

# 2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

題目名稱：遺紙不棄使

### 一、摘要

本研究的目的是在利用碎紙製造再生紙，一般再生紙因為油墨關係顏色會較黑，影響使用意願，因此我們除了想找出製作再生紙，碎紙與水最佳的比例組合外，還思考如何讓再生紙變得較潔白，以及如何讓浸泡碎紙的天數縮短。

我們測試了四種比例，最後找出最佳的組合是 20g 碎紙：3L 水；並利用這個比例，額外再添加 30g 檸檬酸（酸性）以及 30g 小蘇打（鹼性），分別浸泡 3 天、5 天進行抄紙，等待晾乾後，進行厚度、潔白度、耐用度的測試。

測試結果得到浸泡 30g 小蘇打做成的再生紙最潔白，浸泡天數短就能製作較美觀的再生紙，但耐用度較差，比較容易斷裂，此結果應是鹼性物質分解纖維的能力較佳的關係。

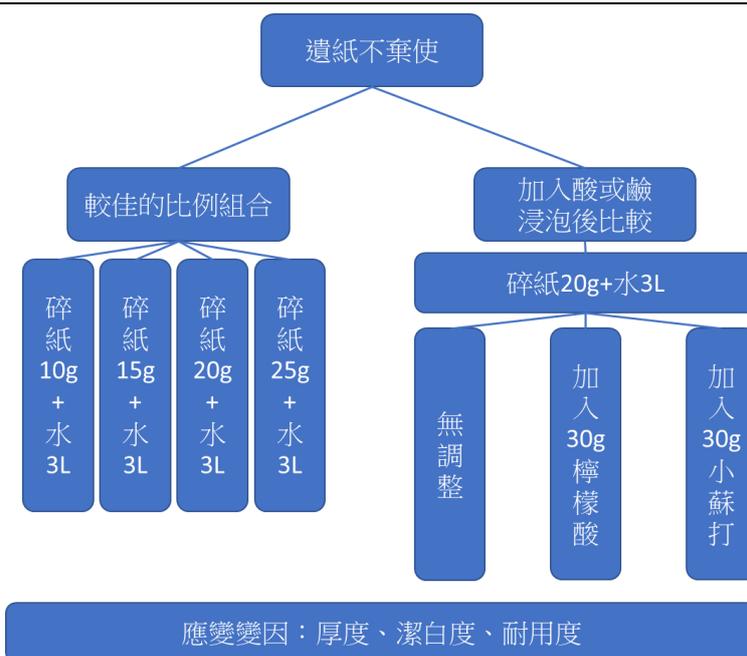
### 二、探究題目與動機

打掃教務處的時候，我們看到碎紙機旁的一大包碎紙都要被清掉，我們就在思考如何再利用這些碎紙，於是直覺的想到了把它製成再生紙。網路上搜尋資料發現造紙需要耗費大量的水，而浸泡軟化纖維的時間也很長，於是我們就想如何減少使用的水分，減少浸泡的時間來製造再生紙；再加上使用影印紙做的再生紙通常都會因為油墨的關係，導致再生紙變得黑黑灰灰的，我們也想改善這一點。

### 三、探究目的與假設

- 1.使用不同比例組合的紙張與水，推測應是紙張比例高者，再生紙的厚度越厚。
- 2.推測加入檸檬酸（酸性）去製作的再生紙，軟化纖維的浸泡天數應會比較短。

### 四、探究方法與驗證步驟



## 1.材料

碎紙、塑膠盆、電子秤、手拉式碎末器、燒杯、抄紙網、厚度計、檸檬酸、小蘇打、長尾夾、冰棒棍、塑膠袋、彈珠。

## 2.實驗步驟

### 第一部分——找出較佳的比例組合

- (1)分別秤取 10、15、20、25 公克的碎紙。
- (2)將步驟(1)的碎紙分別到入塑膠盆中，並各加入 3 公升的水。



- (3)等待一天，將濕紙團用手拉式碎末器打爛成紙糊。
- (4)靜置一個禮拜。
- (5)使用抄紙網抄紙。
- (6)等待晾乾後，進行分析比較。

### 第二部分——加入酸或鹼浸泡後比較

- (1)取第一部分實驗中較佳的比例組合（20 公克碎紙：3 公升水）。
- (2)分別加入 30 公克檸檬酸（酸性）與 30 公克小蘇打（鹼性）。
- (3)等待一天，將濕紙團用手拉式碎末器打爛成紙糊。
- (4)分別靜置 3 天、5 天後，再進行抄紙。
- (5)等待晾乾後，進行分析比較

### 第三部分——分析比較

- (1)厚度：使用厚度計分別量測同一張紙四個地方，紀錄數值後取平均值。
- (2)潔白度：將紙張拍照後，使用小畫家軟體開啟檔案，使用「色彩選擇器」點選紙張，再使用「編輯色彩」，即可看到選取紙張顏色的 RGB 數值，與市售紙張的 RGB 值互相比較。
- (3)耐用度：將紙張剪裁成 2cm×13cm 的長條狀，將長條捲起來中間穿入冰棒棍，使用長尾夾夾住兩端，並吊掛塑膠袋，慢慢加入彈珠到塑膠袋中，當紙條破裂的時候，記錄吊掛彈珠的重量。



圖片說明：耐用度實驗裝置圖。

## 五、結論與生活應用

第一部分——找出較佳的碎紙與水組合：

1.外觀：

10g 碎紙：3L 水	15g 碎紙：3L 水	20g 碎紙：3L 水	25g 碎紙：3L 水

(1)就外觀上看來，10g 碎紙：3L 水與 15g 碎紙：3L 水，這兩個比例的紙張太薄，從抄紙網取下時很容易破裂。

(2)比例 25g 碎紙：3L 水的組合厚度最厚，看起來較白。

(3)紙漿的細碎程度肉眼看起來差異不大，唯一有差別的是紙與水的比例越少，盒子的底色越明顯，可推測做出來的紙越薄。

2.厚度：

比例 厚度(mm)	10g 碎紙	15g 碎紙	20g 碎紙	25g 碎紙	市售 A4 紙
第一次	0.23	0.24	0.53	0.78	0.12
第二次	0.12	0.20	0.54	1.10	0.12
第三次	0.19	0.34	0.60	1.08	0.13
第四次	0.13	0.44	0.54	1.20	0.12
平均值	0.17	0.30	0.55	1.04	0.12

(1)碎紙比例越高的組合，製作出來的再生紙厚度越厚。

(2)雖然 10g 碎紙：3L 水組合的厚度和市售紙張差不多，但太容易破裂，因此我們覺得 20g 碎紙：3L 水這個組合較佳。

### 3.潔白度：

比例 RGB 值	10g 碎紙	15g 碎紙	20g 碎紙	25g 碎紙	市售 A4 紙
R	212	210	227	239	223
G	213	211	229	240	223
B	217	215	228	235	225

(1)碎紙比例越高，越不透光，因此紙張的顏色越白，RGB 三者數值越接近 255 會越白，20g 碎紙：3L 水這個組合較接近市售紙張的潔白度。

### 4.耐用度：

比例 耐用度	10g 碎紙	15g 碎紙	20g 碎紙	25g 碎紙	市售 A4 紙
斷裂所需的重量(gw)	90.2	112.0	436.5	740.0	>1000.0

(1)碎紙比例越高，做出來的紙張越耐重，越不容易破裂。

(2)我們將所有彈珠都掛上後，市售紙張仍不斷裂，可知市售紙非常耐用。

## 第二部分——加入酸或鹼浸泡 3 天的成果：

### 1.外觀：

無添加酸鹼	加入 30g 檸檬酸	加入 30g 小蘇打
		
		

(1)就外觀上看來，加入 30g 小蘇打製成的再生紙最白。而浸泡的碎紙紙漿周圍出現許多棉絮狀物質，可以得知鹼性水溶液對碎紙的分解能力較強，這點和我們所預測的剛好相反。

(2)加入小蘇打浸泡 3 天的再生紙，外觀較為細緻，浸泡天數較短卻有較佳的纖維分解能力。

### 2.厚度：

比例 厚度(mm)	無添加酸鹼	加入 30g 檸檬酸	加入 30g 小蘇打	市售 A4 紙
第一次	0.60	0.57	0.49	0.12

第二次	0.50	0.42	0.53	0.12
第三次	0.52	0.43	0.59	0.13
第四次	0.52	0.43	0.63	0.12
平均值	0.54	0.46	0.56	0.12

(1)加入酸或鹼所製成的再生紙厚度都差不多，主要還是碎紙與水的比例影響紙張厚度。

### 3.潔白度：

比例 RGB 值	無添加酸鹼	加入 30g 檸檬酸	加入 30g 小蘇打	市售 A4 紙
R	215	193	229	220
G	214	193	229	224
B	210	195	237	223

(1)加入小蘇打所製成的再生紙顏色最潔白，所以我們認為加入鹼性物質去製作再生紙，可以讓人們比較接受再生紙重複利用。

### 4.耐用度：

比例 耐用度	無添加酸鹼	加入 30g 檸檬酸	加入 30g 小蘇打	市售 A4 紙
斷裂所需的重量(gw)	406.1	439.8	334.3	>1000.0

(1)加入小蘇打所製成的再生紙耐用度最差，最容易斷裂，可能的原因是鹼性物質容易分解纖維，導致紙張結構鬆散。

## 第二部分——加入酸或鹼浸泡 5 天的成果：

### 1.外觀：

無添加酸鹼	加入 30g 檸檬酸	加入 30g 小蘇打
		
		

(1)紙漿的碎紙更加細緻，可以得知泡水越多天，紙張的纖維更加被分解了。

### 2.厚度：

比例	無添加酸鹼	加入 30g 檸檬酸	加入 30g 小蘇打	市售 A4 紙
----	-------	------------	------------	---------

厚度(mm)				
第一次	0.56	0.40	0.53	0.12
第二次	0.44	0.60	0.67	0.12
第三次	0.45	0.58	0.50	0.13
第四次	0.50	0.66	0.64	0.12
平均值	0.49	0.56	0.58	0.12

(1) 浸泡 5 天和浸泡 3 天的厚度沒有太大差別，主要還是碎紙的比例影響再生紙厚度。

### 3. 潔白度：

比例 RGB 值	無添加酸鹼	加入 30g 檸檬酸	加入 30g 小蘇打	市售 A4 紙
R	206	217	227	220
G	206	217	226	224
B	206	215	234	223

(1) 浸泡 5 天和浸泡 3 天的結果相同，都是鹼性紙漿做成的紙張最白，而且潔白度和浸泡天數也不太相關。

### 4. 耐用度：

比例 耐用度	無添加酸鹼	加入 30g 檸檬酸	加入 30g 小蘇打	市售 A4 紙
斷裂所需的重量(gw)	424.4	235.5	225.0	>1000.0

(1) 浸泡天數較多時，應是鹼性紙漿被分解的纖維越多越鬆散，導致耐用度的數值變低。

(2) 而加入檸檬酸的紙漿，在浸泡五天後的耐用度明顯下降，代表紙張纖維也有被分解。

### 第三部分——分析比較結論：

1. 針對較佳的碎紙與水比例做測試，我們得到較佳的結果是 20g 碎紙：3L 水。
2. 加入鹼性物質（小蘇打）的紙漿做出來的紙張較白。
3. 針對浸泡天數的比較，在無添加酸鹼的情況看不出太大差別；加酸的條件則是在 5 天纖維比較明顯被分解；加鹼的條件則是浸泡 3 天就有明顯的分解效果。
4. 我們原本以為加酸比較容易分解纖維，實驗結果卻和我們想像的相反；於是我們上網查詢了資料，原來有一種衣服纖維縲縈（人造絲）的製作過程就會加入氫氧化鈉強鹼，幫助粗糙的植物纖維素分解得比較細緻。

### 參考資料

廣興紙寮 · <https://www.taiwanpaper.net/blank-7>。

解密圖書 DNA：自製再生紙 · <https://www.youtube.com/watch?v=1vWhgP-TQxc>。

縲縈-維基百科 · <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%AB%98%E7%B8%88>。