

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： 一滴涕欸-EDTA 與重金屬對植物吸光度的影響
一、摘要
本實驗使用 EDTA 溶液、水蘊草、糖水溶液等，透過吸光度的測定，研究 EDTA 對葉綠素中離子的螯合作用，亦觀察不同時間內螯合離子對葉綠素的影響。此外，我們利用不同種類重金屬溶質（ $ZnSO_4$ 、 $NiSO_4$ ）等重相混模擬工廠廢水，以 10ppm 浸泡植物一週，並測量其生長狀況與吸光度。
二、探究題目與動機
<p>近年來不時聽聞工廠排放廢水污染環境，造成生物死亡，破壞生態系統，人類亦可能因生物放大作用而攝取過多重金屬，導致皮膚炎抑或生育困難等症狀，而經查閱資料後發現硫酸鎳將引發過敏性皮膚炎及生殖毒性，而硫酸鋅易使人產生腹瀉、腹痛，嚴重時則會產生脫水、休克，甚至死亡，故選擇兩者作為實驗材料。</p> <p>另外，現代人因 3C 使用頻繁，常需配戴眼鏡或隱形眼鏡，而市面上眼鏡清洗液中大多含有部分成分能螯和重金屬，如 EDTA。EDTA 亦稱作乙二胺四乙酸，由於使用眼藥水時對其螯合鈣性礦物質沈積有疑惑，因而結合重金屬污染議題，設計 EDTA 用於其他生物重金屬的影響，並發想於工廠廢水污染下，透過吸光度值的變化比較正常職務葉片及受污染後的葉片吸光度的變化量，將結果量化呈現並分析。</p>
三、探究目的與假設

目的：

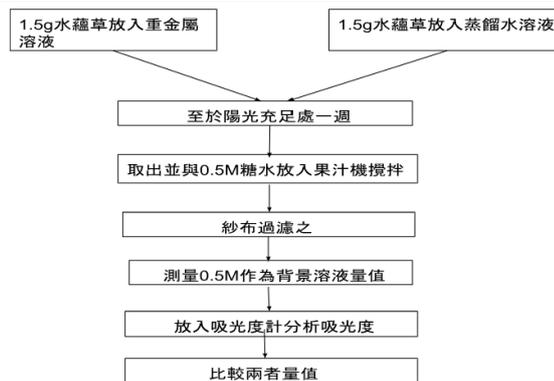
1. 探討葉綠素中鎂鈣離子螯合後之吸光度變化
2. 於不同時間 EDTA 溶液的螯合狀況
3. 確認重金屬是否影響吸光
4. 探討重金屬對植物生長與光合的影響
5. 探討 EDTA 對於受重金屬污染物的影響

假設：

1. 未加入 EDTA 之吸光度 > 加入 EDTA 之吸光度
2. 吸光度：受重金屬汙染之植物 > 未受重金屬汙染之植物 > 0.5M 糖水溶液
3. 未受重金屬汙染植物 + EDTA 之吸光度放置 1 分鐘 \geq 3 分鐘 \geq 5 分鐘
4. 受重金屬汙染植物 + EDTA 之吸光度放置 5 分鐘 \geq 3 分鐘 \geq 1 分鐘

四、探究方法與驗證步驟

一. 研究架構



二. 實驗器材

1. EDTA2Na
2. 丙酮
3. 濾紙
4. 水蘊草
5. 分光光度計
6. 玻璃試管
7. 研磨鉢
8. 燒杯
9. 滴管
10. 量筒
11. 漏斗
12. 容量瓶
13. 刮勺
14. 秤量紙
15. 硫酸鋅
16. 硫酸鎳
17. 紗布
18. 電子秤
19. 砂糖

三. 實驗步驟



(圖 a)

(圖 b)

(圖 c)

(圖 d)



(圖 e)



(圖 f)



(圖 g)



(圖 h)

1. 取 16.9 g 氫化銨溶於 143 mL 濃氨水 (氫氧化銨) · 溶解 1.179g 二個結晶水之 EDTA 二鈉 · 混合後以蒸餾水稀釋至 250mL · 最後將 EDTA 加至飽和 · 形成 $C_{10}H_{14}N_2O_8Na_2$ 溶液(圖 a)
2. 取 17.1g 蔗糖 (0.05mole) 放入 100 毫升蒸餾水中 · 攪拌至完全溶解(圖 b)
3. 取硫酸鎳及硫酸鋅各 0.005 克 (合計 0.01g) · 加入一公升之蒸餾水中(圖 c)
4. 添加各 1.5 克的水蘊草分別置於一公升重金屬溶液與一公升蒸餾水溶液中 · 並放置於陽光充足處一週以利光合作用之進行(圖 d)
5. 取出 1.5 克水蘊草與 0.5M 糖水 100 毫升加入果汁機攪拌混合(圖 e)
6. 將經果汁機攪拌後的水蘊草及糖水混合液經紗布過濾倒出(圖 f)
7. 滴入 $C_{10}H_{14}N_2O_8Na_2$ 溶液(圖 g)
8. 測量吸光度並比較(圖 h)

四. 實驗結果

x-範圍: 381.1 - 949.5 nm / Δx : 568.400 nm

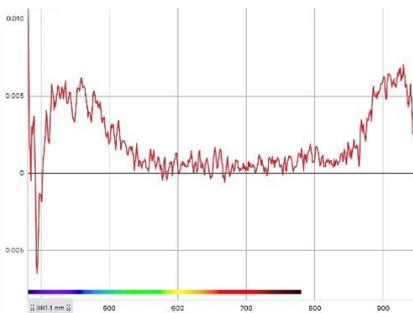
糖水 0.5M :

平均值: 0.002/標準差: 0.002

最小值: -0.006 @ 394.600 nm

最大值: 0.011 @ 381.100 nm

Δy : 0.018



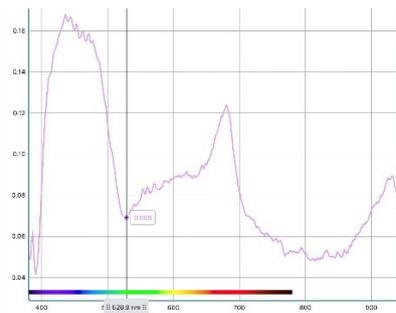
正常(未汙染) :

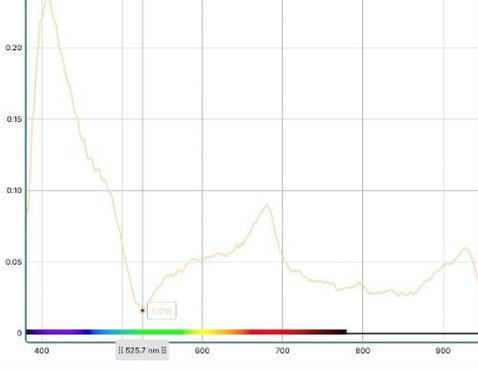
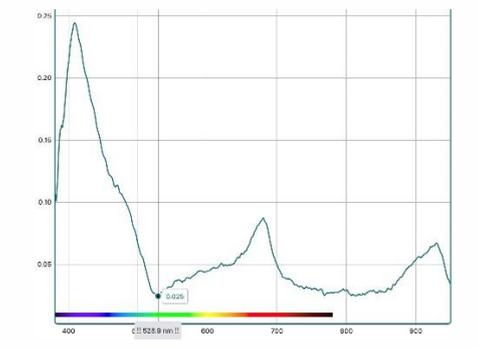
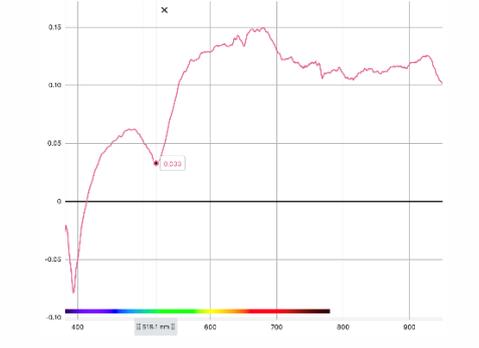
平均值: 0.087/標準差: 0.034

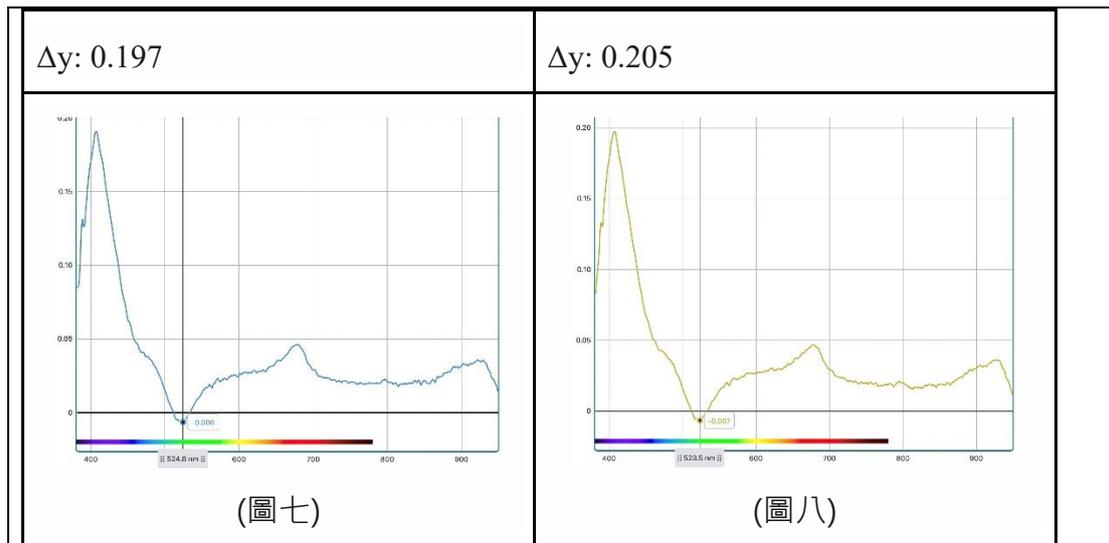
最小值: 0.042 @ 391.200 nm

最大值: 0.168 @ 436.200 nm

Δy : 0.126



(圖一)	(圖二)
<p>正常+edta 一分鐘： 平均值: 0.065/標準差: 0.051 最小值: 0.016 @ 525.700 nm 最大值: 0.237 @ 408.100 nm Δy: 0.221</p>	<p>正常+edta 三分鐘： 平均值: 0.065/標準差: 0.052 最小值: 0.025 @ 528.900 nm 最大值: 0.244 @ 409.200 nm Δy: 0.220</p>
 <p>(圖三)</p>	 <p>(圖四)</p>
<p>正常+edta 五分鐘： 平均值: 0.060/標準差: 0.053 最小值: 0.017 @ 528.900 nm 最大值: 0.247 @ 406.900 nm Δy: 0.229</p>	<p>(受)重金屬(汙染)： 平均值: 0.096/標準差: 0.047 最小值: -0.079 @ 393.400 nm 最大值: 0.149 @ 680.300 nm Δy: 0.228</p>
 <p>(圖五)</p>	 <p>(圖六)</p>
<p>重金屬+edta 一分鐘： 平均值: 0.038/標準差: 0.039 最小值: -0.006 @ 524.600 nm 最大值: 0.191 @ 408.100 nm</p>	<p>重金屬+edta 三分鐘： 平均值: 0.038/標準差: 0.040 最小值: -0.007 @ 522.400 nm 最大值: 0.197 @ 408.100 nm</p>



五.實驗分析

- 1.由圖二可知泡在蒸餾水中之水蘊草因其未受重金屬污染影響，使其吸光度整體平均最高 (0.087)，在可見光區段中，吸光度最低處 (0.069) 是在波長 528.9nm 之綠光，且其在可見光之最低吸光度值為整體最高的
- 2.觀測正常水蘊草加入 EDTA 後之吸光度變化，可知在加入 EDTA 後整體吸光度值是有下降趨勢的，而在加入一分鐘後，卻無顯著下降趨勢
3. 由圖六可知經 10ppm 重金屬溶液浸泡過的水蘊草有 0.096 之吸光度值，然而其可見光波段之吸光度值較先受重金屬污染過的水蘊草可見光吸光度低，尤其在波長 500nm 以下之吸光度值明顯偏低，在可見光波段處，吸光度明顯凹陷處之座標為(518.1nm,0.033)，較未受重金屬浸泡之數值更低
- 4.由圖六與圖七之比較可知經重金屬溶液浸泡後的水蘊草加入 EDTA 後，不但沒有提高吸光度，數值還下降了，綠光吸光度值從 0.033 降至-0.008

五、結論與生活應用

一、實驗結論

- 1.未受重金屬污染且尚未加入 EDTA 之水蘊草是整體吸光度最高的一組
- 2.葉綠素在經過 EDTA 作用後會因為金屬之螯合而降低其吸光度值
- 3.加入重金屬後整體吸光能力下降
- 4.EDTA 對於受重金屬污染之水蘊草治療效果不彰，還會降低植物之吸光度
安志裝、王校常、施衛明、嚴蔚東與曹志洪 (2002) 指出如銅、鋅、錳也對體內酶和蛋白質具有毒害作用，導致其參與生理過程的異常變化，不同程度地抑制了植物體的生長。另外，吳雅倩 白利勇 黃明麗 耿存珍 顏冬雲 (2018) 指出，EDTA 較強的螯合作用會結合有益的金屬離子。因此可佐證上述結論。

二、生活應用

根據以上結論，我們可以得出以下生活應用：在農業生產中，當我們面對植物生長受到重金屬污染的問題時，可以利用這些結論來進行相應的處理。如果土壤受到重金屬污染，我們可以使用 EDTA 溶液來螯合土壤中的重金屬離子，以減少它們對植物生長的抑制作用。但是，需要注意的是，如果植物已受到重金屬污染，則使用 EDTA 可能會降低植物的吸光度，因此需要謹慎使用。同理，在醫藥衛生或是化學工業方面，EDTA 可以作為很好的螯合劑。不過我們要去注意螯合物質若本身具有金屬，否則在螯合的過程中會傷及本身結構或組成，而影響成效甚至造成反效果。

六、參考資料

1.重金屬螯合

<http://www.lukeclinic.com.tw/37325373292366034735215123027427861.html>

2.重金屬逆境對植物生理時鐘影響機制之研究

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-030309.pdf>

3.乙二胺四乙酸

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=48539>

4.不同重金屬脅迫對鹽生草種子萌發特性的影響

<http://cyxb.magtech.com.cn/CN/abstract/abstract5111.shtml>

5.重金屬營養元素交互作用的植物生理效應

<http://sourcedb.igsnr.cas.cn/zw/lw/200906/P020090625722733878159.PDF>

6.EDTA 及其結構異構體在環境中的應用綜述

<http://hjgc.icmag.com/html/%E7%8E%AF%E5%A2%83%E5%B7%A5%E7%A8%8B201908/%E7%8E%AF%E5%A2%83%E5%B7%A5%E7%A8%8B201908029.html>