

利用天然指示劑開發有色手工肥皂

參賽主題：自然科技

篇名

利用天然指示劑開發有色手工肥皂

作者

盧伯一。花蓮縣立富源國民中學。八年忠班

田又愷。花蓮縣立富源國民中學。八年忠班

指導老師

張致信老師

壹●前言

一、研究動機

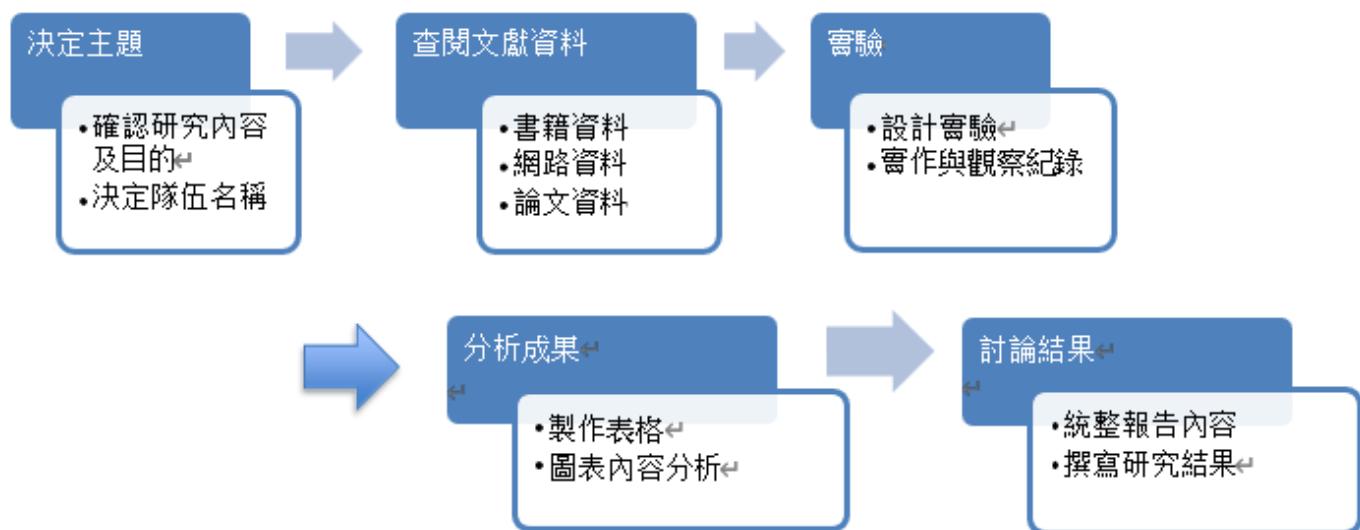
隨著環保意識的提升，手工肥皂因為天然、環保以及對皮膚友善的特性，逐漸受到大眾的重視與喜愛。在一次社團課的實驗中，我們利用紫色高麗菜製作**酸鹼指示劑**，觀察到其顏色會隨著酸鹼度而產生明顯變化，這讓我產生了新的想法：是否能將這樣的科學原理應用在日常生活用品中？

若能把酸鹼指示劑加入肥皂製作過程中，或許可以研發出兼具清潔功能與趣味效果的「**有色肥皂**」。透過皂化實驗，我們能夠比較冷製法與熱製法的不同，並探討天然色素加入皂化過程中的穩定性。

二、研究目的

- (一) 探討植物製作成酸鹼指示劑的效果。
- (二) 探討肥皂冷製法與熱製法的差異。
- (三) 驗證天然酸鹼指示劑能否在手工肥皂製程中穩定顯色。

三、研究流程



圖一 研究流程圖

一、文獻探討

(一) 酸鹼指示劑（2025，維基百科）：

酸鹼指示劑（Acid-base indicator），或叫 pH 指示劑、氫離子濃度指示劑，是用來測試 pH 值的化學試劑。

它們本身是弱酸或弱鹼，亦是色素，滴入溶液時會與氫離子（質子； H^+ ）或氫氧離子（ OH^- ）結合，轉化成相應的酸式或鹼式，從而顯示不同色澤。

pH 指示劑在不同酸鹼值的溶液中能可逆變色，可指示中和分析的反應終點，亦可測定試液的 pH 值。

(二) 皂化反應：（2025，康軒版國中自然課本第四冊）：

皂化反應是脂肪或油類在鹼性環境下與氫氧化鈉或氫氧化鉀等鹼性物質發生反應，生成肥皂和甘油的化學反應。這一反應在製作手工皂、肥皂和香皂的過程中扮演著核心角色。不同類型的皂，如手工皂、肥皂或香皂，可能會在皂化反應過程中有些微差異，但基本的化學反應原理相同。

皂化反應的基本化學式為：

脂肪酸酯（油脂）+ 鹼（如氫氧化鈉或氫氧化鉀） \rightarrow 肥皂（脂肪酸鹽）+ 甘油。

這個過程需要一定的時間和溫度來完成。

(三) 手工皂的製作：

1. 热製法（2024，中國文化大學教育推廣部）：

混合鹼液與油脂的攪拌過程中，透過隔水加熱或直接加熱等人為方式，將溫度維持在 70~80°C (有些甚至高達 100°C)，加速皂化反應。無需晾皂，冷卻後即可使用，故可快速並大量生產販售。此法雖省時省力，成功率較高，但高溫易造成油脂劣化變質、營養成份流失，致使洗後肌膚較為乾澀緊繃。

2. 鹽析（2025，康軒版國中自然課本第四冊）：

在皂化反應完成後，加入飽和食鹽水，因為肥皂在飽和食鹽水的溶解度降低而析出，使之與甘油分離。又因肥皂的密度較食鹽水小，故可浮在飽和食鹽水上，加以撈出。

3. 冷製法（2024，中國文化大學教育推廣部）：

不藉由外力升溫加速皂化反應，待充分攪拌混合鹼液與油脂後，靜置於通風處晾皂(約需 45~60 天以上)，等待自然降鹼熟成，避免高溫破壞、油脂劣化。此做法較為費時費力，失敗風險也較高，但能保留較多天然油脂中的營養成分，例如甘油及維他命 E，有助洗後肌膚保濕柔嫩。

利用天然指示劑開發有色手工肥皂

二、實驗流程及步驟

(一) 製作植物酸鹼指示劑及利用不同 pH 值測試顏色變化

取 20 公克紫色高麗菜用研鉢搗碎	分別加入 200 毫升酒精及熱水中萃取
發現用熱水萃取的溶液一週後有黴菌	5 種不同 pH 值溶液測試(左鹼-右酸)

(二) 製作肥皂

1. 熱製法

取 20 公克沙拉油加入 20 毫升酒精	加入 10M 氢氧化鈉 10 毫升攪拌並加熱

利用天然指示劑開發有色手工肥皂

攪拌反應 20 分鐘後，加入 10 毫升水使反應完全，最後倒入飽和食鹽水中鹽析	以廣用指示劑檢測酸鹼性

2. 冷製法

取 8 公克氫氧化鈉加入 10 毫升水攪拌	取 60 公克沙拉油
將沙拉油與鹼水溶液攪拌反應 20 分鐘	將反應物倒入紙杯塑型

利用天然指示劑開發有色手工肥皂

(三)將酸鹼指示劑加入冷製法肥皂製程



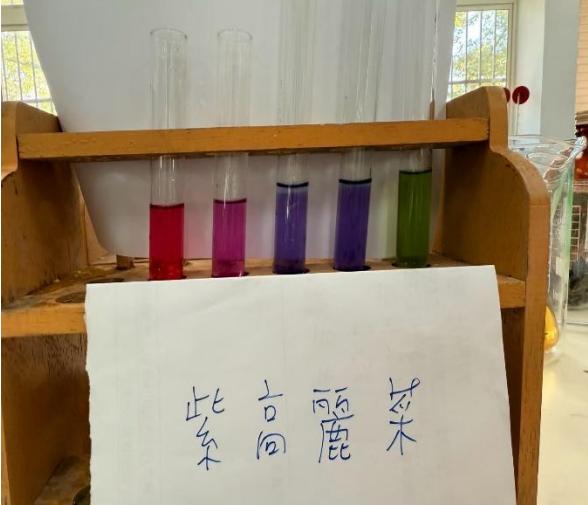
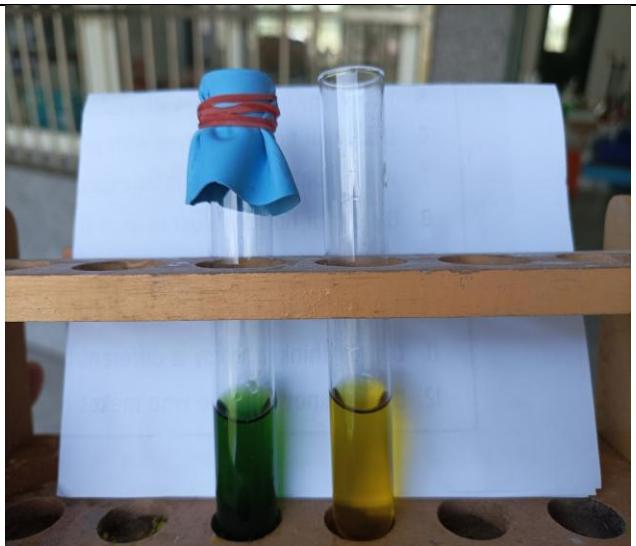
三、實驗結果

(一) 探討植物酸鹼指示劑在不同 pH 值溶液中，所呈現的顏色。

1. 使用熱水及酒精萃取紫色高麗菜，萃取液的顏色略有不同，但與酸鹼作用後的顏色，大致相同。
2. 但是用熱水萃取的紫色高麗菜溶液，在一週之後有發霉的現象，顯示不易保存。
3. 使用五種不同的酸鹼溶液來測試，分別是(1)實驗室中的 8M 醋酸溶液，(2)稀釋 100 倍的 8M 醋酸溶液，(3)蒸餾水，(4)0.01M 的氫氧化鈉溶液(5)1M 的氫氧化鈉溶液。
4. 蝶豆花萃取時，使用酒精並無法萃取出像熱水一樣的藍色，故實驗使用熱水萃取的蝶豆花呈色。
5. 使用酒精萃取的紫色高麗菜溶液，因為酒精的密度比水小，故用酸鹼溶液測試時，一開始會分層，在上層顯色，需要搖晃使溶液均勻。
6. 使用高麗菜溶液加入鹼性溶液時，一開始會呈綠色，但是大約過 1 分鐘之後，則會呈現黃色。
7. 為了方便記錄我們將不同酸鹼溶液做簡單的五種區分
(1)酸性:8M 醋酸溶液，(2)弱酸:稀釋 100 倍的 8M 醋酸溶液，
(3)中性:蒸餾水，(4)弱鹼:0.01M 的氫氧化鈉溶液，(5)鹼性:1M 的氫氧化鈉溶液
並將結果紀錄於下表:

溶液性質 植物種類	(1)酸性	(2)弱酸	(3)中性	(4)弱鹼	(5)鹼性
紫色高麗菜	紅色	粉紅色	紫色	藍色	黃色(綠色/較快)
蝶豆花	桃紅色	淡粉色	藍色	淡紫色	黃色(綠色/較慢)

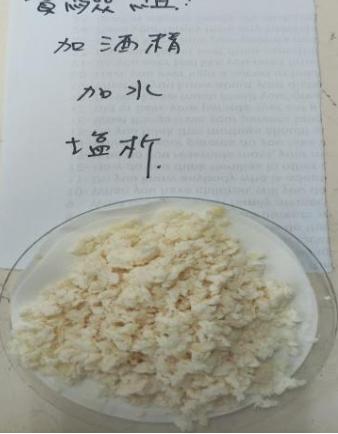
利用天然指示劑開發有色手工肥皂

	
紫高麗菜在不同酸鹼溶液中顏色(酸~鹼)	蝶豆花在不同酸鹼溶液中顏色(酸~鹼)
	
利用密度不同與酸鹼不同表現漸層	紫色高麗菜加入鹼性溶液從綠色變為黃色

(二) 探討不同方式製作手工肥皂

1. 使用熱製法製作肥皂，過程中需要加入酒精，而酒精並非皂化反應的反應物，目的只是要幫助油脂溶解加速反應，於是我們就想若不加入酒精是否一樣可以達到同樣結果，便設計實驗組(加酒精)與對照組(不加酒精)來做比較。
2. 熱製法實驗步驟在熄火之前要加上 10 毫升的水，並將產物倒入飽和食鹽水中鹽析，因為肥皂不容於食鹽水且密度小的關係會上浮，較易取出。但部分文獻也指出，鹽析過程中會將皂化反應的副產品甘油去除，因甘油有保濕性，故鹽析之後的肥皂感覺較硬，於是我們也設計實驗組(鹽析)與對照組(不加水及不鹽析)來做比較。
3. 冷製法製作肥皂時，油脂與鹼的比例(稱為皂化價)，據文獻指出，依據油的不同比例也不相同，這方面由於時間的關係，我們沒有進一步作探討，於是利用網路上查詢的資料大豆油皂化價(氫氧化鈉)為 0.13，於是我們使用 60 克的大豆油，加上 8 公克 ($60 \times 0.13 = 7.8$) 的氫氧化鈉，用此比例製作出的反應效果良好。

利用天然指示劑開發有色手工肥皂

 <p>實驗組 加 酒精 加 水 鹽析</p>	 <p>① 不加酒精 不加水 不鹽析</p>
<p>熱製法實驗組: 加酒精 加水 並鹽析</p>	<p>熱製法對照組: 不加酒精 加水 並鹽析 顏色及硬度與實驗組相似。</p>
 <p>② 不加酒精 不加水 鹽析</p>	 <p>加 酒精 加 水 不鹽析</p>
<p>熱製法對照組: 不加酒精 不加水 並鹽析 顏色及硬度與實驗組相似。</p>	<p>熱製法對照組: 加酒精 加水 不鹽析 顏色較實驗組黃 硬度較與實驗組軟。</p>
 <p>①' 不加酒精 不加水 不鹽析</p>	 <p>②' 不加酒精 不加水 不鹽析</p>
<p>熱製法對照組: 不加酒精 加水 不鹽析 顏色較實驗組黃 硬度較與實驗組軟。</p>	<p>熱製法對照組: 不加酒精 不加水 不鹽析 顏色較實驗組黃 硬度較與實驗組軟。</p>

利用天然指示劑開發有色手工肥皂

(三)在肥皂製程中，加入植物酸鹼指示劑

1. 經過皂化實驗後，我們決定使用冷製法來執行這項操作。因為使用熱製法可能會將植物的花青素破壞，而影響實驗結果。
2. 在冷製法的最後一個步驟加入紫色高麗菜酒精萃取液，一開始果然呈現出綠色，但經過攪拌之後，又變成黃色。而這與原本不加時的肥皂顏色相近，故看不出效果。
3. 在冷製法的最後一個步驟加入蝶豆花熱水萃取液，一開始也呈現出綠色，經過攪拌之後，最後還是變成黃色，只是相較於紫色高麗菜時間較長。

	
加入紫色高麗菜萃取液 一開始呈現綠色	加入蝶豆花萃取液 一開始呈現綠色
	
紫色高麗菜手工肥皂: 經攪拌反應後，顏色變為黃色	蝶豆花手工肥皂: 經攪拌反應後，顏色變為黃色

參●結論

一、問題與討論

(一) 為何熱水萃取的紫色高麗菜試管容易發霉，而酒精萃取的試管則沒有？

使用紫色高麗菜做為樣本時，經過一週後，使用熱水萃取的試管中，中性與弱酸性環境的樣本出現黴菌，而酒精萃取的樣本則沒有發霉。這可能與以下因素有關：**抑菌效果**：酒精本身具有殺菌與防腐的作用，能有效抑制微生物生長。**水分含量**：水提供微生物生長的良好環境，而熱水萃取的樣本中含有較多的水分，這可能促使黴菌孳生。**酸鹼環境影響**：發霉的試管主要集中在中性與弱酸性區間，可能是因為黴菌較適應這些 pH 值的環境，相較之下，強酸或強鹼環境可能較不適合黴菌生長。本結果顯示，若要長時間保存植物色素萃取液，酒精萃取可能是較佳的選擇，但若是像蝶豆花這種用酒精無法萃取，反而要使用熱水效果比較好的指示劑，就可利用冷藏方式來延長保存期限。

(二) 為何蝶豆花中的色素無法使用酒精萃取？

在實驗過程中，發現**酒精無法萃取出蝶豆花的藍色色素**，可能原因與花青素結構及其**親水性**有關。蝶豆花的花青素較容易溶於水，在酒精中溶解度較低，因此酒精萃取無法呈現顯著的顏色效果。這也顯示不同植物色素的萃取方法需依其化學特性來調整。

(三) 為何兩種酸鹼試劑在鹼性環境中一開始呈現綠色，但約一分鐘後漸漸變為黃色？

在實驗中觀察到，紫色高麗菜指示劑在接觸強鹼溶液時，最初呈現綠色，但在靜置約十分鐘後顏色逐漸轉為黃色。這可能是由於以下因素造成：**花青素的結構變化**：花青素在鹼性條件下會轉變為其結構，產生綠色或藍綠色的呈色，但這種結構在**強鹼環境下不穩定**，可能進一步降解或氧化成黃色的產物。

(四) 為何同樣是熱製法製作肥皂，有些對照組的硬度和顏色會不同？

在熱製法中，我們設計了有加酒精與不加酒精、有加水與不加水以及進行鹽析與否的多組實驗。結果發現，經過**鹽析的肥皂**因為移除了副產物甘油，**硬度較高**；而沒有鹽析的肥皂則較軟且含有較多保濕成分，至於實驗後段是否加水，差異不大。至於顏色的差異，有加酒精的肥皂顏色較白，可能來自於加熱過程中**油脂的氧化反應**與色素受熱破壞的程度不同。因此，製程的細節會直接影響肥皂的質感與外觀。

(五) 冷製法與熱製法在應用上有何不同的優缺點？我們最後為何選擇冷製法？

熱製法的優點是皂化反應能在短時間內完成，冷卻後即可使用，**適合快速製作與大量生產**。但缺點是高溫容易破壞油脂中的營養成分，也可能使天然色素降解，導致變色效果不明顯或顏色不穩定。相較之下，冷製法不需高溫，**能保留更多的甘油及植物色素**，對皮膚較為保濕，且顏色穩定性較高。但缺點是製作過程耗時，需要長時間熟成。本研究的目的在於探討天然指示劑是否能穩定呈色，因此我們最後選擇冷製法。

利用天然指示劑開發有色手工肥皂

二、研究結論

(一) 植物色素具備作為酸鹼指示劑的潛力，但其實際應用需視化學特性調整條件。

本研究證實紫色高麗菜與蝶豆花皆能隨酸鹼度變化產生顯著的顏色轉換，然而不同色素在萃取方式與環境穩定性上表現差異明顯。例如，高麗菜花青素在強鹼環境中初期呈綠色，但會逐漸轉為黃色；蝶豆花則因花青素親水性較高，酒精無法有效萃取，必須以熱水處理。此外，萃取溶劑亦會影響保存期限，酒精具有抑菌效果，能延長指示液的使用時間；相對地，熱水萃取的樣本因含水量高，中性與弱酸區域容易滋生黴菌。因此，未來若要發展可長期保存的天然指示劑產品，必須同時考量「溶解性」、「抑菌性」與「酸鹼後續反應」三項條件，才能具備實際應用價值。

(二) 肥皂製程的選擇會直接影響成品中植物色素的保存程度與整體質感。

熱製法具有反應快速、冷卻後即可使用的優點，若進行鹽析處理，可移除部分甘油，使肥皂硬度提升。相較之下，冷製法雖需較長時間熟成，但能保留較多甘油與色素，使肥皂觸感較為保濕，色澤亦較柔和穩定，因此成為變色肥皂的主要製作方式。然而實驗結果顯示，紫色高麗菜與蝶豆花在鹼性肥皂中最終仍多呈黃色，與肥皂本身的基底色接近，導致變色效果不夠醒目。由此可知，若想提升展示或商業應用價值，未來可嘗試選用在弱鹼範圍即可呈現明顯對比色的植物指示劑，或設計雙指示劑配方，以強化顏色變化的可識別性。

肆●引註文獻

一、東海大學普通化學實驗室。肥皂的製備及其性質探討。

<https://gclab.thu.edu.tw/gen-chem/pdf-gc/Exp12.pdf>

二、陳逸凡 (2025)。植物花青素的萃取與變色實驗。台北科學日。

<https://tpsci.phy.ntnu.edu.tw/exhibits/49>

三、花青素。維基百科。 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%8A%B1%E9%9D%92%E7%B4%A0>

四、紫色高麗菜汁-自製 pH 試紙。東華大學實驗室。

<http://gclab.thu.edu.tw/Chem-Eng%20A/10.pdf>

五、國立台灣科學教育館。中學小科學展覽作品說明書。

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/080216.pdf>

六、黃書彥;吳文靖;姚秉龍。手工皂製作與探討。修平科技大學論文。

<http://ir.hust.edu.tw/bitstream/310993100/2739/1/%E5%85%A8%E6%96%87.pdf>

七、甯嘉君 (2011)。幸福四季手工皂。藝風堂出版社。

八、格子 (2011)。格子交你做甜點手工皂。雅書堂出版社。

九、朱煥民等人(2025)。國中自然課本第四冊。康軒文教事業。