

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：探討碳酸水對水生植物系統影響之研究

一、摘要：

本研究為探討碳酸水對水生植物生長影響之研究，我們選用水蘊草及金魚藻進行實驗組及使用未加入二氧化碳的對照組進行實驗。並測量水中 pH 值及溶氧量變化進行比較，並觀測到放入碳酸水中的水草，在實驗結束時水中的 pH 值會上升，表示其二氧化碳被分解而使水趨於中性；溶氧量則不一定會增加。並進行在水中加入溶質及不同色光之研究，在水中加入溶質須配合不同種類水草進行區別；而色光實驗與推測相同，紅光和藍光能使水草反應較好。

二、探究題目與動機

有次上課時聽老師提及「開水不能養魚」是因為水中沒有氧氣而無法生存；我們進而聯想到靠著二氧化碳製造養分的水生植物，那是否在二氧化碳量更多的碳酸水中反應得更好？經查閱相關文獻後，發現碳酸水對水草的生長有其相關性，因此想了解若直接於水中打入二氧化碳是否能讓水草反應更佳，加速吸收二氧化碳，排出氧氣的過程。

三、探究目的與假設

一、探究目的

- (一) 探討水生植物在不同濃度碳酸水中之光合作用情形。
- (二) 研究碳酸水中加入溶質對水生植物光合作用之影響。
- (三) 研究不同光對碳酸水中的水生植物之影響。
- (四) 探討水生植物在碳酸水中吸收及反應。

二、實驗假設

- (一) 推測加入的二氧化碳的量需在特定範圍內，並過少二氧化碳可能使植物光合作用反應速率變慢；而過多二氧化碳則可能會使其光合作用效能變低。
- (二) 若在水中加入少量的鹽分對水草對無害，並可能加速水草的反應速度。想測試能在水中加入多少食鹽依然可讓水草生長，並且不會使水草死亡。並且因選用水蘊草及金魚藻兩種水草，推測對兩種反應較佳的鹽分濃度應不盡相同
- (三) 水草中的葉綠素主要使用藍光及紅光進行反應，對水草反應較佳；綠光則因被葉綠素反射而較無法吸收利用。
- (四) 在碳酸水中水草能夠吸收二氧化碳並產生氧氣，並且與對照組相比確實有加速反應及光合作用提升。

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗器材

表一、實驗器材與設備列表

物品名稱	使用數量	用途
水草	-	進行實驗
玻璃罐	-	進行實驗
水草缸	-	飼養水草
溶氧量測定機	1 個	測定水中溶氧量
pH 值測定機	1 個	測定水中 pH 值
相機	1 台	進行實驗
打氣機	1 個	進行實驗
碼表	1 個	進行實驗
蒸餾水	-	進行實驗
溶質	-	進行實驗
照明燈	1 盞	維持水草照明
滴管	-	進行實驗
量杯	-	進行實驗

二、實驗方法

(一) 實驗環境：在溫差較小的室內進行實驗，以免溫差使碳酸水中的二氧化碳增加或流失，並使用玻璃罐裝入碳酸水及水草進行實驗，為防止氣體流失使用鋁箔紙封住罐口並上蓋子以減少實驗誤差。為使水草不會有特定時間停止反應而造成數據上的不準確，實驗時應保持照明。在測量 pH 值及溶氧量時使用自製固定器，使儀器懸空於玻璃罐中，使其不碰底避免數據不穩定，或儀器因進水或直接接觸底部而造成儀器損壞及對數據的影響。

(二) 實驗過程：實驗前測量水草克數及檢查有無枯萎，若水草重量不一，修剪其使水草克數相同；有生病或繁殖期，應暫停實驗調整或觀測水草的生長情況。在實驗前觀察水草生長情形及狀況，確認無可能使實驗不準確之變因後，於罐內貼壁加入 250 克的碳酸水，並避免晃動、撞擊使二氧化碳流失。實驗時懸空不碰壁、底。為配合不同實驗使用不同量的 pH 值，改變碳酸水放置時間，或加入所需用品進行研究。

分成三組進行實驗架設，分別為：無水草對照組、金魚藻實驗組、水蘊草實驗組進行實驗。實驗時以拍照記錄水草與碳酸水的反應情形，並以手機錄影觀測水草的反應過程，進行實驗記錄。首先在未放入水草時測量初始 pH 值及溶氧量，將水草置於玻璃罐一小時後使用儀器測量 pH 值及溶氧量，之後每 1 小時紀錄一次，每次紀錄時將兩隻儀器不

碰底立於罐中計時 2 分鐘後紀錄數據。我們推測頻繁拆開鋁箔紙可能使二氧化碳流出氧氣流入，在此不計，今後將會對加蓋是否會對實驗產生影響進行進一步研究，可能會差多少值以利我們確定開蓋對實驗準確性產生的影響。實驗前段約 2-3 小時為緩衝期，以避免數據尚未穩定的情況產生。最後統整數據平均值，製作成圖表進行比較。



圖一、實驗架設示意圖(此圖為水蘊草實驗組)。

三、實驗過程

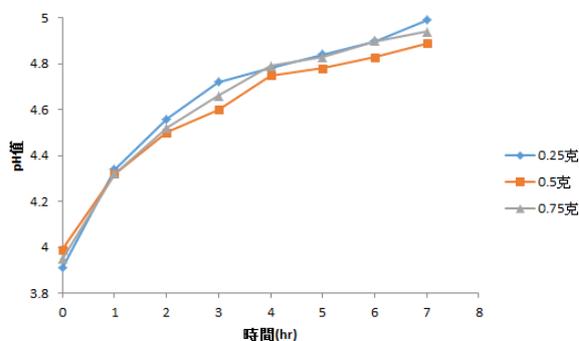
(一) 探討水生植物在不同濃度碳酸水中之光合作用情形

此實驗中，先使用打入了固定量碳酸水進行實驗，發現和我們推測一樣，使用碳酸水養水草的反應能夠更快；在之後的實驗中想嘗試設立兩組飼養在一般水中的水蘊草及金魚藻進行比較。在目前的實驗中，我們設置無水草對照組，用此來觀測並對比有水草實驗的反應是否符合推測或有不穩定的情形產生，並以此作為基準。

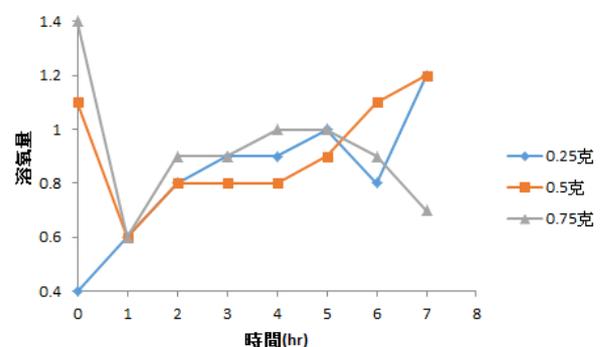
並在實驗後確定不論有水草實驗組或無水草的對照組 pH 值將一定會上升，不僅因為碳酸水中二氧化碳會隨時間流失；有水草實驗組的水草反應，必會使 pH 值上升，若有 pH 值在結束實驗時叫出使 pH 值更低應是實驗產生誤差，若有此情形本次實驗將不量入計算；此外溶氧量並不一定會上升，若溶氧量下降可能是因為水草反應時須使用的氧氣大過或等於水中原有及水草反應所產生的氧氣，表示此實驗的架設方式並不能使水草反應更多氧氣；或使水草需要更多氧氣才能存活；亦可能為初始設置時二氧化碳提供不足。

(二) 研究碳酸水中加入溶質對水生植物光合作用之影響。

實驗中打入全滿定量的二氧化碳製作碳酸水，並在水中分別加入 0.25 克、0.5 克、0.75 克的食鹽進行研究。



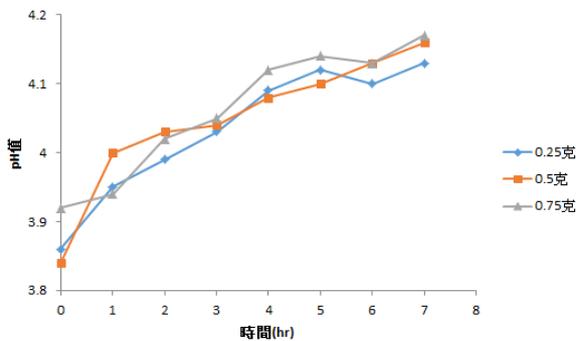
圖二、不同溶質對碳酸水的 pH 值變化圖
(食鹽、水蘊草)。



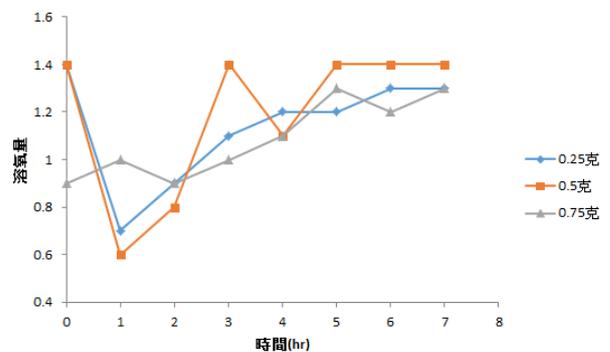
圖三、不同溶質對碳酸水的溶氧量變化圖
(食鹽、水蘊草)。

在圖二可觀察到，數據升高最多的為加入 0.25 克食鹽的水蘊草，pH 值升高 1.08；升高最少為加入 0.5 克食鹽的水蘊草，pH 值升高 0.9。從實驗結果來看 pH 值皆為上升，符合推測，並得知加入少量的食鹽在短期內對水草能夠加快反應，但三者數據差並不多，推測水蘊草加入食鹽都能有較好的反應。

圖三中初始數據並不穩定，撇除前三小時的緩衝期，後方數據較為穩定，但 0.75 克食鹽的溶氧量到後期卻逐漸下降，可能是因過多的食鹽使得需要更多養分支撐。



圖四、不同溶質對碳酸水的 pH 值變化圖 (食鹽、金魚藻)。



圖五、不同溶質對碳酸水的溶氧量變化圖 (食鹽、金魚藻)。

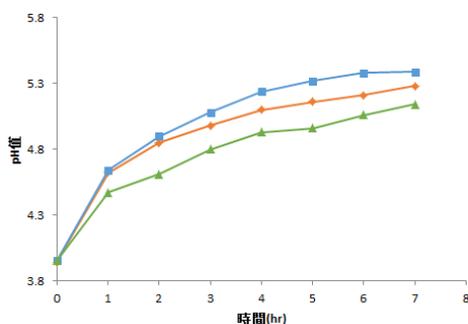
可以從圖四中得知，在金魚藻中加入 0.5 克的食鹽能使 pH 值上升最高，pH 值上升了 0.32，和水蘊草最高上升 1.08 相比來比少。

圖五中溶氧量數據並不穩定，扣除前三小時緩衝期後，數據較為穩定，可以發現三者的溶氧都有逐漸上升的情形，其中以 0.75 克食鹽的實驗組為增加最多溶氧的，上升了 0.4。

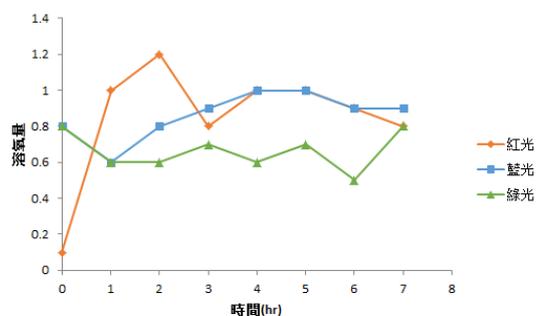
小結：pH 值的部分水蘊草較金魚藻變化來的明顯，並在水蘊草實驗中得知，此種植水蘊草時使用食鹽皆能使三者短期內反應加快；而金魚藻在此部分則是反應皆不明顯，因水草種量不同，加入食鹽也會對不同水草產生不同影響。溶氧量的部分雖較不穩定，但在設置三小時的緩衝期後皆能使數據較穩定。

(三) 研究不同光對碳酸水中的水生植物之影響

實驗中使用紅色、藍色、綠色三色玻璃紙包於玻璃罐外進行實驗，實驗時保持充足照明。



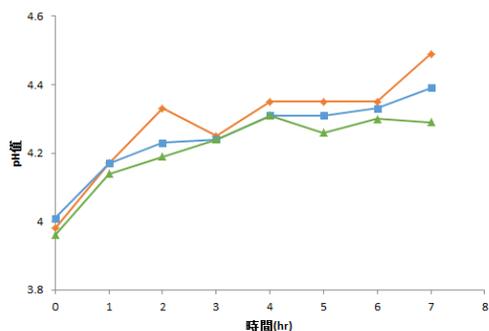
圖六、不同光對碳酸水的 pH 值變化圖 (三色光、水蘊草)。



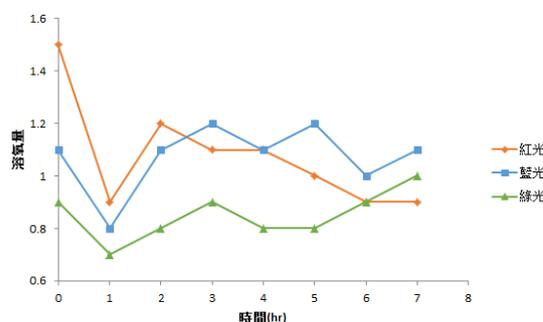
圖七、不同光對碳酸水的溶氧量變化圖 (三色光、水蘊草)。

從圖六中得知，能使水蘊草吸收利用最快且反應的為藍光，接著為紅光、綠光，這與我們文獻中得知葉綠素主要使用紅光和藍光進行反應此條相符，確實可使水草反應加快，pH 值更快上升。

圖七中在緩衝期過後數據趨於穩定，雖無法明顯看出何者使溶氧量增加最多，但藍光的反應明顯和紅光與綠光有相差。



圖八、不同光對碳酸水的 pH 值變化圖
(三色光、金魚藻)。



圖九、不同光對碳酸水的溶氧量變化圖
(三色光、金魚藻)。

從圖八可以看到，若是使用金魚藻進行實驗，紅光的反應會大過於藍光，此和水蘊草相反，可由此證明不同種類的水草所適用的波長光不一，需依照各種水生植物進行不同比較，也會因此種植物的顏色所需不同的波長光而產生變化。

圖九中和水蘊草相同的是，溶氧量反應做好的皆為藍光，但紅光和綠光卻相反，推測照率光的金魚藻是否可能因反應較慢，而使用的氧氣較少所以產生溶氧量較高的情形。

小結：進行完實驗後我們發現，其共通點為能加速反應或反應較好的皆為紅光和藍光，反應較慢的為綠光，此和文獻中的描述相符，紅色與藍色的波長光能使水草加快反應速率，使實驗每次的差距更加明顯，也更好觀察數據的變化。

五、結論與生活應用

結論：

實驗後我們發現，碳酸水確實能在短期內加快水蘊草及金魚藻的反應速度，若要長期以碳酸水種植水生植物，須配合不同種水生植物進行外部環境的調節：像是溶質(食鹽)，有些植物能夠接受較高的鹽分也能夠存活，但想加快反應並使其存活應需要調整每種植物並配合其特性。此外，在不同光的實驗中得知，紅藍兩種色光對水草的生長較好，這在數據上是相近的。今後希望在進行不同二氧化碳量的實驗後一一排列出二氧化碳量所對應的 pH 值，並找出能使水草長期存活也不會產生溶葉、枯萎情形的最佳二氧化碳量。並在二氧化碳量為加的情況下增加一些能使水草反應變快的光源或加速其反應的物質。

預計逐漸拉長實驗時間並持續進行實驗，拉長水草生活在碳酸水中的時間，使其若在之後要將複數水草放入大草缸內養時能適應環境並存活。實驗最後統整出較為完整的圖表進行比較，希望能由以上實驗歸納出能讓光合作用及反應速度加快的生長環境及其他物質與因素。

生活應用：

碳酸水可以使水草生長得更好。當我們把二氧化碳加入水草缸時，裡頭的水草彷彿起死回生一般，開始不斷地從葉片冒出大量的氣泡，且更加翠綠了起來。一開始就先研究好何種生長條件和外在水草會對水草產生不同的影響，這樣不但省下特地去照顧的心力，定量的碳酸水也能夠使水草反應較快、更加快速的成長，同時避免了不適當因素對水草造成的損害。

參考資料

- 一、蔡孟叡等。綠川[瀘]川—礫間淨水行不行？中華民國第 59 屆中小學科學展覽會。
- 二、薄詠心、王咸婷、楊淳鈞。捕捉你的點點滴滴—二氧化碳溶解度的探討。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會。
- 三、「光」是這樣還不「豆」—探討光對綠豆生長的影響。嘉義市第 36 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 四、國語青少年月刊第 306 期《少年飛訊—生態瓶打造奇妙小世界》。國語青少年雜誌社發行。
- 五、陳品臻、趙柏凱、褚若彤。還以顏色。2021 全國科學探究競賽。