

# 中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

國小組 生活與應用科學科(二)

佳作

082902

「馬」到成功—馬鈴薯家事皂研究

學校名稱：臺南市中西區成功國民小學

作者：	指導老師：
小六 邱郁甯	葉瑜真
小六 陳柏羽	蔡佩錚
小六 吳星霏	
小六 余婕綺	
小六 陳玠澂	

關鍵詞：手工皂、馬鈴薯、去油力

## 摘要

手工皂成分天然、無人工添加物，其中馬鈴薯家事皂適合做家事清潔使用，因為添加澱粉可以增加去油力，本研究想自己做出**具有清潔效果且可以滋潤手部的家事皂**。為了避免測試的誤差，找出最佳的配方，我們用自製裝置在熟成期間進行測試，有**測試硬度的單擺打擊裝置**、**測試起泡力搖晃皂液**及**去油力時混和油和皂液的旋轉裝置**、**測試清潔力的刷洗裝置**。最後，我們得到了以下發現：

- 一、最佳配方：**椰子油 210 克、橄欖油 210 克、氫氧化鈉 67 克、純水 134 克，加入 80 克馬鈴薯泥**。
- 二、實驗發現：**家事皂加入馬鈴薯泥可以增加去油力**；除了馬鈴薯，**皂液加入紫薯或芋頭也有好的去油表現**；**當橄欖油占比較高**，雖然打皂花較多時間，但滋潤感極佳，使用者也給予正面評價。

## 壹、前言

### 一、研究動機

我的家人做家事時容易產生富貴手，可能是使用的清潔劑並非天然材料製作、使用者本身皮膚敏感、手部過於乾燥等原因。手工皂成分天然、無人工添加物，其中馬鈴薯家事皂適合做家事清潔使用。於是，我和同學進行研究，想自己做出馬鈴薯家事皂，並嘗試用其他常見澱粉做出具有去汙效果且可以滋潤手部的家事皂。

### 二、研究目的

- (一) 了解市售家事皂的清潔效果
- (二) 探討**不同馬鈴薯泥的量**對家事皂的清潔效果影響
- (三) 探討**添加不同種類的含澱粉根莖類**對家事皂清潔效果的影響
- (四) 探討**不同椰子油和橄欖油所占的比例**對家事皂清潔效果的影響

### 三、文獻探討

#### (一) 馬鈴薯家事皂

製作手工皂的科學原理是皂化反應，油脂和鹼劑產生甘油和皂鹽，甘油具有滋潤效果，皂鹽有清潔效果。**本研究的鹼劑是氫氧化鈉，使用椰子油和橄欖油兩種油品**，椰子油屬於硬油，能加強清潔效果；橄欖油屬於軟油，具有滋潤效果。



圖 1 皂化反應  
本頁圖片研究者自行繪製

肥皂在水中的結構有親油端和親水端，親油端可溶於油汙，親水端可溶於水，達成清潔的目的。原理說明如下圖：

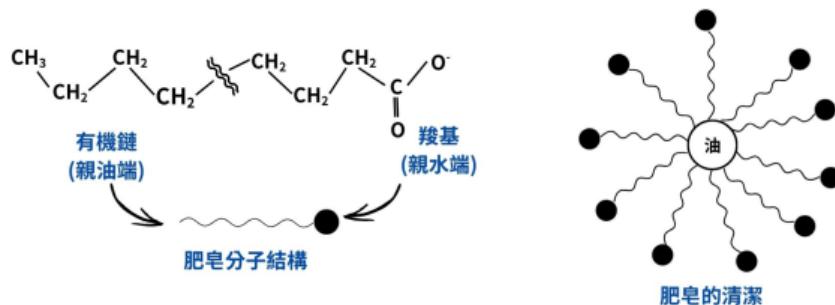


圖 2 肥皂的清潔

清潔劑分成合成清潔劑和手工皂，製作手工皂的方法分成（1）熱製法（2）冷製法（3）融化再製法（4）再生皂。

熱製法屬於持續性的加熱，製作時間很短，大約二個小時即可完成。冷製法使用低溫製作，缺點便是製作時間非常長，至少必須等待二至八週即可完成。融化再製法是將植物性甘油皂基融化後，隨心所欲創作的皂。再生皂是將已做好的冷製法手工皂刨成絲，重新加入一定比例的水或牛奶再次加熱，再重新變化，灌模的一種方法。而**本次研究所採用的製皂方法為冷製皂**。

手工皂的優點是**保護皮膚**、**保護環境**、**保濕能力佳**和**不含防腐劑**，如右圖。

根據手工皂的用途，可以分成五種類別：

- (1) 用於清潔臉和身體的美肌潔顏皂
- (2) 讓身體不乾癢的溫和潔膚皂 (3) **不添加化學藥劑的居家清潔皂** (4) 擠壓更方便的天然液體皂，以及 (5) 有美麗圖紋的造型渲染皂 (整理自娜娜媽，2016)，**本研究製作的是居家清潔皂**。

馬鈴薯家事皂就是在打好的皂液 (trace 狀態) 加入馬鈴薯泥，**馬鈴薯中的澱粉有較大的凡得瓦力，可以幫助吸附油汙**，因此，加入馬鈴薯泥後，可增加手工皂的清潔力以及去油力。本研究除了使用馬鈴薯，我們想了解添加不同種類的含澱粉根莖類是否會影響家事皂的清潔效果，我們整理常見的含澱粉根莖類的每 100 克的澱粉含量如下表：



圖 3 清潔劑分類



圖 4 手工皂的優點

本頁圖片研究者自行繪製

表 1 常見的含澱粉根莖類的每 100 克的澱粉含量表

名稱	馬鈴薯 (台農一號)	金時甘藷 (栗子地瓜)	山藥	芋頭 (檳榔心芋)	黑栗南瓜 (栗子南瓜)	芋心甘藷 (紫薯)
外觀						
澱粉含量 (g)	15.8	31.3	17.8	26.4	20.7	16.1

資料來源：衛生福利部食品藥物管理署食品營養成分資料庫

圖片來源：研究者自行拍攝

## (二)相關研究分析

來源	研究名稱	研究內容
全國科展 第 50 屆	肥皂熟了，水知道	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 了解在熟成的過程中，肥皂鹼性、硬度以及水分的變化情形</li> <li>■ 找出「肥皂熟了」的「終點」，並找出能使肥皂快點抵達終點的方法。</li> </ul>
全國科展 第 58 屆	乾坤再造~不一樣的皂化	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 比較自製的肥皂是否因為降低 pH 值，影響了肥皂與油反應後的乳化程度及抗菌程度</li> <li>■ 嘗試降低肥皂的 pH 值。</li> </ul>
全國科展 第 60 屆	打「皂」健康人生~自製防疫抗菌手工皂	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 學習製作手工皂，觀察皂化現象的過程</li> <li>■ 並探究影響皂化現象的相關因素</li> <li>■ 希望能做出具有殺菌效果的手工皂。</li> </ul>
全國科展 第 61 屆	有球必淨-探討液態皂球製作	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 自製環保洗手皂球以及手工液態皂</li> <li>■ 探究不同皂化方式的影響</li> <li>■ 做出具有抗菌效果的皂球。</li> </ul>
本研究	「馬」到成功－馬鈴薯家事皂研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 製作具清潔力和滋潤效果的家事皂</li> <li>■ 將不同份量馬鈴薯泥、不同種類的澱粉根莖類加入打好的皂液</li> <li>■ 用不同比例的油品製作皂液</li> <li>■ 在皂熟成期間用自製裝置測試皂的硬度、pH 值、起泡力、去油力和清潔力</li> <li>■ 透過不同容量的油和皂液了解自製手工皂的去油能力。</li> <li>■ 熟成後和市售皂進行比較，給家人做家事使用，找出最佳的家事皂配方。</li> </ul>

本頁照片研究者或指導教師自行拍攝

## 貳、研究設備及器材

以下是製作家事皂使用的材料、器材和自製測試裝置。

### 一、家事皂材料

椰子油	橄欖油	氫氧化鈉	純水	馬鈴薯
				
金時甘藷	山藥	芋頭	黑栗南瓜	芋心甘藷
				

### 二、研究器材

削皮器	陶瓷刀	電子秤	不鏽鋼盤	不鏽鋼盆
				
量杯	不鏽鋼杯	紅外線溫度計	計時器	攪拌刮刀
				
電動攪拌器	口罩	護目鏡	抗酸鹼手套	薄外套
				
方形皂模	通風盒子	智高積木	自製單擺打擊裝置	自製旋轉裝置
				
自製刷洗裝置	滴管	廣用試紙	pH 檢測計	調理油
				
拋棄式試管	試管架	食用色素	攪拌工具	游標尺
				

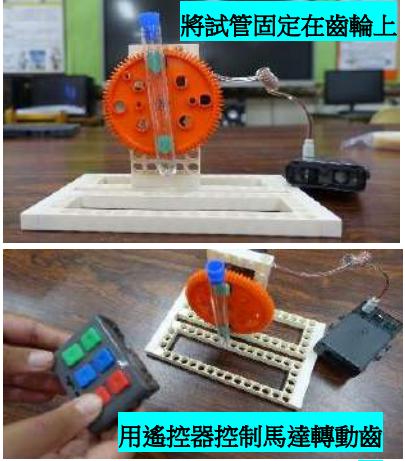
本頁圖片研究者自行拍攝

### 三、自製測試家事皂裝置

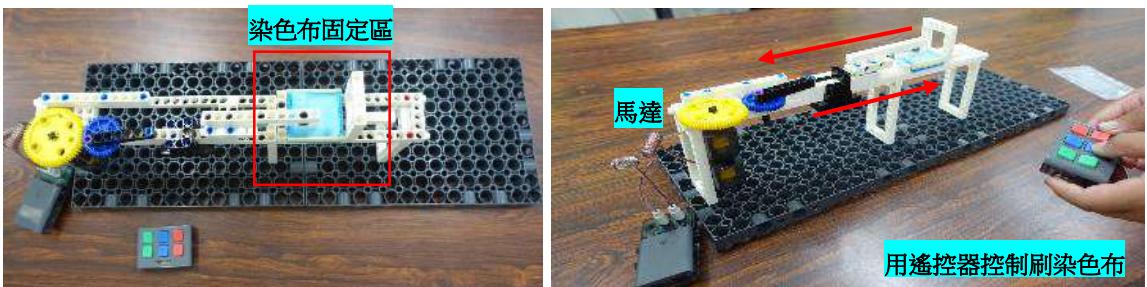
#### (一) 自製單擺打擊裝置

自製單擺打擊裝置	
 <p>單擺拉到最高點</p> <p>固定手工皂位置</p> <p>鉸子</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 製作方式：使用智高積木製作，將鉸子固定在單擺末端。</li><li>■ 功能：<b>測試家事皂硬度</b>。</li><li>■ 操作方式：將家事皂固定在指定位置，將單擺拉到最高點後自然落下，用游標尺測量鉸子沒插入皂的剩餘長度。</li></ul>

#### (二) 自製旋轉裝置

自製旋轉裝置	
 <p>將試管固定在齒輪上</p> <p>用遙控器控制馬達轉動齒</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 製作方式：使用智高積木製作，透過一顆智高馬達作為動力，使試管旋轉。當試管中的皂液被帶到最高點時，由於重力的作用，皂液會回到最低處，再被帶到最高點，達到搖晃效果。</li><li>■ 測試時先用電池檢測器進行電壓確認，確保裝置遙控器和馬達電量不會過低影響測試。</li><li>■ 功能：<ul style="list-style-type: none"><li>(1) <b>測試家事皂去油力</b>，透過轉動試管讓油和皂液混和。</li><li>(2) <b>測試家事皂起泡力</b>，藉由轉動搖晃試管中的皂液，產生泡泡。</li></ul></li></ul>

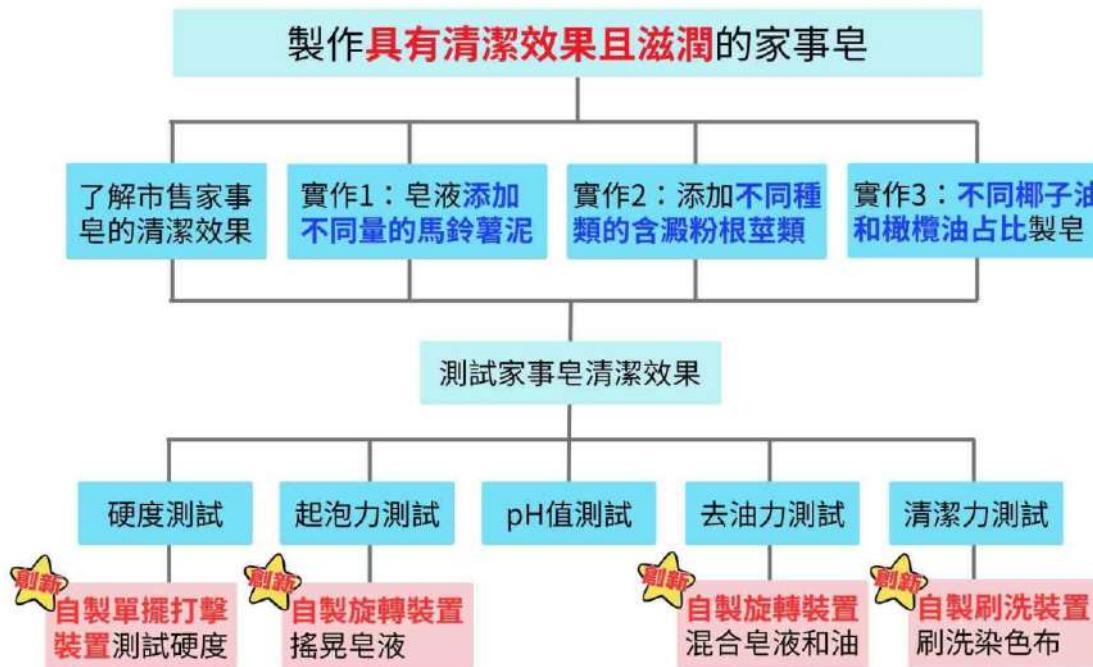
#### (三) 自製刷洗裝置

自製刷洗裝置	
 <p>染色布固定區</p> <p>馬達</p> <p>用遙控器控制刷染色布</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 製作方式：使用智高積木製作，透過兩顆智高馬達作為動力，<b>利用齒輪與偏心軸的原理</b>，使牙刷來回前後運動，刷洗放置固定位置的染色布。</li><li>■ 測試時先用電池檢測器進行電壓確認，確保裝置的遙控器和馬達電量不會過低。</li><li>■ 功能：<b>測試家事皂清潔力</b></li></ul>

本頁圖片研究者或指導老師拍攝

## 參、研究過程或方法

### 一、研究架構圖



### 二、家事皂製作步驟

鹼水倒入油中混合，打至濃稠狀(light trace)後，加入添加物（含澱粉根莖類）混合均勻



圖 5 皂液製作說明

本頁圖片及照片研究者自行繪製及拍攝

### 三、測試家事皂

#### (一) 硬度測試

1. 家事皂固定在指定位置，將單擺拉到最高點後自然落下，用游標尺測量錐子沒插入家事皂的深度，再用統計軟體計算插入深度，**本研究插入最深(12mm)和量測深度的差值**是我們記錄的硬度。
2. **避免測量誤差，測量者固定同一人**，使用自製裝置進行測試時，將皂貼齊裝置邊緣，單擺拉至固定點（最高點），測3次求平均值。



圖 6 單擺拉到最高點  
圖 7 記錄剩餘長度

#### (二) 製作皂液

1. 調製皂液的標準化：
  - (1) **削皂絲位置**：我們削皂時發現皂的外層跟裡面摸起來的乾燥程度不同，避免內外層熟成程度不同影響結果，除了外層的皂絲、也取內層皂絲。
  - (2) **攪拌方式**：進行電動攪拌器與人工攪拌的比較，發現電動攪拌器會產生大量的泡沫，會影響後續的測試，故採用人工攪拌的方式進行。
  - (3) **皂與純水的比例**：我們研究以前別人做過的實驗，實測確定能完全溶解後，確認皂液的濃度。
2. **用削皮器削家事皂絲 10g 放置於透明的玻璃燒杯，加入純水 200g 製成皂液，使用玻棒進行攪拌。**
3. 為避免誤差，每次由同一人攪拌皂液，攪拌時間固定 5 分鐘均勻攪拌，為確認皂有充分溶解，會有兩位觀察者，進行溶質的溶解情形判斷，兩人都確認皂充分溶解後才完成攪拌，而因為自製的手工皂會有部分的雜質，為避免影響後續施測的數值，會使用濾紙過濾雜質，最後完成皂液。



圖 8 製作皂液  
圖 9 過濾皂液

#### (三) pH 值測試

1. 將皂液滴於廣用試紙上，觀察試紙的顏色變化，以判斷 pH 值。另外，觀察者每次共三位，以避免僅有一人所產生的觀察者誤差。
2. **使用 pH 檢測計 (PH5011A) 測試皂液 pH 值**：校正後使用，使用後用純水沖洗。



圖 10 廣用試紙測量 pH 值



圖 11 比對 pH 值



圖 12 測試皂液 pH 值



圖 13 用純水沖洗

本頁照片研究者或指導教師拍攝

## (四) 去油力(乳化程度)測試

去油力就是皂液對油脂的包覆能力，我們將調和油和皂液滴入試管，用自製旋轉裝置轉 30 秒，靜置 24 小時後測量分層狀況或乳化程度。為避免測量誤差，每種家事皂進行 3 次的去油力測試，使用游標尺來測量每一分層的高度，取平均值。

### 搖晃後分層狀況和結果說明

搖晃後的分層狀態說明如下圖，搖晃後靜置 24 時會有明確分層可以觀察，去油力較好的皂具有將去油力測試中的油脂包覆的能力，不會有最上層的透明油層。



圖 14 混合油和皂液 圖 15 觀察油水分層狀況

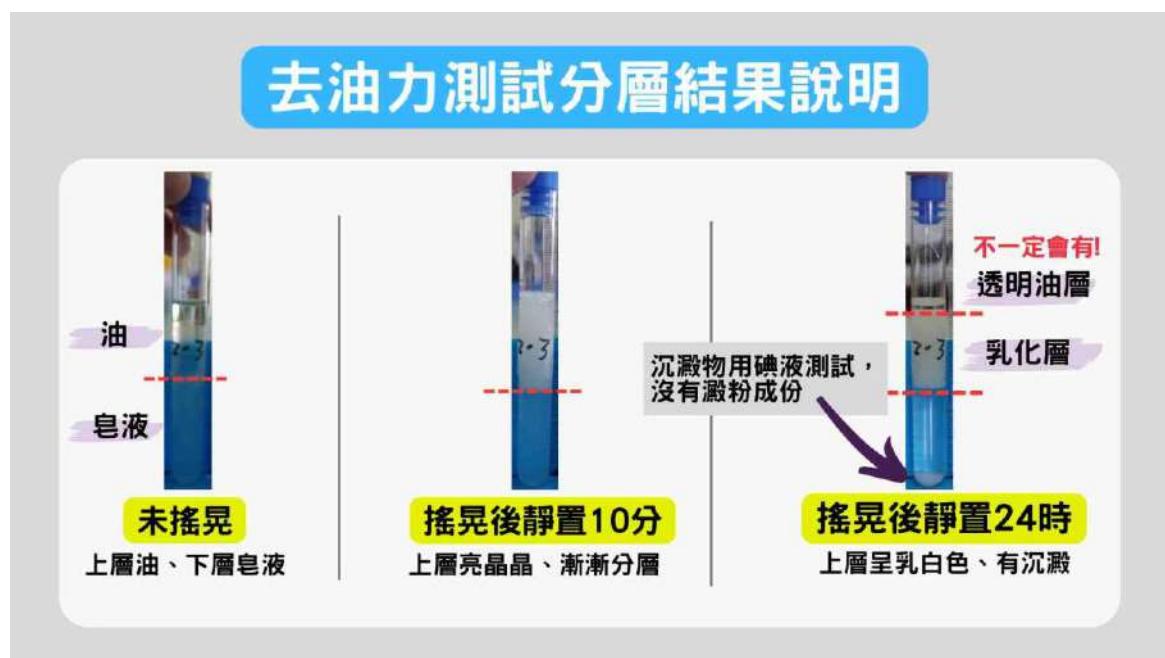


圖 16 搖晃後分層狀況和結果說明

本研究分為兩階段的去油力測試，**第一階段**使用等量的調和油(3ml)和皂液(3ml)，為了更了解家事皂的去油效果，若於熟成時測時結果沒有出現透明油層，會進行第二階段的去油力測試，**加入更多容量的油測試皂對油的包覆力**。

## (五) 起泡力測試

皂液(6ml)倒入試管測量起始的泡泡高度，用自製旋轉裝置搖晃試管中的皂液 2 分鐘。每次測試皆由同一位測量者負責，進行 3 次的測量，於搖晃後立即進行量測泡泡高度並拍照，**搖晃前後的泡泡高度差**就是起泡力我們記錄的起泡力。



圖 17 用自製裝置轉皂液 圖 18 紀錄泡泡高度

本頁照片研究者或指導教師拍攝

## (六) 清潔力測試

1. **製作染色布**：將白色純棉布剪成 5cm x 5cm，再將棉布放入色素水溶液（水 140ml、20 滴藍色色素）中浸泡 8 分，晾乾後完成染色布。
2. **確認自製裝置效果**：確認使用的染色布染色均勻後，使用自製刷洗裝置進行清潔力的前測，於裝置刷洗的前後，我們在染色布上放標記有編號 1、2、3 的透明片，並拍攝色號。在多次觀察刷子的刷洗情形及染色布的變化狀況後，發現編號 2 的所在處，是刷子來回刷洗較充分均勻的區域，於是確定**以編號 2 位置的範圍作為取色點**，以避免取色誤差。
3. **清潔力測試**：
  - (1) **測試環境控制**：在固定的教室，將測試裝置放置在相同實驗桌和光源下，由同一位測試者啟動刷洗裝置。
  - (2) **刷洗前**：把染色布浸泡在皂液(200ml)10 秒後，由同一位測試者使用 APP(Color Picker AR : Grab Palette)，記錄刷洗前編號 2 位置的色號。
  - (3) **刷洗後**：使用自製刷洗裝置刷洗 3 分鐘，由同一位測試者使用 APP 記錄刷洗後編號 2 位置的色號。
  - (4) **計算顏色差異**：找出刷洗前後色號的 RGB 值，**分別計算 R、G、B 三個值刷洗前後的差數平方，相加後為刷洗前後的顏色差異** ( $\Delta RGB^2$ )，數字越大代表清潔效果越好，計算公式如下：。



圖 19 製作染色布



圖 20 確認取色點



圖 21 刷洗染色布



圖 22 計算顏色差異

$$\Delta RGB^2 = (R_2 - R_1)^2 + (G_2 - G_1)^2 + (B_2 - B_1)^2$$

$\Delta RGB^2$ ：顏色差異， $R_1$ 、 $G_1$ 、 $B_1$ ：刷洗前的RGB值， $R_2$ 、 $G_2$ 、 $B_2$ ：刷洗後的RGB值

## (七) 熟成皂實際使用和評比

我們將熟成的家事皂讓家人實際做家事使用，在同樣的使用情境下試用我們製作的家事皂，並針對**觸感**（皂體和泡泡）、**去油力**、**清潔力**、**起泡力**和**滋潤感**分別描述和評比。使用情境如下：

表 2 熟成家事皂實際使用情境

試用者	A 組員媽媽	B 組員媽媽	C 組員爸爸	D 組員媽媽	E 組員媽媽
情境	洗衣服	洗沾滿油的手	洗擦廚房和餐桌的抹布	洗碗盤	洗碗、洗襪子、廁所地板

本頁照片研究者或指導教師拍攝

## 肆、結果與討論

### 一、測試市售家事皂

(一) 實驗想法：想知道市售手工皂清潔效果。

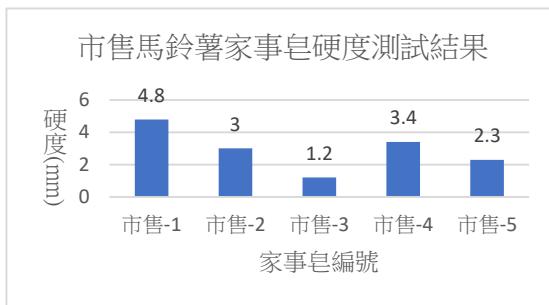
(二) 實驗設計：市售的手工皂有很多種，我們從網路平台找了政府免工廠登記且評價良好的商家，根據店家說明選擇了具清潔效果又滋潤的五個家事皂，如下表：

表 3 市售家事皂編號和資訊整理表

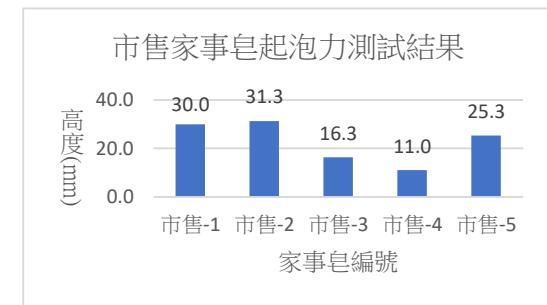
編號	市售-1	市售-2	市售-3	市售-4	市售-5
外觀					
店家	四○製皂	曼○手工皂	卓○愛象	蓁○皂坊	皂○子工坊
家事皂	小蘇打家事皂(加玉米粉)	強效馬鈴薯家事皂	100%椰子油馬鈴薯家事皂	馬鈴薯茶樹酵素家事皂	馬鈴薯家事皂
油品 鹼劑 添加物	椰子油、棕櫚油、橄欖油、純水、氫氧化鈉、小蘇打粉、玉米粉	椰子油、米糠油、芥花油、氫氧化鈉、純水、新鮮馬鈴薯榨汁、冷壓橘油	椰子油、馬鈴薯泥、氫氧化鈉	椰子油、葵花油、馬鈴薯、檸檬酵素、茶樹精油、橘子油、氫氧化鈉	椰子油、棕櫚油、馬鈴薯汁、純水、氫氧化鈉
售價	51 元/100g	43 元/100g	80 元/100g	66 元/100g	100 元/100g

(三) 測試結果：

#### 1. 硬度



#### 2. 起泡力



由圖表來看，市售-1 的硬度最高，市售-3 的硬度最低。市售-2 的泡泡高度最高，起泡力最好。市售-4 的泡泡高度最低，起泡力最差。

#### 3. pH 值

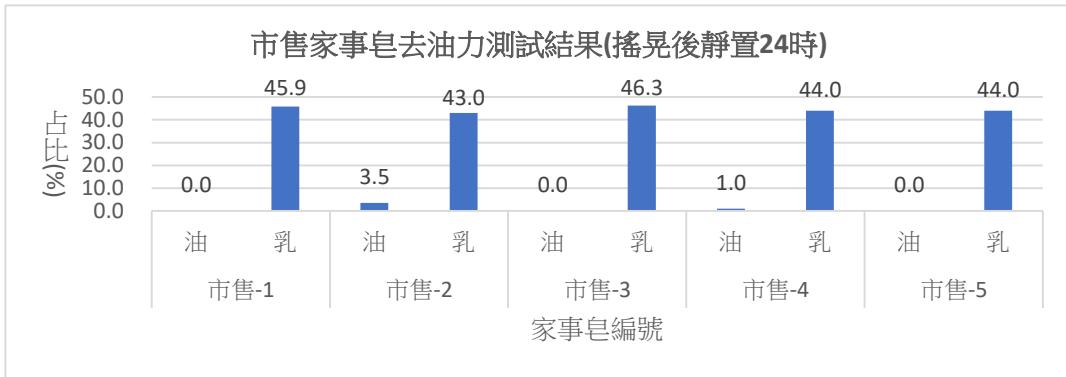
表 4 市售皂 pH 值測試結果

編號	市售-1	市售-2	市售-3	市售-4	市售-5
pH 值	9.68 	9.59 	10.03 	10.14 	10.01 

本頁照片研究者或指導教師拍攝

- 家事皂 pH 值在 9.59 至 10.14 之間，我們查資料家事皂對皮膚溫和且安全的範圍在 [pH8 到 10 之間](#)，詢問店家店家表示以自己製作的經驗，家事皂和其他洗澡用手工皂相比，pH 值會比較高，而我們測試得到的結果屬於正常範圍。

#### 4. 去油力



- 市售-3 的去油力最佳，沒有透明油層、乳化層占比最高；市售-2 和市售-4 有透明油層，皂無法完全包覆油脂產生透明油層，去油力較差。

#### 5. 清潔力



- 市售-2 的顏色差異最高，市售-5 的顏色差異最低。

#### 6. 相關知識詢問

除了測試市售皂，我們也對手工皂製作和熟成提出問題，以下整理自店家回應

**賣場標示有免工廠登記，是對皂的檢驗游離鹼之類的結果為參考嗎？**

- 店家回答：是針對製作環境及設備，為了確保製作環境符合標準。而檢驗游離鹼有的店家會自行送檢，但是不可能每一批都送檢，所以最重要的還是**製作的穩定度**。

**會怎麼判斷手工皂已經熟成？**

- (1) **店家(卓)**：製作成功不需要放很久測試機會達到 pH8~10 可用的狀況，不過會**放到皂體夠堅硬才稱為熟成**。
- (2) **店家(曼)**：脫模以後晾皂 1~2 個月，**會受環境濕氣影響**，若是室內有除濕機會加快，會用試紙測 pH 值。
- (3) **店家(四)**：熟成時間會因配方不同，熟成是讓**油鹼混合穩定、散發多餘水分**（讓皂更硬實），測試方法分成看 pH 值和酚酞指示劑兩種。
- (4) **店家(皂)**：依照配方**進行溫溼度控制一個月**。

## 二、 實作一：皂液添加不同量的馬鈴薯泥對家事皂清潔效果的影響

(一) 實驗想法：在家事皂中添加馬鈴薯泥能增加清潔效果，我們想了解在打好的皂液添加不同重量的馬鈴薯泥對家事皂清潔效果的影響。

(二) 實驗設計：

- 油品：椰子油 336g、橄欖油 84g，共 420g
- 鹼水：氫氧化鈉 73g 和純水 96g
- 添加物：馬鈴薯泥（馬鈴薯和純水的比例 8:5）

皂液打好後加入不同量的馬鈴薯泥，如下表：

表 5 實作一家事皂編號及馬鈴薯泥重量表

編號	皂 1-1	皂 1-2	皂 1-3	皂 1-4	皂 1-5
馬鈴薯重量(g)	0	40	80	120	160

(三) 實驗結果：

### 1. 家事皂外觀

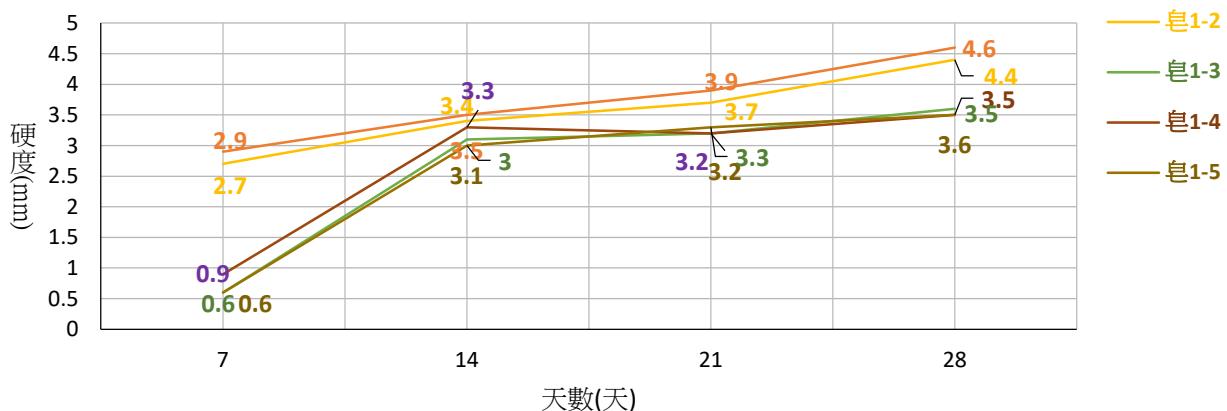
- 皂 1-1 表面最光滑，  
皂 1-5 表面最粗糙。
- 製作過程中，皂 1-1 很好攪拌而且量最少，可以輕鬆倒入皂模。皂 1-5 很濃稠且量最多，放入皂模時要用挖的。



圖 23 實作一家事皂外觀

### 2. 熟成過程硬度變化

皂液添加不同量的馬鈴薯泥-家事皂硬度變化



- 從第 7 天到第 28 天的測試結果，家事皂硬度增加，第 7 天到第 14 天的硬度變化最大。
- 從 28 天的測試結果，加入馬鈴薯泥會影響家事皂硬度，有加馬鈴薯泥硬度會下降。

本頁照片研究者或指導教師拍攝

### 3. pH 值

#### 使用廣用試紙和檢測計測試

使用廣用試紙測試脫模後連續四週皂液的 pH 值，但從第 7 天開始就是綠色，難以觀察 pH 值變化。

查閱文獻後，改用 pH 檢測計測試實作一家事皂（脫模超過 28 天）的皂液 pH 值，如下表。

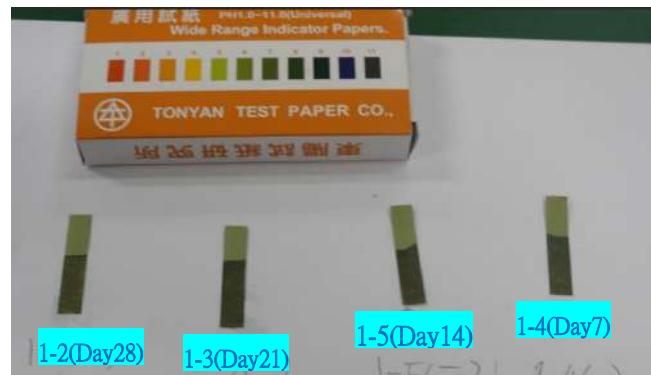


圖 24 廣用試紙測試 pH 值結果

表 6 實作一家事皂(熟成)pH 值

編號	皂 1-1	皂 1-2	皂 1-3	皂 1-4	皂 1-5
pH 值	9.65 	9.84 	9.89 	9.81 	9.87 

#### 脫模後的家事皂 pH 變化

為了更清楚 pH 值的變化情形，我們重新打了兩份皂，分別是皂 1-1 和皂 1-4，從脫模第一天到第七天連續進行 pH 值測試，得到下表的結果。

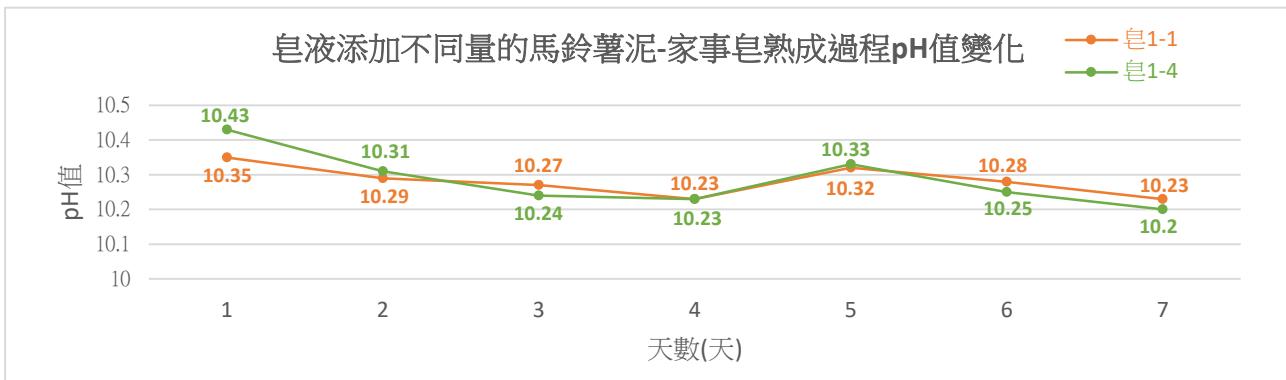
表 7 皂 1-1 脫模後七天 pH 值

天數	1	2	3	4	5	6	7
pH 值	10.35 	10.29 	10.27 	10.23 	10.32 	10.28 	10.23 

表 8 皂 1-4 脫模後七天 pH 值

天數	1	2	3	4	5	6	7
pH 值	10.43 	10.31 	10.24 	10.23 	10.33 	10.25 	10.20 

本頁照片研究者或指導教師拍攝



從第一天到第七天的結果可以發現，皂的 pH 值整體呈下降趨勢，且添加馬鈴薯泥對皂的 pH 值影響不大。

#### 使用除濕法加速熟成 pH 變化

我們參考第五十屆科展「肥皂熟了，水知道」，使用除濕機加速皂的熟成，使用店家提到常用檢測手工皂熟成的酚酞、手工皂熟成試劑（通過檢測皆呈現無色），並記錄熟成後的 pH 值變化。



圖 25 放除濕機出風口



圖 26 手工皂熟成試劑



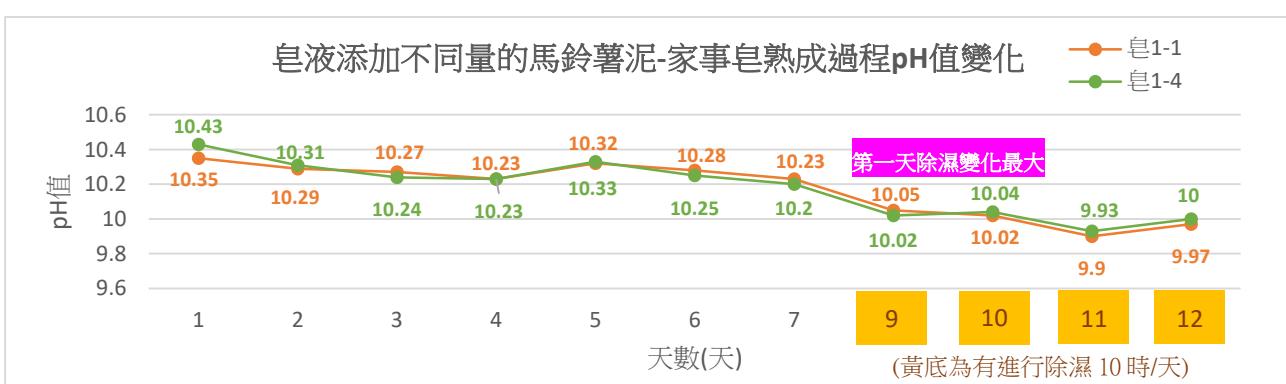
圖 27 第 7 天酚酞呈粉色



圖 28 第 9 天酚酞呈無色



圖 29 第 9 天通過試劑檢測



有除濕可以加速降低 pH 值，並且每天量測皂除濕前後的重量，連續四天記錄，計算重量減少百分比的平均值，皂 1-1 平均每天減少 1.9% 的重量、皂 1-4 平均每天減少 1.6% 的重量，所以使用除濕的方法可以有效加速皂的熟成，降低 pH 值和重量。

本頁照片研究者或指導老師自行拍攝

#### 4. 去油力測試

##### 相同占比的油和皂液

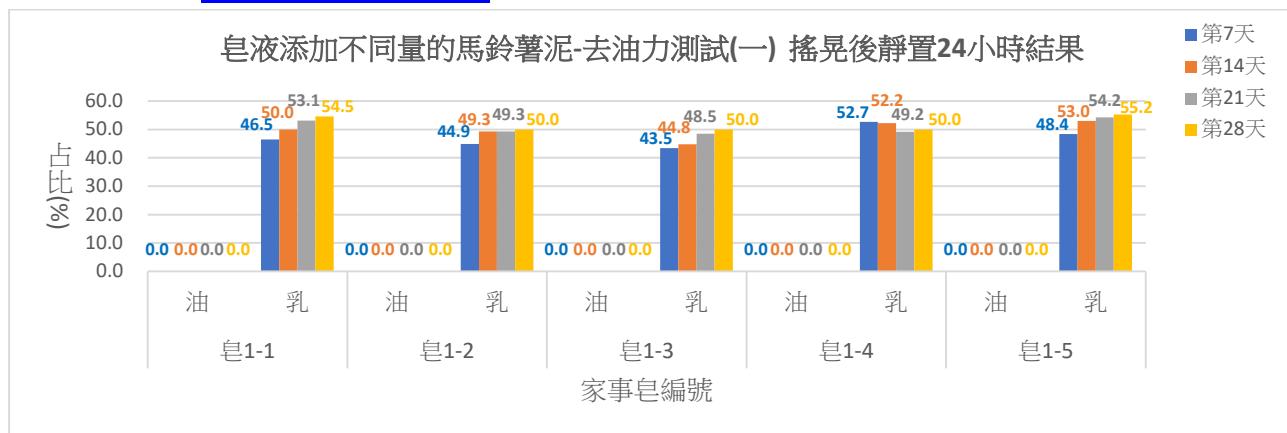
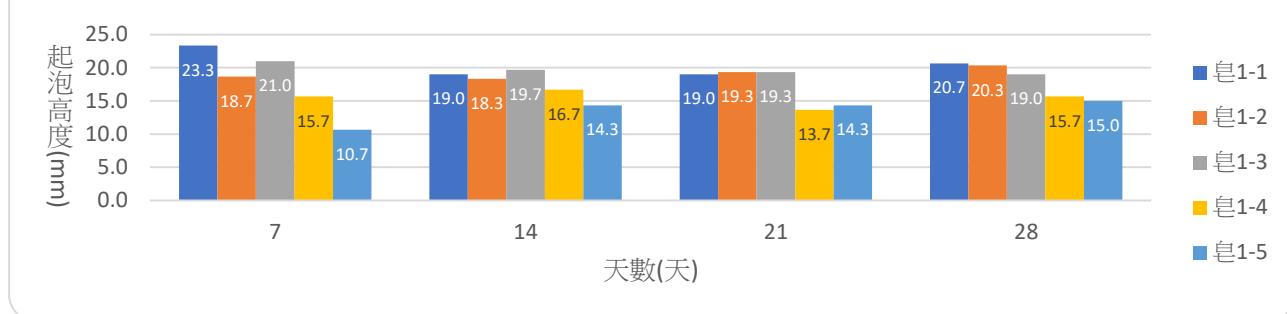


圖 30 實作一去油力測試(一)搖晃後 24 小時分層占比結果

- (1) 實作一所有結果最上層都沒有透明油層，代表皂具有將去油力測試中的油脂包覆的能力。
- (2) 從第 7 天到第 28 天來看，乳化層的占比大部分都越來越高，所以皂的去油力會越來越好。

#### 5. 起泡力測試

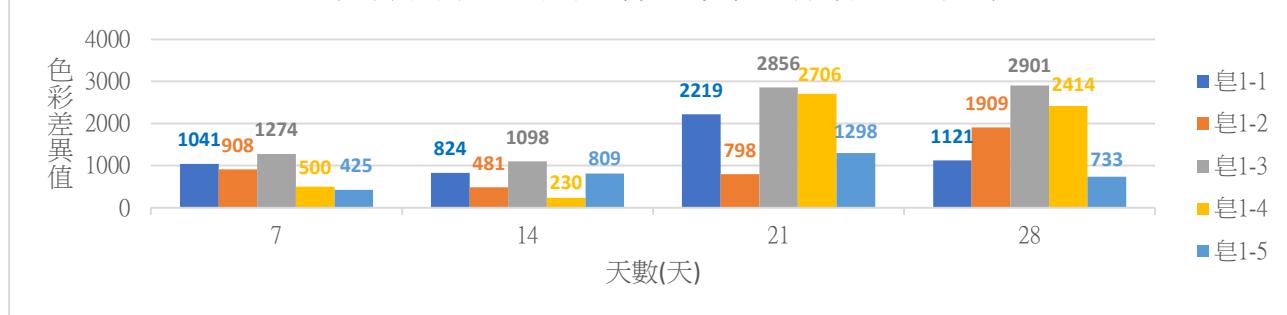
##### 實作一(皂液添加不同量的馬鈴薯泥)-家事皂起泡力測試結果



- (1) 從第 7 到 28 天的測試結果，馬鈴薯泥越多起泡力越低，馬鈴薯泥越少，泡泡高度越高，起泡力較好。
- (2) 從第 28 天的結果來看，皂 1-1、1-2 的起泡力較好。

#### 6. 清潔力測試

##### 皂液添加不同量的馬鈴薯泥-家事皂清潔力測試結果



- (1) 在 21 天和 28 天時，大部分皂的顏色差異變大，清潔效果明顯增加。
- (2) 由第 28 天的結果，皂 1-3 清潔力測試前後顏色差異最大，效果最好。

#### (四) 想法與討論：

本次實作出現和預期不同的結果，以下是我們的討論和結果：

**結果 1-1：去油力測試時，試管從自製搖晃裝置拿下來後十分鐘會開始產生沈澱，這和我們過往看的研究文獻結果不同。**

- **檢測沉澱物**：我們想知道沈澱的物質是不是馬鈴薯造成的，所以取出一些沈澱物滴碘液測試，碘液沒有變色，所以**沉澱物沒有澱粉成分**。

**結果 1-2：測試家事皂去油力時，用滴管吸皂液時發現有微粒皂。是產生沉澱的原因嗎？**

- **增加過濾步驟**：我們測試比較後，過濾能減少皂液中的微粒，使用自製搖晃裝置搖晃後進行觀察，不會產生沈澱，所以之後製作皂液加入過濾步驟。
- **沉澱出現的時間**：搖晃後放置一小時沒有沉澱，24 小時後觀察分層明顯有沉澱，因此沉澱不是因為皂液雜質產生，是油和皂液混合後靜置期間逐漸產生。

#### (五) 小結

1. 加入馬鈴薯泥會影響家事皂硬度，**有加馬鈴薯泥硬度會下降**。
2. 加馬鈴薯泥會影響起泡力，**有加馬鈴薯泥家事皂起泡力會下降**。
3. 測試 pH 值的方法用檢測計比較能得到精確的結果，從第一天到第七天的結果可以發現，**皂的 pH 值整體呈下降趨勢，且添加馬鈴薯泥對皂的 pH 值影響不大**，使用除濕的方法可以有效加速皂的熟成，降低 pH 值和重量。
4. 由第 28 天的結果，**皂 1-3 清潔力測試前後顏色差異最大**，效果最好。
5. **所有結果最上層都沒有透明油層**，皂具有將去油力測試的油脂包覆的能力。
6. 將家事皂給家人做家事使用，並根據試用感受排名，名次對應分數，加起來總分越低，排名越高，皂 1-4 排名第一、皂 1-3 排名第二、皂 1-1 排名第三。
7. 綜合比較後，我們覺得**皂 1-3 是五個馬鈴薯家事皂配方中最好的**。

### 三、 實作二：皂液添加不同種類的含澱粉根莖類對家事皂清潔效果的影響

**(一) 實驗想法：**在家事皂中添加澱粉能吸附油脂、增加清潔效果，我們想了解添加不同種類的含澱粉根莖類是否會影響家事皂的清潔效果。

#### **(二) 實驗設計：**

1. 油品：椰子油 336g、橄欖油 84g，共 420g
2. 鹼水：氫氧化鈉 73g 和純水 96g
3. 添加物：含澱粉根莖類的泥（含澱粉根莖類 50g、純水 50g）

下表是實作二家事皂編號及澱粉來源表：

表 9 實作二家事皂編號及澱粉來源表

編號	皂 2-1	皂 2-2	皂 2-3	皂 2-4	皂 2-5	皂 2-6
澱粉來源	馬鈴薯	金時甘藷 (栗子地瓜)	山藥	芋頭	黑栗南瓜 (栗子南瓜)	芋心甘藷 (紫薯)

### (三) 實驗結果紀錄：

#### 1. 家事皂外觀

- (1) 皂 2-3 的表面最光滑，皂 2-5 的表面最粗糙。

- (2) 皂 2-4、皂 2-5、皂 2-6 表面有大塊的澱粉塊（圖紅圈處），製作澱粉泥的同學表示這三種混合物質地較硬，不易均勻打成泥會成塊。

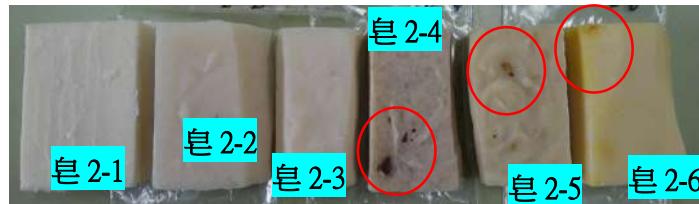
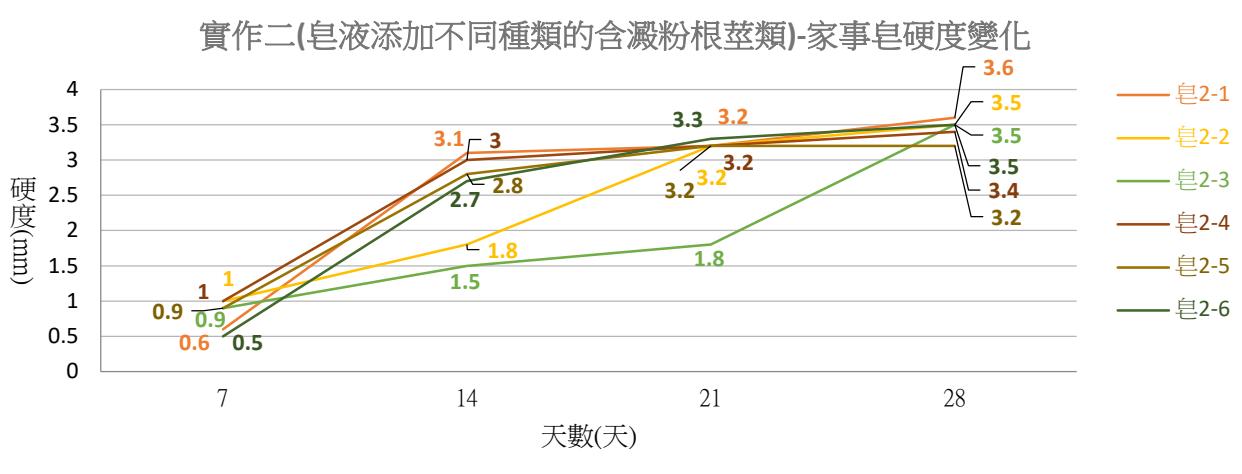


圖 31 實作二家事皂外觀

本頁照片研究者或指導老師自行拍攝

#### 2. 熟成過程硬度變化



- 從圖表我們可以發現，硬度隨著天數增加上升。
- 從第 28 天的結果來看，皂 2-1 到 2-6 的硬度差異不大，落在 3.2 到 3.6mm。由此可以推斷，不同種類含澱粉根莖類對家事皂硬度影響不大。
- 大部分的皂在第 7 天到第 14 天時，硬度變化差異最大，部分會在其他區間變化最大，但第 28 天時硬度和其他皂差異不大。

#### 3. pH 值

使用 pH 檢測計測試實作二熟成家事皂的皂液 pH 值，如下表。

表 10 實作二家事皂(熟成)pH 值

編號	皂 2-1	皂 2-2	皂 2-3	皂 2-4	皂 2-5	皂 2-6
pH 值	9.89 	9.69 	9.9 	9.98 	9.91 	9.8 

從結果來看，添加不同種類的含澱粉根莖類對家事皂的 pH 值幾乎沒有影響，熟成時 pH 值都落在 9.6 至 10 之間。

#### 4. 去油力測試

##### 相同占比的油和皂液

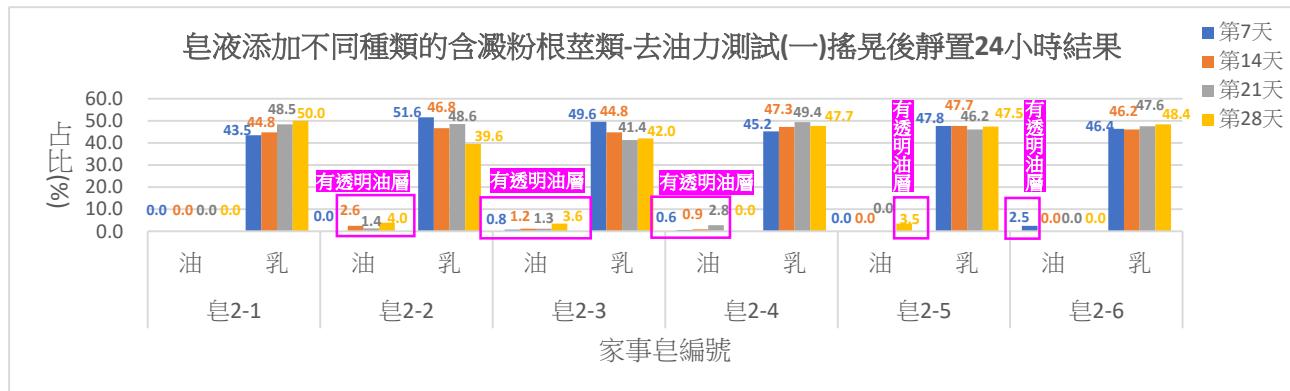
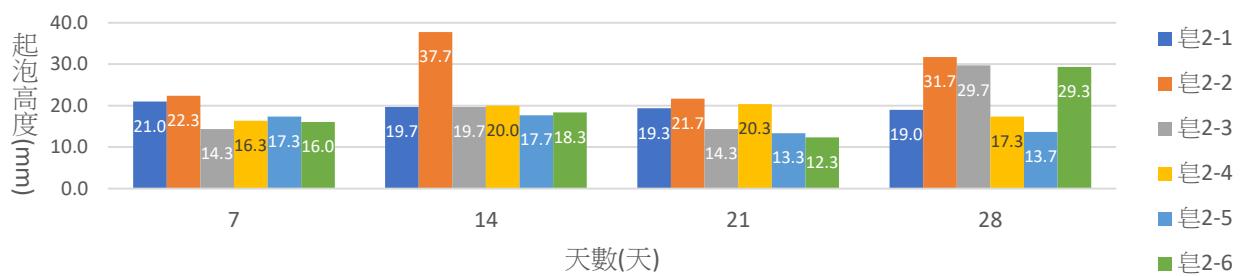


圖 32 實作二去油力測試(一)搖晃後 24 小時分層占比結果

- 經過測試，最上層的透明層是油，皂無法完全包覆油脂產生透明油層，**有透明油層代表去油力較差**。
- 在第 28 天時，皂 2-1、皂 2-4 和皂 2-6 最上層都沒有透明油層，其中皂 2-1 連續 28 天的結果都沒有產生透明油層；皂 2-4 在第 7 到 21 天時有產生透明油層；皂 2-6 除了第 7 天外都沒有產生透明油層。所以**皂 2-1 的去油效果最好，皂 2-6 跟皂 2-4 其次**。

#### 5. 起泡力測試

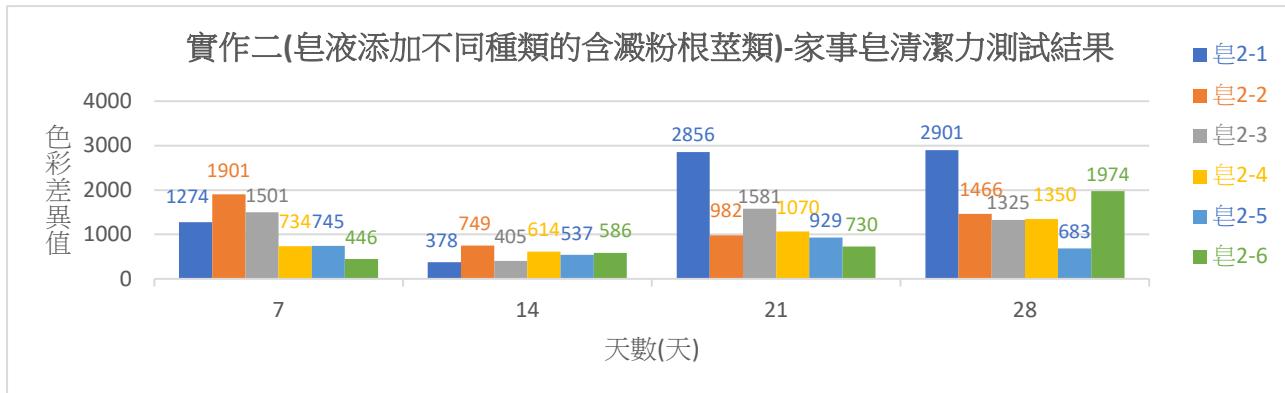
##### 實作二(皂液添加不同種類的含澱粉根莖類)-家事皂起泡力測試結果



本頁照片研究者或指導老師自行拍攝

- (1) 從第 7 到 28 天的結果來看，我們發現皂 2-2 的泡泡高度最高。
- (2) 從圖表的結果我們發現，澱粉的種類對皂的起泡力是有影響的。根據皂 2-2、2-5 的數據，添加甘藷對皂的起泡力很不錯。

## 6. 清潔力測試結果



- (1) 皂 2-1 在第 28 天清潔力測試前後差異最大，效果最好。
- (2) 在 21 天和 28 天時，大部分皂的顏色差異變大，清潔力效果明顯增加。

### (四) 想法與討論：

本次實作出現和預期不同的結果，以下是我們的討論結果：

**結果 2-1：去油力測試放置 24 小時後觀察，發現有特別分層，除了原有的二層外，乳化層上還有透明的分層。**

- (1) **檢測透明分層**：實驗時含有皂液與油的試管放得越久，原先的特別分層會變得越長（5 周以上很明顯），不確定特殊分層是油或水。我們決定**應用「油水分離」、「油和水的密度不同」原理進行測試**：用滴管把透明層液體吸起來滴入色素水後觀察。檢測後，透明層浮在水面，因此我們發現**透明層是油**。



- (2) **形成透明分層原因**：我們製作的馬鈴薯家事皂主要能成功去除油污的關鍵有兩個，分別是**肥皂本身**和**澱粉輔助產生的去油力**。家事皂清潔過程中，皂的親油端吸附油汙，若添加適合的澱粉，能幫助清潔，提升去除油污的效果。但如果加入了吸附油汙效果較差的澱粉，則無法協助將多餘的油汙去除，所以在去油力測試時，在原先乳化部分的上層會多了一層透明油層。因此，**去油力較佳的家事皂，可將試管中的油充分乳化，不會產生透明油層**；去油力較弱的，就會出現透明油層。

本頁照片研究者或指導老師自行拍攝

結果 2-2：製作紫薯手工皂時打好的皂液加入紫薯泥，皂液變成綠色。攪拌 1 分鐘後，皂液變成淡黃色。

- **皂液變色原因**：紫薯含有豐富的花青素，花青素碰到鹼性物質會呈現綠色，氫氧化納是鹼性物質，所以才會變色。攪拌之後會變成黃色，是因為鹼性下降。



本頁照片 研究者或指導老師自行拍攝

#### (五) 小結：

1. 添加不同種類的含澱粉根莖類對家事皂硬度的影響不大。
2. **澱粉的種類對皂的起泡力是有影響的**，添加甘藷對皂的起泡力都很不錯。
3. **添加不同種類的含澱粉根莖類對家事皂的 pH 值幾乎沒有影響**，熟成時 pH 值都落在 9.6 至 10 之間。
4. 從第四週清潔力結果比較，皂 2-1（馬鈴薯）清潔前後差異最大，效果最好。
5. 在第四週時，**皂 2-1（馬鈴薯）、皂 2-4（芋頭）和皂 2-6（紫薯）最上層都沒有透明油層，皂液添加這三種澱粉能幫助家事皂去油**。
6. 將家事皂給家人做家事使用，並根據試用感受排名，名次對應分數，加起來總分越低，排名越高，皂 2-3 排名第一、皂 2-6 排名第二、皂 2-2 排名第三。
7. 皂 2-4（芋頭）、皂 2-5（栗子南瓜）、皂 2-6（紫薯）表面有大塊的澱粉顆粒，不易均勻打成泥會成塊。
8. 綜合比較後，我們覺得**皂 2-1 是六個家事皂配方中最好的**，較好製作成均勻的澱粉泥入皂，清潔力與去油力表現也最好。

### 四、 實作三：不同椰子油與橄欖油占比製作皂液對家事皂清潔效果的影響

(一) 實驗想法：製作家事皂使用椰子油和橄欖油，椰子油能增加清潔效果，橄欖油能增加滋潤感，我們想了解不同椰子油與橄欖油的占比，是否會影響家事皂的清潔效果

#### (二) 實驗設計：

1. 油品：椰子油和橄欖油共 420g，家事皂編號及油脂種類占比及重量如下表：

表 11 實作三的家事皂編號及油脂種類占比及重量表

油品 編號	皂 3-1 (椰:橄=9:1)	皂 3-2 (椰:橄=8:2)	皂 3-3 (椰:橄=7:3)	皂 3-4 (椰:橄=6:4)	皂 3-5 (椰:橄=5:5)
椰子油(g)	378	336	294	252	210
橄欖油(g)	42	84	126	168	210

2. 鹼水：由於椰子油和橄欖油的皂化價不同（椰子油 0.185、橄欖油 0.134），不

同比例的油品需要的氫氧化鈉不同，否則將會皂化不完全。先確認需要的氫氧化鈉重量和純水重量，扣除製作馬鈴薯泥的 50g 水量，鹼水的材料如下表。

表 12 實作三的家事皂編號及鹼水材料重量表

材料\編號	皂 3-1	皂 3-2	皂 3-3	皂 3-4	皂 3-5
NaOH(g)	76	73	71	69	67
純水(g)	102	96	92	88	84

3. 添加物：馬鈴薯泥（馬鈴薯 80g、純水 50g）

### (三) 實驗結果紀錄：

#### 1. 家事皂外觀

- (1) 皂 3-1 的表面最光滑，  
皂 3-3 的表面最粗糙。
- (2) 表面都沒有大塊的馬  
鈴薯顆粒。

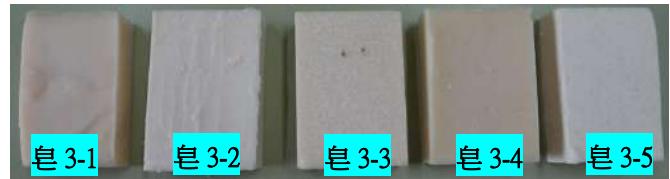
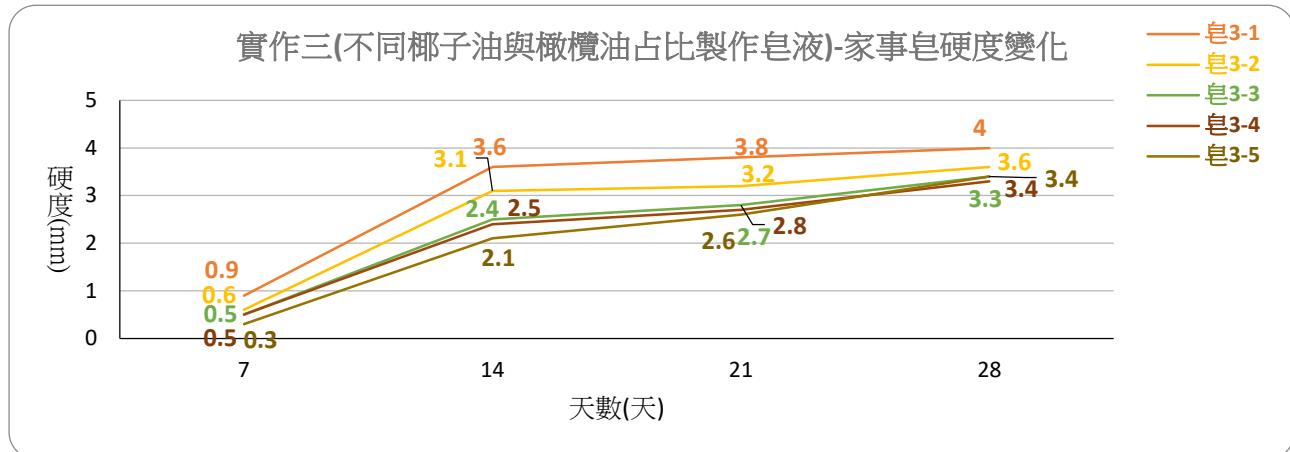


圖 33 實作三家事皂外觀

- (3) 在打皂時，皂 3-1 所花費的時間最短，皂 3-5 花費的時間最長，由此我們推斷軟油(橄欖油)所佔的比例越高，打皂所需的時間越多。

#### 2. 熟成過程硬度變化



- (1) 從圖表中我們可以看到，第 7 天到第 28 天硬度會逐漸上升，大部分在第 21 天和第 28 天時會較穩定。
- (2) 皂 3-1 硬度最高，皂 3-4 硬度最低。因此可以知道，不同椰子油和橄欖油的比例對皂是有影響的，其中 3-1 的椰子油比例是最高的，所以椰子油比例越高，皂的硬度就越高。

#### 3. pH 值

使用 pH 檢測計測試實作三熟成家事皂的皂液 pH 值，如下表。

本頁照片研究者或指導老師自行拍攝

表 13 實作三家事皂(熟成)pH 值

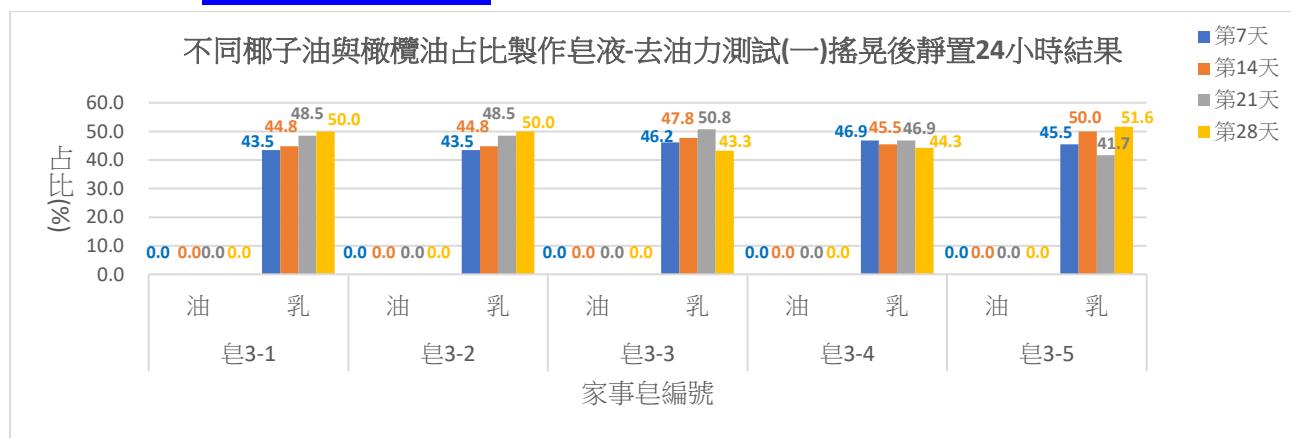
編號	皂 3-1	皂 3-2	皂 3-3	皂 3-4	皂 3-5
pH 值	9.96	9.91	9.8	9.9	9.72
					

本頁照片研究者或指導老師自行拍攝

從結果來看，不同椰子油與橄欖油的占比對馬鈴薯家事皂的 pH 值沒有影響，熟成的皂都落在 9.7 至 10 之間。

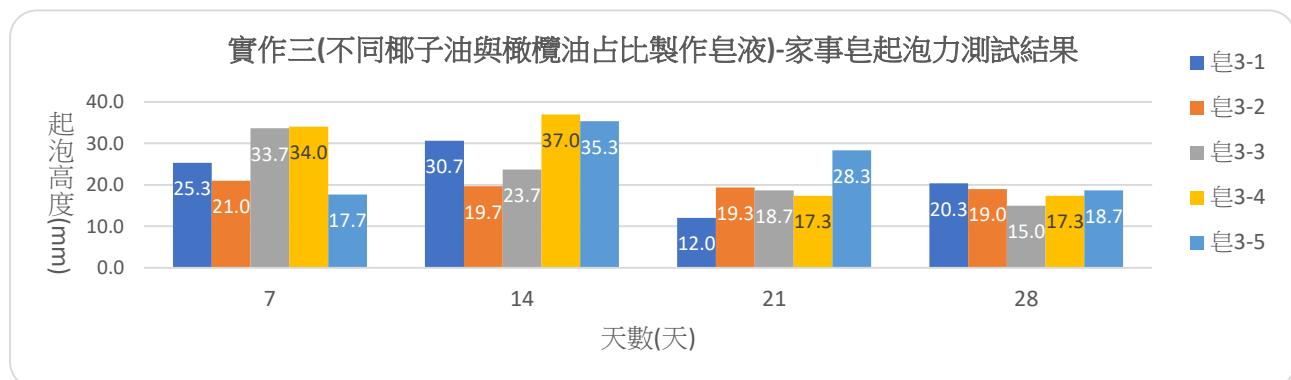
#### 4. 去油力測試

##### 相同占比的油和皂液



實作三所有結果最上層都沒有透明油層，代表皂具有將去油力測試中油脂包覆的能力。比較乳化層的占比，皂 3-5 在第 28 天時乳化層最高，因此  
**皂 3-5 的去油力效果最好。**

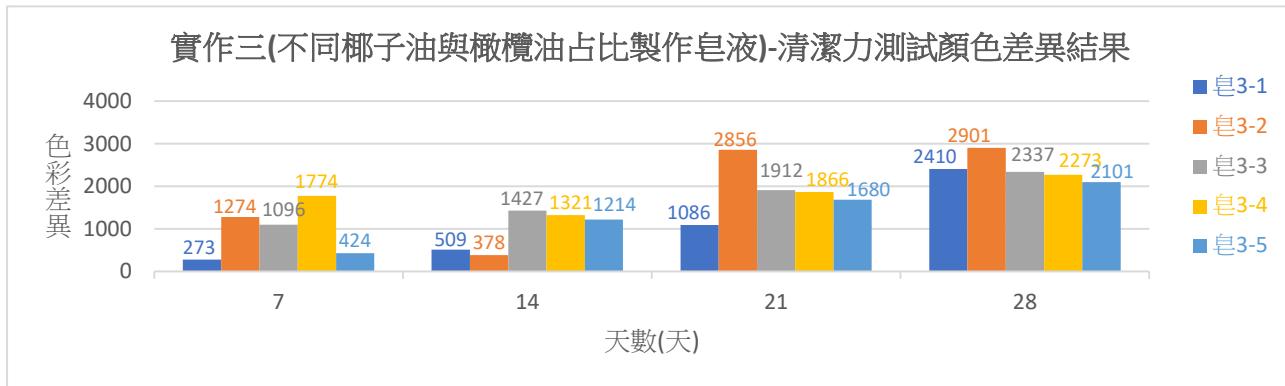
#### 5. 起泡力測試結果



(1) 從第 7 到 28 天的結果來看，我們發現有部分皂的泡泡高度在某些週次呈現較高的情況，所以我們回顧了實作的照片，**發現如果皂的泡泡高度特別高，泡泡分布較為稀疏；而泡泡高度低的，則較緊密細緻。**

(2) 從數據、照片來綜合判斷，我們可以知道椰子油和橄欖油的占比對於家事皂起泡力的影響不大。

## 6. 清潔力測試結果



(1) 由第 28 天的結果可以發現，皂 3-2 清潔力測試前後差異最大，效果最好。

(2) 在 21 天和 28 天時，大部分皂的顏色差異變大，清潔力效果明顯增加。

## (四) 想法與討論：

本次實作出現和預期不同的結果，以下是我們的討論和結果：

**結果 3-1：製作皂 3-5 花費的時間最長，花費比較多的時間達到 trace。**

■ 原因：我們推斷軟油(橄欖油)所佔的比例越高，打皂所需的時間越多

## (五) 小結：

1. 皂 3-1 硬度最高，皂 3-4 硬度最低。所以**椰子油比例越高，皂的硬度就越高**。
2. 從結果來看，**不同椰子油與橄欖油的占比對馬鈴薯家事皂的 pH 值沒有影響**，熟成的皂都落在 9.7 至 10 之間。
3. 椰子油和橄欖油的占比對於家事皂起泡力的影響不大。
4. **所有結果最上層都沒有透明油分層**，皂具有將去油力測試中油脂包覆的能力。
5. 從第四週清潔力結果比較，**皂 3-2 效果最好，皂 3-5 其次**。
6. 將家事皂給家人做家事使用，並根據試用感受排名，名次對應分數，加起來總分越低，排名越高，皂 3-4 排名第一、皂 3-5 排名第二、皂 3-3 排名第三。
7. 綜合以上的結果，我們認為**皂 3-5 最好**，去油力測試、清潔力測試表現佳，試用結果的排名也高，**製皂過程加入比例較高的橄欖油使用上感受較佳**。

## 五、 熟成家事皂去油力測試

(一) 實驗想法：我們想了解熟成後家事皂對不同油量的去油效果。第一階段去油力測試沒有出現透明油層的家事皂，會進行第二階段的去油力測試。

## (二) 實驗設計：

- 熟成皂選擇第一階段去油力測試第 28 天去油力測試沒有透明油層的皂。
- 調理油容量和皂液容量如右表，將不同容量的油和皂液（重量百分濃度 5%）混合，用自製旋轉裝置搖晃後靜置 24 小時，觀察分層結果。

表 14 去油力測試(二)油和皂液容量

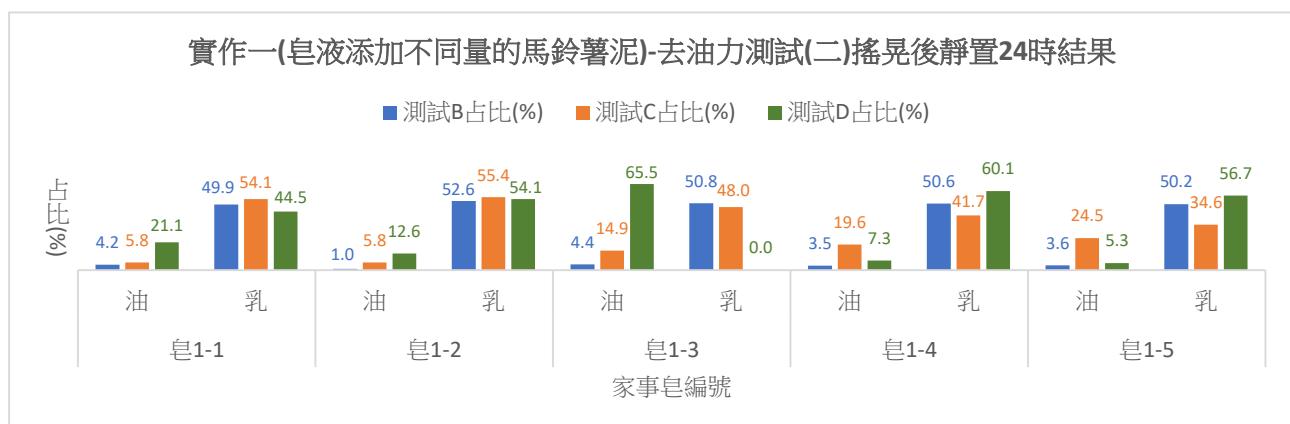
編號 容量	測試-B	測試-C	測試-D
油(ml)	3.5	4	4.5
皂液(ml)	2.5	2	1.5

### (三) 實驗結果

#### 1. 皂液對不同容量油的乳化結果

靜置 24 小時之後，大部分試管出現可觀察的乳化層，但我們發現部分測試-D(油 4.5ml、皂液 1.5ml)試管，皂液已經完全無法包覆油脂，無法有乳化效果外，狀態和未搖晃前一樣。從測試 D 的結果也出現三支試管表現不穩定的狀況，故將測試-D 的結果穩定性也進行比較。

#### 2. 實作一(皂液添加不同量的馬鈴薯泥)熟成家事皂去油力測試(二)結果



- 皂 1-1 和皂 1-3 在測試-D(油 4.5ml、皂液 1.5ml)結果不穩定，有淺淺的乳化產生，但仍無法完整包覆油。
- 當皂液增加一定分量馬鈴薯泥可以增加去油力，皂 1-4、皂 1-5 加入三倍的油能穩定的包覆油。
- 去油力最好的是添加 160 克馬鈴薯泥的皂 1-5，即使油的容量是皂液的三倍，透明油層是最低的。
- 在使用者感受上，皂 1-5 獲得許多去油力佳的評價，但也在觸感粗和起泡力不佳上讓使用者將排序往後，排名第四。因此雖然加入馬鈴薯泥可以增加去油力，但加入越多不會越好。

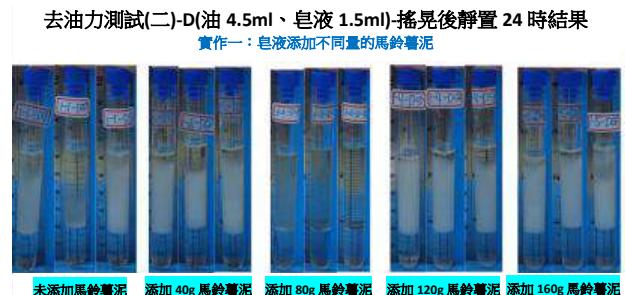
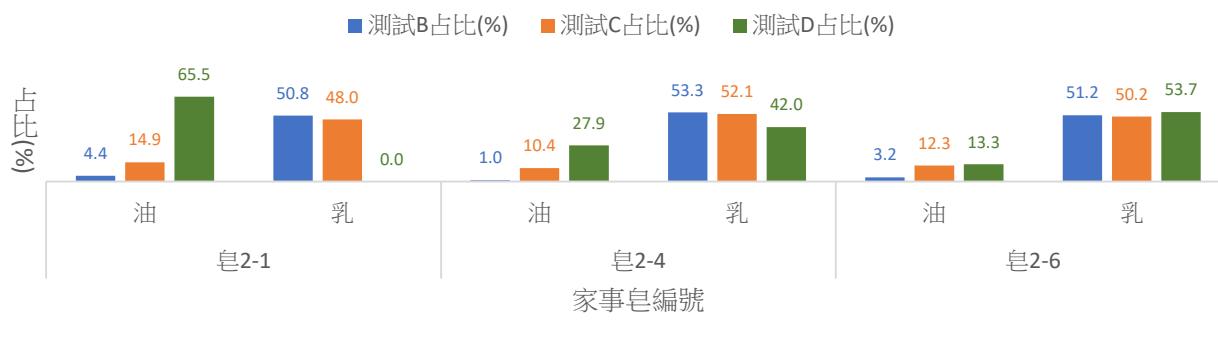


圖 34 皂液加入不同量馬鈴薯泥在測試 D 的結果

本頁照片研究者自行拍攝

### 3. 實作二(皂液添加不同種類的含澱粉根莖類)熟成家事皂去油力測試(二)結果

實作二(皂液添加不同種類的含澱粉根莖類)-去油力測試(二)搖晃後靜置24時結果



- (1) 皂 2-1 在測試-D(油 4.5ml、皂液 1.5ml)結果不穩定，有淺淺的乳化產生，但仍無法完整包覆油。
- (2) 皂液加入芋頭和紫薯的皂液可增加去油力，加入紫薯去油力最佳，加入三倍的油能穩定的包覆油，透明油層是最低的。
- (3) 在使用者感受上，**加入芋頭的皂因起泡力不佳、滋潤感不足讓使用者將排序往後，排名第五。加入紫薯的皂因去油力佳、起泡力佳讓使用者將排序往前，排名第二。**
- (4) 計算這三種添加物的價格，發現紫薯是最高的、馬鈴薯是最低的，因此若要大量製造，會耗費較多成本。

去油力測試(二)-D(油 4.5ml、皂液 1.5ml)-搖晃後靜置 24 時結果  
實作二：皂液添加不同種類的含澱粉根莖類



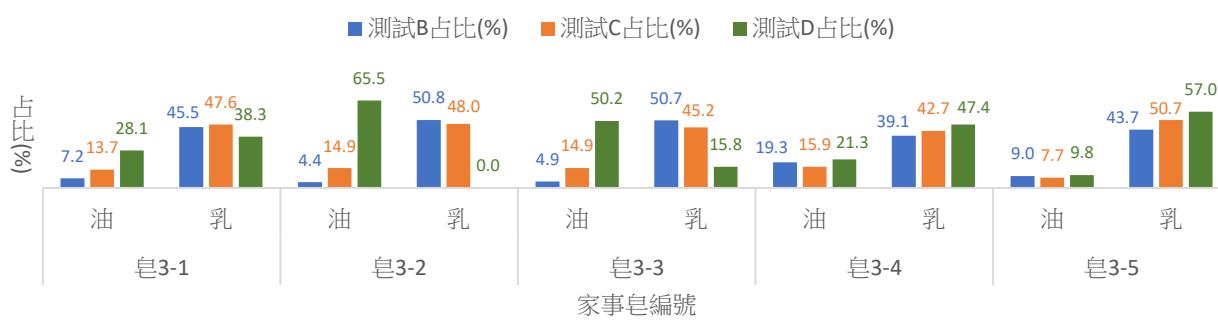
圖 35 皂液加入不同種類澱粉在測試 D 的結果

表 15 三種澱粉添加物的價格比較

添加物 價格	馬鈴薯	芋頭	紫薯
售價(元)	29/台斤	59/台斤	99/690 公克
單價(元)	4.8/100 克	9.8/100 克	14.3/100 克

### 4. 實作三(不同椰子油與橄欖油占比製作皂液)熟成家事皂去油力測試(二)結果

實作三(不同椰子油與橄欖油占比製作皂液)-去油力測試(二)搖晃後靜置24時結果



本頁照片研究者自行拍攝

- (1) 椰子油占比較高時，在測試-D(油 4.5ml、皂液 1.5ml)結果不穩定，有些試管有淺淺的乳化產生，但仍無法完整包覆油。
- (2) **椰子油和橄欖油佔比為 5:5 時去油力表現最佳**，加入三倍的油能穩定的包覆油，透明油層最低。
- (3) 在使用者感受上，加入較高比例橄欖油的皂 3-5 因去油力佳、起泡力佳、具滋潤感讓使用者將排序往前，排名第二，也是我們熟成期間測試結果的最佳配方。

去油力測試(二)-D(油 4.5ml、皂液 1.5ml)-搖晃後靜置 24 時結果

實作三：不同椰子油與橄欖油占比製作皂液

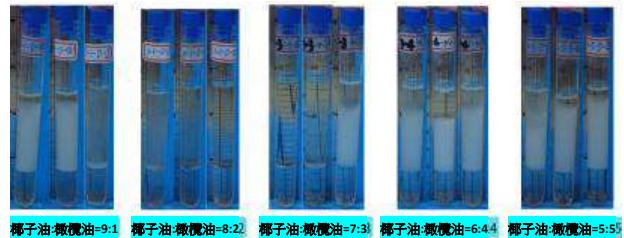


圖 36 不同椰子油與橄欖油占比製作皂液在測試 D 的結果

## 六、 最佳的家事皂配方

### (一) 本研究最佳的家事皂配方

由以上三個實作及家事皂在熟成期間和熟成後的測試結果，我們得到以下結果：

1. 皂液添加馬鈴薯泥可以增加手工皂去油力。
2. 皂液添加馬鈴薯泥、芋頭泥、紫薯泥可增加去油力，即使是三倍的油量，芋頭泥、紫薯泥皂液依然能穩定包覆油脂，但比較這三種澱粉的成本，馬鈴薯仍是較佳的選擇。
3. 不同椰子油與橄欖油占比製作皂液，**椰子油與橄欖油是 5 比 5 時**，清潔和去油力表現良好，在使用者感受也有最高的評價。
4. 綜合以上，**家事皂配方 3-5**，使用椰子油 210 克、橄欖油 210 克、氫氧化鈉 67 克（調製鹼水使用純水 84 克），加入 80 克馬鈴薯泥（調製馬鈴薯泥使用純水 50 克）是本研究最佳的家事皂。
5. 製作配方 3-5 家事皂的成本計算如下，每 100g 家事皂成本約 16.4 元。

表 16 家事皂材料平均售價計算

材料	售價(元)	重量(g)	平均售價 (每 1g)
椰子油	445	4000	0.11
橄欖油	300	1000	0.3
氫氧化鈉	55	1000	0.06
純水	32	1000	0.03
馬鈴薯	29	600	0.05

表 17 家事皂 3-5 材料換算價格

材料	重量	換算價格
椰子油	210	23.4
橄欖油	210	63
氫氧化鈉	67	3.7
純水	84	2.7
馬鈴薯	80	3.9
純水	50	1.6
(約可填滿 6 個 100g 皂模)		98.2
(每 100g 家事皂價格)		16.4

本頁照片研究者自行拍攝

## (二) 自製馬鈴薯家事皂與市售家事皂比較

將我們覺得是最佳配方的皂 3-5 和市售皂結果比較：

1. 硬度：和市售皂相比，皂 3-5 硬度和市售-4（馬鈴薯茶樹酵素家事皂）相近。
2. pH 值：我們查資料家事皂對皮膚溫和且安全的範圍在 pH8 到 10 之間，我們的 **皂 3-5 的 pH 值有符合標準**。
3. 去油力：市售-2 和市售-4 在等量油的測試已產生透明油層，**皂 3-5 不僅在等量油的測試表現良好（沒有產生透明油層），在三倍的油量依然有穩定包覆油脂的能力，去油力極佳**。
4. 起泡力：市售皂泡泡高度差最低 11、最高 31.3，皂 3-5 結果排名第三。
5. 清潔力：市售皂顏色差異值最低 492、最高 2489，皂 3-5 結果僅次於 2489。

表 18 市售皂和我們的最佳家事皂比較

	市售皂	我們的最佳家事皂(皂 3-5)
硬度(mm)	最低 1.2、最高 4.8	3.4，硬度適中
pH 值	最低 9.59、最高 10.14	9.72
去油力	市售 2、4 無法完全包覆等量油 市售 1、3、5 能完全包覆等量油	第一階段都能完全包覆等量油 第二階段能穩定包覆 3 倍的油量
起泡力(mm)	最低 11、最高 31.3	18
清潔力 刷洗前後顏色差異值	最低 492、最高 2489	2101
成本(平均每 100g)	最低 43 元、最高 100 元	16.4 元

6. 我們將比較項目畫成表格，綜合比較後，我們的 **皂 3-5 已經達到市售皂的標準，且表現良好**。最重要的是，若自己製作成本也會比市售家事皂少很多。

## 伍、結論

### 一、皂液添加不同量馬鈴薯泥的清潔效果

(一) **家事皂液加入馬鈴薯泥可以增加去油力**，皂液加入 160 克馬鈴薯泥，能穩定包覆三倍的油。

(二) 加入越多馬鈴薯泥除了較難入模，從使用者評價也可以看出喜好沒有因此增加。

### 二、皂液添加不同種類含澱粉根莖類的清潔效果

(一) 家事皂液添加不同種類的澱粉泥對皂的起泡力是有影響的，**添加甘藷對皂的起泡力都很不錯**。

(二) 去油力會有明顯的差異，添加栗子南瓜泥、山藥泥和栗子地瓜泥的家事皂無法完全包覆油脂，**添加馬鈴薯泥、芋頭泥和紫薯泥的家事皂**，第四週熟成時能夠完全包覆油脂，**添加芋頭泥和紫薯泥的家事皂，能穩定包覆三倍的油**。

(三) 質地軟硬會影響製作澱粉泥的難易以及家事皂是否均勻，以及添加物單價的考量下，故馬鈴薯會是較好的選擇。

### 三、不同油品比例的清潔效果

(一) 不同占比的椰子油和橄欖油會影響達到 Trace 所需的時間和硬度，椰子油比例越高達到 Trace 的時間越短，熟成的皂硬度也較高。

(二) **椰子油和橄欖油佔比為 5:5 時去油力表現最佳，加入三倍的油能穩定的包覆油**，使用者也因皂橄欖油比例提高，使用過後有更正面的感受。

### 四、本研究最佳的家事皂配方

家事皂配方 3-5，使用椰子油 210 克、橄欖油 210 克、氫氧化鈉 67 克（調製鹼水使用純水 84 克），加入 80 克馬鈴薯泥（調製馬鈴薯泥用純水 50 克）是本研究最佳的家事皂。

### 五、未來可以再做的研究

本研究主要探討在皂中添加澱粉對家事皂清潔的影響，我們也發現皂在熟成期間的環境溫溼度會影響皂的熟成，本次研究使用通風盒子放在固定地方的方式，未來我們想朝能更準確的控制環境溫溼度進行研究，我們有想到自製裝置來達成這個目標，右圖是我們的設計圖。

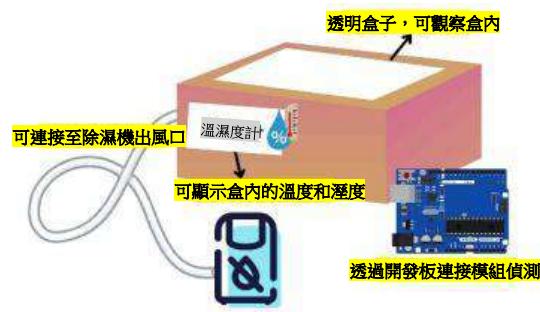


圖 37 研究者構想的自製溫溼度控制裝置

本頁圖片研究者繪製

## 陸、參考文獻

李竑萱、陳愛澧、劉宇崢、蘇奐勻、林豈絨、曾釗文 (2021)。有球必淨-探討液態球皂製作，中華民國第 61 屆國小科學展覽會作品說明書，未出版。取自國立臺灣科學教育館: <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-080213.pdf?0.288494671574832>

東海大學化學實驗室。肥皂的製備及其性質探討。<http://gclab.thu.edu.tw/gen-chem/pdf-gc/Exp12.pdf>

娜娜媽 (2016)。30 款最想學的天然手工皂：娜娜媽不藏私的經典配方大公開。采實文化。

陳曼琦、陳怡萱、孔好瑄、吳承諭、楊子宜、陳立揚 (2010)。肥皂熟了，水知道，中華民國第 50 屆國小科學展覽會作品說明書，未出版。取自國立臺灣科學教育館: <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/50/pdf/080211.pdf>

程楷媧、李維旋、吳奕萱、陳妍菲、蔡慕箴、林佑璋 (2020)。打「皂」健康人生~自製防疫抗菌手工皂，中華民國第 60 屆國小科學展覽會作品說明書，未出版。取自國立臺灣科學教育館: <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-080201.pdf>

楊沅蓁、黃歆芸、周筠芯 (2018)。乾坤再造~不一樣的皂化，中華民國第 58 屆國小科學展覽會作品說明書，未出版。取自國立臺灣科學教育館: <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-080208.pdf>

農業部。食農教育資訊整合平臺。<https://fae.moa.gov.tw>

衛生福利部食品藥物管理署。衛生福利部食品藥物管理署食品營養成分資料庫。  
<https://consumer.fda.gov.tw/Food/TFND.aspx?nodeID=178&rand=203805589>

## 【評語】082902

1. 本研究主馬鈴薯家事皂為主題，探討馬鈴薯泥的量、不同種類的澱粉根莖類植物及椰子油和橄欖油比例對家事皂的清潔效果影響。
2. 研究目標清楚明確，並以樂高協助實驗觀察的定量，具有創new性，實驗過程要求再現性高，呈現實驗的精準度，對實驗結果亦有完整討論，對實驗中遇到的問題想辦法討論並做實驗驗証，整篇報告內容完整，亦討論未來規劃及可改善的部分。
3. 口頭報告準備充份，但音量建議可以再大一點，可以清楚表達。此外，口答問題態度積極，第二天對於評審的問題有充分準備並盡可能回答，值得嘉許。
4. 研究主題生活化，從市售品的家事皂延伸探究馬鈴薯家事皂的洗淨去污能力，但坊間也有馬鈴薯家事皂，較難突顯出本篇研究的創新亮點。
5. 以染布作為清潔力測試，是否有空白對照組？去油力的沈澱物經檢測後並非澱粉，亦不是皂液雜質，推測為何建議討論說明。

作品海報

# 馬鈴薯 到成功

馬鈴薯家事皂研究



# 摘要

手工皂成分天然、無人工添加物，其中馬鈴薯家事皂適合做家事清潔使用，因為添加澱粉可以增加去油力，本研究想自己做出具有清潔效果且可以滋潤手部的家事皂。為了避免測試的誤差，找出最佳的配方，我們用自製裝置在熟成期間進行測試，有測試硬度的單擺打擊裝置、測試起泡力時搖晃皂液及去油力時混和油和皂液的旋轉裝置、測試清潔力的刷洗裝置。最後，我們得到了以下發現：

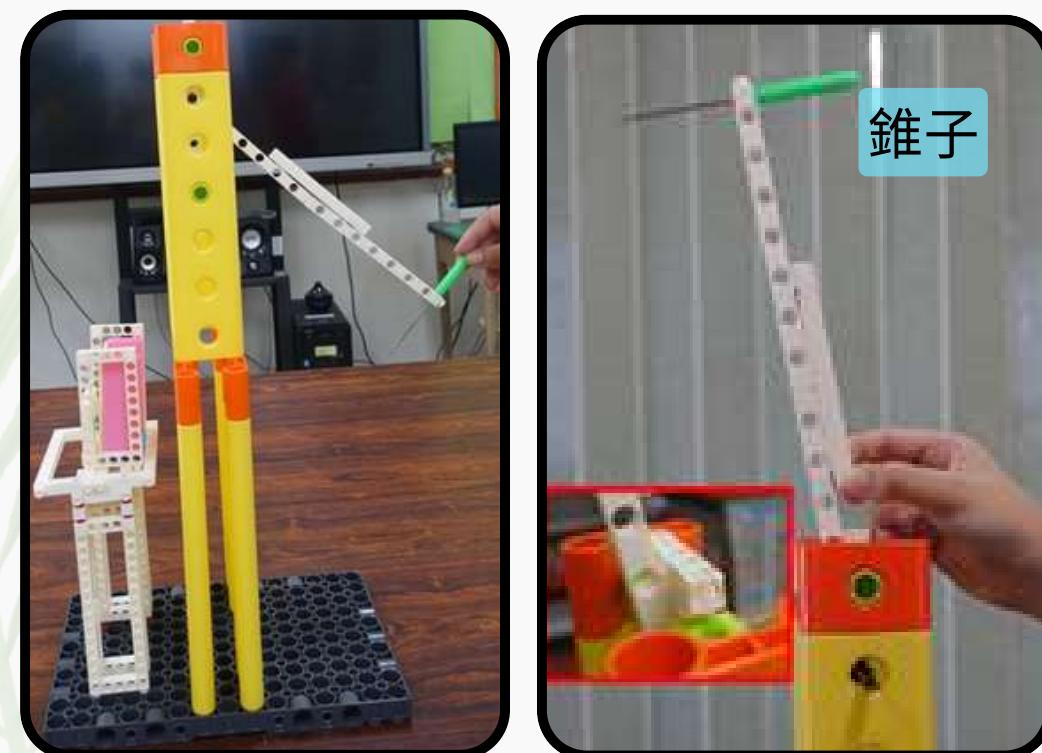
- 一、最佳配方：椰子油 210 克、橄欖油 210 克、氫氧化鈉 67 克、純水 134 克，加入 80 克馬鈴薯泥。
- 二、實驗發現：家事皂加入馬鈴薯泥可以增加去油力；除了馬鈴薯，皂液加入紫薯或芋頭也有好的去油表現；當橄欖油占比較高，雖然打皂花較多時間，但滋潤感極佳，使用者也給予正面評價。

## 壹、研究目的

- (一) 了解市售家事皂的清潔效果
- (二) 探討不同馬鈴薯泥的量對家事皂的清潔效果影響
- (三) 探討添加不同種類的含澱粉根莖類對家事皂清潔效果的影響
- (四) 探討不同椰子油和橄欖油所占的比例對家事皂清潔效果的影響

## 貳、自製裝置介紹

### 單擺打擊裝置



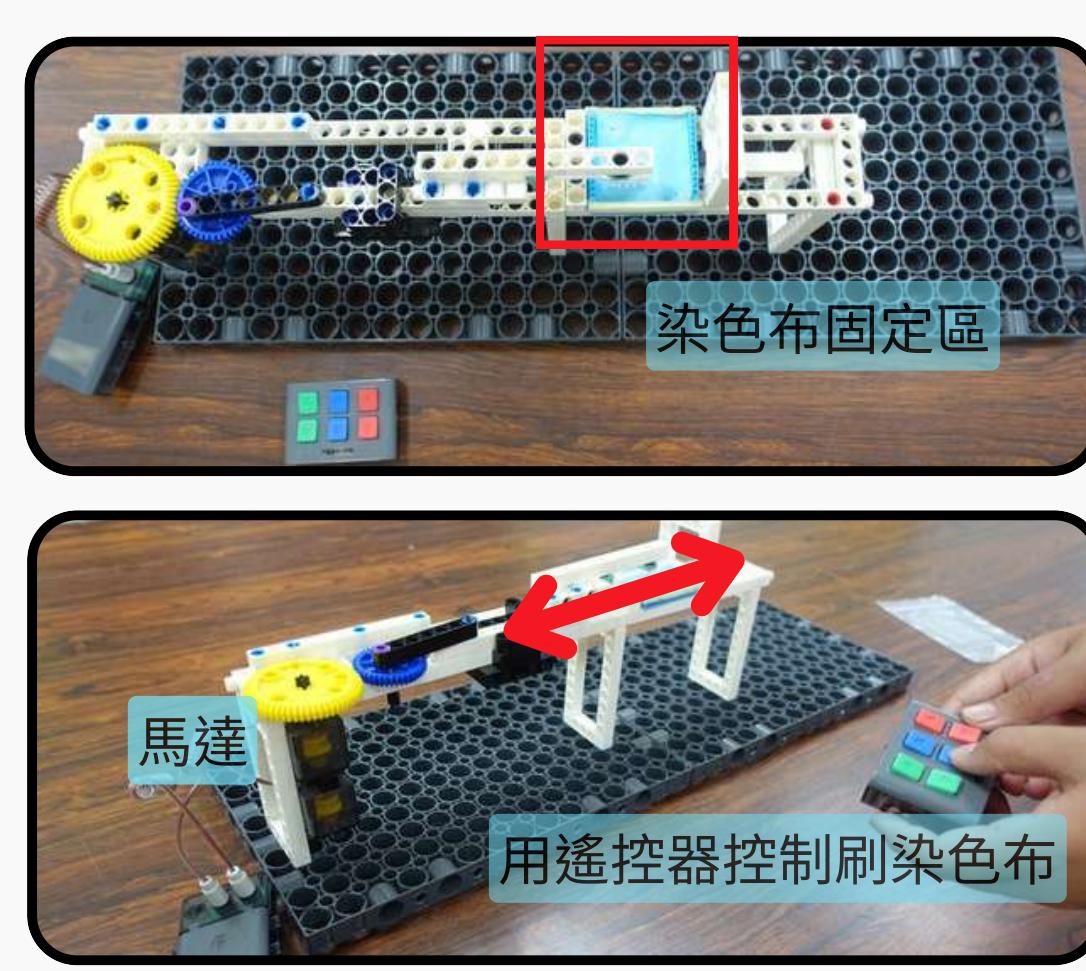
- 使用智高積木製作，將錐子固定在單擺末端。
- 功能：測試家事皂硬度

### 旋轉裝置



- 使用智高積木製作，透過馬達作為動力，使試管旋轉。
- 當試管中的皂液被帶到最高點時，由於重力的作用，皂液會回到最低處，再被帶到最高點，達到搖晃或混合的效果。
- 功能：測試家事皂去油力及起泡力。

### 刷洗裝置



- 使用智高積木製作，透過兩顆馬達作為動力，利用齒輪與偏心軸原理，使牙刷來回前後運動，刷洗放置固定位置的染色布。
- 功能：測試家事皂清潔力。

## 參、研究過程與方法

### 01|研究架構圖

#### 製作具有清潔效果且滋潤的家事皂

- 了解市售家事皂的清潔效果
- 實作1：皂液添加不同量的馬鈴薯泥
- 實作2：添加不同種類的含澱粉根莖類
- 實作3：不同椰子油和橄欖油占比製皂

#### 測試家事皂清潔效果

- 硬度測試
- 起泡力測試
- pH值測試
- 去油力測試
- 清潔力測試

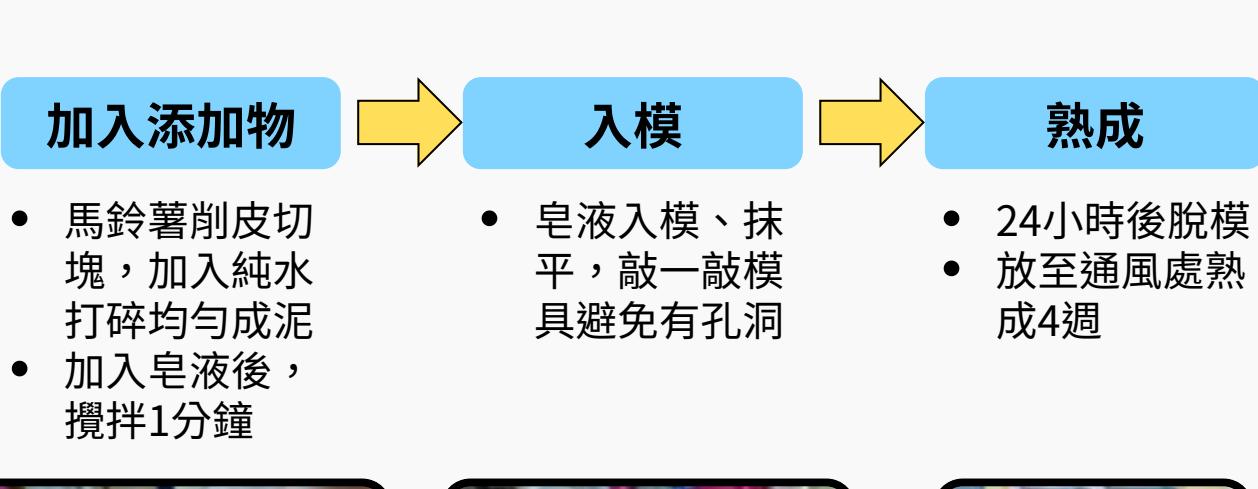
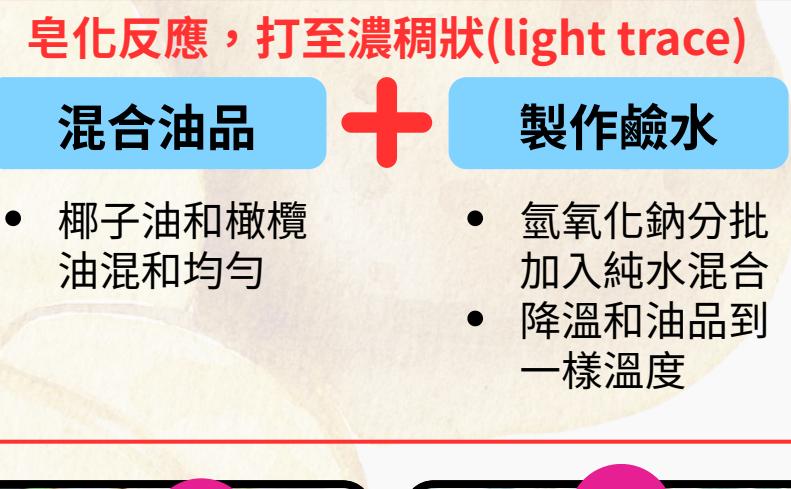
創星  
自製單擺打擊裝置測試硬度

創星  
自製旋轉裝置旋轉皂液

創星  
自製旋轉裝置混合皂液和油

創星  
自製刷洗裝置刷洗染色布

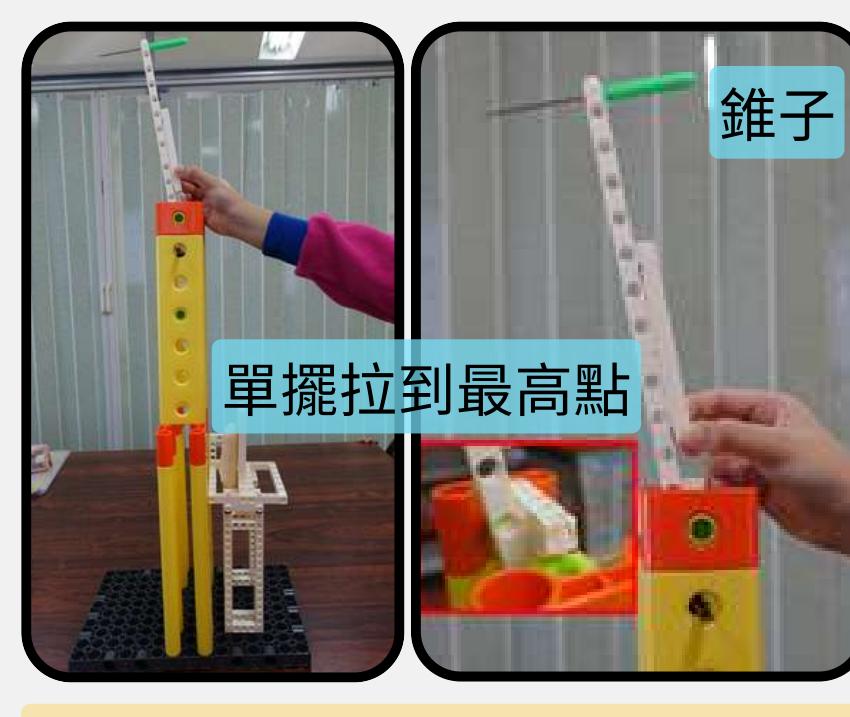
### 02|製作家事皂



### 03|測試家事皂

#### (一)硬度測試

將家事皂固定在指定位置，將單擺拉到最高點後自然落下，用游標尺測量錐子沒插入家事皂的深度，再推算硬度。



用自製單擺裝置測試家事皂硬度

#### (二)去油力測試

- 將油和皂液滴入試管，用旋轉裝置轉30秒，靜置24小時後觀察分層結果，有透明油層代表去油力不佳。
- 若家事皂在第四週末出現透明油層，會進行第二階段去油力測試。



用旋轉裝置混合油和皂液



觀察油水分層狀況

#### (三)pH值測試

使用廣用試紙和pH值檢測計測量皂液pH值。

#### (四)起泡力測試

皂液倒入試管測量起始的泡泡高度，用旋轉裝置晃試管中的皂液2分鐘，測量搖晃後的泡泡高度並拍照，高度越高起泡力越強。



#### (五)清潔力測試

1. 把染色布浸泡在皂液10秒，使用APP(Color Picker AR)測量刷洗前的色號。
2. 使用自製刷洗裝置刷洗3分鐘，測量刷洗後的色號。
3. 計算顏色差異：找出刷洗前後色號的RGB值，分別計算R、G、B三個值刷洗前後的差數平方，相加後為刷洗前後的顏色差異 ( $\Delta RGB^2$ )

$$\Delta RGB^2 = (R_2 - R_1)^2 + (G_2 - G_1)^2 + (B_2 - B_1)^2$$



自製刷刷機

計算顏色差異

#### (六)熟成皂實際使用和評比

將熟成的家事皂讓家人實際做家事使用，針對觸感(皂體和泡泡)、去油力、清潔力、起泡力和滋潤感分別描述和評比。

# 肆、結果與討論

## 一、測試市售家事皂

### 01| 實驗設計

從網路平台找了政府免工廠登記且評價良好的商家，根據店家說明選擇具清潔效果又滋潤的五個家事皂進行清潔效果測試。

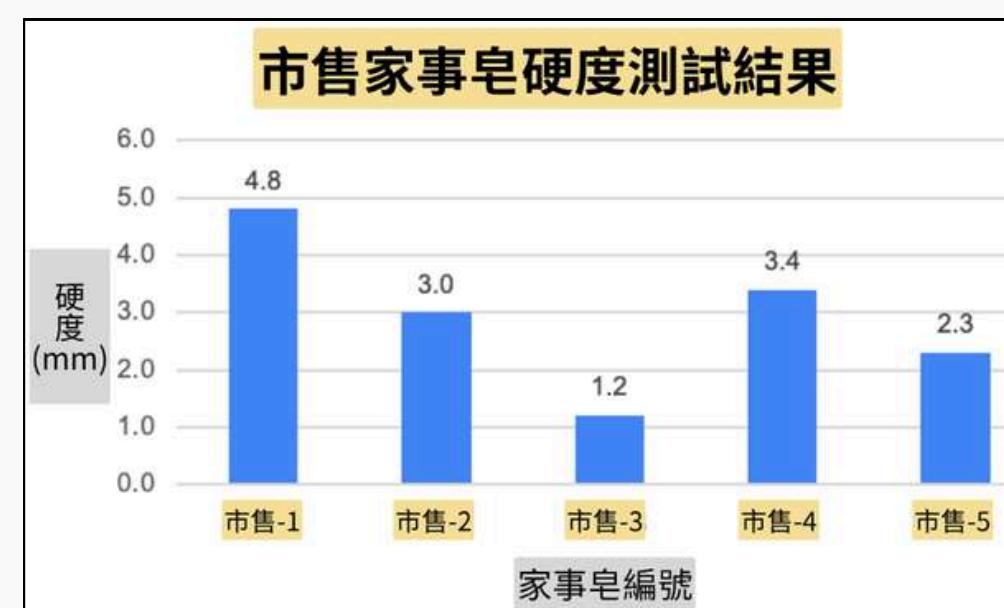
市售家事皂編號、外觀及名稱

項目	市售-1	市售-2	市售-3	市售-4	市售-5
外觀	市售-1	市售-2	市售-3	市售-4	市售-5
名稱	小蘇打家事皂 (加玉米粉)	強效馬鈴薯家事皂	100%椰子油 馬鈴薯家事皂	馬鈴薯茶樹酵素 家事皂	馬鈴薯家事皂

### 02| 實驗結果

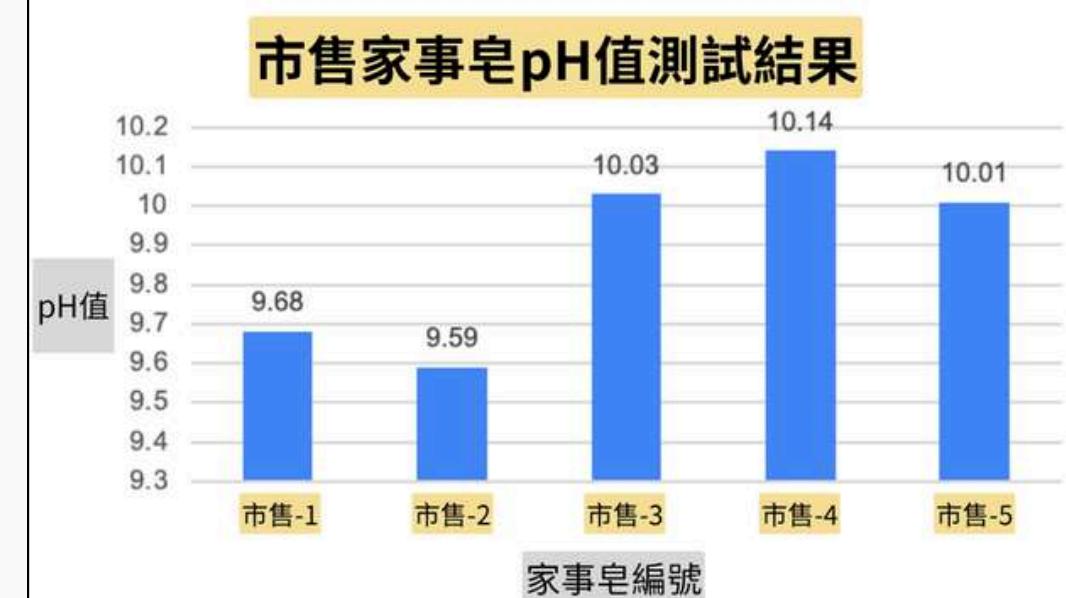
#### 硬度

- 市售-1的硬度最高，市售-3的硬度最低。



#### pH值

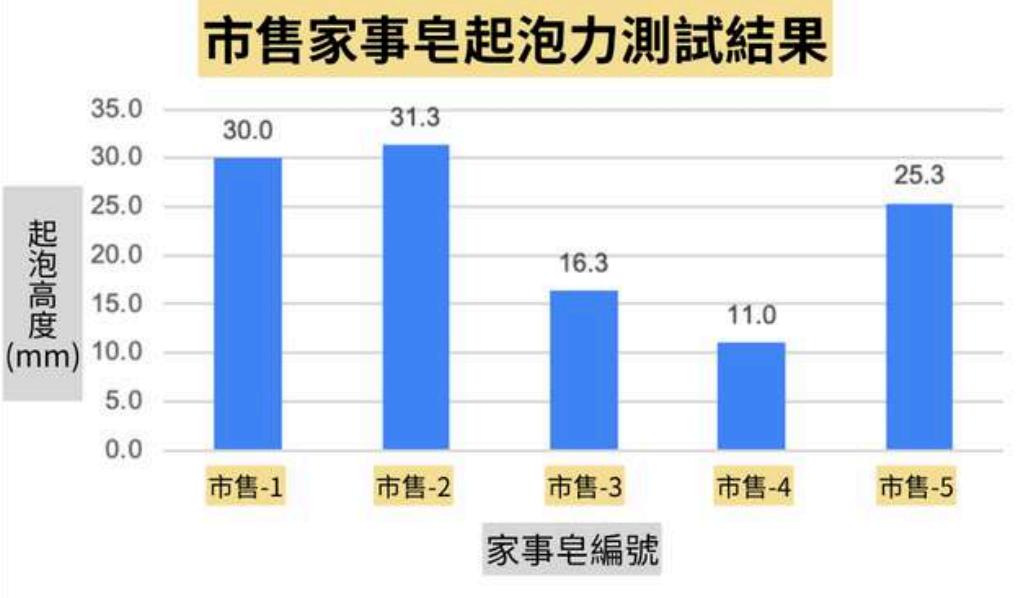
##### 市售家事皂pH值測試結果



- pH值在9.59至10.14之間，在對皮膚溫和且安全的範圍。

#### 起泡力

##### 市售家事皂起泡力測試結果



- 市售-2的泡泡高度最高，起泡力最好。

#### 去油力

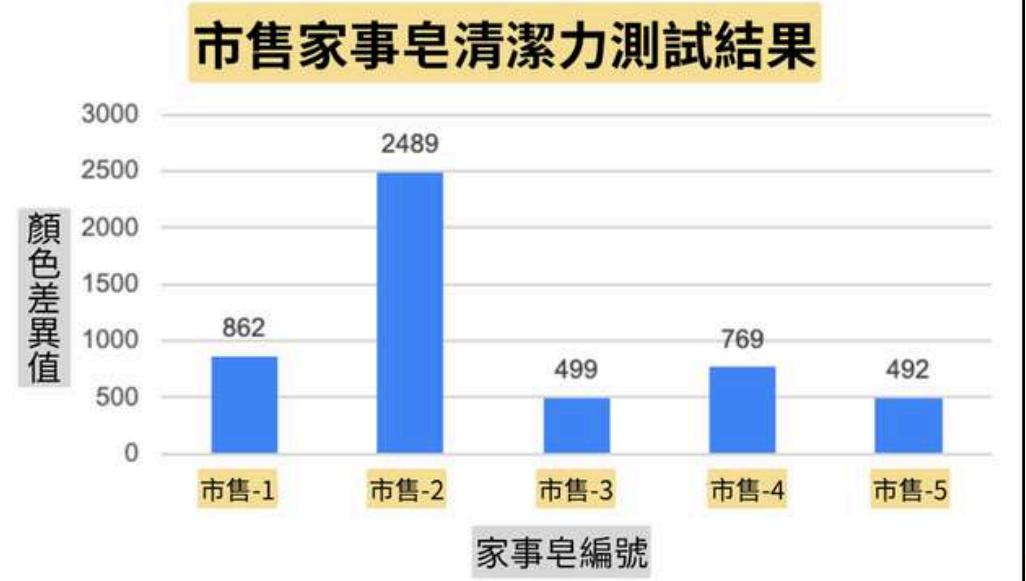
##### 市售家事皂去油力測試結果(搖晃後靜置24時)



- 市售-2和市售-4有透明油層，去油力較差，其餘沒有透明油層。

#### 清潔力

##### 市售家事皂清潔力測試結果



- 市售-2的顏色差異最高。
- 市售-5的顏色差異最低。

## 二、實作一：皂液添加不同量的馬鈴薯泥對家事皂清潔效果的影響

### 01| 實驗設計

- 油品：椰子油336g、橄欖油84g，共420g
- 鹼水：氫氧化鈉73g和純水96g
- 添加物：馬鈴薯泥(馬鈴薯和純水的比例8:5)，皂液打好後加入不同量的馬鈴薯泥：

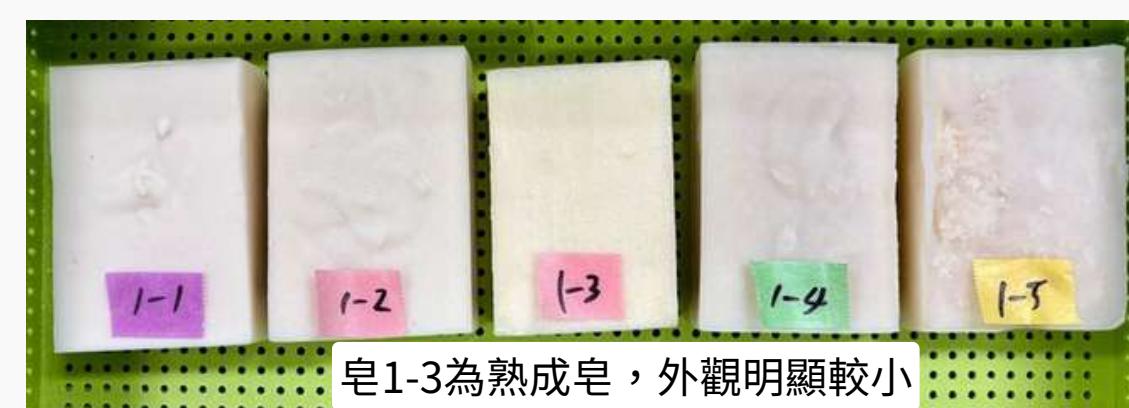
實作一家事皂編號及馬鈴薯泥重量表

編號	皂1-1	皂1-2	皂1-3	皂1-4	皂1-5
馬鈴薯重量(g)	0	40	80	120	160

### 02| 實驗結果

#### 家事皂外觀

- 皂1-1很好攪拌而且量最少，可以輕鬆倒入皂模，表面最光滑。
- 皂1-5很濃稠且量最多，放入皂模時要用挖的，表面最粗糙。

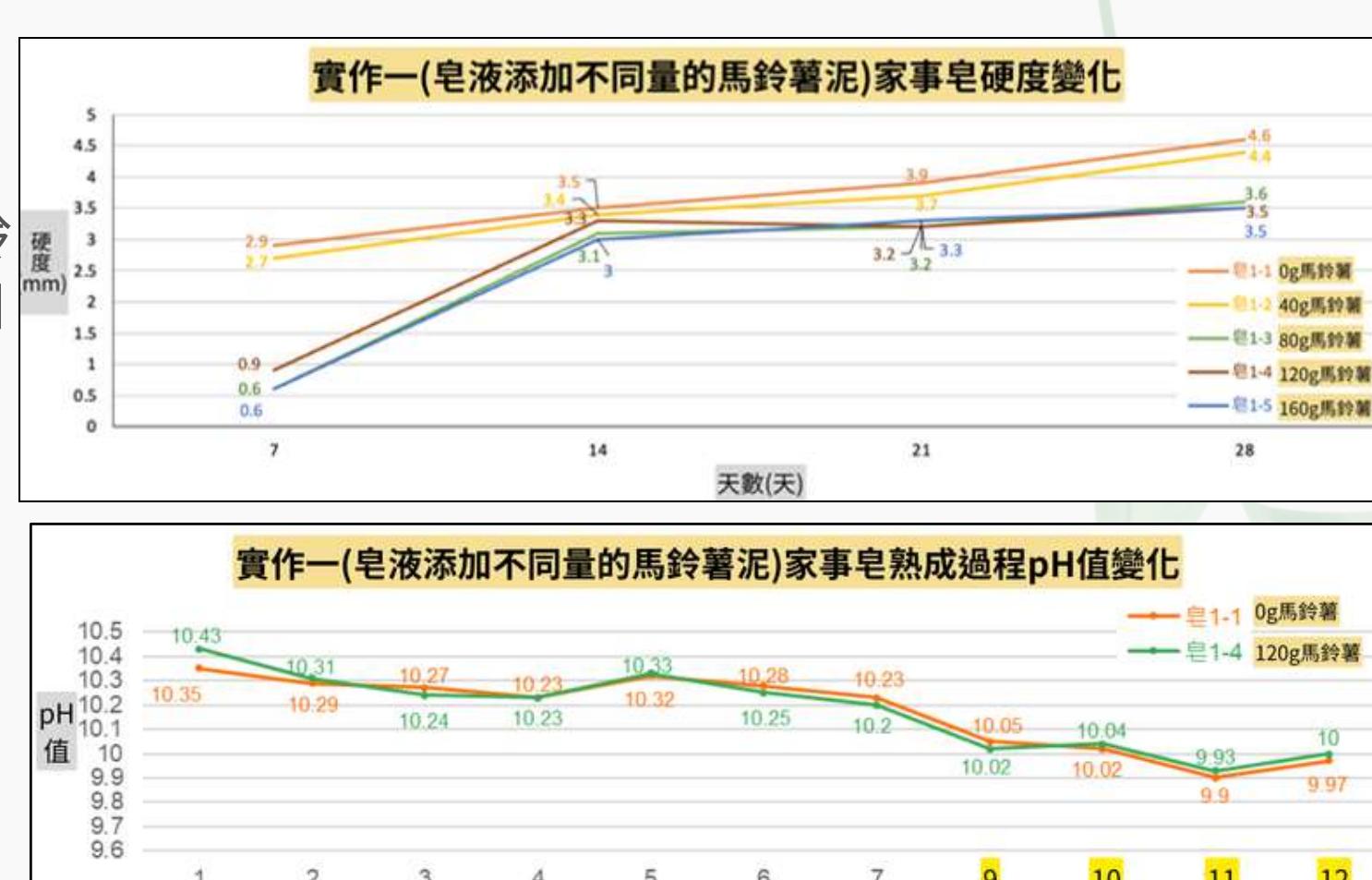


#### 硬度變化

- 第7到14天硬度變化最大。
- 從28天的測試結果，加入馬鈴薯泥會影響家事皂硬度，有加入馬鈴薯泥硬度會下降。

#### pH值

- 從第一天到第七天的結果，皂的pH值整體呈下降趨勢。
- 添加馬鈴薯泥對皂的pH值影響不大，熟成後的pH值差異也不大。



實作一家事皂(熟成)pH值

結果	編號	皂1-1	皂1-2	皂1-3	皂1-4	皂1-5
pH值		9.65	9.84	9.89	9.81	9.87

## 三、實作二：皂液添加不同種類的含澱粉根莖類對家事皂清潔效果的影響

### 01| 實驗設計

- 油品：椰子油336g、橄欖油84g，共420g
- 鹼水：氫氧化鈉73g和純水96g
- 添加物：含澱粉根莖類的泥 (含澱粉根莖類80g、純水50g)

實作二家事皂編號及澱粉來源表

編號	皂2-1	皂2-2	皂2-3	皂2-4	皂2-5	皂2-6
澱粉來源	馬鈴薯	金時甘藷 (栗子地瓜)	山藥	芋頭	黑粟南瓜 (栗子南瓜)	芋心甘藷 (紫薯)

### 02| 實驗結果

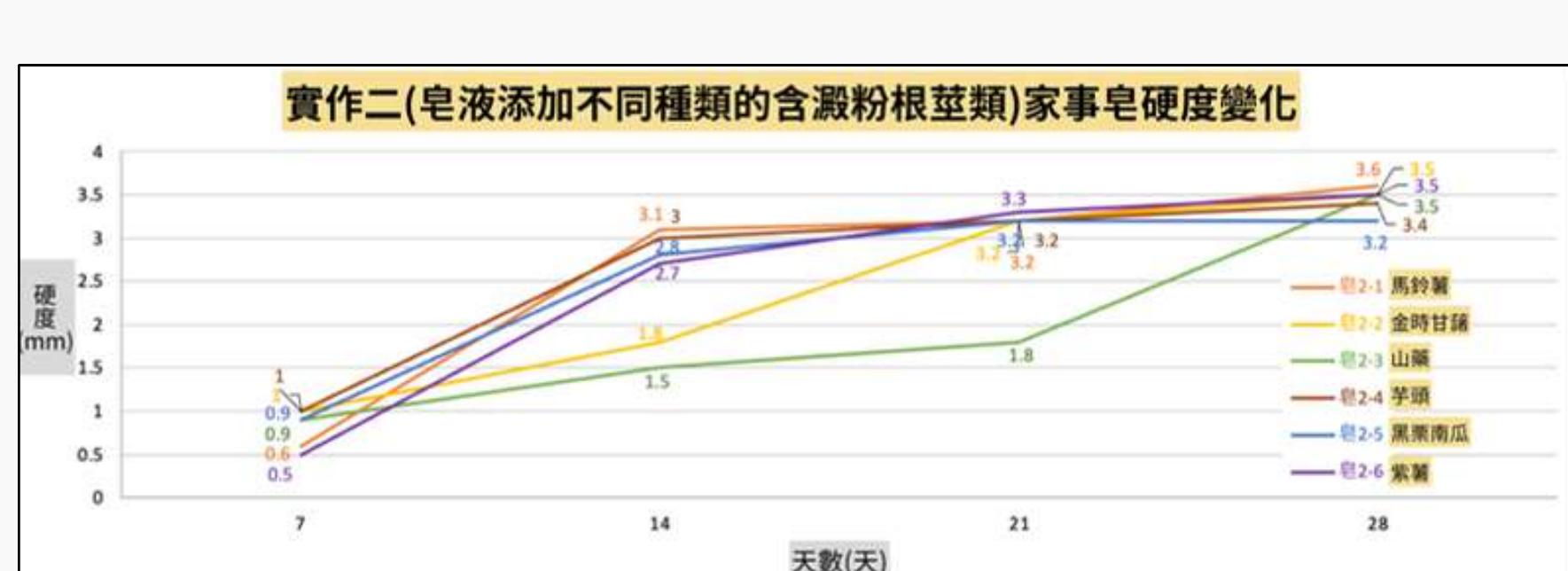
#### 家事皂外觀

- 皂2-3的表面最光滑，皂2-5的表面最粗糙。
- 皂2-4、皂2-5、皂2-6表面有大塊的澱粉塊 (圖紅圈處)，製作澱粉泥的同學表示這三種混合物質地較硬，不易均勻打成泥會成塊。



#### 硬度變化

- 添加不同種類的含澱粉根莖類對家事皂硬度的影響不大。



#### pH值

實作二家事皂(熟成)pH值

編號	皂2-1	皂2-2	皂2-3	皂2-4	皂2-5	皂2-6
pH值	9.89	9.69	9.9	9.98	9.91	9.8

- 添加不同種類的含澱粉根莖類對家事皂的pH值幾乎沒有影響，熟成時pH值都落在9.6至10之間。

#### 起泡力

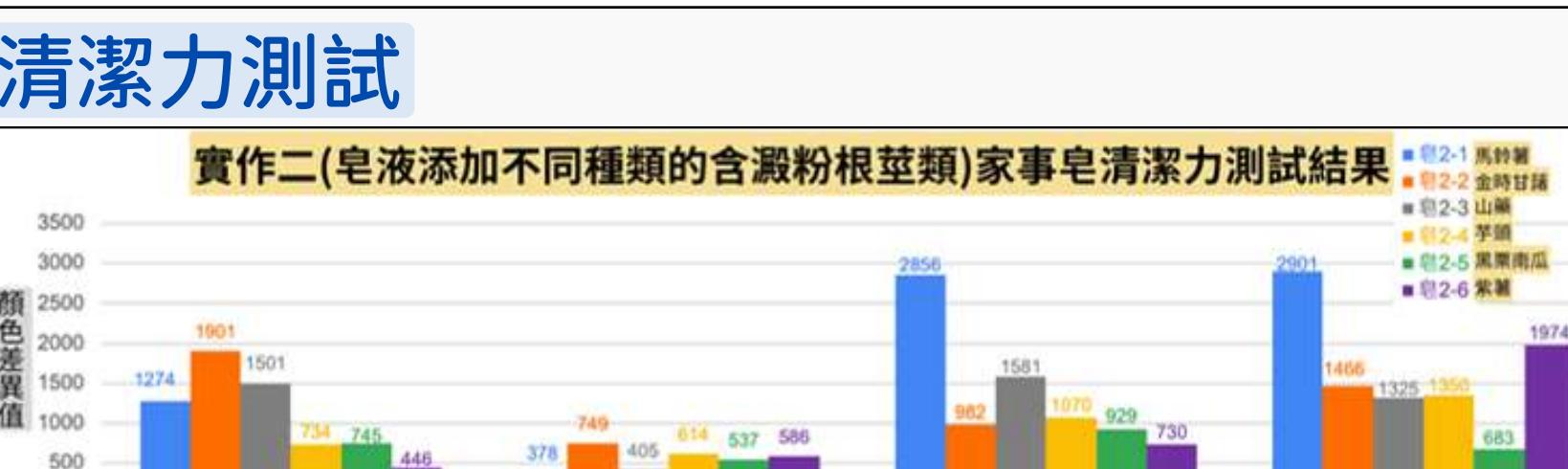
##### 實作二(皂液添加不同種類的含澱粉根莖類)家事皂起泡力測試結果



- 澱粉的種類對皂的起泡力是有影響的，添加甘藷對皂的起泡力都很不錯。

#### 清潔力

##### 實作二(皂液添加不同種類的含澱粉根莖類)家事皂清潔力測試結果



- 在21天和28天時，大部分皂的顏色差異變大，清潔效果明顯增加。
- 由第28天的結果，皂2-1清潔力測試前後顏色差異最大，效果最好。

#### 去油力

##### 實作二(皂液添加不同種類的含澱粉根莖類)去油力測試(一)搖晃後靜置24時結果



- 實作二所有結果都沒有透明油層，代表皂具有將去油力測試中的油脂包覆的能力。
- 從第7天到第28天來看，乳化層的占比大部分都越來越高，皂的去油力越來越好。

#### 試用感受

- 皂1-4排名第一、皂1-3排名第二、皂1-1排名第三。

#### 小結

綜合比較後，加入馬鈴薯泥增加去油力，加入過多較難入模，皂1-3(添加80g馬鈴薯泥)是五個家事皂配方中最好的

#### 試用感受

- 皂2-3排名第一、皂2-6排名第二、皂2-2排名第三。

#### 小結

綜合比較後，皂2-1表現最好，加入馬鈴薯較好製作成均勻的澱粉泥入皂，清潔力與去油力表現也最好。

## 四、實作三：不同椰子油與橄欖油的占比對家事皂清潔效果的影響

### 01| 實驗設計

1. **油品**：椰子油和橄欖油共420g，家事皂編號及油脂種類占比及重量如下表。

材料	實作三的家事皂編號及油脂種類占比及重量表					
	編號	皂3-1 (椰:橄=9:1)	皂3-2 (椰:橄=8:2)	皂3-3 (椰:橄=7:3)	皂3-4 (椰:橄=6:4)	皂3-5 (椰:橄=5:5)
椰子油(g)	378	336	294	252	210	
橄欖油(g)	42	84	126	168	210	

2. **鹼水**：椰子油和橄欖油的皂化價不同（椰子油0.185、橄欖油0.134），不同比例的油品需要的氫氧化鈉不同。先確認需要的氫氧化鈉重量和純水重量，扣除製作馬鈴薯泥的50g水量，鹼水的材料如下表。

材料	實作三的家事皂編號及鹼水材料重量表					
	編號	皂3-1	皂3-2	皂3-3	皂3-4	皂3-5
氫氧化鈉(g)	76	73	71	69	67	
純水(g)	102	96	92	88	84	

3. **添加物**：馬鈴薯泥（馬鈴薯80g、純水50g）

### 02| 實驗結果

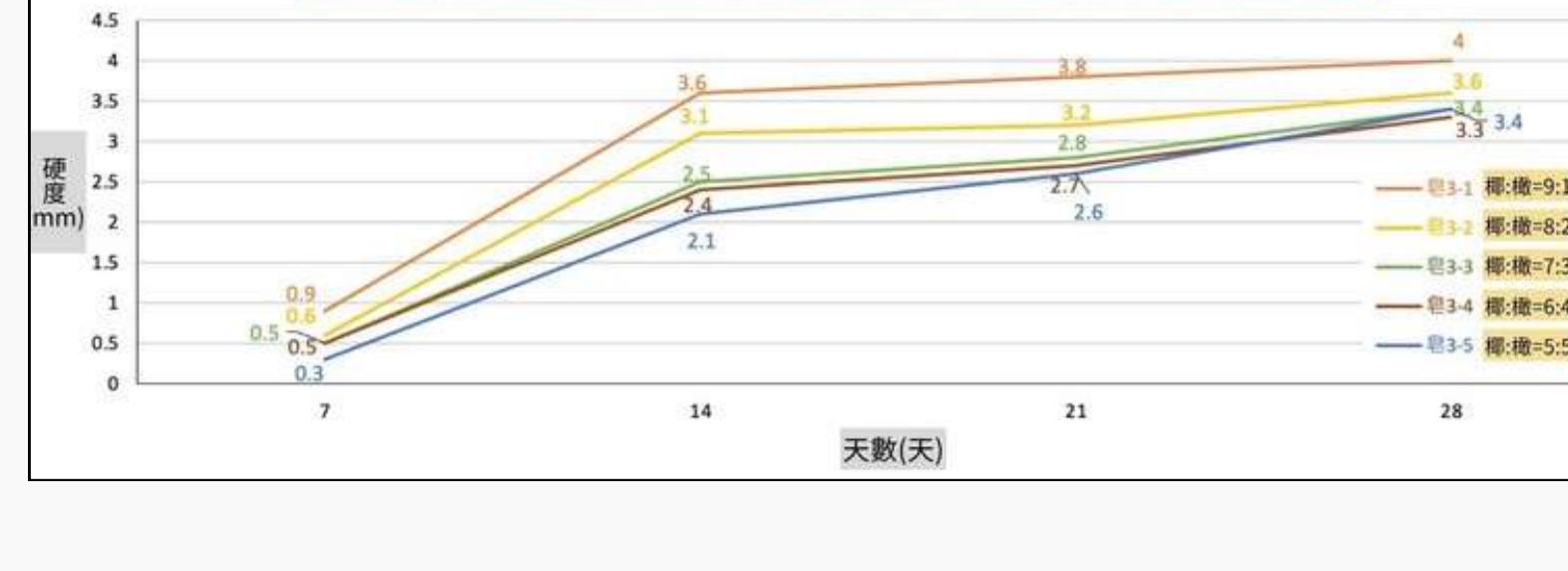
#### 家事皂外觀



- 皂3-1到皂3-5的表面都沒有大塊的馬鈴薯顆粒。
- 打皂時，皂3-1所花費時間最短，皂3-5花費時間最長，由此我們推斷軟油（橄欖油）所佔的比例越高，打皂所需的時間越多。

#### 硬度變化

- 椰子油比例越高，皂的硬度就越高。



## 五、熟成家事皂去油力測試

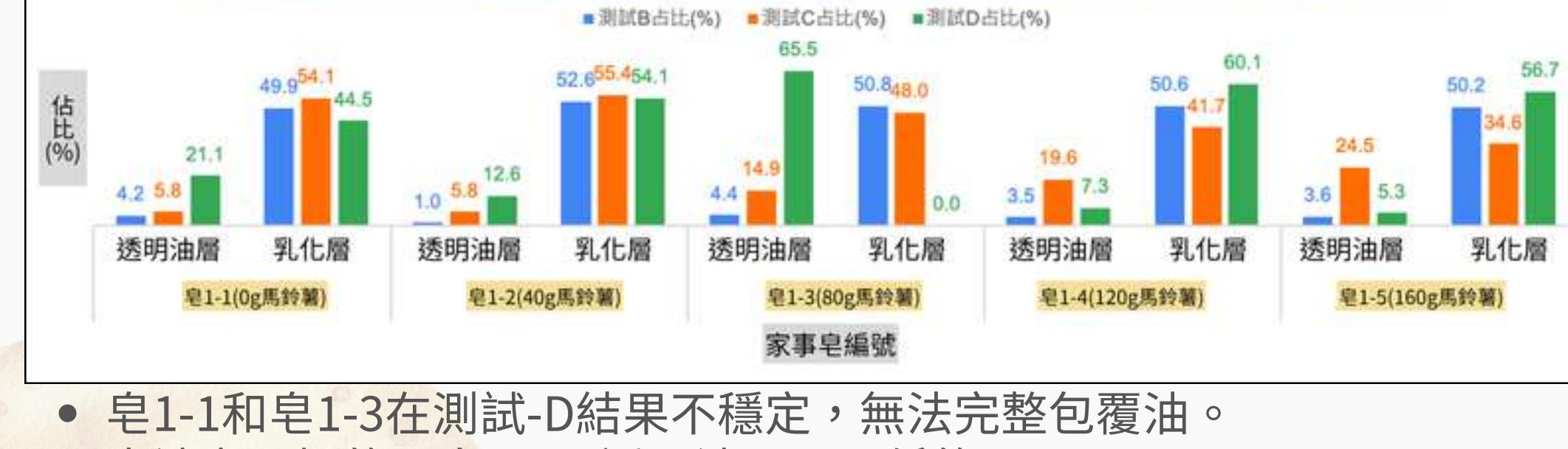
### 01| 實驗設計

- 家事皂**：去油力測試第28天沒有透明油層的熟成皂。
- 油和皂液容量**如右表，用自製旋轉裝置搖晃後靜置24小時，觀察分層結果。

材料	編號	測試-B	測試-C	測試-D
油(ml)	3.5	4	4.5	
皂液(ml)	2.5	2	1.5	

### 02| 實驗結果

#### 實作一(皂液添加不同量的馬鈴薯泥)熟成家事皂



- 皂1-1和皂1-3在測試-D結果不穩定，無法完整包覆油。
- 去油力最好的是皂1-5，透明油層是最低的。
- 加入馬鈴薯泥可以增加去油力，但加入越多使用者感受沒有越好。

## 六、最佳的家事皂配方

由以上三個實作及家事皂在熟成期間和熟成後的測試結果，得到以下結果：

- 皂液**添加馬鈴薯泥可以增加去油力**。
- 皂液添加芋頭泥、紫薯泥，也能穩定包覆油脂，比較這三種澱粉的成本，**馬鈴薯仍是較佳的選擇**。
- 椰子油與橄欖油是5:5時製作皂液**，清潔和去油力表現良好，使用者感受也有最高的評價。

#### 最佳家事皂配方

**椰子油210克、橄欖油210克、氫氧化鈉67克(調製鹼水使用純水84克)，加入80克馬鈴薯泥(調製馬鈴薯泥使用純水50克)**

#### pH值

結果	編號	皂3-1	皂3-2	皂3-3	皂3-4	皂3-5
pH值		9.96	9.91	9.8	9.9	9.72

- 不同椰子油與橄欖油的占比對家事皂pH值沒有影響。

#### 起泡力測試

- 椰子油和橄欖油的占比對家事皂起泡力的影響不大。



#### 清潔力測試

- 從第28天結果比較，皂3-2效果最好，皂3-1其次。



#### 去油力測試



- 所有結果最上層都沒有透明油分層，皂具有將油脂包覆的能力。
- 從第四週清潔力結果比較，皂3-2效果最好，皂3-5其次。

#### 試用感受

- 皂3-4排名第一、皂3-5排名第二、皂3-3排名第三。

#### 小結

綜合比較後，皂3-5是五個家事皂配方中最好的，去油力表現佳，試用結果的排名也高。製皂過程加入比例較高的橄欖油使用上感受較佳。

## 實作二(皂液添加不同種類的含澱粉根莖類)熟成家事皂

#### 實作二(皂液添加不同種類的含澱粉根莖類)去油力測試(二)搖晃後靜置24時結果



- 皂2-1在測試-D結果不穩定，無法完整包覆油。
- 皂液加入芋頭和紫薯可增加去油力，加入紫薯去油力最佳，透明油層最低。
- 這三種添加物的價格紫薯最高、馬鈴薯最低，若要大量製造紫薯家事皂，會耗費較多成本。

## 實作三(不同椰子油和橄欖油占比製作皂液)熟成家事皂

#### 實作三(不同椰子油與橄欖油占比製作皂液)去油力測試(二)搖晃後靜置24時結果



- 椰子油占比較高時，測試-D的結果不穩定，無法完全包覆油。
- 椰子油和橄欖油佔比為5:5時去油力表現最佳，透明油層最低。

#### 與市售家事皂比較

項目	家事皂	家事皂	我們的最佳家事皂(皂3-5)
硬度(mm)	最低1.2、最高4.8	3.4, 硬度適中	9.72
pH值	最低9.59、最高10.14	9.72	
去油力	市售2、4無法完全包覆等量油 市售1、3、5能完全包覆等量油	熟成期間都能完全包覆等量油 熟成皂能穩定包覆3倍的油量	
起泡力(mm)	最低11、最高31.3	18	
清潔力 刷洗前後顏色差異值	最低492、最高2489	2101	
成本(平均每100g)	最低43元、最高100元	16.4元	

## 伍、結論

- 家事皂液加入馬鈴薯泥可以增加去油力**，皂液加入160克馬鈴薯泥，能穩定包覆三倍的油，去油力表現最佳。加入越多馬鈴薯泥除了較難入模，從使用者評價也可以看出喜好沒有因此增加。
- 家事皂液添加不同種類的含澱粉根莖類在去油力有明顯差異，**添加芋頭泥、紫薯泥的熟成家事皂，能穩定包覆三倍的油**。
- 椰子油與橄欖油佔比為5:5的熟成馬鈴薯家事皂，去油力表現最佳**，能穩定包覆三倍的油，使用者也因皂橄欖油比例提高，使用過後有更正面的感受。
- 使用**椰子油210克、橄欖油210克、氫氧化鈉67克(調製鹼水使用純水84克)**，加入**80克馬鈴薯泥(調製馬鈴薯泥用純水50克)**是本研究最佳的家事皂。