

溫室效應的終結者

〈窺探水生植物行光合作用的奧秘〉

高小組生物科第一名

台北縣永和市秀朗國民小學

作者：彭家怡、計泰安、楊筑鈞、蕭聖翰
指導教師：傅鳳慈

一、研究動機

在五下自然課“光合作用”的單元中，我們了解只要含有葉綠素的植物，以二氧化碳和水為原料，經過光線的照射就能製造養分並放出氧氣。

在偶然的機會，看到高中大姐姐生物課本也有光合作用單元，可是裡面居然有一段敘述這樣寫著：“據估計地球上植物行光合作用每年可產生3410億公噸葡萄糖和3640億公噸氧氣，同時消耗5000億公噸二氧化碳，而大約百分之十的光合作用是由陸生植物完成，其餘百分之九十是由水生植物完成的。”，這訊息強烈震撼了我們！“百分之九十”怎麼不是由我們所熟悉而常接觸的陸生植物，卻是由我們所不注意的水生植物呢？既然水生植物可消耗這麼多的二氧化碳，是否可以增加水生植物的數量或增進水生植物的光合作用來消耗更多的二氧化碳，藉此解決地球目前所面臨日益嚴重的溫室效應呢？

於是同學們利用假日相邀逛花市的水族世界，和大大小小的水族館，逐漸進入色彩繽紛、五花八門的水草領域，也決定進行一連串的實驗來窺探水生植物行光合作用的奧秘。

二、研究目的

（一）比較紅色水草和綠色水草在不同照度、溫度、二氧化碳濃度和色光下行光合作用的異同。

（二）研究水草行光合作用的速率和消耗二氧化碳的速率之間的關係。

（三）研究照光時間長短對水草行光合作用的影響。

（四）研究水草的植株被破壞後，還能行光合作用嗎？

（五）研究紅色水草和綠色水草所含的色素有何不同？

三、實驗器材・設備與基本操作

燒杯・漏斗・試管・水箱・照度計・二氧化碳陶瓷細化器・二氧化碳供應器・溫度計・冰筒・冰塊・電湯匙・水桶・磅秤・透明玻璃紙・燈泡・光線隔離裝置・長尺・卡片・茶壺・水草・計時器・研鉢・宣紙・二氧化碳測試劑・丙酮。

(一) 照度控制裝置與操作(以下簡稱操作一)：

爲了能在四個不同的照度下，同時進行水草的光合作用實驗，我們設計了一個照度控制架，分隔出四個獨立的實驗空間，照度分別爲1500Lux，3000Lux，6000Lux，12000Lux，利用照度計測量，使燒杯底面的照度控制在上述四個照度之下。

(二) 水中二氧化碳濃度的控制裝置與操作(以下簡稱操作二)：

將水桶裝入10000C.C.的自來水，利用加入冰塊或熱水將水溫先調節至所需溫度，再把二氧化碳細化器放入桶中，慢慢打開微調開關，使二氧化碳沿著軟管，經由二氧化碳細化器緩慢釋出並溶入水中，利用壓力表的變化來估算水中二氧化碳濃度，再用二氧化碳測試劑測得水中二氧化碳濃度。

(三) 二氧化碳濃度測試劑與操作(以下簡稱操作三)：

本實驗使用之二氧化碳濃度測試劑，包含(1)號和(2)號測試劑和一個標有容量刻度的測試管，其操作步驟如下：

1. 用測試的水清洗測試管數次，然後再裝滿10毫升的試水。
2. 將(1)號測試劑5滴加入測試管中然後開始滴加(2)號測試劑；每次都要計算滴數。
3. 每一滴都要溫和的搖晃均勻，必須看到粉紅色消失後，再加下一滴。
4. 當加至水色由無變成淡粉紅色，且持續三十秒內不再消失時，表示測試完成，記下(2)號測試劑的總共滴數。
5. (2)號測試劑每加一滴等於二氧化碳2ppm，因此所加的滴數乘二就是水中二氧化碳的總濃度。

(四) 水草裝置與操作(以下簡稱操作四)：

將實驗用的水草甩乾，用磅秤秤得5公克後，放入漏斗內，再將漏斗放入1000C.C.燒杯中，使尖口端朝上，然後將已調製好二氧化碳濃度的水加滿燒杯和試管，並將試管倒扣入漏斗尖口端，須注意不能有氣泡出現在試管內。

(五) 燒杯中的水溫控制裝置與操作(以下簡稱操作五)：

每個不同的照度區準備1個水箱，實驗時注入8分滿的自來水，並將裝置好水

草的燒杯放入其中，利用在水箱中加入冰塊或熱水來控制燒杯內的水溫，每節下課觀察紀錄時，要注意燒杯裡的水溫，適時添加冰塊或熱水。

四、實驗方法與過程

實驗一：在各種照度下，不同二氧化碳濃度對綠色水草（水蘊草）和紅色水草（紅竹）行光合作用的影響，並探討二氧化碳消耗的情形。

實驗一之1：

步驟：

(1)依操作一接上電源完成1500Lux，3000Lux，6000Lux和12000Lux四個不同照度的獨立實驗區。

(2)將水桶中裝入10000C.C.的自來水，不加入二氧化碳，位操作三測得水中含二氧化碳濃度為6ppm。

(3)依操作四將水草裝置好（4杯水蘊草和4杯紅竹），燒杯中所加的水為上述(2)所預先準備的水。

(4)將4個水箱中分別放入1杯水蘊草和1杯紅竹，再依操作五將溫度控制在27℃。

(5)將上述準備好的4個水箱（含2個燒杯裝置）分別放到4個不同照度的獨立實驗區。

(6)每節下課觀察並測量“氧氣產生量”，同時調節水箱中水溫。

(7)實驗8小時結束後，依操作三測出每個燒杯中二氧化碳剩餘量。

實驗一之2~4：

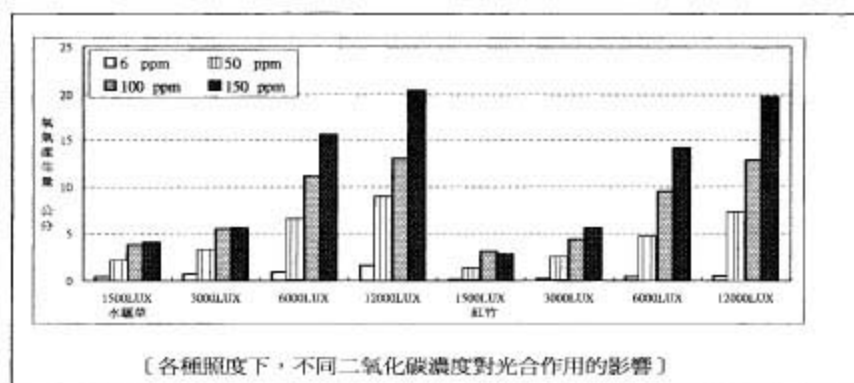
步驟：除將水中二氧化碳濃度分別調為50ppm，100ppm，150ppm外，其餘的實驗方法與過程均與實驗一之1相同。

實驗結果：實驗一之1~4的紀錄詳如圖表一之1~4。（略）。

實驗結果摘要表（簡稱表一）如下：

不同 CO₂ 濃度，在各種照度下，O₂ 產生量和 CO₂ 消耗量的摘要表

CO ₂ / O ₂ 比值	水蘊草				紅竹			
	1500 Lux	3000 Lux	6000 Lux	12000 Lux	1500 Lux	3000 Lux	6000 Lux	12000 Lux
150ppm	92 4.1 22.4	108 5.6 19.3	116 15.6 7.4	128 20.4* 6.3	84 2.8 30	96 5.6 17.1	104 14.1 7.4	116 19.8* 5.9
100ppm	60 3.8 15.8	64 5.5 11.6	72 11.1 6.5	80 13 6.2	52 3.1 16.8	60 4.4 13.6	72 9.5 7.6	72 12.8 5.6
50ppm	8 2 4	10 3.1 3.2	22 6.5 3.4	26 8.9 2.9*	14 1.2 11.7	18 2.4 7.5	22 4.8 4.6	30 7.2 4.2*
6ppm	— 0.4 —	— 0.7 —	— 0.9 —	— 1.6 —	— 0.1 —	— 0.2 —	— 0.4 —	— 0.5 —



發現與討論：

- (1)水蘊草和紅竹行光合作用產生的氧氣量都隨著時間而增加。
- (2)水蘊草和紅竹在同水溫 (27℃)，同二氧化碳濃度下，行光合作用時都是照度越高，產生的氧氣量就越多，即光合作用越旺盛。
- (3)水蘊草和紅竹在同水溫 (27℃)，同照度下，大都是二氧化碳濃度越高，產生的氧氣量就越多，即光合作用越旺盛。但紅竹在1500Lux照度下，二氧化碳濃度100ppm時的3.1cm>150ppm的2.8cm為例外。
- (4)在同水溫，同二氧化碳濃度，同照度下，水蘊草光合作用產生的氧氣量都大於紅竹。
- (5)水蘊草和紅竹行光合作用時，製造的氧氣量越多，消耗的二氧化碳量就越多；相反的，製造的氧氣量越少，消耗的二氧化碳量就越少。
- (6)將同一時間內所消耗二氧化碳量除以所產生的氧氣量，所得商數即為每產生1公分氧氣所需二氧化碳的消耗量（簡稱 CO_2/O_2 比值），此比值可表示“光合作用中二氧化碳的利用效率”，即每產生1公分氧氣所需二氧化碳消耗量大，則 CO_2/O_2 比值愈大，二氧化碳利用率愈差，反之比值愈小，則二氧化碳利用效率愈佳。我們發現 CO_2/O_2 比值在各二氧化碳濃度下都在高照度2000Lux時最小，即其二氧化碳利用率最佳，而在12000Lux時，又以最低二氧化碳濃度50ppm時最小。

實驗二：在各種照度下，不同水溫對綠色水草（水蘊草）和紅色水草（紅竹）行光合作用的影響，並探討二氧化碳消耗的情形。

實驗二之1：

步驟：

- (1)依操作一接上電源完成1500Lux，3000Lux，6000Lux和12000Lux四個不同照度的獨立實驗區。
- (2)將水桶中裝入10000C.C.的自來水，加入冰塊將水溫調為10℃，再依操作

二和三加入二氧化碳，調製並測得水中二氧化碳濃度為100ppm。

(3)依操作四將水草裝置好，共8杯（4杯水蘊草和4杯紅竹），燒杯中所加的水為上述(2)所預先準備的水。

(4)將4個水箱中分別放入1杯水蘊草和1杯紅竹，再依操作五將溫度控制在10℃。

(5)將上述準備好的4個水箱（含2個燒杯裝置）分別放到4個不同照度的獨立實驗區。

(6)每節下課觀察並測量“氧氣產生量”，同時調節水箱中水溫。

(7)實驗8小時結束後，依操作三測出每個燒杯中二氧化碳剩餘量。

實驗二之2~7：

步驟：除將水溫分別改為控制在15℃，20℃，25℃，30℃，35℃，40

其餘實驗方法與過程均與實驗二之1相同。

實驗結果：

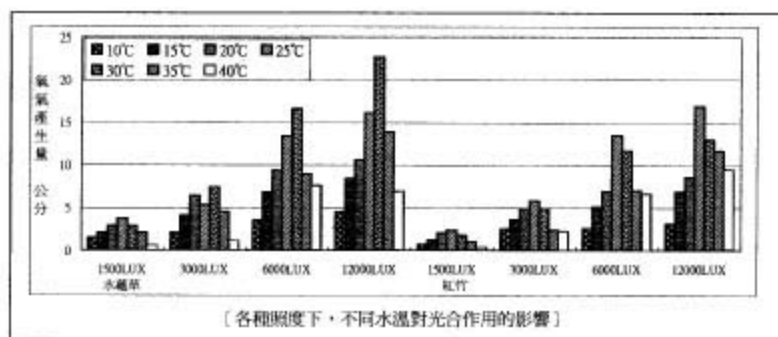
實驗二之1~7的紀錄詳如圖表二之1~7。（略）。

實驗二結果摘要表（簡稱表二）如下：

不同水溫，在各種照度下，O₂產生量和CO₂消耗量的摘要表

CO ₂ 消耗量 溫度	水蘊草				紅竹			
	1500 Lux	3000 Lux	6000 Lux	12000 Lux	1500 Lux	3000 Lux	6000 Lux	12000 Lux
10℃	44 1.5	29.3 2.1	22.9 3.5	16 4.5	12.4 0.7	57.1 2.5	12.8 2.6	18.5 3.1
15℃	50 2.1	23.8 4.1	12.7 6.8	8.8 8.4	8.6 1.2	46.7 3.6	16.7 5.1	12.6 6.9
20℃	56 2.9	19.3 6.4	9.4 9.4	6.8 10.6	6.4 2.0	32.0 4.9	13.9 6.9	10.4 8.6
25℃	52 3.7	14.1 5.3	10.6 13.4	4.9 16.1	4.5 2.4	11.7 5.8	6.9 13.5	4.2 16.9
30℃	58 2.9	20 7.4	8.4 16.6	4.1 22.7	3.4 1.8	33.3 4.9	13.1 11.7	6.0 13.0
35℃	72 2.1	34.3 4.5	17.8 8.9	9.9 13.9	6.6 1.0	68 2.4	30 7.0	11.4 11.7
40℃	68 0.3	227 1.1	61.8 7.6	10.5 6.9	10.4 0.1	680 2.2	32.7 6.6	12.1 9.5

註解：同實驗一表一的註解，但需將“同二氧化碳濃度下”改為“同水溫下”。



發現與討論：

(1)在相同的二氧化碳濃度下（即100ppm），不論在哪個水溫下，大都是照度愈強，氧氣產生量愈多，即光合作用越旺，但有一例外，即水蘊草在高水溫（即40℃）、高照度（1200Lux）時，其光合作用會遭到抑制。

(2)在相同二氧化碳濃度下（即100ppm），水蘊草在較高照度3000，6000，12000Lux氧氣產生量從10℃開始隨水溫上升而遞增，直至30℃達到最多，超過30℃以後卻隨水溫上升而遞減；在較低照度1500Lux，則在25℃時達到最多，其餘現象相同；而紅竹在此四個照度之下，均在25℃達到最多，其餘現象同水蘊草。

(3)水蘊草或紅竹在低照度時（1500，3000Lux），低水溫（10℃）的氧氣產生量>高水溫（40℃）的氧氣產生量；而高照度時（6000，12000Lux），高水溫（40℃）的氧氣產生量>低水溫（10℃）的氧氣產生量。

(4)在相同二氧化碳濃度下（100ppm），各水溫（10~40℃）與各照度（1500~12000Lux）下，水蘊草氧氣產生量大都大於紅竹。

(5)不論哪個水溫下（10~40℃），氧氣產生量愈多，則二氧化碳消耗量也愈多。

(6)水蘊草 CO_2/O_2 比值，除了在1500Lux外，都在水溫為30℃時最小；而紅竹 CO_2/O_2 比值，在所有四個照度下都在溫為25℃時最小，此一發現與上述第(2)，項所發現最大氧氣產生量的水溫和照度條件都相同。

實驗三：在同照度，同水溫，同二氧化碳濃度下，不同色光（選用紅、黃、綠、藍、紫等五種）對綠色水草（水蘊草）和紅色水草（紅竹）行光合作用的影響，並探討二氧化碳消耗的情形。

實驗步驟：

(1)準備5個紙盒蓋，將中間挖掉約80%的長方形洞，將洞蓋上紅、黃、藍、綠、紫等5種顏色的玻璃紙並黏貼固定，完成五個不同顏色的色光罩。

(2)依操作一準備好4個實驗區，另準備一檯燈，另成一個實驗區，將5個色光罩分別吊在各實驗區的燈泡和燒杯間，把照度計放在色光下，使燒杯底部在5種色光下的照度均為3000Lux。

(3)將水桶裝入12000C.C.的自來水，依操作二和三注入二氧化碳調製其濃度為100ppm。

(4)依操作四將水草裝置好，燒杯所加的水為上述所預先準備的水。

(5)將5個水箱中分別放入1杯水蘊草和紅竹再依操作五，將燒杯內水溫控制在27℃。

(6)將上述準備好的5個水箱（含2個燒杯裝置）分別放到5個不同色光的獨立實驗區，開始進行實驗。

(7)每節下課，觀察並測量“氧氣產生量”並適時調水箱中的水溫，保持在27°C。

(8)實驗8小時結束後，依操作三測出每個燒杯中二氧化碳剩餘量。

實驗結果：

實驗三的紀錄詳如圖表三。（略）。

發現與討論：

(1)在不同的色光下行光合作用，其氧氣產生量大小排序，水蘊草為紅光>黃光>紫光>藍光>綠光，而紅竹為紅光>黃光>紫光>綠光>藍光。即不論水蘊草或紅竹在紅光下光合作用最旺，其次為黃光、紫光，而水蘊草在綠光下最差，紅竹在藍光下最差。

(2)在相同水溫、照度和二氧化碳濃度下，水蘊草除了在綠光下，其光合率在其他色光下都超過紅竹。

(3)水蘊草和紅竹都在紅色光下氧氣產生量最多。

(4)在不同的色光下行光合作用，其CO₂/O₂比值大小排序，水蘊草為紅光>黃光>紫光>藍光>綠光；紅竹為紅光<黃光<紫光<綠光<藍光。此一結果的排序，恰與第(1)項氧氣產生量的排序相同，只是大小相反。

為了進一步了解其它的紅、綠色水草在如前面實驗一、二、三的條件下，是否也會有相同的現象產生？我們因此又選了另一組水草（寶塔草、小血心蘭）進行以下四、五、六的實驗。

實驗四：在各種照度下，不同二氧化碳濃度對綠色水草（寶塔草）和紅色水草（小血心蘭）行光合作用的影響，並探討二氧化碳消耗的情形。

實驗步驟：

和實驗一的步驟同，只有把水草由水蘊草和紅竹更換為寶塔草和小血心蘭。

實驗結果：

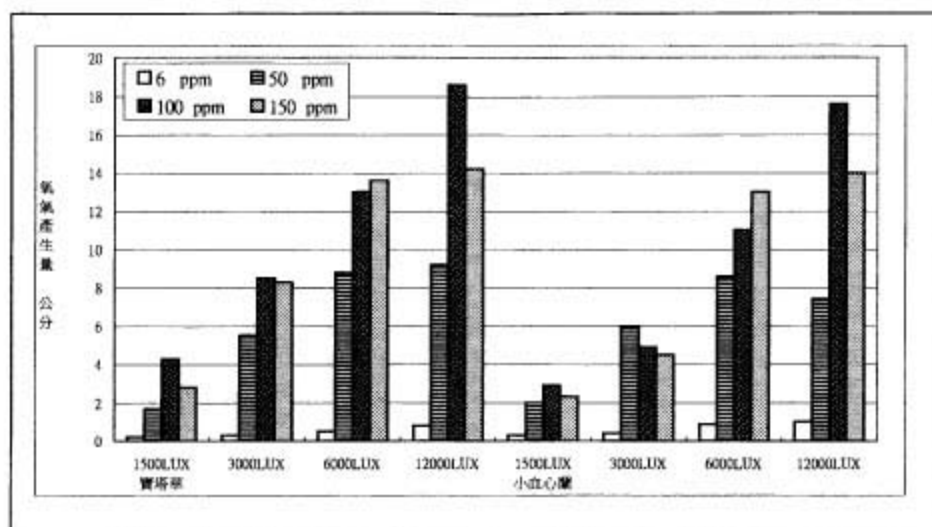
實驗四之1~4的紀錄詳如圖表四之1~4。（略）。

實驗四結果摘要表（簡稱表四）如下：

不同 CO₂ 濃度，在各種照度下，O₂ 產生量和 CO₂ 消耗量的摘要表

CO ₂ 濃度 (ppm)	寶塔草				小血心蘭			
	1500 Lux	3000 Lux	6000 Lux	12000 Lux	1500 Lux	3000 Lux	6000 Lux	12000 Lux
150ppm	102 2.8 37.1	112 8.3 13.5	120 13.6 8.8	124 14.2 8.7	108 2.3 47	112 4.5 24.9	116 13 8.9	124 14 8.8
100ppm	62 4.3 9.8	58 8.5 6.8	70 13 5.4	78 18.6* 4.2	50 2.9 17.2	54 4.9 11	70 11 6.4	82 17.6* 4.7
50ppm	16 1.7 9.4	28 5.5 5.1	32 8.8 3.6*	36 9.2 3.9	28 2 14	28 6 4.7	36 8.6 4.2*	32 7.4 4.3
6ppm	— 0.2 —	— 0.3 —	— 0.5 —	— 0.8 —	— 0.3 —	— 0.4 —	— 0.9 —	— 1 —

註解：同實驗一表一的註解。



〔各種照度下，不同二氧化碳濃度對光合作用的影響〕

發現與討論：（略）。

實驗五：在各種照度下，不同水溫對綠色水草（寶塔草）和紅色水草（小血心蘭）行光合作用的影響，並探討二氧化碳消耗的情形。

實驗步驟：

和實驗二的步驟同，只有把水草由水蘊草和紅竹更換為寶塔草和小血心蘭。

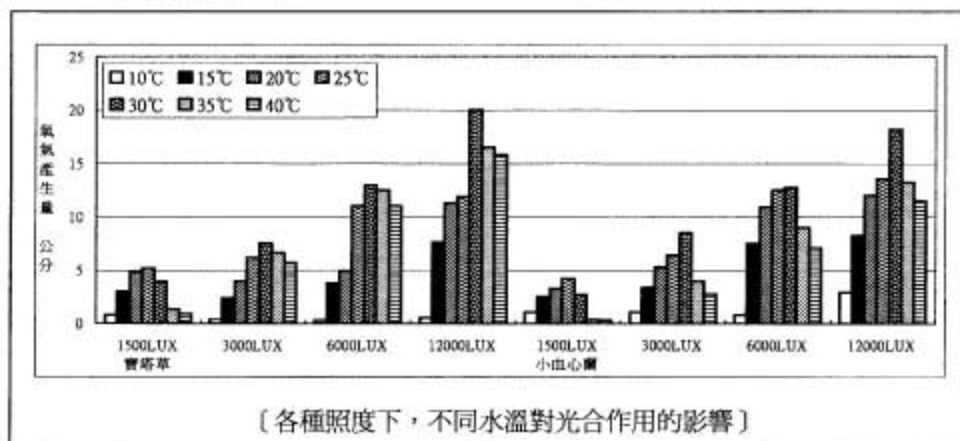
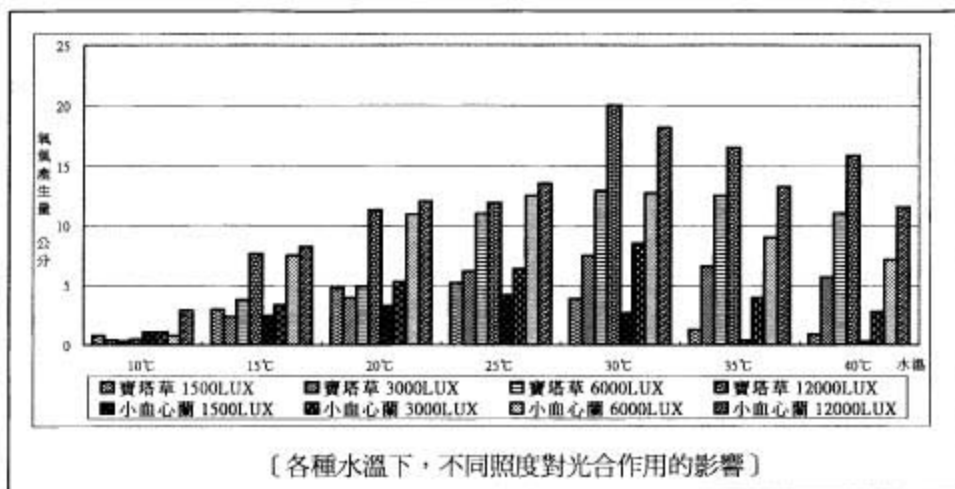
實驗結果：

實驗五之1~7的紀錄詳如圖表五之1~7。（略）。

實驗五結果摘要表（簡稱表五）如下：

不同水溫，在各種照度下，O₂產生量和CO₂消耗量的摘要表

CO ₂ /O ₂ 比值	寶塔草								小血心蘭							
	1500 Lux		3000 Lux		6000 Lux		12000 Lux		1500 Lux		3000 Lux		6000 Lux		12000 Lux	
10℃	36 0.8	45	28 0.4	70	20 0.5	40	32 0.6	53	36 1.1	32.7	56 1.1	50.9	28 1.2	23.3	44 2.9	15.2
15℃	40 3	13.3	44 2.4	18.3	48 3.8	12.6	52 7.6	6.8	44 2.5	17.6	48 3.4	14.1	52 7.5	6.9	56 8.2	6.8
20℃	52 4.8	10.8	56 4	14	60 4.9	12.2	76 11.3	6.7	58 3.3	17.6	56 5.3	10.6	64 10.9	5.9	70 12	5.8
25℃	44 5.2	8.5	48 6.2	7.7	56 11	5.1	60 11.9	5.0	52 4.2	12.4	60 6.4	9.4	68 12.5	5.4	72 13.5	5.3
30℃	56 3.9	14.4	60 7.5	8	64 12.9	5.0	72 20*	3.6*	52 2.7	19.3	60 8.5	7.1	62 12.7	4.9	68 18.2*	3.7*
35℃	64 1.3	49.2	66 6.6	10	68 12.9	5.3	72 16.5	4.4	56 0.4	140	64 4	16	66 9	7.3	68 13.2	5.2
40℃	80 0.9	88.9	82 5.7	14.4	90 11	8.2	92 15.8	5.8	80 0.3	267	80 2.8	28.6	90 7.1	12.7	92 11.5	8



發現與討論：(略)。

實驗六：在同照度，同水溫，同二氧化碳濃度下，不同色光（選用紅、黃、綠、藍、紫等五種）對綠色水草（寶塔草）和紅色水草（小血心蘭）行光合作用的影響，並探討二氧化碳消耗的情形。

實驗步驟：

和實驗二的步驟同，只有把水草由水蘊草和紅竹更換為寶塔草和小血心蘭。

實驗結果：

實驗六的紀錄詳如圖表六。(略)。

發現與討論：

(1)在不同的色光下行光合作用，其氧氣產生量大小排序，寶塔草為紅光>黃

塔草或小血心蘭在紅光下光合作用都最旺，在藍光下都最差。

(2)在不同的色光下行光合作用，其 CO_2/O_2 比值大小排序，寶塔草為紅光<黃光<紫光<綠光<藍光；小血心蘭為紅光<紫光<黃光<綠光<藍光。此一結果的排序，恰與氧氣產生量的排序相同，只是大小相反。

實驗七：照光時間長短對水草行光合作用的影響。

實驗步驟：(略)。

實驗結果：

如表七照光時間長短與氧氣產生量的關係表(略)。

發現與討論：

(1)連續五天“日夜照光”，水蘊草和小血心蘭的氧氣產生量都是每天逐漸減少。由此推論：可能是水草日夜不停行光合作用製造的養分來不及輸送而造成累積因而使光合作用逐日減緩。

(2)每天“日夜照光”的照光時間是“白天照光”的3倍，但氧氣產生量卻只有“白天照光”的1.2~1.8倍之間而已。可見如果想利用“日夜照光”來改變水草的生理時鐘，以增加光合作用的產物，並無顯著的功效。

實驗八：水草莖、葉被分離或折成小段後還能行光合作用嗎？

實驗步驟：(略)。

實驗結果：如表八水草植株完整與不完整行光合作用的比較(略)。

發現與討論：

(1)第一組“全株”，第二組“分段”和第三組“只有葉”產生的氧氣量差不多，而只有第三組“只有葉”在後2個小時有下降的趨勢。我們推測可能是“只有葉”這一組行光合作用後的產物在葉已無空間可儲存而又沒有莖可以運送至其它部位供生長利用所致。

(2)第四組的“只有莖”也產生了氧氣但其數量明顯最少，由此可以知道：水草不但在葉部含有葉綠體，莖部也含有少量，所以莖部和葉部都能行光合作用。

(3)從本實驗得知：水草的植株遭破壞後，還能繼續行光合作用，製造養分維持生命，其生命力之強韌，令人感佩，但這是否只是個短暫現象，值得以後繼續探討。

實驗九：用層析法分析紅、綠水草色素。

實驗步驟：(略)。

實驗結果：如彩色圖片所示。(略)。

發現與討論：

(1)在宣紙最底層，紅色水草（小血心蘭・紅竹）都出現了紅色的色素，接著由下往上是黃、綠相間，呈層狀分布。

(2)綠色水草（水蘊草・寶塔草）在宣紙最底層出現了綠色，由此往上也是黃、綠相間，呈層狀分布。

(3)在這有趣的實驗中我們發現：只有紅色水草才有紅色色素，綠色水草內一點紅色色素都找不到；而綠色色素卻不是綠色水草專有，紅色水草內也可找到不少的綠色色素。

(4)經查閱資料，我們知道：紅色色素就是“花青素”，綠色色素就是葉綠素，黃色色素就是葉黃素。

五、結論

（一）從本實驗各項結果發現，水溫、水中二氧化碳濃度、光照度、光質都是影響水草光合作用的重要變因。

（二）水草的光合作用會隨水溫的遞增而愈旺，但達到某一水溫反而會抑制光合作用的進行。四種水草在超過30℃後，其光合作用明顯遭到抑制。查閱資料後得知：葉綠體中行光合作用的酵素若溫度太高，其反應會遭到抑制進而被破壞。由本實驗可知排放熱廢水到河川、海洋中會造成水草光合作用遭到抑制、破壞而死亡，影響整個生態環境。

（三）水草的光合作用會隨水中二氧化碳濃度的遞增而愈旺，但達到某一濃度反而會抑制光合作用的進行。

（四）水草的光合作用會隨光照度的遞增而愈旺，在本實驗所選擇的光照度1500～12000Lux間，並未發現有明顯的抑制光合作用的現象，只有小血心蘭在6000Lux後稍有抑制光合作用的特例。

（五）水草的光合作用都在光質為紅色光下最旺。閱資料後得知：日光係由紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等七種可見色光所組成，其波長大小循序在7000～4000埃之間，而水草最適合光合作用的波長在6300～7000埃之間，剛好落在紅色光的波長區域內。

（六）“綠色水草的光合作用優於紅色水草嗎？”從實驗結果發現：水蘊草的光合作用在各種相同的條件下多優於紅竹；而寶塔草和小血心蘭，卻互有優劣；據此可知：在各種相同條件下，綠色水草的光合作用並不一定都優於紅色水草，且不管紅色或綠色水草，其最佳的光合作用各有不同的水溫、光照度、二氧化碳濃度的條件。

(七) 不論紅色或綠色水草均含葉綠素，所以都能進行光合作用，若不含或只含少量花青素則呈現綠色；若含多量花青素則呈現紅色，查閱資料後得知：葉綠素為綠色，而花青素為紅色，當花青素的量增多則會蓋過葉綠素而呈紅色，且花青素愈多則愈紅艷，此即形成紅、綠兩類水草的主因。花青素的功能為可以強烈吸收紫外線，保護葉內細胞免受到紫外線的傷害，與光合作用無關。

(八) 水草葉和莖均含葉綠體，都可行光合作用，也都有組織可以貯存光合作用所產生的養分，只是莖的葉綠體含量明顯少於葉，此與大多數陸生植物莖不含葉綠體有所不同。

(九) 將水草每天24小時強迫連續長期照光，剛開始其光合作用會比只在白天照光，夜間休息的狀態還旺，但其光合作用有逐日下降的趨勢。查閱資料後得知：強迫照光可以改變水草部份的生理時鐘而使光合作用持續進行，但當光合作用產物的數量累積達到最高飽和點時，光合作用速率將逐漸下降，此現象大約在三～四天後即明顯出現。

(十) 從本實驗各項結果發現：水草的光合作用越旺，氧氣產生量就越多，同時也消耗越多二氧化碳。因此，如果說我們的主食是米飯，那麼水草的主食就是二氧化碳。又既然水草可以不斷消耗大氣溶入水中的二氧化碳，那麼是否可以增加水生植物的數量或增進水生植物的光合作用來消耗更多的二氧化碳，藉此解決地球目前所面臨日益嚴重的溫室效應呢？這個問題值得進一步研究，說不定這些水中精靈會成為地球村溫室效應的終結者呢！

評語

本論文主要是研究CO₂濃度、光照強度、不同溫度對植物光合作用的影響，以及這些因子對不同植物光合作用之比較，本論文研究方法、步驟適宜。可行，研究結果及結論均可供為國小教學參考之用。另外自己設計的測試裝置簡單容易操作所得結果的精確性也高，這也是值得讚許的。

