

金門地區第 60 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二) (環保與民生)

組 別：國小組

作品名稱：「紙」屬於你—金門常見作物造紙

關 鍵 詞：造紙、植物纖維、紙張品質（最多 3 個）

編 號：

目錄

摘要	1
壹、研究動機.....	1
貳、研究目的.....	1
參、研究設備及器材	1
肆、研究過程與方法	2
一、研究過程	2
二、研究方法	5
伍、研究結果.....	6
一、不同的作物比例浸泡不同溶液製成紙張的可行性	6
二、不同的作物比例及是否浸泡溶液對製成紙張吸水性的差異	7
三、不同的作物比例及是否浸泡溶液對製成紙張吸油性的差異	8
四、不同的作物比例及是否浸泡溶液對製成紙張摩擦力的差異	9
五、不同的作物比例及是否浸泡溶液對製成紙張明度及彩度的差異.....	10
陸、討論.....	11
柒、結論.....	12
捌、參考資料及其他	12
一、未來展望	12
二、參考資料	12

摘要

參考了歷屆科展參展作品，發現有許多探討與植物纖維造紙有關的研究，透過文獻探討，我們已經知道金門常見作物(小麥梗、高粱梗)能製作成紙張，但我們想知道如果改變小麥梗和高粱梗的比例是否會對製成的紙張品質有影響？對紙漿浸泡不同溶液是否和未浸泡溶液的紙張有差別？發現不同比例的小麥梗及高粱梗製成的紙張品質差異不大，將紙漿浸泡醋有助紙張顏色漂白。

壹、研究動機

金門眾多名產中，又以高粱酒最聞名，為了釀酒，金門農民每半年都會收成一次小麥及高粱，而各種麥子中，因為野麥無法製作高粱酒，因此採收後多餘的野麥及高粱都會拿去焚燒，造成空氣汙染。

參考了歷屆科展參展作品，已有許多探討植物纖維造紙的研究，我們透過他人作品知道金門常見作物中，小麥梗、高粱梗都能製作成紙張，但我們進一步想要了解如果以不同的比例製作出的紙張品質是否會有差異？希望能從研究中發展金門常見作物適合製作的紙類，並解決作物焚燒的問題。

貳、研究目的

- 1.比較不同的小麥梗及高粱梗比例對製成紙張品質的差異。
- 2.比較不同的紙漿浸泡溶液後對製成紙張品質的差異。

參、研究設備及器材

- ✓使用設備及器材：果汁機、剪刀、鍋子、密籃、抄紙網框、熨斗、水盆、燒杯(1000ml)、架子、ㄇ型架、繩子、卡式爐、水平儀、尺、美工刀、十元硬幣、電子秤
- ✓使用藥品及耗材：小麥桿、高粱桿、氫氧化鈉、水、油、色素、雙氧水、醋、報紙、吸水紙、夾鏈袋、膠帶

金門常見作物



高粱

小麥

肆、研究過程與方法

一、研究過程

(一)文獻分析

文獻名稱(年份)	文獻內容	參考部份
欲研又紙(第 45 屆中小學科展)	探討如何製造不同功能性的再生紙。	熨燙法
芒草・變裝・SHOW!－芒草纖維作為造紙新原料的可行性研究(第 52 屆中小學科展)	探討以「芒草」作為造紙新原料的可行性。	氫氧化鈉解纖溶液做法
「纖」入為「紙」－多種纖維質廢棄物之造紙效能與品質研究(第 53 屆中小學科展)	以多種纖維質廢棄物作為造紙原料，造出媲美市售的紙張。	1.鹼液濃度 2.攪打時間
「藝」紙千金－探討金門常見作物造紙可行性(第 58 屆中小學科展)	探討以「高粱」、「小麥」，加入不同的膠結液、表面塗料製造之再生紙品質的差異。	1. 金門常見作物選用 2. 造紙流程

(二)造紙流程

步驟一 處理作物 將小麥及高粱穗剪除丟棄，保留麥稈及高粱稈，並將麥稈及高粱稈以五公分修剪為數段。



步驟二 浸泡鹼液並加熱 每 200g(乾重)之作物加入 1M 氫氧化鈉水溶液 2000ml，於卡式爐加熱 90 分鐘。



步驟三 清洗解纖纖維 將解纖纖維以清水沖洗至水變清澈。



步驟四 加水攪打五分鐘 將 300g (濕重) 纖維加入 1000ml 的水，以轉速五攪打五分鐘。



步驟五 過濾懸液、擰乾並秤重 將懸液過濾並擰乾，分別以濕重

乾並秤重

- (1)高粱 30g
- (2)高粱 20g 小麥 10g
- (3)高粱 15g 小麥 15g
- (4)高粱 10g 小麥 20g
- (5)小麥 30g

各三袋，分裝於夾鏈袋



步驟六 浸泡溶液

將步驟五的纖維(每 30g)分為三組，其中兩組浸泡溶液各浸泡 30 分鐘、一組不浸泡任何溶液：

- (1) 加入雙氧水 150ml，使其淹沒纖維
 - (2) 加入醋 150ml，使其淹沒纖維
 - (3) 不泡任何溶液
- 並各別編號分類。



步驟七 再次攪打一分鐘

抄紙時發現纖維無法平均懸浮，所以在抄紙前我們再次將纖維(以 30g 一包)加入 1000ml 的水，並以轉速五攪打一分鐘。



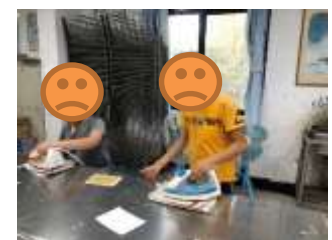
步驟八 抄紙

把果汁機裡的懸浮液加入水盆中，再加入 1000ml 的水，以 45°角將抄網放入水中，前後搖晃抄網 6 次，讓懸浮液均勻的分佈在抄網上，並垂直將抄網拿起、瀝乾水分。使用吸水紙將紙張表面的水分吸乾，並以抹布輕輕壓乾多餘水分。



步驟九 熨燙至乾燥

小心將紙張從抄網上分離，鋪墊在報紙上，以熨斗熨燙至平整乾燥。

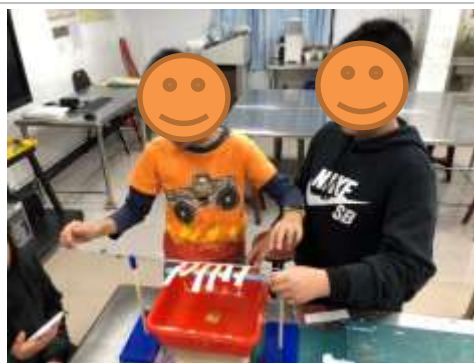


步驟十 重壓至平整

熨燙過後發現紙張會呈現彎曲狀，所以我們用重物壓住紙張一個晚上，使紙張至平整狀態。



二、研究方法



●吸水性：

●吸油性：

將寬 1.5 公分、長 14 公分的紙張浸入裝 2000C.C 水或油的籃子中，計時 3 分鐘，觀察紙張吸水高度，重複 3 次，計算平均。



●摩擦力：

●顏色：

將夾板、 Γ 型架及繩子組裝如上圖，把 10 公分 \times 15 公分的紙張夾在夾板上，在紙張上放置 10 元硬幣，向上拉引繩子到硬幣落下即停止，以水平儀記錄傾斜角度，重複 3 次，計算平均。


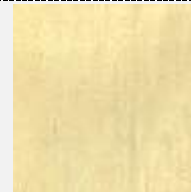
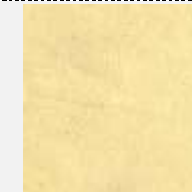
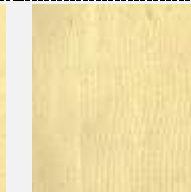
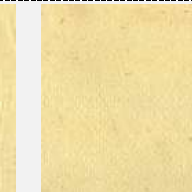










將所有紙張放入掃描機進行掃描，並以 photoshop 程式分析紙張色彩及明度。

伍、研究結果

一、不同的作物比例浸泡不同溶液製成紙張的可行性

(一)探討不同比例高粱梗、小麥梗、浸泡溶液造紙的可行性。

1.以各種比例的作物 30g(濕重)加入 2000ml 的水成為懸浮液後，依前述造紙程序製成紙張，以影印機掃描結果如下：

無 浸 泡 溶 液	編碼	①	②	③	④	⑤
	照片					
	作物 比例	①高粱 30g	②高粱 20g 小麥 10g	③高粱 15g 小麥 15g	④高粱 20g 小麥 10g	⑤小麥 30g
浸 泡 醋	編碼	醋①	醋②	醋③	醋④	醋⑤
	照片					
	作物 比例	①高粱 30g	②高粱 20g 小麥 10g	③高粱 15g 小麥 15g	④高粱 20g 小麥 10g	⑤小麥 30g
浸 泡 雙 氧 水	編碼	雙①	雙②	雙③	雙④	雙⑤
	照片					
	作物 比例	①高粱 30g	②高粱 20g 小麥 10g	③高粱 15g 小麥 15g	④高粱 20g 小麥 10g	⑤小麥 30g

☞實驗結果：

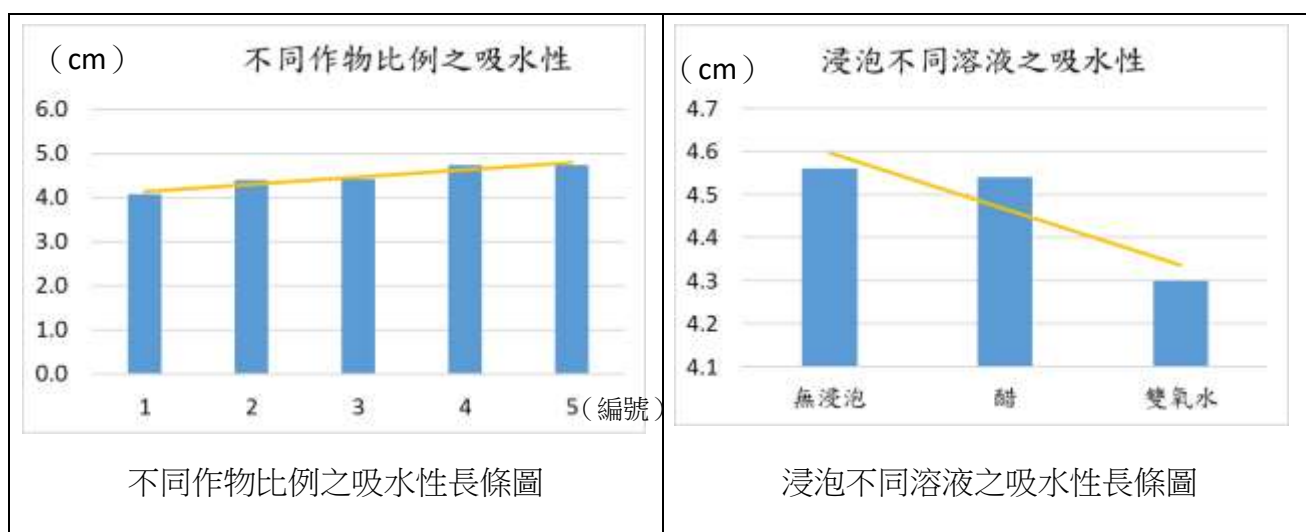
- ①兩種作物（高粱及小麥）以一般流程造紙，無論是否加入溶液，交織情況都良好。
- ②依序以「浸泡溶液-比例類別」編碼，並進入第二階段：吸水性、吸油性、摩擦力、明度測試。

二、不同的作物比例及是否浸泡溶液對製成紙張吸水性的差異

(一)下表為不同比例的高粱梗、小麥梗以一般流程造紙之吸水性的差異。

吸水性(單位：公分)

	無浸泡	醋	雙氧水	總平均
1	4.13	3.93	4.13	4.07
2	4.50	4.63	4.07	4.40
3	4.70	4.77	3.77	4.41
4	5.00	4.03	5.13	4.72
5	4.47	5.33	4.40	4.73
總平均	4.56	4.54	4.30	



☞實驗發現 1：

兩種作物（高粱及小麥）以一般流程造紙，我們發現造紙的纖維中，小麥比例多一點，吸水性就越好。相反的，高粱多一點，吸水性越差。

☞實驗發現 2：

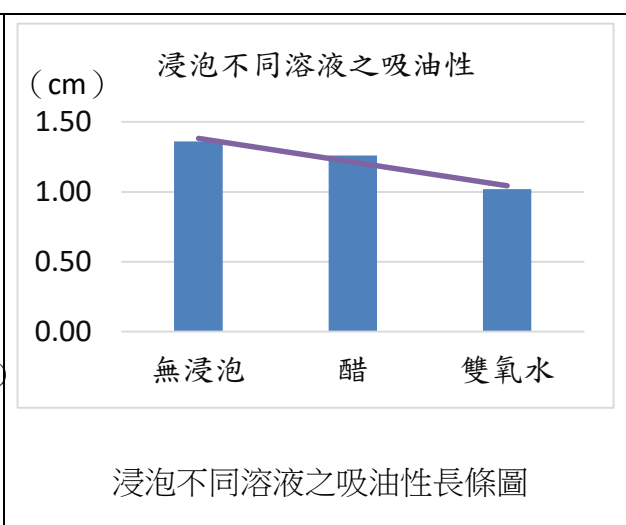
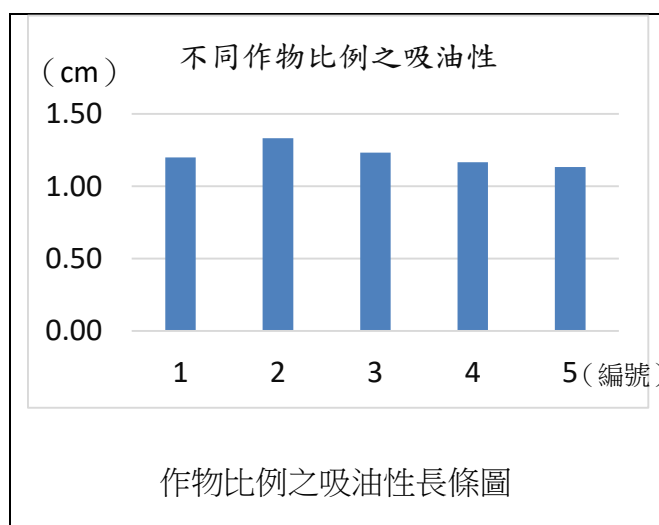
兩種作物（高粱及小麥）以一般流程造紙，我們發現浸泡過醋或是雙氧水的紙漿造的紙，吸水性都會比沒浸泡過溶液造的紙張差。

三、不同的作物比例及是否浸泡溶液對製成紙張吸油性的差異

(一)下表為不同比例的高粱梗、小麥梗以一般流程造紙之吸水性的差異。

吸油性（單位：公分）

	無浸泡	醋	雙氧水	總平均
1	1.10	1.40	1.10	1.20
2	1.40	1.40	1.20	1.33
3	1.60	1.20	0.90	1.23
4	1.40	1.10	1.00	1.17
5	1.30	1.20	0.90	1.13
總平均	1.36	1.26	1.02	



☞ 實驗發現 1：

兩種作物（高粱及小麥）以一般流程造紙，我們發現造紙的纖維中，2 到 5 號小麥比例多一點，吸油性就越差，但 1 號紙張卻不符合這個規則，我們不能透過這次實驗推論作物比例會影響紙張的吸油性。

☞ 實驗發現 2：

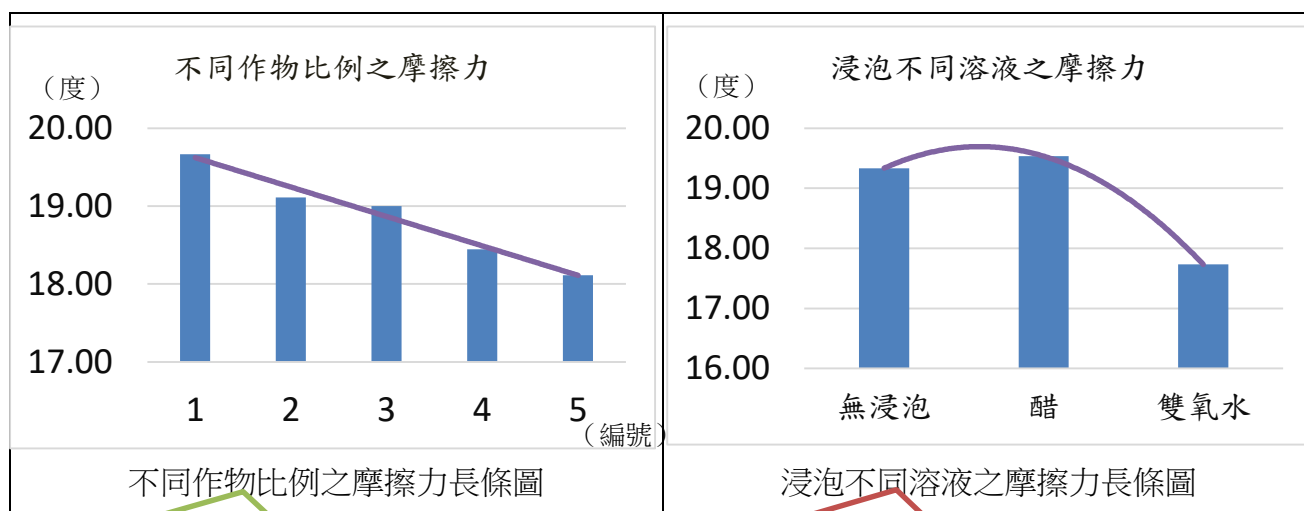
兩種作物（高粱及小麥）以一般流程造紙，我們發現無浸泡溶液的紙漿造的紙，吸油性都會比浸泡過醋或雙氧水造的紙張好，尤其浸泡過雙氧水的紙張，吸油性明顯較差。

四、不同的作物比例及是否浸泡溶液對製成紙張摩擦力的差異

(一)下表為不同比例的高粱梗、小麥梗以一般流程造紙之摩擦力的差異。

摩擦力（單位：度）

	無浸泡	醋	雙氧水	總平均
1	21.0	20.7	17.33	19.67
2	21.0	21.0	15.33	19.11
3	20.0	18.3	18.67	19.00
4	17.0	20.0	18.33	18.44
5	17.7	17.7	19.00	18.11
總平均	19.33	19.53	17.73	







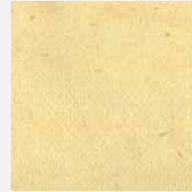




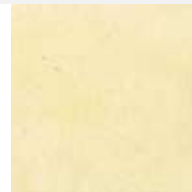



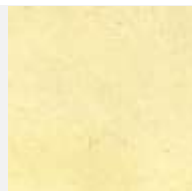
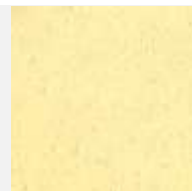



☞ 實驗發現 1：

兩種作物（高粱及小麥）以一般流程造紙，我們發現造紙的纖維中，紙張小麥越多摩擦力越小，相反的高粱比例越多，摩擦力越大。

☞ 實驗發現 2：

兩種作物（高粱及小麥）以一般流程造紙，我們發現相較於無浸泡任何溶液的紙張，**浸泡過雙氧水的紙張，摩擦力較小，而浸泡過醋的紙張，摩擦力較大。**

五、不同的作物比例及是否浸泡溶液對製成紙張明度及彩度的差異

編號	1	2	3	4	5	平均
無 浸 泡						
彩度	31%	32%	33%	33%	33%	32.4%
明度	76%	74%	76%	74%	75%	75%
醋						
彩度	17%	22%	24%	24%	24%	22.2%
明度	88%	84%	82%	82%	82%	83.6%
雙 氧 水						
彩度	30%	31%	31%	31%	32%	31%
明度	82%	80%	80%	81%	81%	80.8%
平均 彩度	26%	28%	29%	29%	30%	
平均 明度	82%	79%	79%	79%	79%	
學校 常見 紙張						
	影印紙	圖畫紙	宣紙			
彩度	0%	0%	0%			0%
明度	100%	100%	100%			100%

☞ 實驗結果：

如果以浸泡溶液的差別分成三組，組內差異不大，組間差異比較大，我們從明度測試中可以看出**浸泡過醋可以降低紙張彩度、提高紙張明度**。浸泡過雙氧水對於紙張彩度**改變不大，但是可以提高紙張明度**。學校常見紙張的顏色都是白色，彩度為 0%、明度為 100%，我們所製作的紙張中採度最低的為醋 1，明度最高的也是醋 1，以純高粱紙漿搭配浸泡醋液過所做的手工紙會有最接近學校常見紙張的效果。

陸、討論

1. 為什麼泡雙氧水和醋?

我們處理作物的過程中，有將纖維浸泡鹼液，但都沒有加入酸性的溶液浸泡過纖維。我們從之前科展作品中，發現浸泡雙氧水可以有效漂白紙張，因此想知道，如果浸泡酸鹼值更低的醋對於漂白紙張是否有更好效果，沒想到我們實驗過後發現泡過酸的紙張變得更白了。

2. 浸泡過醋為什麼會有漂白的效果?

我們想要了解浸泡過醋後，為什麼會使紙張變白，上網搜尋，發現許多人會在洗衣服時加入醋，醋同時也有人保持衣服顏色的效果，但因為植物纖維的性質是不耐酸，「葉綠素」遇到酸會發生不可逆的反應，使葉綠素褪色。因此我們製出的紙泡過醋會變白。

3. 為什麼小麥比例越多，吸水性越好，而摩擦力越小?

我們猜測可能是跟造紙的孔隙大小有關係，水會沿著物體的細縫移動，就是所謂的毛細現象，而孔隙大小會影響毛細作用的程度；而物質因表面有孔隙，因此摩擦力較大，在較平滑的物質因表面較無孔隙或孔隙較小，因此摩擦力較小。

4. 利用小麥及高粱造出來的紙比較像辦公室的哪種紙?

我們做出來的紙張，吸水性都在 3.8 公分以上，圖畫紙和影印紙約為 1.2-1.3 公分，而宣紙的吸水性為 3.7 公分。

至於吸油性，我們做出來的紙張與學校常用紙張吸油性相差不大，介於 1.1-1.3

公分之間，因此，以吸水性及吸油性而言，我們做出來的紙張與宣紙較相像。

以摩擦力而言，學校常用紙張介於 10.7-13 公分之間，我們做的紙張摩擦力介於 15.3-21 公分之間，但比起學校常見紙張，我們做的紙張還是偏粗糙，但仍可從數據中知道泡過雙氧水的紙張，可降低摩擦力，因此，就摩擦力而言，我們做的紙

項目 紙張	吸水性	吸油性	摩擦力
宣紙	3.7	1.1	10.7
圖畫紙	1.2	1.2	13
影印紙	1.3	1.1	12

張比較像圖畫紙。

柒、結論

1. 兩種作物纖維無論是否加入溶液，交織情況都良好，皆可製作成紙張，且紙張的吸油性差異不大。
2. 兩種作物造紙的纖維中，小麥比例多一點，吸水性就越好，摩擦力較小；相反的，高粱多一點，吸水性越差，摩擦力較大。
3. 浸泡過醋或是雙氧水的紙漿造的紙，吸水性及吸油性都會比沒浸泡過溶液造的紙張差，尤其浸泡過雙氧水的紙張，吸水性明顯較差。
4. 相較於無浸泡任何溶液的紙張，浸泡過雙氧水的紙張，摩擦力較小，對於紙張彩度改變不大，但是可以提高紙張明度；浸泡過醋的紙張，摩擦力較大，可以降低紙張彩度、提高紙張明度。
5. 這次實驗無法推論作物比例會影響紙張的吸油性。

捌、參考資料及其他

一、未來展望

本研究為利用金門常做作物造紙，我們這次的實驗只用了濃度 5% 的雙氧水，和一般白醋，浸泡紙漿 30 分鐘，但沒有改變溶液的濃度，也沒有改變浸泡的時間，因此，不能得知不同的浸泡時間及濃度是否會對紙張的品質產生影響，若要再深入研究，可以改變浸泡時間及溶液濃度，探討是否對紙張品質產生不同的影響。

從其他科展作品和我們這次的實驗中，可以推測植物的莖比較適合造紙，以金門常見作物而言，也許我們下次也可以嘗試使用花生和芋頭的莖來嘗試造紙。

二、參考資料

- (一) 林慶汶，林泰源，沈之謙，陳好函（2005）欲研又紙。第 45 屆全國中小學科展生活與應用科學科。
- (二) 倪毓均，邱筱嵐，邱榆尹（2012）。芒草・變裝・show！－芒草纖維作為造紙新原料的可行性研究。第 52 屆全國中小學科展生活與應用科學

科。

(三) 黃潛峰，許育維，邱亭瑜 (2013)。「織」人為「紙」－多種纖維質廢棄物之造紙效能與品質研究。第 53 屆全國中小學科展生活與應用科學科。

(四) 洪于晴，洪意楨，羅愉甄，張羽彤，洪雅琳，洪稟恆 (2018)。藝『紙』千金－探討金門常見作物造紙的可行性。第 58 屆金門縣小學科展生活與應用科學科。

(五) 張展庭 (2009)。水往高處流－毛細現象與材質、液體黏度間之關係。台北市立木柵高工。

(六) 林郁翔，簡庭煜，黃彥哲 (2016)。物理的抗性－最大靜摩擦。市立高雄高工。