

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

第三名

080211

肥皂熟了，水知道

學校名稱：臺北市萬華區私立光仁國民小學

| | |
|---|-----------------------------|
| 作者： 小六 陳旻琦 小六 陳怡萱 小六 孔妤瑄 小五 吳承諭 小五 楊子宜 小五 陳立揚 | 指導老師： 楊基宏 陳佳宜 |
|---|-----------------------------|

關鍵詞：手工皂、相對濕度、含水量

～肥皂熟了，水知道～

摘要

本實驗最初在探討如何縮短手工製皂的等待期，後經文獻探討及詢問專家得知等待是爲了讓「鹼性消褪」及「水分消散」。實驗後發現肥皂的鹼性下降並不明顯，故透過重量變化、硬度變化及含水量變化來探討水分變化情形，並利用自創的「SPA 法」，以 $\Delta RH\%$ 來表示水分散失程度。 $\Delta RH\%$ 越小，水分散失多，肥皂越熟；反之，肥皂不夠熟。同學參考實驗結果，自己定義出肥皂的熟成終點 $\Delta RH\%=15\%$ ，最後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。

壹、研究動機

同學跟著家長做手工皂，很有成就感。但是肥皂做好之後的「熟成」過程竟需要 45~60 天的漫長等待。這股「不耐等待」促使大家投入研究。

查資料以及到知名肥皂製造工廠參觀得知，肥皂的「熟成期」，主要在等待兩件事：一、鹼性消褪；二、水分消散。我們猜想可能肥皂早就已經熟了，只是我們不知道，還傻傻地一直等到 60 天。因此，我們想了解在熟成的過程中，肥皂鹼性、硬度以及水分的變化情形，希望能找出「肥皂熟了」的「終點」，也想找出能使肥皂快點抵達終點的方法。

相關教學單元：水的溶解作用(三下)、電路 DIY(四上)、溶液的酸與鹼(五下)、

貳、研究目的

- 一、了解肥皂熟成過程中，pH 值的變化情形。
 - A. 自製手工皂，測試 pH 值，以了解變化情形
 - B. 收集市售的手工皂及非手工皂，測試 pH 值，了解已熟成肥皂的 pH 值
- 二、以下列方法了解肥皂熟成過程中，含水量的變化情形。
 - A. 重量變化
 - B. 硬度變化(使用自製鞦韆式硬度計)
 - C. 肥皂內部含水量的變化(小蜜蜂法及 SPA 法)
- 三、綜合上述資料，找出肥皂熟了的具體狀態，定義此種狀態爲「熟成終點」。
- 四、找出能使肥皂快點抵達「熟成終點」的方法，使肥皂能早一點開始使用。
 - A. 吹風機法
 - B. 除濕機法
 - C. 乾燥劑法
 - D. 電扇法
 - E. 烤箱法
- 五、了解 SPA 法測得的 $\Delta RH\%$ 代表的意義

參、 研究設備及器材



圖1 SPA 法使用到的材料(上圖)

圖2 製作手工皂會用到的工具(左圖)

| | | | |
|------|-------|----------|---------|
| 氫氧化鈉 | 吸管 | 草莓盒(晾乾用) | 密封盒 2 個 |
| 各類油脂 | 電子秤 | 切皂器 | 濕度計 2 個 |
| 濾紙 | 無水硫酸銅 | 電磁爐 | 鐵絲 |
| 攪拌棒 | 矽膠乾燥劑 | 溫度計 | |
| pH 計 | 皂模 | 試管夾 | |

肆、 研究過程及方法

名詞解釋

手工皂：使用油脂、氫氧化鈉以一定比例混合，經過手工攪拌的程序，直至「美乃滋」狀，倒入皂模，三天之後脫模、切皂，再經 45~60 天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，符合現今社會崇尚「天然」的訴求。

馬賽皂：是手工皂的基本皂款，配方是橄欖油 350g，椰子油 300g，棕櫚油 350g，NaOH145 ±5g，水 350g。成品是淡黃色或白色，清淨力、滋潤力都佳，也不會太軟。本研究即是以此基本款的皂為研究對象。

熟成期：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 天的說法都有人說，追究其中的原因，都指向「等待 2 件事」，一、鹼性消褪；二、水分消散。

熟成終點：這是我們自創的名詞，指的是肥皂真正可以使用的狀態。我們懷疑肥皂真的要等

那麼久才能使用嗎？會不會它早已可以使用，只是我們不知道？

硬度：一般手工皂的專書上都有公式計算肥皂的硬度值(INS 值)，希望能預知不同配方情況下，熟成肥皂偏硬或軟。一般而言，硬度值在 160 以上的皂，也有人說 120~170 都算理想硬度。但是這種稱為 INS 的硬度如何測量？並無人提及。本研究所稱硬度與上述硬度並不完全相同，是指在同一配方下，熟成過程中，漸漸變硬的程度。我們自己設計「盪鞦韆式硬度計」來衡量肥皂的軟硬程度。

相對濕度：相對濕度(Relative humidity)是指氣體中，水氣的分壓除以飽和蒸氣壓的百分比率。也就是絕對濕度與最高濕度之間的比，它的值顯示水蒸氣的飽和度有多高。在當前的氣溫之下，空氣裏的水分含量達至飽和，相對濕度就是 100%。空氣中相對濕度超過 100%時，水蒸氣一般會凝結出來。隨着溫度的增高空氣中可以含的水就越多，也就是說，在同樣多的水蒸氣的情況下溫度降低相對濕度就會升高。因此在提供相對濕度的同時也必須提供溫度的數據。(相對濕度通常以 RH% 表示，本實驗中使用的 SPA 法，以讀取溫度 40°C 時的濕度為準)

△RH%：指實驗中兩個濕度計顯示的相對濕度差。我們的想法是：空密封盒中的空氣被加溫到 40 度，會有某一個濕度值 A，有放肥皂的密封盒被加溫到 40 度，也會有一個濕度值 B，這是盒裡空氣和肥皂共同造成的濕度值，把 B－A 就是肥皂自己造成的濕度，以此做為肥皂內部含水量的代表值。△RH% 可以表達如下：

$$\Delta RH\% = RH\%_{(\text{肥皂}+\text{空氣})} - RH\%_{(\text{空氣})}$$

手工皂製作過程簡述

1. **備料**。NaOH 及油脂。椰子油及棕櫚油在冬天會結塊，必須先隔水加熱至透明狀，同時溫度不要超過 50°C，可避免油質被破壞。
2. **準備 NaOH 水溶液**。此步驟會產生高溫，且屬強鹼，要小心操作。不過，我們找到廢棄的咖啡機，只要把稱好重的鹼和水準備好，倒入咖啡機中，按下按鈕就可製作出鹼液，沒有燙傷或噴濺腐蝕的顧慮，非常方便。
3. **攪拌**。將鹼液與 NaOH 油脂混合，開始攪拌，直至皂液從流動性很高的液體漸漸變成「美乃滋」。
4. **入模**。把皂液倒入準備好的模型裡，輕敲邊緣讓氣泡跑出來。
5. **保溫**。此時的皂液是溫熱的，要放在保麗龍箱中保溫，讓皂化更完全。
6. **三天之後脫模**，可以順便切皂，或再等一～二天才切皂也可以。
7. **晾乾**。也就是「熟成」，讓皂自然晾乾 45~60 天即可使用(不可以曬太陽)。(相關照片請見圖 3)

| | |
|-----------------|--------------------|
| | |
| <p>材料</p> | <p>咖啡機製作鹼水</p> |
| | |
| <p>手工攪皂</p> | <p>自製攪拌器攪皂 [註]</p> |
| | |
| <p>攪至「美乃滋」狀</p> | <p>入模</p> |
| | |
| <p>脫模</p> | <p>切皂</p> |

圖3 製作手工皂的步驟

[註] 我們曾經自製一台攪拌器，打了幾次之後就故障了，改用市售攪拌器，但我們都覺得那是我們最美麗的回憶。

研究流程

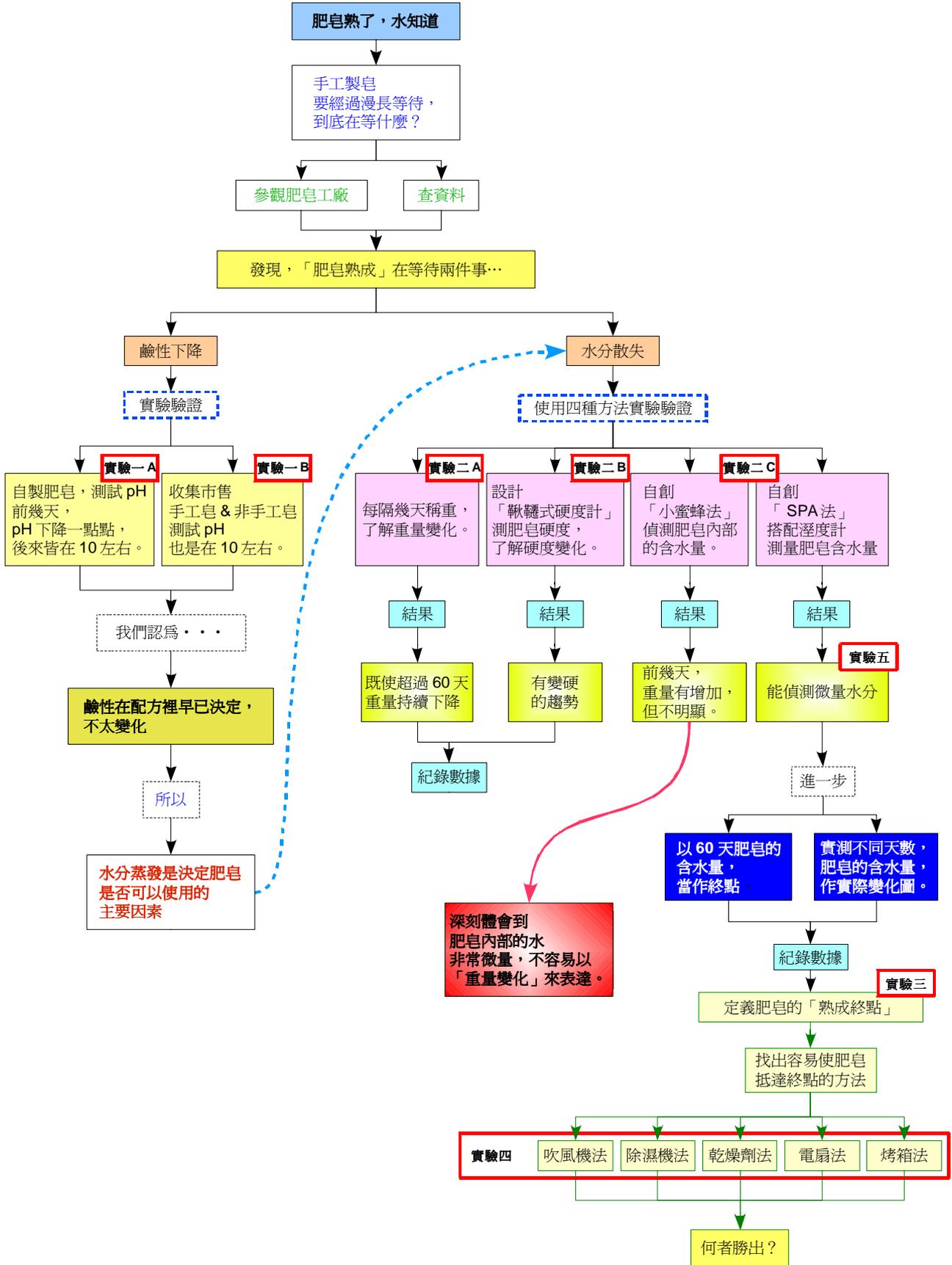


圖4 研究流程圖

實驗一 A 自製手工皂，了解熟成過程中，pH 值的變化情形

1. 取肥皂薄片 1g，切成碎片，溶在 20cc 自來水。
2. 把 pH 計校正。
3. 把肥皂碎片和水裝入試管，用手壓著管口，搖 30 秒後用濾紙過濾。
4. 測量肥皂水溶液 pH 值，並紀錄(如圖 5)。



圖5 測量肥皂水溶液的 pH 值

實驗一 B 收集市售的手工皂及非手工皂，測試 pH 值及硬度，了解已熟成的皂的 pH 值及硬度變化

測量 pH 的方法與 A 相同，不同之處是肥皂改為市售肥皂，區分為「手工皂」及「非手工皂」

實驗二 A 了解肥皂熟成過程中，重量的變化情形

以相同配方自製手工皂，切皂後每隔數天測量重量，並紀錄。

實驗二 B 了解肥皂熟成過程中，硬度的變化情形

自製硬度測量工具，我們叫它「鞦韆式硬度計」(如圖 6,7)

1. 我們將壞掉的椅子倒過來，利用夾角放置肥皂以避免肥皂彈開。
2. 鋸一條 47.5 公分的木條當作擺垂。
3. 在頭尾各鑽一個洞，用塑膠棒做橫桿。
4. 將螺絲起子固定在尾端的洞，做為針。
5. 將擺槌固定在橫桿上，並用黏土將橫桿固定。
6. 這個裝置我們叫它「鞦韆式硬度計」。

「鞦韆式硬度計」測量硬度的方法

步驟：

1. 先將肥皂放置在椅子的夾角。
2. 將擺垂舉至與水平，像鞦韆一樣使其自由擺下，鞦韆尾端的螺絲起子會順

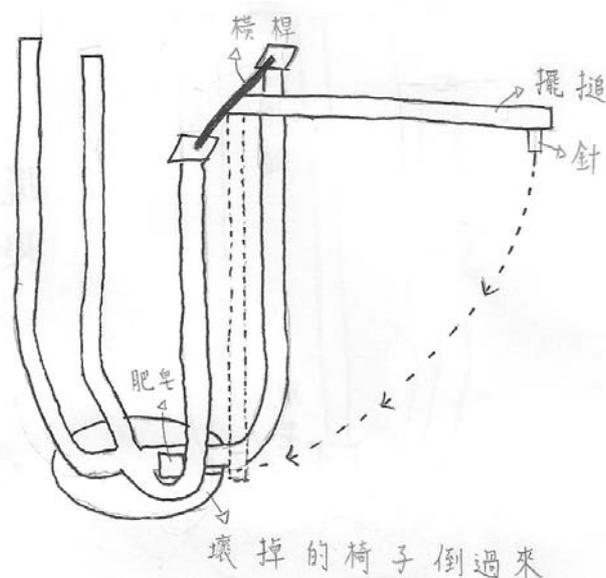


圖6 鞦韆式硬度計草圖

勢落下插入待測肥皂中。紀錄露在肥皂以外的長度。越軟的肥皂會使針留在外面的長度越短，反之則越長。所以，數值愈大者，表示肥皂愈硬。

3. 實驗三次。
4. 取平均值並記錄。



圖7 鞦韆式硬度計完成圖

實驗二 C 了解肥皂熟成過程中，內部含水量的變化情形

為了解肥皂「裡面」含水量的變化情形，我們先想到一種「小蜜蜂法」(如圖 8)。



圖8 「小蜜蜂」原型(第一代)

利用穿線的針放在吸管裡，把一端(圖 8 右端)用打火機燒熔，只露出針頭，線頭留在另一端(圖 8 左端)，再用膠囊蓋住，以熔融的蠟密封。因為像蜜蜂的針，所以稱呼它為「小蜜蜂」。裡面裝入吸水會變色的無水硫酸銅。入模之後就把小蜜蜂插在皂液裡，如果我們想知道肥皂「裡面」第三天的含水量有多少？就把線抽出，針就會被拔出來，留下可以讓水氣進入的小孔。水氣進入吸管與無水硫酸銅接觸，會使之變色，我們其實希望能從它變色的長度知道水有多少。但事與願違，變色不很明顯，後來改以重量的變化為量測基準。

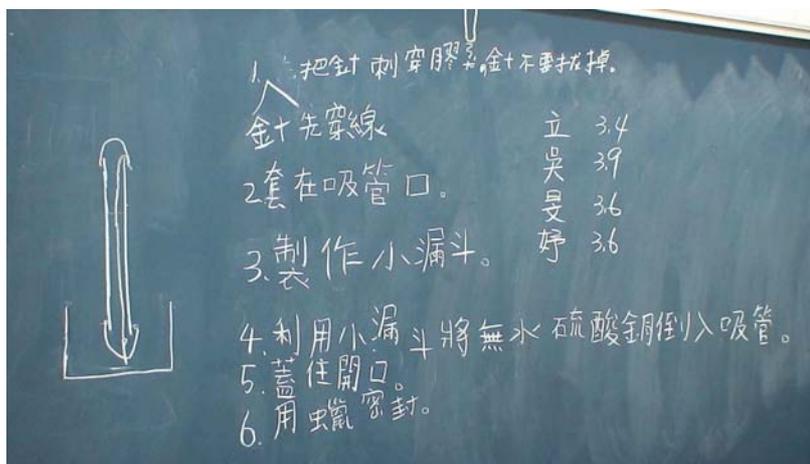


圖9 構思改良小蜜蜂法的情形

接著我們再研發它的第二代—**拉線法**。但它插在肥皂中，竟然拔不出來…只好放棄。
 第三代—**單筒單洞法**(圖 10)。



圖10 單筒單洞法

使用方法是內筒填裝矽膠乾燥劑，頭尾都用熱熔劑封住，把內管裝入外管，小心不要讓乾燥劑滾出來。平時內外筒的孔是錯開的，使乾燥劑不會吸收水氣，要使用時，內筒向上拉到預做記號處，此時兩個洞對齊，形成打開的狀態，可以吸收附近的水蒸氣。

第四代—**雙筒雙洞法**(圖 11,14)。因非常不好操作，再進行修改。



圖11 雙筒雙洞法

第五代—**單筒雙洞法**。填充物也改用「矽膠乾燥劑」(圖 12,13)。



圖12 單筒雙洞法

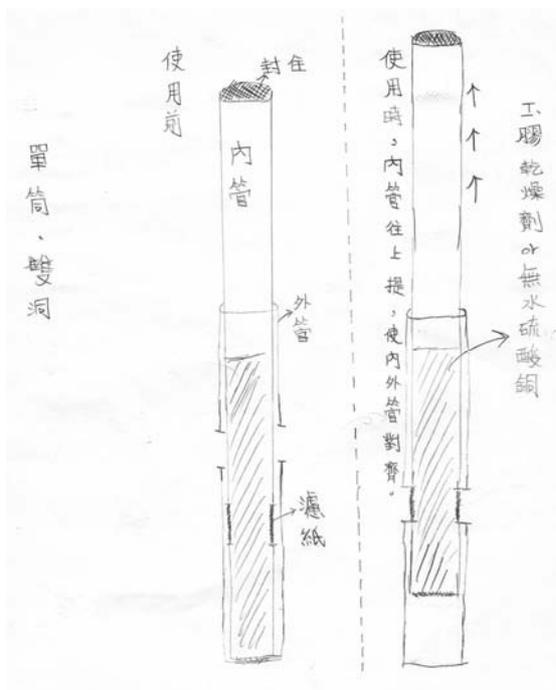


圖13 單筒雙洞示意圖

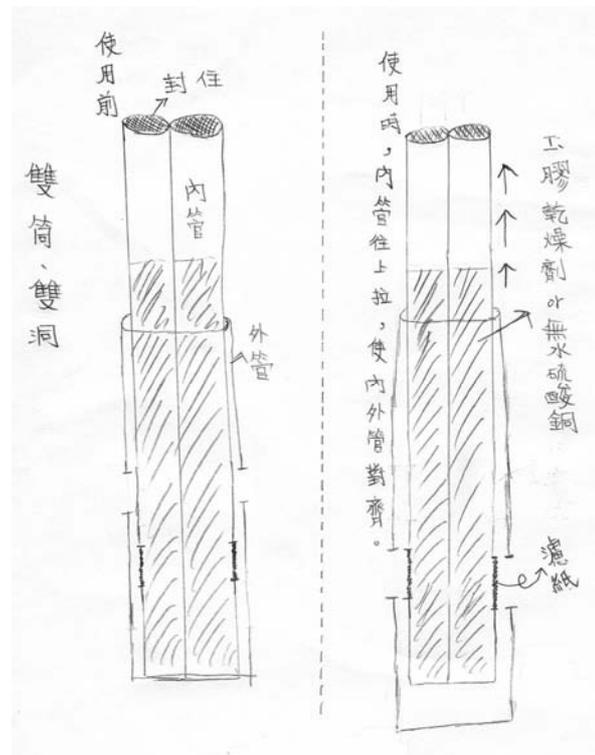


圖14 雙筒雙洞示意圖



圖15 討論測試管的製作方法



圖16 分工製作測試管



圖17 測試管製作情形



圖18 趁肥皂還很軟，把測試管安插好

原本我們一直以為變色不明顯是因為開口太小，直到我們使用「單筒雙洞法」，開口已經很大，但在肥皂最濕的前三天，不僅變色不明顯，重量變化也只有 0.2~0.3 g。這個方法雖然沒有成功，但它使我們體認到肥皂裡的水其實是很少很少的，想要偵測它，不得不另起爐灶，想別的方法。

後來我們想到的方法是「SPA 法」(圖 19)。

我們自己打皂，依時間順序進行 SPA 法，紀錄它們的 $\Delta RH\%$ 值。這個方法耗費很多肥皂，因為這次用過之後下次不能再用，不像測硬度可以重覆使用，所以我們必須很小心。

SPA 法的準備方法如下：

1. 取兩個保鮮盒，用吹風機吹乾內部，依當時氣溫，有時需吹冷風，有時需吹熱風，直至溫度介於 30~35°C，濕度 40% 以下，以使兩個盒子的起始狀態一樣。(以上述溫度為基準是因臺灣地區氣溫搭配吹風機較易達到。濕度 40% 是因濕度計的說明書指出該裝置的精確度在 40~80% 之間為 $\pm 5\%$)
2. 於保鮮盒 A 中放入濕度計；保鮮盒 B 中放入濕度計和 70g 肥皂。

$$\Delta RH\% = RH\%_{\text{有皂的盒子}} - RH\%_{\text{空盒}}$$



圖19 SPA 法的裝置

3. 準備 2000cc 的水，用電磁爐火力開在”120”將水加熱至 60°C 時，兩個保鮮盒才放入鍋內隔水加熱。
4. 當 A、B 保鮮盒內的溫度到達 40°C 時，紀錄濕度。
5. 計算兩個濕度的差值($\Delta RH\%$)。這個差值就是肥皂受熱後內部水氣被蒸發出來而造成的濕度變化，我們利用它來代表肥皂內部的含水量。

實驗三 分析上述實驗所得數據，定義「肥皂熟成」的狀態，簡稱「熟成終點」。

實驗四 A 吹風機法

使用吹風機以熱風吹肥皂，吹一分鐘休息一分鐘，共 30 分鐘。再用 SPA 法測量剩餘的含水量，以了解此方法的效果。

實驗四 B 除濕機法

把肥皂放在除濕機的出風口八小時(圖 20)。再用 SPA 法測量含水量，以了解此方法的效果。



圖20 除濕機法

實驗四 C 乾燥劑法

準備一個大一點的密封罐，在裡面放肥皂、除濕劑及濕度計，廿四小時。再用 SPA 法測量剩餘的含水量，以了解此方法的效果(圖 21)。



圖21 乾燥劑法



圖22 烤箱法

實驗四 D 電扇法

利用電扇吹拂肥皂 8 小時。再用 SPA 法測量剩餘的含水量，以了解此方法的效果。

實驗四 E 烤箱法

把肥皂放在 750W 的烤箱中 7 分鐘(圖 22)。再用 SPA 法測量剩餘的含水量，以了解此方法的效果。

實驗五 了解 SPA 法測得的 $\Delta RH\%$ 所代表的意義

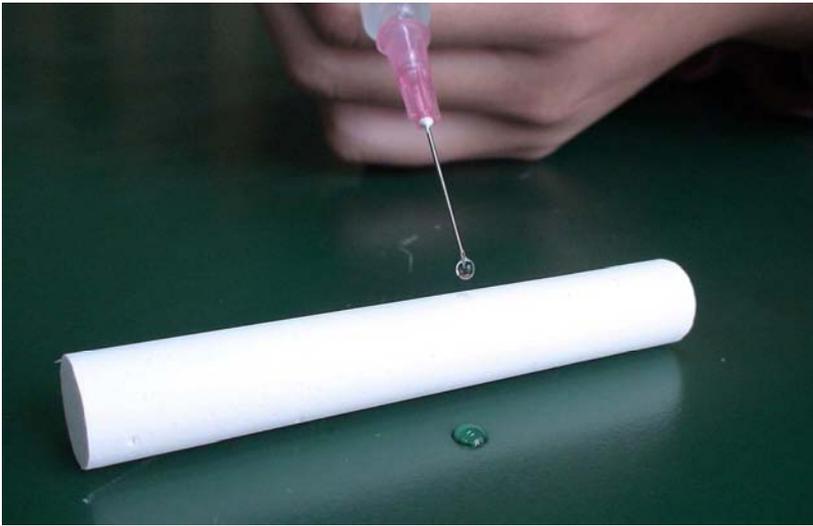
使用了 SPA 法之後，我們對它所代表的實際意義不是很了解，於是進行了以下的實驗(圖 23)。這次做 SPA 的對象不是肥皂，而是粉筆。



1. 先將粉筆、乾燥劑、濕度計一起放在密封盒裡乾燥。



2. 準備針筒，輕輕壓出一滴水滴



3.把水滴滴在粉筆上

圖23 一滴小水滴造成多少 $\Delta RH\%$ ？

我們利用粉筆會吸水的特性，在中間滴上由針筒擠壓出來的小水滴，一滴、三滴、五滴，放進密封罐中進行 SPA 法，以了解在 40°C 的環境中，這些小水滴形成的 $\Delta RH\%$ 是多少。

伍、 研究結果

實驗一 A 自製手工皂，測試 pH 值，以了解 pH 值變化情形

這個實驗中，我們自己製皂。pH 值的變化情形如圖 24。

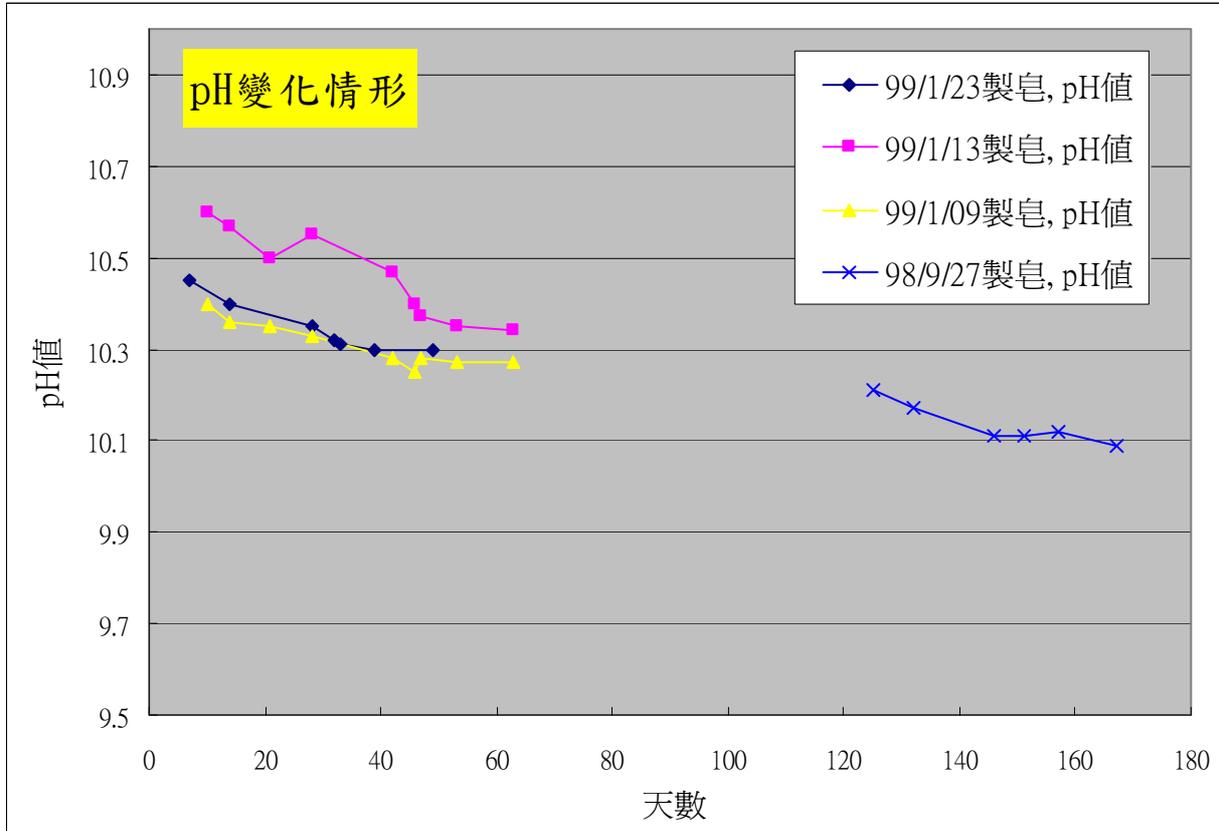


圖24 pH 值的變化情形

由圖 24 中可以看出，pH 值有微微下降 0.2~0.3 的現象。另外，120 天的皂 pH 值也會降低，似乎肥皂放得越久，pH 消褪得越多。但既使經過 60 天，pH 下降並不明顯。因此，可能沒有人願意等那麼久吧。

實驗一 B 收集市售的手工皂及非手工皂，測試 pH 值及硬度，了解已熟成的皂的 pH 值及硬度變化

這個實驗中，我們找了 14 種皂，它們都是已經可以使用的皂了，測量它們的 pH 值，可讓我們了解 pH 值落在哪個範圍裡就可以使用。

硬度的資料則可告訴我們可以接受的硬度落在哪個範圍。

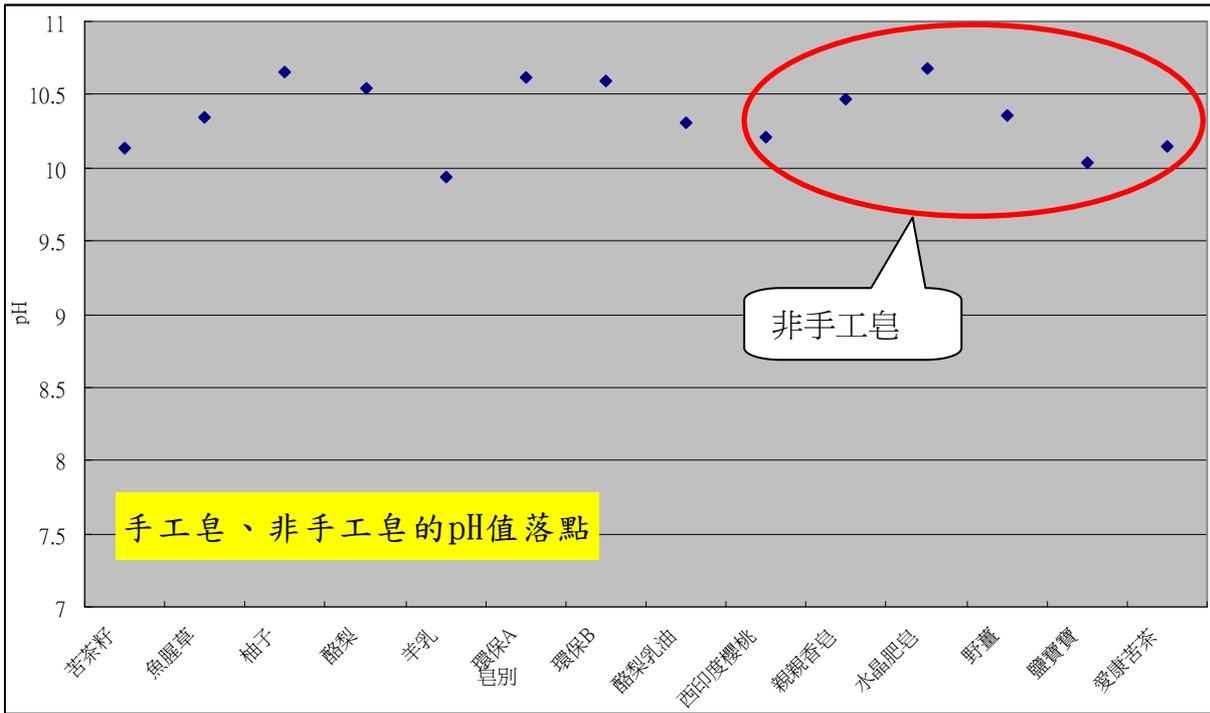


圖25 市售手工皂、非手工皂的 pH 值落點

由圖 25 可以看出，市售的肥皂，pH 值大約是 10.5，與手工皂並無太大差別。也就是說，這個酸鹼值對人的皮膚是沒有傷害的。

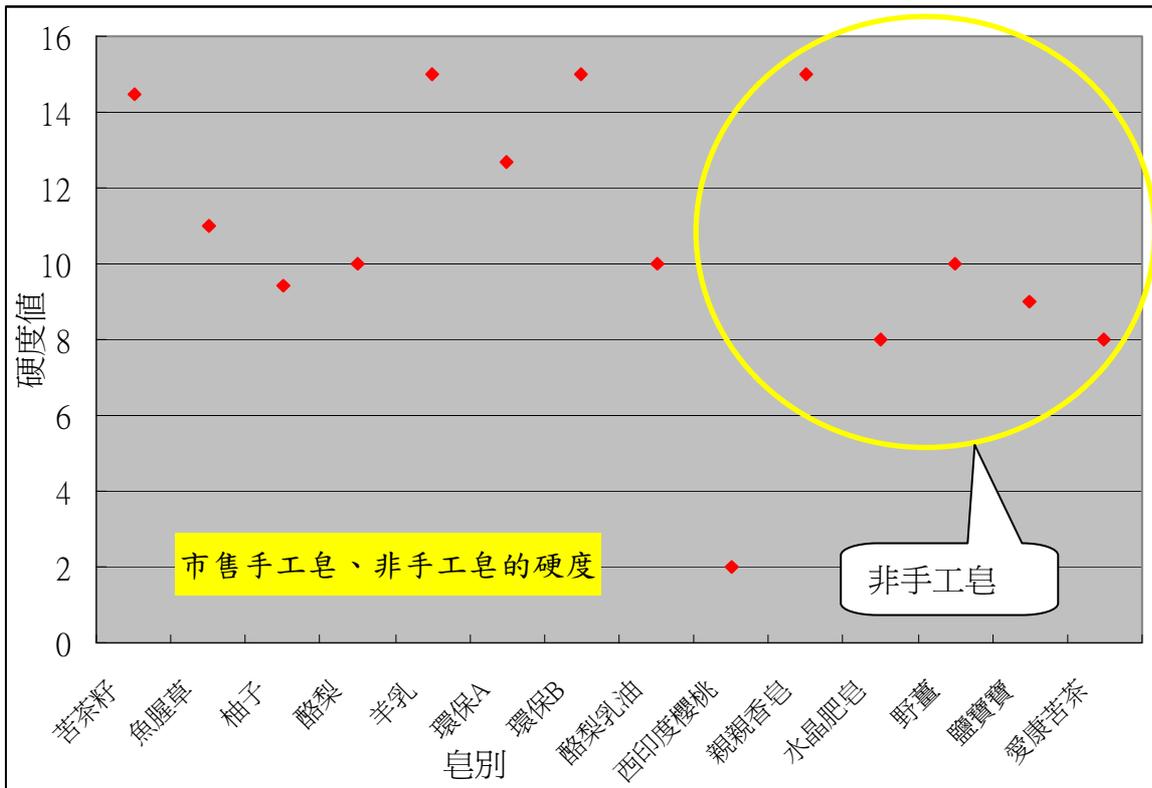


圖26 市售手工皂、非手工皂的硬度

由圖 26 看出，市售的肥皂的硬度其實範圍很大，這表示人們對硬度的接受範圍頗大。

實驗二 A 了解肥皂熟成過程中，重量的變化情形

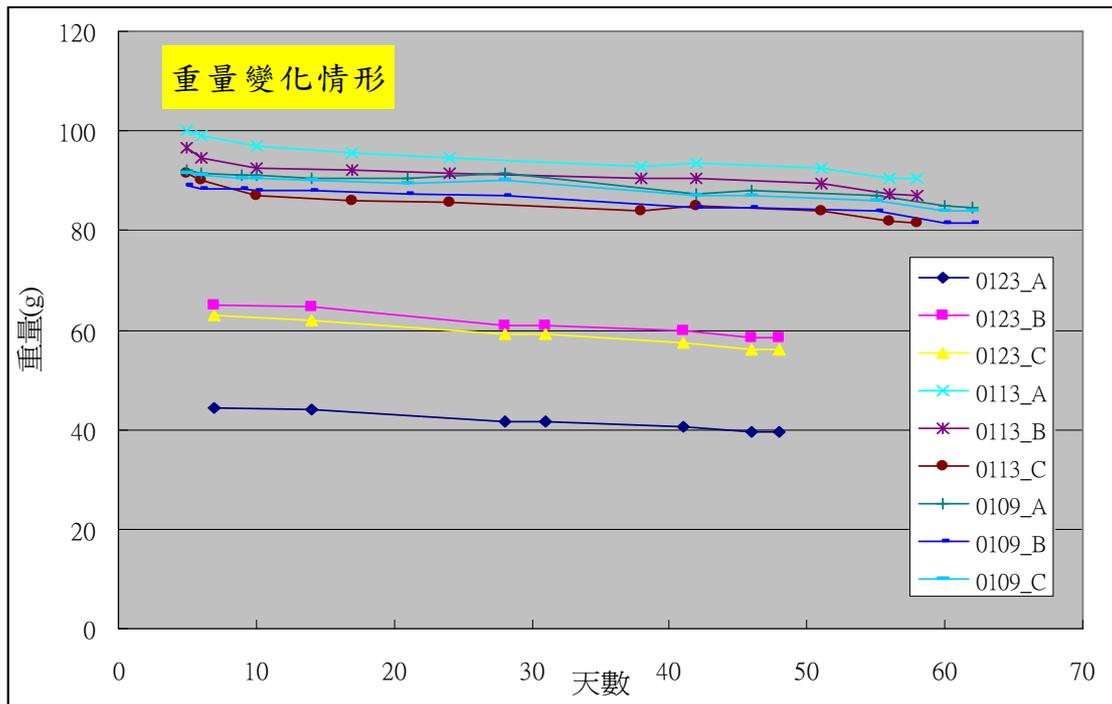


圖27 重量變化情形

由圖 27 發現在 60 天的熟成過程中，肥皂大約會減少 10 公克。

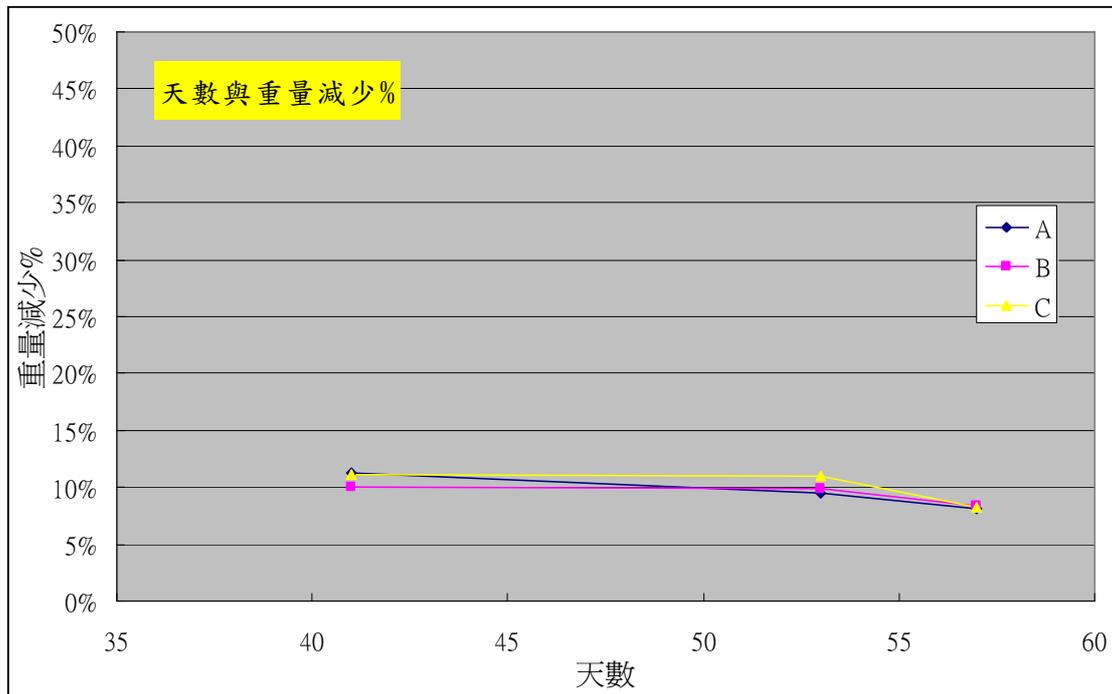


圖28 天數與肥皂減重百分比

由圖 28 可發現，60 天之中，減重約 8~10%。然而 1% 的差別，可能是 40 天~60 天的差別，也就是因為重量的減少非常接近，很難判定什麼時候是終點。

實驗二 B 了解肥皂熟成過程中，硬度變化情形

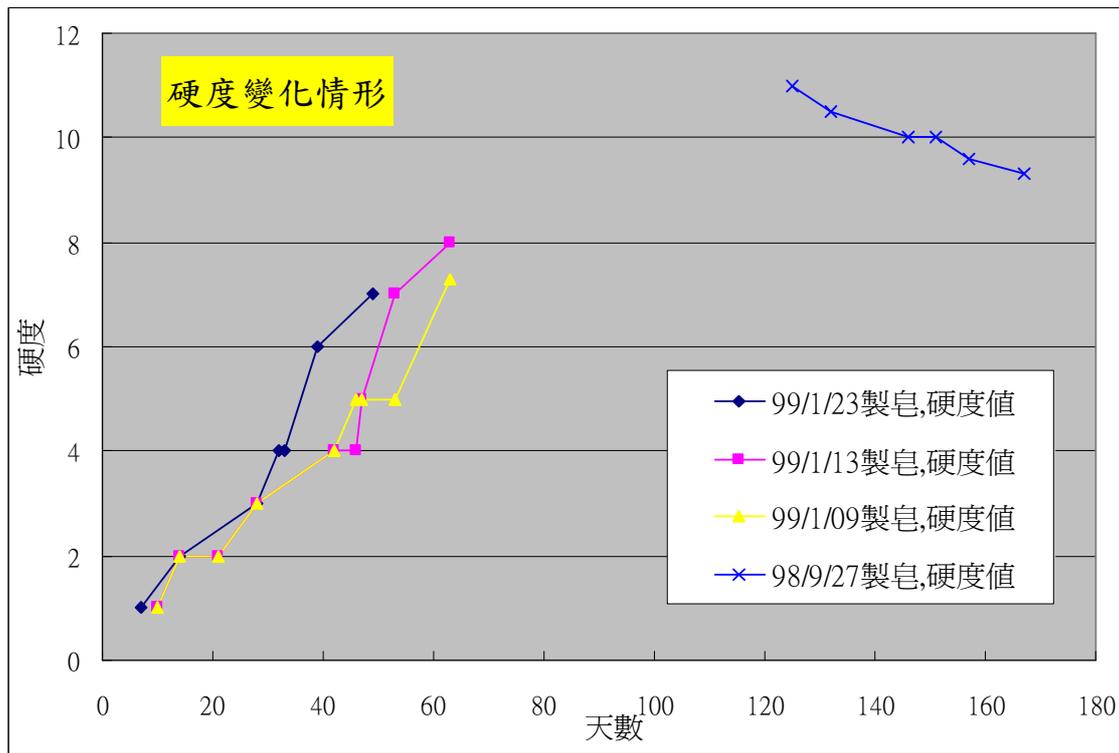


圖29 硬度變化情形

從圖 29 中可以看出，硬度有上升(變硬)的趨勢，60 天肥皂的硬度大約在 6~8，而 160 天的肥皂硬度大約在 9~10 之間。我們也把超過 120 天的皂拿來測硬度，硬度呈下降趨勢。

實驗二 C 以「SPA 法」測量肥皂內部的含水量，了解變化情形

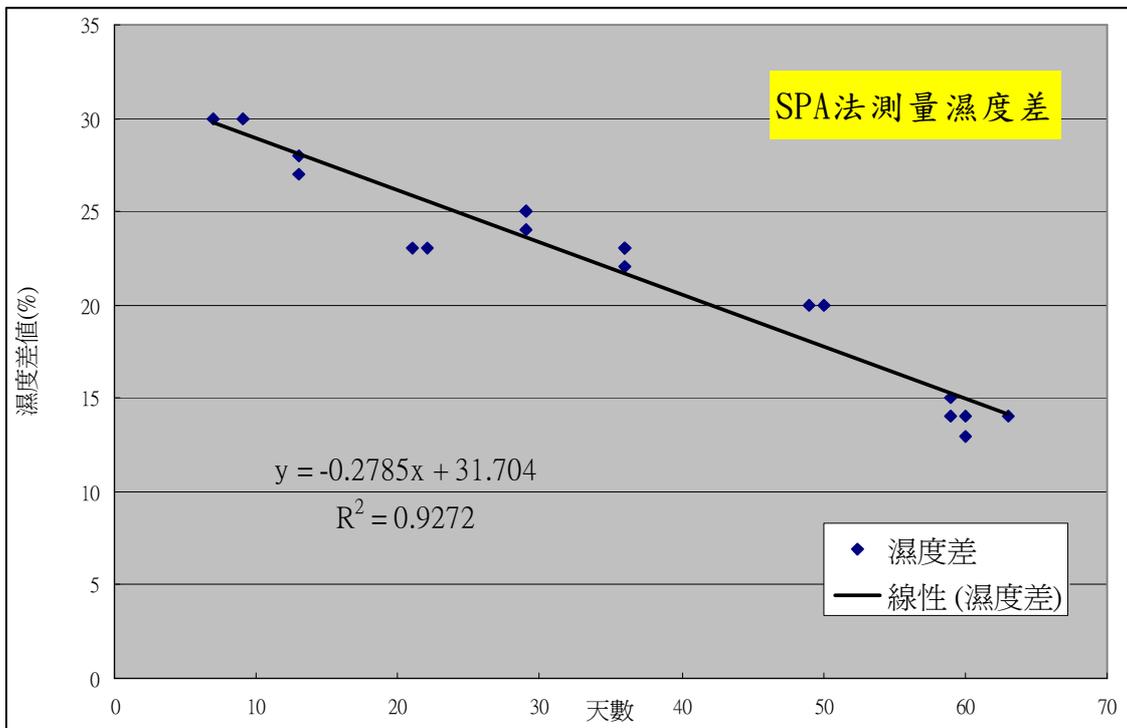


圖30 以 SPA 法了解肥皂內部的含水量

兩個濕度計顯示的濕度相減($\Delta RH\%$)，代表的意義是肥皂內部所含的水在 40°C 時被蒸出來的多寡，並不是真正的含水量。從實驗結果畫出的圖 30 看來，含水量的多少依天數的增加，很規律地下降。EXCEL 為這個趨勢提供了一個公式：

$$y = -0.2785x + 31.704 \text{ 其意義是：}$$

$$\Delta RH\% = -0.2785 \times \text{天數} + 31.704$$

這個公式讓我們能預估多少 $\Delta RH\%$ 會在幾天之後到達；反之，也可從天數推估當時應該是 多少 $\Delta RH\%$ 。

實驗三 綜合上述資料，找出肥皂熟了的具體狀態，定義此種狀態為「熟成終點」

以(圖 24)pH 值的變化而言，雖然持續下降，但 30 天、45 天、60 天的差別僅有 0.1~0.2，相差實在很有限。

以(圖 27)重量的變化而言，熟成天數增加，重量一直下降，60 天與 5 天的皂，其重量相差大約下降 10%。

以(圖 29)硬度的變化而言，整體來看，硬度處於上升的狀態，也就是「變硬」。

綜合來看，pH、重量、硬度，都有其規律性與持續性，除 pH 之外，其餘特性與實驗前猜想「應該在某個期限內趨於穩定」不相符。然而回歸到使用層面來看，人們在乎的應該是 pH 不要太高，再參考(圖 25)市售的手工皂、非手工皂的 pH 值，我們可以發現 pH 大約在 10.5 左右是人體的皮膚可以接受的酸鹼值。因此，我們認為能決定肥皂熟成終點的特性是「水」。有了這樣的想法，再以一般手工皂認定的 60 天為基準，用 SPA 法測量它的含水量，定義為「熟成終點」，我們更把手邊已經 120 天的皂拿來測含水量，結果發現二者相差不多，這使我們相信這是個恰當的選擇。依據實驗結果，這個終點可以定為 $\Delta RH\%$ 大約在 15% 的狀態。再依據濕度計說明書提供的濕度精密程度 $\pm 5\%$ ，所以 $\Delta RH\%$ 落在 10~20% 之間，都算抵達終點。

思考歷程見圖 31。

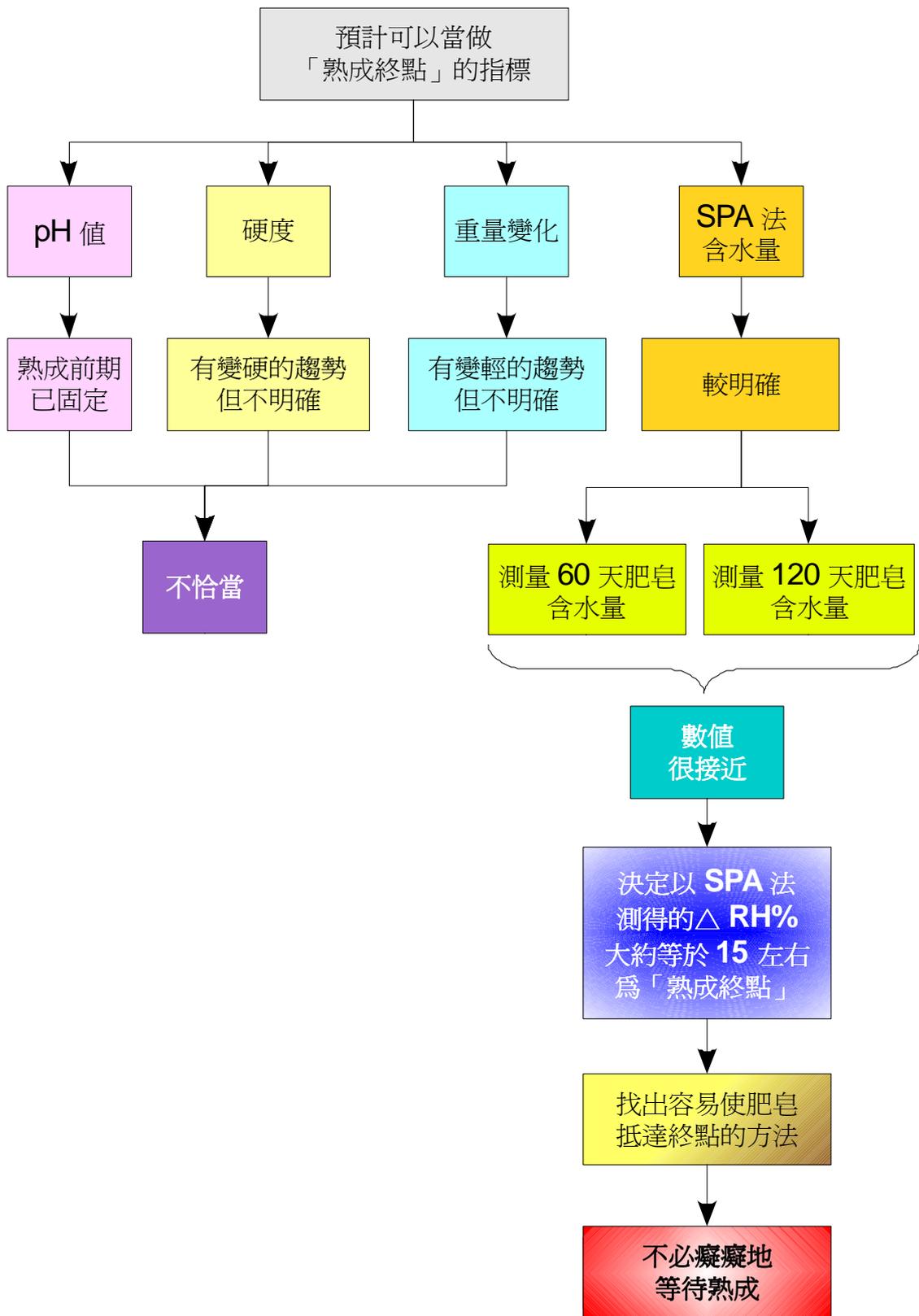


圖31 訂定「熟成終點」的歷程

實驗四 A 【吹風機法】

使用吹風機以熱風吹肥皂，吹 1 分鐘休息 1 分鐘，共 30 分鐘。

實驗四 B 【除濕機法】

將肥皂放在除濕機出風口 8 小時。

實驗四 C 【乾燥劑法】

將肥皂、除濕劑及濕度計，放置於密封罐 24 小時。

實驗四 D 【電扇法】

利用電扇吹拂肥皂 8 小時。

實驗四 E 【烤箱法】

將肥皂放置在 750W 的烤箱中 7 分鐘。

我們發現烤過的肥皂很軟，外皮也起皺，這讓我們很意外。(圖 32,33)



圖32 烤過的皂(一)

中央部份好像沒有烤到



圖33 烤過的皂(二)

外皮起皺，美觀性稍差

實驗四 A,B,C,D,E 五種方法對肥皂的處理，後來進行 SPA 法測試的數據如下表：

| | 實際天數 (A) | $\Delta RH\%$ | 依公式轉換天數 (B) | 進步幾天？ (B-A) |
|----------|-------------|---------------|----------------|----------------|
| 對照組(未處理) | 7 | 30 | 6 | -1 |
| 吹風機法 | 7 | 28 | 13 | 6 |
| 除濕機法 | 7 | 21 | 38 | 31 |
| 乾燥劑法 | 7 | 27 | 17 | 10 |
| 電扇法 | 7 | 28 | 13 | 6 |
| 烤箱法 | 7 | 26 | 20 | 13 |

[註]公式來自實驗二 C， $\Delta RH\% = -0.2785 \times \text{天數} + 31.704$

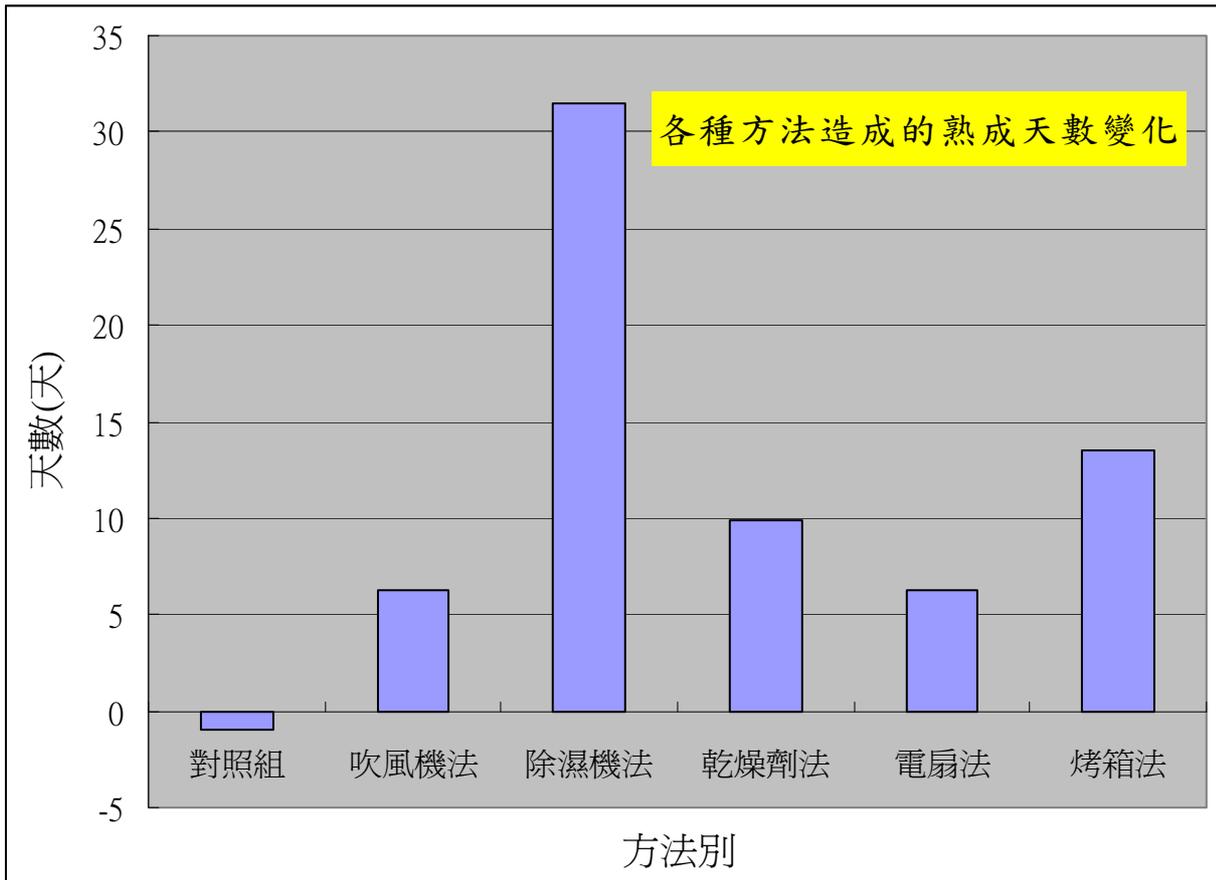


圖34 不同的方法造成的乾燥效果比較

依據上表及圖 34 的比較，可得以下結果：

1. 使用 5 種不同方法來降低肥皂含水量，和對照組相比較，其 $\Delta RH\%$ 都有下降，表示這 5 種方法都能降低肥皂的含水量。
2. 實驗中， $\Delta RH\%$ ：「除濕機法」<「烤箱法」<「乾燥劑法」<「電扇法」=「吹風機法」，表示「除濕機法」效果最好，而「電扇法」及「吹風機法」效果最不好。
3. 根據實驗，我們再就以下項目討論，
 - A.就「降低含水量效果」討論：『除濕機法』的效果最好。
 - B.就「花費時間」討論：『烤箱法』所花的時間最短。
『烤箱法』所需時間是 7 分鐘，其次是「吹風機法」，花費 30 分鐘。
 - C.就「經濟效益」討論：『乾燥劑法』花費最少。
實驗中烤箱法及吹風機法需獨自進行實驗，額外消耗電費，其餘方法可透過我們平日生活使用一起進行。
 - D.就「外觀」討論：除了『烤箱法』的肥皂變得皺皺不美觀，其餘外觀沒有太大差別。
4. 根據以上討論，我們建議使用『除濕機法』，除濕機法能有效降低肥皂的含水量，利用除濕的時候順便把肥皂放在出風口，經過八小時，它就能有 31

天的進步，雖需花費較長的時間(8 小時)，但比起以往將肥皂放置 60 天才
能達到熟成，已明顯縮短漫長的等待時間。至於運轉除濕機 8 小時所消耗
的電費，因我們是利用家中除濕時一起進行，故並不會有額外花費，且實
驗後的肥皂外觀光滑平整，因此我們建議使用『除濕機法』來縮短肥皂的
熟成時間。

實驗五 了解 SPA 法測得的 $\Delta RH\%$ 所代表的意義

實驗結果如下：

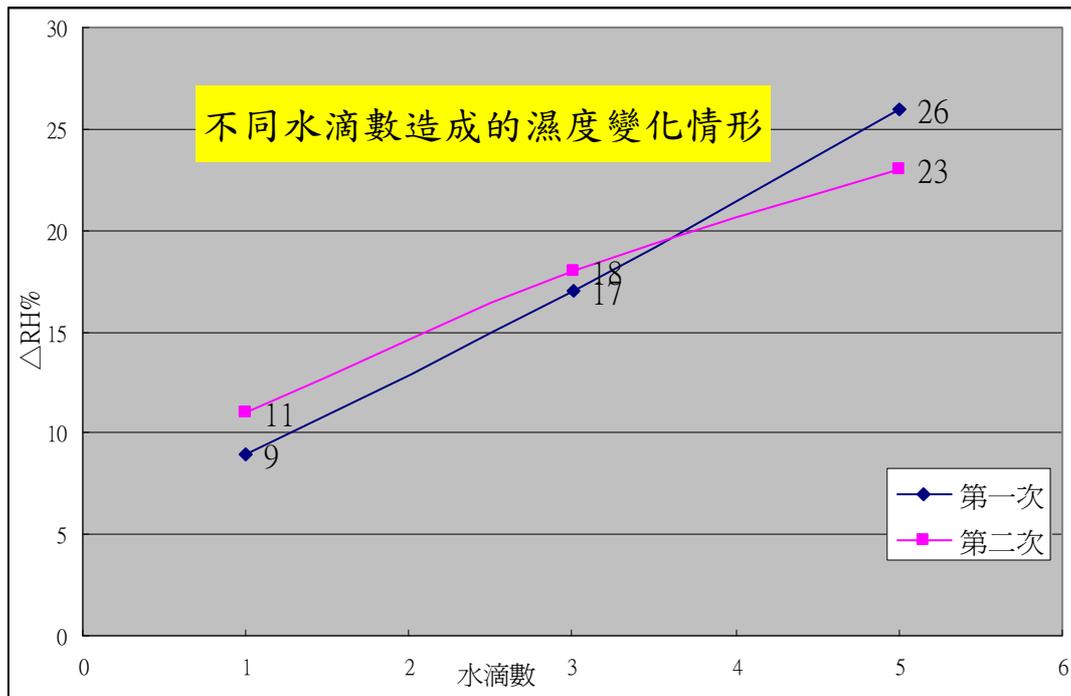


圖35 不同水滴數造成的濕度變化情形圖

由圖 35 可知，五滴水大約可以造成 23~26%的相對濕度差。再回頭看乾燥劑法使肥皂後來形
成的 $\Delta RH\%$ 是 27%，這樣大約就是有 5 滴水被蒸發出來。

陸、 討論

- 一、 因為濕度受溫度的影響很大，整個實驗裡最難的部份是在 SPA 進行前要控制溫度與濕度的時候。我們用吹風機一下吹冷風一下吹熱風，甚至泡冷水降溫…真是忙翻了。後來我們發現最難控制的是濕度，我們就把家裡的除濕機搬到自然教室，利用星期五晚上除濕，等星期六早上去學校做實驗時，門窗都關起來，這樣就很容易達到標準了。可是如果能想出更容易的方法來使兩個盒子都有一致的狀態，應該會更好。
- 二、 我們很高興 SPA 法能用來了解含水量的微小變化，它應該可以有其他用途。
- 三、 我們本來以為加熱能使肥皂裡的水快點蒸發，所以想到用烤箱，但事實上效果並不好。我們看到剛烤好的肥皂表皮有一層很像皮膚外傷痊癒的「痂」，會不會是它把毛細孔塞住以致水無法蒸發出來呢？有待以後繼續研究。
- 四、 把肥皂放在除濕機的出風口，對熟成最有幫助，我們猜想可能是除濕機的風是微微的熱風，最有利水分蒸發。這種做法適合個人製皂，又不想等太久的人。
- 五、 肥皂放置 0~60 天會慢慢變硬，而 120 天~180 天硬度卻有下降趨勢，猜想是肥皂吸收環境中的水蒸氣所導致，有待以後繼續研究。

柒、 結論

- 一、 手工製皂專書裡提到肥皂熟成在等待鹼性下降及水分散失，根據我們的實驗，鹼性並沒有太大變化，這可能是人云亦云的結果，希望他們能看到我們的報告，不要再這樣寫了。
- 二、 由肥皂熟成過程中，重量會漸漸下降，60 天之中大約減輕 10%，時間越久，下降得越多，很難判定什麼時候才算「抵達終點」。
- 三、 肥皂熟成過程中，會漸漸變硬，時間越久越硬。
- 四、 SPA 法可以了解肥皂的含水量，這是我們最得意的地方。
- 五、 把肥皂放在除濕機的出風口八小時，可使熟成速度加快，根據實驗可「進步」31 天，是很有效的方法。

捌、 參考資料及其他

1. 程奕民、穆俊龍(2008)。程老師手工皂講義。臺北縣：儷活綠色生活館。
2. 娜媽媽(2009)。自己做 100%保養級乳香皂超簡單。臺北縣：蘋果屋出版社。
3. 周嘉蘋(2008)。皂經。臺中市：中華色研出版社。
4. 洪家萱、方怡婷、董士榜、賴偉倫(無日期)。看誰吸得多—除濕劑的研究。台中縣第四十一屆國民中小學科學展覽會。
5. 相對濕度(無日期)。2009 年 11 月 18 日取自維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/相對濕度>。

【評語】 080211

能生活化取材加以連續改進自創實驗所需工具來探究，唯較深度的觀念沒有理解致解釋受影響，未來仍可改進。