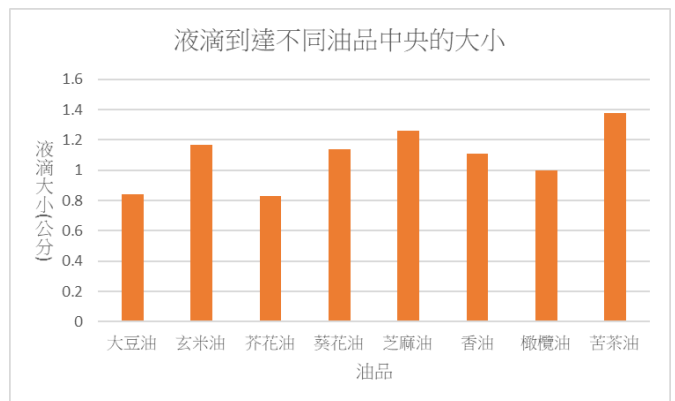


圖 11 液滴達 4cm 時中央液滴的大小(異丙醇)

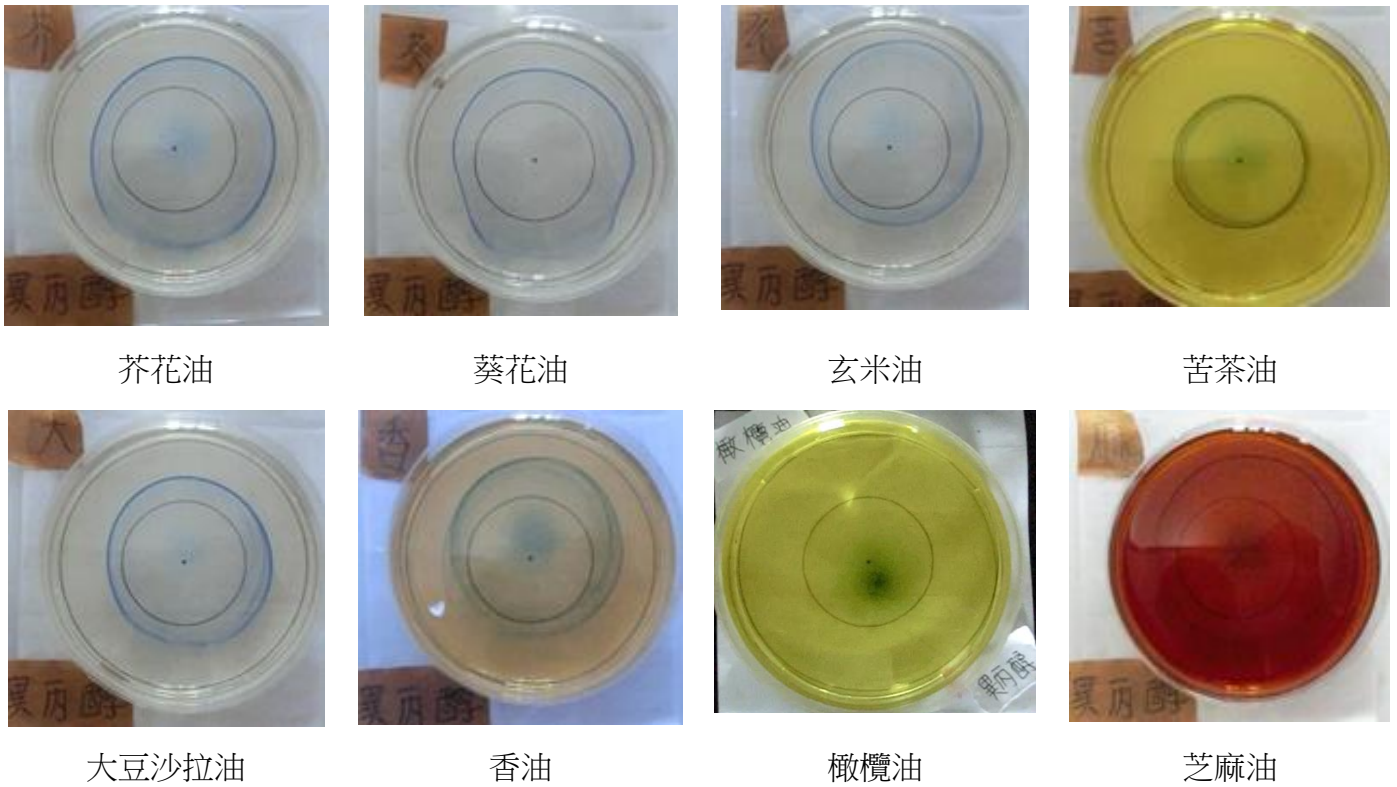


圖 12 不同油品面積擴散到最大的情形(異丙醇)

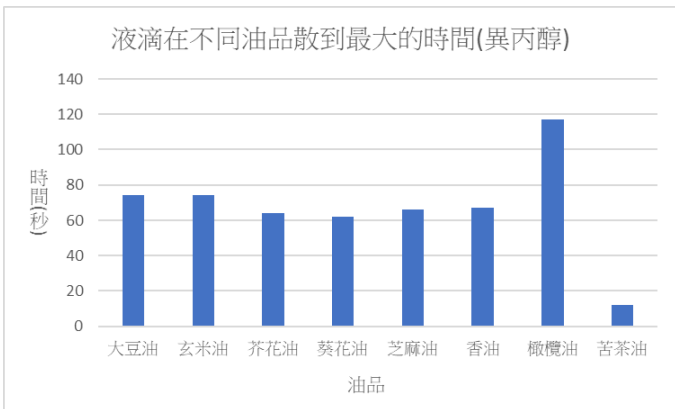


圖 13 滴散到最大時的時間(異丙醇)

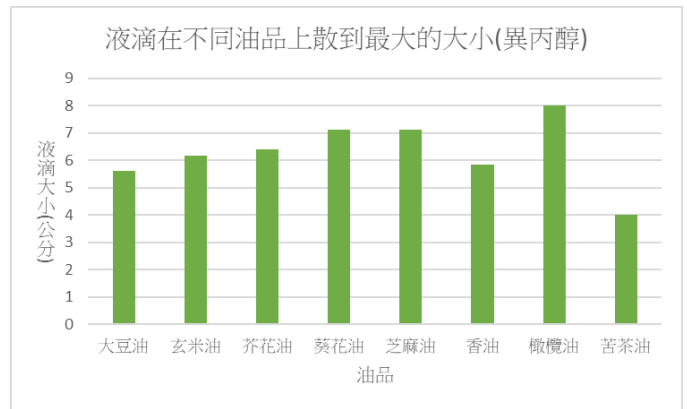


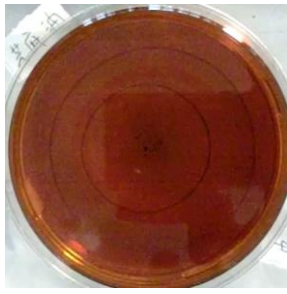
圖 14 液滴擴散最大時的直徑大小(異丙醇)

由上述實驗結果得知，乙醇液滴在苦茶油液面沒有擴散現象，而異丙醇會擴散，若要檢驗苦茶油的性質，以乙醇液滴較為適合。

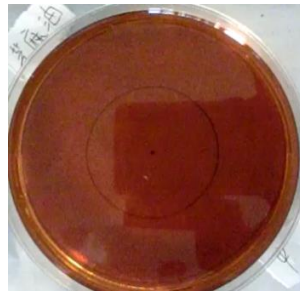
二、探討不同性質的色素加入乙醇在油面的擴散情形

(一)中性色素

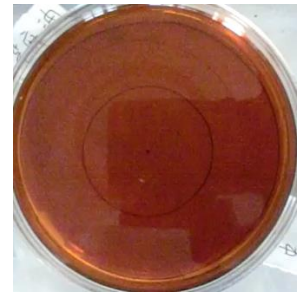
中性色素加入乙醇時，色素可以與乙醇混和，也不會凝聚成一團或是沉澱在乙醇中(圖 15)。



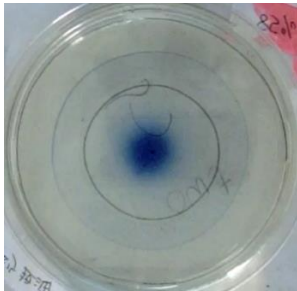
藍色(芝麻油)



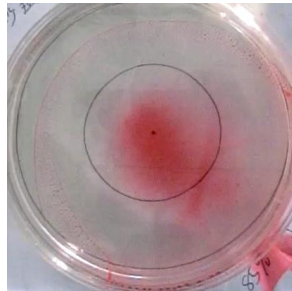
紅色(芝麻油)



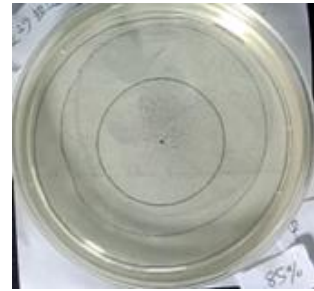
黑色(芝麻油)



藍色(大豆油)



紅色(大豆油)

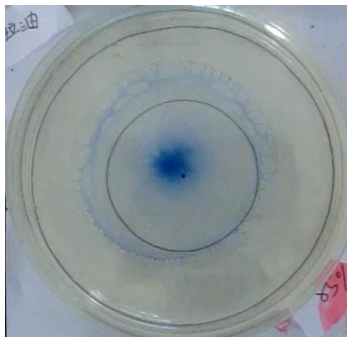


黑色(大豆油)

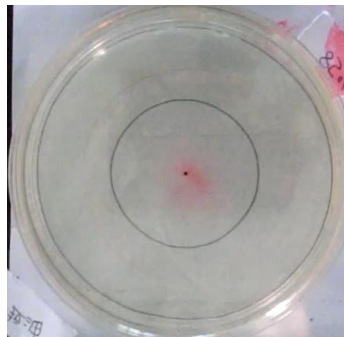
圖 15 不同顏色中性色素加入乙醇的情形

(二)油性色素

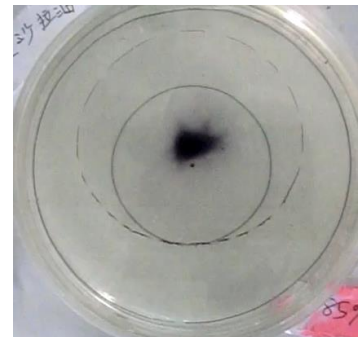
油性色素加入乙醇時，色素並未完全與乙醇混和，有一點色素沉澱在乙醇中，也有一些色素會凝聚在滴管的頂端(圖 16)。



藍色(大豆油)



紅色(大豆油)

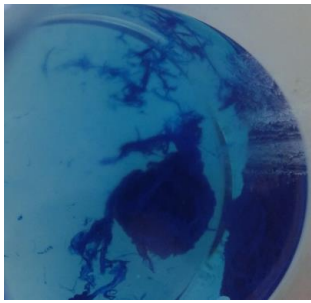


黑色(大豆油)

圖 16 不同顏色油性色素加入乙醇的情形

(三)水性色素

水性色素加入乙醇時，色素並未與乙醇混和，而是凝聚成一團色素沉澱在乙醇中。(圖 17)



藍色(大豆油)



紅色(大豆油)



黑色(大豆油)

圖 17 不同顏色水性色素加入乙醇的情形

由上述實驗得知，效果最好的是中性藍色顏料。

三、探討不同濃度的乙醇與各式油品對表面色素顆粒移動情形的影響

(一)大豆沙拉油

大豆沙拉油不同濃度的乙醇液滴擴散到直徑 4cm 時間，最快的是乙醇 90%，最慢的是乙醇 80%(如圖 18、19)。並且記錄大豆沙拉油上不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時，中央液滴的大小最大的是 95%，最小的是 80%(圖 20)。

當大豆沙拉油不同乙醇濃度的液滴擴散到最大的時間，發現液滴最快擴散到最大的是 80%，而擴散速度最慢的是 95%(圖 21、22)。不同濃度的液滴擴散到最大的直徑，最大的是 95%，最小的是 80% (圖 21、23)。

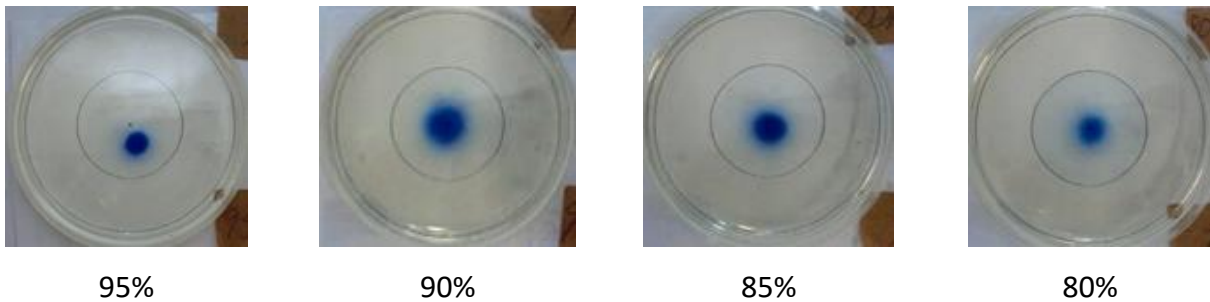


圖 18 不同濃度的乙醇在大豆沙拉油上液滴擴散到直徑 4cm

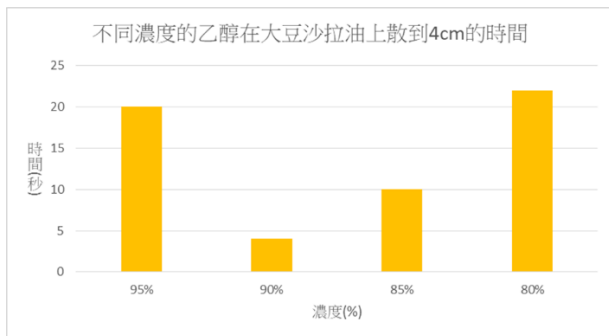


圖 19 在大豆沙拉油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 的時間

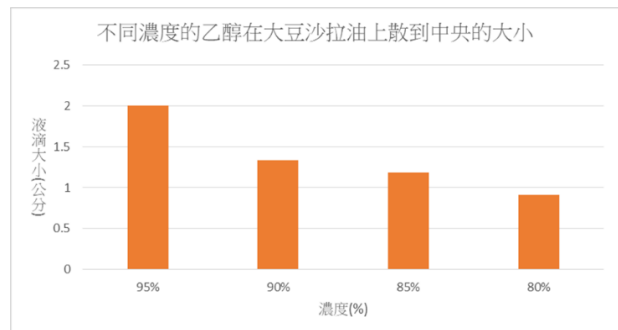
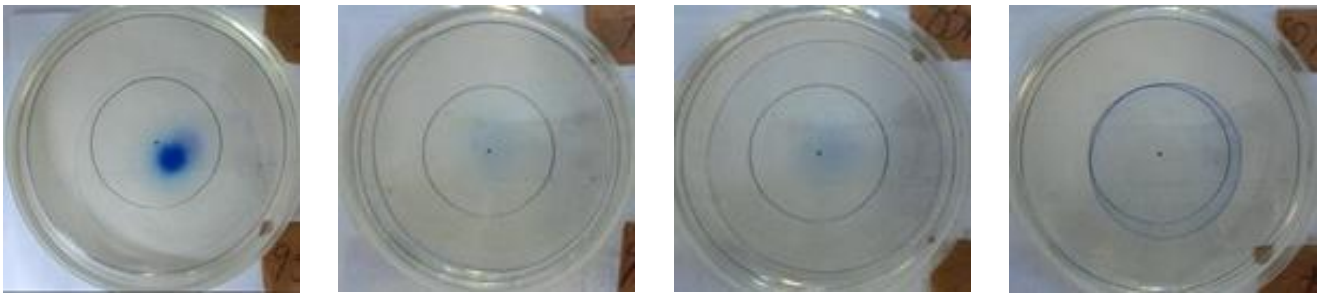


圖 20 在大豆沙拉油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 時中央液滴大小



95%

90%

85%

80%

圖 21 不同濃度的乙醇在大豆沙拉油上液滴擴散到最大的情形

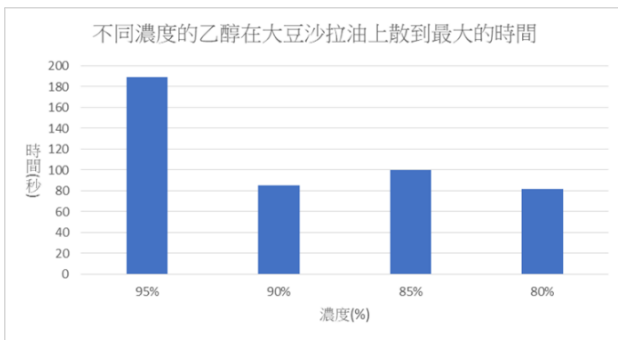


圖 22 在大豆沙拉油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的時間

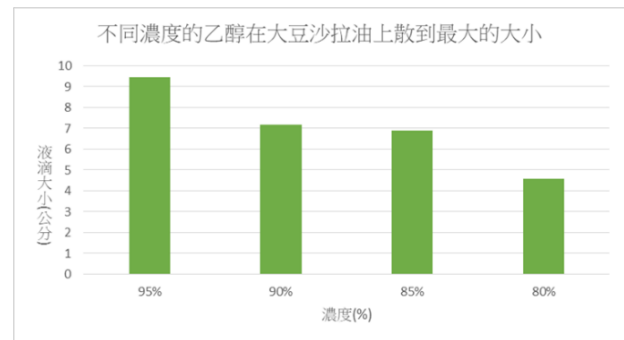
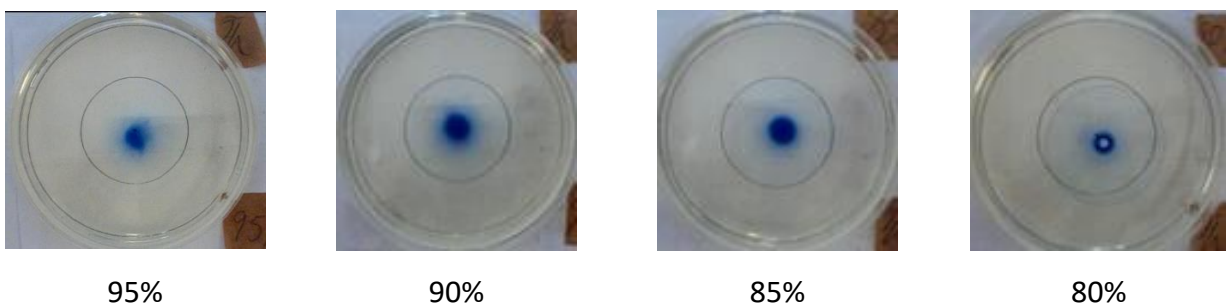


圖 23 在大豆沙拉油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的大小

(二)玄米油

玄米油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時間，最快的是 95%，最慢的是 80%(如圖 24、25)。並且記錄玄米油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時，中央液滴的直徑大小，最大的是 95%，最小的是 80%(圖 26)。

當玄米油不同濃度的液滴擴散到最大的時間，發現最快擴散到最大的是 95%，而擴散速度最慢的是 85%(圖 27、28)。不同濃度的液滴擴散到最大的直徑，最大的是 95%，最小的是 80%(圖 27、29)。



95%

90%

85%

80%

圖 24 不同濃度的乙醇在玄米油上液滴擴散到直徑 4cm

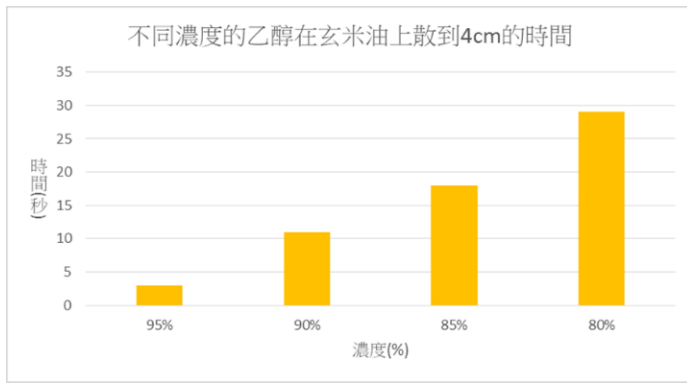


圖 25 在玄米油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 的時間

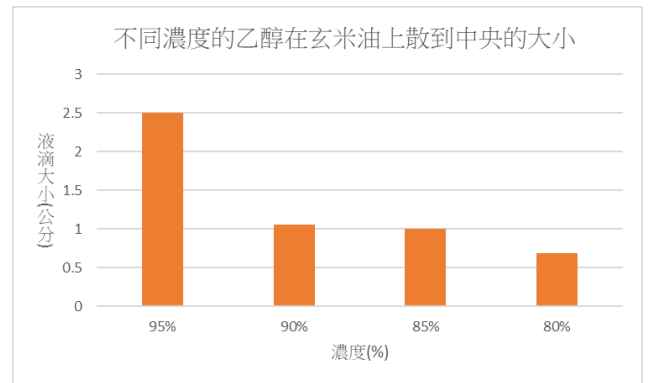
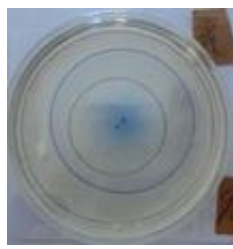


圖 26 在玄米油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 時中央液滴大小



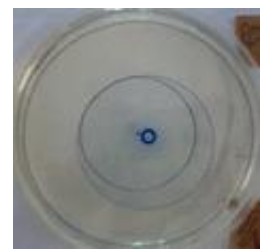
95%



90%



85%



80%

圖 27 不同濃度的乙醇在玄米油面積擴散到最大的情形

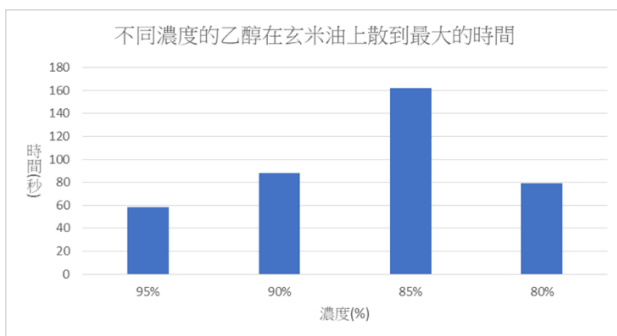


圖 28 在玄米油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的時間

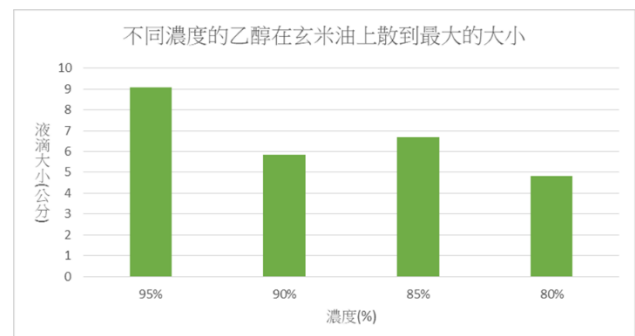


圖 29 在玄米油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的大小

(三) 芥花油

芥花油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時間，最快的是 95%，最慢的是 80%(如圖 30、31)。並且記錄芥花油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時，中央液滴的直徑大小，最大的是 95%，最小的是 80%(圖 32)。

當芥花油不同濃度的液滴擴散到最大的時間，發現最快擴散到最大的是 95%，而擴散速度最慢的是 90%(圖 34)。不同濃度的液滴擴散到最大的直徑，最大的是 95%，最小的是 80%(圖 33、35)。

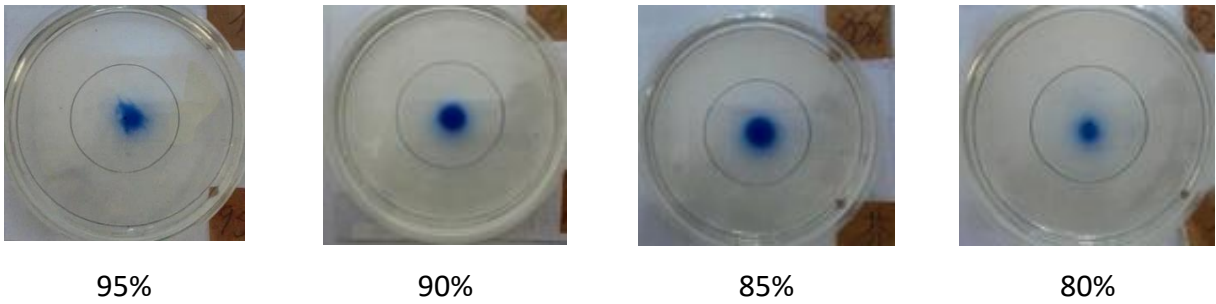


圖 30 不同濃度的乙醇在芥花油上面積擴散到直徑 4cm

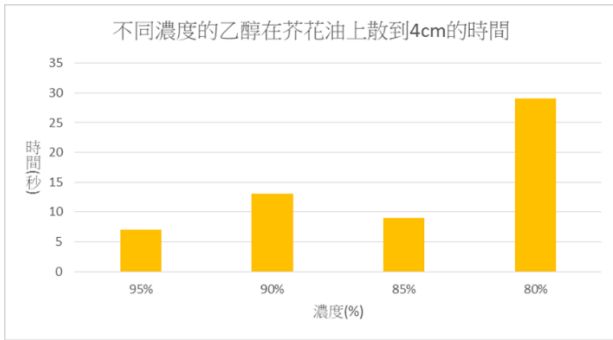


圖 31 在芥花油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 的時間

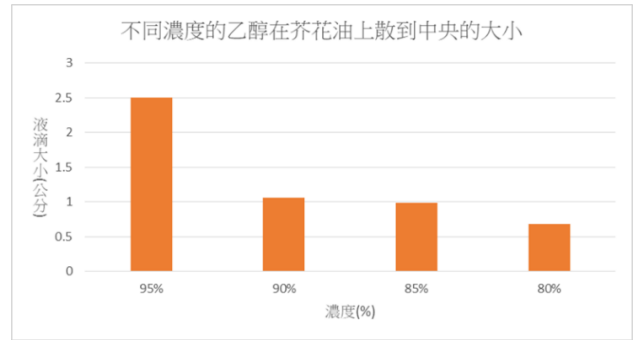


圖 32 在芥花油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 時中央液滴大小

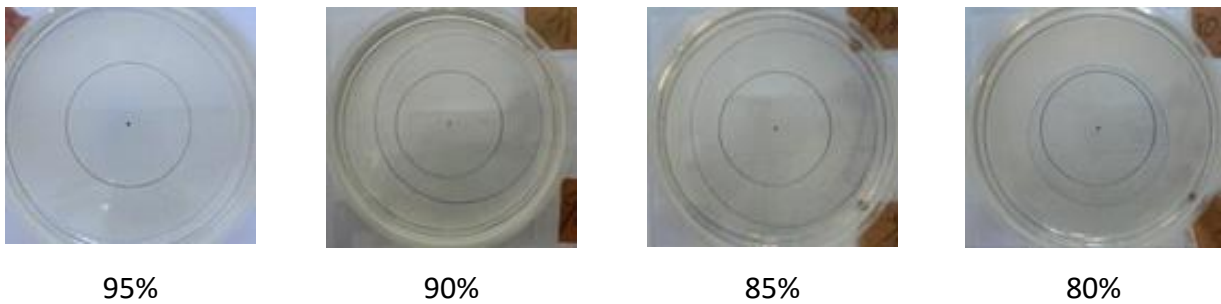


圖 33 不同濃度的乙醇在芥花油上面積擴散到最大

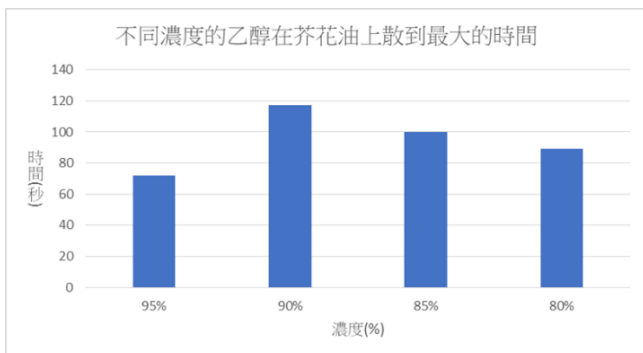


圖 34 在芥花油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的時間

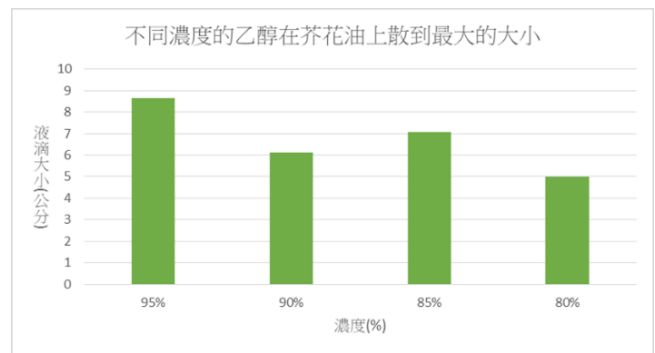


圖 35 在芥花油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的大小

(四) 葵花油

葵花油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時間，最快的是 95%，最慢的是 80% (如圖 36、37)。並且記錄葵花油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時，中央液滴的直徑大小，最大的是 95%，最小的是 80% (圖 38)。

當葵花油不同濃度的液滴擴散到最大的時間，發現最快擴散到最大的是 85%，而擴散速度最慢的是 80% (圖 39、40)。不同濃度的液滴擴散到最大的直徑，最大的是 95%，最小的是 80% (圖 39、41)。

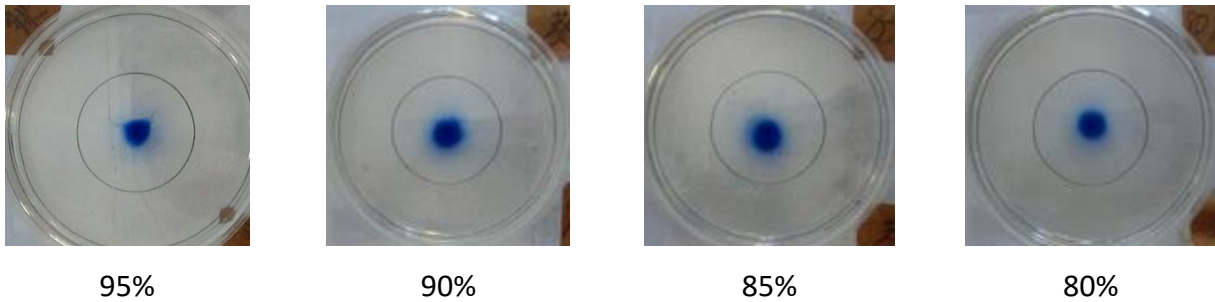


圖 36 不同濃度的乙醇在葵花油上面積擴散到直徑 4cm

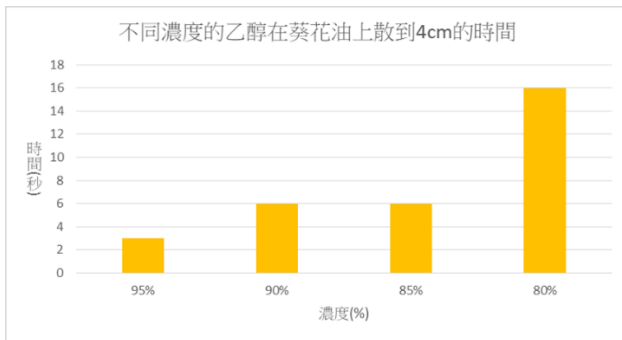


圖 37 在葵花油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 的時間

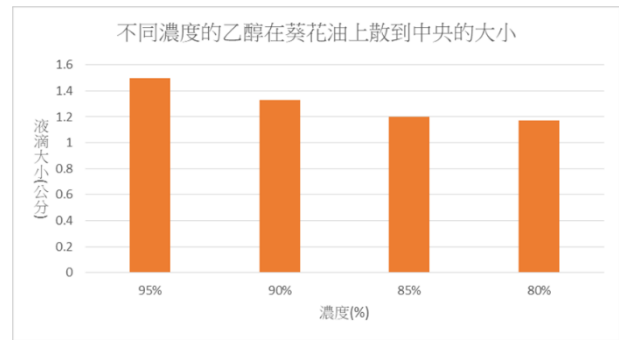


圖 38 在葵花油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 時中央液滴大小

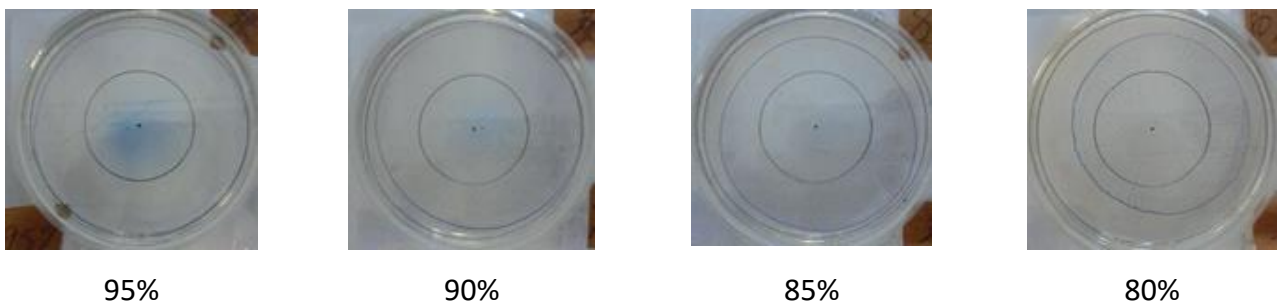


圖 39 不同濃度的乙醇在葵花油上面積擴散到最大的情形

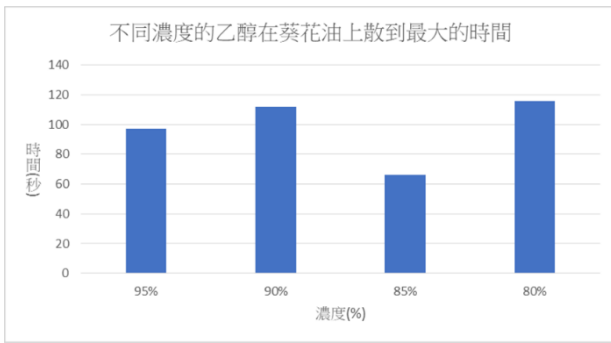


圖 40 在葵花油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的時間

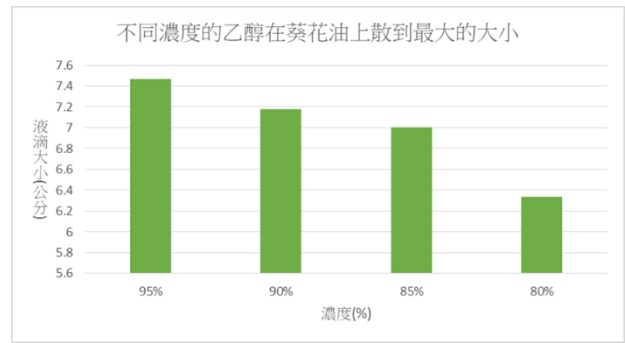


圖 41 在葵花油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的大小

(五)芝麻油

芝麻油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時間，最快的是 90%，最慢的是 80%(圖 42、43)。並且記錄芝麻油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時，中央液滴的直徑大小，最大的是 95%，最小的是 90%(圖 44)。

當芝麻油不同濃度的液滴擴散到最大的時間，發現最快擴散到最大的是 85%，而擴散速度最慢的是 95%(圖 45、46)。不同濃度的液滴擴散到最大的直徑，最大的是 95%，最小的是 80% (圖 45、47)

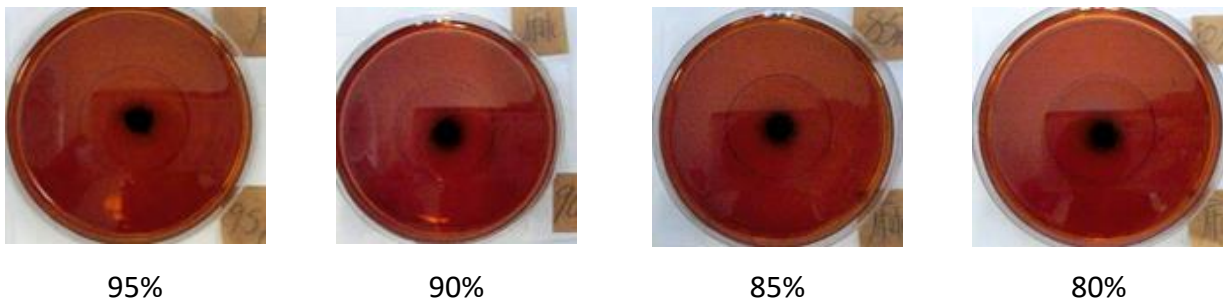


圖 42 不同濃度的乙醇在芝麻油上面積擴散到直徑 4cm。

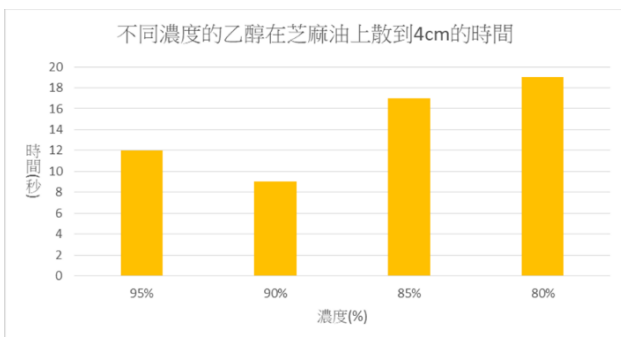


圖 43 在芝麻油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 的時間

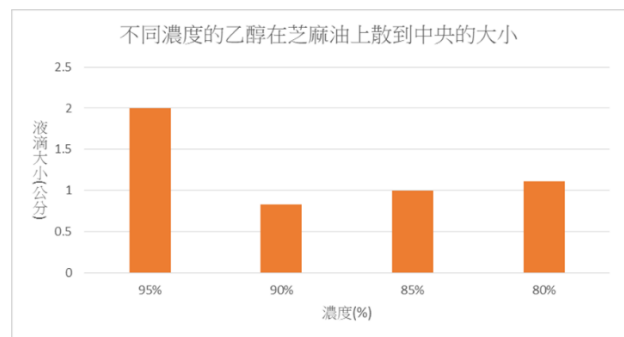


圖 44 在芝麻油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 時中央液滴大小

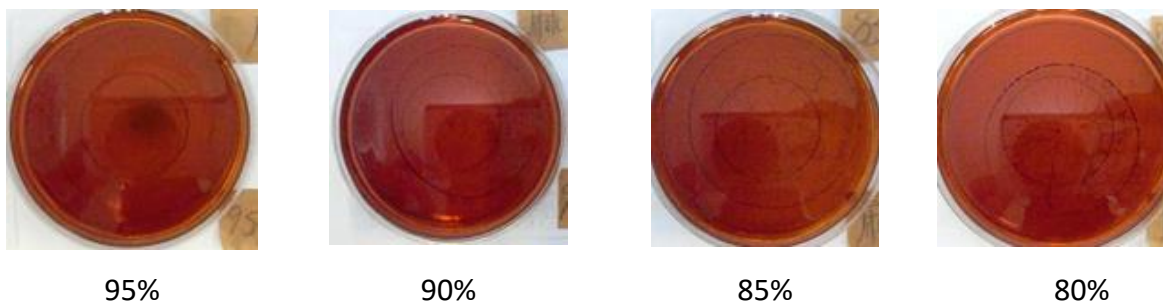


圖 45 不同濃度的乙醇在芝麻油上液滴擴散到最大

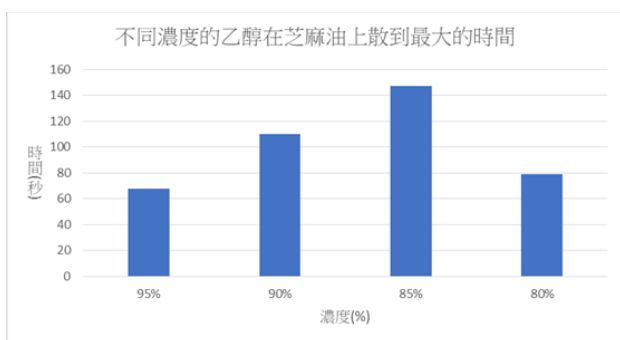


圖 46 在芝麻油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的時間

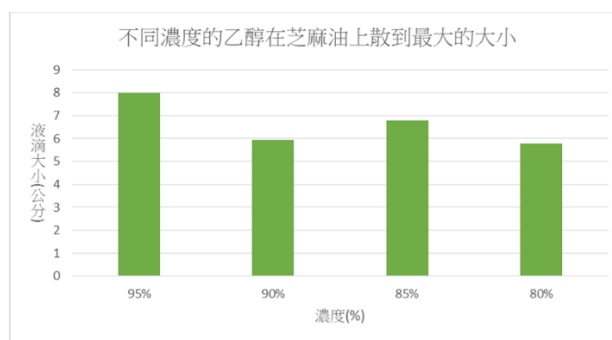


圖 47 在芝麻油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的大小

(六)香油

香油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時間，最快的是 95%，最慢的是 80%(圖 48、49)。並且記錄香油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時，中央液滴的直徑大小，最大的是 95%，最小的是 90%(圖 50)。

當香油不同濃度的液滴擴散到最大的時間，發現最快擴散到最大的是 95%，而擴散速度最慢的是 90%(圖 51、52)。不同濃度的液滴擴散到最大的直徑，最大的是 95%，最小的是 80% (圖 51、53)。

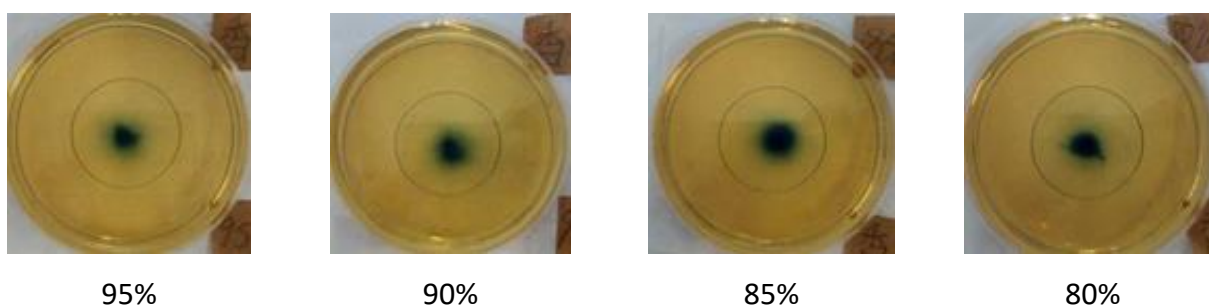


圖 48 不同濃度的乙醇在香油上液滴擴散到直徑 4cm

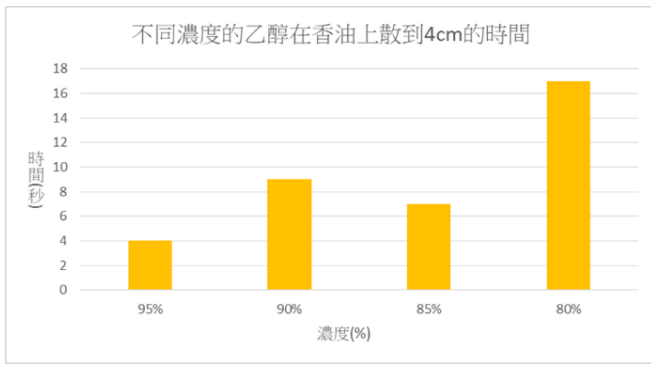


圖 49 在香油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 的時間

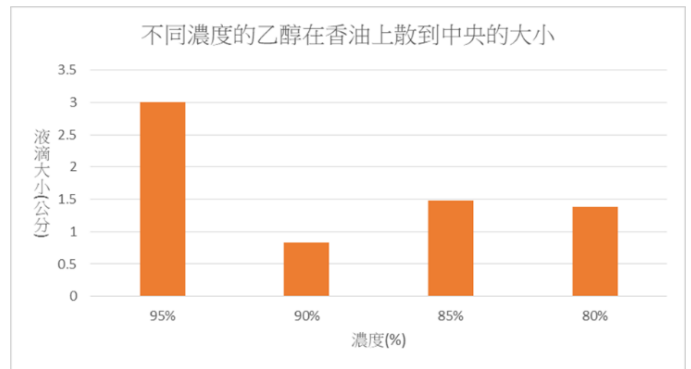
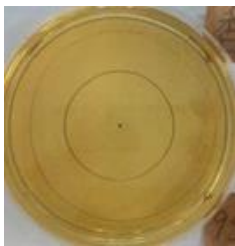


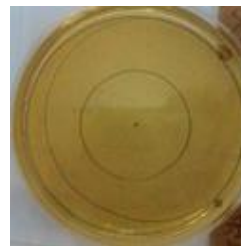
圖 50 在香油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 時中央液滴大小



95%



90%



85%



80%

圖 51 不同濃度的乙醇在香油上面積擴散到最大的情形

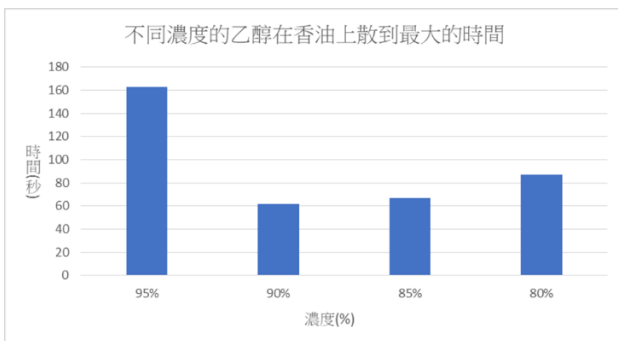


圖 52 在香油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的時間

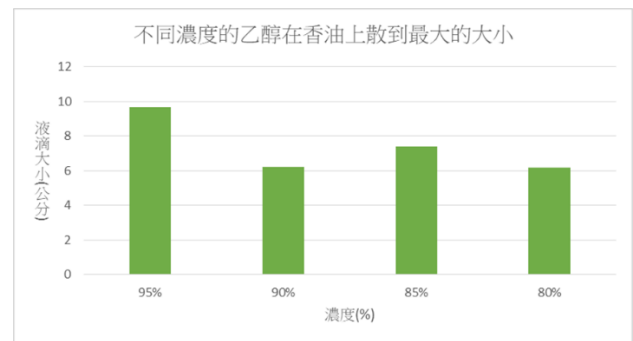


圖 53 在香油中滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的大小

(七)橄欖油

橄欖油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時間，最快的是 95%，最慢的是 80%(圖 54、55)。並且記錄橄欖油不同濃度的液滴擴散到直徑 4cm 時，中央液滴的直徑大小，最大的 80%，最小的是 85%(圖 56)。

當橄欖油不同濃度的液滴擴散到最大的時間，發現最快擴散到最大的是 80%，而擴散速度最慢的是 85%(圖 57、58)。不同濃度的液滴擴散到最大的直徑，最大的是 95%，最小的是 80% (圖 57、59)。

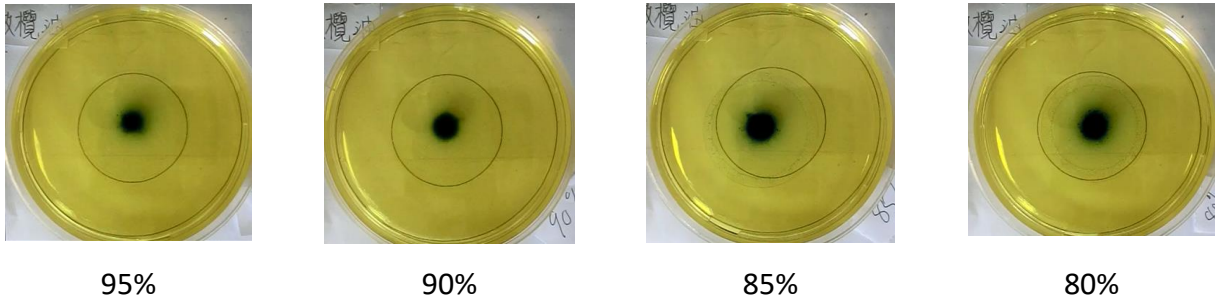


圖 54 不同濃度的乙醇在橄欖油上液滴擴散到直徑 4cm

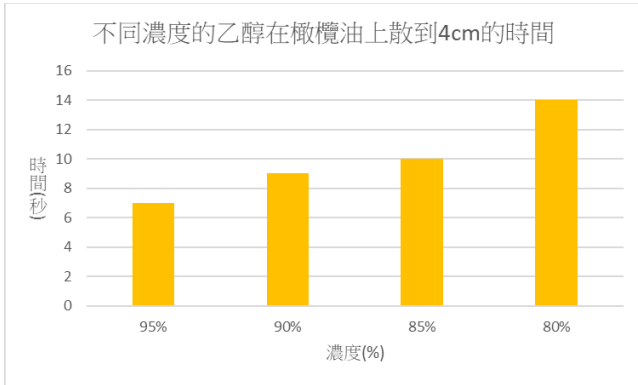


圖 55 在橄欖油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 的時間

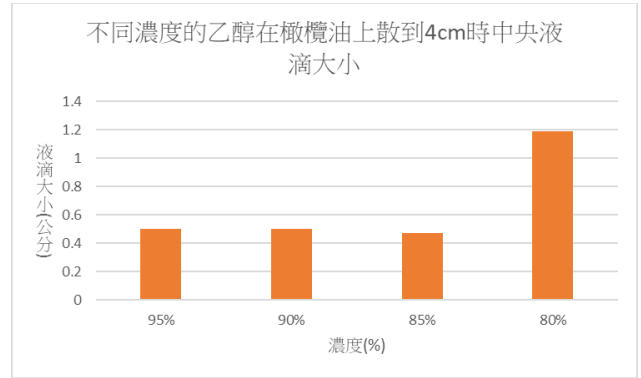


圖 56 在橄欖油中滴入不同濃度的乙醇液滴達 4cm 時中央液滴大小

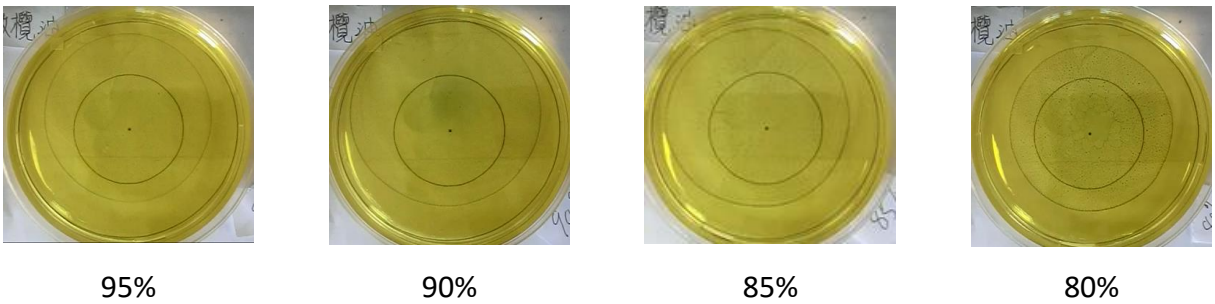


圖 57 不同乙醇的濃度在橄欖油上面積擴散到最大

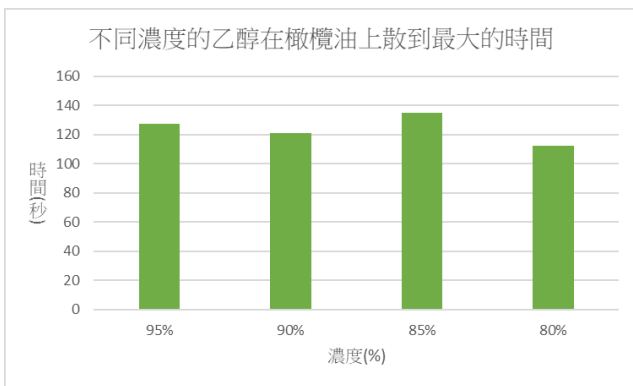


圖 58 在橄欖油滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的時間

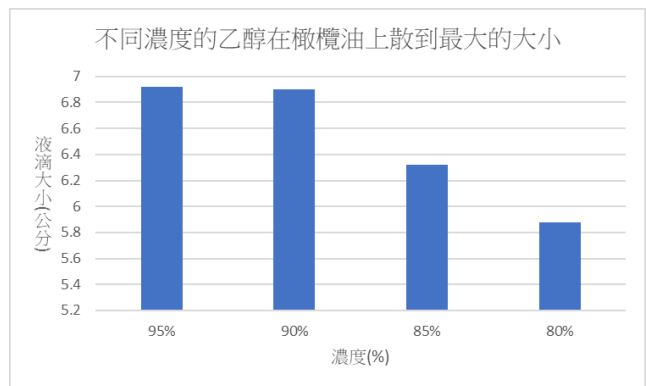


圖 59 在橄欖油滴入不同濃度的乙醇液滴散到最大的大小

表一 不同油品液滴擴散的比較

油名	擴散速率最快	擴散速率最慢	擴散面積最大	擴散面積最小
大豆沙拉油	90%	80%	95%	80%
芥花油	95%	80%	95%	80%
葵花油	95%	80%	95%	80%
玄米油	95%	80%	95%	80%
芝麻油	90%	80%	95%	80%
橄欖油	80%	85%	95%	80%
香油	90%	80%	95%	80%

擴散面積最大的都是乙醇濃度 95%，擴散面積最小的都是乙醇濃度 80%，而擴散速度最快的每種都不盡相同，擴散速度最慢的大多都是乙醇濃度 80%。由以上顯示，每一種油品的擴散效果都不盡相同(表一)。

四、探討乙醇對不同比例的苦茶油表面色素顆粒移動情形的影響

(一)溫度的影響

苦茶油在不同溫度的擴散實驗中，我們選用維 X 牌的苦茶油，分別以 95%和 85%的乙醇探討在 6 種溫度下，液滴的擴散情形。發現在 5°C的苦茶油，滴入 95%乙醇時，液滴並不會擴散出去，而是凝聚在一起，在 10°C的苦茶油，滴入 95%乙醇時，液滴擴散到最大時是 2 公分，接著縮回原本液滴大小，在 15°C的苦茶油，滴入 95%乙醇時，液滴擴散到最大時是 2.9 公分，接著縮回原本液滴大小，在 20°C的苦茶油，滴入 95%乙醇時，液滴擴散到最大時是 3.3 公分，接著開始收縮，但是並不會縮回原本液滴大小，在 25°C的苦茶油，滴入 95%乙醇時，液滴擴散到最大時是 3.5 公分，接著開始收縮，但是並不會縮回原本液滴大小，在 30°C的苦茶油，滴入 95%乙醇時，液滴擴散到最大時是 6.1 公分，接著開始收縮，而且無法收縮到直徑 4 公分的範圍裡(圖 60)。

在 5°C、10°C、15°C的苦茶油，我們改滴入 85%乙醇時，液滴會凝聚在一起，不會擴散出去，在 20°C的苦茶油，滴入 85%乙醇時，液滴擴散到最大時是 1.5 公分，接著縮回原本液滴大小，在 25°C苦茶油，滴入 85%乙醇，液滴擴散到最大時是 2.1 公分，接著開始收縮，但是並不會縮回原本液滴大小，在 30°C苦茶油，滴入 85%乙醇，液滴擴散到最大時是 3.4 公分，接著開始收縮，但是並不會縮回原本液滴大小(圖 61)。

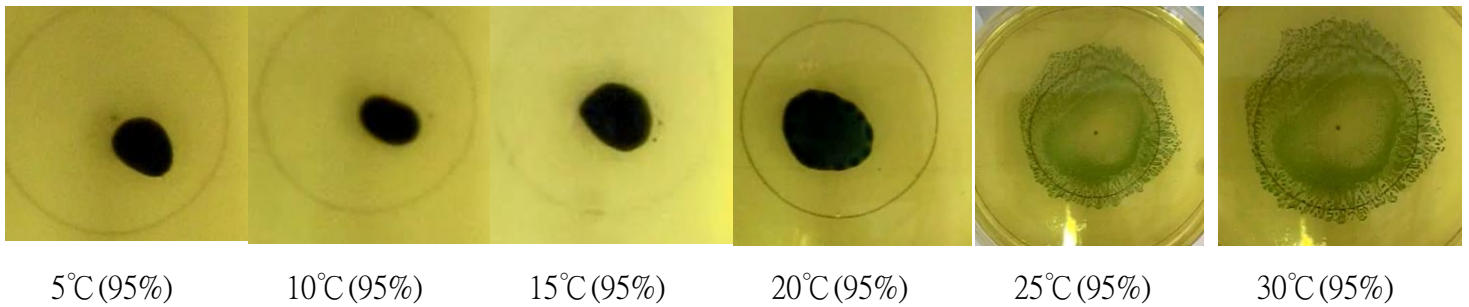


圖 60 95%乙醇在不同溫度苦茶油上液滴擴散情形

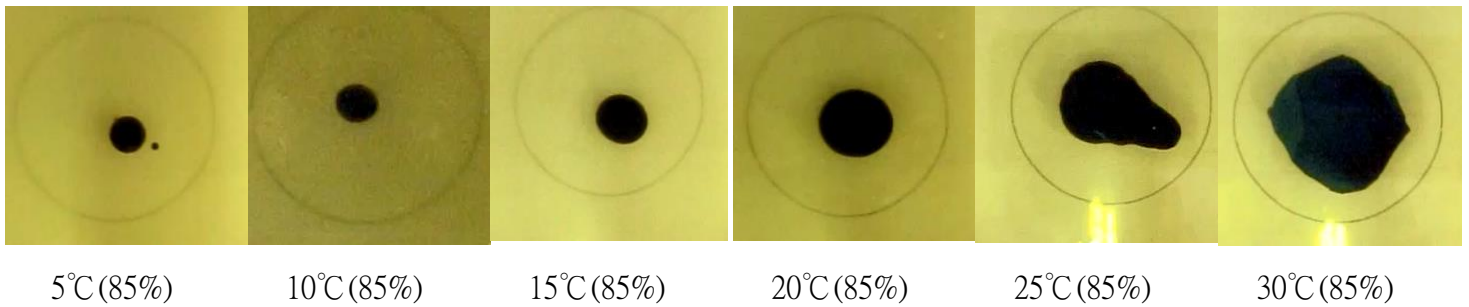
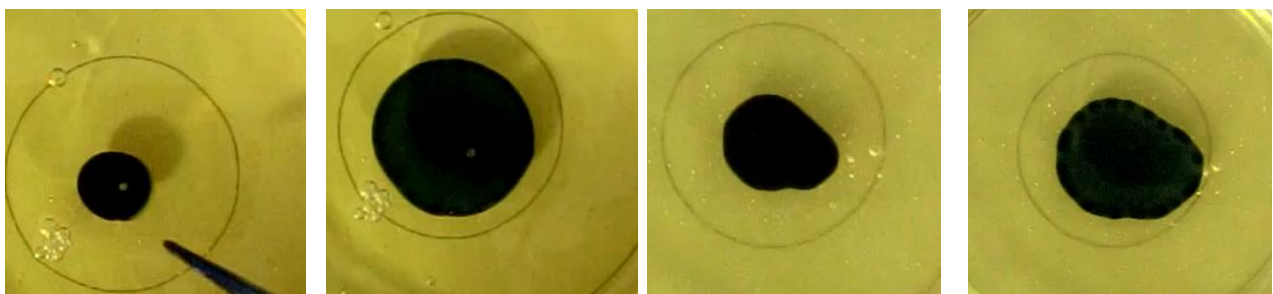


圖 61 85%乙醇在不同溫度苦茶油上液滴擴散情形

(二)不同純度的苦茶油的影響

我們使用三種市售的苦茶油，在 20°C 時，分別以 95%和 85%的乙醇探討不同比例的混油，液滴擴散情形：

維 X 牌的苦茶油，在 20°C 時，將 95%乙醇滴入 100%苦茶油中，液滴擴散到最大時是 3 公分，接下來縮回接近原本液滴大小 1.5cm(圖 62)，我們以擴散到最大的直徑(3 公分)作為量測基準。在純度 99%(加入 1%大豆沙拉油)、98%苦茶油(圖 63)，液滴擴散到最大時都接近 3 公分，所以我們就認定沒有混油，而 97%的混油會超過標準值(3 公分)，我們就認定有混油(圖 64)。當改以 85%的乙醇，滴入 100%的苦茶油中，液滴擴散到最大時是 3.1 公分，接下來縮回接近原本液滴大小 2cm(圖 62)，我們以擴散到最大的直徑數值作為量測基準(3.1cm)。在純度 99%(加入 1%大豆沙拉油)、98%、97%苦茶油(圖 65)，液滴擴散到最大時都接近 3.1 公分，我們就認定沒有混油，而 96%的混油超過標準值(3.1 公分)，我們就認定有混油(圖 66)。



乙醇 95%(滴入)

乙醇 95%(擴散)

乙醇 85%(滴入)

乙醇 85%(擴散)

圖 62 維 X 牌純苦茶油(100%)的擴散情形

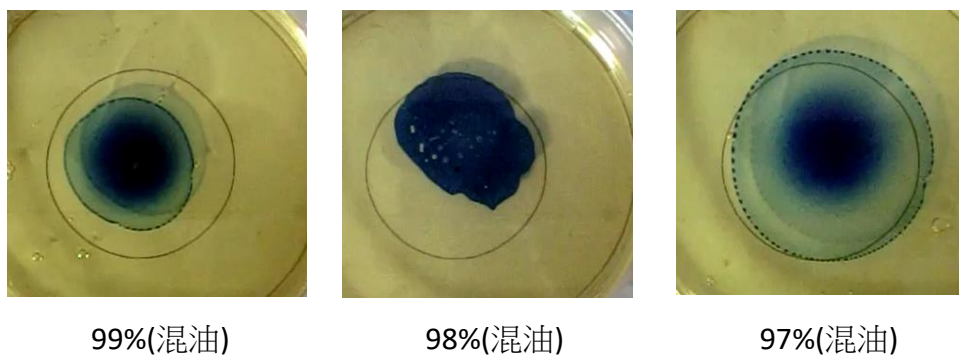


圖 63 維 X 牌不同比例混油擴散出去(95%乙醇)

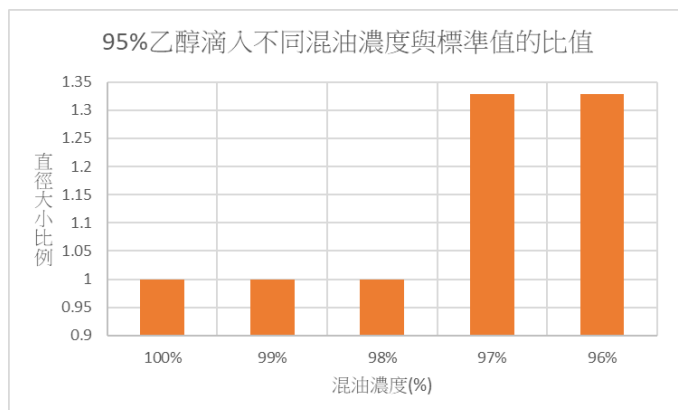


圖 64 乙醇(95%)滴入不同濃度混油與標準值的比值(維 X 牌)

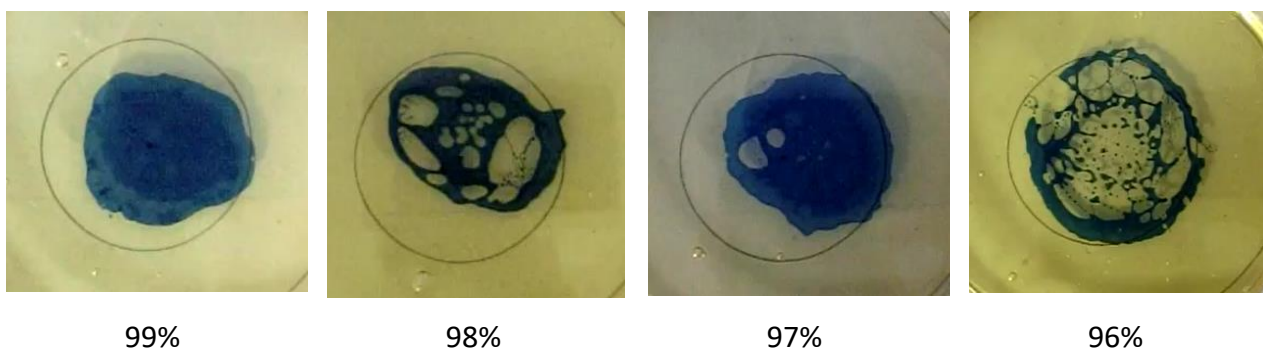


圖 65 維 X 牌不同比例混油擴散出去(85%乙醇)

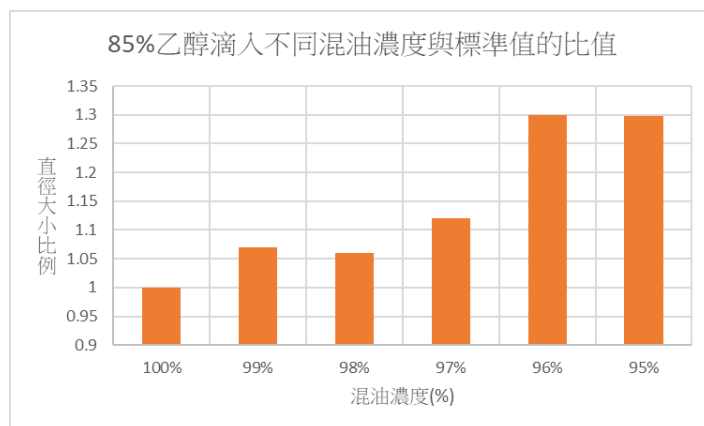
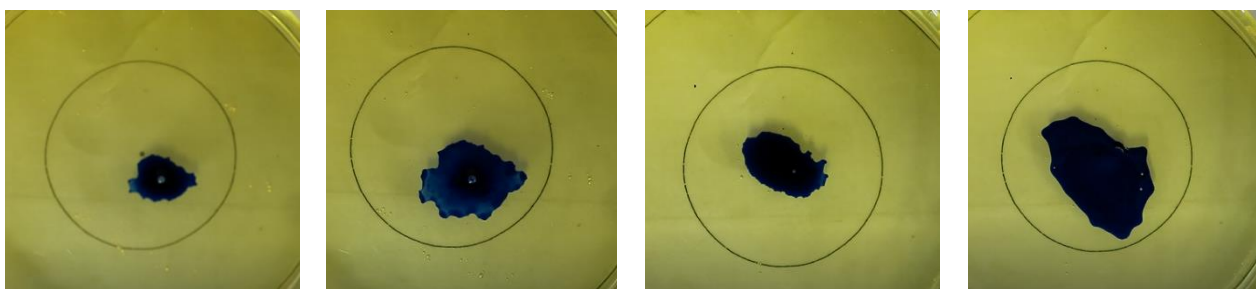


圖 66 乙醇(85%)滴入不同濃度混油與標準值的比值(維 X 牌)

我們使用市售松 X 牌的苦茶油，在 100%的苦茶油，95%的乙醇，液滴擴散到最大時是 3.2 公分，接下來縮回接近原本液滴大小 1.7cm(圖 67)，我們以擴散到最大的直徑(3.2 公分)作為量測基準。在純度 99%(加入 1%大豆沙拉油)、98%苦茶油(圖 68)，液滴擴散到最大時都接近 3.2 公分，所以我們就認定沒有混油，而 97%超過標準值(3.2 公分)，我們就認定有混油(圖 69)。在 100%的苦茶油，85%的乙醇，液滴擴散到最大時是 3 公分，接下來縮回接近原本液滴大小如(圖 67)我們以擴散到最大的直徑數值作為量測基準。在純度 99%(加入 1%大豆沙拉油)、98%、97%、96%、95%苦茶油(圖 70)，液滴擴散到最大時都接近 3 公分，而超過標準值(3 公分)，我們就認定有混油(圖 71)。



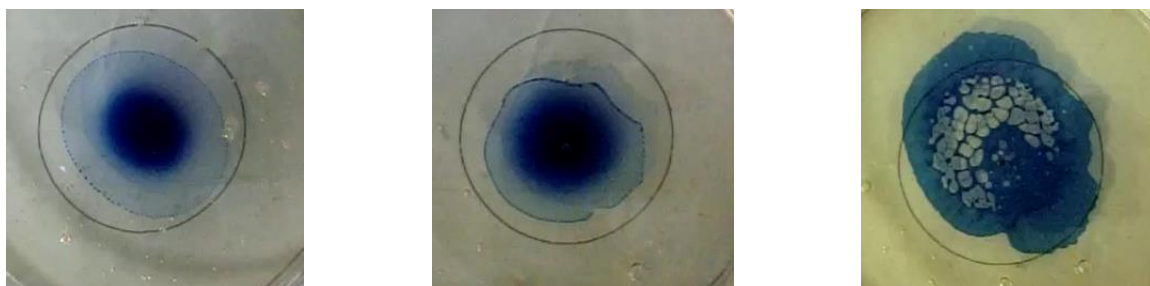
乙醇 95%(滴入)

乙醇 95%(擴散)

乙醇 85%(滴入)

乙醇 85%(擴散)

圖 67 松 X 牌純苦茶油(100%)擴散出去



99%(混油)

98%(混油)

97%(混油)

圖 68 松 X 牌不同比例混油擴散出去(95%乙醇)

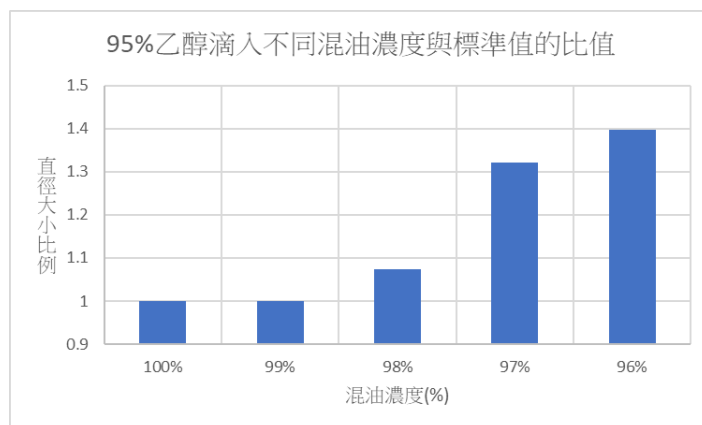


圖 69 乙醇(95%)滴入不同濃度混油與標準值的比值(松 X 牌)

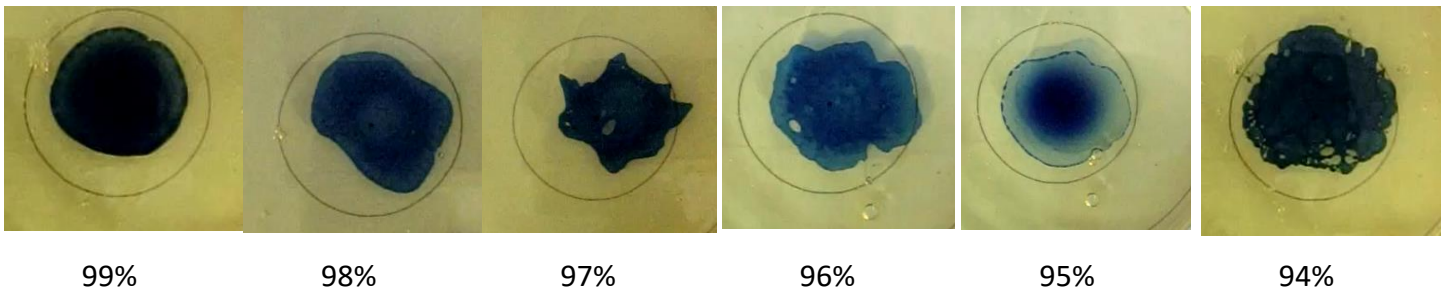


圖 70 松 X 牌不同比例混油擴散出去(85%乙醇)

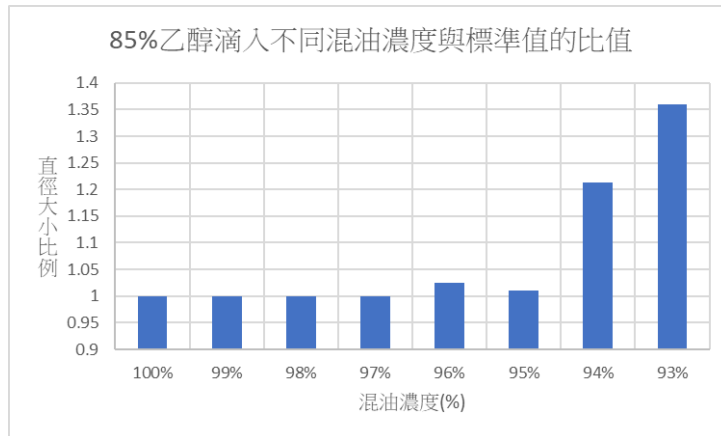
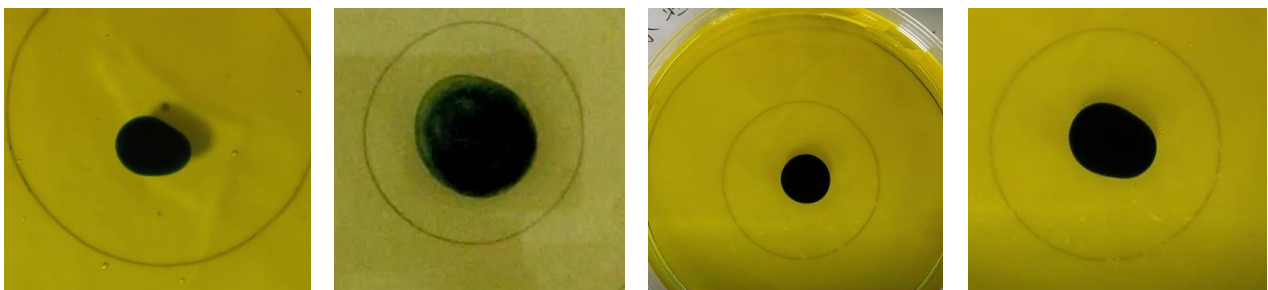


圖 71 乙醇(85%)滴入不同濃度混油與標準值的比值(松 X 牌)

我們先使用市售協 X 牌的苦茶油，將 95%乙醇滴入 100%苦茶油中，液滴擴散到最大時是 2.2 公分，液滴會先擴散約至 2.2 公分再迅速回 1.7 公分(圖 72)，我們以擴散到最大的直徑數值(1.7 公分)作為量測基準，99%、98%超過標準值(2.2 公分)(圖 73)，我們就認定有混油(圖 74)。在 100%的苦茶油，改以 85%的乙醇滴入混油中，液滴擴散到最大時是 1.8 公分，接下來縮回接近原本液滴大小(1 公分)(圖 72)，我們以擴散到最大的直徑數值作為量測基準。在純度 99%(加入 1%大豆沙拉油)苦茶油(圖 75)，液滴擴散到最大時接近 1.8 公分，而超過標準值(1.8 公分)，我們就認定沒有混油(圖 76)，而 98%、97%超過標準值(1.8 公分)，所以我們認為有混油。



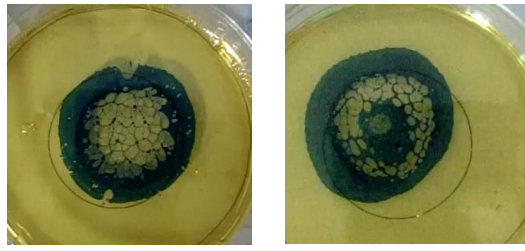
乙醇 95%(滴入)

乙醇 95%(擴散)

乙醇 85%(滴入)

乙醇 85%(擴散)

圖 72 協 X 牌油(100%)擴散出去



99%

98%

圖 73 協 X 牌不同比例混油擴散出去(95%乙醇)

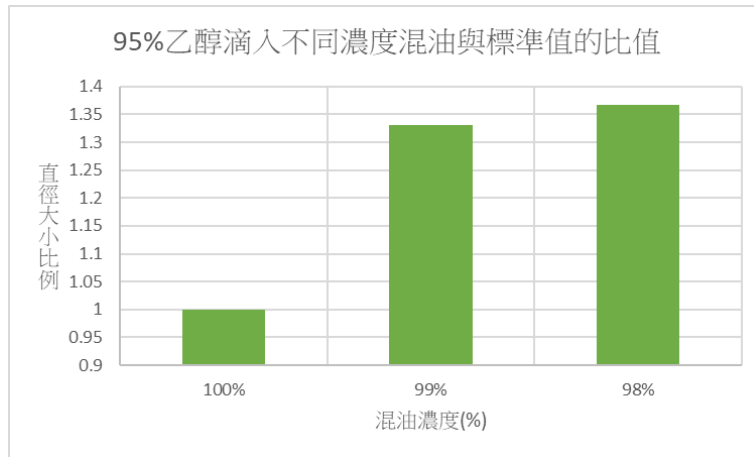
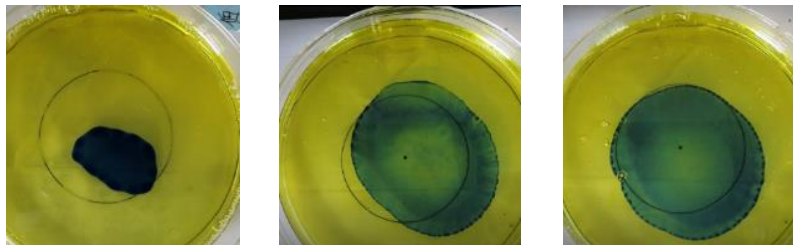


圖 74 乙醇(95%)滴入不同濃度混油與標準值的比值(協 X 牌)



99%

98%

97%

圖 75 協 X 牌不同比例混油擴散出去(85%乙醇)

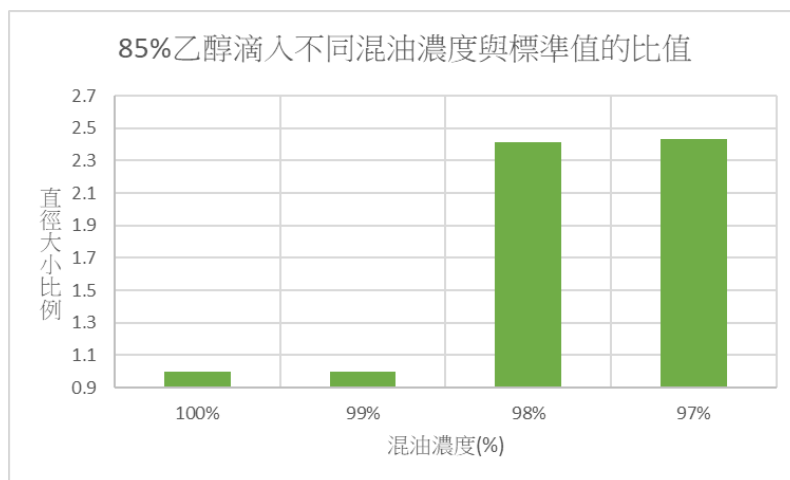


圖 76 乙醇(85%)滴入不同混油濃度與標準值的比值(協 X 牌)

伍、討論

一、探討不同醇類對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

流體往往涉及亞弗加厥常數數量級之粒子數，因此，當探討流體粒子間交互作用時，極為複雜難以分析。因此以下對於醇類液滴之敘述將從能量的角度分析討論，醇類之形狀應為能量最小值之形狀，而醇類液滴的能量大致可分為表面張力之表面能與重力和浮力影響之位能。

(一)表面能

表面能源自表面張力，其量值正比液滴的表面積，而此正比係數即為表面張力係數 σ (J/m^2)，即 $E = \sigma A$ 。 σ 受介面物質影響，如水與空氣 $\sigma = 0.07275 J/m^2$ 。而實驗中有二介面，分別為醇類與空氣之介面、醇類與油之介面，兩者之和即為表面能。

(二)重力和浮力之位能

重力位能源自物體受重力之功，但實驗中醇類位於油中，因此醇類液滴同時受重力與浮力影響，因此位能可寫為 $E = (mg - B)h$ ，而醇類之密度小於油，因此 $mg - B < 0$ ，故在越上方越穩定。

(三)體積與壓力

液滴之形狀除了能量最小的條件外，體積亦為限制條件，該形狀之體積須為液滴之體積，即 $V - \text{液滴體積} = 0$ 。

但液滴體積隨時間變化並非常數，醇類液滴隨時間揮發造成體積變小，同時也溶解油脂造成體積增大，因此液滴之體積唯一隨時間變化之函數。影響液滴體積之因素為蒸發與油脂溶解，兩者則受醇類與油之極性影響。為即性物質，脂肪酸有極性端與非極性端，極性端與醇類有偶極-偶極力、非極性端與醇類則有偶極-誘導偶極力，兩者之凡得瓦力造成醇類液滴與油的沸點與溶解度的變化。

綜上所述，醇類液滴之形狀可由下式表達

$$E = \sigma A + (mg - B)h + \lambda[V - \text{液滴體積}(t)]$$

λ 為不定乘子，在實驗中之意義為液滴內外壓力差，而液滴形狀發生於 E 的極小值。

不同的醇類濃度、油有不同的 σ 、 B 、液滴體積 (t) ，由此改變醇類液滴之形狀。

在實驗中常觀察到酒精液滴分裂的現象，亦可由能量最小值的觀點解釋。酒精液滴分裂造成表面積增加因此表面能增大，但分裂的液滴上浮於油面造成重力和浮力之位能減小，因此當此位能差大於增加的表面能，酒精液滴便開始分裂。

二、探討不同性質的色素加入乙醇在油面所形成的變化

在不同顏料的實驗中，水性顏料會影響酒精濃度，還會油水不溶，導致液滴擴散不出去；油性顏料會與油品互溶，而導致在滴下液滴的時候，液滴會直接會沉到底部；中性顏料不會影響酒精的濃度，也可以在油品介面上順利滑行，使馬蘭戈尼效應能夠完整的顯現出來。

三、探討不同濃度的乙醇與各式油品對表面色素顆粒移動情形的影響

實驗中不同油品液滴有不同的分裂狀況，酒精液滴不產生碎液滴而凝聚在一起的油例如苦茶油，顯示表面能相較重力和浮力之位能影響力較大，有可能是密度小、表面張力係數大的特徵；而分裂的油，則可能有密度大、表面張力係數小的特徵。

油是流動的液體，我們認為油的黏滯性大小可能會影響馬蘭戈尼效應，於是設計了以下的實驗：我們先將不同黏滯性(0W、5W、10W、15W、20W)的機油倒入黏度計進行測試，結果如(圖 77)顯示不同黏滯性機油含有線性關係。接著將不同油品(大豆沙拉油、芥花油、葵花油、玄米油、苦茶油、芝麻油、橄欖油、香油)放入黏度計(150ml 的銅製漏斗)測量五次，取其平均值，發現他測量的結果都在 17~19 秒之間如(圖 78)，因此我們認為黏滯性的影響不大。

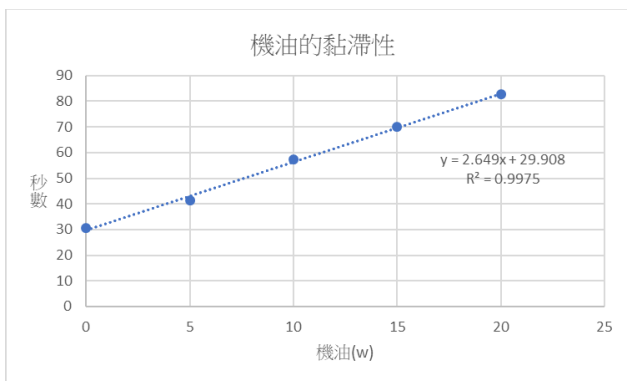


圖 77 機油的黏滯性

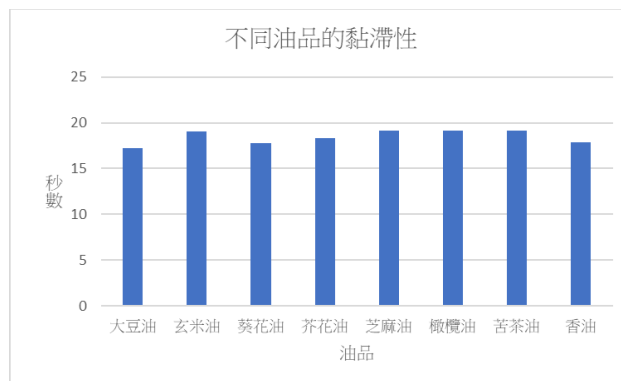


圖 78 不同油品的黏滯性

四、探討乙醇對不同比例的苦茶油表面色素顆粒移動情形的影響

根據公式，表面張力 $\propto MT^{-2}$ ，顯示溫度跟表面張力的平方成反比，由實驗得知，20°C 的時候，是最適合用來檢驗的溫度。當苦茶油混入大豆油，變成 94% 的混油時，此時混油的多元不飽和脂肪酸會達到 12% 以上，這與橄欖油雖含有大量的單元不飽和脂肪酸，但也具有 10% 以上的多元不飽和脂肪酸，液滴所擴散出去的形狀類似，所以我們推論，當多元不飽和脂肪酸的含量大於 10%，就會使馬蘭戈尼效應出現碎液滴的情形，我們就可依此現象判斷苦

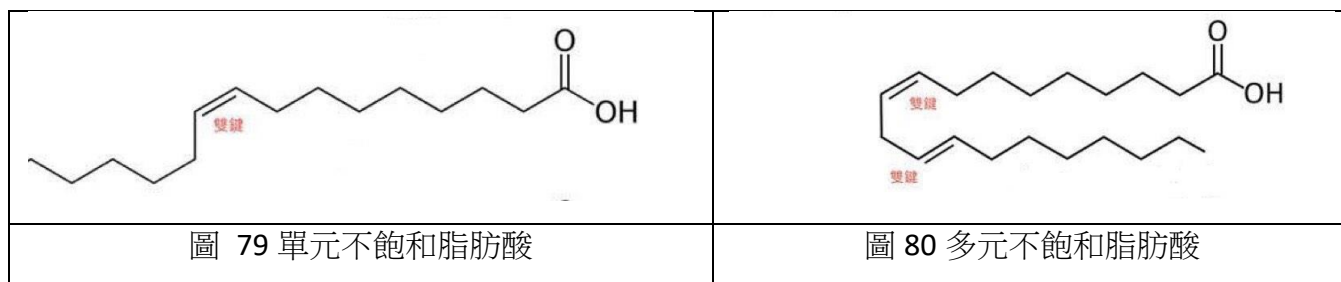
茶油是否純正。

市面上有另一種叫茶籽油的油品，其名稱與苦茶油相似，但是成分不同，苦茶油是利用油茶樹的籽壓榨而成，其單元不飽和脂肪酸是所有食用油最高的，而茶籽油則是以製茶用的灌木茶葉樹種的種籽製成，其多元不飽和脂肪酸超過 21%。

我們由《植物油全書》及《植物油圖鑑》查詢油品的成分，其成分如表二，由結果發現苦茶油的單元不飽和脂肪酸(圖 79)比其他油品還要高，其他油品的多元脂肪酸(圖 80)含量都大於 10%，所形成液滴散落的情形，也較類似，這也許跟結構有關係，因為雙鍵的有機化合物具有不飽和性，能夠起加成反應。

表二 不同油品的成分

油脂 脂肪酸組成 (%)	豬油	橄欖油	苦茶油	芥花油	芝麻油	香油	大豆油	葵花油	玄米油
飽和脂肪酸	39.34	16.25	10.53	6.68	15.58	15.92	15.68	11.83	20
單元不飽和脂肪酸	44.5	72.85	82.51	61.94	40.66	24.89	22.73	23.28	47
多元不飽和脂肪酸	16.17	10.9	6.96	30.8	43.75	59.19	61.59	64.89	33
油酸	-	75	83	62	43	42~50	25	24~40	42



取自於(<https://www.thenewslens.com/article/79875>)

接著我們使用不同比例的大豆沙拉油加入苦茶油中，使其多元不飽和脂肪酸變高，當多元不飽和脂肪酸含量超過 10%液滴便會擴散出去，反之，我們將豬油加入大豆沙拉油中，使其多元不飽和脂肪酸降至 10%以下，液滴在混油表面上會先擴散出去，接著縮回來(圖 81、82)，其擴散情形與橄欖油相似，結果如表三。

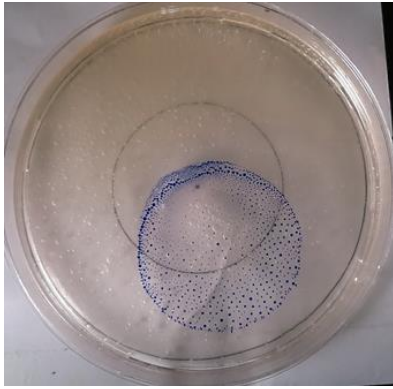


圖 81 豬油(乙醇 85%;溫度 35°C;擴散)

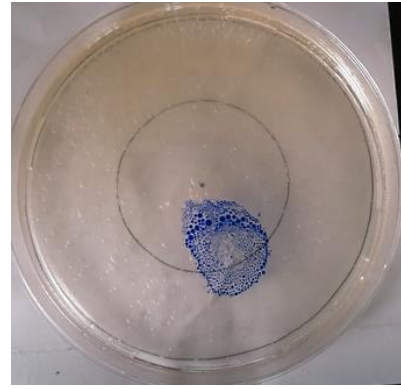


圖 82 豬油(乙醇 85%;溫度 35°C;收縮)

表三 不同混油的脂肪酸含量

	單元不飽和脂肪酸	多元不飽和脂肪酸	擴散	縮回
苦茶油	82.51	6.96	O	O
橄欖油	72.85	10.9	O	O
苦茶油(95%)+大豆(5%)	79.04	9.73	O	O
苦茶油(94%)+大豆油(6%)	78.44	10.24	O	X
豬油(90%)+大豆油(10%)	42.32	20.71	O	O
豬油(85%)+大豆油(15%)	41.23	22.98	O	X

陸、結論

- 一、在不同醇類對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響的實驗中，我們發現異丙醇的蒸發速度比乙醇還要快，導致異丙醇液滴擴散速度過快，不利於觀察，並且發現乙醇液滴在苦茶油液面並不會擴散，與其他油品的擴散性質不同，因此我們選用乙醇來進行實驗。
- 二、不同性質的色素加入乙醇在油面的液滴擴散情形，水性與油性顏料都無法明確顯示油滴的移動，而紅色顏料和部分油品的顏色過於接近，所以中性藍色顏料最適合做為酒精色素染劑。
- 三、不同濃度的乙醇與各式油品對表面色素顆粒移動情形的影響實驗中，95%的酒精色素染劑在所有油品的液滴擴散面積都最大，甚至還會超出培養皿的範圍；85%的酒精色素染劑雖然擴散較慢，但是都能顯現擴散完整的碎液滴，因此我們使用 85%酒精色素染劑來當作實驗濃度。每一種油品測試結果不一，可能與各種油品的組成成分不同，脂肪酸的組成差異大，與不同濃度的乙醇接觸時，表面張力改變所造成。

四、當苦茶油溫度低於 20°C 時，液滴並不會有碎液滴的產生，然而高於 25°C 的時候液滴就會擴散出去。而 95% 的酒精色素染劑可以檢測出苦茶油純度 94%~97%，一旦超出範圍，就會有很明顯的差異。85% 的酒精染劑可以檢測出苦茶油純度 93%~97%。我們推測液滴不會擴散的原因是苦茶油的多元不飽和脂肪酸小於 10%，我們也利用豬油調整大豆油多元不飽和脂肪酸的含量，也得到類似的結果。

柒、參考資料及其他

一、葉芳瑜、謝秉希、謝亞彤(2019)。「醇」「醇」欲動——探討丙二醇液滴的馬蘭哥尼效應。第 59 屆全國中小學科學展覽作品說明書。

二、作者不詳 (民 111)。馬蘭戈尼效應是什麼？倒出的茶葉水卻往上流，你能想象嗎？

<https://youtu.be/ePTyx2cFOGY>

三、作者不詳 (民 104) 馬蘭戈尼效應介紹 <https://cn.comsol.com/multiphysics/marangoni-effect?parent=modeling-conservation-mass-energy-momentum-0402-432-362>

四、KATRINA KRÄMER (2017)。Evaporation drives dancing droplet breakdown

<https://www.chemistryworld.com/news/evaporation-drives-dancing-droplet-breakdown/2500493.article>

五、盧宥岑、高珮嘉(2022)。跳舞的油滴。第 62 屆中小學科學展覽會作品說明書

六、許毓軒、江雅淇、王艷寬(2009)。天使的眼淚—探討不同情況下酒淚掛杯表現之差異。第 49 屆中小學科學展覽會作品說明書。

七、伍瀚煦、陳羿宏、莊毓飛(2022)。液滴爆炸。第 62 屆中小學科學展覽會作品說明書。

八、Ruth von Braunschweig 田佳玉(譯)。植物油全書。商周出版社。台北。

九、俞品聿。植物油圖鑑。雙美生活文創股份有限公司。新北。

【評語】 030209

很有趣的探究問題，能以日常生活相關應用為題材，顯示同學對周遭事物的關心，對生活上也有實質的幫助。馬蘭戈尼效應為物理現象，能學以致用應用於探討油品純度，從飽和與多元不飽和出發。實驗部分偏向應用科學類的傾向，但對於其中化學原理說明需要再加強。

研究中利用馬蘭戈尼作用探討苦茶油純不純。結論為可利用 85%的染色乙醇來判斷苦茶油的純度是否達 94%以上。作品說明書總共 31 頁，符合研究論文的基本格式，可惜缺少目錄；此外，摘要應當要說明研究的背景目的。研究主題聚焦於苦茶油，具鄉土之相關性。實驗設計設計周全，數據呈現圖文並列且照片清晰，但是所有作圖數據都需要有誤差範圍，表二必須標示出處，建議解釋為何多元不飽和脂肪酸變高，當含量超過 10%液滴便會擴散出去；此外，結論宜精簡且聚焦於重要貢獻。

相較前幾次探討相同問題，本次同學延申到分析並分辨苦茶油的純度，是一個好的應用。

建議考慮擴大適用範圍，或先討論可能的油品成份適用性。

作品海報



醇醇欲動滑油滋

-利用馬蘭戈尼作用探討苦茶油純不純

摘要

我們選用八種油與兩種醇類做液滴擴散實驗，發現異丙醇擴散速度過快，所以選用乙醇進行後續實驗，並加入中性藍色顏料作為染劑。再以四種乙醇濃度(95%、90%、85%、80%)對不同油品進行液滴擴散實驗，發現苦茶油加入乙醇液滴不會散開，其他油品在滴入95%乙醇時，液滴擴散面積最大，其他濃度的擴散情形則表現不一。我們以三種市售苦茶油進行實驗，發現液滴皆不會有擴散的現象，但加入大豆油混合時，當混油的多元不飽和脂肪酸高於10%，就會有擴散情形。另外，我們利用豬油加入大豆油中，當多元不飽和脂肪酸低於10%就會有液滴縮回的情形。因此我們認為可利用85%的染色乙醇來判斷苦茶油的純度是否達94%以上。

壹、前言

近年來因為疫情，在吃飯前都會用酒精消毒。有一次去吃水煮魚時，不小心把酒精噴到上面，發現酒精竟然在上面滑移，我們覺得很神奇，於是上網查詢資料，發現它是馬蘭戈尼效應。後來因家政課所需，和朋友一起去超市採買需要的物品，看到苦茶油的價錢和其他油差了兩到三倍。想起以前有測試真假油的實驗，我們想利用這個效應來測試苦茶油純不純，就開始了這次的實驗。

一、研究目的

- (一) 探討不同醇類對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響
- (二) 探討不同性質的色素加入乙醇在油面的擴散情形
- (三) 探討不同濃度的乙醇與各式油品對表面色素顆粒移動情形的影響
- (四) 探討乙醇對不同比例的苦茶油表面色素顆粒移動情形的影響

二、文獻探討

- 一、盧宥岑、高珮嘉(2022)。《跳舞的油滴》實驗中發現酒精濃度越高，擴散出去的液滴就越小，酒精濃度越低，擴散出去的液滴就越大，而酒精濃度低到一定的程度時，液滴就不會擴散，當碎液滴面積較大時，數量就較少。
- 二、許毓軒、江雅淇、王艷寬(2009)。《天使的眼淚—探討不同情況下酒淚掛杯表現之差異》實驗發現乙醇濃度太低，濃度差和表面張力差非常小，導致上升力太微弱，無法形成明顯的酒淚掛杯，然而隨著乙醇濃度上升，發現淚滴累積速度變慢、密度變高、淚滴顆粒較小以及流速較慢。
- 三、葉芳瑜、謝秉希、謝亞彤(2019)。《「醇」「醇」欲動—探討丙二醇液滴的馬蘭哥尼效應》實驗發現兩滴液滴的丙二醇濃度十分相似時，兩滴液滴之間的表面張力大於兩者之中較低濃度的液滴，因此也會停止追逐運動而互相接近並混和。
- 四、伍瀚煦、陳羿宏、莊毓飛(2022)。《液滴爆炸》實驗發現重力會使液滴變扁平，而且因為表面張力梯度的關係，會造成馬蘭戈尼現象。

貳、研究過程或方法

探討馬蘭戈尼效應

不同的醇類	不同種類色素(中性、油性、水性)	乙醇	濃度	芥花油
			95%	玄米油
			90%	葵花油
			85%	大豆沙拉油
80%	香油			
80%	芝麻油			
80%	橄欖油			
濃度	苦茶油濃度 95-100%			
95%	溫度	5度 10度	純苦茶油	
85%	15度 20度			
	25度 30度			
		異丙醇	純苦茶油	

肆、研究結果

一、探討不同醇類對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

(一) 乙醇對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

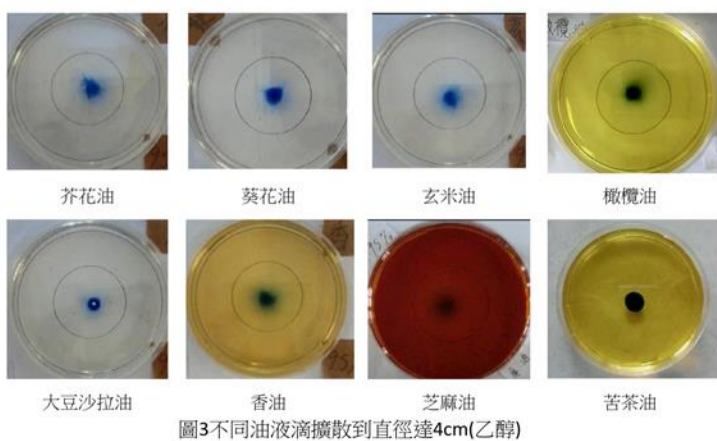


圖3不同油液滴擴散到直徑達4cm(乙醇)

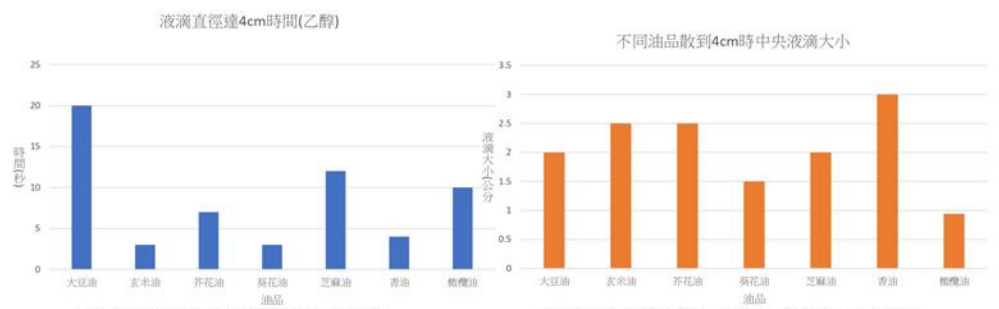


圖4 不同油品液滴直徑達4cm時間(乙醇)

圖5 不同油品液滴達4cm時中央液滴的大小(乙醇)

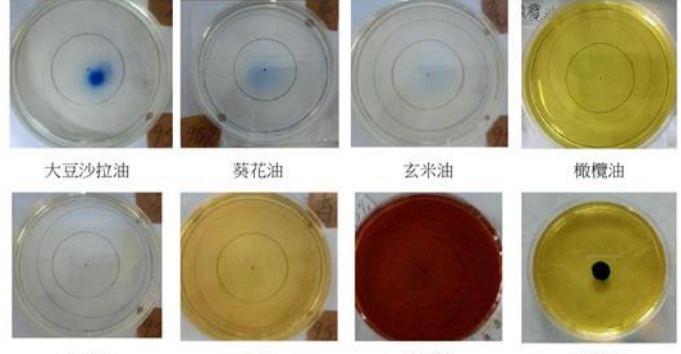


圖6 不同油品液滴擴散到最大的情形(乙醇)

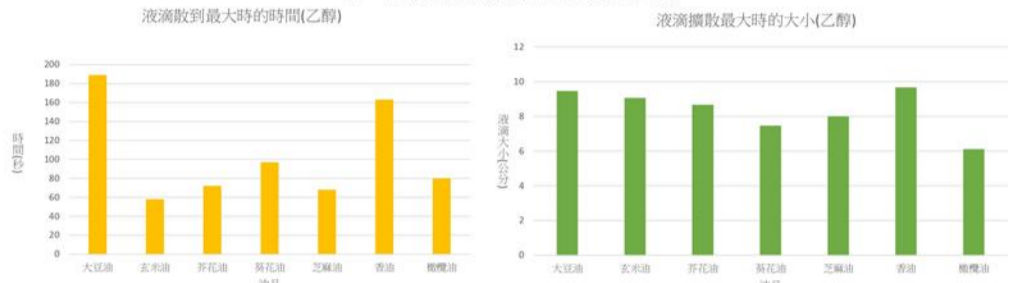


圖7 不同油品液滴擴散到最大的時間(乙醇)

圖8 液滴擴散到最大時的直徑大小(乙醇)

(二) 異丙醇對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

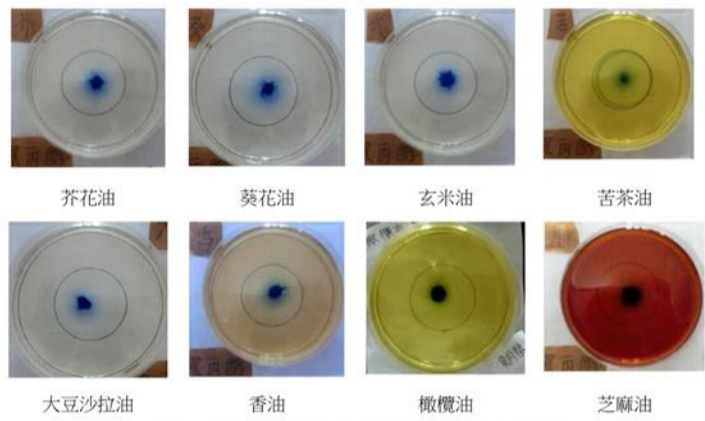


圖9 不同油品液滴擴散到直徑4cm(異丙醇)

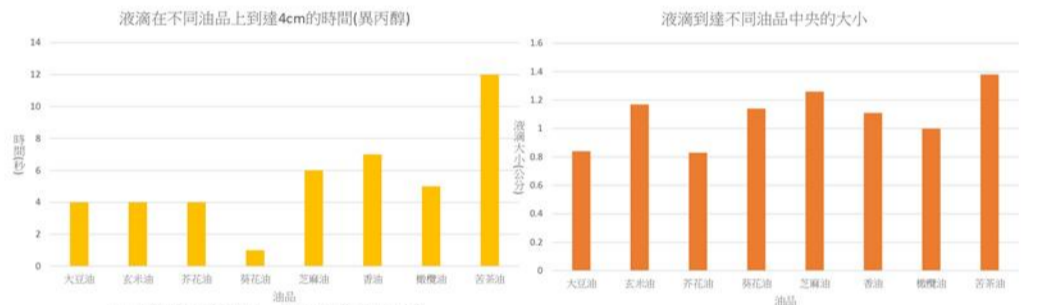


圖10 液滴直徑達4cm的時間(異丙醇)

圖11 液滴達4cm時中央液滴的大小(異丙醇)

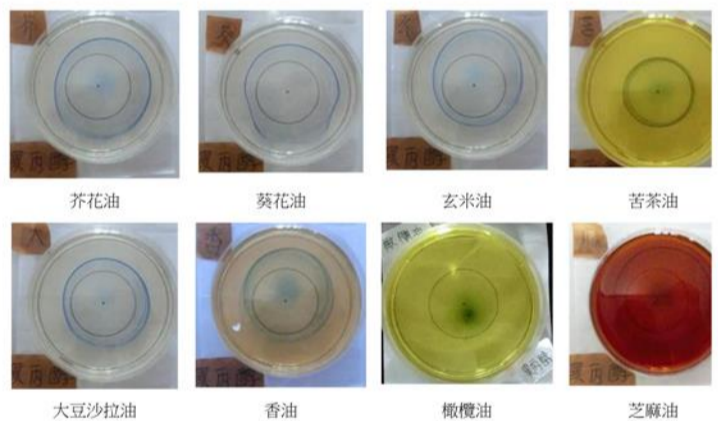


圖12 不同油品面積擴散到最大的情形(異丙醇)

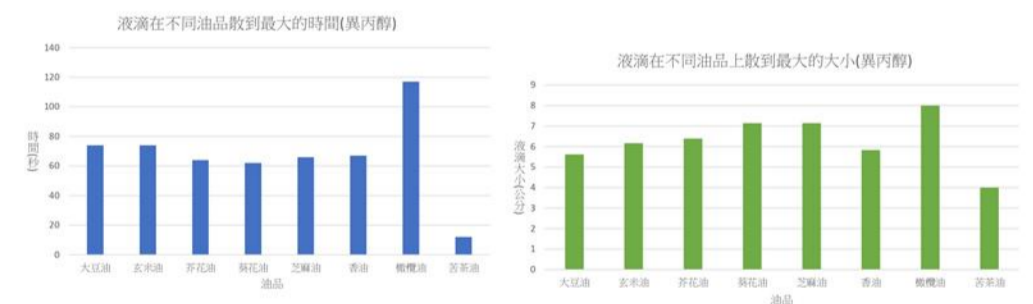


圖13 滴散到最大時的時間(異丙醇)

圖14 液滴擴散最大時的直徑大小(異丙醇)

乙醇可以與植物油產生作用，除了苦茶油。而異丙醇可以與所有油產生作用。

二、探討不同性質的色素加入乙醇在油面所形成的變化

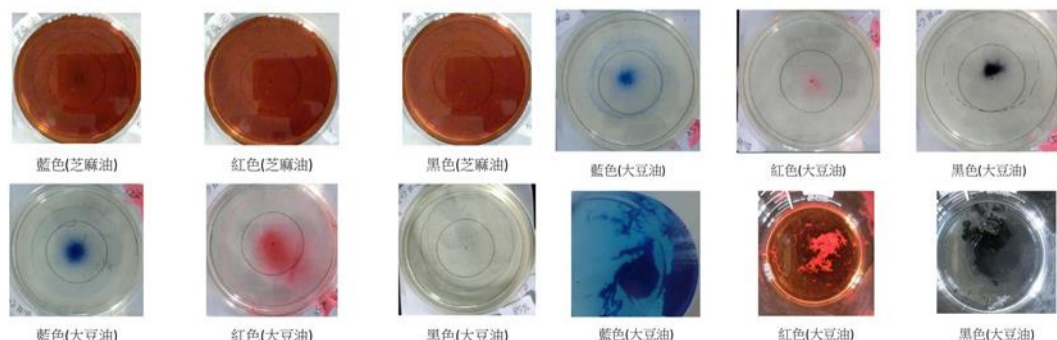


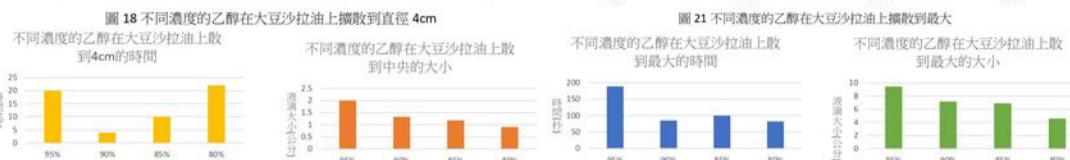
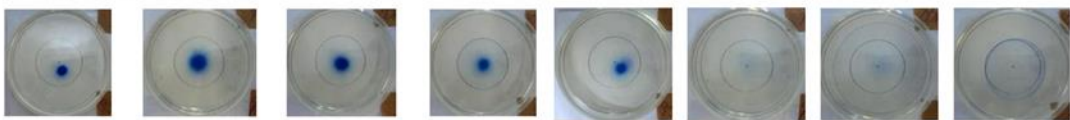
圖15 不同顏色中性色素加入乙醇的情形

圖16 不同顏色的油性(上)、水性(下)色素加入乙醇的情形

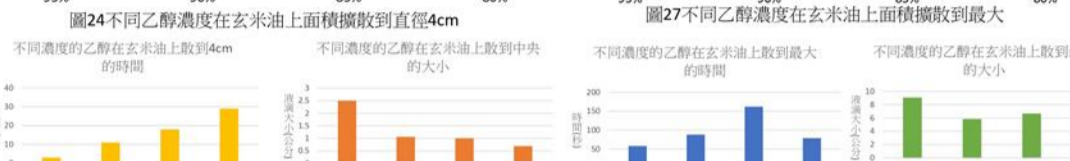
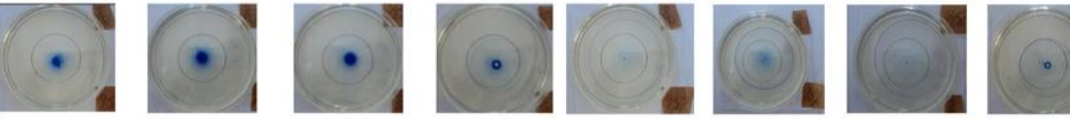
由此圖片得知，效果最好的是中性藍色顏料。

三、探討不同濃度的乙醇與各式油品對表面色素顆粒移動情形的影響

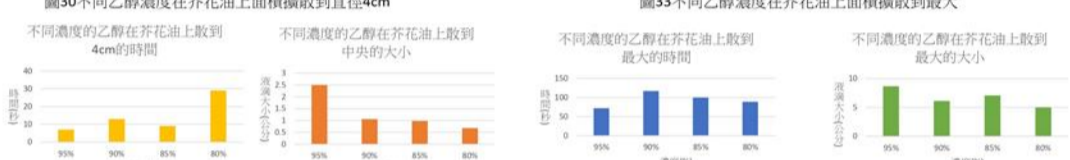
(一)大豆沙拉油



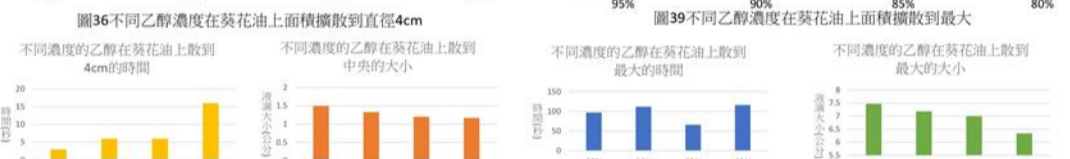
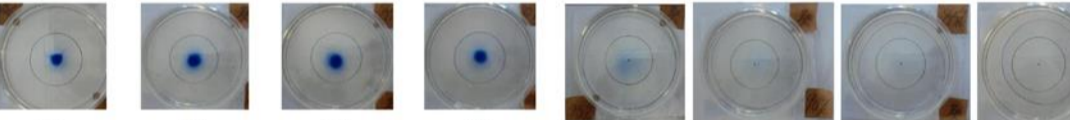
(二)玄米油



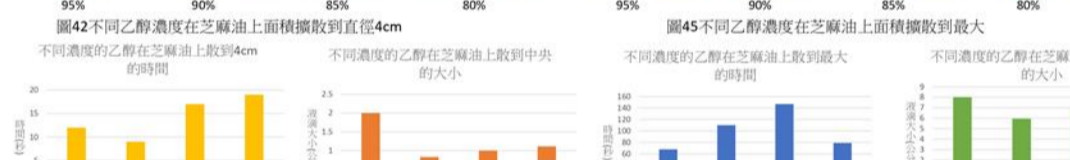
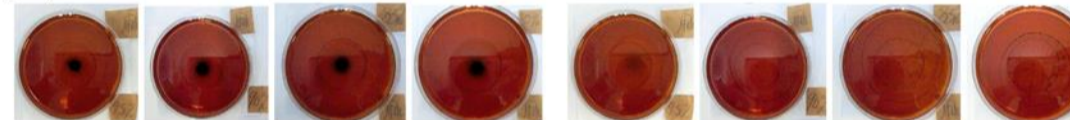
(三)芥花油



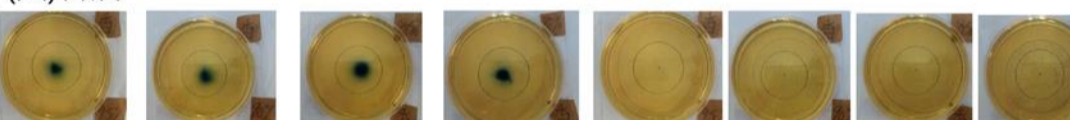
(四)葵花油



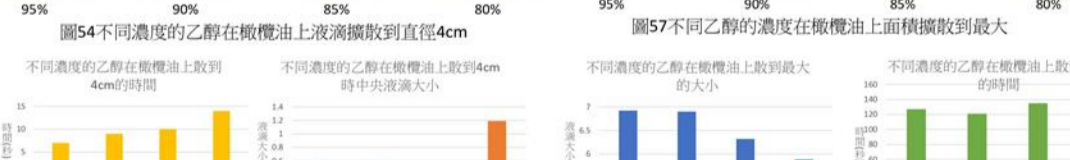
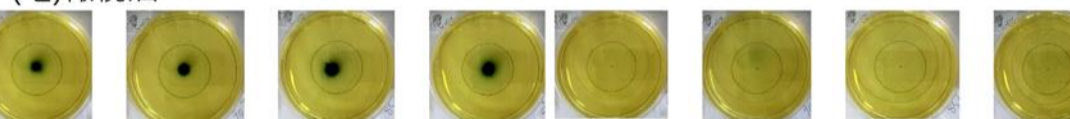
(五)芝麻油



(六)香油



(七)橄欖油



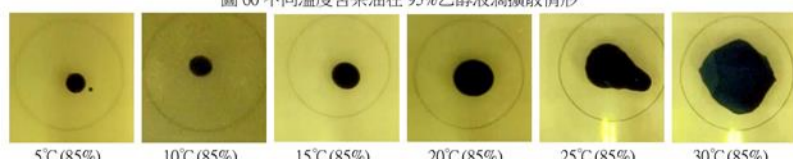
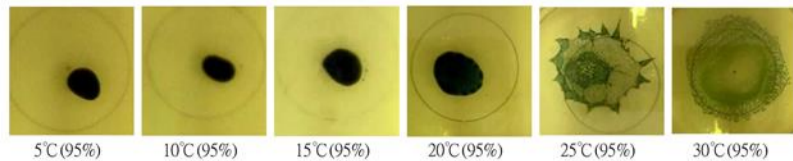
表一 不同油品液滴擴散的比較

油名	擴散速率最快	擴散速率最慢	擴散面積最大	擴散面積最小
大豆沙拉油	90%	80%	95%	80%
芥花油	95%	80%	95%	80%
葵花油	95%	80%	95%	80%
玄米油	95%	80%	95%	80%
芝麻油	90%	80%	95%	80%
橄欖油	80%	85%	95%	80%
香油	90%	80%	95%	80%

每一種油適合的酒精濃度都不同，以及擴散的時間，還有最終的擴散範圍也都不盡相同。

四、探討乙醇對不同比例的苦茶油表面色素顆粒移動情形的影響

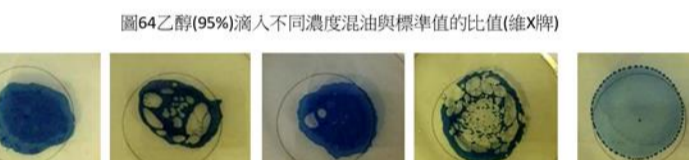
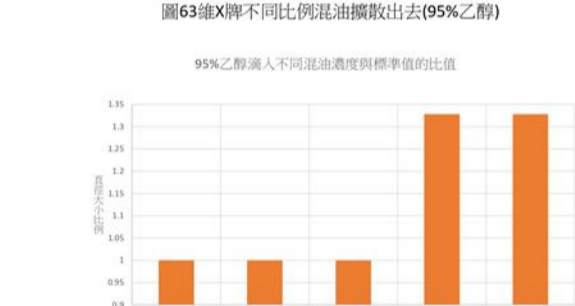
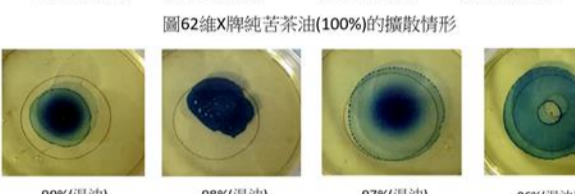
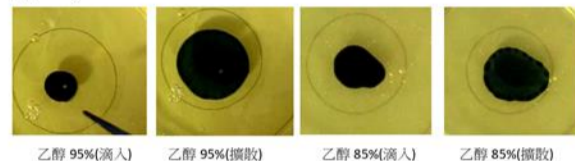
(一)溫度的影響



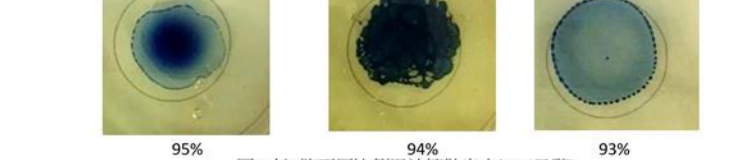
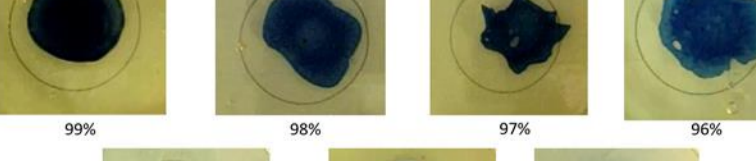
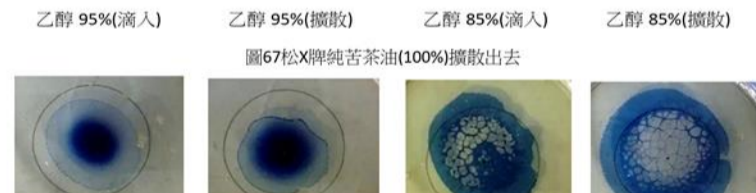
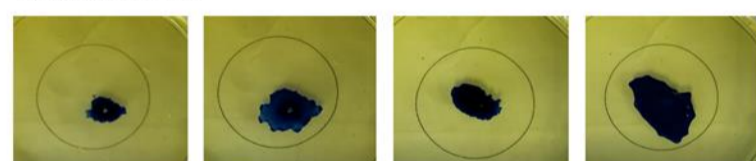
低溫的時候液滴會無法擴散，而最適合用來檢驗的是 20°C~25°C

(二)不同純度的苦茶油的影响

苦茶油1(維X):



苦茶油2(松X):



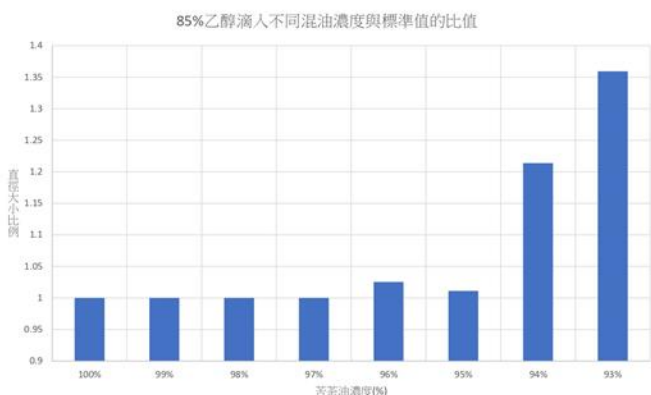
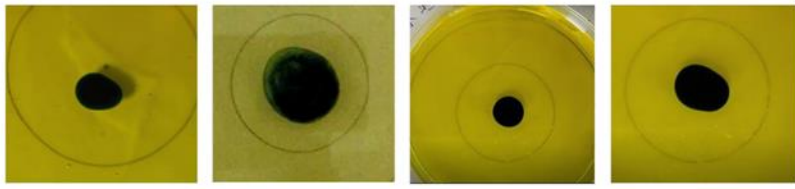


圖71乙醇(85%)滴入不同濃度混油與標準值的比值(松X牌)

苦茶油3(協X):



乙醇 95%(滴入) 乙醇 95%(擴散) 乙醇 85%(滴入) 乙醇 85%(擴散)

圖72協X牌油(100%)擴散出去



99% 98%

圖73協X牌不同比例混油擴散出去(95%乙醇)

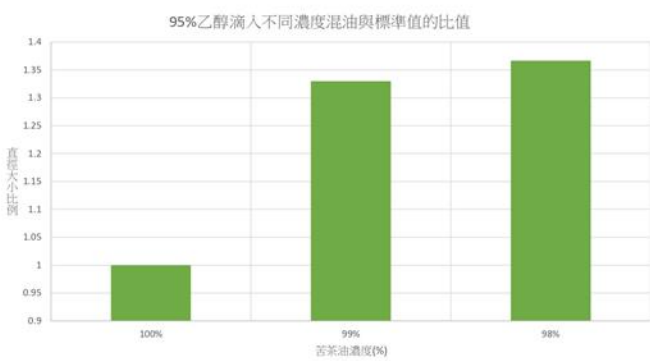
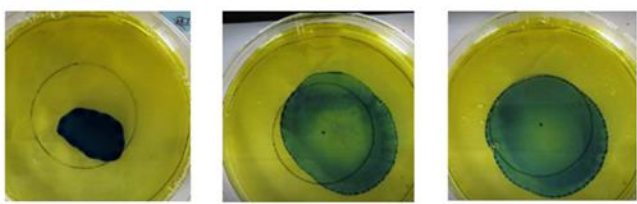


圖74乙醇(95%)滴入不同濃度混油與標準值的比值(協X牌)



99% 98% 97%

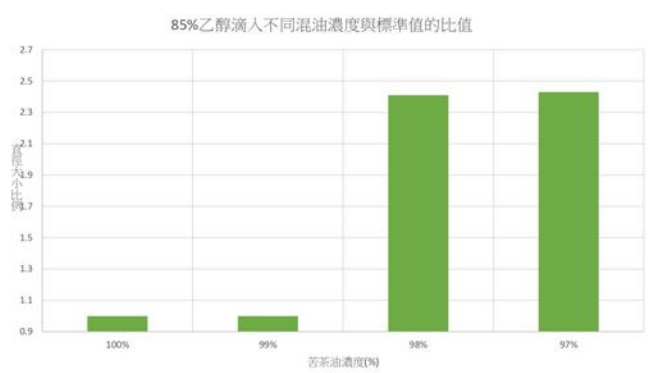


圖76乙醇(85%)滴入不同濃度混油與標準值的比值(協X牌)

伍、討論

一、探討不同醇類對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

$$E = \sigma A + (mg - B)h + \lambda[V - \text{液滴體積}(t)]$$

E =總能量、 σA =表面能、 mg =重力、 B =浮力、 h =質心高度

$\lambda[V - \text{液滴體積}(t)]$ =限制條件

二、探討不同性質的色素加入乙醇在油面所形成的變化

- ① 油性顏料會與油品起反應，但無法完全與乙醇混和
- ② 水性顏料完全無法與酒精融合
- ③ 中性顏料最適合做為酒精色素染色劑

三、探討不同濃度的乙醇與各式油品對表面色素顆粒移動情形的影響

- ① 液滴不產生碎液滴而凝聚在一起的油，有可能是密度小、表面張力係數大的特徵；而分裂的油，則可能有密度大、表面張力係數小的特徵。
- ② 每一種油品黏滯性測試結果在17~19秒之間，因此黏滯性影響不大。

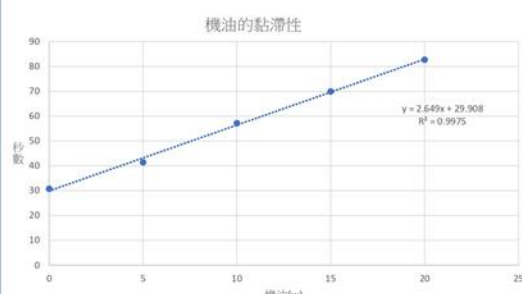


圖77機油的黏滯性

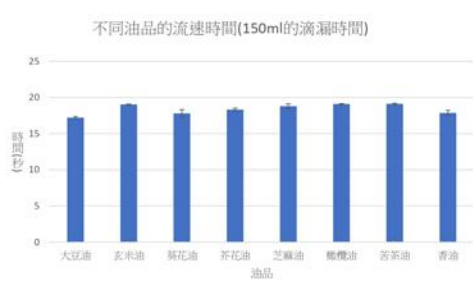


圖78不同油品的黏滯性

四、探討乙醇對不同比例的苦茶油表面色素顆粒移動情形的影響

- $\sigma \propto MT^{-2}$ 顯示表面張力跟溫度的平方成反比。因此溫度越低，表面張力越大；溫度越高，表面張力越低。
- 當多元不飽和脂肪酸的含量大於10%，就會使馬蘭戈尼效應出現碎液滴的情形。
- 將豬油加入大豆沙拉油中，使其多元不飽和脂肪酸降至10%以下，液滴在混油表面上會先擴散出去，接著縮回來

表二 不同油品的成分

脂肪酸組成(%)	豬油	橄欖油	苦茶油	芥花油	芝麻油	香油	大豆油	葵花油	玉米油
飽和脂肪酸	39.34	16.25	10.53	6.68	15.58	15.92	15.68	11.83	20
單元不飽和脂肪酸	44.5	72.85	82.51	61.94	40.66	24.89	22.73	23.28	47
多元不飽和脂肪酸	16.17	10.9	6.96	30.8	43.75	59.19	61.59	64.89	33
油酸	-	75	83	62	43	42~50	25	24~40	42

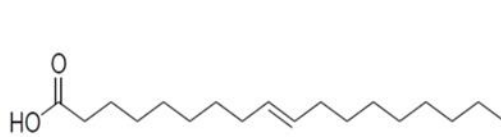


圖79單元不飽和脂肪酸

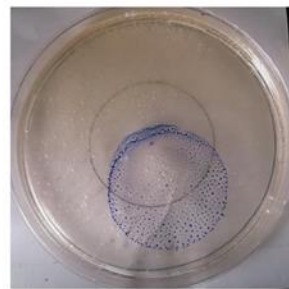


圖81 豬油(乙醇 85%;溫度 35°C;擴散)

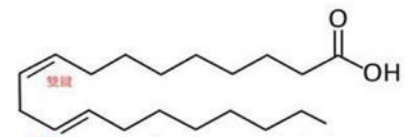


圖80多元不飽和脂肪酸

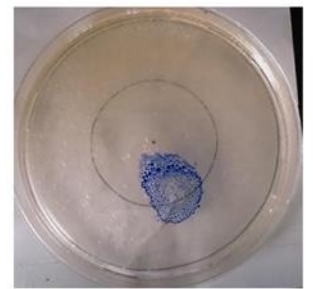


圖82 豬油(乙醇 85%;溫度 35°C;收縮)

表三 不同混油的脂肪酸含量

	單元不飽和脂肪酸	多元不飽和脂肪酸	擴散	縮回
苦茶油	82.51%	6.96%	O	O
苦茶油(95%)+大豆(5%)	79.04%	9.73%	O	O
苦茶油(94%)+大豆油(6%)	78.44%	10.24%	O	X
豬油(90%)+大豆油(10%)	42.32%	20.71%	O	O
豬油(85%)+大豆油(15%)	41.23%	22.98%	O	X

陸、結論

一、在不同醇類對不同油品表面色素顆粒移動情形的影響

- 乙醇較適合做為測試馬蘭戈尼效應的角色，且苦茶油的擴散情形與其他油品不同。

二、不同性質的色素加入乙醇在油面的液滴擴散情形

- 中性藍色顏料較適合作為標示乙醇的染劑。

三、不同濃度的乙醇與各式油品對表面色素顆粒移動情形的影響

- 每一種油品測試顆粒移動情形結果不一，因為不同油品在不同酒精濃度之下，所呈現的最大半徑及最小液滴是不盡相同的。

四、探討乙醇對不同比例的苦茶油表面色素顆粒移動情形的影響

- 多元不飽和脂肪酸濃度影響馬蘭戈尼效應，當濃度高於10%，液滴便會擴散出去，因此當苦茶油混油比例超過5%時，擴散的半徑會大幅增加，藉此判斷苦茶油的純度。

柒、參考資料及其他

- 一、葉芳瑜、謝秉希、謝亞彤(2019)。「醇」「醇」欲

動—探討丙二醇液滴的馬蘭哥尼效應。第59屆全國中小學科學展覽會作品說明書。

- 二、作者不詳(民111)。馬蘭戈尼效應是什麼？倒出的

茶葉水卻往上流，你能想象嗎？

<https://youtu.be/ePTyx2cFOGY>

- 三、作者不詳(民104)馬蘭戈尼效應介紹

<https://cn.comsol.com/multiphysics/marangoni-effect?parent=modeling-conservation-mass-energy-momentum-0402-432-362>

- 四、KATRINA KRÄMER (2017)。

Evaporation drives dancing droplet breakdown。

<https://www.chemistryworld.com/news/evaporation-drives-dancing-droplet-breakdown/2500493.article>

- 五、盧宥岑、高珮嘉(2022)。跳舞的油滴。第62屆中小學科學展覽會作品說明書。

- 六、許毓軒、江雅淇、王艷寬(2009)。天使的眼淚—探討不同情況下酒淚掛杯表現之差異。第49屆中小學科學展覽會作品說明書。

- 七、伍瀚煦、陳羿宏、莊毓飛(2022)。液滴爆炸。第62屆中小學科學展覽會作品說明書。