

# 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

### 最佳創意獎

080822

會做仰臥起坐的葉子——記憶彈性葉脈的加工

學校名稱：新北市土城區頂埔國民小學

作者：  小六 余婕琳  小六 王毓娟  小六 黃奕勳  小六 張瑄庭	指導老師：  陳民峰
---	------------------

關鍵詞：葉脈、加工、吸水

## 摘要

看過噴水後會舒張的葉脈人造花手工藝產品，我們試著重現並透過各種研究來找到 SOP 標準製造流程，達到又快、又有效果的量產目的。研究發現「桂花葉」用強鹼煮爛葉肉，保留葉脈的效果最佳、選擇「中年葉」搭配「泡水搓揉法」成功率最高。在「未加工的乾燥情況」下，葉子因為形狀記憶回彈 60% 角度，「噴水後」葉脈纖維吸水、恢復形狀，額外伸展 1/3 角度。

在「強鹼環境」加工，吸水恢復角度提高 3 度、速度沒有明顯差異。「強鹼且加入雙氧水」再次加工後，乾燥情況自然回彈率大幅降低，吸水恢復角度可達 90 度以上，吸水延伸速度快未加工組 3 倍，有顯著效果，證實「強鹼有氧環境下，纖維素成為鹼化纖維素達到『絹化』，柔軟度提高、吸水力增強」的效果。

## 壹、研究動機

當我們決定科展的研究主題時，我們想起之前曾經在臺北科學教育館科學日的攤位中，看過一個農產公司老闆展現他用葉脈作成的人造花，噴水之後就會神奇的快速展開。

老師說他有看過這種農產品，應該是因為毛細作用，纖維素吸收水分而體積膨脹、間隔加大，使纖維伸展。跟課本上食蟲植物毛氈苔捕食昆蟲、含羞草葉子觸碰會閉起來的原理很像。因此我們就開始試著做出這種漂亮的葉脈人造花。

在老師帶我們做出葉脈書籤後，我們找到了常見的葉脈材料與去葉肉方法，卻發現吸水恢復效果並沒有那麼好，因此我們認為當時看到的人造花一定藏有秘密。科展團隊中有同學的家裡是紡織公司，有用一種「鹼化纖維素」添加在衣服中增加吸水能力還有彈性，因此我們也是著將做好的葉脈再次加工，希望能找到作葉脈人造花的方法。

## 貳、研究目的

我們的研究目的，是要找出適合做吸水恢復彈性的葉脈花方法，用葉脈做成的花噴水後會慢慢開放。因此要找適合的原料、原料葉子去除葉肉方法。之後要測量產品本身的記憶彈性、產品吸水延伸的大小，最後再與加工以後的產品做比較，最後產生製造 SOP 流程。我們

的研究目的如下：

	研究目標	研究內容	對應實驗
目的 1	找到好取得 不容易刷爛，越好刷的葉子	找到最適合的葉子材料	實驗一
目的 2	從選定葉脈種類後 增加去葉肉時的成功率	找到去除葉肉的好方法 (1) 找到葉子去葉肉的加工方法 (2) 葉子選材的老嫩程度	實驗二
目的 3	第一步加工葉脈的基本性質	測量原始葉脈產品的性質 (1) 葉脈乾燥的自然回彈率 (2) 葉脈噴濕的恢復角度	實驗三
目的 4	第二步加工 看水溶液對葉脈的性質影響 凹型形狀越好凹越好 吸水效果越好越好	比較加工葉脈產品的性質 (1) 不同水溶液對加工的影響 (氫氧化鈉/檸檬酸/酒精) (2) 強鹼加工的不同方法，對加工的影響 (氫氧化鈉 氫氧化鈉+雙氧水 氫氧化鈉+雙氧水+二氧化錳)	實驗四 實驗五
目的 5	找到製作葉脈人造花的 SOP		總結

## 參、文獻探討

我們為了製作會開花的葉脈人造花，找了三種資料。第一種是怎麼去除葉肉的方法，第二種是纖維為什麼泡水後會恢復角度，第三種是用什麼加工法可以讓角度恢復更多。

### 一、怎麼去除葉肉的方法

《中華民國第 42 屆中小學科學展覽會化學組作品說明書-大自然的骨感美女》裡頭使用氫氧化鈉與小蘇打來煮爛葉肉，比率是 2 公升的水配 150 克的氫氧化鈉煮 30 分鐘。他們的實驗認為用紗窗、石棉網沖水容易去除葉肉。過去蘋果日報的報導《摘葉片 曲葉脈 做仿真聖誕紅》則說去葉肉的配方為 1 公升水配 100 克氫氧化鈉煮葉肉，而且避免危險要分三次倒入，煮一小時。

### 二、為什麼彎折的纖維吸水會延伸？

#### (一) 葉脈恢復形狀是因為記憶形狀？

《中華民國第 47 屆中小學科學展覽會生活與應用科學科作品說明書 – 壓不扁的玫瑰花植物形狀記憶合金與應用》，也在討論植物纖維的記憶效果，也做出人造花。我們查了網路上的資料，記憶合金是金屬或者聚合物材料，彎折可變型，受熱後自動變回原本的形狀。但受熱後自動變回形狀不限於“伸展”，甚至會自動變回特殊造型。但植物纖維只能夠吸水後舒展。

## （二）吸水後植物纖維伸展原因

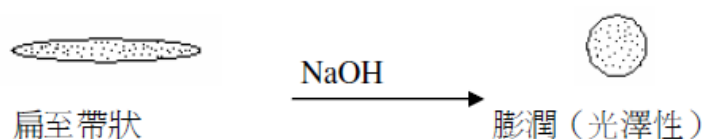
但是為什麼植物纖維會吸水伸展呢？教室裡養的食蟲植物給了我們答案。五年級上學期時我們有學過植物葉子的特殊功能（翰林版五上 2-1），例如含羞草的觸發運動、食蟲植物的捕蟲運動。老師做了兩個簡單的小實驗，將吸管管套皺起來捲成像毛毛蟲形狀，並且沾水其中一側，那側就會膨脹彎曲，好像小毛氈苔的捕蟲運動。老師說纖維遇到水時，水分因為毛細作用進入纖維之間、撐開纖維，就會讓纖維恢復到原本形狀、甚至膨脹、變大。

過去科展也有做類似研究，但不是做葉脈，是用色紙做。《中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 國小組物理科 作品說明書 – 春暖花開 探究指花的開花現象》，在他們的文獻探討認為紙張具有多孔隙的特質，因此可以吸收水分，讓纖維伸開、恢復原狀。

## （三）如何增加吸水的效果？

在同學中，有人的爸爸是從事紡織業，有說過增加吸水力的鹼化纖維素，讓我們好奇是否可以將樹葉的纖維，也透過加工來變得更加的有吸水力，這種植物棉稱為「絲光棉」。

台灣 wiki 的鹼纖維素條目，說要將纖維素泡在 15% 以上的濃氫氧化鈉，比我們去葉肉的 8% 快要濃上一倍。屏東科技大學時尚設計與管理系的服裝材料學及實驗上課講義《[纖維理化](#)》說明鹼化纖維素體積比較粗，但摸起來看以來更光滑、而且更容易吸水，稱為「絹化」。纖維素的橫切面會從扁平狀變成圓狀。很多植物纖維不太柔軟，工業上會參入一些鹼化纖維素增加柔軟度。我們猜想用強酸、強鹼、酒精加工後，也許葉脈的彈性會有所改變。



## 肆、找到適合的葉脈材料與製造方法

我們以身邊、校園好取的葉子種類，嘗試大小適合、去葉肉方便（不易刷爛，也不易刷不乾淨）為目標。在從之中葉子找尋快速、成功率高的去葉肉方法。

濃度、方法、煮沸時間不同於參考資料，比較如表格：

	煮葉肉氫氧化鈉濃度	去葉肉方法	煮沸時間
42 屆科展	$\frac{150\text{g NaOH}}{2\text{L H}_2\text{O}} = (7.5\text{g} : 100\text{ml})$	紗窗沖水法 石綿網拍打沖水法	30 分鐘
蘋果日報	$\frac{100\text{g NaOH}}{1\text{L H}_2\text{O}} = (10\text{g} : 100\text{ml})$	牙刷直接刷	1 小時
我們的科展	$\frac{8\text{g NaOH}}{100\text{ml H}_2\text{O}} = (8\text{g} : 100\text{ml})$	牙刷直接刷 牙刷敲打法 泡水搓揉法	(煮沸後) 10 分鐘

### 一、實驗一：找適合的葉子種類

#### （一）研究器材與材料

1. 研究器材：酒精燈、三腳架、牙刷、攪拌棒

2. 研究材料：葉片各 10 片（菩提樹、桂花葉、玉蘭花、烏白、楓葉、榕樹）

塑膠手套、片鹼

3. 水溶液濃度： $\frac{8\text{g NaOH}}{1000\text{ml H}_2\text{O}}$

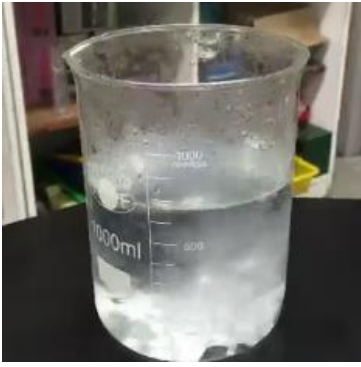

#### （二）研究前討論

為了快速、方便測量，我們的實驗調整為 100 毫升的水配 8 克氫氧化鈉，依照葉子大小而改變水溶液多寡，但比率維持不變。煮沸時間跟水量有關，因此我們將去葉肉時間標準訂為煮沸後再加入葉脈共煮 10 分鐘。

之前科展雖然有討論許多種葉子做葉脈的效果，但還有很多葉子沒有嘗試過，也沒有把成功率做成數據比較，這是我們做更深入實驗努力的地方。

#### （三）研究方法與過程

1. 強鹼水溶液煮沸，葉肉煮爛

步驟一	步驟二	步驟三
用磅秤秤 8g 的氫氧化鈉 (片鹼)	加入 1 公升溫水中，溶解氫氧化鈉。	酒精燈點火，煮沸水溶液與葉子
		
步驟四	步驟五	步驟六
煮到三十分鐘，水已經變色	撈起來放在水槽中浸泡 (稀釋表面的鹼性水溶液，搓到不會滑滑的)	底下鋪紙後，用牙刷刷掉葉肉，完成後自然晾乾
		

## 2. 刷洗葉脈注意事項

葉柄附近比較柔軟、易刷破，需要特別小心，用手指頭壓住輕輕刷。








刷完後進行葉脈產品觀察

正面刷過	反面刷過	小心葉柄附近	手指頭壓葉脈中間
			

## (四) 研究結果

我們將葉子泡在氫氧化鈉的水溶液中煮爛葉肉、用牙刷去除葉肉，發現可成功葉子有：桂花葉、菩提葉、玉蘭花、楓葉。



	榕樹	烏白	楓香	玉蘭花
材料原樣				
氫氧化鈉去葉肉				

(◎效果最好、○效果比較優、△效果比較差、×完全沒成功)

	效果	附記
桂花葉	◎	桂花葉的水量不用太多就可以煮，葉脈明顯。
菩提樹	○	菩提樹葉都比較大，不能一次放太多葉子、水量要多。
玉蘭花	○	葉子比較軟，葉脈明顯。
楓葉	△	葉子比較軟，葉脈形狀不容易去葉肉容易弄壞。
榕樹	×	葉子太硬，煮不爛。
烏白	×	葉子太軟，大該煮五分鐘就爛了。

## (五) 研究討論

### 1. 各種葉子材料，強鹼去葉肉的結果比較

- ◎ 葉脈本身明顯的樹葉容易成功去除葉肉、留下葉脈。(桂花葉、菩提葉、玉蘭花)
  - 玉蘭花靠近葉脈中央的地方太容易破掉，三種葉子中最差
  - 菩提葉次佳，靠近葉柄處容易破掉
- ◎ 葉子上面有蠟質的不易煮爛(如榕樹)
- ◎ 葉子太軟，很快就容易煮太爛(烏白、楓葉)
  - 烏白葉馬上就煮爛
  - 楓葉很輕柔刷洗可以留下葉脈，但浪費製作時間、成功率很低



菩提葉會有靠近葉脈處刷爛的問題

## 2. 菩提葉與桂花葉比較

- (1) 菩提樹葉子太大片，需要用比較大的容器下去煮，也不是大量製造的好選擇。
- (2) 菩提葉與桂花葉，葉柄連接葉子的葉脈附近比較軟，這部分容易刷壞
- (3) 菩提樹葉子葉脈近葉柄軟爛狀況更明顯

老師有建議另一種方法，就是泡下去煮時讓葉柄露出水面，這樣子靠近葉柄的葉脈就不容易弄斷了，但後來試過煮不均勻沒有成功。

**【總結：桂花葉是最適合的材料。】**

※補充說明



另外我們發現了一個有趣的現象。我們將菩提葉去葉肉後，自然陰乾，中央葉脈特有的紫棕色會變得更淡（左邊）。但是如果直接用吹風機吹乾葉脈，中間的紫棕色會保留下來（右邊）。我們認為這有可能是因為色素在潮濕的環境下會消失的緣故。







如果以菩提葉做為葉脈材料，不想染色的話最好去葉肉後就直接吹乾，保留原本葉脈紫褐色的紋路比較漂亮。

## 二、實驗二：找適合的葉子種類

### （一）研究器材與材料

1. 研究器材：酒精燈、三腳架、牙刷、攪拌棒、水槽
2. 研究材料：桂花葉（新葉 10 片、中年葉 10 片、老年葉 10 片）  
塑膠手套、片鹼
3. 水溶液濃度：
$$\frac{8\text{g NaOH}}{1000\text{ml H}_2\text{O}}$$



	新葉	中年葉	老葉
說明	1. 顏色比較淺  2. 摸起來軟軟的 3. 葉緣摸起來沒感覺	1. 顏色中間  2. 葉片有些硬度 3. 手指頭可以感覺葉緣的鋸齒狀有些硬度	1. 顏色最深  2. 葉片硬度最高
圖片			

## (二) 研究前討論

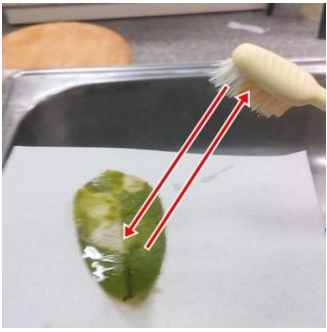

我們不考慮研究過去科展的方法，因為放在紗窗網、石棉網上沖水也許成功率高，但都需要額外材料，而且不適合多人同時大量製造。我們嘗試使用更普遍的牙刷敲打法、水槽浸泡法來製作並比較。

會另外研究葉子時期的原因，在於實驗時有發現葉子的嫩老程度不同，也會影響去除葉肉的難易度，因此我們概略將葉子分為三種時期，與刷葉肉方法交叉比對。

## (三) 實驗過程與方法

除了前面牙刷去葉肉法，又多了牙刷拍打法、泡水搓揉法，進行三種去葉肉方法。

### 1. 牙刷拍打法

使用牙刷重複拍打葉子上方 底下鋪報紙、重複拍打每個部份	到一定程度後，將葉脈放在水中稍微清洗，檢查有沒有葉肉，重複到結束
	

### 2. 泡水搓揉法



將葉子泡在水中，在水中搓揉到沒有葉肉為止

#### (四) 研究結果

我們將新葉、中年葉、老葉，以三種方式去葉肉，比較不破掉的成功率。

每實驗每人 5 片，4 人共 20 片

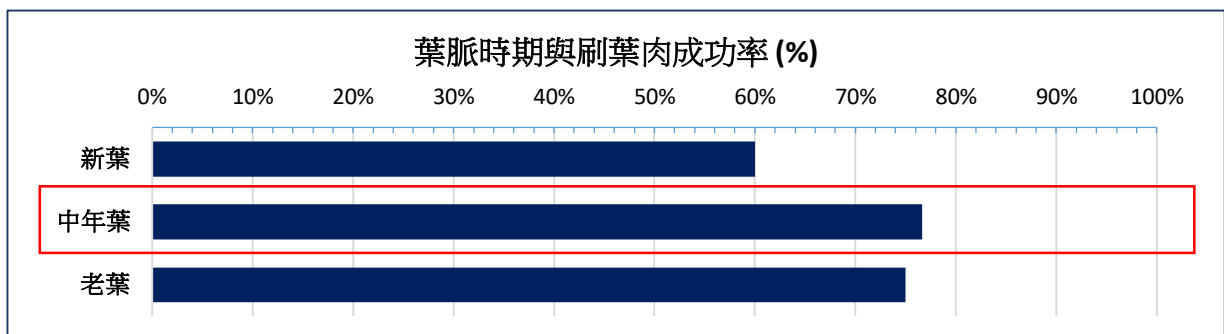
	新葉	中年葉	老葉
牙刷刷葉肉	8/20 = 40%	12/20 = 60%	13/20 = 65%
牙刷敲打法	14/20 = 70%	16/20 = 80%	17/20 = 85%
泡水搓揉法	14/20 = 70%	18/20 = 90%	15/20 = 75%

#### (五) 研究討論

##### 1. 成功率與葉子時期關係

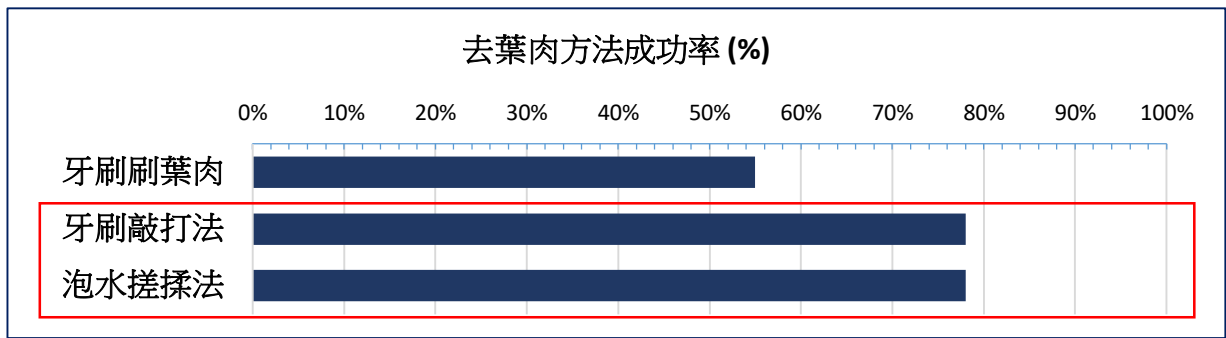
我們發現嫩葉因為太軟，不管用什麼方法都容易爛掉。

而老葉太硬、葉肉難清除，雖然不管那種方法不破掉機率都比較高，但是耗得時間最久。老葉雖然不易破掉，但是容易葉肉清不乾淨，因此實際上成功率稍微低一些。如果我們在做葉脈時特別挑選葉子，那麼中年葉成功率最高。



##### 2. 去葉肉方法與成功率關係

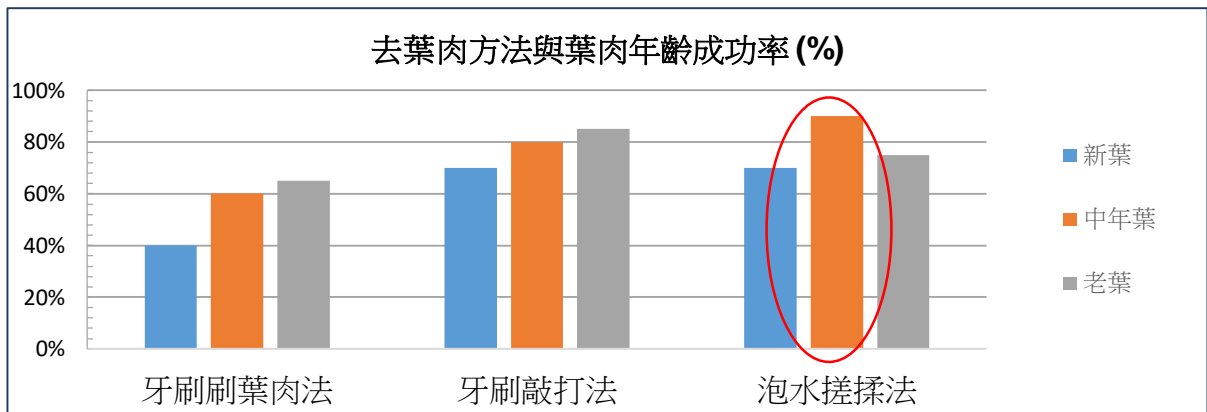
可以發現：牙刷敲打法與泡水搓揉法，兩個成功率一樣，似乎兩個方法一樣好。



### 3. 葉子時期與去葉肉方法交叉比較

但我們實作後發現，老葉有容易煮不爛、葉肉去不乾淨、時間久的問題，牙刷敲打法讓老葉子去葉肉比較成功、泡水搓揉法則容易讓葉脈有葉肉殘留。

因此綜合比較後，一開始刻意摘取中年葉，搭配泡水搓揉法，最容易成功且最快速。



## 伍、初步產品的葉脈性質

### 一、研究前討論

#### 1. 對於參考文獻的懷疑討論

##### (1) 要測的應該是“彎曲”不是“拉長”

47 屆科展中我們覺得很好奇，裡頭的資料為什麼會是研究「拉長後的恢復彈性」呢？如果我們要做人造花應該是彎曲或者折起來，並不會將人造花的花瓣拉長。老師認為這個懷疑很合理，鼓勵我們可以繼續做這主題，並且改成用「彎曲角度」來研究，才會符合真實狀況。

##### (2) 不是記憶金屬性質，而是吸水延伸性質

我們也懷疑 47 屆科展中，葉脈噴水恢復形狀是不是植物纖維發揮了類似“記憶合金”的說法。

因此我們做了個簡單實驗，將衛生紙泡水放入寶特瓶中劇烈搖晃，變成紙漿，再把濃紙漿貼在塑膠半球上乾掉。這張“再生紙”的原本形狀是彎曲的，稍微壓扁後灑水，卻只能變平、變大、變厚，無法變回彎曲。

證明纖維是沒有形狀記憶功能，只有因為毛細作用造成吸水膨脹延伸的效果。

	測量方法	理論
47 屆科展	用拉力的方式，測量長度變化	吸水後會恢復形狀：形狀記憶
我們的科展	用彎曲的方式，測量角度變化	吸水後會延展膨脹：毛細作用

#### 2. 自然回彈量

我們發現之前科展的研究，比較類似物質本身就有的彈性。我們把葉脈彎折後會產生變型，但是放開葉脈後會部分回彈回去。彈簧也有彈性，拉長或者壓縮後會變回去。

對我們來來說，**自然回彈量越低越好**，因為這樣子造成我們要製作成品的不便，因為產品的形狀容易變回我們不想要的（伸展）樣子。

#### 3. 吸水延伸量

我們認為纖維遇到水會延伸，而不是變回原本的形狀。因此葉脈變回平坦的形狀，是因為吸水的關係。吸水越多，讓水分充滿在纖維之間、撐開纖維，可恢復的角度就越大。

### 二、實驗三：測量乾燥葉脈的自然回彈量的實驗





## (一) 研究器材與材料

1. 研究器材：美工刀、熨斗、量角器

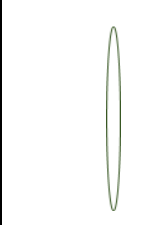
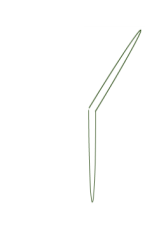
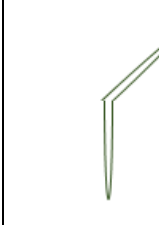

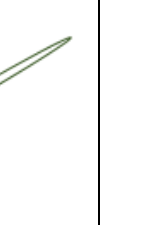

2. 研究材料：已經去葉肉的葉脈（來自實驗一）、保麗龍

## (二) 研究過程與方法

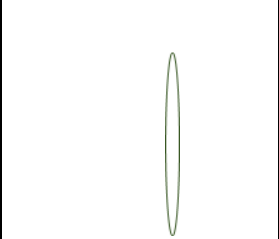

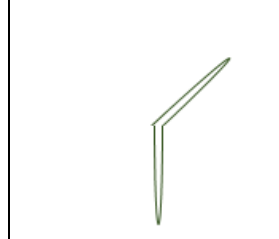

### 1. 測量方法

步驟一	步驟二	步驟三	步驟四
保麗龍塊中間劃一痕	用保麗龍的縫隙夾住葉脈，用橡皮筋固定	用手指頭彎角度，持續一分鐘後放開，等待一分鐘後測量恢復角度	泡水後再用熨斗熨乾，恢復原狀後再重新測量
			

### 2. 葉子彎曲角度示意圖

0 度	30 度	45 度	60 度	75 度	90 度
					

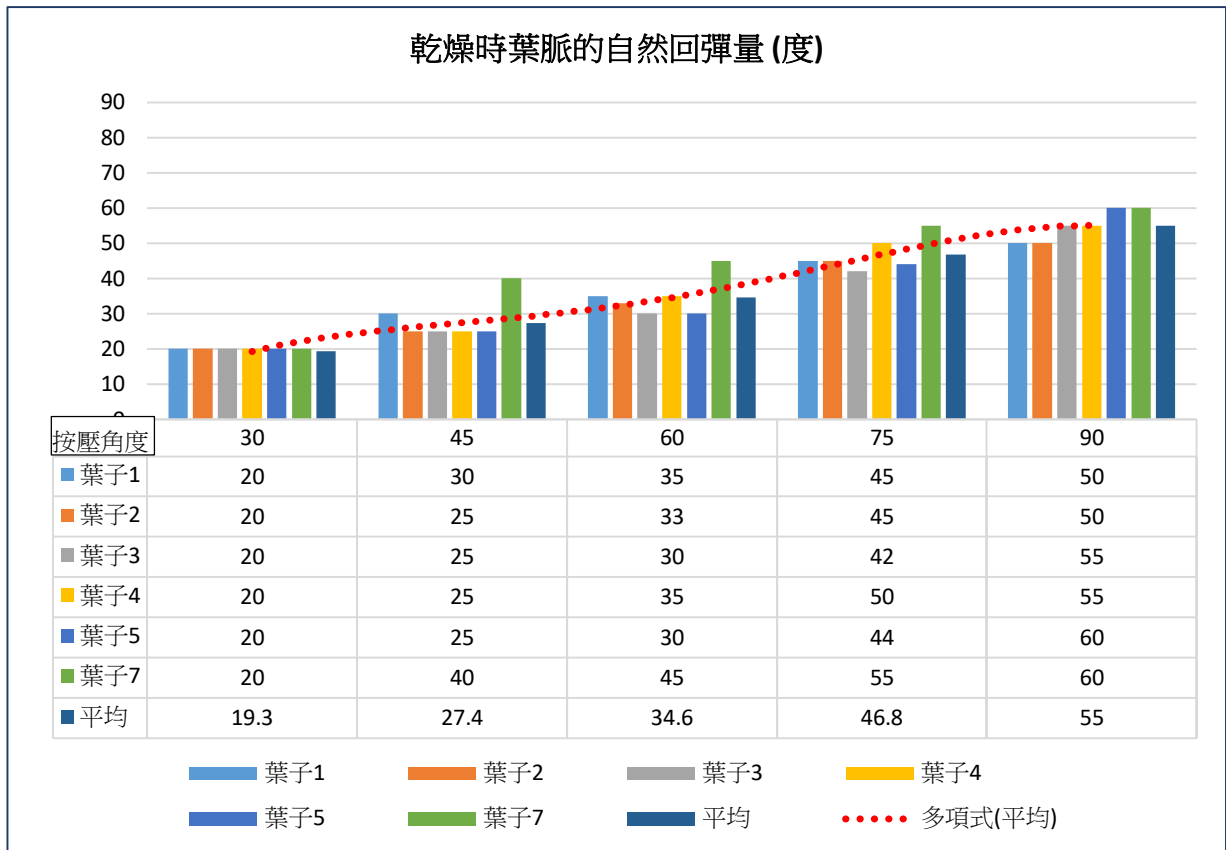
### 3. 葉子彎曲角度示意圖

一開始沒有彎折	彎折到固定角度約 1 分鐘	放開葉脈，等約一分鐘自然回彈	之後做下個實驗
			

## (三) 研究結果

(葉子 6、葉子 8，在重複測量時破掉，沒辦法繼續實驗)

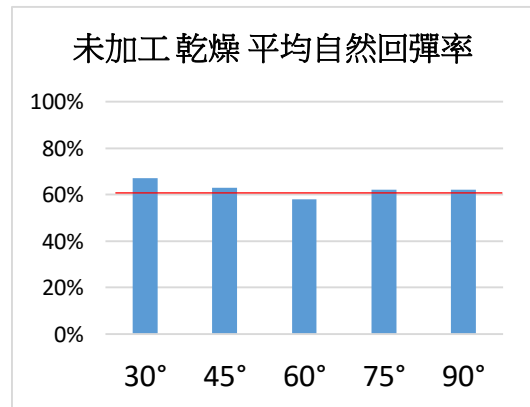




#### (四) 研究討論

我們將  $(\text{恢復角度} \div \text{原本彎曲角度})$ ，得到彎曲的自然回彈率。

彎曲角度	30°	45°	60°	75°	90°
平均自然回彈量	19.3°	27.4°	34.6°	46.8°	55.0°
平均自然回彈率 ( $\frac{\text{回彈角度}}{\text{原始彎折角度}}$ )	67%	63%	58%	62%	62%

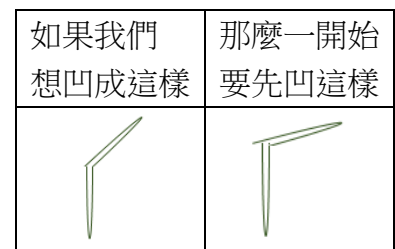


我們發現即使不噴水，葉脈用力彎折後，持續短時間(1分鐘)還是有辦法自動回彈將近 60%的程度。

然後我們算出預測角度規則：

$$\text{葉脈彎曲角度} \times 60\% = \text{想要彎曲的葉脈角度}$$

例如：要製造彎曲 60 度的葉脈那麼我們一開始要壓  $60 \div 60\% = 100$  度。






### 三、實驗四：噴水後吸水延伸量

#### (一) 研究器材與材料

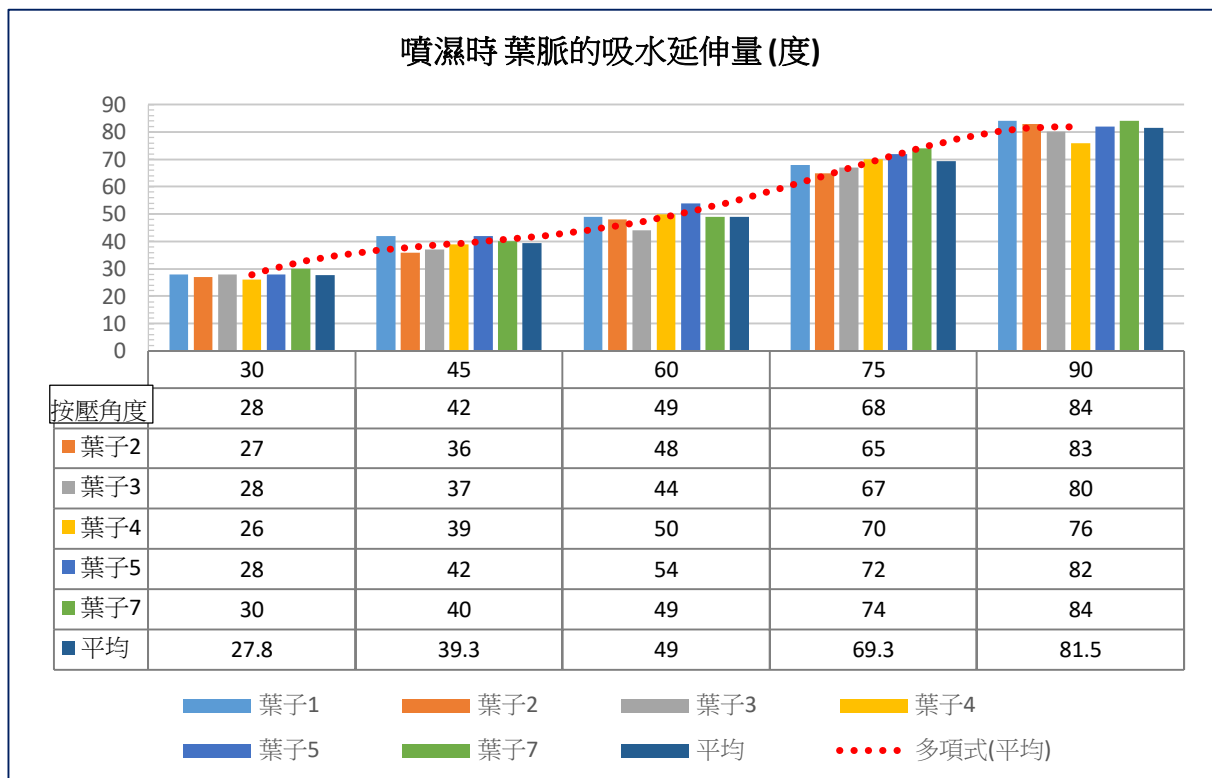
- 1.研究器材：美工刀、熨斗、量角器、噴霧器
- 2.研究材料：已經去葉肉的葉脈（來自實驗一）、保麗龍

#### (二) 研究過程

將上個實驗的葉子繼續做實驗	噴水後，葉脈會再恢復一段角度。測量角度。	之後泡水、熨斗燙平，回去上個實驗做其他角度數據
		

#### (三) 研究結果

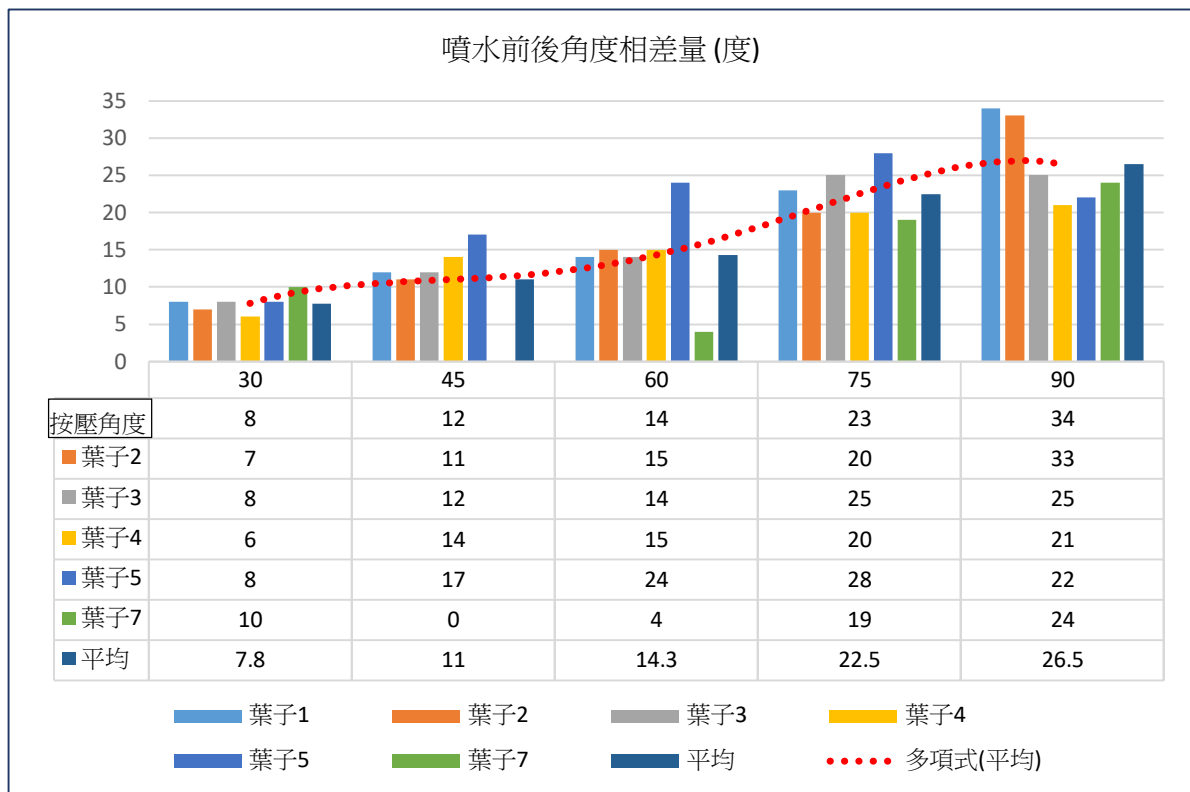
我們把上個實驗的葉子噴水後，纖維素吸水可以伸展更多角度。



#### (四) 研究討論

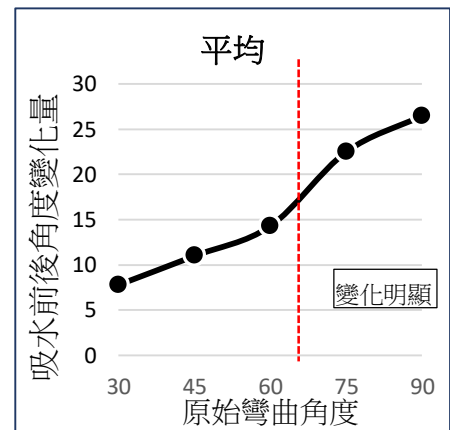
由於我們希望做出來的葉脈花，噴水之後會有開花的效果，因此我們要找出摺成什麼角度，前後變化角度最大、效果最明顯。

我們將 實驗四(吸水後的伸展角度) - 實驗三(未吸水的恢復角度) 做成表格



我們發現不管是哪片葉子，**75 度、90 度**的噴水前後**變化最明顯**。而 **60 度**以前比較不明顯。

這代表我們如果要做出噴水會開花效果的葉脈花，葉脈的彎曲程度最好超過 **60 度**。如果可以最好可以超過 **90 度**更理想。不過我們後來做葉脈花時，覺得葉脈如果要做成花瓣，很難凹超過 **90 度**，**75 度**比較適合。



## 陸、加工後的產品差異

### 一、實驗五：不同酸鹼性溶液對纖維素加工吸水影響

#### (一) 實驗前討論 與 實驗設計

參考網路資料，我們發現纖維素可以被鹼加工，因此我們要比較不同酸鹼水溶液的差異。試著分別以其他水溶液（鹼性的濃氫氧化鈉水溶液、濃醋酸水溶液、濃酒精水溶液）加工，測量前後葉子彎折 90 度的角度變化。


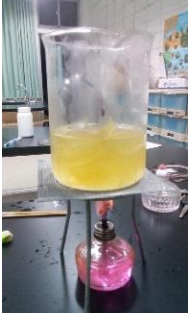

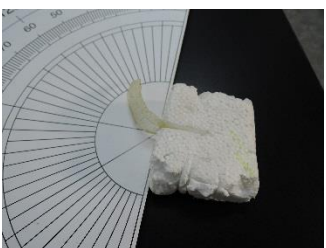
因為前面重覆實驗的葉子不夠用，我們重新拿新的葉子測量加工前噴水恢復量、加工後噴水恢復量。分為第一組、第二組、第三組。

第一組不做任何加工，當做對照組；第二組為加入濃氫氧化鈉水溶液（ $\frac{\text{氫氧化鈉 } 15\text{g}}{\text{水 } 100\text{ml}}$ ）、第三組則是濃檸檬酸水溶液（ $\frac{\text{檸檬酸 } 15\text{g}}{\text{水 } 100\text{ml}}$ ）。煮過十分鐘後撈起來晾乾測量。

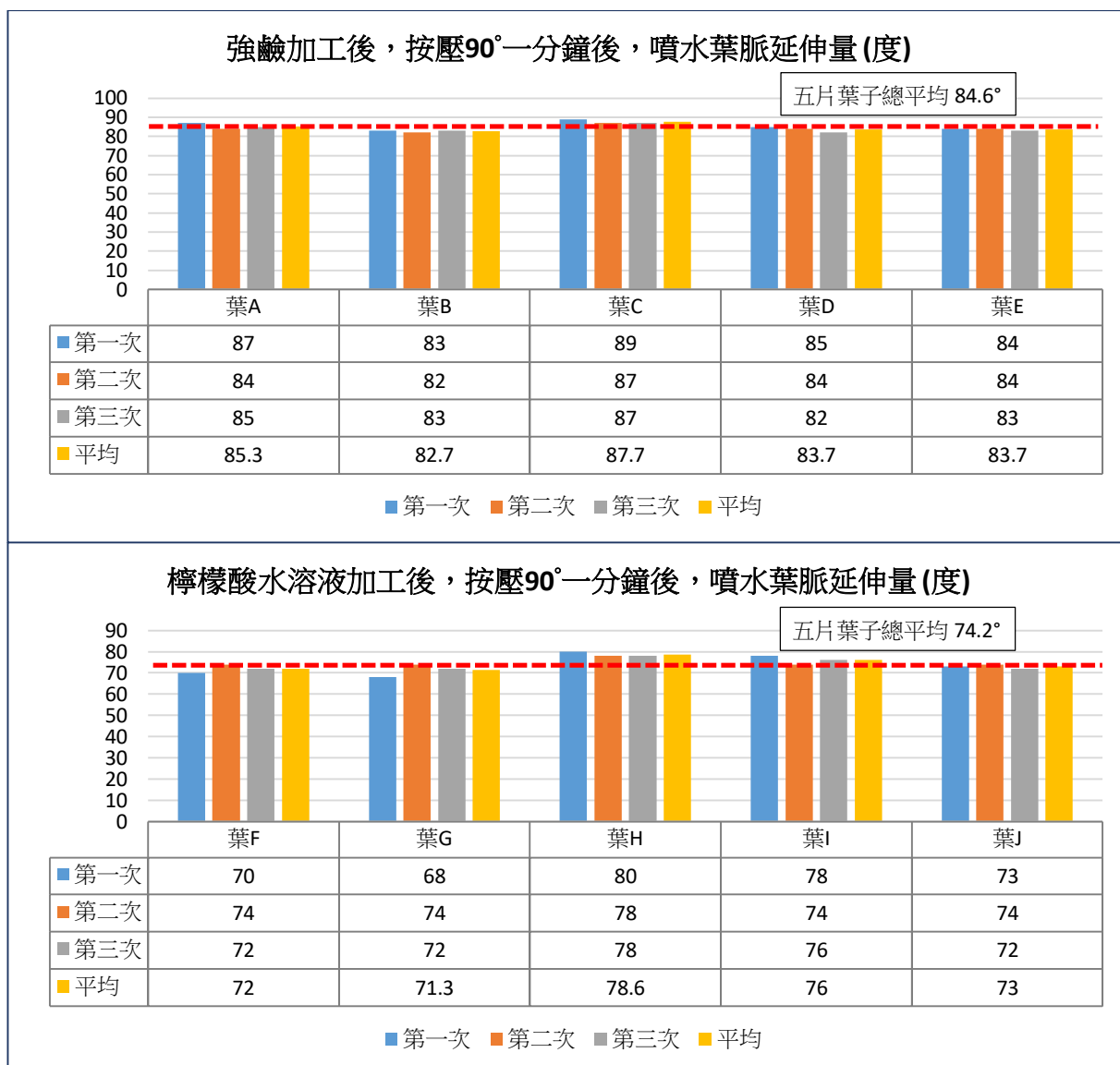
#### (二) 實驗器材與材料

1. 實驗器材：酒精燈、燒杯、氫氧化鈉、檸檬酸、天枰
2. 實驗材料：已經去葉肉的桂花葉 (8 片\*4 組=32 片)、塑膠手套
3. 水溶液： $\frac{\text{氫氧化鈉 } 15\text{g}}{\text{水 } 100\text{ml}}$ 、 $\frac{\text{檸檬酸 } 15\text{g}}{\text{水 } 100\text{ml}}$

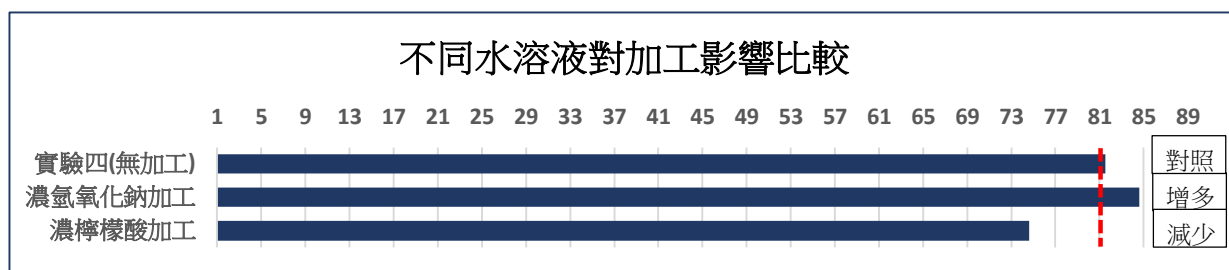
#### (三) 實驗過程與方法

步驟一	步驟二	步驟三	步驟四
將葉脈去葉肉	分別泡在水溶液加工煮熟 15 分鐘。		同實驗三、四 測量噴水後的角度
	氫氧化鈉水溶液	檸檬酸水溶液	
			

#### (四) 實驗結果



#### (五) 實驗討論



我們將上個實驗（葉子 1~7）彎折 90 度的平均量(81.5 度)，與兩種不同方式加工後的恢復量做比較。(純水對照組，來自於實驗四數據)

我們發現，第一組(經過濃氫氧化鈉加工)，跟資料預測一樣能夠恢復更多角度、更有吸水延展性，平均多恢復了 3.6 度，但效果不太明顯。我們覺得這角度的差異，用眼睛看



起來沒有明顯區別。

第二組(經過濃檸檬酸加工)，發現不但沒有增加吸水延展性，反而變得更軟、更難回彈到原本的形狀。強酸加工後，葉子的吸水延伸量有明顯變化，而且變少了。但我們希望加工物要吸水多一些，因此強酸不是好選擇。

雖然與參考資料相同，我們成功證實強鹼加工後比較有吸水延展性，但效果不明顯，僅有 3 度。我們認為可能有兩個原因：

(1) 一開始葉脈就已經使用強鹼煮過，所以一開始的葉脈就已經被強鹼加工到了。

(2) 加工需要其他添加物幫忙

後來我們更仔細的參考資料，有資料認為要加入特殊的化學藥劑（介面活性劑）來幫助纖維素簡化反應；也有資料認為是要在含氧的環境下強鹼加工。我們入圍國展後，進一步以雙氧水製造含氧的強鹼加工環境，進行實驗六。

## 二、實驗六：鹼性溶液不同環境加工對纖維素吸水影響

### (一) 實驗前討論

實驗五已經發現：強鹼水溶液加工的葉脈吸水力會上升。上升幅度不高有兩種可能性，可能是因為去葉肉時已經被強鹼加工過；另一個可能是加工不完全，需要其他添加物或環境條件。

我們試著依照參考文獻，製造含氧的環境。我們想起五年級燃燒實驗曾經用雙氧水製造過氧氣，也使用二氧化錳來幫忙製造氧氣。

入圍國展後，指導教授認為除了吸水角度增加（吸水量增多外），強鹼加工也造成了吸水速度增加（毛細作用增強），我們這次也加入吸水時間比較：未加工、一般強鹼加工、含氧環境強鹼加工、催化含氧環境強鹼加工。

### (二) 實驗器材與材料

1. 實驗器材：酒精燈、燒杯、氫氧化鈉、雙氧水、天秤、量角器、美工刀、熨斗
2. 實驗材料：已經去葉肉的桂花葉 (8 片 \* 4 組 = 32 片)、塑膠手套、保麗龍、二氧化錳
3. 水溶液：

	純水加工	濃鹼加工	濃鹼含氧加工	濃鹼含氧催化加工
材料成分	水 200ml	水 200ml 氫氧化鈉 15g	水 200ml 氫氧化鈉 18.5g 5%雙氧水 50g	水 200ml 氫氧化鈉 18.5g 5%雙氧水 50g 二氧化錳 10g
濃度計算	-	氫氧化鈉 7%	氫氧化鈉 7% 雙氧水 1%	氫氧化鈉 7% 雙氧水 1% 二氧化錳顆粒

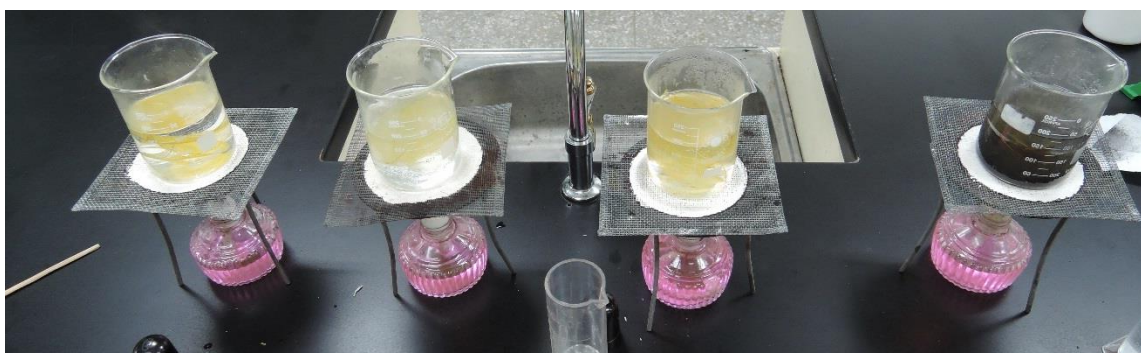
(濃度為重量百分濃度： $\frac{\text{溶質重}}{\text{水溶液重}} = \frac{\text{溶質重}}{\text{水重} + \text{溶質重}}$ )

### (三) 實驗過程與方法

1. 先將氫氧化鈉水溶液調配好，全部煮沸騰（暫不加入二氧化錳、雙氧水）



2. 加入葉脈後，倒入雙氧水、二氧化錳，共同煮沸 20 分鐘



3. 將葉脈撈出來晾乾、壓平
4. 進行角度測量實驗，1 分鐘按壓 90 度彎曲，測量自然回彈量

5. 進行角度測量實驗，以 90 度彎曲後測量吸水後延伸最大量

6. 進行吸水速度測量，用照相機錄影，紀錄吸水到最大量所需時間





**測量方法**

- (1) 將葉脈用夾鏈袋固定住一邊、貼近桌面螺絲
- (2) 桌面滴水、並且用棉花保持水份
- (3) 將兩隻手指分別壓住夾鏈袋的兩端，連同葉脈往前推到有水處
- (4) 照相機進行錄影，紀錄秒速



**(四) 實驗結果**

1. 加工過程的觀察

	純水	7% 氫氧化鈉	7% 氫氧化鈉 1% 雙氧水	7% 氫氧化鈉 1% 雙氧水 二氧化錳 5g
照片				
紀錄	有些許汽泡	少有氣泡	許多緻密小汽泡 數量密度穩定	大量汽泡冒出之後 氣泡大幅減少

2. 加工後的葉脈觀察

	純水	7% 氫氧化鈉	7% 氫氧化鈉 1% 雙氧水	7% 氫氧化鈉 1% 雙氧水 二氧化錳 5g

照片				
	翠綠	亮黃 摸起來比較硬 不好彎折	米白 摸起來較柔軟 容易彎折	淺黃帶有黴黑 摸起來最硬 最不易彎折

### 3. 加工後乾燥葉脈自然回彈量

葉脈加工後乾燥，彎折 90 度，測量自然回彈量							
第一組	純水		葉 A	葉 B	葉 C	葉 D	總平均
		第一次測量	46°	41°	55°	41°	44.8°
		第二次測量	41°	42°	43°	55°	
		第三次測量	43°	46°	41°	44°	
第二組	7% 氫氧化鈉		葉 E	葉 F	葉 G	葉 H	總平均
		第一次測量	45°	43°	30°	35°	37.6°
		第二次測量	43°	38°	32°	30°	
		第三次測量	40°	45°	35°	36°	
第三組	7% 氫氧化鈉 1%雙氧水		葉 I	葉 J	葉 K	葉 L	總平均
		第一次測量	28°	22°	16°	28°	23.1°
		第二次測量	21°	30°	28°	20°	
		第三次測量	22°	25°	20°	18°	
第四組	7% 氫氧化鈉 1%雙氧水 (二氧化錳)		葉 M	葉 N	葉 O	葉 P	總平均
		第一次測量	43°	37°	30°	35°	36.5°
		第二次測量	37°	38°	32°	30°	
		第三次測量	40°	35°	43°	38°	

### 4. 加工後噴水葉脈延展角度

葉脈加工後，彎折 90 度噴濕，測量吸水伸展量							
第一組	純水		葉 A	葉 B	葉 C	葉 D	總平均
		第一次測量	84°	83°	80°	82°	83.3°
		第二次測量	84°	86°	87°	85°	
		第三次測量	82°	83°	81°	82°	
第二組	7% 氫氧化鈉		葉 E	葉 F	葉 G	葉 H	總平均
		第一次測量	87°	83°	84°	85°	84.6°
		第二次測量	84°	85°	87°	84°	

		第三次測量	85°	83°	85°	84°	
第三組	7% 氫氧化鈉 1%雙氧水		葉 I	葉 J	葉 K	葉 L	總平均
		第一次測量	90°	90°	90°	90°	89.1°
		第二次測量	88°	90°	87°	88°	
		第三次測量	89°	87°	90°	90°	
第四組	7% 氫氧化鈉 1%雙氧水 (二氧化錳)		葉 M	葉 N	葉 O	葉 P	總平均
		第一次測量	87°	88°	85°	87°	86.4°
		第二次測量	86°	87°	86°	88°	
		第三次測量	85°	85°	87°	86°	

#### 5. 加工後吸水葉脈延展速度

葉脈加工後，彎折 90 度噴濕，測量吸水伸展所需時間							
第一組	純水		葉 A	葉 B	葉 C	葉 D	總平均
		第一次測量	80 秒	82 秒	84 秒	83 秒	90 秒
		第二次測量	107 秒	90 秒	84 秒	108 秒	
		第三次測量	86 秒	92 秒	83 秒	101 秒	
第二組	7% 氫氧化鈉		葉 E	葉 F	葉 G	葉 H	總平均
		第一次測量	56 秒	46 秒	40 秒	38 秒	45.6 秒
		第二次測量	57 秒	52 秒	43 秒	33 秒	
		第三次測量	54 秒	47 秒	48 秒	34 秒	
第三組	7% 氫氧化鈉 1%雙氧水		葉 I	葉 J	葉 K	葉 L	總平均
		第一次測量	15 秒	22 秒	10 秒	18 秒	18.3 秒
		第二次測量	18 秒	23 秒	13 秒	24 秒	
		第三次測量	16 秒	25 秒	15 秒	20 秒	
第四組	7% 氫氧化鈉 1%雙氧水 (二氧化錳)		葉 M	葉 N	葉 O	葉 P	總平均
		第一次測量	70 秒	52 秒	54 秒	54 秒	57.5 秒
		第二次測量	62 秒	58 秒	54 秒	53 秒	
		第三次測量	68 秒	52 秒	58 秒	55 秒	

#### (五) 實驗討論

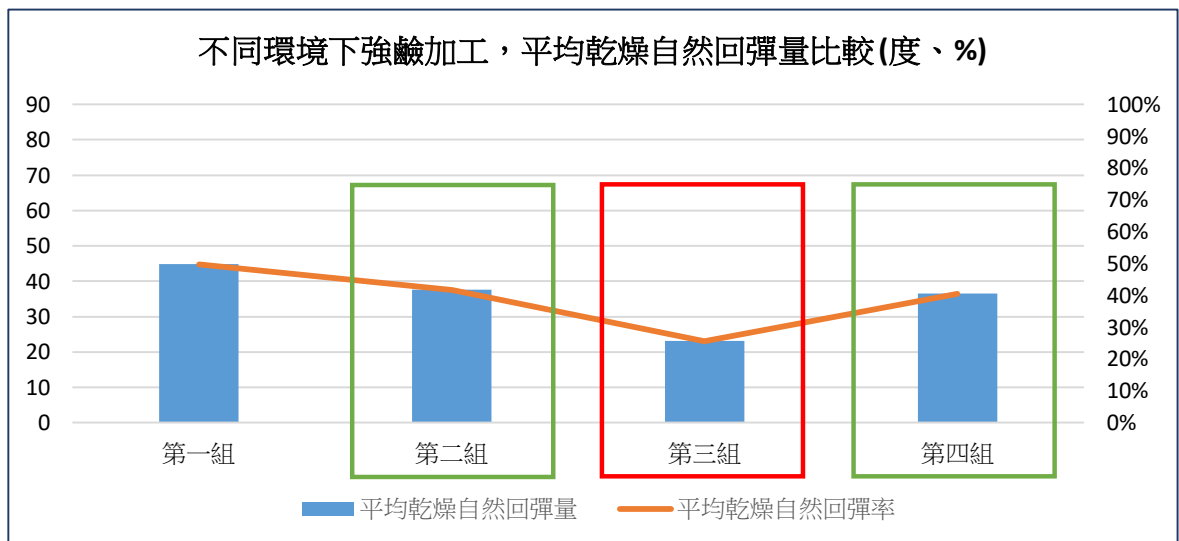
我們將四種不同水溶液進行加工狀況、加工後外貌、乾燥時自然回彈量、吸水延伸量、吸水延伸速度做綜合比較。

	第一組 純水	第二組 7% 氫氧化鈉	第三組 7% 氫氧化鈉 1% 雙氧水	第四組 7% 氫氧化鈉 1% 雙氧水 二氧化錳 5g
--	-----------	----------------	--------------------------	-------------------------------------



加工中的現象	有些許汽泡	少有氣泡	許多緻密小汽泡 數量密度穩定	大量汽泡突然冒出 之後氣泡大幅減少
產品的外貌	翠綠	亮黃 摸起來比較硬 不好彎折	米白 摸起來較柔軟 容易彎折	淺黃帶有黴黑 摸起來最硬 最不易彎折
平均乾燥自然回彈量	44.8°	37.6°	23.1°	36.5°
平均噴水吸水延伸量	83.3°	84.6°	89.1°	86.4°
平均沾水吸水速度	90.0 秒	45.6 秒	18.3 秒	57.5 秒

### 1. 不同環境下強鹼加工，平均乾燥自然回彈量比較



◎ 未加工的葉脈自然回彈量最大，也就是做成實際產品時最難凹折，回彈率 50%

◎ 純強鹼加工、催化含氧環境強鹼加工，回彈率約在 41%。(綠色框)

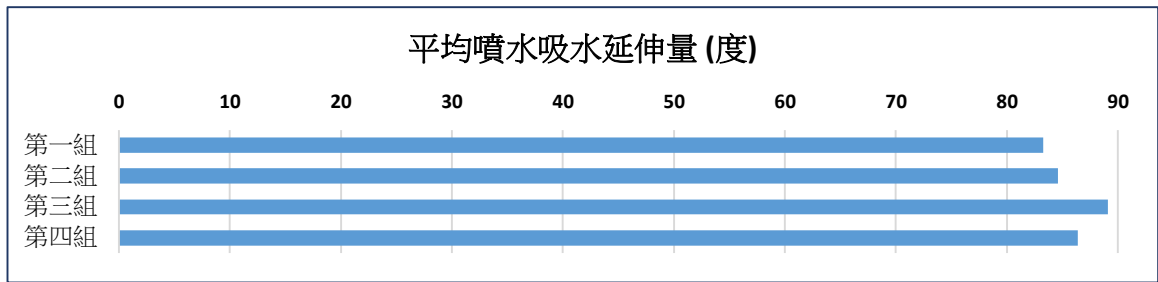
○ 我們推測跟接觸氧氣的時間有關

○ 原本預期第四組會最好，因為產生的氧氣最多。但觀察發現氧氣一開始大量產生後就不再產生，因此葉脈與氧氣接觸的時間不夠多。

○ 效果跟沒接觸到氧氣的第二組類似

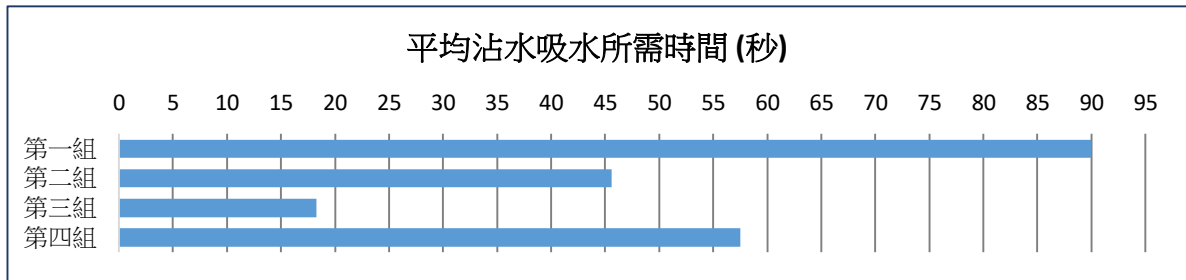
◎ 含氧強鹼加工效果最好，回彈率只剩 26%。(紅色框)

### 2. 不同環境下強鹼加工，平均噴水吸水延展量比較



同樣是第三組（濃氫氧化鈉+雙氧水）加工後吸水能力增加最多，效果最佳。

### 3. 不同環境下強鹼加工，平均吸水時間



◎ 第三組的吸水速度明顯高於其他組，甚至高達 3 倍速度

○ 強鹼加工的作用，偏向增加纖維素吸水的速度

◎ 第四組的吸水速度甚至略慢於第二組，可能是因為二氧化錳清不乾淨影響吸水

### 4. 綜合討論

(1) 我們都發現不論是乾燥時的自然回彈量、吸水後的延伸量（吸水量）、吸水後的速度（毛細作用力）來說，都是第三組（濃氫氧化鈉+雙氧水）最好

(2) 原本我們預測產生泡泡最多的第四組，效果沒有第三組好。可能原因有兩種：

① 氧氣泡產生太快、來不及產生均勻又長期的反應

② 二氧化錳的顆粒細小，反而卡在葉脈纖維中，影響葉脈性質

(3) 外觀來看，與第三組的葉脈相比，底色還有點偏黃。代表氣泡產生的情況、吸水量來看，氣泡的確影響了葉脈的性質。從硬度、乾燥自然回彈量、吸水時間來看，甚至都差過單純用強鹼加工的第二組，我們推論二氧化錳的顆粒清除不乾淨也有影響。

(4) 第三組實驗中，雙氧水在沸騰環境中就會分解產生氧氣。

我們觀察加工中氣泡非常細、非常密，而且持續長久。

從外觀來看，第三組的葉脈也最白、最漂亮，而且自然回彈率最低，有利於加工、染色。

從吸水能力來看，吸水量（吸水延伸角度）最多、吸水速度最快（為

未加工的 5 倍、單純強鹼加工的 2.5 倍快)。

我們推測強鹼在有氧環境下加工，影響纖維的材質比較多，因此能吸附更多水；但纖維的縫隙沒有因此明顯變大，使得吸水量沒有更明顯的增加。如果未來還有機會實驗，可以借用高倍率顯微鏡來觀察纖維，驗證我們的假設。

此實驗驗證我們的假設，利用強鹼水溶液加工纖維素成鹼化纖維素需要在有氧環境下加工，而氧氣產生均勻持久是重要關鍵。

## 柒、結論

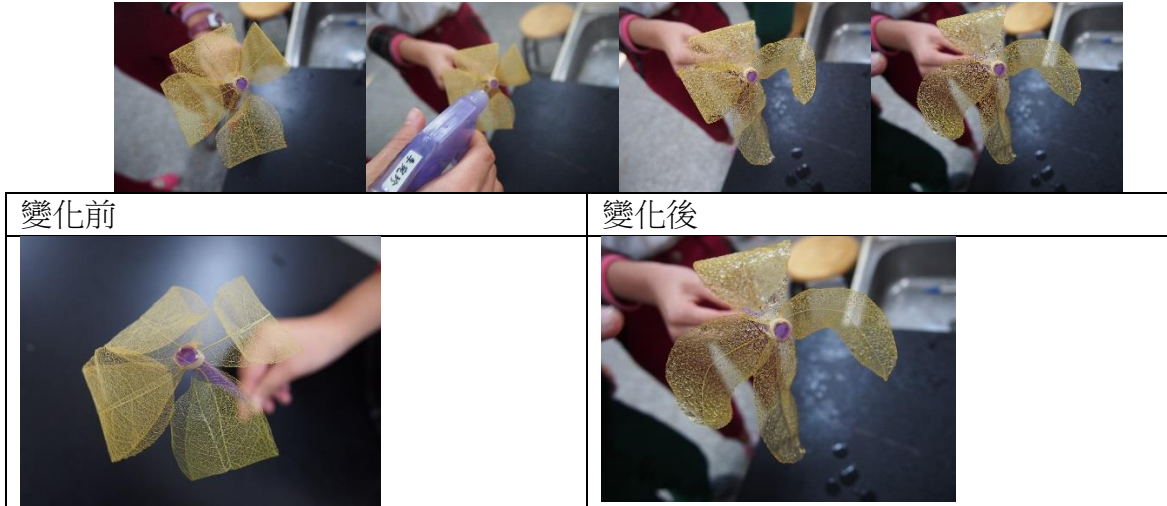
- 一、最適合的葉脈開花人造花的材料為桂花葉，以泡水搓揉法、選擇中年葉的成功率最高。
- 二、葉脈被彎曲後在乾燥情況下也會自然回彈，不利做成產品。未加工的回彈率約為 60~50%，經過強鹼加工後約在 40%，如果在含氧環境下強鹼加工可以減少自然回彈量至 20%，使製造產品更容易達到預期效果。
- 三、未加工的葉脈噴水後會吸收水分，讓纖維膨脹延伸約 1/3 彎折角度。
- 四、葉脈在強鹼、強酸、酒精加工下，強鹼加工的效果微微增加、強酸加工的效果反而更差，酒精則沒有影響。證實強鹼會對葉脈的纖維性質造成影響。
- 五、讓葉脈在強鹼含氧的狀況下加工，會明顯改變性質，彎折後不容易恢復、吸水力與吸水量都增加。加工的製造氧氣密訣是：均勻、長期的有小顆氧氣泡，讓葉脈在強鹼水溶液中加工。
  1. 如果增加催化劑，將氧氣產生的量不穩定、而且來不及全部反應而效果不好（顏色仍微黃、吸水量介於強鹼加工與強鹼含氧加工之間）。
  2. 如果催化劑是細小固態的話，甚至有可能卡在葉脈纖維中，造成葉脈反而更硬、吸水速度降低的效果。

## 捌、實際成品

一、我們實際做出噴水會開花的人造花成品如下，使用了兩種方法

第一種是用捲的、第二種是用折的，兩種方法噴水後都可以自然恢復角度

(一) 葉脈人造花噴水後的變化



(二) 葉脈用捲的捲起來固定後，也能慢慢舒展開來，但速度比較慢

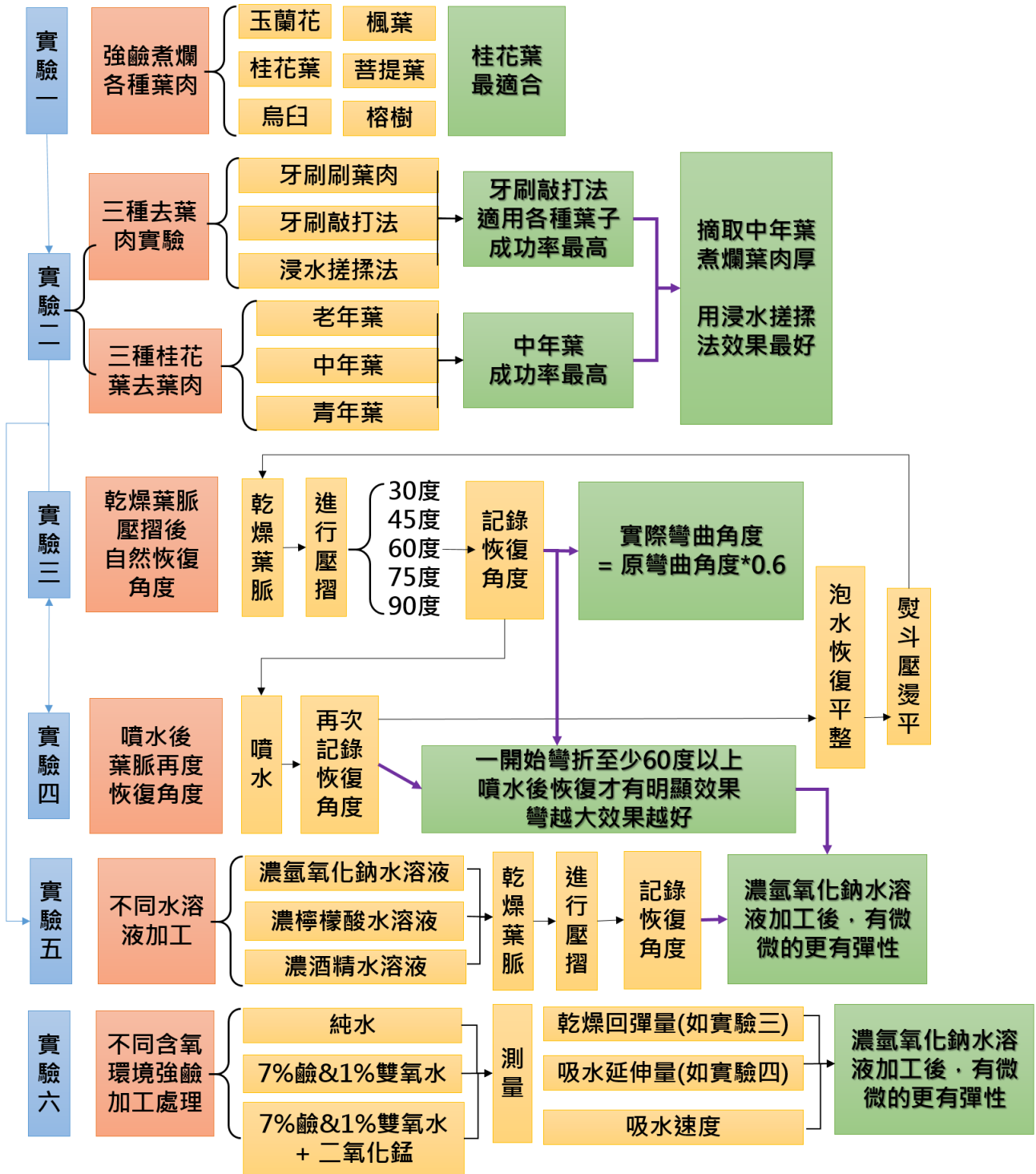


能夠實際做出會開花的葉脈假花，我們覺得很有成就感。老師建議我們未來可以試著折更多片，像是玫瑰花一樣的葉脈花，每片假花瓣彎曲角度不同，噴水後會更像花包開花的樣子，會更加漂亮。

## 玖、SOP 流程

- 一、選取桂花葉（挑選中年葉）
- 二、氫氧化鈉比水 8:100 配置後，煮沸
- 三、煮沸後，將葉子放入強鹼水溶液，再煮沸 10 分鐘
- 四、拿出來用泡水搓揉法去除葉肉、留下葉脈
- 五、再將強鹼水溶液煮沸，調配成 7%氫氧化鈉、1%雙氧水（重量百分濃度）
- 六、將葉脈一同共煮 20 分鐘，之後泡水搓揉去鹼液後晾乾
- 七、染色加工、製造會開花的葉脈人造花

# 拾、流程圖





## 拾壹、參考資料與其他

- 鹼纖維素。台灣 wiki。 <http://www.twwiki.com/wiki/鹼纖維素>
- 汪佳儀、陳亭妤、陳逸柔（2007）。壓不扁的玫瑰花－植物形狀記憶合金與應用。中華民國第 47 屆中小學科學展覽會，應用科學科作品說明書。
- 侯袖媛、劉庭劭、林豔秋（2002）。大自然的骨感美女。中華民國第 42 屆中小學科學展覽會，化學組作品說明書。
- 張銘宇、邢文灝、潘毅鈞（無日期）。鹼處理及效處處理後對纖維素纖維吸濕性的影響。華岡紡織期刊，第十二卷，第四期
- 曾欽副（無日期）。纖維理化，服裝材料學及實驗上課講義 1-1，p.2~4。2016/06/04 參考於：
- 曾欽副（無日期）。纖維之種類與性質，服裝材料學及實驗上課講義 1-3，p.8~9。2016/06/04 參考於：[cec.npust.edu.tw/e-learning/fabric/第一章.pdf](http://cec.npust.edu.tw/e-learning/fabric/第一章.pdf)
- 翰林出版社（無日期）。葉的型態與功能。翰林版國民小學自然與生活科技五上課本，p.33。
- 翰林出版社（無日期）。空氣與燃燒－製造氧氣。翰林版國民小學自然與生活科技五上課本，p.53。
- 蘋果日報（無日期）。摘葉片 曲葉脈 做仿真聖誕紅。蘋果日報，2011/12/16 報導。201/03/27 參閱於 <http://appledaily.com.tw/appledaily/article/supplement/20111216/3389092>
- 蕭韻雯、莊于萱、黃惠葵（2014）。春暖花開－探究紙花的開花現象。中華民國第 54 屆中小學科學展覽會，國小組物理科 作品說明書。

## 【評語】 080822

本件作品研究主題的發想起源於對市售產品原理的好奇，和對先前研究發現提出懷疑，進而探索形成此現象的因素。透過一系列的測試建立最佳化的標準製作流程，除能將創意落實於實際作品之外，更表現求真求實的研究精神。所提出的新觀點與變量量測方法，應可延伸出後續的研究。