

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

080207

“紙”要你動手做

學校名稱：雲林縣斗六市鎮西國民小學

作者： 小五 譚丞傑 小五 張博森 小五 張羽彤 小五 陳柏維 小五 林育勳	指導老師： 謝湘涵
---	--------------

關鍵詞：再生紙、植物染

“紙”要你動手做－探討再生紙的製作與染色

摘要

本研究主要探討再生紙的特性，包括再生紙的纖維分佈、厚薄度關係。透過實驗去操作，不同材質再生紙進行染色；製作相同濃度鋁媒染劑、醋媒染劑，觀察再生紙的染色效果；還有不同濃度的鋁、醋媒染劑對相同材質再生紙的染色效果，了解再生紙進行植物染後的顏色變化。

壹、 研究動機

最近，在學校做資源分類時，我們發現廢紙類的回收有日益增加的趨勢。因此，我們就突發奇想，不知是否可以利用身邊的資源讓這些廢紙再次利用。畢竟，這是可以使全球無數的樹木免於砍伐的命運，也是拯救森林資源的一大好處。

春雨的紛紛，讓最近的校園內飄落了許多青綠的葉子，雖然是回歸大地，但卻讓我們想到是否可進行天然的「植物染」，替再生紙換上另一件新裝。

有了這個想法後，我們就去求救老師，決定要自己動手製作「再生紙」並染色，好好實際操作進行研究。

貳、 研究目的

- 一、探討不同的材質所造出再生紙的纖維大小、厚薄度關係。
- 二、探討不同纖維材質再生紙進行染色的效果。
- 三、研究加入鋁、醋媒染劑後，再生紙的染色效果。

參、 研究設備及器材

一、實驗研究器材與材料

- (一) 實驗器材：木棒、鍋子、果汁機、造紙組、濾網、電磁爐、平滑塑膠板、燒杯。
- (二) 實驗材料：A4 廢紙、牛奶紙盒、稻稈、紫色高麗菜、大葉欖仁、氫氧化鈉、明礬、醋。

肆、 研究過程或方法

一、動手造紙過程

(一) 準備材料：

1. A4 廢紙、牛奶紙盒、稻稈
2. 木棒、鍋子、果汁機、造紙組、濾網、平滑塑膠板。

(二) 手工造紙製作方法：

1. A4 廢紙

- (1) 步驟 1：將 2 張 A4 廢紙照著比較容易撕開的方向撕成細條狀。
- (2) 步驟 2：放入果汁機中，加水 800 C C，攪拌 2 分鐘。
- (3) 步驟 3：倒入模具組過濾水分，再輕輕地把網子拿起來。
- (4) 步驟 4：使用乾毛巾再吸取多餘的水分後，放在通風良好處風乾。

2. 牛奶紙盒

須先將牛奶紙盒內部清洗乾淨後，浸泡在水中 1 小時。再將牛奶紙盒攤開成一張，用美工刀割開內部的薄塑膠膜。

- (1) 步驟 1：將 1 個牛奶紙盒剪成無數細條狀。
- (2) 步驟 2：放入果汁機中，加水 800 C C，攪拌 6 分鐘。
- (3) 步驟 3：倒入模具組過濾水分，再輕輕地把網子拿起來。
- (4) 步驟 4：使用乾毛巾再吸取多餘的水分後，放在通風良好處風乾。

3. 稻稈

- (1) 步驟 1：將 20 根稻稈，灑上一些水後，用木棒仔細地敲打。
- (2) 步驟 2：將稻稈剪成 2-3 公分的長度，放入鍋內再加水。
- (3) 步驟 3：加入 20 公克的氫氧化鈉，煮一個小時。
- (4) 步驟 4：利用自來水將氫氧化鈉水溶劑稀釋，並戴上塑膠手套在不斷流出的自來水下揉搓清洗。
- (5) 步驟 5：放入果汁機中，加紙漿跟水 800 C C，攪拌 2 分鐘。
- (6) 步驟 6：倒入模具組過濾水分，再輕輕地把網子拿起來。
- (7) 步驟 7：使用乾毛巾再吸取多餘的水分後，放在通風良好處風乾。

二、研究過程與結果

(一) 實驗一：再生紙的纖維大小與分佈

1. 觀察：

- (1) 風乾後的再生紙，平放在桌上進行視覺與觸覺的比較。
- (2) 將不同材質的再生紙各剪成蓋玻片大小的紙條，放置在蓋玻片上，再滴水在紙上用顯微鏡觀察，如此重複觀察三張，比較纖維分布情形。

2. 結果：

表 1-1 不同材質的再生紙比較

再生紙	第 1 次	第 2 次	第 3 次
A4 廢紙	纖維細且分佈均勻	纖維細且分佈均勻	纖維細且分佈均勻
牛奶紙盒	纖維較大且分佈不均勻	纖維較大且分佈不均勻	纖維較大且分佈不均勻
稻桿	纖維細長且分佈均勻	纖維細長且分佈均勻	纖維細長且分佈均勻

(二) 實驗二：再生紙的厚薄度

1. 將相同材質而厚薄度不同的紙張各取出大小相同的再生紙一張，在放入透明容器的水中。
2. 於 30 分鐘、1 小時、3 小時觀察紀錄，比較變化情形。
3. 將不同材質，厚薄度相同的紙張進行觸感與書寫文字比較。
4. 結果：

表 2-1 A4 廢紙：厚薄度不同的再生紙比較

再生紙	30 分鐘	1 小時	3 小時
A4 廢紙（薄）	紙張摸起來變軟	水面有些許纖維漂浮	紙張已經解體為棉絮般
A4 廢紙（厚）	紙張摸起來變軟	紙張部分透明，摸起來的感覺和 30 分鐘時差異不大	紙張纖維已解體，漸漸出現棉絮狀

表 2-2 牛奶紙盒：厚薄度不同的再生紙比較

再生紙	30 分鐘	1 小時	3 小時
牛奶紙盒（薄）	紙張摸起來變軟	紙張較透明，纖維較大處漸明顯	紙張已有部份解體，約佔紙張的 1/3
牛奶紙盒（厚）	紙張摸起來變軟	紙張摸起來的感覺和 30 分鐘時差異不大	紙張已有部份解體，約佔紙張的 1/6

表 2-3 稻桿：厚薄度不同的再生紙比較

再生紙	30 分鐘	1 小時	3 小時
稻桿（薄）	紙張摸起來變軟	水面有些許纖維漂浮	紙張已經解體為棉絮般
稻桿（厚）	紙張摸起來變軟	紙張部分摸起來變薄	大部分的紙張纖維已解體，水面有棉絮飄浮

表 2-4 不同材質，厚薄度相同的再生紙比較

再生紙 薄厚度	A4 廢紙	牛奶紙盒	稻桿
薄	紙張摸起來最細緻、光滑平整，容易書寫文字	紙張摸起來較細緻、纖維分佈平均、文字較易書寫	紙張摸起來細緻、有稻桿的顏色、文字較易書寫
厚	紙張摸起來較粗糙、觸感不佳，文字不易書寫	紙張摸起來粗糙、纖維分佈不均、文字不易書寫	紙張摸起來較粗糙、有稻桿的顏色、文字不易書寫

(三) 實驗三：不同材質再生紙進行染色

1. 將大葉欖仁與紫色高麗菜洗乾淨，分別放入 1000 C C 的水中，煮沸 20 分。
2. 將染劑放涼後，分別放入 A4 廢紙、牛奶紙盒、稻桿的再生紙進行染色。
3. 於 30 分鐘、1 小時、3 小時觀察紀錄，比較顏色變化情形。
4. 結果：

表 3-1 不同材質再生紙進行大葉欖仁染色比較

再生紙	30 分鐘	1 小時	3 小時
A4 廢紙	紙張無明顯變化	紙張邊緣出現淡灰黃褐色	紙張呈現淡灰黃褐色
牛奶紙盒	紙張邊緣有黃褐色	紙張呈現黃褐色	紙張呈現重黃褐色
稻桿	紙張無變色	紙張無變色	紙張無變色

表 3-2 不同材質再生紙進行紫色高麗菜染色比較

再生紙	30 分鐘	1 小時	3 小時
A4 廢紙	紙張邊緣有淡灰藍色	紙張邊緣出現灰藍色漸多	紙張呈現淡灰藍色
牛奶紙盒	紙張呈現淡藍色	紙張呈現藍色	紙張呈現重藍色
稻桿	紙張無變色	紙張邊緣有些許淡藍色	紙張邊緣有些許藍色

5. 討論：

A4 廢紙因含有油墨，所以再生紙張呈現淡灰色；牛奶紙盒再生紙張為純白色；稻桿再生紙張為土黃色。

而大葉欖仁的染劑為黃褐色。因此，在 30 分鐘、1 小時、3 小時的浸泡後，染色較明顯的是牛奶紙盒，A4 廢紙次之，稻桿最不明顯。

紫色高麗菜的染劑為藍色。因此，在 30 分鐘、1 小時、3 小時的浸泡後，染色較明顯的是牛奶紙盒，A4 廢紙次之，稻桿最不明顯。

(四) 實驗四：製作相同濃度鋁媒染劑、醋媒染劑對再生紙的染色效果

1. 將 200 C C 的大葉欖仁與紫色高麗菜染劑，分別加入 1 公克的明礬和 1 C C 的醋。
2. 分別放入 A4 廢紙、牛奶紙盒、稻桿的再生紙進行染色。
3. 於 30 分鐘、1 小時、3 小時觀察紀錄，比較變化情形。
4. 結果：

表 4-1 不同材質再生紙進行大葉欖仁鋁媒染劑染色比較

再生紙	30 分鐘	1 小時	3 小時
A4 廢紙	紙張無明顯變化	紙張邊緣出現淡灰亮黃褐色	紙張呈現淡灰亮黃褐色
牛奶紙盒	紙張邊緣有亮黃褐色	紙張呈現亮黃褐色	紙張呈現重亮黃褐色
稻桿	紙張無變色	紙張無變色	紙張無變色

表 4-2 不同材質再生紙進行紫色高麗菜鋁媒染劑染色比較

再生紙	30 分鐘	1 小時	3 小時
A4 廢紙	紙張邊緣有淡灰紫藍色	紙張邊緣出現灰紫藍色	紙張呈現淡灰紫藍色
牛奶紙盒	紙張呈現淡亮紫藍色	紙張呈現亮紫藍色	紙張呈現重亮紫藍色，邊緣些許粉紅色
稻桿	紙張無變色	紙張無變色	紙張邊緣有些許亮紫藍色

表 4-3 不同材質再生紙進行大葉欖仁醋媒染劑染色比較

再生紙	30 分鐘	1 小時	3 小時
A4 廢紙	紙張無明顯變化	紙張無明顯變化	紙張呈現淡灰亮黃褐色
牛奶紙盒	紙張邊緣有亮黃褐色	紙張邊緣有亮黃褐色	紙張呈現亮黃褐色
稻桿	紙張無變色	紙張無變色	紙張無變色

表 4-4 不同材質再生紙進行紫色高麗菜醋媒染劑染色比較

再生紙	30 分鐘	1 小時	3 小時
A4 廢紙	紙張無明顯變化	紙張邊緣有淡灰亮紫藍色	紙張呈現淡灰亮紫藍色
牛奶紙盒	紙張邊緣呈現淡亮紫藍色	紙張邊緣呈現亮紫藍色	紙張呈現亮紫藍色
稻桿	紙張無變色	紙張無變色	紙張邊緣有些許亮紫藍色

5. 討論：

大葉欖仁葉的鋁、醋媒染劑為亮黃褐色。因此，在 30 分鐘、1 小時、3 小

時的浸泡後，染色較明顯的是牛奶紙盒，A4 廢紙次之，稻桿最不明顯。

紫色高麗菜的鋁、醋媒染劑為紫藍色。因此，在 30 分鐘、1 小時、3 小時的浸泡後，染色較明顯的是牛奶紙盒，A4 廢紙次之，稻桿最不明顯。

(五) 實驗五：不同濃度的鋁、醋媒染劑對相同材質再生紙的染色效果

1. 準備 200 C C 的大葉欖仁與紫色高麗菜染劑各三杯，分別加 1 公克/C C、2 公克/C C、3 公克/C C 的明礬和醋。
2. 分別放入 A4 廢紙、牛奶紙盒的再生紙進行染色。
3. 於 3 小時觀察紀錄後，對照色卡比較變化情形。
4. 結果：

圖 5-1 不同濃度的大葉欖仁鋁、醋媒染劑對 A4 廢紙、牛奶紙盒染色的色卡比較

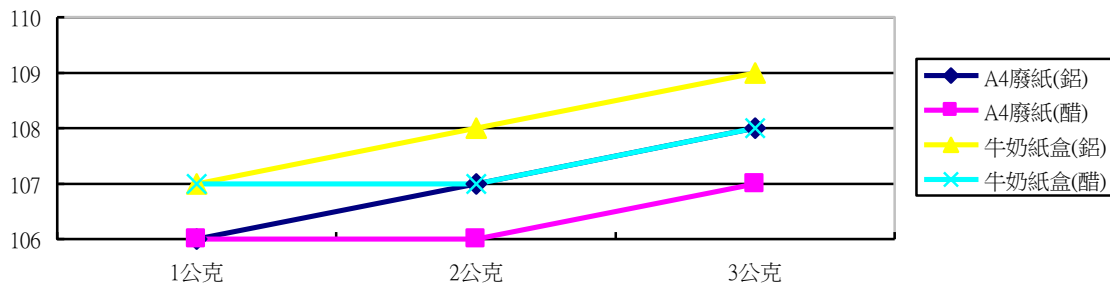
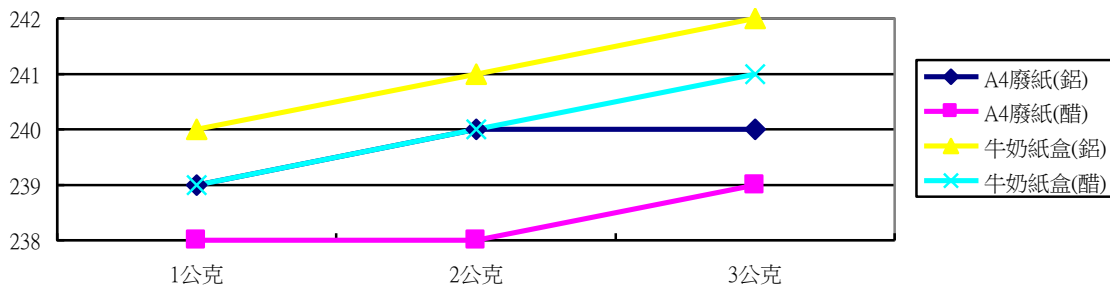


圖 5-2 不同濃度的紫色高麗菜鋁、醋媒染劑對 A4 廢紙、牛奶紙盒染色的色卡比較



5. 討論：

將染色三小時後的再生紙，分別對照美國 PANTONE 色卡後，發現浸泡在大葉欖仁鋁媒染劑的牛奶紙盒顏色效果最佳；鋁媒染劑的 A4 廢紙第二；醋媒染劑的牛奶紙盒第三；醋媒染劑的 A4 廢紙最差。

將染色三小時後的再生紙，分別對照美國 PANTONE 色卡後，發現浸泡在紫色高麗菜鋁媒染劑的牛奶紙盒顏色效果最佳；醋媒染劑的牛奶紙盒第二；鋁媒染劑的 A4 廢紙第三；醋媒染劑的 A4 廢紙最差。

伍、 研究結果

- 一、根據再生紙的纖維大小與分佈觀察結果顯示，牛奶紙盒的纖維較大且清晰可見分佈不均勻；稻桿的纖維為細長狀且均勻分佈於再生紙上；A4 廢紙的纖維細緻且分佈均勻。因此，纖維大小與分佈為牛奶紙盒 > 稻桿 > A4 廢紙。
- 二、根據再生紙的厚薄度實驗結果，再生紙在水中的解體速度為 A4 廢紙 > 稻桿 > 牛奶紙盒，不管是薄或厚結果都一致。薄的再生紙較易書寫，其中 A4 廢紙最佳，稻桿次之，牛奶紙盒最差。厚的再生紙因其紙張較粗糙、觸感不佳，文字不易書寫。
- 三、根據不同材質再生紙進行染色實驗結果，染色較明顯的是牛奶紙盒 > A4 廢紙 > 稻桿。
- 四、根據製作相同濃度鋁媒染劑、醋媒染劑對再生紙的染色效果實驗結果，大葉欖仁的鋁、醋媒染劑為亮黃褐色，染色較明顯的是牛奶紙盒 > A4 廢紙 > 稻桿。紫色高麗菜的鋁、醋媒染劑為紫藍色，染色較明顯的是牛奶紙盒 > A4 廢紙 > 稻桿。
- 五、根據不同濃度的鋁、醋媒染劑對相同材質再生紙的染色效果實驗結果，發現大葉欖仁染色效果牛奶紙盒（鋁） > A4 廢紙（鋁） > 牛奶紙盒（醋） > A4 廢紙（醋）。紫色高麗菜染色效果牛奶紙盒（鋁） > 牛奶紙盒（醋） > A4 廢紙（鋁） > A4 廢紙（醋）。

陸、 討論

- 一、牛奶紙盒的纖維越大，肉眼辨別越清楚，也不容易在水中溶解解體，但卻因為不太平整，所以書寫不易。反之，A4 廢紙的纖維越小，肉眼不易辨別，容易在水中溶解解體，但卻因為較為平整，所以書寫容易。
- 二、A4 廢紙因含有油墨，所以紙張呈現淡灰色加上小黑點；牛奶紙盒紙張為純白色；稻桿紙張為土黃色。因為稻桿本身已有顏色，所以染色不易，只能在邊緣發現些許的顏色變化。A4 廢紙因有淺灰色為底色，所以，染出來的色澤會較暗淡。牛奶紙盒為純白色，因此染色容易也能清楚辨別。
- 三、大葉欖仁和紫色高麗菜的染劑加入鋁、醋媒染劑後，顏色較為清透，因此染出來的紙，色澤較為明亮。不同濃度的鋁、醋媒染劑，染出了各種微妙差異的色彩，在利用美國 PANTONE 色卡進行對照，發現加入鋁媒染劑的染色效果最為出色。

柒、 結論

- 一、這次研究的材料，我們取用了 A4 廢紙、牛奶紙盒、稻桿這三類的原因，是因為這三類材料容易取得，相對於其他材料，如玉米鬚則有季節限定取得不易。植物染雖是天然的染劑，但是，色澤通常較為黯淡，需要加入媒染劑才能提高亮度。
- 二、在研究中我們還發現，再生紙在生活中的用處非常的多，比如說可以製作手工卡片、美化並佈置環境。因此以這次研究為基礎，未來還可以繼續探討各種再生紙的用處，也為地球的環保盡點微薄之力。

捌、 參考資料及其他

- 一、福島葉子（2001）。科學學習遊戲－生物篇。台北市：益智工房。
- 二、手工造紙流程(無日期)。紙寮。2012 年 11 月 30 日，取自：
<http://163.32.86.3/~2011PBL18/d03.htm>
- 三、植物染(無日期)。巧手工作坊。2013 年 02 月 22 日，取自：
<http://theme.otop.tw/zhongliao/p1.html>
- 四、欖仁樹（無日期）。維基百科。2013 年 02 月 22 日，取自：
<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%AC%96%E4%BB%81%E6%A8%B9>
- 五、色卡對照(無日期)。美國 PANTONE 色卡。2013 年 04 月 13 日，取自：
<http://www.colors.com/color/pantonecolor.htm>

【評語】 080207

本研究以回收廢棄物製作再生紙，具有環保意識。

由於使用的原料種類較少，無法做具體的比較，建議多尋找回收材料。此外，可改善紙漿製作的過程，以加強再生紙的品質。稻桿再生紙由於有底色，無法顯現染色效果，也應作改善。