

以微藻移除塑膠微粒機制之探究

摘要

微藻會與塑膠微粒形成異相團聚，可在低耗能、低碳排放下移除塑膠微粒，且塑膠微粒會刺激微藻釋放胞外聚合物。我們透過研究不同鹽類及濃度的溶液對小球藻與其釋放的胞外聚合物有何影響，以及不同種類塑膠片是否影響移除效果，據此找出移除塑膠微粒效率最高的方法。目前實驗結果發現硫酸銨濃度為0.004%並放入PVC塑膠片的樣品有最高移除效率，在1週後可達約67%，期待能將研究結果應用於實際情境。

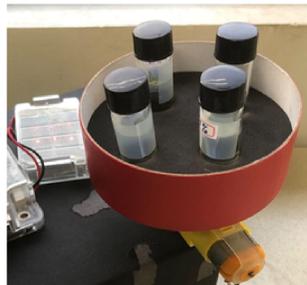
研究目的

1. 探究小球藻與塑膠球團聚狀況及移除方法
2. 改變環境因子：
不同鹽類及濃度高低，對小球藻移除塑膠球效果之影響
3. 不同移除介質的種類，對小球藻移除塑膠球效果之影響
→ 最終目的：找出以小球藻移除塑膠球效率最高的方法

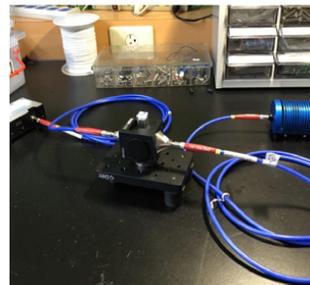
研究器材



共軛焦顯微鏡
(螢光顯微鏡)



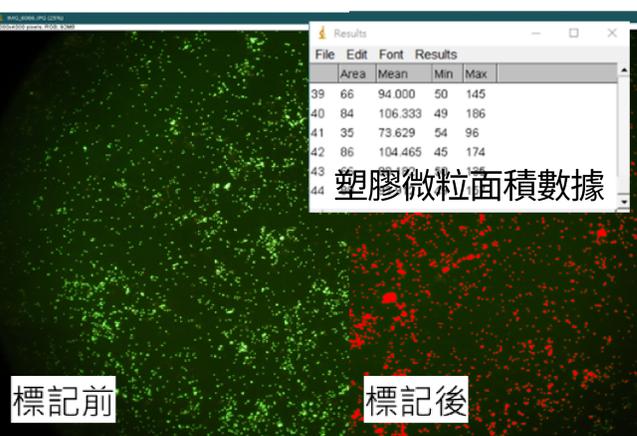
自製自動攪拌器



吸收光譜系統

研究方法

圖像及數據處理方法

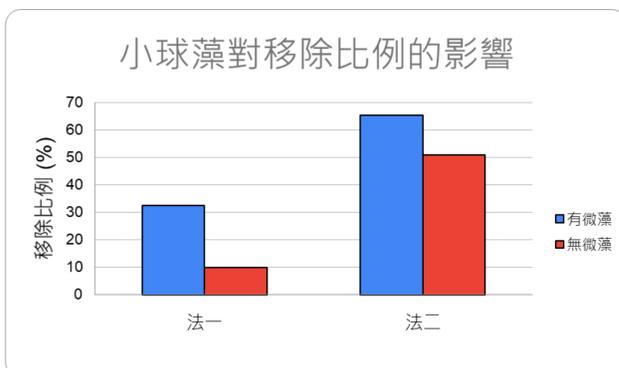


```
while(cin >> n){  
    a = 0;  
    b = 0;          自編程式  
    sum1 = 0;  
    average = 0;  
    double area[n];  
  
    for(int i = 1; i<=n; i++){  
        cin >> area[i];  
        if(area[i] >= 20)  
        {  
            if(area[i] <= 200)  
            {  
                sum1 += area[i];  
                a = a + 1;  
            }  
        }  
    }  
}
```

移除比例計算方法

法一: 用塑膠片上塑膠球計算, 移除率 = $\frac{\text{第n天塑膠片上塑膠球}}{\text{初始塑膠球數量}}$

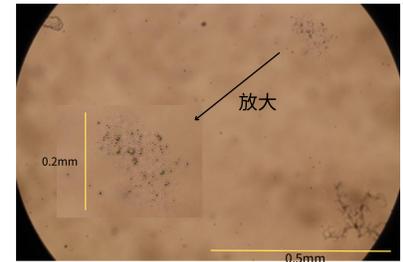
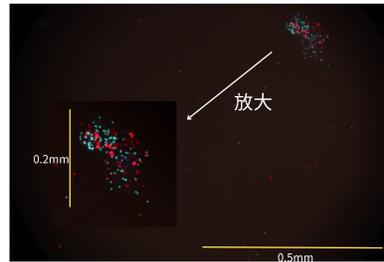
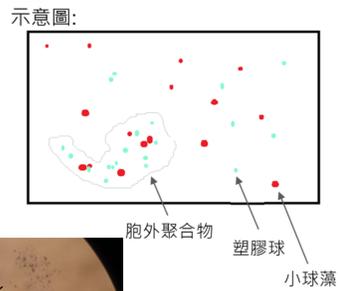
法二: 用溶液中剩餘塑膠球推算, 移除率 = $1 - \frac{\text{第n天溶液中塑膠球}}{\text{初始塑膠球數量}}$



研究結果與討論

觀察小球藻與塑膠球的團聚狀況

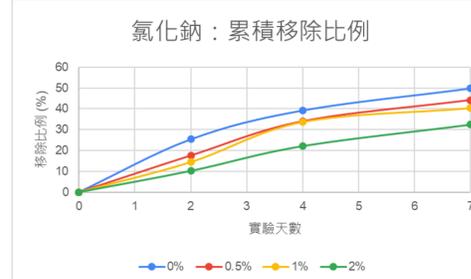
我們先激發小球藻和塑膠球的螢光訊號(左圖), 觀察到大量聚集, 再切換到白光影像(右圖), 發現聚集處確實有胞外聚合物



改變環境因子: 探究不同鹽類及濃度高低, 對小球藻移除塑膠球效果之影響

(一) 氯化鈉:

溫度約為攝氏14-27度; 2%溶液pH=6.5



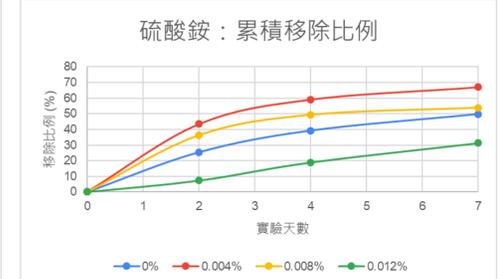
移除比例:

0% > 0.5% > 1% > 2%

加入硫酸銨的樣品移除效果普遍優於加入氯化鈉的樣品。不過所有濃度的樣品在一週後累積移除比例都不超過70%。

(二) 硫酸銨:

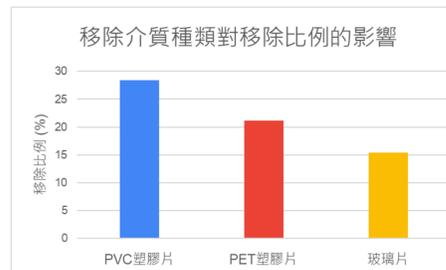
溫度約為攝氏14-27度; 0.012%溶液pH=6.1



移除比例:

0.004% > 0.008% > 0% > 0.012%

探究不同移除介質的種類, 對小球藻移除塑膠球效果之影響



PVC塑膠片移除效果最好, 其次為PET塑膠片, 效果最差的為玻璃片, 而PVC塑膠片移除比例約為玻璃片的兩倍。

結論

- 加入小球藻樣品移除比例約為未加入小球藻樣品的四倍。
- 氯化鈉為淡水小球藻生長的威脅, 移除比例皆低於未加氯化鈉的樣品, 而濃度越高的樣品移除比例越低。硫酸銨為促進小球藻生長的養分, 移除效果以0.004%最佳, 移除比例最高達67%, 其次為0.008%。
- 根據文獻, 塑膠的親疏水性傾向和表面電位是形成團聚的關鍵。目前我們先聚焦於改變移除介質種類, 發現疏水性傾向較高的塑膠片效果確實優於親水性的玻璃片, 而其中又以PVC效果最佳。

參考資料

- 王翔翊(2021.06.05)〈利用微藻移除水體中的塑膠微粒〉。工業材料雜誌, 414期
- Chemical Engineering Journal Volume 435, Part 2, 2022.05.01 出版 Highly effective removal of microplastics by microalgae *Scenedesmus abundans*
- Environmental Pollution Volume 249, Pages 372-380, 2019.06 出版 Cunha 2019 Marine vs freshwater microalgae exopolymers as biosolutions to microplastics pollution
- 微生物學報Acta Microbiologica Sinica 2020, 60(8): 1521-1533藻際環境中胞外聚合物的研究進展