

2023 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：植耀你 C 歡 O-探討植物的光合作用
一、摘要
此研究探討植物對二氧化碳的移除效率與其在不同瓦數光源、光色和葉子數量的影響。植物是移除大氣中二氧化碳的重要功臣，我們將植物放置於密閉空間中，並測量二氧化碳濃度在十分鐘內的變化。我們從校園採集珊瑚木，並分別使用 10W、18W、20W 的普光、紅光及藍光做測量；另外採集蛋黃果，並分別放入 5、10、15 片葉子做測量。我們的實驗結果為紅光在三個色光中擁有最佳的效果；而光照瓦數則是越高所能帶來的效率最好；葉子數量越多，二氧化碳下降量相較數量少的有更好的效果
二、探究題目與動機
全球暖化日漸加劇，各地的氣候有極大的改變，冰山逐漸消融，雨林的生態也在改變，甚至也改變了我們的生活，暖化已成為世界上最矚目的焦點，身為地球村的一份子，我們想為這個議題付出一份心力，植物的光合作用是一個耳熟能詳把二氧化碳從大氣圈移除的方法，但是所有植物的光合作用轉換效率都這麼好嗎？受到不同波段照射，轉換效率有不同嗎？還有什麼因素會影響植物光合作用吸收二氧化碳的效率是我們想探討的。
三、探究目的與假設
我們希望能找出能擁較最高二氧化碳轉換效率的植物，以及同樣的植物在不同瓦數下同色光，同瓦數下不同色光對植物的轉換效率的影響。 1. 我們假設同一種植物，同瓦數同色光的情況下，葉子數量較多的會有更好的二氧化碳轉換效率。 2. 我們推測同瓦數下，白光、藍光、紅光對於植物的光合作用效率，以紅光對光合作用有最顯著的效果。 3. 同樣葉片數、同樣色光，不同瓦數下，瓦數越高的會有越好的轉換效率。
四、探究方法與驗證步驟
探究方法：我們用二氧化碳濃度計，測量在密閉空間中，植物在十分鐘內可以使二氧化碳濃度下降的多寡，來比較其移除二氧化碳的效率。並且設定三種不同的光線及瓦數測量。 實驗步驟： 1. 採集植物，我們主要以校園常出現的植物作為測量對象，本次實驗以珊瑚木和蛋黃果為主。 2. 擦乾表面雨水、露水，將不同葉子數量（5、10、15 片）植株放入裝水的寶特瓶中 3. 將裝有植株的寶特瓶及二氧化碳檢測計放入密封箱中 4. 在每個密封箱旁放置不同瓦數（10、18、20 瓦）、不同顏色燈光（紅光、藍光、普通光） 5. 確認箱子密封並開始紀錄每分鐘的二氧化碳數值、當下溫度和濕度（紀錄十分鐘）。 6. 將數據整理做成圖表進行分析，並探討原因。

五、結論與生活應用

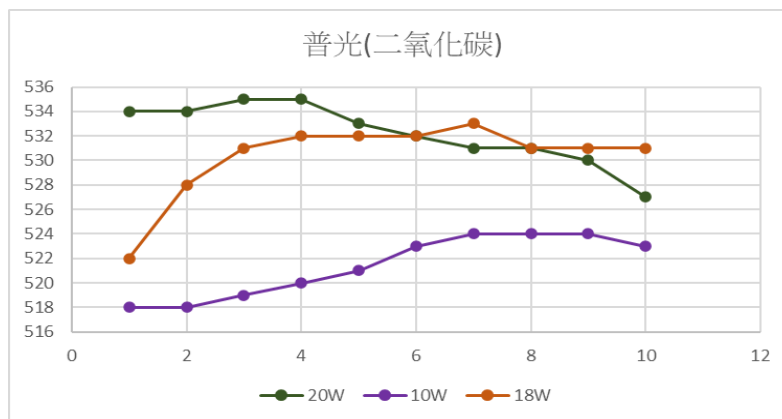
1.不同波段的光線對光合作用的影響:

我們使用一般日光燈之光源(簡稱為普光)，植物選用珊瑚木來進行驗；為測量光線的強弱對於植物行光合作用的影響，以不同瓦數的光線，分別為 10W、18W、20W，並測量相同一株植物在密閉空間內十分鐘的二氧化碳濃度變化量。

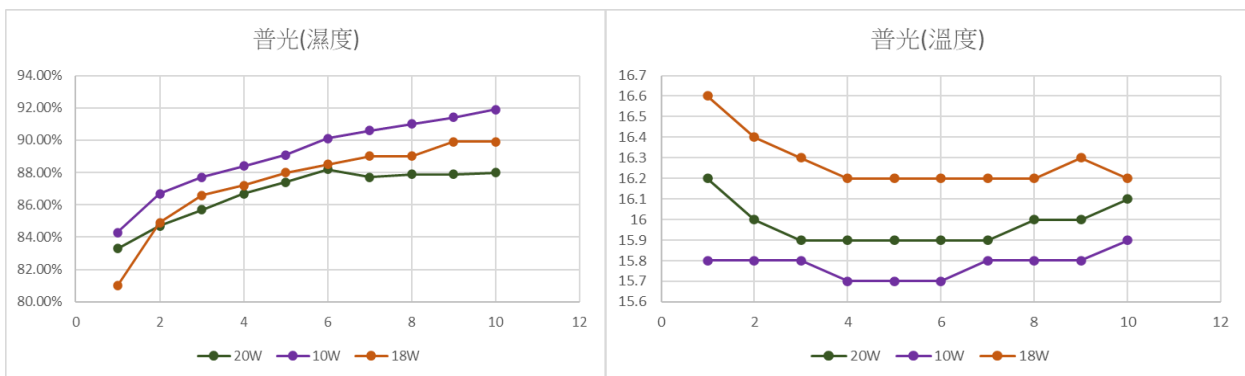
實驗結果如下圖一，在 10W 和 18W 的實驗中，二氧化碳隨時間呈現上升趨勢，10W 的 10 分鐘上升量約為 3ppm，18W 的十分鐘上升量約為 3ppm(而第一分鐘的數據我們推測是因為剛放進去而誤差過大，故分析變化量時不採計該數據)；20W 的二氧化碳變化量則呈下降趨勢，10 分鐘總共下降 7ppm。

而在溫度變化方面(圖二及三)，10W 上升 0.2 度，18W 下降 0.4 度，20W 不變三者的溫度上升量和下降量並不高，大部分時間三者的溫度都維持不變的狀況。

濕度變化的部分，10W、18W 和 20W 的濕度趨勢皆為隨時間增加而濕度增加。測量十分鐘後，濕度皆上升 10% 左右(濕度變化量約為 10%)。



圖一：一般日光燈(普光)，採用不同瓦數照射植物所測量之十分鐘內二氧化碳濃度變化



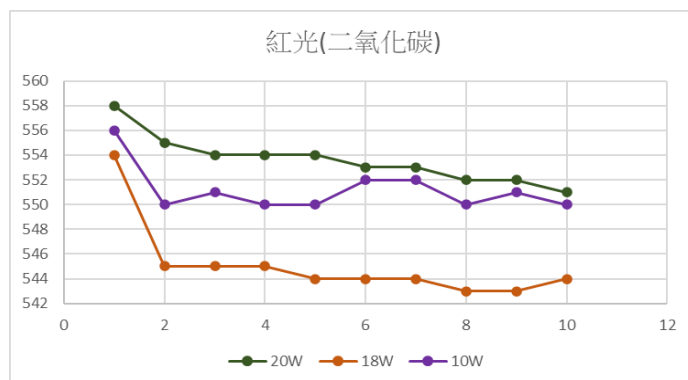
圖二:濕度變化

圖三:溫度變化

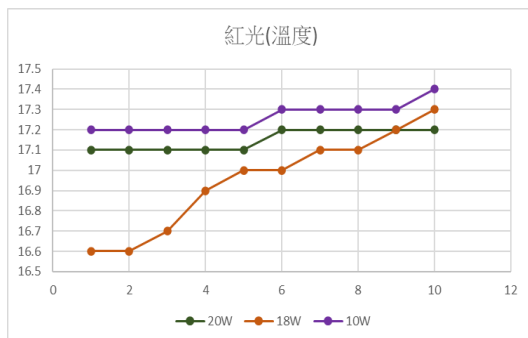
1-2 紅光:

我們使用波長為 620~750 nm 的紅光來照射，二氧化碳濃度變化如圖四；10W、18W 和 20W 皆呈現下降趨勢，10W、18W 和 20W 在十分鐘內分別下降 0ppm、1ppm、7ppm(18w、20w 因誤差過大皆扣除第一分鐘的數據)20w 的下降量最多，我們推測可能是因為瓦數越高，所

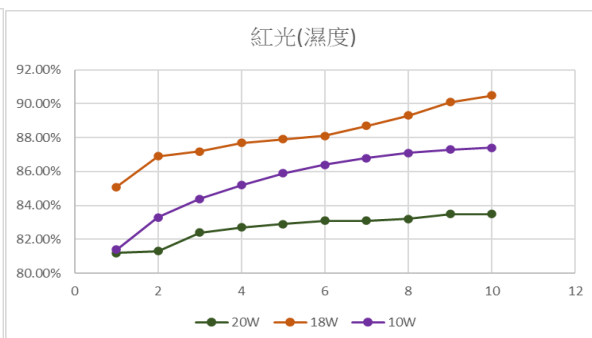
提供的能量越大，導致光合作用較為旺盛，所以二氧化碳濃度下降量大。溫度變化(圖五)：10W、18W 和 20W 溫度皆持續上升，變化量分別為 0.1、0.7、0.2；10W、20W 溫度幾乎不變。濕度變化如圖六；10W、18W 和 20W 的濕度皆呈現上升趨勢，有隨時間漸緩的現象，10W 上升 6%，18W 上升 5.4%，20W 上升 2.3%。濕度變化量 10W>18W>20W。



圖四:採用不同瓦數之紅光照射植物所測量之十分鐘內二氧化碳濃度變化



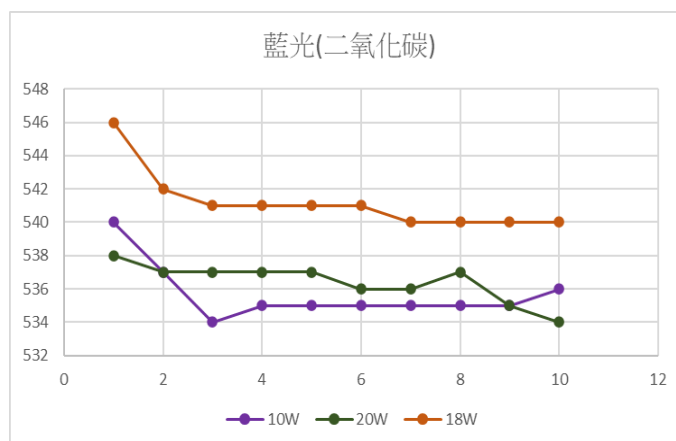
圖五:濕度變化



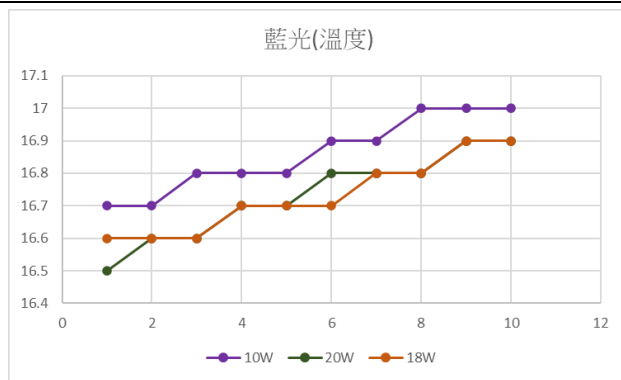
圖六:溫度變化

1-3 藍光:

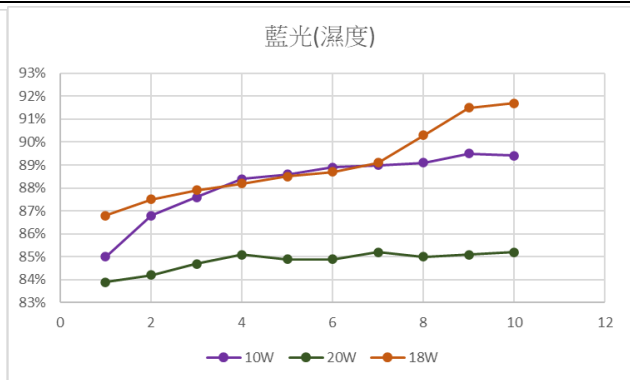
我們使用波長為 400 ~ 500nm 的藍光來照射，二氧化碳濃度變化如圖七：三組皆呈現下降趨勢，且變化量皆在 6ppm 左右，且在經過前兩分鐘後，18w 及 20w 的的二氧化碳濃度不再劇烈下降，大部分時間都維持相同濃度，而 10w 則是在末兩分鐘才發生劇烈下降。溫度變化：10W 溫度幾乎不變，18W 和 20W 皆上升 5 度左右，三者皆有持續上升現象。濕度變化：18W 濕度幾乎不變，10W 和 20W 只有 5%以內的提升。



圖七: 採用不同瓦數之藍光照射植物所測量之十分鐘內二氧化碳濃度變化



圖八:濕度變化

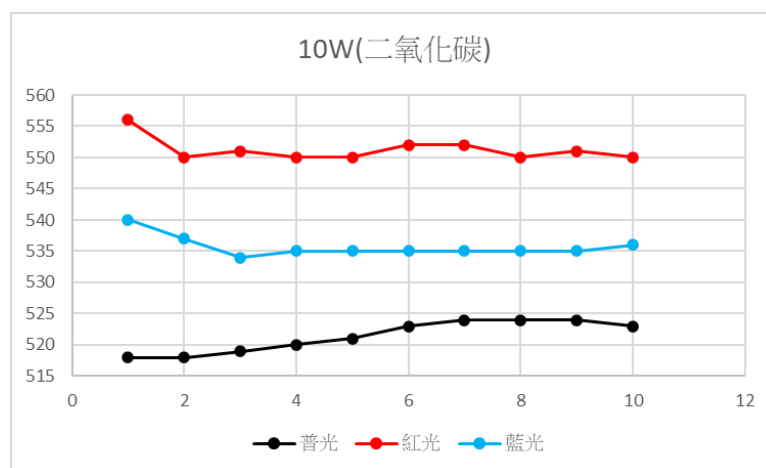


圖九:溫度變化

由以上結果可以得出用 10W 和 18W 和 20W 的燈源照射的珊瑚木彼此之間的二氧化碳下降量並沒有太大的差異，幾乎皆在正負 5 的區間，但我們可以從都呈現下降趨勢的紅光和藍光兩組觀察到二氧化碳下降量是 $10W < 18W < 20W$ ，因此我們可以 20W 的燈源對於珊瑚木的光合作用速率效果最佳。其中普光 10W 的二氧化碳變化呈上升趨勢，且和紅光 10W 的二氧化碳趨勢並非持續下降的結果可以得出 10W 燈源對於光合作用的穩定性較不佳，18W 的普光也呈現上升趨勢，只有 20W 的光源在各種顏色的光照射下皆呈現下降趨勢，光源對於光合作用速率穩定性： $10W < 18W < 20W$ ，因此我們可以推論 18W 和 20W 的光源會是植物進行光合作用時較好的選擇，10W 燈源較不適合植物進行光合作用。

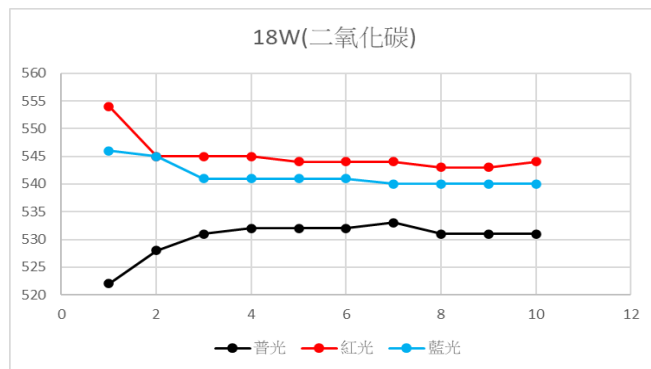
2.不同波段的光對光合作用的影響:

接下來比較瓦數相同但是波長不同的光對植物光合作用的影響，我們使用珊瑚木做十分鐘的測量。首先，在 10W 的燈光，紅和藍光的效果皆不明顯，二氧化碳的下降量大約都在 5ppm 左右，而普光卻呈現上升的趨勢，溫度變化量也不太大，但都是呈現逐步上升，而濕度的部份我們推測是隨著時間葉子進行的蒸散作用而提高，變化量大約落在 4~7% 之間。



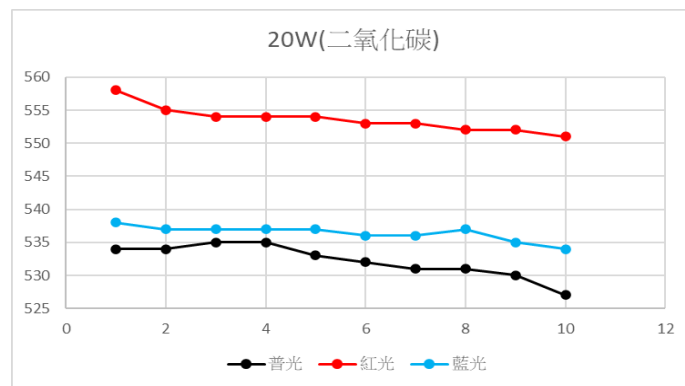
圖十: 利用 10W，不同波長的光照射植物十分鐘的二氧化碳變化趨勢

把燈光換為 18W；隨著瓦數的提高，紅和藍光的效果有略為提升，不過依然在大概 5~10ppm 之間，但同樣的普光仍呈現上升的趨勢，總共上升了約 4ppm 左右，溫度及濕度的變化量則是與 10W 時相差不大，但普光的溫度變化量卻是下降了大約 0.4 度。



圖十一: 利用 18W，不同波長的光照射植物十分鐘的二氧化碳變化趨勢

最後是 20W 的實驗，此時的變化量大致與 18W 時相近，二氧化碳的下降量大約是 4~8ppm 之間，同時紅和藍光溫度都出現了幅度相當小的增加，平均約略為 0.2 度左右，而普光則同樣出現了下降的趨勢，最低下降了 0.3 度，濕度的部分三組都出現了上升的趨勢。



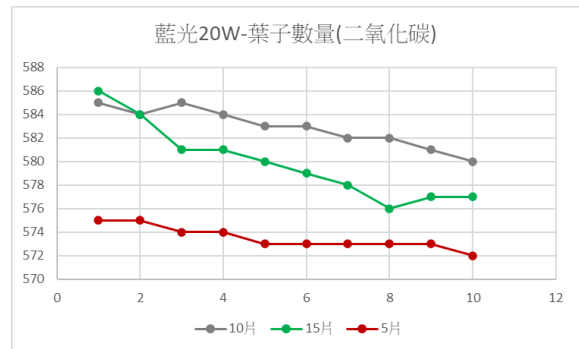
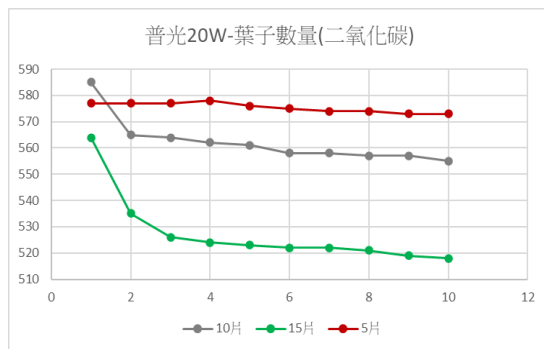
圖十二: 利用 20W，不同波長的光照射植物十分鐘的二氧化碳變化趨勢

由以上結果可以得知各色光成效與一開始查詢到的資料有符合，該資料中有提及在人肉眼可見的七色光中，紅光及藍光能帶來最好的光合作用效率，實驗結果顯示紅光和藍光照射時的光合作用效率都優於使用普光照射時的效率，而從前一個實驗得出的結論可知 18W 及 20W 的光源更適合植物行光合作用，經過細微的比較後，紅光在這兩個瓦數下的轉換效率又較藍光更好一些。

3.比較葉子數量不同對光合作用的影響

我們使用蛋黃果葉片做實驗，葉子數量分別為 5、10、15 片，並以 20w 的普光進行照射普光 20w。

在葉子數量五片，以普光 20 瓦進行照射，可看出每分鐘二氧化碳濃度的平均下降量約為 0.4ppm。溫度的變化量，僅上升約 0.2 度，而濕度則是上升約 0.375%。在葉子數量十片，以普光 20 瓦進行照射，可看出每分鐘二氧化碳濃度的平均下降量約為 1.1ppm(而第一分鐘的數據我們推測是因為剛放進去而誤差過大，故分析變化量時不採計該數據)。溫度的變化量，僅上升約 0.2 度，而濕度則是上升約 8%。在葉子數量十五片，以普光 20 瓦進行照射，可看出每分鐘二氧化碳濃度的平均降量約為 1.6ppm(因誤差過大扣除第一分鐘)。溫度的變化量，僅上升約 0.4 度，而濕度則是上升約 8%



圖十三: 採用同瓦數(20W)、同色光(普光、藍光)照射不同葉片數量(5、10、15片), 並測量記錄十分鐘內二氧化碳濃度變化

另外以藍光 20w 實驗(如上圖十四)在葉子數量五片, 可看出每分鐘二氧化碳濃度的平均下降量 約為 0.3ppm。溫度的變化量, 為 0 度, 而濕度則是上升約 3%; 葉子數量十片, 每分鐘二氧化碳濃度的平均下降量約為 0.5ppm。溫度的變化量, 僅上升約 0.3 度, 而濕度則是上升約 5%; 在葉子數量十五片, 以藍光 20 瓦進行照射, 可看出每分鐘二氧化碳濃度的平均下降量約為 0.9ppm。溫度的變化量, 僅上升約 0.4 度, 而濕度則是上升約 7.5%。

由以上結果我們可以看出不管是普光和藍光的照射下二氧化碳的下降量皆是 5 片<10 片<15 片, 由此結果我們可以推論當葉片的數量越多植物光合作用所消耗的二氧化碳量越大的結果。由以上各組的二氧化碳下降量, 我們可以大略推論蛋黃果在 15 片以下時二氧化碳下降量皆在 0~2ppm 左右。

生活應用:

植物能夠移除大氣圈約 50%的二氧化碳, 即使幾片葉子, 在短時間內都可以使二氧化碳的濃度下降, 可以鼓勵大家在生活環境周邊種植小盆栽或植物造景, 都對移除二氧化碳有非常好的效果。

若能延伸調查台灣常種植的行道樹, 可以種植轉換效率較佳的物種。

魚缸中的水草容易死亡, 所以我們認為加設一個紅光的燈, 促進光合作用的效率, 能延長水草的壽命。

參考資料

1. 天方葉談-利用葉錠浮沉來測定植物的光合作用速率。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會作品說明書。
2. 空氣濾清機-尋找呼出最新鮮空氣的植物。蕭佩珊、蔡育倫。
3. 植物與二氧化碳濃度探秘。嘉義市第 28 屆中小學科學展覽會作品說明書。
4. 環境對小豆苗生長的影響。中華民國第四十七屆中小學科學展覽會作品說明書。