

花蓮縣第 64 屆國民中小學科學展覽會
作品說明書



科別：生物科

組別：國中組

作品名稱：探討葉綠素吸收光譜對不同的碳反應代謝途徑植物光合作用的影響

關鍵詞：光合作用、葉綠素、吸收光譜

編號：

目 錄

1. 摘要	3
2. 壹、研究動機	3
3. 貳、研究目的	3
4. 參、研究設備及器材	4
5. 肆、研究方法、過程.....	5
6. 伍、實驗結果.....	8
7. 陸、討論	12
8. 柒、結論.....	13
9. 捌、參考資料.....	14

摘要

本研究在探討各種植物光合作用效率的影響，我們發現在實驗一黃燈和白燈的實驗結果不同是因為植物的可見光的吸收率不同，燈光的可見光的強度也不同，因此葉錠上浮的速率不同。

實驗二，我們發現植物的可見光的吸收率大部分集中在藍光和紅光，而其它的可見光的吸收率則較低，因此每種植物行光合作用的時間也不同。

實驗三，我們發現白光和黃光的瓦數雖然一樣，但是白光的可見光強度比黃光還要強，而實驗二的結果發現大部分植物的吸收率較高，部分較低，白光藍光的強度落在 0.975~0.980 黑板樹藍光的吸收率落在 1.0~1.2，部分植物的吸收率更接近黃光，因此黃光的光合作用效率較好。

壹、研究動機

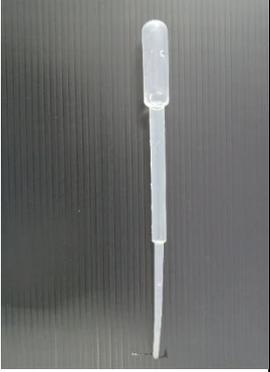
在一次上課時生物老師談到：「植物的光合作用是分解水釋放出 O_2 並將 CO_2 轉化為糖，光合作用是比想像中複雜的！」，上完課之後，由於對葉綠素的好奇，便和其他的同學一起研究光合作用，發現葉綠素竟有許多特別之處，激發了我們對於葉綠素的研究，想要探討更多關於葉綠素的知識，我們便請教生物老師幫助我們進行葉綠素這一方面的研究，希望能藉這一系列的實驗了解更多關於 3-3「植物如何製造養分」的更多知識點。

貳、研究目的

1. 探討各種植物光合作用之速率
2. 探討各種植物葉綠素吸收之光源
3. 探討各種光源對各種植物光合作用之影響

參、研究設備及器材

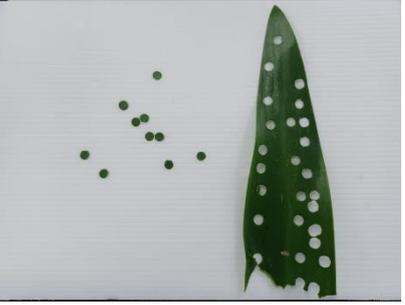
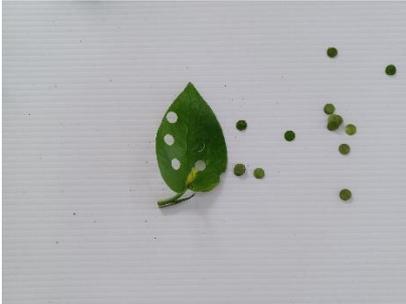
一、材料：

			
圖 A 培養皿	圖 B 打孔機	圖 C 標籤紙	圖 D 滴管
			
圖 E 黃燈	圖 F 白燈	圖 G 酒精	圖 H 比色皿

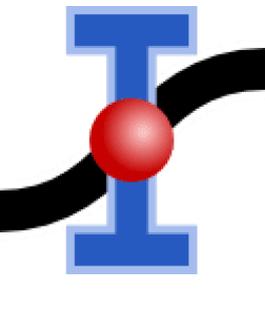
二、實驗儀器及裝置

	
圖 I 用浮沈葉錠測量光合作用實驗裝置	圖 J PASCO Spectrometer

三、實驗植物

		
圖 K 黑板樹	圖 L 威氏鐵莧	圖 M 文殊蘭
		
圖 N 黃金葛	圖 O 百合	圖 P 朱焦

四、程式：

		
圖 Q SpectrometerApp	圖 R ScDAVis	圖 S Xmind

肆、研究過程及方法

一、實驗流程：我們根據研究的目的，設計了以下幾個實驗：

- (一)實驗一：用浮沈葉錠測量光合作用
- (二)實驗二：測量不同種植物葉綠素吸收光譜
- (三)實驗三：測量黃光及白光的光譜

二、實驗一：用浮沈葉錠測量光合作用

(一)我們選擇幾種植物，包括 C3 植物（黃金葛、黑板樹）、CAM 植物（百合、文殊蘭）測量光合作用，取兩支針筒裝入蒸餾水，使用打孔機打 10 片葉錠（圖 1-1），裝入針筒（圖 1-2），把葉錠裝在針筒裡抽真空，用手指頭壓住針筒出口，然後活塞往後拉數秒，重複數次，到葉錠都沉入水底（圖 1-3）。

(二)取 5 個燒杯，把已真空的 5 種葉錠，各取 10 片葉錠分別放入 5 個燒杯。

(三)把燒杯放入實驗裝置內，裝上燈泡（白燈、黃燈），進行光合作用實驗使葉錠上浮，記錄葉錠上浮的時間，為其光合作用速率。



圖 1-1 使用打孔器打出許多葉錠



圖 1-2 葉錠裝在培養皿

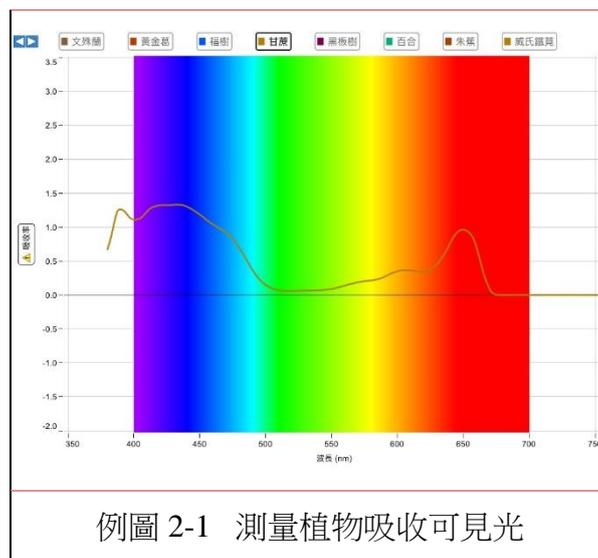


圖 1-3 葉錠裝在針筒裡抽真空

三、實驗二：測量不同種植物葉綠素吸收光譜

(一)採取 C3 植物（黃金葛、黑板樹）、C4 植物（甘蔗）、CAM 植物（百合、文殊蘭），各打 100 片葉錠放入裝有 50ml 的血清瓶中，用鋁箔紙包裹血清瓶，分別放置 2 小時、1 個禮拜、2 個禮拜。

(二)我們選擇上述植物，使用平板軟體（Spectrometers App）測量各植物吸收的可見光，使用平板連結 PASCO Spectrometers 裝置，使用裝有酒精進行溶液校正，校正完成後，用上述植物的萃取葉綠素放入血清瓶，測量其吸收所見光譜，如（圖 2-1）。



四、實驗三：測量黃光及白光的光譜

(一)我們選擇光譜儀（PASCO Spectrometers）和光纖測量白燈、黃燈的光譜數據，首先使用平板連結光譜儀，準備好實驗裝置（圖 1-1）並且將光纖連結光譜儀。

(二)固定好光源並且開啟白燈、黃燈，將光纖放置於燈光旁邊等待光譜儀讀取數據。

(三)並且校正光譜儀，等待吸收完畢。

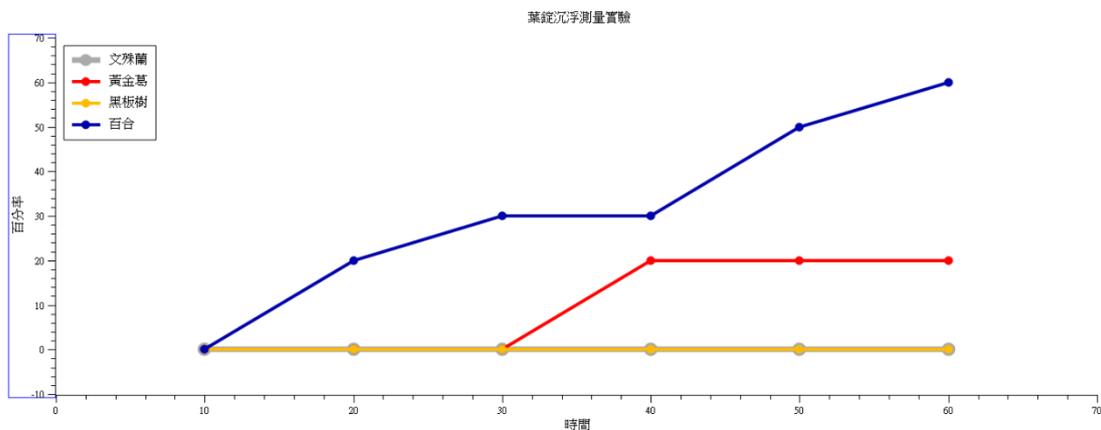
伍、實驗結果

一、實驗一：用浮沈葉錠測量光合作用

(一) 植物光合作用的測量結果，如下圖所示：

(二) 黃光行光合作用的植物，百合在 60 分鐘時上浮 6 片葉錠，黑板樹、文殊蘭上浮 0 片葉錠，黃金葛上浮 2 片葉錠。

(三) 白光行光合作用的植物，百合在 60 分鐘時上浮 2 片葉錠，黑板樹、文殊蘭上浮 0 片葉錠，黃金葛上浮 1 片葉錠。



二、實驗二：測量各種植物葉綠素的吸收光譜

1. 植物葉綠素吸收率的測量結果，如圖 2-2~2-9 所示：
2. 黑板樹的葉綠素的最高的吸收率的光譜是介於 1.0~1.2，其中以藍光的吸收率最大，第二大的吸收率是紅光，藍光的吸收率落在 1.0~1.2，紅光的吸收率落在 0.6~0.8
3. 黃金葛的葉綠素的最高的吸收率的光譜是介於 1.0~1.2，其中以藍光的吸收率最大，第二大的吸收率是紅光，藍光的吸收率落在 1.0~1.2，紅光的吸收率落在 0.6~0.8
4. 威氏鐵莧的葉綠素的最高的吸收率的光譜是介於 0.5~1.0，其中以藍光的吸收率最大，第二大的吸收率是紅光，藍光的吸收率落在 0.5~1.0，紅光的吸收率落在 0.0~0.5
5. 百合的葉綠素的最高的吸收率的光譜是介於 0.8~1.0，其中以藍光的吸收率最大，第二大的吸收率是紅光，藍光的吸收率落在 0.8~1.0，紅光的吸收率落在 0.6~0.8

6. 朱蕉的葉綠素的最高的吸收率的光譜是介於 0.8~1.0，其中以藍光的吸收率最大，第二大的吸收率是紅光，藍光的吸收率落在 0.8~1.0，紅光的吸收率落在 0.6~0.8
7. 甘蔗的葉綠素的最高的吸收率的光譜是介於 0.8~1.0，其中以藍光的吸收率最大，第二大的吸收率是紅光，藍光的吸收率落在 0.8~1.0，紅光的吸收率落在 0.4~0.6
8. 文殊蘭的葉綠素的最高的吸收率的光譜是介於 1.0~1.2，其中以藍光的吸收率最大，第二大的吸收率是紅光，藍光的吸收率落在 1.0~1.2，紅光的吸收率落在 0.6~0.8
9. 綜合上述實驗結果，植物的藍光的吸收率對比：黑板樹 = 黃金葛 = 文殊蘭 > 朱蕉 = 甘蔗 > 威氏鐵菟
10. 植物的紅光的吸收率對比：黑板樹 = 黃金葛 = 百合 = 朱蕉 = 文殊蘭 > 甘蔗 > 威氏鐵菟

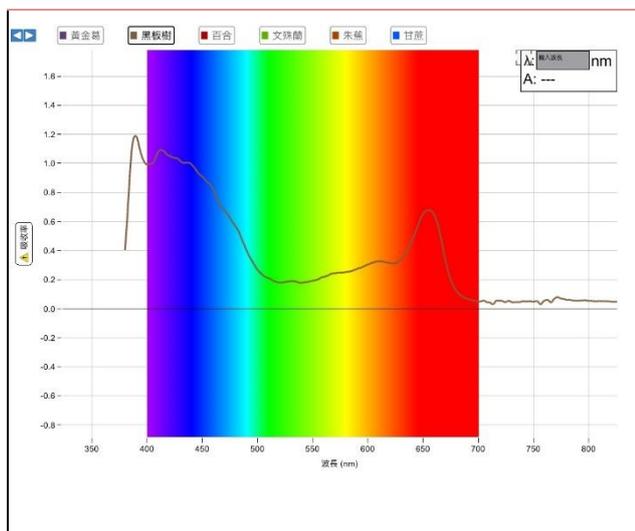


圖 2-2 黑板樹吸收可見光的數值

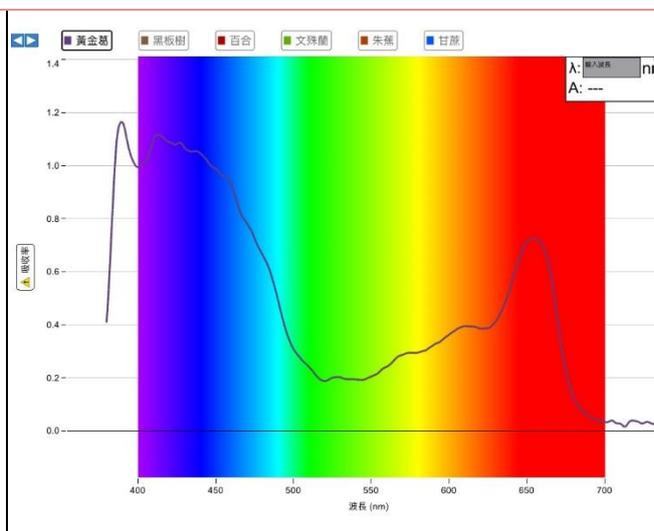


圖 2-3 黃金葛吸收可見光的數值

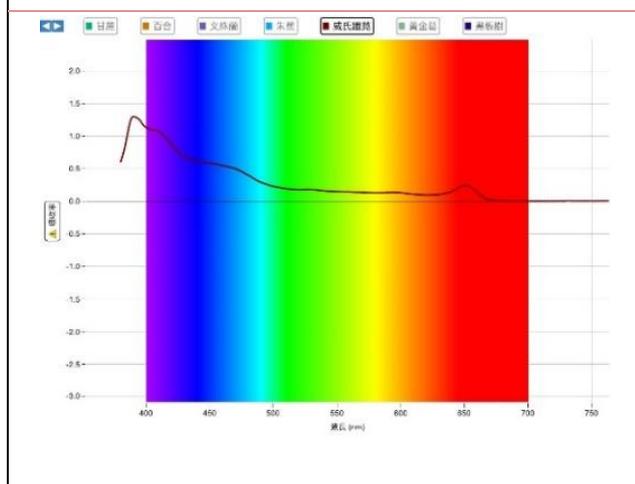


圖 2-4 威氏鐵菟吸收可見光的數值

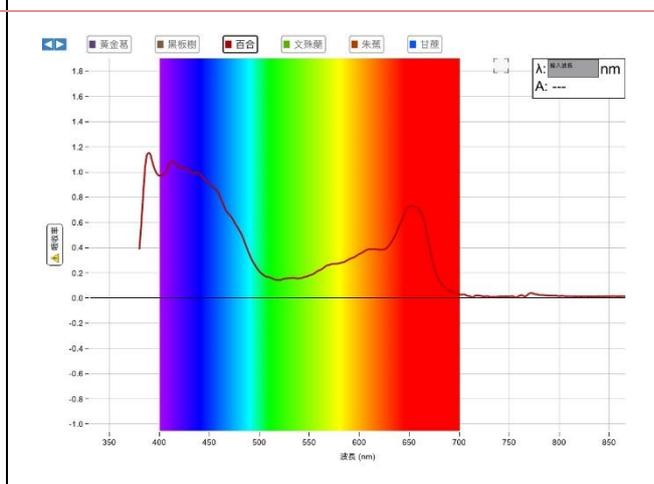


圖 2-5 百合吸收可見光的數值

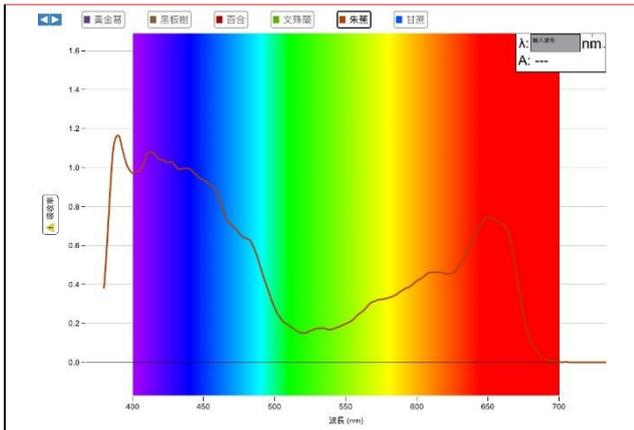


圖 2-6 朱蕉吸收可見光的數值

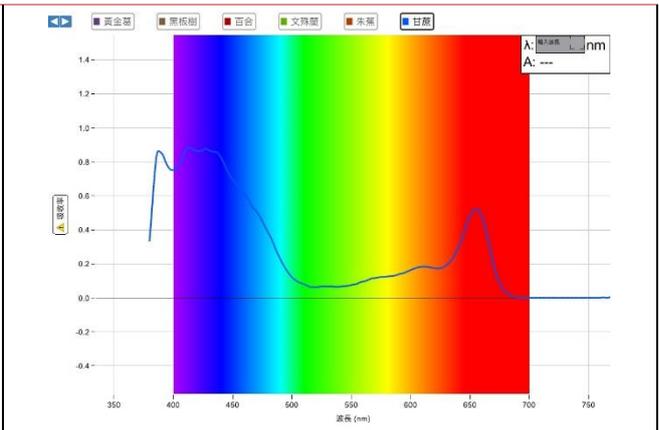


圖 2-7 甘蔗吸收可見光的數值

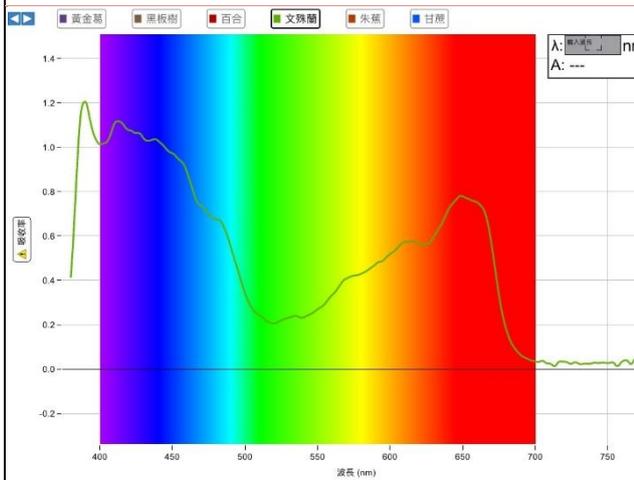


圖 2-8 文殊蘭吸收可見光的數值

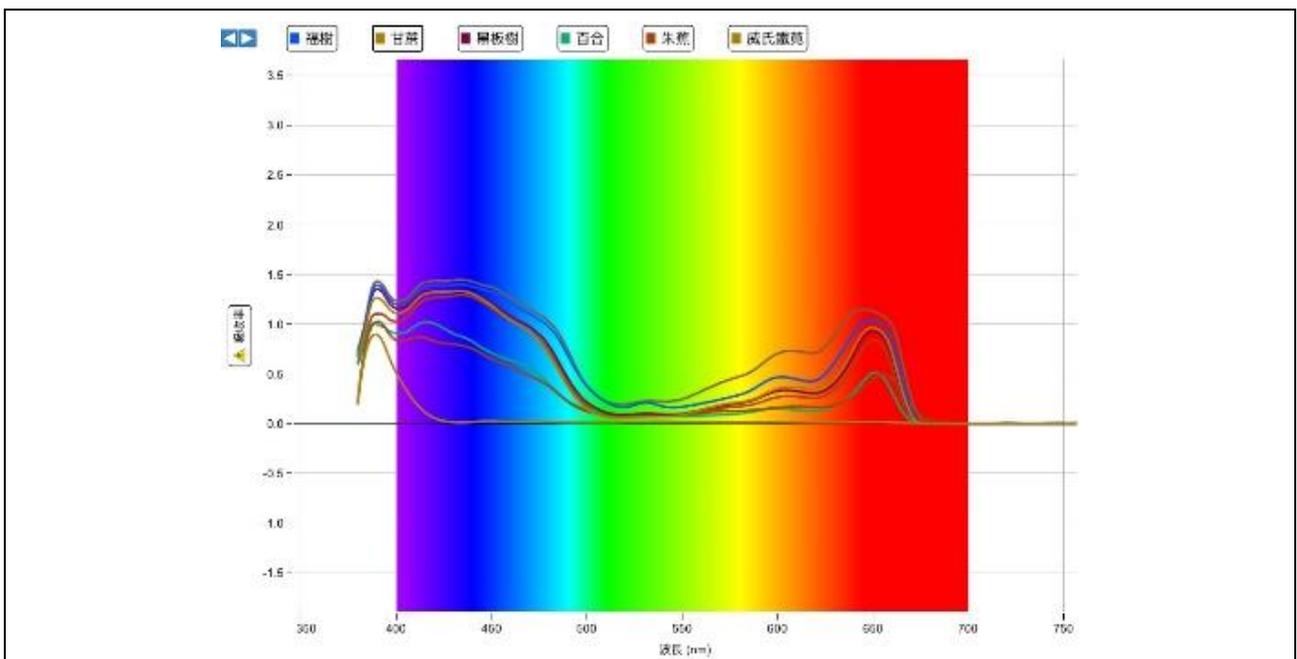
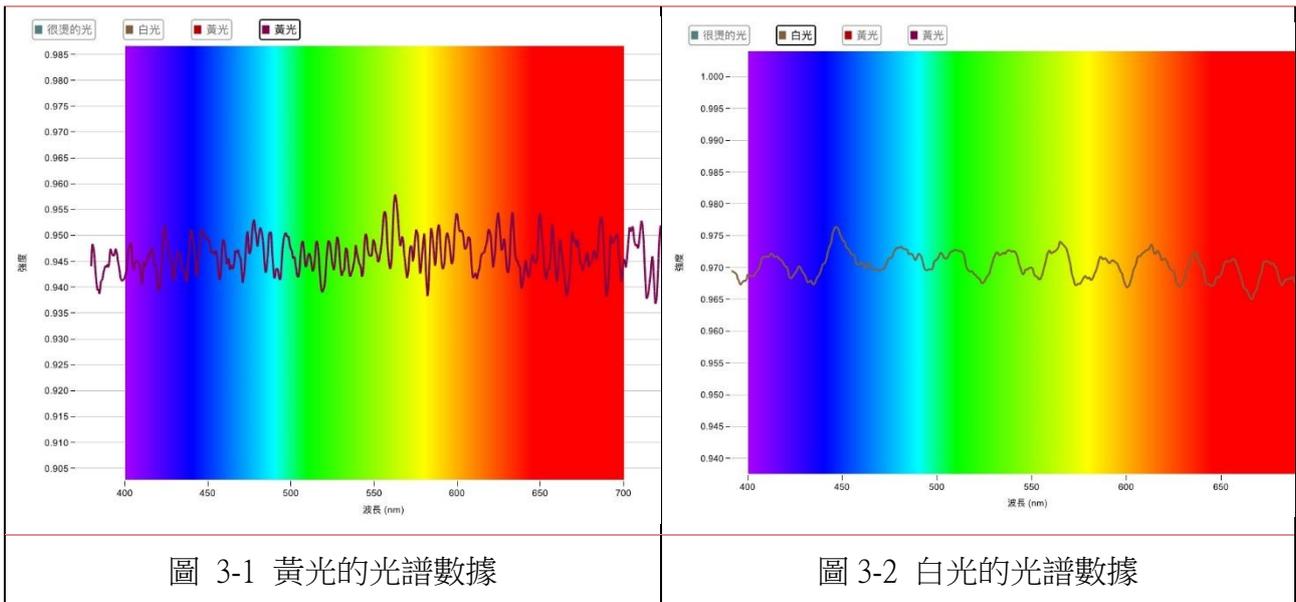


圖 2-9 不同植物葉綠素吸收光譜比較

三、實驗三：黃光及白光光譜的測量

1. 黃光、白光的可見光的測量結果，如下圖 3-1~3-2 所示：
2. 黃光的藍光的強度落在 0.940~0.955，黃光的綠光的強度落在 0.940~0.950，黃光的黃光的強度落在 0.940~0.950，黃光的紅光的強度落在 0.940~0.955
3. 白光的藍光的強度落在 0.975~0.980，白光的綠光的強度落在 0.975~0.965，白光的黃光的強度落在 0.965~0.970，白光的紅光的強度落在 0.965~0.970



陸、討論

一、實驗一：利用光合作用測量植物光合作用之效率

- (一) 葉錠上浮的速率：我們發現黑板樹、文殊蘭、甘蔗在白光測量光合作用速率的實驗時，共上浮 0 片葉錠，在黃光測量光合作用速率的實驗時，共上浮 2 片葉錠，我們推測黃光比白光發出的可見光的強度弱，黑板樹、文殊蘭、甘蔗的吸收率藍光較高，紅光較低，因此影響了葉錠光合作用的上浮。
- (二) 我們發現大部分植物吸收的可見光的強度較白光的可見光的強度低，且吸收率的波長落在藍光和紅光，黃光的波峰集中在藍光、紅光、綠光，且可見光的強度較白光低，因此我們推測這就是黃光的實驗環境下植物上浮的葉錠較多的原因。

二、實驗二：測量不同種植物葉綠素吸收光譜

- (一) 各植物吸收的可見光：我們發現部分植物的吸收率的波峰不同，大部分植物集中在紅光、藍光，因此部分的植物的實驗結果一樣。
- (二) 如（圖 2-5）我們發現百合吸收的波峰主要在藍光、紅光，黃光較白光更接近百合的吸收率，因此我們推測這就是百合在黃光下上浮較多葉錠的原因。

三、實驗三：黃光及白光光譜的測量

(一) 燈光發出的可見光

1. 我們發現白燈比黃燈的強度大，因此我們推測大部分植物吸收紅光及藍光，吸收率較低，而黃光的強度較低，所以對大部分植物的吸收率較高。
2. 我們發現黃光和白光的光譜，每種可見光都有，白光的強度比黃光高，我們推測黃燈的橘光和綠光較高，因此呈現出黃色的燈光，而白光的藍光和紅光較高，因此呈現白色的燈光。

柒、結論

一、綜合以上實驗結果，我們得到以下幾點結論

(一) 葉錠上浮狀況

1. 在黃光的光合作用下，全部的植物在 60 分鐘時總共有 20% 的葉錠上浮。
2. 在白光的光合作用下，全部的植物在 60 分鐘時總共有 6% 的葉錠上浮。

(二) 測量不同種植物葉綠素吸收光譜

1. 全部的植物的波峰平均落在藍光和紅光
2. 大部分的植物的藍光吸收率落在 0.8~1.2
3. 大部分的植物的紅光吸收率落在 0.6~0.8

(三) 黃光及白光光譜的測量

1. 黃燈的藍光的強度落在 0.940~0.955
2. 黃燈的紅光的強度落在 0.940~0.955
3. 白燈的藍光的強度落在 0.975~0.980
4. 白燈的紅光的強度落在 0.965~0.970

捌、參考資料

一、PASCO Spectrometer: Quick Start(2014 年 8 月 30 日)。取自 [https :](https://www.youtube.com/watch?v=i5BexMng2WY&t=43s)

[//www.youtube.com/watch?v=i5BexMng2WY&t=43s](https://www.youtube.com/watch?v=i5BexMng2WY&t=43s)

二、Plant Photosynthesis and Respiration(2015 年 7 月 2 日)。取自 [https :](https://www.youtube.com/watch?v=e8fmLGnB0ic) /

www.youtube.com/watch?v=e8fmLGnB0ic

三、光合作用的演化(2023 年 10 月 18 日)。取自 [https : //zh.wikipedia.org/zh-tw/光合作用的演化](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/光合作用的演化)

四、光合作用(2024 年 1 月 21 日)。取自 [https : //zh.wikipedia.org/zh-tw/光合作用](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/光合作用)

五、動畫 20.3 光合作用的過程(2020 年 8 月 31 日)。取自 [https :](https://www.youtube.com/watch?v=cZU8Rntddl)

[//www.youtube.com/watch?v=cZU8Rntddl](https://www.youtube.com/watch?v=cZU8Rntddl)