

微藻固碳可視化物理教具

參賽者：許宸豪、吳宗恩、陳昀凱、張勃翊

簡介

● 研究動機

● 研究目的

● 理論原理

● 實驗裝置

● 實驗結果

● 誤差

● 結論

動機

氣候變遷與碳排放問題日益嚴重

對應聯合國永續發展目標
(SDGs) 第11點永續城鄉以及
第13點的氣候行動

教育現場缺乏具體的永續實作教材

國際案例顯示微藻應用潛力高

研究目的

建立可重複實作的藻類培養系統

Establish a reproducible algae cultivation system

觀測不同環境變因對藻類生長的影响

Observing the effects of different environmental variables on algal growth

結合物理與化學原理進行跨領域教學

Interdisciplinary teaching combining physical and chemical principles

量化碳吸收與轉化能力

Quantifying carbon absorption and conversion capabilities

建立校園型永續示範場域

Establish a campus-based sustainable demonstration site

實驗探討

不同距離下的光強對於藻類的影響，光抑制的展現，與光合作用下的鹼化反應

藻類生長情況探討及固碳效果

實驗設計

初始濃度 (2 水準)

深 (高初濃度)

淺 (低初濃度)

光距離 / 光強 (3 水準)

近 : 5 cm , 40.08 mW cm⁻²

中 : 25 cm , 34.32 mW cm⁻²

遠 : 50 cm , 14.84 mW cm⁻²

樣品命名 = 初始濃度 (深/淺) + 光距 (近/中/遠) , 共 6 組。

每半天量測一次各樣品 : 照片 (濃度) 、 pH 、 S.G. (比重) 、 溫度 、 時間。

理論原理

比爾 - 朗伯定律、OD值計算

瞭解光密度與透光率對於藻類吸收的影響

$$A = -\log_{10} \frac{I_t}{I_0} = \log_{10} \frac{1}{T} = K \cdot l \cdot c$$

光抑制模型

使用其在低光抑制下的公式，擬合其光生長、抑制值

$$P = P_s(1 - e^{-\alpha I/P_s})e^{-\beta I/P_s}$$

$$P = \alpha I e^{-\beta I}$$

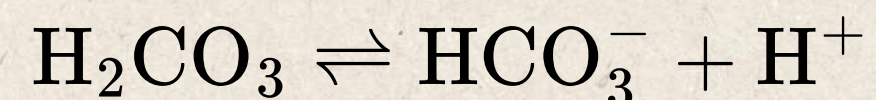
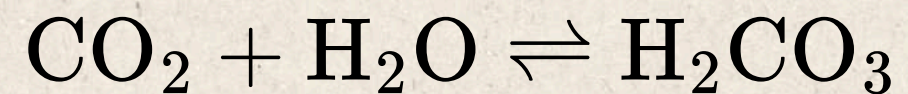
生長速率計算

透過吸光度得出藻類的生長速率

$$\mu = \frac{\ln(\text{OD}_2) - \ln(\text{OD}_1)}{t_2 - t_1}$$

碳酸平衡系統

光合作用在水中的酸鹼平衡反應



實驗裝置



實驗一



營養液

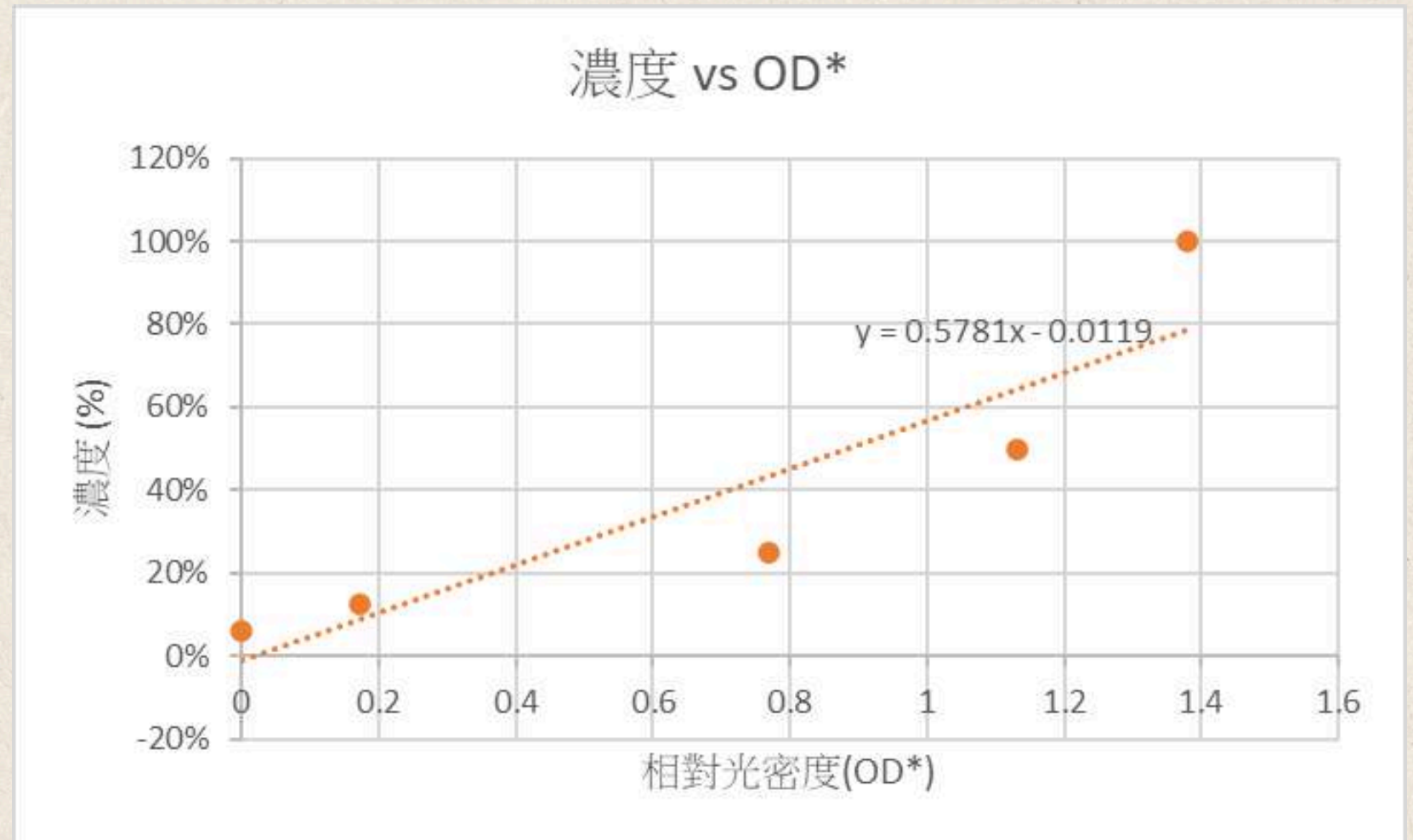


實驗二

實驗結果

固定面積下的濃度與OD推算

面積	平均值 (灰階)	最小值 (灰階)	最大值 (灰階)	稀釋百分比	濃度 (cell/mL)	OD
653228	5.633	3	9	100%	342500	1.378886
653228	9.923	5	14	50.00%	171250	0.173769
653228	22.96	13	33	25%	85625	0.768654
653228	90.335	66	104	12.5%	42812.5	1.132982
653228	134.78	97	155	6.25%	21406.25	0

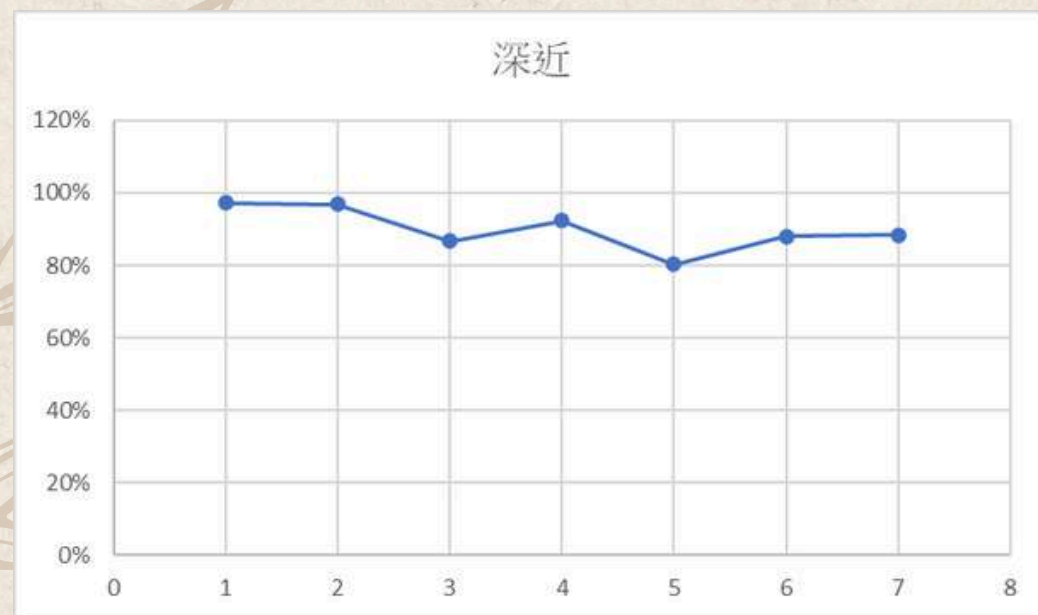


以百分比與OD計算，得到回歸直線，進而得到濃度

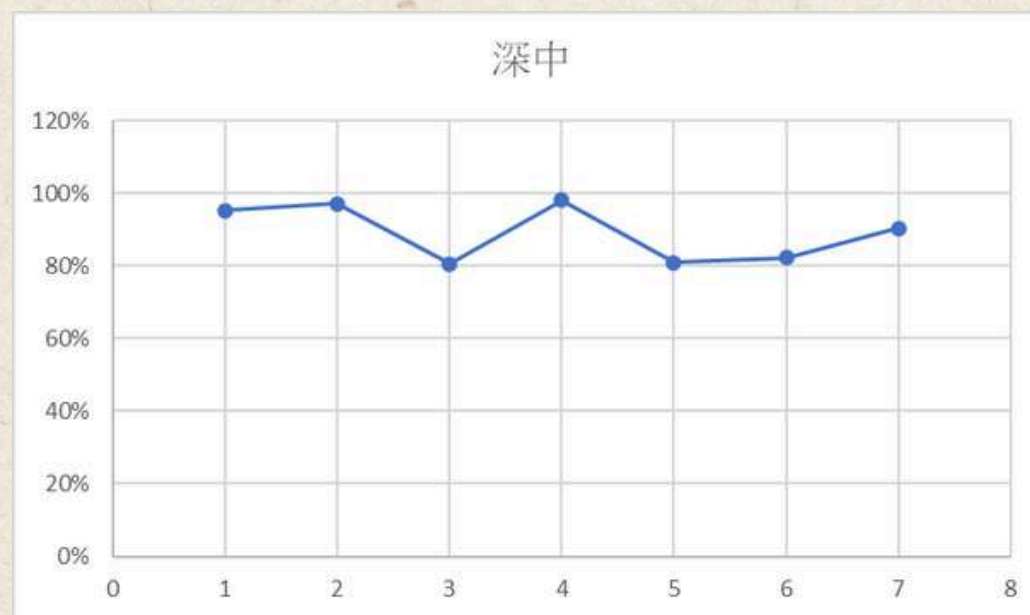
近(光照度) : 40.08mW/cm²
中(光照度) : 34.32mW/cm²
遠(光照度) : 14.84mW/cm²

實驗結果

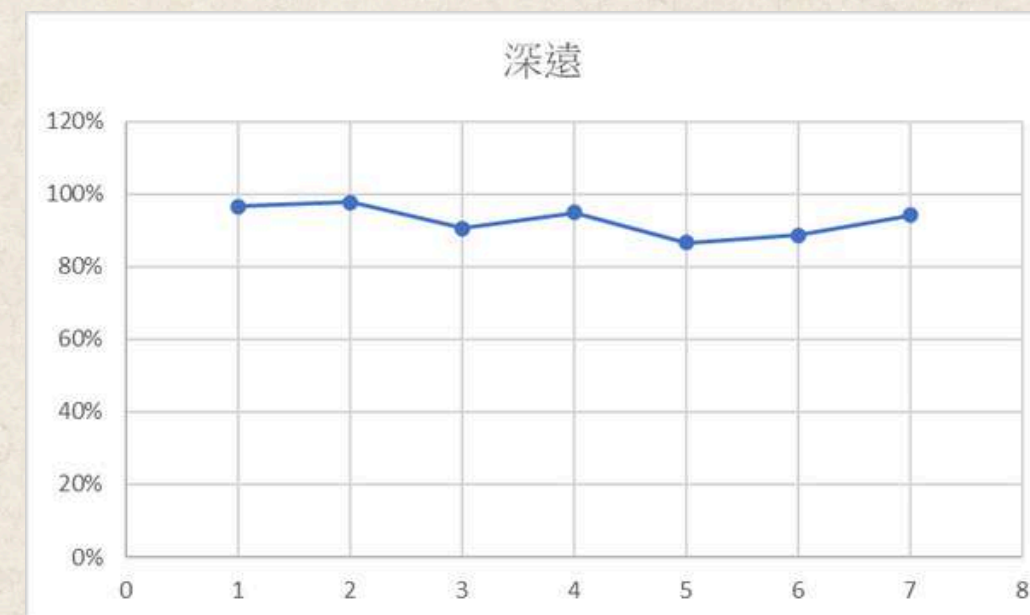
深(濃度) : 96%
淺(濃度) : 60%
近(距離) : 3cm
中(距離) : 25cm
遠(距離) : 50cm



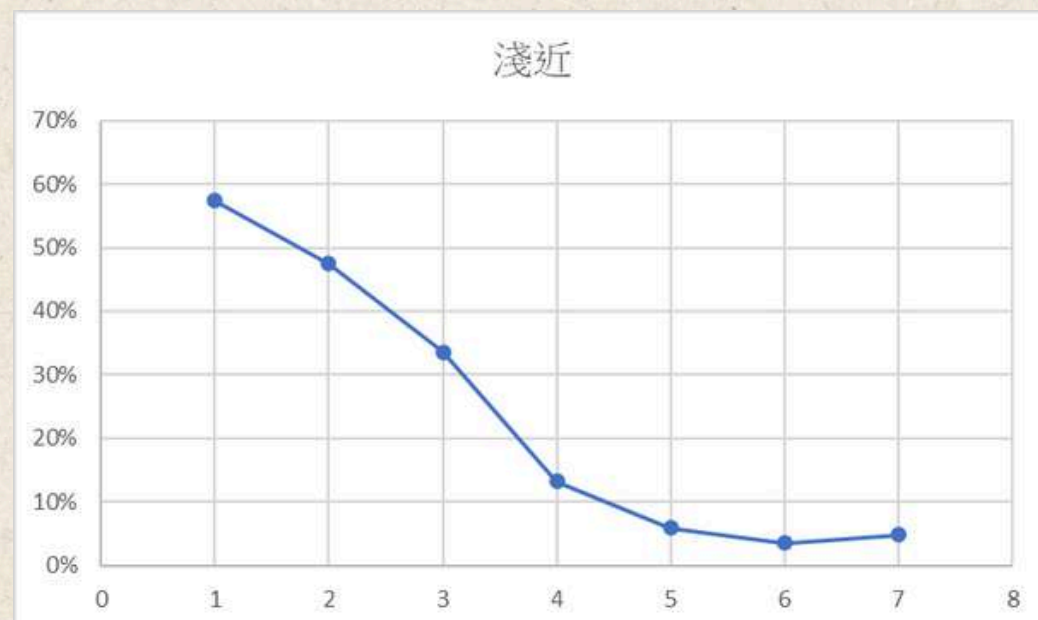
深近



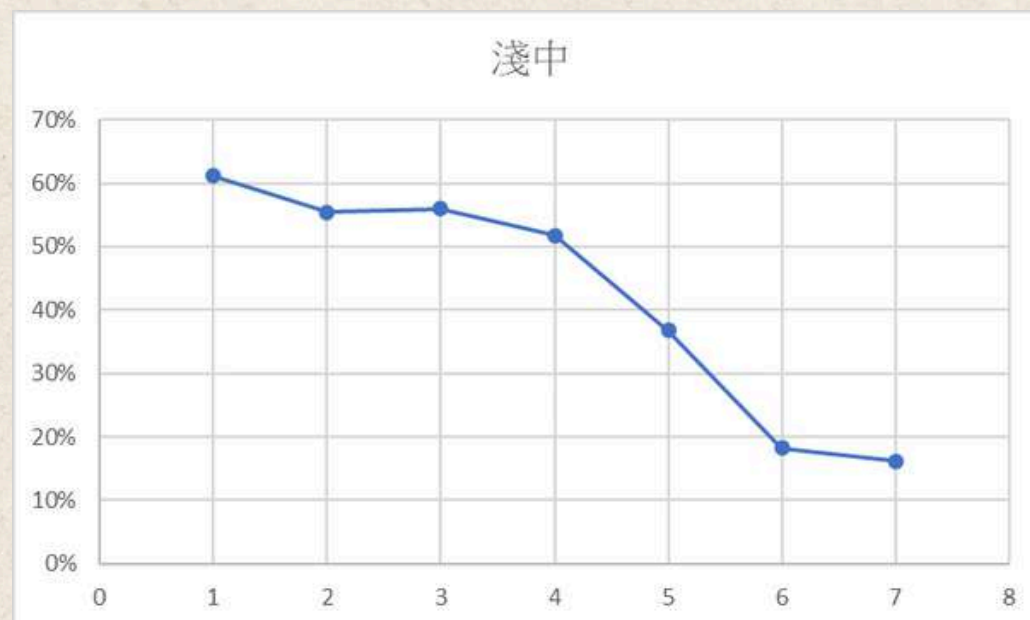
深中



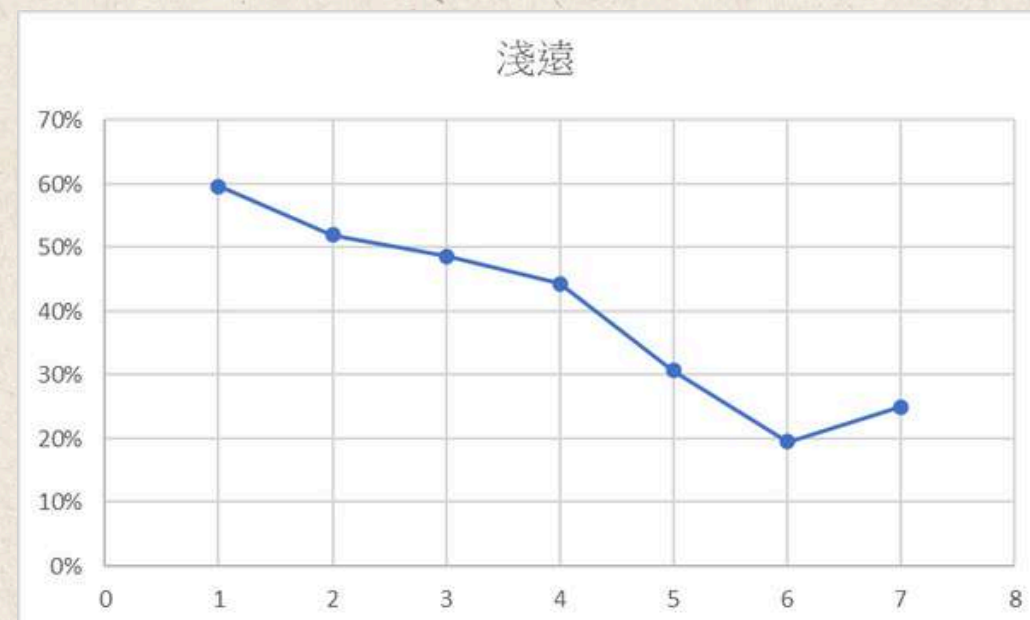
深遠



淺近



淺中

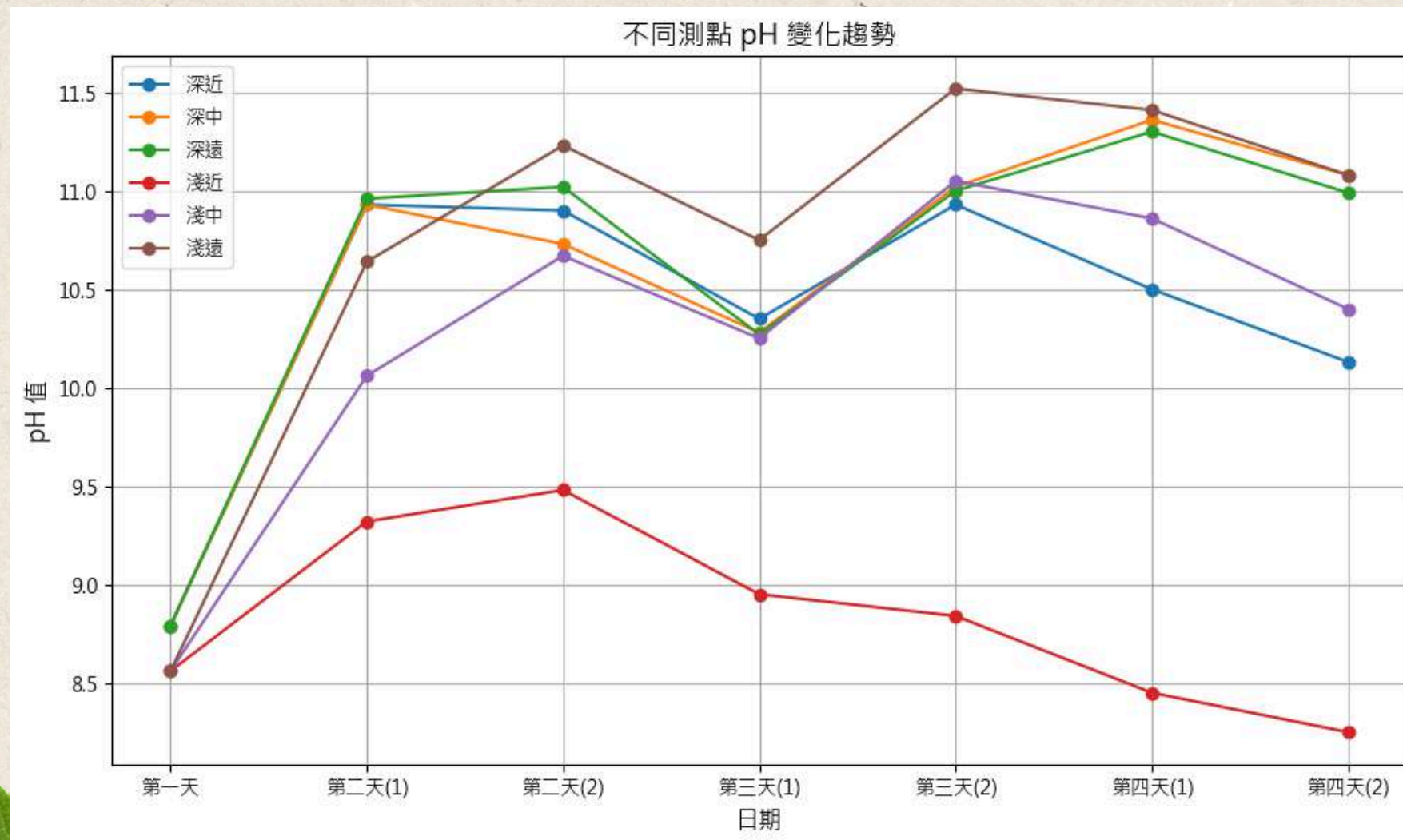


淺遠

實驗結果

PH值-日期：

平均生長速率 μ (hr^{-1}):



淺近：-0.019415

淺中：-0.010109

淺遠：-0.006914

深近：-0.000107

深中：0.000440

深遠：0.000077

實驗結果

其他實驗數值：

光抑制模型下的比例常數跟衰減常數： $\alpha=0.0003$ 、 $\beta=0.02$

比爾-朗伯定律下的莫爾吸收係數： $K=0.31451$ mL/cm cell

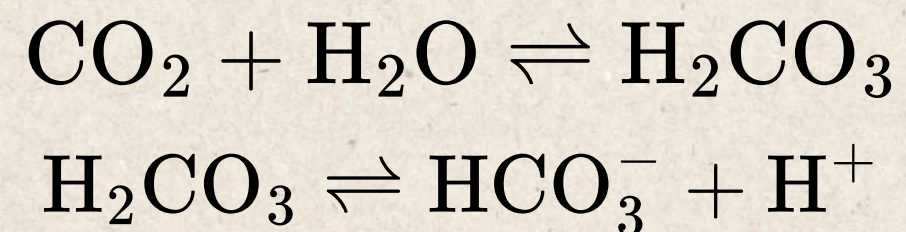
mW/cm² → PPFD：近： $2211 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

中： $1893 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

遠： $819 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

結論

1. 光強影響主導生長速率：近距離高光強雖提高初期光合作用，但長期導致光抑制。
2. 初始濃度影響吸光效率：高濃度樣品可減緩光能過度吸收，形成自我遮蔽保護效應。
3. pH 變化反映碳酸平衡：藻類光合作用消耗 CO_2 ，使 pH 上升，證實碳酸平衡反應的動態轉移。



誤差

來源:

- 拍攝光照不均
- 取樣前沉降
- 操作污染
- 量測誤差
- 校正曲線誤差

改進方法:

- 加擴散板均光，固定位置
- 測前充分搖勻或輕微攪拌
- 保持清潔
- 確保固定的量測標準
- 重複取平均

延展

建立大體積藻類反應 槽監測系統

建立以 pH、溫度、比重、濃度為
主的「快速判讀指標」，
讓培養者能以少量感測訊號推估整
體生長趨勢。

推廣應用與 永續價值

結合太陽能或 LED 模擬自然光的
週期性變化，使系統可全天候運作
並模擬戶外條件。

開發高效率培養 監測與控制策略

進一步可串接自動調光、補氣與攪
拌系統，達成「智慧藻缸」之動態
環境控制。

固碳效果與 實際成效

計算其理論固碳效果，並將裝置投放
置教學場域，檢測其實現固碳功效。

THANK YOU