

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：枯葉成金—校園枯葉乾餾碳粉對於生活汙水的淨化初探

一、摘要：

本實驗探討校園中扁柏、羅漢松、小葉南洋杉、大葉欖仁、黑板樹及棋盤腳等六種枯葉，將枯葉乾餾變成碳後，應用在從大鵬灣大潭人工濕地進水口取回的生活汙水之淨化效果。實驗結果發現，六種枯葉乾餾碳粉以扁柏、羅漢松的效果最佳，而棋盤腳較差；比較黑板樹、小葉欖仁枯葉及新葉乾餾碳粉的效果，發現枯葉比新葉好；而將黑板樹、羅漢松枯葉乾餾碳粉酸洗後，發現酸洗濃度較高其淨水效果較佳。此外，探討六種枯葉乾餾碳粉的脫色效果，裸子植物會比被子植物佳。整體而言，扁柏枯葉乾餾碳粉的淨水效果最好，因此若能用在生活汙水處理中置入枯葉乾餾碳粉，一方面有助於校園廢棄枯葉的處理，另一方面將會提升生活汙水之水質淨化的效果。

二、探究題目與動機

新聞報導中介紹素有花卉苗木故鄉之稱的彰化縣田尾鄉，每年產生的枯枝落葉約 365 噸。以往多以焚燒方式處理，但現在彰化縣焚化爐不收，因此造成農業廢棄物無處可去的地方問題。我們每天校園打掃都有很多的枯枝落葉，請老師跟總務處調閱了學校枯枝落葉區(圖 1)的清運量，從而得知自



圖 1.學校枯枝落葉區

109 年~111 年 2 月，學校平均每月約產生 2.11 公噸的枯枝落葉。而總務主任也告知 1 公噸的清運費約需 450 元，因此學校平均 1 年要付 11,200 元的清運費，而全國約有 4000 多所學校，那清運費不就高達約 4 仟 5 佰多萬元，這真是個巨大的金錢付出。於是我們想出一個計畫，若可以將枯葉轉化成乾餾碳粉，如此不但可以節省清運費，又可將之運用在我們在地大鵬灣附近生活汙水的改善，如此，豈不完善。於是我們於是決定著手研究，希望能將枯葉點葉成金，這樣一方面可以淨化汙水水質，另一方面又可對環境做出一份貢獻。

三、探究目的與假設

- (一)、六種校園植物枯葉碳粉對於水質淨化之效果。
- (二)、探討黑板樹、小葉欖仁枯葉及新葉乾餾碳粉，對於水質淨化效果之差異。
- (三)、探討將黑板樹、羅漢松枯葉乾餾碳粉酸洗後，對水質淨化效果之可行性。
- (四)、探討羅漢松枯葉乾餾碳粉，酸洗及未酸洗對於水質脫色效果之差異。
- (五)、六種校園植物枯葉乾餾碳粉，對於水質脫色之效果。
- (六)、用不同濃度的亞甲藍液，加入扁柏枯葉乾餾碳粉及實驗室碳粉比較其水質脫色效果。

四、探究方法與驗證步驟

碳化後的葉片以研鉢及杵磨成碳粉備用。

- (3)取稀釋的大潭人工濕地進口水體 100 毫升，加入 0.3 克的碳粉，置於磁石攪拌器上以轉速 1200 轉/min 攪拌 20 分鐘，而後再以濾紙過濾，取其濾液以電導度計測其溶液的電導度、總固體及鹽度，並各做 3 重複。

2.實驗結果：(圖 8-圖 9)

- (1)黑板樹新葉、枯葉乾餾碳粉對水質淨化效果：黑板樹枯葉 > 黑板樹新葉。
- (2)小葉欖仁新葉、枯葉乾餾碳粉對水質淨化效果：小葉欖仁枯葉 > 小葉欖仁新葉。

- (3)整體而言水質淨化效果：枯葉 > 新葉。

(四)、探討將黑板樹、羅漢松枯葉乾餾碳粉酸洗後，水質淨化效果之可行性。

1.實驗方法：

- (1)在校園中採集黑板樹、羅漢松的枯葉。
- (2)刷洗乾燥後置入烤箱中碳化，並磨成碳粉備用。
- (3)配置 0.1% HCl 及 1.0% HCl 溶液各 100 毫升，各加入 1.5 克的碳粉，置於攪拌器上攪拌 20 分鐘酸洗，而後再以濾紙過濾，在濾紙上倒入 100 毫升蒸餾水過濾以洗去殘留 HCl。
- (4)取其濾紙放入 110°C 烘箱中烘乾，待烘乾後將碳粉取下備用。
- (5)各取 0.2 克酸洗後的碳粉，加入稀釋 25% 的進口水體 100 毫升，以攪拌器攪拌 20 分鐘，再以濾紙過濾取其濾液，以電導度計測其溶液的電導度、總固體及鹽度做 3 重複。

2.實驗結果：(圖 10-圖 11)

- (1)黑板樹枯葉乾餾碳粉在不同鹽酸濃度下其水質淨化效果：1.0% HCl > 0.1% HCl。
- (2)小葉欖仁枯葉乾餾碳粉在不同鹽酸濃度下其水質淨化效果：1.0% HCl > 0.1% HCl。
- (3)整體而言，兩種枯葉乾餾碳粉酸洗後之水質淨化效果：1.0% HCl > 0.1% HCl。

圖8.黑板樹新葉、枯葉乾餾碳粉淨化水質後的電導度

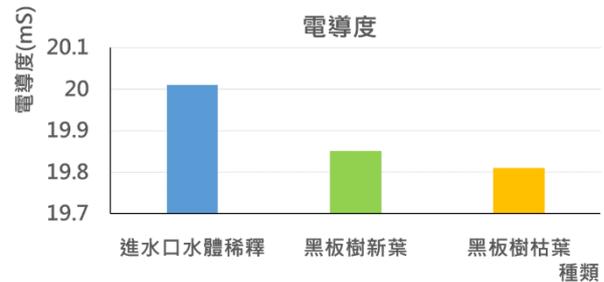


圖9.小葉欖仁新葉、枯葉乾餾碳粉淨化水質後的電導度

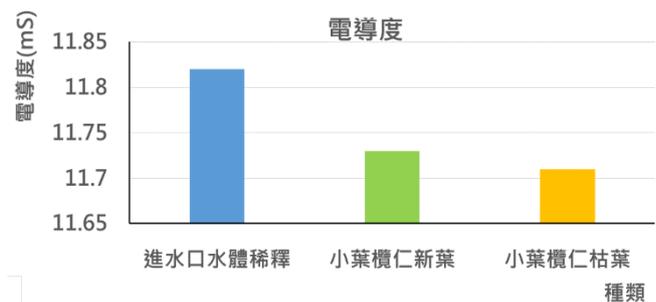


圖10.黑板樹枯葉乾餾碳粉用不同濃度酸洗後之電導度

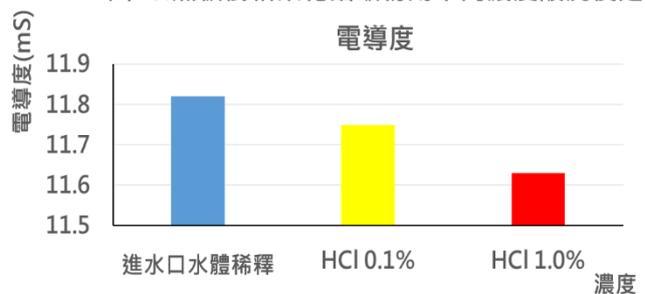
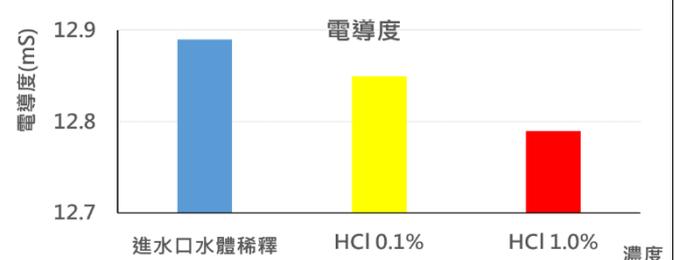


圖11.小葉欖仁枯葉乾餾碳粉用不同濃度酸洗後之電導度



(五)、探討羅漢松枯葉乾餾碳粉酸洗及未酸洗，對於水質脫色效果之差異。

1.實驗方法：

(1)採集羅漢松枯葉，刷洗乾燥後置入烤箱中碳化，並磨成碳粉備用。

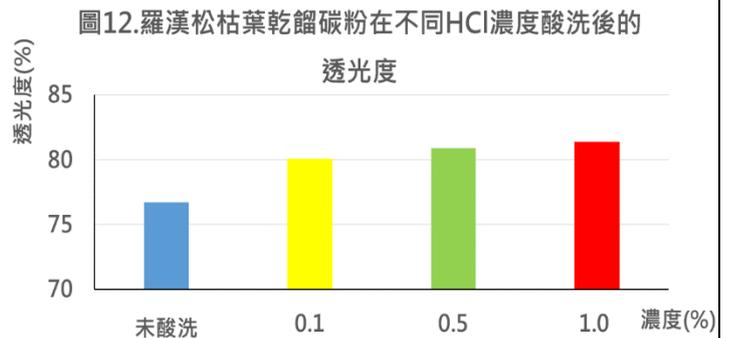
(2)配置 0.1%HCl、0.5%HCl 及 1.0%HCl 溶液各 100 毫升，加入 1.5 克的碳粉酸洗，並以 100 毫升蒸餾水洗去濾紙上殘留的 HCl，將濾紙放入 110°C 烘箱中烘乾，將碳粉取下備用。

(3)各取 0.2 克碳粉，加入稀釋 25% 的進水口水體 100 毫升，以攪拌器攪拌 20 分鐘，再以濾紙過濾取其濾液，以分光光度計 400nm 記錄水體透光度。

2.實驗結果：(圖 12)

(1)水體透光度：1.0%HCl > 0.5%HCl > 0.1%HCl > 未酸洗。

(2)整體而言，碳粉酸洗後對於水體的透光度效果較佳，且酸洗濃度愈高其水體的透光度愈佳。



(六)、探討六種校園常見植物枯葉乾餾碳粉，對於水質脫色之效果。

1.實驗方法：

(1)在校園中採集扁柏、羅漢松、小葉南洋杉、大葉欖仁、黑板樹及棋盤腳等六種枯葉，刷洗乾燥後置入烤箱中碳化，並磨成碳粉備用。

(2)各取 0.3 克碳粉，加入稀釋 25% 的進水口水體 100 毫升，以攪拌器攪拌 20 分鐘，再以濾紙過濾取其濾液，以分光光度計 400nm 記錄水體透光度。

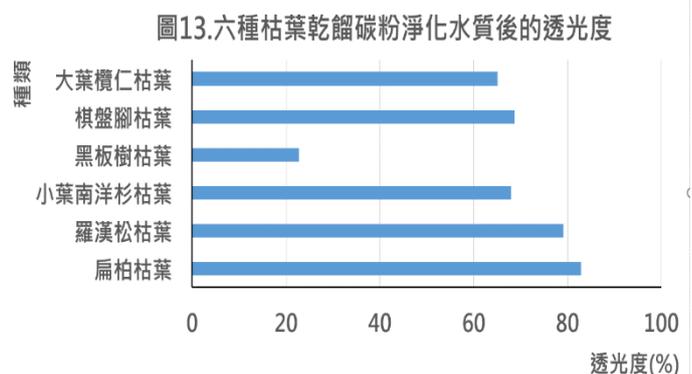
2.實驗結果：(圖 13)

(1)六種枯葉乾餾碳粉淨化水質後的透光度：扁柏 > 羅漢松 > 棋盤腳 > 小葉南洋杉 > 大葉欖仁 > 黑板樹。

(2)裸子植物淨化水質後的透光度：扁柏 > 羅漢松 > 小葉南洋杉，以扁柏較佳。

(3)被子植物淨化水質後的透光度：棋盤腳 > 大葉欖仁 > 黑板樹，以棋盤腳較佳。

(4)整體而言水質脫色效果：裸子植物 > 被子植物。



(七)、用不同濃度的亞甲藍液，加入扁柏枯葉乾餾碳粉及實驗室碳粉比較其水質脫色效果。

1.實驗方法：

(1)採集扁柏枯葉，刷洗乾燥後置入烤箱中碳化，並磨成碳粉備用。

(2)配置 100ppm、1000ppm 及 10000ppm 亞甲藍液各 100 毫升，以分光光度計 400nm 記錄水體透光度。

(3)各加入 0.2 克的扁柏乾餾碳粉及實驗室碳，置於攪拌器上攪拌 20 分鐘，而後再以濾

紙過濾取其濾液，以分光光度計 400nm 記錄水體透光度。

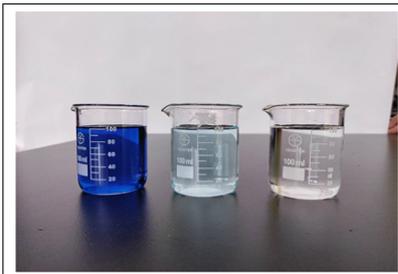


圖14、10000ppm、1000ppm、100ppm亞甲藍液。



圖 15、加入扁柏乾餾碳脫色後之亞甲藍液。

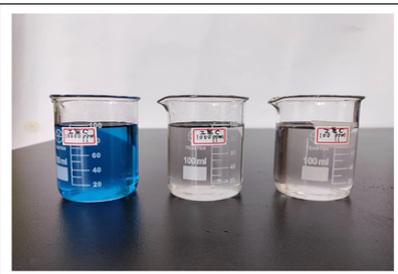


圖 16、加入實驗室碳脫色後之亞甲藍液。

2.實驗結果：(圖 14-16)

(1)原亞甲藍液透光度：100ppm

> 1000ppm > 10000ppm。

(2)加入扁柏乾餾碳粉及實驗室碳

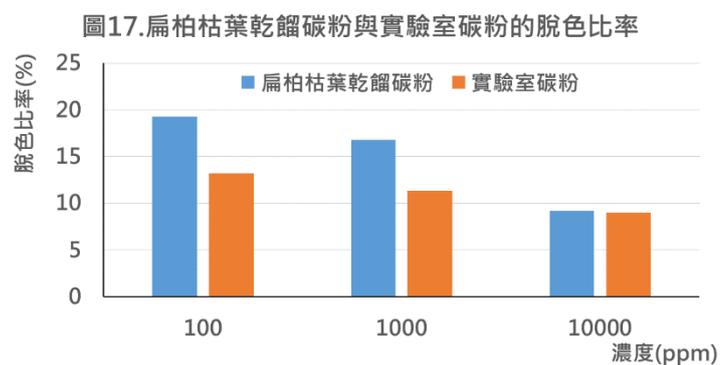
後透光度皆為：10000ppm >

1000ppm > 100ppm。

(3)以脫色比率效果而言，各濃度

的脫色比率皆為：扁柏枯葉乾餾

碳粉 > 實驗室碳。(圖 17)



五、結論與生活應用

(一)校園中扁柏、羅漢松、小葉南洋杉、大葉欖仁、黑板樹及棋盤腳等六種枯葉乾餾碳粉，對於大潭人工濕地進水口的水質處理而言，不論是淨化效果或者是透光率皆以扁柏最佳，羅漢松次之。

(二)比較黑板樹、小葉欖仁枯葉及新葉兩者乾餾碳粉的效果，以枯葉乾餾碳粉對於水質的淨化能力較佳。

(三)將黑板樹、羅漢松枯葉乾餾碳粉酸洗後，發現酸洗濃度越高，酸洗後的乾餾碳粉其水質淨化效果越佳。

(四)以扁柏枯葉乾餾碳粉及實驗室碳檢測 10000ppm、1000ppm、100ppm 三種濃度亞甲藍液的脫色能力，各濃度的脫色比率皆為：扁柏枯葉乾餾碳粉 > 實驗室碳。

參考資料

一、交通部觀光局大鵬灣國家風景區管處 (2006、2007、2008)，「大鵬灣人工濕地規劃研究成果報告」。

二、碳吉科技有限公司，乾餾碳粉，檢自 <https://www.actcarb.com/tree/> (Oct. 12, 2021)

三、2010·蘭陽女中”落葉變黑金-由校園落葉製成乾餾碳粉應用於高中實驗室廢液處理之研究”，2002 臺灣國際科學展覽會生活與應用科學科，國立臺灣科學教育館，台北。

四、台灣炭素工業股份有限公司，乾餾碳粉吸附原理，檢自，<https://www.tac-carbon.com/>(Oct. 12, 2021)。

五、靈氣精油，精油的十五種植物科，檢自 <https://mahoya.com.tw/>(Oct. 22, 2021)

六、百科知識。乾餾碳粉。檢自 <https://www.easyatm.com.tw/wiki/乾餾碳粉>(Nov. 2, 2021)

七、科學 Online 高瞻自然科學教學資源平台(2010)。乾餾碳粉。檢自
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/> (Jun.22,2022)

八、林錦盛、藍浩繁、林德財(2009)。機械製炭爐之設計原則。林業研究專訊，6，p52-5

九、楊璞安、彭子亮、黃冠銘(2005)我得色素不見了-探討乾餾炭吸附色素的能力，第 45 屆
國中小學科展，彰化縣立陽明國民中學。

註：

1. 報告總頁數以 6 頁為上限。
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 沒按照本競賽官網提供「表單」格式投稿，不予錄取。
4. 建議格式如下
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
 - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
 - 字體行距，以固定行高 20 點為原則
 - 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖