

聲波對植物光合作用的效應

國中學生組生物科第三名

台北市立萬華國中

作者：劉克森、林建宏
陳俊言

指導教師：胡秀鳳、張美玉

一、研究動機

曾經在報章雜誌得知有些農場曾以音樂增加牛、羊等牲畜的產乳量；我們知道聲音對有聽覺的動物有影響，但是聲音對於無聽覺的植物也有影響嗎？是刺激他生長呢？還是抑制他生長，或是一點影響也沒有呢？爲了想求得問題的答案，我們找了一些有興趣的同學一起研討，在老師的指導下進行以下實驗。

二、研究目的

1. 探討頻率一定，同一系統中，震盪時間對水蘊草行光合作用產生氣體量的影響。
2. 探討各種不同頻率的聲波，對水蘊草行光合作用產生氣體量的影響。
3. 聲波的頻率一定，音量不同時，對水蘊草行光合作用產生氣體量的影響。
4. 比較喇叭在漏斗內或外，對水蘊草行光合作用，產生氣體量的影響。
5. 聲波震盪時，對於溶於水中氣體分子的影響。

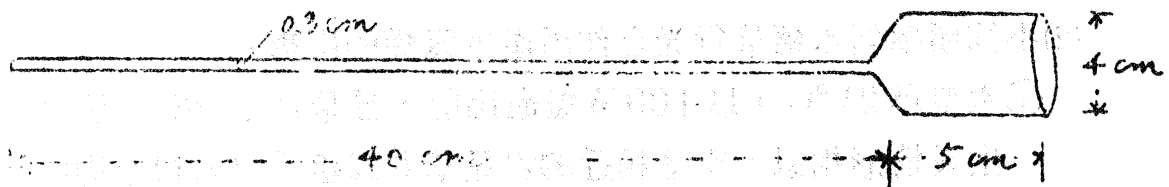
三、研究設備及器材

1. 材料：水蘊草。
2. 藥品：0.1% $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$
3. 儀器：

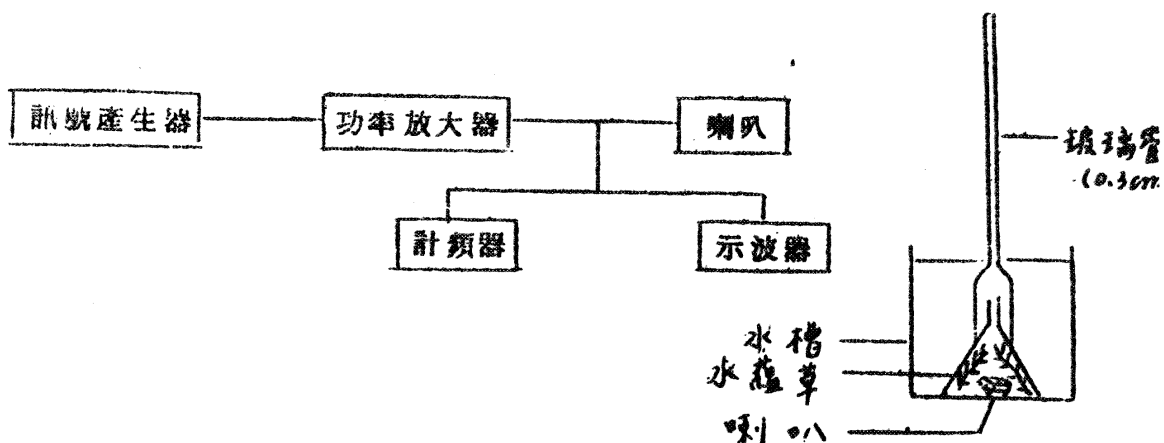
名	稱 規	格 數量
示波器		1 台
功率放大器		1 台
計頻器 (Counter)		1 台
訊號產生器 (Function Generator)		1 台
喇叭 (Speaker)	8Ω , 0.25 W	6 個
喇叭 (Speaker)	8Ω . 5.0 W	6 個
玻璃缸		6 個
漏斗		6 個
量筒	1000 ml	1 個
標準滴管	2 ml	1 支
精密天平		1 台
燈光	100 W	6 個
溫度計		6 支
試管		3 支
玻璃管 (內徑 0.3 cm)		6 支

四、研究過程及方法

1. 設計內徑為 0.3 cm，長為 40 cm 的玻璃管，如圖



2. 校正玻璃管
3. 選擇生長情形良好的水蘊草，以吸水紙，吸乾，稱重。
4. 實驗裝置如下：



5. 聲波的波形選用正弦波。

6. 控制水槽內水溫為 21°C ，以 100 W 燈泡 1 只，固定於離水 21 cm 的距離照射，水槽內為 0.1 % NaHCO_3 溶液。

7. 依下列各項進行實驗：

(1) 震盪時間對水蘊草行光合作用，產生氣體的影響。

① 頻率為 3.0 KHZ，同一系統中，共做 5 組；另做一對照組，（不震盪）。

② 實驗組連續震盪；對照組不震盪每隔 30 分，記錄水蘊草產生氣體的體積。

③ 重覆以上步驟。

(2) 不同頻率對水蘊草行光合作用產生氣體的影響。

① 水溫為 21°C ，以 100 W 燈泡照射，音量為 1.26 W 選擇生長情形相似，重量相近的水蘊草共五組（以求得平均值）

② 以 0.5 KHZ 的聲波，震盪水蘊草一小時，記錄產生氣體量。

③ 重覆以上步驟，分別以 0, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 8.0, 16.0 KHZ 的聲波震盪一小時，並記錄之。

④ 頻率改變時，同時更換水蘊草，（以避免水蘊草過度受刺

激)。

⑤重複以上實驗。

(3)音重改變時，對水蘊草行光合作用，產生氣體的影響。

①頻率為 3.0 KHZ，水溫為 21°C。

②每一種音量，連續震盪 1 小時後，記錄氣體量。

③做一系列的不同音量，音量改變時，更換水蘊草，以
0 V_{p-p} ，1.0 V_{p-p} ，2.0 V_{p-p} ，8.0 V_{p-p} 分別測試並
記錄產生氣體。

④重複以上實驗。

(4)比較喇叭在漏斗內或漏斗外，水蘊草產生氣體量的差異。

①A 組，將喇叭置於漏斗內，

B 組，將喇叭置於漏斗外，

②分別以 0.2，0，2.5，3.0，3.5，4.0 KHZ 的聲波，
震盪 1 小時。

③1 小時後，觀察比較並記錄氣體的體積。

(5)震盪對溶於水中氣體分子的影響。

①A 組，漏斗內不置水蘊草，僅置震盪器。

B 組，漏斗內置水蘊草及震盪器。

②分別以 0，0.5，1.0，1.5，2.0，2.5，3.0，3.5，
4.0，8.0，16.0 KHZ 的聲波，連續振盪 1 小時。

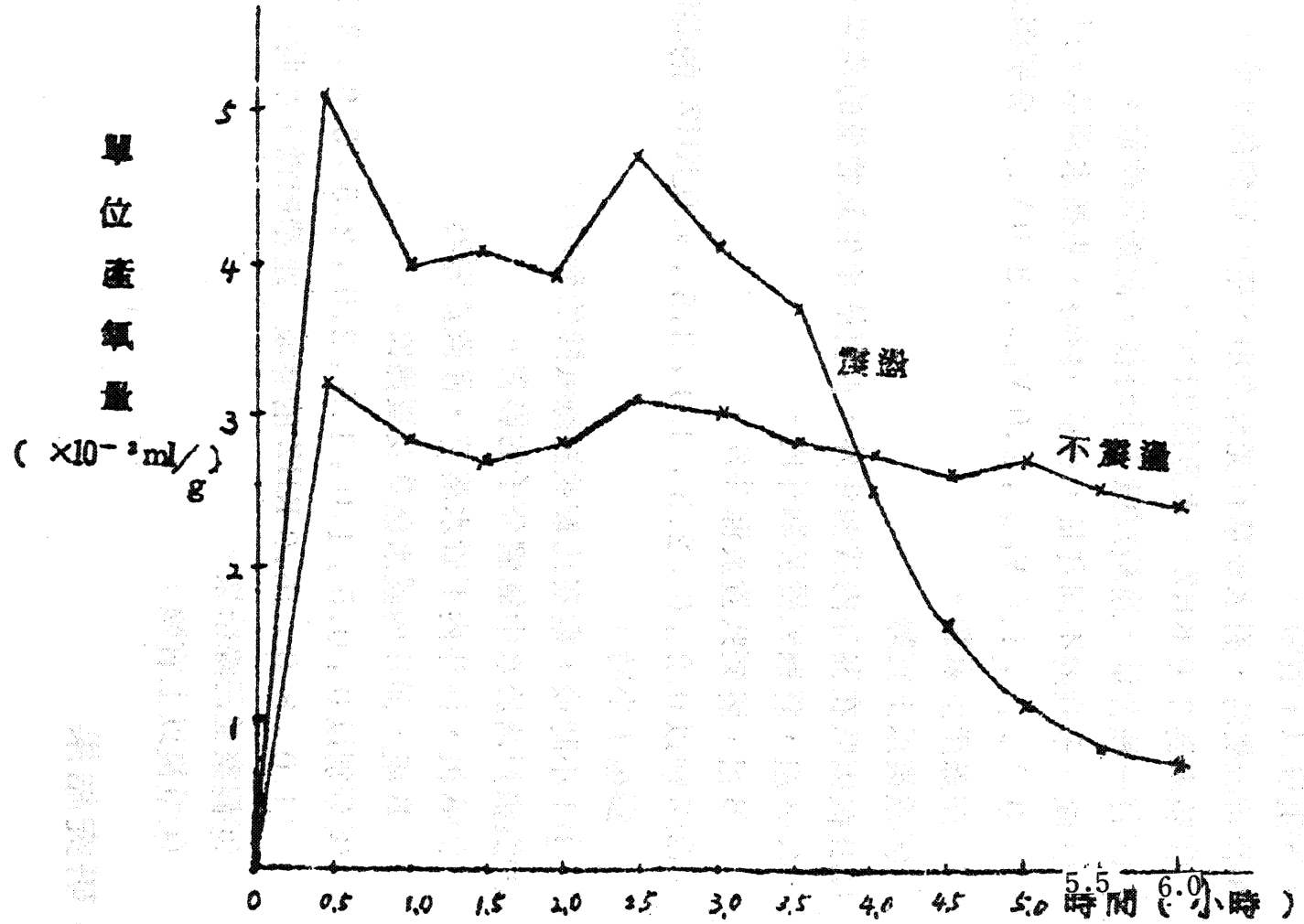
③觀察並記錄結果。

④重複以上實驗。

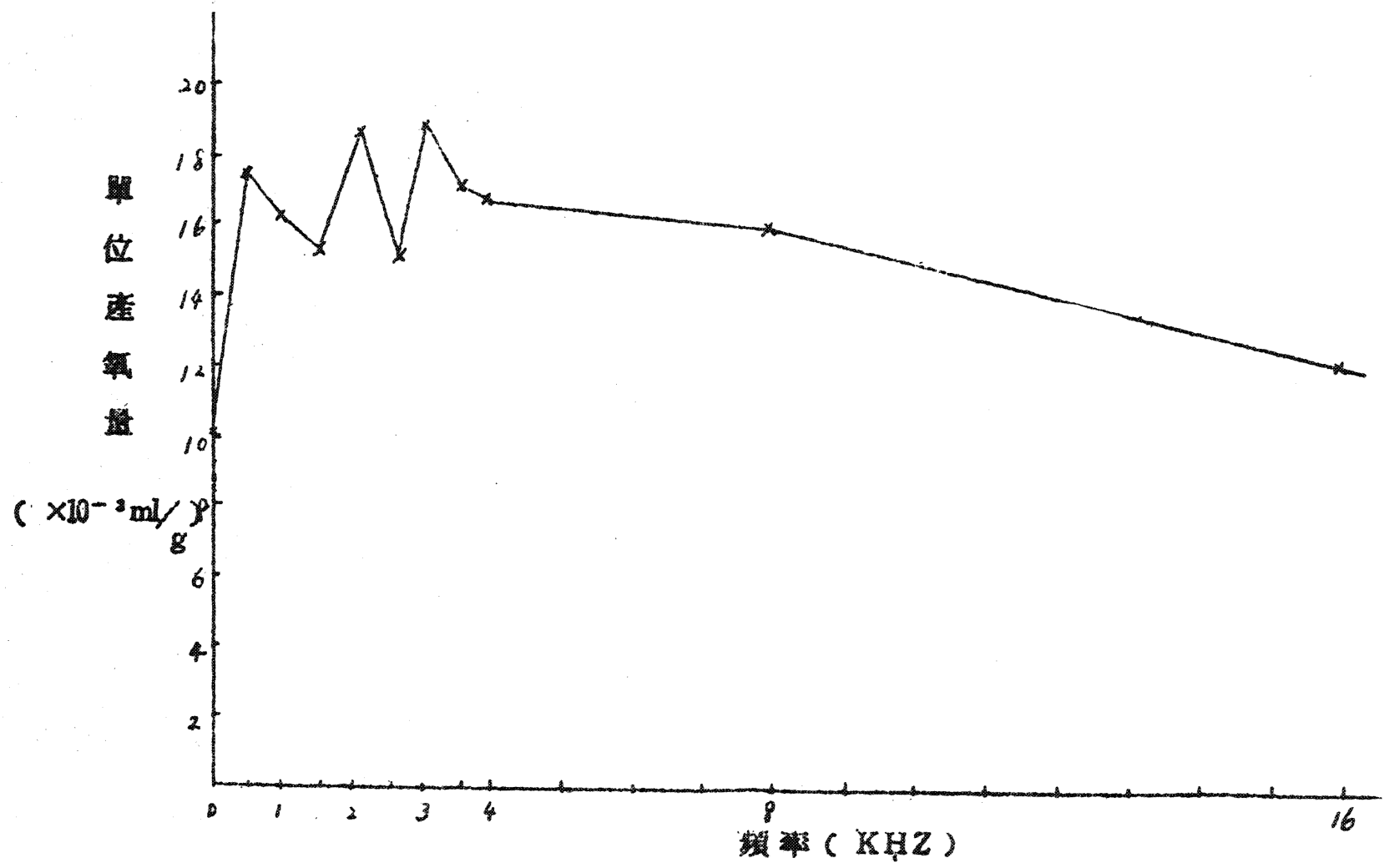
五、研究結果

圖(一)震盪時間對水蘊草產生氣體量的影響。

頻率 = 3.0 KHZ 同一系統，

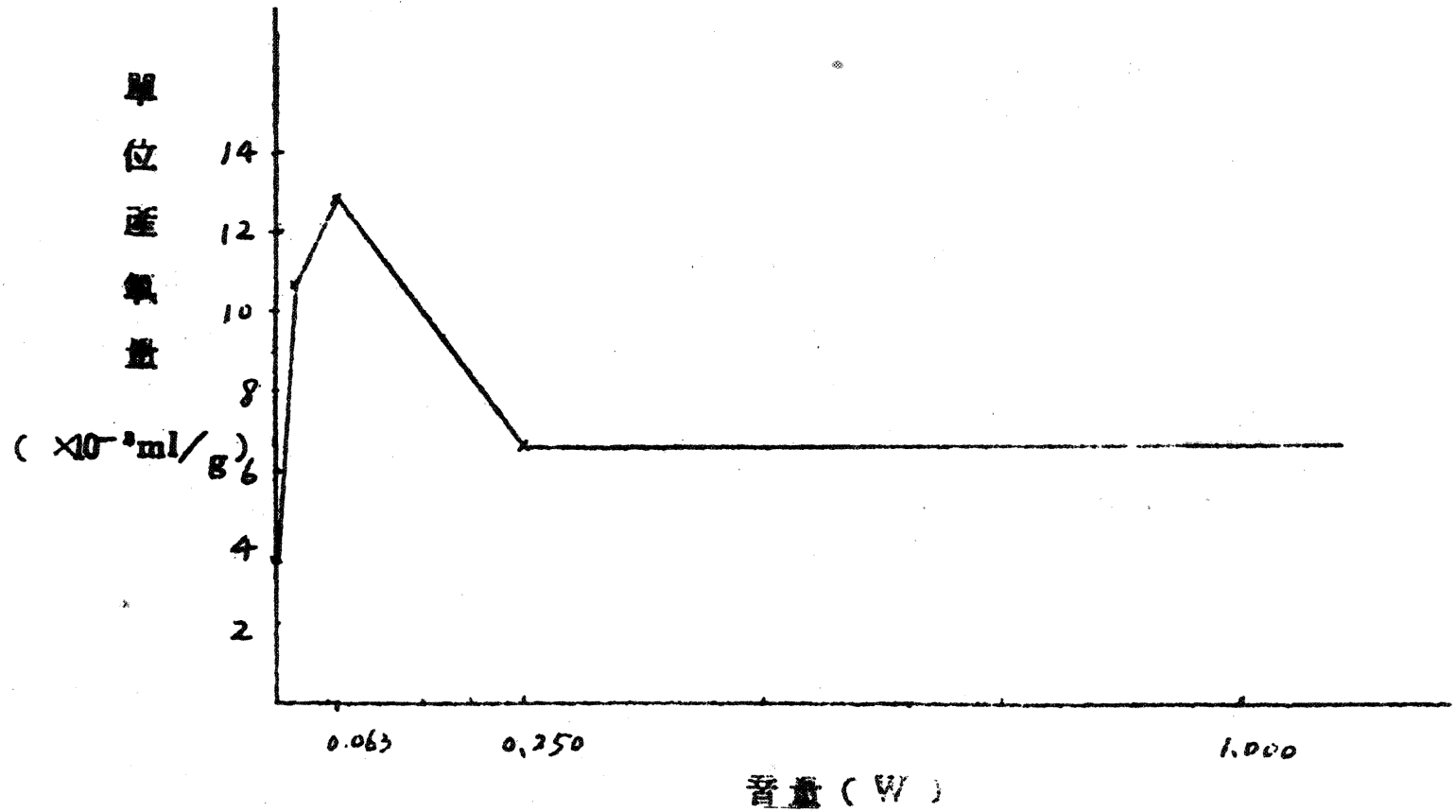


圖(二)音量一定時，各種不同頻率對水蘊草行光合作用產生氣體量的影響

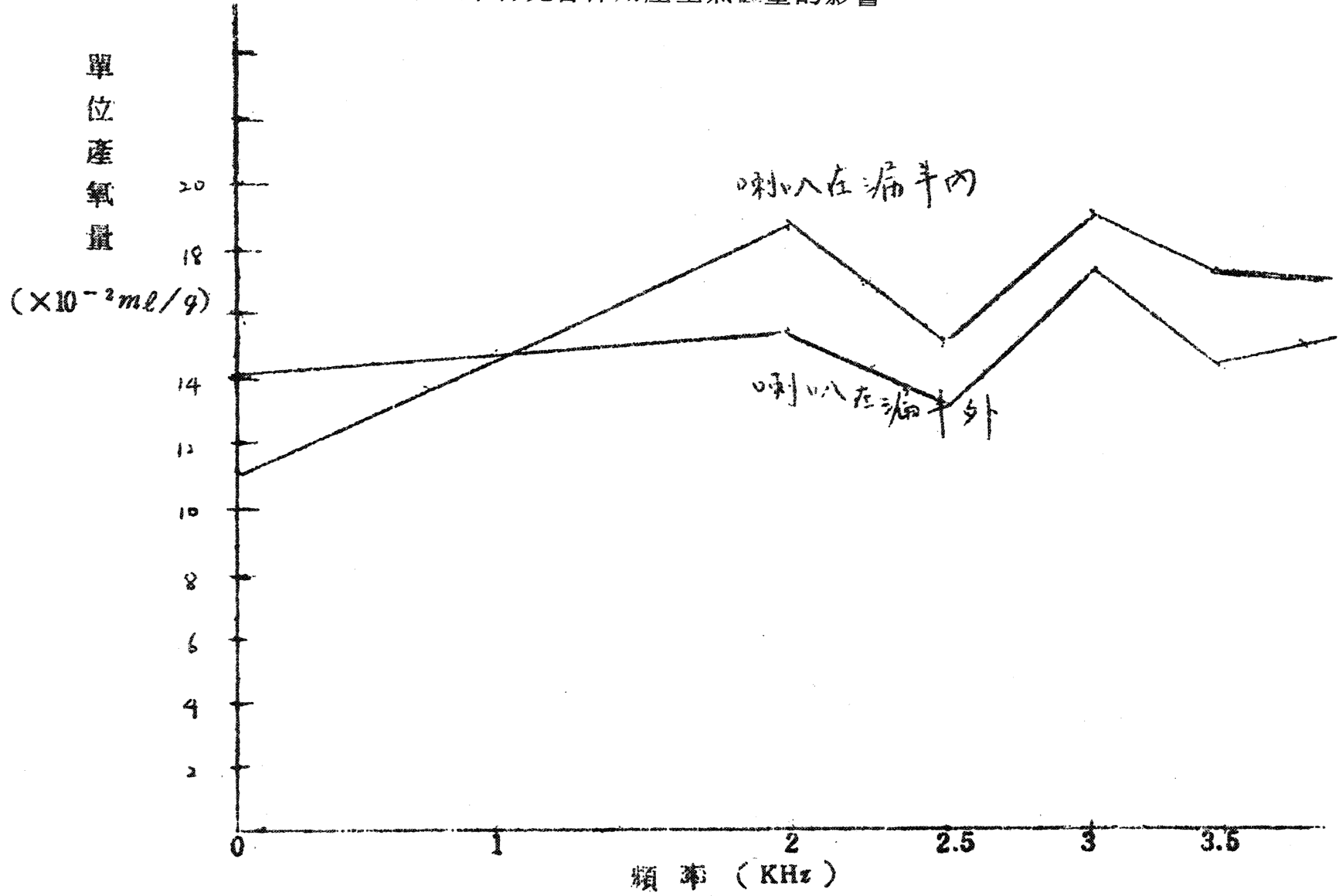


圖(三) 音量不同時，對水蘊草行光合作用，產生氣體的影響

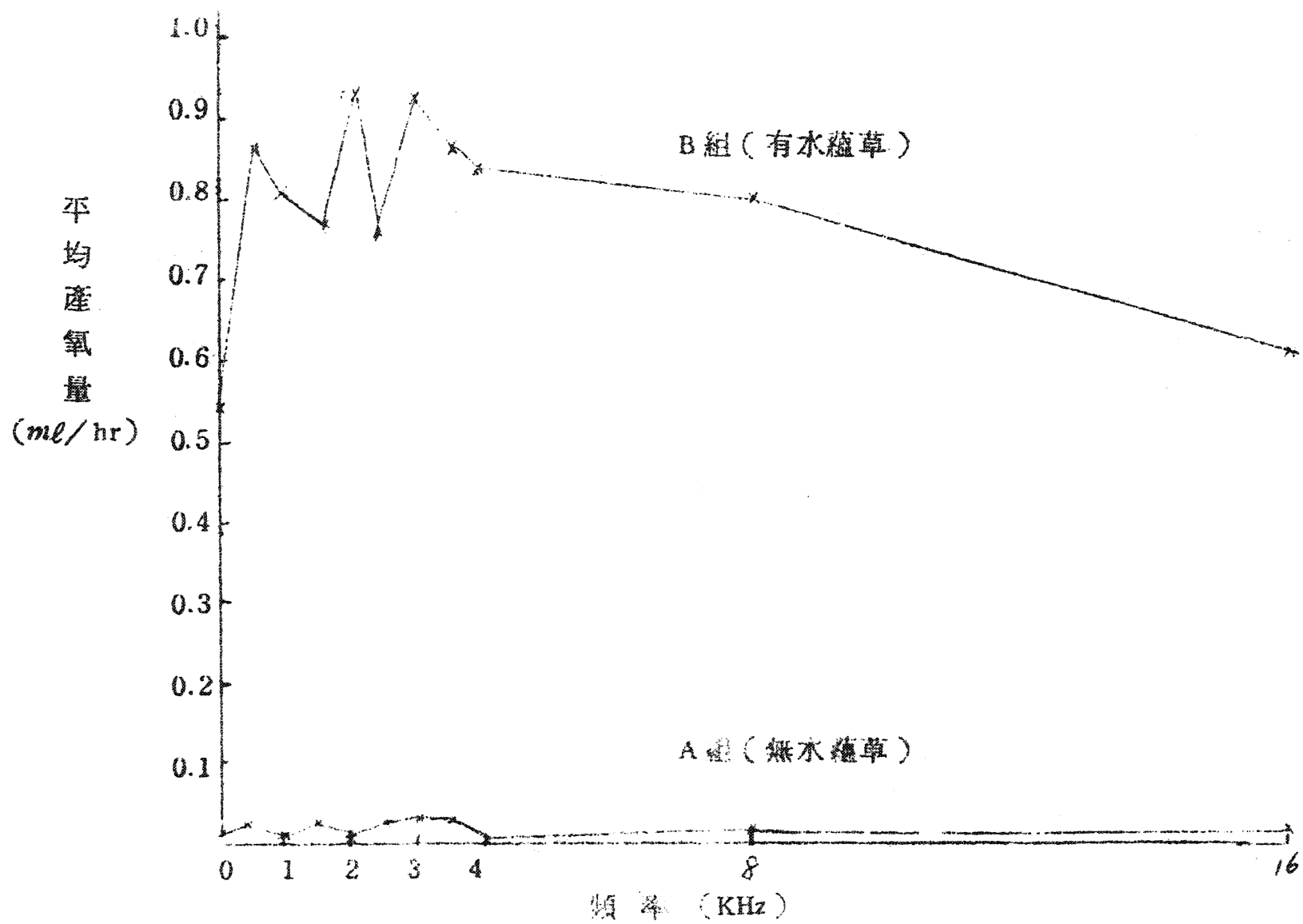
頻率 = 3.0 KHZ



圖(四) 喇叭在漏斗內或漏斗外，對水蘊草行光合作用產生氣體量的影響



圖(五) 震盪對溶於水中氣體分子的影響



表(一) 時間 = 1 小時

[註] 表格內數字均為氣體量單位為 ml / hr

氣體量 (ml/hr) / 頻率 (KHZ) / 組別	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	8.0	16.0
A - 1	0.014	0.028	0.007	0.027	0.013	0.025	0.030	0.030	0.020	0.020	0.025
A - 2	0.025	0.002	0.013	0.033	0.014	0.021	0.027	0.030	0.007	0.013	0.014
A - 3	0.003	0.025	0.007	0.020	0.020	0.028	0.020	0.028	0.014	0.014	0.022
A - 4	0.014	0.030	0.014	0.007	0.014	0.015	0.028	0.028	0.007	0.015	0.020
A - 5	0.009	0.030	0.004	0.018	0.014	0.030	0.028	0.035	0.013	0.028	0.025
A 組平均值 (ml / hr)	0.013	0.023	0.009	0.021	0.015	0.024	0.027	0.030	0.012	0.018	0.021
B 組平均產氧量 (ml / hr)	0.55	0.87	0.81	0.77	0.94	0.76	0.95	0.86	0.84	0.8	0.61
A - B %	2.4 %	2.6 %	1.1 %	2.7 %	1.6 %	3.1 %	2.8 %	3.4 %	1.4 %	2.2 %	3.4 %

A / B % 平均值為 2.4 %

六、討 論

1. 植物行光合作用時，放出氧氣，選擇水蘊草做實驗材料，以排水集氣法收集氣體，測量較為容易。
2. 為避免同一植物連續受刺激，影響其光合作用的效率，故於實驗前，先選用生長情形良好新鮮之水蘊草，分6組，測定其產生氣體量，取其平均值。改變頻率前，另選用新的水蘊草測試。
3. 由圖(二)至圖(四)所列的數字，均為一個小時，每克水蘊草的產氧量（即單位產氧量），且每隔1小時，記錄一次，並且每次均要更換新鮮的水蘊草。
4. 圖一所列的產氧量，以0.5小時為單位，每次以3.0KHZ 的聲波連續刺激6小時後，記錄之。
5. 震盪時使用正弦波，實驗進行時，隨時以示波器檢視其波形，音量計頻器檢視其頻率。
6. 由圖(一)知，連續以聲波刺激同一個系統的植物，其產氧量在3.5小時之前較多，在3.5小時之後其產氧量有遞減的現象。而無震盪的組別，其產氧量，雖然會隨著時數的增加而減少，但影響並不顯著。
7. 由圖(二)知，不同頻率的聲波，對水蘊草產生氣體有影響，其中0.5 KHZ ~ 8.0 KHZ 的頻率，都很顯著。
8. 由圖(三)知，用3.0 KHZ，不同音量刺激水蘊草，其產氧量亦不相同，其中以使用0.063 W（相當於2.0 V_{p-p}）的音量，產生的氧氣較多。
9. 由圖(四)知，喇叭在漏斗內，水蘊草的產氧量較多；喇叭在漏斗外，水蘊草的產氧量較少，但差異並不太大。
10. 由表(一)顯示以不同頻率的聲波震盪水溶液（0.1% Na HCO₃）1小時，其所發生的氣體量僅有0.019 ml 與重量5.0 g（相同情況下）平均氣體量相比較，僅佔2.4%，故可證明水蘊草經過震盪後所增加的氣體量不是來自溶於水中的氣體分子。

七、結 論

- 1.聲波的震盪可以增加水蘊草光合作用產生氣體的量，其中以頻率在0.5 KHZ～8.0 KHZ的效應較為顯著。
- 2.頻率3.0 KHZ，音量大小亦影響水蘊草氣體之產生，其中以0.063 W的音量產生氣體量最多。
- 3.水蘊草受聲波震盪，氣體增加量有其極限，連續刺激3.5小時後氣體體積遞減。
- 4.聲波震盪後，水蘊草行光合作用所增加的氣體體積，不是來自溶於水中的氣體分子。

八、展 望

聲波對植物光合作用有很好的效應，此種現象若能應用在水生植物—藻類的養殖上必能增加其產量。

九、參考資料

植物生理學實驗

評語：具創意設計周密實驗結果明顯。