

# 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 化學科

團隊合作獎

080201

打「皂」健康人生~自製防疫抗菌手工皂

學校名稱：高雄市三民區東光國民小學

作者：  小五 程楷媿  小五 李維旒  小五 吳奕萱  小五 陳妍菲  小五 蔡慕箴  小五 林佑璋	指導老師：  項文雄  黃裕斌
---	-----------------------------

關鍵詞：手工皂、抗菌

# 摘要

COVID-19 肺炎病毒肆虐全球，強調用肥皂多洗手，已是大家認為最有效的防疫作為。有鑑於此，本研究希望透過學習肥皂製作過程，探討「皂化反應」的溫度、重量與 pH 的變化，以及「皂化現象」的影響因素，最後嘗試製作防疫抗菌手工皂分送給全校班級，共同為防疫盡一份地球公民的責任。研究中分別觀察皂化過程的 pH 值、硬度與去污力，發現皂化過程中的油品種類、油品溫度、鹼水與油品間的溫度差、氫氧化鈉的量、油品比例、環境溫度，都會不同程度的影響成皂情形。我們也發現，在實驗中設定的任何溫度都能成皂，而非一般認知的特定溫度。最後，利用實驗室培養的純化大腸桿菌，測定以艾草液、左手香液製成的肥皂有不錯的殺菌效果喔！

## 壹、研究動機

從去年年底起，新冠肺炎開始威脅地球人們的生命安全，為了防疫，勤洗手戴口罩變成是生活的日常。如何有效洗手遠離病毒的威脅，醫生都說要用肥皂來洗手。於是我們決定藉由此次科展，來學習製作手工皂，觀察皂化現象的過程，並探究影響皂化現象的相關因素，最重要的是，希望能做出具有殺菌效果的手工皂，保護自己的健康。

## 貳、研究目的

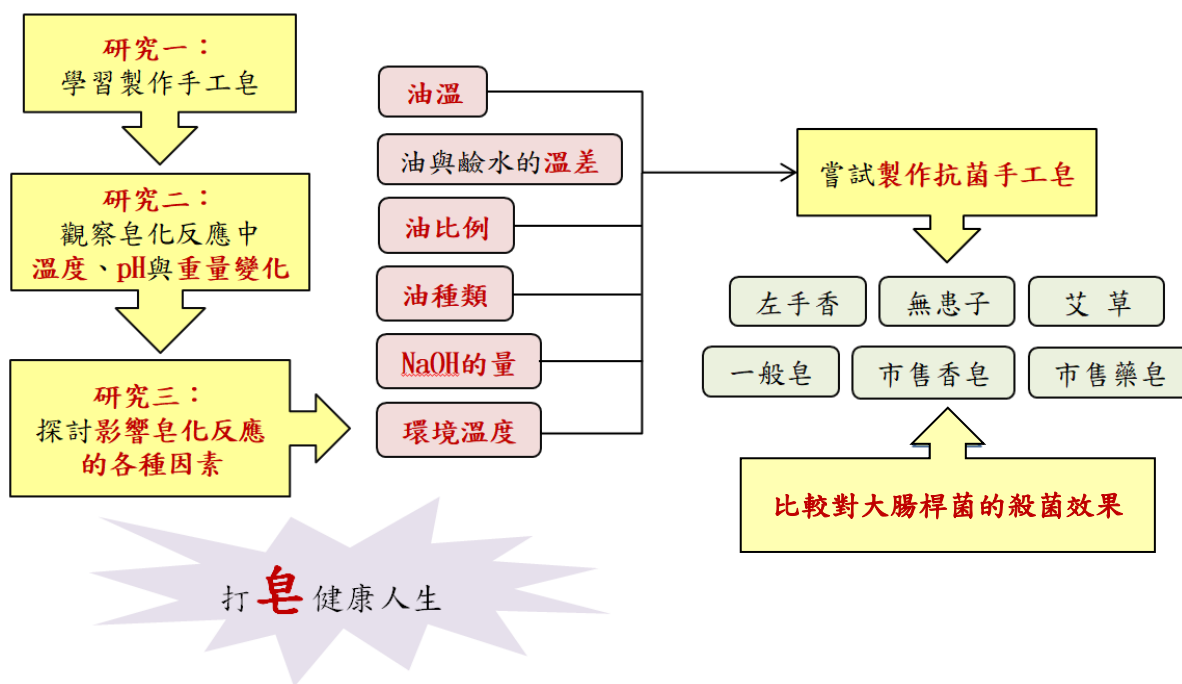
- 一、學習如何製作手工皂。
- 二、觀察「皂化反應」的溫度、重量與 pH 的變化。
- 三、探討「皂化現象」影響因素。
- 四、嘗試製作防疫抗菌手工皂。

## 參、研究器材

			
做皂工具：刮刀、磅秤、皂模、量杯、攪拌棒、鍋子、溫度計、電磁爐	做皂材料：椰子油、橄欖油、棕櫚油、氫氧化鈉		
			
測量 pH 值工具：滴管、攪拌棒、小湯匙、pH 劑、校正液、小磅秤	測量去污力工具與材料：自製暗箱、手電筒、清洗罐、白色棉布、迴紋針、手機、碼錶、醬油	測量硬度工具：自製硬度測量台（錐形釘、鐵尺、橡皮筋）	

## 肆、研究過程與結果

### 一、 研究流程與重點



### 二、文獻探討

#### (一) 分析比較前人相關的研究

屆別	題目	研究內容
全國科展 58屆	乾坤再造不一樣的皂化	加入酸液降低肥皂的酸鹼值，比較與油反應後的乳化程度與殺菌力(採用發霉方法測試殺菌力)
全國科展 52屆	天然美皂——人生與油的邂逅	不添加香精色素，調整油脂比例，配合化學與食物學的原理製作出不同的肥皂，並且選用不同的油類和天然香料製作天然肥皂。
全國科展 50屆	煉煉紫荊皂	研究改變艷紫荊及苦楝樹子搓揉次數、水溫、新鮮度.....對肥皂 pH 值及溶水性的影響。
全國科展 50屆	肥皂熟了 水知道	利用不同方法加速肥皂熟成速度，結果發現將肥皂置於除濕機出風口上方 8 小時效果最好，能有效縮短肥皂熟成的等待時間。
全國科展 46屆	回收油肥皂	回收油肥皂的 pH 值偏鹼性，想要有效的降低回收油肥皂的 PH 值，則可在製作的過程中加入 30%的醋酸 30ml 或 30ml~50ml 的檸檬原汁。
全國科展 46屆	驅蟑達人「皂」得住~天然環保驅蟑皂	利用不同植物或植物肥皂驅逐蟑螂，達到環保又驅蟑的效果。

全國科展 42 屆	皂化弄人，人定勝天。	研究茶籽肥皂與其他清潔劑性質測試實驗。 <b>比較肥皂和茶籽粉跟合成清潔劑的區別</b> ，並期待製造一種能對環境造成最小衝擊的清潔劑。
--------------	------------	--

※我們的研究重點是在**深入探討皂化過程中的溫度與重量變化**，並**實際探究影響皂化現象的主要因素**；最後**自製殺菌皂**，探討對大腸桿菌的殺菌效果，與前人相關的研究明顯不同。

## (二)甚麼是手工皂：

**皂化反應就是：油脂+氫氧化鈉(鉀)水溶液→皂(+不皂化物)+甘油**。使用天然植物/動物油，加上強鹼溶液(氫氧化鈉/氫氧化鉀)，經過攪拌，不使用工業的製程&非天然材質的過度添加，以一個原始而簡單的方式，所做出來的皂就是手工皂。

## 三、研究過程與方法

### 研究一：學習如何製作手工皂。

方法：從書上與網路上學習製作手工皂的正確方法，並在師長指導下實際製作手工皂。

			
1. 將 <b>52g 氫氧化鈉</b> 放入 <b>125g 的 RO 水</b> 中攪拌，調配鹼水。	2.混合三種油品： <b>椰子油 80 g +棕櫚油 105g+橄欖油 165g</b> 調配油品	3.用溫度計與冰桶控制溫度。	4.將鹼水放入混合均勻的油品中
			
5.用攪拌棒打成美乃滋狀的皂液。	6.將皂液倒入皂膜內。	7.靜置 24 小時。	8.脫膜放入箱內持續置放。

※說明：我們從網路上搜尋製作 **500 g 的清爽皂**的配方是：

油品：**椰子油 80 g +棕櫚油 105g+橄欖油 165g**

鹼水：**NaOH 52g+水 125g**

書上建議製作手工皂的適合溫度是油溫 **50°C**、鹼水與油溫溫差不要超過 **5°C**。



研究二、觀察「皂化反應」的溫度、重量與 pH 的變化。

實驗一：不同溫度的皂液，在不同的量時，其溫度變化各是如何呢？

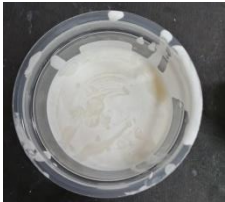
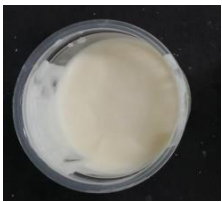







方法：1.用 50°C 的油溫、50°C 的鹼水，以電動攪拌棒低速打 90 秒，打成美乃滋狀的皂液，再分別倒入 150c.c 的布丁盒中，各三分之一杯、三分之二杯、三分之二杯。立即用紅外線溫度計每隔 1 分鐘測量一次溫度並做記錄。



2.改用 20°C 的油溫、20°C 的鹼水，重複前面實驗進行之。

3.再用 90°C 的油溫、90°C 的鹼水，重複前面實驗進行之。

1.外觀變化

	20°C油溫	50°C油溫	90°C油溫
三分之一			
外觀說明	表面有白粉、沒有裂開	表面沒有白粉沒有裂開	表面沒有白粉沒有裂開
三分之二			
外觀說明	表面有白粉、沒有裂開	表面沒有白粉、稍微裂開	表面些微白粉、裂開明顯
三分之二			
外觀說明	表面有白粉、沒有裂開	表面沒有白粉、裂紋粗而清晰。	表面些微白粉、表面破裂，且有冒出的現象。

※發現：

(1)手工皂的量會影響成皂的情形，**量越多，厚度越厚，容易產生裂痕，推測是外部降溫較快，而內部仍在進行皂化反應而升溫**；當外部成型硬化後，內部的溫度仍不斷升高，以至於產生裂縫冒出表面，形成像發糕的情形。



(2)**油溫會影響皂化的情形，當油溫過高，量又過多，表面容易裂開，有從內冒出的現象。而油溫過低，即便量較多，也不會裂開，但容易失溫產生白粉。**

※討論：這種**產生白粉的情形**，我們查了書上的資料，稱之為：**皂化不完全**。

※思考(一)：這種白粉究竟是甚麼呢？我們進行以下的實驗來證明。

※實驗方法：

A 管：(1) 蒐集肥皂上白色粉末 1g。

(2) 將白色粉末置入盒內，並加入 5ml 水溶解，再倒入試管中靜置數分鐘。

(3) 將 1g 的氯化鈣置入盒內，並加入 5ml 的水溶解，再倒入試管中靜置數分鐘。

(4) 將兩試管溶液混合，觀察沉澱粉末顏色。

B 管：(5) 將 1g 的碳酸鈉粉置入盒內，並加入 5ml 水溶解，再倒入試管中靜置數分鐘。

(6) 將 1g 的氯化鈣置入盒內，並加入 5ml 的水溶解，再倒入試管中靜置數分鐘。

(7) 將兩試管溶液混合，觀察沉澱粉末顏色。



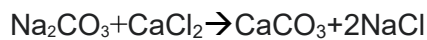
觀察與推測：

(8) 觀察 A、B 兩管的結果作推測。

				
蒐集手工皂上面的白粉	加入水攪拌	取氯化鈣加水並將二者混合	改用碳酸氫鈉重複做一次	手工皂的白粉水溶液加入氯化鈉水溶液後產生白色沉澱；而碳酸氫鈉水溶液加入氯化鈉水溶液後也產生白色沉澱。

※結果與討論：

因為碳酸鈉+氯化鈣會產生碳酸鈣（白色沉澱）+氯化鈉（溶解水中）



而我們將白粉水溶液放入氯化鈣水溶液，一樣產生白色沉澱。

雖然碳酸鈣和硫酸鈣都為白色沉澱物，但手工皂裡只有以氫氧化鈉反應的鈉離子，沒有硫酸根離子，所以我們合理推斷，手工皂產生的白粉是碳酸鈣，是

過量或尚未完成反應的氫氧化鈉與空氣中二氧化碳反應的結果。

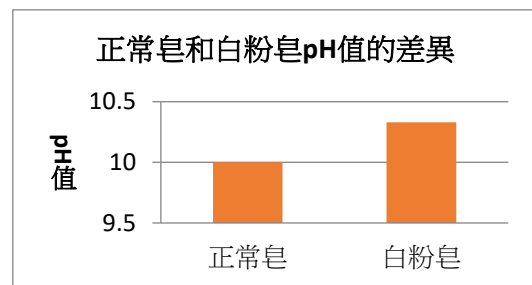


※思考(二)：有白粉的手工皂，其 pH 如何？還能夠使用嗎？

※實驗方法：將有白粉的手工皂挖出 1g，加入 49c.c 的水，測量其 pH 值，並與沒有白粉的皂做比較。

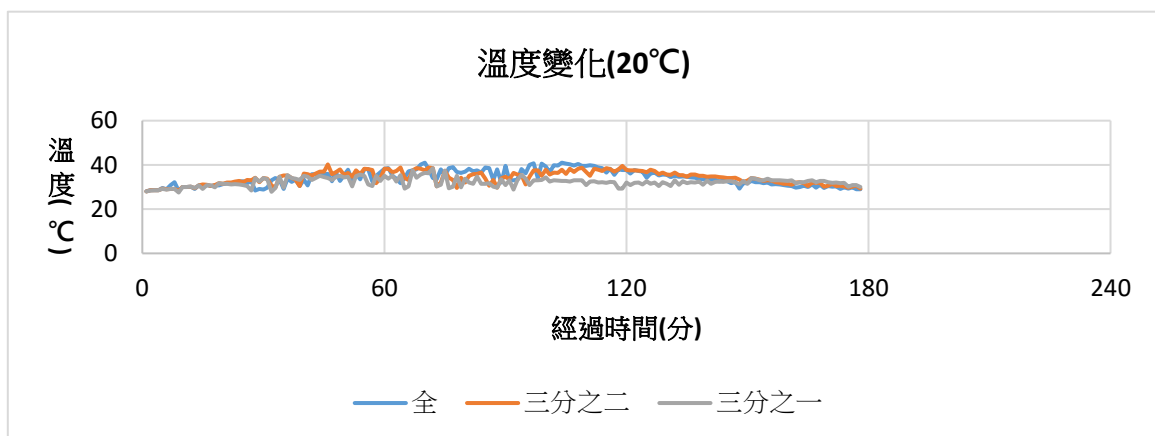
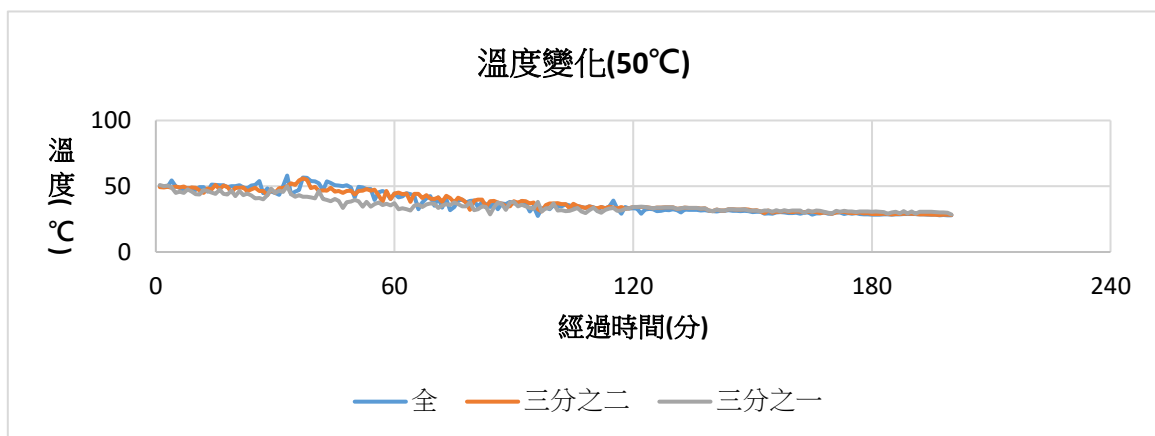
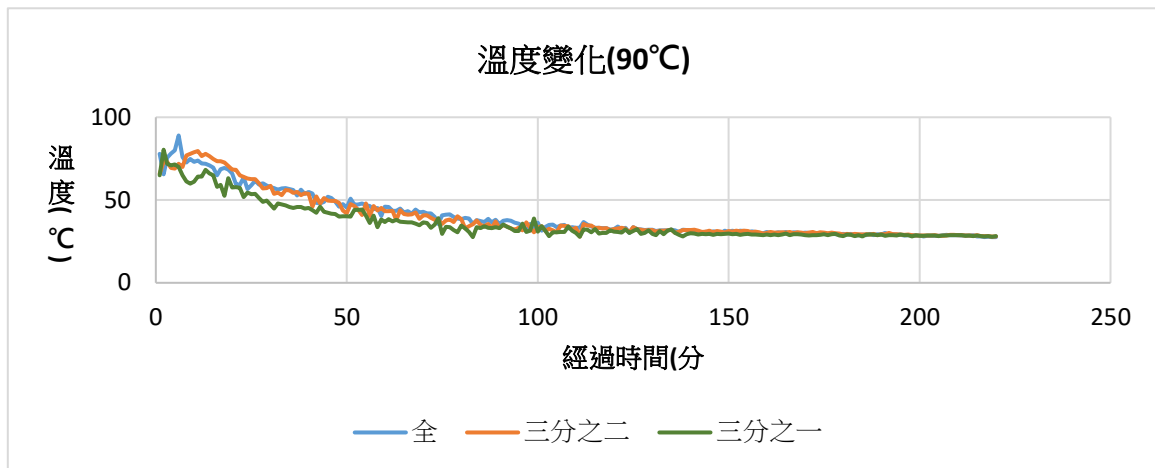
結果：

	正常皂	白粉皂
第一塊 pH	9.9	10.3
第二塊 pH	10	10.3
第三塊 pH	10.1	10.4
平均	10	10.33



發現：白粉皂會比沒有白粉的皂 pH 值還高一些，建議大家還是把白粉挖掉再使用比較好。

## 2.溫度變化



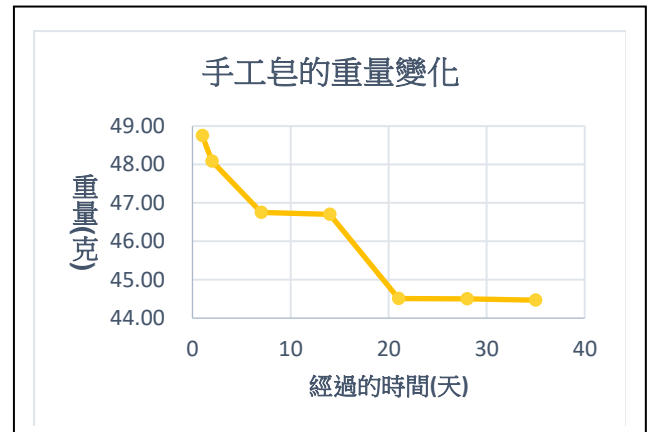
### ※發現：

- (1)在皂化過程中，會持續進行熱釋放，油溫越高，溫度瞬間上升越快；油溫越低，則溫度上升速度越慢。
- (2)皂化過程中，因為放熱反應持續進行中，因此溫度會上上下下呈現不平穩狀態，但整個降溫的趨勢會在二個半小時後慢慢緩和下來。
- (3)皂液的量也會影響皂化反應，量越多，反應的溫度越高，高溫也持續越久。

※思考：到底這不同量、不同溫度的皂化過程，在皂化的過程重量會如何改變呢？我們同步測量並記錄。

### 3.重量變化

天數	1	2	3	平均	重量減少百分比(%)
1	48.93	48.38	48.94	48.75	0.00
2	48.14	48.26	47.85	48.08	1.37
7	46.77	46.75	46.74	46.75	4.10
14	46.72	46.73	46.66	46.70	4.20
21	44.52	44.47	44.54	44.51	8.70
28	44.60	44.50	44.40	44.50	8.72
35	44.50	44.40	44.50	44.47	<b>8.79</b>



#### ※發現：

在第一個星期，製成的人工皂重量會明顯下降，顯示水分迅速散失中。三個星期後，重量下降的幅度就會趨緩。五個星期後，重量減少約為第一天皂重的 **8.79%**。

#### ※討論：

因為皂化過程需要時間，前三個星期皂化情形最明顯，所以水分散失最快；當皂化接近完成，重量散失的情形較不明顯。

### 研究三、探討「皂化現象」影響因素。

#### ※研究方法說明：

(一)實驗想法：書上說做皂最佳的溫度是  $50^{\circ}\text{C}$ ，且油溫和鹼水的溫差不要超過  $5^{\circ}\text{C}$ ；環境溫度會影響皂化的過程、各種油品有不同的功用、以及做皂要調配適合比例的鹼水，攪拌時間要充足等。針對以上這幾點，我們很想知道油溫、溫差、油種類、鹼水多寡、環境溫度、攪拌時間如何影響手工皂的 pH 值、硬度與去污力呢？為了解開心中的謎，便設計以下的實驗來證明。

#### (二)實驗方法：

##### 1. pH 值測量：

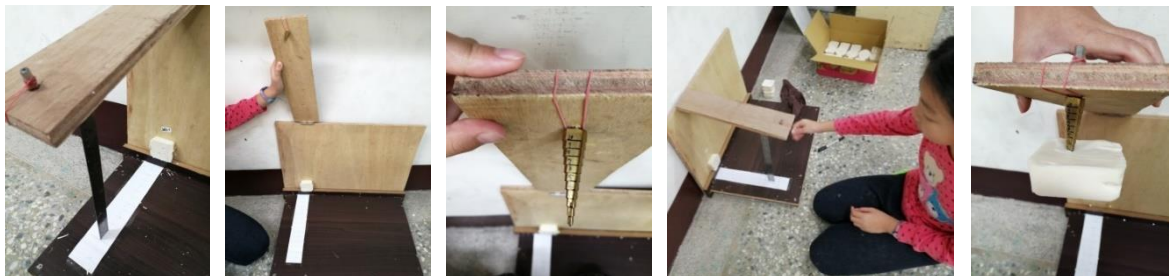
我們以重量百分比濃度，調配各式肥皂的水溶液為 2%，並以 pH 測定儀測量肥皂水溶液的 pH 值。





## 2. 硬度測量：

我們用廢棄的木板，自製硬度測量台。先將肥皂放在側板上固定，再將敲擊板以 30cm 鐵尺固定在同一個位置，測量時由同一人將鐵尺打開，敲擊板會因重力原理順勢擊向下，此時敲擊板上具有刻度的錐釘會刺入肥皂，將藉由刺入的深度來判定肥皂的軟硬程度。如下圖所示，(數字越大，代表刺進去越多，越軟。)



## 3. 去污力測量：

- (1)先剪下 5cm×5cm 的棉布，將棉布浸泡在醬油中 3 分鐘，藉以染色。
- (2)將染好顏色的棉布置於陽光下曬乾。
- (3)畫上黑圈標明實驗內容，以手機和自製暗箱先拍洗淨前的照片。
- (4)將布放入洗淨罐中，以同一個人左右搖晃 100 下，並以鑷子取出洗淨後的布。
- (5)用餐巾紙按壓兩次後使其不滴水，便置於暗箱中再度拍攝洗淨後的結果。
- (6)以電腦 PhotoImpact 在圈圈內固定位置取樣三點，比較洗淨前後的彩度差，藉以判定其去污力。







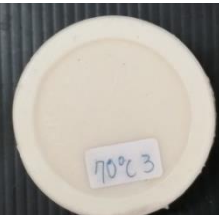
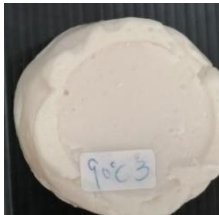


### 實驗一：探討油溫如何影響皂化現象

方法：(一)將油溫與鹼水溫度控制在 5°C~90°C 之間，以油溫和鹼水零溫差的方式進行皂化反應。

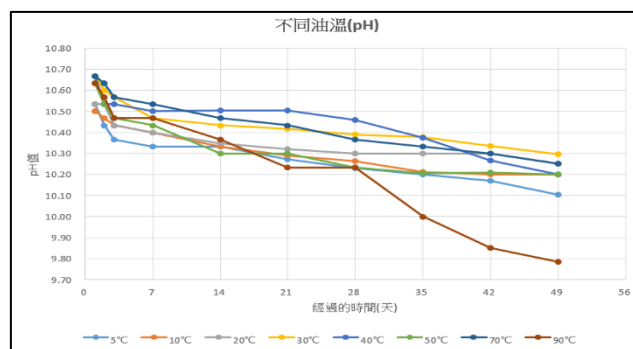
- (二)在固定時間分別測量 pH 值、硬度與去污力，並記錄其結果。



油溫 5°C	油溫 10°C	油溫 20°C	油溫 30°C
			
油溫 5°C也可成皂，但表面很不光滑。	油溫 10°C也可成皂，但表面不光滑。	油溫 20°C成皂漂亮，表面非常光滑。	油溫 30°C也可成皂，表面亦是光滑。
油溫 40°C	油溫 50°C	油溫 70°C	油溫 90°C
			
油溫 40°C成皂漂亮，表面非常光滑。	油溫 50°C成皂漂亮，表面非常光滑。	油溫 70°C成皂漂亮，表面非常光滑。	油溫 90°C可成皂，但表面不是很均勻。

## 1. pH 值

天 \ °C	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	70°C	90°C
1	10.53	10.50	10.53	10.67	10.67	10.63	10.67	10.63
2	10.43	10.47	10.53	10.60	10.53	10.53	10.63	10.57
3	10.37	10.43	10.43	10.57	10.53	10.47	10.57	10.47
7	10.33	10.40	10.40	10.47	10.50	10.43	10.53	10.47
14	10.33	10.33	10.35	10.43	10.50	10.30	10.47	10.37
21	10.27	10.29	10.32	10.42	10.50	10.30	10.43	10.23
28	10.23	10.26	10.30	10.39	10.46	10.23	10.37	10.23
35	10.20	10.21	10.30	10.38	10.37	10.21	10.33	10.00
42	10.17	10.20	10.30	10.34	10.27	10.21	10.30	9.85
49	10.11	10.20	10.25	10.30	10.20	10.20	10.25	9.79



※發現：

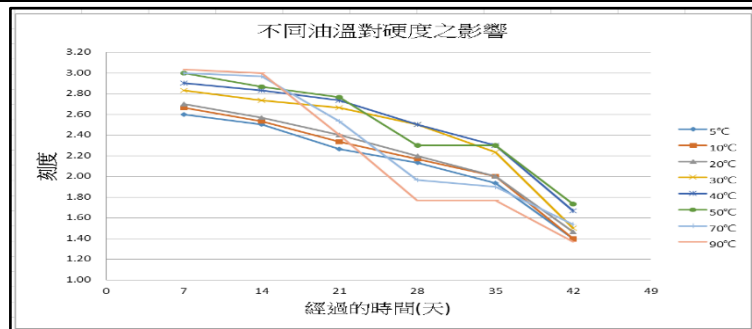
- (1)不同油溫均能做成皂，其 pH 值均會逐漸下降，也就是鹼性逐漸變弱，但到了第 49 天，手工皂的 pH 值都還是維持在 10 左右。
- (2)使用油溫 90°C製成皂，49 天後 pH 值最低。

※討論：

- (1)肥皂的 pH 值逐漸下降，推論是因為皂化過程隨時間仍然在不斷的進行，直到其中的氫氧化鈉完全反應後，pH 值會逐漸趨於穩定。
- (2) 根據資料顯示，高溫會加速油脂酸敗，油溫 90°C 製成的皂，最後 pH 較低，或許與此原因有關係。

2.硬度

天 \ °C	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	70°C	90°C
7	2.60	2.67	2.70	2.83	2.90	3.00	3.00	3.03
14	2.50	2.53	2.57	2.73	2.83	2.87	2.97	3.00
21	2.27	2.33	2.40	2.67	2.73	2.77	2.53	2.40
28	2.13	2.17	2.20	2.50	2.50	2.30	1.97	1.77
35	1.93	2.00	2.00	2.23	2.30	2.30	1.90	1.77
42	1.40	1.40	1.47	1.50	1.67	1.73	1.53	1.37



※發現：

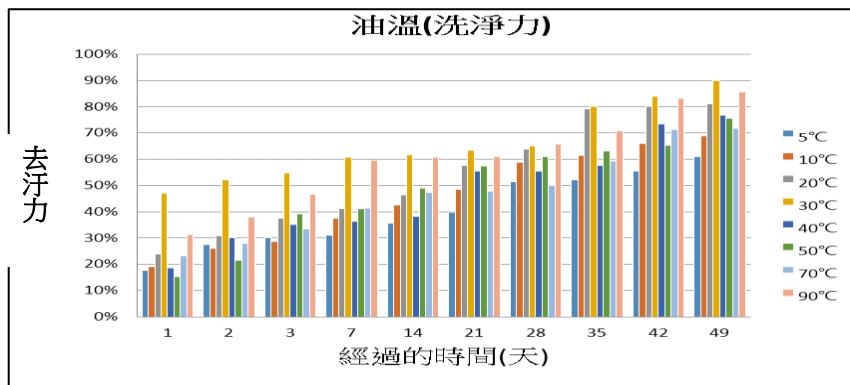
- (1)實驗觀察發現，不同油溫所製作的肥皂，隨著時間的經過，硬度都會隨著增加。
- (2)不同油溫中，以 90°C 的油溫第一天硬度最軟；5°C 的第一天硬度最硬，但到最後硬度則會接近。

※討論：

- (1)隨著時間經過，皂化程度愈完全，水分蒸散愈多，肥皂質地也愈堅硬。
- (2)溫度愈高，推測部分油質的結構可能被破壞，皂化不完全，油質含量愈多也就越軟。

3.去污力

天 \ °C	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	70°C	90°C
1	17.74%	18.99%	23.88%	47.14%	18.67%	15.15%	23.19%	31.25%
2	27.42%	25.97%	30.88%	52.05%	30.00%	21.57%	28.00%	37.93%
3	30.19%	28.77%	37.50%	54.65%	35.00%	39.29%	33.33%	46.58%
7	30.95%	37.50%	40.98%	60.61%	36.36%	41.03%	41.33%	59.57%
14	35.59%	42.42%	46.43%	61.73%	38.33%	48.98%	47.30%	60.71%
21	39.71%	48.53%	57.69%	63.25%	55.41%	57.45%	47.73%	60.94%
28	51.39%	58.82%	63.89%	65.14%	55.38%	60.98%	50.00%	65.85%
35	52.17%	61.54%	79.17%	80.00%	57.50%	63.16%	59.32%	70.69%
42	55.56%	66.07%	80.00%	84.00%	73.33%	65.31%	71.21%	83.33%
49	60.98%	68.75%	80.95%	85.10%	76.74%	75.47%	71.74%	85.71%



※發現：不同油溫的去汙力，前後測都能夠清潔染布，其中以 5°C、10°C 去汙力最差。

※討論：油溫過低，容易發生皂化不完全的現象，因此會影響去汙力。

### 實驗二：探討油與鹼水的溫差如何影響皂化現象

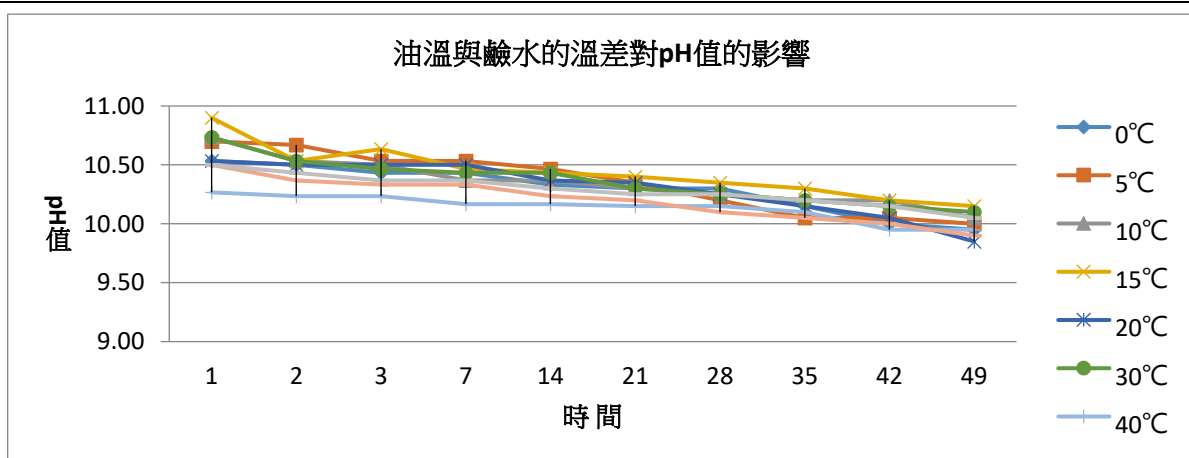
方法：(一)取油溫為 40°C，鹼水各為 40°C~ 100°C，使油溫與鹼水的溫差為 0°C~ 60°C，分別進行皂化作用。

(二)在固定時間分別測量 pH 值、硬度與去汙力，並記錄其結果。



#### 1.pH 值

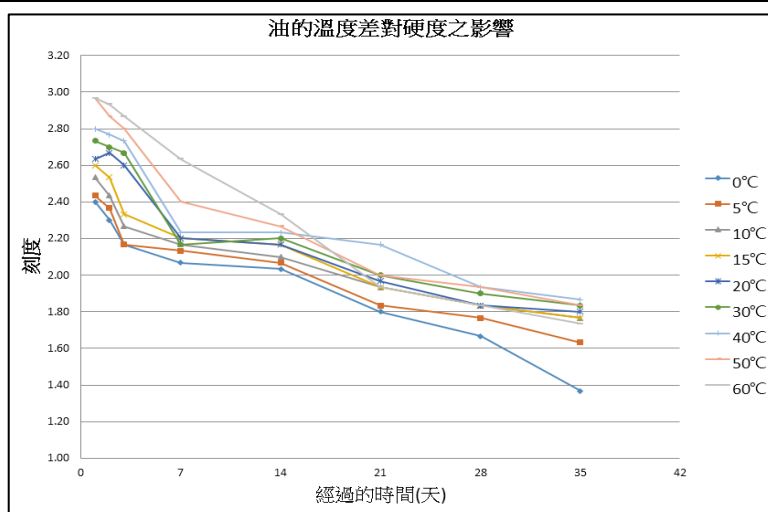
天 \ °C	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
1	10.53	10.70	10.73	10.90	10.53	10.73	10.27	10.50	10.50
2	10.50	10.67	10.53	10.53	10.50	10.53	10.23	10.37	10.43
3	10.43	10.53	10.50	10.63	10.50	10.47	10.23	10.33	10.37
7	10.43	10.53	10.37	10.47	10.50	10.43	10.17	10.33	10.37
14	10.33	10.47	10.37	10.43	10.37	10.43	10.17	10.23	10.30
21	10.30	10.35	10.30	10.40	10.35	10.30	10.15	10.20	10.25
28	10.30	10.20	10.25	10.35	10.25	10.25	10.15	10.10	10.25
35	10.15	10.05	10.20	10.30	10.15	10.20	10.10	10.05	10.20
42	10.00	10.05	10.20	10.20	10.05	10.15	9.95	10.00	10.15
49	9.95	10.00	10.05	10.15	9.85	10.10	9.95	9.90	10.05



※發現：溫差 0°C~60°C 都能做成皂，pH 之間沒有顯著的差異，pH 值一樣都會隨著時間經過而降低。

## 2. 硬度

天 \ °C	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
1	2.40	2.43	2.53	2.60	2.63	2.73	2.80	2.97	2.97
2	2.30	2.37	2.43	2.53	2.67	2.70	2.77	2.87	2.93
3	2.17	2.17	2.27	2.33	2.60	2.67	2.73	2.80	2.87
7	2.07	2.13	2.17	2.20	2.20	2.17	2.23	2.40	2.63
14	2.03	2.07	2.10	2.17	2.17	2.20	2.23	2.27	2.33
21	1.80	1.83	1.93	1.93	1.97	2.00	2.17	2.00	1.93
28	1.67	1.77	1.83	1.83	1.83	1.90	1.93	1.93	1.83
35	1.37	1.63	1.77	1.77	1.80	1.83	1.87	1.83	1.73



※發現：以油溫和鹼水溫差 0°C 熟成後，硬度最硬。

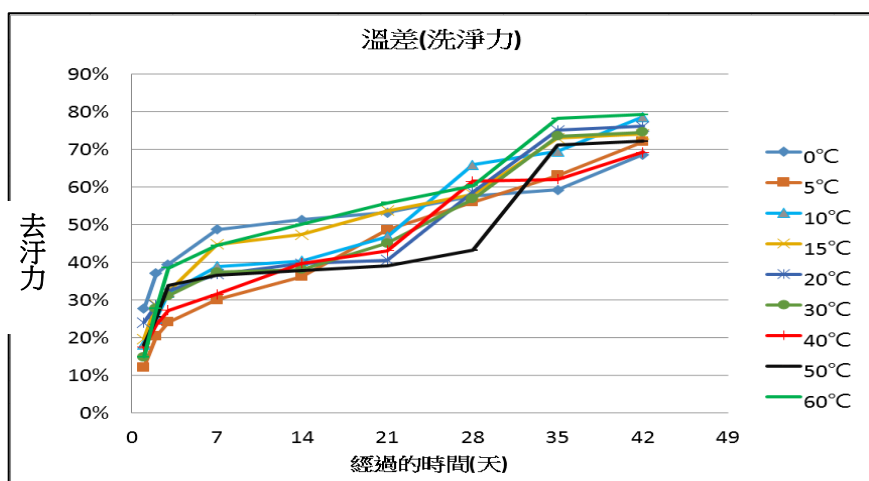
※討論：

肥皂皂化程度愈完全，硬度會愈硬，鹼水與油溫差，確實會影響硬度，我們查詢網路資料，指出溫差要在 10°C 內，比較容易成皂。實驗結果發現，不同溫差其實都能成皂，但皂化的成果不同而影響其硬度。

## 3. 去污力

天 \ 溫度	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
1	27.69%	12.12%	18.03%	19.61%	24.00%	14.75%	17.50%	18.03%	14.89%
2	37.04%	20.34%	25.00%	28.85%	28.57%	27.78%	23.53%	25.40%	27.66%
3	39.44%	24.07%	31.82%	32.14%	32.31%	31.08%	27.27%	33.78%	38.46%
7	48.72%	30.00%	38.89%	44.74%	36.84%	37.29%	31.51%	36.54%	44.44%
14	51.35%	36.17%	40.38%	47.37%	39.66%	38.10%	39.71%	37.84%	50.00%
21	53.19%	48.57%	46.81%	53.73%	40.54%	45.00%	43.08%	39.02%	55.74%
28	57.69%	56.00%	65.91%	58.11%	58.70%	56.82%	61.54%	43.18%	60.34%
35	59.18%	63.04%	69.39%	72.97%	75.00%	73.47%	62.00%	71.05%	78.18%
42	79.36%	72.00%	78.64%	74.00%	76.09%	74.51%	69.23%	72.09%	75.25%





※發現：不同溫差對去汙力的影響並不大，但隨著時間越久，肥皂皂化得越完全，去汙力越佳。

### 實驗三：探討油種類如何影響皂化現象

※思考：我們的清爽皂是由不同的油品混合皂化而成，書上寫說每種油品都有不同的功能，如果單純用某種油品，有辦法製成皂嗎？做出來的皂又是甚麼樣子呢？

※方法：(一) 我們以 350g 的椰子油、棕櫚油、橄欖油，依照皂化價做成皂。

(二) 在固定時間分別測量 pH 值、硬度與去汙力，並記錄其結果。

※說明：

油品名	特徵分類	總配方用量建議	熔點	氫氧化鈉皂化值	INS 值
椰子油	可促進起泡的油	15%~35%	20°C~28°C	0.19	258
棕櫚油	不易溶化變形的硬肥皂	10%~60%	27°C~50°C	0.141	145
橄欖油	有保濕力肥皂的油	可 100%使用	0°C~6°C	0.134	109

※皂化價：

皂化 1 克油脂所需鹼值的毫克數。皂化價可以用來判斷油脂的品質，供做肥皂時所需鹼量的計算。

※INS 值：

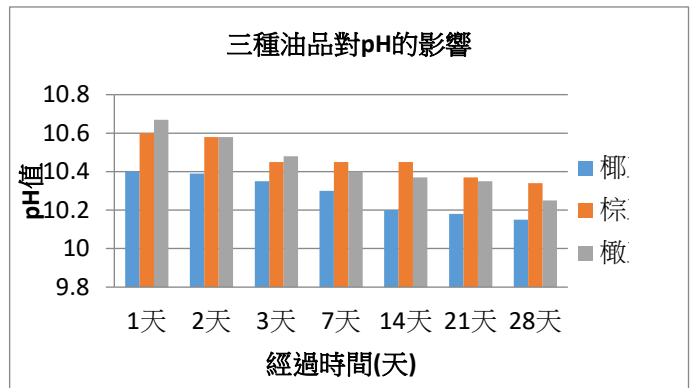
簡單來說，就是油脂的硬度。各種油脂的「INS 值」是以【皂化值-碘價】所計算出來的，也就是說碘價越低的油脂如：椰子油、可可脂、棕櫚核油等，INS 值愈高。各油脂 INS 值影響成品的軟硬度，如果配方中的軟油比例較高、INS 值低，做出來的皂就是軟趴趴的。一般書籍建議的 INS 值在 160，不過 120~170 都算是理想的硬度，只要過了數星期的成熟期，成品都不會有太大的問題。

油品	皂化價	所需氫氧化鈉與水正常的量
椰子油 350g	0.19	NaOH : $0.19 \times 350 = 66.5$ g 水 : $66.5 \times 2.4 = 225.6$ g
棕櫚油 350g	0.141	NaOH : $0.141 \times 350 = 49.35$ 水 : $49.35 \times 2.4 = 118.44$ g
橄欖油 350g	0.134	NaOH : $0.134 \times 3.5 = 46.9$ 水 : $46.9 \times 2.4 = 112.56$ g

結果：

### 1.pH 值

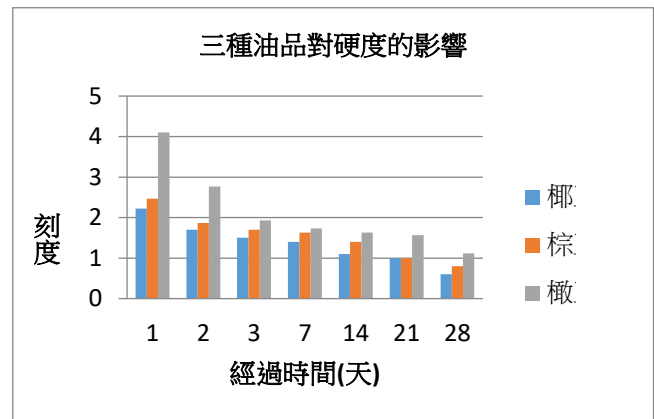
天	種類	椰	棕	橄
1天		10.40	10.60	10.67
2天		10.39	10.58	10.58
3天		10.35	10.45	10.48
7天		10.30	10.45	10.40
14天		10.20	10.45	10.37
21天		10.18	10.37	10.35
28天		10.15	10.34	10.25



※發現：依皂化價使用不同量的 NaOH，其 pH 值是棕櫚油>橄欖油>椰子油，但三者差異不大。

### 2.硬度

天	種類	椰	棕	橄
1		2.22	2.47	4.1
2		1.70	1.87	2.77
3		1.50	1.7	1.93
7		1.40	1.63	1.73
14		1.10	1.40	1.63
21		1.00	1.00	0.57
28		0.60	0.80	1.12



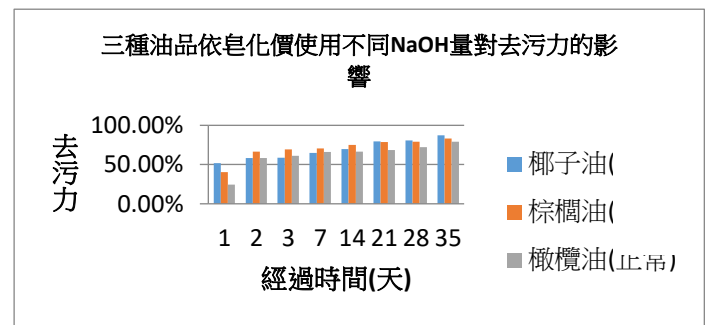
※發現：三種油品依照皂化價給予正確的 NaOH 的量，其硬度大小依序為：椰子油>棕櫚油>橄欖油。

※討論：三種油品的 INS 值也是椰子油>棕櫚油>橄欖油，所以依照皂化價給予正確的 NaOH 的量，得到的硬度趨勢與 INS 值相同。



### 3.去污力

	椰子油(正常)	棕櫚油(正常)	橄欖油(正常)
1	51.85%	40.43%	24.64%
2	58.18%	66.67%	58.33%
3	58.62%	69.23%	61.22%
7	64.81%	70.45%	66.00%
14	69.81%	75.00%	66.67%
21	79.70%	78.75%	68.66%
28	80.68%	79.31%	72.31%
35	87.43%	83.33%	79.31%



※發現：使用正確的 NaOH 量來做皂，持續觀察 5 週後，發現椰子油的去污力都是最好的，其次是棕櫚油、橄欖油。



椰子油起泡力強，去汙力特別佳

**實驗四：探討 NaOH 的量如何影響皂化現象**

※疑問：如果不小心多加或少加了氫氧化鈉，有辦法成功做皂嗎？

※方法：(一) 取椰子油 350g，分別加入不同量的 NaOH，以 2.4 倍的 RO 水降溫成為 40°C 的鹼水，用零溫差方式進行皂化反應。

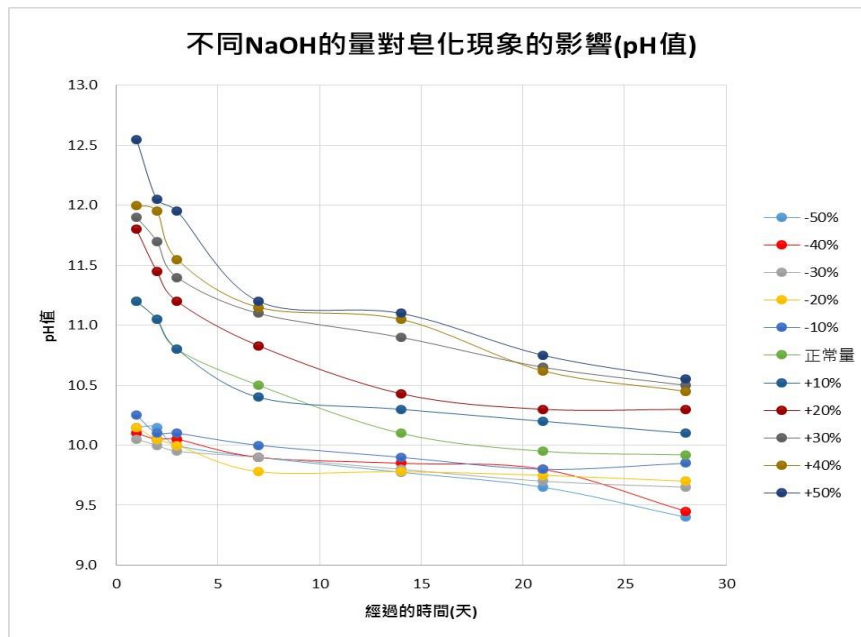
(二) 在固定時間分別測量 pH 值、硬度與去污力，並記錄其結果。

結果：



**1. pH 值**

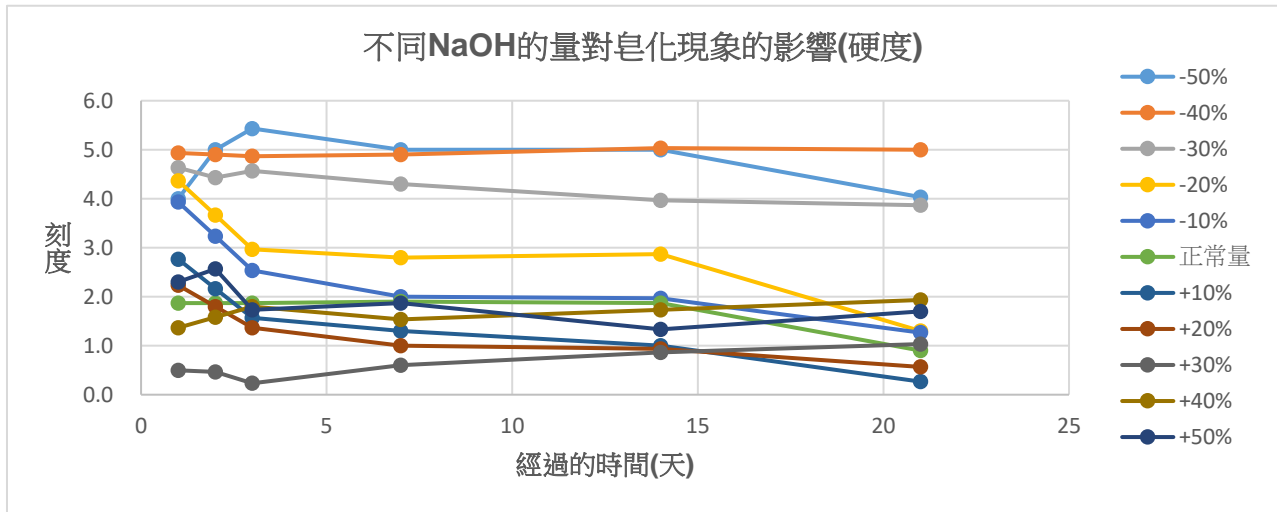
天 \ NaOH	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	正常量	+10%	+20%	+30%	+40%	+50%
1	10.15	10.10	10.05	10.15	10.25	11.05	11.20	11.80	11.90	12.00	12.55
2	10.15	10.05	10.00	10.05	10.10	11.05	11.05	11.45	11.70	11.95	12.05
3	10.00	10.05	9.95	10.00	10.10	10.80	10.80	11.20	11.40	11.55	11.95
7	9.90	9.90	9.90	9.78	10.00	10.50	10.40	10.83	11.10	11.15	11.20
14	9.78	9.85	9.80	9.78	9.90	10.10	10.30	10.43	10.90	11.05	11.10
21	9.65	9.80	9.70	9.75	9.80	9.95	10.20	10.30	10.65	10.62	10.75
28	9.40	9.45	9.65	9.70	9.85	9.92	10.10	10.30	10.50	10.45	10.55



發現：即便氫氧化鈉的量過多或過少到 50%，還是都能成皂。只是過量的氫氧化鈉做成的皂，pH 較高；不足的氫氧化鈉做成的皂，pH 較低一些。

## 2. 硬度

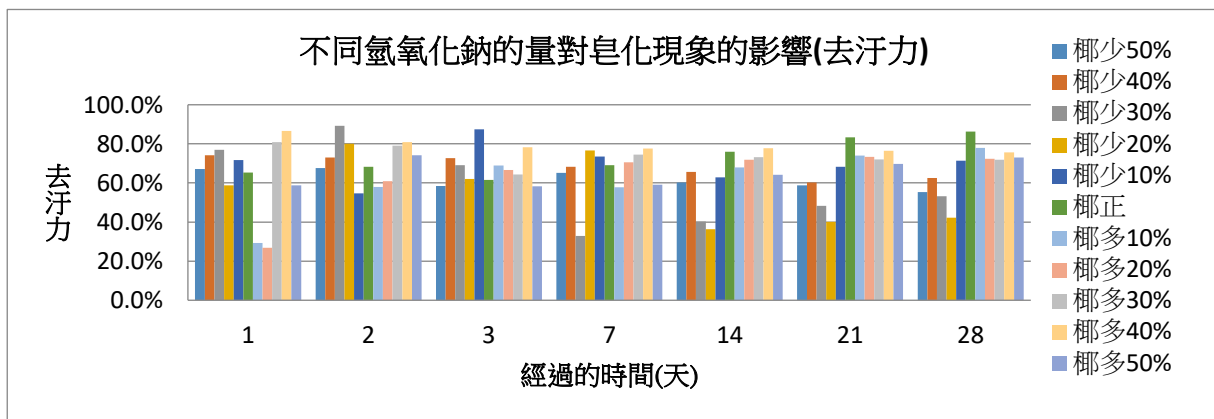
天	NaOH	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	正常量	+10%	+20%	+30%	+40%	+50%
1		4.0	4.9	4.6	4.4	3.9	1.9	2.8	2.2	0.5	1.4	2.3
2		5.0	4.9	4.4	3.7	3.2	1.9	2.2	1.8	0.5	1.6	2.6
3		5.4	4.9	4.6	3.0	2.5	1.9	1.6	1.4	0.2	1.8	1.7
7		5.0	4.9	4.3	2.8	2.0	1.9	1.3	1.0	0.6	1.5	1.9
14		5.0	5.0	4.0	2.9	2.0	1.9	1.0	0.9	0.9	1.7	1.3
21		4.0	5.0	3.9	1.3	1.3	0.9	0.3	0.6	1.0	1.9	1.7



發現：過量的氫氧化鈉做成的皂，硬度較高；不足的氫氧化鈉做成的皂，以油質居多，比較軟。

## 3. 去汙力：

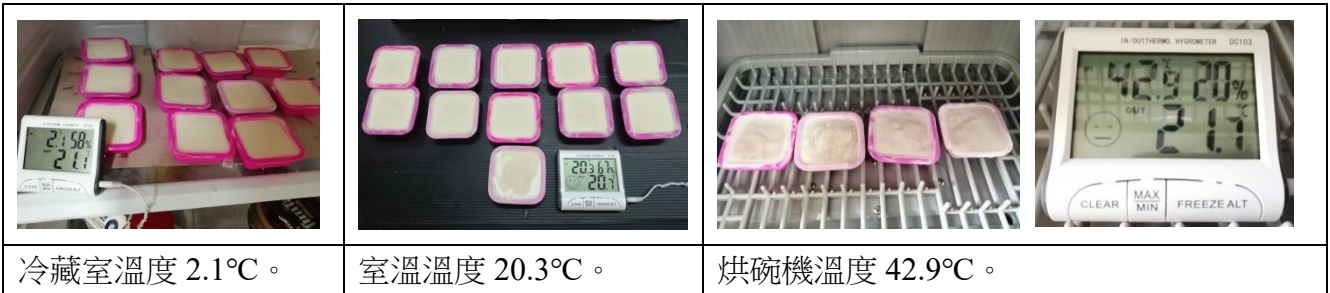
天	NaOH	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	正常量	+10%	+20%	+30%	+40%	+50%
1		67.2%	74.2%	76.9%	58.7%	71.7%	65.4%	29.3%	26.8%	81.0%	86.7%	58.7%
2		67.6%	73.1%	89.3%	80.0%	54.7%	68.2%	57.9%	61.0%	79.1%	80.9%	74.2%
3		58.5%	72.7%	69.1%	62.1%	87.5%	61.5%	69.0%	66.7%	64.3%	78.2%	58.3%
7		65.2%	68.2%	32.9%	76.6%	73.5%	69.0%	57.7%	70.6%	74.5%	77.6%	59.0%
14		60.2%	65.7%	40.2%	36.4%	62.9%	76.0%	68.0%	71.9%	73.2%	77.7%	64.2%
21		58.8%	60.3%	48.3%	40.1%	68.2%	83.4%	74.0%	73.3%	72.1%	76.4%	69.8%



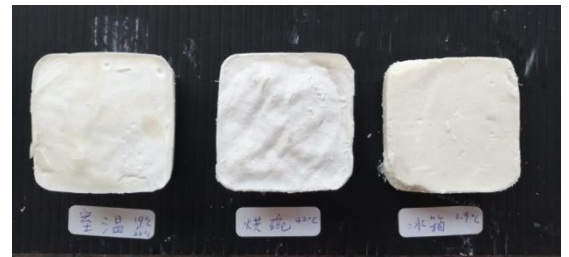
發現：正常量的氫氧化鈉做成的皂，去汙力隨著時間的增加而增加，最後有最佳的去汙力。

**實驗五：探討環境溫度如何影響皂化現象**

- ※方法：(一) 取椰子油 80 g + 棕櫚油 105g + 橄欖油 165g 調配成油品，將 52g 氫氧化鈉放入 125g 的 RO 水中攪拌成美乃滋狀，調配鹼水，以溫度 40°C，零溫差的方式做皂。
- (二) 皂液入模後，分別放在冰箱冷藏室、室溫與烘碗機中，經過 24 小時後取出，觀察成皂的情形。
- (三) 在固定時間分別測量 pH 值、硬度與去污力，並記錄其結果。

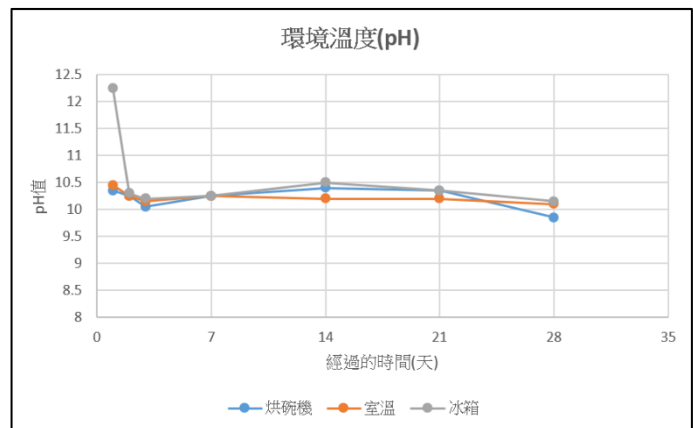


結果：在 20°C 左右置放的肥皂表面相較平滑，但有一點點白粉。在烘碗機 42°C 置放的肥皂表面凹凸不平，感覺有由內而外冒出來的樣子，且白粉很多。在冰箱 2°C 置放的肥皂表面雖然光滑，但幾乎整塊都是白粉所組成的樣子，很明顯的皂化不完全。



**1.pH 值**

天	種類	烘碗機	室溫	冰箱
1		10.35	10.45	12.25
2		10.25	10.25	10.30
3		10.05	10.15	10.20
7		10.25	10.25	10.25
14		10.40	10.20	10.50
21		10.35	10.20	10.35
28		9.85	10.10	10.15



※發現：第一天，冰箱(低溫)的環境中 pH 值最高(最鹼)，烘碗機(高溫) 的環境中 pH 值最低(鹼性較弱)，第二天起放在室溫中，pH 值就差異不大。

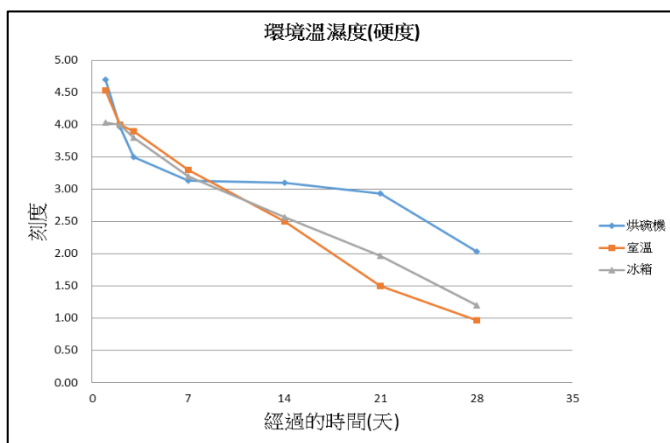
※討論：

- (1) 化學反應在高溫時較快，低溫時較慢，所以推論烘碗機是溫度較高的環境，皂化反應較快較完全，所以 pH 值較低；冰箱溫度低反應慢，皂化不完全的情況下氫氧化鈉殘留量高，所以 pH 值較高。
- (2) 而當放回來室溫以後，原本皂化不完全的放在冰箱的肥皂，也能慢慢持續反應，第二天後 pH 就恢復正常。



## 2. 硬度

天	種類	烘碗機	室溫	冰箱
1		4.70	4.53	4.03
2		3.97	4.00	4.00
3		3.50	3.90	3.80
7		3.13	3.30	3.20
14		3.10	2.50	2.57
21		2.93	1.50	1.97
28		2.03	0.97	1.20



### ※發現：

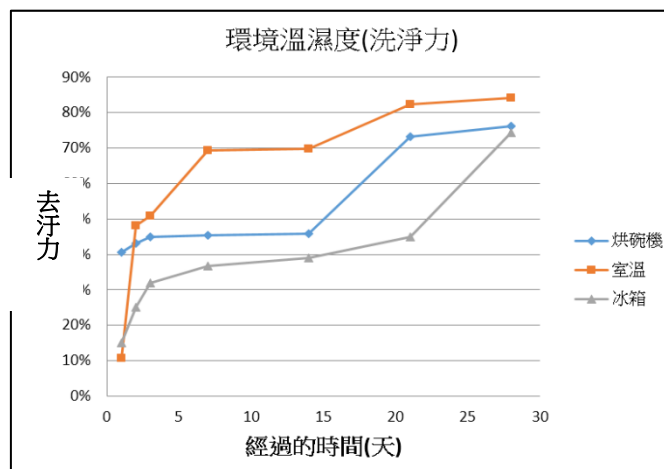
- (1) 烘碗機、室溫與冰箱，三個不同條件中，**初始時以烘碗機中製作的肥皂硬度最軟**。
- (2) 隨著時間經過，**第7天後，置於室溫的肥皂硬度最硬**。

### ※討論：

根據資料顯示，熟成期的皂還在皂化反應中，如果置放的環境不適合，仍舊會氧化酸敗。置放的環境必須通風而乾燥，不能日光直射或置於高溫的環境中。因為**潮濕與高溫都容易造成尚未皂化完成的游離脂肪酸水解或裂解，進而氧化酸敗**。所以，推論放在烘碗機中的皂，是因為**溫度過高，而造成其他的化學反應，導致硬度較軟**。但第二天起放在室溫中，硬度就慢慢變硬。

## 3. 去污力

天	種類	烘碗機	室溫	冰箱
1		40%	11%	15%
2		43%	48%	25%
3		45%	51%	32%
7		45%	69%	37%
14		46%	70%	39%
21		73%	82%	45%
28		76%	84%	74%



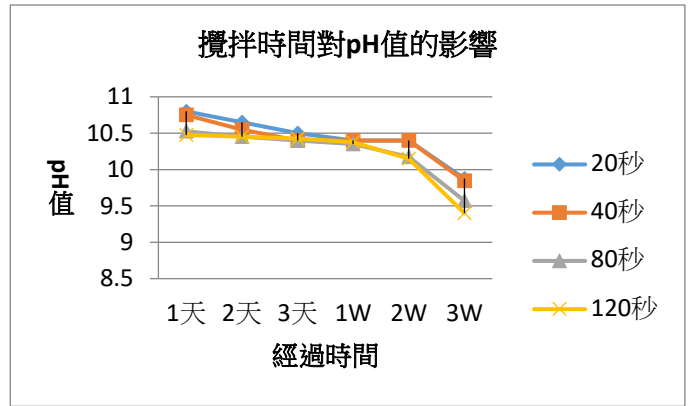
※發現：第一天置於烘碗機中的去污力最好，室溫與冰箱的較差，但**經過14天後，置於室溫的去污力則明顯最好**。

※討論：在烘碗機中的皂，因為溫度高，以第一天來說皂化反應最激烈，皂化情形較多，使得去污力較強。但當置於室溫與冰箱的皂逐漸熟成，去污力就不如置於室溫中的皂了。所以推論：**置於室溫中的皂，成皂的能力越好，去污力也越強**。

實驗六：探討**攪拌時間**如何影響皂化現象

1.pH 值

天	時間	20 秒	40 秒	80 秒	120 秒
1		10.80	10.75	10.53	10.48
2		10.65	10.55	10.45	10.45
3		10.50	10.4	10.40	10.43
7		10.40	10.40	10.35	10.38
14		10.40	10.40	10.18	10.15
21		9.88	9.85	9.57	9.40



※發現：

- (1)攪拌時間對 pH 的影響，依序為攪拌 20 秒 > 攪拌 40 秒 > 攪拌 80 秒 > 攪拌 120 秒。攪拌時間越久，pH 值越低。
- (2)攪拌時間過太久(用電動攪拌器攪拌 120 秒)，皂液太過濃稠，倒入皂膜中不好成形。

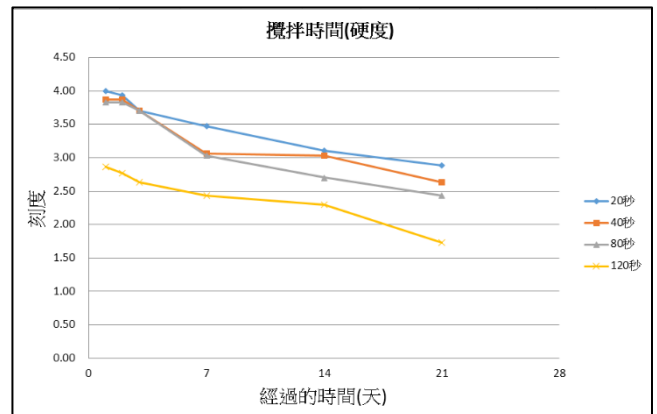


※討論：

攪拌時間愈久(120 秒)，能獲得最均勻的混合，鈉離子比較能與脂肪酸結合，所以皂化比較完全，pH 值較低。

2.硬度

天	時間	20 秒	40 秒	80 秒	120 秒
1		4.00	3.87	3.83	2.87
2		3.93	3.87	3.83	2.77
3		3.70	3.70	3.70	2.63
7		3.47	3.07	3.03	2.43
14		3.10	3.03	2.70	2.30
21		1.97	2.63	2.43	1.73



※發現：

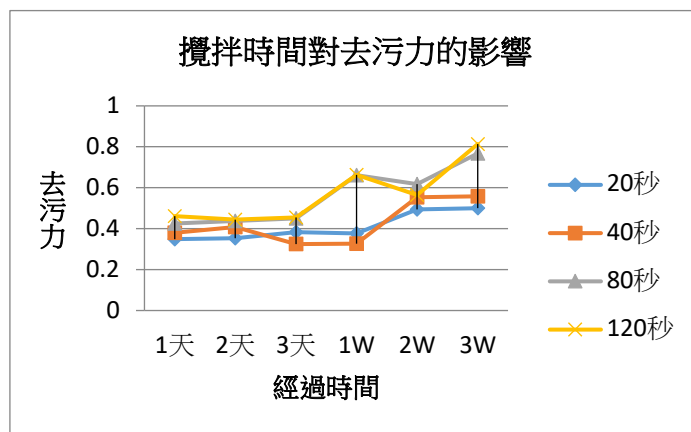
攪拌時間對硬度的影響，依序為攪拌 120 秒 > 攪拌 80 秒 > 攪拌 40 秒 > 攪拌 20 秒。  
攪拌時間越久，硬度越高。

※討論：

攪拌時間愈長，可以增加分子的碰撞機會，所以皂化程度越高，因此硬度越大。

### 3.去污力

天	時間	20 秒	40 秒	80 秒	120 秒
1		34.9%	37.9%	42.5%	46.2%
2		35.3%	40.8%	43.8%	44.4%
3		38.3%	32.5%	45.1%	45.5%
7		37.7%	32.6%	66.1%	66.2%
14		49.3%	55.3%	61.7%	56.5%
21		50.0%	55.8%	76.7%	81.3%



#### ※發現：

- (1) 攪拌時間不論是 20 秒~120 秒，去污力都隨時間增加而提升。
- (2) 攪拌時間越久，皂化得越完全，洗淨效果也越好。



攪拌 20 秒



攪拌 40 秒



攪拌 80 秒



攪拌 120 秒

#### 研究四、嘗試自製殺菌手工皂。

※思考：最近新冠肺炎那麼嚴重，大家都說要用肥皂勤洗手。我們想知道自己製作的手工皂有沒有殺菌效果，有沒有辦法做出殺菌的手工皂？於是在大學實驗室支援下，完成殺菌效果的實驗。

#### ※說明：

- (一)原本我們想用發霉的方式來研究，但經過詢問，得知**黴菌本身是真菌，真菌與細菌是不同的**。我們的研究，**應該著重在抗細菌的效果**，雖然沒辦法測試對病毒是否有效，但我們很幸運的在大學的指導與支援下，**進行了大腸桿菌的實驗測試**。
- (二)根據資料查詢，我們蒐集三種號稱可以**有消毒、消炎效果的天然植物**，打成汁取代原本的水，製成天然的草本手工皂。

### 1.左手香：

「左手香」，又名到手香，印度琉璃苣，是原產於南印度的一種草藥。它以改善皮膚、促進排毒、對抗感冒、緩解關節炎疼痛、緩解壓力，以及抗癌功效而聞名於世，現在更廣泛被應用在各種天然療法之中。左手香本是中醫常用草藥，《本草正義九》曰：「藿香芳香而不嫌其猛烈，溫煦而不偏於燥烈，能祛除陰霾濕邪，而助脾胃正氣，為濕困脾陽，倦怠無力，飲食不好，舌苔濁垢者最捷之藥。」顯然中醫早就確認**左手香有防腐及殺菌之用**，能促使微血管擴張，達到通血氣、促發汗的效果。原文網址：

<http://ezp9.com/p72672.asp>



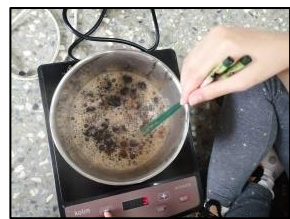
### 2.無患子：

本草綱目稱為木患子，四川稱油患子，海南島稱苦患樹，台灣又名黃目子，亦被稱為油羅樹、洗手果、肥皂果樹。無患子與荔枝跟龍眼同屬無患子科，其他地方名：搓目子、假龍眼、鬼見愁等等。相傳以無患樹的木材製成的木棒可以驅魔殺鬼，因此名為無患。而拉丁學名 *Sapindus* 是 *soap indicus* 的縮寫，意思是「印度的肥皂」，因為它那**厚肉質狀的果皮含有皂素**，只要用水搓揉便會產生泡沫，可用於清洗，**是古代的主要清潔劑之一**。根、果作為中藥材，**具有清熱解毒，化痰止咳**的功效。原文網址：<http://cht.a-hospital.com/w/无患子>



### 3.艾草：

艾草多分布於亞洲及歐洲地區，雖然它是一種很小的植物，但它是一種十分重要的民生植物。集食用、藥用、針灸等作用於.....艾草是多年生草本植物。早在詩經時代，艾草已經是很重要的民生植物。艾草有濃烈芬香的氣味。還有一種氣味比較溫和，可以食用。此外，**艾草還有藥用價值，有殺菌、平喘、利膽、止血等功效**。在醫療上，艾草可用於針灸術，即用針刺穴道後，拿艾草點燃熏蒸、燙穴道，從而發揮相應的作用。中國民間治療風濕的拔火罐的方法，也是以艾草作為燃料為佳的。原文網址：<https://kknews.cc/health/ax42j3g.html>





※方法：

(一)左手香皂：

將左手香葉片與 RO 水，以重量比 1:3 的方式放入果汁機打碎成為左手香汁，用篩網濾掉葉渣。將 52g 的氫氧化鈉加入 125g 的左手香汁做成鹼水，再混合 80g 的椰子油、105g 的棕櫚油、165g 的橄欖油，以電動攪拌棒攪拌 90 秒，倒入皂模中置放 24 小時做成左手香皂。



(二)無患子皂：

將無患子果實與 RO 水，以重量比 1:3 的方式放入鍋中隔水加熱半小時，萃取出無患子汁。將 52g 的氫氧化鈉加入 125g 的無患子汁做成鹼水，再混合 80g 的椰子油、105g 的棕櫚油、165g 的橄欖油，以電動攪拌棒攪拌 90 秒，倒入皂模中置放 24 小時做成無患子皂。

(三)艾草皂：

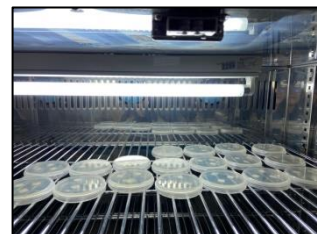
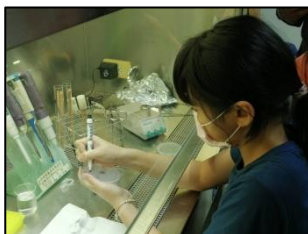
將艾草剪成小段與 RO 水，以重量比 1:3 的方式放入果汁機打碎成為艾草汁，用篩網濾掉葉渣。將 52g 的氫氧化鈉加入 125g 的艾草汁做成鹼水，再混合 80g 的椰子油、105g 的棕櫚油、165g 的橄欖油，控制溫度為 40°C，以電動攪拌棒攪拌 90 秒，倒入皂模中置放 24 小時做成艾草皂。

(四)取正常的清爽皂與左手香皂、無患子皂、艾草皂以及市售的藥皂、一般皂各 1g、2g，加入 49c.c、48c.c 的 RO 水中，使成為 2%、4%、肥皂水溶液。

(五)測量肥皂水溶液的 pH 值，並泡入 1 平方公分的濾紙每盒 3 張，浸泡兩個小時。

(六)將購買回來的洋菜膠培養皿先編碼，畫線準備。

(七)在實驗室利用無菌操作台製備，拿玻璃塗抹棒將大腸桿菌均勻塗抹於洋菜膠上，再夾出事先泡好的濾紙片分別置於培養皿上並蓋上蓋子，置放於 37°C 的培養箱中 12 小時，取出觀察其抑菌的情形（抑菌圈越寬，抑菌效果越好）。

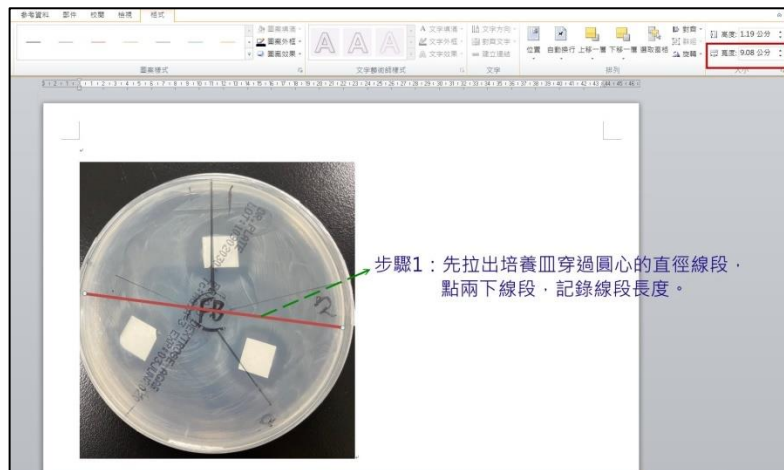


(八) 將培養皿拍照，在 word 軟體插入檔案，拉出培養皿線段與抑菌圈線段，與 9cm 培養皿的實際大小做比例換算。例如市售藥皂的抑菌圈算法：

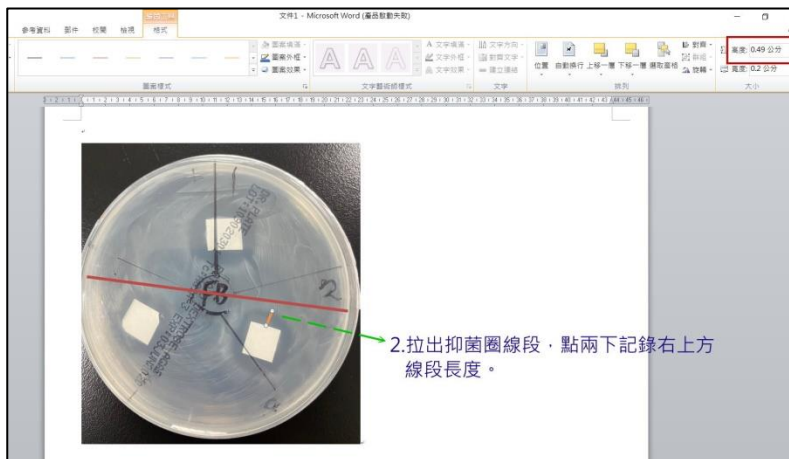


※ 市售藥皂的抑菌圈：

步驟 1：先拉出培養皿穿過圓心的直徑線段，點兩下線段，記錄線段長度。



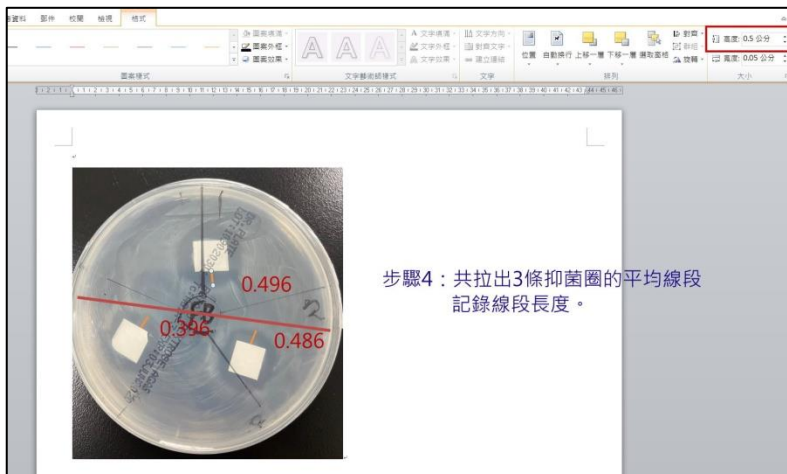
步驟 2：再拉出抑菌圈線段，點兩下記錄右上方線段長度。



步驟 3：以培養皿實際長度為 9cm 為換算標準，算出抑菌圈實際長度。

$$9.08 / 9\text{cm} = 0.49 / \square \quad \square = (9 * 0.49) / 9.08 \quad \square = 0.4856\text{cm} \rightarrow \text{四捨五入後為 } 0.486 \text{ cm}$$

步驟 4：同樣方法，再拉出另兩條抑菌圈線段，並算出抑菌圈實際長度，再求平均值。



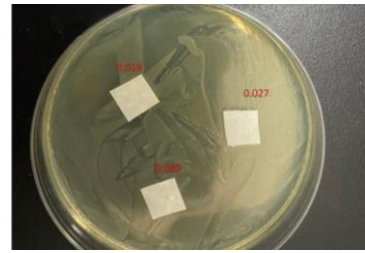
$$(0.486 + 0.396 + 0.496) / 3 = 0.459333 \rightarrow \text{四捨五入後為 } 0.4593 \text{ cm}$$

※結果：



空白實驗：去離子水

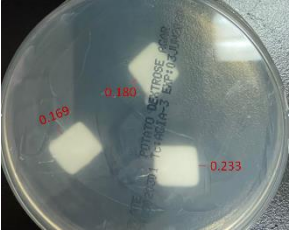
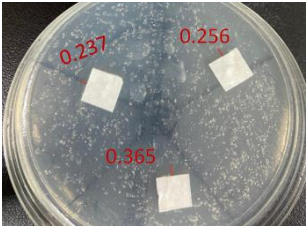
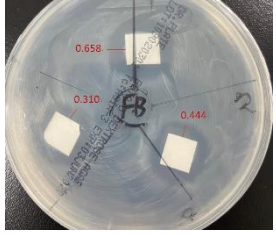
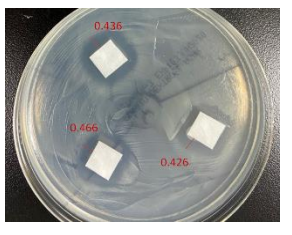
pH7



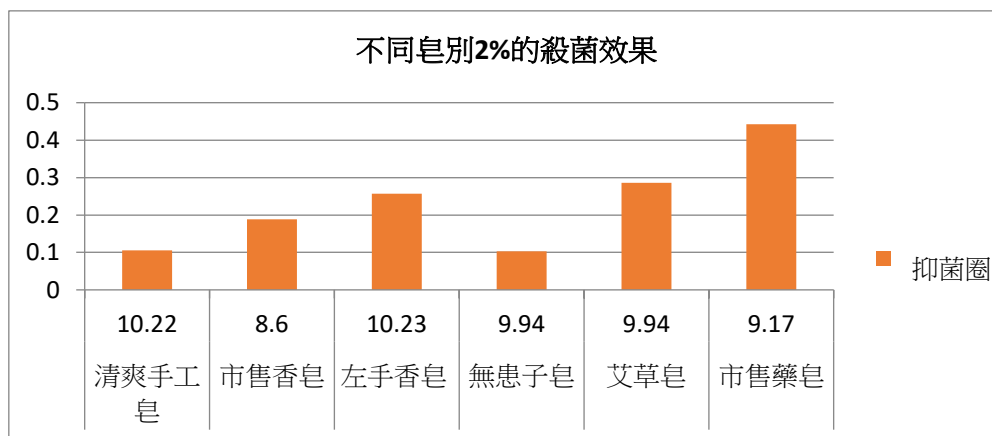
平均：0.0217cm

濾紙片旁的抑菌圈非常小，顯示去離子水抑菌效果不佳。

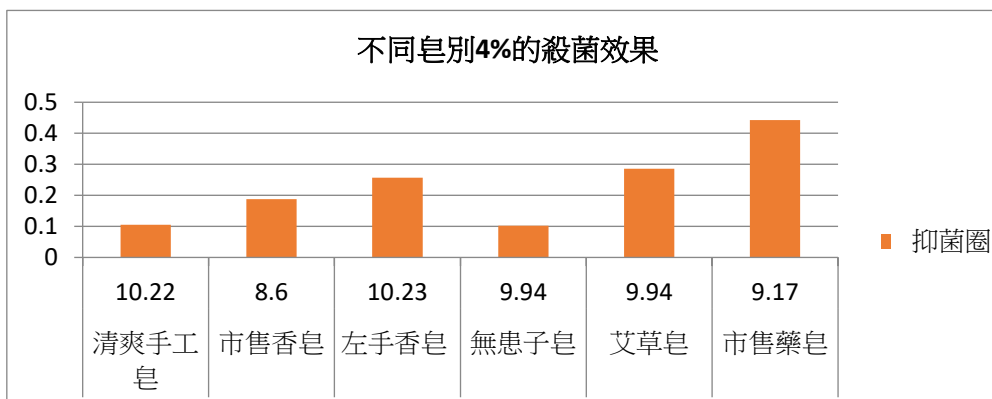
清爽手工皂 2% pH9.87	清爽手工皂 4% pH10.22	市售香皂 2% pH8.02	市售香皂 4% pH8.60
平均：0.0903cm	平均：0.1057cm	平均：0.1490cm	平均：0.1883cm
有 0.0903cm 的抑菌圈，顯示有些微的殺菌效果。	有 0.1057cm 的抑菌圈，顯示有些微的殺菌效果。	三片濾紙都有不太明顯的抑菌圈，平均為 0.149cm，顯示有些微的殺菌效果。	三片濾紙都有不太均勻的抑菌圈，平均為 0.1883cm，顯示有些微的殺菌效果。
左手香皂 2% pH 10.23	左手香皂 4% pH 10.61	無患子皂 2% pH 9.63	無患子皂 4% pH 9.94
平均：0.1623cm	平均：0.2567cm	平均：0.0647cm	平均：0.1027cm
三片濾紙都有抑菌圈，平均為 0.1623cm，顯示有些微的殺菌效果。	三片濾紙都有抑菌圈，平均為 0.2567cm，顯示有一些殺菌效果。	三片濾紙都有很細的抑菌圈，平均為 0.0647cm，殺菌效果不佳。	三片濾紙都有抑菌圈，平均為 0.1027cm，顯示有些微的殺菌效果。

艾草皂 2% pH 9.63	艾草皂 4% pH 9.94	市售藥皂 2% pH9.13	市售藥皂 4% pH9.17
			
平均：0.1940cm	平均：0.2860cm	平均：0.4707cm	平均：0.4427cm
三片濾紙都有殺菌圈，平均為0.194cm，顯示有一些抑菌效果。	三片濾紙都有明顯的抑菌圈，平均為0.286cm，顯示有一些殺菌效果。	三片濾紙都有明顯的抑菌圈，平均為0.4707cm，顯示殺菌效果良好。	三片濾紙都有明顯的抑菌圈，平均為0.4427cm，顯示殺菌效果良好。

濃度 2%	清爽手工皂	市售香皂	左手香皂	無患子皂	艾草皂	市售藥皂
pH	9.87	8.02	10.23	9.63	9.63	9.13
抑菌圈	0.0903cm	0.149 cm	0.1623 cm	0.0647 cm	0.194 cm	0.4707 cm



濃度 4%	清爽手工皂	市售香皂	左手香皂	無患子皂	艾草皂	市售藥皂
pH	10.22	8.6	10.23	9.94	9.94	9.17
抑菌圈	0.1057cm	0.1883 cm	0.2567 cm	0.1027 cm	0.286 cm	0.4427 cm





※發現：不管是 2%或是 4%，不同皂別對殺菌效果的影響依序為：

市售藥皂>艾草手工皂>左手香皂>市售香皂>清爽手工皂>無患子手工皂。而清水的殺菌效果最差。

※文獻探究：

市售藥皂的成分經查詢為添加了三氯沙。目前市面上的宣稱有「殺菌」或「除菌」的洗潔精，以添加 Triclosan(三氯沙)為最多。Triclosan 是一種殺菌劑，它主要的功效是能對抗某些型式的細菌，而且被廣泛添加在許多日用品及化粧品中。但依據「化粧品衛生管理條例」規定，它的限量為 0.3%。但是日本人發現在東京市內的隅田川含量只有百萬分之 3，魚類已全部死亡。

美國的研究指出，當三氯生與經過氯消毒的水接觸後，會產生氯仿氣體(三氯甲烷)，這種氣體如果透過皮膚吸入，長期下來使用者可能會導致憂鬱症、肝功能失常，甚至癌症。

三氯沙的抑菌力相當強，水中只要加入 0.03ppm(百萬分之一)濃度的三氯沙，水中的生物就無法生長。但市面上的清潔用品有的加到百分之 0.3，是足以殺菌的一千萬倍。如果讓這麼高濃度的三氯沙吃進體內，體內的好菌、壞菌全都會死光光。

資料來源：<https://sites.google.com/a/nmaple.com/zi-ran-feng-mei-rong-zi-xun/home/hua-zhuang-pin-fa-gui/you-guan-bao-dao-san-lue-sha-triclosan-cheng-fen-hui-ying-xiang-ren-ti-jian-kang-yi-shi>

※討論：既然市售藥皂長期使用，會對人體造成傷害，就應該儘量避免使用。且市售藥皂洗起來，手會覺得乾乾澀澀的，如果用自製的艾草天然手工皂、左手香手工皂，就不會有乾澀的感覺。雖然藥品成分的藥皂殺菌效果最好，但如果講求天然，艾草手工皂、左手香手工皂也是你不錯的選擇喔！

※綜合活動：為了將研究成果跟大家分享，也順便讓大家都殺菌手工皂來洗手，希望在疫情如此嚴重的當下，讓同學們養成用肥皂洗手的好習慣，我們特地做了更多的艾草左手香手工皂分送給班級，期盼大家都能平安度過這個災難危機！



小心的將 NaOH 倒入水中攪拌



將鹼水倒入油中攪拌



攪拌好的皂液倒入皂模中

攪拌的皂液要成美乃滋狀	細心刮出所有皂液以免浪費	加入艾草皂液混合裝飾
我們精心製作的殺菌手工皂終於大功告成！	將手工皂分送給全校每個班級。	希望大家養成用肥皂勤洗手的好習慣！

## 伍、結論

經過以上的研究，我們學會了製作手工皂，並得到以下有關「皂化」現象的結論：

研究(一) 學習手工皂的製作	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將 52g 氫氧化鈉放入 125g 的 RO 水中攪拌，調配鹼水。</li> <li>2. 混合三種油品：椰子油 80 g + 棕櫚油 105g + 橄欖油 165g 調配油品。</li> <li>3. 將鹼水放入混合均勻的油品中，以攪拌棒攪拌 90 秒，成為美乃滋狀的皂液。</li> <li>4. 將皂液倒入皂膜內。</li> <li>5. 靜置 24 小時。</li> <li>6. 脫膜放入箱內持續置放。</li> </ol>	
研究(二) 皂化現象時，製作手工皂時，外觀、溫度與重量的變化情形	
1.外觀變化	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 皂液的量越多，厚度越厚，其手工皂表面越容易產生裂痕。</li> <li>2. 皂化反應會受到油溫影響，當油溫過高時，表面容易因為內部持續反應溫度過高而裂開；若油溫過低時，表面容易產生白色粉末。</li> <li>3. 當皂化反應不完全時，會在手工皂的表面產生白色粉末。</li> </ol>
2.溫度變化	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在皂化過程中，會持續進行熱釋放，油溫越高，溫度瞬間上升越快；油溫越低，則溫度上升速度越慢。</li> <li>2. 皂化過程中，因為放熱反應持續進行中，因此溫度會上上下下呈現不平穩狀態，但整個降溫的趨勢會在二個半小時後慢慢緩和下來。</li> <li>3. 皂液的量也會影響皂化反應，量越多，反應的溫度越高，高溫也持續越久。</li> </ol>



3.重量變化	在第一個星期，製成的人工皂重量會明顯下降，顯示水分迅速散失中。三個星期後，重量下降的幅度就會趨緩。
研究(三) 皂化現象的影響因素	
實驗 1： 油溫對皂化現象的影響	<p>(1) 酸鹼值 不同油溫均能做成皂，其 pH 值均會逐漸下降，也就是鹼性逐漸變弱，但到了第 49 天，手工皂的 pH 值都還是維持在 10 左右。</p> <p>(2) 硬度 不同油溫所製作的肥皂，隨著時間的經過，硬度都會隨著增加。不同油溫中，以 90°C 的油溫第一天硬度最軟；5°C 的第一天硬度最硬，但到最後硬度則會接近。</p> <p>(3) 去污力 油溫過低，容易發生皂化不完全的現象，因此會影響去污力。</p>
實驗 2： 油與鹼水的溫度差對皂化現象的影響	<p>(1) 酸鹼值 溫差 0°C~60°C 都能做成皂，pH 之間沒有顯著的差異，pH 值一樣都會隨著時間經過而降低。</p> <p>(2) 硬度 以油溫和鹼水溫差 0°C 熟成後，硬度最硬。</p> <p>(3) 去污力 不同溫差對去污力的影響並不大，但隨著時間越久，肥皂皂化得越完全，去污力越佳。</p>
實驗 3： 探討油種類如何影響皂化現象	<p>(1) 酸鹼值 依皂化價使用不同量的 NaOH，其 pH 值是棕櫚油&gt;橄欖油&gt;椰子油，但三者差異不大。</p> <p>(2) 硬度 依皂化價使用不同量的 NaOH，其硬度是椰子油&gt;棕櫚油&gt;橄欖油，與 INS 值趨勢一樣。</p> <p>(3) 去污力 椰子油的去污力&gt;棕櫚油&gt;橄欖油。</p>
實驗 4： 探討 NaOH 的量如何影響皂化現象	<p>(1) 酸鹼值 氫氧化鈉不足來做皂，pH 值會變得比較低；氫氧化鈉過量 pH 值會比較高一些。</p> <p>(2) 硬度 氫氧化鈉不足，做成的皂油分居多，比較軟。氫氧化鈉過量，硬度較高。</p> <p>(3) 去污力 正常量的氫氧化鈉做成的皂，去汙力隨著時間的增加而增加，最後有最佳的去汙力。</p>

<p>實驗 5： <b>環境溫度</b>對皂化現象的影響</p>	<p>(1) 酸鹼值 化學反應在高溫時較快，低溫時較慢，烘碗機是溫度較高的環境，皂化反應較快較完全，所以 pH 值較低；<b>冰箱溫度低反應慢，皂化不完全的情況下氫氧化鈉殘留量高，所以 pH 值較高。</b></p> <p>(2) 硬度 <b>潮濕與高溫都容易造成上為皂化完成的游離脂肪酸水解或裂解，進而氧化酸敗。所以，推論放在烘碗機中的皂，是因為溫度過高，而造成其他的化學反應，導致硬度較軟。</b></p> <p>(3) 去污力 烘碗機中的皂，因為溫度高，<b>以第一天來說皂化反應最激烈，皂化情形較多，使得去污力較強。</b>但當置於室溫與冰箱的皂逐漸熟成，去污力就不如置於室溫中的皂了。</p>
<p>實驗 6： <b>攪拌時間</b>對皂化現象的影響</p>	<p>(1) 酸鹼值 <b>攪拌時間愈久(120 秒)，能獲得最均勻的混合，鈉離子比較能與脂肪酸結合，所以皂化比較完全，pH 值較低。</b></p> <p>(2) 硬度 <b>攪拌時間愈長，可以增加分子的碰撞機會，所以皂化程度越高，因此硬度越大。</b></p> <p>(3) 去污力 <b>攪拌時間越久，皂化得越完全，洗淨效果也越好。</b></p>
<p>研究四、嘗試自製殺菌手工皂。</p>	
<p>(一) <b>清水的殺菌效果很差，所以洗手還是要用肥皂比較好喔！</b></p> <p>(二) 不同皂別對殺菌效果的影響依序為： <b>市售藥皂 &gt; 艾草手工皂 &gt; 左手香皂 &gt; 市售香皂 &gt; 清爽手工皂 &gt; 無患子手工皂。</b> <b>市售藥皂是化學產品，而艾草手工皂和左手香手工皂也有不錯的殺菌效果喔！</b></p>	

## 陸、討論

- 一、氫氧化鈉是強鹼非常危險，一定要戴上手套與護目鏡，加入水中攪拌慢慢攪拌，避免濺出來腐蝕皮膚。
- 二、萬一不小心噴濺到氫氧化鈉水溶液，要馬上用大量清水沖洗，避免造成嚴重傷害。
- 三、攪拌時間是個關鍵，時間太短容易皂化不完全，攪太久又過於濃稠不好成形，一定要拿捏好才行。
- 四、在無菌室進行大腸桿菌實驗時，一定要保持清潔，並確保無菌狀態才能避免汙染。

## 柒、研究與展望

- 一、本次實驗的殺菌力檢測，受限於必須協調大學端的研究室進行細菌的培養，**只能針對常致病的大腸桿菌來進行檢測。**期待日後能在安全無虞的條件下，再針對金黃色葡萄球菌、病毒...等抗原進行研究。

二、製作香皂的過程，僅本組同學進行實驗操作，並且實際致贈學校班級同學使用，在學會做皂的經驗後，我們都希望能成為種子教師，推廣手做殺菌手工皂。

## 捌、參考資料

- 一、約瑟芬(民 94)不玩花樣！約瑟芬的手工皂達人養成書 雅書堂文化
- 二、全國科展 58 屆：乾坤再造不一樣的皂化。
- 三、左手香的八種神奇功效：<http://ezp9.com/p72672.asp>
- 四、無患子的功效與作用：<http://cht.a-hospital.com/w/无患子>
- 五、關於艾草的小知識：<https://kknews.cc/health/ax42j3g.html>

## 【評語】 080201

本作品主要在探討「皂化反應」的溫度、重量與 pH 的變化，以及「皂化現象」的影響因素，並探討對大腸桿菌的殺菌效果，但有關肥皂製備的研究已非常成熟，參考資料除了另屆科展作品之外，宜包含其他文獻在內。本研究內容非常多，同學們共同研究並分工完成，在抗菌實驗中有空白實驗組，在量測上也多有多組測量數據求其平均值的概念，極具團隊精神，值得嘉許。但數據分析與推導結論時最好能參酌文獻原理，如：皂化的完全與否，應有充分證據的支持；皂化價、INS 值，抗菌圈等科學原理也須正確理解。同時建議詳細比較有別於文獻的新發現。三氯沙的抑菌力及市售清潔品含量數據與殺菌力數據似有筆誤，可再修正。無菌製程中，建議須避免裸手拿取添加物。

作品海報



## 壹、研究動機

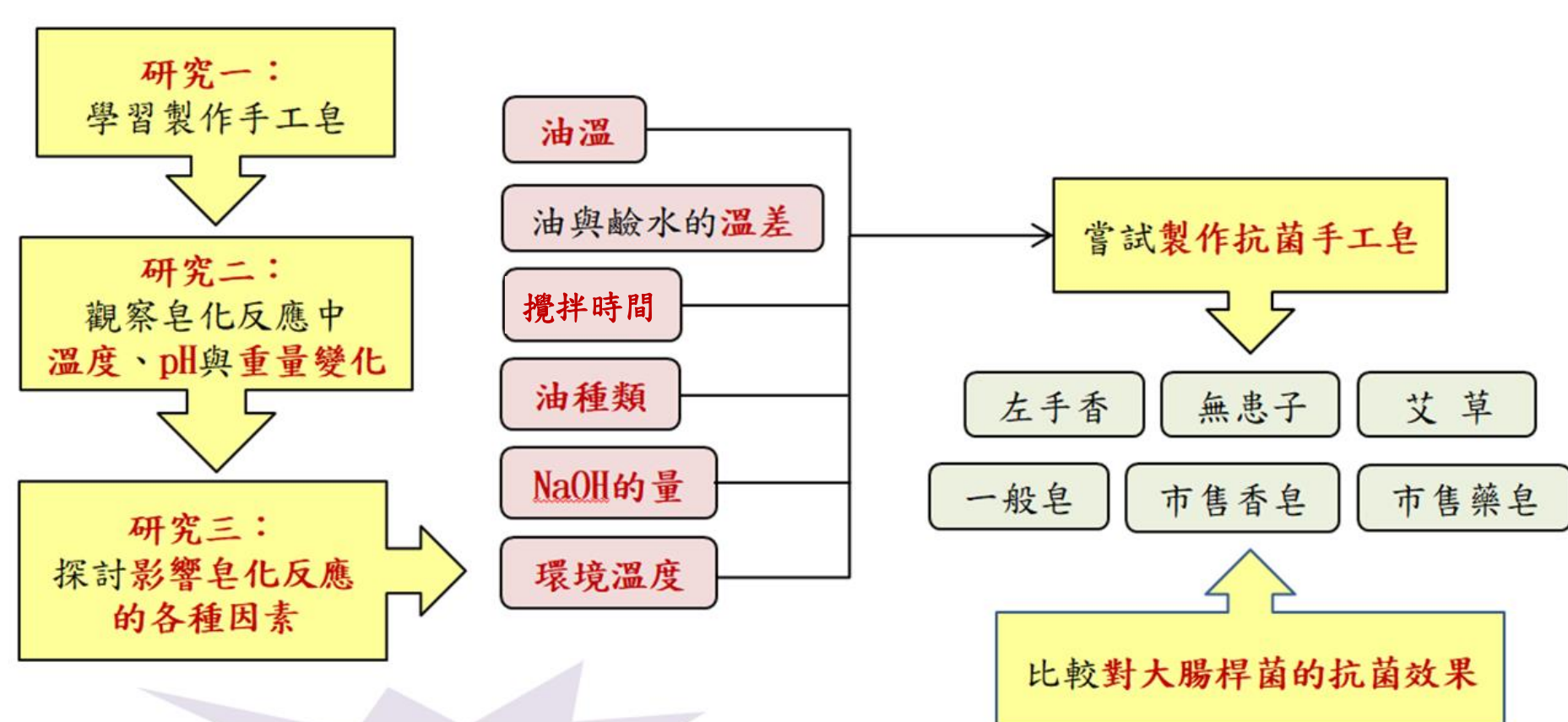
從去年年底起，新冠肺炎開始威脅地球人們的生命安全，為了防疫，勤洗手戴口罩變成是生活的日常。如何有效洗手遠離病毒的危害，醫生都說要用肥皂來洗手。於是我們決定藉由此科展，來學習製作手工皂，觀察皂化現象的過程，並探究影響皂化現象的相關因素，最重要的是，希望能做出具有殺菌效果的手工皂，保護自己的健康。

## 貳、研究目的

- 一、學習如何製作手工皂。
- 二、觀察「皂化反應」的溫度、重量與pH的變化。
- 三、探討「皂化現象」影響因素。
- 四、嘗試製作防疫抗菌手工皂。

## 參、研究器材


## 肆、研究過程與結果



### ◆ 甚麼是手工皂：

**皂化反應就是：油脂+氫氧化鈉(鉀)+水=皂(+不皂化物)+甘油。**使用天然植物/動物油，加上強鹼溶液(氫氧化鈉/氫氧化鉀)，經過攪拌，不使用工業的製程&非天然材質的過度添加，以一個原始而簡單的方式，所做出來的皂就是手工皂。

### 研究一：學習如何製作手工皂。


※說明：我們從網路上搜尋製作500g的清爽皂的配方

油品：椰子油80g + 棕櫚油105g + 橄欖油165g

鹼水：NaOH 52g + 水125g

書上建議製作手工皂的適合溫度是油溫50°C、鹼水與油溫溫差不超過5°C。

### 研究二、觀察「皂化反應」的溫度、重量與pH的變化。

實驗(一)：不同溫度的皂液在不同的量時，溫度變化各是如何呢？

方法：用50°C油溫、50°C的鹼水，以電動攪拌棒低速打90秒，打成美乃滋狀皂液，再分別倒入150c.c的布丁盒中各三分之一、三分之二、三分之二。用紅外線溫度計隔1分鐘測量一次溫度做記錄。改用20°C、90°C重複實驗。

#### 1. 外觀變化

	20°C油溫	50°C油溫	90°C油溫
三分之一			
外觀說明	表面有白粉、沒有裂開。	表面沒有白粉、沒有裂開。	表面沒有白粉、沒有裂開。
三分之二			
外觀說明	表面有白粉、沒有裂開。	表面沒有白粉、稍微裂開。	表面些微白粉、裂開明顯。
三分之二			
外觀說明	表面有白粉、沒有裂開。	表面沒有白粉、裂紋粗面清晰。	表面些微白粉、表面破裂、且有冒出的現象。

※發現：

- (1)手工皂的量會影響成皂的情形，量越多，厚度越厚，容易產生裂痕，推測是外部降溫較快，而內部仍在進行皂化反應而升溫；當外部成型硬化後，內部的溫度仍不斷升高，以至於產生裂縫冒出表面，形成像發糕的情形。

- (2)油溫會影響皂化的情形，當油溫過高，量又過多，表面容易裂開，有從內冒出的現象。而油溫過低，即便量較多，也不會裂開，但容易失溫產生白粉。

※這種產生白粉的情形，我們查了書上的資料，稱之為皂化不完全。

※思考：這種白粉究竟是甚麼呢？我們進行以下的實驗來證明。

A管：

- (1)蒐集肥皂上白色粉末1g。
- (2)將白色粉末置入盒內，並加入5ml水溶解，再倒入試管中靜置數分鐘。
- (3)將1g的氯化鈣置入盒內，並加入5ml的水溶解，再倒入試管中靜置數分鐘。
- (4)將兩試管溶液混合，觀察沉澱粉末顏色。

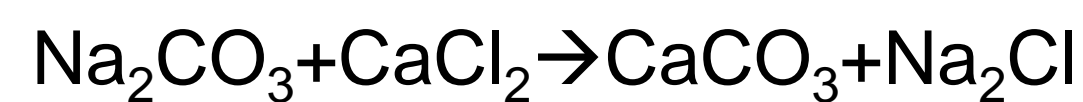
B管：

- (1)將1g的碳酸鈉粉置入盒內，並加入5ml水溶解，再倒入試管中靜置數分鐘。
- (2)將1g的氯化鈣置入盒內，並加入5ml的水溶解，再倒入試管中靜置數分鐘。
- (3)將兩試管溶液混合，觀察沉澱粉末顏色。

※觀察與推測：觀察A、B兩管的結果作推測。

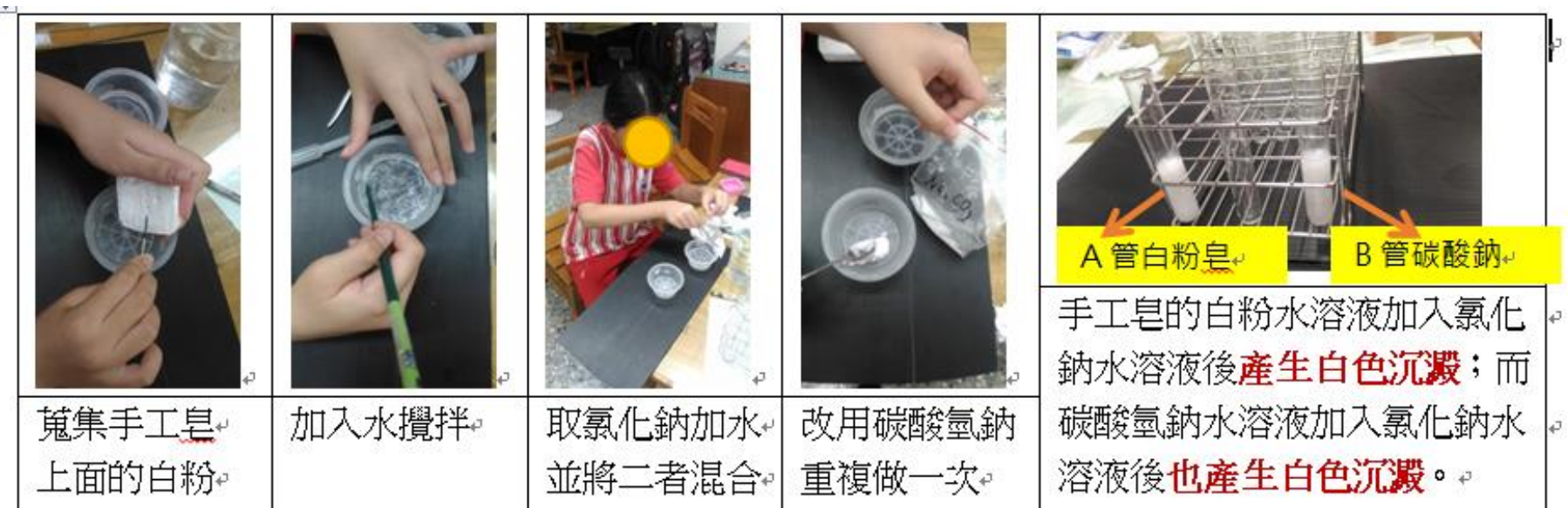
※結果與討論：

因碳酸鈉+氯化鈣會產生碳酸鈣(白色沉澱)+氯化鈉(溶解水中)



而我們將白粉水溶液放入氯化鈣水溶液，一樣產生白色沉澱。

雖然碳酸鈣和硫酸鈣都為白色沉澱物，但手工皂裡只有以氫氧化鈉反應的鈉離子，沒有硫酸根離子，所以我們合理推斷，手工皂產生的白粉是碳酸鈉，是過量或尚未完成反應的氫氧化鈉與空氣中二氧化碳反應的結果。

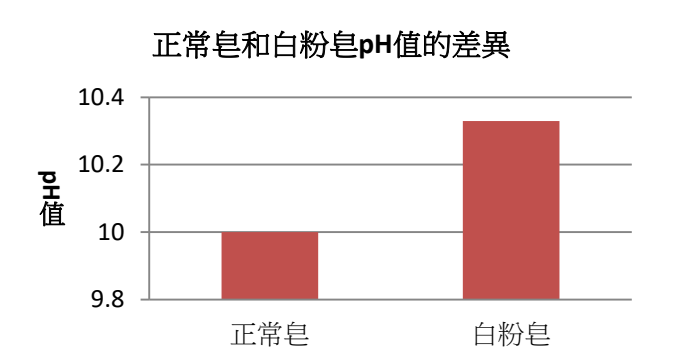


※思考：有白粉的手工皂，其pH如何？還能夠使用嗎？

※實驗方法：將有白粉的手工皂挖出1g，加入49c.c的水，測量其pH值，並與沒有白粉的皂做比較。

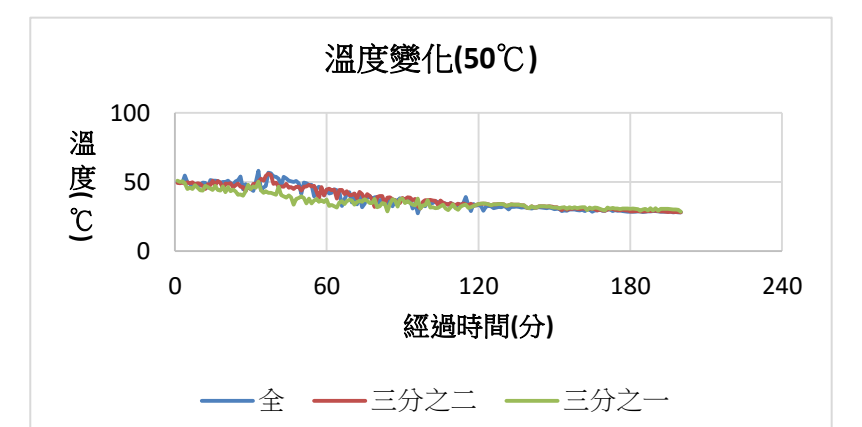
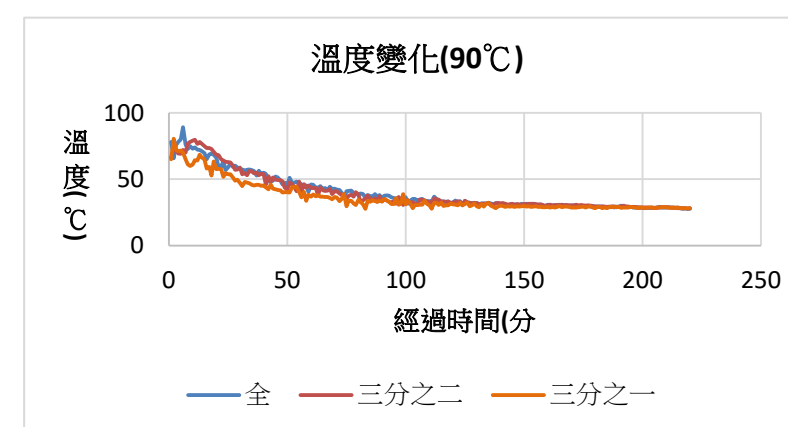
※結果：

	正常皂	白粉皂
第一塊pH	9.9	10.3
第二塊pH	10	10.3
第三塊pH	10.1	10.4
平均	10	10.33



發現：白粉皂會比沒有白粉的皂pH值還高一些，建議大家還是把白粉挖掉再使用比較好。

#### 2. 溫度變化

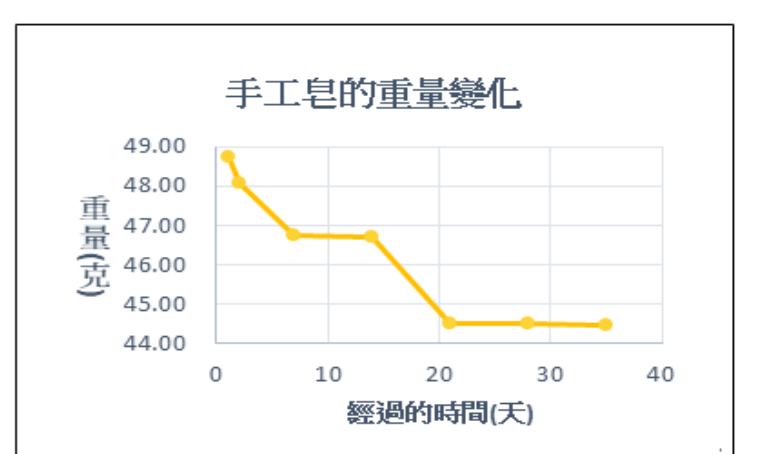


※發現：

- (1)在皂化過程中，會持續進行熱釋放，油溫越高，溫度瞬間上升越快；油溫越低，則溫度上升速度越慢。
- (2)皂化過程中，因為放熱反應持續進行中，因此溫度會上上下下呈現不平穩狀態，但整個降溫的趨勢會在二個半小時後慢慢緩和下來。
- (3)皂液的量也會影響皂化反應，量越多，反應的溫度越高，高溫也持續越久。

※思考：到底這不同量、不同溫度的皂化過程，在皂化的過程重量會如何改變呢？我們同步測量並記錄。

天數	1	2	3	平均	重量減少百分比(%)
1	48.93	48.38	48.94	48.75	0.00
2	48.14	48.26	47.85	48.08	1.37
7	46.77	46.75	46.74	46.75	4.10
14	46.72	46.73	46.66	46.70	4.20
21	44.52	44.47	44.54	44.51	8.70
28	44.60	44.50	44.40	44.50	8.72
35	44.50	44.40	44.50	44.47	8.79



※發現：

在第一個星期，製成手工皂重量會明顯下降，顯示水分迅速散失中。三個星期後，重量下降的幅度就會趨緩。五個星期後，總重量減少約為第一天皂重的8.79%。

※討論：

因為皂化過程需要時間，前三個星期皂化情形最明顯，所以水分散失最快；當皂化接近完成，重量散失的情形較不明顯。

### 研究三、探討「皂化現象」影響因素。

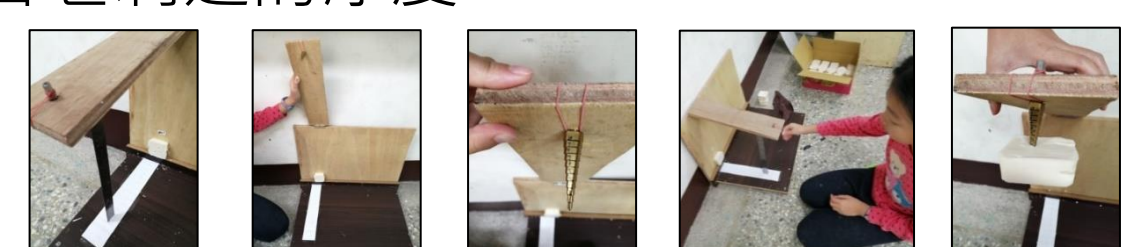
#### 1. pH值測量：

我們以重量百分比濃度，調配各式肥皂的水溶液為2%，並以pH測定儀測量肥皂水溶液的pH值。



#### 2. 硬度測量：

以自製硬度測量台，測量香皂刺進的厚度。



#### 3. 洗淨力測量：

白布泡醬油晾乾→放入盒內搖晃100下→在自製暗箱拍照→以軟體比較前後彩度變化。



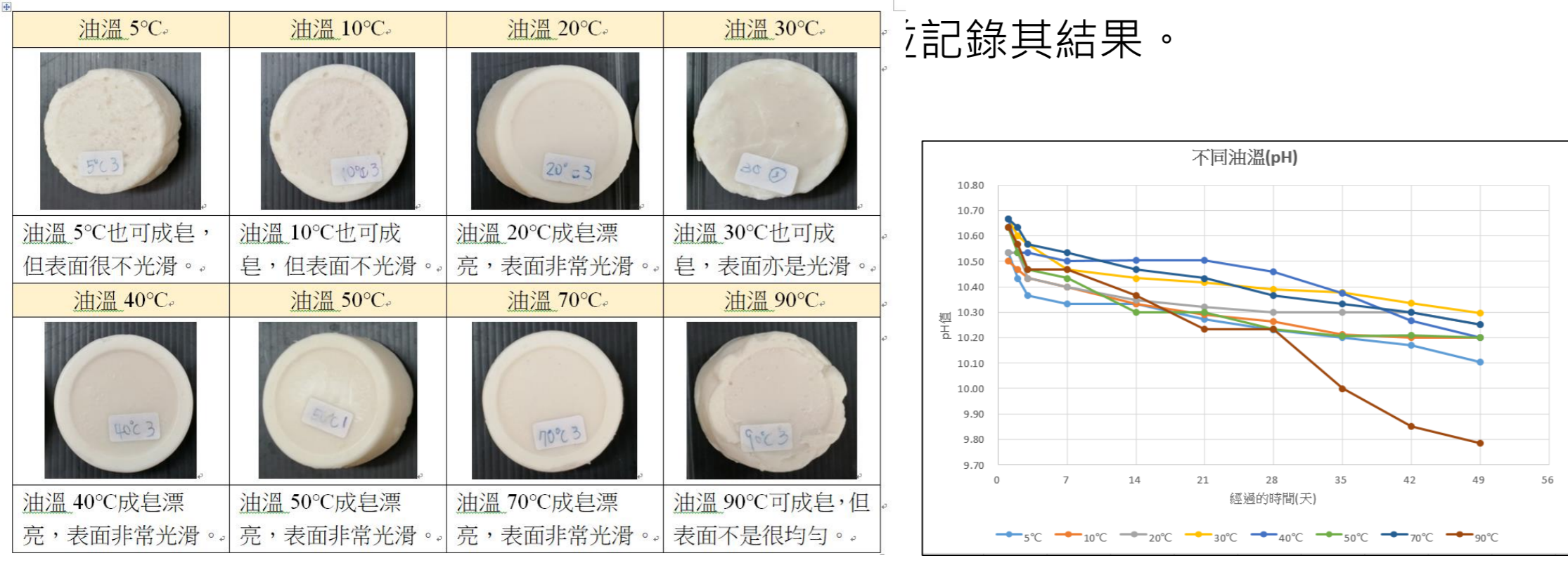


### 實驗一：探討油溫如何影響皂化現象。

方法：

(一)將油溫與鹼水溫度控制在5°C~90°C之間，以油溫和鹼水零溫差的方式進行皂化反應。

(二)記錄其結果。



#### ◆ pH值

(1)不同油溫均能做成皂，其pH值均會逐漸下降，也就是鹼性逐漸變弱，但到了第49天，手工皂的pH值都還是維持在10左右。

(2)使用油溫90°C製成皂，49天後pH值最低。

※討論：

(1)肥皂的pH值逐漸下降，推論是因為皂化過程隨時間仍然在不斷的進行，直到其中的氫氧化鈉完全反應後，pH值會逐漸趨於穩定。

(2)根據資料顯示，高溫會加速油脂酸敗，油溫90°C製成的皂，最後pH較低，或許與此原因有關係。

#### ◆ 硬度

(1)實驗觀察發現，不同油溫所製作的肥皂，隨著時間的經過，硬度都會隨著增加。

(2)不同油溫中，以90°C的油溫第一天硬度最軟；5°C的第一天硬度最硬，但到最後硬度則會接近。

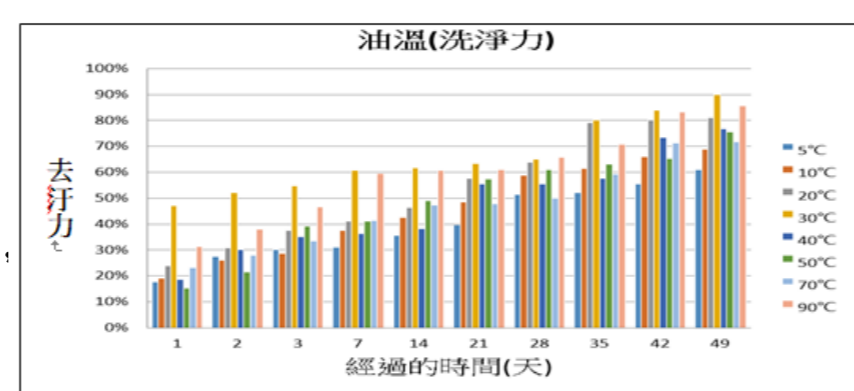
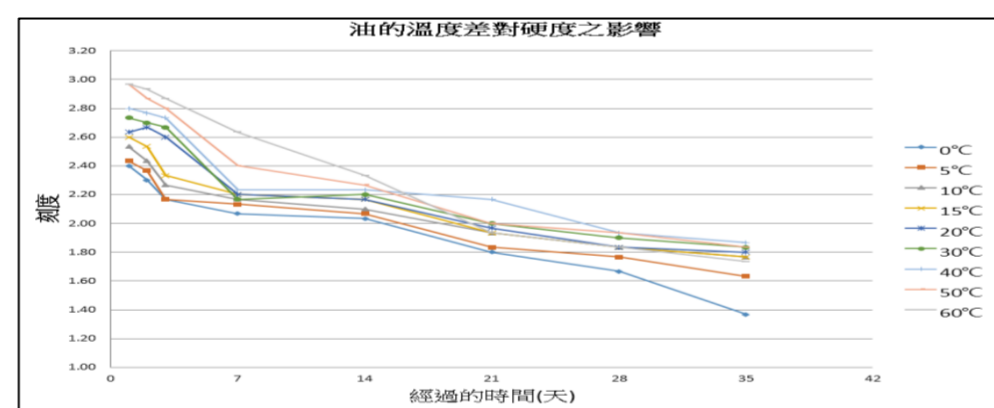
※討論：

(1)隨著時間經過，皂化程度愈完全，水分蒸散愈多，肥皂質地也愈堅硬。

(2)溫度愈高，推測部分油質的結構可能被破壞，皂化不完全，油質含量愈多也就越軟。

#### ◆ 洗淨力

※發現：不同油溫的去污力，前後測都能夠清潔染布，其中以5°C、10°C去污力最差。



### 實驗二：探討油與鹼水的溫差如何影響皂化現象

方法：

(一)取油溫為40°C，鹼水各為40°C~100°C，使油溫與鹼水的溫差為0°C~60°C，分別進行皂化作用。

(二)在固定時間分別測量pH值、硬度與洗淨力，並記錄其結果。

#### ◆ pH值：

溫差0°C~60°C都能做成皂，pH之間沒有顯著的差異，pH值一樣都會隨著時間經過而降低。

#### ◆ 硬度：

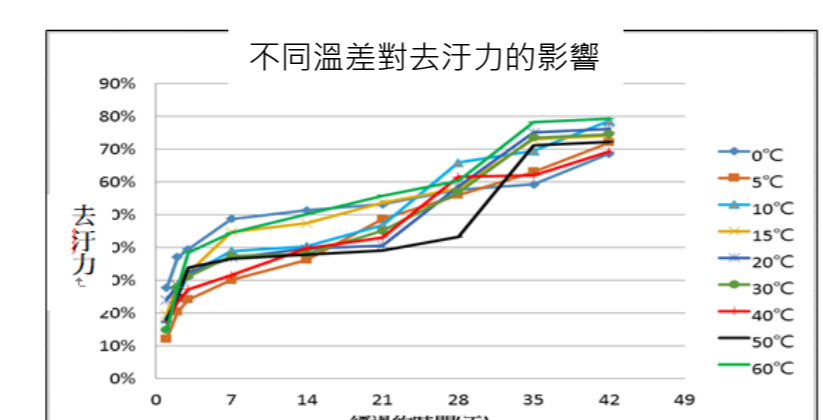
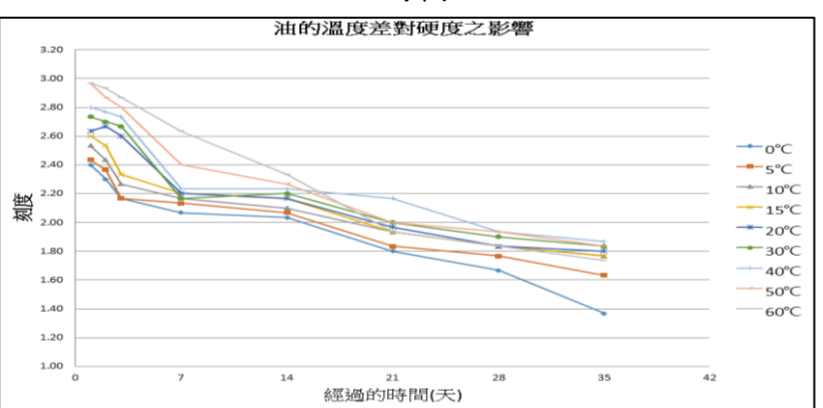
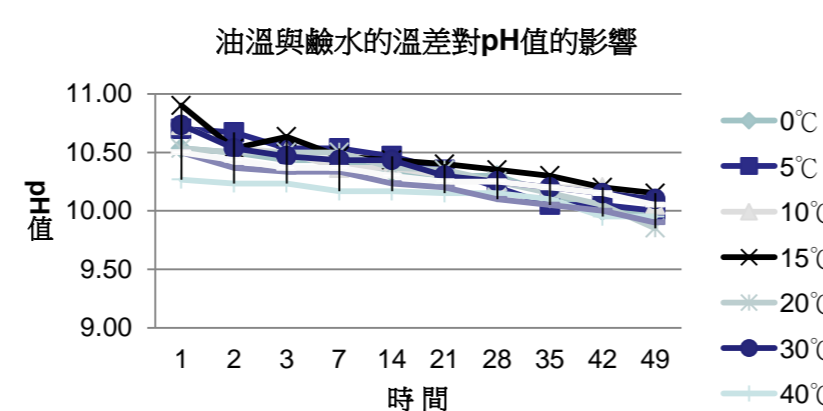
以油溫和鹼水溫差0°C熟成後，硬度最硬。

※討論：

肥皂皂化程度愈完全，硬度會愈硬，鹼水與油溫差，確實會影響硬度，我們查詢網路資料，指出溫差要在10°C內，比較容易成皂。實驗結果發現，不同溫差其實都能成皂，但皂化的成果不同而影響其硬度。

#### ◆ 去污力：

不同溫差對洗淨力的影響並不大，但隨著時間越久，肥皂皂化得越完全，去污力越佳。



### 實驗三：探討油種類如何影響皂化現象。

※思考：我們的清爽皂是由不同的油品混合皂化而成，書上寫說每種油品都有不同的功能，如果單純用某種油品，有辦法製成皂嗎？做出來的皂又是甚麼樣子呢？

※方法：

(一)我們以350g的椰子油、棕櫚油、橄欖油，依照皂化價做成皂。

(二)在固定時間分別測量pH值、硬度與去污力，並記錄其結果。

※說明：

油品名	特徵分類	總配方用量建議	熔點	氫氧化鈉皂化值	INS值
椰子油	可促進起泡的油	15%~35%	20°C~28°C	0.19	258
棕櫚油	不易溶化變形的硬肥皂	10%~60%	27°C~50°C	0.141	145
橄欖油	有保濕力肥皂的油	可100%使用	0°C~6°C	0.134	109

※皂化價：

皂化1克油脂所需鹼值的毫克數。皂化價可以用來判斷油脂的品質，供做肥皂時所需鹼量的計算。

※INS值：簡單來說，就是油脂的硬度。各種油脂的「INS值」是以【皂化值-碘價】所計算出來的，也就是說碘價越低的油脂如：椰子油、可可脂、棕櫚核油等，INS值愈高。各油脂INS值影響成品的軟硬度，如果配方中的軟油比例較高、INS值低，做出來的皂就是軟趴趴的。一般書籍建議的INS值在160，不過120~170都算是理想的硬度，只要過了數星期的成熟期，成品都不會有太大的問題。

結果：三種油品都可以順利成皂，椰子油顏色最白，其次是棕櫚油，橄欖油做成的皂顏色較黃。



油品	皂化價	所需氫氧化鈉與水正常的量
椰子油 350g	0.19	NaOH: 0.19*350=66.5 g 水: 66.5*2.4=225.6 g
棕櫚油 350g	0.141	NaOH: 0.141*350=49.35 g 水: 49.35*2.4=118.44 g
橄欖油 350g	0.134	NaOH: 0.134*350=46.9 g 水: 46.9*2.4=112.56 g

#### ◆ pH值

※發現：

依皂化價使用不同量的NaOH，其pH值是棕櫚油>橄欖油>椰子油，但三者差異不大。

#### ◆ 硬度

※發現：

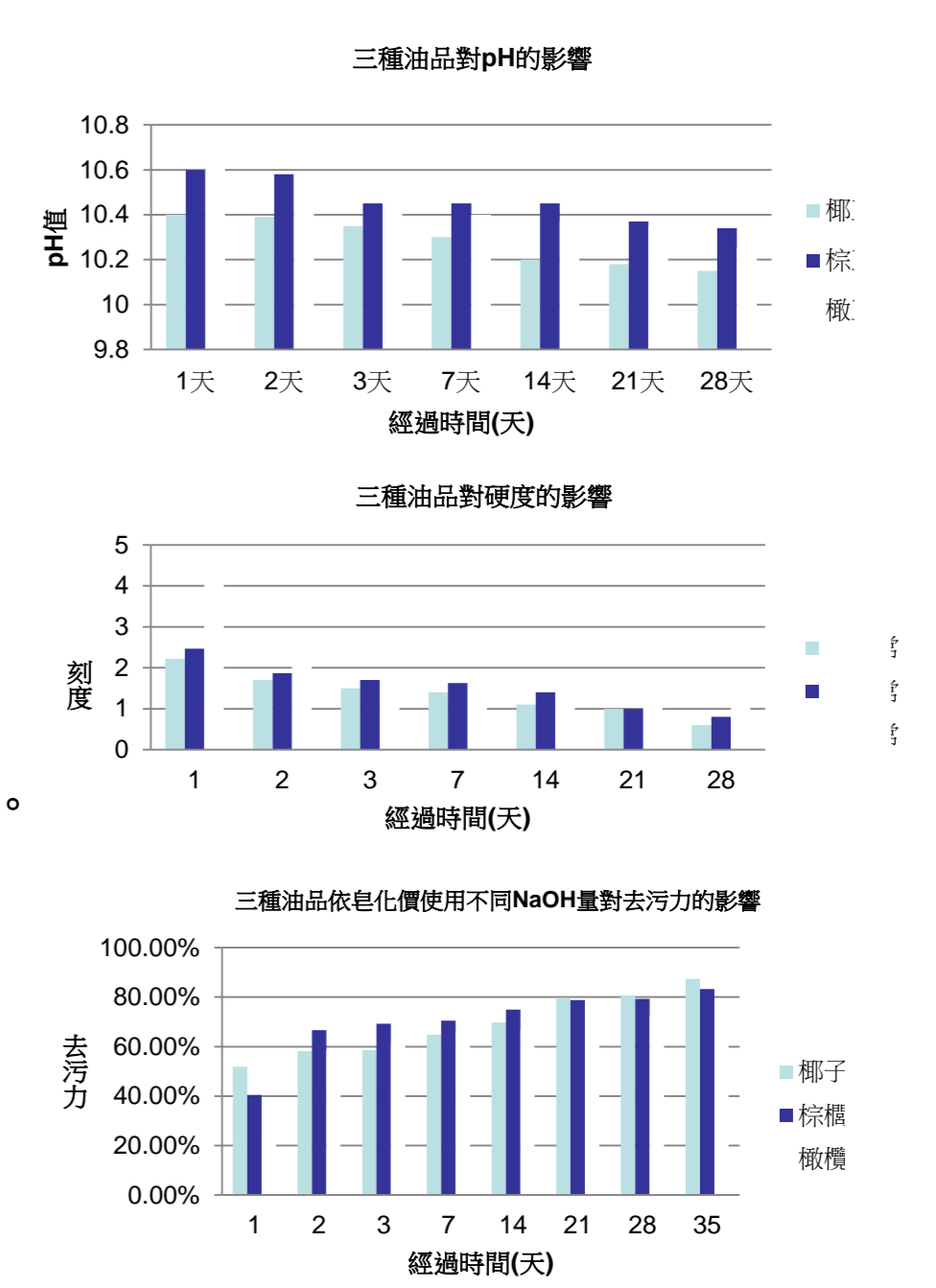
三種油品依照皂化價給予正確的NaOH的量，其硬度大小依序為：椰子油>棕櫚油>橄欖油。

※討論：

三種油品的INS值也是椰子油>棕櫚油>橄欖油，所以依照皂化價給予正確的NaOH的量，得到的硬度趨勢與INS值相同。

#### ◆ 去汙力

使用正確的NaOH量來做皂，持續觀察5週後，發現椰子油的去汙力都是最好的，其次是棕櫚油、橄欖油。



### 實驗四：探討NaOH的量如何影響皂化現象

※方法：

(一)取椰子油350g，分別加入不同量的NaOH，以2.4倍的RO水降溫成為40°C的鹼水，用零溫差方式進行皂化反應。

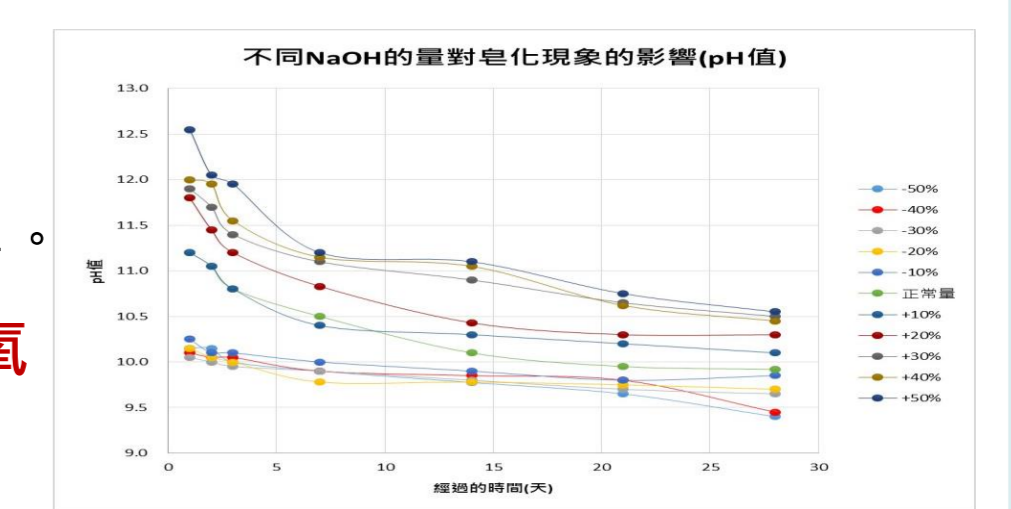
(二)在固定時間分別測量pH值、硬度與去汙力，並記錄其結果。



#### ◆ pH值

※發現：

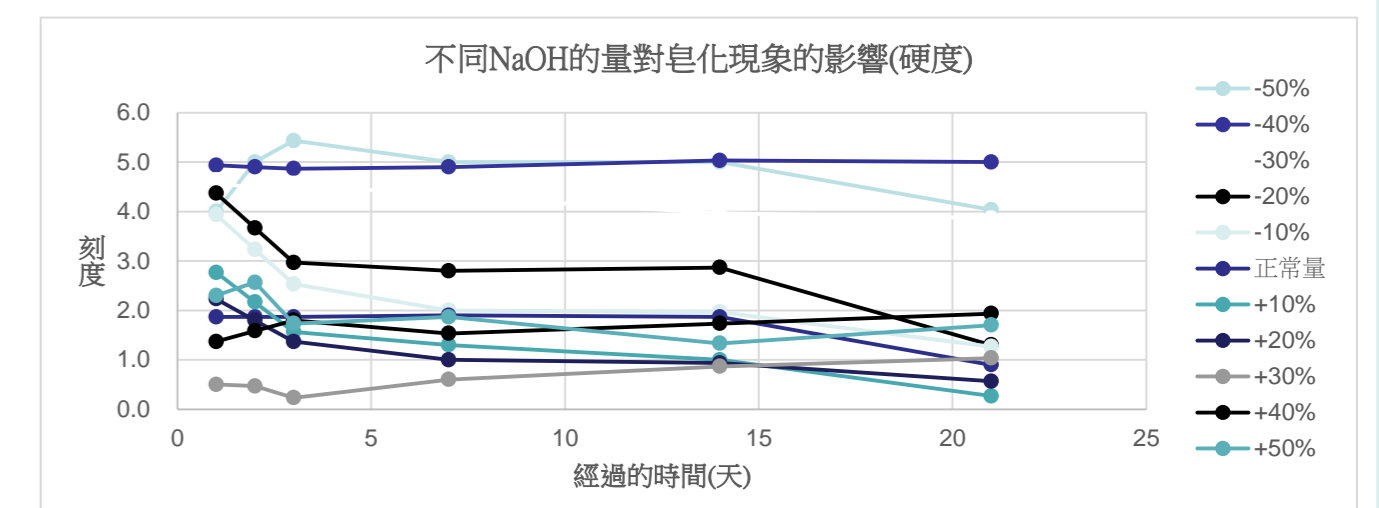
即便氫氧化鈉的量過多或過少到50%，還是都能成皂。只是過量的氫氧化鈉做成的皂，pH較高；不足的氫氧化鈉做成的皂，pH較低一些。



#### ◆ 硬度

※發現：

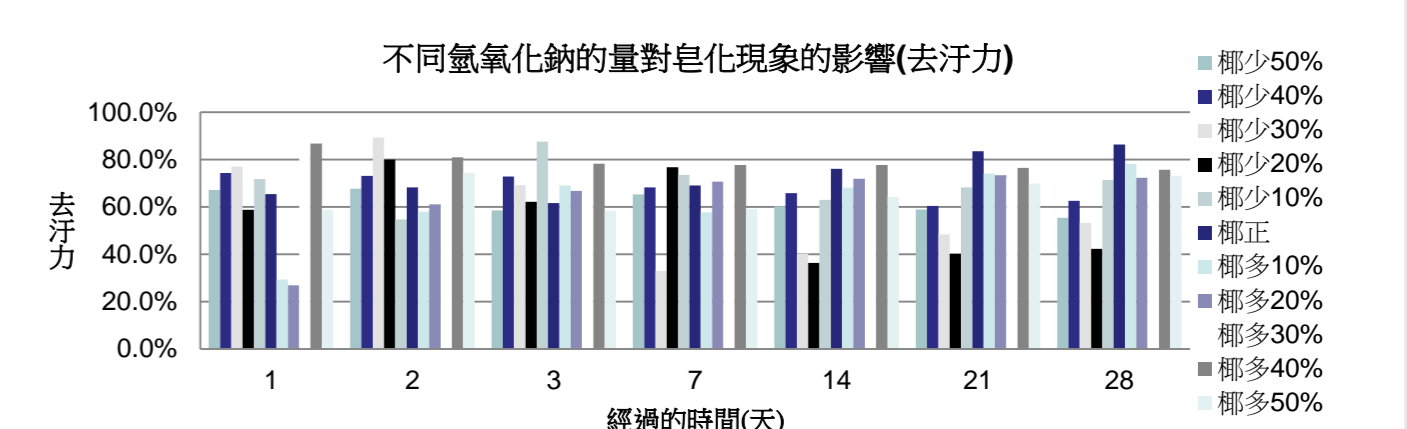
過量的氫氧化鈉做成的皂，硬度較高；不足的氫氧化鈉做成的皂，以油質居多，比較軟。



#### ◆ 去汙力

※發現：

正常量的氫氧化鈉做成的皂，去汙力隨著時間的增加而增加，最後有最佳的去汙力。



### 實驗五：探討環境溫度如何影響皂化現象

※方法：

(一)取椰子油80g + 棕櫚油105g + 橄欖油165g調配成油品，將52g氫氧化鈉放入125g的RO水中攪拌成美乃滋狀，調配鹼水，以溫度40°C，零溫差的方式做皂。

(二)皂液入模後，分別放在冰箱冷藏室、室溫與烘碗機中，經過24小時後取出，觀察成皂的情形。

(三)在固定時間分別測量pH值、硬度與洗淨力，並記錄其結果。



結果：在20°C左右置放的肥皂表面相較平滑，但有一點點白粉。在烘碗機42°C置放的肥皂表面凹凸不平，感覺有由內而外冒出來的樣子，且白粉很多。在冰箱2°C置放的肥皂表面雖然光滑，但幾乎整塊都是白粉所組成的樣子，很明顯的皂化不完全。

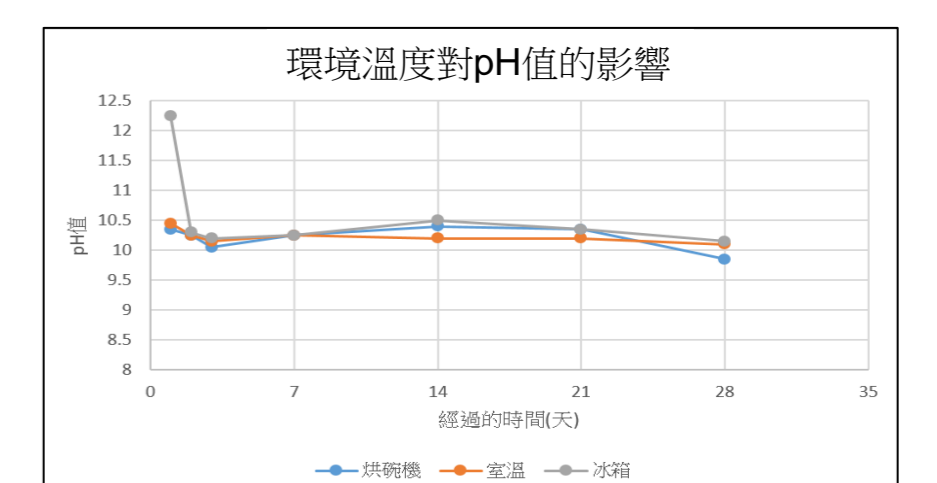
#### ◆ pH值：

第一天，冰箱(低溫)的環境中pH值最高(最鹼)，烘碗機(高溫)的環境中pH值最低(鹼性較弱)，第二天起放在室溫中，pH值就差異不大。

※討論：

(1)化學反應在高溫時較快，低溫時較慢，所以推論烘碗機是溫度較高的環境，皂化反應較快較完全，所以pH值較低；冰箱溫度低反應慢，皂化不完全的情況下氫氧化鈉殘留量高，所以pH值較高。

(2)而當放回來室溫以後，原本皂化不完全的放在冰箱的肥皂，也能慢慢持續反應，第二天後pH就恢復正常。

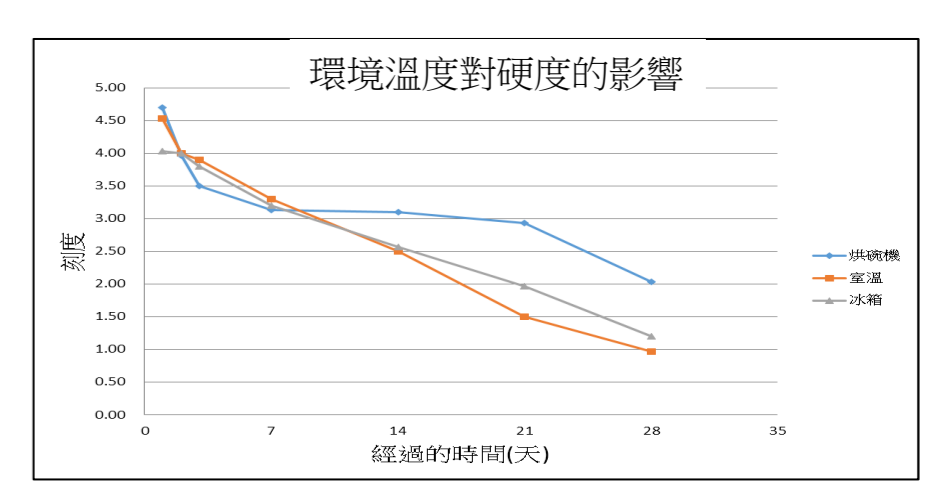


#### ◆ 硬度：

※發現：烘碗機、室溫與冰箱，三個不同條件中，初始時以烘碗機中製作的肥皂硬度最軟。隨著時間經過，第7天後，置於室溫的肥皂硬度最硬。

※討論：

根據資料顯示，熟成期的皂還在皂化反應中，如果置放的環境不適合，仍舊會氧化酸敗。置放的環境必須通風而乾燥，不能日光直射或置於高溫的環境中。因為潮濕與高溫都容易造成尚未皂化完成的游離脂肪酸水解或裂解，進而氧化酸敗。所以，推論放在烘碗機中的皂，是因為溫度過高，而造成其他的化學反應，導致硬度較軟。但第二天起放在室溫中，硬度就慢慢變硬。





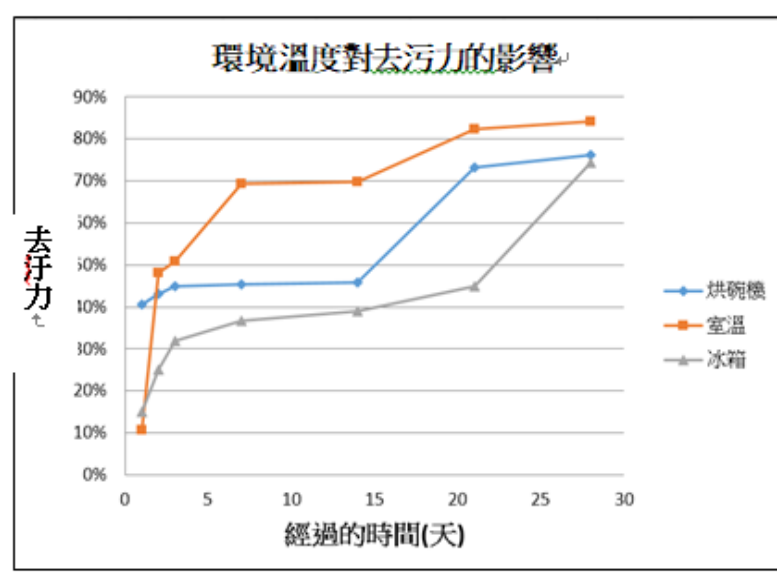
### ◆ 去污力：

※發現：

第一天置於烘碗機中的洗淨力最好，室溫與冰箱的較差，但經過14天後，置於室溫的洗淨力則明顯最好。

※討論：

在烘碗機中的皂，因為溫度高，以第一天來說皂化反應最激烈，皂化情形較多，使得洗淨力較強。但當置於室溫與冰箱的皂逐漸熟成，洗淨力就不如置於室溫中的皂了。所以推論：**置於室溫中的皂，成皂的能力越好，清潔力也越強。**



步驟2：再拉出抑菌圈線段，點兩下記錄右上方線段長度。

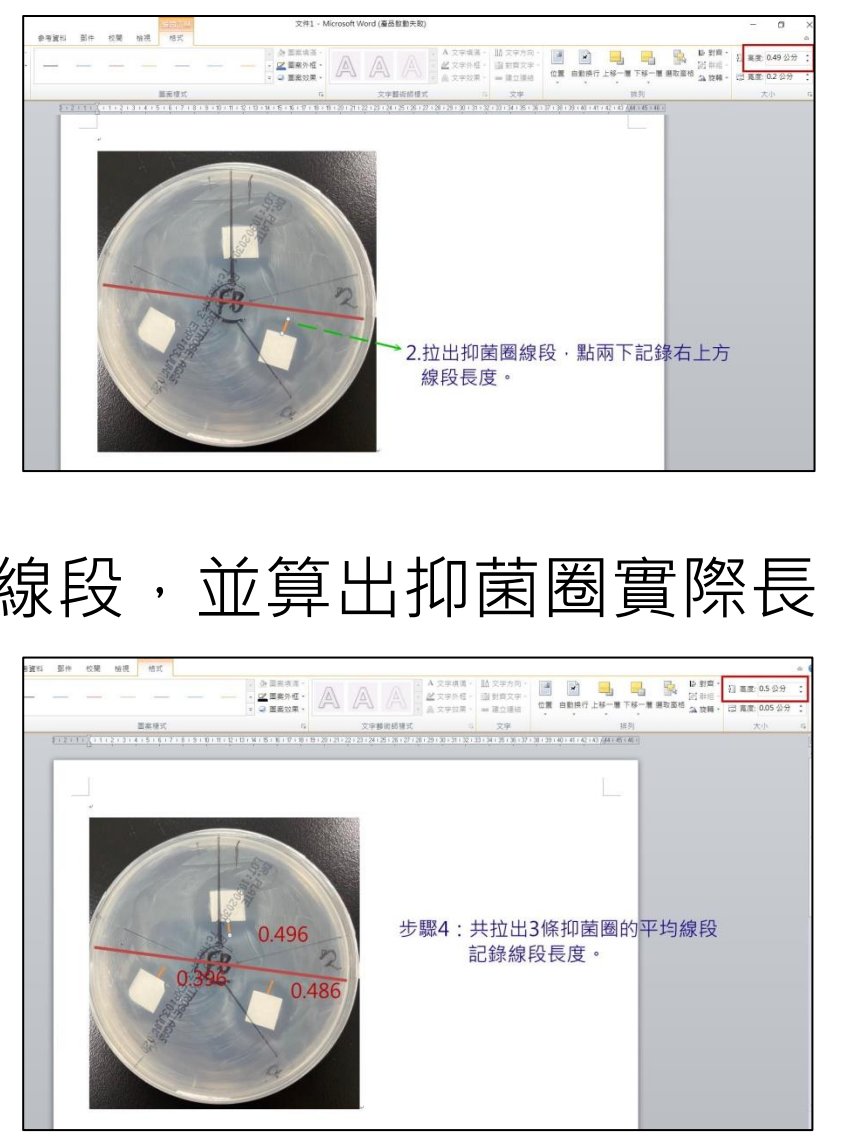
步驟3：以培養皿實際長度為9cm為換算標準，算出抑菌圈實際長度。

$$9.08 / 9\text{cm} = 0.49 / ? = (9 * 0.49) / 9.08 = 0.4856\text{cm} \rightarrow \text{四捨五入後為 } 0.486\text{cm}$$

步驟4：同樣方法，再拉出另兩條抑菌圈線段，並算出抑菌圈實際長度，再求平均值。

$$(0.486 + 0.396 + 0.496) / 3 = 0.459333 \rightarrow \text{四捨五入後為 } 0.4593\text{cm}$$

※結果：

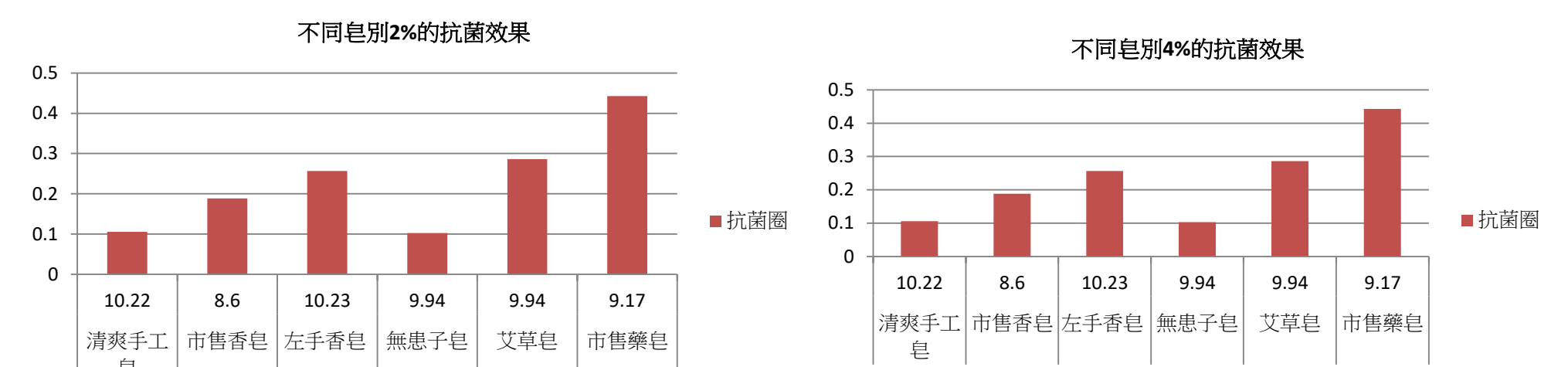


清潔手工皂 2%- pH9.87	清潔手工皂 4%- pH10.22	市售香皂 2%- pH8.02	市售香皂 4%- pH8.60	空白實驗:去離子水 pH7.4
平均: 0.0903cm 有 0.0903cm 的抑菌圈, 顯示有些微的抗菌效果。	平均: 0.1057cm 有 0.1057cm 的抑菌圈, 顯示有些微的抗菌效果。	平均: 0.1490cm 三片濾紙都有不太明顯的抑菌圈, 平均為 0.149cm, 顯示有些微的抗菌效果。	平均: 0.1883cm 三片濾紙都有不太均勻的抑菌圈, 平均為 0.1883cm, 顯示有些微的抗菌效果。	平均: 0.0217cm 濾紙片旁的抑菌圈非常小, 顯示去離子水抑菌效果不佳。

濃度 2%	清爽手工皂	市售香皂	左手香皂	無患子皂	艾草皂	市售藥皂
pH	9.87	8.02	10.23	9.63	9.63	9.13
抗菌圈	0.0903cm	0.149cm	0.1623cm	0.0647cm	0.194cm	0.4707cm

左手香皂 2%- pH 10.23	左手香皂 4%- pH 10.61	無患子皂 2%- pH 9.63	無患子皂 4%- pH 9.94
平均: 0.1623cm 三片濾紙都有抑菌圈, 平均為 0.1623cm, 顯示有些微的抗菌效果。	平均: 0.2567cm 三片濾紙都有抑菌圈, 平均為 0.2567cm, 顯示有些微的抗菌效果。	平均: 0.0647cm 三片濾紙都有很細的抑菌圈, 平均為 0.0647cm, 抗菌效果不佳。	平均: 0.1027cm 三片濾紙都有抑菌圈, 平均為 0.1027cm, 顯示有些微的抗菌效果。
艾草皂 2%- pH 9.63	艾草皂 4%- pH 9.94	市售藥皂 2%- pH 9.13	市售藥皂 4%- pH 9.17
平均: 0.1940cm 三片濾紙都有抑菌圈, 平均為 0.194cm, 顯示有些微的抗菌效果。	平均: 0.2860cm 三片濾紙都有明顯的抑菌圈, 平均為 0.286cm, 顯示有些微的抗菌效果。	平均: 0.4707cm 三片濾紙都有明顯的抑菌圈, 平均為 0.4707cm, 顯示抗菌效果良好。	平均: 0.4427cm 三片濾紙都有明顯的抑菌圈, 平均為 0.4427cm, 顯示抗菌效果良好。

濃度 4%	清爽手工皂	市售香皂	左手香皂	無患子皂	艾草皂	市售藥皂
pH	10.22	8.6	10.23	9.94	9.94	9.17
抗菌圈	0.1057cm	0.1883cm	0.2567cm	0.1027cm	0.286cm	0.4427cm



※發現：不管是2%或是4%，不同皂別對抗菌效果的影響依序為：市售藥皂 > 艾草手工皂 > 左手香皂 > 市售香皂 > 清爽手工皂 > 無患子手工皂。而清水的抗菌效果最差。

※討論：市售藥皂洗起來，手會覺得乾乾澀澀的，如果用自製的艾草天然手工皂、左手香手工皂，就不會有乾澀的感覺。雖然藥品成分的藥皂抗菌效果最好，但如果講求天然，艾草手工皂、左手香手工皂也是你不錯的選擇喔！

※綜合活動：

為了將我們的研究成果跟大家分享，也順便讓大家都擁有抗菌手工皂來洗手，希望在疫情如此嚴重的當下，讓同學們養成用肥皂洗手的好習慣，我們特地做了更多的抗菌艾草左手香手工皂分送給班級，期盼大家都能平安度過這個災難危機！



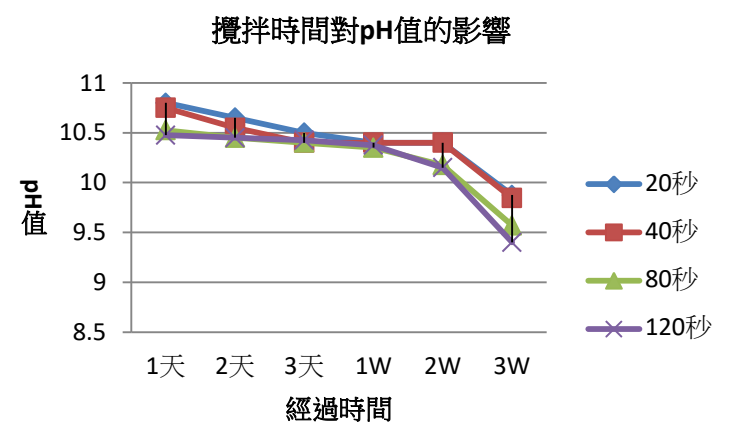
### 伍、結論

- 皂化反應會受到油溫影響，油溫過低時，表面容易產生白色粉末。白色粉末應該是碳酸鈉，pH會比沒有白粉的皂稍高一些。
- 在皂化過程中，會持續進行熱釋放，油溫越高，溫度瞬間上升越快；油溫越低，則溫度上升速度越慢。
- 在第一個星期，製成的手工皂重量會明顯下降，顯示水分迅速散失中。一個星期後，重量下降的幅度就會趨緩。
- 不同油溫均能做成皂，其pH值均會逐漸下降，也就是鹼性逐漸變弱，但到了第49天，手工皂的pH值都還是維持在10左右。
- 溫差0°C~60°C都能做成皂，pH之間沒有顯著的差異，pH值一樣都會隨著時間經過而降低。
- 化學反應在高溫時較快，低溫時較慢，烘碗機是溫度較高的環境，皂化反應較快較完全，所以pH值較低。
- 清水的抗菌效果很差，所以洗手還是要用肥皂比較好喔！
- 不同皂別對抗菌效果的影響依序為：市售藥皂 > 艾草手工皂 > 左手香皂 > 市售香皂 > 清爽手工皂 > 無患子手工皂。

### 實驗六：探討攪拌時間如何影響皂化現象

#### ◆ pH值：

(1)攪拌時間對pH的影響，依序為攪拌20秒 > 攪拌40秒 > 攪拌80秒 > 攪拌120秒。攪拌時間越久，pH值越低。



(2)攪拌時間過太久(用電動攪拌器攪拌120秒)，皂液太過濃稠，倒入皂膜中不好成形。

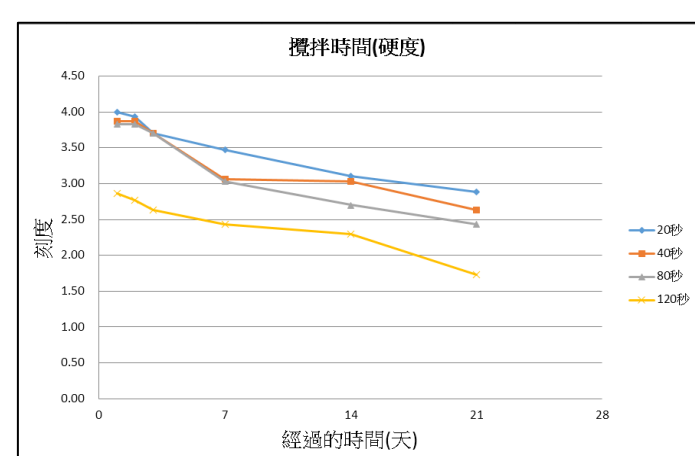


※討論：

攪拌時間愈久(120秒)，能獲得最均勻的混合，鈉離子比較能與脂肪酸結合，所以皂化比較完全，pH值較低。

#### ◆ 硬度：

攪拌時間對硬度的影響，依序為攪拌120秒 > 攪拌80秒 > 攪拌40秒 > 攪拌20秒。攪拌時間越久，硬度越高。

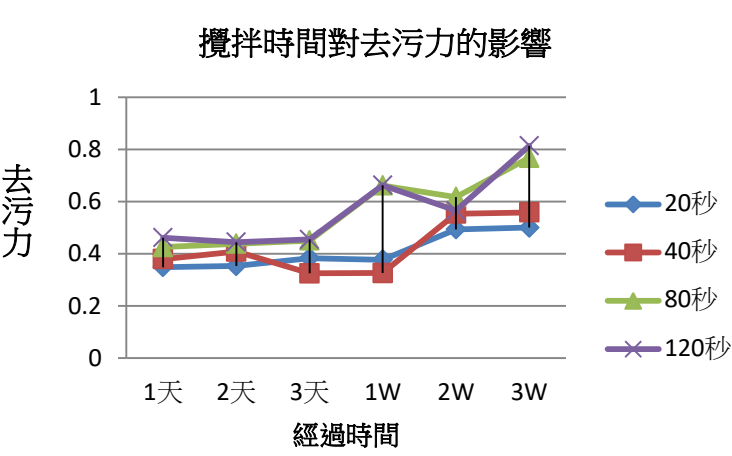


※討論：

攪拌時間愈長，可以增加分子的碰撞機會，所以皂化程度越高，因此硬度越大。

#### ◆ 洗淨力：

(1)攪拌時間不論是20秒~120秒，洗淨力都隨時間增加而提升。



(2)攪拌時間越久，皂化得越完全，洗淨效果也越好。



### 研究四、嘗試自製抗菌手工皂。

※思考：最近新冠肺炎那麼嚴重，大家都說要用肥皂勤洗手。我們想知道自己製作的手工皂有沒有抗菌效果，有沒有辦法做出抗菌的手工皂？於是在大學實驗室支援下，完成抗菌效果的實驗。

※說明：

(一)原本我們想用發霉的方式來研究，但經過詢問，得知黴菌本身是真菌，真菌與細菌是不同的。我們的研究，應該著重在抗細菌的效果，雖然沒辦法測試對病毒是否有效，但我們很幸運的在大學的指導與支援下，進行了大腸桿菌的實驗測試。

(二)根據資料查詢，我們蒐集三種號稱可以有消毒、消炎效果的自然植物，以與水1：3打成汁取代原本的水，製成天然的草本手工皂。

- 1.左手香：(略)
- 2.無患子：(略)
- 3.艾草：(略)



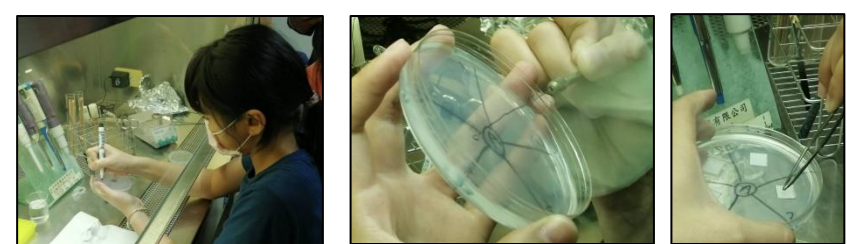
(三)取正常的清爽皂與左手香皂、無患子皂、艾草皂以及市售的藥皂、一般皂各1g、2g，加入49c.c、48c.c的RO水中，使成為2%、4%、肥皂水溶液。

(四)測量肥皂水溶液的pH值，並泡入1平方公分的濾紙每盒3張，浸泡兩個小時。



(五)將購買回來的洋菜膠培養皿先編碼，畫線準備。

(六)在實驗室利用無菌操作台製備，拿玻璃塗抹棒將大腸桿菌均勻塗抹於洋菜膠上，再來出事先泡好的濾紙片分別置於培養皿上並蓋上蓋子，置放於37°C的培養箱中12小時，取出觀察其抑菌的情形。



(七)在實驗室利用無菌操作台製備，拿玻璃塗抹棒將大腸桿菌均勻塗抹於洋菜膠上，再來出事先泡好的濾紙片分別置於培養皿上並蓋上蓋子，置放於37°C的培養箱中12小時，取出觀察其抑菌的情形(抑菌圈越寬，抑菌效果越好)。

(八)將培養皿拍照，在word軟體插入檔案，拉出培養皿線段與抑菌圈線段，與9cm培養皿的實際大小做比例換算。例如市售藥皂的抑菌圈算法：

※市售藥皂的抑菌圈：

步驟1：先拉出培養皿穿過圓心的直徑線段，點兩下線段，記錄線段長度。

