

# 第 37 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：紙上談『吃』，『食』『紙』大動

關 鍵 詞：果皮、吃、製紙 (最多三個)

編 號：

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號由承辦單位統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

# 吃紙

## 摘要(300字以內)

一次戶外教學，開啟這次的實驗~對能吃的紙的好奇。

有了好奇心，查詢了許多資料，發現台灣製紙的紙漿大多由國外進口，綠足跡過高。加上，水果擁有最高營養的部位就是果皮，在資源回收、營養來源、綠色消費的概念下，本實驗以不同材料來尋找製作可吃的紙的最佳方式。當使用橘皮、香蕉皮為材料時，不需加入豆膠，以傾注、蒸烤方式可製出紙張；若以甘蔗渣為材料，則需加入0.6g的果膠，才能以傾注、蒸烤方式製出紙張。

實驗過程中，為解決實驗中的困境所研發出使用繡花框、夾心脫水、蒸烤方式是最有成就感的事。

## 壹、研究動機

我手上拿著姊姊從戶外教學參觀活動中帶回的戰利品——紙，耳朵聽著姊姊的經驗分享，眼睛觀察著它的與眾不同，嘴裡品嚐著它的特殊滋味，讓我對於可以「吃」的紙充滿了好奇與新奇的感覺。尤其，媽媽也提及她自己小時候吃的一種零嘴——含有肉桂味道的紙張——看起來是紙張，但含在嘴裡卻入口即化呢！讓我也禁不住想試吃看看媽媽的童年可吃紙和姊姊帶回的可吃紙，有什麼不同？可惜……現在似乎沒有出產了呢！

由於台灣目前製紙的紙漿大部分都須由國外進口，而且再生紙的製造也有過濾其雜質與廢棄物處理的問題，再加上，有專家(國泰醫院營養師張斯蘭)提出水果擁有最高營養的部位就是果皮，但是，平時大家卻是不吃的，甚至給豬隻吃的廚餘中也不放入果皮，最多只是拿來做掩埋堆肥而已，真是太可惜了！因此，我們想透過科學研究探究冬季水果——橘子果皮的纖維，作為未來環保製紙的可行性，並且促進吃紙時對於蔬果高纖維的健康需求，也利用新奇感來滿足大家對於零嘴的口腹之慾。

## 貳、研究目的

- 一、 探訪與查詢製紙的過程與方法。
- 二、 探究製作環保可吃紙的工具與方法。
- 三、 探究製紙的材料——纖維和膠結液種類的搭配。

## 參、研究設備及器材

- 一、 取材：湯鍋。
- 二、 蒸煮：湯鍋、電磁爐、湯匙、鍋蓋。
- 三、 打漿：電子磅秤、量杯、湯鍋。
- 四、 抄紙：抄紙網、木框、湯匙、刷子。
- 五、 脫模：水桶、平底鍋、棉布。
- 六、 烘紙：鐵板、電磁爐、油漆刷。

## 肆、研究過程或方法

## 一、探訪與查詢製紙的過程與方法。

因為查詢資料並嘗試自己用再生紙製作後發現成效有限且有許多疑惑，所以，打算直接到鄰近的製紙廠實地踏查，了解真實的製紙方法。

(一)實地參訪南投 廣興紙寮，並 DIY 實作以深入了解製紙過程與方法。

(二)查詢資料，以了解製紙的過程與方法。(回扣實驗方式)

## 二、探究製作環保可吃紙的的工具與方法。

(一)操作工具的選擇與使用。

(二)製紙手法的選擇與使用。

(三)烘乾紙的方法與試驗。

(四)材料的選擇與使用。

## 伍、研究結果與討論。實驗後要有討論紀錄

### 一、探訪與查詢製紙的過程與方法：

(一)說明廣興紙寮的製紙方法~傳統抄紙

參訪日期：108 年 1 月 20 日 參訪地點：南投埔里廣興紙寮



南投埔里廣興紙寮正門



預約導覽進行造紙專業學習與對談

選擇南投埔里廣興紙寮原因。

1. 距離：因為需要利用假日訪談，為避免將時間花在路程上，鄰近嘉義的造紙觀光工廠就成為首選，原訂要到嘉義縣竹崎鄉金獅村的金獅舊紙寮體驗，但聯繫後發現金獅舊紙寮並非常設的製紙觀光工廠且目前已無生產，須有一定的人數(25 人)，才能透過預約成行，於是，選擇較遠的南投埔里廣興紙寮。
2. 歷史悠久保留台灣傳統造紙文化：出生於埔里愛蘭台地的黃耀東先生，在 35 歲那年看到當時埔里紙業蓬勃發展，以及愛蘭台地水質良好的造紙條件下，於 1965 年創立「廣興製紙加工所」，投入埔里手工造紙業的行列，雖然是以代工為主，但同時也致力於手工紙的研發改良以提高品質。民國 62 年開始手工宣紙的內銷，並易名「廣興造紙廠」。到了 1991 年成功研發高品質的手工宣紙，更以「廣鴻興有限公司」開始外銷日本與韓國市場，這段期間是廣興造紙廠的巔峰時期。1991 年後隨著台灣社會的變遷，埔里手工造紙產業面臨重大的考驗，紛紛外移或關廠，迅速沒落。目前，廣興紙寮是台灣手工造紙業僅存的少數



業者之一，仍保存著相當傳統的手工造紙工藝產業與文化。

### 3. 訪談造紙過程~廣興紙寮至紙過程。

#### (1)古代造紙步驟



步驟一：取材



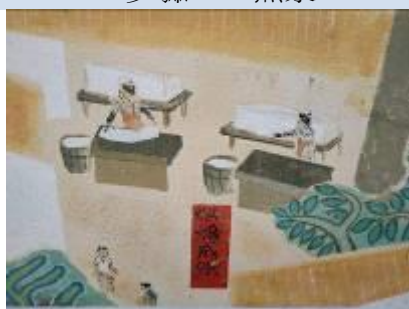
步驟二：煮漿



步驟三：打漿、漂洗



步驟四：壓紙



步驟五：烘焙成紙



側門外牆壁畫

古代造紙圖為廣興紙廠側門牆外的壁畫，讓我們在訪談前先初步認識古代造紙法。

#### (2)廣興紙廠造紙步驟

##### ①取材



桑樹雁樹構樹都是常見的樹，這三棵樹，就是用它的樹皮的韌皮纖維部分來作手工紙，其中桑樹、構樹是長纖維，雁樹是短纖維，所以，做出的手工紙種類不同。



一棵樹把樹皮剝掉後，就剩下裡面的木頭，木頭加工的半成品就是木漿，木漿用來做生活上的



紙張，是用機器做的。例如：衛生紙、報紙、課本。另外，稻草、筊白筍的殼都可以做成紙，只要有植物的纖維，比例調配正確，就能做成紙。取得的材料很乾很硬，需要蒸煮一天，蒸煮完，放到水中泡 2-3 天，等到確實軟化的情況，才能把纖維全部都分散。

### ② 配料打漿



取得的材料很乾很硬，需要蒸煮一天，蒸煮完，放到水中泡 2-3 天，等到確實軟化的情況，才能把纖維全部都分散。等纖維軟化後，才能打漿，把纖維都打散。

### ③ 抄紙



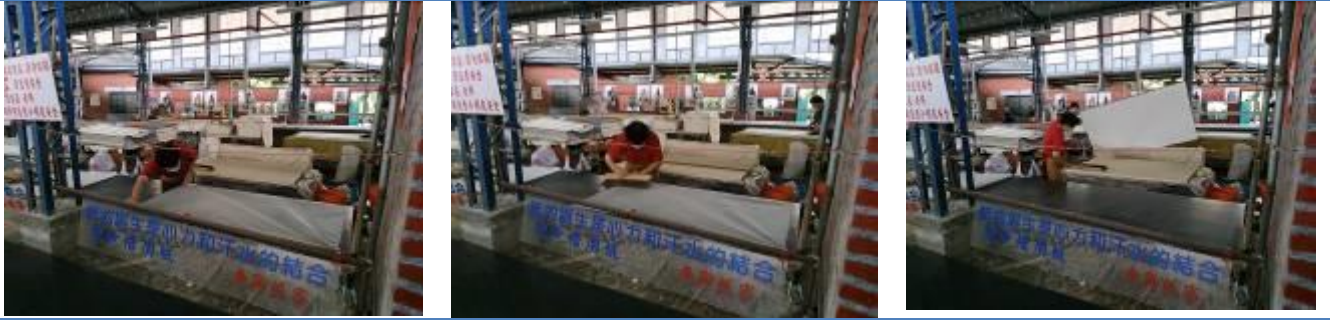
纖維打散後手抄做成紙

### ⑤ 壓紙



初作成的紙裡面水分太多，所以，多的水要先壓出來

### ④ 烘紙



鐵板製成烘台，在鐵板上以高溫將水分蒸發，將紙烘乾

#### 4.懸浮膠結液：



解說：馬拉巴栗又叫美國土豆，有人叫他發財樹，這種植物很常見，它的根切塊壓榨後有膠質，就像蘆薈黏滑的狀態，可作為懸浮劑。這個懸浮劑的作用就是讓纖維懸浮起來，作紙時手要去搖它，在纖維浮起來的情況下去搖，才能順利的組成一張紙。如果沒有加懸浮劑，就算工具撈起原料，纖維浮不起來，沉在下面，就算手去搖，纖維也不整齊。

#### 4. PAPER「菜」~可以吃的紙：

用蔬菜和水果的纖維做的，可以用柳丁、胡蘿蔔、辣椒、刺蔥，完全用蔬果纖維製作。有烤的、巧克力夾心。



「菜」倫紙的種類



刺蔥紙脆餅





紙泡茶



簡介

6.訪談內容：

Q1：能吃的紙是用馬拉巴栗的根作為膠結液嗎？

A1：不是，可以用蘆薈，以湯匙刮下內部膠狀物溶解在水裡，還有一種麻薈，他本身就有膠質，所以，只要是植物有膠質，切碎搗碎會黏稠。就可以做為膠結液。製紙廠用馬拉巴栗是因為它容易生長，易取得。

Q2：能吃的紙因為需要吃，所以過程中使用所有物品都要能吃，所以，使用哪種膠來凝結？

A2：吃的紙用的材料一定就是平時能吃的，所以，過程中加入的東西都要能吃。我們有中央廚房專門製造吃的紙，材料就是柳丁胡蘿蔔，去皮去籽，只留果肉，果肉好了再加胡蘿蔔、刺蔥，用果汁機攪在一起，再用做紙方式完成。

Q3：抄紙搖晃一定是搖三次嗎？

A3：手工紙平整漂亮主要是因為搖的關係，膠質就是要讓纖維沉下去時慢一些，利用慢慢沉下去時搖它，就會組合漂亮，抄紙有3個層次，第一次前後搖，第二次左右，重複操作，可增加紙的強韌度，曾經有撈12次做成的紙，就很難撕。

Q4：有交叉搖的嗎。

A4：沒有。

以上訪談內容成為設計實驗的參考。

(四)實際體驗的發現。



攪拌



盪料入簾





抄紙

脫水



脫模

烘乾

體驗後的發現：

- 1.抄紙難度高，不容易讓纖維平整。如果要用傳統抄紙法，需要提升抄紙技巧。
- 2.原本不知製紙需要加懸浮液，也知道懸浮液在製紙時的功用。
- 3.因為是要吃的紙，所以在材料及用具上，知道需要考慮環保及食安。

## (二)查詢資料的結果

作品名稱	可參考資料	資料來源
多紙多孫	製紙過程、方式、用具	嘉義市第 34 屆科展
百變造紙術~手工紙的製造與應用		嘉義市第 34 屆科展

二、探究製作環保可吃紙的的工具與方法。

步驟：為何要有此實驗順序

(一)研究架構：

- (1)以不同材料為操縱變因：橘皮、甘蔗皮、香蕉皮。
- (2)以操作過程為操縱變因：製紙過程中，去皮後是否蒸煮。
- (3)以不同工具為操縱變因：傳統木框、繡花框。
- (4)以不同抄紙方法為操縱變因：傳統抄紙法、傾倒及塗抹成型法。
- (5)以不同過濾網為操縱變因：絹網、茶包濾袋、棉布、鐵網(20、40、60、80、100目)
- (6)以不同膠結液為操縱變因：不加豆膠、加豆膠。
- (7)以操作過程為操縱變因：製紙過程中，抄紙後使用倒扣還是夾心脫水。



(8)以不同乾燥方式為操縱變因：日曬、蒸烤、烤箱低溫烘焙

(二)實驗流程及方法：

本試驗參考南投縣廣興紙寮傳統造紙流程(如圖四)，進行最適合吃的紙之試作，並以抄紙材料、抄紙工具(外框、過濾網)、抄紙方法、膠結液、乾燥方式分別作為操縱變因進行探討。

1. 實驗流程。



1. 去肉取皮



2. 蒸軟



3. 秤重



4. 調豆膠水



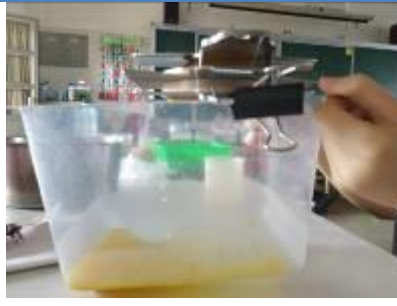
5. 放入果汁機打碎



6. 抄紙



7. 傾注



8. 過濾



9. 夾心脫水



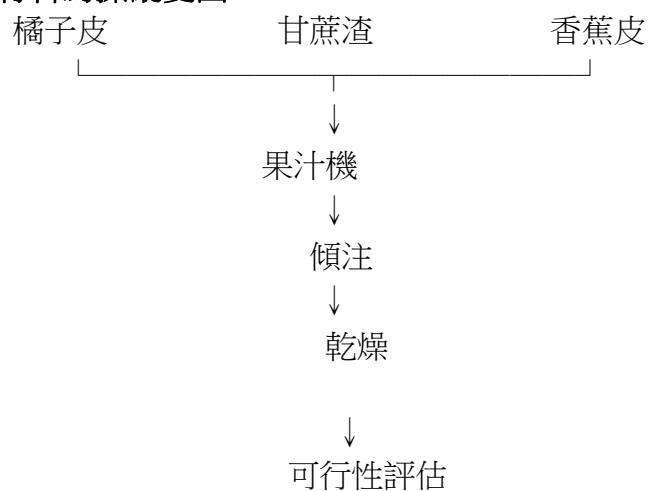
9. 乾燥

說明：

- ①蒸軟用水及時間：內鍋加500cc室溫飲用水讓纖維軟化，外鍋500cc熱鍋後再放入花38分)
- ②橘皮、香蕉皮1杯20g、甘蔗渣1杯20g。
- ③調豆膠水，將調好的豆膠水加入分裝好的材料，放入果汁機打(打碎纖維+充分混合)
- ④打碎時間：50秒。(0到10秒前都是功率1，10秒時換功率2，30秒時再換回功率1，打到50秒。)

## 2. 實驗設計

(1) 實驗設計一：以不同材料為操縱變因：





橘子皮

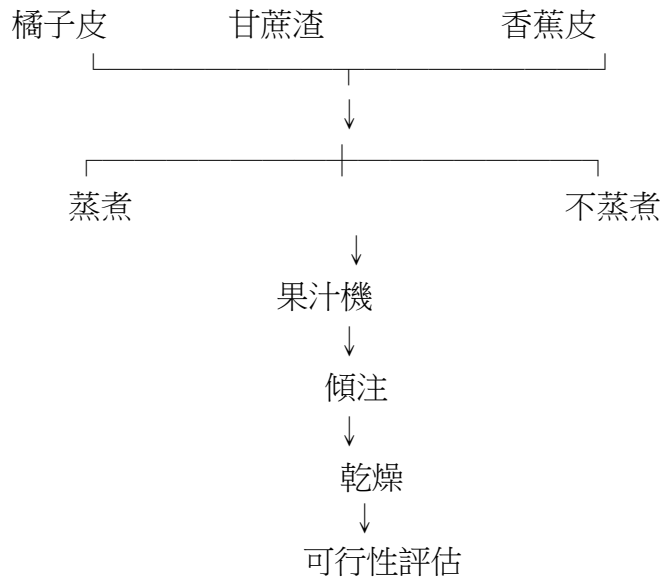


甘蔗渣

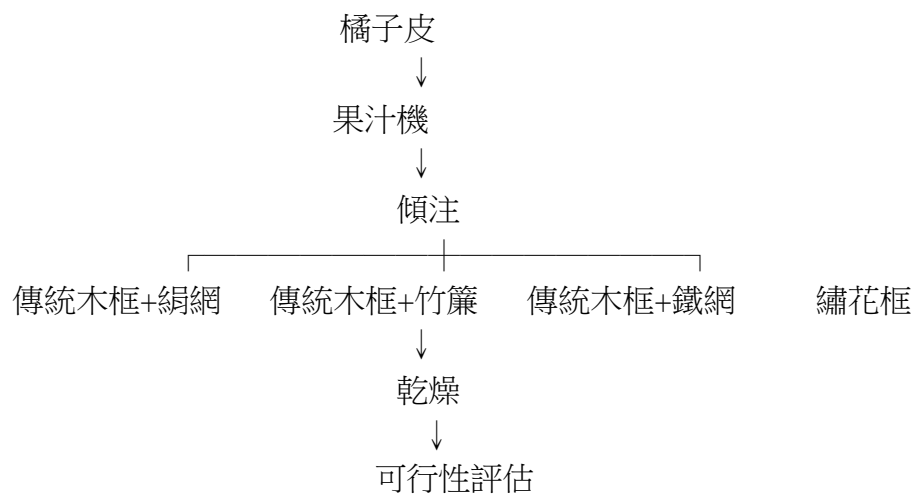


香蕉皮

(2)實驗設計二:以操作過程為操縱變因，製紙過程中，去皮後是否蒸煮。



(3)實驗設計三: 以不同工具(外框)為操縱變因。







傳統木框+絹網



傳統木框+鐵網

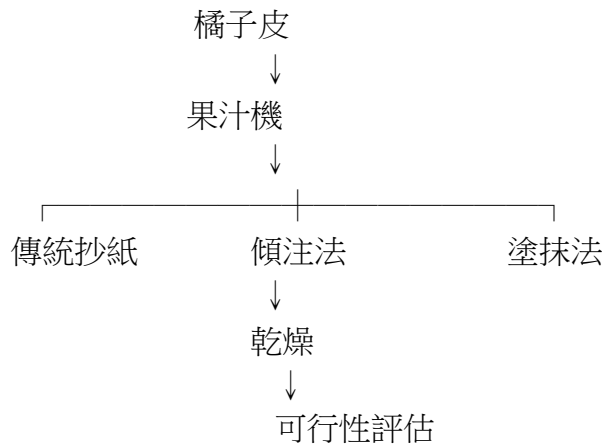


傳統木框+竹簾



繡花框

(4)實驗設計四：以不同抄紙方式為操縱變因：



- a.傳統抄紙法：此法乃模擬廣興紙寮的傳統抄紙法，先將材料打漿後，以橘皮20g+水160c.c.比例，調配成稀釋液後，以傳統木框，浸入果皮稀釋液，抄果皮至篩網，待紙漿上水分瀝乾後，再乾燥而成。
- b.傾注成型法：此法乃將橘皮20g+水160c.c.比例，調配成稀釋液後，定量傾注倒入烤盤成薄膜，再乾燥而成。
- c.塗抹成型法：考量前二法均需大量製備果皮漿原料，我們利用烘焙製作餅乾經驗，發展出新的抄紙成型方法，此法先將橘皮打漿後，定量後倒入直徑約圓形模型中，以湯匙壓平後，再放入烤箱乾燥而成。



傳統抄紙法

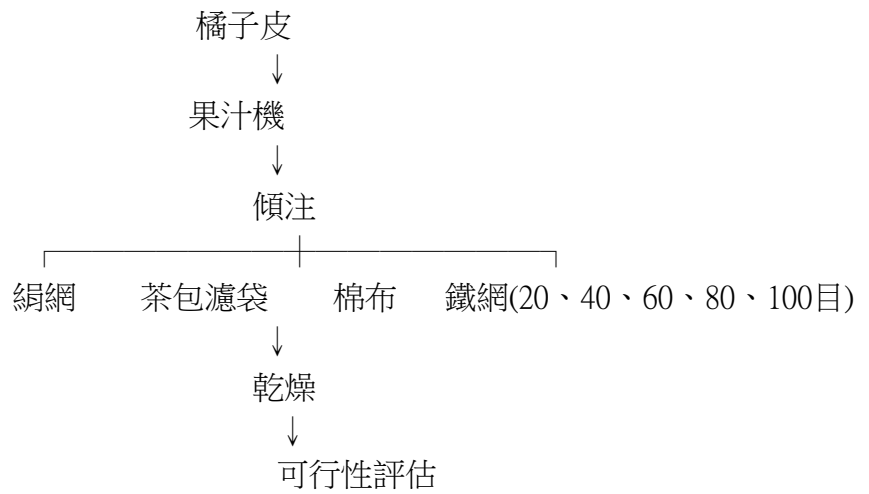


傾注成型法



塗抹成型法

(5)實驗設計五: 以不同工具(過濾網)為操縱變因。



絹網



茶包濾袋



棉布



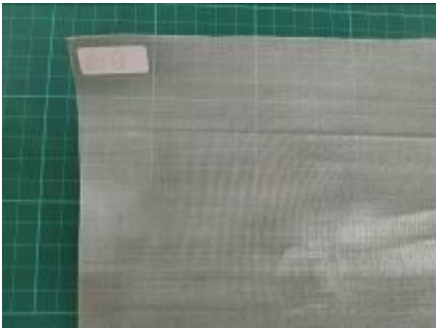
鐵網(20目)



鐵網(40目)



鐵網(60目)

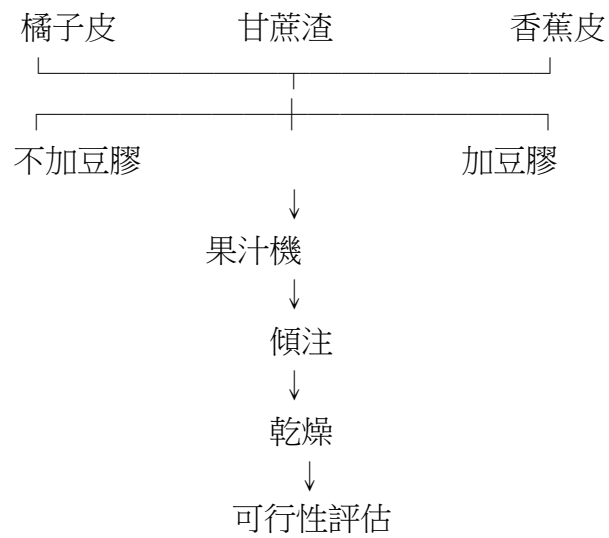


鐵網(80目)



鐵網(100目)

(6)實驗設計六: 以是否加膠結液為操縱變因。



無豆膠

20g材料(橘皮、香蕉皮)+ 160c.c.水  
20g材料甘蔗渣+ 160c.c.水

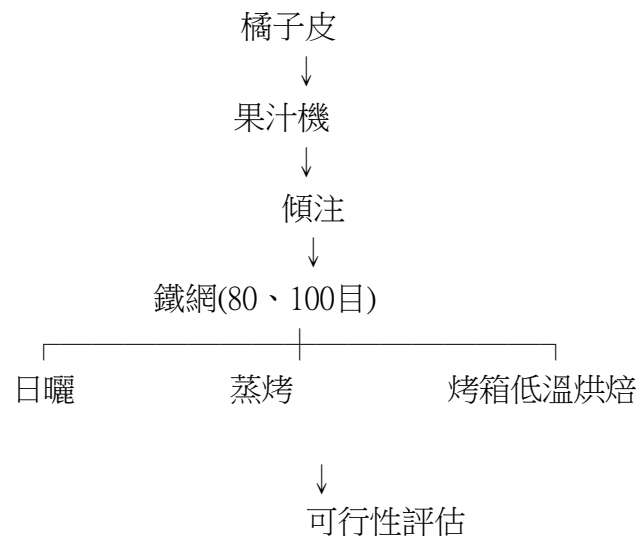


有豆膠

20g材料(橘皮、香蕉皮)+豆膠水(0.2g豆膠  
+160c.c.水)  
20g材料甘蔗渣+豆膠水(0.6g豆膠  
+160c.c.水)







日曬



蒸烤



烤箱低溫烘焙

### 三、結果與討論

#### (一)以不同材料為操縱變因。

本試驗為使用橘皮、甘蔗、香蕉皮為原料，進行試作，在查詢資料後發現，果皮中的果膠含量：柚類含 6%果膠、柑橘類含 2%果膠、香蕉皮含 0.5%~1.0%果膠，在綠色消費觀念下，實驗中使用當季容易取得水果，所以柚類尚未取用來進行實驗。結果如下表所示。

##### 1.纖維的選擇

項目 種類	使用原因	優點	缺點
橘皮	當季水果，符合綠色消費原則，且有膠質。	含 2%果膠，可成形。	纖維量少，微臭。
甘蔗渣	纖維量多。	容易成紙	1.無膠質，乾燥後容易碎裂。 2.室溫下容易發霉。 3.臭味重。
香蕉皮	富含膠質易取得。	膠質夠，容易成形。	未蒸煮時臭味很重。

#### (二) 以操作過程為操縱變因，製紙過程中，去皮後是否蒸煮。

一開始，我們沒有經過蒸煮的過程，發現橘皮、香蕉皮太硬，進果汁機打碎太過耗時。所以，設計蒸煮的過程。

#### (三) 以不同工具(外框)為操縱變因。

##### 1.抄紙框的選擇

(1)抄紙大木框：市面上賣的抄紙大木框有 2 種，一種是絹布，另一種是鐵網(大約是 20 目)，為了與廣興紙寮的作法相同，實驗中，我們將鐵網換成竹簾。

(2)繡花框的框(4 吋約直徑 10 公分)：使用大木框時，發現在材料及工具上都需要大量的材料及工具放大，非常浪費，處理不便。於是，到市面上搜尋適合的工具，此工具需具備以下的特點：框架需有高度能盛裝過濾材料、大小適中以免操作困難、可以上下相扣夾住過濾網。

①外框材質有 2 種：塑膠及木框，塑膠框雖不易腐爛，但表面粗糙，容易勾破布料，已少人製作塑膠材質，木框容易購得，故，實驗中使用木框。

②大山夾：為了夾住上下繡花框及過濾網，在繡花木框側邊使用 2 個大山夾夾住。

項目 種類	優點	缺點
繡花框	1. 框架需有高度能盛裝過濾材料。 2. 大小適中容易操作。 3. 上下相扣夾住過濾網。 4. 備料少。	為了試做方便，尺寸較小，用途侷限。



傳統框	尺寸大小較適用。	1. 製作時需要大量材料。 2. 所有工具皆需放大。
-----	----------	-------------------------------

(四)不同抄紙方式為操縱變因。

以竹子做成的竹簾撈起果漿後，大部分的水會濾出，剩下的纖維便會留在竹簾上，稱為抄紙。參訪廣興紙寮後，模仿紙寮中的傳統抄紙法；查詢相關資料，得知還可使用傾注法、塗抹法。

1.不同抄紙方式比較。

項目 種類	定義	使用原因	優點	缺點
傳統抄紙	抄紙的工具由一個長方形的木框及框內的竹簾組成。把抄紙木方框置於紙槽內，然後攪拌紙漿，讓纖維漂浮起，有技巧地將槽內的紙漿纖維平均分佈於木方框的竹簾上，由於竹簾由橫直的絲線編成，絲線之間有細微的孔，便可濾去紙張的水。	廣興紙寮製紙方式	平整且薄	一次用量太大，需要很多紙漿。
傾注法	將紙漿定量傾注倒入烤盤成薄膜，再放入烤箱乾燥而成。	查詢資料得知	不需太多紙漿	厚度過厚，乾燥耗時。
塗抹法	將紙漿定量倒入圓形模型中，以湯匙壓平後，再放入烤箱乾燥而成。	查詢資料得知	不需要有太多紙漿	塗抹時不平均，不易平整。

2.實驗寫真。

(1)傳統抄紙法





7.取紙



(2)傾注法



(3)塗抹法

實驗結果發現：使用傾注法較適合本實驗。

(五)以不同工具(過濾網)為操縱變因。

1.過濾網的選擇與優缺點：

項目 種類	選擇原因	優點	缺點
絹網	原本傳統框上就是絹網	孔洞小，紙張平整	黏性太強，不易脫模。
茶包濾袋	因難脫模，所以想使用茶包濾後袋，撕開後攤平，可直接進烤箱烘烤。	紙張平整、衛生，蒸煮皆可。	黏性太強，不易脫模。
棉布	因為乾燥需要烘烤進烤箱。		黏性太強，不易脫模。
鐵網	20 目	過濾速度快。	1.紙張製成後不平整，有鐵網孔的痕跡。 2.且有一股鐵的味道。 3.製成較不適合食用。
	40 目	過濾速度快。	
	60 目	過濾速度恰當，可留住纖維。	
	80 目		
	100 目		
	1.因使用絹網、棉布時發現，靜置時容易因重力而凹陷，改用較硬的鐵網，過濾時不易凹陷。 2.不同目數會有孔洞大小的差異，是為了用在纖維粗細不同的食材。		

經實驗發現：

1. 布料材質的濾網(絹網、棉布)，表面平整，有平整的接觸面，製成的紙也較平整，且因為是要製作可以吃的紙，使用布料的濾網可以直接放進烤箱烤或蒸烤。但在製作過程中過濾後靜置時，容易因重力而凹陷，無法平均。
2. 鐵網硬度夠，靜置時不會凹陷，且可以做夾心脫水，但，因是鐵質，食用上有疑慮。

(六)以膠結液為操縱變因：做法上分為加豆膠水與不加豆膠水。

### 1.說明

(1)使用豆膠調製豆膠水作為膠結液是因為食用安全。

(2)一開始以豆膠包裝上說明之最佳比例來調配豆膠水：100c.c.水+1g，但試用後，濃度太高，過濾太慢。後來試過以下比例：160cc 水+0.2g 豆膠粉、160cc 水+0.4g 豆膠粉、160cc 水+0.6g 豆膠粉，發現橘皮及香蕉皮以 160cc 水+0.2g 豆膠粉、甘蔗渣以 160cc 水+0.6g 豆膠粉的調配流速適當又可成形。

(3)以不同材料製紙時，發現若加豆膠，過濾速度減慢，紙厚度大，蒸烤時容易破，且乾燥時間過久。橘皮含有果膠，過濾速度也會減慢；而甘蔗渣不含膠質，乾燥後易碎，故，本次實驗分別以橘皮、香蕉皮、甘蔗渣為材料，以加豆膠或不加豆膠為變因，經 40.60.80.100 目的鐵網過濾後，觀察過濾速度、過濾後的厚度、及表面的平整度。

### 2.做法

不加豆膠：橘皮、香蕉皮 20g+水 160c.c.→果汁機→以 40.60.80.100 目的鐵網過濾

加豆膠：

①橘皮、香蕉皮 20g+豆膠水(水 160c.c.+0.2g 豆膠)→果汁機→以 40.60.80.100 目的鐵網過濾

②甘蔗渣 20g+豆膠水(水 160c.c.+0.6g 豆膠)→果汁機→以 40.60.80.100 目的鐵網過濾

結果：過濾速度：香蕉>香蕉+豆膠>橘皮>橘皮+豆膠

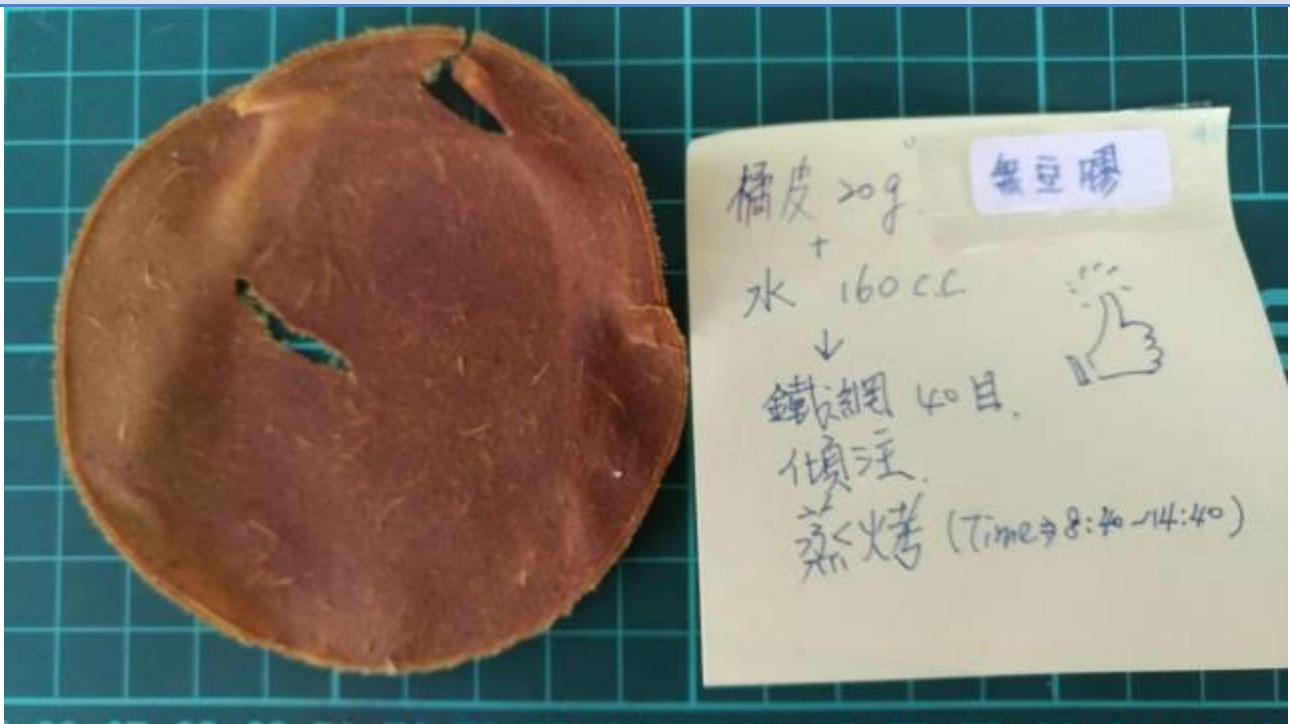
### 3. 實驗發現。

(1)以橘皮及香蕉皮測試。

①作法：橘皮中含量有 2%果膠、香蕉皮含 0.5%~1.0%果膠，以加豆膠或不加豆膠打碎後，經 40.60.80.100 目的鐵網過濾，觀察過濾速度、過濾後的厚度、及表面的平整度。

②發現：橘皮或香蕉皮因已含果膠，加果膠或不加果膠皆可成形，以橘皮不加豆膠用 40 目鐵網過濾後以蒸烤方式乾燥 6 小時在過濾速度、過濾後的厚度、及表面的平整度上效果最佳。





效果最好：橘皮 20g+水 160c.c.用傾注方式，以鐵網 40 目過濾蒸烤 6 小時

(2)甘蔗渣：甘蔗渣不含果膠，以加豆膠及不加豆膠打碎後，經 40.60.80.100 目的鐵網過濾，觀察過濾速度、過濾後的厚度、及表面的平整度。

①做法：

不加豆膠：甘蔗渣 20g+水 160c.c.→果汁機→以 40.60.80.100 目的鐵網過濾

加豆膠：甘蔗渣 20g+水 160c.c.+0.2g 豆膠→果汁機→以 40.60.80.100 目的鐵網過濾

②經實驗發現：觀察排序。

項目 種類	有加豆膠				沒加豆膠			
	40 目	60 目	80 目	100 目	40 目	60 目	80 目	100 目
過濾速度	2	4	6	8	1	3	5	7
過濾後的 厚度	7	5	3	1	8	6	4	2
表面的平 整度	6	7	3	2	5	4	1	8

(七)以操作過程為操縱變因，製紙過程中，抄紙後以倒扣方式或夾心方式脫水。  
廣興紙寮製紙過程中，紙豆腐用重物壓過後，以倒扣方式脫模，本實驗進行中模仿廣興紙寮方式，倒扣脫水，同時也進行夾心脫水試驗。

1.做法：

①倒扣：乾燥前，把框拿掉，用烘焙紙掀蓋在果漿上，直接上下反轉倒扣，進行加熱。

②夾心脫水：將紙模上下以 80 目鐵網夾住，兩側邊以迴紋針夾好，放置於平底鍋上，用 9.5kg 的水桶直接加壓，壓置 1 分鐘，脫水。

2.實驗發現：

(1)用倒扣法，倒扣後含水量依舊太高，且倒扣容易破，不易脫離。

(2)若沒使用鐵網夾住，蒸烤時紙模會捲起。

(3)沒有夾心脫模的紙模需蒸烤 6 小時才能乾燥，夾心脫模後蒸烤只需 3 小時。

3.實驗寫真。



倒扣



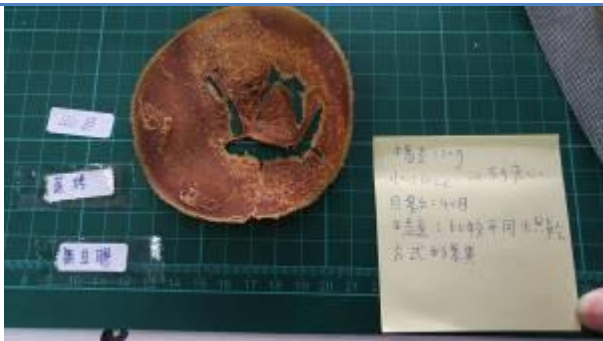
夾心脫模

(八) 以不同乾燥方式為操縱變因：

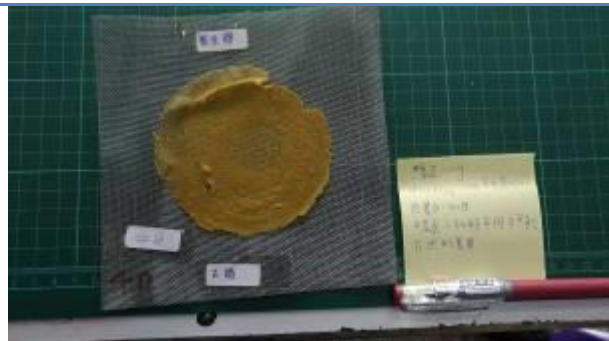
1. 乾燥方式使用原因、做法及比較。

	使用原因	做法	優點	缺點
日曬法	慢慢烘，最天然。	將紙模放置於可半日照的走廊。	可普遍使用效果最好~薄	但空污嚴重，若要食用亦被汙染且被其他動物食用。
蒸烤法	烤箱容易烤焦，改用蒸烤方式。	將紙模放置烤盤，隔水加熱。	不會烤焦。	時間較久。
烤箱低溫烘焙法	低溫避免烤焦。	使用烤箱30-70度間		隨時注意控制溫度。

2. 實驗寫真。



日曬法



蒸烤法



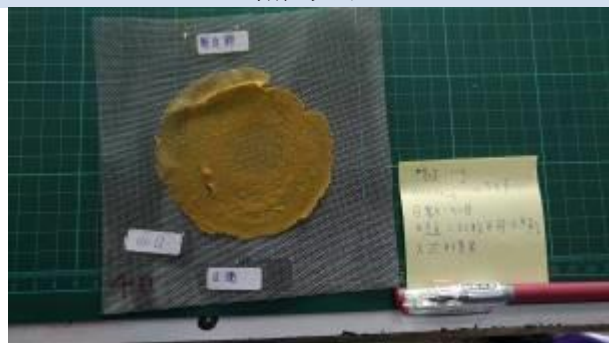
日曬法



蒸烤法

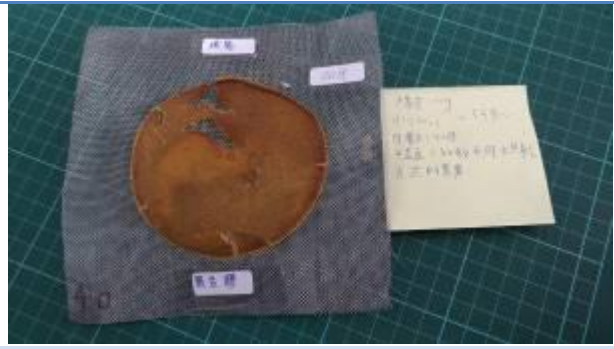
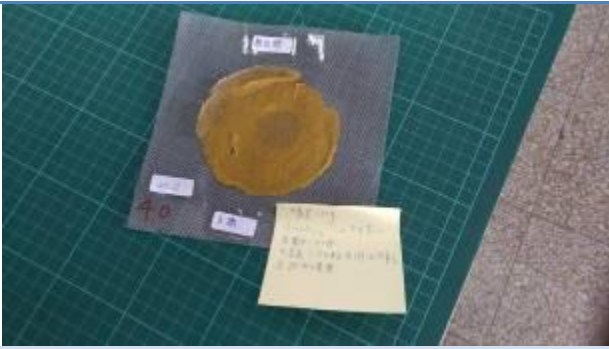


橘皮 20g+水 160c.c.40 目無豆膠，蒸烤。



橘皮 20g+水 160c.c.40 目無豆膠，日曬。





橘皮 20g+水 160c.c.40 目無豆膠，日曬。

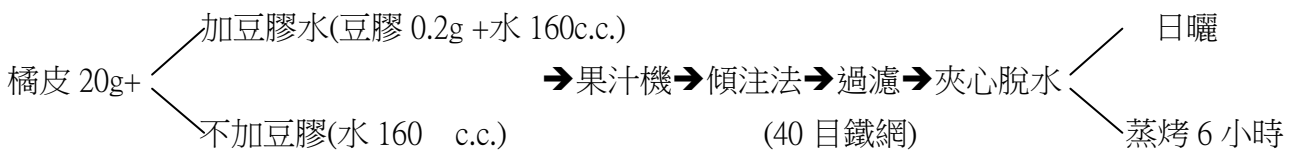
橘皮 20g+水 160c.c.40 目無豆膠，烤箱。



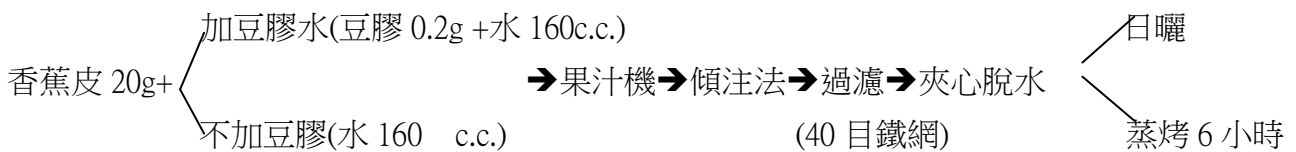
## 陸、結論

一、關於可吃的紙，本實驗針對材料、製紙過程、工具、抄紙方法、過濾網、膠結液、脫水及乾燥方式進行探究，有以下結果。

1.若以橘皮為材料，最佳化製作流程如下。



2.若以香蕉皮為材料，最佳化製作流程如下。



2.若以甘蔗渣為材料，最佳化製作流程如下。

甘蔗渣 20g+豆膠水(豆膠 0.6g +水 160c.c.) →果汁機→傾注法→過濾→夾心脫水→蒸烤 6 小時或日曬。

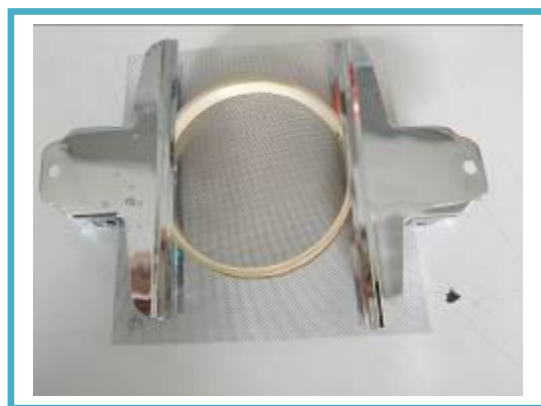
二、問題解決：實驗中，遇到問題，探究研發試做出以下可行的方式，解決問題，符合實驗需求。

1.問題一：關於材料。

(1)遇到的問題~耗費大量材料：以傳統框及抄紙法來製作時，因框較大且抄紙法需要大量果漿以利盪料入簾，需製作大量果漿。

(2)問題解決~繡花框。

為解決材料的問題，尋找尺寸較小的框，在手工藝品店尋找到繡花用的繡花框，大小適合，但，製作過程需要夾住果膠，所以，使用上下 2 個繡花框，並在兩側用大山夾夾住，以免在過程中脫落。



(3)解決成效。

使用繡花框並改用傾注法後，不需準備大量果漿，解決實驗時需要四處蒐集果皮的困境。

2.問題二：關於製作過程中的脫水狀況。

(1)遇到的問題~水分過多：在參訪廣興紙廠後，模仿紙廠製紙過程，以倒扣方式來脫水脫模，發現倒扣方式因脫水不足，造成脫模困難且容易破裂。

(2)問題解決~研發可用的脫水方法：夾心脫水。

將紙模上下以 80 目鐵網夾住，兩側邊以迴紋針夾好，放置於平底鍋上，用 9.5kg 的水桶直接加壓，壓置 1 分鐘，脫水。

(3)解決成效。

此種方式可有效脫去紙模中的水分，節省乾燥(蒸烤)時間。



3.問題三：關於乾燥方式。

(1)遇到的問題~以烤箱用烘烤方式乾燥時，容易焦掉。

(2)問題解決~研發可用的乾燥方法：蒸烤。

將紙模放置烤盤，隔水加熱。

(3)解決成效。

以此種方式蒸烤，可以順利乾燥紙模，不會烤焦，在蒸發後，做出又薄又平整的紙。



隔水加熱



蒸烤方式

三、本次實驗並未針對紙的強韌度及平滑度探討，未來可以列入探究項目。

### 柒、參考資料及其他

- 一、廣興紙寮官方網頁 <https://www.taiwanpaper.net/>
- 二、多紙多孫：嘉義市第 34 屆科展
- 三、百變造紙術~手工紙的製造與應用：嘉義市第 34 屆科展