

中華民國第 65 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(三)

第一名

083009

布紙薑薑好—布袋蓮複合紙之探討

學校名稱： 新北市永和區網溪國民小學

作者：	指導老師：
小四 吳昀蔚	楊建明
小四 葉駢語	林玟伶
小四 林楚淮	

關鍵詞： 布袋蓮、複合纖維、造紙

得獎感言

從生態池到全國第一：我們的布袋蓮造紙之路

今年，我們代表學校參加全國科展，最終榮獲全國第一名，這意想不到的成績讓我們既驚喜又感動。回想這一年的準備歷程，每一個環節都充滿挑戰，也讓我們對科學實驗驗證的精神有更深切的了解。

一開始，我們討論過很多研究主題，直到有一天，我們在生態池發現布袋蓮的存在，這種外來植物生長速度快，造成生態環境的破壞。那我們可不可以讓它變成「有用的東西」呢？於是，我們決定挑戰看看：把布袋蓮變成紙！

決定題目後，我們到紙博物館參觀，並到濕地採集布袋蓮。還記得有一次採集時，當天下起雨來，我們穿上雨衣，踩進泥濘的水邊，將布袋蓮撈到裝袋搬回學校。布袋蓮不僅沉重，氣味也不好聞，大家摘完後渾身沾滿泥巴，非常狼狽但也很有趣。

接下來，我們將布袋蓮清洗秤重、剪碎敲打、最後才能取得布袋蓮纖維。準備好造紙的原料後，我們進行了無數次的「抄紙」實作，反覆經歷打漿、取纖、壓乾、烘乾的步驟，每一張紙都是我們用心製作的成果。

在整個研究過程中，困難比我們想像得還多！我們曾經為了改良測試儀器，絞盡腦汁卻始終找不到方向；曾經因為實驗數據不穩定、結果不如預期，而難過到想放棄！每當我們沮喪、疲累的時候，老師總是鼓勵我們：「做科展最重要的就是遇到問題，努力解決，真正的成果是靠不斷嘗試及堅持累積而來！」因此我們彼此加油打氣，從失敗中調整改進。為了實現快速漂白紙張且不破壞環境的目標，我們不斷調整漂白劑的比例；為了測試不同複合紙張在光照下的安定性，詳細記錄每次的變化……。經歷了無數實驗與調整，犧牲假日遊憩時間，我們終於完成了這份全力以赴的成果，也感謝我們的努力被大家看見，從市賽到國展屢獲佳績，受到肯定！

在科展研究過程中，我們體會到團隊合作的重要。從最初分工找尋資料、到實驗操作的默契分工，再到面對評審提問時協同分享，這一路的相互合作和扶持，使

得整件作品更加完整。我們深切體悟到：真正成功的科展，不只是單項成果的呈現，更是整個團隊全心投入、相互支持的辛苦結晶。

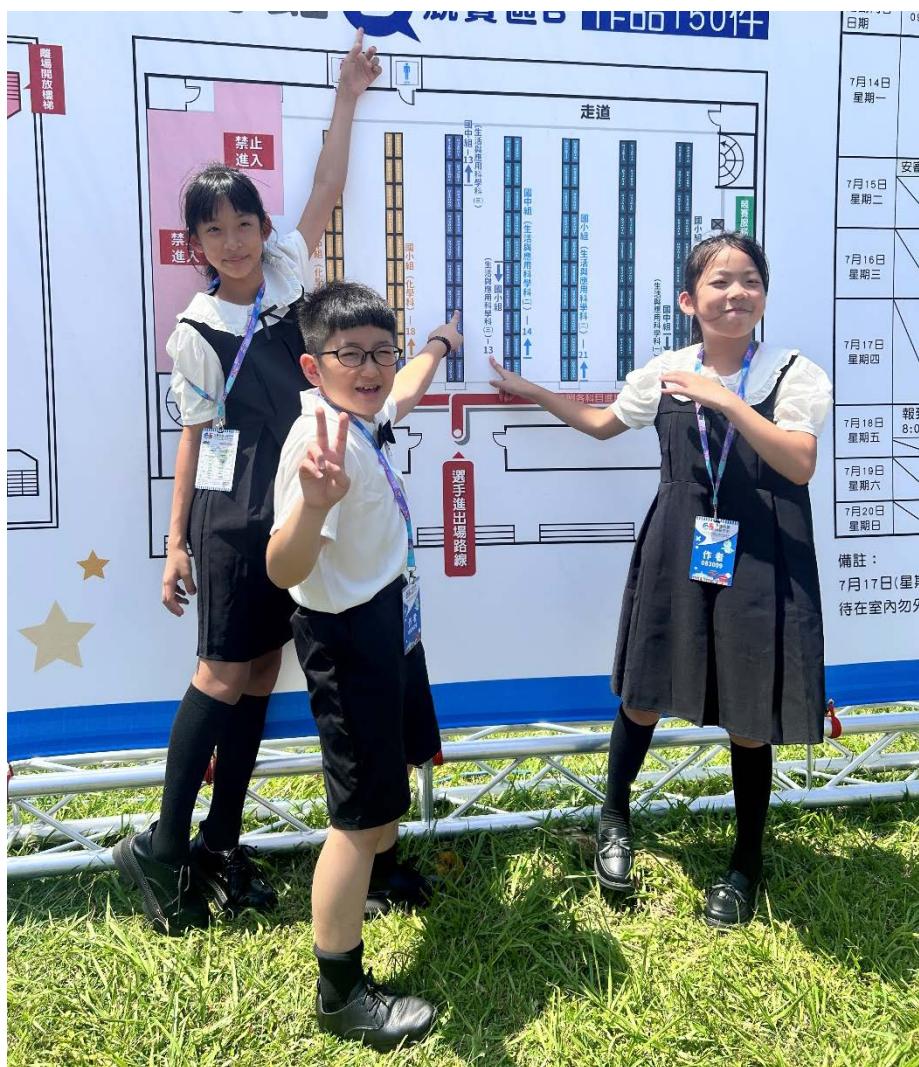
感謝師長和親友們一路陪伴，雖然這場科學展覽已經落幕，但我們相信，學習與挑戰的腳步不會就此停下，反而是另一個學習的起點！



到濕地採集布袋蓮，雖然全身溼透，有點狼狽但也留下了難忘回憶



布展當天，眾人齊心下終於完成海報黏貼，覺得很有成就感！



這是我們作品的展區！分享研究成果是快樂的，很開心大家能看見！

摘要

本研究以布袋蓮作為主要造紙原料，混合野薑花、楮木紙漿，探討布袋蓮複合紙的製作，希望能減少木材的使用並增加布袋蓮的經濟價值。透過造紙過程、紙張性質評估布袋蓮造紙的可行性，比較添加野薑花及楮木紙漿的差異性，並透過自製裝置進行抗張、抗破力、透光度、曝曬後顏色安定性等紙張性質，探討布袋蓮複合紙的應用及價值。

結果發現，布袋蓮複合紙有質感，添加野薑花纖維可提升紙張抗拉及抗破力，添加楮木紙漿可提升吸水、吸油效果。使用漂白劑以二段式漂白，能將布袋蓮紙張漂白，增加文書利用價值。最後，透過專家評估及創作，可作為彩畫、版畫、窗紙、包裝材等多用途應用，幫助破壞環境生態的布袋蓮找到新的利用價值，為環境盡一份心力。

壹、前言

一、研究動機

在四上自然課水中生物單元中認識布袋蓮，發現會在水域中大量生長（圖 1-1）。從文獻可知，布袋蓮是一種漂浮性外來入侵種的水生植物，因生長快速影響生態環境，常需花費許多人力及經費進行移除，如果能將移除後的布袋蓮加以利用，將增加更多的經濟價值！生活中常宣導，不浪費紙張可以少砍樹，一般紙張以植物纖維做為原料，觀察布袋蓮內也有許多纖維，因此，我們想探討，布袋蓮應用在造紙上的可行性？校園中野薑花常因生長茂盛需砍除丟棄（圖 1-2），如果布袋蓮添加野薑花等不同複合纖維製作出的紙張特性是否會有差異？製作出的紙張要如何檢測？想利用簡單裝置檢測紙張特性，並找出生活上的應用。

*研究內容中圖表皆為作者及指導老師拍攝或製作



圖 1-1 布袋蓮密布(攝於新月橋下濕地)



圖 1-2 校園中野薑花生長茂盛

二、研究目的

- (一) 透過紙博物館參訪，探討布袋蓮造紙的可行性。
- (二) 探討添加楮木及野薑花纖維製作布袋蓮複合紙的方法及可行性

(三) 自製檢測裝置，比較布袋蓮複合紙張吸水性、吸油性、抗張力、抗破力及透光度等特性。

(四) 測試布袋蓮複合紙的漂白方法，分析漂白前後的紙張特性。

(五) 探討光照曝曬對布袋蓮複合紙顏色安定性的影響。

(六) 透過紙張特性分析及使用經驗分享，探討找出布袋蓮複合紙的應用。

三、文獻回顧

(一) 布袋蓮基本資料及用途

1. 布袋蓮基本資料及危害：

布袋蓮屬於雨久花科，原產於巴西，廣泛分布沼澤、河川、排灌水渠、及水庫等水域。布袋蓮可漂浮也可在水底著生，對環境有很大的適應力、容忍力及繁殖力，可以在很短的時間內佈滿整個池塘水域的表面，造成船隻行駛不易，且水中的陽光也會因為布袋蓮的覆蓋減少，導致水中的水生植物，甚至浮游性生物，因陽光不足或缺乏造成生長緩慢甚至死亡，同時水中生物也會因缺乏食物來源而無法繼續生存，造成水域環境的生物種類減少，影響生態。此外，布袋蓮枯萎死亡後，腐爛的植物也會阻塞河道水流，水中環境如果要分解這些物質，須消耗許多的溶在水中的氧氣，導致水體缺氧，引起水庫湖泊的優養化，使水域生態環境受到破壞，因此政府常需花費經費進行清除等防治工作（蔡文田，2013）。

2. 布袋蓮用途：

依據維基百科針對布袋蓮現有用途整理如表 1-1：

表 1-1 布袋蓮現有用途及限制

運用方式	優點	缺點／限制
觀賞植物	花型美麗，引進作觀賞用途	容易過度繁殖，無控制即成災
淨水處理	根部可吸收銅、鋅、鎘等重金屬，具污染水處理潛力	重金屬累積後，植物需妥善處理以防污染再擴散
沼氣發酵	含高發酵物質，有生質能源潛力	發酵成本高，產氣效率受限
動物飼料	可作為粗糙飼料來源	纖維素高且可能含重金屬，不適大量餵食
編織產品	葉柄乾燥後可製隔熱墊、坐墊等	製程繁瑣，需長時間乾燥與除臭

基於上述文獻，布袋蓮對環境生態有一定的威脅性，除了以清除方式解決，也希望透過開發布袋蓮的各項利用，找到新的價值。布袋蓮在造紙方面具有一定的潛力，除了能解決布袋蓮過度生長的問題，還能減少對木材纖維的依賴，具有環保與經濟效益。

(二) 造紙相關研究

1. 紙漿種類與利用

目前製作紙張用的紙漿主要成分为植物纖維素，可以用來製漿的植物包括木、棉、麻、草，甚至稻桿等都可用來製漿。目前主要原料以樹木為主，然而台灣林木資源利用有限，造紙原生紙漿 100 萬公噸消費量中的五分之四皆需仰賴國外進口（資料取自：中華紙漿股份有限公司）。我們每天生活中皆須消耗許多用紙，少用一箱 A4 紙，就可少砍 0.6 棵樹（資料取自：環境品質文教基金會）。

2. 歷屆中小學科展造紙相關研究

根據國立科教館網路資料，近年全國中小學科展中關於造紙研究材料整理如表 1-2：

表 1-2 歷屆中小學科展造紙相關研究

歷屆科展文獻中探討的研究內容	本研究可再探討的內容
第 48 屆點「殼」成紙~菱角殼製漿造紙可行性之研究~ *以農廢物菱角殼為製紙原料，製作出的紙張強度佳但粗糙。	◆菱角殼具有季節性。 ◆原料較堅硬，需蒸煮處理費工。 本研究製紙原料布袋蓮季節性較低，一年四季皆能生長。原料取得較容易。
第 52 屆芒草・變裝・show！－芒草纖維作為造紙新原料的可行性研究 *以八丈芒為製紙原料，比較芒草與闊葉木複合纖維紙對吸水性、抗張強度及透水性的差異。	◆不確定闊葉木纖維來源。 ◆加入闊葉木複合纖維比例，為 2:1、1:1、1:2。原料需蒸煮處理。 實驗設計 1.採用楮木(構樹)作為闊葉木(木本莖)纖維比較原料。 2.加入野薑花纖維(草本莖)進行比較。 3.添加比例增加至五種。 4.改良抗張強度檢測。增加不同方向的強度檢測。
第 58 屆一「頁」菩提--菩提葉造紙全記錄 *以校園樹木菩提落葉為造紙材料，探討紙張吸水性、摩擦力、透光度、耐折度等檢測	◆菩提樹為特定樹種、數量有限。 ◆具有木質素，需做解纖處理。 ◆透光度以自然光下，紙張遮住光照計數值為依據，設計上未能控制光線照射，不夠客觀。 ◆使用染料及塗料，進行創作。 實驗設計 1.布袋蓮不需做解纖處理。 2.改良透光度檢測。 3.探討塗料紙張上的顏色安定性
第 63 屆藻紙如此，何必砍樹～探討利用三種絲狀藻造紙效果之比較 *以絲藻為製紙原料。探討曬乾、漂白與加熱的影響。檢測外觀、重量、厚度、透光度、吸水性、吸油性、抗張力性、耐折性等性質。	◆同為水生植物。原料參雜其他物質。 ◆以次氯酸鈉為漂白原料。浸泡時間為 1 小時及 5 分鐘。 ◆透光度檢測箱體積較大。 實驗設計 1. 探討漂白方法與差異 2. 改良透光度檢測箱使體積更輕便。

目前生活紙張應用主要造紙材料以木質纖維為主，非木質材料雖有許多相關研究，但在歷屆科展研究中目前較少針對布袋蓮應用在造紙相關研究，對於複合纖維研究也較少納入野薑花纖維的探討，對於檢測裝置也有改進的空間。

布袋蓮是外來種植物，會危害環境生態，而造紙則須用到植物纖維，如果，布袋蓮能運用在造紙上，將為布袋蓮找到新價值，進而減少樹木砍伐製紙。因此，我們認為布袋蓮在造紙方面的探討會很有價值。

貳、研究設備及器材

一、實驗器材：

電磁爐	果汁機	磅秤	抄網	木槌
計時器	不鏽鋼盤	厚度計	過碳酸鈉	次氯酸鈉
布袋蓮	野薑花	楮木紙漿	樹糊	氫氧化鈉

二、檢測紙張性質的裝置設備：

吸水性檢測： 鐵尺、磁鐵、 塑膠水盤、支 撐	抗張力檢測： 指針式拉力計、 木桿、文夾	抗破力檢測： 洗髮精瓶、筆 桿、瓶罐、塑 膠瓦楞板	透光度檢測： LED 探照燈 (5W)、三用電 表、塑膠罐、 太陽能板	曝曬顏色安定 檢測：鋁箔 紙、UVB 燈、 瓦楞板、攝影 棚

參、研究過程與方法

一、研究流程

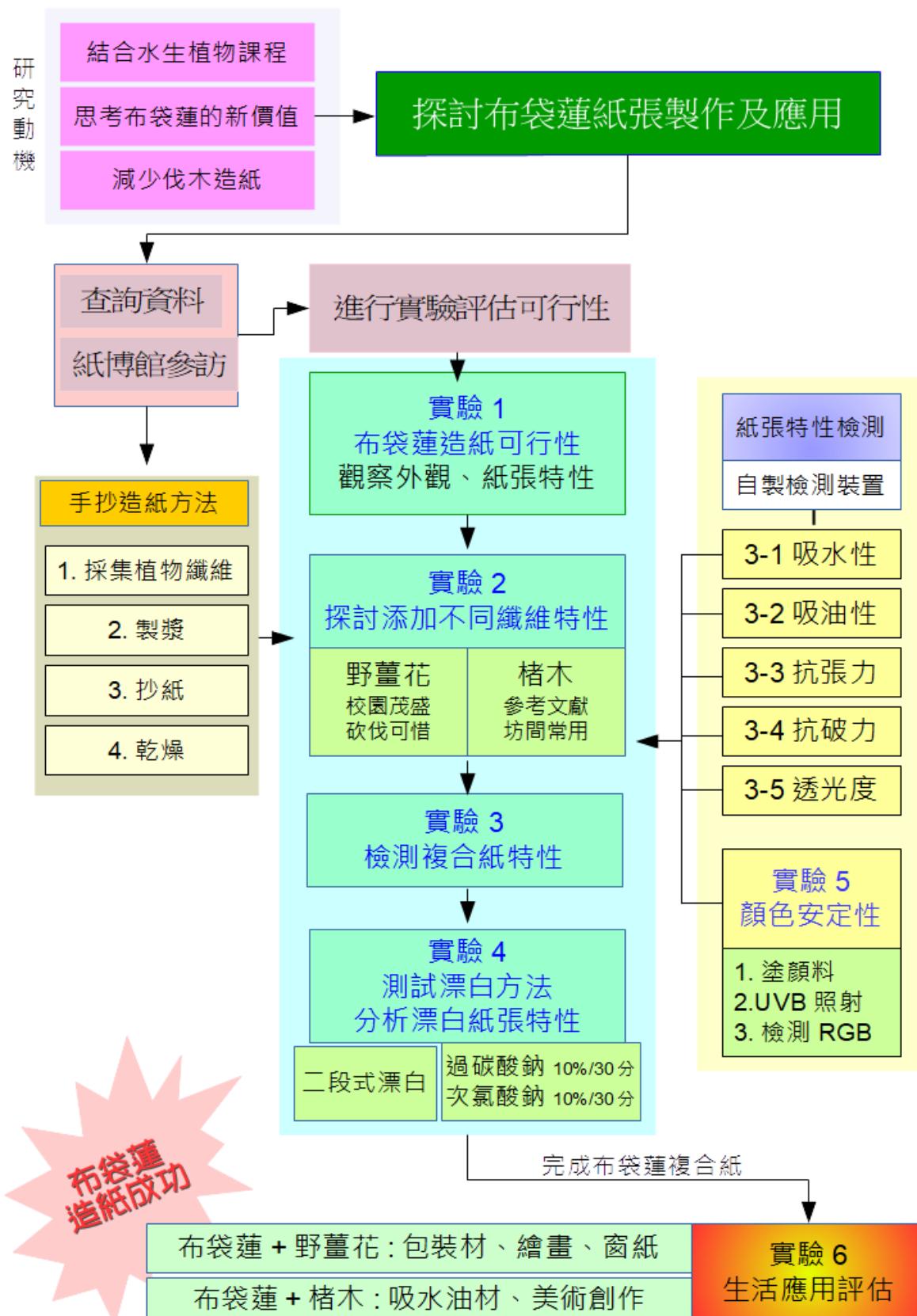


圖 3-1 研究流程圖

二、實驗方法

實驗一：探討布袋蓮造紙的可行性

為了確認布袋蓮是否能造紙，我們至樹火紙博物館進行參訪，體驗造紙方法及徵詢專家相關知識。(表 3-1)

表 3-1 紙博物館參訪及專家徵詢過程



(一) 紙漿製作 (表 3-2)

- 1.至新月橋板橋端濕地採集布袋蓮。
- 2.布袋蓮清洗秤重。
- 3.敲打成糜爛狀後
- 4.取纖維 60g。

表 3-2 布袋蓮紙漿纖維製作過程



(二) 抄紙 (表 3-3)

1. 將布袋蓮纖維倒入水中，水高於水盆 15 公分，加入樹糊。
2. 抄網放入水中將纖維平鋪於網中。
3. 抄網瀝水取纖。
4. 放置吸水紙，拍打吸乾。

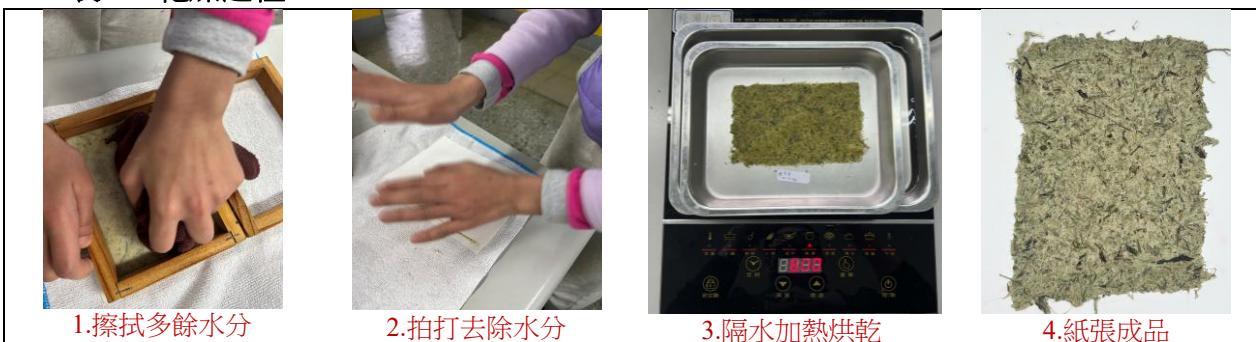
表 3-3 抄紙過程



(三) 乾燥 (表 3-4)

1. 將紙張擦拭
2. 拍打多餘水分。
3. 大不鏽鋼盤加水加熱，紙張置於小不鏽鋼盤並放入大盤中烘至乾燥。
4. 完成紙張。

表 3-4 乾燥過程



實驗二：探討添加楮木及野薑花纖維製作布袋蓮複合紙的方法及可行性

根據實驗一，發現利用純布袋蓮在抄紙取出的過程，容易分散，因此我們思考是否是纖維太短導致強度不足，如果加入不同纖維是否能改善？我們發現校園有野薑花因生長茂盛常被修剪，修剪後的枝葉常被丟棄，覺得很可惜，所以我們想如果讓不同比例的野薑花纖維加入布袋蓮纖維中會不會提升布袋蓮紙張的特性。此外，為了比較木質纖維的差異，我們另外將布袋蓮加入至紙博物館參訪取得的楮木（構樹）紙漿原料製作不同比例的複合纖維。二種添加纖維比例如表 3-5：

表 3-5 布袋蓮纖維添加楮木及野薑花紙漿比率

布袋蓮纖維添加楮木紙漿比率				
0% (純布袋蓮纖維)	楮木 25%	楮木 50%	楮木 75%	對照 (楮木 100%)
布袋蓮纖維添加野薑花纖維比率				
0% (純布袋蓮纖維)	野薑花 25%	野薑花 50%	野薑花 75%	對照 (野薑花 100%)

實驗步驟：

(一) 野薑花紙漿製作 (表 3-6)

1. 取野薑花莖切斷約 5 公分，
2. 置入水中加入氫氧化鈉煮 2 小時。(參考 52 屆全國科展 芒草・變裝・show！—芒草纖維作為造紙新原料的可行性研究，以 40% 比例添加。實驗時我們皆做好防護措施：藥品由老師代為加入，開窗保持通風、戴手套、防護鏡。)
3. 清洗野薑花纖維。取出捶打。

表 3-6 野薑花取纖過程



(二) 抄紙

1. 將不同纖維（表 3-7）依據表 3-5 添加纖維比例，以果汁機混和後加入水中，水高於水盆 15 公分。
2. 其他抄紙步驟同表 3-3。

表 3-7 三種製紙纖維



(三) 乾燥

1. 將紙張擦拭、拍打多餘水分。步驟同表 3-4。
2. 乾燥成品如圖 3-2、3-3。

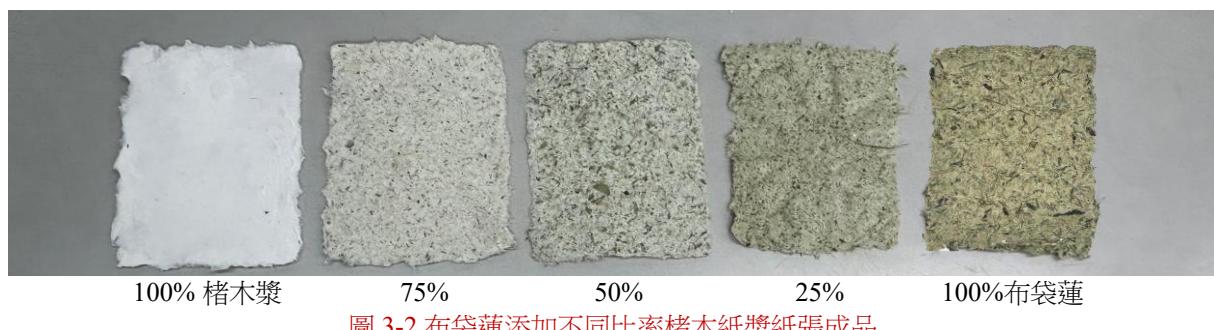


圖 3-2 布袋蓮添加不同比率楮木紙漿紙張成品

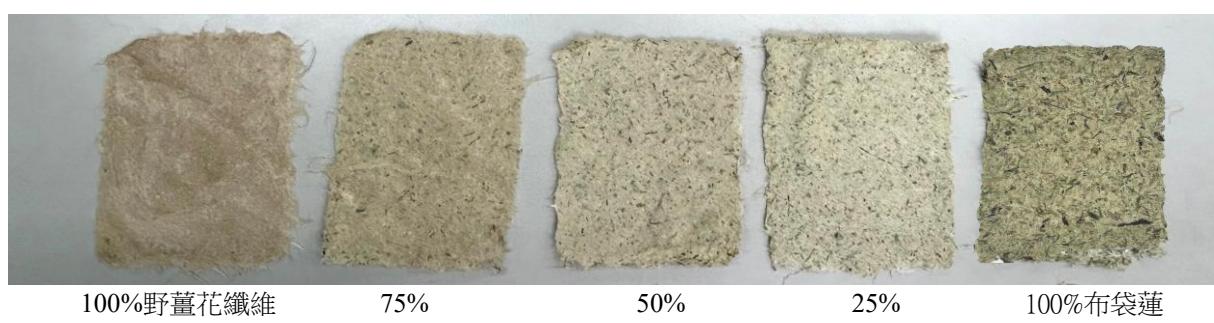


圖 3-3 布袋蓮添加不同比率野薑花纖維紙張成品

實驗三-1：檢測紙張特性—吸水性

完成不同比例複合紙漿後，我們想知道不同紙張特性，根據資料紙張檢測有許多項目，我們依據常用使用方式選擇吸水性、吸油性、抗張力、抗破力及透光度進行檢測，並以我們常用的影印紙、宣紙、水彩紙及擦手紙作為對照比較。

吸水性檢測方法，我們依據課堂學到的毛細現象實驗進行，檢測相同面積紙張的吸水高度及吸水重量。

吸水性檢測實驗步驟：

- 分別將不同紙張剪裁成寬 1 公分、長 10 公分長條並量測重量。
- 利用磁鐵將紙條吸在鐵尺上，調整相同高度。(圖 3-4)
- 水盆水位高度調整成 1.5 公分。
- 鐵尺掛置在橫桿上，紙條底部 1 公分置入水中。(圖 3-5)
- 以錄影、拍照檢測每 1 分鐘吸水高度至 3 分鐘。



圖 3-4 調整相同高度



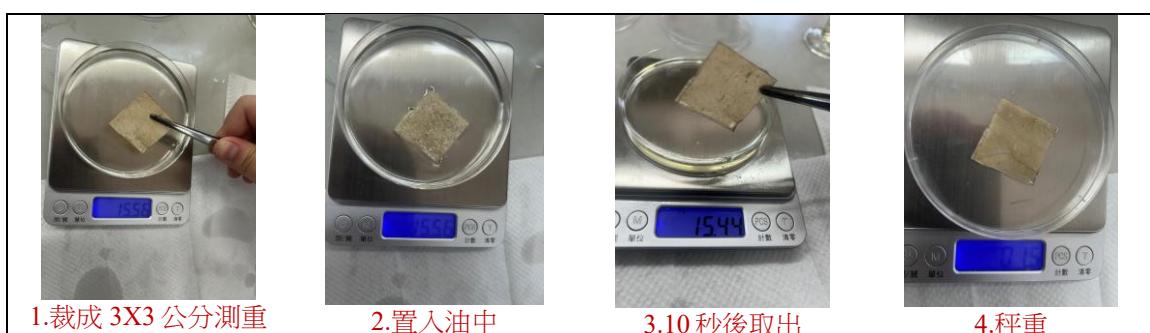
圖 3-5 底部 1 公分置入水中

實驗三-2：檢測紙張特性—吸油性

實驗步驟：(表 3-8)

- 分別將不同紙張裁切成 3 乘以 3 公分大小，並量測紙張重量。
- 培養皿中倒入 10 毫升沙拉油。
- 檢測紙張置入油中 10 秒後取出量測總重。
- 計算吸油量。(吸油量 = 吸油後重 - 原紙重)

表 3-8 吸油性檢測過程



實驗三-3：檢測紙張特性－抗張力

實驗步驟：

1. 將待檢測紙張剪裁成寬 1 公分、長 10 公分長條。
2. 將紙條間距 5 公分以夾子固定。
3. 拉力計固定在紙張下端的夾子上。
4. 調整紙張使其平行地面，拉動拉力計至紙條斷裂，讀取斷裂時的拉力。(如圖 3-6)

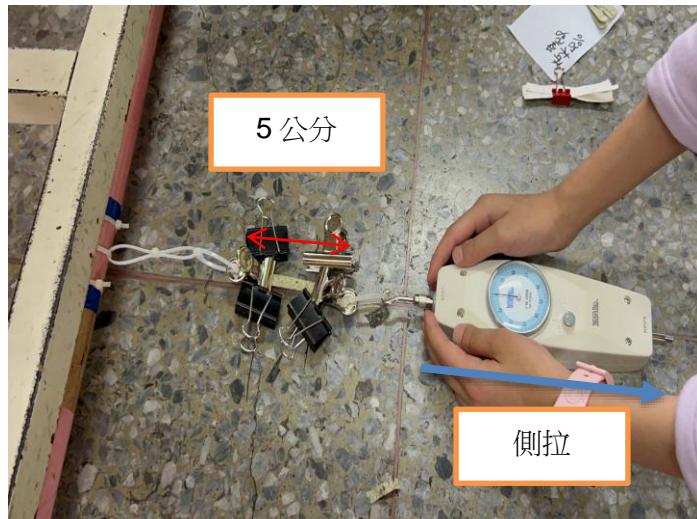


圖 3-6 抗張力檢測過程

實驗三-4：檢測紙張特性－抗破力

實驗設備：抗破力檢測裝置製作

抗張力是以拉扯（横向）方式檢測，我們想知道紙張被頂破（縱向）的特性是否有差異，我們參考 51 屆全國科展作品〔水餃熟了，紅蘿蔔知道〕中檢測水餃皮 Q 度的想法，利用生活中容易取得的用品製作抗破力檢測裝置。裝置結構如圖 3-7：

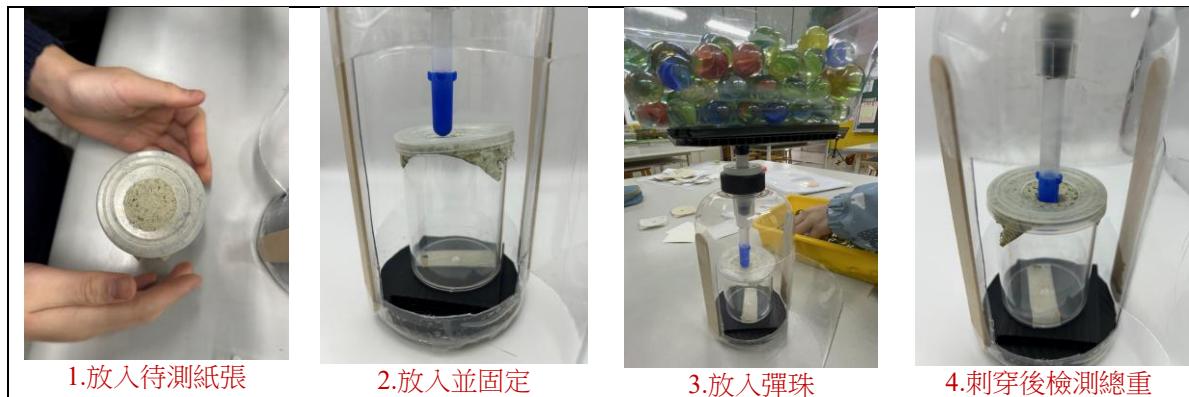


圖 3-7 抗破力檢測裝置結構

實驗步驟：

1. 待測紙張剪裁成長寬為 6X6 公分，拉撐後以蓋子蓋住。
2. 壓桿拉起，放入瓶罐。
3. 依序放入彈珠，
4. 待筆桿掉落刺穿紙後量測彈珠總重。

表 3-9 抗破力檢測過程



實驗三-5：檢測紙張特性—透光度檢測

實驗設備：透光度裝置製作

我們想知道紙張的透光度，為了讓檢測裝置更輕便及準確，我們思考是否能利用太陽能板檢測光線？老師說這個想法和 47 屆全國科展〔你有多「混」，我知道〕利用太陽能板進行混濁度的檢測類似，於是我們將光轉化成電壓值的方法，利用生活中容易取得的用品製作更簡便的透光檢測裝置進行研究。檢測原理為：當燈光照射時，如透光度越大，所接受到的光線越多，太陽能板產生電量越大。因此電壓值越高表示透光效果越好。

裝置結構如圖 3-8：

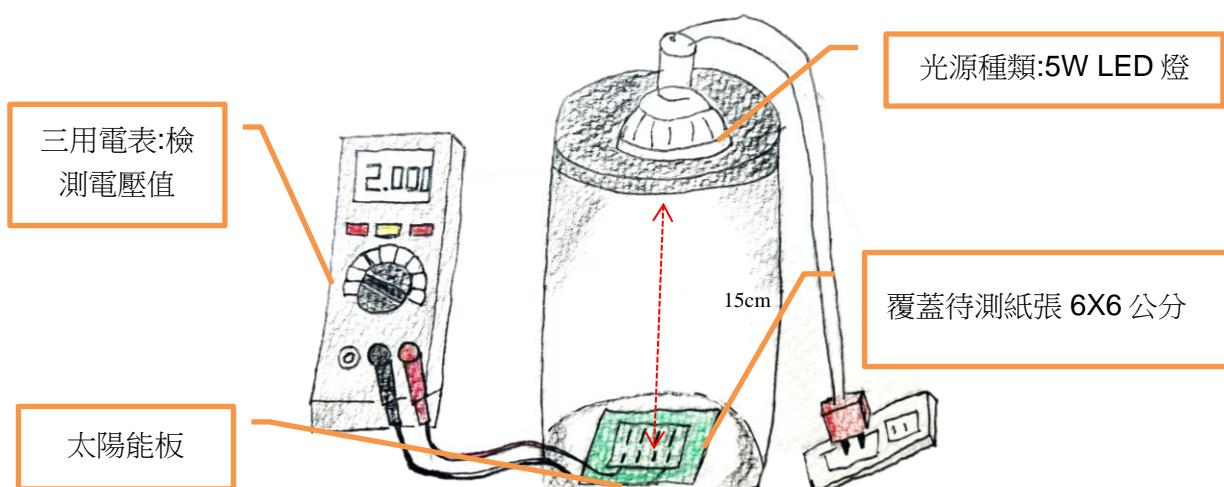


圖 3-8 透光度檢測裝置結構

實驗步驟：(表 3-10)

1. 檢測前，蓋上蓋子檢測三用電表電壓數值是否歸零。
2. 檢測無紙張時的光照電壓。待測紙張裁切成 6X6 公分大小，覆蓋在太陽能板上。
3. 燈罩蓋上，打開電源，檢測電壓值。

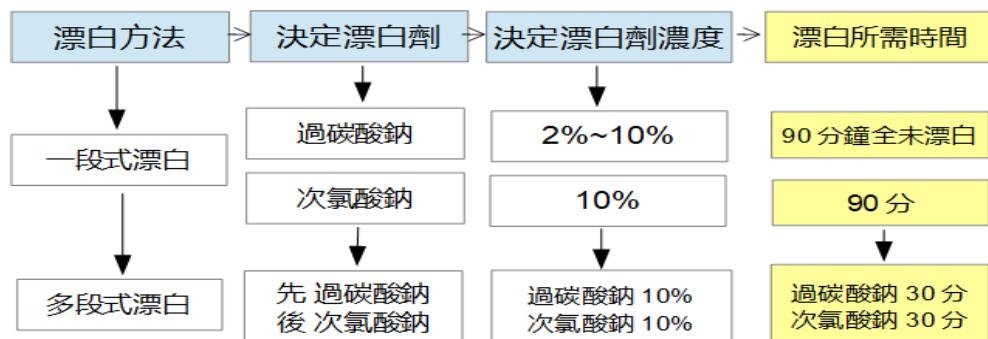
表 3-10 透光度檢測過程



實驗四：測試布袋蓮複合紙的漂白方法，分析漂白前後的紙張特性

根據實驗 1~實驗 3，布袋蓮紙張具有綠色斑點，雖然具有紙張特色，但為了讓未來紙張使用更具文書潛力，我們嘗試使用漂白劑進行布袋蓮纖維漂白。實驗流程如表 3-11。

表 3-11 布袋蓮纖維漂白實驗流程



布袋蓮複合紙張漂白製作步驟：(表 3-12)

1. 量取過碳酸鈉及次氯酸鈉
2. 調整碳酸鈉及次氯酸鈉濃度分別 2%、4%、6%、8%、10%
3. 纖維浸泡漂白劑中，每 10 分鐘觀察顏色變化
4. 清洗備用，找出最佳漂白方法
5. 完成紙張製作，依據實驗 3-1~3-4 檢測漂白紙張特性(圖 3-9)

表 3-12 布袋蓮複合紙漂白製作過程

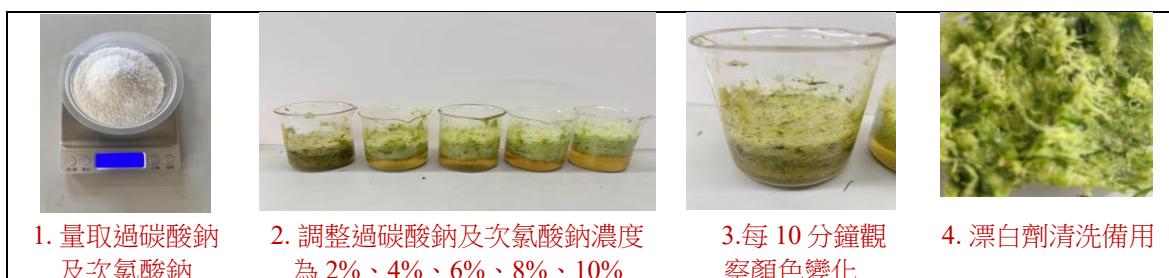




圖 3-9 布袋蓮漂白複合紙完成並進行特性檢測

實驗五：探討曝曬對布袋蓮複合紙顏色安定性的影響

紙張塗上顏料後經過一段時間便會褪色，為了解布袋蓮複合紙對於光照後顏色安定性，我們選擇美勞課常用的水性顏料（廣告顏料）及油性顏料（版畫油墨）塗在布袋蓮複合紙張上，以容易破壞紙張的 UVB 光線照射，並以色相分析 APP 「Color Analyzer」檢測 R、G、B 值，並以 H(色相)、S(飽和度)、L(亮度)輔助觀察不同紙張對顏色的安定性。

實驗步驟如表 3-13：

1. 以黑色塑膠瓦楞板製作長 40cmX 寬 40cmX 高 70cm 內黏貼鋁箔紙的光照箱。
2. 準備 UVB10.0 燈泡（波長約 300nm，13W）。
3. 調配顏料 0.5 公克。均勻塗布待測紙張。
4. 紙張放置觀察箱中，距燈 15 公分。蓋上遮蓋。
5. 每天光照 8 小時後置攝影箱固定色溫、照度拍攝。
6. 以色相分析 APP 「Color Analyzer」記錄 5 點 RGB 值，計算平均。

表 3-13 曝曬檢測顏色變化實驗步驟

1. 製作光照箱	2. UVB10.0 燈泡	3. 調配顏料，均勻塗布待測紙張	
			6. 記錄 5 點 RGB 值

實驗六：探討布袋蓮複合紙張的應用

分析添加不同比率的楮木漿及野薑花纖維製作布袋蓮複合纖維紙張，製作成各種作品，也與美勞老師討論，評估應用效果，找到其應用價值。

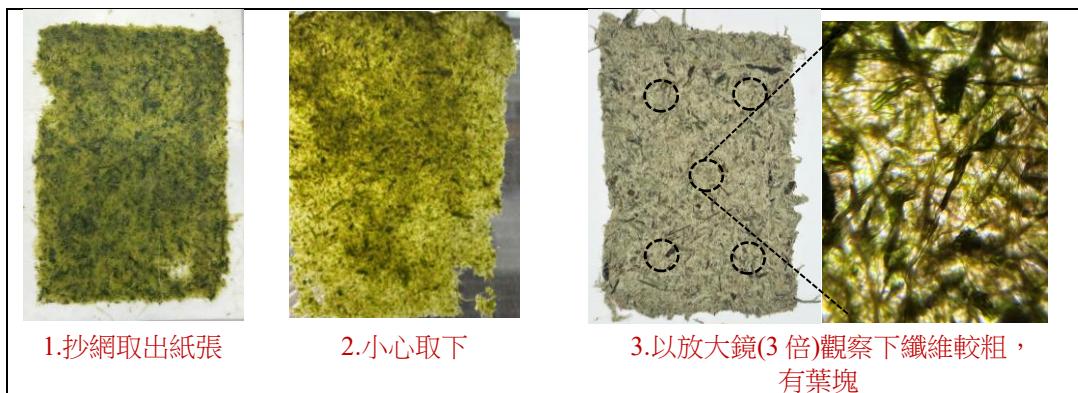
肆、研究結果與討論

實驗一：探討布袋蓮造紙可行性

布袋蓮加入不同纖維製紙外觀效果，如表 4-1：

1. 紙張呈現墨綠色，有草味香氣。
 2. 抄紙時，從抄網撕下來要特別小心，較容易剝落。
 3. 以 3 倍放大鏡取 5 點觀察，纖維交疊，間隙較多，有塊狀綠色表皮。

表 4-1 布袋蓮紙張特性



討論：

1. 製作布袋蓮紙張是否需要蒸煮？經徵詢專家，蒸煮是為了去除木質素，經由蒸煮的過程也可加速植物纖維分離。木質素在根、莖幹等部分含量較多，因此布袋蓮不用蒸煮即能進行製漿。
 2. 純布袋蓮紙有香氣，能製作紙張，但因纖維夾帶葉柄表皮，較不細緻，所以需有足夠厚度。

實驗二：探討添加楮木及野薑花纖維製作布袋蓮複合紙的方法及可行性

為了解布袋蓮紙張加入楮木及野薑花纖維是否可行？依據表 4-2、4-3 可發現：

1. 抄紙過程中，添加不同比例的混合紙漿，較能均勻分散。
 2. 觀察發現，混合楮木紙漿的紙張纖維較細，會均勻分布在布袋蓮纖維空隙中。
 3. 野薑花纖維較長。100%野薑花紙較薄，摸起來像塑膠。
 4. 添加不同比例的混合紙漿，皆能製作完整紙張。

表 4-2 布袋蓮添加楮木紙漿複合紙張特性

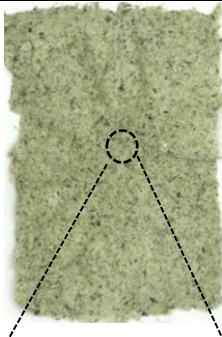
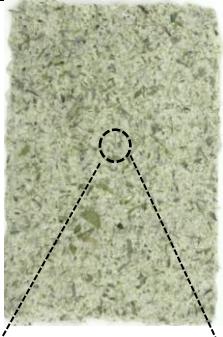
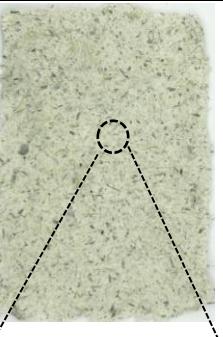
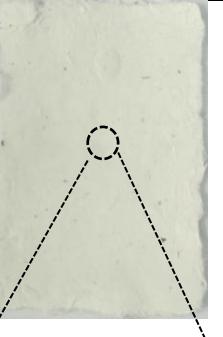
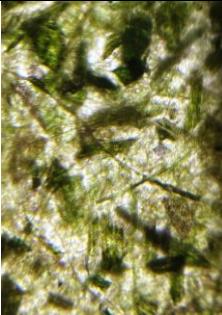
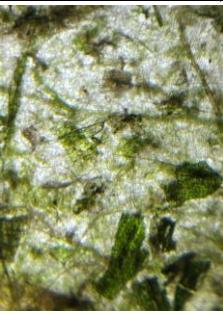
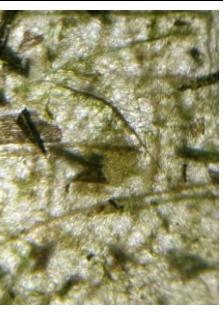
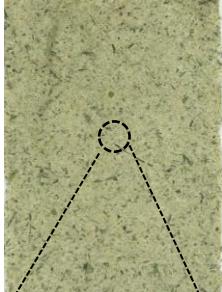
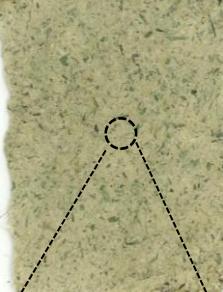
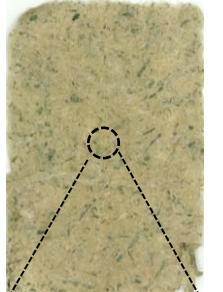
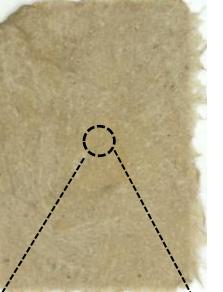
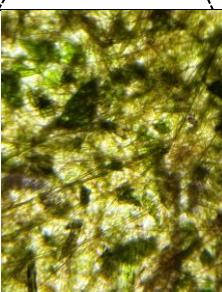
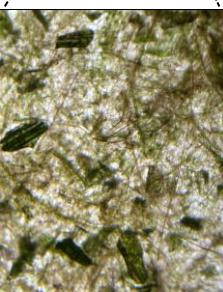
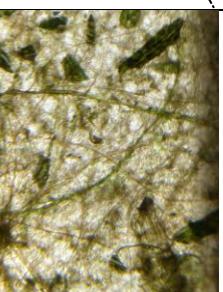
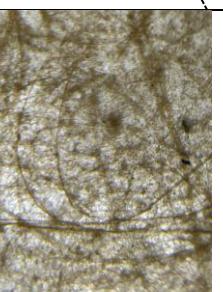
複合紙漿(布袋蓮纖維+楮木紙漿)				
添加楮木紙漿 比率	25% 楮木紙漿	50% 楮木紙漿	75% 楮木紙漿	100% 楮木紙漿
紙張照片				
纖維觀察				
外觀顏色	草綠色	淡綠色	褐黃綠	米白色
厚度(mm)	0.09	0.09	0.09	0.12

表 4-3 布袋蓮添加野薑花纖維複合紙張特性

複合紙漿(布袋蓮纖維+野薑花纖維)				
添加野薑花纖 維比率	25% 野薑花纖維	50% 野薑花纖維	75% 野薑花纖維	100% 野薑花纖維
紙張照片				
纖維觀察				
外觀顏色	褐綠色	褐色	褐色帶淺綠斑點	褐色
厚度(mm)	0.07	0.07	0.06	0.04

依據表 4-2、4-3 可發現：

1. 抄紙過程中，添加不同比例的混合紙漿，較能均勻分散。
2. 觀察發現，混合楮木紙漿的紙張纖維較細，會均勻分布在布袋蓮纖維空隙中。
3. 野薑花纖維較長。100%野薑花紙較薄，摸起來像塑膠。
4. 添加不同比例的混合紙漿，皆能製作完整紙張。

討論：

添加複合纖維的目的為何？如何選擇添加纖維？在實驗 1 中，以布袋蓮纖維直接造紙，我們先依據回收紙張可造紙的條件設定取 60g 進行製漿造紙，得到未烘乾布袋蓮紙較易破裂，需增加厚度。因此，我們思考如果 [添加不同的纖維應會有不同的效果！選擇野薑花的原因是因為，坊間很少探討野薑花纖維製紙](#)，而校園中的野薑花就成了我們想研究的材料。楮木又稱為構樹，是台灣平地常見的樹木，過去莖幹纖維可做為紙張的原料，也是手抄紙常使用的紙漿，因此我們使用楮木紙漿作為添加物，比較以樹木(楮木)和草(野薑花)製成的纖維添加到布袋蓮，製作出的紙張性質會如何改變。

實驗三-1：檢測紙張特性—吸水性

一、添加不同比例楮木漿及野薑花纖維比率

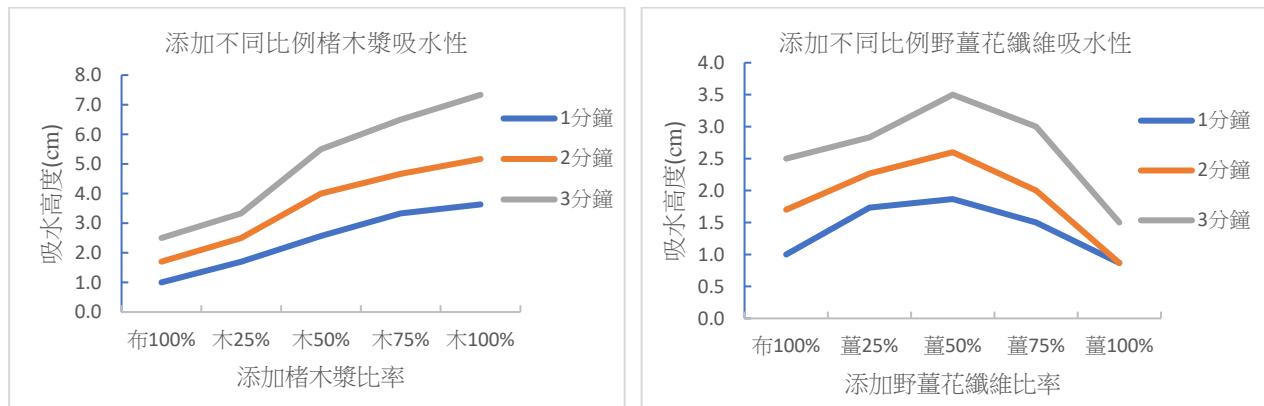


圖 4-1 添加楮木紙漿吸水性比較

圖 4-2 添加野薑花纖維吸水性比較

1. 圖 4-1，添加不同比例楮木紙漿時，吸水性會逐漸增加。第 3 分鐘時，添加 50% 的木漿增加幅度較大。
2. 添加楮木紙漿會提升布袋蓮紙張的吸水性。
3. 添加野薑花纖維會提升布袋蓮紙張的吸水性，但並不是添加越多越佳。(圖 4-2)
4. 布袋蓮紙漿添加 50% 野薑花漿時，吸水性提升最多。

二、布袋蓮複合紙張與坊間紙張吸水性比較

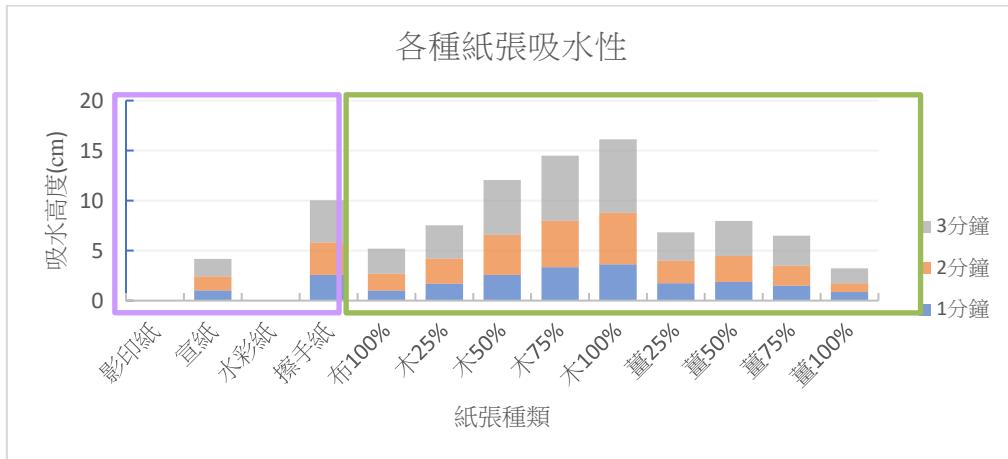


圖 4-3 各種紙張吸水性檢測

從圖 4-3 可發現：

1. 以布袋蓮纖維添加不同紙漿製作的複合紙張，吸水性皆較純布袋蓮紙張提升。
2. 坊間紙張中，影印紙及水彩紙無發現水分上升高度，吸水效果不明顯。
3. 相較坊間紙張，布袋蓮複合紙張，吸水性皆較影印紙、宣紙、水彩紙佳。

討論：

實驗時水彩紙的上升高度不明顯，實際上內部還是有點潮濕，因此數據雖無呈現，但還是有吸水性。

實驗三-2：檢測紙張特性—吸油性

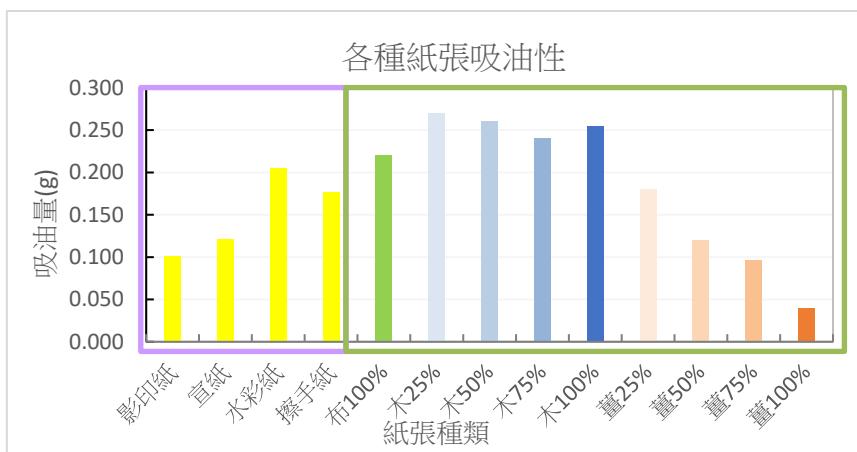


圖 4-4 各種紙張吸油性檢測

依據圖 4-4 分析：

一、添加不同比例楮木漿及野薑花纖維比率

1. 添加 25% 楮木漿製作的布袋蓮紙張吸油性佳。100% 野薑花纖維紙張吸油性最差。
2. 布袋蓮紙漿吸油效果佳，加不同比例楮木紙漿製作的紙張，吸油性皆略增加。
3. 100% 布袋蓮纖維紙張較野薑花紙張吸油效果佳。
4. 添加野薑花纖維比例越高，吸油性會降低。

二、布袋蓮複合紙張與坊間紙張吸油性比較

1. 水彩紙吸油量較多，擦手紙其次。影印紙最低。
2. 添加楮木紙漿的布袋蓮複合紙張，吸油性皆高於坊間紙張。
3. 添加野薑花纖維的布袋蓮複合紙張，吸油性介於擦手紙與影印紙間。

實驗三-3：檢測紙張特性—抗張力

一、添加不同比例楮木漿及野薑花纖維比率

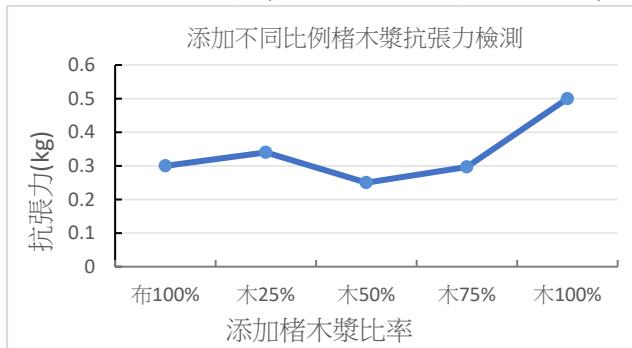


圖 4-5 添加楮木紙漿抗張力檢測

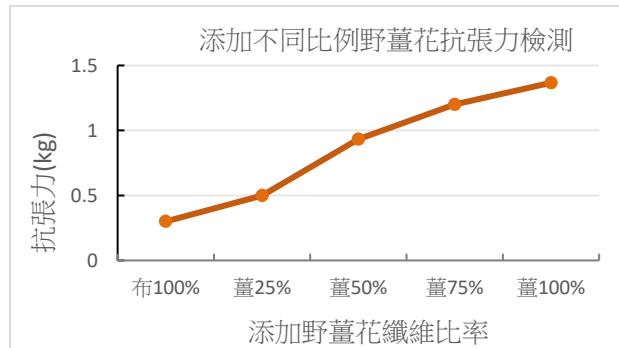


圖 4-6 添加楮木紙漿抗張力檢測

(一) 添加不同比例楮木漿（圖 4-5）

1. 100% 楮木漿製作的紙張抗張力最佳。
2. 布袋蓮紙漿加不同比例楮木紙漿製作的紙張，抗張力未能增加。

(二) 添加不同比例野薑花纖維（圖 4-6）

1. 100% 野薑花纖維製作的紙張抗張力最佳。
2. 野薑花纖維加入比例越多，製作出的布袋蓮複合紙張，抗張力強度越大。

二、布袋蓮複合紙張與坊間紙張抗張力比較

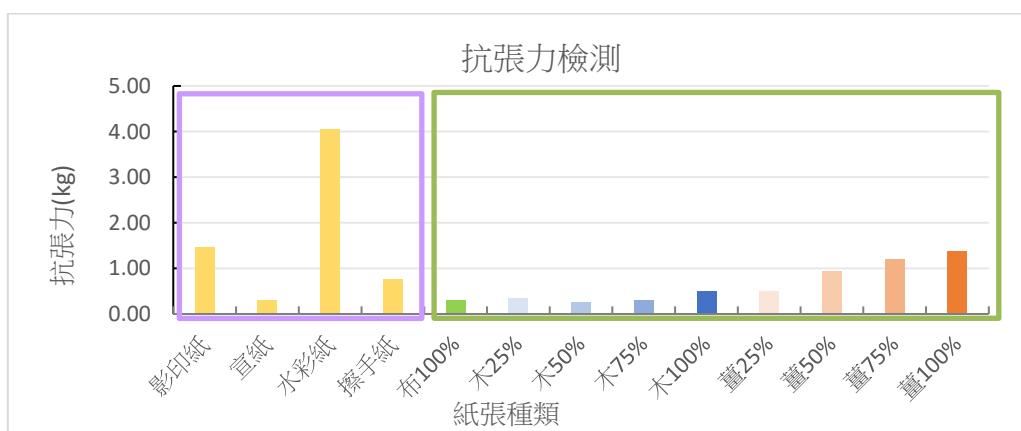


圖 4-7 抗張力檢測

依據圖 4-7 比較布袋蓮複合紙與坊間紙張的差異：

1. 手抄紙中，100% 野薑花纖維製作的紙張抗張力最大，接近影印紙。
2. 布袋蓮複合紙張中，添入 75% 的野薑花纖維的抗張力最大。

3. 坊間紙張中，水彩紙的抗張力最大。
4. 添加楮木紙漿的布袋蓮複合紙張，平均抗張力接近宣紙。
5. 添加野薑花纖維的布袋蓮複合紙張，抗張力大於宣紙與擦手紙。

討論：

坊間依據不同種類紙張有不同的檢驗項目，其中專業儀器價格也非常昂貴，而我們利用生活中可取得的物品及課堂所學加以研發或改良檢測裝置。對於[抗張力檢測裝置的設計](#)，過去的相關研究，多在紙張下懸掛重物，以斷裂時的重量為可承受的拉力，我們嘗試用這種方式，但物體掉下瞬間令人措手不及，物品也會散出。因此，我們[改為橫拉，利用拉力計直接檢測斷裂時施予的力量](#)。

實驗三-4：檢測紙張特性—抗破力

一、添加不同比例楮木漿及野薑花纖維比率

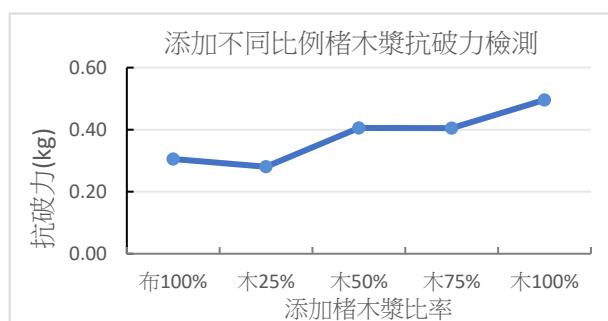


圖 4-8 添加楮木紙漿檢測抗破力



圖 4-9 添加楮木紙漿檢測抗破力

(一) 添加不同比例楮木紙漿（圖 4-8）

1. 100%楮木漿製作的紙張抗破力最佳。
2. 布袋蓮紙漿添加 50%以上楮木紙漿製作的紙張，抗破力能增加。

(二) 添加不同比例野薑花纖維（圖 4-9）

1. 100%野薑花纖維製作的紙張抗破力最佳。
2. 野薑花纖維加入比例越多，製作出的布袋蓮複合紙張，抗破力強度越大。

二、布袋蓮複合紙張與坊間紙張抗破力比較

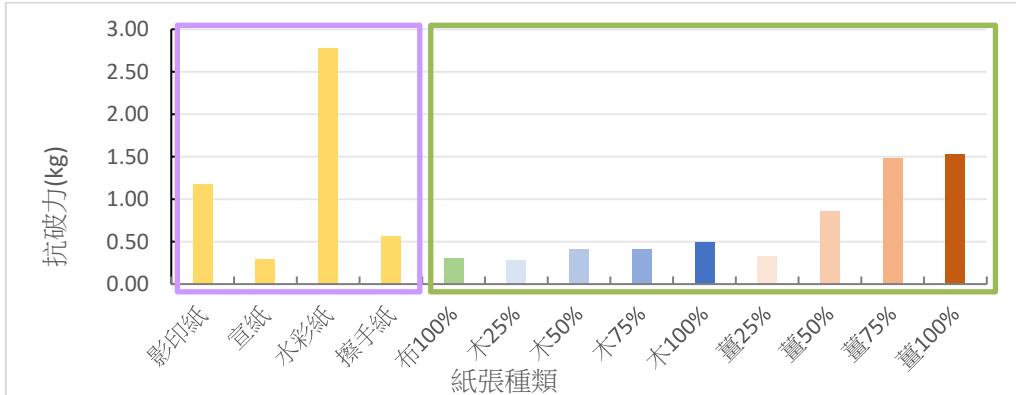


圖 4-10 各種紙張抗破力檢測

從圖 4-10 可發現：

1. 手抄紙中，100%野薑花纖維製作的紙張抗破力最大。
2. 布袋蓮複合紙張中，添入 75%的野薑花纖維的抗破力最大。
3. 坊間紙張中，水彩紙的抗破力最大。
4. 添加楮木紙漿的布袋蓮複合紙張，抗破力與宣紙及擦手紙接近。
5. 添加 50%野薑花纖維的布袋蓮複合紙張，抗破力大於宣紙與擦手紙；添加 75%野薑花纖維抗破性大於影印紙、宣紙及擦手紙。

討論：

對於抗破力檢測裝置設計，拉力是將紙張纖維橫向拉扯，抗破力檢測是以縱向頂破方式擠壓。坊間儀器昂貴，因此改良科展作品，[利用洗手乳或洗髮精裝置製作](#)，將彈簧取出，避免回彈，筆桿前端鈍狀設計，避免刺穿，放上重物，壓桿就會往下，接下來只要計算重物即可，[裝置簡單又好用](#)。

根據實驗 3-3~3-4，原認為楮木紙張抗張力及抗破力應該會較大，但卻低於野薑花紙張許多，布袋蓮添加楮木紙漿，對於提升抗張力及抗破力效果也沒有預期多。因此，如果要提升紙張拉、破強度，建議可混入野薑花纖維。

實驗三-5：檢測紙張特性—透光度

一、添加不同比例楮木漿及野薑花纖維比率

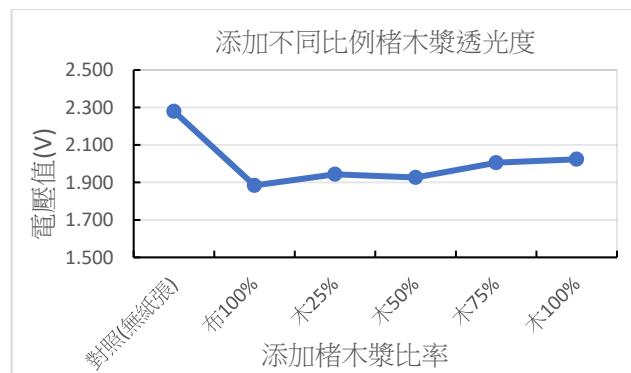


圖 4-11 添加楮木紙漿透光度檢測

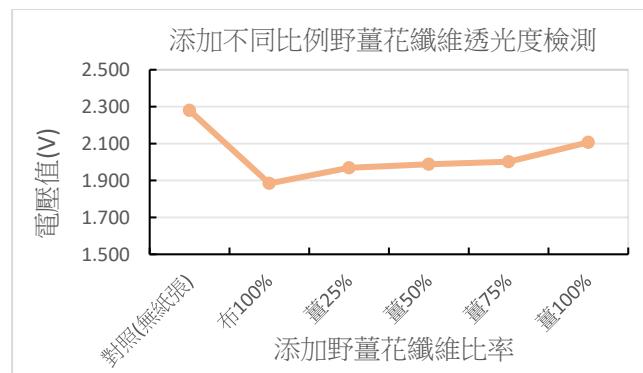


圖 4-12 添加野薑花透光度檢測

(一) 添加不同比例楮木漿（圖 4-11）

1. 100%楮木漿製作的紙張透光度稍佳。
2. 增加楮木紙漿比例，透光度略有提升。

(二) 添加不同比例野薑花纖維（圖 4-12）

1. 100%野薑花纖維製作的紙張透光度最佳。
2. 野薑花纖維加入比例越多，製作出的布袋蓮複合紙張，透光度能提升。

二、布袋蓮複合紙張與坊間紙張透光度比較

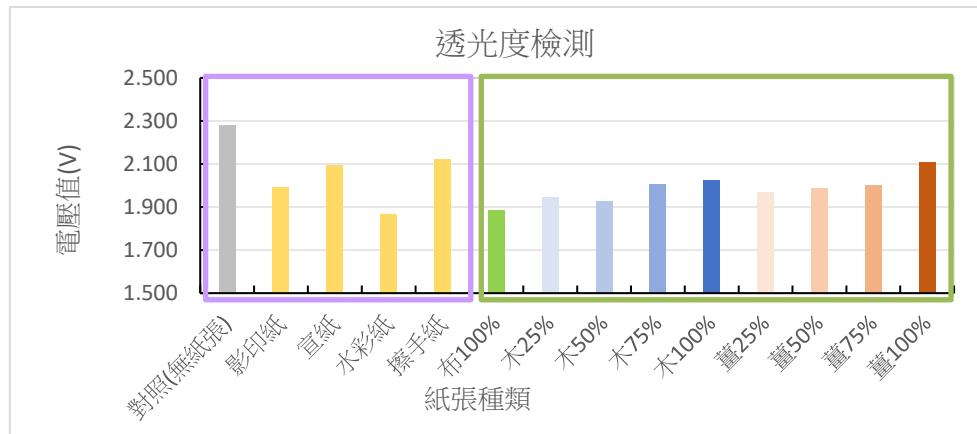


圖 4-13 各種紙張透光度檢測

依據圖 4-13 分析如下：

1. 手抄紙中，100%布袋蓮纖維透光度較低，100%野薑花纖維製作的紙張透光度最佳。
2. 坊間紙張中，擦手紙及宣紙的透光度最高。
3. 100%布袋蓮紙張，透光度與水彩紙接近。
4. 布袋蓮複合紙張，透光度接近影印紙。

實驗四：測試布袋蓮複合紙的漂白方法，分析漂白前後的紙張特性

一、將纖維浸泡漂白劑中，觀察顏色變化及去除斑點所需時間，結果如表 4-4：

表 4-4 布袋蓮及野薑花纖維漂白外觀

纖維種類: 布袋蓮	漂白方法: 一段式	漂白劑: 過碳酸鈉	漂白時間:90 分
纖維照片			 未變白
過碳酸鈉濃度	2% 4% 6% 8% 10%		
纖維種類: 布袋蓮	漂白方法: 一段式	漂白劑: 次氯酸鈉	漂白時間:90 分
纖維照片			 最白
次氯酸鈉濃度	2% 4% 6% 8% 10%		
纖維種類: 布袋蓮	漂白方法: 二段式	1 漂白劑: 過碳酸鈉 2 漂白劑: 次氯酸鈉	漂白時間:30 分 漂白時間:30 分
纖維照片			 最白
過碳酸鈉濃度		10%	
次氯酸鈉濃度	2% 4% 6% 8% 10%		

纖維種類: 野薑花	漂白方法: 一段式	漂白劑: 次氯酸鈉	漂白時間: 20 分
纖維照片			
次氯酸鈉濃度	2%	4%	6%
纖維種類: 野薑花		1 漂白劑: 過碳酸鈉	漂白時間: 30 分
漂白方法: 二段式		2 漂白劑: 次氯酸鈉	漂白時間: 20 分
纖維照片			
過碳酸鈉濃度	2%	4%	6%
次氯酸鈉濃度	8% 10%		

根據結果，**二段式為最佳漂白方法**，布袋蓮纖維先以濃度 10% 過碳酸鈉浸泡 30 分，清洗後再浸泡 10% 次氯酸鈉 30 分。野薑花纖維先以濃度 10% 過碳酸鈉浸泡 30 分，清洗後再浸泡 8% 次氯酸鈉 20 分。

二、依據最佳漂白方法及濃度製作布袋蓮複合紙張，漂白效果明顯，如表 4-5：

表 4-5 布袋蓮漂白前後複合紙張外觀

紙張種類	布袋蓮 100%	添加楮木 50%	添加野薑花 50%	野薑花 100%
漂白前 (顏色偏綠、有綠斑點)				
漂白後 (顏色偏米黃色，無綠斑)				

三、將漂白過的布袋蓮複合紙進行特性檢測，發現：

- 漂白後的吸水性及吸油性略高於未漂白。(圖 4-14、圖 4-15)

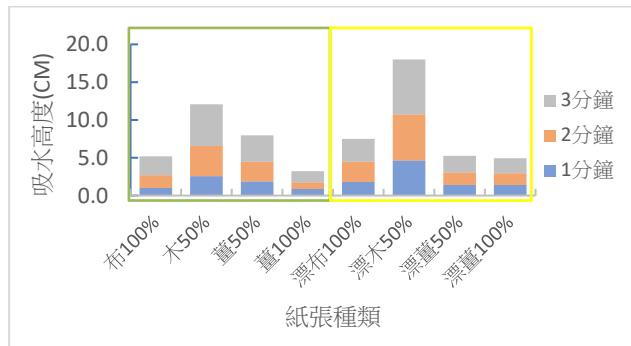


圖 4-14 漂白紙張吸水性檢測

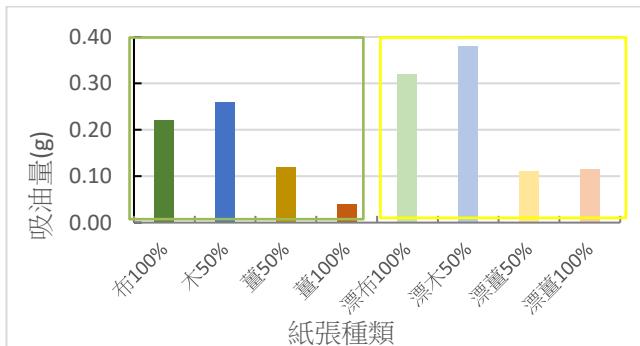


圖 4-15 漂白紙張吸油性檢測

2. 漂白後的抗張力與抗破力略低於未漂白。(圖 4-16、圖 4-17)

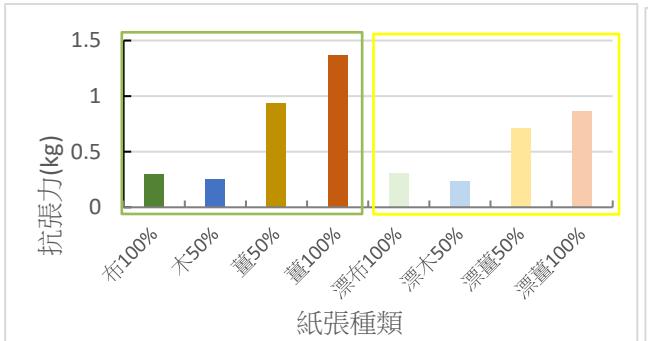


圖 4-16 漂白紙張抗張力檢測

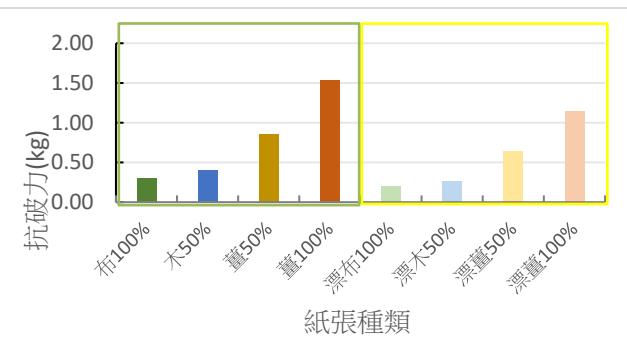


圖 4-17 漂白紙張抗破力檢測

討論：

漂白紙張在抗張力及耐抗破力皆低於未漂白紙張，推測是因為次氯酸鈉會破壞紙張纖維，因此在使用漂白劑先以氧系漂白劑為優先考量，使漂白紙張具有足夠強度。

實驗五：探討曝曬對布袋蓮複合紙顏色安定的影響

一、將布袋蓮複合紙未塗顏料，以 UVB 照射五天(每天照射 8 小時)，觀察結果如表 4-6，分析如下：

1. 未漂白布袋蓮複合紙張，第五天時，RGB 值皆提升，對照 L 值(亮度)也提升，雖然顯示在明度上略有改變，但三種紙張提升趨勢一致，推測是環境光影響誤差。(圖 4-18~4-20)
2. 布袋蓮經漂白的複合紙張，經五天照射後，RGB 值差異不大。(圖 4-21~圖 4-23)

表 4-6 布袋蓮複合紙張未塗顏料時受光照射後色相改變情形

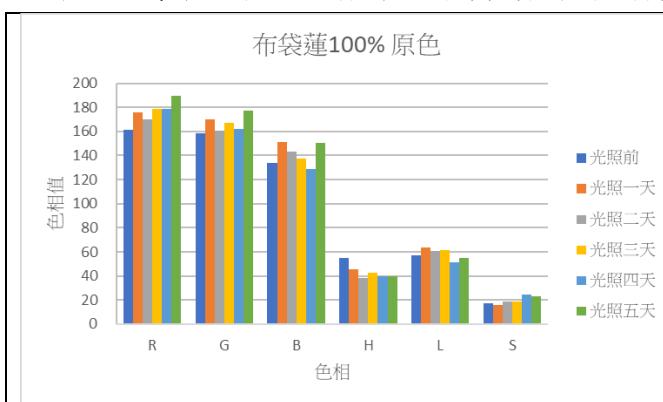


圖 4-18 100%布袋蓮-未塗顏料

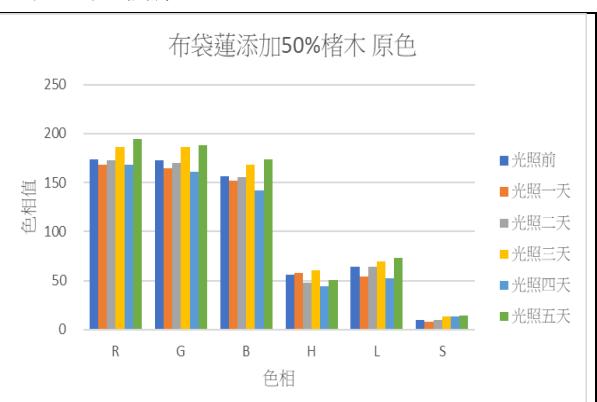


圖 4-19 添加 50%楮木-未塗顏料

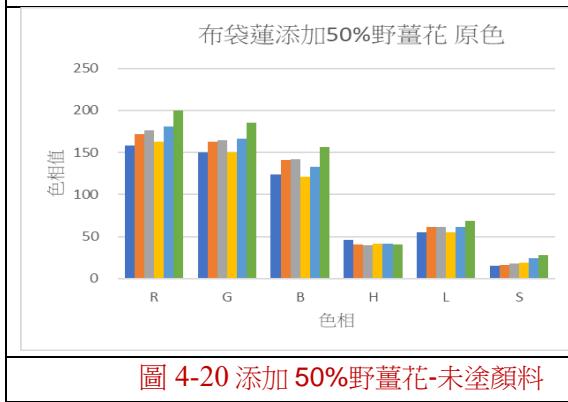


圖 4-20 添加 50%野薑花-未塗顏料

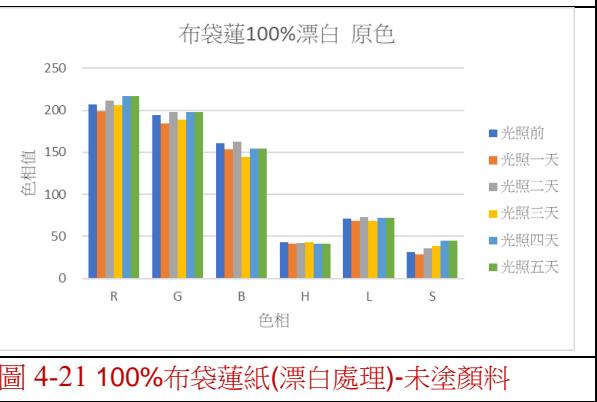


圖 4-21 100%布袋蓮紙(漂白處理)-未塗顏料

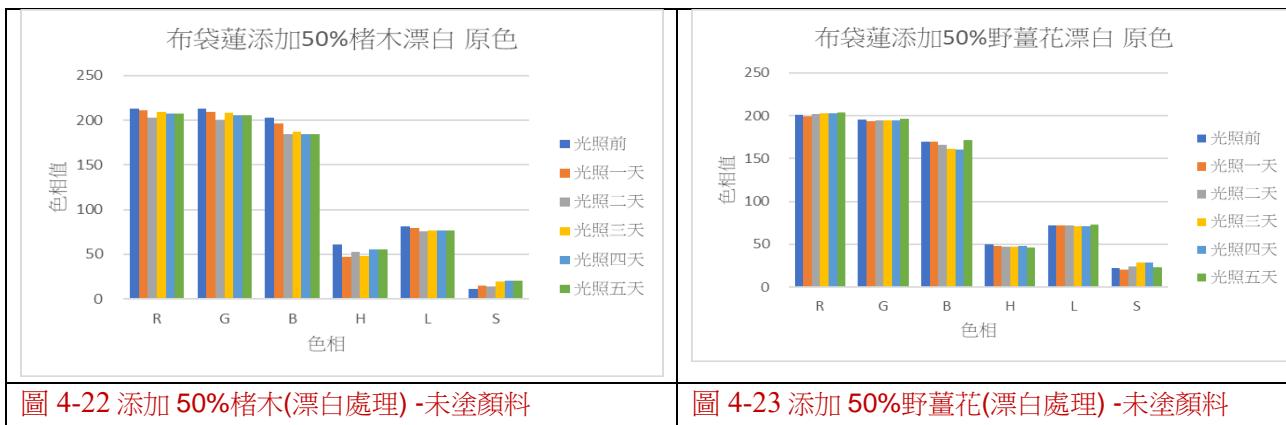


圖 4-22 添加 50% 楠木(漂白處理)-未塗顏料

圖 4-23 添加 50% 野薑花(漂白處理)-未塗顏料

二、將布袋蓮複合紙塗水性廣告顏料後曝曬紫外光，結果如表 4-7，分析如下：

1. 布袋蓮未漂白複合紙張，照射五天後，其平均 RGB 值差異不大。(圖 24~圖 26)
2. 經漂白的 100% 布袋蓮(圖 4-27)及添加野薑花(圖 4-29)複合紙張，第五天的平均 GB 値提升，有趨勢差異，S 值(飽和度)降低，表示鮮豔程度有變化。

表 4-7 布袋蓮複合紙張塗廣告顏料受光照射後色相改變情形

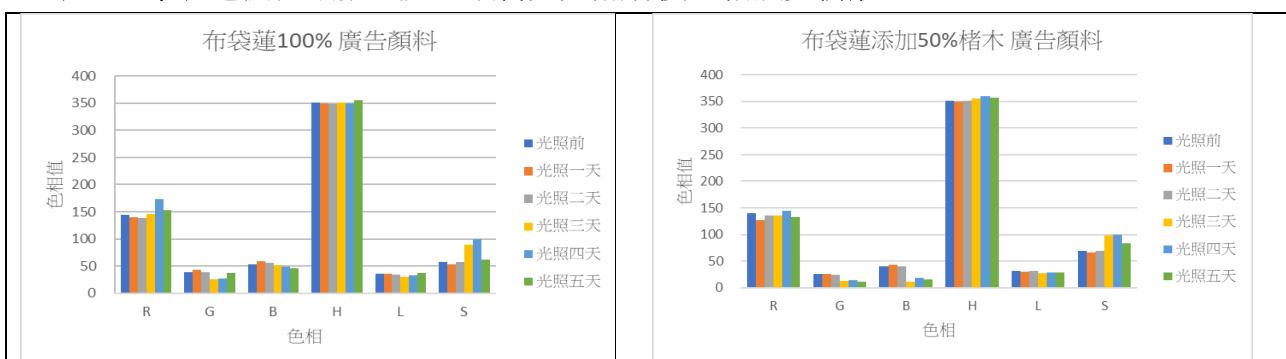


圖 4-24 100% 布袋蓮-廣告顏料

圖 4-25 添加 50% 楠木-廣告顏料

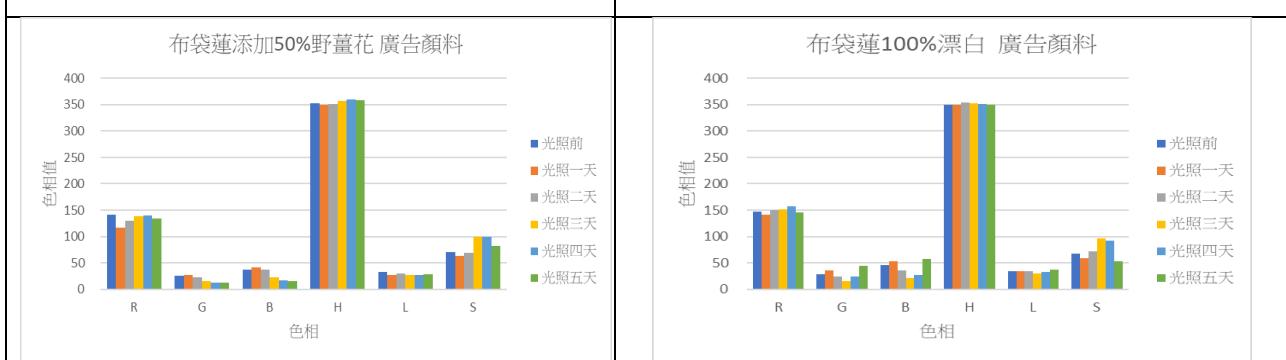


圖 4-26 添加 50% 野薑花-廣告顏料

圖 4-27 100% 布袋蓮(漂白處理)-廣告顏料

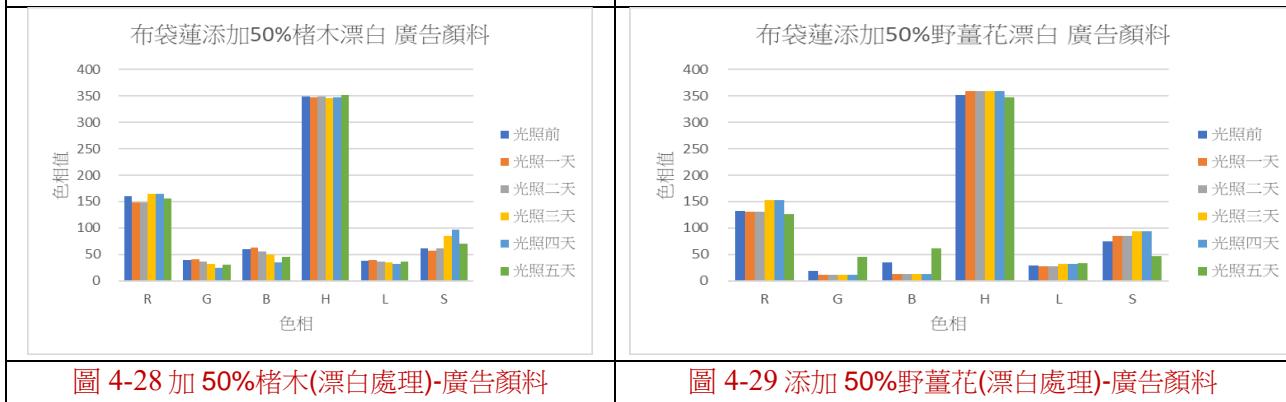


圖 4-28 加 50% 楠木(漂白處理)-廣告顏料

圖 4-29 添加 50% 野薑花(漂白處理)-廣告顏料

三、將布袋蓮複合紙塗版畫油墨後曝曬紫外光，結果如表 4-8，分析如下

- 1.未漂白的布袋蓮複合紙，照射五天後，其平均 RGB 值差異不大。(圖 4-30~圖 4-32)
- 2.經漂白的布袋蓮添加 50%野薑花複合紙，第五天時 GB 值提升，S 值(飽和度)下降，顯示鮮豔程度降低。

表 4-8 布袋蓮複合紙張塗版畫油墨受光照射後色相改變情形



圖 4-30 100% 布袋蓮-版畫油墨顏料

圖 4-31 添加 50% 楠木-版畫油墨顏料

圖 4-32 添加 50% 野薑花-版畫油墨顏料

圖 4-33 100% 布袋蓮(漂白處理)-版畫油墨顏料

圖 4-34 加 50% 楠木(漂白處理)-版畫油墨顏料

圖 4-35 添加 50% 野薑花(漂白處理)-版畫油墨顏料

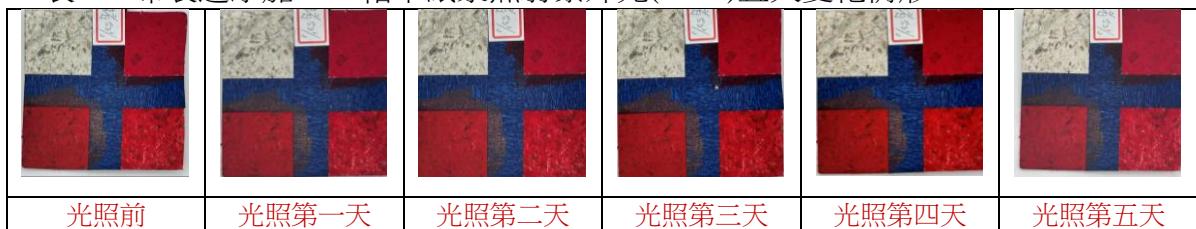
依據表 4-7~4-8，可發現經五天 UVB 光照後，將未漂白的布袋蓮複合紙塗布廣告顏料及版畫油墨，RGB 值未有明顯變化，色相、亮度及飽和度等大致相同，表示布袋蓮複合紙塗布顏料後經曝曬具有一定的穩定性。(表 4-9)

漂白紙張部分，100%布袋蓮、添加50%野薑花塗廣告顏料漂白複合紙及添加50%野薑花塗油墨顏料漂白複合紙在第五天的GB值皆有提升，輔以S值(飽和度)觀察，表示顏色有變化。

討論：

- 根據資料，[紫外線是造成紙張色彩破壞的原因之一](#)，為了避免其他因素影響，選擇照射紫外光進行實驗，紫外光中以UVB破壞紙張能力最強，因此[選擇UVB照射希望可以在短時間內明顯判斷差異](#)。
- 為了客觀判斷顏色變化，透過[紙張五點RGB平均值](#)，分析數值變化進而判斷顏色變化。但未漂白的布袋蓮複合紙會有斑點，因此需盡量在同一位置檢測。
- 為避免光線變化造成誤差，我們[利用小型攝影箱，固定燈光亮度及色溫](#)，使用[同一台相機](#)進行拍攝。

表 4-9 布袋蓮添加 50% 楠木紙漿照射紫外光(UVB)五天變化情形



實驗六：探討布袋蓮複合紙張的應用

為了更直觀比較布袋蓮複合紙張特性，我們依據實驗 3-1~3-5，將紙張與坊間紙張進行比較，並加以比序繪製表 4-10。

表 4-10 布袋蓮複合紙對比坊間用紙對照表

添加纖維種類	無	楮木				野薑花				坊間紙張比序
添加比率	0%	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	
含布袋蓮比率	100%	75%	50%	25%	0%	75%	50%	25%	0%	
厚度(mm)	0.13	0.09	0.09	0.09	0.12	0.07	0.07	0.06	0.04	
特性強度類似的坊間紙張	吸水性	宣	宣	擦	擦	擦	宣	宣	宣	擦>宣>彩>影
	吸油性	彩	彩	彩	彩	擦	宣	影	影	彩>擦>宣>影
	抗張力	宣	宣	宣	宣	宣	擦	擦	影	彩>影>擦>宣
	抗破力	宣	宣	宣	宣	擦	宣	擦	擦	彩>影>擦>宣
	透光度	彩	彩	影	影	影	影	影	宣	擦>宣>影>彩
坊間紙張厚度(mm)		水彩紙 0.29>影印紙 0.08 >擦手紙 0.073>宣紙 0.04								

綜合實驗 3-1~3-5 及表 4-10，布袋蓮中添加楮木紙漿及野薑花在優先考量抗張力、抗破
力程度及布袋蓮最大含量下，以添加 50%較適合，因此我們採用這兩種紙張委由美勞老師及
組員進行創作並記錄使用想法。作品創作說明如 表 4-11：

表 4-11 布袋蓮紙張應用分析

纖維種類	添加楮木紙漿				
作品呈現					
作品媒材	水彩	版畫油印	廣告顏料 葉脈拓印	色鉛筆	窗紙
繪製效果及使用者感想	吸水較佳，暈開效果較清楚，纖維感較重。 紙張色彩有氣質。	色澤清晰，顏色飽和，油墨沾黏較多。	稍不易上色，顏料需調濃一點。	紙張表面較軟，會起毛，可上色，但不可用太尖的筆或太用力。	具質感。漂白紙張透光度較佳。抗破程度較添加野薑花差。
纖維種類	添加野薑花纖維				
作品呈現					
作品媒材	水彩	版畫油印	廣告顏料 葉脈拓印	摺紙 包裝	窗紙
繪製效果及使用者感想	比較不吸水，適合用疊畫方式繪製。 紙張強度佳。	上墨容易，墨色邊緣清晰，具特殊質感。	上色容易，不易渲染開，葉脈紋理清晰。	強度夠，很容易折，也不容易破。	具質感。漂白紙張透光度較佳。抗破強度較高。

討論：

- 利用不同纖維的添加完成的布袋蓮複合紙張，在紙張特性上各有不同。
- 添加楮木纖維，適於藝術作品如彩畫、書籤等，在吸水性及吸油性表現較佳，也可應用吸水及吸油紙等。
- 添加野薑花纖維，除了適合疊畫出美麗的彩畫作品、版畫書籤，強韌的特性可做為包裝材料及和式窗紙。

伍、結論

依據研究目的及實驗結果與討論，結論如下：

- 一、布袋蓮紙張具香味，葉柄具有纖維，不需使用鹼性物質即可解纖製作成紙張。
- 二、布袋蓮纖維添加不同比例的楮木紙漿及野薑花纖維能製作出不同性質紙張。透過自製檢測裝置能發現以下特性：
 - (1)添加楮木紙漿，能提升布袋蓮紙張的吸水性和吸油性。
 - (2)添加野薑花纖維，能提升布袋蓮紙張的抗張力和抗破力。
- 三、布袋蓮纖維以濃度 10% 過碳酸鈉浸泡清洗後再以 10% 次氯酸鈉的二段式漂白，能有效製作布袋蓮漂白紙張。
- 四、布袋蓮複合紙經曝曬後，塗料顏色不會立刻變色，顏色安定性佳。
- 五、布袋蓮複合紙用途廣泛：
 - (1) 添加楮木紙漿布袋蓮複合紙張，質感佳，適合應用在吸水材、繪畫、書籤等美術創作用途。
 - (2) 添加野薑花纖維的布袋蓮複合紙張較強韌，適合應用在版畫、摺紙、包裝材料及各式窗紙等用途。
- 六、本研究成功利用布袋蓮添加楮木及野薑花纖維製作複合紙張，為外來入侵種的布袋蓮找到新的用途，兼顧環保與經濟。

陸、未來展望

在本實驗中，布袋蓮造紙還有許多可能性！未來還想探討：

- 一、實驗 3-1 中以布袋蓮為原料造紙的吸油效果高於坊間擦手紙，未來想繼續研究如何製作吸油等特殊用紙，運用在家庭及工廠等油汙場所。
- 二、為確認環保重複性，未來將評估製作出的布袋蓮紙張回收後其紙張特性會如何改變？
- 三、推廣應用布袋蓮紙張：布袋蓮生長真的很快速，對生態的影響很大，我們製作的布袋蓮複合紙具有特殊質感，非常適用在生活中，未來希望將布袋蓮造紙應用推廣，提高布袋蓮經濟價值，讓更多人投入環境保護。

柒、參考文獻資料

一、蔡文田(2013)。布袋蓮：一種可為淨化水質與沼氣原料。科學月刊 524 期。取自
<https://www.scimonth.com.tw/archives/5850>

二、布袋蓮。維基百科。取自 <https://reurl.cc/xprVV5>

三、【織物記憶】殺手變織品 布袋蓮的華麗蛻變。農傳媒。取自
<https://www.agriharvest.tw/archives/105750>

四、華紙-談紙之間。中華紙漿股份有限公司。取自
https://www.chp.com.tw/product/product_learn

五、台灣區造紙工業同業公會。紙種介紹。取自 https://www.paper.org.tw/zh-tw/overview/?_fp=13。

六、永續林業與消費。取自 http://www.eqpf.org/wood2/consurtion_3.html

七、紙張性質知多少?道林紙銅版 - 林業試驗所。取自
https://ws.tfri.gov.tw/001/Upload/Old-File/files/%E6%9E%97%E6%A5%AD%E7%A0%94%E7%A9%B6%E5%B0%88%E8%A8%8A7_2_%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E5%9C%92%E5%9C%B0_2.pdf

八、臺北市私立光仁小學。水餃熟了，胡蘿蔔知道。第 51 屆全國中小學科展。國小組，生活與應用科學科

九、臺北市私立光仁小學。你有多「混」，我知道。第 47 屆全國中小學科展。國小組，自然科

十、高雄市左營區舊城國民小學。菱角殼製漿造紙可行性之研究。第 48 屆全國中小學科展。國小組，生活與應用科學科。

十一、臺東縣立寶桑國民中學。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。國中組，生活與應用科學科

十二、宜蘭縣員山鄉七賢國民小學。一「頁」菩提--菩提葉造紙全記錄。第 58 屆全國中小學科展。國小組，生活與應用科學科（二）

十三、高雄市立橋頭國民中學。藻紙如此，何必砍樹。探討利用三種絲狀藻造紙效果之比較。第 63 屆全國中小學科展。國中組，生活與應用科學科（二）

十四、譚蕙婷等(2015)。國小自然科學第四冊 p.46-49。台北市。康軒文教事業。

十五、王國財(1995)。漂白方法對手工造紙原料紙漿顏色安定性之影響。台灣省林業試驗所研究報告季刊 10(3):369 - 376,1995.

十六、模擬日光加速實驗對於印刷品曝曬及褪色效應之影響。姚秉綱。卷期：第二十一卷第二期（第 96 期），94 年 6 月出版。頁次：33-43。取自

<https://www.cepp.gov.tw/Page?key=000in&key2=000qa&key3=00nim>

十七、三原色光模式。維基百科。取自

<https://zh.wikipe->

[dia.org/wiki/%E4%B8%89%E5%8E%9F%E8%89%B2%E5%85%89%E6%A8%A1%E5%BC%8F](https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E4%B8%89%E5%8E%9F%E8%89%B2%E5%85%89%E6%A8%A1%E5%BC%8F&oldid=24081000)

十八、HSL 和 HSV 色彩空間。維基百科。取自 <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=HSL&oldid=24081000>

【評語】083009

本作品混合布袋蓮、野薑花、楮木紙漿，製作布袋蓮複合紙，探討添加野薑花及楮木紙漿的差異性，並透過自製裝置進行抗張、抗破力、透光度、曝曬後顏色安定性等紙張性質。研究設計完整，涵蓋造紙製程、成紙特性分析、漂白處理與色澤穩定性測試，驗證布袋蓮造紙的可行性，並提出具體改善策略。製成成品後亦解決了布袋蓮廢棄處理的問題。

作品海報

布紙童童好

— 布袋蓮複合紙之探討



摘要

本研究以布袋蓮作為主要搓揉原料，選用野薑花、楮木紙漿、探討布袋蓮複合紙的製作。透過該結果，紙張性質評估布袋蓮造紙的可行性。比較加野薑花及楮木紙漿的差異性，並透過自製裝置進行抗壓、抗破裂力、透光度、擗撕後顏色安定性等紙張性質，探討布袋蓮複合紙的應用及價值。

結果發現，布袋蓮複合紙有質感，添加野薑花纖維可提升紙張抗拉及抗壓力，添加楮木紙漿可提升吸水、吸油效果。使用漂白劑以二段式漂白，能將布袋蓮紙張漂白，增加利用價值。透過專家評估及創作，可作為彩畫、版畫、書紙、包裝材等應用，為破壞環境生態的布袋蓮找到新的利用價值。

研究動機

在四上自然課水中生物單元中認識布袋蓮是一種漂浮性外來入侵種的水生植物，因生長快速影響生態環境，常開花賣許多人力及經費進行移除。如果能將移除後的布袋蓮加以利用，將增加更多的經濟價值！生活中常宣導，不浪費紙張可以少砍樹，一般紙張以植物纖維為原料，觀察布袋蓮內也有許多纖維，因此想探討，布袋蓮應用在紙張上的可行性？校園中野薑花常因生長茂盛而砍掉丟棄。如果布袋蓮添加野薑花等不同比例搓揉製作的紙張特性是否會有差異？制作出的紙張要如何檢測？想利用發酵裝置檢測紙張特性，並找出生活上的應用。

*研究內容中圖表皆由作者及指導老師拍攝製作

研究目的

- 一、透過紙博物館參訪，探討布袋蓮搓揉的可行性。
- 二、探討添加楮木及野薑花纖維制作布袋蓮複合紙的方法及可行性。
- 三、自製檢測裝置，比較布袋蓮複合紙吸水性、吸油性、抗張力、抗破裂力及透光度等特性。
- 四、測試布袋蓮複合紙的漂白方法，分析漂白前後的紙張特性。
- 五、探討光羽織織對布袋蓮複合紙顏色安定性的影響。
- 六、透過紙張特性分析及使用經驗分享，探討找出布袋蓮複合紙的應用。

研究設備與器材

實驗器具 電磁爐、果汁機、磅秤、秒錶、計時器、不鏽鋼、木棍、厚度計。

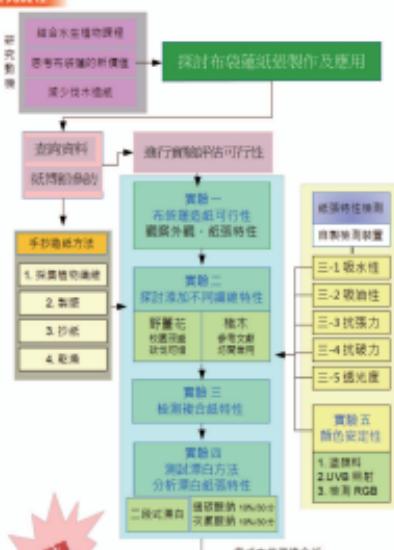
實驗材料 布袋蓮、野薑花、楮木紙漿、樹脂、氫氧化鈉、沙拉油、過酸鈉、次氯酸鈉。

自製檢測裝置



研究過程與方法

研究進程



文獻回顧



資料來源與說明：布袋蓮紙研究小組

目前生活紙張應用主要進紙材料以木質纖維為主，非木質材料雖有相關研究，但目前在臺灣全國科展研究中較少針對布袋蓮及野薑花應用在紙張相關研究，對於複合纖維研究較少發現野薑花纖維的探討。

實驗一：探討布袋蓮撘紙可行性

為確認布袋蓮是否能造紙，我們到新竹機械廠濕地採集布袋蓮，並至紙博物館進行參訪、體驗撘紙方法及相關知識。

紙張製作



實驗二：探討製作布袋蓮複合紙的方法及可行性

純布袋蓮抄紙取出，不小心會破裂。加入不同纖維能否改善？校園野薑花修剪後的枝葉常被丟棄，野薑花纖維加入布袋蓮摺紙中會不會提升特性呢？另外加入楮木（楮樹）紙漿原漿製作不同比例的複合纖維作為摺紙的對照，比例如下：

布袋蓮纖維添加楮木紙漿比例			
楮木 0%	布袋蓮纖維		
(所占總紙漿量)			
楮木 25%	楮木 50%	楮木 75%	對照 (楮木100%)
布袋蓮纖維添加野薑花纖維比例			
(所占總紙漿量)			
野薑花 25%	野薑花 50%	野薑花 75%	對照 (楮木100%)

實驗步驟

1. 取布袋蓮洗淨敲打，取纖維 60g。
2. 野薑花加入氫氧化鈉 2 小時，參考 52 屆全國科展 芒草-變裝-show！以 40% 氢氧化鈉 100 克：野薑花 400 克 比例原加。（實驗時請做好防護措施。）
3. 清洗野薑花纖維，取出捶打。
4. 將不同纖維依據布袋蓮比例先以果汁機調和後加入水中。
5. 加入樹脂。
6. 抄網放入水中 讓纖維平鋪於網中。
7. 將紙張拔起、拍打多餘水分。
8. 紙張置於小不鏽鋼盤蓋並放入大盤中隔水加熱烘至乾燥。

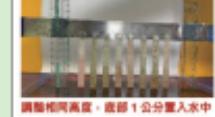


實驗三-1：紙張特性檢測-吸水性

根據資料，選擇吸水性、吸油性、抗張力、抗破裂力及透光度進行檢測，並以我們生活中常用的影印紙、宣紙、水彩紙及擦手紙作為對照比較。吸水性檢測方法：依據課堂所學，檢測相同直條紙張的吸水高度。

吸水性檢測實驗步驟

1. 紙張裁剪成寬 1 公分、長 10 公分長條。
2. 利用磁鐵將紙條吸在捲尺上，調整相對高度。
3. 水盆水位高度調整成 1.5 公分。
4. 線尺放置在捲尺上，紙條底部 1 公分置入水中。
5. 以錄影、拍攝方式每 1 分鐘檢測吸水高度。
6. 檢測三分鐘後紙張吸水量。（吸水量 = 吸水後重 - 吸水前重）



實驗三-2：斑強特性檢測 - 吸油性檢測**實驗步驟**

- 分別將不同紙張裁切成 3 乘以 3 公分大小，並量測紙張重量。
- 將餐盒中倒入 10 毫升沙拉油。
- 檢測紙張置入油中 10 秒後取
出量測重量。
- 計算吸油量。（吸油量 = 吸油後重 - 原紙重）

**實驗三-3：斑強特性檢測 - 抗張力****實驗步驟**

1. 將檢測紙張剪 1 公分、長 10 公分長條。
2. 紙條兩端 5 公分固定。
3. 調整扭臂使其平行旋轉，扭臂拉力計至紙條斷裂，這段斷裂時的拉力即為抗張力。

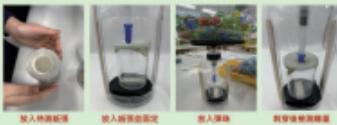
**實驗三-4：斑強特性檢測 - 抗張力**

抗張力是以拉扯方式檢測，我們想知道當紙張被頭破

的特性是否異異，改良 51 產全植物膠原品 [水胶熟了、红蘿蔔如糖] 中檢測水胶皮 Q 度的複雜度，利用生活中容易取得的用品製作抗張力檢測裝置。

抗張力檢測裝置結構**實驗步驟**

1. 將檢測紙張裁成長寬為 6X6 公分，拉扯後以繩子繫住。
2. 設定拉起，放入樣板，繩子拉到測量紙張中心位置。
3. 依序放入彈珠，待彈珠掉落至量尺後量測彈珠距離。

**實驗三-5：斑強特性檢測 - 透光度**

利用生活中容易取得的用品製作更便捷的透光度檢測裝置。檢測原理是：當燈光照射時，燈光亮度越大，所接受到的光強越強，太陽能板產生電壓越大，因此電壓值越高表示透光效果越好。

實驗步驟

1. 檢測紙張切削時的光暗電壓。
2. 將檢測紙張裁成 6 乘以 6 公分大小，覆蓋在太陽能板上。
3. 運動離上，打開電源，檢測電壓值。

**實驗四：布袋襯複合紙的漂白方法，分析漂白張張特性**

根據實驗一- 實驗3，布袋襯強度具有總色點，雖然具有斑強特色，但為了讓未來紙張使用更文書滿意，我們需試用漂白劑進行布袋襯漂白。

實驗評價**實驗五：檢討光譜對布袋襯複合紙顏色安定性的影響**

為了解布袋襯複合紙對於光譜顏色安定性，我們選擇美勞課常用的水性顏料（廣告顏料）及油性顏料（底漆油墨）塗在布袋襯複合紙上，以臺灣玻璃紙遮蔽的 UV-B 光線照射，並以色相分析 APP Color Analyzer 測試 R、G、B 值，並以 H(色相)、S(飽和度)、L(亮度)輔助觀照不同紙張對顏色的安定性。

**實驗六：檢討布袋襯複合紙的應用**

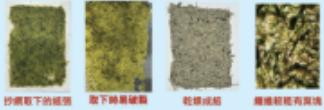
透過數位分析添加不同顏色的水性紙板及油性紙板製作布袋襯複合紙特性，製作成各種應用作品，與專家(美勞老師)討論，評估應用效果，找到不同紙張應用價值。

研究結果與討論**實驗一：探討布袋襯複合紙可行性**

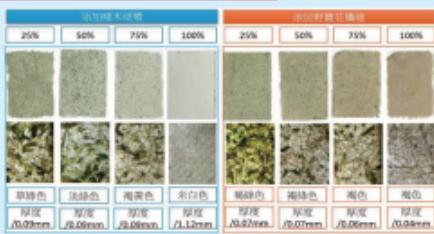
探討布袋襯加入不同

纖維製紙效果

- 1.紙張顏色為綠色、有草味氣味。
- 2.抄紙時，從抄網撕下來要特別小心，較容易掉落。
- 3.以 3 倍放大鏡 5 片觀察，纖維交疊、間隙較多，有塊狀綠色表皮。

**討論**

1. 廉價專家：苦艾子含有木質素，木質素在板，莖幹等部分含量較多，因此布袋襯不用蒸煮紙張進行製備。
2. 舊布袋襯有香氣，能製作蛋殼、纖維夾帶病害表皮，較不細緻。

實驗二：探討製作布袋襯複合紙的方法及可行性

1. 準加木材紙漿的紙張纖維較細，會均勻分布在布袋襯纖維隙隙中。

2. 野薑花纖維較長，100%野薑花纖維過。

3. 添加不同比例的混合纖維，皆能製作完整紙張。

實驗三-1：斑張特性檢測 - 吸水性檢測

1. 準加木材紙漿 - 吸水性會逐漸增加。

2. 準加野薑花纖維並不準加越多越佳。布袋襯複合紙添加 50%野薑花纖維時，吸水性提升最多。

布袋襯複合紙與坊間紙張吸水性比較

1. 準加不同紙漿 - 吸水性會數較布袋襯紙張提升。

2. 布袋襯複合紙張吸水性較印紙、面紙、水彩紙佳。

實驗三-2：斑張特性檢測 - 吸油性

1. 準加 25%糖木糖吸油性佳。

2. 100%野薑花纖維並不準加越多越佳。

布袋襯複合紙張與坊間紙張吸油性比較

1. 水彩紙吸油量較多，摺子紙其次，影印紙最低。

2. 準加野薑花纖維的布袋襯複合紙張，吸油性會比坊間紙張高。

3. 準加野薑花纖維的布袋襯複合紙張，吸油性介於摺子紙與影印紙張。

實驗三-3：斑張特性檢測 - 抗張力

1. 100%糖木糖製作的紙張抗張力最高。

2. 布袋襯紙張並不準比糖木糖紙張製作的紙張，抗張力未能增加。

3. 100%野薑花纖維製作的紙張抗張力最佳。

布袋襯複合紙張與坊間紙張抗張力比較

1. 手抄紙中，100%野薑花纖維製作的紙張抗張力最大，接近影印紙。

2. 布袋襯複合紙張，加入 75%的野薑花纖維的抗張力最大。

3. 烘乾紙張中，水彩紙的抗張力最大。

實驗三-4：斑張特性檢測 - 透光度

1. 100%糖木糖的光暗電壓最高。

2. 布袋襯紙張並不準比糖木糖紙張製作的紙張，抗張力未能增加。

3. 100%野薑花纖維製作的紙張抗張力最佳。

布袋襯複合紙張與坊間紙張抗張力比較

1. 手抄紙中，100%野薑花纖維製作的紙張抗張力最大，接近影印紙。

2. 布袋襯複合紙張，加入 75%的野薑花纖維的抗張力最大。

3. 烘乾紙張中，水彩紙的抗張力最大。

實驗三-5：檢討光譜對布袋襯複合紙顏色安定性的影響**討論**

紙張色彩來源儀器價格昂貴，我們向生活中可取的物品及課堂所學加以研發或改良檢測裝置，抗張力檢測裝置過去研究，多在紙張下懸掛重物，倒掛紙掉下瞬間物品會散出，改善傾斜，利用拉力計直接檢測斷裂時施予的力量較為方便。

