

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：「果」「染」有效——探討果皮替換保險粉的可行性與相關性

一、摘要

本實驗以藍染這項傳統技藝為主體，由於藍染過程中會使用對環境及人有危害的保險粉當作還原劑，因此我們想找出可替代保險粉的還原性材料，嘗試各種水果，發現橘子的效果最佳，為了達到廢物利用的效果，本研究以橘子皮當作藍染實驗的還原劑，測試各種溫度下橘子皮還原的效果，並將橘子皮使用在藍染中使其完全替代保險粉。進一步分析橘子皮內的還原性成分，發現主要成分應為維他命C。此外，本研究也發現在橘子果皮中橘子絲具有最佳的還原效果。

二、探究題目與動機

在探究與實作課程老師的介紹下，我們接觸到藍染這項技術，發現過程中常用保險粉(連二亞硫酸鈉)或硼氰化鈉當作還原劑來製造出還原態的靛白，然而此方法雖然反應速率較快，但其必須維持在鹼性的環境中才能成功，且保險粉是易燃物也具有毒性，添加時粉末易散在空中，若不慎將其吸入將會導致呼吸道受損，接觸到身體也可能引起頭痛、噁心和嘔吐，其廢棄物處理也是一個問題，使實驗增加了不少危險性，這使我們想到是否能找到一種更天然且無污染的還原劑來進行這項實驗呢？尋找這種替代品時，剛好在健康雜誌上發現部分水果果皮具有良好的抗氧化效果，可以當作一種天然的還原劑，於是本探究主題想以各種果皮來當作還原劑替代保險粉於藍染中的角色，如果可行，並進一步分析水果果皮的還原性主要來自何種物質。

三、探究目的與假設

目的（一）嘗試各種果皮當作還原劑，找出最適合的水果果皮

目的（二）找出該果皮中最適合進行氧化還原的環境（溫度）

目的（三）用該果皮替代保險粉進行藍染

假設（一）果皮的抗氧化成分能夠應用於藍染反應

假設（二）果皮在適當環境下能夠直接取代保險粉

四、探究方法與驗證步驟

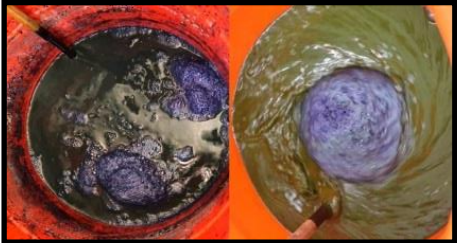

實驗原理：

可以從植物中提煉出來「尿藍母」(indican)，其在鹼液中進行發酵作用會產生吲哚酚(indoxyl)，最終會再被氧化形成靛藍，靛藍僅微溶於水、酸或鹼溶液中，欲製成染劑吸附織物，必須先經過還原作用，在化學還原中常加入低亞硫酸鈉(保險粉)，產生靛白，靛白可溶於鹼液中，再用它來對動物或植物纖維進行上色，藍染後需在空氣中進行氧化，再生成靛藍，附著於纖維上，呈藍色。因此靛藍的染液必須要有還原劑和鹼液存在。



實驗一：果皮還原效果測試

我們藉由靛藍水溶液被還原時較接近黃色來比較各種水果的果皮的還原效果(如圖一), 快速找出效果最好的果皮

靛藍水溶液加保險粉前/加保險粉後	0.001M 靛藍水溶液+ 剪碎烘乾的 2g 各種果皮
 <p>圖(一)加保險粉前/加保險粉後</p>	 <p>圖(二)橘子、奇異果、蘋果、香蕉、對照組</p>

實驗一研究結果：

靛藍水溶液在還原反應後會變為土黃色, 而加了橘子的靛藍最接近該顏色, 因此我們認為橘子是我們實驗的果皮中效果最好的。

實驗二：果皮最適溫度測試及還原性成分分析

我們藉由文獻推論橘子中具有還原性效果的營養素應該是維生素 C, 因此本實驗利用碘酸鉀來進行橘子皮在各個溫度下的碘滴定, 測定其還原性效果, 並與維生素 C 在各個溫度的碘滴定結果互相比較, 分析兩者的相關性, 以了解橘子皮的最適溫度及其滴定的效果是否與純維他命 C 相同。

(碘滴定步驟: 5ml 0.1M KI + 5ml 0.01M 硫酸 + 1ml 澱粉指示劑, 分別加入 0.25g 橘子皮以 0.001M 碘酸鉀進行滴定)



圖(三)碘酸鉀滴定裝置



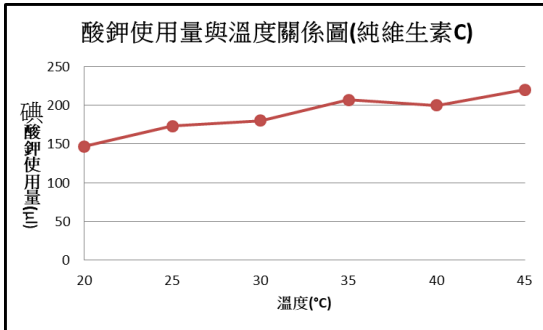
圖(四)碘酸鉀滴定裝置(控制溫度)



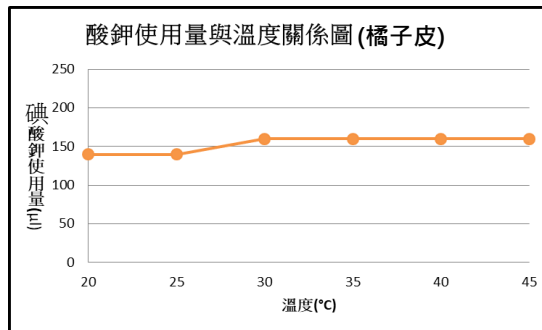
圖(五)高溫下的橘子皮



圖(六)低溫下的橘子皮



圖(七)碘酸鉀使用量與溫度關係圖(純維生素 C)



圖(八) 碘酸鉀使用量與溫度關係圖(橘子)

實驗二研究結果

根據圖(七)維生素 C 的還原效果幾乎不會隨溫度而改變，圖(八)橘子卻在高溫時還原效果較好。而在這個實驗中我們觀察到橘子在高溫時的溶液比在低溫時較黃(如圖五、六)，因此我們推論是由於高溫時橘子中的還原物質溶出的較快才會導致在高溫時還原效果較好。

實驗三：保險粉與果皮藍染的比較

此實驗分成三個部分：

(1)同重量的保險粉 v.s. 橘子皮：

用保險粉相同重量的橘子皮來進行一次藍染的染布，並分析其還原效果的差異。我們先同樣使用碘滴定來測定保險粉在室溫(25°C)的還原能力，再來比較保險粉與橘子同重量的還原效果的比例

(2)找出與保險粉還原效果相當的橘子皮重量：

同樣使用碘滴定來測定保險粉在室溫(25°C)的還原能力，並計算出同還原效果的保險粉與橘子皮的比例。

(3)用藍澱粉溶液最多能容納的橘子皮進行染布

30ml 藍澱粉溶液最多能容納的橘子皮重量經測量約等於 10g 和 5g，使用這兩種重量的橘子皮來染布，分析其結果。

(1)同重量的保險粉 v.s. 橘子皮實驗結果：

這次實驗可觀察到有沒有加保險粉的確有明顯差異(圖九)，而且加了橘子皮的效果也比什麼都沒加好，但橘子皮的用量需再調整才能達到與保險粉相同的效果。



圖(九)沒加保險粉/加保險粉/加橘子皮



圖(十)沒加保險粉/加保險粉/加橘子皮

(2)找出與保險粉還原效果相當的橘子皮重量研究結果：

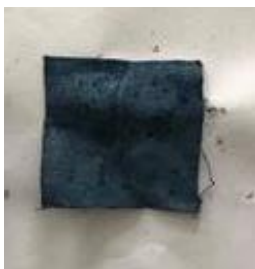
同重量的保險粉與橘子的還原效果的比例大約是 318 : 1，而一個普通大小的橘子的皮大約是 20~25g，等於 1g 的保險粉大約需要 10 幾顆的橘子，然而藍澱粉溶液根本容納不下這麼多橘子皮同時泡在裡面，因此我們想直接用不同重量的橘子皮來看在不用到那麼多橘子皮的情況下有沒有機會達到與保險粉相同的效果。

表(一)保險粉、橘子在室溫下對 0.005M 碘酸鉀的用量

	0.1g 保險粉	0.25g 橘子
0.005M 的碘酸鉀 使用量(25°C 下)	2.2ml	約 0.173ml

(2)用藍澱粉溶液最多能容納的橘子皮進行染布：

根據圖(十二)，加比較多橘子皮的確可以使染布的顏色變深，但還沒達到與加保險粉的顏色一樣，因此我們想探討橘子皮主要來自何部位以及其還原性的成分為何，來改善來染實驗的結果。



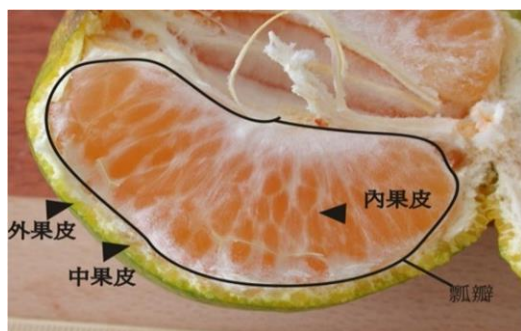
圖(十一)加保險粉



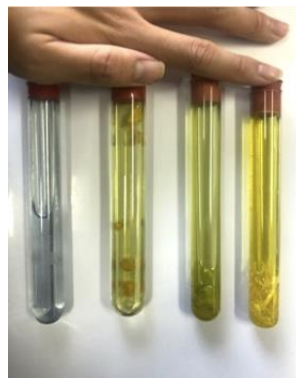
圖(十二)加 5g 橘子(左)和 10g 橘子(右)

實驗四：橘子內各種還原性成分比較

在剝橘子時，我們通常把外果皮和小部分中果皮(也就是常說的橘子絲)剝掉，而大部分的中果皮和內果皮都是可以吃的，文獻上也說中果皮富含營養價值，因此我們想實驗橘子的各個品種及部位的還原效果差異。

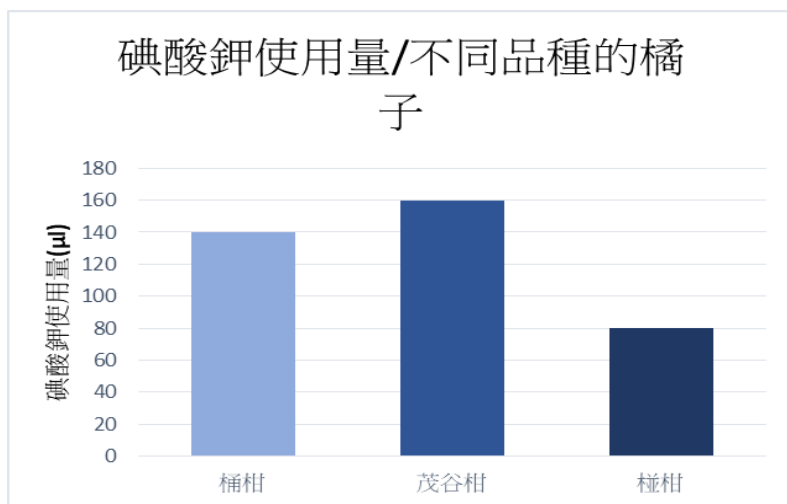


圖(十三)橘子的果皮分類



圖(十四)不同部位橘子皮的還原性效果

(由左至右為對照組：外果皮、內果皮、中果皮)



圖(十四)不同品種的橘子的磷酸鉀使用量

實驗三研究結果

以桶柑、椪柑及茂谷柑來比較，其中茂谷柑是這三種市面上常見的橘子效果最好的，且橘子各個果皮中，中果皮(也就是橘子絲)的效果最好，我們推測這也跟中果皮富含營養價值有關係，然而一顆橘子內的中果皮數量太少了，因此運用到藍染上還是用剝掉的外果皮上會比較有效率且較能達到廢物利用的效果，但也可知道中果皮具有很高的營養價值。

五、結論與生活應用

- (一) 橘子皮為實驗中各個果皮中還原效果最好的，也可以實際運用在藍染上。
- (二) 在高溫時較容易溶出橘子皮內的還原物質。
- (三) 橘子皮內的還原性物質最有可能來自於維他命 C
- (四) 1g 的保險粉所具有的還原效力大約等於 12~15 顆橘子的外果皮所具有的還原效力。
- (五) 雖然在同重量下橘子中果皮具有最好的還原效果，但由於其本身數量較少且營養價值高常被人吃下去，使用相對較多且不常被食用的外果皮進行藍染是比較有效率且實際的。

參考資料

- 1.<https://taiwanking68.pixnet.net/blog/post/466094453> 認識茂谷柑與桶柑
- 2.<https://health.udn.com/health/story/6037/2856733> 吃橘子把白色細絲挑乾淨?營養師：別急著丟光
- 3.<https://heho.com.tw/archives/30450> 我應該吃酵素嗎?各種水果酵素怎麼選?營養師一次告訴你!
- 4.吳承祐、賴宥霖、李博茗。當「藍染」遇上「果皮」。
5. 江佩錚 (2007) 。不同成熟度金柑抗氧化活性及其有效成分之研究。 國立 宜蘭大學