

臺東縣第 64 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

科 別：物理科

組 別：國中組

作品名稱：光三原色對水生植物光合作用效率之影響

關 鍵 詞：光譜、光三原色、光合作用

編 號：

# 摘要

本研究旨在探討不同色光對水蘊草光合作用效率的影響，並結合光三原色的概念，以紅、綠、藍三種光的照射進行深入實驗。文獻回顧指出過去相關光合作用的研究主要針對陸生植物，對水生植物及數據量化的探討相尚不足。因此，本研究選用常見的水蘊草作為水生植物對象，並透過簡易的氣體收集設備，期望獲得量化數據，提供後續研究和學校實驗課程的參考。實驗結果顯示，照紅光 16 小時後水蘊草的氣體產量最高達 1.1ml，而照綠光和照藍光的氣體產量則皆小於 0.5ml。此結果顯示不同色光對水蘊草光合作用效率有所差異，其中紅光的影響最為顯著。綜合以上，本研究提供了水生植物光合作用效率的實驗數據，為未來相關研究及學校教學提供實質參考，同時也深化了對光合作用和光三原色相互關聯性的理解。

## 壹、前言

### 一、研究動機

於八年級上學期時學習到光三原色的概念，理解紅、綠、藍三種顏色光混合能形成白光對此印象深刻；且想起在七年級學習生物相關概念時，知曉植物進行光合作用的歷程，過程中「光」扮演重要之角色。因此，我們便發想若透過將該兩項領域知識進行結合，探討不同顏色的光對植物光合作用效率之影響產生興趣。期許通過此次深入研究並發掘最適宜的色光，並希望能為在學校進行實驗教學，以及植物栽培提供些許的協助。

### 二、文獻回顧

過去有關光合作用相關之研究有表明，不同顏色的光照和光作用有一定的相關性，然而大部分科展利用陸生植物進行相關研究，卻較少針對水生植物加以探討；此外，也鮮少利用數據量化的方式將光合作用之效率進行紀錄。因此本次實驗選擇在日常生活中常見且垂手可得的水蘊草，作為本次實驗之水生植物。

## (一) 水蘊草

水蘊草 (*Egeria densa*) 為一種水生植物，屬於水蔥科，具有狹長的葉片和莖。其特徵包括葉片對生、呈現出柳葉形狀、葉色鮮綠以及葉片表面光滑。水蘊草具有優秀的氣泡產生能力，通過光合作用釋放氧氣，並在葉片表面產生微小的氣泡，這些氣泡隨著植物的光合作用而不斷產生並在水中上升，因此水蘊草常被用作水族箱中的觀賞植物之外，也被廣泛應用於水生生態系統的研究中。

## (二) 光三原色

光三原色包含紅色、綠色和藍色，透過資料收集知曉每種顏色都對應著不同的光波長，其中紅色光波長通常在 620nm 至 750nm 之間；綠色光波長位於 495nm 到 570nm 之間；而藍色光波長則在 450nm 到 495nm 之間。該三種顏色被稱為「原色」之原因，是因他們無法透過其他顏色來混合產生，卻可以混合出其他顏色。同時，在七年級時知曉植物的光合作用主要是利用太陽光的光能，去驅動植物產生養分和氧氣。綜上原因，本次選用光的三原色作為實驗的操縱變因，研究架構如下。

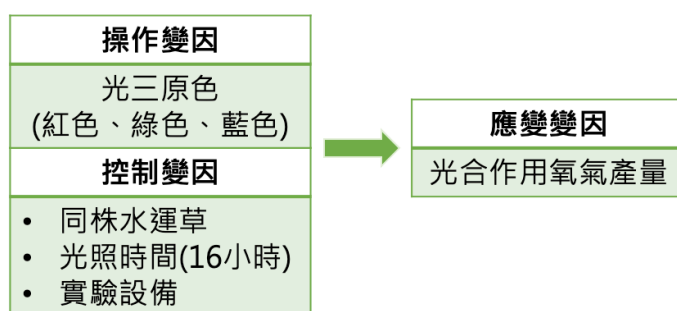


圖 1. 研究架構

## 三、研究目的

本次實驗的研究目的如下：

探討光三原色（紅、綠、藍）對水蘊草光合作用效率之影響，與其之間的關聯性，以及利用簡易的氣體收集設備獲得量化數據以進行探討，並提供後續作為研究與學校實驗課教學之參考依據，實驗期間盡量維持運作期間的其他條件不變。

## 貳、研究設備及器材

### 一、水蘊草選購

於台東市某水族販賣店進行選購，並從中選取長度大於 10 公分、葉片多於 10 片且已長出完整根部構造作為該系列實驗對象，並在正式進入實驗前，會進行光照確保該株水蘊草的產生氣體能力正常。

### 二、實驗設備製作

本次實驗設備製作所需道具有：16W 燈泡、燈泡座、延長線、紙箱、美工刀、紅綠藍玻璃紙各三張、橡皮筋、玻璃漏斗、10ml 量筒、石蠟膜以及尺寸合適之水盆。

			
16W 燈泡	燈泡座	延長線	紙箱
			
美工刀	紅綠藍玻璃紙	橡皮筋	玻璃漏斗
			
10ml 量筒	石蠟膜	水盆	

表 2-1. 實驗設備材料一覽

將紙箱挖取一能剛好容下燈泡座的開口，於實驗開始前，把燈泡以橡皮筋將三張同色玻璃紙包裝，玄入燈泡座再連接延長線進行通電；取適當長度之石蠟膜黏貼於量筒的開口，並把完成的量筒倒放於玻璃漏斗的管子確保兩者為貼合的狀態，錐形的斗為實驗期間放置水蘊草之區域。



表 2-2. 實驗設備

## 參、研究過程與方法

### 一、實驗操作過程

本研究主要為探討不同色光對水生植物光合作用效率之關聯。於實驗開始前，會先將欲選擇進行實驗的玻璃紙顏色（紅色、綠色、藍色擇一）三張包覆 16W 的燈泡，再將水蘊草放置於試管與漏斗連接之裝置內，並用水填滿並水面呈現表面張力的狀態，且利用水盆蓋住漏斗進行翻轉確保內部盡量沒有過多空氣而影響實驗觀察，最後將水倒入水盆內並以墊片撐住漏斗一角，以利進行光合作用產生氣體時讓漏斗和試管結合之裝置內水分順利排出。

### 二、氣體量測方式

進行光照前，以眼睛平視方式記錄水面位置，再以手機拍攝和書面進行記錄；照光 16 小時後，透過同樣方式記錄數值。將照光前後所得到的兩數值相減，定義成光合作用氧氣產量，也是本次實驗想探討的光合作用效率。


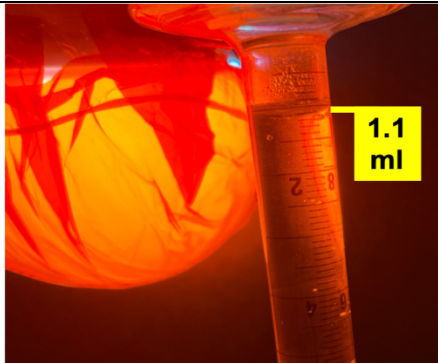
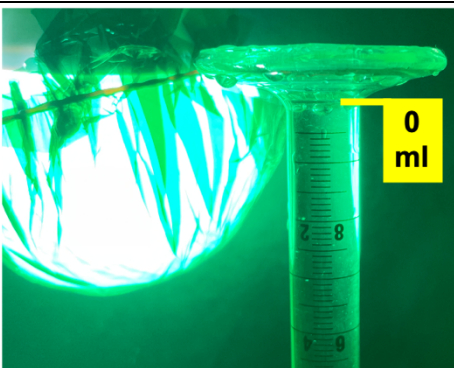
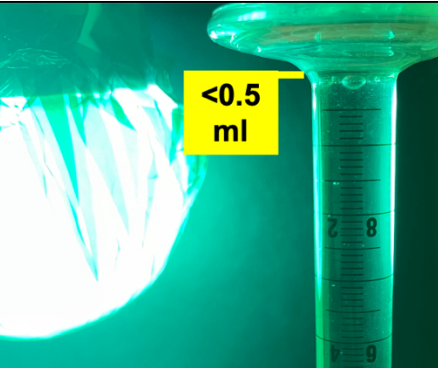
每一色光將照光前後的數值紀錄，因實驗對象為同株水蘊草，所以在進行完前次光照實驗時，會間隔 8 小時再進行下次光照實驗，以減少實驗誤差。

	光照前	光照後(16小時後)
紅光		
綠光		
藍光		

表 3-1. 實驗記錄表範例

## 肆、研究結果

本次實驗發現，不同色光和光合作用的氧氣產量之間具有一定的關聯性。研究結果顯示，照紅光 16 小時的實驗產氣量為 1.1ml；照綠光 16 小時的實驗的產氣小於 0.5ml；照藍光 16 小時的實驗產氣量亦小於 0.5ml。從三種色光的數據表明，照色綠光 16 小時後水蘊草的產氣量最低，而照色紅光 16 小時後的水蘊草產氣量最高，藍光則次之。

	光照前	光照後(16 小時)
紅光		
綠光		

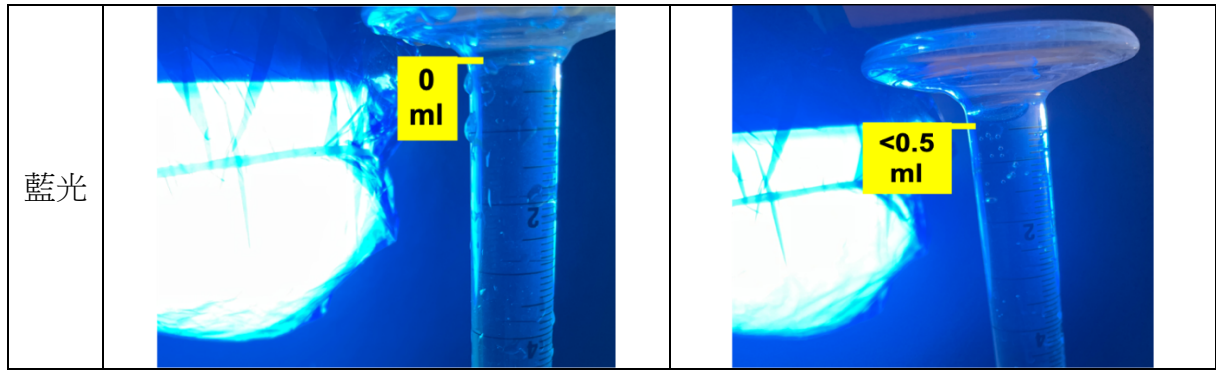


表 4-1. 手機影像紀錄

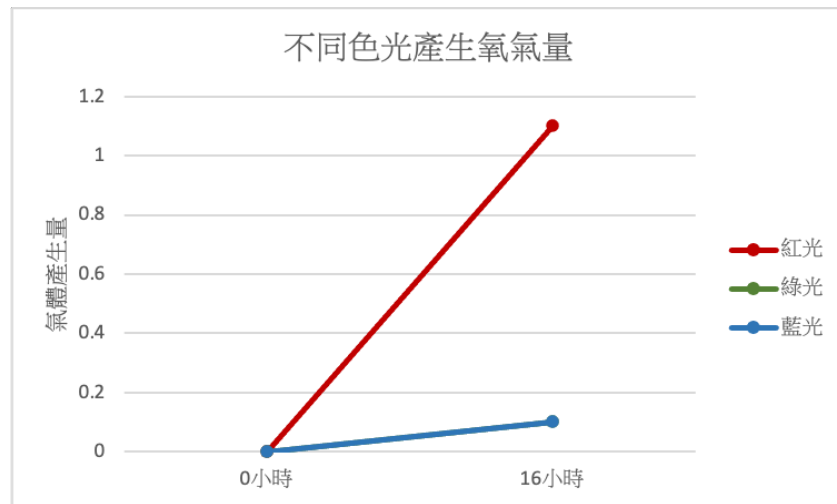


圖 4-1. 不同色光產生氧氣

再從實驗紀錄觀察和記錄期間發現，雖然藍光和綠光所收集到的氣體都小於 0.5ml，但在手機攝影圖片可以看到，藍光位於試管上方的氣泡比綠光的氣泡體積較大。

## 伍、討論

本次研究結果顯示，不同色光和水生植物的氧氣生產量之間有一定的相關性，發現光波長較長的紅光較其他色光能產出較多的氣體量；另外，本實驗選用水蘊草作為研究對象，這是相對較少進行相關研究的水生植物，有別於大多數科展利用的陸生植物，這樣的選擇在科學研究中提供了新的視角。且通過簡易的氣體收集設備，成功量化了不同色光對水蘊草光合作用效率的影響，為科學研究提供了更具體的數據支持。因此透過本次實驗結果，給予未來進行種植水生植物或於學校進行教學時，注意適當調整光源等相關因素來控制植物生長，還能提供有益的數據支持。

## 陸、結論

透過本次實驗得到以下結論：

- 一、紅光促進光合作用效率：實驗顯示，照紅光 16 小時後水蘊草的氧氣產量最高，達到 1.1ml。這結果支持過去有關光合作用的研究，指出植物對紅光較為敏感，紅光有助於提高光合作用效率。
- 二、綠光對光合作用效果較差：與預期相反，照綠光 16 小時後水蘊草的氧氣產量小於 0.5ml。這可能與葉綠素的光譜吸收特性有關，植物對紅光和藍光的吸收效果較佳，而綠光被反射的較多。
- 三、藍光影響光合作用效果次之：照藍光 16 小時後水蘊草的氧氣產量也小於 0.5ml。雖然數據表現沒有比綠光好，但在觀察期間發現，藍光產生的氣泡體積較大，顯示藍光可能在某些方面對光合作用有一定的促進作用。
- 四、氣體量測結果支持光合作用效率比較：透過氣體量測方式，成功量化了不同色光對水蘊草光合作用效率的影響，提供了具體的數據支持，然而在未來若能使用更精密的儀器，便更能將數據更縝密地呈現並進行比較。

## 柒、參考文獻

### 【網路資料】

水蘊草 (2023 年 2 月 20 日)。維基百科。取自：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B0%B4%E8%98%8A%E8%8D%89>

作用光譜 (2010 年 8 月 23 日)。高瞻自然科學教學資源平台。取自：

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=6784>

### 【歷屆科展】

不同色光對植物之影響 (中華民國第 56 屆中小學科學展覽會)。取自：

[https://science.cyc.edu.tw/upfile/science105/work\\_files/13423482576686344724.pdf](https://science.cyc.edu.tw/upfile/science105/work_files/13423482576686344724.pdf)

### 【期刊文章】

蔡金川 (1999)。光環境對稻作生產之影響。環境與稻作生產。

何佳勳、楊純明、蕭巧玲 (2014)。不同室內光環境對特定景觀植物光合作用速率及生長表現之差別效應。作物，環境與生物資訊。