

投稿類別：自然科學類

篇名：

用綠發電-渦輪植物發電機

作者：

沈子善 慈大附中國小部 五年級

林承叡 慈大附中國小部 五年級

楊巧眸 慈大附中國小部 三年級

王昱晴 慈大附中國小部 三年級

指導老師：張露芷老師

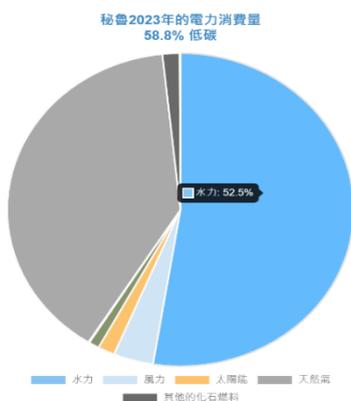
## 壹、前言

### 一、研究動機

最近，電視新聞播報政府即將調漲電價，而立法院則提議凍漲電價。這引發了不少家庭的擔憂，大家擔心物價再度上漲，生活成本加重。電價上漲的議題再度引起廣泛討論。那麼，政府為什麼會決定調漲電價呢？據新聞報導，由於烏俄戰爭和其他國際因素，全球燃料價格飆升。燃料是發電的主要成本之一，因此，當發電燃料價格上升時，電力公司面臨的成本壓力也會增加。如果不調漲電價，台電公司可能會出現更大的虧損。數據顯示2022年台電公司總支出約1兆元，其中購買發電燃料成本高達6,163億元，占了總支出的六成，也是過去的兩倍。燃料成本的上升導致台電公司虧損加劇，因此需要調整電價以改善財務狀況。為減少傳統化石燃料的依賴，並應對氣候變遷問題，政府於2010年起推動再生能源發展，主要包括太陽能 and 風力發電。雖然，綠電的成本相對較高，但長遠來看，這將有助於建立更可持續的能源系統。



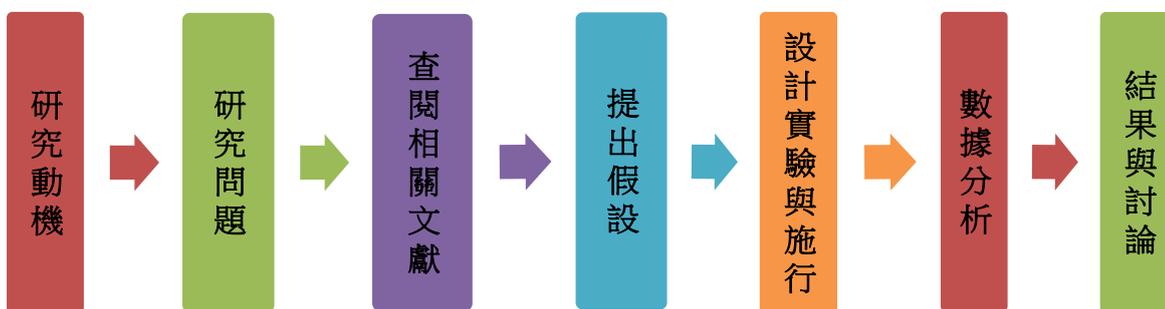
綠電指的是在生產電力過程中，二氧化碳排放量接近於零，相比於傳統發電方式（如火力發電），對環境的衝擊較小。綠電的主要來源包括太陽能、風力、水力、生質能和地熱等。我們國家目前主要依賴太陽能和風力。然而，每種綠電技術都有其優缺點和限制。最近，我們受到一篇報導的啟發——[秘魯的熱帶雨林用植物和土壤點亮村莊]。報導提到，植物在光合作用過程中，將一些不必要的產物葡萄糖釋放到土壤中，這些葡萄糖再經微生物分解後可以產生電力。2015年，秘魯科技工程大學就提出了這個計劃，旨在為沒有電力的偏遠村落提供電力。植物除了能減少二氧化碳、淨化空氣，還能發電，這是否是一舉兩得呢？截至2023年，我們再次關注秘魯的能源狀況。雖然秘魯在低碳能源方面已有所進展，但仍以水力發電為主要能源，占比達52.54%。風力和太陽能的比比例相對較低，分別為3.72%和1.58%。目前植物發電尚未取得顯著進展，這可能是由於其產電量不足以支撐大規模應用。儘管如此，將植物發電技術應用於居家小型發電仍具有潛力。這種技術可以作為輔助能源系統，解決部分能源需求問題。因此，我們決定研究如何提高植物發電的效能並探索其在居家應用中的潛力，實現居家渦輪植物發電機的梦想。



## 二、研究目的

- (一)了解當前能源危機與綠色能源發展的現況
- (二)探索綠能發展面臨的主要困境
- (三)植物發電的可能性
- (四)提高植物發電系統的效能
- (五)評估植物發電在居家應用中的潛力

## 三、研究架構



## 四、研究問題

- (一)居家盆栽發電量可以多少?
- (二)光合作用於葉部，如果加入維生素B(含礦物質)，把葉子養的又大又健康，會不會增加光合作用，增加發電量？
- (三)土壤加入益生菌，把微生物養的又多又肥，會不會提高分解葡萄糖的效率，產出更多電量？
- (四)拿植物發電機來充電電池，需要充多久？



## 貳、正文

### 一、了解當前能源危機與綠色能源發展的現況

能源是我們現代生活、經濟運作和社會發展的基礎。它不僅支持我們的基本生活需求，如提供電力以滿足照明、家電使用以及通訊技術（如手機和電腦）的需求，還在不同氣候條件下發揮重要作用——在寒冷的環境中提供取暖，在炎熱的天氣中提供制冷。此外，對工業生產、交通運輸和醫療設施的運行也至關重要。然而，能源的生產和使用對自然環境有著顯著影響。化石燃料的開採和處理過程可能導致土地退化、水源污染和生態系統破壞。燃燒石油、天然氣和煤炭等化石燃料會釋放大量二氧化碳和甲烷等溫室氣體，這些氣體是全球變暖的主要原因。隨著環境問題和氣候變化的影響日益加劇，公眾對環保和可持續發展的意識也在不斷提升。國際氣候協定，如《巴黎協定》，要求各國降低溫室氣體排放，推動可再生能源的使用，以達成全球氣候目標。這些協定促使各國加快能源結構的轉型，採用低碳和可再生能源，從而減少對環境的負面影響。

當前的綠色能源（或可再生能源）形式主要來自自然界，包括以下幾種主要來源：

- (一)太陽能：利用太陽光轉換為電力的技術，主要包括光伏發電和太陽能熱水系統。
- (二)風能：通過風力發電機將風的動能轉換為電力。風力發電是一種成熟且高效的可再生能源技術。
- (三)水力發電：利用水流驅動發電機生成電力，這種技術包括大型水壩和小型水力發電系統。
- (四)潮汐能：利用海洋潮汐的起伏來發電，這種技術利用潮汐水位變化的能量。
- (五)波浪能：利用海洋波浪的動能來發電，這種技術尚在發展中，但具有潛在的穩定能源來源。
- (六)地熱能：利用地下熱源產生蒸汽，驅動發電機生成電力。這種能源形式來自地球內部的熱量，常見於地熱資源豐富的地區。
- (七)生物質能：利用植物和動物廢料（如木屑、農業廢料和動物糞便）燃燒或轉化為燃料來生成能量。這些生物質可以用於發電和生產熱能。
- (八)氫能：通過氫氣和氧氣的化學反應生成電力，唯一的排放物是水。氫能被視為潛力巨大的清潔能源，尤其在交通運輸和能源儲存領域有著廣泛的應用前景。

這些綠色能源形式對環境的影響相對較小，具有降低碳排放和減少對化石燃料依賴的優勢。

### 二、探索綠能發展面臨的主要困境

雖然綠色能源具有可再生的優勢，但在設備淘汰後，仍然可能產生環境問題。例如，根據千日綠能股份有限公司（2023）的報告，太陽能板由玻璃、鋁框架、矽、銅、貴重金屬及其他塑膠組成，其中矽晶電池和玻璃之間由醋酸乙烯酯（EVA）聚合物黏合，鋁框則緊密包裝。這些材料在設備使用完畢後不會自行溶解或滲出液體，從而對環境造成潛在的污染。

此外，胡峻賓、蕭詠霖和莊湘緹（2024）報導了風力發電面臨的挑戰。根據國際離岸風電工程顧問機構4C Offshore的統計，台灣擁有全球前二十名的優良風場環境，是台灣應該重視和利用的資源。風力發電的優勢包括可以穩定發電，彌補太陽能發電在晝夜間的不足，且風力發電裝置佔地面積小，單位發電容量高。然而，風力發電也面臨一些困境，如風場鄰近居民報告的低頻噪音和眩光問題，可能對鳥類飛行和近岸海洋生態造成影響。此外，風力發電的天氣依賴性和設備昂貴性也是挑戰所在。

水力發電則利用水位差產生電能，但在乾旱或缺水時，這種發電方式可能會遇到阻礙。宋聖榮（2022）分析了台灣的地熱能現況與挑戰，指出地熱能作為一種乾淨的可再生能源，具有穩定的基載發電能力、小占地面積、低成本和良好的抗天災能力等優勢，因此具有強大的發展潛力。然而，地熱能的開發風險很高，且大多數地熱資源分布在偏遠的山區，需要完善的電網設施來支持電力輸出。此外，許多地熱資源位於原住民保留區或森林保護區，而台灣的法令僅允許在這些區域開發太陽能 and 風力發電，導致地熱能的開發受限。

綜合來看，在推動可再生能源的過程中，降低發電成本和兼顧環境保護是實現地球永續發展的關鍵。生質能作為一種可再生能源，利用動植物或藻類等有機物分解產生能量，能有效降低對環境的污染風險。然而，如何穩定地提供生質能的量能仍然是一個需要突破的技術挑戰。

### 三、植物發電系統的發電原理

植物發電被視為綠能發展的一個重要方向，它利用自然界的陽光和植物的生物過程，實現持續的能源產生。沈義文（2012）指出，太陽能電池是利用陽光生成電力的技術，而植物通過光合作用也利用陽光來提供生長能量。在光合作用過程中，葉綠素不僅能將水分解為氫和氧，還能將氫分解為帶正電荷的氫離子和帶負電荷的電子。這一過程會產生電流，如果能以人工方法控制這一電流，就能利用植物中的電量來滿足日常用電需求。張雅雲（2018）以荷蘭團隊Ermi van Oers與Plant-e的合作為例，介紹了荷蘭發明的「Living Light」生命之光的概念。該技術利用植物微生物燃料電池（MFC）技術，通過植物的光合作用獲取能量進行發電。Living Light的設計原則是將太陽能轉化為電能。植物在光合作用中產生的有機物質，部分會通過根部釋放到土壤中，土壤中的細菌則會分解這些有機物質，釋放電子。這一技術設有能夠捕捉電子的陽極室（anode compartment），電子通過導線流向陰極，陽極到陰極的電子流就能產生電力。由此可見，植物中的葉綠素在陽光照射下進行光合作用，將太陽能轉化為電能。若植物根部的微生物能有效分解有機質，則能提高電能產量，因此研究植物根部微生物的作用是十分必要的。

### 四、提高植物發電系統的效能

楊政偉、顧瑩瑩、趙朝成、張秀霞和李士恩（2017）指出，土壤中因富含有機質和龐大的微生物群落，成為產電微生物的「天然培養基」。土壤中廣泛存在的產電微生物可以利用有機質、氧氣或硝酸鹽等作為電子受體進行自發產電。電化學活性微生物是土壤微生物中的一類，它們影響土壤微生物燃料電池（MFCs）的性能，決定電子的釋放速率和底物的降解速率。在這些產電微生物中，細菌主要分佈於變形菌門（Proteobacteria）和厚壁菌門（Firmicutes）。這些電化學活性微生物能影響電子傳遞鏈的效果，其中一些光合菌屬於變形菌門，能參與電子傳遞，增加電量。根據有機農業全球資訊網（2020），EM菌，即「有效微生物群」（Effective Microorganisms）的縮寫，也被稱為「益生菌」。百威生物科技股份有限公司（2022）指出，肥料產品中的EM菌由光合菌群、乳酸菌群、酵母菌群、放線菌群、絲狀菌群等10屬80餘種微生物組成，能加速土壤有機物的分解，顯著增加有效養分含量。施用EM菌可增強植物葉片的光合作用能力。其中，光合菌屬於電活性微生物。吳義誠、王澤傑、傅海燕和趙峰（2016）專門研究了光合細菌在MFCs中的應用，發現光合細菌在陽極產電的方式主要有兩種：（1）通過自身光合作用或呼吸作用產生電子直接產電；（2）通過光合作用產生的氫氣作為陽極底物間接產電。在MFCs陽極上，光合細菌的光反應中心色素蛋白複合體在光照條件下會被激發至激發態，激發態的色素蛋白複合體具有更強的還原性，使電子更容易從光合細菌傳遞到電極，從而提高MFCs的產電性能。總結來說，土壤中的微生物在分解有機質過程中能產生電力。若能提升土壤中微生物的電活性，使植物根部的有機質能更快速且完全地被分解，則有可能產生更高效的電力。

綜合以上文獻結果，選擇葉片較大的植物（如山蘇）或葉片較多的植物（如九層塔）作為植

## 用綠發電-渦輪植物發電機

物發電機的材料，可以顯著提高光合作用的效能。若進一步加入維生素B和礦物質，以促使葉片更加豐滿健康，再加上在土壤中施用益生菌，增強微生物的繁殖，這將有效提升微生物的生質能產電效率。創造出將渦輪式植物發電機，能夠充分利用植物發電的潛力，提高其在居家應用中的實用性。

### 五、研究流程與材料

#### (一)研究假設

- 1、加入維生素B(含礦物質)養葉，增加光合作用有利於產電
- 2、加入益生菌養土壤微生物，增加生質能提高產電效能
- 3、兩者一起加入會不會有加乘的效果，縮短充電時間
- 4、創造出將渦輪式植物發電機，能夠充分利用植物發電的潛力，提高其在居家應用中的實用性。

#### (二)研究工具與材料

表一

| 九層塔   | 山蘇  | 培養土+田土(1:1)  |  |   |
|---|---|--|--|---|
|   |  |  |  |   |
|  |  |   |  |  |
| 三用電表  | 溫溼度計  | 維生素B<br>(含礦物質)   | 益生菌  | 1.2V充電電池  |

(三) 研究流程

1、建立穩定的植物發電系統

(1)利用微生物分解泥土產生的電力，可以稱為「泥土驅動電池」，我們先測量單純泥土可以產出的基本電量是2.6V，土壤濕度WET+，土壤PH7.5。(圖一)



圖一

(2) 當植物透過行光合作用產生葡萄糖，植物根部將其中70%分解到土壤中，根部周圍的微生物再分解這些葡萄糖，分解過程中產生電子，電量可以測到是2.9 V，土壤濕度WET+，土壤PH5.0。(圖二)



圖二

(3)結論：形成電子迴路，可產出2.9V，有植物的電量大於單純的泥土生質電量，植物發電系統完成。

2、改造植物發電機城為渦輪式植物發電系統，增大發電效能

(1)根據文獻指出光合作用會增加葡萄糖產生，而葡萄糖又將會被帶到土壤中被微生物分解產生電子，游離在濕潤土壤中的電子可以被收集起來變電能。

(2)根據文獻指出土壤中的微生物會分解有機質，過程中能產生電力。若能提升土壤中的微生物，使植物根部的有機質能更快速或完全地被分解，則有可能產生更高效的電力。

(3)為增加植物的產電量，我們這組加入兩個產電關鍵(葉子與土壤微生物)所需的營養，維生素B(含礦物質)與益生菌，藉此增大產電，再觀察充電電池充電的時間，評估充電效能。

(4)操作流程(圖三)：

(A)星期一、三、五:

(a) 先將1.2V的充電電池，放電到最低(約0.85V-0.9V)。

(b) 將大葉組(山蘇)與多葉組(九層塔)，分別分成：控制組、維生素B(含礦物質)組、益生菌組，所有植物皆須在太陽光下日曬。

(c) 早上8:00各組加入所需營養：控制組加水100c.c.; 維生素B(含礦物質)組加 100 c.c.

(濃度：1瓶蓋/500 c.c.); 益生菌組加 100 c.c. (濃度：5g/500c.c.)，所有濃度皆根據說明書建議用量添加。



(d) 傍晚5:00測量，觀察電壓變化。

(B)星期二、四、六:

(a) 早上6:00先測量一次基礎電壓。

(b) 再將充電座接上進行充電，分別在充電1小時、3小時、5小時、12小時進行測量，觀察電壓變化。(全程在屋簷下操作測量，以保護充電器避免危險)

| 大葉組(山蘇)與多葉組(九層塔)                       |   |  |   |  |   |
|--|---|--|---|--|---|
| 星期一                                    | 星期二<br>(Day1)   | 星期三                                    | 星期四<br>(Day3)   | 星期五                                    | 星期六<br>(Day5)   |
| 早上8:00加<br>(1)維生素B<br>(含礦物質)<br>(2)益生菌 | 早上測量空電池<br>與基礎植物發電<br>量<br><br>(1)6:00開始充電<br>(2)An hour later<br>(3)3 hours later<br>(4)5 hours later<br>(5)12 hours later | 早上8:00加<br>(1)維生素B<br>(含礦物質)<br>(2)益生菌 | 早上測量空電池<br>與基礎植物發電<br>量<br><br>(1)6:00開始充電<br>(2)An hour later<br>(3)3 hours later<br>(4)5 hours later<br>(5)12 hours later | 早上8:00加<br>(1)維生素B<br>(含礦物質)<br>(2)益生菌 | 早上測量空電池<br>與基礎植物發電<br>量<br><br>(1)6:00開始充電<br>(2)An hour later<br>(3)3 hours later<br>(4)5 hours later<br>(5)12 hours later |
| 電池放電                                   |   | 電池放電                                   |   | 電池放電                                   |   |
| 傍晚 17:00 測<br>量植物發電機<br>福特數            |   | 傍晚 17:00 測<br>量植物發電機<br>福特數            |   | 傍晚 17:00 測<br>量植物發電機<br>福特數            |   |

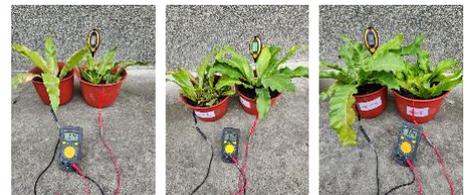
圖三 實驗流程時間表

參、整合研究結果

一、基礎電壓的變化

結果(一)：當早上8:00各組分別加入水、維生素B(含礦物質)、益生菌組，下午17:00測量時，每組的電量都可以在3.1V~3.2V。(圖四)

|    | Control | 益生菌  | 礦物質(維生素) |
|----|---------|------|----------|
| 伏特 | 3.14    | 3.12 | 3.24     |



圖四

結果(二)：經過一天，隔天早上6:00再進行測量，電壓回到基礎的植物發電量2.9V。(圖五)

|    | Control | 益生菌  | 礦物質(維生素) |
|----|---------|------|----------|
| 伏特 | 2.97    | 2.85 | 2.92     |



圖五

結論：當各組加完水或營養素時，電壓會短暫性的提高，這可能是因為土壤的濕潤度很好，像是電池裡的鹽池一樣，增加了電子間的游動，經過一天土壤環境回歸平衡，又回到基礎的發電量 2.9V。

## 用綠發電-渦輪植物發電機

二、加入維生素 B(含礦物質)與益生菌，改造植物發電機為渦輪式植物發電系統，增大發電效能  
 結果(一)：大葉組的益生菌充電效能最好，在充電 5 小時的時候，電池已可以接近充飽的狀態；而維生素 B 與控制組充電效能差不多。

結果(二)：多葉組的充電效率沒有大葉組的好，但值得注意的是多葉組的益生菌組在第五天才增加充電效能，這會不會是土壤中微生物益生菌的累加效果。

表一

| 週一大葉 | 控制組  |     |        | 礦物質組 |     |        | 益生菌組 |     |        |
|------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|
|      | 電壓   | PH值 | 溫度(°C) | 電壓   | PH值 | 溫度(°C) | 電壓   | PH值 | 溫度(°C) |
| 初始   | 0.85 | 5.5 | 30°C   | 0.91 | 6.0 | 30°C   | 0.94 | 5.5 | 30°C   |
| 一小時  | 0.94 | 5.5 | 30°C   | 1.05 | 6.0 | 30°C   | 0.99 | 6.0 | 30°C   |
| 三小時  | 1.00 | 5.5 | 32°C   | 1.10 | 6.0 | 32°C   | 1.06 | 6.0 | 32°C   |
| 五小時  | 1.05 | 5.0 | 32°C   | 1.12 | 5.5 | 32°C   | 1.13 | 5.0 | 32°C   |
| 十二小時 | 1.09 | 5.5 | 33°C   | 1.13 | 5.5 | 33°C   | 1.16 | 6.0 | 33°C   |
| 差異   | 0.24 |     |        | 0.22 |     |        | 0.22 |     |        |

| 週三大葉 | 控制組  |     |        | 礦物質組 |     |        | 益生菌組 |     |        |
|------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|
|      | 電壓   | PH值 | 溫度(°C) | 電壓   | PH值 | 溫度(°C) | 電壓   | PH值 | 溫度(°C) |
| 初始   | 0.86 | 5.5 | 30°C   | 0.86 | 6.0 | 30°C   | 0.86 | 5.5 | 30°C   |
| 一小時  | 0.91 | 5.0 | 31°C   | 0.9  | 5.0 | 31°C   | 0.95 | 5.0 | 31°C   |
| 三小時  | 0.94 | 5.5 | 31°C   | 0.95 | 6.0 | 31°C   | 1.04 | 6.0 | 31°C   |
| 五小時  | 0.99 | 6.0 | 32°C   | 1.0  | 6.0 | 32°C   | 1.11 | 6.0 | 32°C   |
| 十二小時 | 1.04 | 6.0 | 33°C   | 1.1  | 6.0 | 33°C   | 1.16 | 5.5 | 33°C   |
| 差異   | 0.18 |     |        | 0.2  |     |        | 0.3  |     |        |

| 週五大葉 | 控制組  |     |        | 礦物質組 |     |        | 益生菌組 |     |        |
|------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|
|      | 電壓   | PH值 | 溫度(°C) | 電壓   | PH值 | 溫度(°C) | 電壓   | PH值 | 溫度(°C) |
| 初始   | 0.9  | 5.5 | 30°C   | 0.85 | 6.5 | 30°C   | 0.87 | 6   | 30°C   |
| 一小時  | 0.94 | 5.5 | 30°C   | 0.99 | 6   | 31°C   | 0.91 | 5.5 | 31°C   |
| 三小時  | 0.98 | 6   | 32°C   | 0.94 | 6   | 32°C   | 1.01 | 5.5 | 32°C   |
| 五小時  | 1.00 | 5.0 | 32°C   | 0.96 | 5.5 | 32°C   | 1.08 | 5.0 | 32°C   |
| 十二小時 | 1.16 | 6.0 | 33°C   | 1.04 | 6   | 33°C   | 1.2  | 5.5 | 33°C   |
| 差異   | 0.26 |     |        | 0.19 |     |        | 0.33 |     |        |

表二

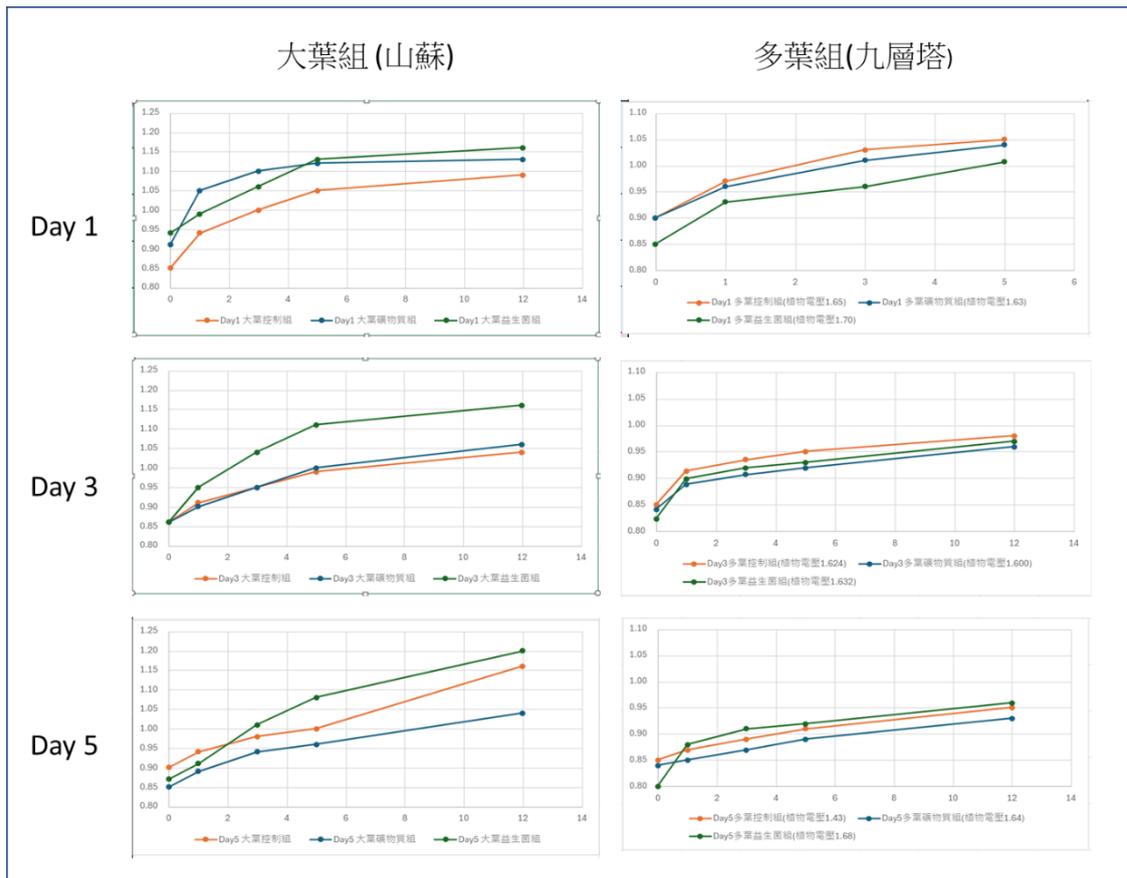
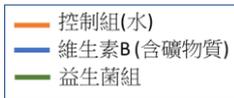
| 週一多葉 | 控制組(植物電壓1.65) |     |        | 礦物質組(植物電壓1.63) |     |        | 益生菌組(植物電壓1.7) |     |        |
|------|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|---------------|-----|--------|
|      | 電壓            | PH值 | 溫度(°C) | 電壓             | PH值 | 溫度(°C) | 電壓            | PH值 | 溫度(°C) |
| 初始   | 0.90          | 6.0 | 33°C   | 0.90           | 5.0 | 33°C   | 0.85          | 3.5 | 33°C   |
| 一小時  | 0.97          | 6.0 | 33°C   | 0.96           | 5.0 | 33°C   | 0.93          | 3.5 | 33°C   |
| 三小時  | 1.03          | 6.0 | 32°C   | 1.01           | 5.0 | 34°C   | 0.96          | 4.5 | 34°C   |
| 五小時  | 1.05          | 6.0 | 34°C   | 1.04           | 5.0 | 34°C   | 1.01          | 4.5 | 31°C   |
| 十二小時 |               |     |        |                |     |        |               |     |        |
| 差異   | 0.15          |     |        | 0.139          |     |        | 0.137         |     |        |

| 週三多葉 | 控制組(植物電壓1.624) |     |        | 礦物質組(植物電壓1.600) |     |        | 益生菌組(植物電壓1.632) |     |        |
|------|----------------|-----|--------|-----------------|-----|--------|-----------------|-----|--------|
|      | 電壓             | PH值 | 溫度(°C) | 電壓              | PH值 | 溫度(°C) | 電壓              | PH值 | 溫度(°C) |
| 初始   | 0.85           | 5.5 | 32°C   | 0.84            | 5.0 | 32°C   | 0.82            | 5.0 | 32°C   |
| 一小時  | 0.91           | 5.5 | 32°C   | 0.89            | 5.5 | 33°C   | 0.90            | 5.0 | 32°C   |
| 三小時  | 0.94           | 5.5 | 32°C   | 0.91            | 5.5 | 32°C   | 0.92            | 4.5 | 32°C   |
| 五小時  | 0.96           | 6.0 | 32°C   | 0.92            | 5.0 | 32°C   | 0.93            | 4.5 | 29°C   |
| 十二小時 | 0.98           | 6.0 | 29°C   | 0.96            | 5.0 | 29°C   | 0.97            | 5.0 | 29°C   |
| 差異   | 0.13           |     |        | 0.12            |     |        | 0.15            |     |        |

| 週五多葉 | 控制組(植物電壓1.43) |     |        | 礦物質組(植物電壓1.64) |     |        | 益生菌組(植物電壓1.68) |     |        |
|------|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|      | 電壓            | PH值 | 溫度(°C) | 電壓             | PH值 | 溫度(°C) | 電壓             | PH值 | 溫度(°C) |
| 初始   | 0.85          | 5.5 | 29°C   | 0.84           | 5.0 | 29°C   | 0.81           | 5.0 | 29°C   |
| 一小時  | 0.87          | 6.5 | 29°C   | 0.85           | 5.5 | 29°C   | 0.88           | 5.0 | 29°C   |
| 三小時  | 0.89          | 6.0 | 29°C   | 0.87           | 5.5 | 29°C   | 0.91           | 4.5 | 29°C   |
| 五小時  | 0.91          | 6.0 | 29°C   | 0.89           | 5.0 | 29°C   | 0.92           | 4.5 | 29°C   |
| 十二小時 | 0.95          | 6.0 | 29°C   | 0.93           | 5.0 | 29°C   | 0.96           | 5.0 | 29°C   |
| 差異   | 0.10          |     |        | 0.09           |     |        | 0.16           |     |        |



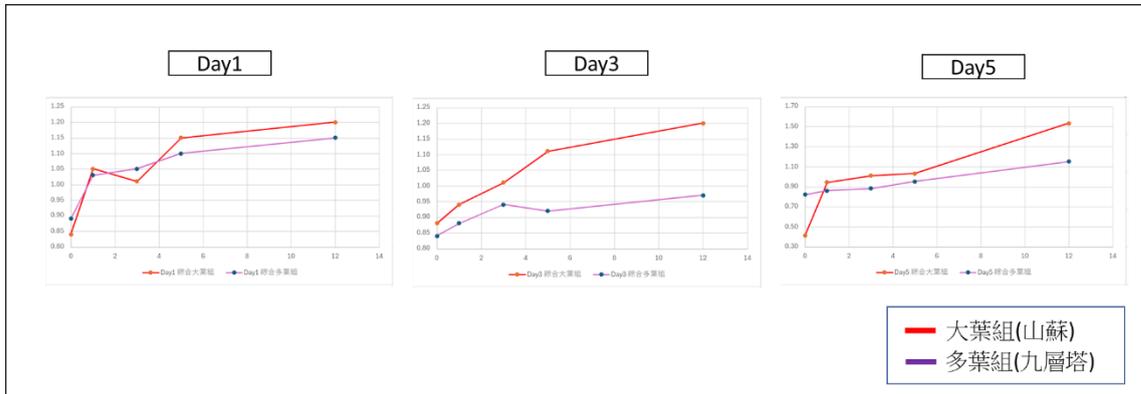
圖六 大葉組與多葉組充電效能

## 用綠發電-渦輪植物發電機

三、兩者(維生素B與益生菌)一起加入會不會有加乘的效果，縮短充電時間

結果(一)：當維生素B與益生菌一起加時，沒有加成的作用。維持在5小時以後可以充飽電池。

結果(二)：大葉組的充電效率還是比多葉組的好。



圖七 大葉組與多葉組同時加入維生素B與益生菌

## 肆、結論與討論

### 一、結論：

- (一) 大葉山蘇組的植物發電效能明顯優於多葉九層塔組，因此如果未來希望將植物發電機應用於居家充電，選擇發電效能較高的植物將是一個重要考量。
- (二) 為了提高發電效能，添加益生菌的效果優於添加維生素B（含礦物質），這可能與益生菌直接作用於土壤微生物有關。透過光合作用，植物將多餘的有機物或葡萄糖傳遞到土壤，這一過程的速度相對較慢。
- (三) 不論是單獨添加益生菌，還是同時添加益生菌與維生素B，大葉山蘇組的充電效能均優於多葉九層塔。這可能與兩者的根系結構有關：九層塔的根系為軸根，而山蘇的根系表面積更大，並且擁有氣根，這使其在發電上更具優勢。

### 二、討論：

- (一) 利用植物進行發電，通常會有一些特殊需求，包括：
  - 1、水分：植物需要足夠的水分來進行光合作用和生長。
  - 2、光照：充足的陽光是植物進行光合作用的關鍵，直接影響電能產生的能力。
  - 3、土壤質量：良好的土壤能提供必要的營養元素，促進植物健康生長。
  - 4、溫度和濕度：適宜的環境條件對植物的生長至關重要。
  - 5、種類選擇：並非所有植物都適合用於發電，一些特定的植物，如某些水生植物或具有高生物產量的植物，可能更有效。
- (二) 土壤：能讓電子在土壤自由的游動，土壤濕潤很重要，所以我們將田土與培養土 1：1調整，讓土壤可以有最佳的抓水能力又可以有適當的排水，提供植物與微生物都有良好的生長環境，有利於植物發電。
- (三) 維生素B與發電關係：維生素B和植物發電之間的關聯主要現在植物的生長和健康上。維生素B群對植物的代謝過程至關重要，影響它們的光合作用、呼吸和養分吸收。健康的植物通常會有更強的光合作用和根系活性，這些都可以進一步增強植物發電的能力。
- (四) 發電與根的關係：根系不僅是植物吸收水分和營養的主要部位，在植物發電中扮演著生物電能轉換過程關鍵角色。
  - 1、根與微生物：根系周圍的土壤中存在大量微生物，根系的健康和生長狀況會直接影響這些微生物的活動，進而影響有機物分解釋放電子，產生電流。
  - 2、根的分分泌物：植物根系會分泌各種有機物質，這些物質又可以促進微生物的生

## 用綠發電-渦輪植物發電機

長，進一步增強電能的產生。

- 3、根系結構：根系的形狀和分佈會影響其與土壤的接觸面積，從而影響水分和養分的吸收，進而影響植物的整體健康和能量轉換效率。
- 4、電導性：根系的電導性對於生物電流的傳導也是至關重要的。根系能夠有效地導電，促進電子流動。

(伍) 益生菌增加發電效能：

- 1、益生菌可以改善土壤結構和微生物多樣性，這有助於提供更有利的環境，從而支持植物生長。
- 2、益生菌有助於促進根系的發展，增大根系表面積，使其釋放更多有機物，進一步促進微生物的活動進行有機物的分解，並將其轉化為電子和質子，生成電流形成電路，增加發電效能。
- 3、益生菌與植物之間形成的共生關係不僅有助於植物獲得更好的養分供應，還能提升微生物燃料電池的電能產出，使兩者受益。

### 三、總結

- (一) 益生菌、微生物與植物這些相互作用的研究除了在環境保護中具有重要的應用價值，也有助於開發新型的可再生能源技術。
- (二) 我們這組的小論文證實了加了益生菌的渦輪式植物發電機可以拿來充電池、可以為小型風扇、一些小型玩具或機械裝置提供電力，提高在居家應用中的實用性。
- (三) 據我們的研究，植物發電在居家充電方面非常值得推廣，能成為小電量的輔助能源。在植物選擇上，像山蘇這類具有大葉和發達根系的植物無疑是理想的選擇，因為它們能顯著提升發電效率。此外，像居家常見的長葉觀音蓮，也具備相似特性，非常值得一試。
- (四) 在實驗過程中，我們嘗試將植物串聯以提升電壓，並觀察行道樹的發電情況。這些意外的經驗激發了我們的思考，讓我們開始構想如何設計第二代渦輪式植物發電機。
- (五) 開發綠能與環境共存一直是我們這代的使命，不僅要開發友善環境的能源，節約能源也是大家的責任，更是一種智慧的生活方式。每一個小小的改變，都能累積成巨大的影響，讓我們共同攜手，為只有一個地球努力！



伍、參考文獻

1. 千日綠能股份有限公司(2023)。你不知道的新技術：太陽能板回收，廢棄的太陽能板該何去何從？擷取自[https://www.greenlinks.com.tw/blog\\_detail30.htm](https://www.greenlinks.com.tw/blog_detail30.htm)
2. 宋聖榮(2022)。臺灣地熱能源發展的現況、展望與困境。擷取自<https://reurl.cc/93VOrx>。
3. 胡峻賓、蕭詠霖、莊湘緹(2024)。台灣要淨零，要有更多綠電！陸域風電困境在哪？開發流程一次看懂，公民風電有比較好嗎？擷取自<https://reurl.cc/zDAMAp>。
4. 楊政偉、顧瑩瑩、趙朝成、張秀霞、李士恩。(2017)。土壤微生物燃料電池的研究進展及展望。化工學報, 68(11), 頁 3995-4004。
5. 黃璋如(2020)有機農業全球資訊網。EM菌的神秘魔法陣。擷取自<https://reurl.cc/MjRkjL>
6. 百威生物科技股份有限公司。(2022年6月22日)。“EM菌”是什麼?到底有多厲害! 擷取自[https://www.bioway88.com/page.php?menu\\_id=2&new\\_id=255](https://www.bioway88.com/page.php?menu_id=2&new_id=255)
7. 吳義誠、王澤傑、傅海燕、趙峰 (2016)。光合細菌在微生物燃料電池中的應用研究進展。微生物學通報。
8. 沈義文。(2012)。植物發電研究。國立成功大學工程科學系專班碩士論文。
9. 張雅雲。(2018)。用植物發電。綠建築56期。
10. 陳俊仁、謝桑煙、黃山內 (2011)。山蘇花品種、習性及繁殖方法。農政與農情第103－114期。
11. 陳怡如。(2023)「香草之王」羅勒、九層塔大家族！品種介紹及栽培管理。農傳媒。擷取自<https://www.agriharvest.tw/archives/105474/amp>
12. 林啟鴻老師。國小\_自然\_1-2-2根的型態與簡單分類 擷取自<https://www.youtube.com/watch?v=bxNLEp2LuF8>
13. 田雲生 (2011)。綠能介紹與應用。台中區農業改良場一〇一年專題討論專集第237頁-第241頁。
14. 傅春旭、陳韻婷、蔡景株、姚瑞禎。(2015)臺灣地區植物和共生微生物之研究現況。林業研究專訊 Vol.22 No.3