

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中(職)組 成果報告表單

題目名稱：以農業廢棄物做為紡織業常用染劑吸附材質之探討

### 一、摘要：

這次的研究重點是讓香蕉葉、玉米桿能夠廢物利用，成為高效吸附材，進而從水溶液中去除在染紡工業上常用的染料：亞甲藍、剛果紅及雅里西安藍。透過改變實驗變因(吸附時間、吸附濃度、染劑種類)，比較吸附材在這些情況下的吸附效率，利用分光光度計測量各溶液的透光率、吸收率，並計算吸光度、取最大值，作檢量線加以分析其吸附效率。

### 二、探究題目與動機

近年來水污染議題越來越被重視，常有大量紡織工業染劑被排出，過量的染劑可能會造成環境負擔，甚至是致癌，於是我們決定開發一個低成本、環境親和力高的吸附材。在台灣一年四季都吃得到香蕉，曾為有名的香蕉王國，那生產那麼多的香蕉有沒有什麼副產物呢？香蕉葉就是其中之一，收成後剩餘的香蕉葉不具經濟價值，僅可作為食品包裝，被遺棄的香蕉葉會導致植物營養失衡，產生環境、健康問題。那我們能否讓其廢物利用呢？香蕉葉富含大量木質纖維素生物質，而木質纖維素生物質是一種主要且易獲得的永續材料，如果讓其作為生質材料應用，就能達到廢物利用的效果。為了增加實驗的多樣性，我們找了同樣是世界主要經濟作物的玉米，收成後的玉米遺留下的玉米桿也會成為廢棄物，大多被回收的玉米桿往往會是以焚燒銷毀，造成的環境問題不亞於香蕉葉。於是我們決定針對香蕉葉與玉米桿進行進一步實驗，探討其吸附效果。

### 三、探究目的與假設

(一)探討在含有不同濃度的同種染劑中，加入香蕉葉與玉米桿，在相同時間內所產生吸光度的改變，比較何種吸附材在相應濃度下吸附效果較佳。

(二)使用由實驗一所得的吸附效果較佳的吸附材，進一步實驗。探討相同濃度(同種染劑)、不同時間下的最大吸光度，計算在何種時間下吸附效率最佳。

### 四、探究方法與驗證步驟

#### 一、研究過程或方法

##### (一)研究方法

純量的纖維呈現多尺度孔狀結構(較大表面積)，對於有效吸附劑非常有利，對於剛果紅的去除能力更是超過早期報導的值，且可在自然 PH 值下有利的去除染料，並具有可重複使用性。

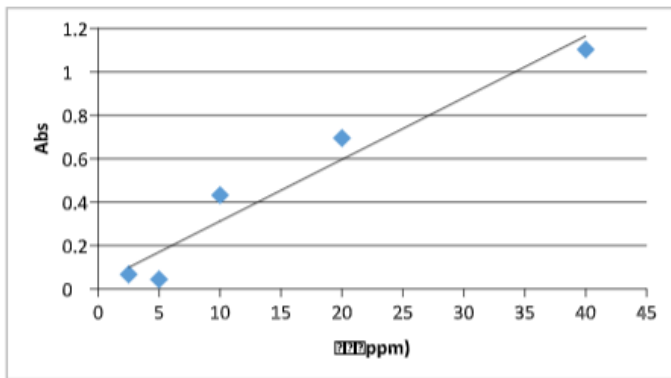
所以說讓香蕉葉廢物利用並非不可行的辦法，香蕉葉主要由纖維(21.90-32.56%)、半纖維素(25.80-12.00%)和木質素(10-17.00%)組成。而本次實驗中，具有吸附效率的纖維，外層會被木質素所包圍，降低吸附效率，於是我們採用物理：機械式絞碎法，透過食物調理機破壞香蕉葉的細胞壁。

雖然能一次破壞大量木質素，並且增加吸附材表面積，但是不能確保木質素被去除乾淨。但也算是一種低成本的，並且能夠廢物利用的方法。

##### (二)色素濃度檢測原理

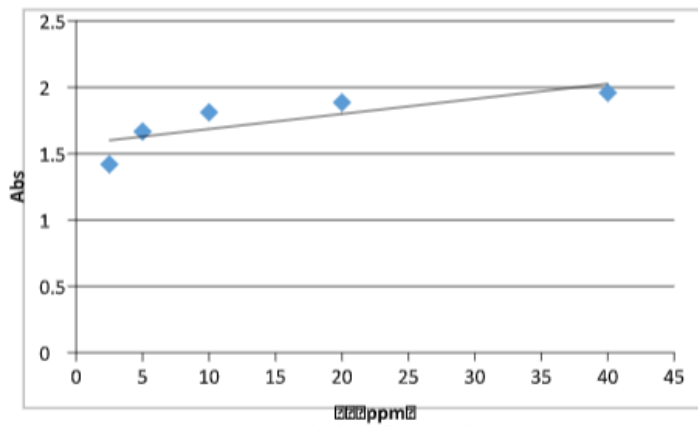
由比爾-朗伯定律： $A = -\log_{10} \frac{1}{T} = \alpha \cdot l \cdot c$ ，可得一斜直線，即檢量線

(A:吸光度、T:透射比，或稱透光度、 $\alpha$ :吸收係數、l:吸收介質厚度、c:吸光物質濃度)



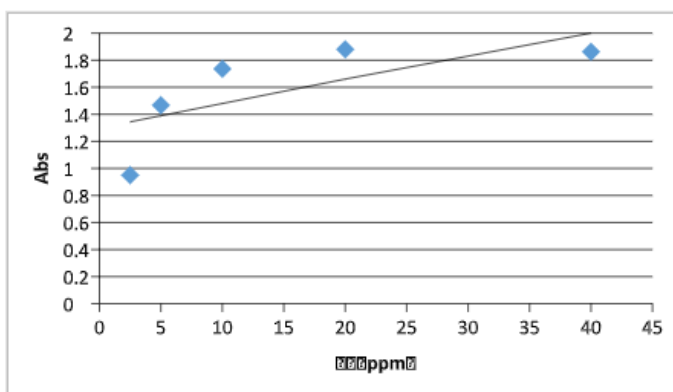
亞甲藍溶液之濃度-吸光度圖

濃度 (ppm)	吸光度
2.5	0.067
5	0.044
10	0.432
20	0.695
40	1.103



剛果紅溶液之濃度-吸光度圖

濃度(ppm)	吸光度
2.5	1.41
5	1.667
10	1.811
20	1.886
40	1.959



雅里西安藍溶液之濃度-吸光度圖

濃度(ppm)	吸光度
2.5	0.950
5	1.467
10	1.736
20	1.880
40	1.863

### (三)實驗設計與過程

#### 1. 吸附材事前處理

- (1)選用壞死、萎黃、蟲穿孔症狀的香蕉葉。
- (2)用大量自來水和海綿洗淨以去除灰塵、有機物、殘留物與塵土。
- (3)先用剪刀將已清洗的香蕉葉剪成易打碎的碎片。
- (4)再利用食物調理機打成更小的碎塊。
- (5)使用烘箱烘乾，再用杵臼磨細(0.1~0.5cm)。

#### 2. 製作檢量線

##### 實驗步驟

- (1)配置亞甲藍、剛果紅、雅里西安藍 2.5、5、10、20、40ppm 溶液。
- (2)放入分光光度計在特定波長(950.205~379.799nm)下收集的吸光度，將資料轉存至 Excel 分析尋找最大吸光度

#### 3. 進行吸附實驗

##### (一)相同時間下，對不同濃度溶液吸附效率之影響

控制變因：吸附材重量(0.5 公克)、亞甲藍(剛果紅、雅里西安藍)溶液體積(25ml)、時間(20 分鐘)、轉速(1150 rpm/min)

操作變因：不同濃度溶液(2.5、5、10、20、40ppm)

應變變因：20 分鐘後，不同濃度對溶液的吸附效果

##### 實驗步驟

- (1)以分度吸量管分別量取不同濃度之亞甲藍、剛果紅、雅里西安藍溶液各 25ml，置於 50ml 小燒杯中，置入磁石。
- (2)以電子天秤秤取 0.5g 之吸附材，加入已裝有亞甲藍、剛果紅、雅里西安藍溶液之燒杯中，置於加熱攪拌器上使溶液及吸附材粉末混合均勻，使其進行吸附反應達 20 分鐘。
- (3)以濾紙過濾溶液，以分光光度計測量澄清溶液之透光率，並以檢量線求出對應之吸光度，由內插法算出對應之濃度。

##### (二)不同吸附時間對吸附效果之影響

控制變因：吸附材重量(0.5 公克)、亞甲藍(剛果紅、雅里西安藍)溶液體積(25ml)、初始濃度(100ppm)、轉速(1150 rpm/min)

操作變因：不同吸附時間長度(10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘、40 分鐘、50 分鐘、1 小時、2 小時、3 小時、4 小時、5 小時、6 小時、24 小時)

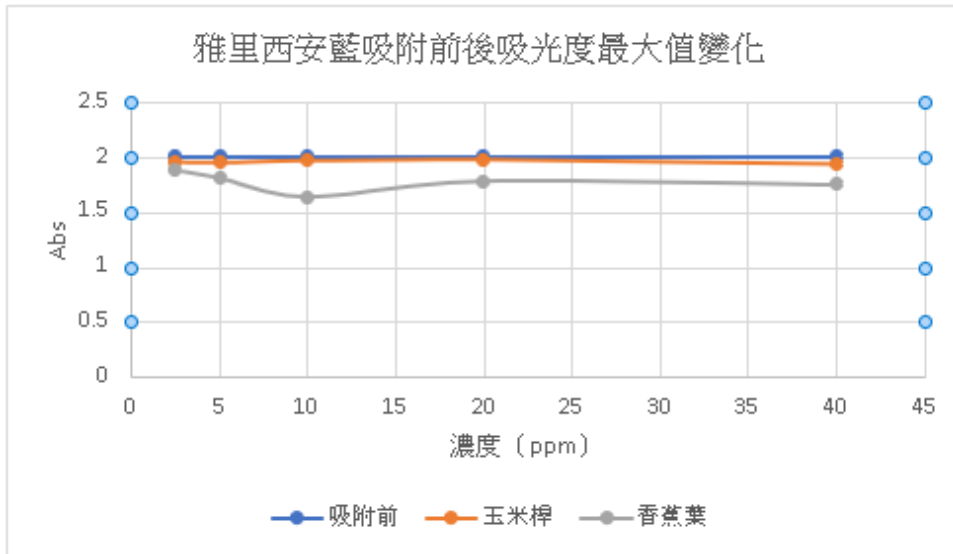
應變變因：平衡時吸附濃度

##### 實驗步驟

- (1)以分度吸量管分別量取 100ppm 之亞甲藍、剛果紅、雅里西安藍溶液各 25ml，置於 50ml 小燒杯中，置入磁石。
- (2)以電子天秤秤取 0.5g 之吸附材，加入已裝有亞甲藍、剛果紅、雅里西安藍溶液之燒杯中，置於加熱攪拌器上使溶液及吸附材粉末混合均勻，使其進行吸附反應達 10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘、40 分鐘、50 分鐘、1 小時、2 小時、3 小時、4 小時、5 小時、6 小時、24 小時。
- (3)以濾網過濾溶液，以分光光度計測量澄清溶液之吸光度，並以檢量線求出對應之濃度。

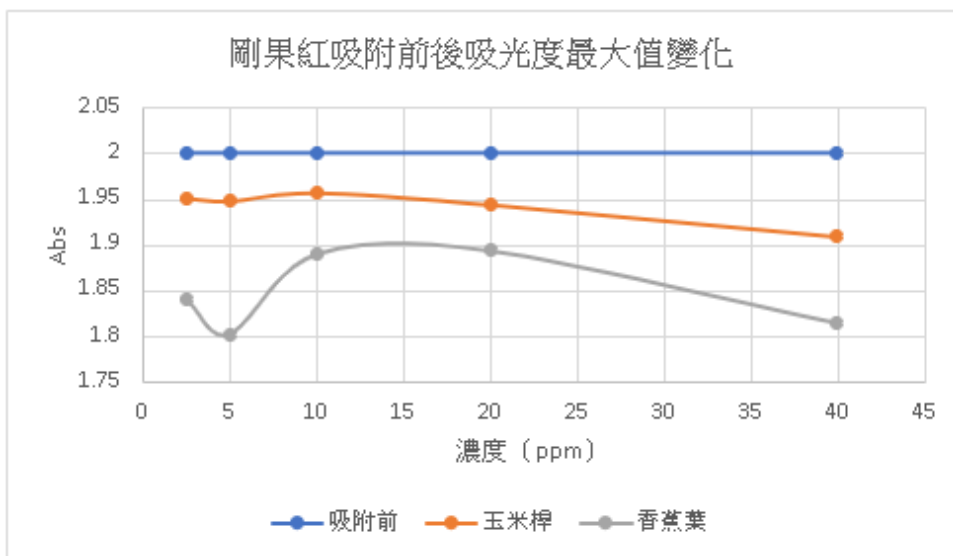
## 五、結論與生活應用

### 實驗一

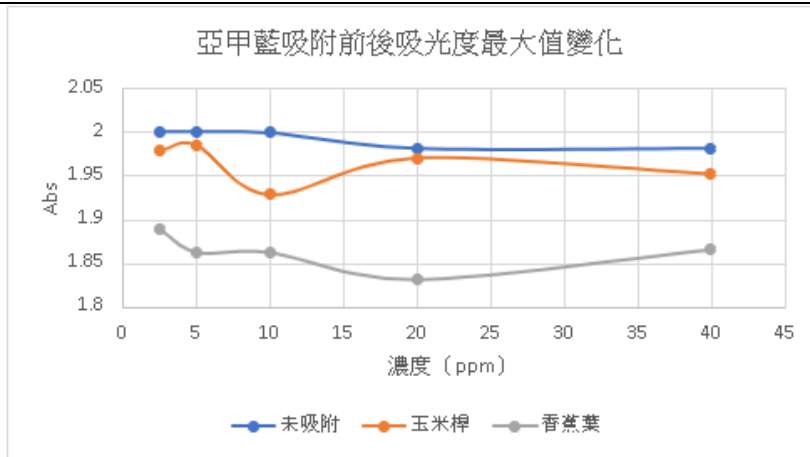


由圖得知，兩種吸附材對於雅里西安藍皆具有吸附效果，不過香蕉葉的吸附效果明顯優於玉米棒，玉米棒雖有吸附雅里西安藍，但僅在 40ppm 時有最大吸附值，並且吸附效率極差。

而本實驗吸附效率最佳的為香蕉葉，在 10ppm 的情況下吸附 20 分鐘，吸附效率最好，具有明顯的吸附率。

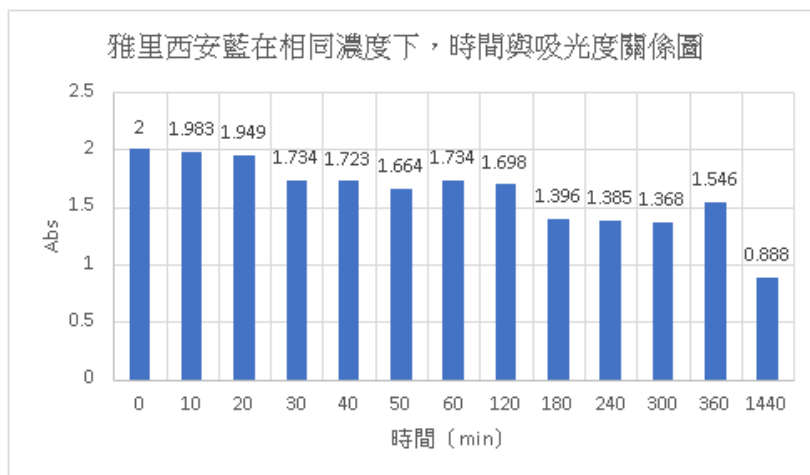


由圖得知，兩種吸附材對於剛果紅皆具有吸附效果，不過相較於雅里西安藍，兩種吸附材對於剛果紅的吸附效率都不比預期來的好，吸光度都落在 1.8 到 2 之間，但香蕉葉的吸附效果明顯優於玉米棒，並且在 5ppm 時，吸附 20 分鐘的效率為最佳。

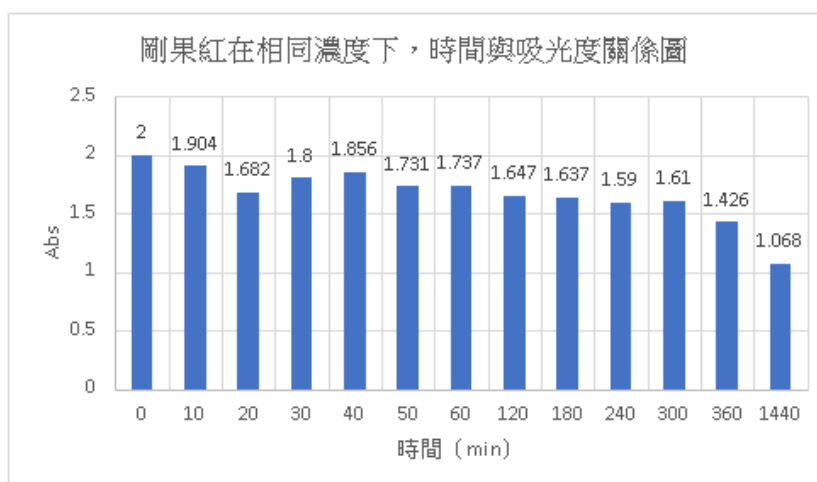


由圖得知，兩種吸附材對於亞甲藍皆具有吸附效果，不過相較於亞甲藍，其吸附效率不比雅里西安藍好，但吸附效率與剛果紅還算接近。尤其是玉米棒在 10ppm 的情況下，吸附率有明顯上升，而香蕉葉的吸附率則同前兩種吸附劑一樣優於玉米棒，並且在 20ppm 時達大最大吸附率。

## • 實驗二

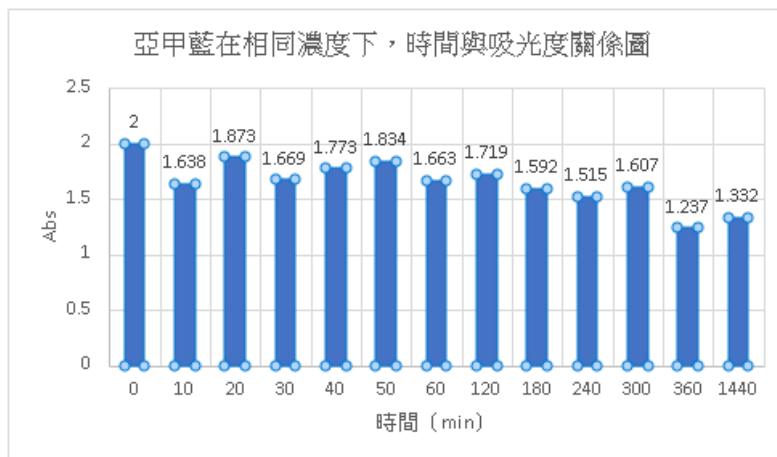


由圖得知，香蕉葉具有吸附雅里西安藍的能力，推測吸附效率與時間呈正相關，但在 1、2、6 小時的吸附效果並不優於較短時間的吸附力，而在 24 小時得吸附效果明顯比其他時間的吸附效率更高，符合推測。



由圖得知，香蕉葉具有吸附剛果紅的能力，推測吸附效率與時間呈正相關，在 50 分鐘到 5 小時中，吸附效率無明顯變化。而在 20 分鐘的吸附效率明顯優於其他長時間的，甚至與 2、3 小時的吸附效率相當，則推測 20 分鐘為吸附剛果紅效率較佳的時間，而後面的時間雖然也會吸附剛果紅，但隨著時間效率慢慢降低。

推測原因:在吸附 50 分鐘到 5 小時的期間內，有外部因素(如:溫度)影響，而造成吸附效率不比 20 分鐘優秀。



由圖得知，香蕉葉雖具有吸附亞甲藍的能力，不過不符合推測(吸附效率與時間呈正相關)，吸附效率與時間呈波動性，但吸附率還是會隨著時間增加而變大。在 24 小時，其吸附效率並非最佳，而是在 6 小時的時候，吸附率達最大值。

## • 結論

本實驗透過常見農作物廢棄物，進行吸附實驗。探討何種吸附劑在不同的變因下，其吸附效率最好，達到低成本廢物利用之功效，並解決焚燒、遺棄作物而造成的環境問題。由實驗結果發現:香蕉葉與玉米桿接有吸附染劑的功用，且香蕉葉的吸附效率優於玉米桿，並且在吸附雅里西安藍的能力優於吸附剛果紅與亞甲藍，而在大多數情況下，吸附效率與時間呈正相關(除亞甲藍)。本實驗後續會利用其他廢棄作物來比較各吸附效率，以及嘗試不同處理木質素的方法，探討其對吸附效率之影響，讓這些被遺棄的農業廢棄物能夠達到物盡用的功效。

吸附後的吸附材處理(三種方法利用含木質纖維素物質產出乙醇)

- 1.稀酸高溫先行水解半纖維素與纖維素為木糖與葡萄糖等單糖後，供微生物進行醱酵產出乙醇
- 2.濃酸低溫先行水解半纖維素與纖維素為木糖與葡萄糖等單糖後，供微生物進行醱酵產出乙醇
- 3.木質纖維素先經前處理後，利用酵素水解半纖維素與纖維素為簡單糖類後，供微生物醱酵產出乙醇

## 參考資料

- 1.ACS Applied Materials & Interfaces 2015, 7, 4, 2607-2615 (Research Article) Publication Date (Web):January 6, 2015
- 2.范綱竹、李振綱(2020)。奈米纖維素的製備及應用。2020 年 8 月 572 期
- 3.Fabrication and Characterization of Highly Porous Fe(OH)<sub>3</sub>@Cellulose Hybrid Fibers for Effective Removal of Congo Red from Contaminated Water. ACS Sustainable Chem. Eng. 2017, 5(9), 7723–7732.
- 4.李怡慧(2020)。國立新竹女子高級中學(化學科)。環保吸附劑對重金屬銅離子吸附實驗研究
- 5.ACS Sustainable Chem. Eng. 2016, 4, 10, 5523–5532 Publication Date : August 24, 2016
- 6.ACS Appl. Nano Mater. 2018, 1, 11, 6502–6513 Publication Date : October 12, 2018
- 7.陳茜筠、陳蕙(2020)。國立臺南女子高級中學 以農業廢棄物芝麻桿做為紡織業常用染劑 吸附材質之探討
- 8.簡宣裕 張明輝 劉禎祺 (2007) 木質纖維素產生能源方法之探討

