

新竹市第三十九屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活應用科學組(二)環保與民生

組 別：國小組

作品名稱：會叫的孵皂箱~手工皂熟成之探究

關 鍵 詞：自動監控、皂化反應、含水

編 號：

目錄

摘要.....	錯誤! 尚未定義書籤。
壹、研究動機.....	錯誤! 尚未定義書籤。
貳、研究目的.....	錯誤! 尚未定義書籤。
參、研究設備及器材.....	錯誤! 尚未定義書籤。
肆、研究過程或方法.....	錯誤! 尚未定義書籤。
伍、研究結果.....	錯誤! 尚未定義書籤。
陸、討論.....	26
柒、結論.....	28
捌、未來展望及後續處理.....	29
玖、參考資料.....	29
拾、附錄.....	31

摘要

本研究主要目的是研究手工皂最佳製程及晾皂箱開發，手工皂油品選擇中，過期魚油、黑麻油皂有異味，酪梨油則皂量少價高，橄欖油皂品質佳，因此採用當基礎皂。皂液的 pH 檢測濃度最佳為 5%。油和鹼溫度差距差 10°C 皂液較濃稠，皂水不分離。製作肥皂添加酸性添加物不會提早達到中性熟成。30 毫升的檸檬汁入皂會增加香味和清潔效果。檢測肥皂清潔力方法有四種:鋁圈測量皂膜、肥皂泡泡維持度、肥皂水上升速度及 pH 值，結果皆顯示菠菜皂為最佳，酪梨皂、火龍果皂最差。植物皂熟成實驗中，找到判斷肥皂熟成標準，是在孵皂箱溫度 25 度時，放置八天，肥皂重量減少 5.8%，推測手工皂放越久越硬，減少皂重量是讓手工皂更耐用。為了實驗製作安全裝置及硬度計，為了加速皂熟成，我們根據孵蛋箱開發了晾皂箱，隨後利用 Arduino 改良成自動監控孵皂箱成為現在第二代晾皂箱，二次測試在箱內設定 30 度花費七天降下 5.4%8.1 公克接近目標。

壹、研究動機

去年科展我們研究了回鍋油製成的人工皂的各種變因，並將回鍋油人工皂運用在生活上，但是回鍋油皂會產生油耗味，只能當作拿來做洗馬桶及抹布之類的家事皂，雖然有清潔效果，但是會有油耗味留在物品上，會人非常不舒服；另外回鍋油皂黃黃的顏色，即使做得再好，也沒人愛用。學校在上酸鹼實驗時，使用了不少蔬果，加酸加鹼可以變顏色，也發現有添加植物材料的人工皂，即使放了好幾年味道也很香，因此我們想到若在人工皂裡添加植物性的材料後，顏色會有什麼改變呢？一開始為了解決環境的問題找了一些過期的油，試著做出各種人工皂，後來為了控制人工皂的品質，也找了些正常油來做。

在製作人工皂的實驗過程中，為了避免發生危險，我們改良上一屆的廢油製皂機，變成較大的製皂設備，也改善了製皂流程，讓製作人工皂的過程變得更好玩和安全。

在我們製作變色人工皂過程當中，發現人工皂的重量以及含水量會影響人工皂的熟成速度，於是改良孵小雞的孵蛋箱變成了孵皂箱，果然縮短晾皂時間。在這個實驗過程中，我們不斷發現問題，解決問題，不斷找相關資料，在這個過程當中，我們成長了很多。因為每天抄寫測重很辛苦，為了簡化流程，我們運用手邊可資源回收的材料、請教長輩，利用 Arduino 製作了自動監控晾皂機器，來進行相關實驗。

相關教學單元：水的溶解作用(三下)、水溶液的酸與鹼(五下)、生物環境與自然資源(六下)

貳、研究目的

本研究的主要目的的主要目的利用使用不同方式做成的手工皂，用實驗的方式做出一套晾皂設備。實驗並探討下面的條件：

1. 使用不同種類過期油和新油找出最佳的油品來製作肥皂。
2. 找出最佳皂液濃度判斷手工皂 pH 值
3. 研究油鹼溫度差距對手工皂的影響
4. 使用不同蔬果材料和添加酸性溶液做成手工皂，對手工皂的影響
5. 採用四種檢測方式檢測清潔度
6. 自製且改良自動監控晾皂機，並比較有無晾皂機對肥皂熟成的影響

參、研究設備及器材

一、工具：

- 1.鋼盆
- 2.不鏽鋼鍋
- 3.電子秤
- 4.溫度計
- 5.矽膠刮刀
- 6.肥皂模
- 7.飲料杯套
- 8.電動攪拌棒
- 9.手動攪拌棒(小)
- 10.手動攪拌棒(大)
- 11.瓦斯爐
- 12.電鍋
- 13.大小燒杯
- 14.量杯
- 15.量匙
16. iPad
- 17.鋼杯
- 18.木工 T 形尺
- 19.飛鏢
- 20.小刀
- 21.電腦

二、防護用具：

- 1.手套
- 2.護目鏡
- 3.口罩
- 4.實驗衣
- 5.報紙
- 6.塑膠袋
- 7.實驗袍

三、製作肥皂的材料：

- 1.過期魚油
- 2.純水
- 3.各種過期油(如圖 3-3)
- 4.未使用過的大豆沙拉油
- 5.橄欖油
- 6.椰子油
- 7.棕櫚油
- 8.蔬果汁
- 9.蔬果粉

四、保溫及其它材料：

➤ 保溫

- 1.大小保麗龍箱
- 2.報紙
- 3.保鮮膜

➤ 其它

- 1.夾鏈袋
- 2.紗布毛巾
- 3.按壓式空罐
- 4.鐵架
- 5.木架
- 6.紙箱
- 7.有孔塑膠盆
- 8.純水
- 9.RO 水。

五、檢測工具：

- 1.環境用的濕度計
- 2.測溫槍
- 3.廣用試紙 pH 值 0~11
4. iPad
- 5.手提式酸鹼度計

六、化學材料：

1. NaOH

七、改良廢油製皂機材料：

- 1.料理棒
- 2.透明箱
- 3.漏斗
- 4.定時器
- 5.調光控制器
- 6.開關
- 7.門栓
- 8.止滑墊
- 9.奈米膠

八、過期魚油、橄欖油、黑麻油、酪梨油、椰子油，新橄欖油、新椰子油、新棕櫚油。

九、孵皂箱材料：

Arduino UNO R3 開發板、小麵包板、10K 直插電阻、無源蜂鳴器、溫溼度感應器、16*2 LCD 液晶屏、Arduino UNO R3 開發板專屬 USB 連接線、按鍵開關、12v 散熱風扇、白熾燈泡及燈座、2HC 繼電器模組、跳線數條、荷重元 1KG、變壓用 12V1A 電源供應器、重量感測器模組、.AC110 的電源供應器、110V 的電線及插頭



圖 3-1 手提式酸鹼度計、標準

規格 (Specifications):

型號 (Model)	HTC-200	
測試範圍 (Range)	0.00 ~ 14.00 pH	-1000 ~ +1000 mV
精確度 (Accuracy)	0.01 ± 1digit	1 ± 1digit
解析度 (Resolution)	0.01pH	1mV
溫度補償 (Temp. Comp.)	Manual (0.00 to 99.9 °C)	
手動校正 (Manual Calib.)	Yes	
顯示幕 (Display)	LCD 0.5" Display with function indicator	
輸入阻抗 (Impedance)	>10 ¹² Ω	
電源 (Power)	9V battery	
防潮等級 (Enclosure)	IP65	

圖 3-2 規格



圖 3-3 各種油

肆、研究過程或方法

一、 相關研究主題的搜尋與分析：

全國中小學 科展 歷屆 優勝作品資 料庫	相關的研究 題目	目的與研究焦點	研究的區別
中華民國第 50 屆 作品 國小組化學 編號 080211	<肥皂熟 了,水知道 >	主要研究目的是「判斷肥皂熟成條件」,以晾 皂水分含量的多寡,來判斷肥皂「熟成」的狀態(平均 60 天,肥皂皂體重量減輕自身的 10%)	我們有探討與他們判斷肥皂熟成的不同條件,也是參考他們部分對於手工皂熟成條件的判斷,並在他們所提出能縮短晾皂方法之基礎上,研發了能進行整體環境控制的晾皂環境,藉此想更有效縮短晾皂時間,並製作可以自動偵測呼叫的晾皂機器。
中華民國第 57 屆 作品 國小組化 學 編號 080216	馬虎小組的 妙探尋兇- 解開影響冷 製法馬賽手 工皂「不 成皂體」的 關鍵之謎	全班曾用冷製法做馬賽皂,只有我們不成皂體。逐步改變變因解謎:橄欖油過量造成 配方中總油鹼比例超過 5:1,即鹼量不足,使皂體偏向軟塌不成形發展,但仍成固體;一旦 橄欖油失手量達 3240 克使總油量與總鹼量的比例達 10:1,則即使 4 位組員分別打皂增加人為變異皆可重現當時的不成皂體,甚至再攪拌到 Trace 入模保溫後仍是不成皂體。實驗數據顯示我們的馬虎造就橄欖油量過多和手動攪拌互相影響使油鹼混合液從入模保溫到開箱 晾皂前這段時間的含水量較高。研發暖氣定溫 25°C 加除溼模擬適當晾皂環境成功縮短晾皂 時間。解謎過程出現無法	1.這分報告的測ph值的做法和我們不同。他們的皂主要是在測試加過量的油,能否出現不成固態皂軟爛液態皂的重製實驗。所以皂體含油量差異很大,應是這樣影響熟成時間,而且他們的測肥皂ph值的方法,很有可能是錯誤的;如果方法錯了他們的結果會不會也全錯了。 2我們在製作變色肥皂的時候,使用孵蛋箱的晾皂,也發現了手工皂重量減輕跟熟成的秘密,回頭檢視他們的報告,才發現他們早已經做出來了。 3使用Arduino設計自動監控呼叫手工皂熟成裝置,進行測試。

表4-1

二、 蒐集參考文獻資料

皂化參考資料:

1. 成皂原理可以一個簡單的化學公式來表示:
2. 油脂 + 水 + 氫氧化鈉 → 皂 + 甘油
3. 皂化(Saponification):油脂和鹼質混合反應後轉變為「皂」的現象。
4. 皂化價計算方式:每一公克油脂要能完全參與皂化反應時所需的強鹼量。

油脂的皂化價: 梁碧峯在 2010年出版的《無機化學實驗》

1g的椰子油需要 0.19克的氫氧化鈉才能完全參與皂化反應。

1g的棕櫚油需要 0.141克的氫氧化鈉才能完全參與皂化反應。

1g的橄欖油需要 0.134克的氫氧化鈉才能完全參與皂化反應。

鹼量的計算:溶鹼指的是每 100 公克 0°C 的水可完全溶解氫氧化鈉 42 公克,可知每 1 公克的氫氧化鈉要完全溶解需要 $100 \div 42 \approx 2.380952 \approx 2.4$ 公克 0°C 的水。

例如:以本次實驗製造 321 皂為例,依其配方所含三種油量的比例橄欖油

300g(40gNaOH)、棕櫚油 200g(38gNaOH)、椰子油 100g(14NaOHg)來計算

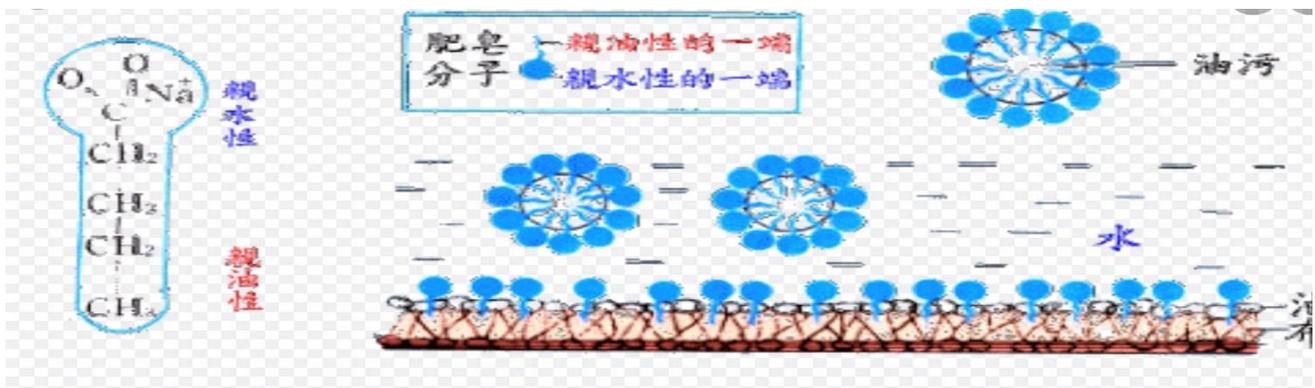
計算需要的氫氧化鈉 $300 \times 0.134 = 40$ $200 \times 0.19 = 38$ $100 \times 0.141 = 14$ 總共需要 92g 氫氧化鈉

計算純水量 $92 \times 2.4 = 220.8g$ 。

以上和本次實驗 321 皂法橄欖油 300g、棕櫚油 200g、椰子油 100g,油的比例 3:2:1,氫氧化鈉 87g、水 200g,比例並不一樣,初學做皂時,並不太清楚細節配方對手

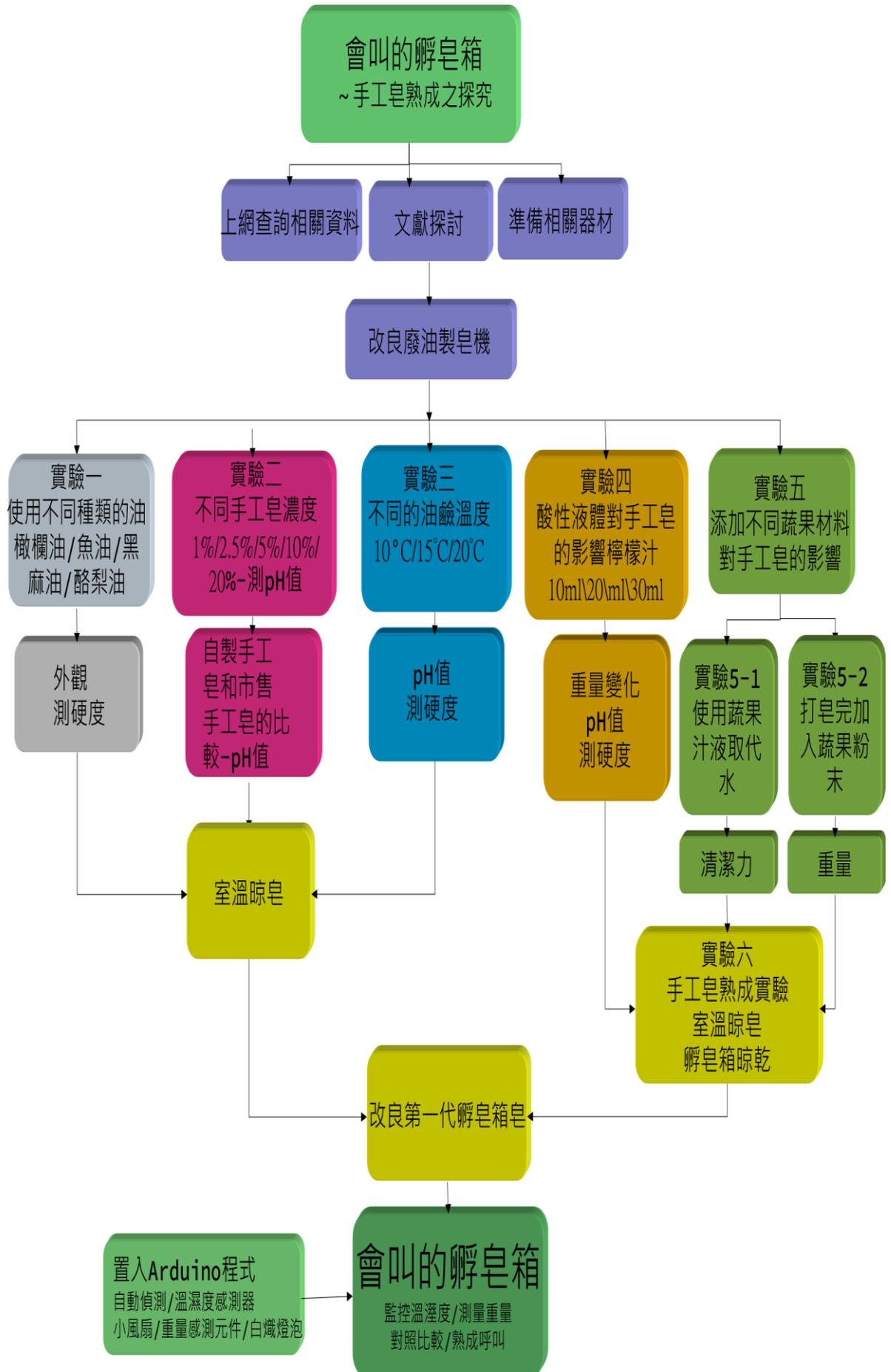
工皂的差別，熟悉後才了解，氫氧化鈉少了五公克，水分少了約 21 公克，但是不影響本次的研究與觀察。

5. 一般製作手工皂過程：使用油脂、NaOH加上以一定比例混合，經過手工攪拌的程序，直至「美乃滋」Trace狀，倒入皂模，放置保溫箱三天之後脫模、切皂，再經 21 天以上的自然乾燥而成的肥皂。此種肥皂保留了皂化過程中產生的「甘油」，具有滋潤皮膚的功效，而且不含化學成分。
6. 熟成：手工皂在切皂之後需自然乾燥，所需天數各有不同，30 天、45 天、60 天。
7. 硬度：手工皂在熟成過程中，漸漸變硬的程度。手工皂的書上都有公式計算肥皂的硬度值(INS 值)，這些配方希望能預知不同情況下，肥皂偏硬或軟。一般硬度值在 160 以上的皂，也有人說 120~170 都算理想硬度。所以本研究設計「自由落體法」的模型來衡量肥皂的軟硬程度，這裡所提到硬度與上述文獻上硬度並不完全相同，本研究測試飛標插入的深度cm為單位，越淺越硬。
8. 肥皂可以清潔油污的原理，是因為皂是一種界面活性劑，同時具有親油性及親水性的特性，在用肥皂水清洗油污時，親油性的一邊拉住油污，而另一邊親水性拉住水，在洗滌動作下油污逐漸被拉進水中。另外皂是油脂跟鹼反應產生的酯肪酸鹽，不同的油脂產生的酯肪酸鹽也不同。泡泡大小與界面活性劑跟影響表面張力有關。
9. 各種顏色礦泥粉:用途廣泛，吸收能力佳，可作礦泥敷體，護膚品，護髮和防臭劑。本研究利用在眾多的肥皂樣本中，比較好辨認。
10. 界面活性劑溶在水中量的多寡會影響肥皂水的表面張力的高低而，可以利用肥皂水吹泡泡的遊戲設計出測量清潔力的方法。用金屬線做的框框中建立一個液體的膜，顯示肥皂水的薄膜，這薄膜兩側的表面上原來是均勻地分佈著界面活性劑的分子，由於伸張而變薄的部分的表面上，因為面積增大了，單位面積上界面活性劑的分子必然會變得少了一些，皂膜表面張力跟清潔的效果有很大的關係。



肥皂分子模型

三、 研究流程



(一)改良以前廢油製皂機設計成製作手工皂安全裝置：

之前廢油製皂機製作方式：

利用資源回收的空氣幫浦，改良成攪拌器，製作製皂機，並畫出設計圖如圖 4-1。取下幫浦不合用的地方。測試馬達，將晃動的部分，用鐵絲和鐵片固定，加裝按鍵。馬達動力太強，利用調光器，調整速度，打皂時間設置在定時器 Timer 上。

缺點：

1. 空間太小，無法製作較大容量的手工皂。
2. 空氣幫浦的攪拌棒，無法將皂液打到濃稠。
3. 無法將氫氧化鈉水溶液慢慢倒入。

改良之後的手工皂安全裝置：

目的：為了能夠安全製作手工皂，避免鹼性液體噴出，擴大操作空間改良，讓操作更為簡便安全。

製作方式：

1. 拿一個 60x35x45cm 的透明置物箱橫放。
2. 用焊槍切割直徑 6 公分的洞，用來放置攪拌棒。
3. 在左上角距離 20 公分的地方，挖直徑 1.5 公分的小孔洞，黏上塑膠管，放上漏斗。
4. 在箱口貼上透明軟片，防止鹼性液體噴出。
5. 在側邊加裝計時器和燈光控制器（控制力道的大小）。
6. 準備不鏽鋼水壺有斜嘴的不鏽鋼鍋。
7. 接上料理棒，加上固定片，在料理棒的按鈕上面，貼上膠帶。
8. 所有的器具不用的時候，皆可收納放入置物箱。

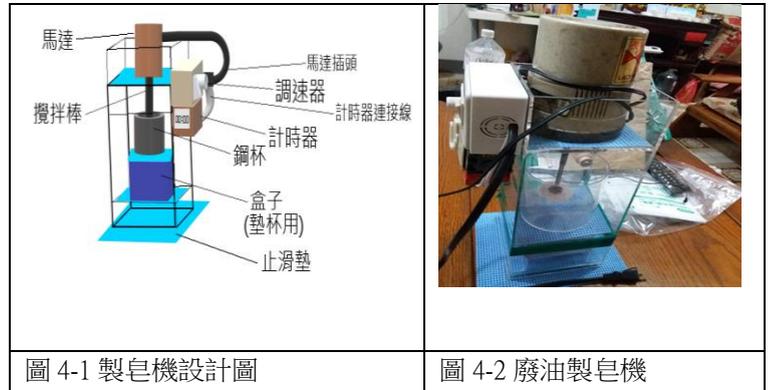


圖 4-3

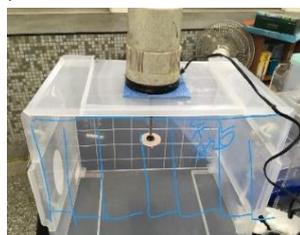


圖 4-4 加上透明片



圖 4-5



圖 4-6

(二)自製簡易硬度計

製作步驟：

1. 測試不同測硬度方法，鐘擺法和自由落體法，最後選擇自由落體法。
2. 準備好紙箱、保麗龍板、墊板、飛鏢。
3. 裁切保麗龍板和紙盒。
4. 為了避免歪斜將墊板插入裁切好的保麗龍板和紙箱中。
5. 最後用熱溶膠和膠帶固定好就完成了。

測量步驟：

1. 將皂放在自由落體箱底部紙筒的正下方。
2. 將飛鏢自紙箱上方讓它沿著紙筒軌道自由落下。
3. 將紙箱中的塑膠管套拉起，拿出飛鏢和手工皂。
4. 用 T 形尺測量深度。

操作原理：

飛鏢針頭長度 2cm 紙箱長、寬長度 50cm 高度 70cm ，刺得深肥皂比較軟，刺得淺皂比較硬

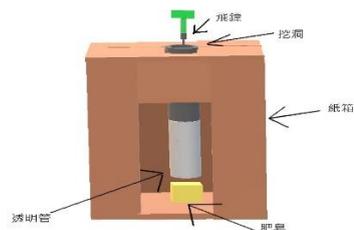


圖 4-7 硬度計設計圖



圖 4-8



圖 4-9

(三) 製作 321 皂

目的: 適合手工皂初學者，當作基礎配方的基礎皂法

材料: 橄欖油 300g、棕櫚油 200g、椰子油 100g，油的比例 3:2:1，氫氧化鈉 87g、水 200g。

製作步驟:

1. 計算配方所需要的氫氧化鈉量。
2. 量取可以完全溶解氫氧化鈉的水，放置在不鏽鋼水壺內。
3. 溶解鹼性液體：氫氧化鈉分次加入，直到完全溶解形成氫氧化鈉水溶液，再放入溫度計觀察，過程中溫度會持續上升，之後再慢慢下降。
4. 分別量取橄欖油 300 毫升、椰子油 200 毫升、棕櫚油 100 毫升，隔水加熱(因為天氣冷而形成固態)，椰子油和棕櫚油水溫不要超過 25 度。
5. 把椰子油和棕櫚油兩種油混合，再倒入軟油橄欖油，油溫加熱至 40 度，再放入製皂機攪拌。
6. 當水壺內鹼水的溫度降到 35°C 以下，再緩緩地加入到混合油中，先用慢速攪拌 2 分鐘，再用快速攪拌 3 分鐘停一分鐘再打一分鐘。
7. 攪拌至 Over Trace 程度，拿刮刀可畫出不下沉的 8 字就可以入模了。
8. 放入保麗龍箱保溫二天，二天後拆模即可取出晾皂。

(四) 孵皂箱的設計及發想(設計晾皂模廠)：

孵皂箱第一代測試晾皂效果：

晾皂的時間很長，皂熟時間約 21 天（參考文獻資料），即使皂熟了也不知道，加上等待熟成的時間很長，為了加快實驗的時間，發現孵小雞的孵蛋箱裝置，試著改成晾皂箱，測試是否實際縮短手工皂熟成的時間，及解決溫度和濕度的控制的問題。

實驗步驟：

1. 將手工皂製作完成脫模後，放在厚紙板上，置入孵蛋箱內。
2. 使用調光器調整燈泡(11 瓦)亮度，控制箱內的溫度，箱內的溼度維持在 25 度上下，室內 18 度左右(今年一月)。
3. 每記錄手工皂的重量、溫度、濕度，直到手工皂重量差距縮到 0.01 克以下為止。

第二代孵皂箱的設計及發想：

每天觀察測量紀錄手工皂各項資料，手續繁瑣，想設計利用程式自動監控肥皂，在手工皂熟成的時候會呼叫。上網找 Arduino 相關的資料和書籍，使用 Fritzing 軟體設計規劃 Arduino 的電路圖，並諮詢有經驗的長輩。

目的:使用計算出來手工皂熟成的需要減少重量的克數，設計當手工皂降至一定重量時，箱子會發出叫聲。

孵皂箱 LCD 顯示器操作流程如下:

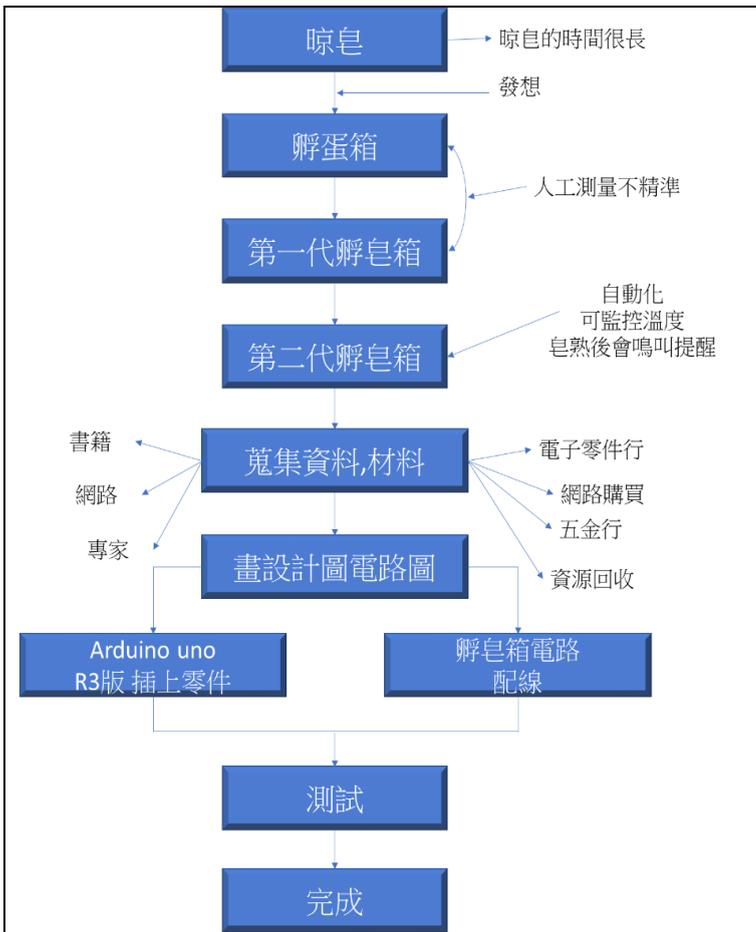


圖 4-10 二代孵皂箱的設計流程圖

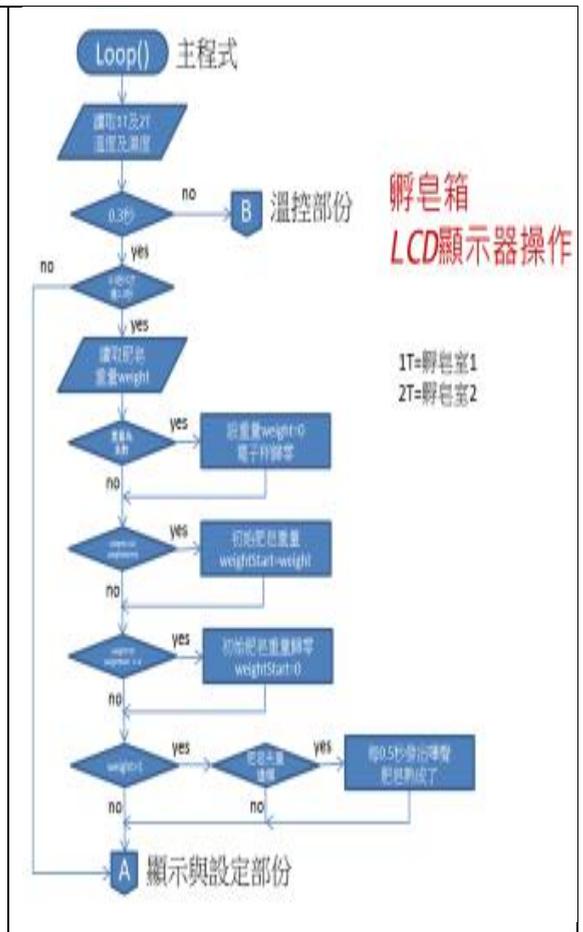


圖 4-11 LCD 顯示器操作

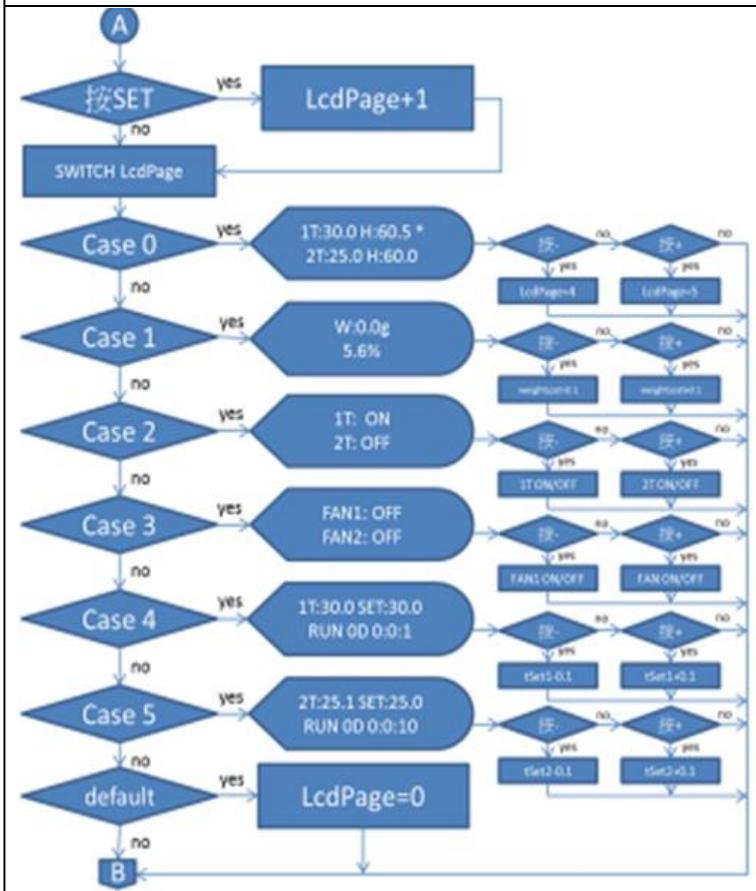


圖 4-12 LCD 顯示器觸發順序

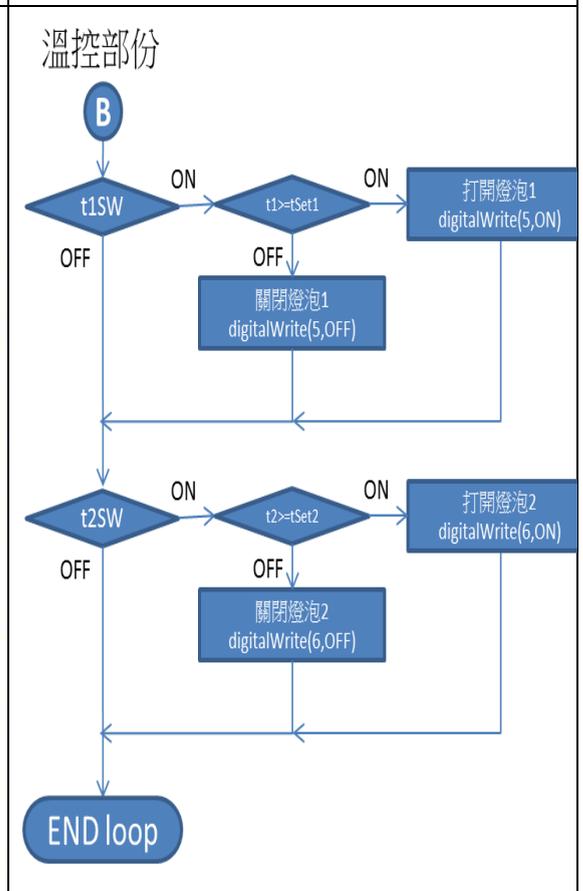


圖 4-13 溫控觸發順序

製作步驟:

1. 將材料依電路圖放置 Arduino UNO R3 開發板及麵包板連接，並進行測試。如圖 4-15
2. 撰寫程式測試相關的功能如附錄一程式碼。
3. 導入後,確認燈泡及風扇會不會運作如圖 4-19。
4. 測試當重量改變後,是否會鳴叫。
5. 測試當按鈕被按下是否會換頁。
6. 測試成功後,便可應用在手工皂在孵皂箱內熟成的相關實驗上。

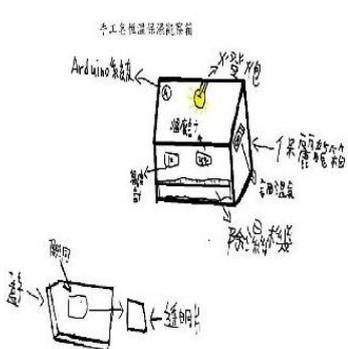


圖 4-14 外觀設計圖

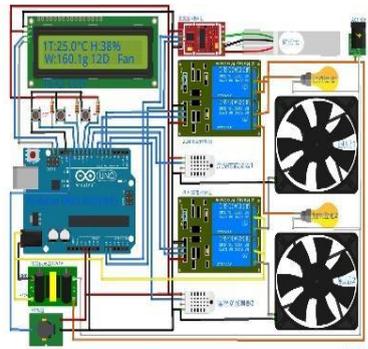


圖 4-15 孵皂機電路圖



圖 4-16 接線所需工具



圖 4-17 接線完成



圖 4-18 燈泡、風扇、測重設備



圖 4-19 調整溫度和重量設定

備註:溫度控制設計上採用的白熾燈泡當孵皂箱溫度來源,利用燈光放大器控制溫度,其目的:

- 1.白熾燈泡約只有 5%的能量轉換為可見光,其餘 95%以熱輻射表現,而其熱輻射主要落於紅外線(熱)區域。
2. 白熾燈泡的熱輻射可以對密閉空間的水份加熱 使水份快速蒸發散失可以降低濕度。

四、實驗過程：

【實驗一】使用不同種類的過期油，魚油、橄欖油、黑麻油、酪梨油做成的手工皂比較目的:想要知道哪一種油適合製成手工皂，當作是後續實驗的基礎皂。

操作變因	魚油、橄欖油、黑麻油、酪梨油 300 克，321 配方中主要油
控制變因	321 皂配方、製皂設備、模型、保溫設備
應變變因	外觀、硬度

實驗步驟:

1. 準備魚油 300g，隔水加熱溶解外層的膜如圖 4-1-2。
2. 測量配方所需要的氫氧化鈉量。
3. 量取可以完全溶解氫氧化鈉的水，放置在不鏽鋼水壺內。
4. 溶解鹼性液體：氫氧化鈉分次加入，直到完全溶解形成氫氧化鈉水溶液，再放入溫度計觀察，過程中溫度會持續上升，之後再降溫。

5. 分別量取魚油 300 毫升，椰子油 200 毫升、棕櫚油 100 毫升，因為天氣冷而形成固態，隔熱水加熱，水溫不超過 50 度。
6. 因為天氣冷而形成的硬油，變成液體即可，椰子油和棕櫚油水溫不要超過 25 度。當椰子油和棕櫚油兩種硬油融化成液體，再倒入軟油橄欖油，混合攪拌，油溫加熱至 40 度。
7. 當鹼水的溫度降到 35°C 以下，將裝有鹼水的水壺，緩緩地加入到混合油中，用慢速攪拌，再用快速攪拌 5 分鐘停一分鐘再打一分鐘。
8. 攪拌至 Over Trace 程度，提起刮刀可畫出不下沉的 8 字就可以入模了。
9. 分別將橄欖油、黑麻油、酪梨油 300g 重複上述步驟。



圖 4-1-1 過期魚油



圖 4-1-2 加熱去膜



圖 4-1-3 魚油皂



圖 4-1-4 黑麻油

實驗1-1檢測手工皂測硬度

測量步驟:

1. 將皂放在自由落體箱底部紙筒的正下方。
2. 將飛鏢自紙箱上方讓它沿著紙筒軌道自由落下。
3. 將紙箱中的塑膠管套拉起，拿出飛鏢和手工皂。
4. 用 T 形尺測量深度。

【實驗二】檢驗手工皂液的濃度 1%、2.5%、5%、10%、20% 對判斷手工皂 pH 的影響
測量肥皂的 pH 值，常用水滴在肥皂表面以試紙測試，但是只能測得粗略的值；在文獻資料中用 1g 溶於 20cc 的純水中測 pH 值，難道 pH 值不會因肥皂水濃度而變化嗎？

目的：檢測手工皂液的濃度高低是否影響 pH 值的變化

操作變因	1%、2.5%、5%、10%、20% 手工皂水溶液
控制變因	321 皂配方、製皂設備、模型、保溫設備、pH 檢測器
應變變因	pH 值

實驗步驟

1. 取下 321 手工皂如圖 4-2-1，1 公克、2.5 公克、5 公克、10 公克、20 公克，放入燒杯中，加入 100 毫升的溫水，攪拌均勻。
2. 使用檢測器檢驗 pH 值，之後每隔一周再檢測一次，重複兩次。
3. 紀錄 pH 值



圖 4-2-1 切下皂絲



圖 4-2-3 皂液 pH 值



圖 4-2-4 各種不同濃度的皂液

實驗 2-1 自製手工皂和市售肥皂 PH 值的差別

目的：市售肥皂和自製的手工皂 pH 值比較

操作變因	自製橄欖油皂、市售馬賽皂、回鍋油皂、剛做好的橄欖油皂 5%
控制變因	321 皂配方、製皂設備、模型、保溫設備、pH 檢測器
應變變因	PH 值、濃度變化

實驗步驟:

1. 將自製橄欖油皂、市售馬賽皂、回鍋油皂各取 5g
2. 將 5g 的皂和 100 毫升熱水攪拌成皂液
3. 將 PH 值檢測器放入皂液中，直到 PH 值數值不再變動，並記錄。
4. 觀察之後皂液的濃度變化



圖 4-2-5 回鍋油皂、自製橄欖油皂、市售馬賽皂



圖 4-2-6 剛做好的橄欖油皂



圖 4-2-7 市售多芬 10.54

【實驗三】油鹼溫度差距太大，是否影響手工皂。

目的：油鹼溫度差距太大，是否影響手工皂。

操作變因	油鹼溫度差距 10 °C、15 °C、20 °C
控制變因	321 皂法、製皂設備、模型、保溫設備、pH 檢測器
應變變因	硬度、PH 值、濃稠度變化

實驗步驟:

1. 測量配方所需要的氫氧化鈉量，量取可以完全溶解氫氧化鈉的水，放置在不鏽鋼水壺內。
2. 溶解鹼性液體：氫氧化鈉分次加入，直到完全溶解形成氫氧化鈉水溶液，再放入溫度計觀察，過程中溫度會持續上升，之後再慢慢下降溫度。
3. 分別量取橄欖油 300 毫升、椰子油 200 毫升、棕櫚油 100 毫升，因為天氣冷而形成固態，隔熱水加熱，水溫不超過 50 度。
4. 因為天氣冷而形成的硬油，變成液體即可，椰子油和棕櫚油水溫不要超過 25 度。當椰子油和棕櫚油兩種硬油融化成液體，再倒入軟油橄欖油，混合攪拌，油溫加熱至 40 度。
5. 當鹼水的溫度降到 35°C 以下，將裝有鹼水的水壺，緩緩地加入到混合油中，用慢速攪拌，再用快速攪拌 5 分鐘停一分鐘再打一分鐘。
6. 攪拌至 Over Trace 程度，提起刮刀可畫出不下沉的 8 字就可以入模了。

實驗3-1測硬度:測量步驟如實驗1-1

實驗3-2測pH值:測量步驟如實驗二

【實驗四】酸性液體對手工皂的影響

目的：添加檸檬汁 10ml\20ml\30ml，可否提早手工皂的熟成時間

操作變因	分別加入 30 毫升、20 毫升、10 毫升的檸檬汁
控制變因	321 皂法
應變變因	重量、硬度、pH 值、濃稠度變化

實驗步驟：

1. 分別加入 300 毫升的橄欖油、200 毫升的棕櫚油、100 毫升的椰子油，隔水加熱至 50 度如圖 4-5-1。
2. 用 87 克的氫氧化鈉加入 100 毫升的水混合成均勻的液體，等待降溫至 55 度。
3. 將攪拌器放入混合均勻的油，慢慢地啟動，慢慢地加入氫氧化鈉水溶液，攪拌 5 分鐘，休息 1 分鐘，再打 1 分鐘至 Over Trace 的狀態，測量溫度。
4. 在 Over Trace 之後才加入礦泥粉（方便辨認肥皂）如圖 4-5-4。
5. 準備三個玻璃燒杯，分別倒入皂液 200 毫升，再分別加入 30、20、10 毫升的檸檬汁。
6. 攪拌均勻，再倒入模型中，並敲打讓空氣出來，皂液平整。在測量溫度
7. 將燒杯和剩餘的皂液，加入 100 毫升的水，攪拌均勻，測量 pH。
8. 將入模手工皂放入保溫箱。 9. 拆模後放入孵皂箱

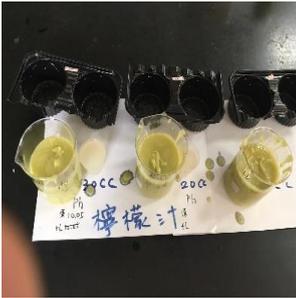


圖 4-5-1



圖 4-5-2



圖 4-5-3



圖 4-5-4

【實驗五】使用蔬果材料製成手工皂有何的影響

實驗 5-1 使用蔬果汁液取代水

目的：添加植物的汁液，對手工皂的影響

操作變因	胡蘿蔔汁、蘆薈汁、菠菜汁、奇異果汁取代 321 皂法中的水分
控制變因	321 皂法、製皂設備、模型、保溫設備、pH 檢測器
應變變因	外觀比較、PH 值

實驗步驟：

1. 準備 600 毫升橄欖油、400 毫升椰子油、200 毫升棕櫚油，氫氧化鈉 174 克。
2. 將油品混合加熱至 40 度。
3. 將調好的氫氧化鈉水溶液倒入水壺當中。
4. 準備廢油製造機，將油品放入，分別倒入氫氧化鈉到胡蘿蔔汁、蘆薈汁、菠菜汁、奇異果汁水溶液。
5. 攪拌 6 分鐘至 Over Trace。
6. 倒入模型當中，放置保溫箱，測量溫度變化。
7. 全部的肥皂都可以完整的脫模，不會粘膩。溫度跟室溫一樣，12 度左右，脫模後分別測量手工皂的重量。



圖 4-4-1



圖 4-4-2



圖 4-4-3



圖 4-4-4

實驗 5-2 7 種皂清潔力實驗

實驗假設觀察在保特瓶中 5%肥皂水，在充分搖晃變完全泡沫化後，重新變回肥皂水時的消泡變化，可看出清潔力高低變化。

目的：7 種皂 5%肥皂水的清潔力實驗

操作變因	奇異果皂/蘆薈皂/菠菜皂/火龍果皂/胡蘿蔔皂/酪梨皂/魚油皂(實驗一做的皂)，以上 7 種皂各取 5g
控制變因	5g 皂+100g 純水調製成 5%肥皂水
應變變因	外觀分析、皂膜、泡泡高度、泡泡消退、泡膜

實驗步驟

1. 奇異果皂/蘆薈皂/菠菜皂/魚油皂/火龍果皂/胡蘿蔔皂/酪梨皂，1 取下手工皂 5 公克，放入保特瓶中，加入 100 毫升的溫水，攪拌均勻。
2. 將奇異果皂/蘆薈皂/菠菜皂/魚油皂/火龍果皂/胡蘿蔔皂/酪梨皂如圖 1-2-1，7 瓶肥皂水同時搖晃至泡沫化後靜置，觀察瓶中泡沫消泡的快慢。
3. 以延時攝影 30 分鐘，拍攝保特瓶下方肥皂水累積的狀況
4. https://drive.google.com/file/d/13wPGy4R2gIaDY_S0TMQmqeyL97uP5Wzb/view?usp=drivesdk 接這以延時攝影 3 天，1 分鐘一張的速率拍攝上方泡泡消泡情況
https://drive.google.com/file/d/1d_yATlOsjSy-WImD3p78BQTcr6atbKE0/view?usp=drivesdk
<https://drive.google.com/file/d/1kSQZQZFbHmEQhN6nFRJ0bPEJZWAZzkl/view?usp=drivesdk>



圖 4-4-5



圖 4-4-6



圖 4-4-7



圖 4-4-8

實驗 5-3 比較 7 種皂膜的維持時間

實驗步驟:

1. 不同肥皂肥皂各取下 5g。
2. 加入 100ml 純水，將種皂放入對應瓶中，攪拌使瓶中肥皂完全溶解，製成 5%的肥皂水，在靜置時觀察各瓶中泡泡消泡時間有明顯差異。
3. 靜置 1 小時，等待泡泡消失，再開始實驗。
4. 將肥皂水倒入鋼盆中。
5. 用溫濕度計測量當天的溫度及濕度。
6. 準備直徑 6cm 鋁圈，將鋁圈放入皂液中，舉起來用夾子固定，觀察皂膜變化，再依序用未使用過的皂水重複上面的動作。



圖 4-4-9 大小鋁圈



圖 4-4-10 測試鐵絲



圖 4-4-11 泡膜



圖 4-4-12 濕度計

實驗5-4比較pH值:步驟如實驗二。

【實驗六】觀察手工皂熟成實驗。

實驗 6-1 添加植物的粉末，對手工皂的影響

目的：第一次利用過期油添加植物的粉末對手工皂的影響

操作變因	紫色地瓜粉、竹炭粉、薑黃粉、可可粉、紅麴粉、抹茶粉都 20g
控制變因	過期的橄欖油 819ml、葡萄籽油 133ml、棕櫚油 240ml、椰子油 746ml、酪梨油 652ml、氫氧化鈉 428g、水 985ml(2 倍量 321 皂法量)、製皂設備、模型、保溫設備、pH 檢測器、燒杯、淺盤
應變變因	外觀分析、pH 值、濃度變化

實驗步驟：

1. 準備過期的橄欖油 819ml、葡萄籽油 133ml、棕櫚油 240ml、椰子油 746ml、酪梨油 652ml 加熱至 40 度。
2. 將調好的氫氧化鈉水溶液倒入水壺當中。
3. 準備廢油製造機，將油品放入，倒入氫氧化鈉水溶液
4. 攪拌 6 分鐘至 Over Trace。
5. 準備上面各種顏色的粉末 20 克如圖 4-4-14
6. 準備塑膠袋五個，將皂液到入 400 毫升，分別將粉末加入，攪拌觀察顏色變化。
7. 倒入模型當中，放置保溫箱，測量溫度變化。



圖 4-4-14 加粉前



圖 4-4-15 皂化太快手搓



圖 4-4-16 加粉後



圖 4-4-17 拆模後

目的：第二次添加植物的粉末對手工皂的影響

操作變因	南瓜粉、紫地瓜、菠菜粉、甜菜根粉、檸檬汁 20g
控制變因	2 倍量 321 皂法量、製皂設備、模型、保溫設備、pH 檢測器、燒杯、淺盤
應變變因	外觀分析、pH 值、濃度變化

實驗步驟：

1. 準備 600 毫升橄欖油、400 毫升椰子油、200 毫升棕櫚油，氫氧化鈉 174 克，水 400 毫升，重複前面 321 做皂步驟。
2. 準備 500 毫升的燒杯五個，將皂液到入 400 毫升，將粉末加入，攪拌觀察顏色變化。
3. 倒入模型當中，放置保溫箱，測量溫度變化
4. 全部的肥皂都可以完整的脫模，不會粘膩。溫度跟室溫一樣，12 度左右。分別測量手工皂的重量，脫模後，必須修剪手工皂（整型）

目的: 能否使用孵皂箱進行晾皂，觀察重量消退。

操作變因	晾皂方式:室溫下和溫溼度控制的孵蛋箱內 實驗組：將編號 1-1~4-1 的肥皂放入孵蛋箱內，溫度是 25 度 對照組：將編號 1-2~4-2 的肥皂放入孵蛋箱外，溫度是 15-18 度
控制變因	濕度是 45 度左右、厚紙板、溼度計、溫度計
應變變因	PH 值、濃度變化

實驗步驟:

1. 測量每天手工皂的重量，紀錄。
2. 測量手工皂的硬度
3. 測量手工皂的 pH 值
4. 觀察手工皂的顏色變化



圖 4-4-18



圖 4-4-19



圖 4-4-20



圖 4-4-21

第二代會叫孵晾皂箱實際運作測試:

依照實驗六的結果設計孵皂箱內手工皂減輕重量是5.8公克就會呼叫為
設計量自動溫控晾皂箱啟用步驟：

目標手工皂成熟時間:低於八天

1. 電源開啟。
2. 將出箱的檸檬皂編號，檸檬皂1234和檸檬皂（秤）五個
3. 分別襯出檸檬皂1234和檸檬皂（秤）重量123.9克，133克，130.1克，119.2克，124.9克，紀錄，放入箱中。
4. 歸零，設定降5.8%呼叫，溫度設定30度(以前是25度)。
5. 等待呼叫聲，即完成晾皂
6. 每天讀取資料，觀察實際運作是正常。

伍、研究結果

【實驗一】使用不同種類的過期油，魚油、橄欖油、黑麻油、酪梨油做成的手工皂比較

實驗 1-1 四種油做成的皂外觀分析表

價格：

不同種類的油手工皂				
外表	完整	完整	粗糙	粗糙
味道	無	無	魚腥	麻油
手感	細緻	較不起泡	洗完帶魚腥味	尚可
過期油源	多	少	少	很多
價格	適中	昂貴	昂貴	適中

表 5-1-1

實驗觀察得出

1. 魚油皂的魚腥味很重，即使加了醋，腥味還是很重，只能做成皂解決環境汙染的問題，不適合拿來使用。
2. 黑麻油皂顏色並不會很深，跟預測的差距很大，做成手工皂仍然會有麻油的味道，放久了，油會滲出，也不適合拿來做其他的實驗，但還是可以拿來洗碗。
3. 酪梨皂，顏色適中，也很乾爽，是油源並沒有很多，若購買正常品價格太高。
4. 橄欖油，做出來的手工皂品質好，皂顏色淺，拿來使用泡沫多、滋潤度高，所以最後選擇橄欖油皂當基底皂繼續做其他的實驗。

實驗 1-2 硬度比較

皂公分/溫度	1	2	3	4	5	平均	名次
魚油	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	2
酪梨油	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.14	1
黑麻油	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.14	1
橄欖油	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.28	3

表 5-1-2

實驗觀察得出:如表 5-1-1 酪梨、黑麻油皂最硬，魚油次之，橄欖油最後。

【實驗二】檢驗手工皂液的濃度 1%、2.5%、5%、10%、20% 對判斷手工皂 pH 的影響

濃度/測量次數/pH	1	2	3	平均	實際狀態
1%	10.43	9.81	9.8	10.01	液態
2.50%	10.37	9.97	9.91	10.08	液態
5%	10.48	10.18	10.29	10.32	液態/結凍
10%	10.41	10.25	10.35	10.34	結凍
20%	10.43	10.49	10.39	10.44	結凍

表 5-2-1

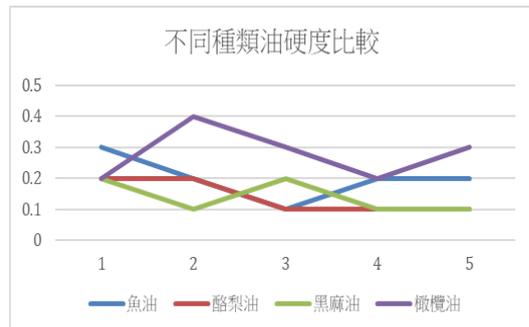


圖 5-1-1

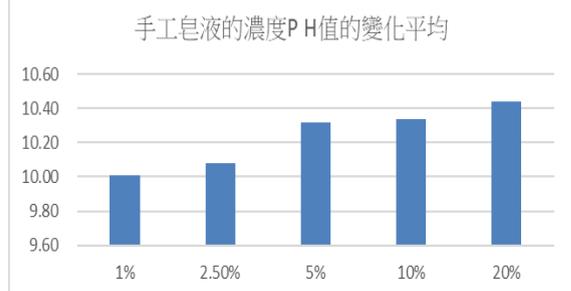


圖 5-2-1

實驗觀察得出如圖 5-2-1 手工皂液的濃度確實會對 pH 值產生影響，通常調配到 5% 以上，手工皂液結凍，但是還是可以測量 pH 值，但是手工皂 5% 以下，皂液較稀 PH 值也較低。

實驗 5-2-2 自製手工皂和市售肥皂 PH 值的差別

次數/皂類 pH	自製橄欖油皂	回鍋油皂	市售馬賽皂	多芬皂	剛做好的橄欖油皂
1	10.28	10.3	10.49	10.54	12.29
2	10.16	10.06	10.41	10.21	*
3	10.1	10.11	9.89	10.54	*
平均	10.18	10.16	10.49	10.43	12.29

表 5-2-2

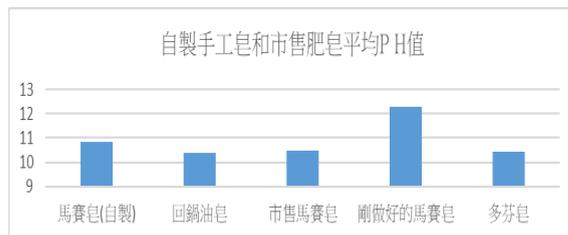


圖 5-2-2

	自製橄欖油皂	回鍋油皂(黃色)	市售馬賽皂(粉色)	剛做好的橄欖油皂
pH 值	10.18	10.16	10.49	12.29
現象	濃	濃	濃稠	上面有泡泡
	結凍	結凍	結凍	部分油脂分離浮出

表 5-2-3

實驗觀察得出:

如圖 5-2-2 回鍋油皂 10.16 < 自製橄欖油皂 pH10.18 < 市售馬賽皂 < 多芬皂鹼性較低，剛做好的橄欖油皂 12.29 鹼性較高；剛做好的橄欖油皂油脂會分離浮上來，鹼性最強。但一個月後觀察，即使是調成液態，依然會進行皂化降鹼而不再有油水分離的狀態。

【實驗三】油鹼溫度差距太大，是否影響手工皂。

實驗3-1油鹼溫度差距10 °C、15 °C、20 °C製成的手工皂，測得硬度為

次數/公分/溫度	1	2	3	4	5	平均	名次
10°C	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3
15°C	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.24	1
20°C	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.28	2

表 5-3-1

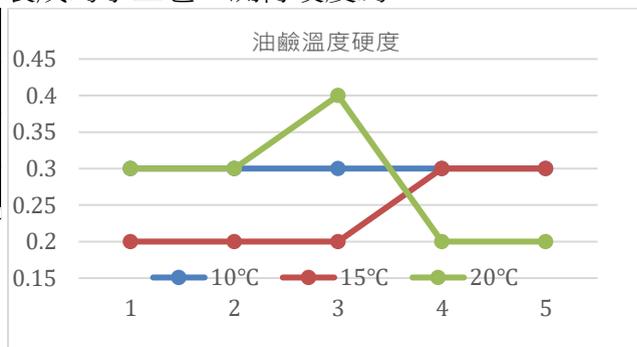


圖 5-3-1

溫度次數/pH	1	2	3	平均	觀察結果
10°C	10.45	10.43	10.46	10.45	皂液濃稠適中
15°C	10.48	10.4	10.48	10.45	皂液濃稠
20°C	10.48	10.41	10.27	10.39	皂液稀

表 5-3-2

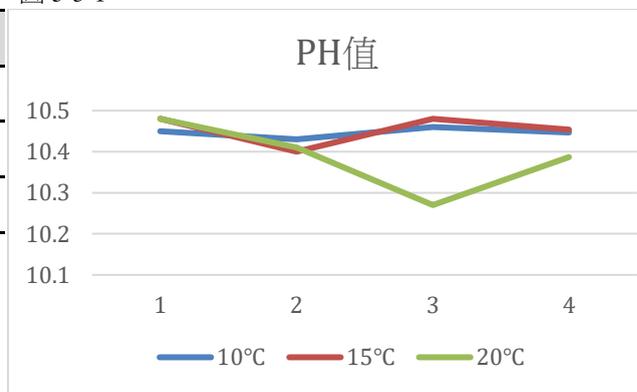


圖 5-3-2

實驗觀察得出:

1. 如表 5-3-2 製作過程中，油鹼溫度差距 10°C，手工皂皂液濃稠度較適中，油鹼溫度差距在 15°C，皂化的速度最快，成形也最快，手工皂液較濃，油鹼溫度距在 20 °C，手工皂液較稀。
2. 攪拌過程中，15 度的在相同的 6 分鐘內，皂化最快，有一點攪不動，油和鹼水相差 20 度，皂液較稀，相差 10 度較正常。
3. 三天後脫皂膜，20 度的最黏，拆皂費力，15 度的其次，10 度的最好拆不會沾黏好脫膜。
4. 手工皂硬度 20 度>15 度>10 度。
5. 三種溫差只有溫差 10 的皂液在檢測過程中不會油水分離如右圖。



【實驗四】實驗酸性液體對手工皂的影響

實驗 4-1 檸檬皂 pH 比較

第一次			
日期/pH/檸檬汁	2021/2/19	2021/2/22	2021/2/25
檸檬汁10ml	12.18	11.42	10.71
檸檬汁20ml	12.24	11.41	10.7
檸檬汁30ml	12.28	10.84	10.47
第二次			
日期/pH/檸檬汁10ml	2021/3/20	2021/3/22	2021/3/29
1	9.89	10.94	10.74
2	9.50	10.84	*
3	9.25	10.85	*
平均	9.55	10.88	10.74

表 4-1

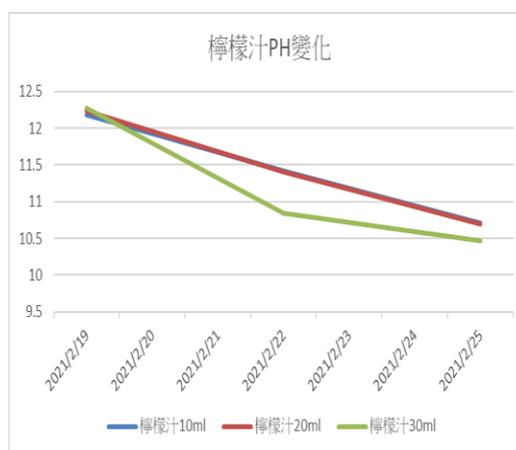


圖 4-1 第一次檸檬皂變化

實驗觀察得出:

1. 第一次加入檸檬汁，手工皂的酸鹼性 12.18，6 天候為 10.7，加入 30 毫升的檸檬汁，手工皂最濃稠，很像是冰淇淋狀，20 毫升的很像霜淇淋，10 毫升的較稀。比較特別的是，30 毫升的檸檬汁，在皂化過程中把燒杯中的油，清潔的乾乾淨淨。
2. 第二次作檸檬皂剛做好的時候，平均在 pH9.55，後又慢慢上升，8 天後降到 10.74。

實驗 4-2 檸檬皂重量減輕比較

日期/公克/檸檬汁	2/22	2/23	2/24	2/25	2/28	3/9	3/10	3/20	減去重量	重量百分比
10(1)	97.3	96.8	96	95.9	95.7	94.5	94.6	93.6	3.70	3.8%
10(2)	101.4	100.7	100.1	99.9	99.8	98.7	98.8	97.7	3.70	3.6%
20(1)	101.2	100	99.3	98.8	98.4	96.1	96.1	94.4	6.80	6.7%
20(2)	106.1	104.2	103.8	103.3	102.8	100.5	100.6	98.8	7.30	6.9%
30(1)	101.6	98.8	97.8	96.9	96.2	92.9	92.9	90.6	11.00	10.8%
30(2)	104.7	101.5	100.4	99.4	98.8	95.5	95.1	93.2	11.50	11.0%

表 5-4-1

備註:12 是孵蛋箱內

加入水分比較多
加入水分比較多

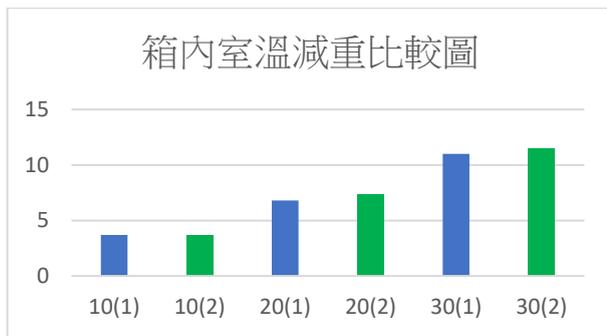


圖 5-4-1

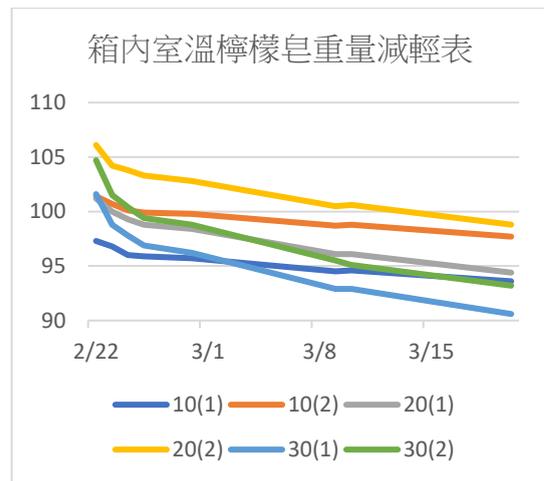


圖 5-4-2

實驗觀察得出:

如圖 5-4-1 在這個實驗下，室溫下和孵皂箱的檸檬皂重量下降速度沒有明顯的變化，最快是降 30 毫升的檸檬汁，因為加入水分較多，手工皂最多降了 11.5 克，少了 11%。

檸檬次數 硬度	1	2	3	4	5	平均
10ml(1)	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
10ml(2)	0.1	0.1	0.1	0.2	0	0.1
20ml(1)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
20ml(2)	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.14
30ml(1)	0.3	0.1	0.3	0	0	0.14
30ml(2)	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.22

表 5-4-2

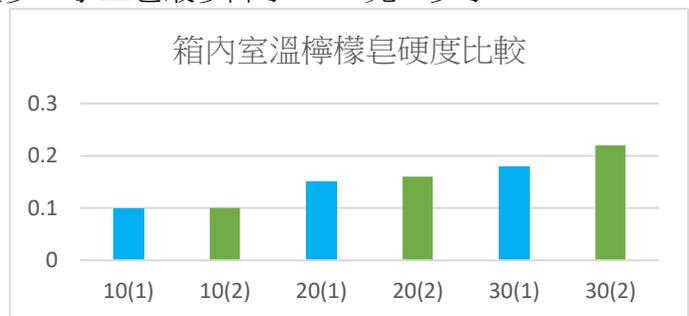


圖 5-4-3

實驗觀察得出:

1. 加入 10 毫升的檸檬汁，做出來的手工皂，硬度 0.1 公分，最硬，加入 20 毫升檸檬汁，硬度是 0.15 公分，加入 30 毫升的檸檬汁，0.2 公分最軟。加入水分越多會讓手工皂比較軟。
2. 檸檬可以去除油味帶來香氣，以加入 30 毫升的檸檬皂味道最香。

【實驗五】使用蔬果材料製成手工皂有何的影響

實驗 5-1 使用蔬果汁液取代水製成的手工皂外型及味道及其他比較：

蔬果汁 液手工 皂					
名稱	蘆薈皂	火龍果皂	菠菜皂	胡蘿蔔皂	奇異果皂
外表	硬	硬	適中	適中	硬
味道	無	無	無	胡蘿蔔	無
手感	好	好	非常好	粗糙	好
油源	過期油	過期油	過期油	過期油	過期油

表5-5-1

實驗觀察得出：

實驗5-1-1七種皂5%肥皂水的清潔力實驗

次數\肥皂種類	酪梨	胡蘿蔔	火龍果	魚油	菠菜	蘆薈	奇異果
1	44	106	38	102	157	56	68
2	89	169	53	174	261	235	85
3	57	77	49	125	222	123	113
4	81	76	36	85	256	174	85
5	54	93	53	94	175	134	65
6	78	92	82	100	211	176	78
7	50	41	22	85	101	134	71
8	38	165	20	100	124	166	75
9	90	99	53	89	135	61	106
10	50	83	64	86	135	82	75
平均值	63.1	100.1	47	104	177.7	134.1	82.1

表5-5-2鋁圈測量肥皂膜的維持時間

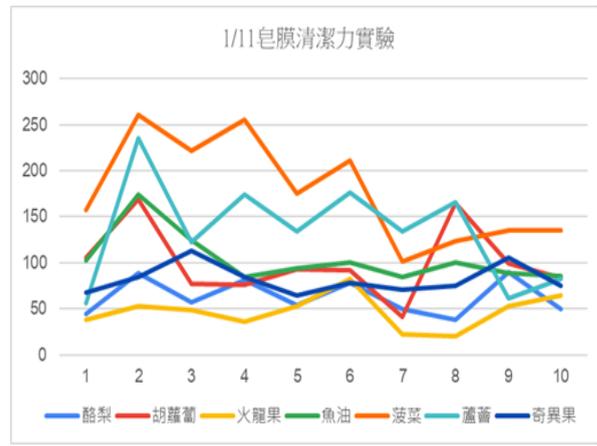


圖5-5-1鋁圈測量肥皂膜



圖5-5-2 12/16泡泡在寶特瓶中的高低



圖5-5-3 1/10 完成泡沫化的時候，靜置時肥皂水下降實驗

手工皂液pH值和清潔力的比較

	酪梨	胡蘿蔔	火龍果	魚油	菠菜	蘆薈	奇異果
12/16溶皂 PH值	10.12	10.48	10.11	10.35	10.48	10.24	10.43
1/10溶皂 PH值	9.82	10.33	10.04	10.28	10.34	10.17	10.22
平均	9.97	10.41	10.08	10.32	10.41	10.21	10.33

表 5-5-3

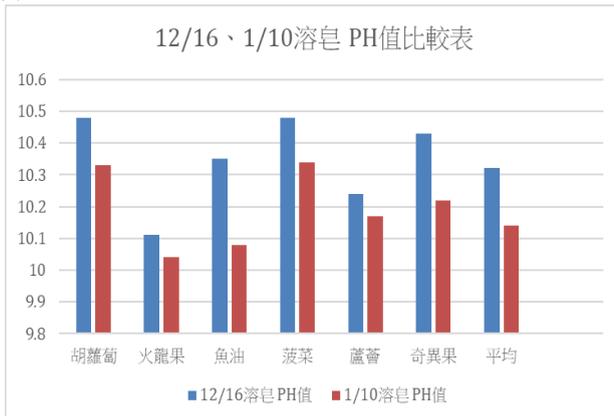


圖5-5-3清潔力PH平均值

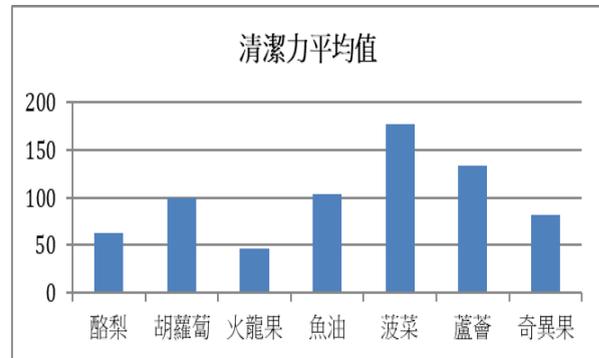


圖5-5-4皂膜清潔力比較

實驗觀察得出：

- 如表5-5-2和圖5-5-1肥皂泡膜的維持度，以菠菜皂膜177.7秒>蘆薈皂膜134.1秒>魚油皂膜104秒>胡蘿蔔皂膜100.1秒>奇異果皂膜82.1秒>酪梨皂膜63.1秒>火龍果皂膜47秒，可以看出菠菜皂測得時間越久，皂膜不會破掉的時間越長。如圖5-5-2是12/16溶肥皂12/16泡泡在寶特瓶中的高低，如圖5-5-3是1/10完成泡沫化的時候，靜置時肥皂水下降實驗，兩張圖比較，發現可以看出泡泡的高度幾乎跟圖5-5-1的皂膜維持度一樣的排名。

- 12/16皂液PH值順序，以菠菜>胡蘿蔔>奇異果>魚油>蘆薈>酪梨>火龍果皂液，1/10順序則為菠菜>蘆薈>胡蘿蔔>魚油>奇異果>酪梨>火龍果皂液，因皂化時間的兩個月所測得平均酸鹼性10.32，皂化三個月平均酸鹼性比較低10.14，如圖5-5-3皂液平均值PH值順序，菠菜>蘆薈>胡蘿蔔>奇異果>魚油>酪梨>火龍果皂液，皂液pH值和皂膜幾乎排名一樣。
- 酪梨油皂，最不易起泡，實際的用來洗手，可以用最少的水來清潔手部。
- 七種皂清潔力大小依序是菠菜皂>蘆薈皂>魚油皂>胡蘿蔔皂>奇異果皂>酪梨皂>火龍果皂，和皂膜的實驗順序很雷同。

【實驗六】觀察手工皂熟成室溫和孵皂箱的比較。

實驗 6-1 添加植物的粉末，對手工皂的影響

第一次利用過期油添加植物的粉末對手工皂的影響

時間	紅麴	抹茶	紫地瓜	薑黃	可可	竹碳	孵皂箱溫度%	孵皂箱溫度	室內溫度%	室內溫度
1/3	139.7	105.3	122.5	136.8	151.4	149.1	62	25.6	*	*
1/4	138.4	103.5	121	135.1	149.8	146.6	67	26.7	*	*
1/5	137.9	102.5	120.4	134.5	149.2	145.6	62	26.3	*	*
1/6	137.3	101.7	119.6	133.9	148.7	144.4	52	*	*	*
1/7	137.1	101.3	119.2	133.5	148.3	143.7	49	25.3	*	*
1/8	136.4	100.5	118.5	132.8	147.7	142.5	40	23.7	55	16.5
1/9	135.9	99.7	117.7	132.2	147	141.3	35	*	38	15.3
1/10	135.6	99.3	117.3	131.8	146.6	140.5	40	23.4	42	16.8
1/11	135.5	99	117.2	131.7	146.5	140.2	45	23.4	52	16.7
1/12	135.3	98.7	116.8	131.4	146.3	139.7	43	25.2	43	16.7
1/13	135	98.3	116.5	131.1	145.9	139.1	40	23.6	48	17.1
1/14	134.7	98	116.2	130.8	145.6	138.7	44	24.4	49	18.1
1/15	134.6	97.8	116	130.6	145.4	138.4	46	23.1	53	19.1
1/16	134.4	97.6	115.7	130.5	145.2	138.1	47	23.1	47	19.6
1/17	134.3	97.4	115.5	130.2	145.1	137.8	44	22.9	40	18.9
1/18	134.1	97.2	115.3	130.1	144.8	137.4	41	23	38	18.7
1/19	133.9	97	115.1	129.8	144.6	137.1	44	23.3	45	19.7
1/20	133.9	96.8	115	129.7	144.5	136.9	54	23.6	59	21.3
前八天總共減重%	3.01	7.31	5.55	4.61	4.10	7.38	47.50	24.16	46.85	18.04

表5-6-1平均前八天總共減重%5.32%

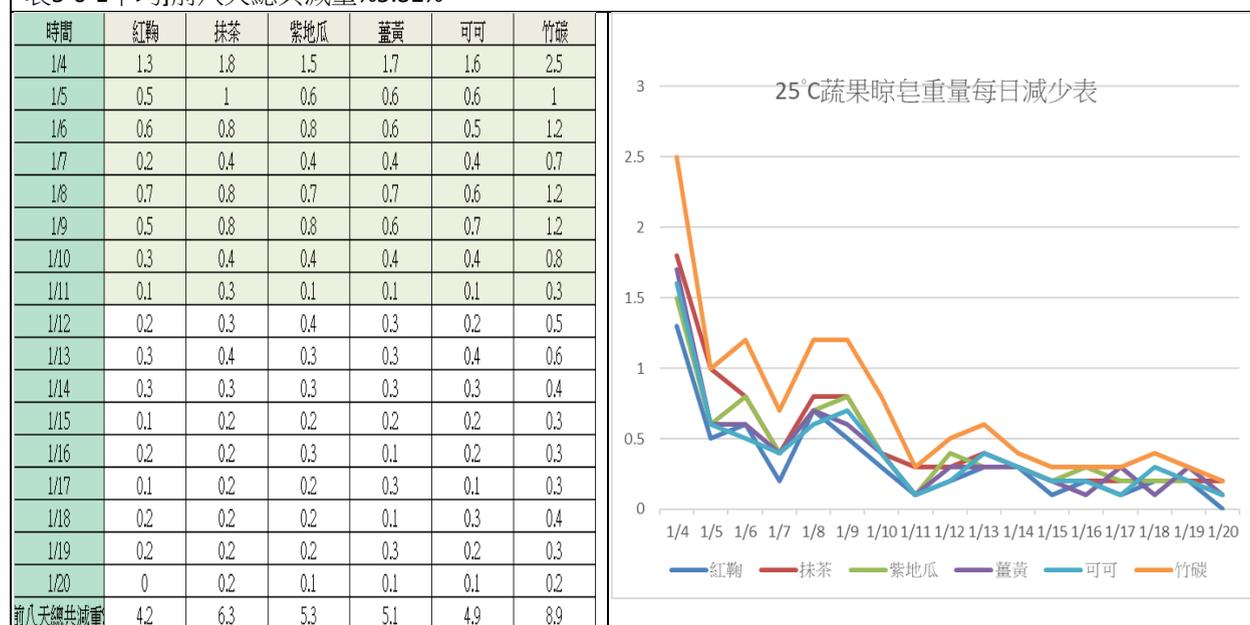


表5-6-2前八天總共減重，平均5.8g

圖 5-6-1 到 1/11 前下降最多

實驗觀察得出：

由圖 5-6-1 看出前八天重量下降最多，平均前八天總共減重%3.01 +7.31+ 5.55+ 4.61+4.10 +7.38 全部除以 6 等於 5.32%，以竹炭皂減最多 7.38%，紅麴皂最少只有 3.01%，平均肥皂八天減重 4.2+6.3+5.3+5.1+4.9+8.9 全部除以 6 等於 5.8g。

第二次利用正常由添加植物的粉末對手工皂的影響

蔬果粉末手工皂				
名稱	南瓜皂	菠菜皂	紫地瓜皂	甜菜根皂
外表	內外顏色一樣	裡面外面顏色不同	顏色裡外顏色一樣	有斑點和顆粒產生
味道	無	無	無	無
手感	好	好	好	好
油源	正常油	正常油	正常油	正常油

表5-6-3

實驗觀察得出：

- 1 在做肥皂的時候，加入蔬果粉，因為用手動攪拌不均勻，甜菜根皂顏色不均勻，並且有顆粒產生。
- 2 菠菜皂裡面外面的顏色也不一樣，因為裡面沒有接觸空氣，顏色比較綠。因為外面的空氣產生氧化的作用。

觀察手工皂熟成室溫和瞬皂箱的比較: 第二次添加植物的粉末對手工皂的影響

日期/重量/皂	南瓜1	南瓜2	菠菜1	菠菜2	地瓜1	地瓜2	甜菜1	甜菜2	箱濕度	皂箱溫度	室濕%	室溫
1/8	177.2	181.8	177.2	159.7	179.4	177.4	156.5	164.1	86.00	25.0°C	55.00	16.3°C
1/9	174.8	178.2	174.8	156.7	175.7	174.6	153.4	161.2	81.00	23.3°C	36.00	15.5°C
1/10	173.4	176.7	173.4	155.4	174.3	173.2	152.1	159.9	*	*	43.00	16.9°C
1/11	172	176.1	172	154.9	172.9	172.7	150.8	159.4	72.00	25.3°C	51.00	16.7°C
1/12	170.5	175.2	170.5	154.1	171.5	171.7	149.5	158.5	65.00	25.5°C	40.00	16.5°C
1/13	169.5	174.6	169.5	153.4	170.4	171.1	148.4	157.8	65.00	24.9°C	48.00	17.1°C
1/14	168.7	173.8	168.7	152.8	169.9	170.4	148.1	157.2	58.00	25.1°C	49.00	18.2°C
1/15	167.9	173.3	167.9	152.3	169.1	169.8	147.5	156.7	58.00	26.7°C	53.00	19.1°C
1/16	167.4	172.7	167.4	151.9	168.6	169.5	146.9	156.2	62.00	25.3°C	47.00	19.8°C
1/17	166.7	172	166.7	151.2	168	168.7	146.4	155.5	56.00	24.2°C	40.00	18.9°C
1/18	165.9	171.2	165.9	150.5	167.2	168	145.8	154.9	52.00	24.1°C	38.00	18.8°C
1/19	165.4	170.8	165.4	150.2	166.6	167.5	145.3	154.5	54.00	25.3°C	45.00	19.7°C
1/20	165.1	170.5	165.1	150	166.2	167.3	145.1	154.3	*	*	59.00	21.3°C
取前八天總共減重%	5.53	5.01	5.53	4.88	6.02	4.45	6.13	4.81	64.45	24.97	46.46	18.06

表 5-6-4

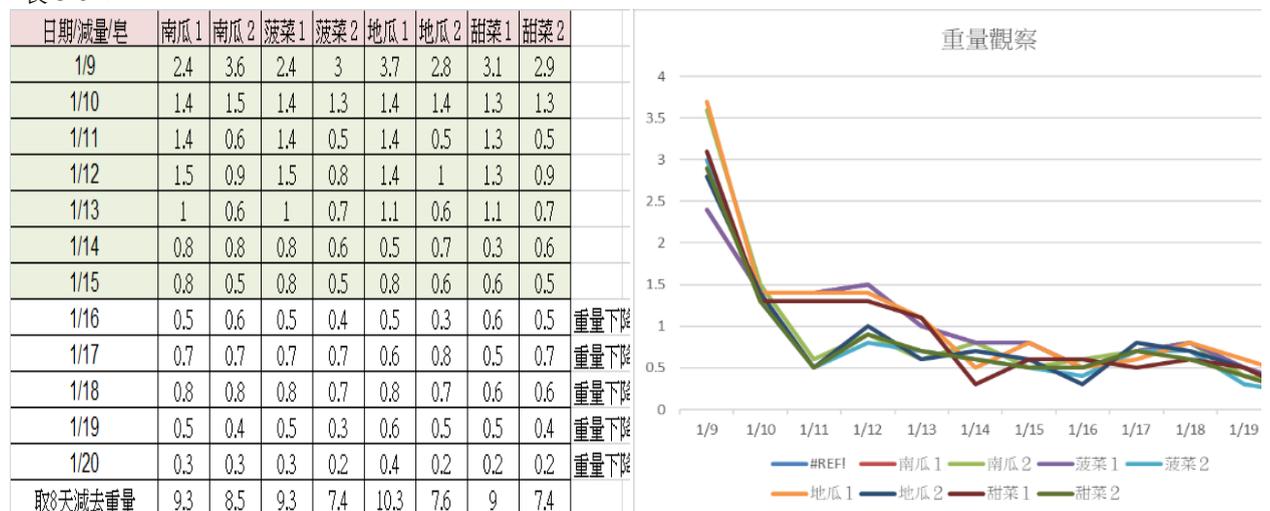


表 5-6-5

圖 5-6-2

日期/減重皂	南瓜	菠菜	地瓜	甜菜	平均
孵皂箱(1)	5.53	5.53	6.02	6.13	5.80
室溫(2)	5.01	4.88	4.45	4.81	4.79

表 5-6-6

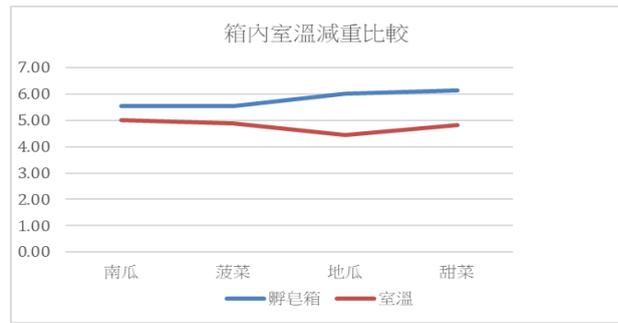


圖 5-6-3

實驗觀察得出：

觀察圖5-6-2手工皂熟成孵皂箱在平均濕度64.45，溫度24.97度在1/15日重量不再大幅下降，室溫晾皂室內濕度46.46，室溫18度下，八天內孵皂箱南瓜、菠菜、地瓜、甜菜平均的減輕重量是5.8%，室溫下平均減重4.79%。

第二代會叫孵晾皂箱實際運作測試:

手工皂/日期/重量	3月23日	3月29日	4月9日
檸檬皂(秤)	129.6	123.9	122.1
檸檬皂1	138.7	133	131.2
檸檬皂2	140.5	135.1	133
檸檬皂3	124.9	129.2	117.4
檸檬皂4	130.7	124.9	123.2

表 5-6-2

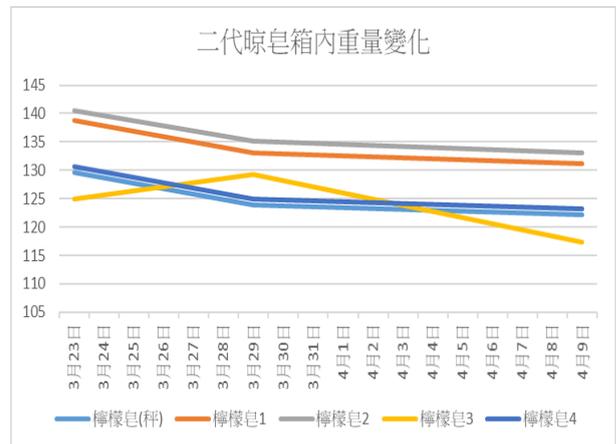


圖 5-6-2

實驗觀察得出:

這次實驗測試設定降 5.8% 呼叫，溫度設定 30 度總共花了 17 天才完成晾皂，原因是測試過程當中，可能因為程式的關係，或是在操作上錯誤，一開始是重量計算錯誤，之後因為中間有斷電，面板會閃爍跳動，經過更換電源供應器後，修改程式，重新再啟動，所以測試時間較久，目前尚未達成八天以下晾皂熟成時間，將二次測試。

第二次測試如表 5-6-5 花費七天降下 5.4% 8.1 克接近我們的實驗數據減去重量 5.8%。



圖 5-6-3



圖 5-6-4

編號	第一天	第二天	第六天	第七天	除去重量	除去重量比	原因	結果
1	151.3	143.5	144.5	143.2	141.6	9.7	6.4%	近燈源
2	145.2	*	140.2	*	136.6	8.6	5.9%	*
3	152.3	*	148.4	*	144.2	8.1	5.3%	*
4	154.2	*	150.8	*	146.7	7.5	4.9%	遠燈源
5	105.8	*	96.6	*	94	94	11.2%	小顆
6	163.6	*	150.5	*	153.7	9.9	6.1%	大顆重

表 5-6-5

陸、討論

一、各項實驗的討論:

【實驗一】使用不同種類的過期油，魚油、橄欖油、黑麻油、酪梨油做成的手工皂比較

1. 魚油皂的魚腥味很重，即使加了醋，腥味還是很重，只能解決環境的問題，不適合拿來做實驗。黑麻油皂顏色並不會很深，跟預測的差距很大，做成手工皂仍然會有麻油的味道，放久了，油會滲出，也不適合拿來做其他的實驗，可以拿來洗碗。酪梨皂，顏色適中，也很乾爽。
2. 酪梨、黑麻油皂最硬，魚油次之，橄欖油最軟，推測可能跟橄欖油是軟油有關。
3. 若使用過期橄欖油，做出來的手工皂品質好，皂顏色淺，拿來使用泡沫多、滋潤度高，所以最後我們選擇橄欖油皂當基底皂繼續做其他的實驗。

【實驗二】檢驗手工皂液的濃度 1%、2.5%、5%、10%、20% 對判斷手工皂 pH 的影響

1. 手工皂液的濃度確實會對 pH 值產生影響，通常調配到 1%、2.5% 以上，手工皂液結凍，但是還是可以測量 pH 值，但是手工皂 5% 以下，皂液較稀 PH 值也較低，也叫不準確。
2. 實本實驗的的手工皂熟成後和市售的皂，測得回鍋油皂 pH10.16 < 自製橄欖油皂 pH10.18 < 市售馬賽皂 10.49 < 剛做好的橄欖油皂 12.29，自製皂 pH 值最低，使用起來也好用，因為含有甘油較滋潤，剛做好的橄欖油皂酸鹼性高，無法馬上使用。

【實驗三】油鹼溫度差距 10 °C、15 °C、20 °C，是否影響手工皂。

製作過程中，油鹼溫度差距在 10°C，手工皂皂液較濃稠，油鹼溫度差距在 15°C，皂化的速度最快，成形也最快，手工皂液較濃，油鹼溫度差距在 20 °C，手工皂液較稀，有油水分離的現象。三種溫差只有溫差 10 的皂液在檢測過程中不會皂水分離。手工皂硬度 20 度 > 15 度 > 10 度，但不是最硬的肥皂最好。

【實驗四】實驗酸性液體對手工皂的影響

1. 第一次實驗檸檬皂時，直接用檢測器檢測手工皂液，發現 pH 值總是在 9，後來在清洗檢測器的時候，發現 pH 值越來越高，發現在檢測 PH 值的時候，應該將手工皂液稀釋成 5% 手工皂水溶液，檢測的資料才會準確。第二次做檸檬皂的時候，當天入箱前酸鹼值為 9.89、9.5、9.25，但是隔 2 天量的時候，PH 值卻升高為 10.94、10.84、10.45，隔 8 天再量一次的時候，pH 值為 10.74，可以判斷，檸檬汁會影響製作手工皂的酸鹼性時候，推測但是進行皂化後，不會影響手工皂的降鹼作用，觀察不出有提早熟成的現象。
2. 加入 30 毫升的檸檬汁，可以清潔殘餘的油，還可以除去手工皂的油膩感，肥皂聞起來會有檸檬的香氣。

【實驗五】使用蔬果材料製成手工皂有何的影響

七種蔬果汁做成皂，調成 5% 肥皂水的清潔力實驗中

上一屆回鍋油科展，使用鋁圈測量肥皂皂膜，來判定清潔力，本實驗又找出三種測量清潔力的方法分析如下:

檢測清潔力方式	名次順序							觀察到的現象
1 鋁圈測量肥皂皂膜	菠菜皂 177.7秒	蘆薈皂膜 134.1秒	魚油皂膜 104秒	胡蘿蔔皂膜 100.1秒	奇異果皂膜 82.1秒	酪梨皂膜 63.1秒	火龍果皂膜 47秒	依據肥皂水中介面活性劑(皂)多寡，在鋁圈上所形成的皂膜，以表面張力表現，皂約多越皂膜持久。
2 肥皂水泡泡在寶特瓶中的高低	菠菜皂	蘆薈皂	魚油皂	胡蘿蔔皂	奇異果皂	酪梨皂	火龍果皂	肥皂水全泡沫化，這些泡泡為表面張力的表現，皂越多泡泡越慢破。
3 完成泡沫化後，靜置時肥皂水下降的速度	菠菜皂	蘆薈皂	魚油皂	胡蘿蔔皂	奇異果皂	酪梨皂	火龍果皂	全泡沫化時所有的水份，皆被每個泡泡中的介面活性劑暫時抓住，靜置時抓不住的量往下沉降，速度越快，清潔力越差。
4 pH值	菠菜皂	胡蘿蔔皂	奇異果皂	魚油皂	蘆薈皂	酪梨皂	火龍果皂	皂熟後酸鹼值高，清潔效果好，和前面實驗順序很相似

- (1) 鋁圈測量肥皂皂膜: 以菠菜皂膜 177.7 秒>蘆薈皂膜 134.1 秒>魚油皂膜 104 秒>胡蘿蔔皂膜 100.1 秒>奇異果皂膜 82.1 秒>酪梨皂膜 63.1 秒>火龍果皂膜 47 秒,可以看出菠菜皂測得時間越久,皂膜不會破掉的時間越長。
- (2) 泡泡在寶特瓶中的高低: 菠菜皂泡泡高度>蘆薈皂泡泡高度>魚油皂泡泡高度>胡蘿蔔皂泡泡高度>奇異果皂泡泡高度>酪梨皂泡泡高度>火龍果皂泡泡高度。
- (3) 完成泡沫化的時候,靜置時肥皂水下降的速度: 菠菜皂水位高度<蘆薈皂水位高度<魚油皂水位高度<胡蘿蔔皂水位高度<奇異果皂水位高度<酪梨皂水位高度<火龍果皂水位高度,介面活性劑量很多的的時候,產生的泡泡會比較容易抓住水,所有的水都是分布在氣泡上,當靜置時,多餘的水分抓不住泡泡,向下沉澱,寶特瓶中泡泡沉澱的快,產生天然介面活性劑量少,寶特瓶中泡泡沉澱慢,產生的介面活性劑比較多。沉澱速度越快,清潔力越差。
- (4) pH 值:皂液 pH 值順序,以菠菜皂>胡蘿蔔皂>奇異果皂>魚油皂>蘆薈皂>酪梨皂>火龍果皂液,和前面實驗順序很相似,酸鹼值高,清潔效果好。

【實驗六】觀察手工皂熟成室溫和孵皂箱的比較。

1. 第一次用植物粉製作手工皂,實驗狀況雖然不好,還是可以成皂,疫情期間不能到校,每天用孵蛋箱晾皂,無意間發現全部的手工皂在晾皂八天後,重量不再有大幅度的下降。重量下降最快的是竹炭皂 7.38g>抹茶皂>紫地瓜皂>薑黃皂>可可皂>紅麴皂 3.79g,推測跟植物特性有關,可能因為混合多種過期油氫氧化鈉計算量不對,顏色偏暗,做出來的手工皂顏色跟植物粉的顏色差距很大。
2. 第二次用南瓜、菠菜、地瓜、甜菜粉製作手工皂,並且做孵皂箱和室溫對照觀察,發現手工皂在孵皂箱內也在八天重量不再明顯下降,在平均濕度 64.45,孵皂箱溫度 24.97 度,室內濕度 46.46,室溫 18 度下,孵皂箱南瓜、菠菜、地瓜、甜菜平均的減輕重量是 5.8%,室溫下平均減重 4.79%。
3. 推測手工皂熟成放越久硬度就會越硬,減少手工皂的重量只是要讓手工皂更耐用,不容易壞掉,延長使用期限。

➤ 第二代會叫孵晾皂箱實際運作測試:

依照孵皂箱內手工皂減輕重量是 5.8%數據設計量自動溫控晾皂箱。測試過程當中,可能因為程式的關係,或是操作上錯誤,面板會閃爍跳動,或是人為操作失誤,曾經斷電,孵皂箱停滯過幾天,經過更換電源供應器後,修改程式,重新再啟動,所以測試時間較久,總共花費 18 天降了 7.5 克,沒有達成減少晾皂時間 8 天以下,將進行第二次測試。

第二次測試降下 5.4%8.1 克接近我們的實驗數據減去重量 5.8%,達成目標。

柒、結論

1. 改良之前的廢油製皂機設計成手工皂安全裝置，以控制料理棒來打皂並加上計時器。
2. 自製簡易硬度計以自由落體的方式來測量肥皂硬度。
3. 使用不同種類的過期油，魚油皂的腥味重，只能解決環境的問題，不適合拿來做實驗。黑麻油皂的顏色深，有麻油的味道，只能拿來洗碗。酪梨皂，顏色適中，也很乾爽，但是價格高油源少。橄欖油皂品質好，皂顏色淺，本研究選擇當基底皂繼續做其他的實驗。在硬度比較上酪梨、黑麻油皂最硬，魚油次之，橄欖油最軟。
4. 手工皂液的濃度會對 pH 值產生影響，可推測是 1%、2.5% 皂液未達飽和濃度，而 5% 以上達飽和濃度，比較適合拿來當檢測手工皂。本實驗的手工皂後和市售的皂，測得回鍋油皂 pH10.16 剛做好的橄欖油皂 12.29，自製皂因為含有甘油，使用起來也好用。剛做好的橄欖油皂 pH 值高，無法馬上使用。
5. 油鹼溫度差距在 20°C，手工皂液較稀，脫皂膜最黏，拆皂費力，差距在 15°C，皂化最快，成形也最快，差距 10°C，手工皂皂液較濃，在檢測過程中不會皂水分離，並且最好脫模。
6. 酸性液體對手工皂的影響，應該將手工皂液稀釋成 5% 水溶液，檢測的數據才會準確。檸檬汁在製作當下會影響酸鹼性，推測進行皂化時不會影響手工皂的降鹼作用，加入檸檬汁有清潔和檸檬的香味，但觀察不出有提早手工皂熟成的現象。
7. 使用七種皂 5% 肥皂水的清潔力實驗，發現有四種判斷清潔力的方法：(1) 鋁圈測量肥皂水皂膜：以菠菜皂膜 177.7 秒最久，火龍果皂膜 47 秒最快。(2) 肥皂水泡泡消失速度：菠菜皂最慢，酪梨皂最快。(3) 肥皂水上升高度：菠菜皂水位高度最高，酪梨皂水位高度最低，推測跟天然介面活性劑量有關，因泡泡抓不住多餘的水分，所以沉澱速度快，清潔力越差。(4) pH 值：皂液 pH 值以菠菜皂最高，酪梨皂、火龍果皂液最低。肥皂熟成後酸鹼值高，清潔效果好，和前面實驗順序很相似，實驗得出皆顯示菠菜皂清潔力最佳，酪梨皂、火龍果皂最差。
8. 在製作植物性南瓜、菠菜、地瓜、甜菜粉手工皂時，使用孵蛋箱和室溫晾皂八天對照觀察，發現孵皂箱溫度 24.97 度減輕重量平均是 5.8%，室溫下平均減重 4.79%。減少手工皂的重量只是要讓手工皂更耐用，不容易碎掉，延長使用期限。
9. 本研究依實驗數據 25 度孵皂箱內手工皂減輕重量是 5.8% 數據，設計置入 Arduino 程式自動監控 30 度的孵皂箱，目標在八天以內讓手工皂熟成，第一次總共花費 18 天降了 5.8% 7.5 公克，第二次測試花費七天降下 5.4% 8.1 公克接近目標。

捌、未來展望及後續處理

1. **根據實驗的結論**，利用計算皂化價的方式，將多種過期油添加檸檬汁和植物粉末做成家事皂，讓過期油不會污染環境，又可以使用。
2. 將剩餘的正常油，依照實驗所學到的技巧，做成精緻的手工皂，實際運用到生活上。
3. 到各班宣導，推廣油品的處理方式，讓其他同學知道過期油的解決方法。
4. **製皂機安全裝置**，學生學習做皂時，減少危險的因素，可以增加學習的樂趣，不但有科學實驗性，也可以結合藝術領域，做成美麗的手工皂。
5. **將Arduino自動監控設備孵皂箱**，將來可以處理其他需要監控的科學實驗，或實際運用在日常生活上。

例如: 現在是小型的孵皂箱模型，可以運用這樣的理念，在手工皂產量大時，可以設計在大型的孵皂箱或空間。

例如:在孵蛋箱上，設置秤重裝置，當雞蛋孵化的時候，小雞有動靜，會發出叫聲，減少小雞死亡機率。

例如:植物科展相關的題目時，可利用自動監控設備，保持植物生長的濕度和溫度。

例如:設計在監控斑馬魚的心跳系統上。

玖、參考資料

手工皂部分:

1. 我的第一件貼身手工皂：3種油打造純植物性天然手工皂 石彥豪
2. 純天然手工香皂。前田京子。
3. 全國中小學科展-科展群傑廳-臺灣網路科教館。肥皂熟了！水知道。
4. 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會·馬虎小組的妙探尋兇-解開影響冷製法馬賽手工皂「不成皂體」的關鍵之謎
5. 成大化工系馬哲儒教授，大自然的規律，第 11 章，有趣的界面現象甲、<http://www.che.ncku.edu.tw/FacultyWeb/MaaJR/Nature/ch11.htm>
6. 手工皂講義(各類名詞解釋)<http://vama920.pixnet.netblo:/203/373148855>
7. 手工皂計算網頁 <http://gaislab.cs.ccu.edu.tw/htchang/soap.html>
8. 梁碧峯在 2010 年出版的《無機化學實驗》

孵皂箱的設計及發想：

1. 超圖解 Arduino 互動設計入門(第四版) 旗標出版社
2. 輕鬆玩 Arduino 程式設計與感測器入門 碁峰出版社
3. Arduino 初學完全指南 碁峰出版社

軟體:

使用 Fritzing 軟體設計規劃 Arduino 的電路圖

影片資料:

電燈泡的物理

<http://www.pHy.ntnu.edu.tw/demolab/html.pHp?html=everydayPHysics/lamp/bolt>

拾、附錄

一、肥皂機程式碼

<pre>#include "dht.h" // 導入 DHTxx 格式 DHTxx 溫度感測器程式庫 DHT dht1(4, DHT22); // 設定 dht1 為 DHT 物件 DHT dht2(7, DHT22); // 設定 dht2 為 DHT 物件 #include <Wire.h> // 導入 IIC 函式 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // 導入 LCD 函式，LCD 顯示通訊程式庫 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // 設定 lcd 為 LiquidCrystal_I2C 物件，IIC 裝置代碼為 0x27，16 字 x 2 行 #include <HX711.h> // 導入電子秤函式 HX711 scale; // 設定 scale 為 HX711 物件 const int scale_factor = 1095; // 電子秤比例參數 float weight = 0; // 設定電子秤重量=0g float weightStart = 0; // 設定解盤室1+電子秤初始狀態重量=0g float weightLost = 5.6; // 設定解盤室1+電子秤肥皂水分重量失去比例=5.6% #define ON LOW // 定義 ON = LOW #define OFF HIGH // 定義 OFF = HIGH float tSet1 = 30; // 設定解盤室1+設定溫度=Set1 = 30 度C float tSet2 = 30; // 設定解盤室2+設定溫度=Set2 = 30 度C int lcdPage = 0; // 設定 LCD 顯示頁數 bool t1SW = false; // 設定解盤室1+溫度控制開=關=false bool t2SW = false; // 設定解盤室2+溫度控制開=關=false unsigned long time_now = 0; // 設定 time_now 取得時間 unsigned long time_1F = 0; // 設定 time_1F 於解盤室1+執行時間 unsigned long time_2F = 0; // 設定 time_2F 於解盤室2+執行時間 int count_i = 0; void setup() {</pre>	<pre>pinMode(5, OUTPUT); // 設定 pin1 pinMode(6, OUTPUT); // 設定 pin2 pinMode(8, OUTPUT); // FAN1 pinMode(9, OUTPUT); // FAN2 pinMode(13, OUTPUT); // 蜂鳴器 pinMode(12, INPUT); // SET1 按鈕 pinMode(11, INPUT); // - 按鈕 pinMode(10, INPUT); // + 按鈕 digitalWrite(5, OFF); // 關閉蜂鳴器1 digitalWrite(6, OFF); // 關閉蜂鳴器2 digitalWrite(8, OFF); // 關閉 FAN1 digitalWrite(9, OFF); // 關閉 FAN2 digitalWrite(13, OFF); // 關閉蜂鳴器 Serial.begin(9600); // 設定串列埠通訊速率9600 Serial.println("葛社國小 全國科展 39屆 會說話的肥皂解盤箱"); lcd.init(); // 初始化 LCD lcd.backlight(); // 點亮 LCD 背光 lcd.setCursor(0, 0); // 設定游標位置 lcd.print("Hatch SOAP BOX"); // 顯示字 lcd.setCursor(0, 1); // 設定游標位置 lcd.print(" Wellcom "); // 顯示字 scale.begin(A0, A1); // 初始化 scale DT->A0, SCK->A1 電子秤 Serial.println("Before setting up the scale."); Serial.println(scale.get_units(5), 0); // 未設定比例參數前的數值 scale.set_scale(scale_factor); // 設定電子秤比例參數 scale.tare(); // 電子秤歸零 Serial.println("After setting up the scale."); Serial.println(scale.get_units(5), 0); // 設定比例參數後的數值 Serial.println("Readings:"); // 在這個訊息之前都不要放東西在電子秤上 dht1.begin(); // 初始化 dat1 溫度感測器 1 dht2.begin(); // 初始化 dht2 溫度感測器 2</pre>
<p>Box-2</p> <pre>float h1 = dht1.readHumidity(); // 讀取解盤室1+濕度 float t1 = dht1.readTemperature(); // 讀取解盤室1+溫度 float h2 = dht2.readHumidity(); // 讀取解盤室2+濕度 float t2 = dht2.readTemperature(); // 讀取解盤室2+溫度 if((millis() > time_now + 300)) // 0.3秒執行一次 防止按鍵太快 time_now=millis(); count_i++; if(count_i%5){ // 0.3秒執行一次 5秒執行一次 count_i=0; Serial.println("解盤室1+溫度: "); Serial.println(t1, 1); Serial.println("°C"); Serial.println("濕度: "); Serial.println(h1, 1); Serial.println("%"); Serial.println("時間: " + timeStr(time_now-time_1F)); Serial.println("t1溫度: "); Serial.println(t1, 1); Serial.println("°C"); Serial.println("C: "); if(t1SW){ // 關閉解盤室1+溫度控制開 Serial.println("ON"); } else { Serial.println("OFF"); } Serial.println("解盤室2+溫度: "); Serial.println(t2, 1); Serial.println("°C"); Serial.println("濕度: "); Serial.println(h2, 1); Serial.println("%"); Serial.println("時間: " + timeStr(time_now-time_2F)); Serial.println("t2溫度: "); Serial.println(t2, 1); Serial.println("°C"); Serial.println("C: "); if(t2SW){ // 關閉解盤室2+溫度控制開 Serial.println("ON"); } else { Serial.println("OFF"); } Serial.println("LCDPage"); Serial.println(lcdPage); Serial.println("Time: "); Serial.println(timeStr(time_now)); // scale.power_up(); // 電子秤上電模式 weight = scale.get_units(5); // 讀取電子秤5秒平均重量 if(weight<0){ // 避免重量出現負數 weight = 0; scale.tare(); // 電子秤歸零 } // scale.power_down(); // 電子秤輸入睡眠模式 Serial.println("重量: "); Serial.println(weight, 2); Serial.println("g"); Serial.println("weightStart: "); Serial.println(weightStart, 2); Serial.println("g"); Serial.println("weightLost: "); Serial.println(weightLost, 1); Serial.println("g"); if((weight >= 10) && (weightStart == 0)) // 如電子秤重量超過10g weightStart = weight; // 記錄初始重量 if((weight < 10) && (weightStart != 0)) // 如電子秤重量小於10g weightStart = 0; // 清除初始重量 }else{ if((weight)>1){ // 1g步執行 if((weightStart-weight) >= (weightStart * (weightLost / 100))){ Serial.println("肥皂剩了"); tone(13, 436, 100); // 蜂鳴器 } } if(digitalRead(12)==LOW){ // 按 SET1 按鈕 lcdPage++; // 切換到下一個螢幕 }</pre>	<p>Box-2</p> <pre>switch(lcdPage) { // 用 lcdPage 顯示不同螢幕 case 0: // LCD 主要顯示溫度濕度 lcd.setCursor(0, 0); // 設定游標位置 lcd.print("T1: "); // 顯示字 lcd.setCursor(t1, 1); // 顯示字 t1+游標1位 lcd.print(" H: "); // 顯示字 h1+游標1位 lcd.setCursor(h1, 1); // 顯示字 h1+游標1位 if(t1SW){ // 顯示 t1 溫度開 lcd.setCursor(" "); // 顯示 t1 溫度開 } else { lcd.setCursor(" "); // 顯示 t1 溫度開 } lcd.setCursor(0, 2); // 設定游標位置 lcd.setCursor("T2: "); // 顯示字 lcd.setCursor(t2, 1); // 顯示字 t2+游標1位 lcd.setCursor(h2, 1); // 顯示字 h2+游標1位 if(t2SW){ // 顯示 t2 溫度開 lcd.setCursor(" "); // 顯示 t2 溫度開 } else { lcd.setCursor(" "); // 顯示 t2 溫度開 } if(digitalRead(10)==LOW){ // 按+輸入解盤室1+溫度設定 lcdPage=5; // 設定輸入 t1 溫度設定 } if(digitalRead(11)==LOW){ // 按-輸入解盤室2+溫度設定 lcdPage=4; // 設定輸入 t2 溫度設定 } break; case 1: // 重量與-設定肥皂失比率 lcd.setCursor(0, 0); // 設定游標位置 lcd.print("W: "); // 顯示字 lcd.setCursor(weight, 1); // 顯示字 weight+游標1位 lcd.setCursor("T1: "); // 顯示字 weightStart+游標1位 lcd.setCursor("T2: "); // 顯示字 weightLost+游標1位 lcd.setCursor(0, 1); // 設定游標位置 lcd.setCursor("Lost: "); // 顯示字 lcd.setCursor(weightLost, 1); // 顯示字 weightLost+游標1位 lcd.setCursor(" "); // 顯示字 lcd.setCursor(" "); // 顯示字 if(digitalRead(10)==LOW){ // 按+增加解盤室1+設定溫度 weightLost=weightLost-0.1; // 解盤室1+電子秤肥皂水分重量失去比例減 0.1% } if(digitalRead(11)==LOW){ // 按-減少解盤室1+設定溫度 weightLost=weightLost+0.1; // 解盤室1+電子秤肥皂水分重量失去比例加 0.1% } if(weightLost < 0){ // 防止 weightLost 負數 weightLost=0; } break; case 2: // 設定解盤室溫度時間 lcd.setCursor(0, 0); // 設定游標位置 if(t1SW){ // 顯示 t1 溫度開 lcd.setCursor("T1: ON "); // 顯示 t1 溫度開 } else { lcd.setCursor("T1: OFF "); // 顯示 t1 溫度開 OFF } lcd.setCursor(0, 1); // 設定游標位置 if(t2SW){ // 顯示 t2 溫度開 lcd.setCursor("T2: ON "); // 顯示 t2 溫度開 } else { lcd.setCursor("T2: OFF "); // 顯示 t2 溫度開 OFF } if(digitalRead(10)==LOW){ // 按+關閉解盤室1+溫度 if(t2SW==false){ // 關閉 t2 溫度開 digitalWrite(9, LOW); // 關閉 FAN2 time_2F = millis(); // 解盤室2+執行時間歸零 weightStart = weight; // 記錄初始重量 } } else { t1SW=false; // 關閉 t1 溫度開 digitalWrite(6, OFF); // 關閉蜂鳴器1 } } if(digitalRead(11)==LOW){ // 按-關閉解盤室1+溫度 if(t1SW==false){ // 關閉 t1 溫度開 t1SW=true; // 開啟 t1 溫度開 digitalWrite(8, LOW); // 關閉 FAN1 time_1F = millis(); // 解盤室1+執行時間歸零 weightStart = weight; // 記錄初始重量 } } else { t2SW=false; // 關閉 t2 溫度開 digitalWrite(5, OFF); // 關閉蜂鳴器1 } } break;</pre>

<p>Box-2</p> <pre> case 3: //設定FAN開關 lcd.setCursor(0,0); //設定游標位置 if(digitalRead(8)==ON){ // lcd.print("FAN1: ON "); //開啟FAN1 }else{ lcd.print("FAN1: OFF "); //關閉FAN1 } lcd.setCursor(0,1); //設定游標位置 if(digitalRead(9)==ON){ // lcd.print("FAN2: ON "); //開啟FAN2 }else{ lcd.print("FAN2: OFF "); //關閉FAN2 } if(digitalRead(10)==LOW){ // 按+開關FAN2 if(digitalRead(9)==HIGH){ // digitalWrite(9,ON); //開啟FAN2 }else{ digitalWrite(9,OFF); //關閉FAN2 } } if(digitalRead(11)==LOW){ // 按-開關FAN1 if(digitalRead(8)==HIGH){ // digitalWrite(8,ON); //開啟FAN1 }else{ digitalWrite(8,OFF); //關閉FAN1 } } break; case 4: //設定肥皂室1T溫度 lcd.setCursor(0,0); //設定游標位置 lcd.print("1T:"); //顯示字 lcd.print(t1,1); //顯示字 t1小數點1位 lcd.print(" SET:"); //顯示字 lcd.print(tSet1,1); //顯示字 1T設定溫度 lcd.setCursor(0,1); //設定游標位置 lcd.print("RUN " + timeStr(millis()-time_1T) + " "); //顯示字 if(digitalRead(10)==LOW){ //按+增加肥皂室1T設定溫度 tSet1=tSet1+0.1; //肥皂室1T設定溫度tSet1加0.1度 } if(digitalRead(11)==LOW){ //按-減少肥皂室1T設定溫度 tSet1=tSet1-0.1; //肥皂室1T設定溫度tSet1減0.1度 } break; case 5: //設定肥皂室2T溫度 lcd.setCursor(0,0); //設定游標位置 lcd.print("2T:"); //顯示字 lcd.print(t2,1); //顯示字 t2小數點1位 lcd.print(" SET:"); //顯示字 lcd.print(tSet2,1); //顯示字 2T設定溫度 lcd.setCursor(0,1); //設定游標位置 lcd.print("RUN " + timeStr(millis()-time_2T) + " "); //顯示字 if(digitalRead(10)==LOW){ //按+增加肥皂室2T設定溫度 tSet2=tSet2+0.1; //肥皂室2T設定溫度tSet2加0.1度 } if(digitalRead(11)==LOW){ //按-減少肥皂室2T設定溫度 tSet2=tSet2-0.1; //肥皂室2T設定溫度tSet2減0.1度 } break; default: //lcdPage為其它值執行 lcdPage=0; //設定回LCD主畫面顯示溫度滿度 } if(t1SW){ //肥皂室1溫度控制 if(t1>=tSet1){ digitalWrite(5,OFF); //關閉燈泡1 }else{ digitalWrite(5,ON); //打開燈泡1 } } if(t2SW){ //肥皂室2溫度控制 if(t2>=tSet2){ digitalWrite(6,OFF); //關閉燈泡2 }else{ digitalWrite(6,ON); //打開燈泡2 } } //End loop </pre>	<p>Box-2</p> <pre> #include "HX711.h" // HX711 電子秤AD轉換模組-取得校正比例參數 const int DT_PIN = A0; const int SCK_PIN = A1; const int sample_weight = 225; //樣品的重量g HX711 scale; void setup() { Serial.begin(9600); scale.begin(DT_PIN, SCK_PIN); scale.set_scale(); //設定電子秤比例參數 沒有 scale.tare(); //電子秤歸零 Serial.println("Nothing on it."); //不要放東西 Serial.println(scale.get_units(10)); //取得10次平均重量值 Serial.println("Please put sample object on it..."); //請放置校正樣品在電子秤上 } void loop() { float current_weight=scale.get_units(10); // 取得10次平均重量值 float scale_factor=(current_weight/sample_weight); //計算校正比例參數 Serial.print("Scale number: "); Serial.println(scale_factor,0); // 傳校正比例參數 } </pre>
<p>Box-2</p>	<p>HX711-Cal</p>



二、實驗 5-2-1 手工皂內部和外部酸鹼性的比較

目的：熟成的人工皂內部和外部的酸鹼性是否一樣

操作變因	熟成菠菜、南瓜、地瓜、檸檬、甜菜根、橄欖油手工皂
控制變因	100 毫升的水，手工皂 5 克，pH 檢測器
應變變因	pH 值、濃度變化

實驗步驟：

- 1 觀察手工皂收成後內部和外部的顏色。
- 2 取下各種手工皂內部和外部個五公克的肥皂屑放入燒杯中備用
- 2 加入 100 毫升的溫水溶解，攪拌均勻
- 3 用檢測劑檢測，記錄 PH 值，等待冷卻再檢測一次。
- 4 紀錄



圖 4-4-17

圖 4-4-18

圖 4-4-19

圖 4-4-20

結果：

實驗 5-3 熟成的人工皂內部和外部的酸鹼性

皂日期	1月22日	1月22日	3月20日	平均
菠菜皂(外)	10.22	10.26	10.3	10.26
菠菜皂(內)	10.22	10.22	10.24	10.23
南瓜皂(外)	10.56	10.33	10.22	10.37
南瓜皂(內)	10.5	10.43	10.27	10.40
甜菜根皂(外)	10.59	10.33	10.24	10.39
甜菜根皂(內)	10.5	10.35	10.21	10.35
地瓜皂(外)	10.28	10.24	10.23	10.25
地瓜皂(內)	10.32	10.3	10.28	10.30
檸檬皂(外)	10.24	10.19	10.15	10.19
檸檬皂(內)	10.45	10.44	10.33	10.41

皂部位\平均	菠菜粉	南瓜粉	甜菜根粉	檸檬皂	平均
皂外部	10.26	10.37	10.39	10.19	10.30
皂內部	10.23	10.40	10.35	10.41	10.35

表 5-5-4

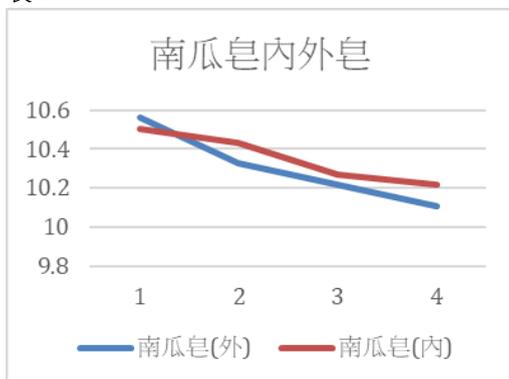


圖 5-5-6

圖 5-5-5

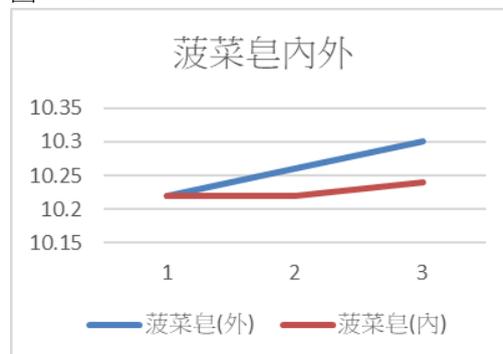


圖 5-5-7

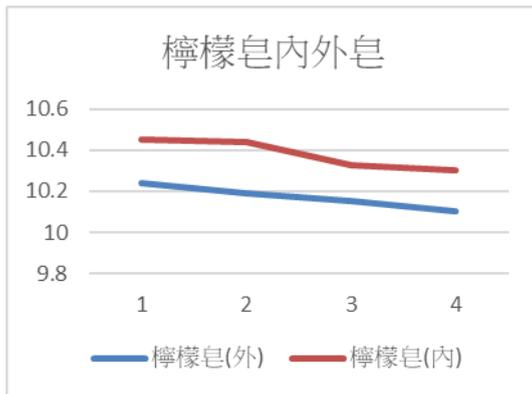


圖 5-5-8

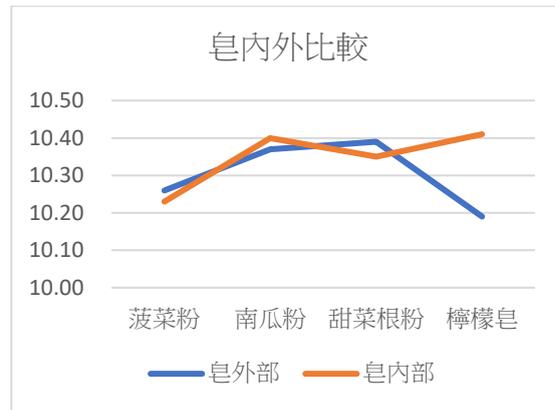


圖 5-5-9

實驗觀察得出：

四種皂的內皂、外皂 PH 值的差距 0.05 但不明顯，差距不大，只有菠菜皂和檸檬皂差距比較顯。

討論：

手工皂內皂、外皂 PH 值的差距差距不大，只有菠菜皂和檸檬皂差距比較明顯，但不影響使用。

結論：

手工皂內皂外皂 PH 值，差距不大，但不影響日常使用。

三、使用微波爐是否可以加速手工皂熟成

目的：使用微波爐可以加速手工皂熟成嗎？

操作變因：微波爐加熱 1 分鐘、2 分鐘、3 分鐘、5 分鐘

控制變因：132 依照法、紙杯

實驗結果：微波爐加熱到 100 °C，肥皂的中間 30 °C、外圍 21 °C。手工皂會脹出成現火山的形狀。PH 值在 10.57

實驗步驟：

1. 微波小火預定 5 分鐘，在 4:26 秒發現變派皮了，杯內肥皂變軟的，杯底高溫，測重少了 10g。(用來跟剛脫膜的肥皂比較)，爆漿火山狀如下圖。
2. 取已熟成地瓜皂作對照，地瓜皂 84.4g 弱微波， 2:00 84.4g 不變， 4:00 84.2g 變軟，6:00 84g 變軟下沉，7:16 83.2g 下沉暴漿。
3. 微波第三杯 130.4g，取 5:00 作微波，4:00 變軟，5:00 肥皂表層列開開始膨脹 129.9g。
4. 未軟化的肥皂水份無法排出。



結果和討論：

皂\日期\pH 值	1 月 22 日	1 月 22 日	3 月 20 日
微波皂(外)	10.64	10.43	10.16
微波皂(內)	10.94	10.46	10.17
微波皂 2(外)	10.69	10.64	10.08
微波皂 2(內)	10.94	10.66	10.93

實驗觀察得出:

微波爐晾乾皂的方法，可以加快皂化的速度，當天測試鹼性度降至 11 以下，火山狀的肥皂很有趣。

四、其他參考資料:

(一)NaOH(NaOH)的介紹:

NaOH (sodium hydroxide) 又名燒鹼、苛性鈉。純粹的 NaOH 是無色透明的固體，通常是含有少量的水與碳酸鹽等的白色脆固體，熔點 3184C，沸點 1390C,比重 2.13，常溫為斜方晶系。具潮解性，遇水則發出大量的熱而溶解，水溶液呈強鹼性，濃度高者有強烈腐蝕性，會將有機物分解而侵害皮膚，尤其碰到眼睛則有失明之虞。廣泛被使用在化學工業中,除可作人造纖維，製紙，化學藥品，肥皂、石油精製、輕金屬、染料工業、鈉外,也可作有機合成、分析試劑，乾燥劑、二氧化碳的吸收劑等。

※ 使用時注意事項:

實驗前充分了解 NaOH 的化學性質與危險性。

- NaOH 不使用時應放在塑膠瓶內，瓶口拴緊，保持乾燥，置於陰涼處。
- 使用時請用瓷(塑膠)湯匙取用,並戴手套、口罩,放置在乾燥紙上。
- 使用時將 NOH 慢慢放入水中攪拌，若步驟顛倒時，液體會濺出危害身體，需特別注意。
- 使用時應於通風良好場所。

(二) 肥皂的形成過程及清潔原理:

1.皂化反應:

油脂是一種酯類，為甘油之三脂肪酸酯類，與 NaOH 或 KOH 溶液加熱可生成脂肪酸的鈉鹽或鉀鹽與甘油,此種反應稱為皂化反應，其中脂肪酸的鈉鹽即俗稱之肥皂。

油脂+鹼→肥皂+甘油

例如:椰子油+ NaOH→脂肪酸鈉(肥皂)+丙三醇(甘油)

因椰子油跟水難相溶，所以可用酒精增加椰子油跟 NaOH 的溶解性，使皂化較容易進行。

2.肥皂的清潔原理:

肥皂分子有一項特殊的性質,就是同時具有「親水基」及「親油基」肥皂之所以能當作清潔劑，就是因為它這項矛盾的特性，當肥皂溶解在水中，先以親油基包圍及乳化污垢並將其分解，接著再以另一端的親水基向外抓住水分子，將污垢帶走。清潔劑的種類雖然很多，但去汙的原理相同。一般而言,清潔劑分子有一端是由許多碳原子和氫原子所組成的長鏈,稱為親油端；另一端則是親水性的原子團，稱為親水端。當肥皂溶於水時,衣物上的油汙被親油性的一端吸著，再由親水性的一端牽入水中,使油汙與衣物分離，而達到洗淨的效果。

3.肥皂的酸鹼中和原理:

肥皂酸鹼中和是和它的成份有關，肥皂屬鹼性，含有界面活性劑的成分，適用於去除油污或灰塵等酸性污垢，因此生活中可使用它做為酸性污垢的清潔劑：

(1)廚房瓷磚：用肥皂水噴濕衛生紙或紙巾,貼在充滿油垢的瓷磚上靜置一晚，可吸附臟污。

(2)抽油煙機：噴灑肥皂水後，油污可隨著水滴下來。

(3)中和蚊蟲叮咬的蟻酸：例如在學校被紅螞蟻咬到，因為螞蟻會分泌物含有酸性物質，可用肥皂塗抹被咬的地方，使得痛感得以減緩。

4.所謂「酸價」，是指游離脂肪酸佔整個油脂脂肪酸的比例的對應值。當油品開始劣變時，就會持續釋出游離脂肪酸，酸價是油品劣變、酸敗的間接指標，酸價越高代表油品變質越嚴重。而不斷重複油炸的回鍋油，其酸價會越來越高。

5.皂粉是尚處於強鹼性的皂面和空氣中的二氧化碳接觸，所形成的 Na_2CO_3 鹽結晶，可切除，或用濕布擦拭或保留，此皂粉不影響手工皂的使用。

解決方式:

- A. 選擇密封性高的保溫箱，大小適中，不要過大。
- B. 先包上保鮮膜密封，再保溫。
- C. 放入保溫箱後，噴灑一些酒精在皂面，再蓋上保溫箱。

(三)礦泥粉

法國有一項很重要的天然資產就是礦泥粉(法文稱 Argile),礦泥粉也被稱作"黏土",礦泥粉本身的顆力非常的小($<2\mu\text{m}$),它是由矽酸鹽礦物在地球表面風化、成岩作用或是火山作動而從大地中產生的,此種天然物質經歷了好幾千萬年的大自然孕育,因此具有天然、純淨、無毒且超效活性的性質,而法國人最常使用礦泥粉來作為保養和修護肌膚的聖品啣!!甚至有些法國人還會將礦泥粉作為健康食品來增加腸胃的健康啣^^礦泥粉中主要的成分為金屬,像是鋁、鎂、鐵、鈉、鉀和鈣...等都是礦泥粉中主要的成分,含有礦泥粉的土壤是非常容易結合水、礦物質和一些有機營養物質,而這些礦物質容易吸收水、正離子和有機分子,然後再將它們釋放出來。因此法國礦泥粉的開採處理方式皆使用自然乾燥法,這種方式可以讓礦泥粉保存大量的礦物質和有機營養物質,而不會破壞原有的功效。