

投稿類別：化學類

篇名：

綠色奇蹟：葉綠素電池之研究與製作

作者：

陳昱揚。私立屏榮高中。高一 1 班

指導老師：

鍾尚穎老師

## 壹、前言

### 一、研究動機

在舊的蘋果日報看到「葉綠素電池」，「虎尾科技大學教授廖重賓與研究生楊秉晃等，合力開發的葉綠素有機電池，獲得 2008 年台北國際發明競賽的金牌」(蘋果日報，2008)，所以就引發我的興趣。因為它是藉著葉子中的葉綠素來發電，製作完後將它泡在水中約 10 到 20 秒，就可發電，所以是非常環保的一項發明，於是找老師一起討論，並開始著手研究並探討它的原理。

### 二、研究目的

由於看到蘋果日報報導的葉綠素電池，所以就找老師一起討論如何製作一個葉綠素電池，於是先選擇了兩種蔬菜，一種是菠菜，一種是地瓜葉，透過比較兩種蔬菜的電壓差異，希望能夠找出電壓較好的一種並能應用在生活上。

### 三、研究方法

我的研究方法是先蒐集相關的研究資料與研究器具，經由相關資料與實驗方法去做實驗。首先使用酒精從不同的蔬菜(菠菜、地瓜葉)中，萃取出葉綠素，再加洋菜粉末於葉綠素溶液中，製成葉綠素粉，最後用碳粉吸附葉綠素，製成電池，並測量各個自製葉綠素電池的電壓電流，比較差異。

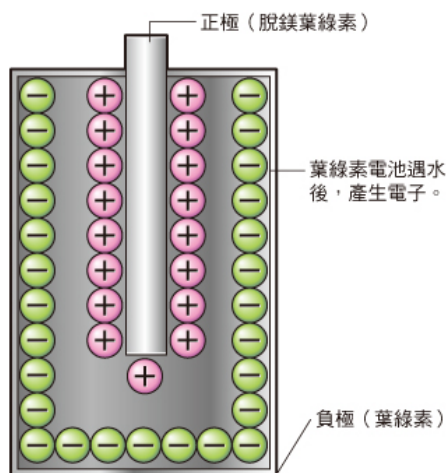
## 貳、正文

### 一、葉綠素電池發電原理

日常生活中「化學電池的使用需求日益增加，其中 3 號乾電池的使用量為所有乾電池之冠，全球每年消耗量高達 1400 多億個，台灣則有 5 億個」(科學人雜誌，2010)。這類電化學電池若未經適當處理而任意丟棄，將造成重金屬污染。葉綠素有機電池的構想來自模仿植物的光合作用，如圖一所示，即葉綠素吸光、遇水後，會先成為離子態 ( $C_{55}H_{72}O_5N_4^{2-}$ 、 $Mg^{2+}$ )，再進行化學反應。電池的基本結構包含電解質與導電材質等，若將其中電解質以葉綠素替代，加水形成離子態後，一樣會有發電效果。更特別的是，葉綠素形成離子態後，還可與水進行氧化還原反應，產生電流。所以葉綠素電池是一種環保的電池。

跟一般電池有所不同的是把原本的電解質改由使用葉綠素來發電，再加水產生離子態並與其產生氧化還原反應，產生電流。而不只是加水才可發電，不管是茶、果汁、汽

水、咖啡甚至是尿等等的各種液體都可以，也就是說，這些液體幫助葉綠素開啟了一道氧化還原之門。不過葉綠素電池雖然環保，但也有其困境待突破。



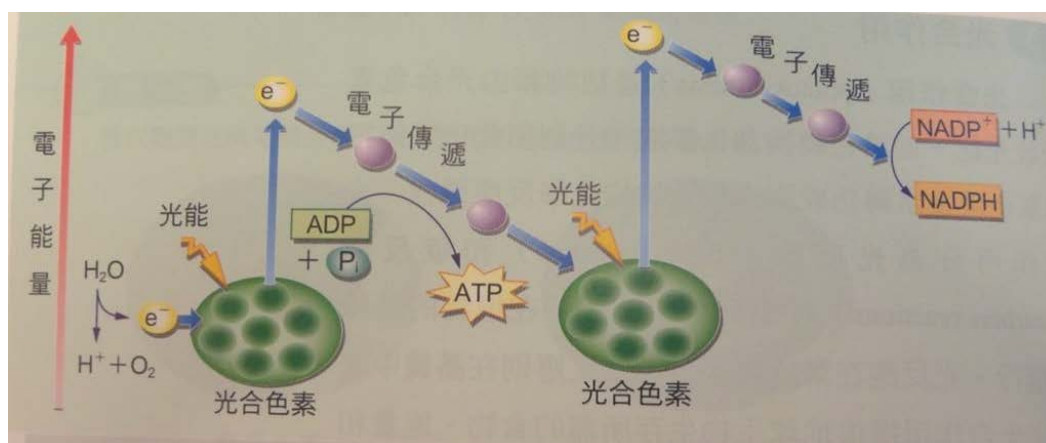
圖一：葉綠素電池發電原理

(圖一資料來源：虎尾科技大學光電與材料研究所教授廖重賓、建國中學物理老師鄭永銘。)

## 二、葉綠素的特性

### (一) 光合作用—電子的傳遞

經由光系統一和光系統二的反應，高能電子沿著葉綠素到光反應中心，成為擁有高能量的熱電子，在進入電子傳遞鏈。葉綠素分子失去的電子可以從水分子的電子補充回來，讓葉綠素分子可以重新被利用。(反應如圖二)



圖二：光反應的步驟和產物

(圖二資料來源：取自南一版基礎生物上冊P.29)

## (二) 脫鎂葉綠素

葉綠素遇到酸時會成為脫鎂葉綠素，呈褐色，加熱時，會催化此反應。葉綠素常使用在飲食方面而變成脫鎂葉綠素，或因為環境汙染而形成。

## 三、葉綠素電池優點與缺點 (由引註資料中整理出以下內容)

### (一) 葉綠素電池的優點

- 1、 使用葉綠素的有機成分，可以自然分解，是屬於較環保的材料。
- 2、 遇水溶液就可發電，亦能重複使用，其方便性較佳。
- 3、 轉換率比太陽能電池高。
- 4、 成本比一般乾電池來得低。

### (二) 葉綠素電池的缺點

- 1、 葉綠素是微弱電解質，其電壓與電流數值仍不比乾電池的數值高。
- 2、 葉綠素電池所能使用的時效性較一般的電池來的低。
- 3、 發電的效率較慢。
- 4、 使用的實用性有待探討。

### (三) 目前的狀況

目前的葉綠素電池仍然在研究中，許多研究人員正在試著改善電池的結構，讓它如何不用更多的葉綠素但能有更大的電流和更大的功率，也試著研究如何讓它有更耐用性，要將葉綠素電池推上市面也是一們困難的課題，人們在選擇上還是會有差別，因此葉綠素電池還沒被廣為使用。

## 四、研究設備及器材

如圖三是本次實驗所準備的設備與器材：

地瓜葉	菠菜	燒杯
		
鋁箔紙	瓦斯爐 & 瓦斯罐	伏特計
		
95%優質酒精	碳粉	洋菜粉
		
碳棒	鍋子	玻璃棒
		
酒精燈	三腳架	陶瓷纖維網
		

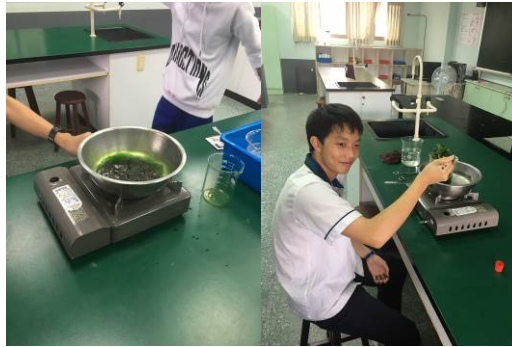
圖三：研究設備與器材

## 五、研究過程與方法

### (一)製作電池：

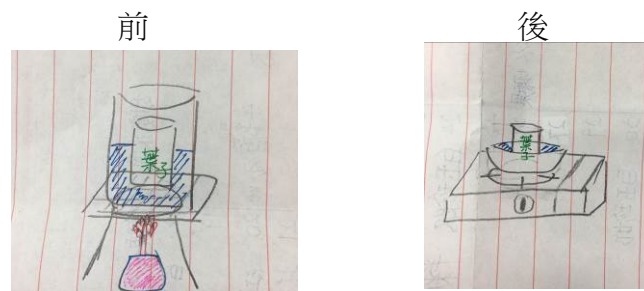
### 1、電池內部製作：萃取葉綠素

(1) 如圖四所示：先將地瓜葉或菠菜放入沸水中 (將葉子去角質層)，再將葉子放進 1000 毫升的燒杯中，並加入約 300c.c 的酒精，利用隔水加熱法溶出葉綠素。



圖四：萃取葉綠素

◎註：如圖五所示，剛開始是利用酒精燈溶葉綠素，後來發現酒精燈的溶出的速度太慢且能溶出的葉綠素較少，所以改用瓦斯爐。



圖五：改用瓦斯爐溶出葉綠素

(2) 將葉綠素加入洋菜粉煮至沸騰，陰乾一天，得到葉綠素粉(如圖六)。



圖六：葉綠素粉

(3) 將葉綠素粉加水放入冰箱形成葉綠素凍。

(4) 依上述方法分別製作成地瓜葉、菠菜的葉綠素粉及葉綠素凍。

2、自製電池殼：鋁箔紙撕成邊長約 5~6 公分的正方形，將鋁箔紙捲成圓筒狀。

3、組裝電池：如圖七所示，將葉綠素粉或葉綠素凍裝入捲成圓筒狀的鋁箔紙中（約八分滿），再插入碳棒即可完成。



圖七：完成的葉綠素電池

(二) 檢測電壓：先將電池泡入水中，再利用電壓計量測地瓜葉和菠菜葉綠素電池的電壓。

## 六、研究結果與討論

如表一所示，地瓜葉粉所製作之電池電壓略高於菠菜，而製作葉綠素凍之電壓兩者差異不大(如表二)約皆為 0.9V，但如表一及表二兩者比較可發現葉綠素凍之電壓略優於葉綠素粉。

整體而言地瓜葉粉之電壓比菠菜來得略高，但經製成果凍狀態時比葉綠素粉較好，雖然葉綠素凍所得之電壓稍好，但是對鎢絲小燈泡之驅動也是曇花一現，所以根據實驗結果，我們製作的葉綠素電池還有很大的改良空間。

表一：研究所得葉綠素粉之電壓

蔬菜種類	地瓜葉	菠菜
電壓	0.7V	0.6V

表二：研究所得葉綠素凍之電壓

蔬菜種類	地瓜葉	菠菜
電壓	0.9V	0.9V

## 參、結論

透過此次的實驗研究得到結論與建議如下：

### 一、結論

(一) 若以葉綠素粉製出之葉綠素電池比較：

- 1、就電壓的效果而言，以地瓜葉/洋菜粉最佳。
- 2、就電流的效果而言，以地瓜葉/洋菜粉最佳。
- 3、總效果，以地瓜葉/洋菜粉製作電池最適合。

(二) 若以葉綠素凍製出之葉綠素電池比較：

以洋菜凍自製葉綠素電池，其地瓜葉與菠菜電壓皆維持在 0.9V 左右，且電壓與電流輸出穩定度高。原因是洋菜凍來製作時較緻密，所以電子量多且較易穩定傳遞，導致電壓與電流輸出穩定度高。

(三) 依本次實驗得到電壓之結果為：地瓜葉洋菜凍 = 菠菜洋菜凍 > 地瓜葉/洋菜粉 > 菠菜粉/洋菜粉。

(四) 此次實驗以葉綠素凍產生的電能效果最好，但在驅動鎢絲小燈泡亦是曇花一現。

### 二、建議

日後製作葉綠素電池，可朝以下方向去做：

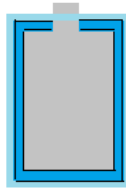
(一) 將葉綠素電池電池做成扁平狀 (如圖八)。理由是：

- 1、扁平狀易堆疊、易收納，所佔的空間較圓筒狀的小。
- 2、平板狀堆疊時較穩固，容易串聯，進而加大電壓。
- 3、平板狀，易使電池面積變大，進而可使電流變大。

(二) 葉綠素來源，嘗試改由草類、藻類等處取得。避免與人爭食。



(三) 因為電池還要泡水才能發電，可在電池外部加裝一層塑膠套，裡頭裝水



圖八：扁平狀示意圖

#### 肆、引註資料

台灣之光，全球第一顆葉綠素電池。2008年10月31日。蘋果日報，生活中心。

陳宣瑜、林嘉琪(2008)。葉綠素有機電池，沾水就來電。自由時報，生活中心。

葉綠素電池，沾水即發電。科學人雜誌。111。2010年5月2日

林鵬、黎上璋、吳郁萱（2009年）。新型葉綠素電池的研究與開發。台北市

國立麗山高級中學。中華民國第49屆中小學科學展覽會作品說明書。

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/040810.pdf>

陳維新主編（2004）。能源概論。新北市：高立圖書。

王仁聖、彭志強、徐作聖（2010）。新興能源產業及發展策略。台北市：華泰文化。

霍格蘭、竇德生(2002)。觀念生物學。台北市：天下遠見出版股份有限公司。