

屏東縣第 63 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：『植葉』『碳』索-二氧化碳對植物生長速度之影響

關 鍵 詞：二氧化碳、植物、Ph、EC

編號：A4017

摘要

最近全球暖化愈來愈嚴重，過量的二氧化碳的確對我們人類造成傷害；而植物在進行光合作用，二氧化碳為其必須的反應物，因此在一般環境下，多少二氧化碳的濃度最適合植物的生長呢？過量的二氧化碳會對植物造成什麼影響嗎？此次實驗中特別從陸生植物中選取紅豆、豌豆、四季豆及黑豆，以上四種是季節性相同(冬季)的植物，但心想常看到水族箱旁都會放置二氧化碳鋼瓶，二氧化碳對水生植物就沒有影響嗎？為何僅採用陸生植物？此次實驗特別採用浮萍、金魚藻及水蘊草加入實驗。

壹、研究動機

自然課上學過，植物會利用二氧化碳行光合作用，對植物來說，二氧化碳是不可或缺的存在，所以此次實驗，想知道當我們把水生、半水生和陸生植物放入七種不同濃度的二氧化碳和正常的環境當中，哪一種環境的植物生長速度最快呢？二氧化碳是酸性的，當我們把它灌入植物的生長環境中時，會不會改變它們生長環境的酸鹼值呢？而這些酸鹼值對植物的生長又有沒有影響呢？我們也知道土壤中的水溶性鹽(有機鹽)對植物生長的關係也是密不可分，所以此次特別去測量其生長環境的 pH 值及 EC 值。

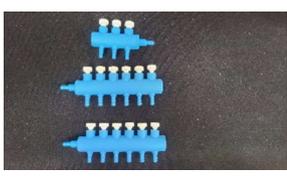
貳、研究目的

- 一、比較並探討相同陸生植物在不同生長環境(控制二氧化碳濃度)的生長速度。
- 二、比較並探討不同陸生植物在相同生長環境(控制二氧化碳濃度)的生長速度。
- 三、比較並探討相同水生植物在不同生長環境(控制二氧化碳濃度)的生長速度。
- 四、比較並探討不同生長環境(控制二氧化碳濃度)的 pH 值及 EC 值對植物生長之影響。

參、研究設備及器材

一、研究器材：

			
EC 筆	pH 筆	二氧化碳鋼瓶	風管

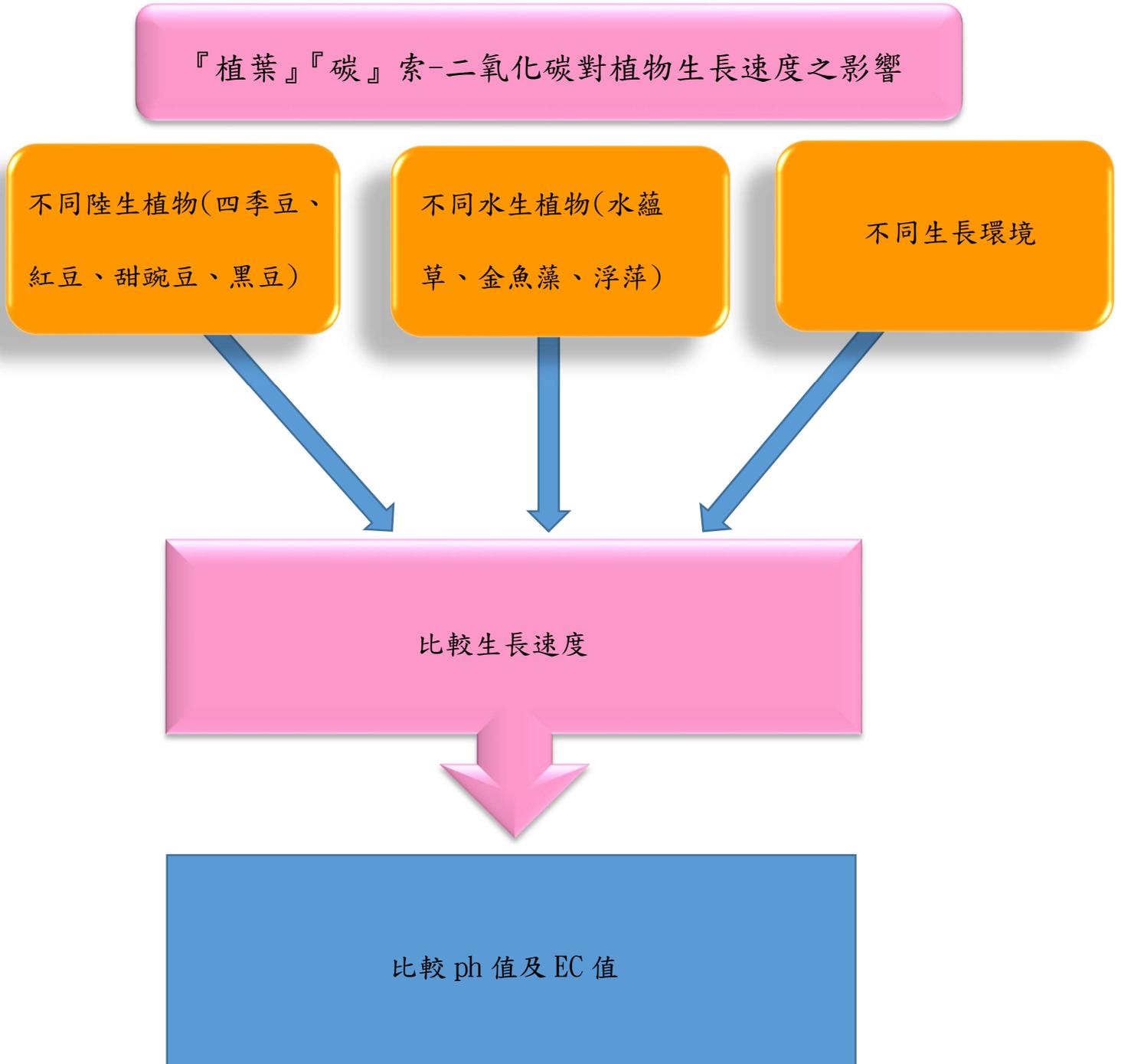
			
小彎頭	寶特瓶	熱熔膠槍	澆水器
			
補水器	培養土	止洩帶	止逆閥
			
熱熔槍	多出控制器	吸盤	沉水馬達
			
空氣調節閥	止逆閥	盆栽	計泡器
			
電子式電磁調節閥	不鏽鋼多出控制器	簡易調節閥	

二、 實驗材料：

		
水蘊草	金魚藻	四季豆
		
紅豆	甜豌豆	黑豆

肆、研究過程及方法

一、研究流程



圖一：研究架構圖

二、資料蒐集與名詞解釋

- (一) 四季豆: (豆科, 學名: *Phaseolus vulgaris*, 英文名為 Green bean, 又稱作敏豆) 一年四季都可以吃到, 婦女如有白帶問題, 皮膚容易過敏或患急性腸炎者, 都非常適合食用, 富含營養且低熱量, 傳統市場中相當常見、價格便宜又容易儲存, 外觀呈現瘦長、圓潤、肉厚且顏色嫩綠, 口感也相當清脆細緻, 含有豐富的非水溶性膳食纖維, 能幫助腸胃有效的蠕動, 蛋白質與鐵的含量也高出一般蔬菜, 其他還有維生素 C、鈣、鎂和磷等礦物質。
- (二) 紅豆: (豆科, 學名: *Vigna angularis*) 為常見的食材之一, 最早起源於喜馬拉雅山一帶, 而後種植區域遍及東亞諸國, 又名為小豆、赤豆, 為一年生的草本植物, 據衛福部食品營養成分資料庫, 紅豆熱量有 328 大卡, 且具有多樣化營養, 包括蛋白質 20.9 克、脂肪 0.6 克。
- (三) 甜豌豆: 是從豌豆改良而來的品種, 雖然只差一個字, 但是外貌有異, 吃法、風味也不一樣, 其嫩莢甜美且纖維少, 富含維生素 C、B 胡蘿蔔素、鐵質、膳食纖維、鉀等營養素。料理前將頭尾的絲去除, 加入喜愛的食材簡單拌炒。
- (四) 黑豆: 又稱為黑龜豆, 是對人體健康有許多好處的營養物質, 營養價值很高, 富含大量纖維、蛋白質、維生素 A、鐵、錳、鈣等其他維生素與礦物質。可以改善脾虛水腫、腳氣浮腫、腎虛耳聾或腰膝痠軟等問題, 能幫助腸胃蠕動, 維持腸胃道機能, 使排便順暢, 預防便秘, 抗氧化, 尤

其是維生素E、維生素B 黑豆是食材也是藥材，能活血解毒、固腎養生、美白抗衰老，日韓流行的黑豆水還有減肥消水腫功效。和黃耆一起煮的黑豆水更能補氣養生。

(五) 水蘊草：多年生草本沉水性植物，莖呈圓柱形，直立或橫生於水中。葉子比金魚藻寬，但很薄，3~8 枚輪生，呈長披針狀線形，具細鋸齒緣，英文名稱：Large-flowered Waterweed 別名蜈蚣草，原產地是在南美洲氣溫較高的區域，包括巴西的東南部、阿根廷、烏拉圭等地。

(六) 金魚藻：

1. (學名：Ceratophyllum demersum) 其生活型態可為沉水型，亦可為浮水型，不長根，種到土裡也只是防止亂飄而已，長的速度非常快，對於肥的吸收能力很強，很適合新設缸拿來控藻或遮光用。缺點跟水蘊草一樣，長太快，為多年生的沉水草本植物，性喜全日照環境和乾淨的水，通常生長在水流比較慢的溪流、水溝、池塘或湖泊。現在只有在深山的湖泊中才能看到野生的金魚藻。

2. 繁殖：折一段金魚藻放到水池或魚缸中。

(七) 浮萍：是一種生長在池塘表面的小型漂浮植物。在亞洲通常被吃掉，但在美國主要被認為是有害植物，因為它可以迅速占領池塘。但浮萍很特別。它是地球上生長最快的植物，也是蛋白質密度最高的植物之一，還能產生豐富的重要微量營養素。其中兩種微量營養素是可以抗炎症的抗氧化劑玉米黃質和葉黃素。

- (八) EC 值：是用來測量溶液中可溶性鹽濃度的，也可以用來測量液體肥料或種植介質中的可溶性離子濃度。高濃度的可溶性鹽類會使植物受到損傷或造成植株根系的死亡。EC 值的單位用 mS/cm 或 mmhos/cm 表示，測量溫度通常為 25°C。正常的 EC 值範圍在 1-4mmhos /cm 之間。
- (九) 光合作用：也稱光能合成（英語：photosynthesis），是很多植物、藻類和藍菌等生產者利用光能把水、二氧化碳或者硫化氫等無機物轉變成可以儲存化學能的有機物（比如碳水化合物）的生物過程。光合作用可分為產氧光合作用和不產氧光合作用兩類，而且並會因為不同環境改變反應速率。

伍、研究方法、結果與討論

研究目的一 比較並探討相同陸生植物在不同生長環境的生長速度

如果沒有二氧化碳，植物就沒辦法生長，但凡事過多、過少都不好，因此想藉此探討何種二氧化碳的濃度最有利植物生長。

一、實驗說明：

- (一) 同樣的陸生植物在生長環境不同的情況下，比較其生長速度。
- (二) 經由比較與探討得知多少二氧化碳的量最適合植物生長。
- (三) 在測量過程中發現實體測量優於手機軟體測量方式，因此之後的測量均改為實體測量。

(四) 在計泡器的調整上由於二氧化碳調節閥及多出控制器不夠精密造成計泡器顆數調校不易，之後將相關設備改為電子式電磁調節閥及不鏽鋼多出控制器才逐漸解決問題。

(五) 一開始我們根據網路上有依據的網站利用寶特瓶和魚缸的大小來計算計泡器要調整的顆數，但我們調校了好幾次之後，發現要達到標準顆數過於困難，因此將計泡器顆數予以加倍。

二、實驗步驟：

(一) 製作陸生植物生長環境

1. 1月30日種豆。

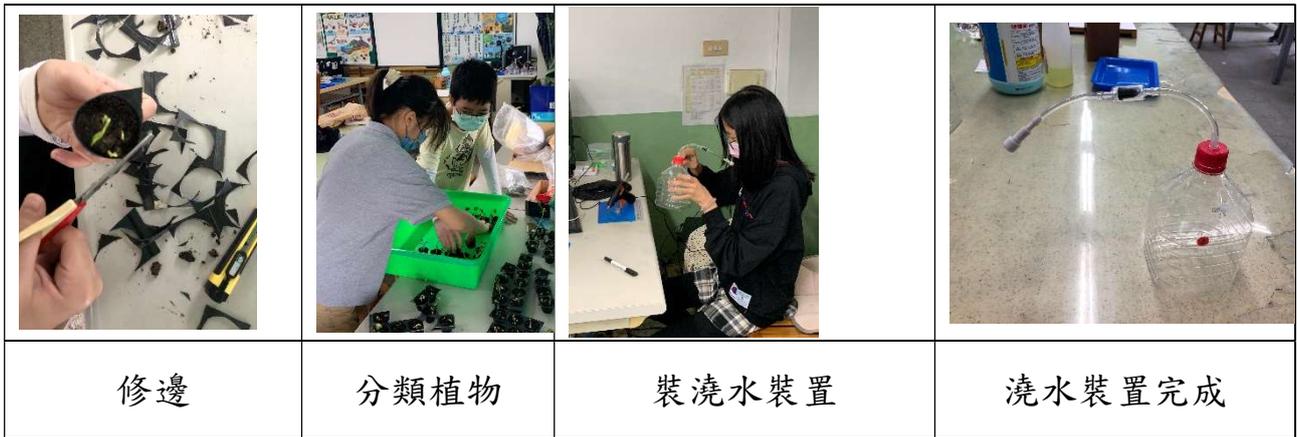
2. 2月8日把寶特瓶對切，用砂紙把邊緣磨平，貼上標籤紙。

3. 1~7瓶打上澆水、灌氣、出氣以及取土4個洞，並取生長情形差不多的四種植物各8個放入寶特瓶四個角落。

4. 把寶特瓶封起來，4天澆一次水，2月24日最後一次測量。

三、實驗照片：

			
第4瓶陸生植物	四季豆	用滴管滴水進計泡器	把植物割開



修邊

分類植物

裝澆水裝置

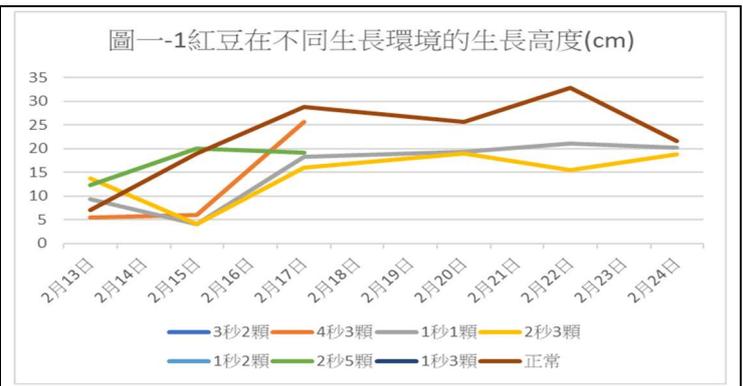
澆水裝置完成



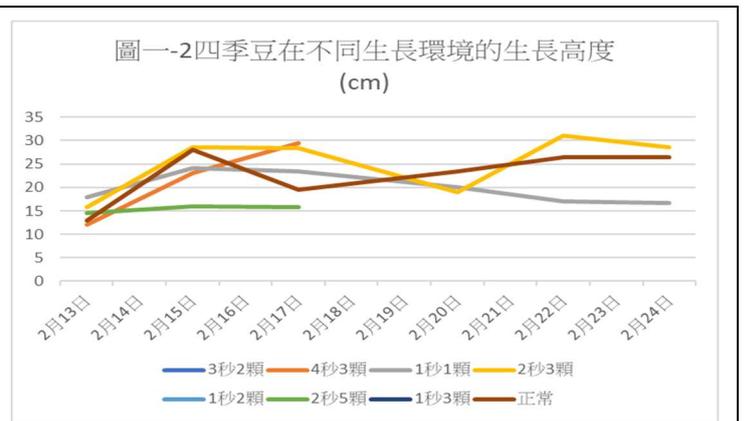
調節二氧化碳量

四、陸生植物生長高度測量紀錄如下：

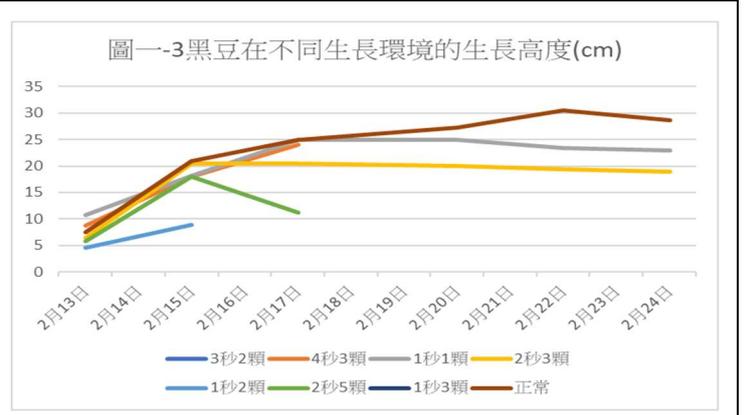
表一-1紅豆在不同生長環境的生長高度(cm)							
環境/日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
3秒2顆	6.7						1.12
4秒3顆	5.5	6	25.7				6.2
1秒1顆	9.3	4	18.3	19.3	21.1	20.2	15.37
2秒3顆	13.7	4	16.1	19	15.5	18.9	14.53
1秒2顆	13.3						2.22
2秒5顆	12.25	20	19.1				8.56
1秒3顆	9.3						1.55
正常	7	19	28.8	25.6	32.8	21.7	22.48



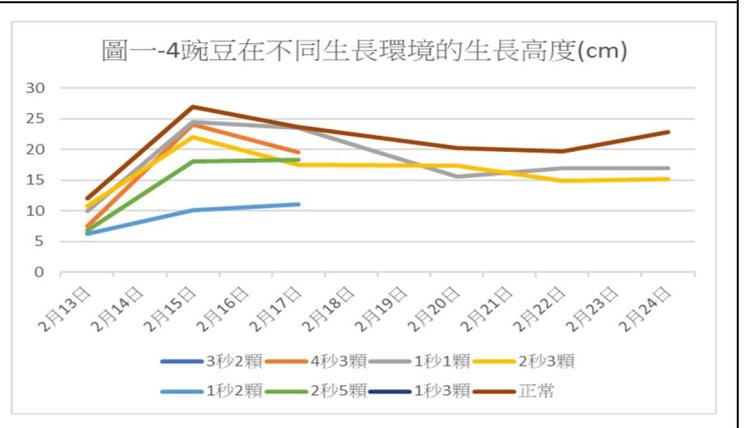
表一-2四季豆在不同生長環境的生長高度(cm)							
環境/日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
3秒2顆	12						2
4秒3顆	12	23	29.5				10.75
1秒1顆	17.9	24.2	23.4	20	17.1	16.7	19.88
2秒3顆	15.8	28.5	28.4	18.9	31	28.5	25.18
1秒2顆	9.2						1.53
2秒5顆	14.5	16	15.8				7.72
1秒3顆	17.8						2.97
正常	13	28	19.5	23.4	26.5	26.5	22.82



表一-3黑豆在不同生長環境的生長高度(cm)							
環境/日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
3秒2顆	6.5						1.08
4秒3顆	8.8	18	24				8.47
1秒1顆	10.7	18.2	25	25	23.4	23	20.88
2秒3顆	6.4	20.5	20.4	20	19.4	19	17.62
1秒2顆	4.5	8.9					2.23
2秒5顆	5.75	18	11.2				5.83
1秒3顆	4						0.67
正常	7.5	21	25	27.2	30.5	28.7	23.32

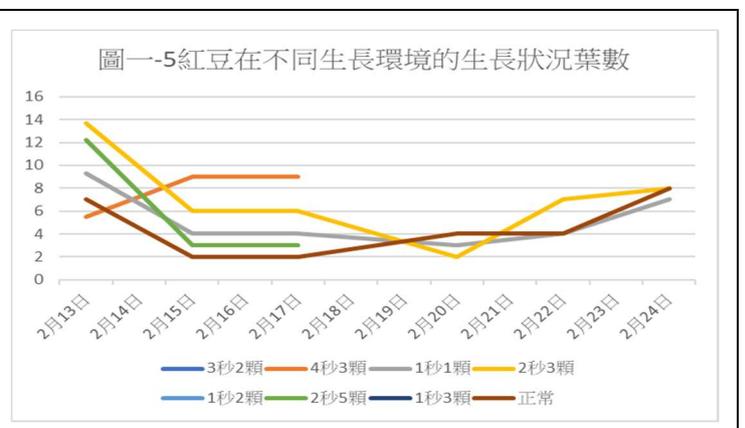


表一-4豌豆在不同生長環境的生長高度(cm)							
環境/日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
3秒2顆	9.5						1.58
4秒3顆	7.5	24	19.5				8.5
1秒1顆	10	24.5	23.5	15.5	16.9	16.9	17.88
2秒3顆	10.8	22	17.5	17.3	14.9	15.2	16.28
1秒2顆	6.3	10.1	11.1				4.58
2秒5顆	6.75	18	18.3				7.18
1秒3顆	6.5						1.08
正常	12	27	23.7	20.2	19.7	22.8	20.9

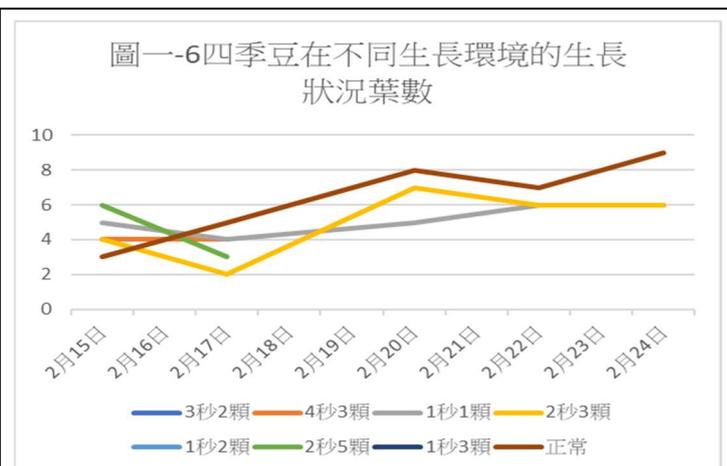


五、陸生植物葉數如下：

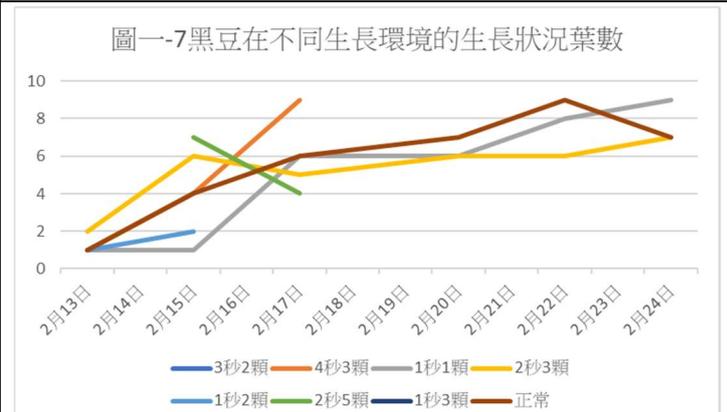
表一-5紅豆在不同生長環境的生長狀況葉數							
環境/日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
3秒2顆	6.7						1.12
4秒3顆	5.5	9	9				3.92
1秒1顆	9.3	4	4	3	4	7	5.22
2秒3顆	13.7	6	6	2	7	8	7.12
1秒2顆	13.3						2.22
2秒5顆	12.25	3	3				3.04
1秒3顆	9.3						1.55
正常	7	2	2	4	4	8	4.5



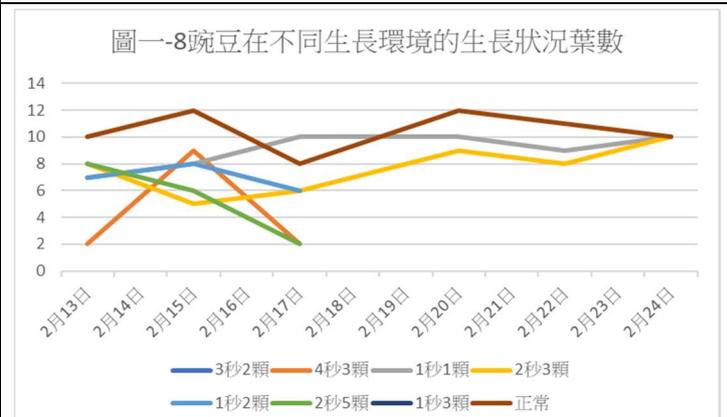
表一-6四季豆在不同生長環境的生長狀況葉數						
環境/日期	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
3秒2顆						0
4秒3顆	4	4				1.33
1秒1顆	5	4	5	6	6	4.33
2秒3顆	4	2	7	6	6	4.17
1秒2顆						0
2秒5顆	6	3				1.5
1秒3顆						0
正常	3	5	8	7	9	5.33



表一-7黑豆在不同生長環境的生長狀況葉數							
環境/日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
3秒2顆	1						0.17
4秒3顆	1	4	9				2.33
1秒1顆	1	1	6	6	8	9	5.17
2秒3顆	2	6	5	6	6	7	5.33
1秒2顆	1	2					0.5
2秒5顆		7	4				1.83
1秒3顆	1						0.17
正常	1	4	6	7	9	7	5.67



表一-8豌豆在不同生長環境的生長狀況葉數							
環境/日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
3秒2顆	9						1.5
4秒3顆	2	9	2				2.17
1秒1顆	7	8	10	10	9	10	9
2秒3顆	8	5	6	9	8	10	7.67
1秒2顆	7	8	6				3.5
2秒5顆	8	6	2				2.67
1秒3顆	4						0.67
正常	10	12	8	12	11	10	10.5



六、實驗結果討論

(一) 上表當中，除了表一-2 和表一-5 是在二氧化碳濃度 2 秒 3 顆生長高度最高，其餘的都是在二氧化碳濃度正常環境下生長高度最高。

(二) 根據表一-1~8，除了二氧化碳濃度 1 秒 1 顆、2 秒 3 顆和正常濃度外，其餘的植物在實驗期相繼枯死(在表格中以灰色方塊呈現)，因此平均高度

才會較低。

(三) 根據表一-1~8，正常濃度最適合植物生長，其次是二氧化碳濃度 1 秒 1 顆、1 秒 3 顆最不合適。生長高度及平均葉數排列順序為：

正常>1 秒 1 顆>2 秒 3 顆>4 秒 3 顆>2 秒 5 顆>1 秒 2 顆>3 秒 2 顆>1 秒 3 顆。

研究目的二 比較並探討不同陸生植物在相同環境的生長速度

一、實驗說明：

(一) 將不同的陸生植物放在相同二氧化碳濃度的寶特瓶裡，觀察其生長速度，並加以探討不同陸生植物在相同二氧化碳濃度下的生長狀況，並藉此了解哪一種濃度的二氧化碳能讓植物長得更快。

(二) 大部分的植物在實驗結束前就已經死了，在表格中我們以灰色表示。

二、實驗步驟：

(一) 先在一般環境中種植紅豆、碗豆、四季豆和黑豆等四種冬季生長的豆類，靜待其發芽。

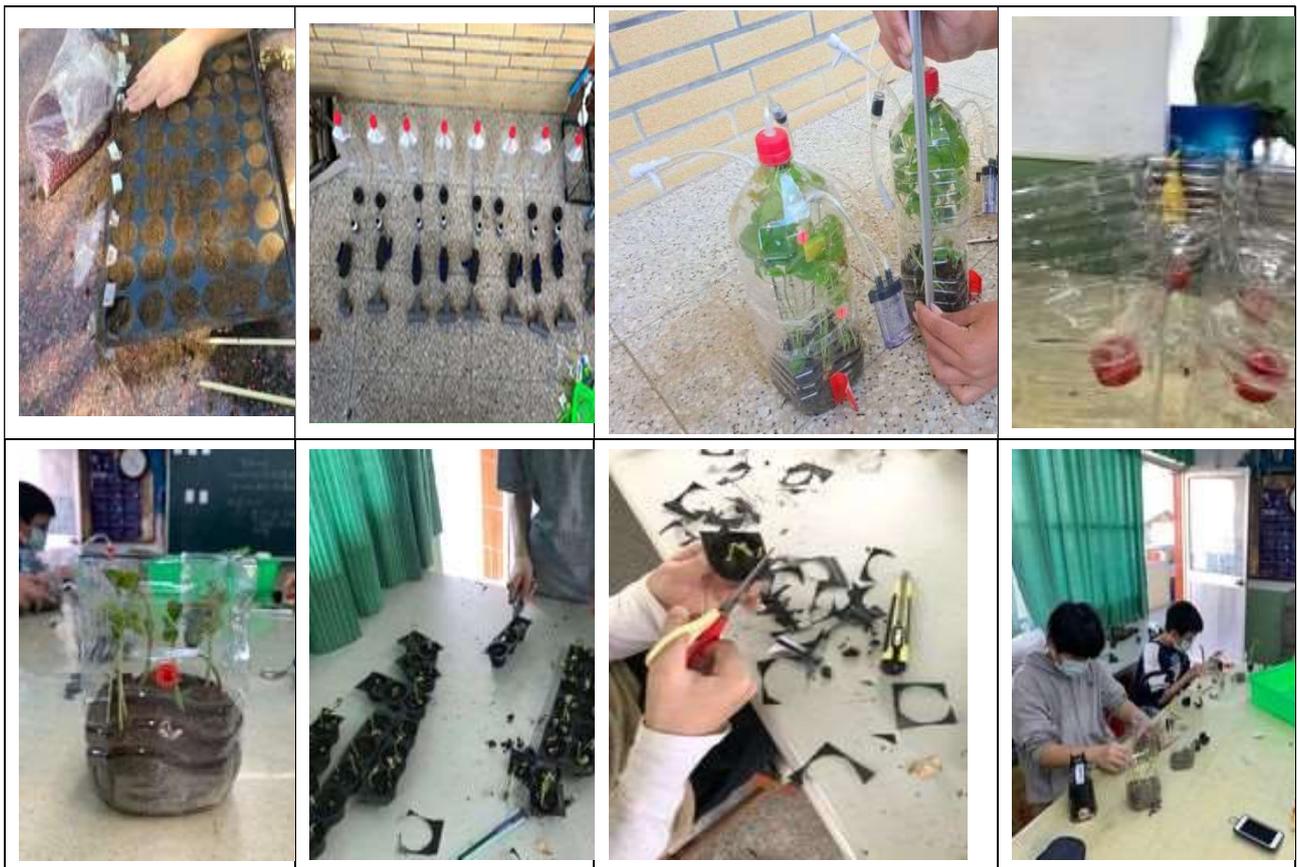
(二) 將已發芽且狀態雷同的豆類植物移植到切開的寶特瓶裡並將寶特瓶密封起來。

(三) 裝上澆水和灌入二氧化碳的管線，以及空氣調節閥。

(四) 定期在不同寶特瓶裡澆水並灌入不同濃度的二氧化碳，之後定期測量和紀錄種豆類植物的高度和葉數。

(五) 將不同豆類植物在相同環境的生長情形做成表格並討論。

三、實驗相片：

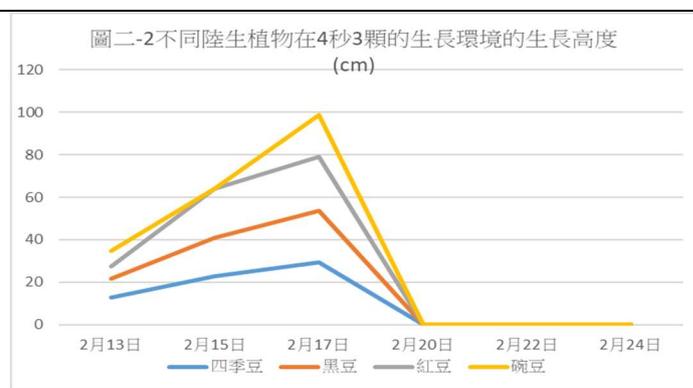


四、實驗表格：

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
四季豆	13						2.17
黑豆	6.5						1.08
紅豆	6.7						1.12
碗豆	9.5						1.58



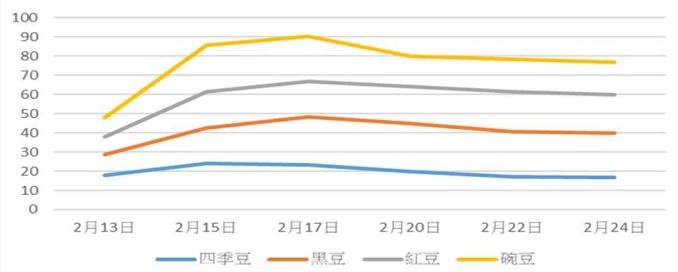
植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
四季豆	13	23	29.5				3.64
黑豆	8.8	18	24				2.82
紅豆	5.5	23	25.7				3.01
碗豆	7.5	9	19.5				2.00



表二-3 不同陸生植物在1秒1顆的生長環境的生長高度(cm)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
四季豆	17.9	24.2	23.4	20	17.1	16.7	3.31
黑豆	10.7	18.2	25	25	23.4	23	3.48
紅豆	9.3	19	18.3	19.3	21.1	20.2	2.98
碗豆	10	24.5	23.5	15.5	16.9	16.9	2.98

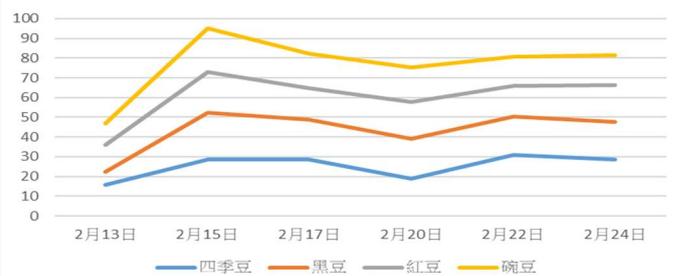
圖二-3 不同陸生植物在1秒1顆的生長環境的生長高度 (cm)



表二-4 不同陸生植物在2秒3顆的生長環境的生長高度(cm)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
四季豆	15.8	28.5	28.4	18.9	31	28.5	4.20
黑豆	6.4	24	20.4	20	19.4	19	3.03
紅豆	13.7	20.5	16.1	19	15.5	18.9	2.88
碗豆	10.8	22	17.5	17.3	14.9	15.2	2.71

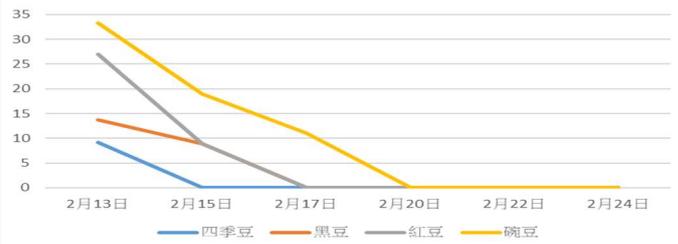
圖二-4 不同陸生植物在2秒3顆的生長環境的生長高度 (cm)



表二-5 不同陸生植物在1秒2顆的生長環境的生長高度(cm)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
四季豆	9.2						1.53
黑豆	4.5	8.9					1.12
紅豆	13.3						2.22
碗豆	6.3	10	11.1				1.52

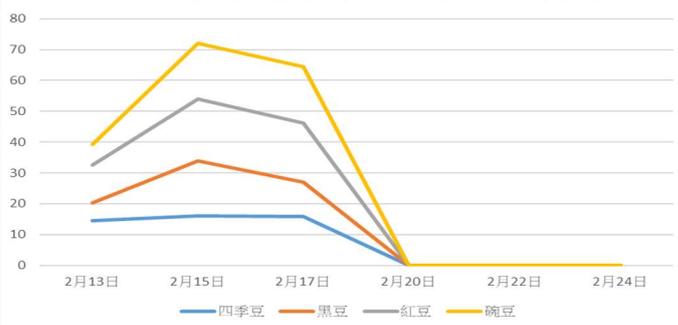
圖二-5 不同陸生植物在1秒2顆的生長環境的生長高度 (cm)



表二-6 不同陸生植物在2秒5顆的生長環境的生長高度(cm)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
四季豆	14.5	16	15.8				2.57
黑豆	5.75	18	11.2				1.94
紅豆	12.25	20	19.1				2.85
碗豆	6.75	18	18.3				2.39

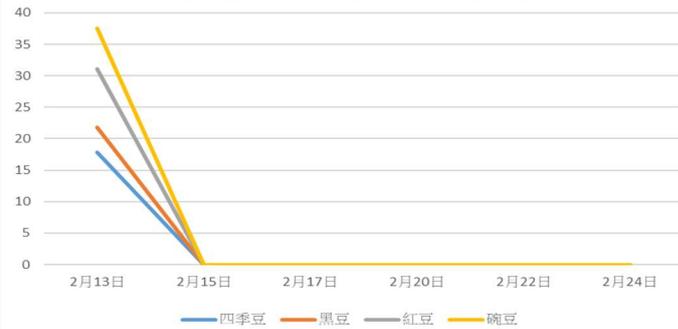
圖二-6 不同陸生植物在2秒5顆的生長環境的生長高度(cm)



表二-7 不同陸生植物在1秒3顆的生長環境的生長高度(cm)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
四季豆	17.8						2.97
黑豆	4						0.67
紅豆	9.3						1.55
碗豆	6.5						1.08

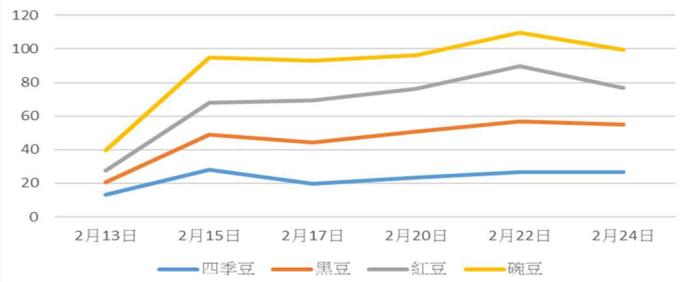
圖二-7 不同陸生植物在1秒3顆的生長環境的生長高度(cm)



表二-8 不同陸生植物在正常的生長環境的生長高度(cm)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
四季豆	13	28	19.5	23.4	26.5	26.5	3.80
黑豆	7.5	21	25	27.2	30.5	28.7	3.89
紅豆	7	19	24.8	25.6	32.8	21.7	3.64
碗豆	12	27	23.7	20.2	19.7	22.8	3.48

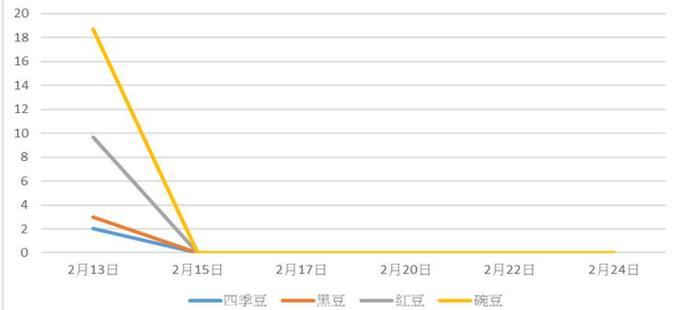
圖二-8 不同陸生植物在正常的生長環境的生長高度 (cm)



表二-9 不同陸生植物的葉數在3秒2顆的生長環境的生長數量(片)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
四季豆	2						0.33
黑豆	1						0.17
紅豆	6.7						1.12
碗豆	9.0						1.50

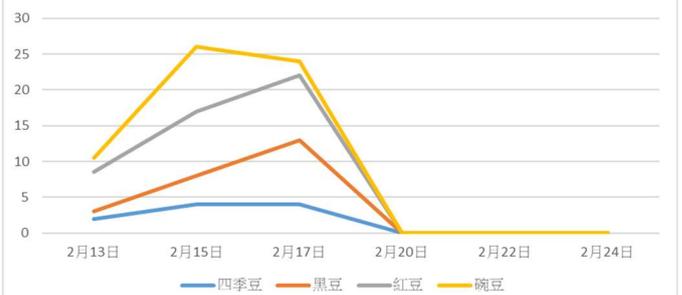
圖二-9 不同陸生植物的葉數在3秒2顆的生長環境的生長數量(片)



表二-10 不同陸生植物的葉數在4秒3顆的生長環境的生長數量(片)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
四季豆	2	4	4				0.56
黑豆	1	4	9				0.78
紅豆	5.5	9	9				1.31
碗豆	2.0	9	2				0.72

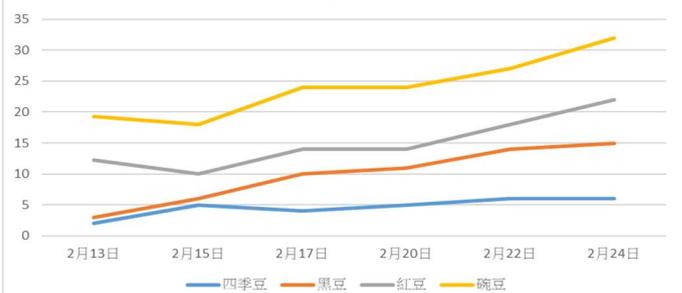
圖二-10 不同陸生植物的葉數在4秒3顆的生長環境的生長數量 (片)



表二-11 不同陸生植物的葉數在1秒1顆的生長環境的生長數量(片)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
四季豆	2	5	4	5	6	6	0.78
黑豆	1	1	6	6	8	9	0.86
紅豆	9.3	4	4	3	4	7	0.87
碗豆	7.0	8	10	10	9	10	1.50

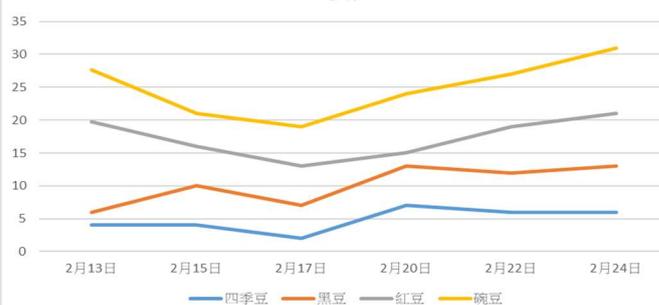
圖二-11 不同陸生植物的葉數在1秒1顆的生長環境的生長數量 (片)



表二-12 不同陸生植物的葉數在2秒3顆的生長環境的生長數量(片)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
四季豆	4	4	2	7	6	6	0.81
黑豆	2	6	5	6	6	7	0.89
紅豆	13.7	6	6	2	7	8	1.19
碗豆	8.0	5	6	9	8	10	1.28

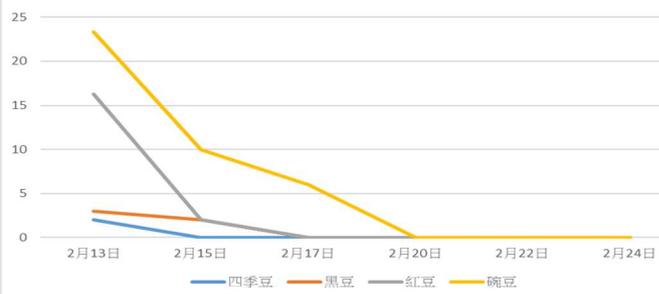
圖二-12 不同陸生植物的葉數在2秒3顆的生長環境的生長數量(片)



表二-13 不同陸生植物的葉數在1秒2顆的生長環境的生長數量(片)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
四季豆	2						0.33
黑豆	1	2					0.25
紅豆	13.3						2.22
碗豆	7.0	8	6				1.17

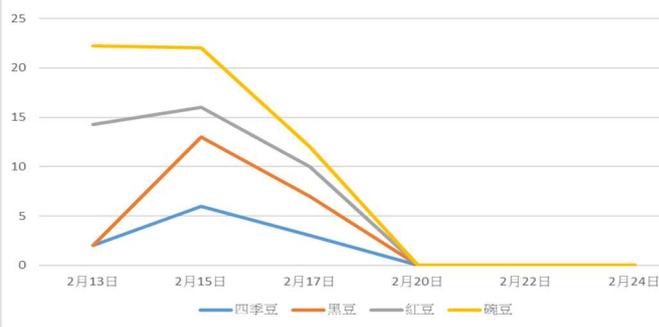
圖二-13 不同陸生植物的葉數在1秒2顆的生長環境的生長數量(片)



表二-14 不同陸生植物的葉數在2秒5顆的生長環境的生長數量(片)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
四季豆	2	6	3				0.61
黑豆	0	7	4				0.61
紅豆	12.25	3	3				1.01
碗豆	8.0	6	2				0.89

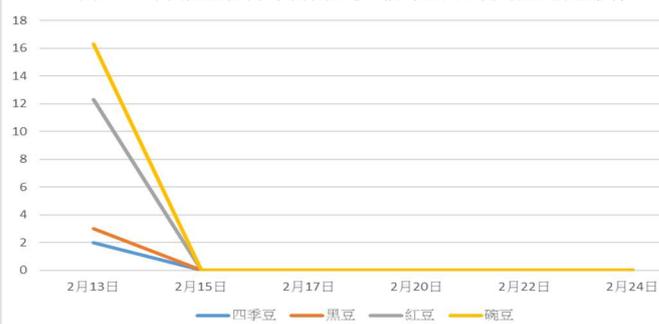
圖二-14 不同陸生植物的葉數在2秒5顆的生長環境的生長數量(片)



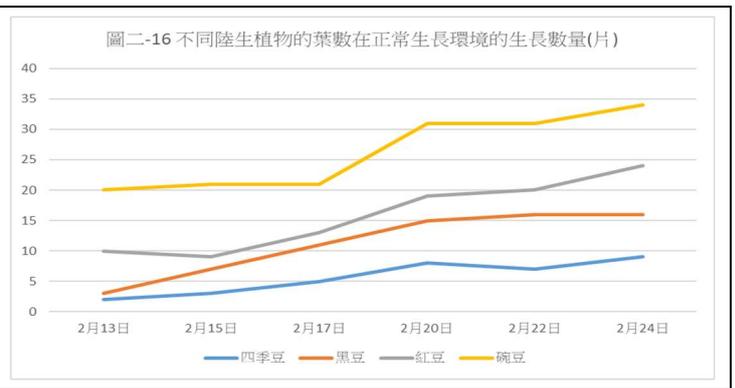
表二-15 不同陸生植物的葉數在1秒3顆的生長環境的生長數量(片)

植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
四季豆	2						0.33
黑豆	1						0.17
紅豆	9.3						1.55
碗豆	4.0						0.67

圖二-15 不同陸生植物的葉數在1秒3顆的生長環境的生長數量(片)



植物日期	2月13日	2月15日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均葉數
四季豆	2	3	5	8	7	9	0.94
黑豆	1	4	6	7	9	7	0.94
紅豆	7	2	2	4	4	8	0.75
豌豆	10.0	12	8	12	11	10	1.75



五、實驗結果與討論

(一) 實驗前推測植物在二氧化碳濃度越高的環境下會長得更快，但實驗過後

整理相關數據發現，除了推測植物在3秒2顆的環境下二氧化碳濃度可能太低導致植物死了，其他濃度比2秒3顆還高的環境中，沒有一棵植物是活到最後實驗結束的，推測可能是因為二氧化碳濃度太高導致其死亡。

(二) 經實驗後發現，除了2秒3顆的環境下四季豆長得比較快，其他的三種豆類植物在正常的環境中生長的較佳，3秒2顆及1秒3顆的環境最差。

(三) 根據表圖植物在以下環境中由生長得快到慢排列：

正常 > 1秒1顆 > 2秒3顆 > 4秒3顆 > 2秒5顆 > 1秒2顆 > 3秒2顆 > 1秒3顆。

(四) 根據表圖其中有完整資料的正常、1秒1顆及2秒3顆的環境中，植物的平均高度由高到矮分別如下：

1秒1顆：黑豆 > 四季豆 > 紅豆 > 豌豆

2秒3顆：四季豆 > 黑豆 > 紅豆 > 豌豆

正常：黑豆 > 四季豆 > 紅豆 > 豌豆

(五) 其中有完整資料的正常、1 秒 1 顆及 2 秒 3 顆的環境中，植物的平均葉數由多到少分別如下：

1 秒 1 顆：豌豆 > 紅豆 > 黑豆 > 四季豆

2 秒 3 顆：豌豆 > 紅豆 > 黑豆 > 四季豆

正常：豌豆 > 四季豆 = 黑豆 > 紅豆

(六) 由(五)得知，黑豆的平均高度比其他的還高，生長的最好；豌豆的平均高度則比其他的還低，生長的最差。

(七) 由(六)得知豌豆的平均葉數比其他的還高；四季豆的平均葉數最低。

(一) 根據研究目的二，我們得知二氧化碳濃度多寡其實對植物並沒有太大的影響，在此次的實驗中，我們發現，植物在正常的生長環境中長的最好，除了 1 秒 1 顆和 2 秒 3 顆以外，其他的都死了，推測可能是因為每一種植物需要的二氧化碳的量是固定的，二氧化碳的多寡並無特別益處。

(二) 其次，推測可能是日照不夠充足，因為我們此次的實驗地點不是在太陽下，而是在普通的屋簷下，植物又被包覆在一層寶特瓶裡，可能隔絕了一些日光，導致多數陸生植物死亡。

(三) 建議如果下次想再進行此實驗，可把植物放置在日照充足的地方，晚上時也可把日光燈放在植物旁，這樣不管是早上還是晚上，植物都可行光合作用，實驗結果也能更準確。

研究目的三 比較並探討相同水生植物在不同生長環境的生長速度

除了探討並比較不同二氧化碳的濃度對水生植物產生的影響外，更進一步了解不同的二氧化碳濃度對水生植物產生的影響是否與陸生植物相同。

我們的水生植物有：金魚藻、水蘊草、浮萍

一、實驗說明(用條列方式)：

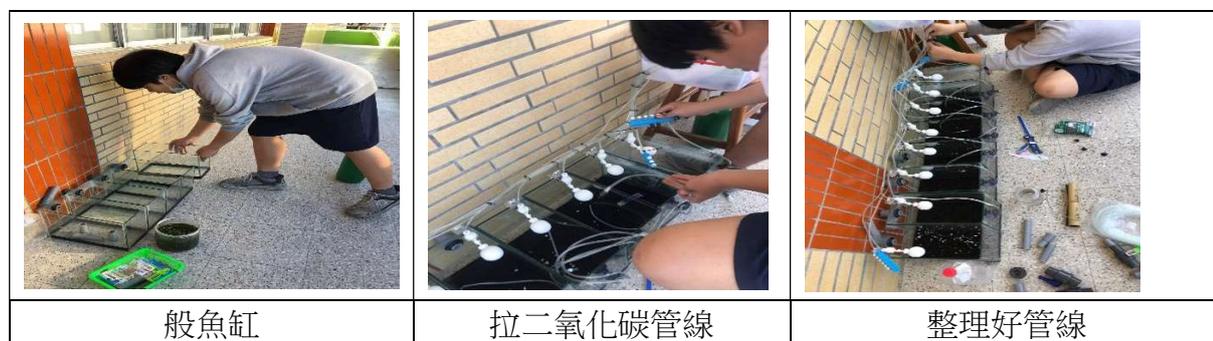
不同濃度的二氧化碳對水生植物生長速度的影響，用計泡器的顆數來計算濃度，用有打二氧化碳的水生植物和沒打二氧化碳的水生植物來做對比，因要比較，為了保持控制變因，所以我們水生植物的容器同樣使用同尺寸的透魚缸，因為水會蒸發，所以有用補水器來維持每個魚缸都是在相同水位。

二、實驗步驟：

(一) 每二天測量一次植物高度和浮萍數量

(二) 測量結束後依生長高度做出排

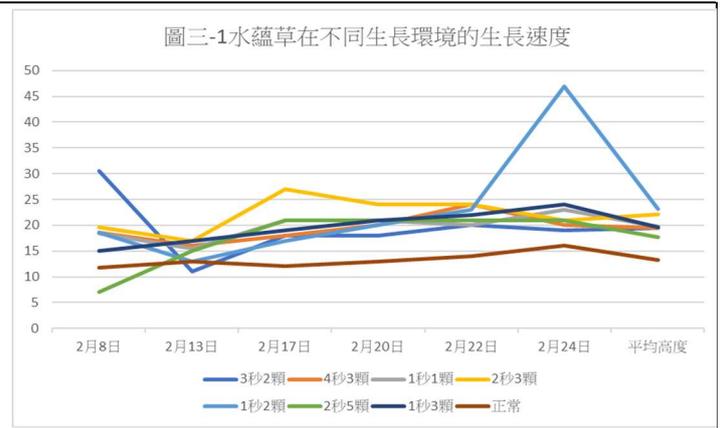
實驗相片：



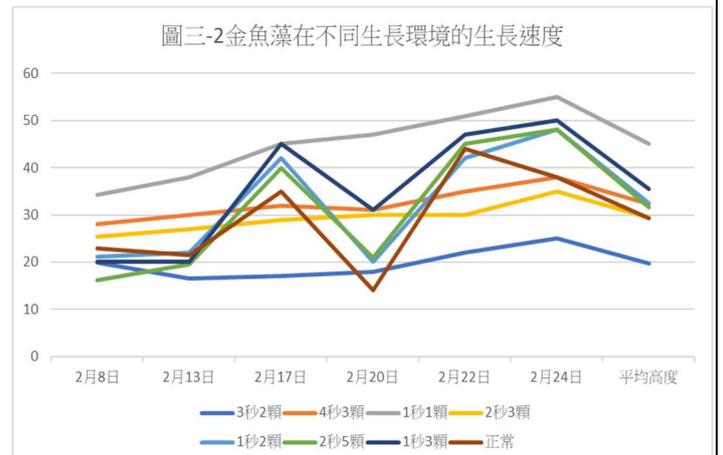


四、實驗數據整理如下：

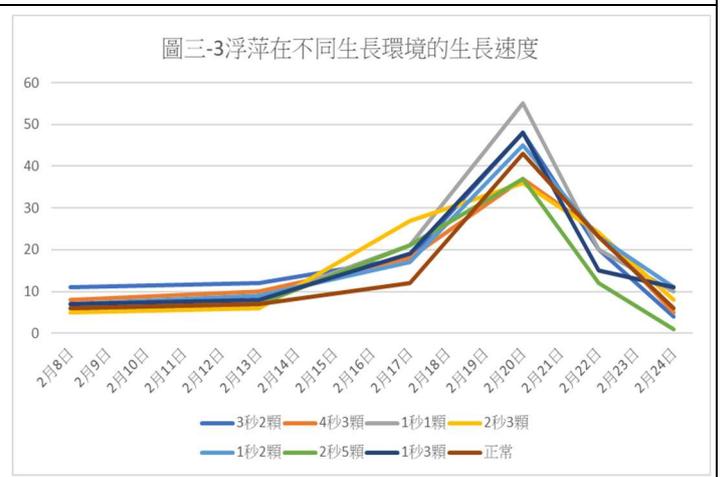
環境/日期	2月8日	2月13日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
3秒2顆	30.5	11	18	18	20	19	19.42
4秒3顆	18.5	16	18	20	24	20	19.42
1秒1顆	18.4	15.5	21	21	20	23	19.82
2秒3顆	19.55	17	27	24	24	21	22.09
1秒2顆	18.5	13	17	20	23	47	23.08
2秒5顆	7	15	21	21	21	21	17.67
1秒3顆	15	17	19	21	22	24	19.67
正常	11.75	13	12	13	14	16	13.29



環境/日期	2月8日	2月13日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
3秒2顆	19.9	16.5	17	18	22	25	19.73
4秒3顆	28	30	32	31	35	38	32.33
1秒1顆	34.2	38	45	47	51	55	45.03
2秒3顆	25.4	27	29	30	30	35	29.40
1秒2顆	21.1	22	42	20	42	48	32.52
2秒5顆	16.1	19.5	40	21	45	48	31.60
1秒3顆	20	20	45	31	47	50	35.50
正常	23	21.5	35	14	44	38	29.25



環境/日期	2月8日	2月13日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均高度
3秒2顆	11	12	18	48	20	4	18.83
4秒3顆	8	10	18	37	24	5	17
1秒1顆	6	8	21	55	20	10	20
2秒3顆	5	6	27	36	24	8	17.67
1秒2顆	7	9	17	45	23	11	18.67
2秒5顆	6	7	21	37	12	1	14
1秒3顆	7	8	19	48	15	11	18
正常	6	7	12	43	23	6	16.17



五、實驗結果討論：

(一)相同環境之下，不同種水生植物生長速度排序：

1. 二氧化碳 3 秒 2 顆，生長速度排序：金魚藻 > 水蘊草 > 浮萍。
2. 二氧化碳 4 秒 3 顆，生長速度排序：金魚藻 > 水蘊草 > 浮萍
3. 二氧化碳 1 秒 1 顆，生長速度排序：金魚藻 > 浮萍 > 水蘊草
- 4 二氧化碳 2 秒 3 顆，生長速度排序：金魚藻 > 水蘊草 > 浮萍
- 5 二氧化碳 1 秒 2 顆，生長速度排序：金魚藻 > 水蘊草 > 浮萍
- 6 二氧化碳 2 秒 5 顆，生長速度排序：金魚藻 > 水蘊草 > 浮萍
- 7 二氧化碳 1 秒 3 顆，生長速度排序：金魚藻 > 水蘊草 > 浮萍
- 8 正常生長，生長速度排序：金魚藻 > 浮萍 > 水蘊草

(二)不同環境之下，同一種水生植物生長速度排序：

金魚藻：1 秒 1 顆 > 1 秒 3 顆 > 1 秒 2 顆 > 4 秒 3 顆 > 2 秒 5 顆 > 2 秒 3 顆 > 正常 > 3 秒 2 顆

水蘊草：1 秒 2 顆 > 2 秒 3 顆 > 1 秒 3 顆 > 1 秒 1 顆 > 3 秒 2 顆 > 4 秒 3 顆 > 2 秒 5 顆 > 正常

浮萍：1 秒 1 顆 > 3 秒 2 顆 > 1 秒 2 顆 > 1 秒 3 顆 > 2 秒 3 顆 > 4 秒 3 顆 > 正常 > 2 秒 5 顆

(1) 水生植物在不同環境下的生速度，以金魚藻及水蘊草的表現較佳，浮萍的生速度最差。

(2) 水生植在相同環境下的生長速度，以二氧化碳量 1 秒 1 顆的表現較佳，

自然生長的表現最差。

研究目的四 比較並探討不同生長環境(控制二氧化碳來營造)的 pH 值及 EC 值對植物生長之影響

一、 實驗說明:

(一) 土壤 EC 值，是測量土壤水溶性鹽的指標，土壤 EC 過高或過低都會阻礙作物的生長。

(二) 土壤 pH，以衡量土壤酸鹼反應的強弱，對土壤肥料及植物生長影響很大

(三)綜合以上兩點，因此我們想藉由測量 pH 值和 EC 值來幫助探討不同生長環境對植物生長的影響

(四)實驗前預測濃度越高，植物的生長速度會越快，Ph 值和 EC 值會越高。

(五)Ec 和 pH 的標準

EC 值	<p>EC 值標準：</p> <p>EC 值$<200\mu\text{S}/\text{cm}$，對大部分作物生長均無不良影響(陸生)</p> <p>EC 值 $200-400\mu\text{S}/\text{cm}$ 時極敏感作物生長會受影響(陸生)</p> <p>EC 值 $400-800\mu\text{S}/\text{cm}$ 則中度敏感作物會受影響(陸生)</p>
------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>EC 值 800-1200μS/cm 則中度耐鹽作物生長也會受影響(陸生)</p> <p>EC 值>1200μS/cm 則連高度耐鹽的作物都會受影響(陸生) EC 值 400-500μS/cm，對大部分作物生長均無不良影響(水生)</p>
pH 值	<p>2.5~9 間，屬正常範圍</p> <p>低於 2.5 或高於 9.0 的情況下都難以生長</p>

二、 實驗步驟:

- (一)取出 5 公克的土，加入 25ml 的水，攪拌溶解。
- (二)把 pH 筆和 EC 筆放入攪拌好的燒杯中進行檢測
- (三)重複以上動作，測出每瓶的 ph 值和 EC 值
- (四)每隔 2 天測一次，算出平均值

三、 實驗照片:

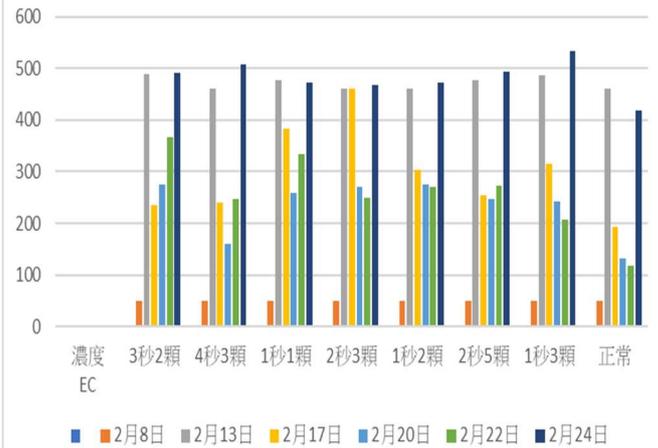
		
取出土壤	測量 pH 值	測量 EC 值

四、測量數據如下

表四-1 不同生長環境對陸生植物的EC值狀況

日期 濃度 EC	2月8日	2月13日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均EC值
	3秒2類	49	490	236	276	368	
4秒3類	49	460	240	160	248	508	277.5
1秒1類	49	478	384	258	334	472	329.17
2秒3類	49	462	462	270	250	468	326.83
1秒2類	49	462	304	276	270	472	305.5
2秒5類	49	478	254	248	272	494	299.17
1秒3類	49	486	316	242	208	534	305.83
正常	49	460	194	132	118	418	228.5

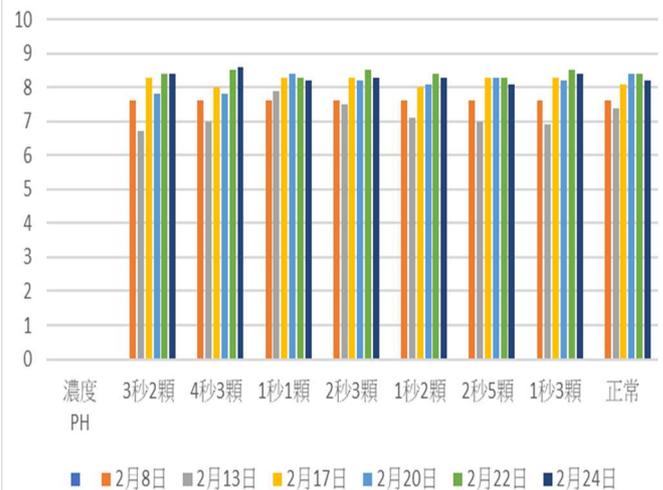
圖四-1 不同生長環境對陸生植物的EC值狀況



表四-2 不同生長環境對陸生植物的PH值狀況

日期 濃度 PH	2月8日	2月13日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均PH值
	3秒2類	7.6	6.7	8.3	7.8	8.4	
4秒3類	7.6	7	8	7.8	8.5	8.6	7.92
1秒1類	7.6	7.9	8.3	8.4	8.3	8.2	8.12
2秒3類	7.6	7.5	8.3	8.2	8.5	8.3	8.07
1秒2類	7.6	7.1	8	8.1	8.4	8.3	7.92
2秒5類	7.6	7	8.3	8.3	8.3	8.1	7.93
1秒3類	7.6	6.9	8.3	8.2	8.5	8.4	7.98
正常	7.6	7.4	8.1	8.4	8.4	8.2	8.02

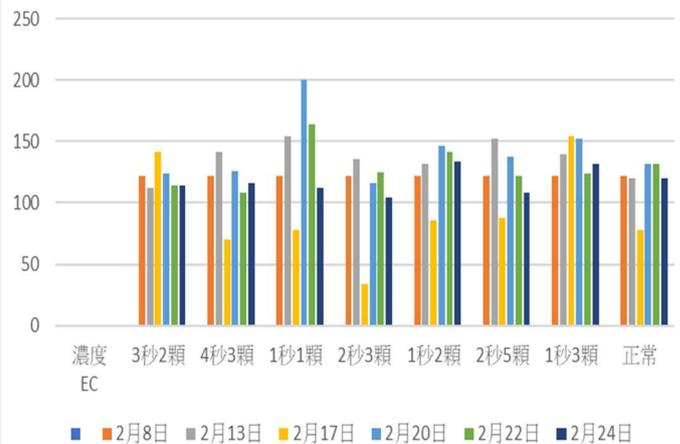
圖四-2 不同生長環境對陸生植物的PH值狀況



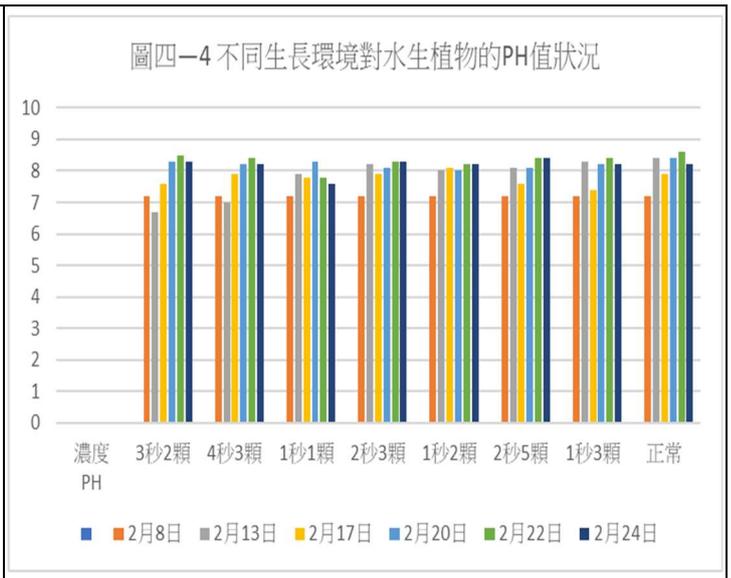
表四-3 不同生長環境對水生植物的EC值狀況

日期 濃度 EC	2月8日	2月13日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均EC值
	3秒2類	122	112	142	124	114	
4秒3類	122	142	70	126	108	116	114
1秒1類	122	154	78	200	164	112	138.33
2秒3類	122	136	34	116	125	104	106.17
1秒2類	122	132	86	146	142	134	127
2秒5類	122	152	88	138	122	108	121.67
1秒3類	122	140	154	152	124	132	137.33
正常	122	120	78	132	132	120	117.33

圖四-3 不同生長環境對水生植物的EC值狀況



日期 濃度 PH	2月8日	2月13日	2月17日	2月20日	2月22日	2月24日	平均PH
3秒2顆	7.2	6.7	7.6	8.3	8.5	8.3	7.77
4秒3顆	7.2	7	7.9	8.2	8.4	8.2	7.82
1秒1顆	7.2	7.9	7.8	8.3	7.8	7.6	7.77
2秒3顆	7.2	8.2	7.9	8.1	8.3	8.3	8
1秒2顆	7.2	8	8.1	8	8.2	8.2	7.95
2秒5顆	7.2	8.1	7.6	8.1	8.4	8.4	7.97
1秒3顆	7.2	8.3	7.4	8.2	8.4	8.2	7.95
正常	7.2	8.4	7.9	8.4	8.6	8.2	8.12



五、實驗結果討論：

(一)陸生植物的 EC 值比較，根據表四-1:1 秒 1 顆>2 秒 3 顆>3 秒 2 顆>1 秒 3 顆>1 秒 2 顆>2 秒 5 顆>4 秒 3 顆>二氧化碳濃度正常

(二)水生植物的 EC 值比較，根據表四-3: 1 秒 1 顆>1 秒 3 顆>2 秒 5 顆>1 秒 2 顆>3 秒 2 顆>正常>4 秒 3 顆>2 秒 3 顆

(三)陸生植物的 pH 值比較，根據表四-2: 1 秒 1 顆>2 秒 3 顆>二氧化碳濃度正常>1 秒 3 顆>2 秒 5 顆>1 秒 2 顆=4 秒 3 顆>3 秒 2 顆。

(四)水生植物的 pH 值比較：二氧化碳濃度正常>2 秒 3 顆>2 秒 5 顆>1 秒 2 顆=1 秒 3 顆>4 秒 3 顆>4 秒 3 顆=3 秒 2 顆。

(五) 根據表陸生植物在以下環境中由生長快到慢排列:二氧化碳濃度正常 > 1 秒 1 顆 > 2 秒 3 顆 > 4 秒 3 顆 > 2 秒 5 顆 > 1 秒 2 顆 > 3 秒 2 顆 > 1 秒 3 顆

(六)不同環境之下，同一種水生植物生長速度排序:

金魚藻：1 秒 1 顆>1 秒 3 顆>1 秒 2 顆>4 秒 3 顆 > 2 秒 5 顆 > 2 秒 3 顆 >二
氧化碳濃度正常> 3 秒 2 顆

水蘊草：1 秒 2 顆>2 秒 3 顆>1 秒 3 顆>1 秒 1 顆>3 秒 2 顆>4 秒 3 顆>2 秒 5 顆>
二氧化碳濃度正常

六、根據上述結果討論：

1、陸生植物的 EC 值，濃度 1 秒 1 顆的數值最高，(生長速度位居第二)，濃度
二氧化碳濃度正常的數值最低，(生長速度位居第一)。

2、陸生植物的 Ph 值，濃度 1 秒 1 顆的數值最高並且生長(生長速度位居第
二)，濃度 3 秒 2 顆的數值最低(生長速度位居第七)。

3、水生植物的 EC 值，濃度 1 秒 1 顆的數值最高，濃度 2 秒 3 顆的數值最低。

4、水生植物的 Ph 值，濃度二氧化碳濃度正常的數值最高，濃度 1 秒 3 顆的數
值最低。

5、由表四-1 及表一-1 綜合比較得知，紅豆的 EC 值在 385 μ S/cm 生長速度最
好。(屬於在敏感作物生長會受影響的 EC 值範圍內)

6、由表四-1 及表一-2 綜合比較得知，四季豆的 EC 值在 460 μ S/cm 生長速度最
好。(屬於中度敏感作物會受影響的 EC 值範圍內)

7、由表四-1 及表一-3 綜合比較得知，黑豆的 EC 值在 460 μ S/cm 生長速度最
好。(屬於中度敏感作物會受影響的 EC 值範圍內)

8、由表四-1 及表一-4 綜合比較得知，豌豆的 EC 值在 $460\mu\text{S}/\text{cm}$ 生長速度最好。(屬於中度敏感作物會受影響的 EC 值範圍內)

陸、研究結論與建議

- (一) 根據研究目的一，此次實驗紅豆、黑豆及豌豆在正常的環境下綜合生長最佳，唯獨四季豆在 2 秒 3 顆的環境下生長最佳，綜合四種豆類，二氧化碳濃度正常的環境最適合植物生長。
- (二) 根據研究目的一，推測是因為四季豆需要的二氧化碳量跟其他豆類不同，因為它能在二氧化碳濃度 2 秒 3 顆生長最佳，表示它行光合作用很快，它有可能就是對全球暖化有幫助的豆類。
- (三) 我們一開始預測有注入二氧化碳的植物會生長的較好，但根據研究目的一，在二氧化碳濃度正常環境下植物生長的最好，推測因為植物需要二氧化碳的量是一定的，太多或太少的二氧化碳濃度在本次實驗中並無太大影響。
- (四) 我們把植物放置在陰影處，幾乎曬不到陽光。建議往後之研究應把植物放置在陽光充足的地方，能更明確知道到底多少二氧化碳的量最適合植物生長。
- (五) 根據研究目的三水生植在相同環境下的生長速度，以二氧化碳量 1 秒 1 顆的表現較。佳浮萍有些有減少，推測是因位於魚缸中為了防止蚊蟲孳生的孔雀魚沒餵飼料所以孔雀魚吃掉了一些浮萍。
- (六) 這次實驗歷經了 3 週的時間，可是不論是水生植物或是陸生植物其 pH 值

都無太大的變化，都維持在 7 至 8 之間，並無低於 2.5 或高於 9.0，因為植物日照不多，導致光合作用時間較短，所以 pH 值維持在中性。

(七) 由表四-2 和四-4 可得知，二氧化碳的多寡對其土壤和水的 pH 值沒有太大的關係。

(八) 根據表四-1 這次實驗可得知，陸生植物的 EC 值在 2 月 13 日的數值相比其他天我們測量的數值都還來的高，推測是因為一開始的二氧化碳顆數沒有控制得很好導致 EC 值偏高。

(九) 根據表四-3 可知，水生植物的 EC 從實驗開始到最後都一直偏低，推測是因為魚缸內的土壤較少，水量過多，導致 EC 值普遍偏低；建議往後類似實驗需考慮土壤及水量的分配比例。

柒、參考資料

1. VITO 雜誌報導。「小綠葉大營養，浮萍將成為太空食品，供宇航員的基本生活」，取自 <https://vitomag.com/science/wmirp.html>

2. 王子僑、吳昭儀、鄭湖瀚、林怡瑄，「藻」也「破」息--二氧化碳濃度對浮游藻類生存之影響

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/high/031716.pdf>

3. 陳培思、張心怡、蕭志平、姜柏全，氧生有道—自然課本水蘊草行光合作用的探討

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/33/pdf/33s/152.pdf>

4. EC 值的範圍

<https://www.tari.gov.tw/faq/index1.asp?Parser=27,5,30,,,3735,86>

5. Ph 值的範圍 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/77333763>