

2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：手工皂配方不同所造成的溶解速度差異

一、摘要：

1. 冷製法手工皂的製作方式。
2. 瞭解皂化反應及配方對於反應後之肥皂的影響。
3. 不同配方的人工皂以水溶解的速度比較，以驗證油脂中的各式脂肪酸比例會造成肥皂性質的影響。

二、探究題目與動機

日常生活中使用一般的市售香皂可以使用到最後，但是又硬又扁清潔效果不佳，而手工皂使用上有極佳的清潔效果及保溼性，但缺點是使用到最後的手工皂會變得糊爛不好使用，老師說這是手工皂含有較多的甘油，以及不同配方的肥皂其性質會有差異，那麼到底是什麼原因造成易溶於水或容易潮濕導致糊爛的狀態，因此決定親自製作三種配方的人工皂，並進行溶解速度實驗來瞭解原因。

三、探究目的與假設

1. 假設皂化反應中，橄欖油與可可脂中的橄欖油比例越高，則肥皂成品溶於水的速度越快。
2. 假設不同油脂中的脂肪酸比例，是造成肥皂特性的關鍵。

四、探究方法與驗證步驟

皂化反應的化學反應式如下：



三脂肪酸甘油酯
(通稱為油脂)

R、R'及R''代表飽和或不飽和長直鏈烷基，有可能三者相同或三者都不相同。

依據法國馬賽皂製皂的原則，油與水的比例是72 : 28，所以我們使用油 400 g、水 156 g為基礎設計三種手工皂配方：

材料		配方1	配方2	配方3
油脂	橄欖油	400 g	360 g	320 g
	可可脂	0 g	40 g	80 g
氫氧化鈉水溶液	氫氧化鈉	50 g	50 g	50 g
	水	156 g	156 g	156 g
額外添加物	蜂蠟	12 g	12 g	12 g
	香精	12 g	12 g	12 g

氫氧化鈉的用量是以配方2的油脂，查詢其皂化價來計算：

橄欖油 72% 360 g 橄欖油NaOH皂化價 = 135.8 mg NaOH/g油

可可脂 18% 40 g 可可脂NaOH皂化價 = 140.5 mg NaOH/g油

因此完全皂化配方油所需要的純氫氧化鈉重量為

$360 \times 135.8 + 40 \times 140.5 = 54,508 \text{ mg NaOH} = 54.508 \text{ g NaOH}$

如果鹼化率(把油脂皂化反應掉的比率)要90%則

$54.508 \text{ g NaOH} \times 90\% = 49.06 \text{ g NaOH}$

本次購買的氫氧化鈉純度是99%，則實際需求用量

$49.06 \text{ g NaOH} \div 99\% = 49.6 \text{ g NaOH} \approx 50 \text{ g NaOH}$

為了固定變因，三個配方使用相同量。

註：配方中的蜂蠟幾乎不參與反應，目的是要增加肥皂的韌性較不易破碎；而香精是增添香味，但由於香精屬於溶劑，皂化過程添加下去會有突然加快化學反應的催化作用。

所選用油脂的脂肪酸含量表(%)

油脂名稱	飽和脂肪酸			單元不飽和脂肪酸		多元不飽和脂肪酸	
	硬脂酸	肉豆蔻酸	棕櫚酸	棕櫚油酸	油酸	亞油酸	亞麻酸
橄欖油	3.2%	0%	9.8%	0.6%	73.8%	11.1%	0.4%
可可脂	34.6%	0.1%	25.6%	0.2%	34.7%	3.3%	0%

脂肪酸含量不同，表示與氫氧化鈉反應後的脂肪酸鈉(肥皂)的含量也不同，顯示出肥皂的性質會有差異。

不同種類的脂肪酸形成的肥皂性質

脂肪酸	對肌膚適應性	冷水中洗淨力	溫水中洗淨力	起泡力	泡沫的持續性	完成時硬度	不易溶化變形	安定性
硬脂酸	○	△	◎	×	◎	◎	◎	◎
肉豆蔻酸	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
棕櫚酸	△	△	◎	△	◎	◎	◎	◎
棕櫚油酸	◎	◎	◎	○	◎	○	○	○
油酸	◎	◎	◎	×	◎	○	×	○
亞油酸	◎	◎	◎	○	△	×	×	×
亞麻酸	◎	◎	◎	○	△	×	×	×

◎非常好 ○好 △大致良好 ×不好

依據所查到的資料，預估配方1的手工皂因為是純橄欖油富含單元與多元不飽和脂肪酸，其肥皂性質應該是硬度較差且容易溶化變形，其次是加入較少量可可脂的配方2，最硬且較不易溶化的是配方3。

實際的冷製法手工皂靜置4周後試驗

試驗項目性質	配方1	配方2	配方3
2g肥皂完全溶於200ml水溶液的速度 註：使用固定速度的攪拌器	37分10秒	40分28秒	46分53秒
肥皂表面以pH試紙量測	pH 9.5	pH 9.4	pH 9.3

依據實驗結果，驗證假設1「皂化反應中，橄欖油與可可脂中的橄欖油比例越高，則肥皂成品溶於水的速度越快。」成立。

依據實驗結果，因為配方2、配方3添加了可可脂，使整體油脂的脂肪酸比例不同，驗證假設2「假設不同油脂中的脂肪酸比例，是造成肥皂特性的關鍵。」成立。

五、結論與生活應用

1. 我們實驗的結果驗證了製作手工皂時，不同種類的油脂配方，因為其脂肪酸比例不同，將造成完成品肥皂的性質有不同的差異，使用後的肌膚感受也會不同，這樣的成果可以應用在不同膚質或不同季節，所調配的手工皂配方油要不一樣，例如：
 - 油性膚質/夏季 鹼化率95%
 - 中性膚質/春秋季節 鹼化率90%
 - 乾性膚質/冬季 鹼化率85%
2. 依據實驗結果及所查到的資料，製作手工皂可以用來驗證市售調和油單元不飽和脂肪酸與多元不飽和脂肪酸的比例，若是單元不飽和脂肪酸比例高，則應該可以做出固體肥皂型態，多元不飽和脂肪酸比例高，則固體肥皂難以成型，或者肥皂容易氧化(不安定)。

參考資料

1. 純天然手工香皂/前田京子原著，三悅文化圖書出版，2004年5月
2. 皂化反應-維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9A%82%E5%8C%96%E5%8F%8D%E5%BA%94>