

# 2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 普高組 成果報告表單

題目名稱：植物染的文青科學—染出染料敏化太陽能電池

### 一、摘要

目前「染料敏化太陽能電池」的教學活動或教材，大多使用**藍莓或火龍果等蔬果**的汁液做為染料。為探究更符合**永續發展**目標的製作方式，我們使用常用於藝術創作或手作活動的**植物染染料**，取代藍莓汁，作為負極二氧化鈦層的染劑。

探究過程總共選取了**9 種植物染料**作為實驗組，而藍莓汁作為對照組。測試的濃度固定為 10g 植物+100g 水，光源固定，記錄電壓及電流。從中選擇效果最佳的三種染料，分別為**藍染、蝶豆花、阿仙藥**，再依照植物染教學中染布用的比例調配 2 種濃度，分析數據進行比較。依據實驗結果，上述 3 種植物染料，適當濃度可取代現行染料敏化太陽能電池教材中的藍莓。

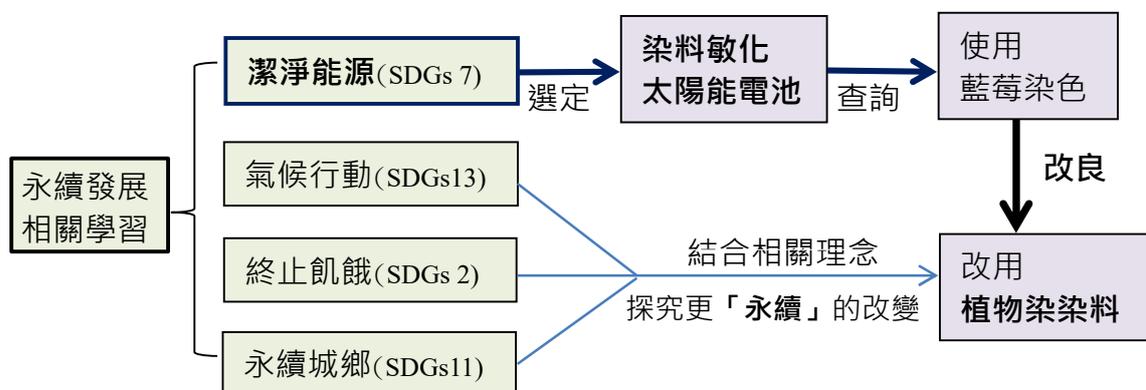
### 二、探究題目與動機

近來太陽能發電技術受到市場矚目，**矽晶太陽能技術已經成熟**，但因其原料成本偏高、製程設備昂貴等因素致使尚未普及化，因此市場仍期待有**更新穎、製程簡單且原料成本低的太陽能電池技術**，染料敏化太陽能電池正具備這些優點。在許多科普研習、科技講座，以及大學普物或普化實驗，都有安排相關課程。(取自台灣網路科教館-稀土元素及其在染料敏化太陽能電池之應用)

目前大多數教材，是以藍莓汁、火龍果汁等「**蔬果**」來製作染料，但**蔬果原為可食用的作物**，在提倡「**惜食**」的觀念下，我們認為**可以探究更符合 SDGs 目標的染料製作方式**。同為天然染料，用於**植物染**的原料若能妥善應用於染敏電池，相信更能符合**永續發展**的原則，也為目前較常被使用於文藝作品或手作活動的**植物染**，開發**創新的科技應用**。

### 三、探究目的與假設

探究目的：找出可用於染料敏化太陽能電池的植物染染料



假設：

1. 植物染之染劑可將染料敏化太陽能電池的二氧化鈦層染色。
2. 部分植物染之染劑，可用於染料敏化太陽能電池製作，取代目前相關課程中常用的藍莓汁或火龍果汁等。

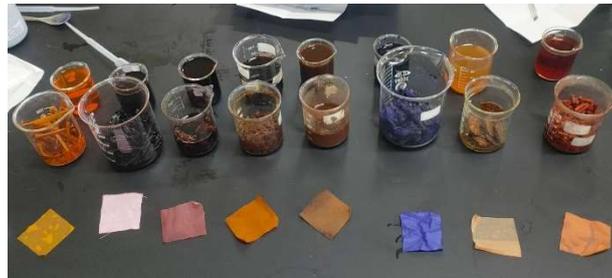
#### 四、探究方法與驗證步驟

查詢製作方法 (大學普物/普化)

練習製作染料敏化太陽能電池



使用植物染料取代藍莓汁



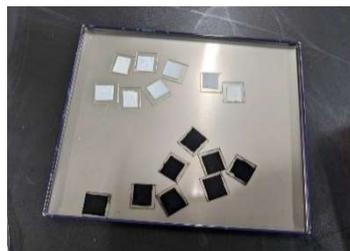
實測不同染劑成品的效果



選定較果較佳的植物染料繼續探究



植物染原料



塗佈完成的負極與正極



染劑製作

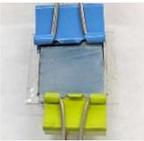
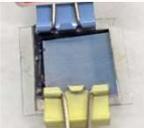
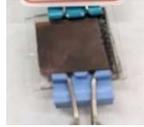
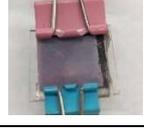


測試裝置

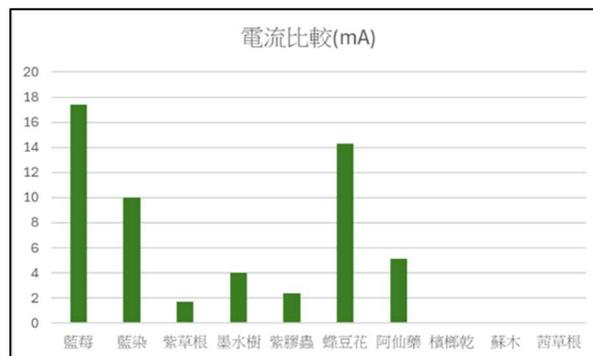
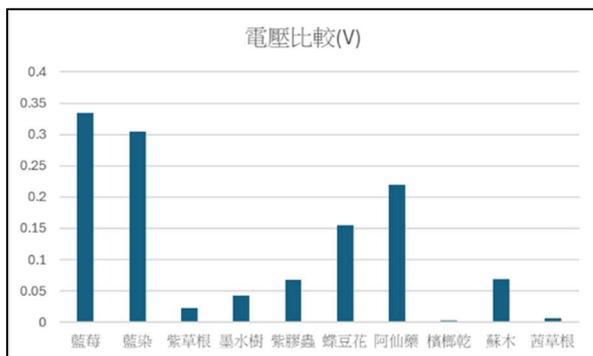
## 五、結論與生活應用

### 1. 測試結果

使用常見植物染料製作染料敏化太陽能電池：(10g 植物+100g 水，光源固定)

|        | 原料外觀  | 染液外觀  | 染布結果  | 成品  | 測量結果                |
|--------|---|---|---|---|---------------------|
| 藍莓(對照) |    |    |    |    | 0.334 V<br>17.4 mA  |
| 藍染藍靛染料 |    |    |    |    | 0.305 V<br>10.0 mA  |
| 紫草根    |    |    |    |    | 0.023 V<br>1.7 mA   |
| 墨水樹    |   |   |   |   | 0.043 V<br>4.0 mA   |
| 紫膠蟲    |  |  |  |  | 0.068 V<br>2.4 mA   |
| 蝶豆花    |  |  |  |  | 0.155 V<br>14.3 mA  |
| 阿仙藥    |  |  |  |  | 0.22 V<br>5.1 mA    |
| 檳榔乾    |  |  |  |  | 0.003 V<br>0.0 mA   |
| 蘇木     |  |  |  |  | 0.069 V<br>0.0 mA   |
| 印度茜草根  |  |  |  |  | 0.006 V<br>0.006 mA |

## 2. 電壓及電流比較



## 3. 較適合染劑比較

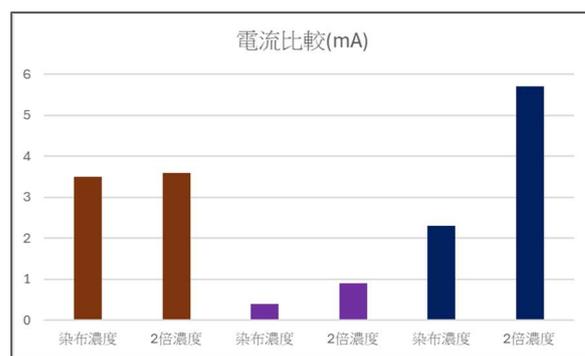
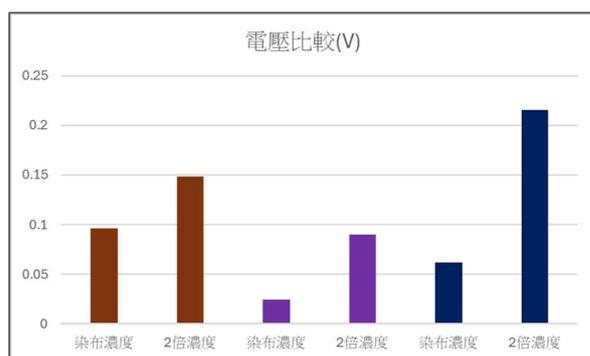
選定效果較好的三種染料(藍染、蝶豆花、阿仙藥)，比較不同濃度：

染劑使用植物染教學中染布用的比例

阿仙藥：1.825g 加水 55g

蝶豆花：14.6g 加水 500g

藍染：藍靛粉 2.5g / 鹼粉 5g / 保險粉(還原劑)1g 加水 750g



由結果可知，一般染布用的植物染染料，若要用於製作染料敏化太陽能電池，達到較好的發電效果，需要提高濃度。原先測試時因濃度較高，得到的電壓及電流也較大。若提高植物染料濃度，縮短染布時間或次數，即可使用剩餘染劑製作染料敏化太陽能電池。

## 4. 生活應用

(1) 在高一的化學專題中曾經做過「藍染」，當時雖然有學習其中的科學原理，但完全沒有想過除了染布、手作、文創與藝術之外，藍染還能其他的應用。



染劑製作



晾乾成品



藍染作品

藍染是目前知名度最高的植物染，其主要特點是使用天然的藍靛染料，將布料或纖維染成深藍色。它相較於其他植物染製作過程十分複雜，未經處理的木藍染液呈現綠色，需要經過一系列化學作用才會變成藍色。目前台灣部分景點有提供藍染 DIY 的活動，但多半未提及原理，僅作為手作染布體驗。

**(取自自台灣科學工藝博物館-植物染藍染大方巾)**

本次科學探究測試了許多植物染的原料，我們認為探究結果可使**藝術與科學產生創新的連結**。在提供植物染活動供遊客體驗的景點，也可使用相同的染料，設計不同於以往的活動，加入染料敏化太陽能電池的製作，作為**潔淨能源的環境教育**行程。

- (2) 染料敏化太陽能電池製作為中學常見的**科普活動**，若使用常見植物染原料，可進行**跨科**或**跨領域**的課程設計。染布剩餘的染劑可製作染料敏化太陽能電池，因此本探究成果可提供中學**特色課程設計**的參考。
- (3) 本探究作品以邊長 2cm 的正方形 ITO 玻璃製作染料敏化太陽能電池，用於**學習製作過程及觀察照光強度對電壓或電流的影響**，可明顯看出數據變化，若要實際驅動電子產品則電壓及電流過低。但經計算若**串聯 5-6 組**，可**驅動低功率電子產品**如簡易電子時鐘、小型 LED 燈泡等，實際應用於生活。

**參考資料**

1. 國立臺灣大學化學系普通化學實驗(第十二版)，太陽能電池，E27-1~E27-6。
2. 國立清華大學開放式課程/普通物理實驗/第 6R 講 染料敏化太陽電池 DIY(戴明鳳教授)  
<https://ocw.nthu.edu.tw/ocw/index.php?page=chapter&cid=40&chid=4368>
3. 普通化學實驗(3)：太陽能電池 [https://www.youtube.com/watch?v=Wsbi5F\\_PGh0](https://www.youtube.com/watch?v=Wsbi5F_PGh0)
4. PCE-染料敏化太陽能電池製作 <https://youtu.be/nXJtCOrCE5E?si=64FJN9N7wA3k6gWg>
5. 科技大觀園 <https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000008/detail?ID=d391a956-5f2c-4c0b-8a6f-d07f3833d8f8>
6. 泛科學專訪中興化學系教授葉鎮宇 <https://pansci.asia/archives/318317>
7. 台灣網路科教館-稀土元素及其在染料敏化太陽能電池之應用  
<https://www.ntsec.edu.tw/liveSupply/detail.aspx?a=6829&cat=6844&p=1&lid=15548>
8. 台灣科學工藝博物館-植物染藍染大方巾  
[https://serv.nstm.gov.tw/act\\_detail?act\\_no=0000013620&act\\_seq=19](https://serv.nstm.gov.tw/act_detail?act_no=0000013620&act_seq=19)