

# 嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生活與應用科學(2)(環保與民生)

組 別：國小組

作品名稱：廢油變黃金環保一把皂

關 鍵 詞：廢食用油、新冠肺炎、綠色消費

編 號：

## 作品名稱：廢油變黃金環保一把皂

### 摘要

#### 壹、研究動機

歷年來，劣質油品事件爆發後震驚全台，讓台灣人無不聞油色變，瞬間廢食用油回收成為社會上的熱門話題，廢食用油若是加工再「變身」為食用油，對人體的健康傷害極大，隨意傾倒排水溝也將造成環境汙染與破壞生態，有效管理流向及妥善再利用，是目前急需要處理的棘手問題。

目前很多的流行傳染疾病，例如新冠肺炎或是流感大都是依賴口沫傳染給他人，勤洗手變成很有效的預防方式，將廢食用油變身為自製環保皂乳用來洗手是一種創新的方法，如何防護自我健康及保護地球環境，是目前全世界的每個公民不可漠視的議題。

廢食用油經過妥善處理之後變成環保且有用的資源，能實踐課程中綠色消費的行為，於是擬定八個研究目的進行探討，應用課程教材內容如表一。

表一 應用課程教材內容

課程教材	章節	單元名稱	內容相關性
自然與生活科技 (康軒版三上)	四	溶解	溶解與攪拌及溫度的關係
自然與生活科技 (康軒版六下)	三	生物、環境與自然資源	1.資源開發與永續經營 2.汙染防治與綠色消費者

#### 貳、研究目的

- 一、探討以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂是否可行。
- 二、探討廢食用油的量對肥皂生成量的影響。
- 三、探討加熱對以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂生成量的影響。
- 四、探討攪拌對以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂生成量的影響。
- 五、探討加入檸檬酸對以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂酸鹼性的影響。
- 六、探討比較一般肥皂、清潔劑與自製肥皂的特性與去污力。
- 七、探討是否可應用自製肥皂製成客製化符合綠色消費的皂乳，以符合商業價值及環保的需求。
- 八、探討客製化綠色消費產品滿意度之研究。

## 參、研究設備及器材

表二 研究設備及器材彙整表

研究項目	研究設備及器材內容
研究一、探討以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂是否可行。	氫氧化鈉、電子秤、量杯、量筒、布丁杯盒、廢食用油、沙拉油、椰子油、純水、不銹鋼鍋、鐵鍋、攪拌器、塑膠手套、口罩、模型盒數個、簽字筆、標籤紙、篩網
研究二、探討廢食用油的量對肥皂生成量的影響。	氫氧化鈉、電子秤、量杯、量筒、布丁杯盒、廢食用油、純水、不銹鋼鍋、鐵鍋、攪拌器、塑膠手套、口罩、模型盒數個、簽字筆、標籤紙、篩網
研究三、探討加熱對以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂生成量的影響。	氫氧化鈉、電子秤、量杯、量筒、布丁杯盒、廢食用油、純水、不銹鋼鍋、鐵鍋、攪拌器、塑膠手套、口罩、模型盒數個、簽字筆、標籤紙、篩網、瓦斯爐
研究四、探討攪拌對以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂生成量的影響。	氫氧化鈉、電子秤、量杯、量筒、布丁杯盒、廢食用油、純水、不銹鋼鍋、鐵鍋、攪拌器、塑膠手套、口罩、模型盒數個、簽字筆、標籤紙、篩網
研究五、探討加入檸檬酸對以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂酸鹼性的影響	氫氧化鈉、檸檬酸、電子秤、量杯、量筒、布丁杯盒、廢食用油、純水、不銹鋼鍋、鐵鍋、攪拌器、塑膠手套、口罩、模型盒數個、簽字筆、標籤紙、篩網
研究六、探討比較一般肥皂、清潔劑與自製肥皂的特性與去污力。	自製肥皂、一般肥皂、水晶肥皂、粉狀洗衣粉、液態洗衣精、塑膠手套、口罩、簽字筆、標籤紙
研究七、探討是否可應用自製肥皂製成客製化符合綠色消費的皂乳，以符合商業價值及環保的需求。	自製肥皂、電子天平、量杯、量筒、玻璃棒、布丁杯盒、小蘇打粉、純水、不銹鋼鍋、鐵鍋、量杯、攪拌器、瓦斯爐、標籤紙、塑膠手套、布手套、口罩、橡皮刮刀、薰衣草精油、香茅油、肉桂粉、當歸粉、黃蓮粉、黃耆粉、三黃中藥材(黃蓮、黃芩、黃柏)、回收空瓶。
研究八、客製化綠色消費產品滿意度研究	自製環保皂乳、電腦、印表機、A4紙、問卷

## 肆、研究過程或方法

### 研究一、探討以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂是否可行

一、研究設備及器材：(見表二)




二、方法與過程：

(一)、實驗步驟：

1. 準備實驗所需要器材，校正電子磅秤，先行歸零並校正。
2. 廢食用油都是經由廚房油炸後回收，使用前先經過濾，再取 100g 的廢食用油加入鍋子中，準備好器具，開始攪拌。
3. 一邊攪拌一邊緩緩加入 15g 的氫氧化鈉。
4. 攪拌到完全溶解後，加入水 30mL 攪拌均勻，攪拌到氫氧化鈉完全溶解(成為鹼水)，廢食用油開始濃稠時停止，放置於容器內，兩天後脫模，在靜置兩週後觀察皂化情形是否成皂塊。
5. 同樣的方式，取 100g 的沙拉油重複上述的步驟，攪拌到氫氧化鈉完全溶解，沙拉油開始濃稠時停止，放置於容器內，兩天後脫模，在靜置兩週後觀察皂化情形是否成皂塊。
6. 再以同樣的方式，取 100g 的椰子油重複上述的步驟，攪拌到氫氧化鈉完全溶解，椰子油開始濃稠時停止，放置於容器內，兩天後脫模，在靜置兩週後觀察皂化情形是否成皂塊。
7. 將所有肥皂靜置兩週後，測試廢食用油肥皂、沙拉油及椰子油的洗滌情況，以便了解廢食用油在經過高溫油炸後，是否具有洗滌能力。
8. 最後，將觀察與紀錄結果於表三。

(二) 實驗照片：

表三 研究一之觀察紀錄表

		
電子秤校正與容器編號	準備 15g 的氫氧化鈉	準備濾網進行過濾



過濾廢食用油



分裝廢食用油



完成分裝



加入水攪拌至均勻成鹼水



加入鹼水至椰子油進行攪拌



加入鹼水至沙拉油進行攪拌



加入鹼水至廢食用油進行攪拌



攪拌至開始濃稠就停止



沙拉油組分裝至盒子

		
椰子油組分裝至盒子	廢食用油組分裝至盒子	分裝完成靜置兩週後觀察
		
用刀測試椰子油組硬度	用刀測試廢食用油組硬度	用刀測試沙拉油組硬度
		
切割椰子油組進行洗滌	切割廢食用油組進行洗滌	切割沙拉油組進行洗滌

### 三、實驗結果：

- 1.製做肥皂的過程中，利用沙拉油、椰子油及廢食用油當原料，在攪拌形成濃稠的情況，椰子油的時間最短，其次是沙拉油，最後才是廢食用油。
- 2.在靜置兩週後，硬化程度，廢食用油硬化程度最大，其次是椰子油，最後是沙拉油。
- 3.在靜置兩週後，利用沙拉油、椰子油及廢食用油當原料的肥皂，都可以去污，也同時具備洗滌能力。
- 4.氣味上面，椰子油以及沙拉油的肥皂沒有明顯臭味，而廢食用油的肥皂有明顯臭味。

#### 四、討論：

- 1.攪拌過程中，發現椰子油及沙拉油的顏色為乳白色，而廢食用油的顏色較深，可見經過高溫的油炸之後，廢食用油的成份有些許的改變，需要利用更多證據的瞭解皂化的結果。
- 2.由皂化的結果發現，在靜置兩週後，皂化成硬塊的情況，椰子油成塊狀最完整，廢食用油過度硬化，而沙拉油尚未成塊。由皂化的時間來判斷，廢食用油的皂化成塊速度最快，其次是椰子油，最後是沙拉油。
- 3.在靜置兩週後，測試三者的洗滌能力，呈現差不多的能力，但氣味部分，廢食用油呈現明顯的臭味，其他兩個沒有呈現。

#### 五、小結：

- 1.經過上述的結果發現，椰子油皂化成塊速度最好，廢食用油次之，最後是沙拉油，可見油的品質對於皂化的影響很大。
- 2.廢食用油是經過高溫油炸後所收集的回收油，成份比原先油品複雜，雖然皂化出的肥皂可能不及椰子油或沙拉油，但仍具有皂化效果，但呈現的臭味的問題需要解決。
- 3.由實驗可知，利用廢食用油製作肥皂是可行的，但相關問題如氣味、材料比例以及如何調整有待進一步研究。
- 4.廢食用油的成份與品質不同於一般油品，下一個研究將探討廢食用油的量對肥皂生成量的影響。

### 研究二、探討廢食用油的量對肥皂生成量的影響

#### 一、研究設備及器材：(見表二)

#### 二、方法與過程：

##### (一)、實驗步驟：

1. 準備四個 500mL 的量杯，標上 A、B、C、D，分別進行攪拌與實驗，其中  
A 量杯加入 100g 的廢食用油 B 量杯加入 150g 的廢食用油  
C 量杯加入 200g 的廢食用油 D 量杯加入 250g 的廢食用油
2. 廢食用油都是經由廚房油炸後回收，使用前先經過濾，再取 A 量杯的廢食用油加入鍋子中，準備好器具，開始攪拌。
3. 一邊攪拌一邊緩緩加入 15g 的氫氧化鈉。
4. 攪拌到完全溶解後，加入水 30mL 攪拌均勻，攪拌到氫氧化鈉完全溶解，廢食用油開始濃稠時停止，放置於容器內，兩天後脫模，在靜置兩週後觀察皂化情形是否成皂塊。
5. 以同樣的方式，進行 B、C、D 的實驗，在靜置兩週後觀察皂化情形並紀錄於表四。
6. 將所有肥皂靜置兩週後，測試 A(100g)、B(150g)、C(200g)、D(250g)的洗滌情況，以便了解利用廢食用油在不同比例洗滌能力的表現。
7. 最後，將觀察與紀錄結果於表四。

(二) 實驗照片：

表四 研究二之觀察紀錄表

		
<p>分裝 100g 的廢食用油</p>	<p>分裝 150g 的廢食用油</p>	<p>分裝 200g 的廢食用油</p>
		
<p>分組進行攪拌</p>	<p>相同的時間攪拌</p>	<p>攪拌到開始濃稠時停止</p>
		
<p>濃稠時開始進行分裝</p>	<p>分裝完成後，靜置兩週後觀察</p>	<p>靜置兩週後，100g 組皂塊已完全硬化</p>



		
靜置 2 週 150g 組皂塊成軟性塊狀	靜置 2 週 200g 組皂塊成軟性塊狀	靜置 2 週 250g 組皂塊成軟性塊狀

### 三、實驗結果：

1. 由皂化成塊速度表現上，A(100g)最快，其次依序為 B(150g)、C(200g)，最後為 D(250g)的廢食用油。
2. 在靜置兩週後，測試四者的洗滌能力，呈現 A(100g)最佳，其次依序為 B(150g)、C(200g)，最差為 D(250g)的廢食用油。

### 四、討論：

1. 肥皂是由油脂(十八個碳的硬脂肪酸和甘油酯化形成)和氫氧化鈉反應而成，過多的廢食用油無法持續更多的肥皂效果，由濃稠程度以及皂化成硬塊的時間可以發現，在固定比例的氫氧化鈉，過少的廢食用油將會過度濃稠，而發生攪拌時間不足，而影響皂化效果，而太多的廢食用油將不易產生濃稠，甚至無法皂化。
2. 最適當的比例廢食用油:氫氧化鈉為 100:15，後面陸續的實驗將以此比例進行。

### 五、小結：

透過溶解的方式製作肥皂，可以達成廢食用油及氫氧化鈉的皂化的效果，希望透過更好的方式達到研究的效果，下個研究將採用加熱方式來溶解氫氧化鈉製造肥皂。

## 研究三、探討加熱對以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂生成量的影響

### 一、研究設備及器材：(見表二)

### 二、方法與過程：

#### (一)、實驗步驟：

1. 準備四個 500mL 的量杯及鐵鍋，分別標上 A、B、C、D，並在量杯內加入 15g 的氫氧化鈉 和 30mL 的水，攪拌至溶解。
2. 在四個鐵鍋中緩緩加入 100g 的廢食用油及溶解完成的氫氧化鈉和水，並在瓦斯爐上加熱。






A 鐵鍋加熱 1 分鐘， B 鐵鍋加熱 3 分鐘

C 鐵鍋加熱 6 分鐘， D 鐵鍋加熱 9 分鐘

3. 依照 A、B、C、D 組規劃的時間加熱，完成後分裝於容器中。
4. 靜置兩週觀察皂化情形並紀錄於表五。

(二) 實驗照片：

表五 研究三之觀察紀錄表

		
<p>分裝好加入材料進行加熱</p>	<p>加熱時間觀察變化情形</p>	<p>加熱時間完成後靜置降溫</p>
		
<p>降溫後進行分裝</p>	<p>依照不同時間標示時間</p>	<p>觀察不同加熱時間的變化</p>
		
<p>加熱時間越久的已開始皂化</p>	<p>靜置 2 週 1 分鐘組皂化情形</p>	<p>靜置 2 週 3 分鐘組皂化情形</p>

		
靜置 2 週 6 分鐘組皂化情形	靜置 2 週 9 分鐘組皂化情形	靜置 2 週 1 分鐘組皂化不完全
		
靜置 2 週 3 分鐘組皂化不完全	靜置 2 週 6 分鐘組皂化不完全	靜置 2 週 9 分鐘組皂化完全

### 三、實驗結果：

- 1.由皂化成塊速度表現上，D(9 分鐘)最快，其次依序為 C(6 分鐘)、B(3 分鐘)，最後為 A(1 分鐘)的廢食用油，由此可知，加熱的時間越長，溶解的效果最好，皂化的速度也越快。
- 2.加熱過程中，呈現的臭味則是 D(9 分鐘)最臭，其次依序為 C(6 分鐘)、B(3 分鐘)，最後為 A(1 分鐘)的廢食用油，由此可知，加熱的時間越長，產生的臭味越嚴重。
- 3.靜置兩週後，觀察各組皂化的情形，加熱時間越久，皂化越完整。

### 四、討論：

- 1.透過參考資料發現(手工肥皂的製造)，手工香皂比一般機器大量生產的香皂保濕性好，就是因為多了「甘油」這種成分。甘油是在保養品與化妝品裡所不能缺少的保濕成分，而一般機器大量生產的香皂，會把甘油這種成分抽離。而手工香皂不但含有天然的甘油，而且比例高達 25%左右，保濕效果超好，使用起來對皮膚則是十分溫和，不會乾澀。
- 2.利用廢食用油來做肥皂，加熱過程中，如果加熱時間超過 3 分鐘以上，會有氣泡產生的現象，而且會產生臭味。
- 3.加熱時間超過 6 分鐘後，上層形成肥皂，但下層仍有油和氫氧化鈉，但加熱超過 8 分鐘，整鍋均產生肥皂，產生強烈惡臭。
- 4.綜合以上的實驗：我們認為要利用廢食用油來做肥皂，加熱的時間太短，產生的肥皂，顏

色和氣味均不佳；加熱的時間愈久，肥皂的產量愈少，因此，加熱時間在 4 至 5 分鐘的時間上最佳。

#### 五、小結：

雖然利用加熱可以達到廢食用油及氫氧化鈉的皂化的效果，但所產生的臭味是一大缺點，更是大部分的人無法接受的致命問題，下個實驗將探討另一個溶解的方式—攪拌。

#### 研究四、探討攪拌對以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂生成量的影響

一、研究設備及器材：(見表二)

二、方法與過程：

(一)、實驗步驟：

1. 準備 500mL 的量杯，標上 A.B.C.D，並在量杯內加入 15g 的氫氧化鈉 和 30mL 的水，攪拌至溶解。
2. 在四個鐵鍋中緩緩加入 100g 的廢食用油，再慢慢加入溶解的氫氧化鈉及水，並開始進行攪拌。  
A 量杯攪拌 5 分鐘， B 量杯攪拌 10 分鐘  
C 量杯攪拌 15 分鐘， D 量杯攪拌 20 分鐘
3. 依照 A、B、C、D 組規劃的時間攪拌，完成後分裝於容器中。
4. 靜置兩週觀察皂化情形並紀錄於表六。

(二) 實驗照片：

表六 研究四之觀察紀錄表

		
各組加入廢食用油	各組加入鹼水開始進行攪拌	攪拌到預定時間

		
攪拌結束後進行分裝	靜置 2 週 5 分鐘組皂化情形	靜置 2 週 10 分鐘組皂化情形
		
靜置 2 週 15 分鐘組皂化情形	靜置 2 週 20 分鐘組皂化情形	靜置 2 週 5 分鐘組切塊情形
		
靜置 2 週 10 分鐘組切塊情形	靜置 2 週 15 分鐘組切塊情形	靜置 2 週 20 分鐘組切塊情形

### 三、實驗結果：

1. 由皂化的結果發現，在靜置兩週後，皂化成硬塊的情況，D(20 分鐘)最佳，其次依序為 C(15 分鐘)、B(10 分鐘)，最差為 D(5 分鐘)的廢食用油。
2. 在靜置兩週後，測試四者的洗滌能力，呈現 D(20 鐘)最佳，其次依序為 C(15 鐘)、B(10 分鐘)，最差為 D(5 分鐘)的廢食用油。

### 四、討論：

1. 利用廢食用油製作肥皂，加熱過程中產生的氣味不好聞，因此我們參考手工肥皂的製作方

法，如果不加熱、只攪拌，是否可產生肥皂？肥皂的產率如何？

2. 因此我們在實驗過程中，先將氫氧化鈉溶解後，再緩緩加入廢食用油後攪拌，剛開始鐵鍋內可看到兩層界限，經攪拌後，可看到燒杯內的溶液呈現白濁狀，並漸漸呈現黏稠狀。
3. 攪拌 5 分鐘時，溶液的現象為稀稀的淡白色；經 3 天後肥皂才硬化。攪拌 10 分鐘時，溶液的現象為稀稀的淡白色；經 3 天後肥皂才硬化。攪拌 15 分鐘時，溶液的現象為稀稀的淡黃色；經 2 天後肥皂才硬化。攪拌 20 分鐘時，溶液的現象為稍稍濃稠的淡黃色；經 2 天後肥皂才硬化。
4. 利用廢食用油製作肥皂，攪拌的時間約 15-20 分鐘時，溶液的顏色轉變為稍稍濃稠的淡黃色，最有利於肥皂的生成，且硬化的時間也較短。
5. 以攪拌的方式來製作肥皂，優點：在產量方面比加熱的方式佳；攪拌過程也沒有臭味產生，生成的肥皂顏色很白。缺點：形成肥皂和硬化的時間較長。

五、小結：

1. 綜合以上的實驗，為克服臭味以及顏色上的考量，自製肥皂塊的製作將採用攪拌約 20 分鐘的廢食用油：氫氧化鈉：水為 100：15：30 的比例方式進行。
2. 廢食用油及氫氧化鈉的皂化的效果加入了鹼性物質，過度鹼性的自製肥皂，對人體可能或多或少產生傷害，下個實驗將探討加入酸性物質而不致影響廢食用油肥皂的製作。

#### 研究五、探討加入檸檬酸對以廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂酸鹼性的影響

一、研究設備及器材：(見表二)

二、方法與過程：

(一)、實驗步驟：

1. 準備四個 500mL 的量杯，標上 A、B、C、D，並在量杯內加入 15g 的氫氧化鈉和 30mL 的水，攪拌至溶解。
2. 在四個鐵鍋中緩緩加入 100g 的廢食用油，再慢慢加入溶解的氫氧化鈉及水。
3. 在四個鐵鍋中加入檸檬酸  
A 量杯加入 0.2g， B 量杯加入 0.4g  
C 量杯加入 0.6g， D 量杯加入 0.8g
4. 開始進行攪拌約 20 分鐘
5. 以廣用試紙測量加入檸檬酸肥皂的酸鹼性情況，並紀錄於表七。

(二) 實驗照片：

表七 研究五之觀察紀錄表

		
各組加入廢食用油	各組加入鹼水	各組加入檸檬酸
		
各組開始攪拌 20 分鐘	攪拌完成後，測試酸鹼度	檸檬酸 0.2g 組的酸鹼度情況
		
檸檬酸 0.4g 組的酸鹼度情況	檸檬酸 0.6g 組的酸鹼度情況	檸檬酸 0.8g 組的酸鹼度情況

三、實驗結果：

1. 加入檸檬酸可以將肥皂的鹼性降低，加入越多的檸檬酸，肥皂鹼性強度越低。
2. 加入檸檬酸之後，原先容易脆裂的肥皂變成塊狀。

四、討論：

1. 實驗過程中，在攪拌好的肥皂溶液中，加入檸檬酸，希望降低鹼性強度而不影響皂化現象。

實驗結果顯示，加入的檸檬酸愈多，肥皂的 pH 值愈小，廣用試紙顏色也稍微變淡，加入檸檬酸可以有效控制肥皂的 pH 值。

2.加入檸檬酸的情況下，對於皂化現象影響不大，研究發現，可以讓原先容易脆裂的肥皂變成塊狀。

3.塊狀的肥皂有助於後續產品的處理。

#### 五、小結：

在測試加檸檬酸的肥皂時，肥皂較不易破碎，對於日後的產品製作有很大的幫助。另外，加入檸檬酸可以降低肥皂的鹼性程度，對於人體的傷害及環境的破壞可以稍微降低。我們發現肥皂臭味依然無法完全克服，對於要應用於日常生活的產品，使用者對於味道的接受程度是必須要克服的問題。後續研究將持續探討廢食用油和氫氧化鈉來製作肥皂時，如何減少臭味而符合客製化綠色消費的產品。另一方面，去汙力是產品競爭力的很大關鍵，下個實驗將探討自製肥皂的特性與去汙力問題。

### 研究六、探討比較一般肥皂、清潔劑與自製廢油肥皂的特性與去汙力

一、研究設備及器材：(見表二)

二、方法與過程：

(一)、實驗步驟：

1. 把一般肥皂、水晶肥皂、液狀清潔劑、粉狀清潔劑、自製廢油肥皂與器材準備好。
2. 此項實驗主要是在測試洗滌材料對污漬的去汙力作比較。
3. 以三種物品來測試，分別是番茄醬、烏醋、機油。
4. 測試方式為把每種測量物先滴到白色毛巾上，並靜置二十分鐘，再以洗滌材料清洗。
5. 每種清洗時間皆為三到五分鐘，超過五分鐘後即停止清洗。
6. 清洗結束後再記錄每種洗滌材料的去汙力於表八。

(二) 實驗照片：

表八 研究六之觀察紀錄表

		
準備各種汙染物(機油)	準備各種汙染物(番茄醬)	準備五條白布進行實驗





固定時間洗滌(自製肥皂)

固定時間洗滌(一般肥皂)

固定時間洗滌(洗衣粉)



水晶肥皂洗滌結果(番茄醬)

一般肥皂洗滌結果(番茄醬)

洗衣精洗滌結果(番茄醬)



自製肥皂洗滌結果(番茄醬)

洗衣粉洗滌結果(番茄醬)

水晶肥皂洗滌結果(烏醋)



洗衣精洗滌結果(烏醋)

洗衣粉洗滌結果(烏醋)

一般肥皂洗滌結果(烏醋)

		
廢油肥皂洗滌結果(烏醋)	一般肥皂洗滌結果(機油)	洗衣精洗滌結果(機油)
		
洗衣粉洗滌結果(機油)	水晶肥皂洗滌結果(機油)	廢油肥皂洗滌結果(機油)

### 三、實驗結果：

1. 汙染物為番茄醬時，粉狀清潔劑及自製廢油肥皂洗滌效果最好，一般肥皂及水晶肥皂次之，液狀清潔劑最差。
2. 汙染物為烏醋時，粉狀清潔劑及自製廢油肥皂洗滌效果最好，液狀清潔劑次之，一般肥皂及水晶肥皂最差。
3. 汙染物為機油時，粉狀清潔劑及自製廢油肥皂洗滌效果最好，液狀清潔劑、一般肥皂及水晶肥皂差不多。

### 四、討論：

1. 研究結果顯示，洗滌力上的表現，對於不同的汙染物所造成汙垢的清潔力，不同的清潔產品各有不同。
2. 自製廢油肥皂對於各種的汙染物在洗滌效果上，都有不錯的表現，值得後續研究成配方而製成客製化符合綠色消費的產品。
3. 氣味問題是目前最主要需要克服的問題。

### 五、小結：

在本次的實驗中發現，自製肥皂的洗滌效果在各項表現上都是最好，也是最讓人驚喜的地方，若能有效利用所表現的洗滌力，加上不同的創意思考，可以製作出客製化符合綠色消

費的產品，達到資源再利用的理念。下個研究將持續增加不同的材料，預期降低不好聞的氣味以提高使用者的使用意願。

### 研究七、探討是否可應用自製肥皂製成客製化符合綠色消費的皂乳，以符合商業價值及環保的需求

一、研究設備及器材：(見表二)

二、方法與過程：

(一)、實驗步驟：

- 1.首先將準備自製肥皂塊 1 公斤(置放一個月，完全皂化)、水 7~8 公斤、小蘇打粉 20g 以及不同的配方材料。
- 2.準備不鏽鋼鍋、瓦斯爐、攪拌器、刨絲器（或刀子）及空瓶。
- 3.用刨絲器（或刀子）將肥皂塊刨絲或切成小塊，加水浸泡三小時，使其軟化。
- 4.不鏽鋼鍋中加水煮開，加入皂絲，待煮滾攪拌溶解。
- 5.隨即關火，蓋上鍋蓋，等待降溫。
- 6.配方材料為粉末狀的先行加水溶解或浸泡，材料分別為薰衣草精油、香茅油、肉桂粉、當歸粉、黃蓮粉、黃耆粉、三黃中藥材(黃蓮、黃芩、黃柏)。
- 7.降溫後加入不同的配方材料攪拌均勻即可裝瓶，相關結果與過程如表九。

(二) 實驗照片：

表九 研究七之觀察紀錄表

		
準備自製肥皂	將所有肥皂進行刨絲	進行浸泡肥皂絲

		
浸泡時間三小時	進行加熱讓肥皂絲溶解	加熱過程進行攪拌加速溶解
		
完全溶解後進行放置	溫度降低後開始分裝	液體加味材料(香茅油)
		
中藥加味材料(三黃)	將自製皂乳分裝至回收瓶	完成所有環保自製皂乳

### 三、實驗結果：

- 1.準備的所有材料，皆可以依照配方比例完成所有成品。
- 2.顏色透明度以精油為材料的皂乳較為清澈透明，香氣較明顯。而以中藥為材料的皂乳較為混濁，香氣較不明顯。

### 四、討論：

- 1.原本的肥皂所製成的皂乳還有部分的微臭味，加入各種的自然添加物可以降低臭味。
- 2.本研究的材料濃度不易完全一樣，液體部分統一為 20g，粉末部分以 20g 來調配，但濃度無

法完全標準化處理，所以實驗的結果只能提供參考而無法完全佐證。

#### 五、小結：

本次實驗共研發出七種不同味道的自製皂乳，試用後都有一樣的洗滌效果，可以用於洗手或刷馬桶使用，洗滌效果都有不錯的表現，所添加的材料，都是對人體肌膚沒有傷害，而中藥成分的材料，對人體的免疫力也有稍微的提升，但要讓使用者接受自製環保皂乳，還需要近一步透過問卷來了解使用者的接受度及想法，才能完成有可能的綠色消費成品，下一個研究將進行使用者試用以及問卷來調查使用者的真實想法。

### 研究八、探討客製化綠色消費產品滿意度之研究

一、研究設備及器材：(見表二)

二、方法與過程：

(一)、實驗步驟：

- 1.首先利用網路搜尋滿意度的問卷相關編製方法，並完成問卷初稿。
- 2.將完成問卷初稿請同學試填，再修正句義不明的部分，而完成正式問卷，問卷分別為非常喜歡5分、喜歡4分、普通3分、不喜歡2分、非常不喜歡1分，請參考附錄。
- 3.為讓使用者可以在不預期情況試用產品，產品僅以用編號的方式呈現，相同產品以相同編號編碼，其中1號為香茅油、2號為薰衣草精油、3號為當歸粉、4號為肉桂粉、5號為黃蓮粉、6號為三黃中藥材(黃蓮、黃芩、黃柏)、7號為黃耆粉。
- 4.將七組的所有產品發至班級，讓學生可以進行試用及問卷填寫，總共發下51張問卷，學生試用時間為期一週。
- 5.產品完成試用後，共收回51份有效問卷，回收問卷時並訪談對於自製環保皂乳的建議事項並詳細記錄，之後開始進行統計及分析。
- 6.相關研究分析與結果參考表十。

(二) 實驗照片：

表十 研究八之觀察紀錄表

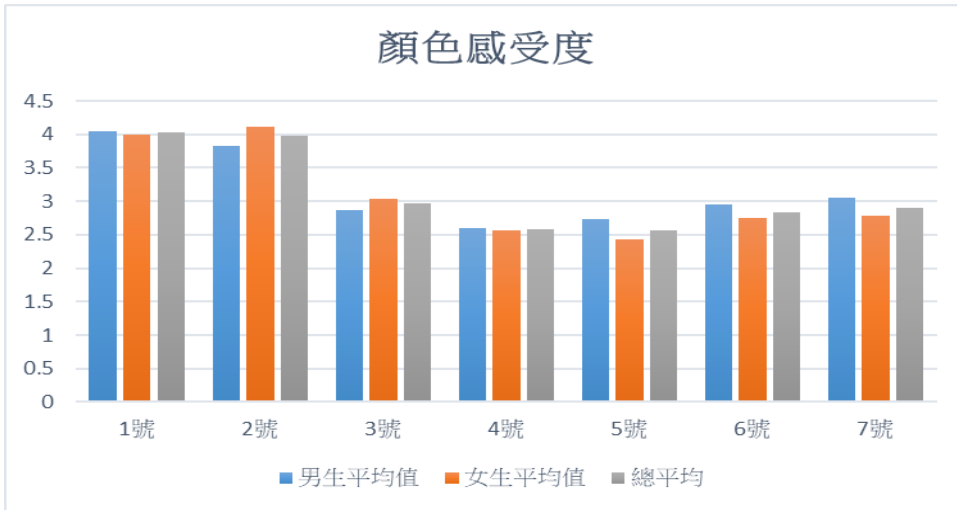
		
將所有自製環保皂乳編號	準備自製環保皂乳及問卷	進行使用者試用及填答問卷

### 三、實驗結果：

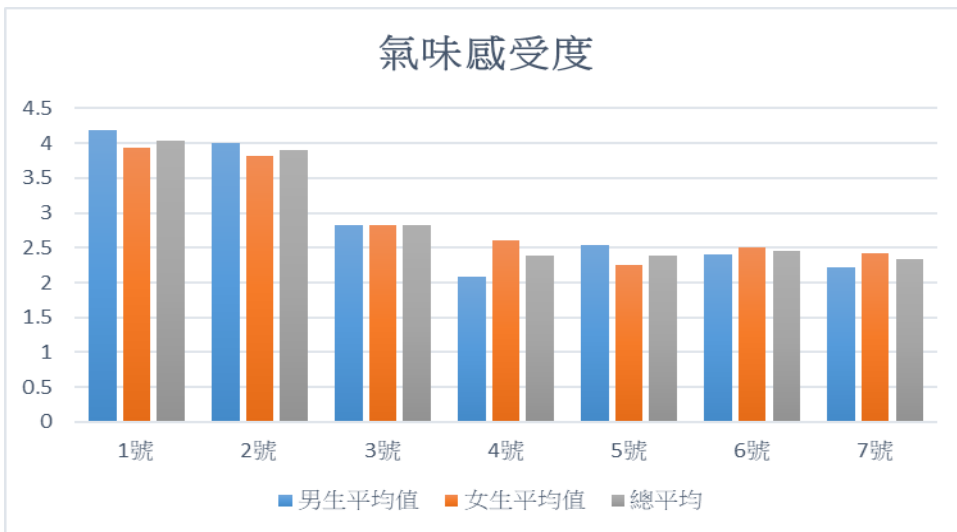
- 1.將問卷結果分析如表十一、圖一、圖二及圖三，圖一為顏色感受度、圖二為氣味感受度、圖三為使用者意願。其中1號為香茅油、2號為薰衣草精油、3號為當歸粉、4號為肉桂粉、5號為黃蓮粉、6號為三黃中藥材(黃蓮、黃芩、黃柏)、7號為黃耆粉。
- 2.量表為五等第量表，圖的縱座標為感受度，橫坐標為配方材料編號。
- 3.在顏色感受度上，1號香茅油>2號薰衣草精油>3號當歸粉>7號黃耆粉>6號為三黃中藥材(黃蓮、黃芩、黃柏)>4號為肉桂粉>5號為黃蓮粉。
- 4.在氣味感受度上，1號香茅油>2號薰衣草精油>3號當歸粉>6號為三黃中藥材(黃蓮、黃芩、黃柏)>4號為肉桂粉>5號為黃蓮粉>7號黃耆粉。
- 5.使用意願上，使用者明顯有高度願意使用自製環保皂乳，其中非常願意使用為41.18%佔大多數，願意使用為35.29%次之，無意見為19.62%，不願意為1.96%，非常不願意為1.97%。
- 6.訪談的內容中，多數使用者對於自製環保皂乳的製造原料很驚訝，訪談者一:廢食用油怎會有這種用途，訪談者二:太神奇了，當然要用，而且要大大推廣!
- 7.部分訪談者建議多元化的配方，如咖啡、檸檬、茶樹、水果等等，不同樣式的產品。

表十一 問卷結果統計表

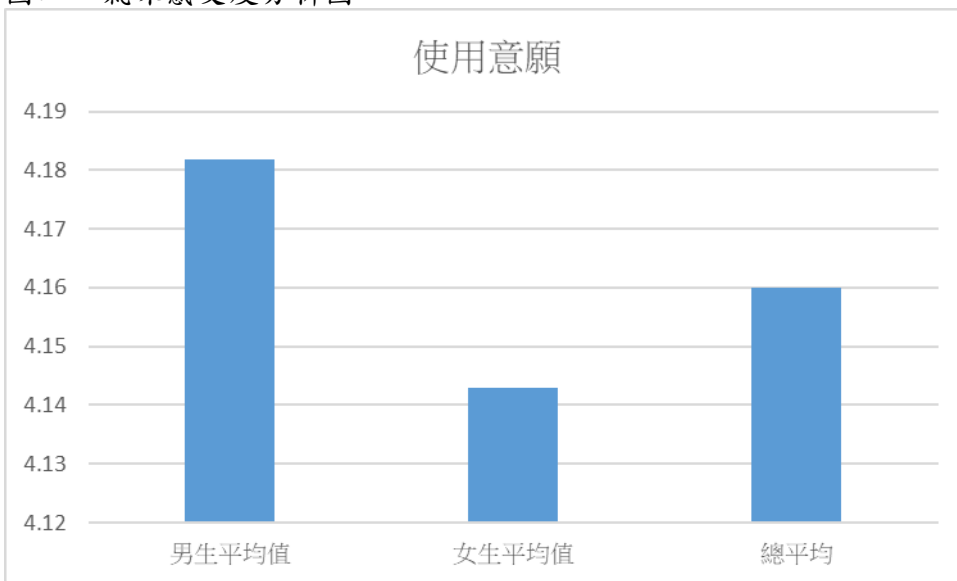
數值	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號	6 號	7 號
材料	香茅油	薰衣草精油	當歸粉	肉桂粉	黃蓮粉	三黃	黃耆粉
顏色感受度(男生)	4.05	4.18	4.00	2.82	2.09	2.55	2.41
顏色感受度(女生)	4.00	3.93	3.82	2.82	2.61	2.25	2.50
顏色感受度(平均)	4.02	4.04	3.9	2.82	2.38	2.38	2.46
氣味感受度(男生)	4.18	4.00	2.82	2.09	2.55	2.41	2.23
氣味感受度(女生)	3.93	3.82	2.82	2.61	2.25	2.50	2.43
氣味感受度(平均)	4.04	3.9	2.82	2.38	2.38	2.46	2.34
整體使用意願	男生平均值(4.18)；平均值女生(4.14)；總平均(4.16) 非常願意使用(41.18%)、願意使用(35.29%)、無意見(19.61%)、不願意(1.96%)、非常不願意(1.96%)						
備註	問卷為五等量表，非常喜歡為5分、喜歡為4分、普通為3分、不喜歡為2分、非常不喜歡為1分						



圖一：顏色感受度分析圖



圖二：氣味感受度分析圖



圖三：使用意願圖

#### 四、討論：

- 1.在顏色感受度上，使用者明顯喜歡顏色較淡與清澈的成品，液體精油的是較佳的配方，經事後訪談，大部分使用者喜愛顏色明亮的產品，而中藥調製的產品，雖然對人體的保護力較佳，但顏色是一大的障礙。
- 2.在氣味感受度上，使用者明顯喜歡氣味較清香的成品，經事後訪談，大部分使用者喜愛清香的產品，而中藥調製的產品，讓人連想到苦味也是一大的障礙。
- 3.男、女生的實驗結果差異不大，男生(4.18)稍微高於女生(4.14)，所以產品設計上在自製環保皂乳不太需要用性別喜好去研發。
- 4.使用意願上，平均值為 4.16，使用者明顯有高度願意使用自製環保皂乳，高達 41.18%的使用者非常願意使用以及 35.29%的使用者願意使用環保皂乳，非常願意使用以及願意使用環保皂乳的百分比高達 76.47%，由此可知，自製環保皂乳是可行的，即使較貴的產品消費者也會願意使用，由此可證實目前環境教育是非常落實而有成效。
- 5.由訪談的內容，可以呼應使用者對於自製環保皂乳的認同以及真實想法，對於日後的研究有很大的幫助，尤其建議的內容如顏色、氣味、包裝以及用途都對這樣的想法有著高度認同。

#### 五、小結：

本次實驗共研發出七種不同味道的自製環保皂乳，洗滌力在相同的情況下，透過使用者的試用、填寫問卷及最後的訪談，證實了自製環保皂乳的可行性，對於目前流行疾病盛行，同時考量環境保護以及衛生疾病的預防是很重要的議題，自製環保皂乳來用於洗手是值得考量的方式。對於環保意識抬頭以及流行疾病的衝擊，如何防護自我健康及保護的地球環境，是目前全世界的每個公民不可漠視的議題。

#### 伍、研究結果

- 一、利用椰子油製作肥皂的皂化效果最好，也無明顯的臭味，其次是沙拉油，最後是廢食用油，而沙拉油、椰子油及廢食用油製作肥皂則都具備洗滌能力，所以廢食用油來回收使用是可行的方法，但臭味是最主要問題。
- 二、利用廢食用油製作肥皂，需要有適當比例，過多的廢食用油反而影響皂化的效果。
- 三、皂化成塊速度表現上，加熱的時間越長，溶解的效果最好，皂化的速度也越快，產生的異味更明顯。
- 四、由皂化的結果發現，攪拌的時間越多，皂化的效果越好，約在 15~20 分鐘為最佳。
- 五、加入檸檬酸可以將肥皂的鹼性降低，加入檸檬酸之後，原先容易脆裂的肥皂變成塊狀。
- 六、洗滌效果實驗中，粉狀清潔劑及自製廢油肥皂洗滌效果最好，一般肥皂及水晶肥皂次之，液狀清潔劑最差。
- 七、製作環保皂乳方法很簡單，可以依照配方比例調整完成不同需求的產品。以精油為



材料的皂乳較為清澈透明，香氣較明顯。以中藥為材料的皂乳較為混濁，香氣較不明顯。

八、在顏色感受度上，1 號香茅油>2 號薰衣草精油>3 號當歸粉>7 號黃耆粉>6 號為三黃中藥材(黃蓮、黃芩、黃柏)>4 號為肉桂粉>5 號為黃蓮粉。氣味感受度上，1 號香茅油>2 號薰衣草精油>3 號當歸粉>6 號為三黃中藥材(黃蓮、黃芩、黃柏) >4 號為肉桂粉>5 號為黃蓮粉>7 號黃耆粉。使用意願上，使用者明顯有高度願意使用自製環保皂乳，41.18% 的使用者非常願意使用以及 35.29% 的使用者願意使用環保皂乳。訪談的內容中，大多數使用者對於利用廢食用油所製成的自製環保皂乳抱持高度肯定，也表示願意使用自製環保皂乳。

## 陸、討論

一、實驗過程中，發現椰子油及沙拉油的顏色為乳白色，而廢食用油的顏色較深，可見經過高溫的油炸之後，廢食用油的成份有些許的改變，而經過皂化的實驗結果發現，廢食用油的自製肥皂具有洗滌能力。氣味部分，廢食用油呈現明顯的臭味，其他兩個沒有呈現，可能是油再經過高溫油炸後，混有食物的味道或是燒焦的問題，因此，克服臭味也是廢食用油製作成產品最重要問題。

二、肥皂是由油脂(十八個碳的硬脂肪酸和甘油酯化形成)和氫氧化鈉反應而成，過多的廢食用油無法持續更多的肥皂效果，在固定比例的氫氧化鈉，過少的廢食用油將會過度濃稠，而發生攪拌時間不足，而影響皂化效果，而太多的廢食用油將不易產生濃稠，甚至無法皂化，參考相關資料也證明，最適當的比例廢食用油:氫氧化鈉為 100:15。

三、參考資料發現(手工肥皂的製造)，手工香皂比一般機器大量生產的香皂保濕性好，就是因為多了「甘油」這種成分。甘油是在保養品與化妝品裡所不能缺少的保濕成分，而一般機器大量生產的香皂，會把甘油這種成分抽離。而手工香皂不但含有天然的甘油，而且比例高達 25% 左右，保濕效果超好，使用起來對皮膚則是十分溫和，不會乾澀。而透過加熱的方式進行皂化實驗，雖然可以達到效果，但卻也發現惡臭更明顯，可能是甘油被燒焦所致，因此，以加熱的方式製作廢食用油肥皂不適用。

四、攪拌是另一種達到皂化的方式，利用廢食用油製作肥皂，攪拌的時間 15 分鐘時，溶液的顏色開始轉變為稍濃稠的淡黃色，最有利於肥皂的生成，且硬化的時間也較短。時間不足則會造成皂化效果不足，為有效率製作，建議製作時間約 15-20 分鐘。

五、在實驗時，加入檸檬酸製作肥皂時，結果發現肥皂塊較不易破碎，對於日後的產品製作有很大的幫助。另外，加入檸檬酸可以降低肥皂的鹼性程度，對於人體的傷害及環境的破壞可以稍微降低。

六、洗滌力的表現上，各種洗滌劑雖然對於不同的污染物所造成污垢的清潔力不同，但自製廢油肥皂對於各種的污染物在洗滌效果上，都有不錯的表現，甚至優於一般肥皂、水晶肥皂及液態液狀清潔劑，值得後續研究製成客製化符合綠色消費的產品。

七、加入各種的自然添加物可以降低臭味，本實驗的氣味添加材料濃度不易標準化，液

體部分統一為 20 克，粉末部分以 20 克來調配，添加氣味材料濃度可以依照使用者喜好而變更。

八、使用者明顯喜歡顏色較淡與清澈的成品，液體精油的是較佳的配方，中藥調製的產品，雖然對人體的保護力較佳，但使用者的接受度較差，其中資料顯示男、女生的實驗結果差異不大，產品設計不需要用性別喜好去個別研發。

九、使用者明顯有高度使用自製環保皂乳的願意，即使價格貴一點，消費者也會願意使用。

十、由訪談的內容，呼應使用者對於自製環保皂乳的認同以及真實想法，對於日後的研究有很大的幫助，日後可以嘗試更多元氣味的產品。

## 柒、結論

從報名參加科學展覽開始到完成共持續了六個月的時間，在這六個月中，不斷地在學校的廚房請廚媽幫忙收集廢食用油，常常抱著一鍋廢食用油往實驗室跑，做肥皂、攪拌、鐵鍋和攪拌器碰撞的聲音不時傳出，從剛開始泡泡量很少、手還油油的，到有泡泡、噁心的惡臭，這中間的過程，有挫折、有發現、有疑惑、有領悟、有緊張、有期待、有興奮，這六個月做的實驗可真多，遇到問題也會透過討論、思考、找資料再跟老師討論，第一次做問卷以及訪談同學，剛開始很排斥也很緊張，才知道了做研究真的不容易，雖然辛苦但收穫真多。這次實驗的過程，我們得到的結論有：

一、廢食用油肥皂的材料建議比例為--廢食用油 100 毫升：氫氧化鈉 15 克：水 30 毫升：檸檬酸 8 克。

二、皂化方式以攪拌方式進行，建議較佳時間約為 15~20 分鐘為宜。

三、在自然與生活科技課程中所提的溶解方式，雖然加熱及攪拌都可以達成效果，依照需求而做選擇，避免使用加熱方式進行皂化，會造成甘油燒焦，產生惡臭。

四、客製化皂乳的材料建議比例為--自製肥皂塊 1 公斤、水 7~8 公斤、小蘇打粉 20 克、調味材料可以約 20 克左右，可以隨時研發新的材料改變成品的味道及功能，符合一般消費者的需求。

五、自製環保肥皂與一般肥皂相比，更安全無害，並有很強的保濕效果和去污能力，市面上的肥皂大多在形成甘油後將甘油抽離，用作化妝品用途。而自己製作的手工皂含有 25% 的甘油成分，更利於保濕，若加上不同的創意思考，可以製作出客製化符合綠色消費的產品，達到資源再利用的目標。

六、本次實驗共研發出七種不同味道的自製環保皂乳，因為肥皂成份一樣，試用後都有一樣的洗滌效果，可以廣泛用於洗手、洗地板或刷馬桶使用，因為自製環保皂乳的成分是經過高溫油炸的廢食用油，所以建議不要用來洗澡、淋浴。

七、本次實驗的自製環保皂乳，透過使用者的試用、填寫問卷及最後的訪談，有高達 76.47% 的使用者願意使用自製環保皂乳並給予高度肯定，證實了自製環保皂乳的可行性，肥皂與清潔劑不同，肥皂不含壬基酚而且與水接觸後大約 24 小時，會被細菌分解成水

與二氧化碳，因此較不會造成環境的污染，也較不會對海洋生物造成威脅。

八、目前很多的流行傳染疾病，例如新冠狀肺炎或是流感皆是依賴飛沫傳染給人，勤洗手變成很有效的預防方式，在同時考量保護環境以及疾病預防的情況下，自製環保皂乳來洗手是另一個值得推廣的方式，對於環保意識抬頭以及流行疾病的衝擊，如何防護自我健康及保護的地球環境，是目前全世界的每個公民不可漠視的議題。

### 捌、參考資料及其他

1. 約瑟芬(民 104)。不玩花樣! 約瑟芬の手工皂達人養成書。台北市：雅書堂文化事業有限公司。
2. 康軒文教集團(民 108)。國小自然與生活科技三上、六下。台北市：康軒。
3. 范孟竹、張淑惠(民 104)。環保健康中藥手工皂。台北市：民聖文化事業股份有限公司。
4. 李佳龍等(2002)。《清潔溜溜-理化課本(二)肥皂實驗的探討與改進》。中華民國第四十二屆中小學科展國中組化學科。
5. 羅仕育等(2002)。《皂化弄人? 人定勝天!》。中華民國第四十二屆中小學科展國中組化學科。

附錄：

## 環保皂乳使用滿意度調查

您好，這是\*\*國小新開發的環保皂乳，為了解新產品在班級上的接受度，舉辦填問卷試用的活動，希望藉由您的寶貴意見來改善新產品。

基本資料~~

班級： 年 班  男  女

1. 在使用的產品中，請選出您比較喜歡的產品：(可複選)  
 1號  2號  3號  4號  5號  6號  7號
- 2-1. 使用 1 號環保皂乳時，您對顏色的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 2-2. 使用 1 號環保皂乳時，您對味道的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 3-1. 使用 2 號環保皂乳時，您對顏色的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 3-2. 使用 2 號環保皂乳時，您對味道的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 4-1. 使用 3 號環保皂乳時，您對顏色的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 4-2. 使用 3 號環保皂乳時，您對味道的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 5-1. 使用 4 號環保皂乳時，您對顏色的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 5-2. 使用 4 號環保皂乳時，您對味道的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 6-1. 使用 5 號環保皂乳時，您對顏色的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 6-2. 使用 5 號環保皂乳時，您對味道的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 7-1. 使用 6 號環保皂乳時，您對顏色的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 7-2. 使用 6 號環保皂乳時，您對味道的感受為？  
 非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡
- 8-1. 使用 7 號環保皂乳時，您對顏色的感受為？

非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡

8-2. 使用 7 號環保皂乳時，您對味道的感受為？

非常喜歡  喜歡  普通  不喜歡  非常不喜歡

9. 環保皂乳是用學校廚房廢食用油製成，是一種環保愛地球的表現，您願不願持續使用環保皂乳？

非常願意  願意  無意見  不願意  非常不願意

\*\*\*請您寫下寶貴的意見，您的意見對我們很重要：

再次感謝您的協助！