

空氣濾清機—尋找呼出最新鮮空氣的植物

高小組生物科第三名

雲林縣九芎國民小學

作者：蕭佩姍、蔡育倫

指導教師：黃朝琴、許家碧

一、研究動機

老師說植物的光合作用需要二氧化碳、陽光、水和葉綠素，並且能夠產生氧氣和澱粉。育倫好奇的問，是不是每一種綠色植物在相同的時間內消耗的二氧化碳都一樣多呢？這一次，我們要來找出那一種綠色植物所消耗的二氧化碳最多，產生的氧氣也最多。如此一來，這種綠色植物就可以種植在校園裡和馬路上，產生更多新鮮的空氣。

二、研究器材

(一)實驗材料：

空氣泵 光量計 滴管 紙箱 黃色、紅色、綠色、紫色、透明的不同玻璃紙 燈泡 日光燈 檯燈 顯微鏡 量筒 碼錶 尺 白燭燈泡 方格紙

(二)實驗藥品：

丙酮 藍色指示劑 鹽酸 大理石

(三)樹葉來源：

學校校園植物龍眼、葫蘆竹、重陽木、桂花、七里香、粉黛、榕樹、九重葛、軟枝黃禪、仙丹花、玫瑰花、小葉桑、黑板樹、變葉木、扶桑、構樹、重陽木、芒果樹、琵琶樹、黃金榕、樟樹、血桐、小樹扶桑、玉蘭花、菩提樹、威氏鐵莧、橡膠樹等27種樹木枝條。

三、研究目的

(一)光合作用中二氧化碳消耗速率與葉子的大小關係

(二)光合作用中二氧化碳消耗量與陽光強度關係

(三)光合作用中二氧化碳消耗量與葉綠素關係

(四)光合作用中二氧化碳消耗量與不同色光的關係

(五)光合作用中二氧化碳消耗量與光源種類（日光燈、燈泡……的關係）

(六)光合作用中二氧化碳消耗量與二氧化碳濃度的關係

四、研究過程

探討一、空氣壓縮機的製作改良：

步驟：

1.測量空氣壓縮機，排除1000公撮的水所需的時間，並用於計算每秒的空氣流量。

結果討論：本研究為改良過的空氣壓縮機，平均每秒空氣流量為26公撮／秒
($1000 \div 39 = 26$ 公撮／秒)。

探討二 1.實驗室二氧化碳定量的探討：

步驟：

省略

結果討論：用空氣壓縮機抽取6秒， $26 \times 6 = 156$ 公撮的二氧化碳可使A溶液變為黃色。

探討二 2.同學二氧化碳含量的探討：

步驟：

請六年乙班的同學幫我們吹氣在20904ml的透明塑膠袋中，使用上述的步驟測量二氧化碳的含量。

結果討論：1.空氣壓縮機壓縮32秒共 $26 \times 32 = 832$ 公撮的同學呼出的氣體可使A溶液變色。

2.呼出的氣體二氧化碳平均含量為 $6 \div 32 = 18.75\%$

探討三、二氧化碳消耗量與植物葉子的關係。

步驟：

省略

結果：

表一、單位面積葉子的二氧化碳消耗量

實驗編號		1 龍 眼	2 葫蘆竹	3 重陽木	4 桂 花	5 七里香	6 粉 黛	7 榕 樹	8 九重葛	9 軟枝黃禪
實 驗 次 數	第一次	50	42	50	39	41	46	34	37	39
	第二次	40	48	57	47	43	45	32	33	33
	第三次	47	46	62	47	43	42	36	38	42
平均(秒)		48	45	58	45	42	44	34	36	38
二氧化碳 含 量		12.5%	13.3%	10.3%	13.3%	14.3%	13.6%	17.6%	16.7%	15.8%
二氧化碳 消耗量%		6.25%	5.45%	8.45%	5.45%	4.45%	5.15%	1.15%	2.05%	2.95%
二氧化碳 消耗量ml		1306	1139	1749	1139	930	1076	240	420	616
葉子面積 平方公分		1044	742	326	310	142	9042	252	857	280
二氧化碳消耗量 公撮/平方公分		1.25	1.54	5.37	3.67	6.55	0.12	0.95	0.49	2.20

表二、單位面積葉子的二氧化碳消耗量

實驗編號		10 仙丹花	11 玫瑰花	12 小葉桑	13 黑板樹	14 變葉木	15 扶 桑	16 構 樹	17 重陽木	18 芒果樹
實 驗 次 數	第一次	36	42	45	50	36	43	52	44	36
	第二次	41	37	46	47	43	44	48	45	44
	第三次	44	32	43	33	42	40	45	44	44
平均(秒)		40	37	45	43	40	42	48	45	41
二氧化碳 含 量		15%	16.2%	13.3%	14.0%	15.0%	14.3%	12.5%	13.3%	14.6%
二氧化碳 消耗量%		3.75%	2.55%	5.45%	4.75%	3.75%	4.45%	6.25%	5.45%	4.15%
二氧化碳 消耗量ml		783	532	1139	992	783	930	1306	1139	867
葉子面積 平方公分		358	143	158	5415	2090	1173	432	540	525
二氧化碳消耗量 公撮/平方公分		2.18	3.72	7.21	0.18	0.37	0.79	3.02	2.11	1.65

表三、單位面積葉子的二氧化碳消耗量

實驗編號		19 琵琶樹	20 黃金榕	21 樟 樹	22 血 桐	23 木葉扶桑	24 玉蘭花	25 菩提樹	26 威氏鐵莧	27 橡膠樹
實 驗 次 數	第一次	30	33	38	45	43	35	36	33	34
	第二次	38	35	40	44	45	39	35	36	39
	第三次	39	33	37	39	38	36	39	34	36
平 均		36	33	38	43	42	37	37	34	38
二氧化碳 含 量		16.7%	18.2%	15.8%	14.0%	14.3%	16.2%	16.2%	17.6%	15.8%
二氧化碳 消耗量%		2.05%	0.55%	2.95%	4.75%	4.45%	2.55%	2.53%	1.15%	2.95%
二氧化碳 消耗量ml		428	115	617	993	930	533	533	240	616
葉子面積 平方公分		429	613	611	1005	285	623	595	260	1040
二氧化碳消耗量 公撮/平方公分		1.00	0.19	1.01	0.99	3.26	0.86	1.61	0.93	0.59

討論：

依據上表得知：校園植物中二氧化碳單位面積消耗量依序為：小葉桑（7.21），七里香（6.55），重陽木（5.37），玫瑰花（3.72），桂花（3.67），小葉扶桑（3.26），構樹（3.02），軟枝黃禪（2.20），仙丹花（2.18），福木（2.11），芒果樹（1.65），菩提（1.61），葫蘆竹（1.54），龍眼（1.25），樟樹（1.01），琵琶（1.00），血桐（0.99），榕樹（0.95），威氏鐵莧（0.93），玉蘭花（0.88），扶桑（0.79），橡膠樹（0.59），九重葛（0.49），變葉木（0.37），黃金榕（0.19），黑板樹（0.18），粉黛（0.12）。

探討四、校園植物葉綠素與二氧化碳：

步驟：

省略

討論：

(一)丙酮萃取後顏色的深淺依序為重陽木，木葉桑，七里香，玫瑰，小葉扶桑，桂花，軟枝黃禪，構樹，菩提，仙丹花，芒果樹，福木，樟樹，琵琶，龍眼，葫蘆竹，扶桑，九重葛，四板樹，血桐，榕樹，玉蘭花，粉黛，黃金榕，橡膠樹。

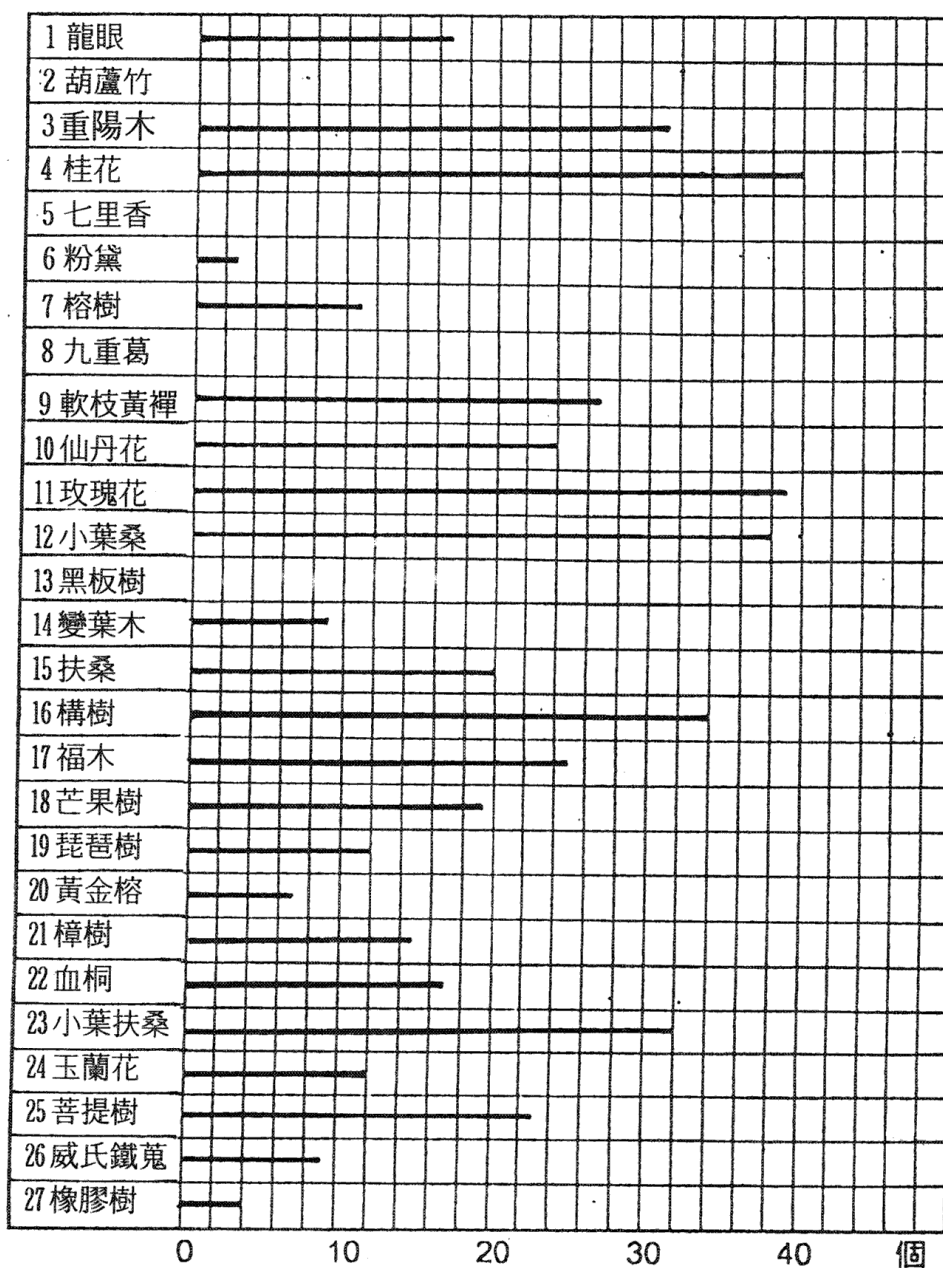
(二)依實驗得知二氧化碳的消耗量與植物葉綠素有顯著的關係如①重陽木葉綠素含量排第一位而二氧化碳的消耗量排第三位；②小葉桑葉綠素含量排第一位而二氧化碳的消耗量排第二位；③而粉黛葉綠素含量排最後一位而二氧化碳的消耗量則是敬陪末座。

探討五、校園植物氣孔數與二氧化碳消耗量的關係：

步驟：

- 1.取龍眼等27種的樹木的樹葉，分別編上1~27號。
- 2.依序分別點上指甲油在1~27號的植物葉片背面，4小時後小心的撕下，放在載玻片下用顯微鏡觀察。

圖一、顯微鏡600倍視窗所觀察的氣孔數



討論：

一、葉片氣孔較多寡依序為桂花（40），玫瑰花（39），小葉桑（38），構樹（34），七里香（32），小葉扶桑（32），重陽木（31），軟枝黃禪（27），福木（25），仙丹（24），菩提（23），扶桑（20），芒果（19），血桐（17），樟樹（15），琵琶（12），玉蘭花（12），榕樹（11），變葉木（9），威氏鐵莧（9），黃榕（7），橡膠樹（4），粉黛（3）。

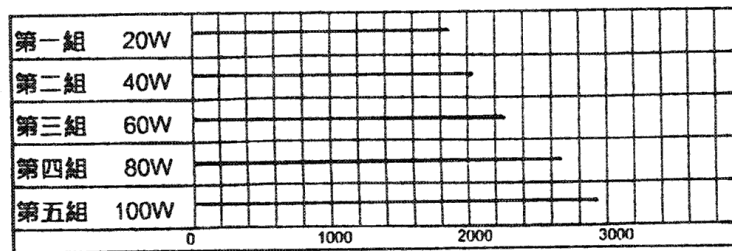
二、由上圖得知二氧化碳的消耗量與植物的氣孔數有顯著的關係，如桂花氣孔數（40）而二氧化碳的消耗量排名第5名，小葉桑（38）則排第1名。

探討六、二氧化碳的消耗量與陽光強度關係：

步驟：

省略

圖二、二氧化碳的消耗量與陽光強度關係



討論：

1. 由上圖得知：光線愈強，光合作用中二氧化碳的消耗率愈高，如第五組120W二氧化碳消耗量為2990ml；第一組20W二氧化碳消耗量為1892ml。

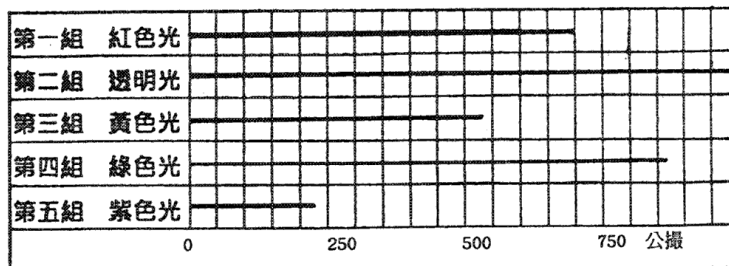
探討七、二氧化碳的消耗率與不同色光的關係

步驟：

省略

結果：

圖三、二氧化碳的消耗率與不同色光的關係



討論：

1. 根據上圖得知：光合作用中二氧化碳的消耗率依序為透明光（993ml）、綠

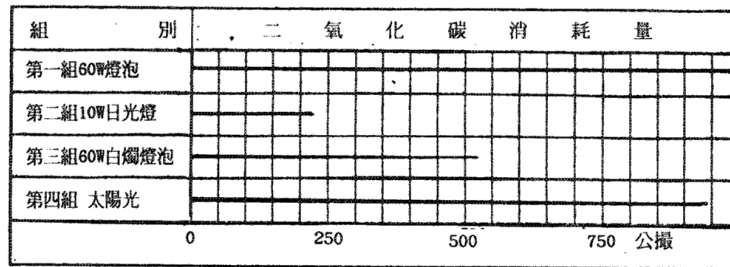
- 色光 (867ml)、紅色光 (700ml)、黃色光 (533ml)、紫色光 (240ml)。
2. 由上圖得知：透明光組的二氧化碳消耗量993ml均較其他色光組來得快。
 3. 雖然綠色的玻璃紙透明度比較小，但是綠色組的光合作用的速率卻比較大，可能是綠色光比較接近葉綠素，因此比較容易吸收，而產生較快的反應速度。

探討八、二氧化碳消耗率與光源種類的關係

步驟：

省略

結果：



圖四、二氧化碳消耗率與光源種類的關係

討論：

1. 由上圖得知：光合作用中二氧化碳的消耗率依序為60W燈泡 (1193ml)、太陽光 (1068ml)、60W白燭光燈泡 (529ml)、10W日光燈 (230ml)。
2. 由上圖得知：無論何種燈光來源燈光強度愈強光合作用的速度愈快，如60W燈泡10200LUX二氧化碳消耗量為1193ml而10W日光燈400LUX二氧化碳量為230ml。

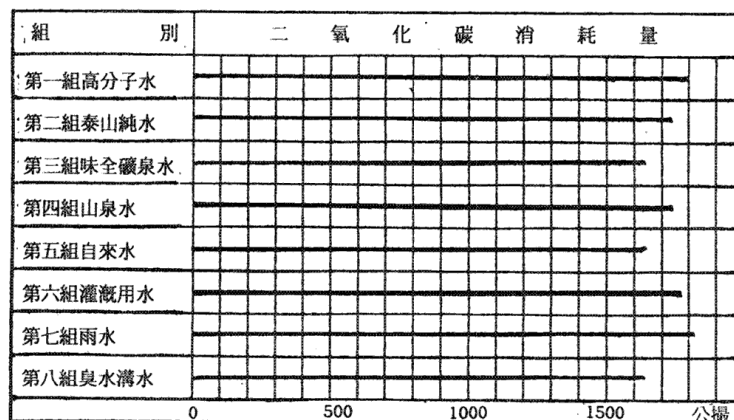
探討九、二氧化碳的消耗率與水的關係

步驟：

省略

結果：

圖五——、二氧化碳的消耗率與水的關係



討論：

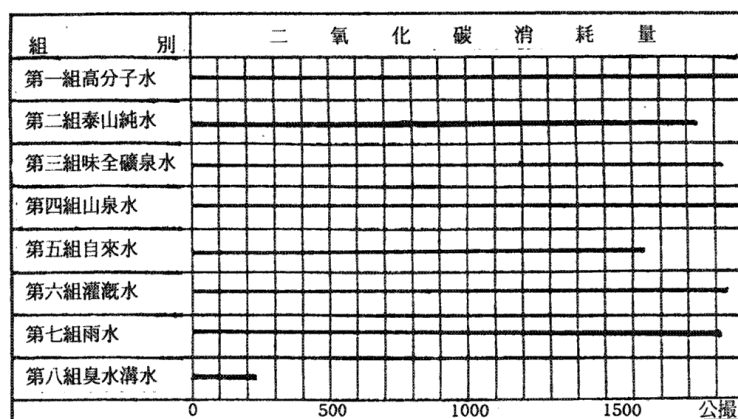
1. 依據上圖得知：光合作用中二氧化碳的消耗率依序為 1. 雨水 (1829ml) , 2. 高分子溶氧水 (1793ml) 、灌溉用水 (1793ml) , 3. 山泉水 (1756ml) , 4. 泰山純水 (1717ml) 5. 自來水 (1639ml) 、味全礦泉水 (1639ml) 6. 臭水溝水 (1697ml) 。
2. 各種變因對重陽木在光合作用中二氧化碳消耗速率之影響，可能因為重陽木吸收的時間較短。所以數據並沒有很大的差距。
3. 為了瞭解不同的水對植物光合作用的影響，因此重新設計下面的實驗。

步驟：

1. 剪取重陽木11片樹葉片的枝條8枝，分別編上1~8號。
2. 將1~8號的樹枝底部5cm放入各裝有15ml的鹼性高溶氧分子水、泰山純水、味全礦泉水、山泉水、自來水、溝渠灌溉用水、雨水、臭水溝水的塑膠袋中後，用橡皮圈綁緊，放在室內24小時後，再分別置入20904ml的透明塑膠袋中。
3. 請同學在1~8號透明的塑膠袋中吹氣，吹滿後用橡皮圈綁緊。放在實驗室內觀察4小時後並記錄二氧化碳的消耗量。

結果：

圖五一二、二氧化碳的消耗率與水的關係



討論：

1. 據鹼性高溶氧分子水的宣傳說明中，提到鹼性高溶氧分子水具有解酒及促進細胞的新陳代謝作用，在鹼性高溶氧分子水對重陽木的光合作用中二氧化碳的消耗率亦可得證明。
2. 山泉水、灌溉水、礦泉水、雨水對植物的光合作用速率較純水為佳，可能是純水的高滲透壓傷害到植物的細胞。
3. 臭水溝水含有對植物有害的物質，因此減緩重陽木光合作用二氧化碳的消

耗速率，甚至停止。

4. 水對植物的光合作用之速率不同產生立即的影響，但隨時間的增加而有較大的影響。

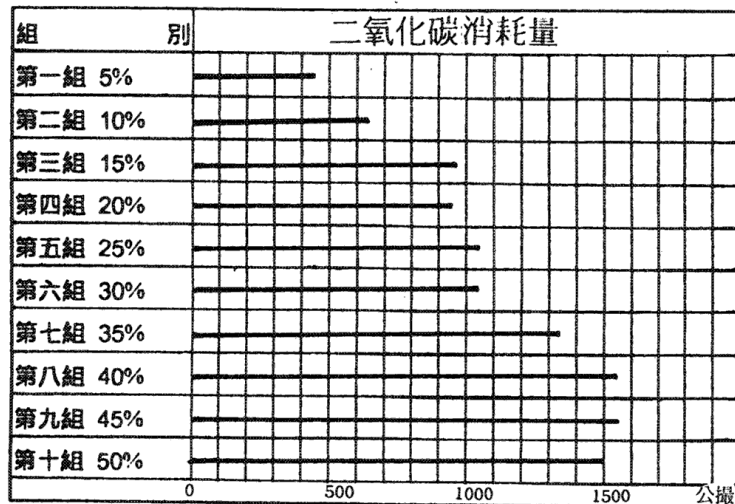
探討十：二氧化碳濃度對植物光合作用速率的影響。

步驟：

1. 將大理石和鹽酸放入二氧化碳製造瓶中，產生二氧化碳收集在大型塑膠袋裡頭備用。
2. 剪取重陽木11片樹葉片的枝條19枝，分別編上1~19號。
3. 將1~19號的樹枝底部5cm放入裝有15ml的水分別放入20904ml的塑膠袋中。
4. 以空氣壓縮機分別從步驟1中輸入二氧化碳進步驟2的塑膠袋40秒、80秒、120秒、160秒、200秒、240秒、280秒、320秒、360秒、400秒後再分別以空氣壓縮機輸入空氣直到塑膠袋飽滿為止，成為5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%的二氧化碳濃度。
5. 放在實驗室內4小時後，觀察並記錄二氧化碳的消耗量。

結果：

圖五一三、二氧化碳的消耗率與水的關係



討論：

1. 根據上圖得知二氧化碳濃度愈高光合作用二氧化碳的消耗速度愈快，這是一種自然的一種反應機制。也就是反應物愈多生成物也就愈多。
2. 如果地球的森林沒有被過度的砍伐，那麼人類製造的二氧化碳也會被綠色植物的光合作用所消耗，而不會產生溫室效應了。

五、實驗結論

1. 依據表一、二、三得知：校園植物中二氧化碳單位面積消耗量依序為：小葉桑（7.21），七里香（6.55），重陽木（5.37），玫瑰花（3.72），桂花（3.67），小葉扶桑（3.26），構樹（3.02），軟枝黃禪（2.20），仙丹花（2.18），福木（2.11），芒果樹（1.65），菩提（1.61），葫蘆竹（1.54），龍眼（1.25），樟樹（1.01），琵琶（1.00），血桐（0.99），榕樹（0.95），威氏鐵莧（0.93），玉蘭花（0.88），扶桑（0.79），橡膠樹（0.59），九重葛（0.49），變葉木（0.37），黃金榕（0.19），黑板樹（0.18），粉黛（0.12）。
2. 二氧化碳的消耗量與植物葉綠素有顯著的關係如重陽木第一位而二氧化碳的消耗量第三位；小葉桑排第一位而二氧化碳消耗量則排第二位；粉黛則敬陪末座。
3. 由圖一得知二氧化碳的消耗量與植物的氣孔數有顯著的關係如桂花氣孔數（40）而二氧化碳的消耗量排名第5名，小葉桑（38）則排第1名。
4. 由圖二得知：光線愈強，光合作用中二氧化碳的消耗率愈高，如第五組120W二氧化碳消耗量為2990ml；第一組20W二氧化碳消耗量為1892ml。
5. 雖然光線愈強，光合作用中二氧化碳的消耗率愈高，但不是成正比率增加，而是成圓弧曲線增加。
6. 根據圖三得知：光合作用中二氧化碳的消耗率依序為透明光（993ml）、綠色光（867ml）、紅色光（700ml）、黃色光（533ml）、紫色光（240ml）。
7. 由圖三得知：透明光組的二氧化碳消耗量993ml均較其他色光組來的快。
8. 雖然綠色的玻璃紙透光度比較小，但是綠色組的光合作用的速率卻比較大，可能是綠色光比較接近葉綠素，因此比較容易吸收，而產生較快的反應速度。
9. 由圖四得知：光合作用中二氧化碳的消耗率依序為60W燈泡（1193ml）、太陽光（1068ml）、60W白燭光燈泡（529ml）、10W日光燈（230ml）。
10. 由圖四得知：無論何種燈光來源燈光強度愈強光合作用的速度愈快，如60W燈泡10200LUX二氧化碳消耗量為1193ml而10W日光燈400LUX二氧化碳量為230ml。
11. 依據圖五一一得知：光合作用中二氧化碳的消耗率依序為 1. 雨水（1829ml） 2. 高分子溶氧水（1793ml）、灌溉用水（1793ml） 3. 山泉水（1756ml） 4. 泰山純水（1717ml） 5. 自來水（1639ml）、味全礦泉水（1639ml） 6. 臭水溝水（1697ml）。
12. 各種變更對重陽木在光合作用中二氧化碳的消耗速率之影響，可能因為重陽

木吸收的時間較短。所以數據並沒有很大的差距。

13. 據鹼性高溶氧分子水的宣傳說明中，提到鹼性高溶氧分子水具有解酒及促進細胞的新陳代謝的作用，在鹼性高溶氧分子水對重陽木的光合作用中二氧化碳的消耗率亦可得到證明。
14. 山泉水、灌溉水、礦泉水、雨水對植物的光合作用速率較純水為佳，可能是純水的高滲透壓傷害到植物的細胞。
15. 臭水溝水含有對植物有害的物質，因此減緩重陽木光合作用中二氧化碳的消耗速率，甚至停止。
16. 水對植物的光合作用之速率不同產生立即的影響，但隨時間的增加而有較大的影響。
17. 根據圖五一三得知二氧化碳濃度愈高光合作用二氧化碳的消耗速度愈快，這是一種自然的一種反應機制。也就是反應物愈多生成物也就愈多。
18. 如果地球的森林沒有被過度的砍伐，那麼人類製造的二氧化碳也會被綠色植物的光合作用所消耗，而不會產生溫室效應了。

六、參考資料

1. 第三十三屆中小學科學展覽優勝作品專輯。
2. 第二十八屆中小學科學展覽優勝作品專輯。
3. 國小自然科學第五冊課本及指引。
4. 國小自然科學第十冊課本及指引。
5. 國小自然科學第十一冊課本及指引。
6. 第三十五屆科學展覽優勝專輯錄影帶。

評 語

本論文主要研究光合作用的生理，以20餘種植物作為實驗材料，以比較光合作用吸收二氧化碳及釋放氧氣量。所用設備簡易所獲結果尚佳。