

當藝術遇見化學：玩樂皂化之美

陳映辛^{1,2,*}、馮松林^{1,2}

¹ 國立竹山高級中學

² 教育部高中化學學科中心

*cs60006@gm.cshs.ntct.edu.tw

■ 前言

生活和化學息息相關，我們致力於教導學生在日常生活中活用所學的化學知識來讓自己的生活更安全、更健康、更天然、永續發展而不危害地球。因此設計實驗時越來越貼近生活，讓學生知道科學就是生活中的一部分，我們設計選修課時由皂化反應入手，因為皂化反應不但操作簡單而且結合生活，還可以讓學生發揮藝術創作。

■ 手工皂簡介

冷製法 (Cold Process) 製作手工皂，其成分只有脂肪酸鈉、甘油和水分，容易被環境中的細菌分解。市面上合成的清潔劑不但不易被細菌分解，甚至含有環境荷爾蒙，有些會造成生物基因突變。因此手工皂比一般市售清潔劑來得安全、環保。再者，自製手工皂的好處很多：(1)可以針對不同季節、不同膚質、不同用途設計不同的配方；(2)可以利用不同油品來調整清潔力、潤膚性；(3)可以加入不同植物粉、中藥粉達到不同訴求；(4)可以利用天然植物油脂及植物粉來改變顏色；以及(5)可以運用技巧、手法使手工皂結

合藝術之美。最重要的是學生可以自己做出專屬個人風格的手工皂，每一顆皂都是獨一無二的！

本文介紹三種方法來改變成皂的顏色：(1)利用天然植物油的顏色—紅棕櫚皂、(2)利用植物粉改變顏色—青黛粉、備長炭粉、茜草粉、低溫艾草粉、以及(3)利用植物浸泡油呈色—紫草皂。再者，利用四種方法來展現顏色的分布：(1)分層法、(2)渲染法、(3)電波渲染法、以及(4)漸層法。

手工皂製作的流程：製作不同手工皂的程序相同，只是油和氫氧化鈉和水比例不同而已，製作的流程如圖一所示。

■ 材料及器材

(一)器材：電子磅秤、量杯數個、皂模(可用紙杯或牛奶盒代替)、不鏽鋼鍋、刮刀、玻棒、打蛋器、湯勺。

臺灣化學教育



圖一：手工皂製作的流程

(二)材料：油品：椰子油、棕櫚油、橄欖油、未精製乳油木果脂、米糠油(玄米油)、紅棕櫚油、紫草浸泡橄欖油、氫氧化鈉、冰塊；精油：薰衣草、大西洋雪松、茶樹、甜橙等；植物粉或礦物粉：青黛(藍色)、備長碳粉(黑色)、茜草粉(粉紅色)、低溫艾草粉(綠色)。

■ 手工皂配方

(一)四季通用配方，如表一所示。

表一：四季通用手工皂的配方

油脂名稱	油品重量 (g)	皂化價	NaOH重 (g)	硬度 (INS)	比例 (%)
橄欖油	300	0.134	40.2	109	50
棕櫚油	200	0.141	28.2	145	33.4
椰子油	100	0.190	19.0	258	16.6
總量	600		87.4	146	100

所需冰塊：193 克(NaOH 總重 × 2.2)；
所需精油：30 克(油脂總重 × 5%)。

註：所需氫氧化鈉量為：油重量 × 皂化價

(二)夏季清爽配方，如表二所示。

表二：夏季清爽手工皂的配方

油脂名稱	油品重量 (g)	皂化價	NaOH重 (g)	硬度 (INS)	比例 (%)
橄欖油	240	0.134	32.16	109	40
棕櫚	120	0.141	16.92	145	20

臺灣化學教育

油					
椰子油	150	0.19	28.5	258	25
米糠油	90	0.128	11.52	70	15
總量	600		89.1	148	100

所需冰塊：196 克(NaOH 總量 $\times 2.2$)；

所需精油：30 克(油脂總重 $\times 5\%$)。

(三) 冬季滋潤配方，如表二所示。

表三：冬季滋潤手工皂的配方

油脂名稱	油品重量 (g)	皂化價	NaOH 重 (g)	硬度 (INS)	比例 (%)
橄欖油	270	0.134	36.1	109	45
棕櫚油	150	0.141	21.15	145	25
椰子油	120	0.19	22.8	258	20
乳油木果	60	0.128	7.68	116	10

脂					
總量	600		87.7	149	

所需冰塊：193 克(NaOH 總量 $\times 2.2$)；

所需精油：30 克(油脂總重 $\times 5\%$)。

■ 安全注意事項

1. 操作過程務必戴乳膠手套和安全眼鏡，氫氧化鈉為強鹼，腐蝕性強。若不小心碰觸到或發現皮膚會癢，用大量清水沖洗。
2. 溶解氫氧化鈉時會大量放熱，溫度會上升。務必慢慢地加入氫氧化鈉到水或冰塊中，不可加入氫氧化鈉到水中。
3. 脫模或切皂時，務必戴手套，因為還有未皂化完全的氫氧化鈉。

■ 操作步驟

1. 量取所需用的油脂，放入不鏽鋼鍋中，如圖二所示。若有固態油脂需先單獨加熱至液態，再加入其他液態油類。



圖二：量取所需用的油脂

2. 量取所需氫氧化鈉和冰塊，慢慢地加入氫氧化鈉到冰塊中，溶化過程會放熱，會

臺灣化學教育

有氣體產生，務必小心慢慢來，如圖三所示。



圖三：量取所需氫氧化鈉（左），加入氫氧化鈉到冰塊中（右）

3. 緩慢地加入步驟 2 的鹼水到步驟 1 的不鏽鋼鍋中，一邊加入一邊攪拌。油脂的顏色逐漸變白，並且變濃稠（開始皂化反應），如圖四所示。



圖四：皂化過程油脂的顏色逐漸變白並且變濃稠

4. 攪拌至濃稠狀，加入喜愛的精油或／和添

加物（植物粉、礦泥粉等），再攪拌均勻。（呈現濃稠狀攪拌的時間大約 30~60 分鐘，攪拌器劃過表面會留下明顯的痕跡，稱為 Trace），如圖五所示。

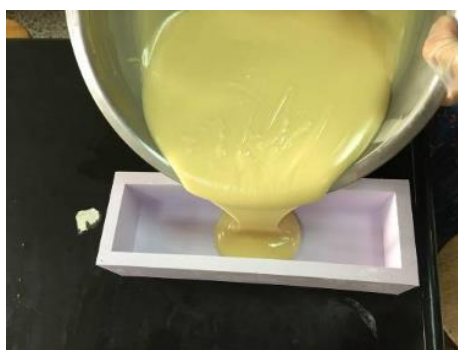


圖五：攪拌至濃稠狀

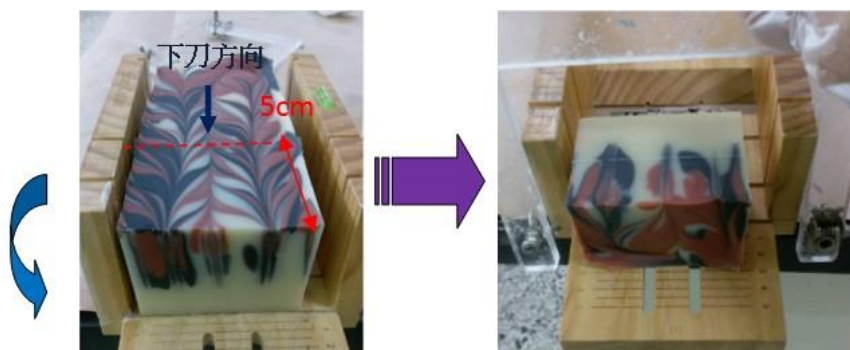
5. 攪拌至濃稠狀後，倒入模型，如圖六所示。等待一天後脫模。（室溫超過 25°C 時不用保溫，若低於 25 度則放入保麗龍箱中保溫。）



臺灣化學教育



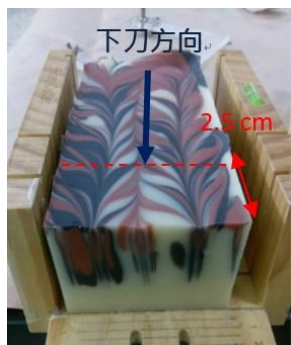
圖六：濃稠狀的肥皂倒入模具中



圖八：渲染皂建議用橫切

6. 切皂：使用切皂台或用菜刀切皂都可，可按照自己喜愛的形狀和大小切塊。通常可以分成直切和橫切兩種。

- (1) 直切：皂脫模後，正面朝上，直接往下切，如圖七所示。素皂(單一顏色的皂)、分層皂及漸層皂建議用直切。



圖七：分層皂和漸層皂建議用直切

- (2) 橫切：先切成 5 cm 長的肥皂，然後翻 90 度，橫切，如圖八所示。通常渲染皂建議用橫切。

7. 蓋皂章：可選擇喜歡的皂章或字樣，壓印在手工皂上面形成圖案或文字，增加美觀富有另類藝術感或是傳達寓意，如圖九所示。



圖九：在手工皂上蓋皂章

8. 熟成：放置切好的皂在陰涼通風處，如圖十所示。40 天以上即可安心使用。

臺灣化學教育



圖十：放置切好的皂在陰涼通風處熟成



圖十一：調配皂液的顏色

■ 增加手工皂美感的技巧

要增加手工皂美感其實有很多技巧，這邊介紹四種簡單容易讓學生操作的方法：

(一) 分層法

先將皂液分成兩等分或數等分，再加入不同植物粉呈色，然後依序入模，使皂分層。

【註：加入粉料以 5% 為上限（建議值）。】

(二) 渲染法

利用兩種或以上不同顏色的皂液，呈現自然又豐富的美麗紋路。隨著每個學生所選顏色的不同、倒皂液時的沖皂力道、勾勒線條的手法、劃皂液時使用的玻棒粗細、切皂時的方式等都會呈現不同的變化與花樣。通常要等到切皂時才會知道渲染的效果，每一顆皂幾乎都是獨一無二，這種純手感帶來的驚奇與樂趣令人著迷。簡單容易上手又不會失敗，每每讓學生驚艷！其作法如下：

1. 在一個塑膠杯中，倒入 100 克的皂液並加入 2 克的備長碳粉。在另一個塑膠杯中，倒入 100 克皂液並加入 2 克紅礮泥粉，分別攪拌均勻，如圖十一所示。【註：所選植物粉或是礮泥粉，盡量選用對比色大或顏色差異大者。】

2. 在模具裡，倒入未調配顏色的皂液，約 7~8 分滿，如圖十二所示。



圖十二：倒入未調配顏色的皂液到模具中

3. 高高地倒入黑色皂液在模具中，劃一個 U 形；再換紅色皂液，倒入模具裡，如圖十三所示。【註：高高地倒入皂液，皂液會沖到底部。若低低地倒入，色液只會在表面而已。】

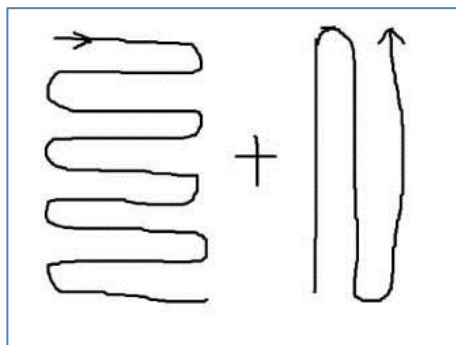
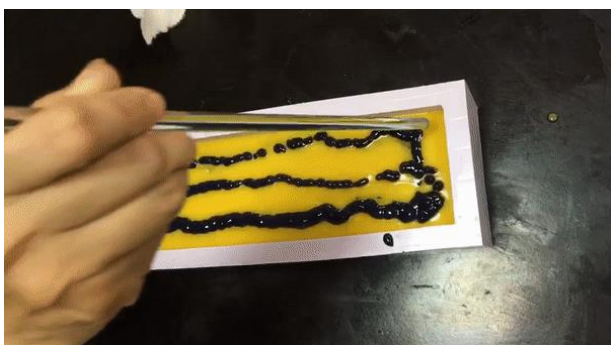


臺灣化學教育



圖十三：高地倒入有色皂液在模中

4. 使用玻棒，先由左而右來回劃出波浪狀，如圖十四左所示；然後由下往上劃出波浪狀，如圖十四右所示。



圖十四：使用玻棒劃出由左而右和由下往上

的波浪狀

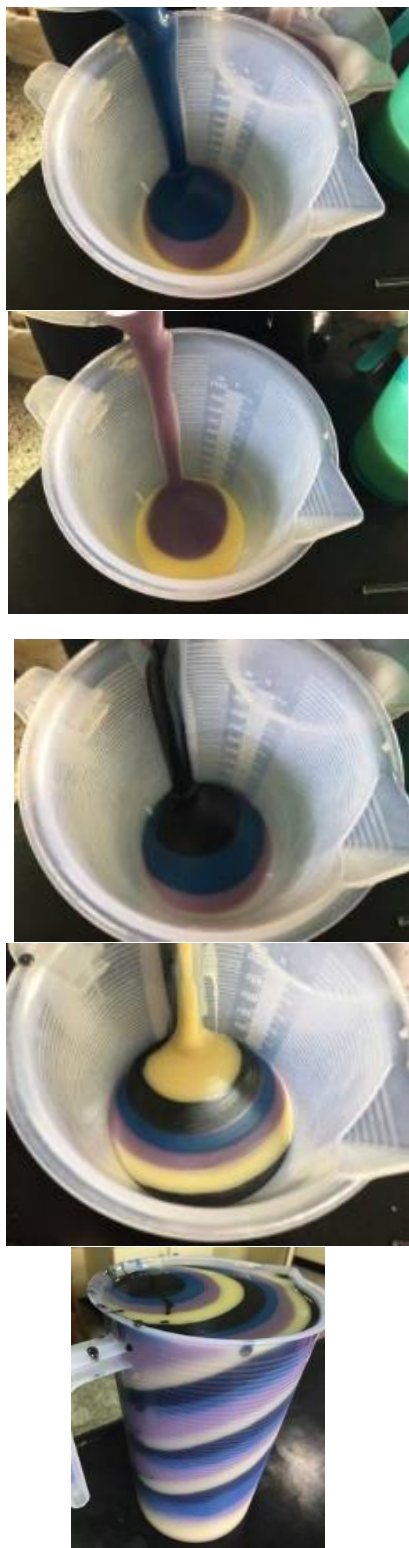
(三) 電波渲染

先將皂液分成數等分；用數種顏色的皂液，依同心圓方式先堆疊；再倒入模具中，通常圖案出現像電波一樣鋸齒狀，稱為電波渲染。其作法如下：

1. 將皂液分成 4 等分在四個塑膠杯中，分別加入 2 克備長碳粉（黑色）、2 克青黛粉（藍色）、2 克紫色色粉（紫色），第四杯保持原色。
2. 在一個 1000 毫升的量杯中，在量杯的同一位置，依序地倒入四色皂液在杯緣處，變成一大杯彩色分層皂液，如圖十五所示。



臺灣化學教育



圖十五：彩色分層皂液的倒入技巧

3. 在模具中，倒入此杯的彩色皂液即完成，可多點倒入，如圖十六所示。



圖十六：電波渲染的製作技巧

(四) 漸層皂

先調色 $\frac{1}{3}$ 的皂液，再慢慢地加入少部分原色皂液，使皂液顏色越來越淡，呈現出漸層的效果。其作法如下：

1. 在一個量杯中，先放入 $\frac{1}{3}$ 的皂液(約 270 克~300 克)，再加入 3 克的低溫艾草粉，攪拌均勻。
2. 墊高模具的一邊，沿著模具的邊緣，倒入少部分有色的皂液，如圖十七之左上所示。
3. 在有色皂液的量杯中，逐次地加入少量原色皂液(約 30 克，大湯匙一湯匙)，使皂液的顏色越來越淡，如圖十七之中上所示。
4. 重複步驟 2~3，直到皂液用完，如圖十七所示。



臺灣化學教育



圖十七：漸層皂的製作過程（由左上到右下）

圖十八：利用天然植物油的顏色—紅棕櫚皂

■ 成果展示

（一）三種改變成皂的顏色

1. 利用天然植物油的顏色，製作紅棕櫚皂，如圖十八所示。



2. 利用有色的植物粉，改變皂液的顏色，如圖十九所示。



圖十九：利用有色植物粉：黑色的備長炭皂（右上）、藍色的青黛皂（左上）、綠色的低溫艾草粉皂（右下）、淡粉紅色的茜草粉皂（左下）

臺灣化學教育

3. 利用植物浸泡油呈色，增加手工皂的色彩變化，如圖二十所示。



圖二十：利用植物浸泡油呈色，製作紫草皂



(二) 四種技巧展現顏色變化

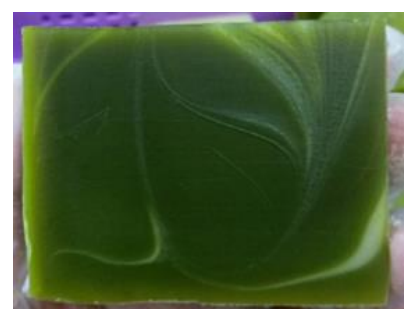
1. 分層法，如圖二十一所示。



圖二十一：分層法的成皂：青黛（左）、南非葉（中）、艾草（右）



2. 渲染法，如圖二十二所示。



圖二十二：利用渲染法的成皂，通常會呈鏡像圖案

3. 電波渲染，如圖二十三所示。



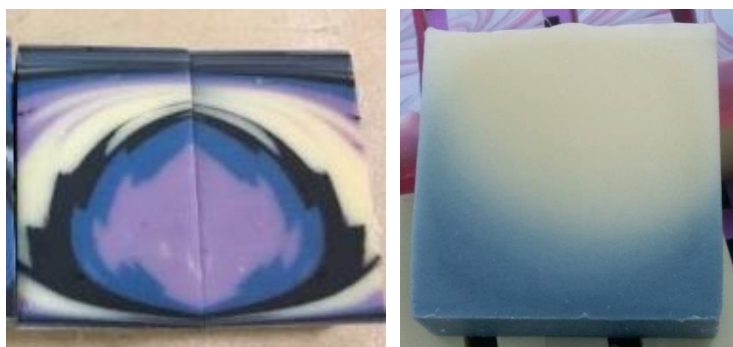
圖二十三：利用電波渲染

電波渲染分為直切和橫切的手法。直切手法，如圖二十四所示。橫切手法，如圖二十五所示。

臺灣化學教育



圖二十四：直切手法，肥皂切面成鏡像圖案



圖二十五：橫切手法，肥皂切面造成鏡像圖案

4. 漸層皂，如圖二十六所示。



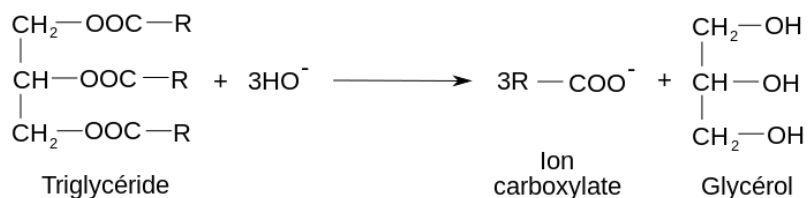
圖二十六：漸層皂：青黛漸層（左）、低溫艾草漸層（中）、紫草漸層（右）



■ 原理和概念

(一) 皂化反應

油脂在鹼性溶液中發生水解反應，產生甘油和長鏈脂肪酸鹽（肥皂）。肥皂分為鈉皂和鉀皂，通常稱鈉皂為肥皂。若鹼性物質使用氫氧化鈉，則生成鈉皂。若鹼性物質使用氫氧化鉀，則生成鉀皂。鈉皂的皂化反應如，如圖二十七所示。



圖二十七：皂化反應（Triglyceride 油脂、Ion carboxylate 羧酸根離子、Glycerol 甘油）

（圖片來源：

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saponification_triglyceride-fr.svg)

(二) 皂化價、硬度及超脂

依油脂不同，所需要的氫氧化鈉克數也不同，需視油脂的「皂化價」來決定氫氧化鈉的添加量。皂化價（Saponification value）是

臺灣化學教育

皂化 1 公克油脂所需氫氧化鉀 (KOH) 的毫克數，亦稱皂化值，也可以用克數來表示。從皂化價的定義，可以算出所需氫氧化鈉 (NaOH) 的皂化價 = KOH 皂化價 / 1.403。皂化價的測定可由滴定來完成，皂化價是製作皂時最重要的化學觀念之一。

各種油脂的硬度 (INS) 是以「皂化值-碘值」計算出來的，亦即碘值越低的油脂，INS 值越高，肥皂越硬。INS 值越低，肥皂越軟。一般的建議值 INS 在 160，在 120-170 之間是理想的硬度。油脂的 INS 值的定義：(某油脂重量 ÷ 油脂總重量) × 油脂的 INS 值。以表四為例：製作肥皂時使用 150 g 的椰子油、240 g 的橄欖油、120 g 的棕櫚油、30 g 的米糠油、60 g 的乳油木果脂。椰子油的 INS 值是 258、橄欖油是 109、棕櫚油是 145、米糠油是 70、乳油木果脂是 116，因此這次製得的肥皂 INS 值為： $(150 \text{ g} / 600 \text{ g}) \times 258 + (240 \text{ g} / 600 \text{ g}) \times 109 + (120 \text{ g} / 600 \text{ g}) \times 145 + (30 \text{ g} / 600 \text{ g}) \times 70 + (60 \text{ g} / 600 \text{ g}) \times 116 = 64.5 + 43.6 + 29 + 3.5 + 11.6 = 152.2$ 。

超脂 (Superfatting) 是指製造肥皂時多加入一定百分比的油脂，使成品較為滋潤的作法。超脂有兩種成法，一種是“加油”和“減鹼”。超脂就是加油，通常操作上，在正常配方的油和鹼水打到微濃稠時，多加入 5% 總油量的油脂當超脂油品。減鹼是指在計算配方時，先扣除 5-10% 的鹼量，使皂化後仍有少許油脂未與鹼反應而殘留在肥皂中，使成品較不乾澀的作法。減鹼越多，成品的 pH 值越低，滋潤效果越佳。然而減鹼的量越多，肥皂在熟成後越容易出現油酸敗。以表四為例，若是選擇減鹼，則氫氧化鈉的用量為：150 g

$\times 0.19 + 240 \text{ g} \times 0.134 + 120 \text{ g} \times 0.141 + 30 \text{ g} \times 0.128 + 60 \text{ g} \times 0.128 = 28.5 \text{ g} + 32.16 \text{ g} + 16.92 \text{ g} + 3.84 \text{ g} + 7.68 \text{ g} = 96.78 \text{ g}$ ；若要減鹼即減少鹼用量的 5%，即減少： $96.78 \text{ g} \times 95\% = 91.9 \text{ g}$ 。若是選擇超脂，則總油量 $600 \text{ g} \times 5\% = 30 \text{ g}$ ，在皂液微濃稠時額外再加入 30 g 油脂。超脂通常選用不容易氧化的油，像是飽和脂肪酸比較多的椰子油、棕櫚油，或是橄欖油、澳洲胡桃油跟荷荷芭油皆可。

這次實驗使用各油脂的重量、皂化價及硬度，如表四所示。

表四：這次實驗使用各油脂的重量、皂化價及硬度

常用油脂	使用重量 (g)	氫氧化鈉皂化價 (g / g 油脂)	硬度 (INS)
椰子油 (Coconut)	150	0.19	258
橄欖油 (Olive)	240	0.134	109
棕櫚油 (Palm)	120	0.141	145
米糠油 (Rice Bran)	30	0.128	70
乳油木果脂 (Shea Butter)	60	0.128	116

臺灣化學教育

(三) 常見油脂的特性

1. 橄欖油：手工皂最常用的油，產生的泡沫非常細緻、持久滑順。柔滑的洗感，具保濕、保護的功能，100%的純橄欖油皂非常溫和，適合嬰兒、問題性肌膚使用。100%橄欖油作成的手工皂又稱為老祖母皂，含 72%橄欖油的手工皂又稱為馬賽皂。
2. 椰子油：作出的肥皂洗淨力強、質地硬、顏色雪白且泡沫多，但比例過高會因為清潔力太強而使皮膚乾澀。因為清潔力強，建議夏天可以用 25~30%，冬天就降低比例，不要超過 20%。若是家事皂，椰子油比例可高達 80~100%。
3. 棕櫚油：棕櫚油富含維生素 E 不易氧化酸敗，可做出對皮膚溫和、清潔力好又硬的皂，因為泡沫少，一般都搭配椰子油使用，建議用量 30% 以下。
4. 紅棕櫚油：含豐富天然的葫蘿蔔素和維生素 E，不易氧化酸敗，可代替棕櫚油使用。通常使用總油量 5% 的紅棕櫚油時即可呈現亮橘色，若是在皂液中加入青黛粉，皂液會變成嫩綠色，常用於調整皂液顏色。晾皂時要盡量避免陽光，因為所含葫蘿蔔素會逐漸被破壞而褪色。
5. 米糠油：能供給肌膚水分及營養，還有美白、抑制肌膚細胞老化的功能，溫和、保濕、清爽，常使用在夏季手工皂，建議用量 10% 左右。
6. 乳油木果脂：含有豐富的維他命，適合嬰

兒及過敏性膚質使用。有修復調理、軟化皮膚作用，可以潤澤肌膚，抗發炎，做出來的肥皂質地硬，不易變形，泡沫細緻。

■ 結語

本課程可以配合國中理化課程的皂化實驗，目前國中皂化實驗使用熱製法製作肥皂，但是反應時間太短使得皂化不完全，鹽析後的成品通常鬆散還帶有未完全皂化的油脂，以致大多數學生根本不敢用。因此，在高中選修課程中加入兩堂手工皂實驗課，在講解手工皂配方時配合高中基礎化學課綱，介紹飽和脂肪和不飽和脂肪的特性，還可以讓學生從新認識皂化反應。因為冷製法不需加熱，安全性高，可以讓學生添加精油或是植物粉增加成品的附加價值，所以這課程很受學生喜愛，因此開了手工皂社團讓其他學生學習。

帶學生做手工皂實驗，可以讓學生認識多采多姿的化學，使化學與生活作緊密的結合。學生可以針對自己的膚質、季節、用途，設計獨特的配方，加入不同植物粉和添加物，利用一些手法或技巧勾勒出動人的線條，呈現不同的變化與花樣，讓學生發揮自己的創意，做出專屬個人風格的手工皂。

除此之外，本實驗也讓學生了解科學、美學與實用性在現實生活中是可以融合在一起，一起體現，不會有違和感！

■ 參考資料

1. Saponification value, https://en.wikipedia.org/wiki/Saponification_value.

臺灣化學教育

2. Saponification Chart, From Nature With Love.
<http://www.fromnaturewithlove.com/resources/sapon.asp>.
3. Lye Calculator™, Majestic Mountain Sage.
<http://www.thesage.com/calcs/lyecalc2.php>.
4. 皂化反應 · 維基百科 ·
<http://zh.wikipedia.org/wiki/皂化反應>。
5. 葉凡愉等 (2016) · 創意化學實驗—環保手動肥皂機 · 臺灣化學教育 · 第 11 期。
6. 各種油脂脂肪酸組成與性狀 · 茂群峪畜牧網 ·
http://www.miobuffer.com.tw/html/write01_2.htm。
7. 皂化價與硬度 · <http://www.doris-soap.tw/docs/各油脂皂化值與 INS 值明細表.html>。
8. 手工皂計算網頁 ·
<http://gais4.cs.ccu.edu.tw/~htchang/soap.html>。
9. 手工皂配方計算表 Helen's Aromatherapy Lye calculator ·
http://www.soap-diy.com/Soap_Calculators.php。