

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科

030813

食紙大動~校園垃圾達人秀

學校名稱：臺中縣立豐東國民中學

作者：  國二 劉冠宜  國二 林煒修  國二 林奕辰	指導老師：  賴月琴
-----------------------------------------------	------------------

關鍵詞：手抄再生紙、可以吃的紙、有機肥

# 食紙大動—校園垃圾達人秀

## 摘要

校園垃圾何其多，我們作品中已成功且積極呈現處理校園三大垃圾的成果：廢紙自製手抄再生紙並結合紙藝做出愛的小書、壓花卡片、酸鹼試紙。廚餘做成可以吃的紙及有機肥、落葉結合手抄再生紙做成藝術卡片及有機肥。木棉花等做成木棉花紙、試紙…，幾乎所有的紙漿廢水經過測試均對植物生長無害，確實達成廢棄物再利用、節能環保的終極任務。

## 壹、研究動機

唉！這學期竟然抽到箋王一「倒垃圾」的衛生工作，每次掃地時間拜託同學掃快一點，好讓我快一點到達垃圾場排個好位置，但常常總是天不從人願…。有時，排了老半天，竟然說垃圾太多，垃圾車已滿，明天請早。天啊！怎麼每一班的垃圾都這麼多？想到每天拿到這麼多的廢紙、落葉和三月鋪滿校門口的木棉花，心裡就恨不得希望它們像變魔術一樣，能夠消失不見。

二下課本第二章恰好學到酸鹼鹽及檢測酸鹼性的試紙…等。去年一年級的我們，對於校門口的木棉花落沒什麼感覺，現在覺得它的花落、花汁似乎在向我們訴說它有特殊的任務及使命等著我們去完成…。

同樣的，學校團膳每天八個人一輪，不到一個星期就要抬一次。本來，業者就會將剩菜剩飯拿去餵豬，我們也只想用一些剩菜剩飯來做有機肥，做到後來，居然電視新聞就有業者開發可以吃的紙，這讓我們太感興趣了，如果我們可以用手抄紙的方法，將喜歡吃的剩菜剩飯等廚餘做成可吃的紙，失敗品就與落葉做成廚餘液及廚餘肥土，那不是點心費都省了？事不宜遲，快點找老師研究、討論、討論…，「校園垃圾」—我來了！

## 貳、研究目的

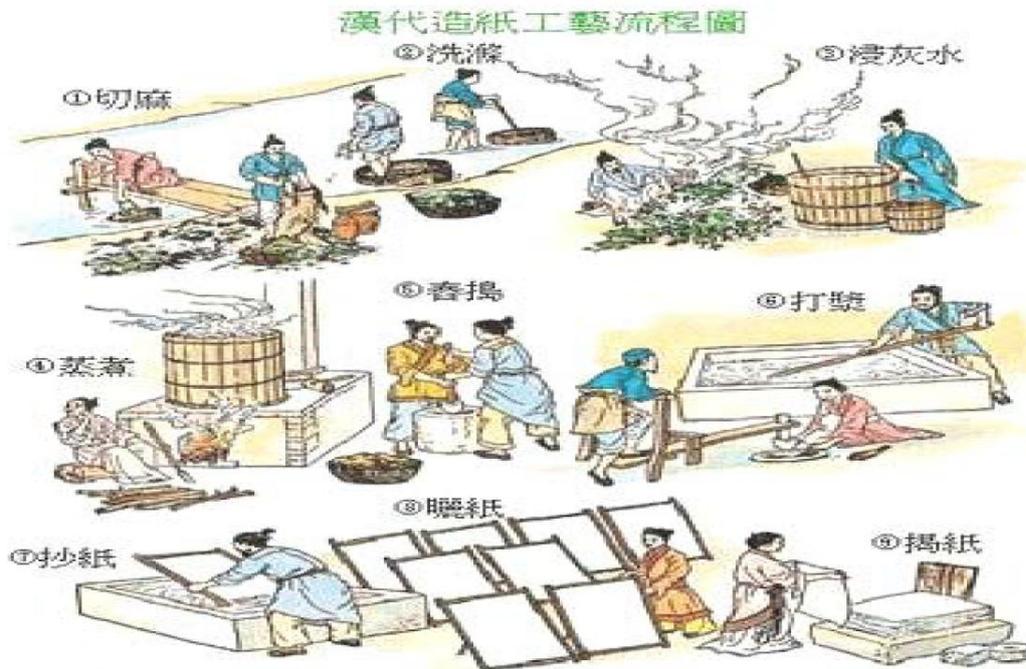
- 1.了解造紙工業的環保問題與手抄再生紙製作的價值
- 2.自製「手抄再生紙」結合壓花技術和紙藝技術的應用
- 3.運用手抄再生紙的製造技術將「廚餘、班級走廊種的有機生菜做成可以吃的紙」
- 4.廚餘、落葉做成廚餘液、廚餘土的有機肥再利用
- 5.校門口垃圾「木棉花」造紙及廢液的再利用

## 參、文獻探討<sup>1-5</sup>

### 一、了解造紙的時期及造紙材料

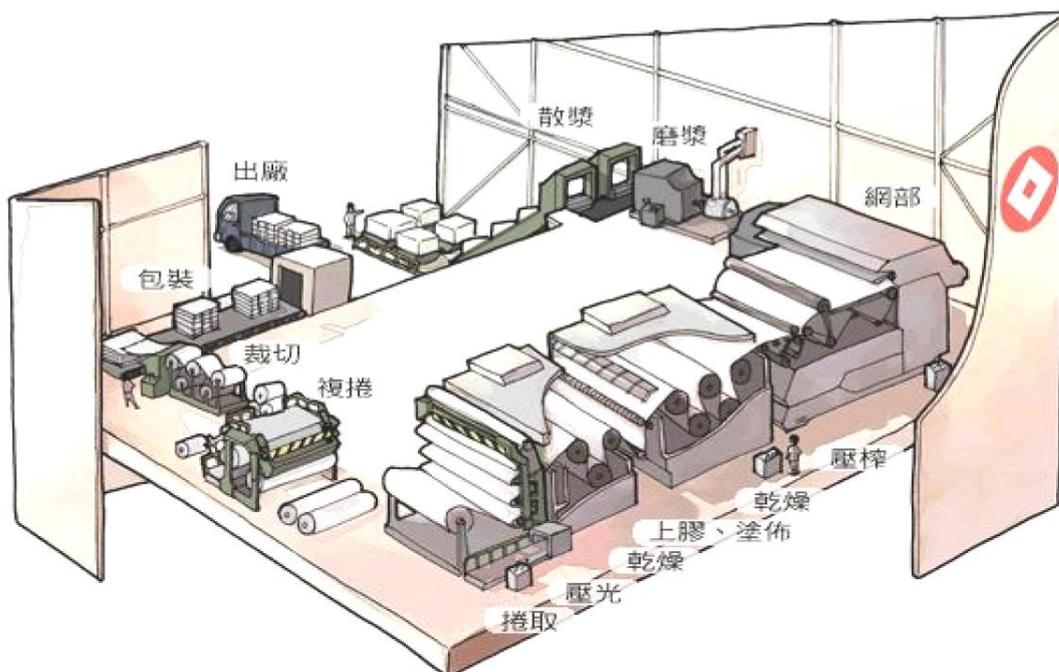
- ◆ 西漢—絲棉造紙、由高纖維的大麻及苧麻的灑橋紙
- ◆ 東漢—蔡倫用樹皮、麻、破布跟魚網來造紙，品質輕薄、適合寫字、價格便宜、可廢物利用且適合大量生產，由漢和帝表揚而推行全國

#### 東漢造紙流程示意圖



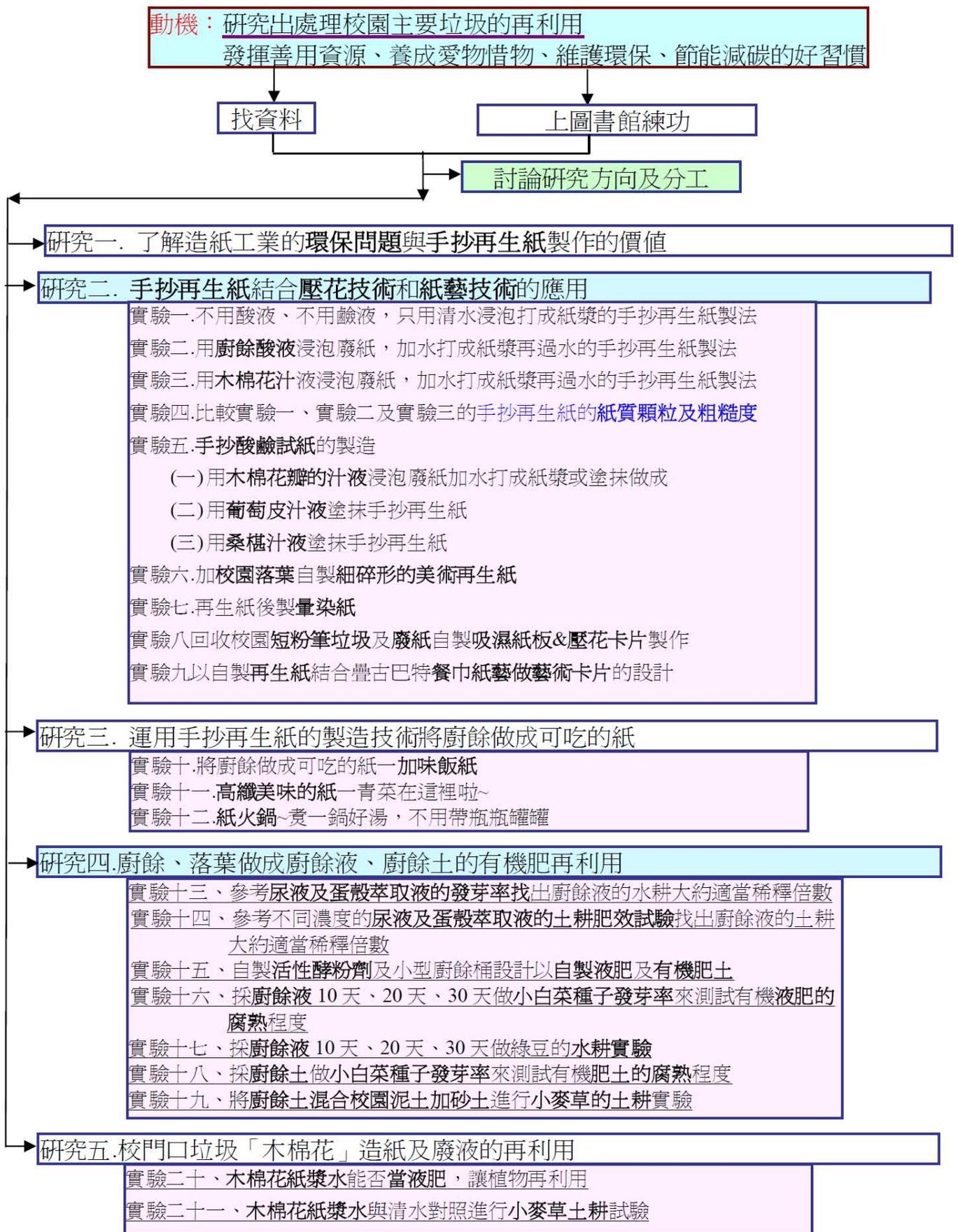
- ◆ 魏晉南北朝—藤、竹、麥桿、稻桿等高纖維作物造紙
- ◆ 隋唐時代—麻、藤、海草、檀樹皮(宣紙)等原料，造紙業發達
- ◆ 現代造紙—木材先以三種方法機械製漿法、化學製漿法和半化學製漿法等轉變成紙漿，再經三步驟散漿、打漿、加膠與充填而製成

### 二、了解現代造紙工業的製程(下圖為製紙的 12 個製造流程)



【其餘內容如附件一】

## 研究架構



## 肆、研究設備及器材

藥品部份：鹽酸、洗廁劑、氫氧化鈉、酒精、台灣 A 菜種子、進口彩色 A 菜種子、市售培養土、小白菜種子、小麥草種子、綠豆種子、鮮花材、校園多種花瓣

食材部份：桑椹汁、柳丁、胡蘿蔔、辣椒、糖、鹽、鳳梨、咖哩粉、馬鈴薯、奶粉、健健美飲料、發酵粉、優酪乳、米糠、稻穀、黃豆粉、山泉水、紅糖。

自製部份：手抄再生紙、木棉花試紙、桑椹汁酸鹼試紙、葡萄皮汁酸鹼試紙、廚餘液肥、廚餘肥土、吸濕板、廚餘桶 (4 公升塑膠桶)、水耕及土耕容器

【其餘內容如附件二】

## 伍、研究過程及方法

### 研究一、了解造紙工業的環保問題與手抄再生紙製作的價值

想法：由文獻探討可知傳統與現在的造紙工業製法，了解造紙廢水污染問題、環保問題。研究手抄再生紙的製作及使用價值，為自己學到了寶貴又實用的一門課。

#### (一)現代造紙工業<sup>6</sup>

##### 1.紙漿製造：

①砍樹→②樹幹削成小碎片→(需耗掉不少電力)③以化學酸液軟化木片→(廢液造成水污染)④軟化後的木纖維再研磨(又需耗掉不少電力)→紙漿

##### 2.紙張製造：如附件三。

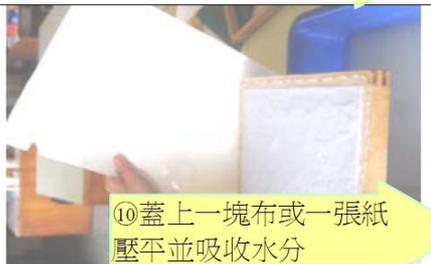
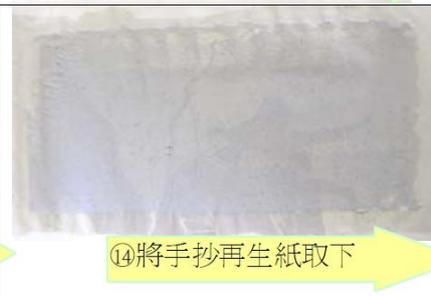
(二)手抄再生紙的價值：回收一次使用後再回收第二次、第三次，最後才作為垃圾處理→少砍樹以維護森林資源、垃圾減量→森林可以穩定氣候、清淨空氣、釋放芬多精及氧氣→森林可以把雨水留住，使在用水不致枯竭→防止水土流失、山洪爆發…免受水災之禍、乾旱之苦→使各種動物得以棲息→維持生態平衡→貫徹『回收省資源、降低污染』的環保行動。

## 研究二、手抄再生紙結合壓花技術和紙藝技術的應用

想法：每次過聖誕節、生日、教師節...，我們都會荷包大失血。如果將不要的廢紙做成手抄再生紙，再結合水上印花做成流沙箋、壓花、結合蝶古巴特餐巾紙藝術等製成手工卡片和紙藝品，那就太好了。

### 實驗一.不用酸液、不用鹼液，只用清水浸泡打成紙漿的手抄再生紙製法

步驟流程如相片圖示：

 <p>①用碎紙機切碎的紙，取 50g 碎紙加水浸泡到第二天</p>	 <p>②倒入果汁機中</p>	 <p>③再加兩份的水打漿</p>
 <p>④倒漿入長形槽</p>	 <p>⑤調勻的紙漿</p>	 <p>⑥絹框放上面，絹網放下面疊好後 45°角插入紙漿槽中</p>
 <p>⑦讓紙漿能適量均勻平鋪於框內約夠一層的量</p>	 <p>⑧用板子輕壓，讓水略為滴乾</p>	 <p>⑨絹框取下</p>
 <p>⑩蓋上一塊布或一張紙壓平並吸收水分</p>	 <p>⑪接著壓著平板將整個絹網翻轉過來</p>	 <p>⑫再蓋上一塊布壓平並吸收水分</p>
 <p>⑬用手指輕彈絹網，使紙與絹網分開後</p>	 <p>⑭將手抄再生紙取下</p>	 <p>⑮拿到通風處晾乾</p> <p>成品</p>

## 實驗二.用廚餘酸液浸泡廢紙，加水打成紙漿再過水的手抄再生紙製法

想法：廢紙要做成紙漿，除了用化學酸液浸爛、水洗外，廢液容易造成水污染，不如用廚餘的酸液來浸爛廢紙來做成紙漿，水洗廚餘液相當於稀釋肥液剛好先試白菜種子的發芽率試驗，再拿來當做液肥(實驗結果如研究四)，就是要做到滴水不露呀！

作法：流程圖示如實驗一所示，不同的是步驟①加「水」浸泡改為加「**廚餘酸液**」浸泡到第二天以及進行到步驟⑥之後，絹框和絹網壓好並一起以45°角插入清水槽中略為過水以洗去廚餘酸液，接下來的步驟相同。



碎紙浸廚餘液中

碎紙浸清水中對照

## 實驗三.用木棉花汁液浸泡廢紙，加水打成紙漿再過水的手抄再生紙製法

想法：我們發現，木棉花掉下來從花托處打出汁或有人腳踏走過，花瓣很快就爛掉了。因此，我們心想或許可以用它來軟化紙漿或當肥液及肥土(實驗如研究五)。

作法：與實驗一相似，但步驟①加「水」浸泡改為加「**木棉花汁液**」浸泡到第二天以及進行到步驟⑥之後，絹框和絹網壓好並一起以45°角插入清水槽中略為過水以洗去木棉花汁液，接下來的步驟相同。

流程圖示如下：



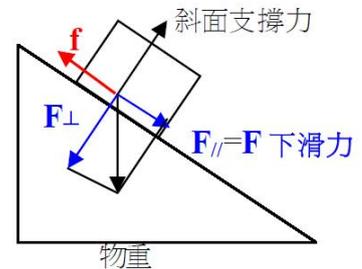


#### 實驗四.比較實驗一、實驗二及實驗三的手抄再生紙的紙質顆粒及粗糙度

原理：物在斜面上的下滑力恰為該斜面的摩擦力，斜面高度愈高，物的下滑力愈大，這就表示斜面愈粗糙。下滑力=物重×斜面高度/斜面長

說明：1.我們設計，實驗中相同的控制變因，例如：物重均為 50 元硬幣，壓克力板斜面長相同等。因此，下滑力會與斜面高度呈正比。

2.力圖表示如右，下滑力  $F$  為物重在斜面的水平分力  $F_{//}$ ，物重的垂直分力  $F_{\perp}$  已被斜面支撐力抵消，所以，物在斜面上的重量相當於只有下滑力而已。



3.物體從斜面上往下運動，摩擦阻力  $f$  則恰與物體的運動相反，當物體在斜面上恰好滑下時，此即表示物體的下滑力  $F$  恰好=斜面的最大靜摩擦力  $f$ ，斜面愈粗糙，最大靜摩擦力也愈大。

圖示及用斜面下滑力大小比較同材質廢紙，不同三種紙漿作法，形成不同粗糙度的比較



結果如附件四表格所示。

#### 實驗五.自製手抄酸鹼試紙的製法

想法：1.以前我們就做過紫色高麗菜試紙、紅鳳菜試紙等，木棉花的花瓣顏色也算鮮艷，是否也可以做測試酸鹼的試紙呢？

(一) 木棉花瓣的汁液浸泡廢紙，加水打成紙漿或塗抹汁液製成酸鹼試紙的製法

流程圖示如實驗三所示。除了直接造木棉花試紙外，也可將舊的圖畫紙背面空白處塗上「木棉花瓣汁液」陰乾到第二天。如下圖所示：



註：木棉花瓣汁液酸鹼試紙如現場資料。



## (二) 用葡萄皮汁液塗抹手抄再生紙製成酸鹼試紙的製法

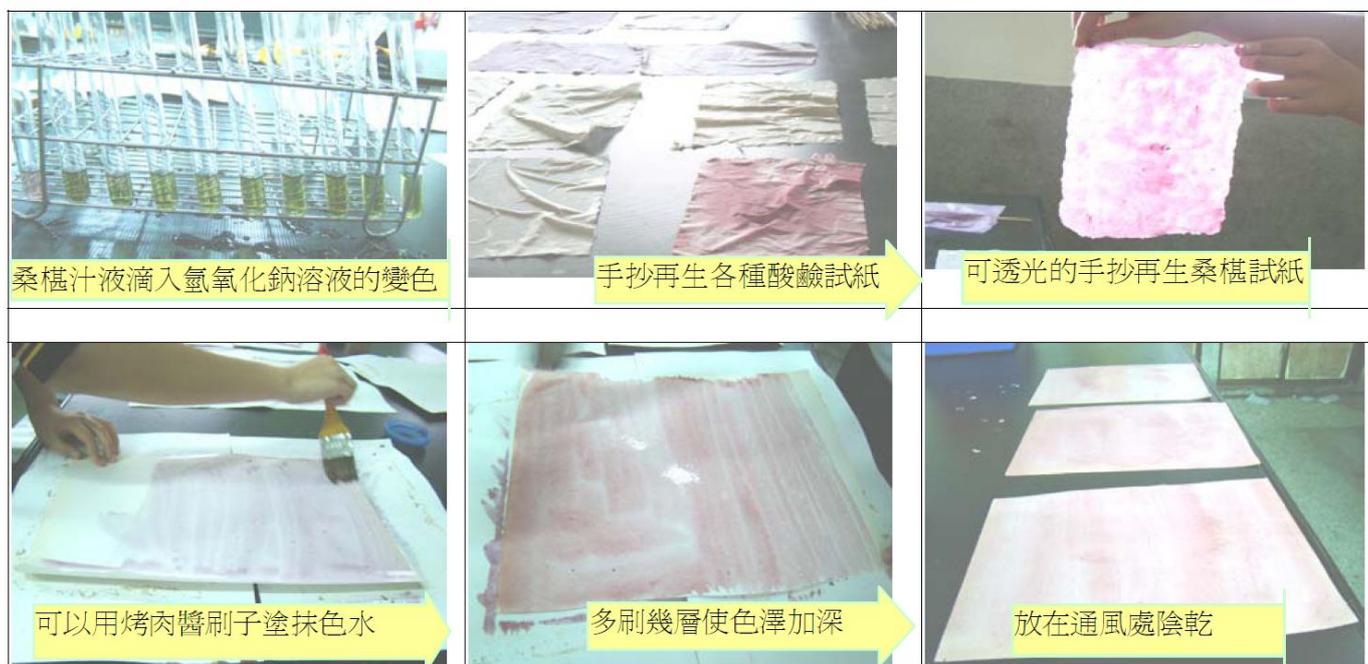
想法：最近同學喜歡帶葡萄來學校吃，而且每次都是吃飽飯，打菜的餐桶抬回去時就亂丟到垃圾桶內，實在令人不舒服，想想它的顏色這麼深，是否也可以製成酸鹼試紙呢？



註：葡萄皮汁液酸鹼試紙如現場資料。

## (三) 用桑椹汁液塗抹手抄再生紙製成酸鹼試紙的製法

想法：四月前後，阿嬤家的桑椹結果豐碩，拿到學校與同學分享外，有些爛果又是變成校園垃圾，還好，它的顏色也很深，說不定也可以拿來當試紙哩！



## 實驗六.加校園落葉自製細碎形的美術再生紙

我們以校園的乾葉打成不規則形狀，再加到剛撈起紙漿的絹網上面，其餘操作步驟則與前面的製紙步驟相同。

## 實驗七. 再生紙後製一暈染紙

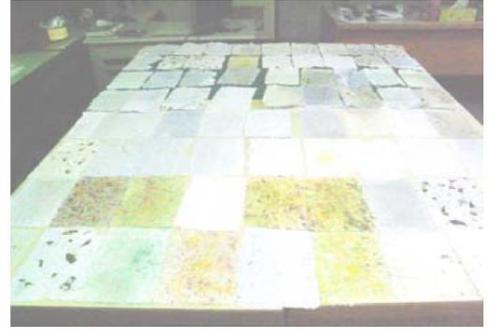
在紙成形在絹網上之後，將其以水：白膠=18：1的比例混合加入半匙廣告顏料，之後再以噴染的方式噴在未乾的手抄再生紙上，等其乾燥後，顏料就已暈染完成。



分類校園楓樹、茄苳樹落葉



工程浩大的碎紙屑回收槽



我們製造的碎形及暈染再生紙

### 實驗八、回收校園短粉筆垃圾及廢紙自製吸濕紙板&壓花卡片製作

自製原因：吸濕板是壓花前花材快速乾燥保色最重要的工具，所以，我們決定自己動手做。

吸水劑材料、吸水及再生反應機制

1. 吸水劑材料(生石灰)的反應方程式： $\text{碳酸鈣加熱變石灰(氧化鈣)} \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
2. 吸水劑可以吸水乾燥的反應方程式： $\text{石灰加水變石灰水} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
3. 吸水劑吸水後再生的反應方程式： $\text{石灰水加熱變回氧化鈣} \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

壓花材料處理文獻<sup>7</sup>整理內容如附件六。

自製吸濕紙板&壓花卡片製作 內容如附件七。

壓花卡片製作成品圖示如下：



### 實驗九.以自製再生紙結合蝶古巴特餐巾紙藝做藝術卡片的设计

結合美術生活科技課，以自製手抄再生紙做紙藝的結合及藝術卡片的设计



蝶古巴特餐巾紙與其它素材結合



剪餐巾紙上的圖案結合再生紙



圖案置於袋上準備上膠相容



筆刷沾特定液以固定圖案



桌上有多張白色自製的再生紙也準備與餐巾紙上的圖案相容

### 研究三、運用手抄再生紙的製造技術將廚餘做成可吃的紙

想法：我們用手抄紙的方法，將喜歡吃的剩菜剩飯等廚餘做成可吃的紙，失敗品就與落葉做成廚餘液及廚餘肥土，既可省點心費，又可處理廚餘垃圾，豈不是一舉兩得？

#### 實驗十. 將廚餘做成可吃的紙—加味飯紙

##### 1.先找出用白飯製成飯紙的比例

<p>用果汁機將 1 碗的白飯加入等量的逆滲透飲水機的熱水比例打成漿</p>	<p>於絹框絹網上倒入飯漿，讓飯漿能適量均勻平鋪於框內約夠一層的量</p>	<p>用乾淨的布塊輕壓，讓水略為滴乾</p>
<p>絹框取下</p>	<p>蓋上一塊乾淨的布壓平並吸收水分</p>	<p>放乾淨的平板在絹網上，接著壓著平板將整個絹網翻轉過來</p>
<p>用手指輕彈絹網，使飯紙與絹網分開後，移開絹網</p> <p><del>糟糕，飯紙與絹網分不開了</del></p>	<p>飯紙上再蓋上一塊乾淨的布壓平並吸收水分</p> <p><del></del></p>	<p>再將平板整個翻轉過來...拿到烤箱中烤乾...</p> <p><del></del></p>

第一個步驟可以加不等熱水的比例，直到成功地做出飯紙來為止。



- 我們將當天剩下好吃的菜，先以湯或熱開水洗去一些油，再加到上述第一個步驟中，另外再加上我們喜歡的調味料，先製成廚餘紙看看。
- 因為飯的黏度高，做到第七個步驟時，飯與網分不開，再經測試，我們決定把上面的製程中絹網改為油紙(可做餅乾送進烤箱烤的那種)才可做出飯紙來。

### 實驗十一.高纖美味的紙~青菜在這裡啦~(可做辣味、原味、鹹、甜味;天然香草味、水果香味...)

想法：可以吃的紙是目前業界最新的點子，而一般大眾還普遍不太能接受，同學也是。因此，沒有對料理食物的一些想法是做不出美味料理的。



我們做出好吃的水果蔬菜高纖紙配方：

- 柳丁高纖紙：柳丁去籽去外皮留果肉+米飯(漿)加(胡蘿蔔、進口彩色 A 菜)(辣椒提味)(+糖)(+鹽)打汁後煮滾→舖平在油紙上→送進烤箱→柳丁高纖紙(共有辣味、原味、甜味三種口味)
- 鳳梨高纖紙：鳳梨取果肉+米飯(漿)加(胡蘿蔔)(辣椒提味)(+糖)(+鹽)打汁後煮滾→舖平在油紙上→送進烤箱→鳳梨高纖紙(共有辣味、原味、甜味三種口味)



### 實驗十二.紙火鍋~煮一鍋好湯，不用帶瓶瓶罐罐

- 醬料塗在紙上隨身攜帶。要煮火鍋時，把熱水煮開，放入紙火鍋，已塗上醬料的紙放入滾

水中，很快地，紙就融化了，並且與醬料直接混合，不同調味就成了一鍋美味的湯了。

2. 配方：可做**咖哩鍋**

馬鈴薯、胡蘿蔔去皮切塊，打粗塊→和飯漿混合→加咖哩→加鹽→煮開→造紙。

3. 配方：可做**牛奶鍋**(芋頭味、…)芋頭去皮切塊→蒸熟→和飯漿混合→加奶粉→打粗漿加鹽→煮開→造紙。

4. 配方：**北海道濃湯**口味(類似咖哩鍋，但不加咖哩…)



#### 研究四、廚餘與落葉做成廚餘液及廚餘土的有機肥再利用

想法：我們班掃外區的，每天都免不了要倒一大桶的落葉。所以，還是集合它們做有機肥土吧！

參考資料文獻整理：

有機肥的基本理論及製造參考資料的認識<sup>8</sup>如附件九。

#### 實驗十三、參考尿液及蛋殼萃取液的發芽率&肥效試驗找出廚餘液的水耕大約適當稀釋倍數

步驟：1.將打蛋剩下的蛋殼及蛋清放到保特瓶中，加 100 倍量的水浸泡二週後得萃取液&蛋萃液，一部份再以 1：1 加水成爲二種濃度的肥液。

2.新鮮尿液加水稀釋成尿液/水 1：10、1：100、1：250、1：500、1：1000 共五種濃度。

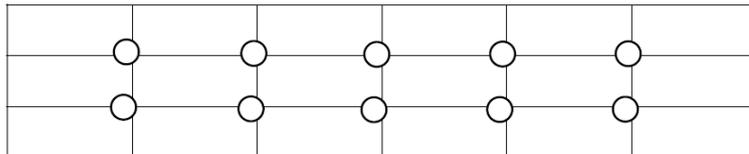
3.濾紙放在培養皿上，每槽放 25 顆小白菜種子。

4.第一天加水 15mL 將濾紙及小白菜種子浸濕。

5.以後每天各加 10mL 的液量，觀察發芽數，共記錄到第五天。

#### 實驗十四、參考不同濃度的尿液及蛋殼萃取液的土耕肥效試驗找出廚餘液的土耕大約適當稀釋倍數

步驟：1.在 B4 紙上畫如面紙盒平面大小，等距畫出 10 個交叉點並剪出 10 個小圓洞，如下圖。



2.紙架在各裝土的面紙盒上，每個小圓洞上放 1 顆小白菜種子。

3.噴水器上先標記每 50cc 的刻度線。

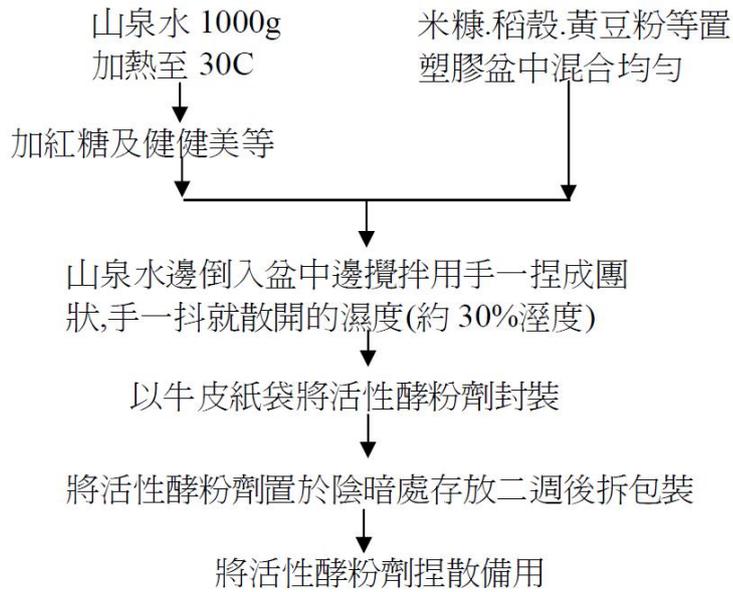
4.每日噴水量控制相同。

#### 實驗十五、自製活性酵粉劑及小型廚餘桶設計以自製液肥及有機肥土

1.自製活性酵粉劑的配方

種類	甲	乙	丙
配 方 內 容	健健美 100cc	健健美 100cc+發酵粉	優酪乳 100cc
	米糠 400g	米糠 400g	米糠 400g
	稻殼 400g	稻殼 400g	稻殼 400g
	黃豆粉 200	黃豆粉 200	黃豆粉 200
	山泉水 1000g	山泉水 1000g	山泉水 1000g
	紅糖 20g	紅糖 20g	紅糖 20g

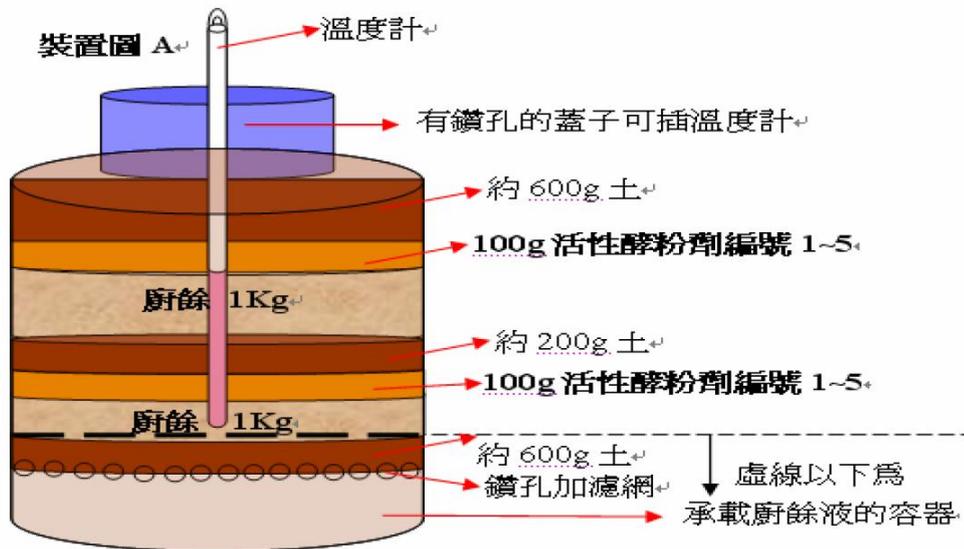
2.配製步驟流程：



相片圖示：



3.廚餘桶內容物充填設計如下圖，其餘裝置圖 B~D 及市售廚餘桶的充填圖如現場資料。



#### 4.自製廚餘桶的分類及編號

裝置	A	B	C	D
廚餘桶的分類及編號	1.活性酵粉劑甲+廚餘	6.甲+廚餘+葉	11.甲+廚餘+葉+空氣	16.甲+廚餘+葉+空氣+水
	2.活性酵粉劑乙+廚餘	7.乙+廚餘+葉	12.乙+廚餘+葉+空氣	17.乙+廚餘+葉+空氣+水
	3.活性酵粉劑丙+廚餘	8.丙+廚餘+葉	13.丙+廚餘+葉+空氣	18.丙+廚餘+葉+空氣+水
	4.市售肥菌土丁+廚餘	9. 丁+廚餘+葉	14. 丁+廚餘+葉+空氣	19. 丁+廚餘+葉+空氣+水
	5.對照組戊+廚餘	9. 戊+廚餘+葉	14. 戊+廚餘+葉+空氣	19. 戊+廚餘+葉+空氣+水

#### 5.小型廚餘桶設計及自製液肥及有機肥土選拍相片圖示及說明如下：

自製廚餘桶(3個塑膠桶可組成2組廚餘桶)

其中一個塑膠桶底部打洞

另一個塑膠桶切半當底承接廚餘液

共製作20組廚餘桶

量濾網大小並規格化

按比例依序分裝校園落葉、廚餘、校土

填裝定量的廚餘+土+(葉)

廚餘分層裝廚餘土+(葉)+酵粉

廚餘封裝後，圖示全部的廚餘組

廚餘桶底部裝通氣孔接上管子

廚餘筒封裝20天的圖片兩圖均顯示分層仍明顯腐熟情形亦緩慢

廚餘桶封裝20天後首度打開的畫面，瓶口充滿白菌

翻堆完將廚餘充填回廚餘桶的圖片

廚餘組翻堆完不分層的圖片

翻堆11天後(滿30天)採廚餘土

取完廚餘組土樣後自然風乾4天

## 實驗十六、採廚餘液 10 天、20 天、30 天做小白菜種子發芽率來測試有機液肥的腐熟程度

步驟：1.採第 10 天的廚餘液，其收集記錄如附件十二所示。

2.同實驗十四的小白菜種子發芽率步驟，採集的廚餘稀釋液測 pH 值並觀察發芽率，將其收集記錄如附件十二所示。

3.採第 20 天的廚餘液，其收集記錄如附件十三所示。

4.同實驗十四的小白菜種子發芽率步驟，採集的廚餘稀釋液測 pH 值並觀察發芽率，將其收集記錄如附件十二所示。

5.採第 30 天的廚餘液，其收集記錄如附件十四所示。

## 實驗十七、採廚餘液 10 天、20 天、30 天做綠豆的水耕實驗

步驟：1.將有 4 個凹槽的奶茶托盤半數均以鑽子刺洞，另半數不刺洞。

2.將有刺洞的托盤置於沒刺洞的托盤上方重疊之。

3.上下盤均寫上廚餘桶編號及稀釋濃度比例。

4.綠豆各數 25 粒置於托盤凹槽內。

5.將有收集到的廚餘液各稀釋成 1：50、1：100、1：200 的濃度。

6.測每組廚餘稀釋液的 pH 值。

7.每凹槽內均加入 30cc 的廚餘稀釋液及清水。

8.浸泡約 3 小時左右，將上層托盤拿起，下盤內的水倒掉上下托盤再重疊之。

9.以濕報紙敷蓋上層托盤，進行第一次催芽至隔日。

10.換新的稀釋液及清水再將綠豆過水 1 分鐘後，再以濕報紙敷蓋，進行第二次催芽 2 小時。

11.每個凹槽內再加約 20cc 液，使水量能淹至綠豆位置，置於室內，每天觀察記錄之。

12.採集 10 天廚餘液水耕栽培結果記錄表及圖示比較如附件十五。

13.採集 20 天廚餘液水耕栽培結果記錄表及圖示比較如附件十六。

14.比較 10 天、20 天、30 天廚餘稀釋液及浸泡綠豆後 pH 值&發芽數圖示如附件十七。

## 實驗十八、採廚餘土做小白菜種子發芽率來測試有機肥土的腐熟程度

步驟：1.採第 30 天及第 40 天廚餘土。

2.廚餘土自然風乾 4 天後，各秤 5 克於錐形瓶中。

3.各加 60°C 100CC 的水，靜置於 60°C 水浴鍋中 3 小時後再各稀釋成 1：50、1：100、1：200 的濃度。

4.折濾紙並過濾之。

5.同實驗十四的小白菜種子發芽率步驟，測各萃取土樣的稀釋液 pH 值並觀察發芽率。

6.第 30 天廚餘肥土土樣外觀及 pH 值等記錄表如附件十八。

7.第 40 天廚餘肥土土樣外觀及 pH 值等記錄表如附件十九。

## 實驗十九、將廚餘土混合校園泥土加砂土進行小麥草的土耕實驗

步驟：1.將風乾後的各廚餘土樣以 1：1、1：3、1：5 的比例混合校園泥土加砂土。

2.將有刺洞的托盤置於沒刺洞的托盤上方重疊之。

3.上下盤均寫上廚餘桶編號及土樣混合比例。

- 4.各稱 100 克混合土樣分別置入已標示名稱記號的土耕容器中。
- 5.小麥草浸水 4 小時。
- 6.小麥草各數 50 粒置於托盤凹槽內。
- 7.每凹槽內均加入 30cc 的清水。
- 8.以舊報紙濕敷蓋上層托盤遮光三天以進行催芽，每天讓報紙浸過水後再蓋上。
- 9.三天後拿走濕報紙開始每天斟量加同等水量。
- 10.數各凹槽的小麥草發芽數。
- 11.一週後，量小麥草的平均質量、高度及萃取汁液 pH 值。
- 12.自製廚餘肥土第 30 天後種小麥草的土耕發芽率及生長記錄表如附件二十。
- 13.自製廚餘肥土第 40 天後種小麥草的土耕發芽率及生長記錄表如附件二十一。



## 研究五、校門口垃圾「木棉花」造紙及廢液的再利用

- 想法：1.比較歷屆全國發表過的作品及參考本校歷屆作品，我們不同以往經過長期但很成功的廚餘研究，已可解決不管是自製手抄再生紙或造可吃的紙後的失敗品、廢水可以混合碎落葉、粗糠、稻殼、泥土，一起發酵成有用的廚餘液肥及有機土，但是超費時且味道不佳。
- 2.我們發現校門口的景觀木棉樹，每年二、三月花落的木棉花垃圾就大大不同了，早上掉下來，大家走過去、踏一踏、正中午大太陽曬一曬，下午掃地時，看起來就像已分解過的咖啡色碎土。我們上網查它的成份，發現木棉花不但無害而且文獻記載有清熱、利濕、止血、解毒之藥理活性。老師說，研究者以甲醇萃取其中的成份，分離得到的其中成份含有化妝品業界最喜歡用的水楊酸（對位-氫氧基苯甲酸 *p*-hydroxybenzoic acid）及其衍生物…。
- 3.我們上網查了許久，除了有一件國小做木棉花指示劑的作品外，歷屆沒有任何處理木棉花的作品。



校門口三月木棉花落四月初已到尾聲



校門口木棉樹只剩殘花後，四月葉就開始生長

## 實驗二十、木棉花紙漿水能否當肥液，讓植物再利用的實驗圖示：





實驗二十一、木棉花紙漿水與清水對照進行小麥草土耕試驗





木棉紙漿水土耕第十天小麥草試驗組 2



塑膠穴槽底座加市售培養土及台灣 A 菜種子



市售培養土培育進口彩色 A 菜種子



培育台灣 A 菜種子 20 天後的生長情形



台灣 A 菜換盆加木棉花汁第二天(已有葉子已變黃) 由此可見市售土及木棉花汁兩者加在一起已有肥傷



售培養土培育進口彩色 A 菜種子 台灣 A 菜換盆加木棉花汁第二天



台灣 A 菜換盆加木棉花汁第三天



台灣 A 菜換盆加木棉花汁第三天試驗組 2



台灣 A 菜換盆加木棉花汁第五天



外國彩色 A 菜試驗組 1



外國彩色 A 菜試驗組 2



外國彩色 A 菜試驗組 3

## 陸、研究結果與結論

詳細內容如附件四。

### 【結論】

真是好辛苦的科學之旅，但是好值得！因為：我們居然能一次解決校園的三大垃圾問題—【廢紙、落葉(含二、三月份的木棉花)、廚餘】。我們讓這些資源垃圾產生了多重的大改造，不只做到了節能減碳，甚至附加價值變高了，果然再生資源的再利用真是生機無限呀！

## 柒、參考資料

- <sup>1</sup> [http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_4a6a464b01000b0y.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_4a6a464b01000b0y.html)
- <sup>2</sup> 造紙同業公會
- <sup>3</sup> 永豐餘造紙公司
- <sup>4</sup> 中國四大發明-合聲出版社
- <sup>5</sup> [http://theme.archives.gov.tw/chunghsing/05paper/06\\_main.asp](http://theme.archives.gov.tw/chunghsing/05paper/06_main.asp)
- <sup>6</sup> [http://theme.archives.gov.tw/chunghsing/05paper/06\\_main.asp](http://theme.archives.gov.tw/chunghsing/05paper/06_main.asp)
- <sup>7</sup> 壓花技術 [http://pressedflower.myweb.hinet.net/new\\_page\\_18.htm](http://pressedflower.myweb.hinet.net/new_page_18.htm)
- <sup>8</sup> <http://www.strawberry.org.tw/>
- <sup>9</sup> 經濟部清潔生產資訊/工業技術研究院化學工業研究所 雙月刊 85年 12月 9期 參考內容「利用高速發酵機製造有機肥料」
- <sup>10</sup> 「肥料與澆水」-合歡出版社 王銘琪著
- <sup>11</sup> 環保標章簡訊 86.4.30 出刊 「堆肥之規格標準誕生」
- <sup>12</sup> 園藝之友第 61 期 1997/5.6 月、第 62 期 1997/7.8 月
- <sup>13</sup> PROECO 環耕-86年 1 月號、9 月號、11 月號
- <sup>14</sup> 環境教育季刊-1998 年 5 月 36 期
- <sup>15</sup> 本校參加縣賽第 41 屆作品
- <sup>16</sup> 國中自然課本第二冊(生物下冊)、第四冊第二章酸鹼鹽及第六章力
- <sup>17</sup> 第 49 全國科展國中組應用科學科「堆」出生機-落葉變黃金
- <sup>18</sup> 靜宜大學應用化學研究所碩士論文「木棉花部成份研究」作者謝振鑑中華民國九十一年六月

## **【評語】 030813**

1. 進行許多實驗，獲得一些成果，有些也具備實用性。
2. 實驗太多，主題分散，反而無法集中焦點。若能針對特定主題，進行較為深入之研究，其成果應更易突顯。