

中華民國 第 49 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

佳作

080804

『渣』很大—殼殼渣渣站起來

—探討椰子殼、茶渣、甘蔗渣等廢棄物再利用

學校名稱：臺中市私立明道普霖斯頓國民小學

作者：	指導老師：
小四 劉冠妤	許森裕
小四 鄭元皓	王懋勳
小四 吳欣融	
小四 張嘉澤	
小四 莊凱歲	
小四 陳為京	

關鍵詞：渣、殼

『渣』很大一殼殼渣渣站起來一

探討椰子殼、茶渣、甘蔗渣等廢棄物再利用

摘要

『資源回收再利用』一直是我們所重視的議題，平常我們只有重視回收紙類、玻璃、鐵鋁罐、保特瓶、電池等。但絕大部份的人卻忽略了我們身邊其實還有很多可回收再利用的物品。本實驗利用椰子殼、甘蔗渣與茶渣，混合最低的回收紙來製造成紙張，並研究紙的隔熱性、吸油性、吸水性與燃燒效能，讓我們眼中絲毫不起眼的殼殼與渣渣做最大的利用。

壹、研究動機

有一次跟家人到新社去玩，在路上爸爸突然想喝椰子汁，我們就在路邊停下來買了椰子汁，當時吸引我的是老闆丟在路邊的椰子殼。我看到堆了一座小山的椰子殼突然想到，這些喝完的椰子殼要怎麼處理阿？心裡有這個疑問之後，我小聲的問老闆，「老闆，這些喝剩下的椰子殼要怎麼辦阿？」。這時老闆想都不想，直接說丟到山裡不要了。知道這個答案之後，心中覺得好可惜喔！回到學校之後，參加學校「自然探索隊」的社團，老師剛好教我們利用不要的廢紙做再生紙，這時我心中馬上想到被丟棄的椰子殼是否也能製作紙類呢？於是在下課之後詢問老師，老師很開心，我們會想要把被丟棄的殘渣再利用，於是我們開始展開了我們的研究，讓殘渣獲得更多的利用價值。

貳、研究目的

- 一、探討椰子殼、甘蔗渣、茶渣、咖啡渣四種廢棄物去向大調查。
- 二、研究椰子殼、甘蔗渣、茶渣、咖啡渣四種廢棄物造紙的可行性。
- 三、觀察椰子殼、甘蔗渣、茶渣造紙後的纖維。
- 四、探討椰子殼、甘蔗渣、茶渣的保存方法。
- 五、研究椰子殼、甘蔗渣、茶渣加入回收紙的最佳製紙比例。
- 六、研究利用椰子殼、甘蔗渣、茶渣做出的紙的隔熱效果。
- 七、研究利用椰子殼、甘蔗渣、茶渣做出的紙的吸油效果。
- 八、研究利用椰子殼、甘蔗渣、茶渣做出的紙的吸水效果。
- 九、研究利用椰子殼、甘蔗渣、茶渣做出的紙的燃燒效能。
- 十、嘗試杯套隔熱實際運用。

參、研究設備及器材

研究工具		研究材料	
製紙工具	絹網、絹框、抹布、果汁機、大塑膠盆、玻璃板、吹風機、熨斗、	製紙材料	甘蔗渣、椰子殼、茶渣、咖啡渣
隔熱實驗工具	鐵罐、溫度計、電磁爐、大鍋子、膠台		
吸水(油)實驗工具	夾子、培養皿	吸油材料	泰山葵花油
燃燒實驗工具	三角架、迴紋針、鐵環、布丁鐵杯、點火器、鋼杯		

肆、研究過程

【研究一】：探討椰子殼、甘蔗渣、茶渣、咖啡渣四種廢棄物去向大調查。

一、選擇廢棄的殘渣

在我們決定主題之後，「椰子殼」是我們第一個決定要選擇的廢棄物，不過我們討論之後，想到了還可以利用「甘蔗渣」、「茶渣」與「咖啡渣」來當做我們廢棄物再利用的材質。

二、椰子殼、甘蔗渣、茶渣、咖啡渣四種廢棄物去向大調查。

我們選擇的四種廢棄物，大家都是如何處理？所以我們選擇做問卷來調查。

您好！我們是 ██████████ 小學的學生，我們現在正在研究有關於一些廢棄物(椰子殼、甘蔗渣、茶渣與咖啡渣)如何處理的調查，麻煩您填寫此問卷。您的寶貴資料是我們科展重要的參考依據，謝謝！

殼殼渣渣廢棄物調察問卷	
店名(地點)(姓名)	
調察物品	<input type="checkbox"/> 椰子殼 <input type="checkbox"/> 甘蔗渣 <input type="checkbox"/> 茶渣 <input type="checkbox"/> 咖啡渣
廢棄物如何處理	

三、問卷調查結果

(一) 我們總共調查了 80 張，有效問卷 78 張，無效問卷 2 張。因為這 2 張問卷的回答與我們廢棄物的調查無關。(如下圖)

殼殼渣渣廢棄物調查問卷		殼殼渣渣廢棄物調查問卷	
店名(地點)(姓名)	(家)	店名(地點)(姓名)	同和
調查物品	<input type="checkbox"/> 椰子殼 <input type="checkbox"/> 甘蔗渣 <input checked="" type="checkbox"/> 茶渣 <input type="checkbox"/> 咖啡渣	調查物品	<input type="checkbox"/> 椰子殼 <input type="checkbox"/> 甘蔗渣 <input type="checkbox"/> 茶渣 <input checked="" type="checkbox"/> 咖啡渣
廢棄物如何處理	茶渣可在泡一次茶	廢棄物如何處理	留著

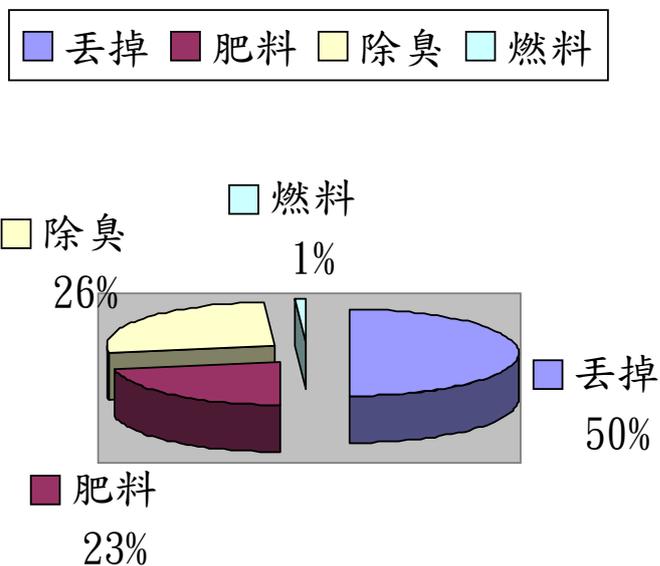
(二) 廢棄物問卷調查統計表：調查的結果發現，有 58% 的家庭都把椰子殼、甘蔗渣、茶渣、咖啡渣當作垃圾丟掉，但有少部份拿來除臭，當肥料或者燃料。調查結果如下：

1. 全部調查卷

(1) 數字統計表格

	丟掉	當土壤肥料	除臭	當燃料
椰子殼	10	1	0	0
甘蔗渣	9	4	0	1
茶渣	18	9	5	0
咖啡渣	3	4	16	0
合計	40	18	21	1

(2) 統計圖表



(3) 結果討論

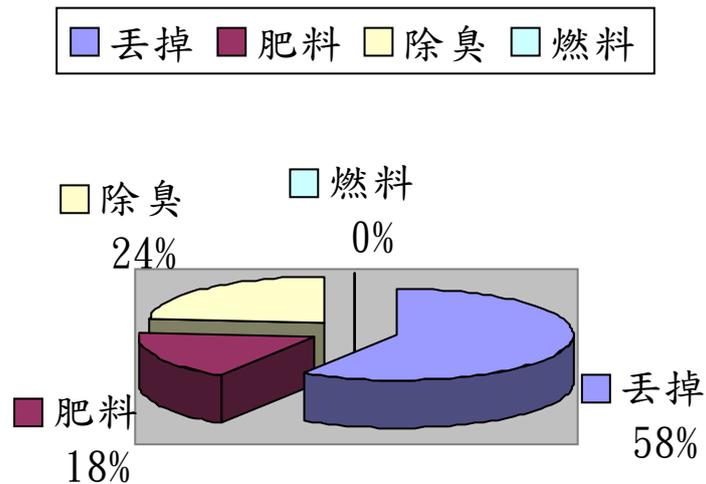
- ◆ 椰子殼：有九成被丟棄。
- ◆ 甘蔗渣：有五成的機會被丟棄，少部份的人會拿來當肥料使用。
- ◆ 茶渣：約五成六的人丟棄，少部份的人拿來當肥料或除臭。
- ◆ 咖啡渣：接近七成的人拿來作除臭，少部份的人丟掉或當肥料。
- ◆ 綜合以上結果，有 50% 的人把這四種廢棄物丟掉，有 26% 的人會拿來除臭，有 23% 的人會拿來當肥料，有 1% 的人會拿來當燃料。

2. 家庭(共 17 個家庭)調查卷

(1) 「家庭」數字統計表格

	丟掉	當土壤肥料	除臭	當燃料
四種廢棄物	10	3	4	0

(2) 統計圖表



(3) 結果討論

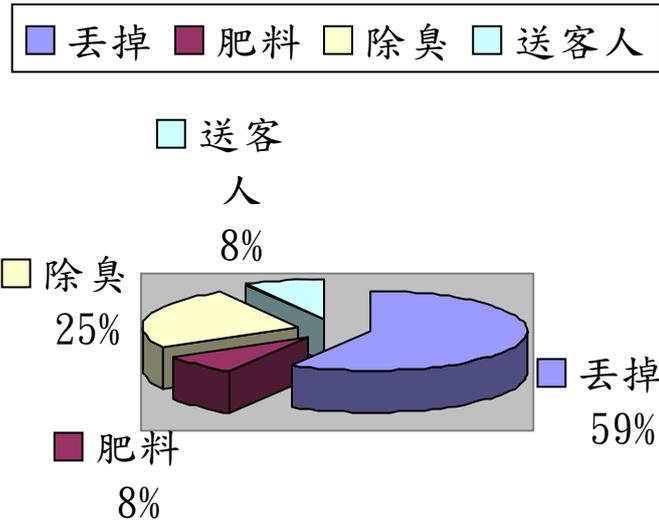
家庭丟掉這四種廢棄物的機會是 58%，除臭的 24%，當肥料 18%，燃料的 0%。

3. 商家(共 12 個店家)調查卷統計表

(1) 「商家」數字統計表格

	丟掉	當土壤肥料	除臭	送客人
四種廢棄物	7	1	3	1

(2) 統計圖表



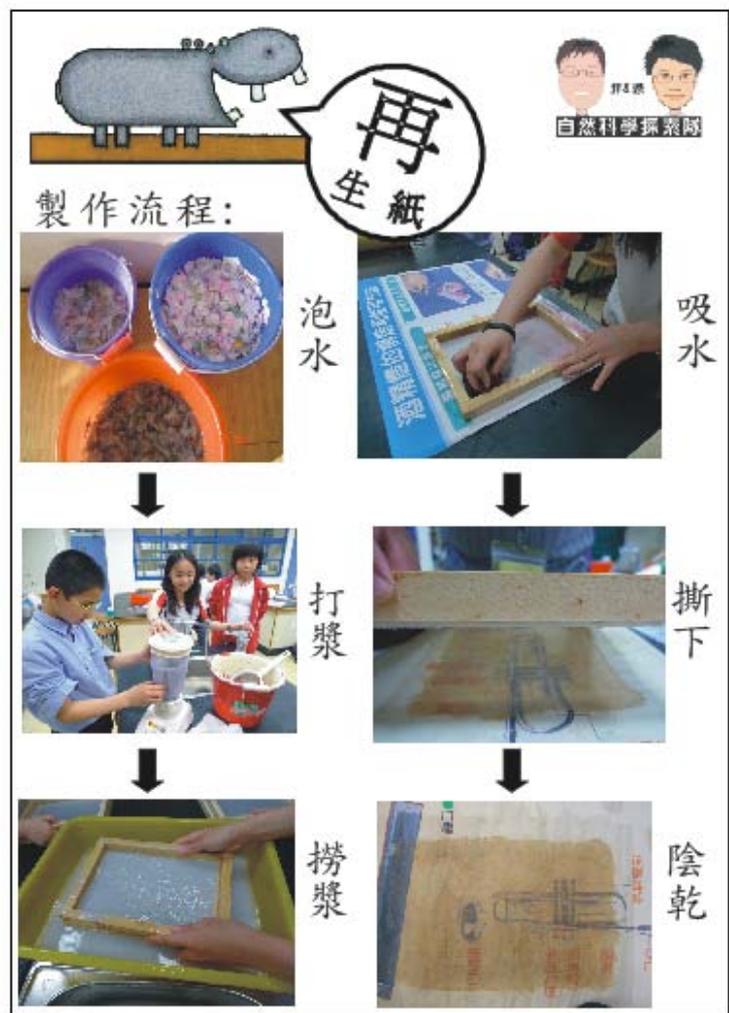
(3) 結果討論

結果讓我們感到驚訝的是竟然有接近六成的店家會直接把廢棄物丟掉。除此之外另有 25%除臭，8%當肥料，8%送客人。

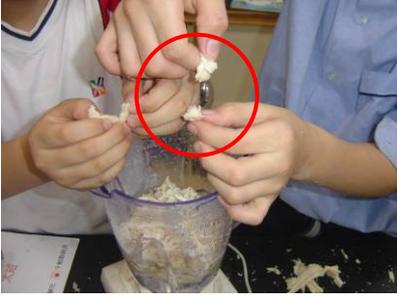
【研究二】：研究椰子殼、甘蔗渣、茶渣、咖啡渣四種廢棄物造紙的可行性。

由【研究一】我們可以知道，這四種廢棄物大部份是被丟棄的，但是這四種廢棄物都可以拿來造紙嗎？

一、造紙的方法：先「泡水」→「打漿」→「撈漿」→「吸水」→「撕下」→「陰乾」。



二、實驗過程：
 (一)「泡水」：

廢棄物	圖片	處理方式
甘蔗		<p>甘蔗只需要在泡水之後，再加入果汁機之前，用手指頭捏成小碎塊丟進去就好了。</p>
茶渣		<p>茶渣是我們從學校旁邊的飲料店(臺灣第一味)拿的，所以濕濕的。直接放入果汁機就可以了。</p>
椰子殼		<p>椰子殼是我們到學校旁的水果店拿的，它的外殼很硬，我們切不下去，請老師幫忙切成小塊的。</p>
咖啡渣		<p>咖啡渣是我們從星巴克拿回來的，細細小小的，所以我們直接放入果汁機中</p>

(二) 「打漿」:

	甘蔗	茶渣	椰子殼	咖啡渣
打漿				

(三) 「撈漿」: 咖啡漿的部份比較難均勻。

	甘蔗	茶渣
撈漿		
	椰子殼	咖啡渣
		

(四) 「吸水」: 利用抹布重覆吸收水份。

(五) 「撕下」:

	甘蔗	茶渣	椰子殼	咖啡渣
撕下				
結果	撕下時，容易碎開	無法完整	可以完整 但成功率低	完全無法撕下
完整度	80%	50%	90%	5%

(六) 「陰乾」: 如果紙張有保持面積 80% 以上是完整的，我們就算是有成功，結果如下統計表格。

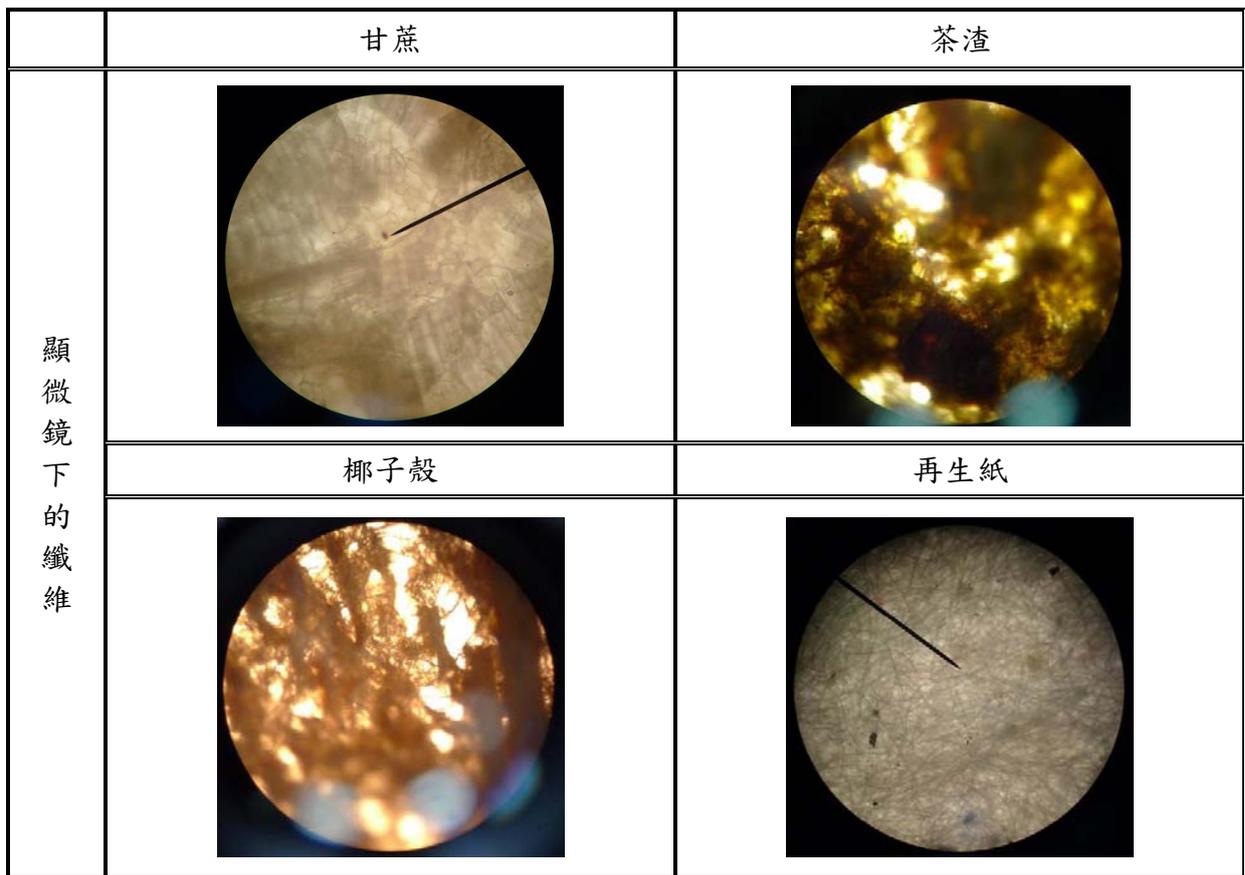
	甘蔗	茶渣	椰子殼	咖啡渣
製紙張數	6	7	5	3
成功張數	2	1	1	0
失敗張數	4	6	4	3
成功率	33%	14%	20%	0%

三、結論

- (一) 在撕下的過程中困難度很高，不管是那個材質的都一樣，沒有我們做再生紙的時後容易。
- (二) 到最後要把紙張取下來時，常常又會撕破，而導致失敗。
- (三) 椰子殼、甘蔗渣、茶渣都有至少有成功一張，所以是有可能來造紙的。
- (四) 咖啡渣完全沒辦法拿來直接造紙，因為它一顆一顆的會黏在絹網上，彼此沒有纖維交錯，所以我們捨棄用這一個原料。

【研究三】: 觀察椰子殼、甘蔗渣、茶渣造紙後的纖維。

- 一、我們一直在想，為什麼第一次造紙失敗率這麼高呢？紙張是由植物的纖維交錯後製成的，所以我們用顯微鏡來觀察，椰子殼、甘蔗渣、茶渣造紙後的纖維。



二、觀察結果：

	甘蔗	茶渣	椰子殼	再生紙
纖維量	第二多	最少	第三多	最多
排名	2	4	3	1
透光度	好	部份不透光	部份不透光	好
排名	1	3	2	1
均勻度	均勻	最不均勻	大部份不均勻	均勻
排名	1	3	2	1
纖維長度	最短	第三長	第二長	最長
排名	4	3	2	1

- (一) 由上面記錄表可以知道，再生紙的纖維量最多，透光度最好，均勻度佳，纖維長度最長。
- (二) 由顯微鏡觀察的結果，我們可以知道利用甘蔗、茶渣和椰子殼原料來做紙有「纖維量少」、「透光不好」、「均勻度差」和「纖維長度短」的缺點，因此在原料中加入少許的「回收紙張」來減少紙張「纖維量少」、「均勻度差」和「纖維長度短」的缺點。

【研究四】：探討椰子殼、甘蔗渣、茶渣的保存方法。

有一次實驗前發現殼渣發霉了。所以我們要先想辦法讓我們收集回來的椰子殼、甘蔗渣、茶渣能保存久一點。最後我們採用曝曬的方式保存。

一、保存原料方法：『曝曬』



【研究五】：研究椰子殼、甘蔗渣、茶渣加入回收紙的最佳製紙比例。

由【研究三】的觀察我們要在殼渣中加入回收紙來製作紙張。但以殼渣為主要原料，因此我們把製紙目標設定為『在製作 10 張的紙中，有 6 張以上完成度是八成的紙』。

一、第一次製紙：加入「2 成」的回收紙

(一) 加入回收紙比例

主要原料重量	椰子殼	甘蔗	茶渣
	40g	40g	40g
回收紙重量	10g	10g	10g
回收紙佔的比例	20%	20%	20%

(二) 實驗方法

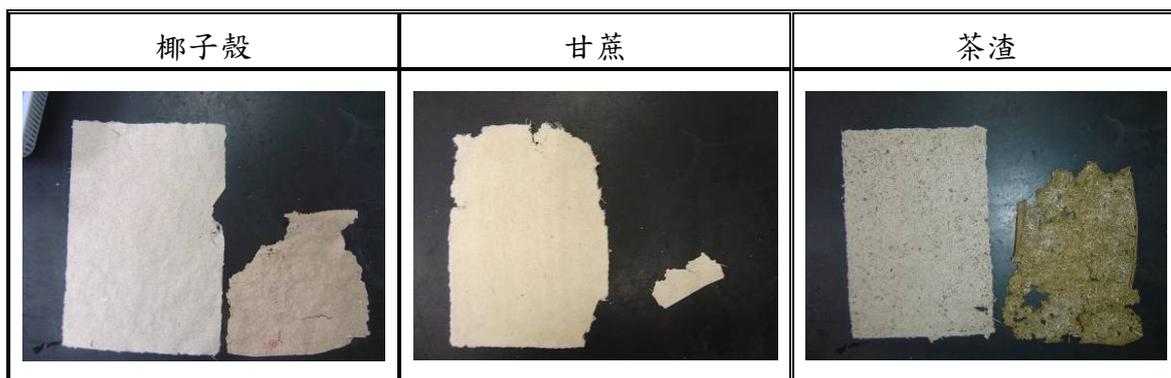
1. 前一天，將甘蔗、椰子殼、茶渣、碎紙加水 1L 浸泡一天。
2. 打漿時，把甘蔗、椰子殼、茶渣再加水 2L 打成漿。
3. 把泡水 1L 的碎紙打成紙漿。
4. 把主原料打成的漿(3L)混合紙漿(1L)後再加入 4L 的水讓溶液成為 8L。

(三) 實驗結果

1. 成果

	椰子殼	甘蔗	茶渣
完成度八成以上紙張	8	3	7
失敗或八成以下紙張	2	7	3
成功率	80%	30%	70%

左邊為第二次的紙，右邊為第一次的紙。兩者比較之下可以觀察出第二次的紙比較完整。



2. 實驗討論

- (1) 加上回收紙的紙張，很明顯的茶渣與椰子殼的顏色都變淺了。不過甘蔗比較沒有改變。
- (2) 椰子殼的成功率 80%，茶渣的成功率 70%。所以比我們估計的 60% 還要高，所以可以降低加入回收紙的量。
- (3) 甘蔗的成功率只有 30%，比我們估計的 60% 還要低，所以必需增加加入回收紙的量。
- (4) 第二次製紙，椰子殼加入 10% 的回收紙，甘蔗加入 30% 的回收紙，茶渣加入 10% 的回收紙。

二、第二次製紙：

(一) 加入回收紙比例

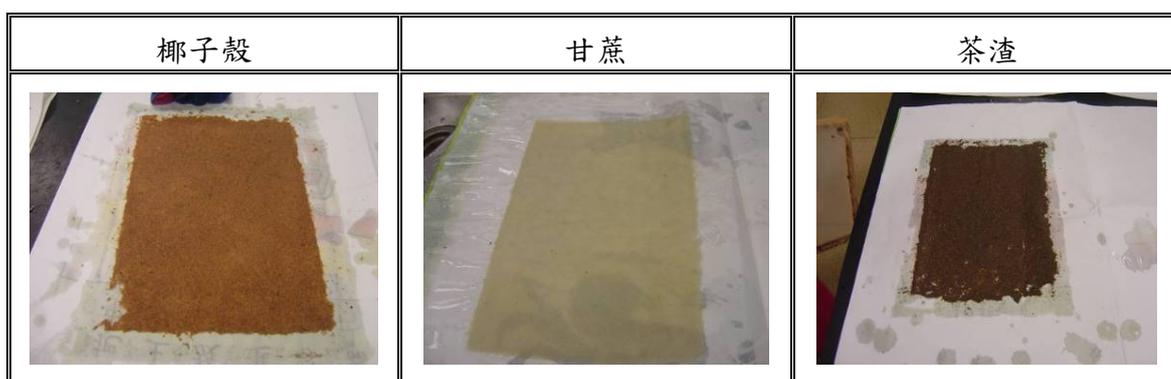
主要原料重量	椰子殼	甘蔗	茶渣
	45g	20g	45g
回收紙重量	5g	6.6g	5g
回收紙佔的比例	10%	30%	10%

(二) 實驗方法(如同上次)

(三) 實驗結果

1. 成果

	椰子殼	甘蔗	茶渣
完成度八成以上紙張	8	5	4
失敗或八成以下紙張	2	5	6
成功率	80%	50%	40%



2. 實驗討論

- (1) 椰子殼成功率一樣維持在 80%，所以可以再減少使用回收紙的量。
- (2) 甘蔗成功率為 50%，比預定的 60% 還要低，所以需增加回收紙的量。
- (3) 茶渣成功率由原本的 70% 下降到 40%，因此需要提高回收紙的量。
- (4) 第三次製紙，椰子殼加入 5% 的回收紙，甘蔗加入 40% 的回收紙，茶渣加入 15% 的回收紙。

三、第三次製紙：

(一) 加入回收紙比例

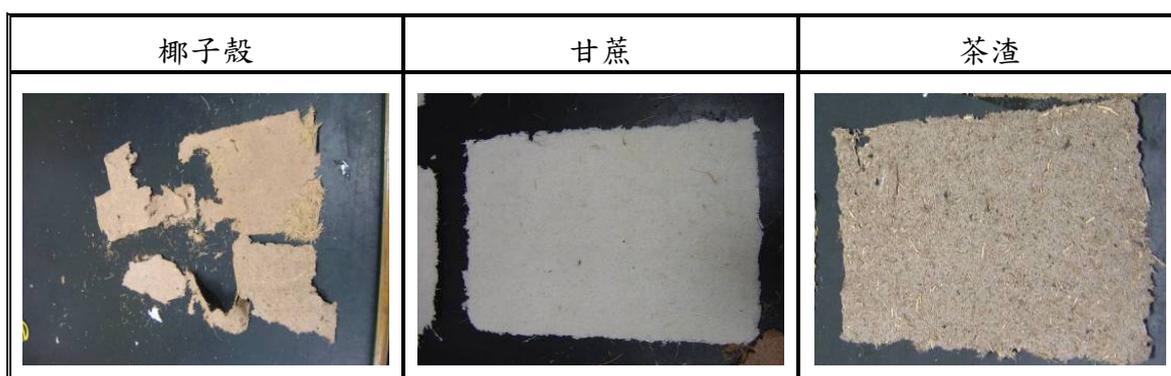
主要原料重量	椰子殼	甘蔗	茶渣
	47.5g	30g	42.5g
回收紙重量	2.5g	20g	7.5g
回收紙佔的比例	5%	40%	15%

(二) 實驗方法(如同上次)

(三) 實驗結果

1. 成果

	椰子殼	甘蔗	茶渣
完成度八成以上紙張	1	8	9
失敗或八成以下紙張	9	2	1
成功率	10%	80%	90%

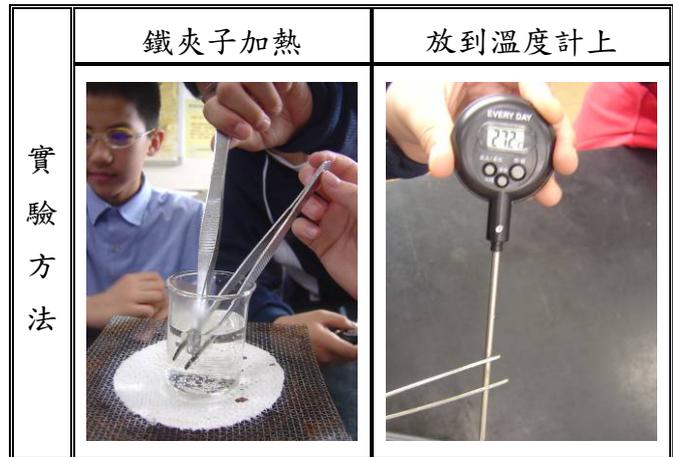


2. 實驗討論

- (1) 椰子殼回收紙減少為 5% 後，紙張不易成形，因此我們決定椰子殼加入回收紙的量為 10% 的回收紙。
- (2) 甘蔗成功率為 80%，因此決定甘蔗加入回收紙的量為 40% 的回收紙。
- (3) 茶渣回收紙提升為 15% 後，成功率也提升到 90%，因此我們決定茶渣加入回收紙的量為 15% 的回收紙。
- (4) 經過四次的實驗，三次的改革，終於成功製造了我們需要的紙張。

【研究六】：研究利用椰子殼、甘蔗渣、茶渣做出的紙的隔熱效果。

我們發現到「甘蔗渣」做出的紙好像保麗龍板喔，想到各大便利商店的熱飲料都有送杯套，主要作用就是預防熱飲料燙到手，所以我們想到來測量各大便利商店的杯套與我們自製的紙隔熱效果哪個比較好？



一、尋找溫度計測量點

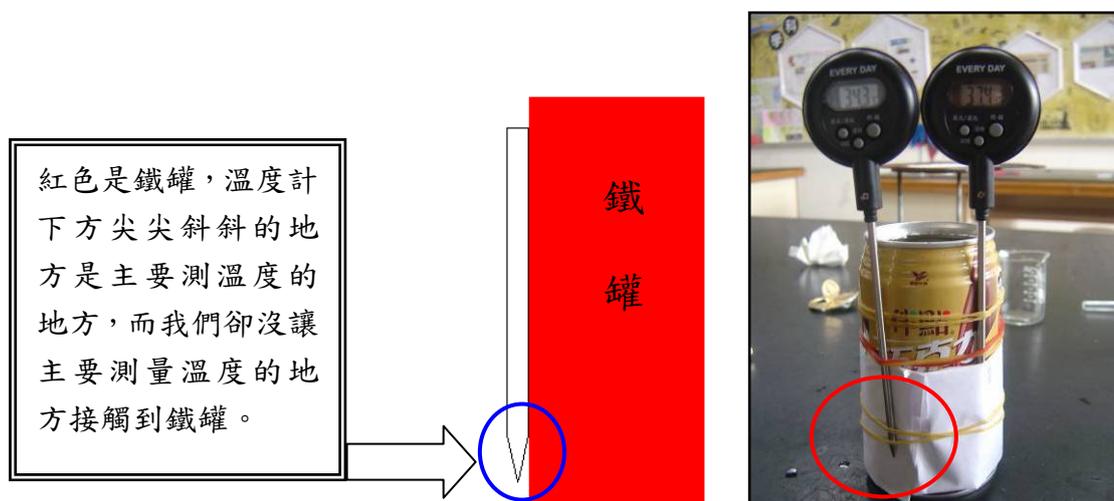
(一) 實驗結果：

	溫度計一開始溫度	鐵夾放「上面」時溫度
溫度		
	26.7°C	26.7°C
	鐵夾放「中間」時溫度	鐵夾放「下面」時溫度
		
	26.7°C	32.3°C

(二) 結論：我們測量出來溫度計能感應溫度的地方是下面尖尖且斜斜的那個點。

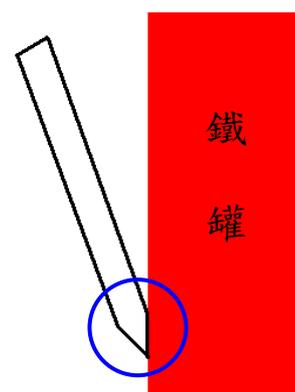
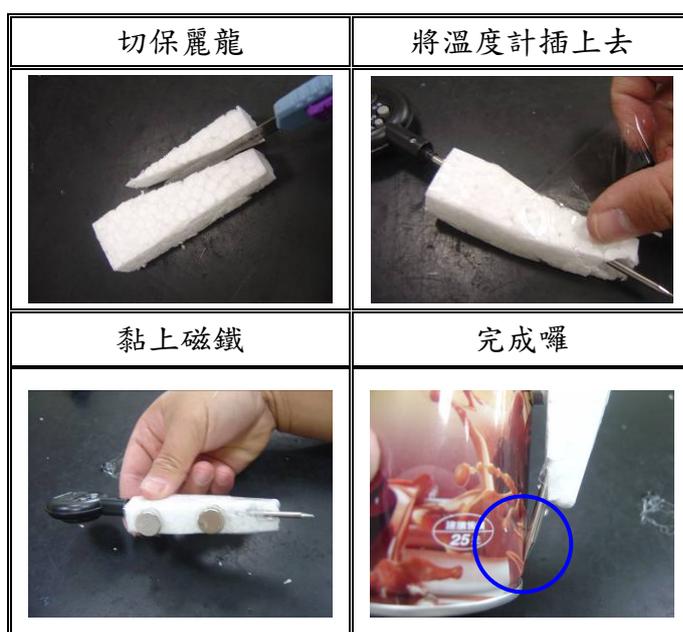
二、第一次設計測量方法：

- (一) 我們討論後決定在鐵罐裡面放滾燙的熱水，然後測量鐵罐表面與有杯套的溫度。
- (二) 一開始我們利用橡皮筋把溫度計固定在鐵罐上，一隻溫度計放隔熱紙裡面，另一隻放隔熱紙外面，這樣就可以很明顯的看出兩者溫度上有差別，不過這時，老師提出了他的看法，老師說你們不是才尋找出溫度計測量的地方，可是現在主要測量溫度確不是你們找到的地方。如下圖。



三、第一次改良溫度計

- (一) 為了讓溫度計尖尖的地方能接觸到鐵罐，所以溫度計必需要斜斜的放。因此我們把溫度計插到保麗龍，然後在保麗龍上黏上強力磁鐵，讓溫度計可以吸在鐵罐上。
- (二) 設計方法如下圖



四、第二次改量溫度計

老師看完後我們的設計後提出了一個問題，我們在測量溫度的那個斜斜的部份，有一半是接觸鐵罐，但另外一半接觸到空氣，這樣實驗會不會有誤差呢？所以我們決定減少誤差，再度進行改良。把溫度計整個都用保麗龍包起來。完成如下圖。



將整隻溫度計包起來，只露出要測量溫度

五、鐵罐的改良

為了方便裝熱水，我們把鐵罐上面的蓋子弄掉，不過這樣做很容易讓熱水的熱散失掉，增加實驗誤差，所以我們用保麗龍做了一個蓋子，來防止熱水的熱散失太快。如下圖。



【加了保麗龍的鐵罐】



左邊的測鐵罐表面溫

右邊的在鐵罐表面加

【實驗完成圖】

六、比較 7-11、萊爾富、ok、全家(杯套)與椰子殼、甘蔗渣、茶渣做的紙的隔熱效果

(一) 實驗方法：

1. 先將 7-11、萊爾富、ok、全家的杯套與椰子殼、甘蔗渣、茶渣做出的紙，剪成 10 公分×2 公分的長方形，並用「游標尺」測量出紙的厚度，再用膠帶黏在鐵罐下面，如右圖。



【利用游標尺量出厚度】



【隔熱紙黏在鐵罐】

2. 每次實驗時都將水煮到滾燙後，取 250cc 的水到入鐵罐中，並用保麗龍蓋蓋住，最後把兩隻溫度計，一隻放鐵罐表面，另一隻放在隔熱紙上面，計錄三次溫度。



【每次都要煮滾】



【取 250cc 熱水倒入】



【開始測量】

(二) 第一次測量溫度

1. 實驗統計表

杯套	紙厚度 (cm)	第一次溫度(°C)				第二次溫度(°C)				第三次溫度(°C)			
		鐵罐表面	隔熱紙表面	溫度差	隔熱效果	鐵罐表面	隔熱紙表面	溫度差	隔熱效果	鐵罐表面	隔熱紙表面	溫度差	隔熱效果
7-11	0.11	77.5	57.2	20.3	3	74.3	55.3	19	3	71.9	53.2	18.7	3
ok	0.12	77.5	55.2	22.3	2	74.3	54	20.3	2	71.9	52.1	19.8	2
萊爾富	0.13	77.5	53.5	24	1	74.3	50.6	23.7	1	71.9	49.7	22.2	1
全家	0.11	77.5	59.5	18	4	74.3	56.8	17.5	4	71.9	54.5	17.4	4
椰子渣	0.1	77.5	62	15.5	5	74.3	60.6	13.7	5	71.9	58.9	13	5
甘蔗渣	0.1	77.5	64.7	12.8	6	74.3	63.5	10.8	7	71.9	62.4	9.5	7
茶渣	0.1	77.5	65.1	12.4	7	74.3	63.2	11.1	6	71.9	61.4	10.5	6

2. 實驗結果

- (1) 7-11、萊爾富、ok、全家，溫度差都比較大，表示，它們的隔熱效果都比我們做出來的紙還要好。
- (2) 隔熱效果優到劣為『萊爾富→ok→7-11→全家→椰子→茶渣→甘蔗』
- (3) 杯套與隔熱紙，溫度越高效果越好，溫度越低效果越不明顯。
- (4) 隔熱效果越好的，杯套的厚度就越厚，所以萊爾富的杯套是 0.13 公分最厚，所以效果最好。
- (5) 實驗中，我們發現自製的隔熱紙效果都輸給各大便利商店，例如：茶渣隔熱紙溫差只有 12.4°C，而萊爾富杯套有 24°C，足足是我們的兩倍呢！不過我們發現了令人震驚的事情，那就是『各大便利商店的杯套有皺褶，而皺褶中有空氣』，難怪我們自製的隔熱紙全部都輸給它們。所以我們決定把這四家便利商店的杯套空氣擠出來，然後再測量一次溫度。



【杯套的皺褶裡有空氣】



【把所有空氣擠出來】

(三) 第二次測量溫度

1. 實驗統計表

杯套	紙厚度 (cm)	第一次溫度(°C)				第二次溫度(°C)				第三次溫度(°C)			
		鐵罐表面	隔熱紙表面	溫度差	隔熱效果	鐵罐表面	隔熱紙表面	溫度差	隔熱效果	鐵罐表面	隔熱紙表面	溫度差	隔熱效果
7-11	0.09	77.5	66.3	11.2	5	74.3	65.1	9.2	7	71.9	63.3	8.6	7
ok	0.1	77.5	65.1	12.4	4	74.3	64.6	9.7	5	71.9	63.1	8.8	6
萊爾富	0.11	77.5	64.6	12.9	2	74.3	62	12.3	2	71.9	62.1	9.8	3
全家	0.1	77.5	67.5	10	6	74.3	65	9.3	6	71.9	62.8	9.1	5
椰子渣	0.1	77.5	62	15.5	1	74.3	60.6	13.7	1	71.9	58.9	13	1
甘蔗渣	0.1	77.5	64.7	12.8	3	74.3	63.5	10.8	4	71.9	62.4	9.5	4
茶渣	0.1	77.5	65.1	12.4	4	74.3	63.2	11.1	3	71.9	61.4	10.5	2

2. 實驗結果

(1) 擠出空氣後，隔熱效果的優到劣為『椰子→茶渣→萊爾富→甘蔗→全家→ok→7-11』，此結果表示如果壓出空氣，我們的隔熱紙隔熱效果優於杯套。

(2) 擠出空氣後，杯套的厚度，統計如下表格。

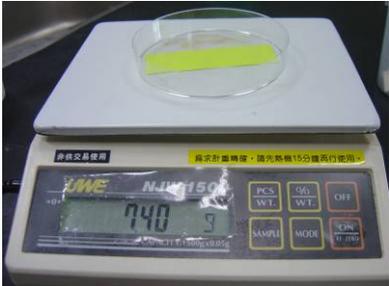
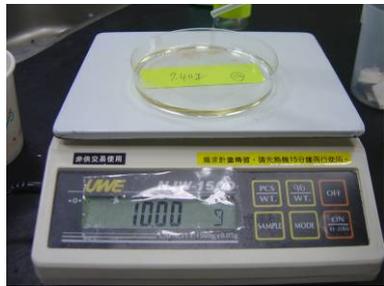
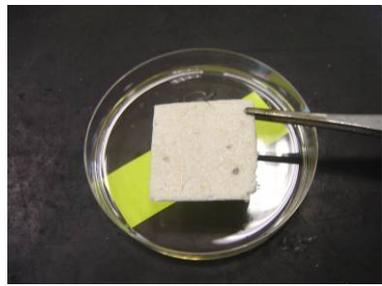
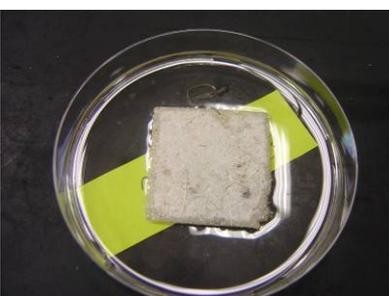
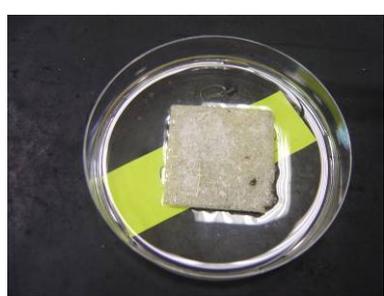
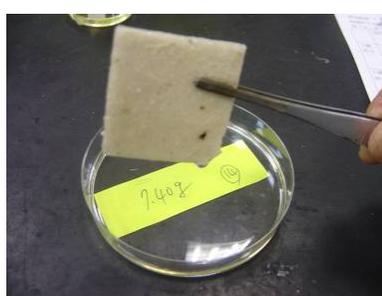
	7-11	ok	萊爾富	全家
有空氣杯套厚度(cm)	0.11	0.12	0.13	0.11
無空氣杯套後度(cm)	0.09	0.1	0.11	0.1
空氣厚度 (cm)	0.02	0.02	0.02	0.01

【研究七】：研究利用椰子殼、甘蔗渣、茶渣做出的紙的吸油效果。

我們想到媽媽時常會在廚房利用廚房紙巾吸油污，因此想比較我們自製的紙與廚房紙巾哪個吸油效果佳？

一、實驗方法：

- (一) 將廚房紙巾、椰子殼、甘蔗渣、茶渣剪成 2x2、3x3、4x4、5x5(cm)大小的正方形。
- (二) 先量空培養皿時的重量，再用培養皿裝 10cc 的油，然後用鑷子將紙張平放在油上 1 分鐘，讓紙充份吸油之後夾起，直到不滴油了，再秤剩下總重量。
- (三) 把原來的油加培養皿重量減掉剩下的油與培養皿重量，就是所吸收的油。

1、先量空的培養皿的重量：為 7.4g	2、再將空培養皿「歸零」後，加入 10g 的油	3、將紙平放入培養皿中
		
4、慢慢的油會被紙所吸收	5、等約 1 分鐘，讓紙充份吸收油	6、用鑷子把紙夾起來，直到油不再滴下來為止。
		

二、實驗結果：

	空杯 + 10g 油重	2x2 正方形		3x3 正方形		4x4 正方形		5x5 正方形	
		吸油後 杯子 +油重	吸油 重量	吸油後 杯子 +油重	吸油 重量	吸油後 杯子 +油重	吸油 重量	吸油後 杯子 +油重	吸油 重量
廚房 紙 巾	17.4	17.25	0.15	17.05	0.35	16.9	0.5	16.55	0.85
	17.4	17.27	0.13	17.06	0.34	16.9	0.5	16.6	0.8
	17.4	17.25	0.15	17.03	0.37	16.85	0.55	16.55	0.85
椰子 殼 紙	17.4	17.3	0.1	17.2	0.2	16.9	0.5	16.4	1
	17.4	17.25	0.15	17.15	0.25	16.75	0.65	16.45	0.95
	17.4	17.3	0.1	17.10	0.3	16.85	0.55	16.5	0.9
甘 蔗 渣 紙	17.4	17.05	0.35	16.4	1	15.6	1.8	14.9	2.5
	17.4	17.15	0.25	16.35	1.05	15.4	2	14.7	2.7
	17.4	17	0.4	16.5	0.9	15.5	1.9	14.9	2.5
茶 渣 紙	17.4	17.3	0.1	17	0.4	16.8	0.6	16.4	1
	17.4	17.3	0.1	17.1	0.3	16.75	0.65	16.45	0.95
	17.4	17.25	0.15	17	0.4	16.7	0.7	16.6	0.8

三、實驗討論：

【不同大小的紙，平均吸油重量】

	2x2 正方形 平均吸油 重量	3x3 正方形 平均吸油 重量	4x4 正方形 平均吸油 重量	5x5 正方形 平均吸油 重量	總吸油 平均	吸油 效果 排名
廚房紙巾	0.14g	0.35 g	0.52 g	0.83 g	4.05 g	4
椰子殼紙	0.12 g	0.25 g	0.57 g	0.95 g	4.92 g	3
甘蔗渣紙	0.33 g	0.98 g	1.90 g	2.57 g	5.51 g	1
茶渣紙	0.12 g	0.37 g	0.65 g	0.92 g	5.39 g	2

- (一) 吸油效果由多到少為：甘蔗渣 > 茶渣 > 椰子殼 > 廚房紙巾
- (二) 實驗中，我們考量到吸油的紙巾，在我們日常生活中，是因為它可以吸油的部份是靠面積，所以我們讓紙張的面積保持一樣，但卻沒讓紙張的厚度保持相同，這是我們實驗上的誤差。
- (三) 實驗紙張的厚度會影響吸油的多與少，越厚吸油越多，越薄吸油越少。

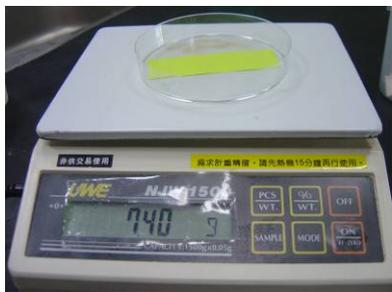
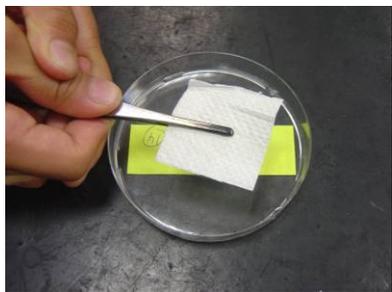
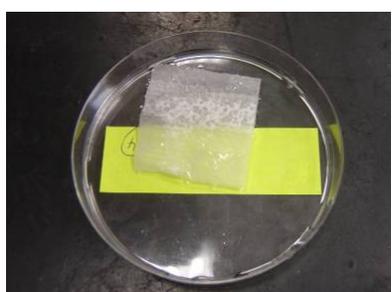
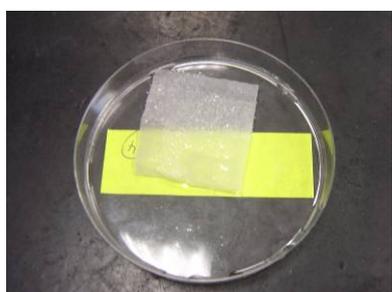
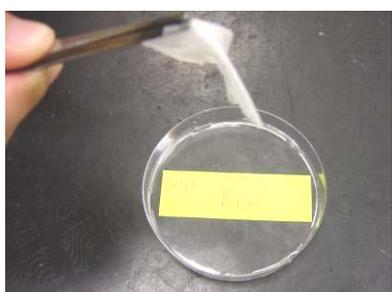
(四) 我們在手抄紙的過程中，已經盡量去維持紙張厚度，不過還是有時會厚薄不一，所以在實驗中造成誤差，因此在實驗結果中可以發現到在『2x2 正方形』中，椰子與茶渣吸油效果是一樣的，但在『3x3 正方形』與『4x4 正方形』茶渣吸油多，但在『5x5 正方形』中，卻是椰子吸油多。此為我們在厚度上有差別所造成。

【研究八】：研究利用椰子殼、甘蔗渣、茶渣做出的紙的吸水效果。

紙類最常被我們使用的就是衛生紙了，那我們做出的紙與衛生紙在吸水性能方面有什麼不同嗎？於是我們開始研究自製紙的吸水效果。

一、實驗方法：

- (一) 先將衛生紙、椰子殼、甘蔗渣、茶渣剪成 2x2、3x3、4x4、5x5(cm)大小的正方形。
- (二) 先量好空培養皿的重量，再用培養皿裝 10cc 的水，然後用鑷子將紙張平放在水上 1 分鐘，讓紙充份吸水之後夾起，直到不滴水了，再秤剩下總重量。
- (三) 把原來的水加培養皿重量減掉剩下的水與培養皿重量，就是所吸收的水。

1. 先量空的培養皿的重量：為 7.4g	2. 再將空培養皿「歸零」後，加入 10g 的水	3. 將紙平放入培養皿中
		
4. 慢慢的水會被紙所吸收	5. 等約 1 分鐘，讓紙充份吸收水	6. 再用鑷子把紙夾起來，直到水不再滴下來為止。
		

二、實驗結果：

	空杯 + 10g 水重	2x2 正方形		3x3 正方形		4x4 正方形		5x5 正方形	
		吸水後 杯子 +水重	吸水 重量	吸水後 杯子 +水重	吸水 重量	吸水後 杯子 +水重	吸水 重量	吸水後 杯子 +水重	吸水 重量
衛生紙	17.4	17.2	0.2	16.95	0.45	16.6	0.8	16.2	1.2
	17.4	17.15	0.25	16.9	0.45	16.6	0.8	16.15	1.25
	17.4	17.2	0.2	16.9	0.5	16.65	0.75	16.2	1.2
椰子殼紙	17.4	17.25	0.15	17.05	0.35	16.9	0.5	16.4	1
	17.4	17.2	0.2	17	0.4	16.75	0.65	16.25	1.15
	17.4	17.2	0.2	16.95	0.45	16.85	0.55	16.3	1.1
茶渣紙	17.4	17.25	0.15	17.05	0.35	16.7	0.7	16.35	1.05
	17.4	17.2	0.2	17	0.4	16.8	0.6	16.2	1.2
	17.4	17.25	0.15	17.1	0.3	16.7	0.7	16.05	1.35

三、實驗討論：

(一) 不同大小的紙，平均吸水重量

	2x2 正方形 平均吸水 重量	3x3 正方形 平均吸水 重量	4x4 正方形 平均吸水 重量	5x5 正方形 平均吸水 重量	總吸水 平均	吸水 效果 排名
衛生紙	0.22g	0.45 g	0.78 g	1.22 g	0.67 g	1
椰子殼紙	0.18 g	0.40 g	0.57 g	1.08 g	0.56 g	3
茶渣紙	0.17 g	0.35 g	0.67 g	1.20 g	0.60 g	2
甘蔗渣紙	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g	4

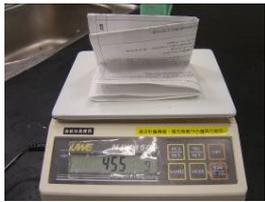
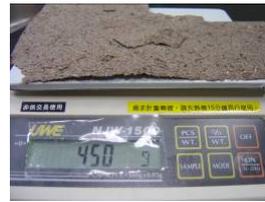
1. 吸水效果由多到少為：衛生紙 > 茶渣 > 椰子殼 > 甘蔗渣
2. 我們發現椰子殼因為主要的纖維是不太吸水的，所以主要吸水部份為我們加入的回收紙，所以吸水效果差。
3. 茶渣吸水效果還不錯，讓我們想到平常我們喝茶葉時茶葉會吸水膨大，難怪茶葉的吸水效果快要跟衛生紙一樣了。
4. 紙的厚度多少還是會影響吸水的量，所以我們在實驗中發現到衛生紙吸水差都在 0.05g 以內，可是椰子殼紙與茶渣紙的吸水差有到 0.1g，甚至 0.15g 的都有。
5. 茶渣在『2x2 正方形』與『3x3 正方形』中吸水性都不如椰子殼，但在『4x4 正方形』與『5x5 正方形』中吸水性又贏椰子殼。

【研究九】：研究利用椰子殼、甘蔗渣、茶渣做出的紙的燃燒效能。

以前阿公阿嬤家都會使用木材來燒水煮飯，曾經還看過阿嬤丟樹葉進去引火，聽媽媽說，以前還有牛糞曬乾拿來燒的呢！所以我們想製造出來的紙，也是植物所做的，那燃燒的效果如何呢？於是我們開始燃燒了……

一、實驗方法：

(一) 秤重，讓所有的紙保持相同的重量。

A4 紙	椰子殼	甘蔗	茶渣
4.5g	4.5g	4.5g	4.5g
			

(三) 剪成小塊的碎片。

A4 紙	椰子殼	甘蔗	茶渣
			

(四) 架好實驗器材，然後測量燃燒前溫度(溫度計的尖端放在水中，但不能碰到鋼杯)，點燃所要測量的紙片，接著一張一張放入燃燒，直到燃燒結束後，再測量一次溫度。



二、實驗結果

(一) 燃燒效能

	燃燒前溫度(°C)	燃燒後溫度(°C)	上升溫度(°C)	熄火次數
A4 紙	24.3	56.5	32.2	0
	24.3	51.6	27.3	1
	24.2	54.7	30.5	0
椰子殼	24.3	47.5	23.2	7
	24.3	44.4	20.1	8
	24.1	46.9	22.8	7
甘蔗	24.3	56.5	32.2	0
	24.2	57.3	33.1	1
	24.1	56	31.9	1
茶渣	24.3	52.1	27.8	4
	24.3	50.5	26.2	3
	24.1	51.6	27.5	4

(二) 溫度上升平均

	燃燒上升溫度(°C)	平均上升溫度(°C)	燃燒效能排名
A4 紙	32.2	30.0	2
	27.3		
	30.5		
椰子殼	23.2	22.0	4
	20.1		
	22.8		
甘蔗	32.2	32.4	1
	33.1		
	31.9		
茶渣	27.8	27.1	3
	26.2		
	27.5		

三、實驗結論

(一) 燃燒效能優劣：甘蔗 > A4 紙 > 茶渣 > 椰子殼

(二) 實驗中我們發現 A4 紙與甘蔗最好燒，熄火次數越多，火力就會中斷，因此溫度就較低。

【研究十】：嘗試杯套隔熱實際運用。

一、自製杯套：

我們把做好的紙，先裁成長 30 公分，寬 5.5 公分的長方形，再把長方形的紙，捲成一圈，完成自製杯套，如右圖。

二、設計問卷：如下圖

老師您好！我們是四年級科展的學生，我們現在正在研究有關於一些廢棄物(椰子殼、甘蔗渣與茶渣)製成杯套後，使用結果的調查，麻煩您填寫此問卷。您的寶貴資料是我們科展重要的參考依據，謝謝！

自製杯套問卷	
姓名	
使用杯套類型	<input type="checkbox"/> 椰子殼 <input type="checkbox"/> 茶渣 <input type="checkbox"/> 甘蔗渣
使用結果	<input type="checkbox"/> 感覺不燙 <input type="checkbox"/> 溫溫的 <input type="checkbox"/> 有點燙
優(缺)點或感想	



三、問卷結果

(一) 問卷表格

	椰子殼杯套	甘蔗渣杯套	茶渣杯套
感覺不燙	4	5	4
溫溫的	1	1	2
有點燙	2	1	0

(二) 優缺點統整表：

有部份老師給我們優缺點上的建議，我們把它做成統整表，如下。

優點	1、能利用不要的渣渣很環保。 2、隔熱效果不錯，摸起來不會很燙。 3、很新奇又很環保的東西。 4、茶葉杯套有茶香的味，很不錯喔。
缺點	1、使用時會有小渣渣掉下來，導致桌上髒髒的。 2、摸起來粗粗的，手不舒服。 3、杯套使用冷飲時，會吸水，然後爛掉。
感想	1、沒想到日常生活椰子殼這麼硬，你們可以把它製作成隔熱紙，很特別，使用上也還不錯。 2、在日常生活中，我們對於甘蔗渣、茶渣的感覺是很噁心的，但你們卻能把這些噁心的渣渣做成紙，真得是稱的上廢物利用了。

(三) 大部份的老師都覺得我們自製的杯套都還瞞有隔熱效果的，不過有 3 位老師有感覺到燙燙的。

伍、討論

一、【探討一】：

- (一) 不管是一般家庭或者是營業店家，約有接近六成會把椰子殼、甘蔗渣、茶渣、咖啡渣當成垃圾來處理。
- (二) 椰子殼被丟棄的機率高達九成，甘蔗渣五成，茶渣五成六的機會。

二、【研究二】：

- (一) 利用廢棄物本身來製作紙張是有困難度的。
- (二) 咖啡渣來製紙是不可行的。
- (三) 椰子殼、茶渣、甘蔗渣是有製紙的可能。

三、【觀察三】：

- (一) 纖維要長要多，並交錯，才能成功的製造出紙來。

四、【探討四】：

- (一) 利用曝曬方法，可以去除廢棄物本身水份，來防止發霉的情形發生。

五、【研究五】：

- (一) 要保持利用椰子殼來製紙，並加入最少的回收紙，則回收紙占紙張的 5%，椰子殼占 95%。
- (二) 要保持利用甘蔗來製紙，並加入最少的回收紙，則回收紙占紙張的 40%，甘蔗占 60%。
- (三) 要保持利用茶渣來製紙，並加入最少的回收紙，則回收紙占紙張的 15%，茶渣占 85%。

六、【研究六】：

- (一) 隔熱效果的優到劣為『椰子→茶渣→萊爾富→甘蔗→全家→ok→7-11』。
- (二) 『7-11、ok、椰子渣、甘蔗渣、茶渣』在溫度較高時，隔熱效果較明顯。
- (三) 『萊爾富』在溫度較低時，隔熱效果較明顯。

七、【研究七】：

- (一) 吸油效果由多到少為：甘蔗渣>茶渣>椰子殼>廚房紙巾。
- (二) 實驗紙張的厚度會影響吸油的多與少，越厚吸油越多，越薄吸油越少。

八、【研究八】：

- (一) 吸水效果由多到少為：衛生紙>茶渣>椰子殼>甘蔗渣。
- (二) 實驗紙張的厚度會影響吸水的多與少，越厚吸水越多，越薄吸水越少。

九、【研究九】：

- (一) 燃燒效能優劣：甘蔗>A4 紙>茶渣>椰子殼

十、【研究十】：

- (一) 自製杯套有摸起來粗粗的，會掉渣渣，會爛掉的缺點。

陸、結論

我們由實驗結果可以知道，椰子殼、甘蔗渣、茶渣等廢棄物做成紙，各有不同的效果：

- 一、製成杯套最佳的廢棄物是椰子殼。
- 二、吸水效果最佳的廢棄物是茶渣。
- 三、吸油效果最佳的廢棄物是甘蔗渣。
- 四、燃燒效能最佳的是甘蔗渣。
- 五、椰子殼、甘蔗渣、茶渣等廢棄物都可以成功的製成杯墊。

柒、參考資料

- 一、自製再生紙

<http://recycle.epa.gov.tw/game/magic03.asp>

- 二、高雄市中小學科學展覽集

<http://www.khjh.kh.edu.tw/science40/>

- 三、台灣綠色學校-再生紙DIY

<http://www.greenschool.moe.edu.tw/node/14220>

【評語】 080804

- 1、 廢棄物回收再利用之觀念及動機良好。
- 2、 所作吸水杯墊、吸水紙、吸油紙具實用價值，並可節省新材料之用量。
- 3、 所用廢棄物使用現況調查對象選擇應為該廢棄物之大量生產者或利用者，而非一般大眾；或可上網查詢使結果更能反映現況。