

中華民國第42屆中小學科學展覽會

∴ 作品說明書 ∴

國中－化學科

科 別：化 學 科

組 別：國 中 組

作品名稱：皂化弄人？人定勝天！

關 鍵 詞：茶籽粉、茶仔肥皂

編 號：030211

學校名稱：

桃園縣立凌雲國民中學

作者姓名：

羅仕育、莊 容、杜茂寬、許淳竣

指導老師：

王福英、廖國智



皂化弄人？人定勝天！

摘 要

本研究主要針對肥皂的製程以及天然清潔劑 - 茶籽粉進行分析比較，並得結合兩者的優點形成我們的產物 - 茶籽肥皂。本研究的重點主要分為五個部分，（一）針對理化課本上的肥皂實驗進行改良（二）收集市面的清潔劑資料並進行問卷調查（三）製作茶籽粉及茶籽肥皂（四）茶籽肥皂與其他清潔劑性質測試實驗（五）茶籽肥皂的問卷調查。

壹、研究動機

夏天到了，腸病毒又開始流行，有同學因病請假，老師也一直要我們吃東西前或上完廁所後要用肥皂來洗手，以減少腸病毒的感染，從小在龍潭長大的我們，常用茶籽粉當清潔劑，不禁想到肥皂、茶籽粉、合成清潔劑的消毒去污方式及功能有何不同？又它們使用時對環境的影響又有何差別呢？與指導老師討論之後，決定深入瞭解並比較肥皂、茶籽粉、合成清潔劑的區別並期待能製造一種能夠對環境造成最小衝擊的清潔劑。

貳、研究目的

確定研究方向後老師告訴我們理化第二冊課本中就有製造肥皂之實驗，因此決定以課本為依據進行肥皂之製造及相關研究。但實際操作後發現課本中有些步驟較不清楚會影響實驗結果，引發我們將研究目的擴充為：

- 一、針對理化課本之實驗進行改良，期使同學日後作此實驗時能有較高之產率與成就感
- 二、蒐集市面上清潔劑之資料並作比較與分析，製作問卷了解使用者之觀念，再進一步推廣正確之使用態度。
- 三、結合鄉土特產製作茶籽肥皂並分析茶籽肥皂之優、缺點。

參、研究設備器材

- 一、實驗藥品：氫氧化鈉、酒精、丙酮、硫酸、硫酸鈣、硫酸鎂、酚酞指示劑、豬油、牛油、沙拉油、椰子油、茶籽油、95 無鉛汽油、針車油、玫瑰精油、茶籽、市售茶籽粉、市售肥皂、市售清潔劑、檸檬汁、食鹽、冰塊等。
- 二、實驗器材：量筒、燒杯、微量天平、秤量紙、軟木塞、滴定管、果汁攪拌機、加熱板、尼龍布、濾紙、漏斗等。

肆、研究內容

一、針對理化課本上的肥皂實驗進行改良：

- （一）氫氧化鈉水溶液的濃度：課本提到「加入氫氧化鈉水溶液 10mL」並未對氫氧化鈉水溶液的濃度加以解釋。
- （二）反應時間的長短：課本提及「一面加熱一面攪拌，直到溶液沒有酒精味為止」，

酒精之氣味不易判定，且沒有反應時間，很容易造成反應不完全。

(三)反應油量的多寡：課本中的椰子油為「10mL」，製造出來的肥皂產量很少，也不易有成就感。

(四)酒精對產率的影響：檢驗酒精在反應過程之中對產率的影響。

(五)氫氧化鈉水溶液加入速率對產率的影響：課本提到「慢慢加入氫氧化鈉水溶液」，在此探討氫氧化鈉溶液加入速率對產率的影響。

(六)使用不同油製造肥皂的特質：課本使用「椰子油」來作為主要反應物，但是椰子油一般不易取得，製成的肥皂味道很重，因此嘗試透過不同的油製造不同特性的肥皂。

二、蒐集市面上清潔劑之資料並進行問卷調查：

(一)清潔劑資料的收集：清潔劑可分為以下兩種，天然清潔劑方面，有茶籽粉、無患子、洗米水 等等，龍潭地區出產茶籽粉，在此以茶籽粉做分析討論。非天然清潔劑的種類繁多，我們區分肥皂與合成清潔劑兩種。

(二)清潔劑之問卷調查：調查龍潭區對於茶籽粉、肥皂與合成清潔劑三者之間使用情況。

1. 先擬定調查問卷

2. 隨機取樣選定四個班級與學校教師，學生 139 人、教師 23 人，共 162 人接受問卷調查

3. 利用課餘、空堂進行問卷調查

三、製作茶籽肥皂：

透過問卷分析產生研究的新方向，結合肥皂的便利性與實用性及茶籽粉的環保優點，將兩者合而為一，製造茶籽肥皂就可以降低茶籽粉的浪費，因此研究團決定製造茶籽肥皂。

四、茶籽肥皂與其他清潔劑性質測試實驗：

透過實驗來測試各項清潔劑的性質：

(一) 在水中的酸鹼度

(二) 在硬水中的清潔力

(三) 乳化反應

(四) 清潔劑分解速度

五、茶籽肥皂的問卷調查：

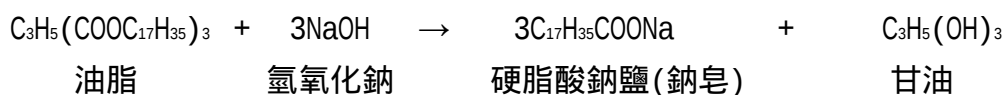
在進行茶籽肥皂的品質測試之後，我們希望進一步瞭解茶籽肥皂的實用性與一般民眾對茶籽肥皂的接受度為何？因此進行問卷調查，希望瞭解一般眾對茶籽肥皂的看法。

伍、 研究步驟、結果與討論

一、針對理化課本上的肥皂實驗進行改良，分為以下六個部分進行實驗討論。

實驗一：氫氧化鈉水溶液濃度決定

利用以下化學反應式，透過莫耳數計算出油的重量與欲加入氫氧化鈉的重量的關係。
例如取 30 克的油，約可取氫氧化鈉 4.2 克配成水溶液。



實驗目的：

1. 探討氫氧化鈉水溶液之濃度與肥皂產率的關係。
2. 固定油的克數，改變氫氧化鈉的重量百分比來尋找其適當反應濃度。

實驗步驟：

1. 取椰子油約 30 克，分別放入八個 250mL 燒杯。
2. 取 8 個燒杯，分別標上 A、B、C、D、E、F、G、H，除了 A 燒杯加入 30 克的水，不加入氫氧化鈉之外，其餘分別加 4.2 克氫氧化鈉。
3. 在 B、C、D、E、F、G、H 燒杯分別加水至 84、42、28、21、14、10.5、8.4 克重。
4. 依課本其餘實驗步驟製造肥皂。
5. 重複以上步驟三次。

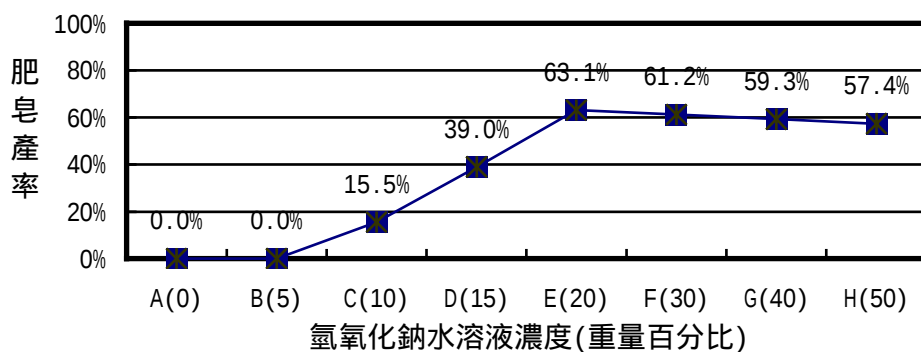
實驗結果：

表一 氫氧化鈉溶液濃度與肥皂產量關係

標號	氫氧化鈉水溶液濃度 (重量百分比)	實驗次數	肥皂產量(克)	平均肥皂重量(克)	平均產率(%)
A	0 %	1	0	0	0 %
		2	0		
		3	0		
B	5 %	1	0	0	0 %
		2	0		
		3	0		
C	10 %	1	4.5	5.1	15.5 %
		2	5.2		
		3	5.6		
D	15 %	1	11.3	12.6	39 %
		2	13.7		
		3	12.8		
E	20 %	1	18.4	20.4	63.1 %

		2	21.9		
		3	20.9		
F	30 %	1	18.1	19.8	61.2 %
		2	20.3		
		3	22.8		
G	40 %	1	19.5	19.2	59.3 %
		2	18.4		
		3	19.6		
H	50 %	1	18.0	18.5	57.4 %
		2	19.8		
		3	17.7		

實驗作圖：



圖一 氫氧化鈉水溶液濃度與肥皂產率關係圖

實驗討論：

由實驗得知氫氧化鈉溶液濃度太低，就沒有辦法與椰子油發生皂化反應，氫氧化鈉溶液的濃度在 10 % 左右才有肥皂產生，且氫氧化鈉溶液的濃度升高至 20 % ~30 % 左右才能出現較高且穩定的產率。而當氫氧化鈉溶液的濃度達 40 % ~50 % 左右時，並沒有明顯增加肥皂的產率，因此我們建議在氫氧化鈉溶液的濃度方面可以維持在 20 % ~30 % 左右即可。

實驗二 反應時間的長短

實驗目的：

1. 主要找出反應時間與肥皂產率的關係
2. 以反應時間為變數，固定其他反應條件，找出可以得到較佳產率的反應時間範圍。

實驗步驟：

1. 取 8 個燒杯，分別標上 A、B、C、D、E、F、G、H
2. 分別加入 30 克椰子油
3. 各加入 30 克的酒精，並滴入濃度為 20% 的氫氧化鈉溶液共 20 毫升。
4. 分別加熱 0、5、10、15、20、30、40、50 分鐘
5. 將產物乾燥後稱重

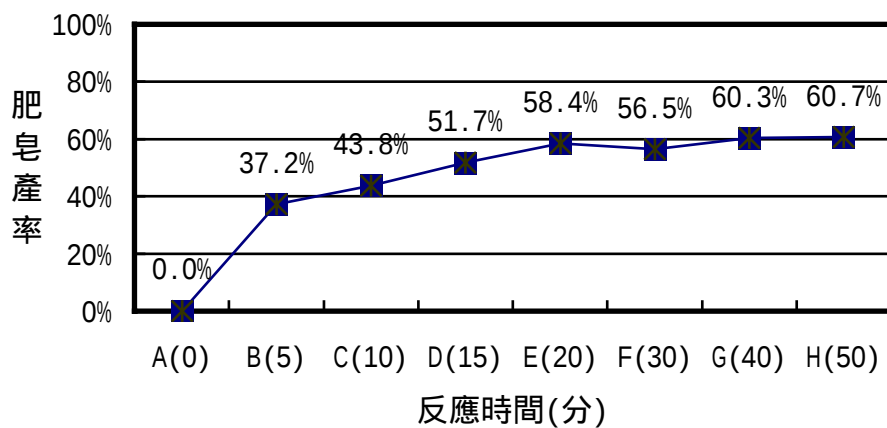
6. 重複以上步驟三次

實驗結果：

表二 反應時間與肥皂產量關係

標號	反應時間(分)	實驗次數	肥皂產量(克)	平均產量(克)	平均產率(%)
A	0	1	0	0	0 %
		2	0		
		3	0		
B	5	1	13.7	11.9	37.2 %
		2	11.4		
		3	10.6		
C	10	1	13.1	14.1	43.8 %
		2	13.7		
		3	15.5		
D	15	1	15.1	16.5	51.7 %
		2	18.2		
		3	16.2		
E	20	1	20.3	18.7	58.4 %
		2	17.2		
		3	18.6		
F	30	1	16.3	18.1	56.5 %
		2	20.3		
		3	17.7		
G	40	1	18.6	19.3	60.3 %
		2	21.3		
		3	18		
H	50	1	17.2	19.4	60.7 %
		2	18.9		
		3	22.1		

實驗作圖：



圖二 反應時間與肥皂產率關係圖

實驗討論：

由實驗結果可知，反應時間太短的話，產率較低，反應時間太長的話，對產率的影響也不大，最適合的反應時間控制約 15~20 分鐘之間。

實驗三 反應油量的多寡

實驗目的：

1. 探討油量與肥皂產量的關係。
2. 以油克數為變數，固定其他實驗變數。

實驗步驟

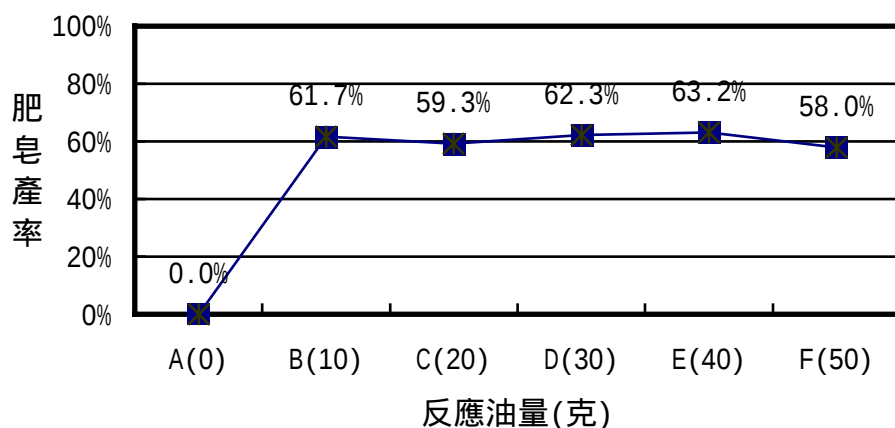
1. 取五個燒杯,分別標上 A、B、C、D、E、F
2. 各加入不同量的椰子油，分別為 0、10、20、30、40、50 克
3. 分別放入 10、10、20、30、40、50 克酒精
4. 分別加入含有 1.4、1.4、2.8、4.2、5.6、7 克氫氧化鈉的水溶液(濃度約為 20%)
5. 加熱時間為 20 分鐘餘依課本步驟製成肥皂
6. 重複以上步驟三次

實驗結果：

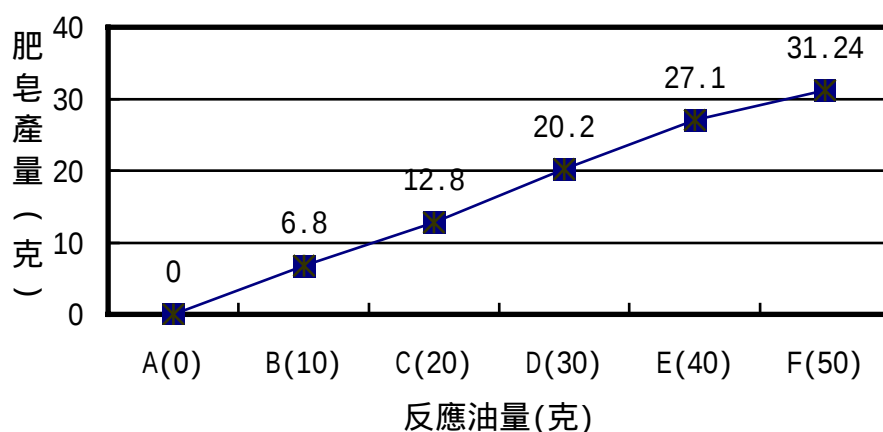
表三 油的重量與肥皂產量關係

標號	椰子油(克)	次數	產量(克)	平均產量(克)	平均產率(%)
A	0	1	0	0	0 %
		2	0		
		3	0		
B	10	1	5.4	6.8	61.7 %
		2	7.8		
		3	7.2		
C	20	1	13.5	12.8	59.3 %
		2	12.1		
		3	12.8		
D	30	1	18.9	20.2	62.3 %
		2	18.6		
		3	23.9		
E	40	1	25.3	27.1	63.2 %
		2	29.2		
		3	26.8		
F	50	1	32.8	31.24	58.0 %
		2	33.7		
		3	27.2		

實驗作圖：



圖三 反應油量與肥皂產率關係圖



圖四 反應油量與肥皂產量關係圖

實驗討論：

油量的多寡對於肥皂產率的影響不大，產率大約維持在 60 % 左右。但我們覺得，製作的肥皂產量若為 20 克以上應較有成就感！

實驗四 酒精對產率的影響

實驗目的：

1. 探討加入酒精對肥皂產率的影響。
2. 尋找最佳酒精加入的方式。

實驗步驟：

1. 取 5 個燒杯,分別標上 A、B、C、D、E。
2. 各加入 30 克椰子油。
3. 固定反應時間為 20 分鐘。

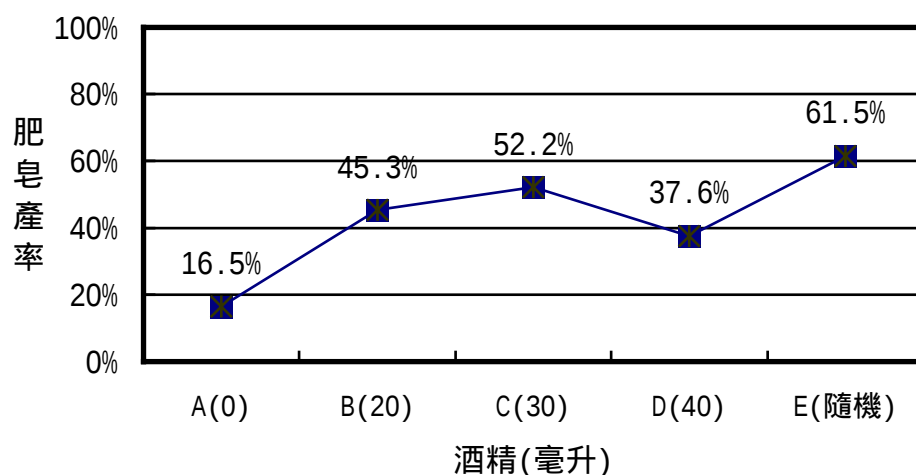
4. A 在實驗之中不加入酒精，B 在實驗過程之中一次加入 20mL 酒精，C 在實驗過程之中一次加入 30mL 酒精，D 在實驗過程之中一次加入 40mL 酒精，E 在實驗過程之中隨機加入酒精，視燒杯中反應情況而定。
5. 其餘依課本實驗步驟製作肥皂。
6. 重複以上步驟三次。

實驗結果：

表四 酒精加入方式與肥皂產量關係

標號	酒精(毫升)	實驗次數	肥皂產量(克)	平均產量(克)	平均產率%
A	0	1	6.0	5.3	16.5%
		2	4.3		
		3	5.6		
B	20	1	20.5	14.6	45.3%
		2	14.3		
		3	8.9		
C	30	1	12.4	16.8	52.2%
		2	21.5		
		3	16.4		
D	40	1	5.4	12.1	37.6%
		2	11.8		
		3	19.1		
E	隨機加入酒精	1	17.3	19.7	61.5%
		2	19.4		
		3	22.3		

實驗作圖：



圖五 酒精與肥皂產率關係圖

實驗討論：

由本次實驗結果可知，在沒有酒精的情況之下，同樣可以製造出肥皂，但產率相當低；若加入酒精則可提升肥皂的產率。但在加入酒精的方式若採用課本方式一次加入，由 B、C 與 D 三次實驗可知所製造出肥皂的產量較不穩定，因在反應過程中溫度的控制相當困難，使酒精蒸發速度難以控制，所以肥皂產量不穩定。針對以上分析，要增加肥皂產量的穩定性，可由觀察、嗅覺判斷酒精揮發程度，並適時加入酒精，以促進反應的進行，如此可使肥皂產量較高且穩定，由實驗 E 所呈現的結果可得證。

實驗五 加入氫氧化鈉速度對產率的影響

實驗目的：

1. 瞭解加入氫氧化鈉溶液速率對肥皂產率的影響。
2. 改變氫氧化鈉加入速率，並固定其他實驗變數。

實驗步驟：

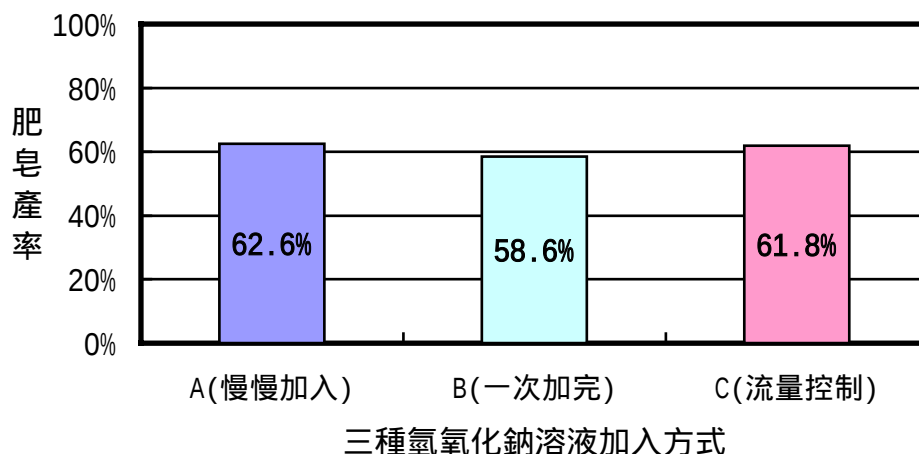
1. 取 3 個燒杯，分別標上 A、B、C。
2. 各加入 30 克椰子油，並採隨機的方式加入酒精。
3. A 在實驗之中慢慢用滴管加入濃度為 20% 的氫氧化鈉溶液共 20 毫升。
4. B 在實驗之中一次加完濃度為 20% 的氫氧化鈉溶液共 20 毫升。
5. C 在實驗中用滴定管加入為濃度為 20% 的氫氧化鈉溶液共 20 毫升，並測量氫氧化鈉溶液加入所有的時間。
6. 再依實驗步驟製作肥皂。
7. 重複以上步驟三次。

實驗結果：

表五 氫氧化鈉水溶液加入方式與肥皂產量關係

標號	氫氧化鈉水溶液	次數		肥皂產量(克)	平均產量(克)	平均產率(%)
A	慢慢加入	1		21.1	20.0	62.6%
		2		16.3		
		3		18.9		
B	一次加完	1		17.3	18.7	58.6%
		2		19.4		
		3		23.4		
C	流量控制	1	平均 3.6 毫升/分	18.8	19.9	61.8%
		2	平均 4.8 毫升/分	21.6		
		3	平均 6.1 毫升/分	19.3		

實驗作圖：



圖六 加入氫氧化鈉方式與肥皂產率關係圖

實驗討論：

關於氫氧化鈉的加入方式，第一種方法是用課本的方法，使用滴管慢慢加入；第二種方法是將氫氧化鈉一次加完。結果由 A、B 兩個數據比較後，我們初步推論出氫氧化鈉溶液加入的速度與產率較無關連，因此再進一步設計第三種方法來進行佐證：使用滴定管來控制氫氧化鈉滴入的速度，即計算每一次氫氧化鈉滴入的速度(毫升/分)。最後由 C 的數據當成校標的結果，三項結果全部顯示出氫氧化鈉溶液加入的速度與肥皂產率較無關連。但是氫氧化鈉為強鹼，所以在將氫氧化鈉溶液加入油中時，還是建議緩慢加入氫氧化鈉，但並不用太在乎加入的速率。

實驗六 不同油的比較

實驗目的：

1. 不同油所製造出來的肥皂具有不同性質，欲找出適合在課堂實驗使用的油。
2. 使用不同的油或混合油，相同的製程製造出肥皂，分辨肥皂性質。

實驗步驟：

1. 取 250 毫升燒杯共 10 個。
2. 分別加入椰子油、沙拉油、茶籽油、豬油、牛油、95 無鉛汽油、針車油、混合油(豬油 20 %，茶籽油 80 %)、混合油(豬油 60 %，茶籽油 40 %)、混合油(豬油 80 %，茶籽油 20 %) 各 30 克。
3. 其餘按實驗步驟進行
4. 產物烘乾後稱重
5. 重覆以上步驟三次

實驗結果：

表六 油的種類與肥皂產量關係

油的分類	油	次數	肥皂產量 (克)	平均產量 (克)	平均產率 (%)	備註
植物油	椰子油	1	18.1	20.5	63.7 %	椰子油低過硬，不易取 味道難聞且濃，好過濾。
		2	23.6			
		3	19.8			
	沙拉油	1	22.2	19.3	59.9 %	沙拉油容易取得，產物很 軟，米黃色，味道淡，很 難過濾。
		2	19.0			
		3	16.7			
	茶籽油	1	21.5	19.4	60.2 %	茶籽油取得容易，產物較 軟，米黃色，味道淡，在 冰浴中好過濾
		2	17.4			
		3	19.3			
動物油	豬油	1	20.8	20.6	64.0 %	豬油取得較容易，產物很 硬，淡黃色，味道淡，方 便過濾。
		2	23.1			
		3	17.9			
	牛油	1	21.8	20.2	62.7 %	牛油取得不易，產物很 硬，淡黃色，味道淡，方 便過濾。
		2	18.2			
		3	20.6			
礦物油	95 無鉛汽油	1	0	0	0 %	礦物油在取得方面容 易，但沒有任何產物出 現，且在實驗進行中會發 出濃濃的異味。
		2	0			
		3	0			
	針車油	1	0	0	0 %	
		2	0			
		3	0			
混合油	混合油 (豬油 20 % 茶籽油 80 %)	1	20.9	21.4	66.5 %	成本較高，產物較軟，淡 米黃色，味道淡，較難過 濾。
		2	23.2			
		3	20.1			
	混合油 (豬油 60 % 茶籽油 40 %)	1	17.4	18.3	56.8 %	成本次高，產物軟硬適 中，淡米黃色，味道淡， 冰浴中好過濾。
		2	19.3			
		3	18.3			
	混合油 (豬油 80 % 茶籽油 20 %)	1	16.8	18.6	57.8 %	成本最低，產物軟硬適 中，淡米黃色，味道淡， 室溫中好過濾。
		2	21.5			
		3	17.5			

實驗討論：

本實驗先將油分為植物油、動物油及礦物油三個部分討論，在綜合實驗結果與文獻探討後發現大部分植物油製造的肥皂太軟且不好過濾，椰子油雖然較硬且好過濾，但是味道相當重，而動物油製造的肥皂雖然好過濾但製造的肥皂太硬不好清洗，因此設計第四個部分，欲調製軟硬適中，味道清淡，清洗容易肥皂，首先將動物油與植物油肥皂優點結合，因此考慮使用兩者混合油，但是比例為何呢？要使用何種植物油與動物油呢？

在動物油方面，我們使用容易取得的豬油，過濾容易且味道淡，在植物油方面，具有比較多元的選擇，椰子油味道太重了，而沙拉油不好過濾，我們選用茶籽油來進行，雖然茶籽

油較不普遍，但是龍潭地區取得容易，而且不失為製造肥皂的好材料。在混合油比例方面，我們由實驗中看出在豬油 80 % 與茶籽油 20 % 及豬油 60 % 與茶籽油 40 % 的比例範圍內可製造出品質良好的肥皂，但是考量成本方面，我們傾向使用豬油 80 % 與茶籽油 20 % 的比例來調製。

在產率方面除了礦物油之外，其他數據都顯示出產率與油的種類並沒有太大的影響。所以油種類與產率並沒有太大的關連性。

二、透過網路蒐集市面上清潔劑之資料並製作問卷：

(一)對市面上清潔劑的資料收集、調查與分析結果如下：

表七 茶籽粉、肥皂與合成清潔劑資料的分析比較

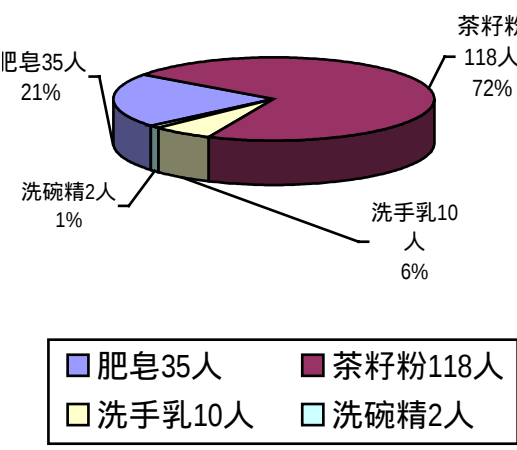
清潔劑 特性	茶籽粉	肥皂	合成清潔劑
製造原料	茶籽	動植物的油脂和強鹼	石油
酸鹼度	中性或微酸性	鹼性	中性
生物分解	可快速分解	當排放至河川可被細菌分解	某些清潔劑其產生的泡沫不容易被細菌分解
環境污染	河水的污染性低	對環境影響較小，但會對污水系統設備造成損害，其鹼性廢水存在河川增加色度提高河川生化需氧量的負荷	泡沫污染與水質優養化
生物危害	茶皂素對高等生物而言是不會造成致命的危害。對軟體動物、水生脊椎動物及非脊椎動物造成致命毒性。	廢液呈現鹼性，目前並無發現對生物有什麼重大危害。但在低溫時會變黏稠，可能會阻塞住下水道。	磷酸鹽長期使用會刺激皮膚，引起紅腫水泡，甚至滲透到血管中，傷害中樞神經系統。
清潔效用	具有清潔殺菌之效，在硬水之中也可使用	具有清潔殺菌之效，在硬水之中不能使用	具有清潔殺菌之效，在硬水之中也可使用

(二)問卷調查結果與分析

問卷調查的內容相當廣泛，但篇幅有限無法一一分析，選擇以下題目進行說明：

問卷分析：

題號	題目	結果	分析
1	請問你是否使用過茶籽粉？	是 共101人 62% 否 共61人 38% ■ 是 共101人 ■ 否 共61人	在龍潭地區茶籽粉的使用率還不錯
2	貴府通常使用茶籽粉於何用途？	洗手60人 43% 清魚缸6人 4% 洗馬桶6人 4% 洗碗57人 40% 其他13人 9% ■ 洗碗57人 ■ 洗手60人 ■ 清魚缸6人 ■ 洗馬桶6人 ■ 其他13人	大多數的同學使用茶籽粉來當成洗碗與洗手的功用。
3	請問你通常是怎麼使用茶籽粉的？	泡水後使用24人 24% 直接取用77人 76% ■ 泡水後使用24人 ■ 直接取用77人	一般人還是直接取用茶籽粉為主，大部分的使用者不知道泡水使用茶籽粉效果更好更持久。
6	貴府是否有回收使用後之茶籽粉？如何回收呢？	否 84人 83% 是連續使用11人 11% 曬乾後使用6人 6% ■ 否 84人 ■ 是連續使用11人 ■ 曬乾後使用6人	大部份的使用者並沒有回收。
10	夏天快到了，腸病毒即將流行，你會使用那一種產品來殺菌？	洗手乳57人 37% 肥皂68人 43% 茶籽粉31人 20% ■ 肥皂68人 ■ 茶籽粉31人 ■ 洗手乳57人	在維持手部清潔方面一般人選擇肥皂或洗手乳來進行清潔的工作。

12	你認為那一種的清潔劑最為環保呢？	 茶籽粉 118人 72% 肥皂 35人 21% 洗手乳 10人 6% 洗碗精 2人 1% 肥皂 35人 茶籽粉 118人 洗手乳 10人 洗碗精 2人	在環保方面大部分的人認為茶籽粉較為環保，洗手乳的環保效果較差，但是一般人還是較常使用洗手乳。
----	------------------	--	--

(三)調查心得討論：

在進行資料收集與問卷調查之後，發現以下結論：

1. 發現使用茶籽粉雖然不會造成環境問題，但是如果使用不當使得河川中的茶籽粉含量太高的話，也會造成河川中魚蝦死亡。因此在茶籽粉的使用上，如果可以使用得當的話，可以減少環境的污染，而且不讓魚蝦死亡。
2. 清潔劑的使用上，一般民眾考慮便利性與實用性，雖然知道會危害環境還是繼續使用。

(四)建議與研究方向：

1. 茶籽粉的使用上，可以回收再利用，本研究的重點為讓茶籽粉充分利用後再丟棄的使用方式。
2. 清潔劑的使用上，受訪者偏向以市面上的肥皂與洗手乳做為清潔殺菌的首要選擇。欲研究出使用上較為便捷的環保清潔劑。

綜合以上研究，研究團擬自製茶籽粉並製造出將茶籽粉與肥皂合而為一的茶籽肥皂。

三、茶籽肥皂的誕生

在結合之前製造肥皂的經驗，及無數次難題解決，茶籽肥皂終於製造成功，製作方法如下：

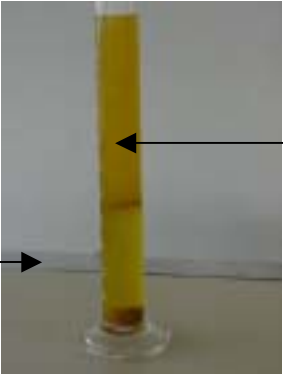
實驗一、茶籽粉的製作

實驗步驟：

1. 取茶籽 100 克
2. 放入果汁機中
3. 加入丙酮，液面高度高於茶籽的高度

4. 啟動果汁機，將茶籽打成濃稠狀液體
5. 將打汁機內的液體取出來
6. 過濾得褐色液體、粉狀固體
7. 將粉狀固體曬乾，即為茶籽粉

實驗流程圖(一)

流程一 取茶籽 100 克  圖七 茶籽	流程二 將茶籽放入果汁機中  圖八 果汁機加入茶籽
流程三 加入丙酮  圖九 加入丙酮	流程四 啟動果汁機  圖十 攪碎
流程五 過濾後得濾液，上層為丙酮，下層為茶籽油  下層為茶籽油 上層為丙酮 圖十一 濾液	流程六 過濾得殘渣，乾燥後得茶籽粉  圖十二 茶籽粉

實驗二、自製肥皂製作

實驗步驟：

1. 取 40 克豬油和 10 克茶籽油，放入 250 毫升燒杯
2. 取 100 毫升燒杯，放入 7 克氫氧化鈉，加 28 毫升水，並攪拌至溶解
3. 將 50 毫升酒精加入油中，並加熱，將氫氧化鈉水溶液用滴管緩緩加入
4. 加熱 15 到 20 分鐘
5. 之後倒入飽和食鹽水中攪拌均勻
6. 加入適量檸檬汁，並攪拌之，直到取微量試液並滴入酚酞指示劑呈無色狀態為止
7. 放入冰浴冷卻並過濾，乾燥後即得自製肥皂

實驗流程圖(二)

流程一 進行皂化反應  圖十三 皂化反應	流程二 進行鹽析  圖十四 鹽析
流程三 加入檸檬水降低肥皂鹼性  圖十五 加入檸檬水	流程四 使用酚酞指示劑測肥皂酸鹼度  圖十六 測酸鹼
流程三 過濾後得肥皂  圖十七 過濾	流程四 乾燥後得自製肥皂  圖十八 自製肥皂

實驗三、茶籽肥皂製作

實驗步驟：

1. 將乾燥後的自製肥皂稱 20 克加入微量酒精之後，加熱攪拌均勻
2. 加入數滴精油以改善肥皂味道
3. 加入 20 克的茶籽粉攪拌之
4. 將燒杯內的物體到入先前準備的容器中，使其凝固成形
5. 放置陰涼處乾燥即得茶籽肥皂

實驗流程圖(三)

流程一 自製肥皂加入酒精並加熱溶解



圖十九 加入酒精

流程二 加入數滴精油



圖二十 加入精油

流程三 加入茶籽粉



圖二十一 加入茶籽粉

流程四 倒入模型之中



圖二十二 倒入模型

流程五 乾燥後製造完成



圖二十三 茶籽肥皂

四、茶籽肥皂與其他清潔劑性質測試實驗

透過以下四項實驗來檢驗測試茶籽肥皂與其他市面上較為普遍使用的清潔劑的特性，並進行相關比較分析，說明如下：

實驗一 清潔劑酸鹼測定

實驗目的：測定每種清潔劑的酸鹼度。

實驗步驟：

- 1、取 5 克樣品放入 250mL 燒杯，加 100mL 水，加熱溶解
- 2、加入酚酞指示劑，若呈現紅色則進行以下步驟，若無則跳至第 4 步。
- 3、以 0.02M H_2SO_4 滴定，直到溶液呈現無色為止，並記錄滴定 H_2SO_4 毫升數
- 4、重複以上步驟三次
- 5、分別測定樣品(1)氫氧化鈉一次加完肥皂(2)不加酒精製造肥皂(3)課本步驟製成肥皂(4)市售肥皂(5)自製肥皂(6)茶籽粉(7)茶籽肥皂(8)洗碗精

實驗結果：

表八 清潔劑酸鹼測定

樣品	次數	0.02M H_2SO_4 (mL)	NaOH(克)	NaOH 平均重量(克)	肥皂含 NaOH 的重量百分比	備註
(1)	1	3.5	0.014	0.014	0.28 %	鹼性
	2	4.4	0.0176			
	3	2.6	0.0104			
(2)	1	6.4	0.0256	0.0255	0.51 %	鹼性
	2	5.4	0.0216			
	3	7.3	0.0292			
(3)	1	9.6	0.0384	0.0393	0.786 %	鹼性
	2	9.1	0.0364			
	3	10.8	0.0432			
(4)	1	18	0.072	0.0776	1.56 %	鹼性
	2	20.4	0.0816			
	3	19.8	0.0792			
(5)	1	2	0.008	0.0077	0.16 %	鹼性
	2	1.5	0.006			
	3	2.3	0.0092			
(6)	1	0	0	0	0 %	中性
	2	0	0			
	3	0	0			

(7)	1	1.2	0.0048	0.0047	0.093 %	鹼性
	2	0.8	0.0032			
	3	1.5	0.006			
(8)	1	0	0	0	0 %	中性
	2	0	0			
	3	0	0			

實驗討論：

茶籽肥皂的鹼性較市面上的肥皂及課本實驗肥皂低蠻多的，較趨近於中性。

實驗二 在硬水中清潔力的實驗

實驗目的：測定各種清潔劑在硬水之中的清潔效力如何？

實驗步驟：

1. 硬水的配製

- (1) 250 毫升燒杯中取 100 毫升蒸餾水，加入 0.5 克碳酸氫鈣後攪拌溶解，註明暫時硬水。
- (2) 250 毫升燒杯加 100 毫升蒸餾水，並各加 2 克的硫酸鈣及硫酸鎂，攪拌至溶解，註明為永久硬水。

2. 實驗步驟：

- (1) 取五支試管，各標上 A：市售茶籽粉、B：市售肥皂、C：自製肥皂、D：自製茶籽粉及 E：自製茶籽肥皂的標籤，分別加入硬水 15 克
- (2) 在各試管分別加入 5 克沙拉油，分別再各加入 1 克茶籽粉、市售肥皂、自製肥皂及茶籽肥皂，充分搖盪，觀察油、水分佈情形
- (3) 重複以上步驟三次

實驗結果：

表九 清潔劑的硬水測試

標號	清潔劑	第一次		第二次		第三次	
		暫時	永久	暫時	永久	暫時	永久
A	市售茶籽粉	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B	市售肥皂						
C	自製肥皂						
D	自製茶籽粉	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E	自製茶籽肥皂	✓	✓	✓	✓	✓	✓

註： ✓：代表油水未分離 ○：代表油水分離 ○：代表沒有辦法進行實驗

實驗討論：

由以上實驗可知，茶籽粉與茶籽肥皂可以在硬水之中使用，一般肥皂與自製肥皂並不能在硬水中產生乳化的效果。

實驗三 乳化反應

實驗目的：透過各種清潔劑與油結合的情形，來進一步瞭解各項清潔劑的清潔力與循環回收使用的情形。

實驗步驟：

1. 取五支試管，分別標上 A、B、C、D、E
2. 取 1 克的市售茶籽粉、市售肥皂、自製肥皂、自製茶籽粉、自製茶籽肥皂，分別加入試管 A、B、C、D、E
3. 分別加入 10 克的水與 5 克的油
4. 將五支試管適度的搖晃，檢查其是否油水分離
5. 將試管 A、D、E 內的溶液取出，留下之殘渣重覆使用
6. 重複上述 3、4、5 步驟，直至 A、D、E 呈現油水分離為止

實驗結果：

表十 清潔劑的乳化反應

標號	清潔劑	第一次	第二次	第三次	第四次
A	市售茶籽粉	✓	✓	✓	✓
B	市售肥皂	✓	○	○	○
C	自製肥皂	✓	○	○	○
D	自製茶籽粉	✓	✓	✓	✓
E	自製茶籽肥皂	✓	✓	✓	

註：✓：代表油水未分離 ：代表油水分離 ○：代表沒有辦法進行實驗

實驗討論：

實驗證明茶籽粉能夠多次地重複使用，若可重複使用多次，不僅達到清潔效果，還能達到環保效果。而茶籽肥皂也可以透過內含的茶籽粉再次的回收再利用，但市面上的一般清潔劑較沒有辦法再回收使用。

實驗四 清潔劑分解速度實驗

實驗目的：瞭解各種清潔劑的分解速度。

實驗步驟：

1. 取茶籽肥皂、茶籽粉、肥皂、洗碗精各 20 克至 1000mL 燒杯
2. 加入 1000mL 的水攪拌後靜置
3. 並每天取 5mL 樣液加入 10mL 的水與 3mL 的油中觀察油水分離情形
4. 每兩天記錄一次，觀察 15 天

實驗結果：

表十一 清潔劑在室溫下的分解速度

樣品 天數	茶籽肥皂	茶籽粉	肥皂	洗碗精
1	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓
7	✓		✓	✓
9	✓		✓	✓
11			✓	✓
13				✓
15				✓
備註	第 5~6 天左右產生異味，液體混濁有茶籽沉澱	第 5~6 天左右產生異味，液體混濁有茶籽沉澱	溶解之後，在室溫下呈現黏稠液體。	容易與水相溶，液體為澄清透明，沒有異味。

註： ✓：代表油水未分離 ○：代表沒有辦法進行實驗

實驗討論：

茶籽粉的分解速率大約 6 至 9 天左右，液面呈現混濁狀，並產生食物敗壞的異味，顯示出茶籽粉容易被微生物分解。肥皂比較難分解約 11 天至 15 天後失去清劑的效力，但是至十五天仍呈現黏稠的液體，仍具芳香味，因此極有可能造成下水道的阻塞。洗碗精在 15 天內尚無法分解，液面清澈，顯示出洗碗精的穩定性極高不容易分解變質，對環境的危害不可不防。茶籽肥皂具有茶籽與肥皂的特質，但由於量較少，因此約 9 至 11 天失去清劑效力，散發著食物腐敗的味道，但是液面不像肥皂般黏稠，推論由茶籽腐敗產生微生物，引發肥皂較易被分解。

五、茶籽肥皂的問卷調查

由實驗之中得知茶籽肥皂具有相當多環保特性，其結合傳統肥皂與茶籽粉的優點，並降低兩者的缺點。實用性方面，試著使用一般市場調查最常使用問卷調查來評估茶籽肥皂的實用性。



圖二十四 問卷調查

調查方式如下：

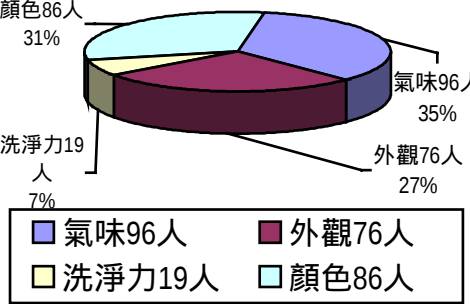
- 一、 擬定問卷調查方針並設計問卷
- 二、 隨機取樣選定，學生 139 人、教師 23 人，共 162 人接受問卷調查
- 三、 在進行問卷調查前一周即給予茶籽肥皂試用
- 四、 一周後利用課餘時間進行問卷調查



圖二十五 資料分析

資料分析：

題號	題目	結果	分析
2	請問你洗起來感覺如何？	還好共80人 54% 很好共27人 18% 很澀共33人 22% 很油共9人 6%	大部份的使用者認為使用起來與肥皂相同
3	您覺得茶籽肥皂的洗淨力如何？	還好 91人 60% 很好 34人 22% 很差 28人 18%	大部份的使用者認為茶籽肥皂的清潔力不錯，與一般肥皂差不多
8	你覺得「茶籽肥皂」與「茶籽粉」兩者比較之下你覺得那一項使用比較方便	茶籽肥皂 116人 72% 茶籽粉 45人 28%	大部份的使用者認為茶籽肥皂較茶籽粉在使用上較為方便

10	你覺得我們的肥皂有那裡需要改善?(可複選)		大部份的使用者認為茶籽肥皂較需要在顏色、外觀與氣味上進行改進
----	-----------------------	---	--------------------------------

歸納出茶籽肥皂使用起來，大致與一般市售肥皂的性質相差不遠，需要改進的在於外觀、味道等等的外在因素，在設備與材料上可以加以改進，問卷調查的結果與預期目標相近。

陸、 結論與建議

費時大約四個月的實驗終於完成了！在實驗中有喜悅也有挫折，但重要的是我們在實驗設計、實驗操作技巧、資料搜尋及團隊分工與合作方面成長了許多！做科展雖然辛苦但真是獲益良多也回味無窮！這次實驗中我們有了以下的結論：

一、第二冊理化課本中有關「製造肥皂」實驗之改良建議如下：

- (一)由老師配製濃度約 20%至 30%的氫氧化鈉溶液提供同學使用。
- (二)使用油脂種類可用課本中的椰子油(由學校購買),但若同學可由家中自備豬油(或回鍋油)更好，一方面結合生活經驗一方面可減少椰子油冬天會凝固缺點並節約經費。油脂的用量方面，建議使用 20 克，如此方便過濾與成型，而同學也可製得一塊如旅館中使用大小之肥皂，這樣同學會對此實驗印象更加深刻！
- (三)在反應時間控制方面建議去除利用是否有酒精氣味殘餘之判別方式，而改用加熱並攪拌約 15 分鐘，並不時的加入酒精之方式，以確保皂化反應較完全，也可使產率較高。
- (四)肥皂製成後可增加脫鹼、去油及乾燥的手續，如此製得的肥皂同學較能方便使用。

二、由問卷與實驗結果得知茶籽肥皂具有以下之特質：

- (一)可在硬水之中使用。
- (二)酸鹼度較一般的市售肥皂更趨近中性。
- (三)清潔力與市售肥皂清潔力相差不遠。
- (四)就洗手之方便性而言，較茶籽粉好用。
- (五)不含市售肥皂中所含之非天然的化學添加物。
- (六)可降低單獨使用肥皂或茶籽粉對環境所造成之污染的危害。

茶籽肥皂兼具茶籽粉與市售肥皂的優點，並對環境污染程度較低，因此茶籽肥皂應是龍潭地區（或其他產茶地區）一項值得推廣的新產品。

三、從問卷調查結果得知，多數人對於使用茶籽粉作為清潔劑並兼顧環境保護，其在做法上還不是很正確，建議應加強推廣茶籽粉的正確使用方法如下：

（一）使用茶籽粉時，盡量避免直接抓一把取用，可以先取茶籽粉若干置入茶包（或以紗布縫製成小布包）內，將其泡水後使用，如此可重複使用，且可避免將茶籽粉排入下水道中。

（二）可以使用顆粒較大的茶籽粉，這樣使用後可以曬乾回收再利用。

柒、 未來研究方向

誠然由實驗及問卷結果中得知茶籽肥皂是一項值得推廣的產品，但茶籽肥皂在顏色、氣味及外觀上仍有許多待加強與改進之處，另外茶籽肥皂在長期使用後對人體皮膚之影響等，都是在本次研究後，未來值得繼續研究探討的方向。

捌、 謝誌：

感謝在整個研究過程中指導老師們隨時的指引與陪伴，讓我們學習到相當多的研究方法、科學知識與實驗設計的原理，也感謝在進行問卷調查時同學與全校老師們的配合與支持，讓我們研究資料更加的周詳，更感謝龍潭鄉公所、龍潭鄉農會及相關家長提供有關茶籽與茶籽粉的諮詢、資訊與協助，讓我們整個實驗過程能很順利進行並完成。

玖、 參考資料

國民中學理化課本第二冊。台北，國立編譯館。

劉知昱(1998)苦茶籽生物活性成分之研究，台灣大學農業化學研究所碩士論文。

鄭淑玲(1997)開發 STS 模組-『植物色素』與『天然清潔劑』，國立台灣師範大學化學研究所碩士論文。

加拉 (1995) 環保與生態，臺北縣：學英文化總經銷。

許英元(1979)軟性與硬性清潔劑生物分解能力之研究，國立成功大學土木工程研究所碩士論文。

高信福(1975)界面活性劑與清潔劑分析方法之研究，國立成功大學土木工程研究所碩士論文。

曾金棠(1975)清潔劑及洗衣粉製造，台北市：五洲。

陳溫其(1962)肥皂與合成清潔劑，台北：台灣區肥皂工業同業公會。

附 錄

附錄一 問卷調查設計 (一)

附錄二 問卷調查設計 (二)

附錄一 問卷調查設計(一)

各位同學您好！

這份問卷是關於我們將要進行之清潔劑研究實驗的一部份，您的填答將對我們的實驗有非常大的幫助請您確實填寫！非常感謝您的協助！

1. 請問你是否使用過茶子粉？（答否者請跳至第 9 題）
☐ 是 ☐ 否
2. 貴府通常使用茶子粉於何用途？（可複選）
☐ 洗車 ☐ 洗澡 ☐ 洗手 ☐ 洗碗 ☐ 洗頭髮 ☐ 洗碗 ☐ 清魚缸
☐ 洗馬桶 ☐ 洗碗 其他 _____
3. 請問你通常是怎麼使用茶籽粉的？
☐ 泡水後使用 ☐ 直接取少量茶籽粉使用 ☐ 其他 _____
4. 使用茶子粉後是否會覺得難以沖洗？清洗後會不會常常殘留。
☐ 是，大部分殘留 ☐ 是，少部分殘留 ☐ 否
5. 請問你使用茶籽粉的動機是什麼？（可複選）
☐ 家人購買就使用 ☐ 好奇心 ☐ 價格便宜 ☐ 好友推薦
☐ 使用方便 ☐ 清潔力強 ☐ 環保 ☐ 其他 _____
6. 貴府是否有回收使用後之茶子粉？如何回收呢？
☐ 否 ☐ 是 連續使用 ☐ 是 曬乾後使用 ☐ 是 其他 _____
7. 一包茶子粉貴府通常使用多久？
☐ 一個月內 ☐ 1 ~ 3 個月 ☐ 4 ~ 6 個月 ☐ 半年以上
8. 請問你洗手時通常會使用何種清潔劑？
☐ 都不使用 ☐ 肥皂 ☐ 茶籽粉 ☐ 洗手乳
9. 你覺得以下的產品那一種的清潔效果最好？
☐ 肥皂 ☐ 茶籽粉 ☐ 洗手乳 ☐ 其他 _____
10. 夏天快到了，腸病毒即將流行，你會使用那一種產品來殺菌？
☐ 肥皂 ☐ 茶籽粉 ☐ 洗手乳 ☐ 酒精 ☐ 其他 _____
11. 在你使用過的多種清潔劑之中，洗手時最難沖洗的是(需要使用大量水清洗)
☐ 肥皂 ☐ 茶籽粉 ☐ 洗手乳 ☐ 洗碗精 ☐ 其他 _____
12. 你認為那一種的清潔劑最為環保呢？
☐ 肥皂 ☐ 茶籽粉 ☐ 洗手乳 ☐ 洗碗精 ☐ 其他 _____
13. 貴府通常使用肥皂於何用途？（可複選）
☐ 洗車 ☐ 洗澡 ☐ 洗手 ☐ 洗碗 ☐ 其他 _____
14. 一塊肥皂貴府通常使用多久？
☐ 一個月內 ☐ 1 ~ 3 個月 ☐ 4 ~ 6 個月 ☐ 半年以上
15. 在這個禮拜之中(七天)，你平均一天使用幾次肥皂？
☐ 0~1 次 ☐ 2~4 次 ☐ 5~7 次 ☐ 8 次以上

附錄二 問卷調查設計(二)

老師、各位同學大家好：這是一份問卷調查，主要瞭解大家對我們製作的茶籽肥皂的看法，希望大家可以認真回答以下的問題，非常謝謝：

1. 請問你是否使用過我們製作的茶籽肥皂?那使用的感覺如何？

- ☐ 是，很像一般肥皂 ☐ 否

2. 請問你洗起來感覺如何？

- ☐ 很好，比一般肥皂還好用 ☐ 還好，跟一般肥皂一樣
☐ 很澀，用完手很乾 ☐ 很油，用完手很油

3. 您覺得茶籽肥皂的洗淨力如何？

- ☐ 很好，比一般肥皂還好用 ☐ 還好，感覺跟一般肥皂差不多
☐ 很差，沒有什麼泡泡 ☐ 很差，完全洗不乾清

4. 您覺得我們肥皂的外觀如何?你比較喜歡我們製作的那一種肥皂

- ☐ 雙層的茶籽肥皂看起很棒，很有藝術氣息
☐ 單層的混合茶籽肥皂看起很棒，好像高級肥皂哦！
☐ 還好，沒有感覺
☐ 很醜，應該還可以改進

5. 您覺得我們肥皂的氣味如何？

- ☐ 很香 ☐ 還可以 ☐ 很臭

6. 您覺得我們肥皂的顏色如何？

- ☐ 不錯，覺得很天然，看起來蠻高級的 ☐ 還好，顏色還可以接受 ☐ 很醜

7. 覺得我們的肥皂的硬度比起來怎樣？

- ☐ 太硬了，很難洗 ☐ 沒感覺，跟市面上的肥皂差不多
☐ 太軟了，洗一洗就軟掉

8. 你覺得「茶籽肥皂」與「茶籽粉」兩者比較之下你覺得那一項使用比較方便

- ☐ 茶籽粉，抓起來就可以用了呀！ ☐ 茶籽肥皂，使用起來跟肥皂一樣

9. 你覺得肥皂、茶籽粉與我們自製的茶籽肥皂三者之間那一個比較環保嗎？

- ☐ 肥皂，因為我從小使用到現在也不覺得那裡不好呀！
☐ 茶籽粉，這是天然的清潔劑，當然環保！
☐ 茶籽肥皂，因為它在肥皂中可以減少肥皂的用量，並降底茶籽粉的用量。

10. 你覺得我們的肥皂有那裡需要改善?(可複選)

- ☐ 氣味 ☐ 外觀 ☐ 洗淨力 ☐ 顏色
☐ 使用起來跟一般肥皂一樣

(第三名)(最佳鄉土教材獎)

確實改進實驗的缺失，並結合鄉土體裁，發揚地方特色，又兼具環保功能，值得推廣。