

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：葉綠素電池

一、摘要

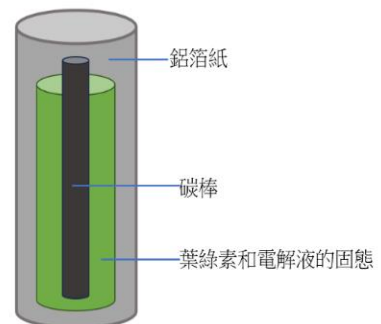
自 18 世紀工業革命以來，各國對燃料能源的需求大增。雖然科技發展帶來蓬勃的經濟，但也對環境造成極大的污染和負擔。近幾年，世界各國皆在呼籲「以綠色能源取代燃料能源」。我國對於綠色能源的定義為「能夠透過自然界的循環生產，且源源不絕，在生產的過程中，不會造成環境污染」，因為有可循環再生的特性，於是也被稱為再生能源。在此前提下，各國都致力於發展綠色能源，希望能使用對地球更友善、所造成污染最低的再生能源，藉此降低對環境的破壞。

二、探究題目與動機

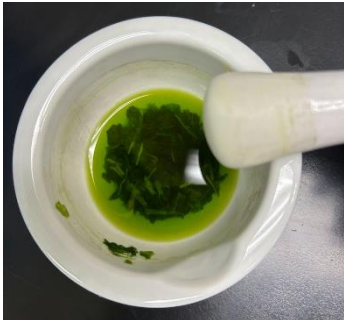
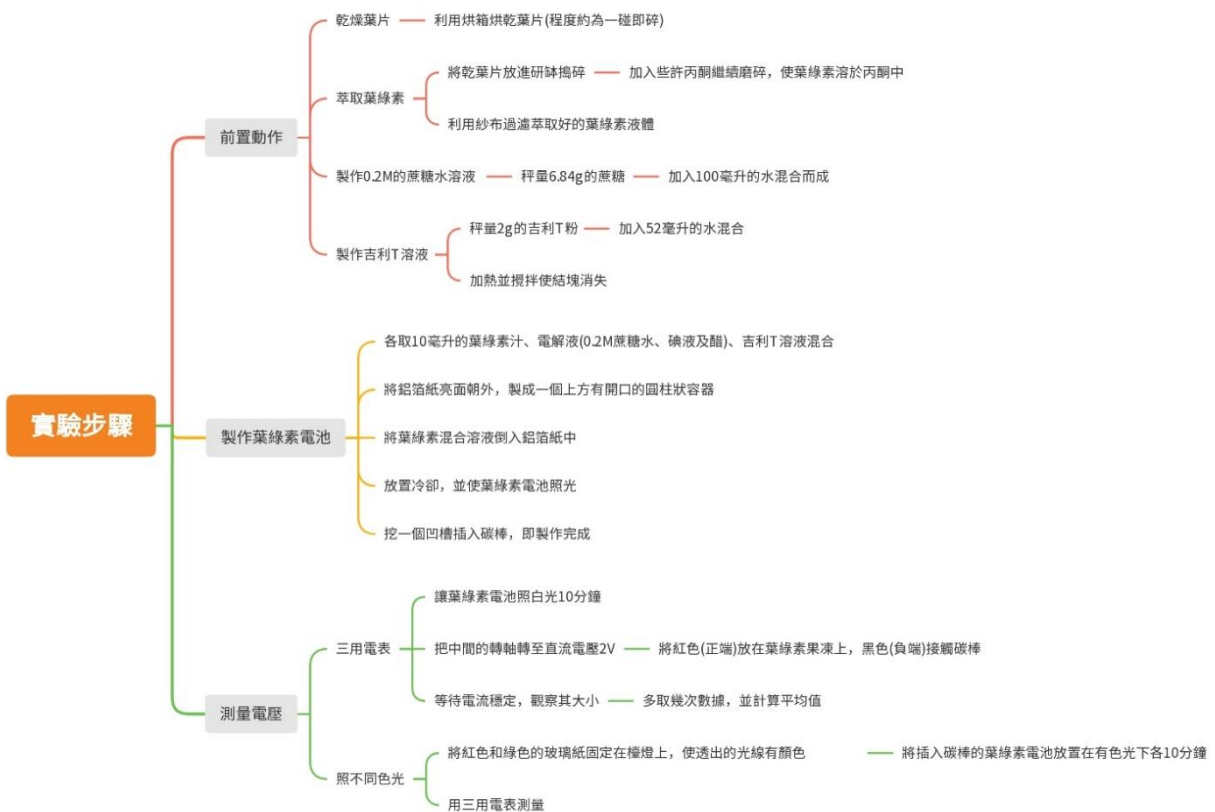
相關數據顯示，全球每年所丟棄電池高達上千億顆，且大多數都屬於化學電池，若未經恰當處理將對環境造成不可逆的傷害。因此，我們想藉由專題課程的探索，並結合生物課所學光合作用中的「光反應中電子傳遞鏈」釋放出電子的原理，由此發想與搜索資料提出想法「葉綠素電池」。利用此自然規律製作出的葉綠素電池，可重複使用，廢棄時也可自然分解，不會對環境有負面影響，進而實現環保的理念。

三、探究目的與假設

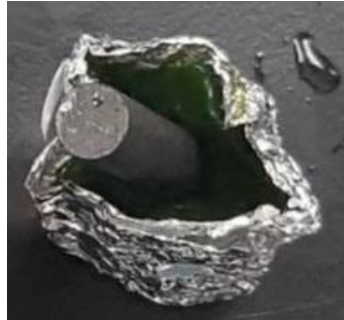
- (一) 製作出葉綠素電池
- (二) 成功測出有電流的葉綠素電池
- (三) 運用不同種的蔬菜葉綠素電池的效率，預測菠菜最高，芹菜最低
- (四) 不同電解液對葉綠素電池的效能與電量，預測碘液最高，蔗糖水最低
- (五) 照光顏色的不同隊葉綠素電池的作用，預測紅光最高，綠光最低



四、探究方法與驗證步驟



萃取葉綠素



葉綠素電池



測量電壓

五、結論與生活應用

結論：

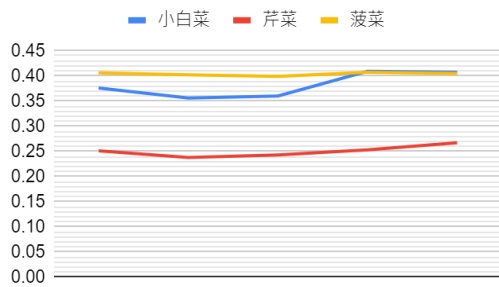
(一)不同蔬菜的葉綠素電池比較

1. 利用不同蔬菜的葉綠素製成的葉綠素電池，不同操縱變因中，菠菜的葉綠素電池照光後的電壓最高，而芹菜最低，如表 1 所示。因為菠菜所含的胡蘿蔔素是三者中最多的，胡蘿蔔素能夠傳遞葉綠素所吸收的光能。光合作用頻率較高，所產成的電子也較多。
2. 由數據得知，小白菜與菠菜的差距並不大。一開始我們並非預選小白菜作為實驗材料，而是選擇高麗菜。在第一次做實驗後，發現高麗菜根本無法萃取出葉綠素。推測其原因應為葉綠素含量不足，所以決定以小白菜作為葉綠素含量較少的代表。但經過實驗數據統整，發現其葉綠素含量竟然超過芹菜。上網查詢後，才發現小白菜

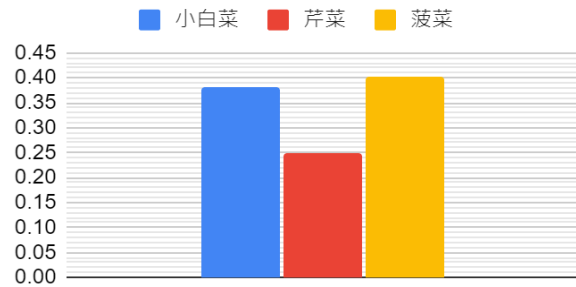
是深色蔬菜類。

表 1 不同蔬菜的葉綠素電池電壓平均值比較表

操縱變因	小白菜	芹菜	菠菜
電壓平均值(V)	0.3816	0.2504	0.4038



不同蔬菜五次取樣之電壓變化圖



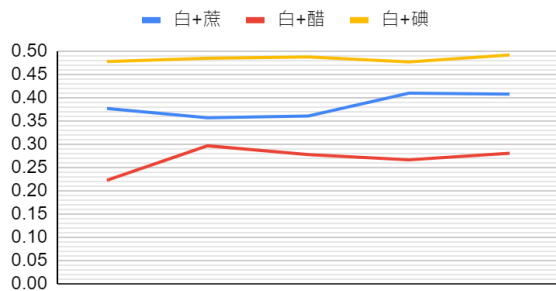
不同蔬菜五次取樣之平均電壓圖

(二)、不同電解液的葉綠素電池比較

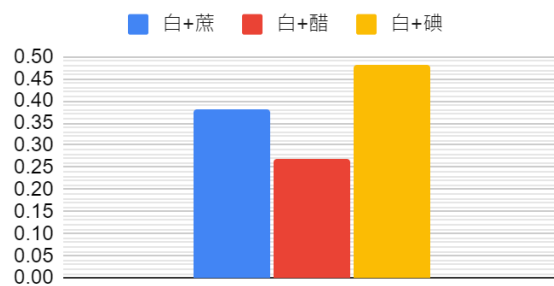
1. 在三種蔬菜中，葉綠素電池產生最大的電壓，都以碘液為電解液(如表 2~表 4)。在菠菜和小白菜中，第二是 0.2M 的蔗糖水，最後是醋。而芹菜電池所產生第二大的電壓是以醋為電解液，最小的才是蔗糖水。
2. 我們得知碘因為自身可以氧化還原，可作為增加電壓的電解液，就想著能輕微解離的醋是否也有相同的效果，但這樣想並不完全正確。碘液能有如此作用是因為其中的 I⁻能與以激發的葉綠素反應，向其提供電子，藉此增加電壓。但是食用醋成分中的醋酸(CH₃COOH，解離後為 CH₃COO⁻和 H⁺)無法自行氧化還原，故無法發生額外能提高電壓的化學反應。因此，效果和一般溶液相差無幾。

表 2 不同電解液的小白菜葉綠素電池電壓平均值比較表

操縱變因	蔗糖水	醋	碘液
電壓平均值(V)	0.3816	0.2682	0.483



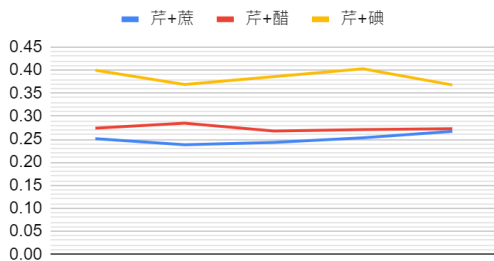
小白菜搭配不同電解液五次取樣之電壓變化圖



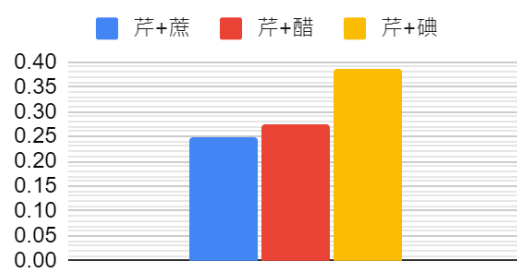
小白菜搭配不同電解液五次取樣之平均電壓圖

表 3 不同電解液的芹菜葉綠素電池電壓平均值比較表

操縱變因	蔗糖水	醋	碘液
電壓平均值(V)	0.2504	0.2742	0.3852



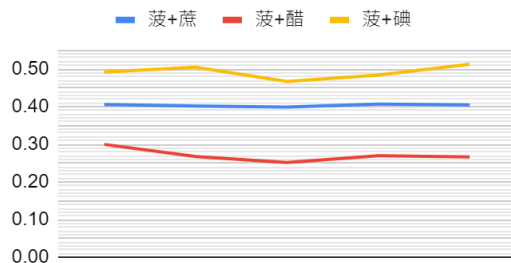
芹菜搭配不同電解液五次取樣之電壓變化圖



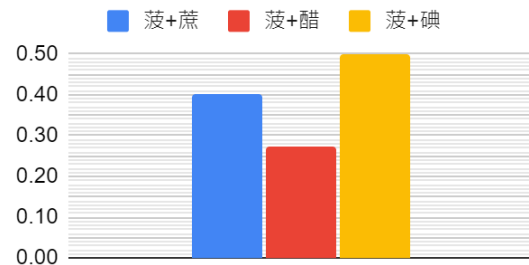
芹菜搭配不同電解液五次取樣之平均電壓圖

表 4 不同電解液的菠菜葉綠素電池電壓平均值比較表

操縱變因	蔗糖水	醋	碘液
電壓平均值(V)	0.4038	0.2714	0.4992



菠菜搭配不同電解液五次取樣之電壓變化圖



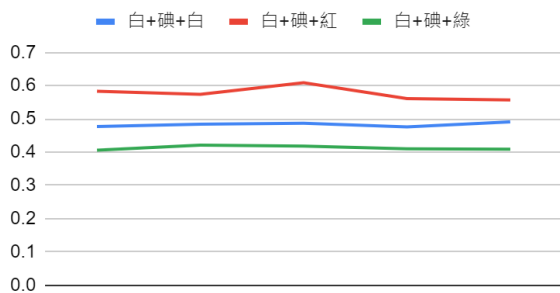
菠菜搭配不同電解液五次取樣之平均電壓圖

(三)在不同照光顏色下葉綠素電池比較

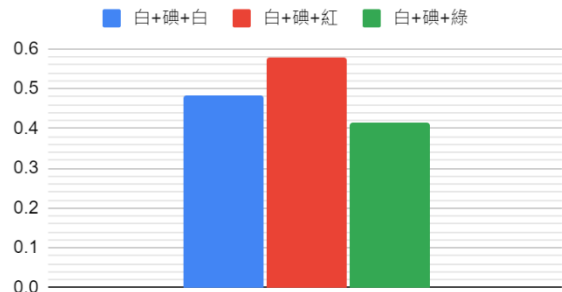
1. 因為在前兩個比較中，芹菜的數據都比剩下兩個還要低。於是，為了得出最高的電壓值，在光照實驗中只採用菠菜+碘液和小白菜+碘液兩種組合。
2. 在實驗中，菠菜和小白菜分別加碘液所形成的葉綠素電池，在紅光的照射下皆會產生最大的電壓。其次是白光，最後才是綠光(如表 5~表 6)。據我們所知，因為在光反應的光系統中，吸收光波長為 680nm~700nm，而紅光波長約在 620~750nm。於是，葉綠素可以最大限度地吸收紅光，相較之下，葉綠素會將綠光反射，吸收率較其他色光低，因此，光合作用的效率偏低。

表 5 不同照光顏色下白菜葉綠素電池電壓平均值比較表

操縱變因	白光(對照組)	紅光	綠光
電壓平均值(V)	0.483	0.5768	0.4128



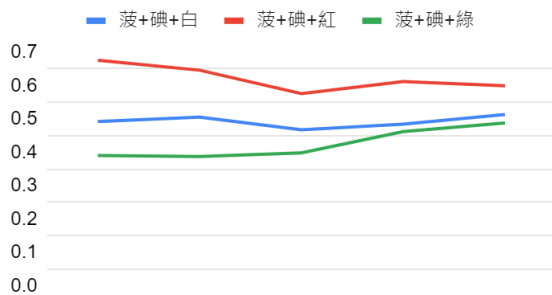
白菜搭配不同照光顏色五次取樣之電壓變化圖



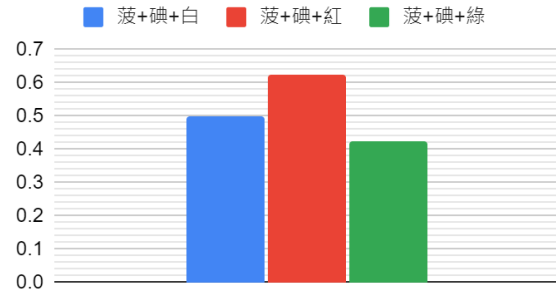
白菜搭配不同照光顏色五次取樣之平均電壓圖

表 6 不同照光顏色下菠菜葉綠素電池電壓平均值比較表

操縱變因	白光(對照組)	紅光	綠光
電壓平均值(V)	0.4992	0.6218	0.425



菠菜搭配不同照光顏色五次取樣之電壓變化圖



菠菜搭配不同照光顏色五次取樣之平均電壓圖

未來展望：

(一)綠色能源

回歸專題的動機，我們希望能更進一步探討綠色能源。隨著科技進步，出現太陽能、水利和風力發電。人們開始利用大自然的力量，而葉綠素電池則是一個還在開發中的替代能源。根據我們所做的實驗可得出其優缺點，如下：

1. 優點:製作材料便宜、方便取得；廢物處理容易，對環境負擔小。
2. 缺點:電壓小，可能無發負荷大量用電；測出的電壓供應不穩定，有漸小的趨勢。

(二)改善

1. 增加葉綠素的含量。此實驗中我們得出菠菜葉綠素含量較其他兩者高，菠菜製成的葉綠素電池電壓也是三者最高。但自然界中一定還有具有更高葉綠素含量的植物，用其葉片來萃取葉綠素，製作出的電池得電壓則會增加。
2. 改變電池結構。我們的實驗中是依照現有的電池形狀去設計，但過程中也會出現鋁箔紙漏水的情況。於是，我們想出先將葉綠素果凍凝固成片狀，在與炭片與鋁箔紙組合。理論上而言，此作法還可以增加與葉綠素接觸的面積，進而產生較大的電壓。

參考資料

蔡尚恬, & 蔡振章. (2004, September). 國內學術電子期刊系統. 天然色素的顏色化學.

<https://pse.is/5s3vev>

楊嘉慧. 葉綠素電池沾水即發電. 科學人雜誌, 106 期.

<https://www.ltedu.com.tw/web/scientific-epaper-content.aspx?KEY=106&ARTICLE=01>

田家瑋, & 曾令佳. 綠電池的化學推論. 第 52 屆中小學科學展覽會.

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/52/pdf/040211.pdf>

林芷瑄, & 林姿婷. 葉綠素電池之應用. 第 59 屆中小學科學展覽會.

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-052609.pdf>

李昀真, 洪袖凌, & 陳政群. 參透滲壓. 第 54 屆中小學科學展覽會.

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/040205.pdf>

菠菜營養成分表. 維基百科. <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%8F%A0%E8%8F%9C>

陳允斌. (2023, September 1). 芹菜降血壓血糖！芹菜葉別丟，顧血管排濕毒就要吃這味. 早安健康. <https://pse.is/5s3xa3>