
030820

—

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：國中組

組 別：生活與應用科學科

作品名稱：點油成金—生化柴油的妙用

關 鍵 詞：生化柴油、交酯化、皂化

編號：

摘要

在不斷的嘗試之中，我們尋找到了合成生化柴油時的最佳比例，也就是若以 250ml 的回鍋油製作生化柴油時，建議加入的酒精在 25~40ml 之間為宜(回鍋油與酒精的比例在 6.25~10 之間)，且氫氧化鈉僅需 1g 即可。

另外，在生化柴油的生活應用上，可將製作出的生化柴油當作油燈的燃料；在燈芯方面，需要選擇吸油性較好的物質來製作，才能吸上足夠的油來燃燒。也可以將柴油混和蠟油，做成各式各樣的蠟燭喔！

壹、 研究動機

前一陣子在 discovery 頻道曾經看到一個神奇的單元。片中的人利用餐廳用剩下來的食用廢油，再加入一些材料混和，置入果汁機內打一打之後，竟然就能做出柴油了！真是太神奇了！而且這個「打」出來的柴油，竟然還能用在車子上喔。在充滿驚喜與好奇的心情下，我們向老師請教了相關的問題，才知道，原來這個「打」出來的柴油叫做「生化柴油」，是目前相當熱門的替代性能源。「生化柴油」燃燒之後，產生的廢氣與黑煙比柴油車用的「石化柴油」還來的少，而且生化柴油的燃點較高，安全性更好。知道了這麼一個好用的替代性能源，我們也思考了一個問題「生化柴油除了可以當柴油車的燃料外，如果能延伸它的用途於生活中，則學校廚房剩下的一大堆食用廢油，就可以起死回生了！」於是，我們就進行了以下的研究與實驗。

貳、 研究目的

- 一、 尋找生化柴油適當的合成比例。
- 二、 尋找生化柴油的日常生活應用。

參、 研究設備及器材

果汁機一組、回鍋油、酒精、氫氧化鈉、天平(準確至 0.01 克)、燒杯、酒精燈、分液漏斗、各類紙張、竹筷子、滴管、塑膠管、注射針筒、蠟。

肆、 研究過程與方法

一、 研究一：尋找生化柴油適當的合成比例

(一) 說明：根據網路上資料的查證，發現在合成生化柴油時，如果氫氧化鈉（催化劑）的比例不正確，很容易打出一堆肥皂，我們在實驗初期，確實也因為加入過多的氫氧化鈉，而打出了一堆肥皂。所以，我們必須先尋找製造生化柴油時，各種原料的適當合成比例。同時，我們亦發現，在製作的過程中，各類原料打的順序不一樣，產生的肥皂量似乎也會不同。



(二) 步驟：

1. 比較「分打」與「共打」的區別

【分打】：

(1) 在果汁機內加入酒精，再加入氫氧化鈉，並利用果汁機攪拌一分鐘，使氫氧化鈉溶解入酒精內。

(2) 迅速在果汁機內加入回鍋油，繼續攪拌二分鐘。

(3) 將打出的生化柴油與甘油的混合液倒入燒杯中，觀察混合液中雜質的含量。



- (4) 將打出的生化柴油與甘油的混合液倒一些進入試管中，並利用離心機使甘油與生化柴油快速分離。其餘則靜置桌上 30 分鐘後，再行觀察。

【共打】

- (5) 在果汁機內依序加入回鍋油、酒精、氫氧化鈉後，再利用果汁機攪拌三分鐘。並重複 2.~4.的步驟。

2. 比較氫氧化鈉含量對實驗的影響

- (1) 在實驗過程中，改變氫氧化鈉的含量，並比較打出的生化柴油之間的差別。

3. 比較酒精與回鍋油的比例對實驗的影響

- (1) 在實驗過程中，改變酒精與回鍋油的比例，並比較打出的生化柴油之間的差別。

4. 生化柴油的精製

- (1) 將打出的生化柴油倒入分液漏斗，靜置於桌上一天。
- (2) 將沉於下層的甘油漏出。
- (3) 將溫水倒入分液漏斗，搖晃清洗，然後再靜置 30 分鐘。
- (4) 再將下層的水溶液漏出即可完成精製的過程。

二、 研究二：尋找生化柴油的日常生活應用

(一) 尋找生化柴油燈的合適燈芯

1. 說明：由於我們初步的想法是想以生化柴油燈拿來代替酒精燈，但經由實驗發現，將生化柴油填入一般酒精燈中，其燈芯並無法順利將油吸上來，因而導致燈芯迅速的越燒越短，且產生許多黑煙，所以接下來我們要尋找最適合的材料，來作為我們的生化柴

油燈的燈芯。

2. 步驟：

(1) 將各種不同的紙張揉成細條狀作為燈芯，先浸泡於生化柴油中，再裝入自製的柴油燈中。觀察柴油燈的燃燒情形，與冒黑煙的情形。

(2) 將乾餾後的紙張、木條做為燈芯，先浸泡於生化柴油中，再裝入自製的柴油燈中。觀察柴油燈的燃燒情形，與冒黑煙的情形。

(二) 柴油蠟燭的製作

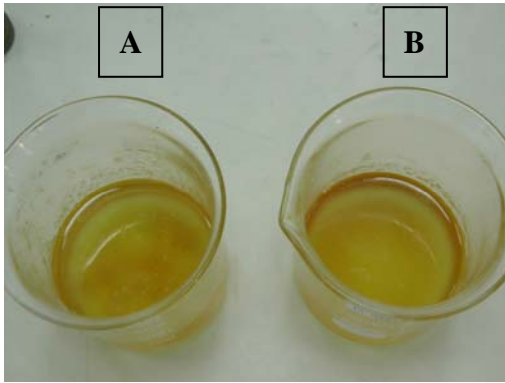
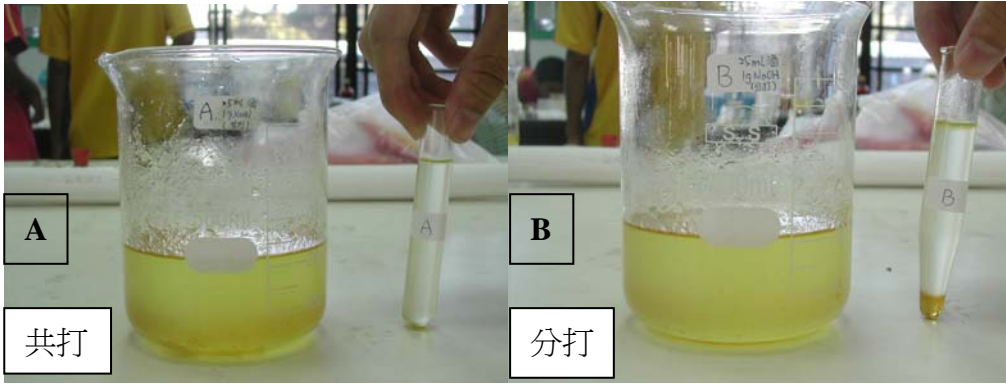
1. 將固態的蠟放入燒杯中加熱。
2. 當蠟融化成液態時，加入生化柴油再加熱數分鐘。
3. 將蠟與生化柴油的混和液到入試管中冷卻，並放入燈芯。
4. 待溶液冷卻後，即可完成。
5. 利用不同顏色的蠟，做成色彩繽紛的藝術蠟燭。
6. 添加精油或香料。

伍、 研究結果

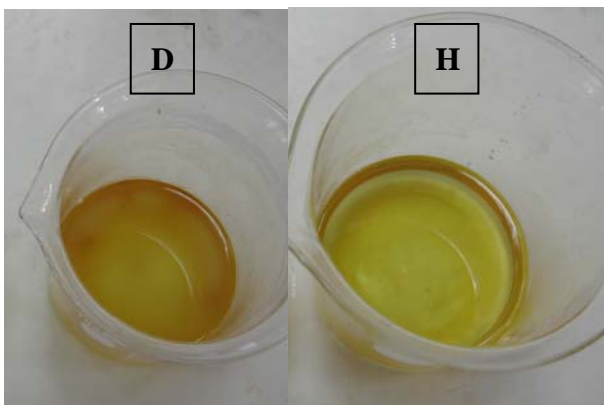
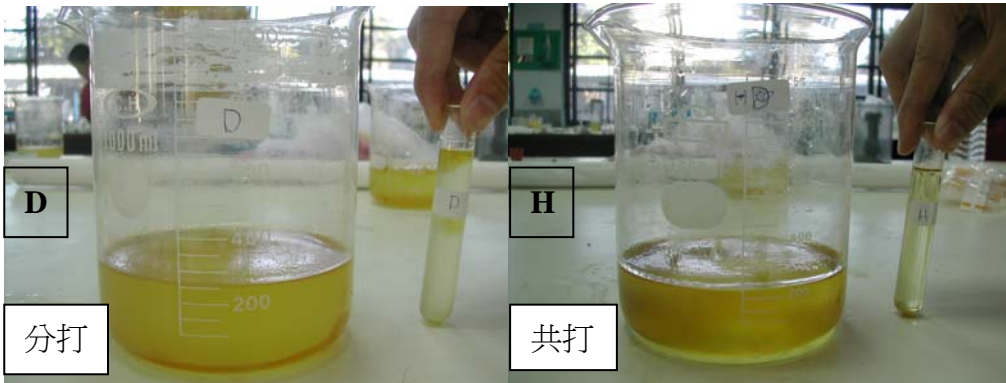
一、 研究一：尋找生化柴油的適當的合成比例

(一) 比較「分打」與「共打」的區別。

柴油代號	酒精	氫氧化鈉	回鍋油	打法	肥皂量
A	25ml	1g	250ml	共打	較多
B	25ml	1g	250ml	分打	較少



柴油代號	酒精	氫氧化鈉	回鍋油	打法	肥皂量
D	50ml	1g	250ml	分打	較少
H	50ml	1g	250ml	共打	較多

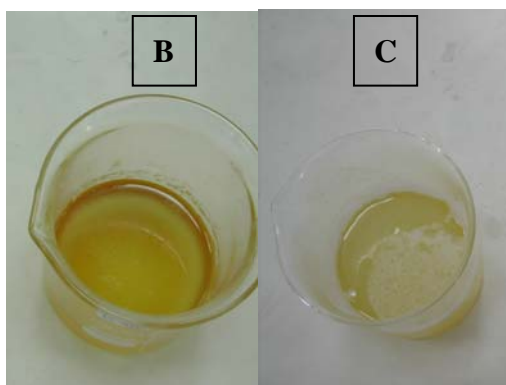
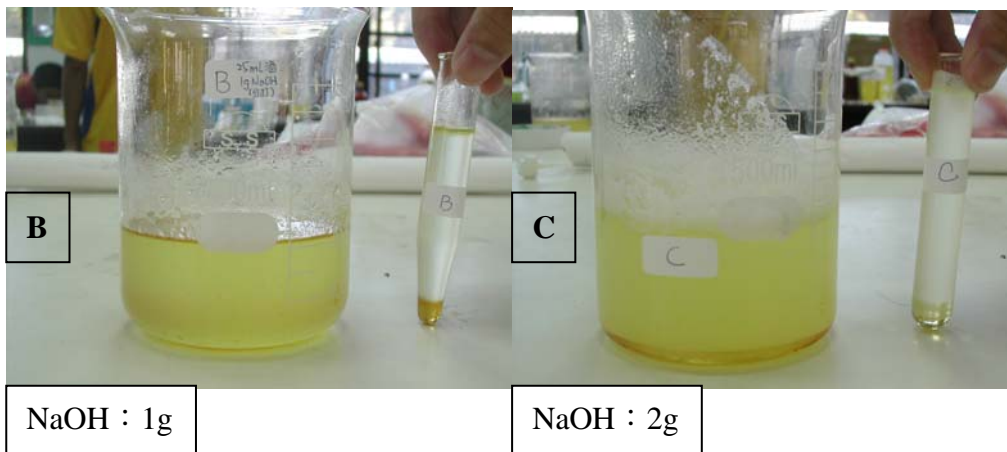


結論：1、當共打時，由於氫氧化鈉尚未完全溶解，催化的效果較差，造成氫氧化鈉與回鍋油產生皂化的現象較明顯，所以常會產生較多的肥皂。

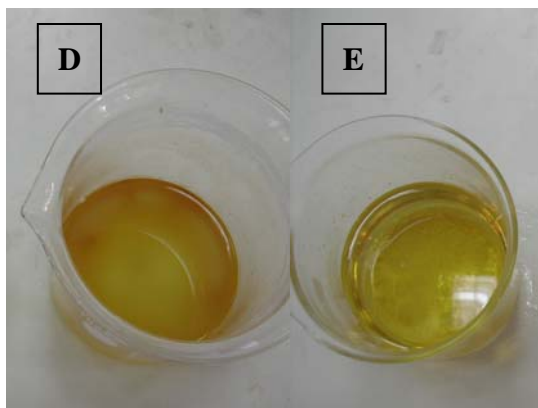
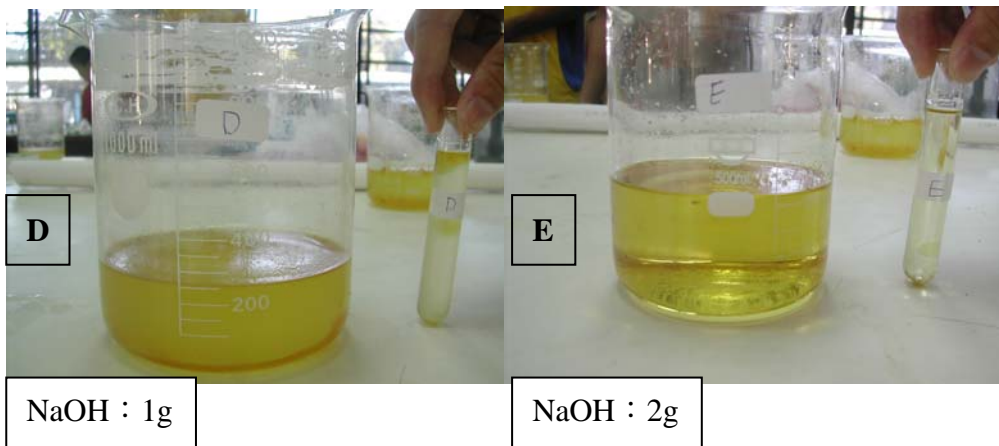
2、因為研究的目的是生化柴油的製作而非肥皂，故以下的實驗將採分開打的方式來探討。

(二) 比較氫氧化鈉含量對實驗的影響。

柴油代號	酒精	氫氧化鈉	回鍋油	打法	肥皂量
B	25ml	1g	250ml	分打	較少
C	25ml	2g	250ml	分打	較多



柴油代號	酒精	氫氧化鈉	回鍋油	打法	肥皂量
D	50ml	1g	250ml	分打	較少
E	50ml	2g	250ml	分打	較多



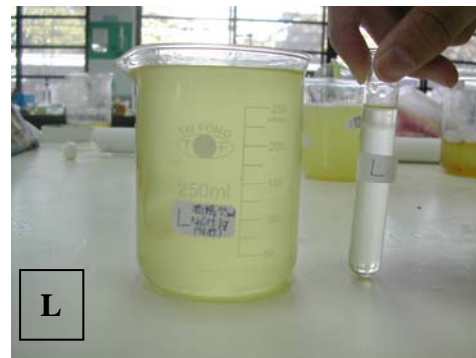
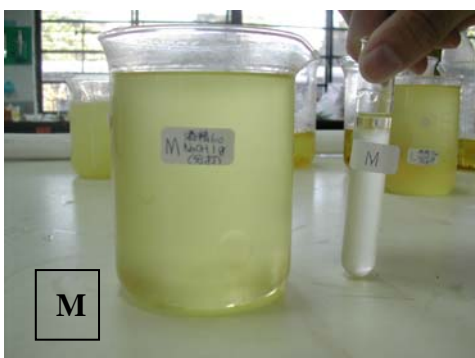
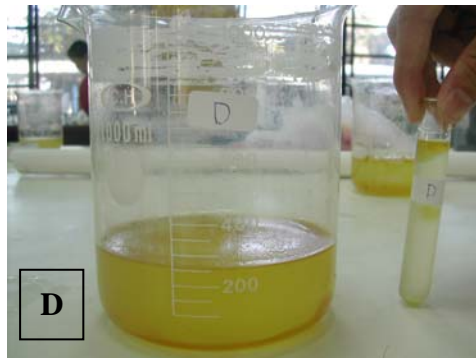
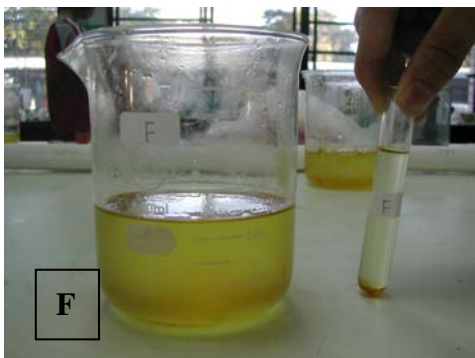
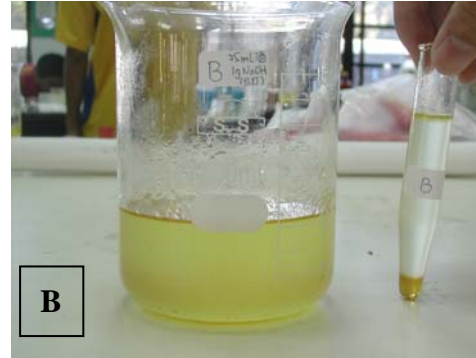
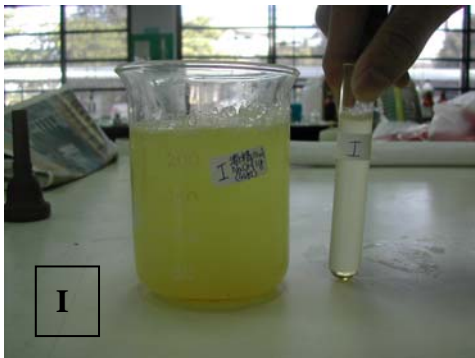
結論：當加入的氫氧化鈉較多時，相對的會造成皂化的現象較明顯，所以常會產生較多的肥皂。

(三) 比較酒精與回鍋油的比例對實驗的影響。

(A) 氫氧化鈉為 1g

柴油代號	回鍋油	酒精	回鍋油/酒精	氫氧化鈉	打法	觀察結果
I	250ml	15ml	16.67	1g	分打	生化柴油在上層，甘油在下層，同時有少量肥皂、催化劑在上下層都有。
B	250ml	25ml	10	1g	分打	生化柴油在上層，甘油在下層，同時有少量肥皂、催化劑在上下層都有。
F	250ml	40ml	6.25	1g	分打	生化柴油在上層，甘油在下層，同時有少量肥皂、催化劑在上下層都有。

D	250ml	50ml	5	1g	分打	生化柴油在下層，甘油在上層，同時有少量肥皂、催化劑在上下層都有。
M	250ml	60ml	4.17	1g	分打	生化柴油在下層，甘油在上層。
L	250ml	75ml	3.33	1g	分打	生化柴油在下層，甘油在上層。
N	50ml	50ml	1	1g	分打	生化柴油在下層，甘油在上層。



觀察結果：回鍋油/酒精的比值低於 5 之後，會發現有一團很大的油滴浮於上層，且肥皂含量極少。浮於上層的「異常」大油滴推測是甘油包覆著多餘的酒精。於是，我們以針筒取出「異常」大油滴後，再以打火機點燃，並與生化柴油及酒精燃燒的情形作一比較。此外，將這類生化柴油靜置一天後，我們可發現甘油又明顯的沈澱下來了。

種類	點燃難易度	燃燒情形
生化柴油	需加入燈芯並加熱 3~5 秒才可點燃。	火焰較小，且穩定。
浮於上層的「異常」大油滴	不需加入燈芯即可馬上點燃。	極為旺盛，火焰熄滅後殘留黃色的甘油。
酒精	不需加入燈芯即可馬上點燃。	極為旺盛。



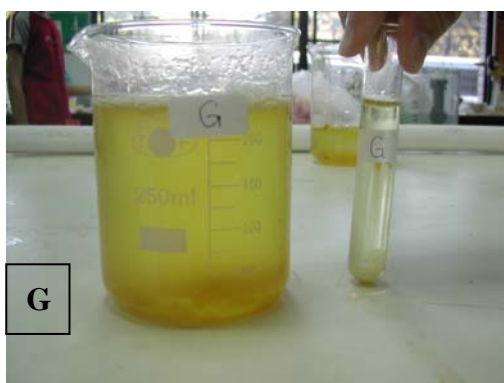
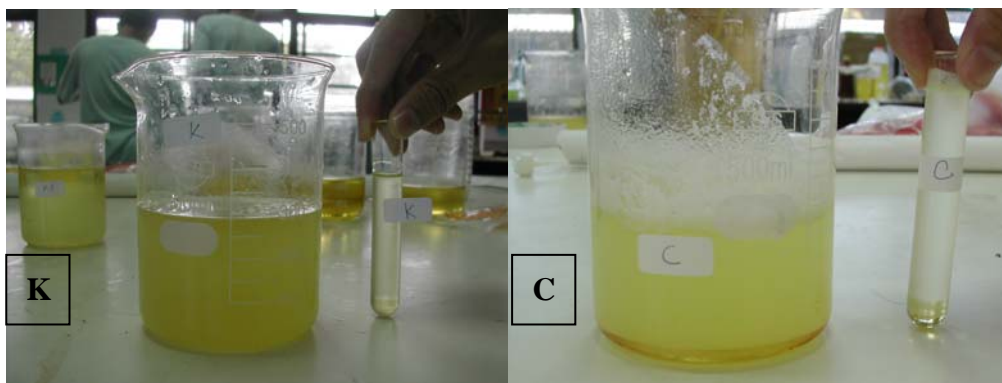
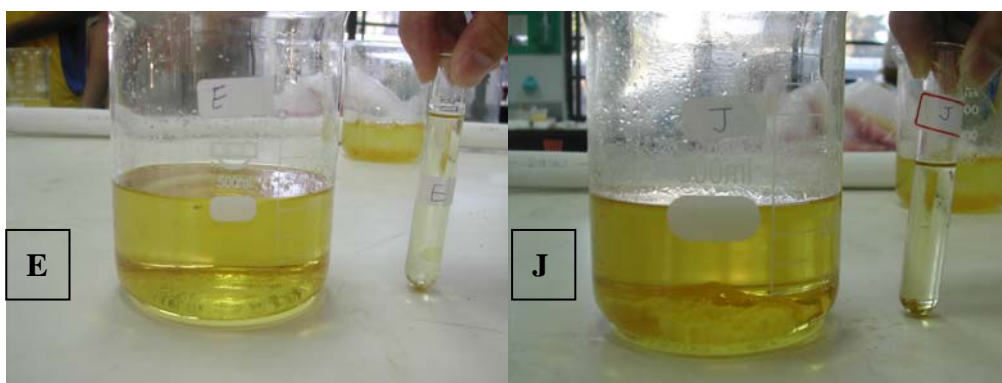
有明顯的甘油沈澱

(靜置一天後的 L 與 M)

(B)氫氧化鈉為 2g

柴油代號	回鍋油	酒精	回鍋油/酒精	氫氧化鈉	打法	觀察結果
O	250ml	100ml	2.5	2g	分打	溶液呈現澄清透明的琥珀色，沒有明顯的分層，底部有幾乎沒有肥皂、催化劑。
K	250ml	75ml	3.33	2g	共打	溶液呈現澄清透明的琥珀色，沒有明顯的分層，底部有些許的肥皂、催化劑。
E	250ml	50ml	5	2g	分打	溶液呈現澄清透明的琥珀色，沒有明顯的分層，底部有些許的肥皂、催化劑。

J	250ml	50ml	5	2g	共打	溶液呈現澄清透明的琥珀色，沒有明顯的分層，底部有些許的肥皂、催化劑。
C	250ml	25ml	10	2g	分打	生化柴油在上層，甘油在下層，同時有少量肥皂、催化劑在上下層都有。
G	250ml	25ml	10	2g	共打	生化柴油在上層，甘油在下層，同時有少量肥皂、催化劑在上下層都有。



結論：

1. 由於浮於上層的「異常」大油滴極易燃燒，且燃燒情形與酒精的燃燒非常類似，所以「異常」大油滴應為酒精與甘油的混合物。

2. 「異常」大油滴會浮於上層是因為酒精與甘油的混合密度小於生化柴油的緣故；在靜置數天之後，「異常」大油滴又沈澱下來了，應是其中的酒精揮發掉後，甘油因為密度較大的關係，所以又正常的沈澱於燒杯底部。
3. 當氫氧化鈉為 1g 時，回鍋油/酒精的比值低於 5 以下，催化劑的效果較差，使得酒精剩餘，剩餘的酒精會在攪拌的過程中，會被產生的甘油包圍，並浮於生化柴油之上，所以才會造成甘油浮於上層的現象。
4. 當氫氧化鈉為 2g 時，回鍋油/酒精的比值低於 5 以下，不論共打或分打，皆會造成澄清透明的琥珀色溶液，而沒有「異常」大油滴會浮於上層的現象。且將此溶液抽出檢驗後發現：

種類	酸鹼性	點燃難易度	燃燒情形
生化柴油	中性	需加入燈芯並加熱 3~5 秒才可點燃。	火焰較小，且穩定。
琥珀色溶液	鹼性	不需加入燈芯即可馬上點燃。	極為旺盛，火焰熄滅後殘留固態的黃色物質。

- (1) 琥珀色溶液中幾乎沒有肥皂或剩餘的氫氧化鈉，故推測在反應過程中沒有發生皂化現象。
- (2) 琥珀色溶液中沒有明顯的分層現象，故推測在反應過程中沒有產生生化柴油，亦即沒有產生交酯化現象。
- (3) 琥珀色溶液極易燃燒，且呈鹼性，故推測溶液中應含有酒精，且氫氧化鈉溶於酒精中，使溶液呈現鹼性。
- (4) 琥珀色溶液燃燒後會有固態的黃色物質殘留，此與課本中進行皂化反應後生成的肥皂與甘油的混和物極為類似。
- (5) 由以上的觀察現象及燃燒後的情形可以知道，此琥珀色溶液的形成過程沒有發生皂化或交酯化反應，故無生化柴油的產生，此非本實驗所要討論之主題，故留待後續實驗再進行詳細

的探討。

(四) 生化柴油的精製



1.剛打出的生化柴油（內有甘油懸浮）。



2.靜置一天後，甘油已沈澱。



3.甘油漏掉後，柴油內仍有懸浮物。



4.加入溫水以清洗柴油。



5.以溫水清洗後的柴油，顯的更加清澈。

二、 研究二：尋找生化柴油的日常生活應用

(一) 尋找生化柴油燈的合適燈芯

燈芯種類	燃燒時的吸油情形	燃燒時的黑煙
酒精燈的燈芯	柴油無法順利被吸上去	產生許多黑煙
尼龍線	柴油無法順利被吸上去	尼龍線很快就捲曲成球狀
吸油面紙	柴油可順利被吸上去	剛燃燒時黑煙較多，之後黑煙較少

市售蠟燭燈芯	柴油可順利被吸上去	剛燃燒時黑煙較多，之後黑煙較少
乾餾後的濾紙	柴油可順利被吸上去	剛燃燒時黑煙較多，之後黑煙較少
乾餾後的筷子	柴油無法順利被吸上去	產生許多黑煙



結論：

1. 生化柴油閃火點較高，不像酒精一樣，打火機一點就可點燃。所以即使打翻了柴油燈，火焰也會因為溫度下降而迅速熄滅，在使用的安全性較酒精燈更高。
2. 紙類製成的燈芯，吸油性較好，燃燒時的黑煙也較少。

(二) 柴油蠟燭的製作



結論：將生化柴油製成蠟燭，使廢棄的回鍋油成為點綴生活氣氛的美妙用品，且燃燒過程臭味又少，相當不錯呢！

陸、 討論與結論

- 一、 製作生化柴油時，為減少產生過多的肥皂，應該先將酒精與氫氧化鈉混合攪拌，使氫氧化鈉溶於酒精之後，再加入回鍋油繼續攪拌。
- 二、 若以 250ml 的回鍋油製作生化柴油時，建議加入的酒精在 25~40 之間為宜，且氫氧化鈉僅需 1g 即可。
- 三、 經過精製後的生化柴油，顯現出清澈的淡黃色。
- 四、 若以生化柴油來做油燈，則燈芯以吸油性好的紙類或乾餾的紙來製作，較為恰當。
- 五、 在尋找生化柴油的適當合成比例時意外的發現，如果降低酒精的份量，再提高氫氧化鈉的份量，則可以用果汁機打出許多肥皂。以此方法來代替課本中製造肥皂時的加熱法，將顯的更有效率，且安全！
- 六、 生化柴油在燃燒時雖然較酒精燈更為安全，但常會產生黑煙，如果可以在供油速率、供油量能夠有效的控制，可使生化柴油更能完全燃燒。
- 七、 生化柴油在反應後會產生甘油，聽說是製造化妝品的原料，如果也能加以回收利用，應用於生活上，更能增加其經濟價值！
- 八、 實驗中意外發現的琥珀色溶液其性質非常特別，既非回鍋油，亦非生化柴油或酒精，但因非本實驗所要探討之生化柴油，故留待後續實驗時，可再進行更詳細的研究與分析。

柒、 參考文獻

謝惠子（無日期）。「食」成金的綠色原油。民 93 年 3 月 20 日，取自：

<http://www.tier.org.tw/07publication/energy/9312/%A6A%A5%CD%AF%E0%B7%BD.htm>

綠園科技生化柴油事業部（無日期）。生化柴油BIODIESEL本世紀最乾淨的燃料。民 93 年 3 月 20 日，取自：

<http://myweb.hinet.net/home5/daryoung/DataBase/bio1.ppt>

生化柴油（民 94 年 4 月 14 日）。Yahoo!奇摩知識。民 93 年 3 月 20 日，取自：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1005032003826>

生化柴油如何製作？（民 94 年 3 月 20 日）。Yahoo!奇摩知識。民 93 年 3 月 20 日，取自：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1105041403013>

蛻變中的柴油引擎進化論（無日期）。網路汽車共和國。民 93 年 3 月 20 日，取自：<http://tw.autos.yahoo.com/040224/68/j1be.html>

生化柴油怎麼DIY？（民 94 年 5 月 11 日）。Yahoo!奇摩知識。民 93 年 3 月 20 日，取自：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1105051006423>

以回鍋油創製生化柴油，具有環保與科學教育性，未來催化劑的改良與實用性上，可以有進一步的深入研究。

編號 030820