【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱：以藻類淨化畜牧廢水

一、摘要：

畜牧廢水若隨意排放，對環境會造成危害，原因之一是廢水中含有大量的氮和磷，因此本研究利用五種微藻藻株 SU1、TU5、ESP-6、Tai-03、FSP-E 來淨化畜牧廢水。首先，我們將藻株放入藍綠培養基中，並進行為期一週的觀測，結果顯示 SU1 藻種生長速度最快，因此後續我們選用此藻類進行實驗。接著我們將 SU1 放入不同濃度的廢水中，觀察其在廢水中的氮、磷的去除率、生長曲線和化學需氧量的變化，實驗結果顯示 SU1 皆能使這些數值下降。最後將藻類回收製成液態肥料，用於蔬菜的種植，經過兩週後，有添加藻肥的植物皆能順利的生長。

二、探究題目與動機

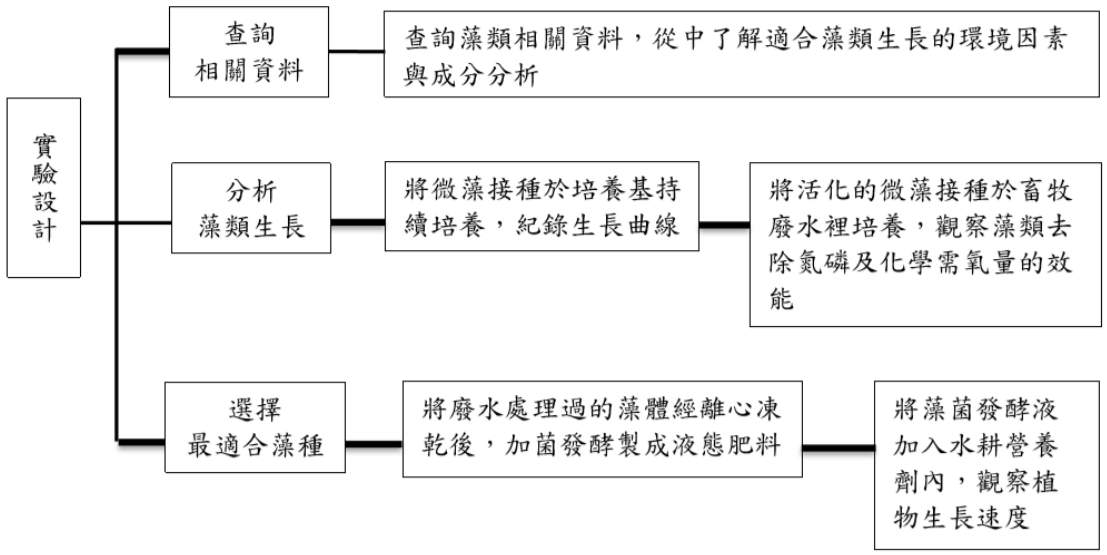
在新聞及報章雜誌上經常會看到畜牧廢水不當排放的議題，雖然有廢水處理的設備，但是廢水汙染的問題仍層出不窮，且處理廢水時添加的化學藥劑也可能危害環境，因此我們想要利用對環境傷害較低的廢水處理法，有效減少廢水中的成分。在經過上網查資料後，我們了解到微藻在生長的同時，會消耗大量的氮和磷，所以我們想要利用藻類的這項能力，對廢水中高濃度的氮、磷以及化學需氧量進行處理；且某些藻類經過回收、處理，製成液態肥料，可用於農作物的施肥，是一舉兩得的做法。

三、探究目的與假設

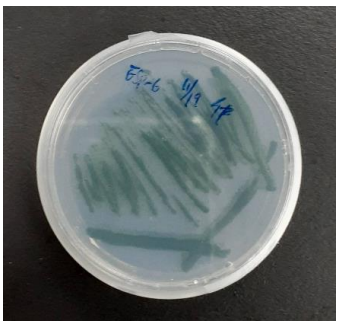
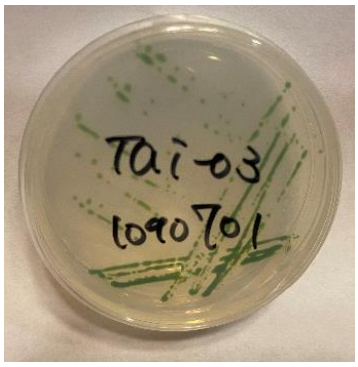
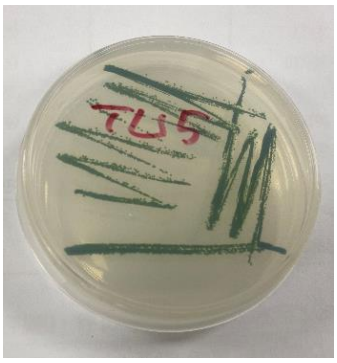
為了證實藻類是否有處理廢水之能力，與後續再利用的價值，故設計以下的探究目的：

1. 研究不同藻類在藍綠培養基中的生長狀況、酸鹼值和氮的去除狀況。
2. 研究 SU1 藻種在不同濃度廢水中的氮、磷去除率、生長曲線和化學需氧量的變化。
3. 將藻類回收並製成肥料，對植物進行種植，並記錄生長前後的差異。

四、探究方法與驗證步驟



1. 藻類選擇

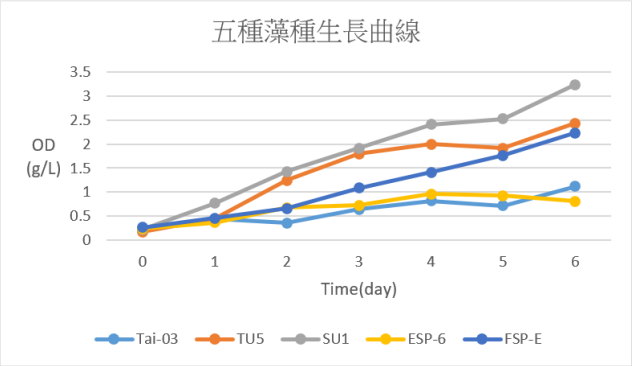
Chlorella sorokiniana SU1	*Chlorella vulgaris* ESP-6	*Chlorella vulgaris* FSP-E
		
Chlamydomonas sp. Tai-03	*Chlorella sorokiniana* TU5	
		

(1) SUI（又名 AK-1）：抵抗力強較能夠適應各種環境。
(2) FSP-E：生長過程中能產生較多的蛋白質。
(3) ESP-6：生長過程中能產生較多的碳水化合物及葡萄糖占 50% 。
(4) Tai-03：特性穩定，最常被當作保養品，是保養品首選。
(5) TU5：生產速率普通，作為對照組。

2. 藻類於藍綠培養基中的生長狀況

首先將五種不同功能的藻種植入藍綠培養基，進行紀錄和觀察其生長曲線的變化(以藻類於培養基中的濃度 OD 表示) 以及培養基中含氮量的遞減變化(總含氮量以 TN 表示)來決定後續實驗要以何種藻種做後續各種條件的實驗測試。

(1) 實驗數據



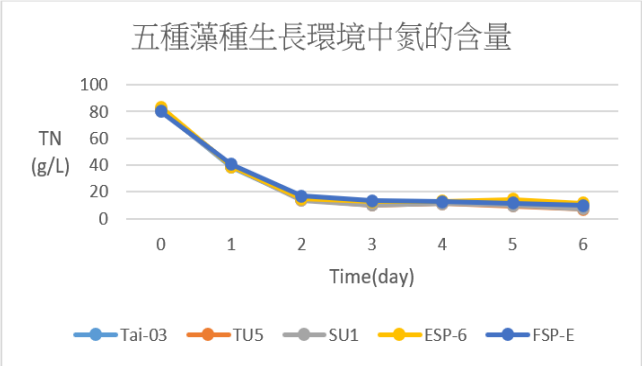


圖 1 ：藻種第一天到第六天濃度變化　　圖 2：藻種生長環境總含氮量變化

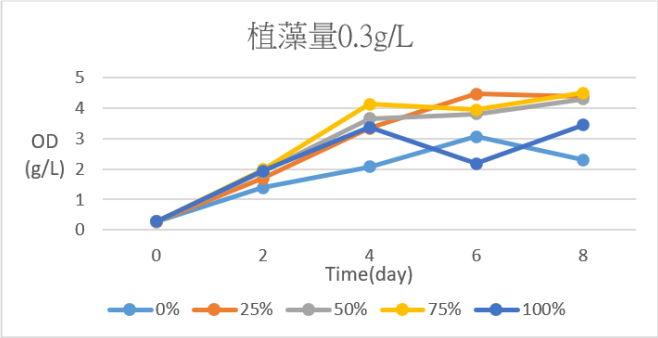
(2) 實驗結果

由圖一得知，五種藻類皆順利成長，又以 SU1 成長的最為迅速；由圖二得知，各種藻類皆可有效降低培養基中的氮，且效果無明顯差別，因此選取 SU1 來進行後續實驗。

3. SU1 在不同植藻量和廢水濃度中的生長狀況

- ♦ 廢水含量重量百分率：0%、25%、50%、75%、100%
- ♦ 植藻量濃度：植藻量 0.3 g/L、植藻量 0.6g/L
- ♦ 時間間隔：兩天

(1) 實驗數據



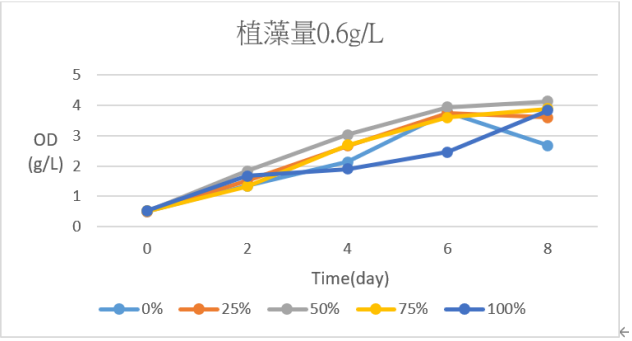


圖 3：生長濃度曲線_植藻量 0.3g/L　　圖 4：生長濃度曲線_植藻量 0.6g/L

(2) 實驗結果

由圖 3、4 的實驗數據，可得知接種量 0.6g/L、廢水濃度 50%的實驗條件培養過程生長的較為良好。

4. SU1 在不同植藻量和廢水濃度中的總氮(TN)、總磷(TP)、化學需氧量(COD)變化

(1) 實驗數據

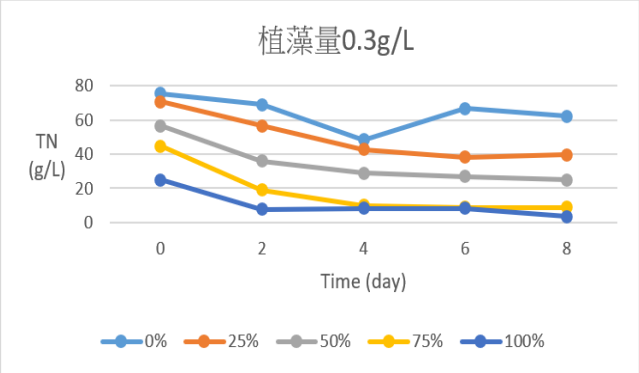


圖 5：總氮曲線_植藻量 0.3g/L

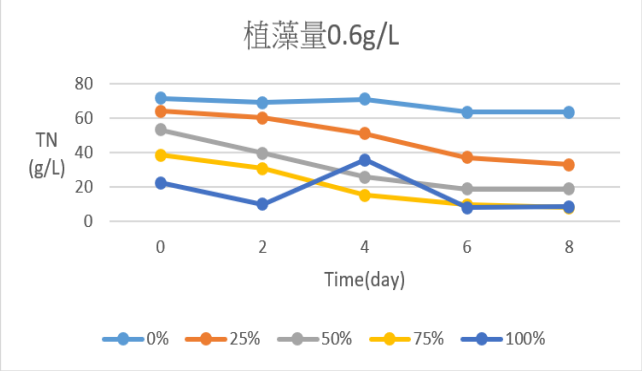


圖 6：總氮曲線_植藻量 0.6g/L

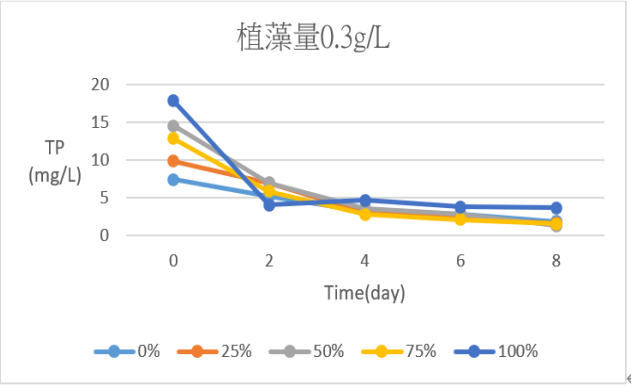


圖 7：總磷曲線_植藻量 0.3g/L

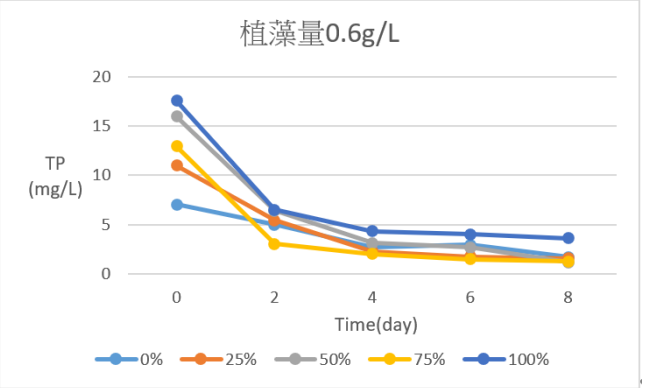


圖 8：總磷曲線_植藻量 0.6g/L

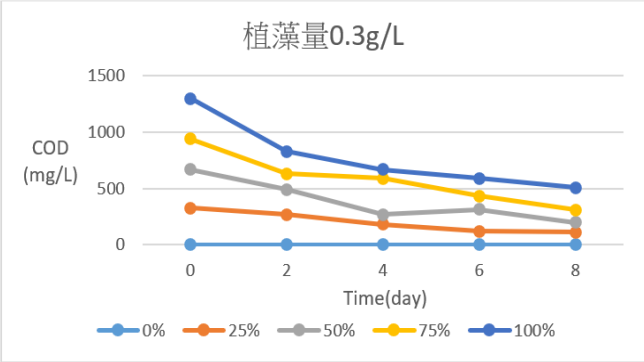


圖 9：化學需氧量曲線_植藻量 0.3g/L

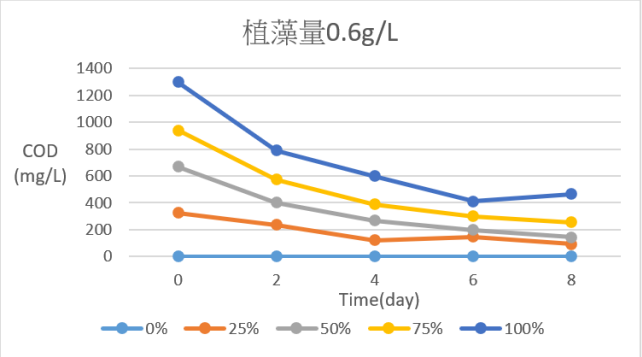


圖 10：化學需氧量曲線_植藻量 0.6g/L

(2) 環境中去除率計算方式

- TN 去除率 = (day0 TN - day8 TN)/day0 TN
- TP 去除率 = (day0 TP - day8 TP)/day0 TP
- COD 去除率 = (day0 COD - day8 COD)/day0 COD

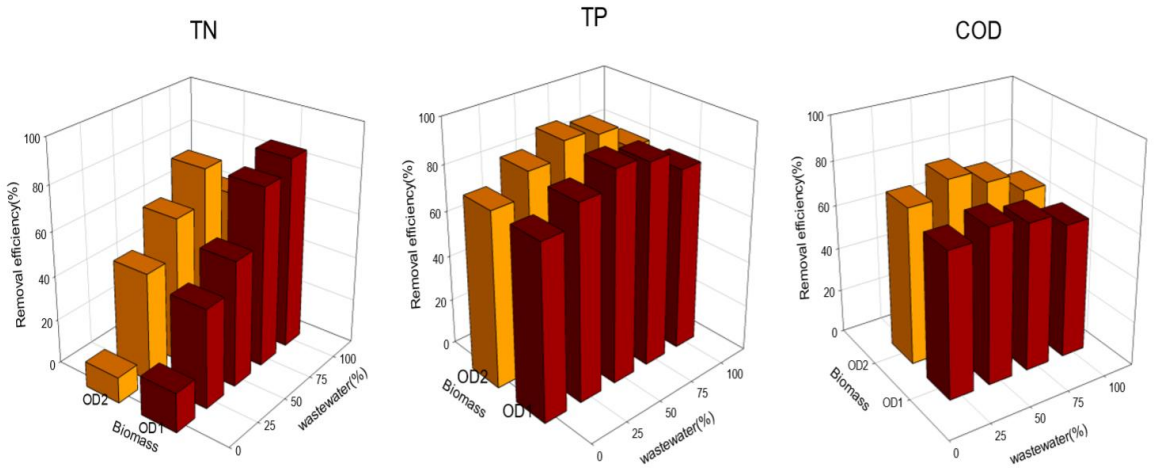


圖 11 ：總氮、總磷、化學需氧量去除率之 3D 立體曲線

(3) 實驗結果

由總氮(TN)、總磷(TP)、化學需氧量(COD)的圖表分析，所有趨勢濃度都是有效往下遞減，證明微藻功能確實能夠有效的將畜牧廢水中的各種有機汙染物，且效果顯著，相信大量生產微藻可更加有效率的淨化廢水。

5. 使用液藻化肥種植的植物生長狀況

將廢水處理過的藻體做循環利用，達成經濟循環的效用，收集累積藻體並和益生菌共發酵，製成液肥加入於營養劑內，利用立柱水耕系統培育水耕植物，生長過程藻菌發酵液肥將透過立柱水耕循環系統二十四小時持續替植物淋根，讓植物根部持續吸收豐富營養。實驗結果發現，相對於未加藻肥的控制組，加入微藻液肥確實有助於水耕植物之快速生長。

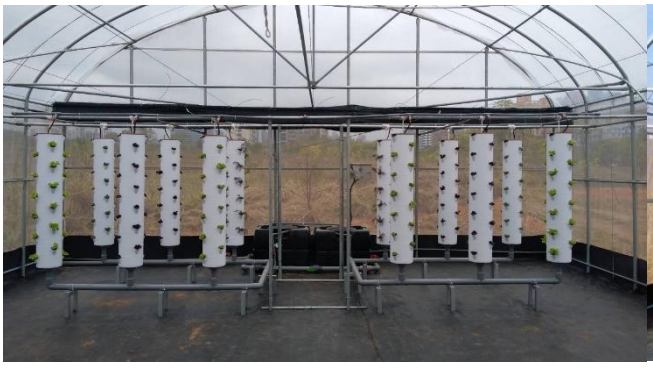


圖 12：立柱水耕植物系統起始植栽

圖 13：立柱水耕植物系統培育兩週

五、結論與生活應用

由本實驗可以得知各種藻類都可以有效去除環境中的氮，當中 SU1 藻種在性化廢水的表現更是突出。本實驗驗證藻類實際應用於廢水處理之可行性，及後續將藻類回收製成肥料的實用性。未來希望能夠利用本研究的藻類技術來淨化更大規模的廢水、以驗證將藻類實際應用於廢水處理之可行性。此外，除了畜牧廢水之外，也應針對不同種類的廢水，如工業廢水、家庭廢水等，進行藻類廢水處理之測試，以提升本技術的廣效性。最後，應針對廢水處理所產生的藻體，進行循環經濟的深入研究，除了作成液態肥料之外，也可將藻類轉化為生質燃料或生物碳(biochar)，做更多樣化及高價值的再利用。

參考資料

1. 黃淑雯(2011)本土微藻產糖能力鑑定與最適化並應用藻糖進行生質酒精之生產 2021/2/5 取自：http://etds.lib.ncku.edu.tw/etdservice/view_metadata?etdun=U0026-0208201115430200
2. 賴昱成(2019)微藻功能性蛋白生產製程優化、鑑定與應用技術 2021/2/10 取自：https://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh?DocID=U0026-1308201916590200
3. Chun-YenChena、En-WeiKuob、DilliraniNagarajanbc、Shih-HsinHod、Cheng-DiDonge、Duu-JongLeec、Jo-ShuChang(2020/12/28) Cultivating Chlorella sorokiniana AK-1 with swine wastewater for simultaneous wastewater treatment and algal biomass production https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852420300833
4. Phoebe(2019/06/28)養豬汙水的新解法：為藻生質能 2021/2/10 取自：https://www.biomassdesk.org/new-solution-of-swine-wastewater-microalgae-biomass/