屏東縣第 65 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生活與應用科學(三)

組別：國中組

作品名稱：”炭”險家

~比較不同溫度燒的生物炭的特性和功能~

關鍵詞：生物炭、廢棄物、減碳

編號：B8015

目錄

摘要.....第 3 頁

壹、前言　　研究動機/文獻探討.....第 4~5 頁

研究目的.....第 5~6 頁

貳、研究器材及設備.....第 7 頁

參、研究過程及方法.....第 7～10 頁

(1) 比較不同的農業廢棄物在不同的溫度下碳化程度的差.....第 8 頁

(2) 比較不同的農業廢棄物在不同的溫度下炭化後的型態差異 .....第 9 頁

(3) 比較不同的碳化農業廢棄物對水質導電度、pH 值、懸浮微粒的影響.....第 9 頁

(4) 比較不同的顆粒大小碳化農業廢棄物對水質導電度、pH 值、懸浮微粒的影響第 10 頁

(5) 比較不同的碳化顆粒的吸水性及對水質淨化的影響.....第 10 頁

(6) 比較不同的碳化顆粒對亞甲藍和紅色色素吸附的效果..... 第 10 頁

肆、結果與討論.....第 10～21 頁

伍、結論.....第 22 頁

陸、參考文獻資料.....第 23 頁

作品名稱:”炭”險家

~比較不同溫度燒的生物炭的特性和功能~

摘要

我們收集蛋殼和其他植物廢棄物作為原料，對炭進行一系列的嚴刑烤打，把生物組織內的炭留住，比較不同材料對不同溫度的炭化程度，再利用他們來做水質淨化和物質的吸附效果，並測其酸鹼度。而實驗結果我們發現纖維較明顯的像是玉米梗、竹筍、筊白筍及柚子很容易就化成灰燼，重量減輕過多，灰份太多，反而減少生物碳的過濾效果，還會增加懸浮粒子而且吸水性也很強，而蛋殼、咖啡渣和核桃殼雖然需要很高溫才能炭化完全，但淨化水質及吸附色素的效果是最好的。因此蛋殼、咖啡渣和核桃最適合做為濾水的材料。

壹、前言

一、研究動機

所謂:取之無禁，用之不竭。在北宋自然資源還未完全被開發的時候，經年累月下來炭的數量，非常可觀。隨著科技進步，人類對碳能源的需求及無盡的使用導致現在全球暖化及氣候變遷是整個人類甚至整個世界最大的問題，所以，我們想透過製作被視為長期固炭的生物炭來探討它在環境保護上的潛力，例如減少碳排放、水質及空氣的淨化都是我們研究的方向，同時我們所收集的原料屬於生活中的有機廢棄物，利用家中簡易的設備(烤箱或微波爐)來試做生物炭，做到資源回收再利用，減少環境負擔，也促進循環經濟。

二、文獻

（一）生物炭 https://www.tchar.com.tw/news-detail-3568985.html

根據國際上權威的制定生物炭標準組織——歐洲生物炭驗證（European Biochar Certificate, EBC）對生物炭（biochar）的定義：「生物炭是一種具有多孔隙的碳質材料，透過生物質（biomass）熱裂解（pyrolysis）產生，其應用方式是將其所含的碳（C）作為長期碳匯儲存，或在工業製造中取代化石碳（fossil carbon）。」簡單來說，生物炭就是由生物質（biomass），如木頭、竹子、稻殼等富含碳的物質，經過特殊的熱裂解過程，而生成的炭。

生物炭與木炭的差異

	生物炭 Biochar	木炭 Charcoal
用途	土壤改良劑、負碳材料等	燃料
產製	熱裂解，產製溫度約 450 度至 700 度	現代或舊式的熱裂解方式，產製溫度約 400 度
料源	所有類型的生物質（Biomass）都可成為生物炭	多來自木質的生物質
物理性質	較多的孔隙與較大的表面積	較少的孔隙與較小的表面積
化學性質	酸鹼值在 4.6 到 9.3 之間	酸鹼值在 9 到 11 之間
活化	與有機肥料混合後使用至土壤	透過在高溫下用氣體加熱

（參考一）

（二)乾餾（參考二）

乾餾是一種隔絕空氣加熱，使物質分解的過程。運用乾餾可以發現物質組成的 元素是黑色的碳。乾餾的產物可分為氣體（不可燃氣體：二氧化碳、水蒸氣；可 燃氣體：一氧化碳、氫氣、甲烷等）、液體（黑色的焦油、醋酸）和固體（黑色 的碳）。

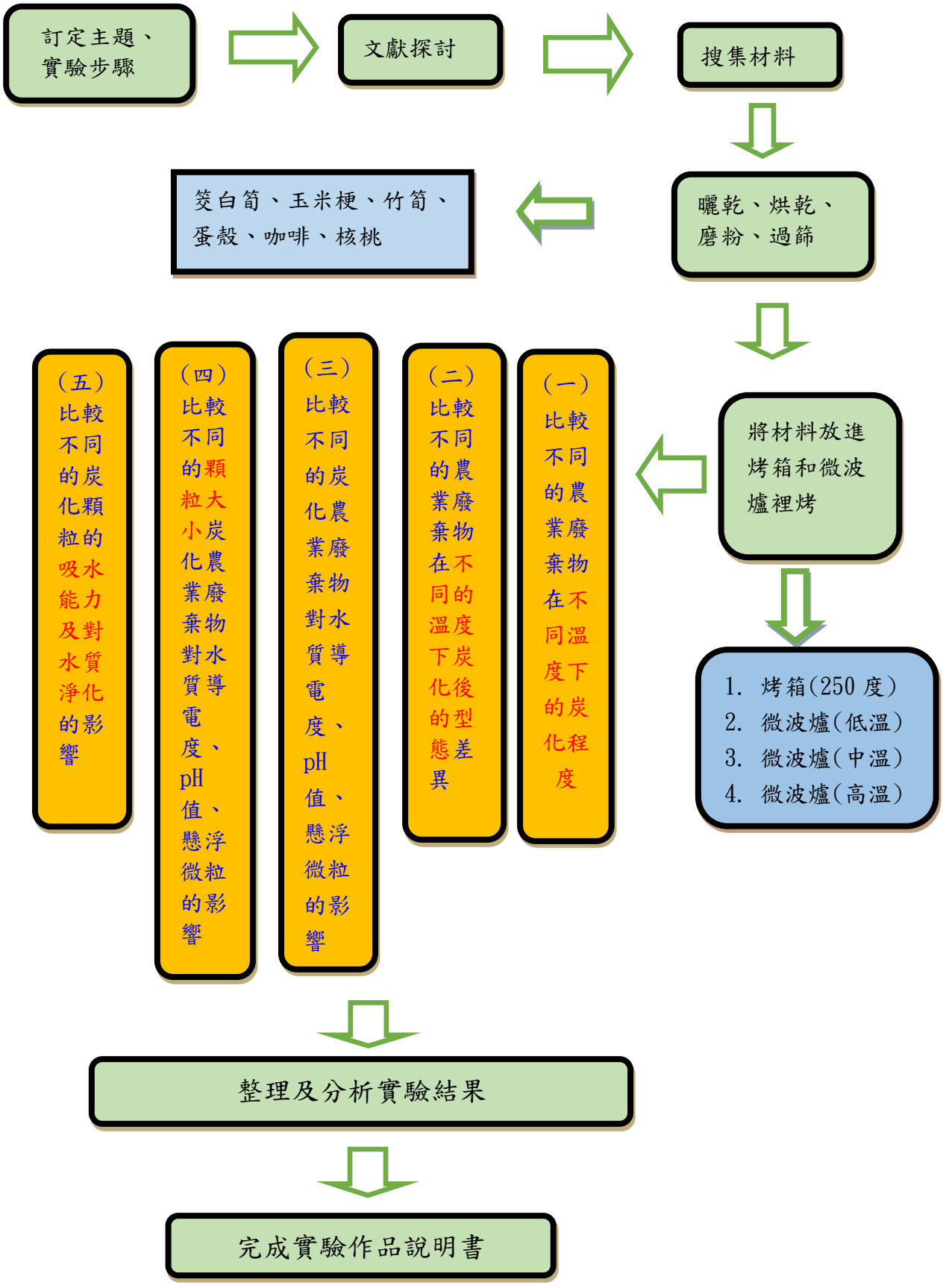
(三)總溶解固體[1]（英語：Total dissolved solids，TDS），又稱**溶解性固體總量**，測量單位為毫克/升（mg/L），它表明一公升的水中溶有多少毫克溶解性固體。TDS 值越高，表示水中含有的雜質越多。包括無機物和有機物兩者的含量。可用電導率值大致了解溶液中的鹽份，常規情況下，電導率越高，鹽份越高，則 TDS 也越高。在無機物中，除了溶解成離子狀的成分外，還可能有呈分子狀的無機物。由於天然水中所含的有機物以及呈分子狀的無機物一般可以不考慮，所以一般也把含鹽量稱為總溶解固體。

一般 TDS 低於每公升 600 毫克之水質口感較佳，通常高於每公升 1200 毫克時，會令消費者無法接受。https://www.water.gov.taipei/Epaper_Send.aspx?s=ED43D0BC9B75FE6

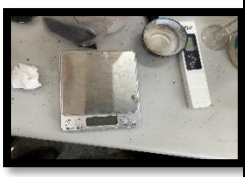
三、研究目的

(一)比較不同的農業廢棄物在不同溫度下的炭化程度
(二)比較不同的農業廢棄物在不同的溫度下炭化後的型態差異
(三)比較不同的炭化農業廢棄物對水質導電度、pH 值、懸浮微粒的影響
(四)比較不同的顆粒大小炭化農業廢棄物對水質導電度、pH 值、懸浮微粒的影響
(五)比較不同的炭化顆粒的吸水能力及對水質淨化的影響

四、研究流程


訂定主題、實驗步驟
文獻探討
搜集材料
曬乾、烘乾、磨粉、過篩
筊白筍、玉米梗、竹筍、蛋殼、咖啡、核桃
將材料放進烤箱和微波爐裡烤
1. 烤箱(250 度)
2. 微波爐(低溫)
3. 微波爐(中溫)
4. 微波爐(高溫)
(一)比較不同的農業廢棄物在同溫度的炭化程度
(二)比較不同的農業廢棄物不的度炭後型差在同溫下化的態異
(三)比較不同的炭農業廢棄物水導對質電度、pH值、懸浮微粒的影響
(四)比較不同顆大炭農業廢棄物水導的粒小化業棄對質電度、pH值、懸浮微的影響
(五)比較不同的炭顆的水力對質化影響的化粒吸能及水淨的
整理及分析實驗結果
完成實驗作品說明書

貳、研究設備及器材

容器	蛋殼	竹筍	筊白筍	咖啡
不同網目篩子	 電子秤	玉米梗	柚子	烘乾機
磨碎機	水質檢測儀	研缽	試管	烤箱
窯爐	微波爐	手機顯微鏡	平板	過濾紙

參、研究過程及方法

※前置作業(製備實驗材料):

(一)收集所需各種農業廢棄物:蛋殼、竹筍、筊白筍、咖啡、核桃、玉米梗、柚子

(二)烘乾材料

(三)用磨碎機磨碎

(四)篩網篩出三種不同大小的材料

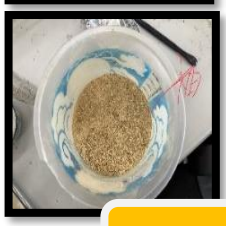
收集材料:柚子皮、筊白筍、玉米、、、等，曬乾或烘乾

烘乾

磨粉

材料用機器磨碎
(蛋殼用研缽磨碎)

過篩的工具



過篩完成的材料

大顆粒

中顆粒

小顆粒

※正式實驗:

一、比較不同的農業廢棄物在不同的溫度下碳化程度的差異

(一)用電子秤秤 5g 的各種材料

(二)將不同的材料放進 250℃ 烤箱、低、中、高的微波爐中窯烤

(三)烤完後秤重量並觀察碳化情形

＊窯烤爐放入微波爐的溫度:用玻璃融化的情形估計，玻璃沒有所謂的熔點，只有軟化點，隨著溫度的上升到 600 度，漸漸由輕微軟化，到 700 度的懸垂軟化，800 度左右就像軟的麥芽糖一般互相融合，直至上千度如水般的流動(參考 4)，經過測試，

我們的窯烤爐放入微波爐的溫度:**低強度約 300 度，中強度越 500 度，高強度約 700 度**

秤重

放入烤箱或微波爐裡烤

秤重並觀察

二、比較不同的農業廢棄物在不同的溫度下碳化後的型態差異

(一)如同實驗一。

(二)用手機顯微鏡觀察各種生物炭的碳化情形。

用手機顯微鏡觀察

觀察碳化情形

三、比較不同的碳化農業廢棄物對水質導電度、pH 值、懸浮微粒的影響

(一)如同實驗一

(二)取一克的生物炭加入 30 克的純水中，靜置一天

(三)用水質檢測計測量其水溶液的導電度、pH 值、懸浮微粒的量

秤重

靜置一天

測懸浮微粒量

測 EC 值

測 PH 值

四、比較不同的顆粒大小碳化農業廢棄物對水質導電度、pH 值、懸浮微粒的影響

(一)同實驗三

(二)使用材料為核桃和咖啡渣，過篩成不同顆粒大小，微波碳化

(三)取一克的生物炭加入 30 克的純水中，靜置一天

(四)用水質檢測計測量其水溶液的導電度、pH 值、懸浮微粒的量

篩網過篩

在試管內靜置一天

五、比較不同的碳化顆粒的吸水性及對水質淨化的影響

(一)取住家社區附近水溝的水、7-11 旁水溝的水、公園內萬年溪中段和上半段的水

(二)取一克的生物炭加入 30 克的水樣，靜置一天

(三)用水質檢測計測量其水溶液的導電度、pH 值、懸浮微粒並測量水樣減少的量

(四)用紅墨水及亞甲藍液 30ml 分別放入試管中

(五)取一克的生物炭，放入有色溶液中，靜置一天

(六)觀察顏色的變化

採集住家附近水溝的水

加入亞甲藍液和生物炭

在試管內靜置一天

肆、研究結果與討論

一、比較不同的農業廢棄物在不同的溫度下炭化程度的差異

我們將**農業廢棄物**在高溫中燃燒 15 分鐘後秤重，測量其重量減少的百分比，作為炭化程度的參考 ，重量減少越多，剩餘的炭越少或形成的灰份越多而重量減少較少可能是炭化不完全，製成生物炭的品質還需顯微觀察其炭顆粒的縫隙和性質的測定才知道。結果如下表:

表 1-1: 各種生物材料用不同溫度烤完後的生物炭重量(原來重 5 克)　　單位:g

	蛋殼	竹筍	筊白筍	玉米梗	柚子	咖啡(大)	咖啡(小)
烤箱 250	4.96	1.57	0.94	1.47	0.98	3.89	1.81
低 15	4.69	1.78	1.04	2.04	1.01	3.21	2.01
中 15	4.65	0.51	0.83	0.91	0.52	1.08	2.01
高 5	4.79	0.55	0.84	0.61	2.08	3.59	2.49
高 10	4.72	0.53	0.95	0.57	1.26	0.90	1.09
高 15	4.64	0.51	0.73	0.53	0.43	0.69	0.63

表 1-2:各種生物材料用不同溫度烤完後的生物炭重量減少%

	蛋殼	竹筍	筊白筍	玉米梗	柚子	咖啡(大)	咖啡(小)
烤箱 250	0.8	68.6	81.2	70.6	80.4	22.2	63.8
低 15	6.2	64.4	79.2	59.2	79.8	35.8	59.87
中 15	7	89.8	83.4	81.8	89.6	78.33	59.87
高 5	4.2	89	83.2	87.8	58.4	28.2	50.2
高 10	5.6	89.4	81	88.6	74.8	82	78.2
高 15	7.2	89.8	85.4	89.4	91.4	86.2	87.4

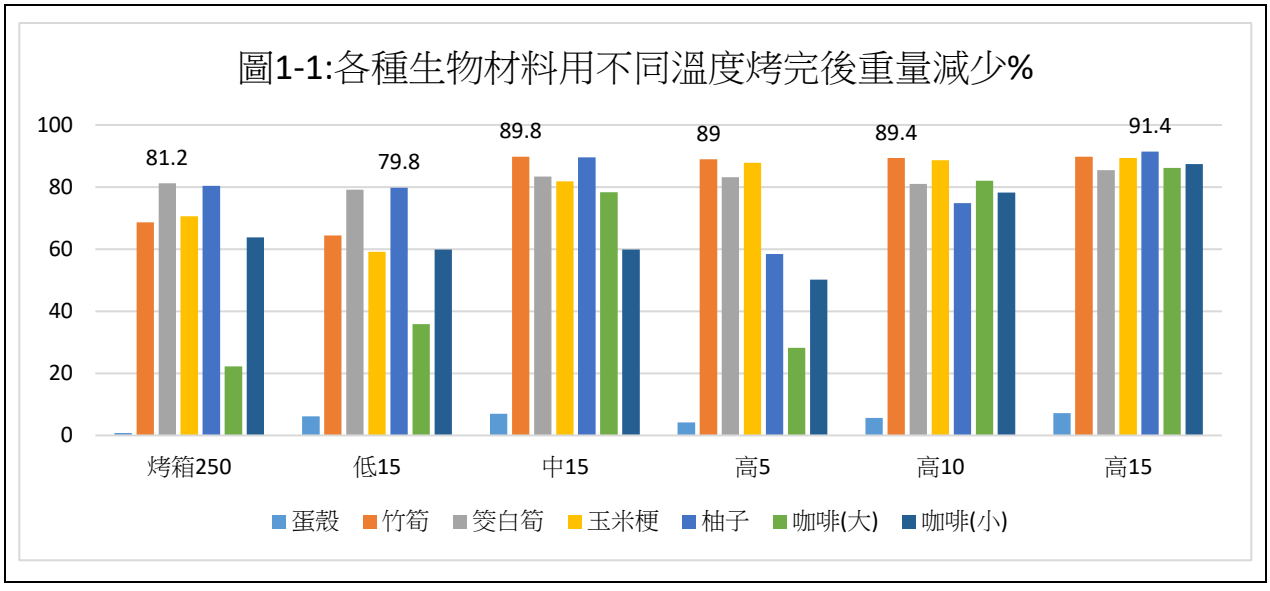
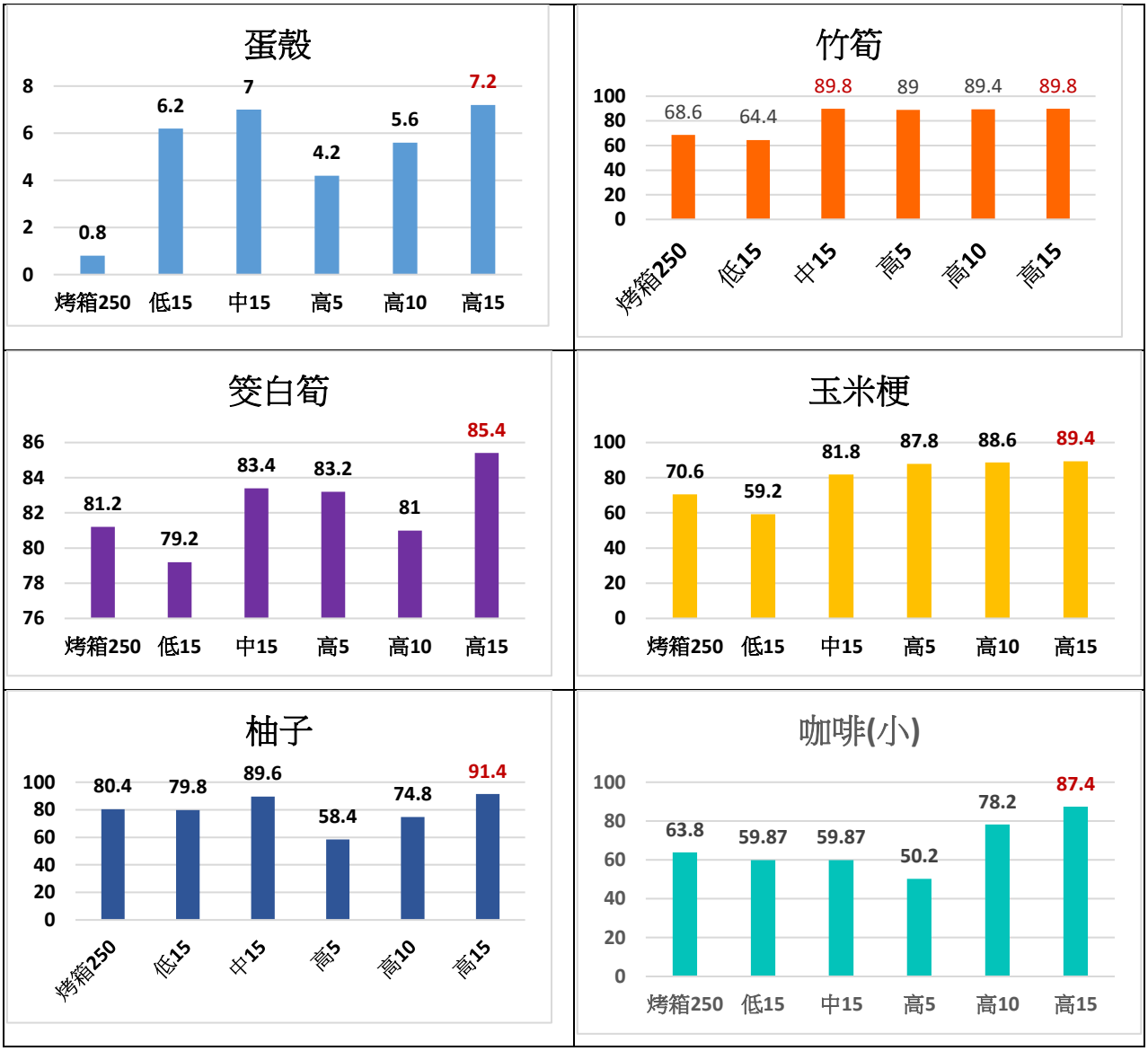


表 1-3:生物材料用不同溫度烤完後的生物炭重量減少%的比較



【結果與討論】

(一) 由圖 1-1、表 1-1 發現，烤 15 分鐘時，250 度烤箱烘烤的，重量減少最多的前三名筊白筍 > 柚子 > 玉米粳，低強度微波爐是柚子 > 筊白筍 > 竹筍，中強度微波爐是竹筍> 柚子 > 筊白筍，高強度微波爐是柚子> 竹筍> 玉米粳。

(二) 高強度微波爐 5 分鐘是竹筍> 玉米粳> 筊白筍，高強度微波爐 10 分鐘是竹筍> 玉米粳> 咖啡(大)，

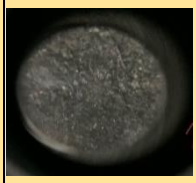
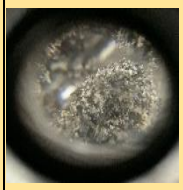
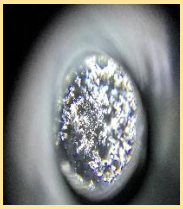
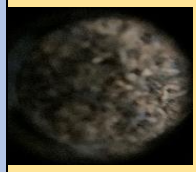
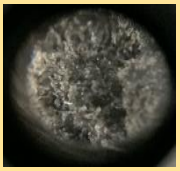
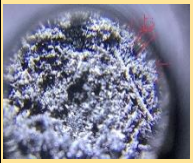
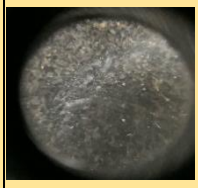
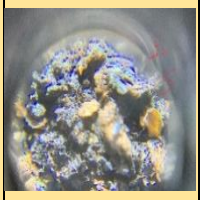
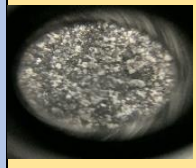
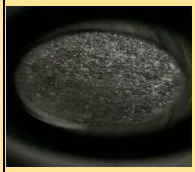
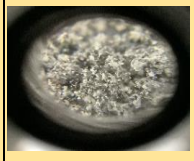
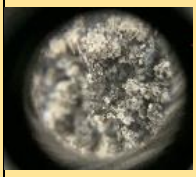
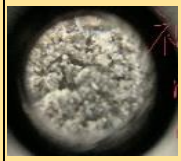
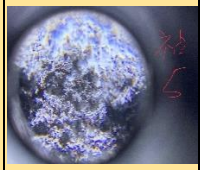
(三) 綜合起來，重量減少最多的是(最容易碳化的)筊白筍 > 竹筍 > 玉米粳，蛋殼的炭化效果最差在 250 度幾乎沒碳化。重量減輕太多時，灰成分太多，反而不好。

(四)各種生物材質幾乎都在高強度微波爐 15 分鐘時，重量減輕最多(表 1-3)，但是有沒有燒成灰成為不能利用的生物炭需要用顯微鏡來檢視。

二、比較不同的農業廢棄物在不同的溫度下炭化後的型態差異

炭化後的結果好與壞，還需要顯微觀察其結構來判斷，結果如下:

(表 2-1) 各種生物材料燒成的生物炭在顯微鏡下的型態

	250 度烤箱烤 15 分鐘	低強度微波 15 分鐘	中強度微波 15 分鐘	高強度微波 15 分鐘	高強度微波 10 分鐘	高強度微波 5 分鐘
蛋殼	沒有碳化	碳化不完全	碳化不完全	**碳化程度最好**	碳化不完全	碳化不完全
竹筍	碳化不完全	 **碳化程度最好**	 灰太多	灰太多	 灰	灰
筊白筍	 碳化不完全	**碳化程度最好**	 灰太多	灰太多	灰	 灰
玉米梗	碳化不完全	 碳化不完全	**碳化不完全**	**碳化程度最好**	灰	 灰
柚子	 碳化不完全	 **碳化程度最好**	 太多灰	 灰太多	 灰	 灰

【結果與討論】

(一)蛋殼和玉米梗高溫微波 15 分鐘烤出來最好，重量減少分別是 7.2%、89.4%，

對照表 1-2，要達到差不多的效果，降低烘烤強度時，中強度 15 分中亦可。

(二) 竹筍、筊白筍、柚子都是低溫 15 分鐘最好，中溫和高溫都已烤成灰，重量減少分別是 64.4%、79.2%、79.8%，所以並不是重量減少越多就是最好用的炭。

(三) 細絲狀的生物材料空隙多受熱比較均勻，溫度較低的時候便能碳化迅速，而向蛋殼和玉米梗，其中含有塊狀物，在溫度較高的環境下受熱較完整，烤箱可能溫度不夠高，都碳化不完整。

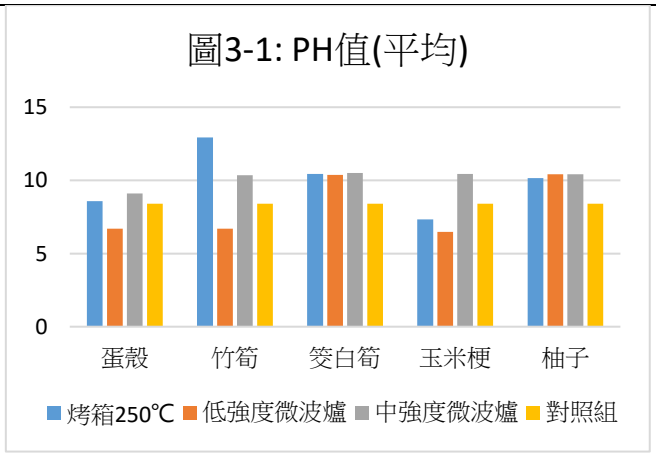
三、比較不同的炭化農業廢棄物對水質導電度、pH 值、懸浮微粒的影響

炭化的農業廢棄物放入水中，可能因為碳化程度不同，溶出的物質會有差異，對水質也會有不同的影響，所以我們測量實驗製造出的生物炭(碳化程度較好的)放入水中 24 小時後，水質的導電度、pH 值、懸浮微粒的量，結果如下表:

(一)溶於水中的 pH 值

(表 3-1)不同材料的 PH 值

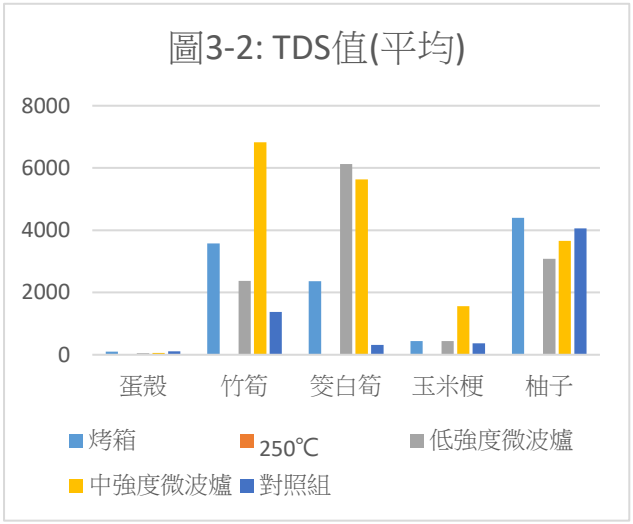
	蛋殼	竹筍	筊白筍	玉米梗	柚子
烤箱 250℃	8.57	12.928	10.43	7.34	10.16
低強度微波爐	6.70	6.70	10.37	6.48	10.42
中強度微波爐	9.11	10.36	10.50	10.45	10.42
對照組	8.41	8.41	8.41	8.41	8.41



(二)溶於水中的總溶解固體量(TDS):

(表 3-2)不同材料 TDS 值(PPM)

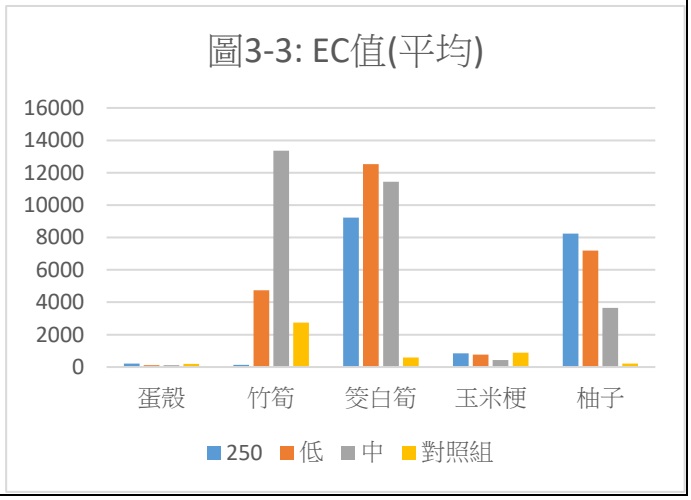
	蛋殼	竹筍	筊白筍	玉米梗	柚子
烤箱 250℃	103.67	3577.33	2364.67	439.00	4395.50
低強度微波爐	53.33	2373.33	6125.67	439.50	3086.00
中強度微波爐	59.67	6826	5628.5	1559	3659.00
對照組	109.00	1372.00	315.50	371.5	4058.67



(三)溶於水中的導電度

(表 3-3)不同材料的 EC 值

	蛋殼	竹筍	筊白筍	玉米梗	柚子
250	207.67	129.28	9220.00	851.33	8240.00
低	108.00	4746.67	12537.00	768.67	7197.00
中	119.33	13352	11433.5	439.50	3659
對照組	184.33	2744.00	587.33	884.67	216.67



【結果與討論】

(一) PH 值的實驗中:蛋殼炭在烤箱中差異不大，但低微波會降低 PH 值，中強度會提高 PH 值；竹筍中強度會降低，其餘增加；筊白筍和柚子都會增加；玉米梗只有中強度會增加，其餘降低(表 3-1、圖 3-1)。

(二) TDS 測量: 蛋殼炭都會降低水中的 TDS；竹筍中強度可降低；筊白筍和玉米梗都不能降低 ；柚子中低強度都可以。

(三)EC 的實驗: 蛋殼炭中低強度會降低水中的 EC；竹筍烤箱可降低，其餘都不行。

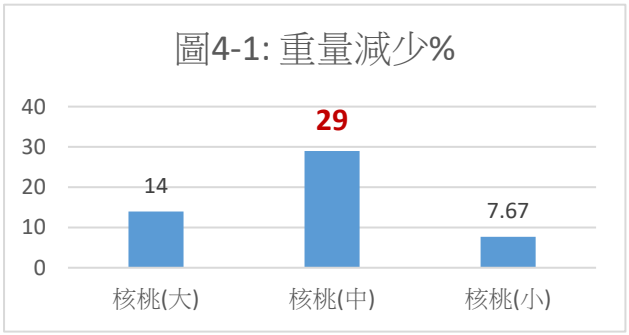
四、比較不同的顆粒大小碳化農業廢棄物對重量、水質導電度、pH值、懸浮微粒的影響

炭的顆粒大小是否會影響其淨化水質的能力呢?我們先來比較不同顆粒大小的碳化程度，再用顯微鏡來觀察其炭粒的品質，最後測其溶於水中的水質特性，我們使用核桃殼和咖啡渣來製作生物炭。

(一) 重量減少情形

(表 4-1) 不同大小的核桃在烤箱 250℃烤 15 分鐘後重量減少%

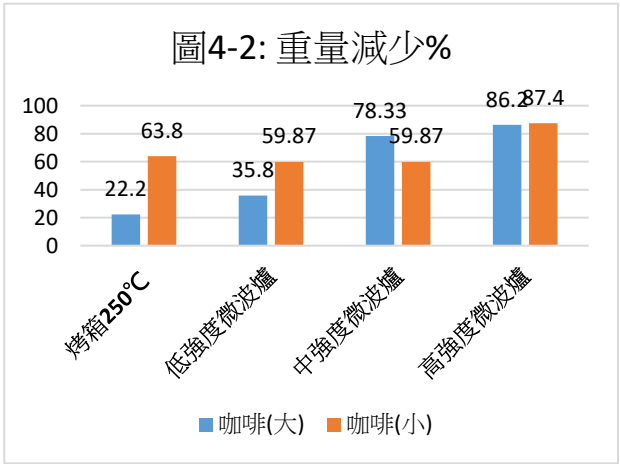
	重量減少%
核桃(大)	14
核桃(中)	29
核桃(小)	7.67



咖啡

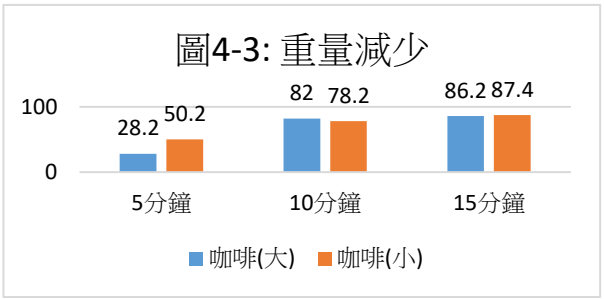
(表 4-2) 不同大小的咖啡渣在烤箱 250℃和微波爐烤 15 分鐘後重量減少%

	烤箱 250℃	低強度微波爐	中強度微波爐	高強度微波爐
咖啡(大)	22.2	35.8	78.33	86.2
咖啡(小)	63.8	59.87	59.87	87.4



(表 4-3)咖啡高溫不同時間烤後的重量減少%

	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘
咖啡(大)	28.2	82	86.2
咖啡(小)	50.2	78.2	87.4



【結果與討論】

由圖 4-1~4-3 發現核桃重量減少最多的是中顆粒，其次大顆粒，最少的是小顆粒。

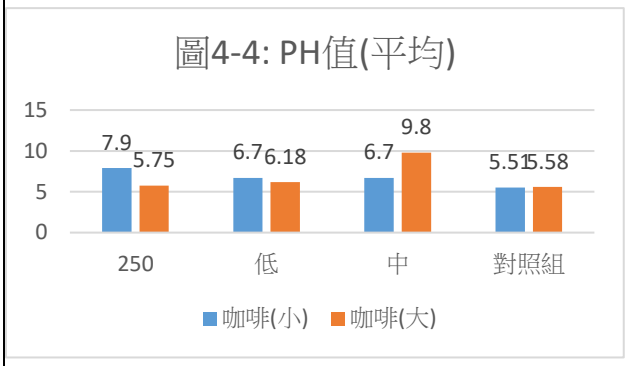
咖啡重量減少最多的是小顆粒，大顆粒只有中強度微波較多。

咖啡在強微波中，5 和 15 分鐘是小顆粒重量減少，10 分鐘是大顆粒較多。

(二)PH 值(平均)

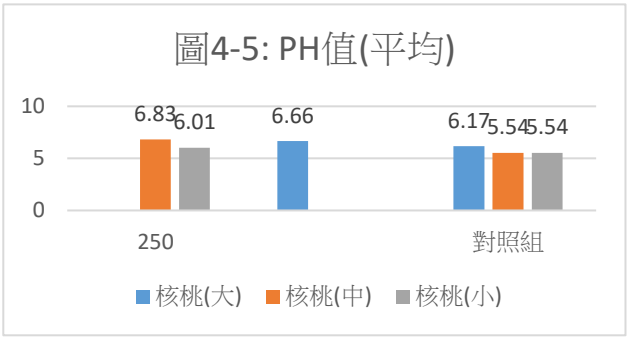
(表 4-4)咖啡烤後的 pH 值

	咖啡(小)	咖啡(大)
250	7.90	5.75
低	6.70	6.18
中	6.70	9.8
對照組	5.51	5.58



(表 4-5)核桃烤後 PH 值

	核桃(大)	核桃(中)	核桃(小)
250	6. 66	6.83	6.01
對照組	6.17	5.54	5.54



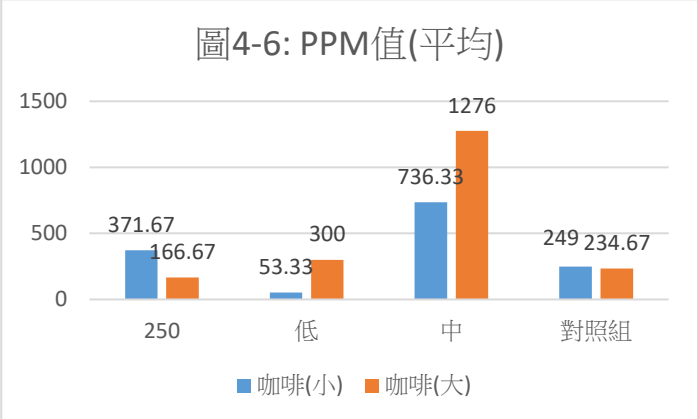
【結果與討論】

由圖 4-4~4-5，咖啡和核桃都會增加水中的 PH 值，咖啡大顆粒中強微波增加最多，和重量減少%對照發現，重量減少多的，PH 值增加比較多，可能是灰分多，溶於水則鹼性增加。

(三) TDS 值(平均)

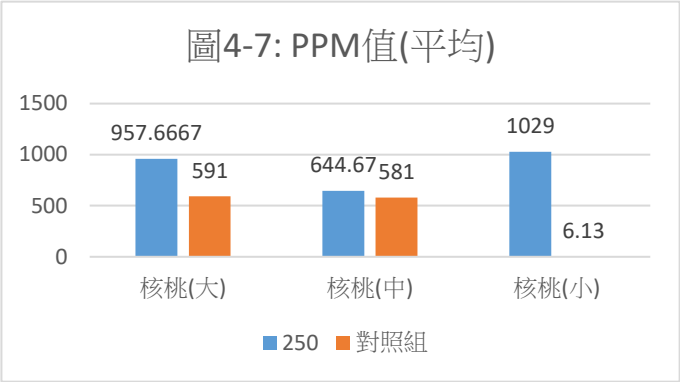
(表 4-6)咖啡烤後的 ppm 值

	咖啡(小)	咖啡(大)
250	371.67	166.67
低	53.33	300.00
中	736.33	1276
對照組	249.00	234.67



(表 4-7)核桃烤後 TDS 值

ppm	核桃(大)	核桃(中)	核桃(小)
250	957.67	644.67	1029
對照組	591	581	1475.00



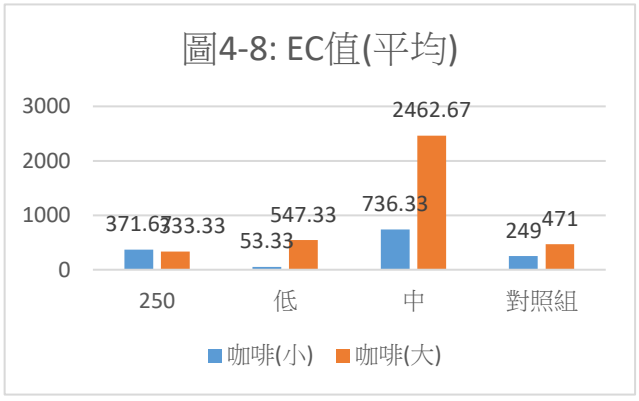
【結果與討論】

由圖 4-6~4-7 發現咖啡小的(低微波)減少比較多，大的是烤箱和中微波的減少較多，小的減少比大得多；核桃是小的(烤箱)漸低較多。

(四)EC 值(平均)

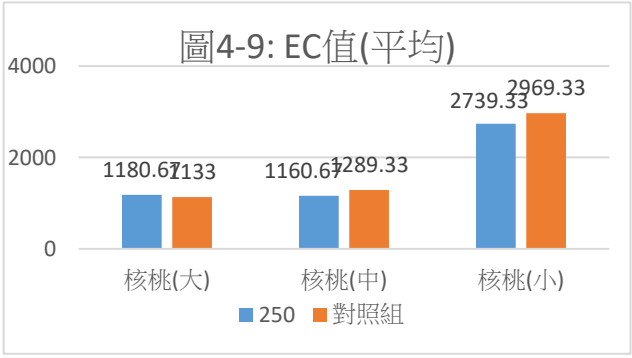
(表 4-8)咖啡烤後的 EC 值

	咖啡(小)	咖啡(大)
250	371.67	333.33
低	53.33	547.33
中	736.33	2462.67
對照組	249	471



(表 4-9)核桃烤後的 EC 值

	核桃(大)	核桃(中)	核桃(小)
250	1180.67	1160.67	2739.33
對照組	1133.00	1289.33	2969.33

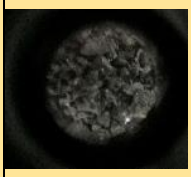
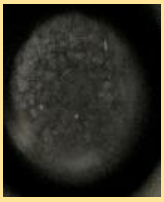
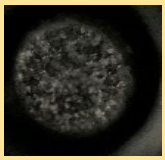
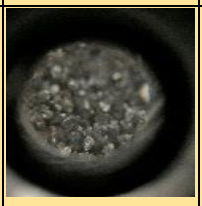
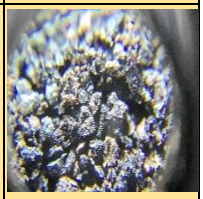
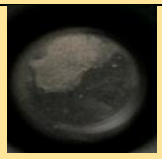
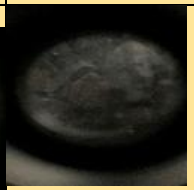
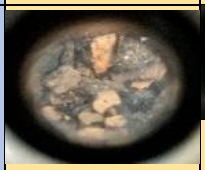


【結果與討論】

由表 4-8~4-9:EC 值降低的是咖啡小的(低微波)，咖啡大的(烤箱)，咖啡小的比大的好；核桃小的、中的都有降低 EC 值，大的沒有，小的效果比較好。

(五)不同的溫度下炭化後的型態

(表 4-10) 不同的溫度下炭化後的型態

	250 度烤箱烤 15 分鐘	低強度微波 15 分鐘	中強度微波 15 分鐘	高強度微波 15 分鐘	高強度微波 10 分鐘	高強度微波 5 分鐘
咖啡(大)	碳化不完全	碳化不完全	碳化不完全	 碳化效果最好	碳化不完全	碳化不完全
咖啡(小)	碳化不完全	 碳化不完全	碳化不完全	 碳化效果最好	 碳化不完全	 碳化不完全
核桃(大)	碳化不完全	 碳化效果最好	X	X	X	X
核桃(中)	碳化不完全	 碳化效果最好	X	X	X	X
核桃(小)	 碳化不完全	碳化效果最好	X	X	X	X

【結果與討論】

(一) 咖啡大小顆粒都是高微波 15 分鐘的碳化程度最好。重量減少依次是 86.2%、87.4% ，小的炭化效果較佳，在減低 TDS 及 EC 值上，效果也較佳。

(二) 核桃都是低微波 15 分鐘的碳化程度最好。中顆粒的重量減少較多，碳化效果有好一點。

五、比較不同的碳化顆粒對水質淨化的影響

我們製作的炭，實際上拿來吸附住家附近的水溝水的懸浮微粒或色素的效果如何呢?

(表 5-1) 四個水樣經自製生物炭處理後水質的 PH 值、TDS 值、EC 值

(一) 千禧公園中段的水

中段	蛋殼	竹筍	筊白筍	玉米梗	柚子	對照組	核桃(中)	咖啡(大)	咖啡(小)	活性碳
PH 值	7.94	11.52	9.24	10.22	11.72	6.73	7.91	6.92	7.23	7.32
TDS 值	432	4956	1799	1842	5500	441	1414	549	494	390
EC 值	858	9943	3607	3702	10992	886	2850	1103	992	781

(二) 千禧公園上半段

千禧公園上半段	蛋殼	竹筍	筊白筍	玉米梗	柚子	對照組	核桃(大)	核桃(中)	核桃(小)	咖啡(大)	咖啡(小)	活性碳
PH 值	7.49	10.62	10.34	9.74	11.44	6.78	11.44	6.83	11.44	6.68	6.82	7.80
TDS 值	432	4372	1766	1677	3802	449	3802	1243	3802	549	431	391
EC 值	810	8809	3529	3382	7760	902	7760	2488	7760	1099	864	785

(三) 福德祠附近的水溝

崇蘭廟旁	蛋殼	竹筍	筊白筍	玉米梗	柚子	對照組	核桃(中)	咖啡(大)	咖啡(小)	活性碳
PH 值	8.64	11.41	11.55	8.93	11.49	6.74	7.74	6.83	7.18	6.92
TDS 值	309	5251	5656	1306	4426	312	1215	413	319	238
EC 值	635	10552	11181	2743	8960	627	2442	832	639	536

(四) 崇蘭 7-11 旁的水

	蛋殼	竹筍	筊白筍	玉米梗	柚子	對照組	核桃(中)	咖啡(大)	咖啡(小)	活性碳
PH 值	7.38	10.53	11.07	10.28	11.13	7.01	7.63	6.78	6.72	6.80
TDS 值	471	5625	6303	1960	4011	474	1129	520	437	422
EC 值	946	11306	12638	3947	8153	952	2261	1043	876	846

【結果與討論】

(一) 四個地方中以崇蘭 7-11 旁的水最混濁，TDS 及導電度最高，加入蛋殼炭和小咖啡渣炭有將低水中總懸浮微粒量的效果，雖然效果沒有購買的活性碳那麼好，但已接近了，如果我們將自製的生物碳活化成活性碳，或許淨化水質的效果不輸給活性碳呢!這有待進一步的實驗來證實。

(二)柚子、竹筍、筊白筍和玉米梗不僅沒有過濾，還增加了其中的懸浮粒子、導電度，使其變得更混濁，我們推測其中灰份仍佔很大的比例，或許降低溫度，延長時間來燒製，效果會好一些，這也是我們下一次實驗要繼續研究的。

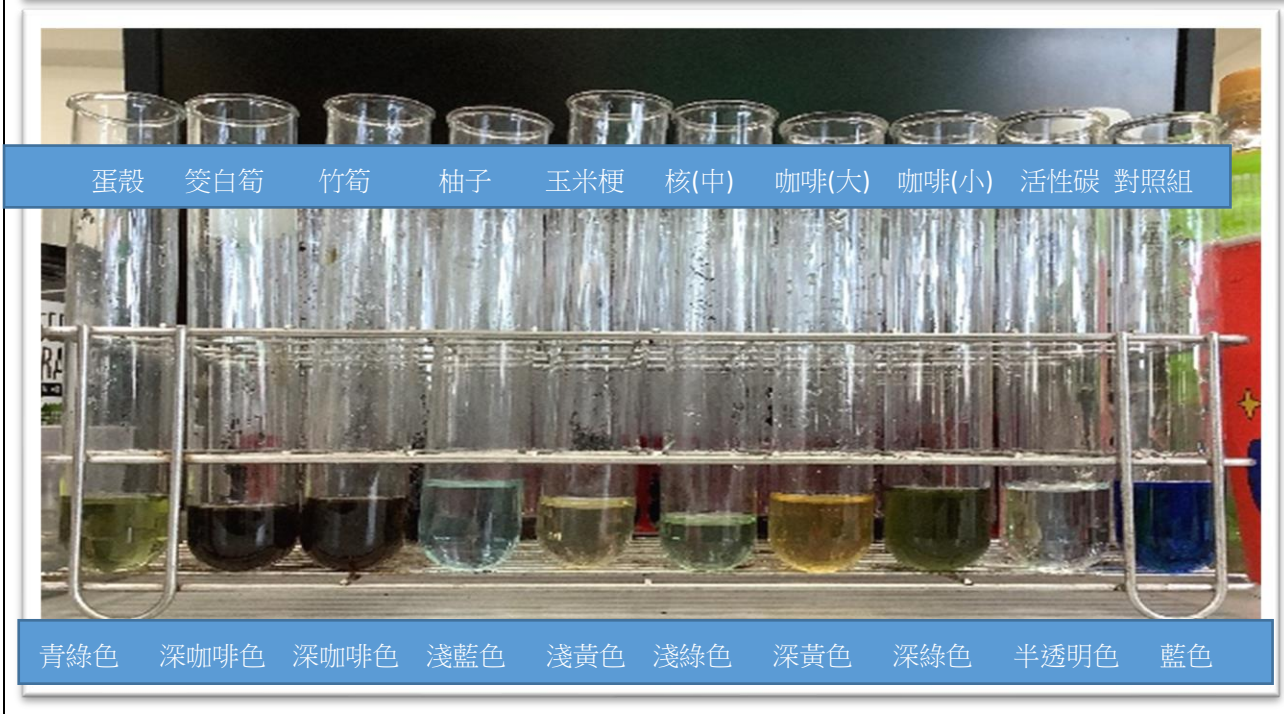
六、比較不同的碳化顆粒對亞甲藍和紅色色素吸附的效果

雖然我們的炭只有蛋殼炭和咖啡炭有點淨化水質的作用，那對吸附色素是否有效呢?

我們用紅墨水和亞甲藍液來測試，結果如下:

表 6-1: 2 種色素水樣經自製生物炭處理後顏色的變化:

(圖 6-1)　紅色色素吸附



【結果與討論】

(一)圖一中顏色的變化發現我們製作的生物炭對紅色色素吸附效果不明顯，連市售的活性碳都不明顯，不果蛋殼炭、柚子炭、核桃殼炭顏色有一點淺，可能有一些吸附作用，或許用儀器測量會比較精準。茭白筍和竹筍的顏色明顯加深，原因有待研究。

(二)圖二中亞甲藍液會因氧化反應及不同酸鹼度而改變顏色，氧化狀態成藍色，還原狀態呈無色，鹼性越強呈藍紫色，中性和酸性呈淡藍色，亞甲藍液加入活性碳偏中性，顏色也明顯變清澈，可能是其抗氧化力強所致，蛋殼炭、柚子、玉米梗、核桃(中)、咖啡(大)都有抗氧化效果，這些炭可利用其抗氧化力來淨化水質。

(三)竹筍炭、茭白筍炭讓亞甲藍液顏色變深，可能是其鹼性的特性讓亞甲藍液變色。

(四)綜合以上，沒有燒很成功的炭(竹筍炭、茭白筍炭)不能吸附色素，燒製越成功的炭，如蛋殼炭，改善水質和吸附懸浮粒子的效果還不錯。

伍、 結論

一、綜合起來，重量減少最多的是(最容易碳化的)筊白筍 > 竹筍 > 玉米梗，蛋殼的炭化效果最差在 250 度幾乎沒碳化

二、經顯微鏡檢測，蛋殼和玉米梗高溫微波 15 分鐘烤出來最好，重量減少分別是 7.2%、89.4%，重量減輕過多，灰份太多，反而減少生物碳的效果，所以降低烘烤強度時，中強度 15 分中亦可。

三、竹筍、筊白筍、柚子都是低溫 15 分鐘最好，中溫和高溫都已烤成灰，重量減少分別是 64.4%、79.2%、79.8%，所以並不是重量減少越多就是最好用的炭。

四、PH 值的實驗中:生物碳大都會增加水中的 PH 質。

五、TDS 測量: 蛋殼炭都會降低水中的 TDS；竹筍中強度可降低；柚子中低強度都可以。

六、EC 的實驗: 蛋殼炭中低強度會降低水中的 EC；竹筍烤箱可降低，其餘都不行。

七、核桃燒成炭重量減少最多的是中顆粒，咖啡碳重量減少最多的是小顆粒，

八、咖啡碳和核桃碳都會增加水中的 PH 值，重量減少多的，PH 值增加比較多。

九、EC 值降低的是咖啡小、核桃小的效果比較好。

十、咖啡碳顆粒小的炭化效果較佳，在減低 TDS 及 EC 值上，效果也較佳。

十一、採樣四個地方水中加入蛋殼炭和小咖啡渣炭有將低水中總懸浮微粒量的效果。

十二、我們製作的生物炭對紅色色素吸附效果不明顯，連市售的活性碳都不明顯，不果蛋殼炭、柚子炭、核桃殼炭顏色有一點淺，可能有一些吸附作用。

十三、亞甲藍液加入活性碳偏中性，顏色也明顯變清澈，可能是其抗氧化力強所致，蛋殼炭、柚子、玉米梗、核桃(中)、咖啡(大)都有抗氧化效果，這些炭可利用其抗氧化力來淨化水質。

十四、沒有燒很成功的炭(竹筍炭、茭白筍炭)不能吸附色素，燒製越成功的炭，如蛋殼炭，改善水質和吸附懸浮粒子的效果還不錯。

陸、參考資料

一、總溶解固體
https://www.water.gov.taipei/Epaper_Send.aspx?s=ED43D0BC9B75FE6E

二、農業廢棄物合成活性碳並討論其吸附效能之表現 國立虎尾高級中學

https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/62/pdf/NPHSF2022-050209.pdf?0.46966656795032247

三、生物炭
https://www.tchar.com.tw/news-detail-3568985.html
四、乾餾
https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrtgzrXA8Fn63YSoyNr1gt.;_ylu=Y29sbwN0dzEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1740731480/RO=10/RU=https%3a%2f%2fzh.wikipedia.org%2fzh-tw%2f%25E5%25B9%25B2%25E9%25A6%258F/RK=2/RS=YyeRF10FDOMuSfqej9QwVo6JdKA-

五、玻璃特性 https://www.victory.org.tw/glass/glass-properties/