

# 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學(二)科

032915

海上廢油幾起來-幾丁聚醣對柴油的吸附力探討

學校名稱：康橋學校財團法人新北市康橋高級中學

作者：  國三 江以賢  國三 張崇悅  國三 潘柔亘	指導老師：  蔡宜蓁  李威震
---	-----------------------------

關鍵詞：柴油、幾丁聚醣

## 摘要

海上漏油事故時有所聞，而漏油更會對海洋生物及環境造成危害。依專家研究顯示，此類事件洩漏出來的石油能被成功清理的，往往不到 10%。而使用油分散劑固然可以在一定程度上解決岸邊油污回收不完善的問題，但同時仍會讓分散後的油持續在海中長時間存在，對環境的衝擊很大。有鑑於此，我們嘗試運用天然幾丁聚醣（Chitosan）具吸附力的特性，來探討其對柴油的吸附效果。透過實驗，我們將 5%幾丁聚醣溶液製作成晶球，在不同環境條件下加入柴油並浸泡後再以真空抽濾法過濾出剩餘的油，結果證實幾丁聚醣確實具有吸附柴油的功用。幾丁聚醣可以吸附柴油及海洋中的重金屬又是生物可分解的物質，未來也許可以進一步做成濾材，用來保育海洋環境。

## 壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

### 一、研究動機

2020 年 7 月 25 日，從中國出發前往巴西的「若潮號」在毛里求斯埃斯尼角（Pointe d'Esny）海域擱淺，距離海岸線約 3.2 公里。10 天後船上的一個油艙破裂，上千噸燃油洩漏到海裡。毛里求斯當局展開緊急清潔行動。據法新社報導，船上近 3000 噸燃油在斷裂前大多已都被抽走，只剩下 90 噸。船上共有 3800 噸極低硫以及 200 噸柴油，其中 1180 噸燃油已經洩漏進海裡。事發一個月來，清理浮油、轉移船上剩餘燃油和移除斷裂船體、事故原因調查、究責索賠等工作漸次展開，但事故造成的生態破壞卻需要漫長的時間才能修復，有些損毀可能是永久性的。生態專家認為，這次漏油雖然不算多，但卻造成毛里求斯歷史上最嚴重的生態災難，甚至堪稱滅頂之災。主要原因是觸礁地點。若潮號觸礁擱淺漏油的地方是世界級的生態保護區，大量珍稀物種的家園，也是毛里求斯主要度假旅遊點之一。船上油庫裏的 4 千噸燃油中有 1 千多噸洩漏，覆蓋在原本碧波蕩漾的海面，蔓延擴散，一路裹住了珊瑚、海藻，在紅樹林濕地逡巡，並逐漸下沉，滲入海底泥砂層。珊瑚會被溢油中釋放的有毒碳氫化合物「漂白」，最終死亡。雖然這次漏油不是最多，對珊瑚礁的破壞也難以估量。

海上漏油事故時有所聞，大部分事發地點生態環境敏感度不高，但無一例外對

海洋生物造成重大影響。漏油對海洋生物的長期影響包括繁殖受損，生長減慢，病變和疾病。專家們認為，此類事件中洩漏出來的石油被成功清理的通常只有不到 10%。這些漏油事件對海洋生物造成嚴重且不可逆的傷害，所以我們想以天然的幾丁聚醣（Chitosan）具有吸附力之特性，且生物可分解，探討其對柴油之清除效果。

## 二、目的

探討幾丁聚醣在不同條件下對柴油的吸附性。

## 三、文獻回顧

### (一) 幾丁聚醣

#### 1. 幾丁聚醣簡介：

在 1811 年，法國學者 Henri Braconnot 以氫氧化鈉溶液加熱處理菇類，發現一種不溶於水的物質，把它命名為 fungine，這是首度在蕈菇類中發現的幾丁質。Odier 也在 1821 年從昆蟲的堅硬表皮中分離出這種成分。Rouget 在 1859 年更進一步發現，把幾丁質溶於氫氧化鈉溶液中加熱處理後的產物，可溶於有機酸，而這產物在 1894 年被 Hoppe-Seyler 正式命名為幾丁聚醣。幾丁質屬於自然界的一種含氮多醣類生物性高分子，是由 N-乙醯葡萄糖胺及葡萄糖胺以  $\beta$ -1,4 鍵結而成。它的構造類似纖維素的直鏈狀醣類聚合物，不同的是纖維素在 C-2 位置上所接的是羥基，幾丁質與幾丁聚醣在 C-2 位置上所接的則是乙醯胺基或胺基。

幾丁質廣泛分布在自然界中，主要存在於甲殼動物(蝦、蟹等)的外殼、節肢動物(如昆蟲)的外甲皮、軟體動物(烏賊)的外殼和內骨骼，以及真菌或酵母菌等微生物的細胞壁中。因為幾丁質有多項提升生理機能的用途，近年來已經發展成一種很受重視的食品新素材，成為全球產量第二大的天然生物聚合物，僅次於纖維素。

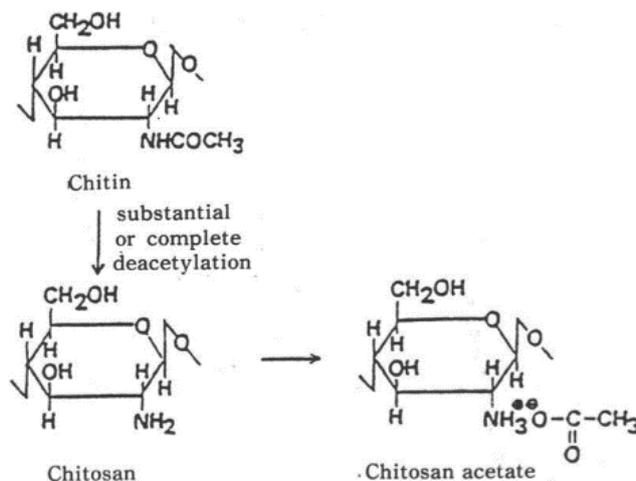
幾丁質約含有 2,000~ 3,000 個單體，分子量大約 200 萬道爾吞(Dalton, Da)，視來源及製造條件而定，而幾丁聚醣是幾丁質最主要的衍生物。幾丁

質 (Chitin) 和幾丁聚醣 (Chitosan) 最大的差別，在於去乙醯基的程度不同。通常幾丁質去乙醯基的程度達 70% 以上，就可轉變成可溶於稀酸溶液的幾丁聚醣，也就是說幾丁聚醣其實是含有胺基 70% 以上的幾丁質。在幾丁聚醣方面，去乙醯基的程度愈高，所表現的生理活性就愈明顯，例如抗菌活性等。(科學發展，2010 年 4 月，448 期)

## 2. 幾丁聚醣的吸附原理

幾丁質是自然界中很常見的含氮多醣類生物性高分子，幾丁聚醣是幾丁質脫去乙醯基後的產物，因脫去乙醯基後而裸露的胺基 (-NH<sub>2</sub>)，是使幾丁聚醣具有各種活性的重要官能基具有大量胺基、乙醯胺基、羥基等配位官能基，目前的研究發現幾丁聚醣對吸附重金屬離子有很好的作用。由於幾丁聚醣的親水性、重金屬吸附性及抑菌性等特性皆優於幾丁質，因此幾丁質常被反應成幾丁聚醣，以應用於各個領域。

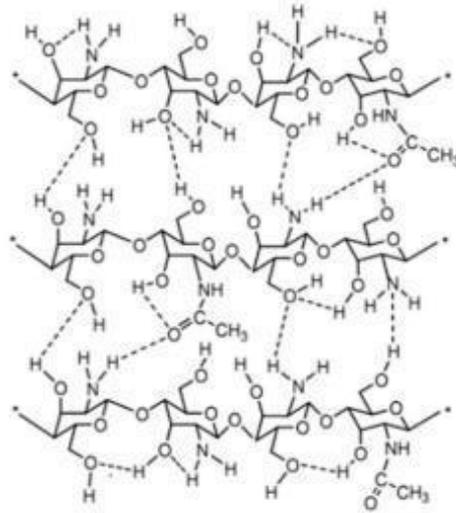
幾丁質與幾丁聚醣由於本身具有很強的氫鍵 (hydrogen bonding)，因此於加熱過程在其熔融前會先裂解。所以，若要對於該類物質加以利用或加工，必須以適當的溶劑將其溶解。幾丁聚醣可溶於 pH 值 6.5 以下的水溶液環境，如：稀鹽酸、硝酸、磷酸等無機酸以及醋酸、乙二酸、甲酸、乳酸、蘋果酸等有機酸。本次實驗使用實驗室易取得的醋酸作為溶解介質。



圖一、幾丁質與幾丁聚醣的分子構造及製備方法  
(資料來源：藥物食品檢驗局調查研究年報 8:20-30,1990)

### 3. 氫鍵

幾丁聚醣分子鏈上的乙醯胺基團 (-NHCOCH<sub>3</sub>)、羥基 (-OH) 及胺基 (-NH<sub>2</sub>) 彼此間形成很強烈的分子間和分子內氫鍵，導致細微結晶區域 (microcrystalline regions) 的產生，此乃造成幾丁聚醣不溶於水的主要原因。



圖二、幾丁質與幾丁聚醣的分子構造及製備方法

### 4. 柴油

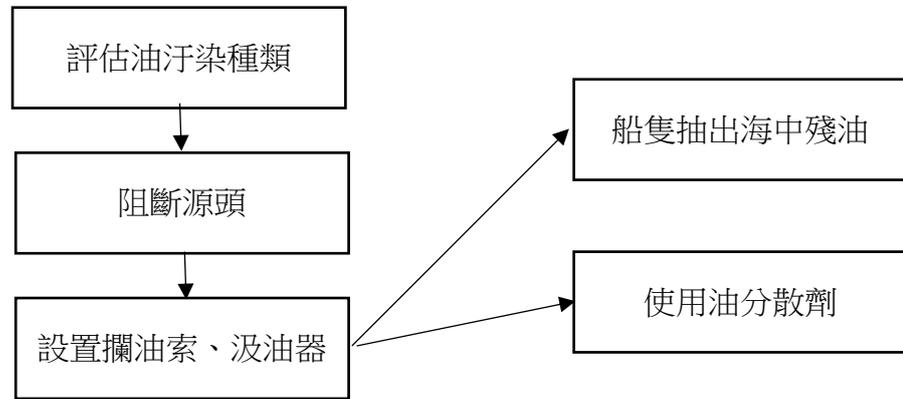
柴油分子比汽油分子大，蒸餾溫度的範圍不同，汽油的終沸點溫度與柴油的初沸點相近，而且分別使用在柴油和汽油的引擎。依主要用途分類為陸上用及海上用兩大類。陸上用部分，於 100 年 7 月 1 日起環保署規定限用硫含量 10 ppm 以下之柴油。海上用部分區分為，漁船使用甲種漁船油，一般船舶及國際船舶使用海運柴油。除柴油之重質部份有所差別外，主要差別在硫含量。超級柴油硫含量 10 ppm 以下，甲種漁船油及海運柴油 0.5% 以下。

微生物無法利用柴油組成成分中的某些主要成份，如含支鏈的烷類、環烷類 (Cycloparaffin)，因而造成柴油無法完全被分解。

### 5. 目前海洋油污清理方式

油外洩初期立即噴灑油分散劑，其效果最好。因此要在何時、何處噴灑分

散劑，應及早決定。其時程受到油的種類與天氣情況的影響。油分散劑之使用可以解決岸邊油回收後尚須處理的問題，但也使得分散後的油將留在海中一段相當長的時間。因此分散劑之使用應同時考量效果、環境衝擊與費用。



圖三 海洋油汙清理流程

- 在下列情況，可考量使用油分散劑：
    - (1) 環保團體認為油汙染將造成鳥類、生物、生態敏感帶、遊憩海灘損害。
    - (2) 岸邊設施所有者，因安全理由，認為應施放油分散劑時。
  - 但在下列情況，不建議使用油分散劑：
    - (1) 外洩於水面的油料已乳化。
    - (2) 使用海域的海水水深低於 10 米。
    - (3) 使用海岸鄰近位置有河川出海口或生態敏感區。
    - (4) 內陸淡水河流。
    - (5) 使用位置緊鄰魚蝦水產養殖區或其繁殖季節。
    - (6) 平靜之大區域海面。
    - (7) 平靜小區域海面且無法以人為方式攪動海水時。
    - (8) 依環境用藥貯存置放及使用管理要點第 11 點規定，
- 由以上處理方法可以發現，目前海洋油汙處理辦法在使用分散劑時會有很大的限制，並且在使用後也會對海洋及海岸造成傷害。

## 貳、研究設備及器材

### 一、研究器材

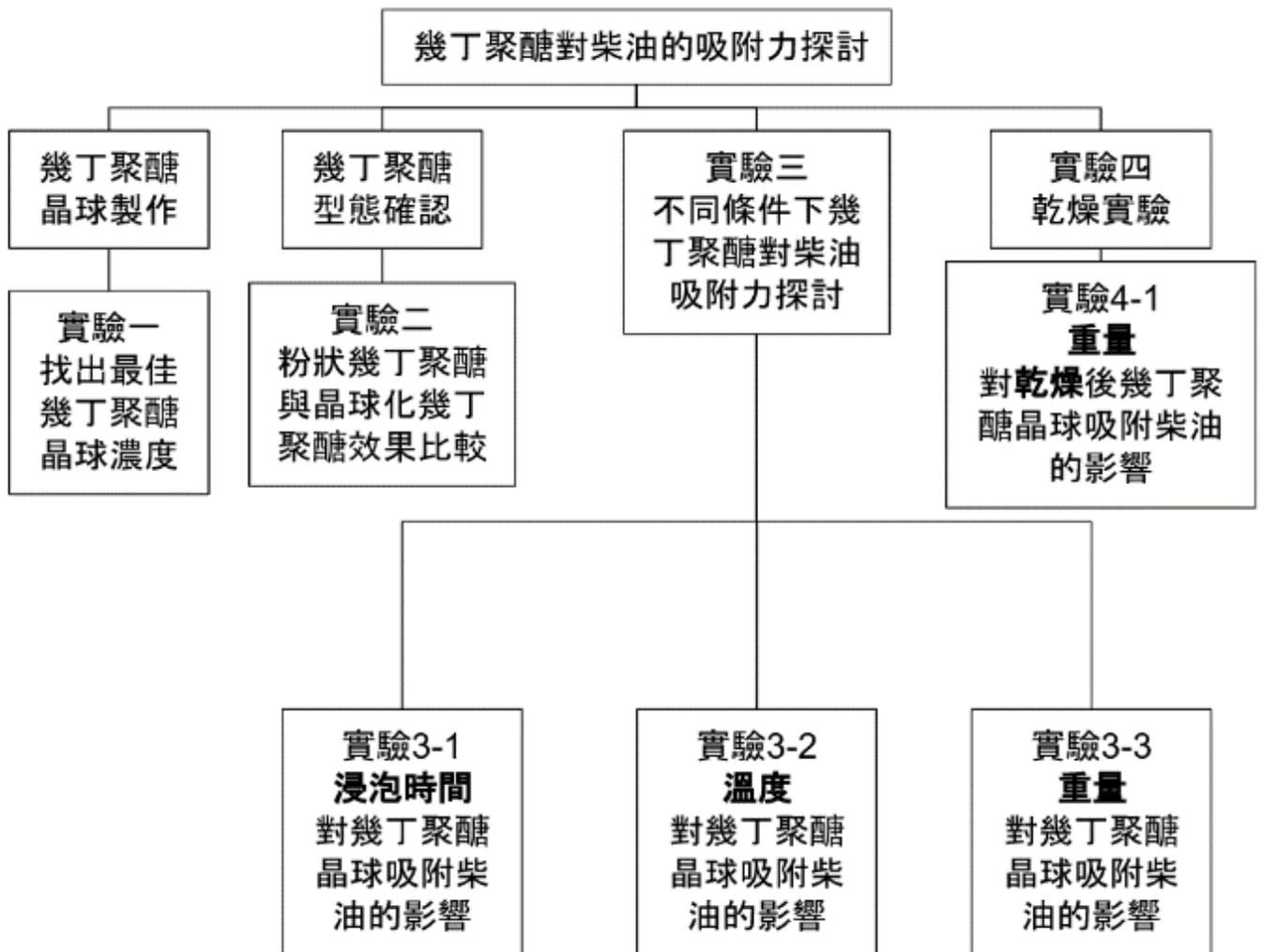
量筒	滴管	燒杯	玻棒
布氏漏斗	抽濾瓶	矽膠管	定性濾紙
水流抽氣管	真空抽氣機	電子秤	烘箱

### 二、藥品

幾丁聚醣	冰醋酸	氫氧化鈉	柴油
------	-----	------	----

## 參、研究過程及方法

### 一、研究架構圖



圖四 實驗流程圖

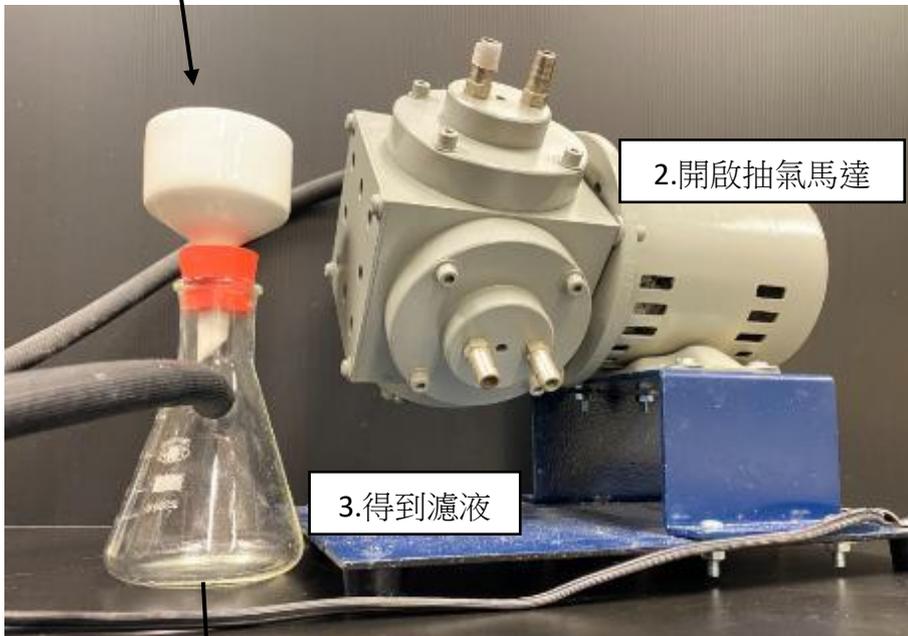
## 二、真空抽濾裝置步驟說明

過濾是通過多孔膜分離固體物質和流體，從混合物中得到澄清液體的操作。

真空過濾（抽吸過濾）由抽氣馬達來降低壓力並產生部分真空。壓力差和重力有助於快速分離液體和固體沉澱物的驅動。



1.加入浸泡好的柴油及幾丁聚醣晶球混合物



4.測量剩餘油量



圖五 真空抽濾流程圖

### 三、研究流程及方法

#### (一) 空白實驗(環境確認)實驗步驟：

1. 將真空抽濾裝置安裝完成。
2. 量取 20ml 柴油倒入已放置定性濾紙的布氏漏斗中。
3. 開啟真空裝置，抽取 30 秒。
4. 將抽濾瓶中柴油倒入量筒中確認剩下油量。

#### (二) 製作最佳濃度幾丁聚醣晶球

##### 1. 溶液配置：

##### (1) 3%、4%、5%、6%、7%幾丁聚醣溶液

- A. 3%幾丁聚醣溶液：取 30.00g 幾丁聚醣粉末緩緩加入 0.1M 醋酸水溶液至 1000g，使幾丁聚醣粉末完全溶解成淡黃色透明膠狀。
- B. 4%幾丁聚醣溶液：取 40.00g 幾丁聚醣粉末緩緩加入 0.1M 醋酸水溶液至 1000g，使幾丁聚醣粉末完全溶解成淡黃色透明膠狀。
- C. 5%幾丁聚醣溶液：取 50.00g 幾丁聚醣粉末緩緩加入 0.1M 醋酸水溶液至 1000g，使幾丁聚醣粉末完全溶解成淡黃色透明膠狀。
- D. 6%幾丁聚醣溶液：取 60.00g 幾丁聚醣粉末緩緩加入 0.1M 醋酸水溶液至 1000g，使幾丁聚醣粉末完全溶解成淡黃色透明膠狀。
- E. 7%幾丁聚醣溶液：取 70.00g 幾丁聚醣粉末緩緩加入 0.1M 醋酸水溶液至 1000g，使幾丁聚醣粉末完全溶解成淡黃色透明膠狀。

##### (2) 0.3M 氫氧化鈉溶液

取 12g 氫氧化鈉顆粒先與 100ml 純水搖勻完全溶解後加水至 1 公升。

##### 2. 實驗步驟：

- (1) 配置上述各種濃度的幾丁聚醣溶液及 0.3M 氫氧化鈉水溶液。
- (2) 隔水加熱後以分液漏斗裝滿幾丁聚醣溶液。
- (3) 開啟分液漏斗滴入 0.3M 氫氧化鈉水溶液中觀察晶球型態並記錄。
- (4) 以純水清洗製作好的幾丁聚醣晶球去除表面的氫氧化鈉溶液。

### (三) 幾丁聚醣實驗型態確認

#### 1. 使用幾丁質粉末吸附柴油

實驗步驟：

- (1) 秤取 100g 幾丁質粉末。
- (2) 將粉末放置於 20ml 柴油中攪拌，靜置 10 分鐘。
- (3) 利用真空抽濾裝置過濾。
- (4) 測量柴油剩餘的量並記錄。

#### 2. 使用 5%幾丁聚醣晶球吸附柴油

實驗步驟：

- (1) 秤取 10g 5%幾丁聚醣晶球。
- (2) 將晶球放置於 20ml 柴油中攪拌，靜置 10 分鐘。
- (3) 利用真空抽濾裝置過濾。
- (4) 測量柴油剩餘的量並記錄。

#### 3. 比較上述 1、2 實驗型態效果

#### 4. 將浸泡柴油前後的幾丁聚醣晶球切片後放置在 40x 複式顯微鏡底下觀察。

### (四) 乾燥後的 5 %幾丁聚醣晶球吸附柴油

#### 1. 使用烘乾 0.5、1、2 小時幾丁聚醣晶球吸附柴油

實驗步驟：

- (1) 將幾丁聚醣晶球烘乾 0.5、1、2 小時
- (2) 秤取 10g 5%幾丁聚醣晶球。
- (3) 將晶球放置於 20ml 柴油中攪拌，靜置 10 分鐘。
- (4) 利用真空抽濾裝置過濾。
- (5) 測量柴油剩餘的量並記錄。

#### 3. 比較上述 2、3 實驗型態效果

#### 4. 將浸泡柴油前後的幾丁聚醣晶球切片後放置在 40x 複式顯微鏡底下觀察。

(五) 不同條件下幾丁聚醣晶球對柴油吸附力探討

1. **浸泡時間**對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

實驗步驟：

- (1) 秤量 10g 5%幾丁聚醣晶球。
- (2) 倒入 20ml 的柴油浸泡 10、20、30、40、50 分鐘
- (3) 利用真空抽濾裝置過濾。
- (4) 測量柴油剩餘的量並記錄。

2. **溫度**對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

實驗步驟：

- (1) 秤量兩份 10g 5%幾丁聚醣晶球
- (2) 分別放置在 0 度、室溫(24 度)及 40 度恆溫槽的環境中。
- (3) 兩杯各加入 20ml 柴油吸附 10 分鐘
- (4) 利用真空抽濾裝置過濾。
- (5) 測量柴油剩餘的量並記錄。

3. **重量**對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

- (1) 秤量 10g、20g、30g 5%幾丁聚醣晶球。
- (2) 倒入 20ml 的柴油放置 10、20、30 分鐘。
- (3) 利用真空抽濾裝置過濾。
- (4) 測量柴油剩餘的量並記錄。

(六) 重量對烘乾後幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

- (1) 將幾丁聚醣晶球烘乾(0.5、1、2 小時)
- (2) 倒入 20ml 的柴油放置 10 分鐘
- (3) 利用真空抽濾裝置過濾。
- (4) 測量柴油剩餘的量並記錄。

## 肆、研究結果

### 一、空白實驗(環境確認)

表一：柴油經過實驗裝置後的柴油剩餘量

環境損耗	實驗前	實驗後
柴油量(ml)	20	19

### 二、製作最佳濃度幾丁聚醣晶球

表二：幾丁聚醣溶液濃度與晶球形成狀態

濃度	狀態	狀態	照片
3%幾丁聚醣溶液		散掉，無法成球	
4%幾丁聚醣溶液		部分散掉無法成球	
5%幾丁聚醣溶液		可成圓形晶球	
6%幾丁聚醣溶液		溶液過飽和，無法操作	---
7%幾丁聚醣溶液		溶液過飽和，無法操作	---

### 三、幾丁聚醣實驗型態確認

#### (一) 使用 10g 幾丁聚醣粉末吸附柴油

使用幾丁聚醣粉末時，幾丁質粉末在吸滿柴油後會將濾紙孔洞填滿，造成真空抽濾裝置無法作用，將布氏漏斗上浸泡過柴油的幾丁聚醣粉末挖出放入水中後發現柴油和幾丁聚醣粉末分離，沒有真的吸附柴油，故不採用幾丁聚醣粉末。

#### (二) 使用 10g 5%幾丁聚醣晶球吸附柴油

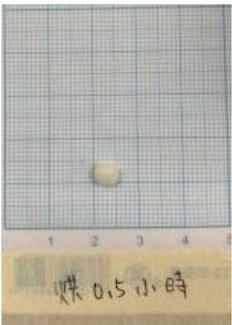
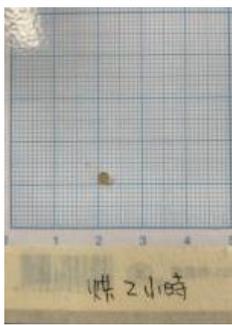
表三：以 10g 5%幾丁聚醣晶球吸附 20ml 柴油後的剩餘量

	第一次	第二次	第三次
柴油剩餘量	17ml	18ml	16.5ml

#### (三) 5%幾丁聚醣晶球物理性質說明

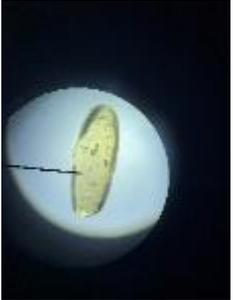
##### 1. 球徑：

表 4：未烘乾及烘乾 0.5、1、2 小時的晶球球徑

			
未烘乾	烘 0.5 小時	烘一小時	烘兩小時
			
未烘乾	烘 0.5 小時	烘 1 hr	烘 2 小時
5.5mm~6.0mm	5.0mm	4.0mm~5.0mm	2.0mm~3.0mm

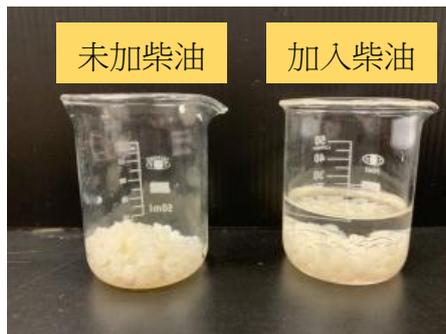
2. 40x 複式顯微鏡下幾丁聚醣晶球切片

表 5：未烘乾及烘乾 0.5、1、2 小時的晶球切片

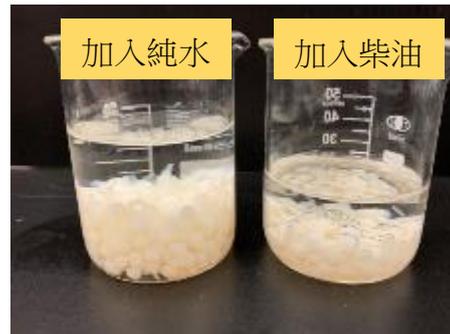
			
未烘乾	烘 0.5 小時	烘一小時	烘兩小時

(四) 幾丁聚醣晶球吸附柴油前後差異

1. 由外觀直接觀察：



圖六 未乾燥幾丁聚醣晶球加入柴油前後



圖七 未乾燥幾丁聚醣晶球加水及加柴油

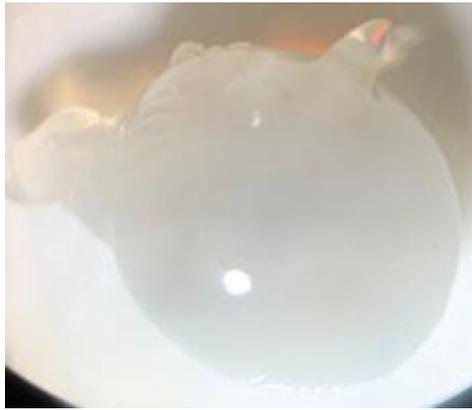


圖八 不同乾燥程度幾丁聚醣晶球前後

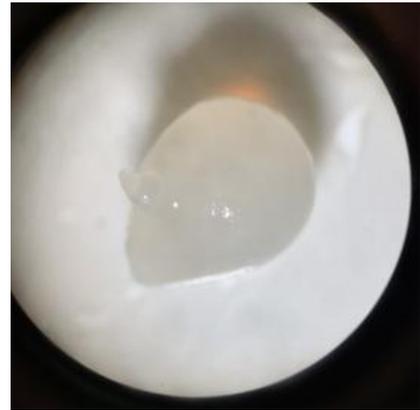


圖九 不同乾燥程度幾丁聚醣晶球加入柴油

2. 使用解剖顯微鏡觀察：



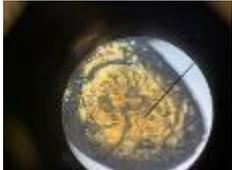
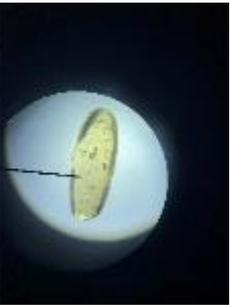
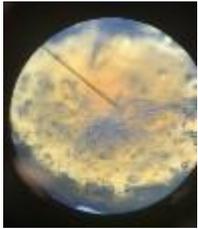
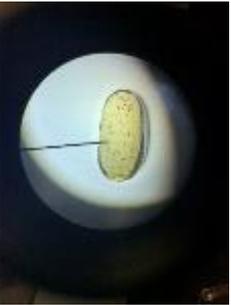
圖十 未浸泡柴油的幾丁聚醣晶球



圖十一 浸泡過柴油的幾丁聚醣晶

3. 使用 40%複式顯微鏡觀察晶球切片：

表 6：浸泡柴油前後未烘乾及烘乾 0.5、1、2 小時的晶球切片

未 加 柴 油				
	未烘乾	烘 0.5 小時	烘一小時	烘兩小時
加 柴 油 後				

4.

#### 四、不同條件下幾丁聚醣晶球對柴油吸附力探討

##### (一) 浸泡時間對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

條件：均為 10g 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下操作。

表 7：幾丁聚醣浸泡時間對柴油剩餘量的結果(已扣除環境 1ml)

時間 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10 分鐘	18ml	17ml	17.5ml
20 分鐘	18ml	17ml	17.5ml
30 分鐘	19ml	17.5ml	18ml
40 分鐘	16.5ml	19ml	17.4ml
50 分鐘	17ml	18ml	18ml

##### (二) 溫度對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

條件：均為 10g 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，放置 10 分鐘。

表 8：幾丁聚醣浸泡溫度對柴油剩餘量的結果(已扣除環境 1ml)

	冰櫃(0 度)	室溫(24 度)	恆溫槽(40 度)
柴油平均剩餘量	17ml	17.3ml	17.1

##### (三) 重量對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

- 條件：均為 10g 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下操作。

表 9：使用 10g 5%幾丁聚醣晶球對柴油剩餘量的結果

時間 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10 分鐘	17ml	18ml	17.5ml
20 分鐘	17ml	17.5ml	17ml
30 分鐘	18ml	17.5ml	18ml

幾丁聚醣實際吸收量：原始加入柴油量-柴油剩餘量-空白實驗環境吸收

表 10：使用 10g 5%幾丁聚醣晶球吸收量

時間 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10 分鐘	2ml	1ml	1.5ml
20 分鐘	2ml	1.5ml	2ml
30 分鐘	1ml	1.5ml	1ml

2. 條件：均為 20g 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下操作。

表 11：使用 20g 5%幾丁聚醣晶球對柴油剩餘量的結果

時間 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10 分鐘	16ml	15ml	13.5ml
20 分鐘	15ml	15.5ml	16ml
30 分鐘	14ml	15.5ml	15ml

幾丁聚醣實際吸收量：原始加入柴油量-柴油剩餘量-空白實驗環境吸收

表 12：使用 20g 5%幾丁聚醣晶球吸收量

時間 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10 分鐘	3ml	4ml	5.5ml
20 分鐘	4ml	3.5ml	3ml
30 分鐘	5ml	3.5ml	4ml

3. 條件：均為 30g 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下操作。

表 13：使用 30g 5%幾丁聚醣晶球對柴油剩餘量的結果

時間 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10 分鐘	13.5ml	12ml	14ml
20 分鐘	14ml	12.5ml	13.5ml
30 分鐘	14.5ml	13ml	12ml

幾丁聚醣實際吸收量：原始加入柴油量-柴油剩餘量-空白實驗環境吸收

表 14：使用 30g 5%幾丁聚醣晶球吸收量

時間 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10 分鐘	5.5ml	7ml	5ml
20 分鐘	5ml	6.5ml	5.5ml
30 分鐘	4.5ml	6ml	7ml

五、乾燥後的幾丁聚醣晶球實際吸收量：原始加入柴油量-柴油剩餘量

(一) 重量對乾燥後幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

1. 條件：取 10g、20g、30g，乾燥 0.5 小時 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下操作。

表 15：取 10g、20g、30g，乾燥 0.5 小時 5%幾丁聚醣晶球使用 30g 5%幾丁聚醣晶球吸收量

克數 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10g	4ml	4ml	4.4ml
20g	6ml	5.4ml	6ml
30g	8ml	8.8ml	7.6ml

2. 條件：取 10g、20g、30g，乾燥 1 小時 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下操作。

表 16：取 10g、20g、30g，乾燥 1 小時 5%幾丁聚醣晶球使用 30g 5%幾丁聚醣晶球吸收量

克數 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10g	7.6ml	7ml	7.8ml
20g	6ml	5.6ml	6ml
30g	8ml	8ml	6ml

3. 條件：取 10g、20g、30g，乾燥 2 小時 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下操作。

表 16：取 10g、20g、30g，乾燥 2 小時 5%幾丁聚醣晶球使用 30g 5%幾丁聚醣晶球吸收量

克數 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10g	6ml	5.4ml	6ml
20g	6ml	6ml	5.8ml
30g	6ml	6.4ml	7ml

## 伍、討論

### 一、製作最佳濃度幾丁聚醣晶球

- (一) 3%及 4%幾丁聚醣溶液滴入氫氧化鈉水溶液中無法成型。
- (二) 6%及 7%在配置過程中已有明顯沉澱呈現過飽和狀態，無法使用。
- (三) 5%幾丁聚醣溶液在溶解過程及成型皆為最好的選擇。

### 二、幾丁聚醣實驗型態確認

- (一) 使用粉末及 5%幾丁聚醣晶球時發現粉末在吸滿柴油後會將濾紙孔洞填滿，造成真空抽濾裝置無法作用。將布氏漏斗上浸泡過柴油的幾丁聚醣粉末挖出放入水中後發現柴油和幾丁聚醣粉末分離，沒有真的吸附柴油，晶球並無此現象。



圖十二浸泡過柴油的幾丁聚醣粉末泡水後分離

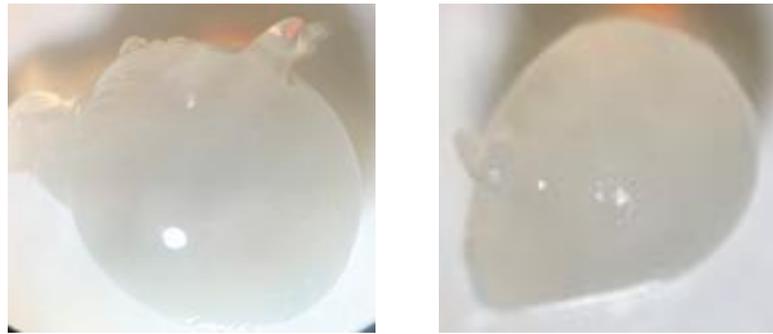
### (二) 晶球吸附柴油前後狀態討論

1. 由肉眼觀察發現，幾丁聚醣晶球在浸泡柴油時晶球表面會有一層油膜，而沒有浸泡柴油放置在空氣中及浸泡在水中的幾丁聚醣晶球均無此現象。



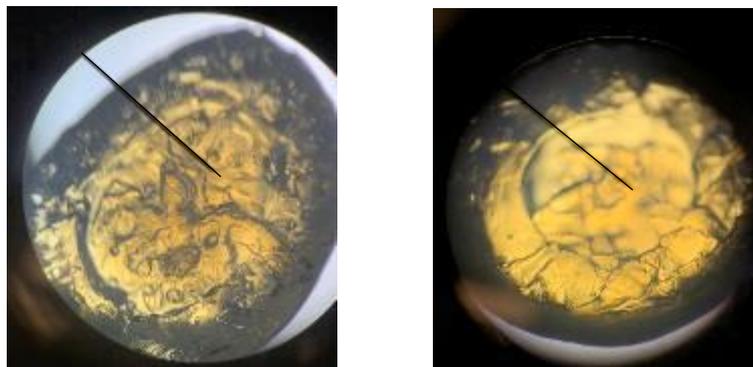
圖十三、十四、十五 未加柴油、加入純水、加入柴油後的幾丁聚醣晶球狀態

2. 在解剖顯微鏡底下觀察發現，未浸泡過柴油的幾丁聚醣晶球表面光滑，而有浸泡過的表面變得粗糙。

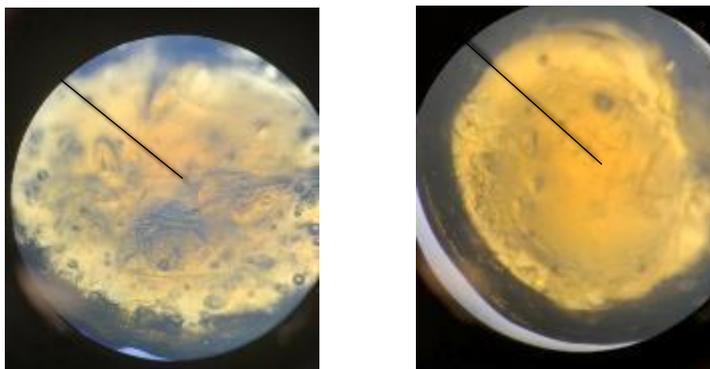


圖十六 未加柴油的幾丁聚醣晶球 圖十七 加入柴油的幾丁聚醣晶球

3. 在 40x 複式顯微鏡底下觀察兩種幾丁聚醣晶球切片，發現未浸泡過柴油的幾丁聚醣晶球內部較清澈，有浸泡過的幾丁聚醣晶球內部較混濁。



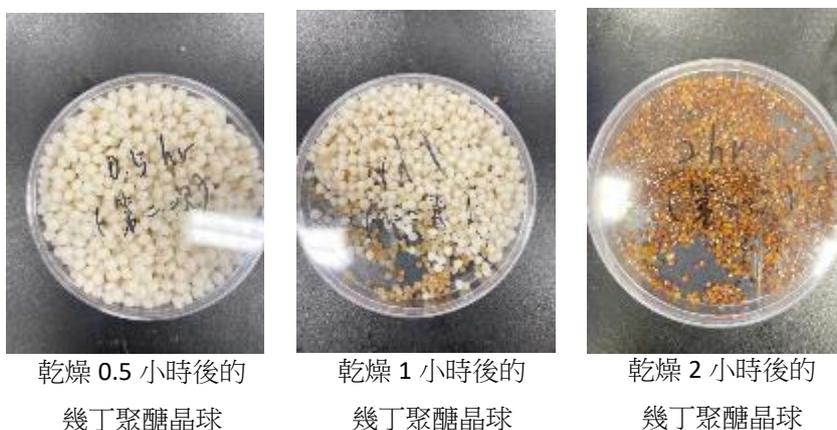
圖十八、十九 使用 40%複式顯微鏡觀察未浸泡柴油的幾丁聚醣晶球切片



圖二十、二十一 使用 40%複式顯微鏡觀察浸泡柴油的幾丁聚醣晶球切片

### (三) 乾燥的幾丁聚醣晶球吸附柴油前後狀態討論

#### 1. 肉眼觀察乾燥 0.5、1、2 小時後的幾丁聚醣晶球



圖二十二、二十三 使用 40%複式顯微鏡觀察浸泡柴油的幾丁聚醣晶球切片

- 在 40x 複式顯微鏡底下觀察不同乾燥程度的幾丁聚醣晶球切片，發現未浸泡過柴油的幾丁聚醣晶球內部清澈有孔洞且沒有柴油的顏色，有浸泡過的幾丁聚醣晶球內部被填滿且有柴油的顏色。

### 三、不同條件下幾丁聚醣晶球對柴油吸附力探討

#### (一) 浸泡時間對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

條件：均為 10g 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下操作。

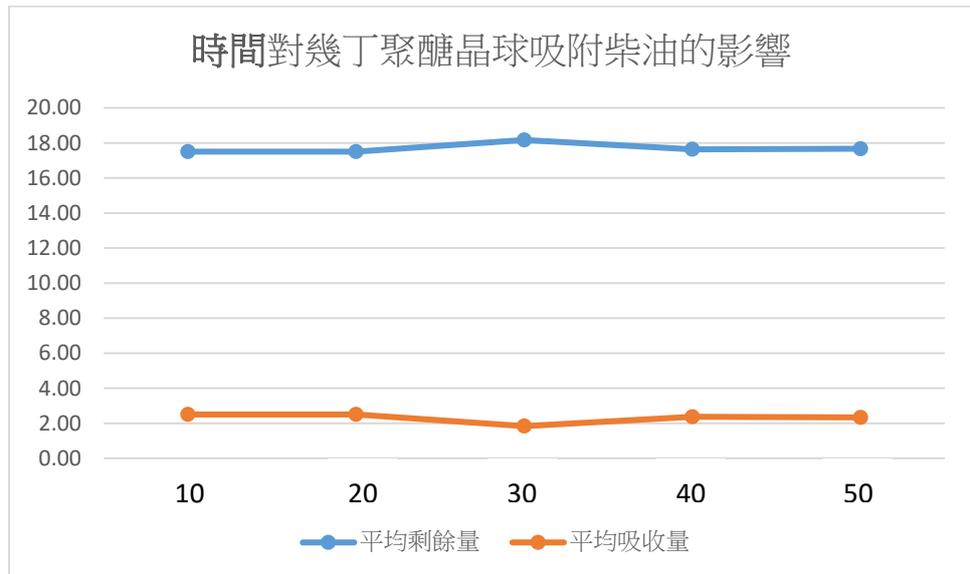
表 17：10g 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下浸泡不同時間的柴油剩餘量

時間 \ 操作	第一次	第二次	第三次
10 分鐘	18ml	17ml	17.5ml

20 分鐘	18ml	17ml	17.5ml
30 分鐘	19ml	17.5ml	18ml
40 分鐘	16.5ml	19ml	17.4ml
50 分鐘	17ml	18ml	18ml

表 18：10g 5%幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下浸泡不同時間的平均剩餘量及吸收量

	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘
剩餘量	17.50ml	17.50ml	18.17ml	17.63ml	17.67ml
吸收量	2.50ml	2.50ml	1.83ml	2.39ml	2.3ml



圖二十四 幾丁聚醣晶球加入 20ml 柴油，室溫下浸泡不同時間的平均剩餘量

討論：由柴油剩餘量可以得知，浸泡時間對幾丁聚醣吸附柴油的能力並沒有明顯相關。

## (二) 溫度對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

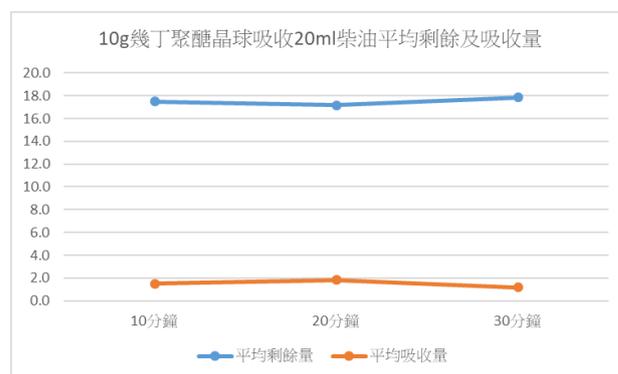
扣除環境因素後，在冷凍庫中柴油剩餘量為 17 ml ，(攝氏 0 度)室溫下(攝氏 24 度)柴油剩餘量為 17.3ml，恆溫槽內(攝氏 40 度)柴油剩餘量為 17.1ml。三種溫度的剩餘量沒有顯著差異，由此可以證明溫度對幾丁聚醣晶球吸附柴油的能力沒有影響。

## (三) 晶球重量對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

### 1. 10g 幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均剩餘及吸收量

表 19： 10g 幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均剩餘及吸收量

時間 \ 柴油	平均剩餘量	平均吸收量
10 分鐘	17.5ml	1.5ml
20 分鐘	17.2ml	1.8ml
30 分鐘	17.8ml	1.2ml

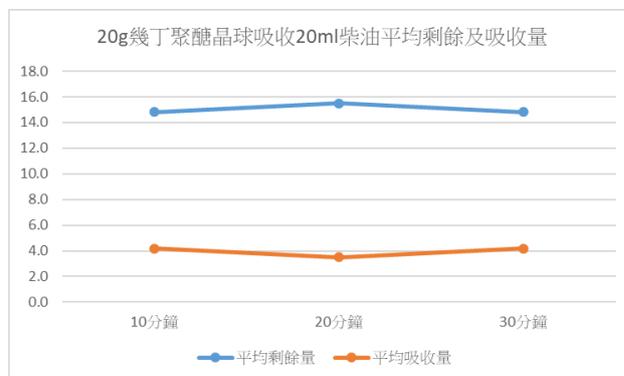


圖二十五 10g 幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均剩餘及吸收量

### 2. 20g 幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均剩餘及吸收量

表 20： 20g 幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均剩餘及吸收量

時間 \ 柴油	平均剩餘量	平均吸收量
10 分鐘	14.8ml	4.2ml
20 分鐘	15.5ml	3.5ml
30 分鐘	14.8ml	4.2ml

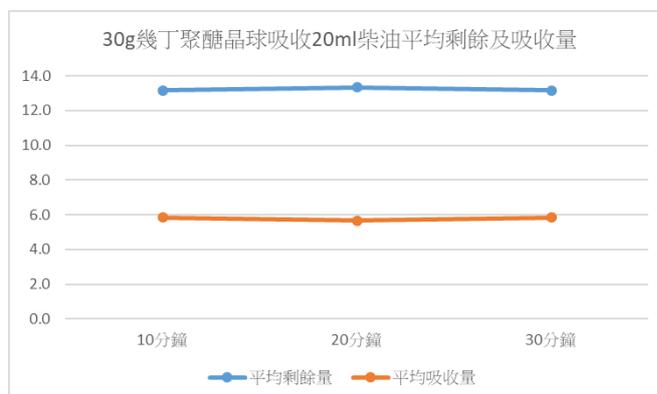


圖二十六 20g 幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均剩餘及吸收量

### 3. 30g 幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均剩餘及吸收量

表 21： 30g 幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均剩餘及吸收量

時間 \ 柴油	平均剩餘量	平均吸收量
10 分鐘	13.2ml	5.8ml
20 分鐘	13.3ml	5.7ml
30 分鐘	13.2ml	5.8ml

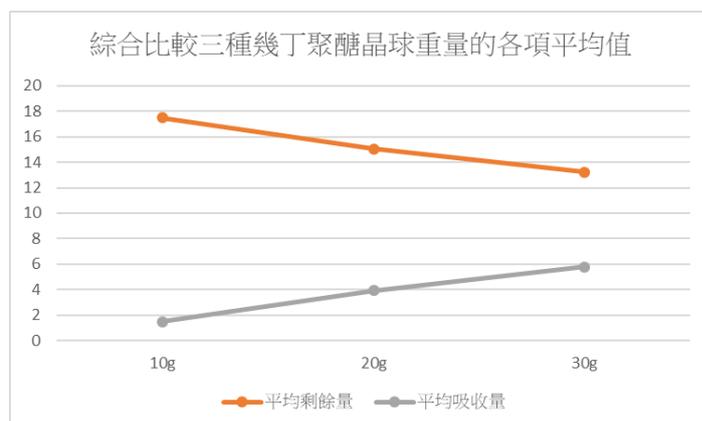


圖二十七 30g 幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均剩餘及吸收量

### 4. 綜合比較三種幾丁聚醣晶球重量的各項平均值

表 22 綜合比較

柴油 \ 晶球	10g	20g	30g
平均剩餘量	17.5ml	15.1ml	13.2ml
平均吸收量	1.5ml	3.9ml	5.8ml
每公克吸收	0.15ml	0.20ml	0.19ml



圖二十八 綜合比較

#### ● 晶球重量對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響討論：

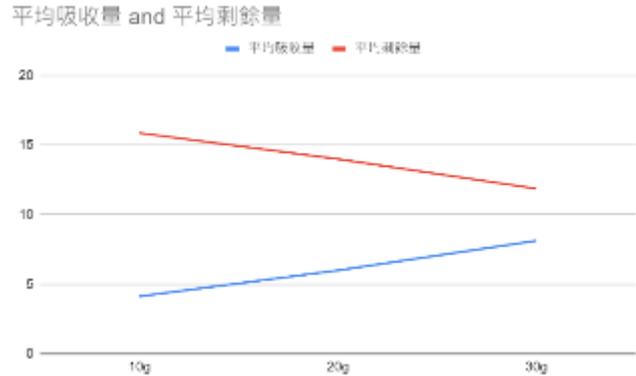
依實驗數值發現當幾丁聚醣晶球重量增加，吸收量隨著增高，剩餘量相對變少，每增加十克，平均剩餘量大約都會少 2ml。依幾丁聚醣吸收原理我們推測，幾丁聚醣的確有吸附柴油的能力，但晶球結合位置有限，以至於在同個重量中，不管浸泡多久，都不會再吸附柴油。每公克幾丁聚醣晶球大約可以吸附 0.15 至 0.2ml 的柴油。推論當加入更多的幾丁聚醣晶球後，就可以再吸附更多的柴油。

#### (四) 乾燥對於幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

##### 1. 乾燥 0.5 小時幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均吸收量與剩餘量

表 23 乾燥 0.5 小時幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均吸收量與剩餘量

	平均吸收量	平均剩餘量
10g	4.13ml	15.87ml
20g	6ml	14ml
30g	8.13ml	11.87ml

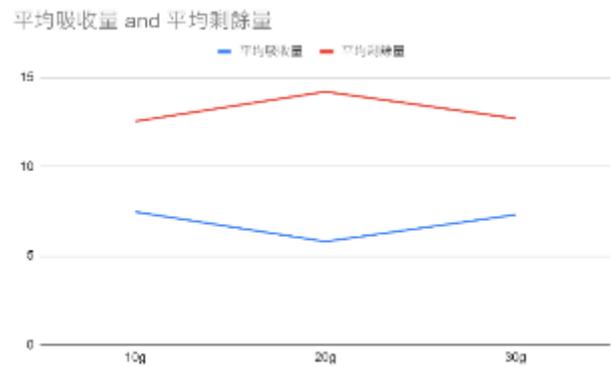


圖二十七 乾燥 0.5 小時幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均吸收量與剩餘量

##### 2. 乾燥 1 小時幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均吸收量

表 24 乾燥 1 小時幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均吸收量與剩餘量

	平均吸收量	平均剩餘量
10g	7.46ml	12.54ml
20g	5.8ml	14.2ml
30g	7.3ml	12.7ml

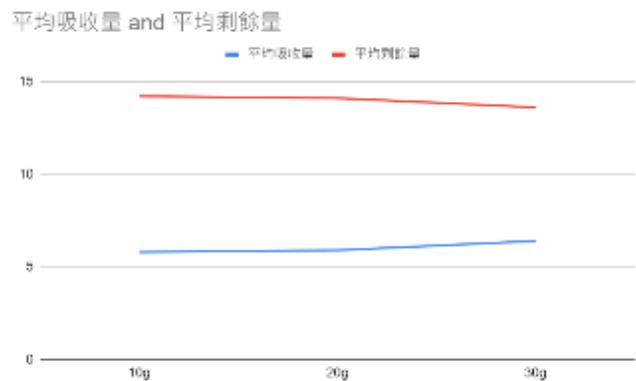


圖二十八 乾燥 1 小時幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均吸收量與剩餘量

##### 3. 乾燥 2 小時幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均吸收量

表 25 乾燥 2 小時幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均吸收量與剩餘量

	平均吸收量	平均剩餘量
10g	5.8ml	14.2ml
20g	5.9ml	14.1ml
30g	6.4ml	13.6ml



圖二十八 乾燥 2 小時幾丁聚醣晶球吸收 20ml 柴油平均吸收量與剩餘量

#### 四、比較乾燥 0.5 小時對於幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

未 乾 燥	晶球	10g	20g	30g	<p>未乾燥幾丁聚醣晶球平均吸收量與乾燥0.5小時幾丁聚醣的平均吸收量比較</p> <p>— 未乾燥幾丁聚醣晶球平均吸收量 — 乾燥0.5小時幾丁聚醣的平均吸收量</p>
	柴油				
	平均剩餘量	17.5ml	15.1ml	13.2ml	
	平均吸收量	1.5ml	3.9ml	5.8ml	
	每公克吸收	0.15ml	0.20ml	0.19ml	
乾 燥 0.5 小 時	晶球	10g	20g	30g	
	柴油				
	平均剩餘量	15.87ml	14ml	11.87ml	
	平均吸收量	4.13ml	6ml	8.13ml	
	每公克吸收	0.41	0.3	0.27	

- 乾燥對幾丁聚醣晶球吸收柴油的能力討論：

1. 依實驗數值發現當幾丁聚醣晶球烘乾時間在 0.5 小時的時候有隨著重量越重，吸收量隨著增高，剩餘量相對變少，每增加十克，平均吸收量大約都會少增加 ml。但烘乾時間為一小時後，吸收量並未隨著重量變重而變多，停在 7-8ml 之間，烘乾時間兩小時的則停在 5-6ml 之間。我們推測烘乾一小時後，水分減少及內部鍵結被打斷，以至於幾丁聚醣晶球只剩一部份物理吸附的能力，並且在水份越來越少的狀況下能力越差。
2. 烘半小時後的幾丁聚醣晶球吸收柴油的能力明顯比沒有烘乾的幾丁聚醣晶球來的好，原本沒烘乾的 1 公克幾丁聚醣晶球只能吸收 0.15ml 左右的柴油，烘乾半小時後提升至 1 公克可以吸收 0.3 左右的柴油。幾乎是兩倍的量。

## 陸、結論

- 一、最佳濃度幾丁聚醣晶球實驗中，以 5%幾丁聚醣製作成晶球的效果最好。
- 二、使用晶球的效果會比粉末好。
- 三、於幾丁聚醣晶球表面及內部在顯微鏡拍攝下皆有看到吸附柴油的證據，證實幾丁聚醣晶球的確有吸附柴油的能力。
- 四、時間和溫度對幾丁聚醣對柴油的吸附力並沒有明顯的影響。
- 五、增加幾丁聚醣晶球重量後，發現每增加十克，平均剩餘量大約都會少 2ml，幾丁聚醣晶球加入的量對柴油的吸附力有明顯的影響。
- 六、烘乾一小時後，水分減少及內部鍵結被打斷，以至於幾丁聚醣晶球只剩一部份物理吸附的能力，並且在水份越來越少的狀況下能力越差。
- 七、乾燥的幾丁聚醣晶球吸附力較未乾燥的幾丁聚醣來的好。原本沒烘乾的 1 公克幾丁聚醣晶球只能吸收 0.15ml 左右的柴油，烘乾半小時後提升至 1 公克可以吸收 0.3 左右的柴油。幾乎是兩倍的量。
- 八、總結

本次的實驗可以確認 5%幾丁聚醣晶球的確有吸附柴油的能力，且與浸泡時間及溫度並沒有太大的關係，烘乾半小時後的幾丁聚醣晶球效果更好。相對目前海洋油汙採用的油分散劑，幾丁聚醣可以吸附柴油及海洋中的重金屬，又可生物分解。不論是以濾網或是吸油袋裝填後放置海上吸收海汙或是做為濾材裝填至海汙清除船隻內部的濾芯中，都是環境友善的海汙處理材料之一。

## 柒、參考文獻資料

- 一、陳榮輝 90 年 7 月。幾丁質、幾丁聚醣的生產製造檢測與應用。科學發展月刊(776-787)。
- 二、吳彰哲 2010。蝦蟹殼中的寶貝-幾丁質。科學發展。448 期。12-19。
- 三、方紹威 1990。幾丁質及幾丁聚醣在廢水處理、生化、食品和醫藥上之研究發展現況。藥物食品檢驗局調查研究年報 8:20-30,1990。
- 四、韋少茹、葉承齊、林瑋晟。膜吸膜吸請問您要吸甚麼?-幾丁聚醣之探討。全國高中職 103 年度化工群專題暨創意製作競賽。
- 五、鄭曉云、李欣蓓、林姣真。結合幾丁聚醣及聚麩胺酸對重金屬離子吸附之研究-研發全新吸附劑檢測之循環系統。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會
- 六、海洋委員會海洋保育署 <https://www.oca.gov.tw/ch/home.jsp?id=121&parentpath=0,4,119>。
- 七、Mohammad Mahmoudzadeh , Afshin Fassihi, Jaber Emami, Neal M Davies, Farid Dorkoosh。Physicochemical, pharmaceutical and biological approaches toward designing optimized and efficient hydrophobically modified chitosan-based polymeric micelles as a nanocarrier syste.。J Drug Target. 2013 Sep;21(8):693-709.

## 【評語】 032915

1. 全篇（含前言）應該使用自己的文字撰寫，而非直接使用文獻的文字。
2. 本作品製作出 5% 幾丁聚醣晶球具有吸附柴油能力，測試的浸泡時間及溫度範圍內影響不大，烘乾的幾丁聚醣晶球效果更好，可當作環境友善的海洋漏油處理劑。
3. 本作品的研究主題立意佳、寫作表達能力佳。建議測試海水/柴油的環境或是已皂化的條件，另外可探討晶型長期穩定性，辨別吸附與吸收現象、研擬成果推廣價值等。

## 作品簡報

# 海上廢油幾起來

幾丁聚醣對柴油的吸附力探討

國中組生活與應用科學(二)

# 研究動機

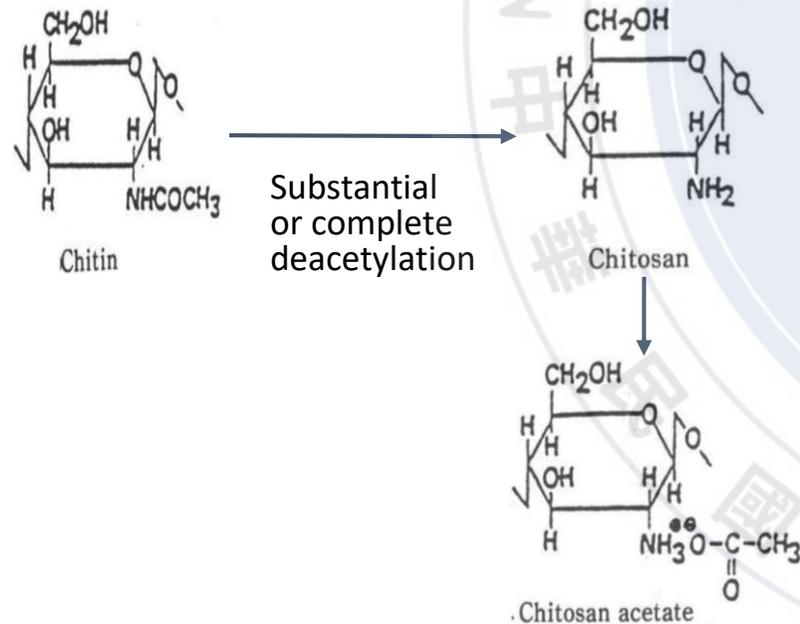
漏油事件對海洋生物造成嚴重且不可逆的傷害，所以我們想以天然的幾丁聚醣 ( Chitosan ) 具有吸力之特性，且生物可分解，探討其對柴油之清除效果

## 研究目的

探討幾丁聚醣在不同條件下對柴油的吸附性。

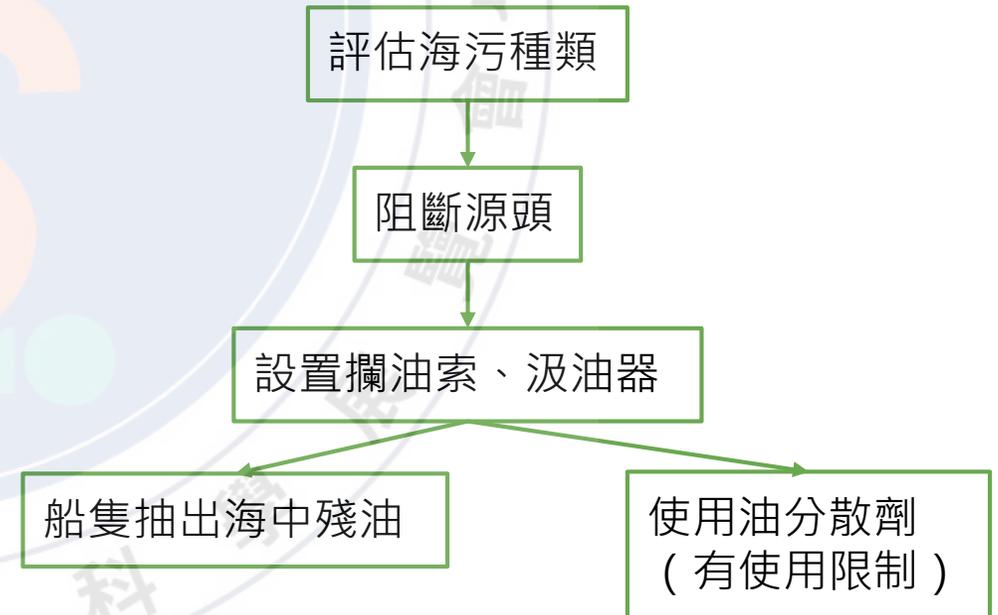
## 文獻回顧

### 一、幾丁聚醣的吸附原理



圖一、幾丁質與幾丁聚醣的分子構造及製備方法

### 二、目前海洋油污清理方式

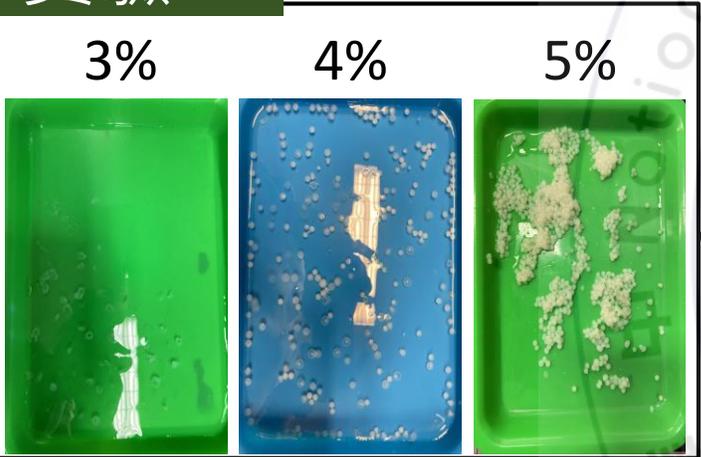


圖二海洋油污清理流程

# 流程圖

## 幾丁聚醣對柴油的吸附力 探討

### 實驗一



幾丁聚醣  
晶球製作

實驗一  
找出最佳  
幾丁聚醣  
晶球濃度

幾丁聚醣  
型態確認

實驗二  
粉狀幾丁聚  
醣與晶球化  
幾丁聚醣效  
果比較

實驗三  
不同條件下  
幾丁聚醣對  
柴油吸附力  
探討

實驗四  
乾燥實驗

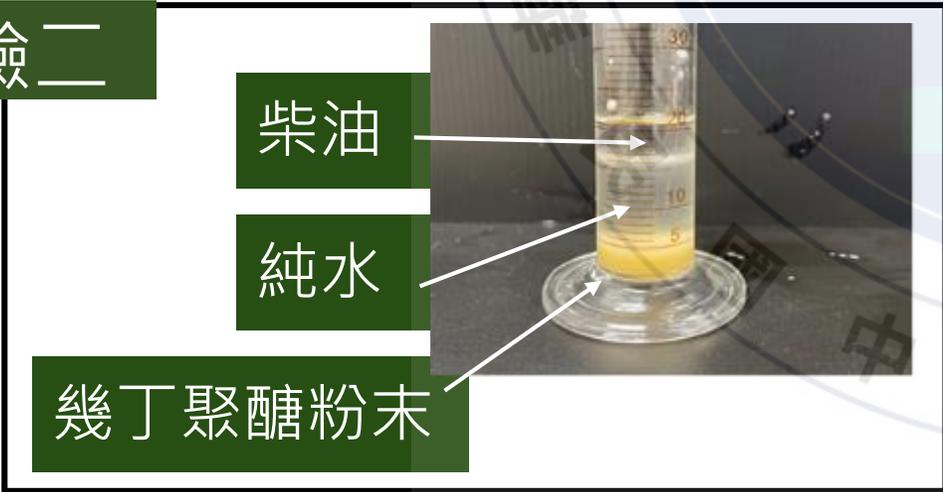
實驗4-1  
**重量**  
對**乾燥**後幾丁  
聚醣晶球吸附  
柴油的影響

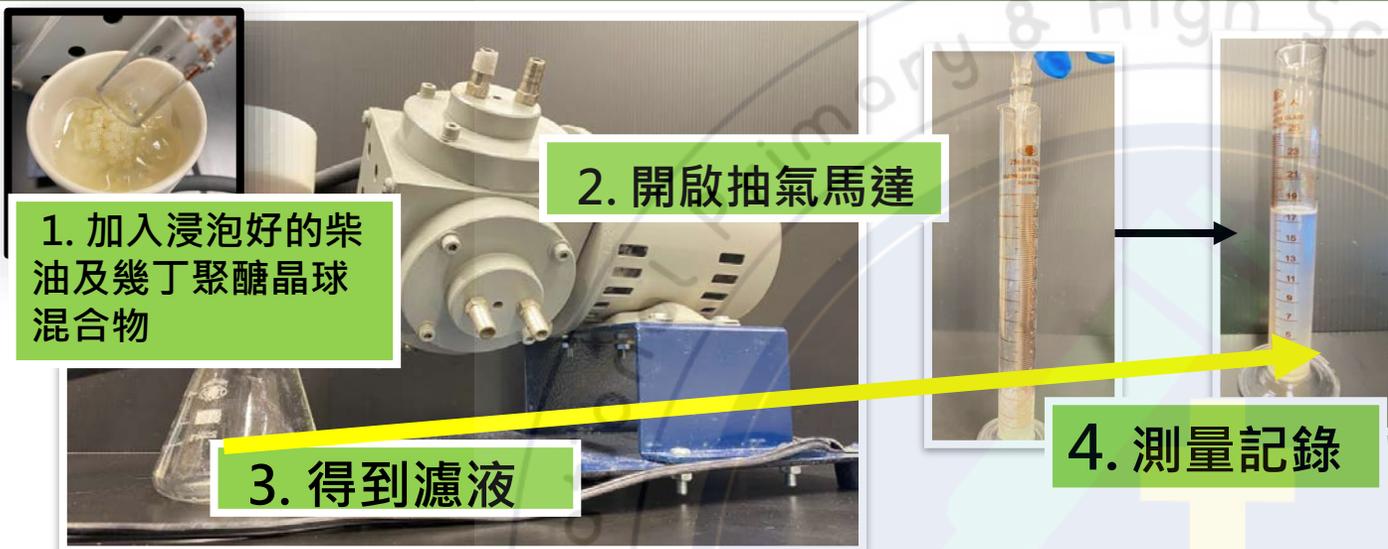
實驗3-1  
**浸泡時間**  
對幾丁聚醣  
晶球吸附柴  
油的影響

實驗3-2  
**溫度**  
對幾丁聚醣  
晶球吸附柴  
油的影響

實驗3-3  
**重量**  
對幾丁聚醣  
晶球吸附柴  
油的影響

### 實驗二





圖三 真空抽濾流程圖

環境損耗	實驗前	實驗後
柴油量(ml)	20 mL	19 mL

將柴油直接做一次真空抽濾，確認抽濾裝置是否會有柴油殘留。從空白實驗可得知環境中柴油損耗為1 mL。

## 實驗步驟說明

秤量10g的幾丁聚醣晶球

秤量20mL的柴油

將柴油倒入晶球

開啟真空抽濾馬達

晶球克數改變

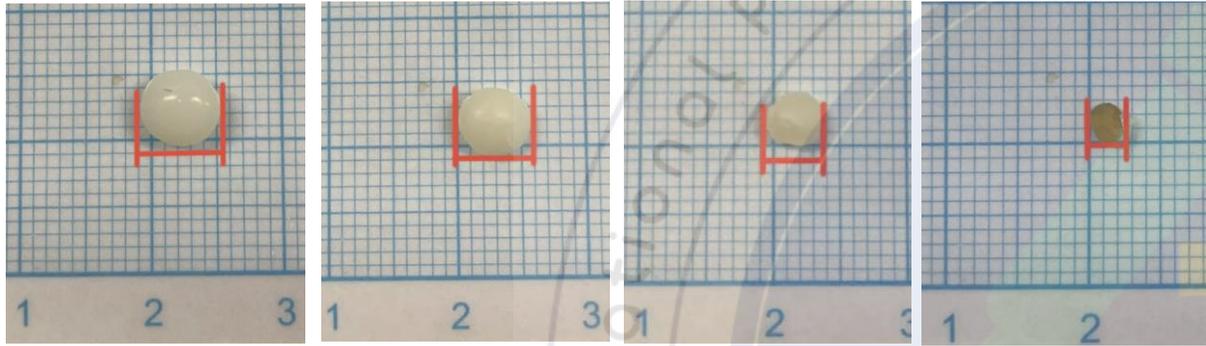


浸泡時間改變



# 幾丁聚醣晶球物理性質及吸附柴油前後比較

## 球徑



未烘乾

烘0.5小時

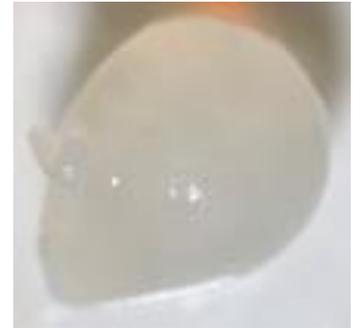
烘1小時

烘2小時

## 解剖顯微鏡底下觀察



圖五 未加柴油的幾丁聚醣晶球(較光滑)



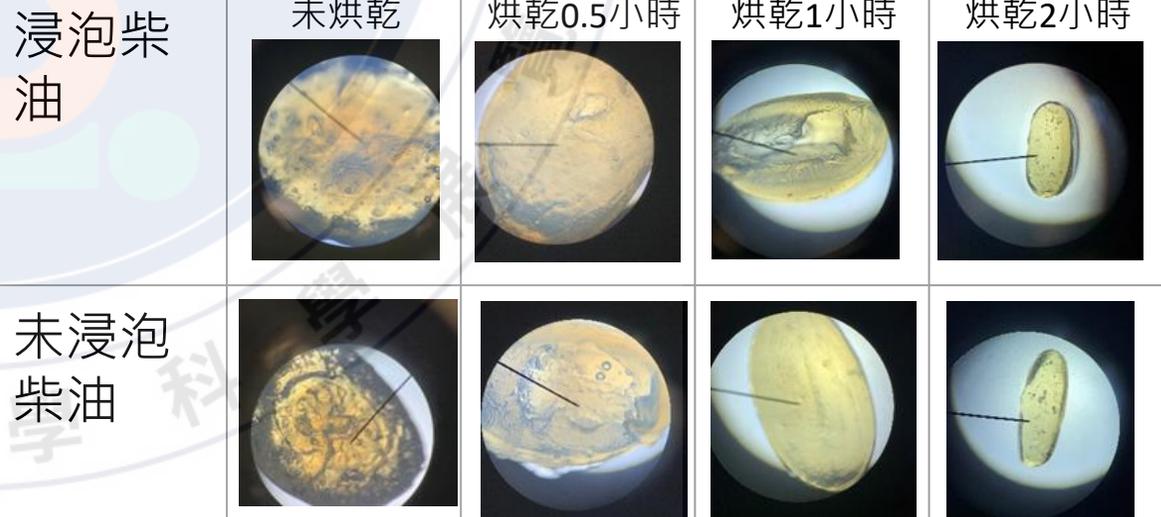
圖六 加入柴油的幾丁聚醣晶球(較粗糙)

## 肉眼觀察



圖七、八、九 未加柴油、加入純水、加入柴油後的幾丁聚醣晶球狀態

## 40x複式顯微鏡底下觀察



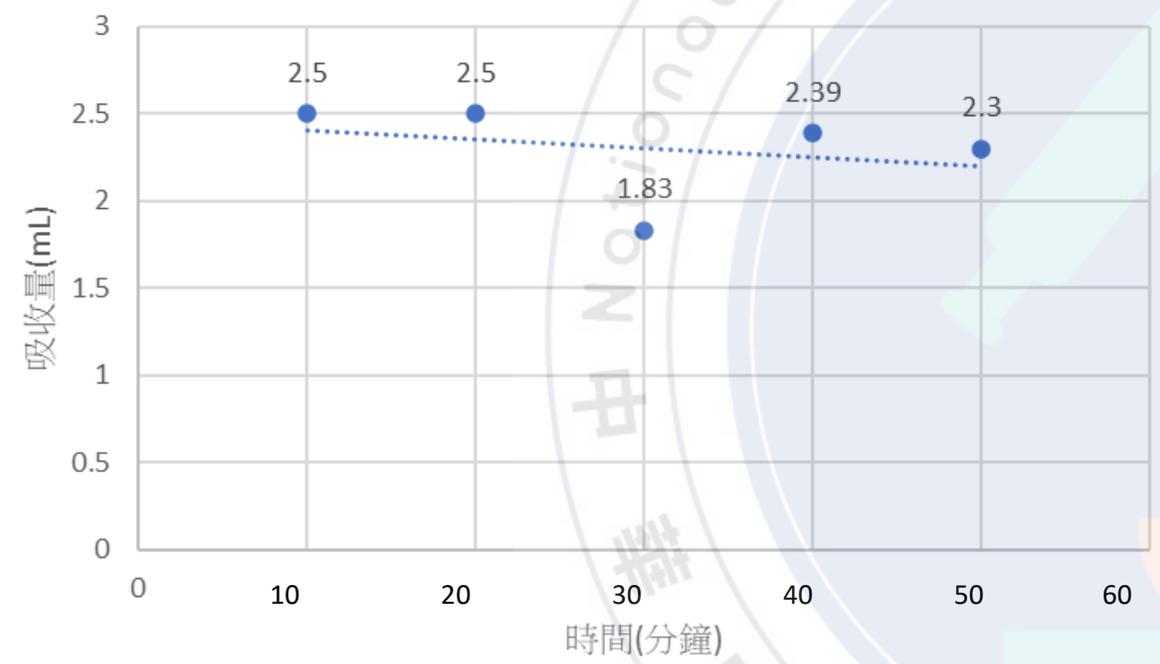
# 實驗三、浸泡時間對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

# 實驗四、溫度對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

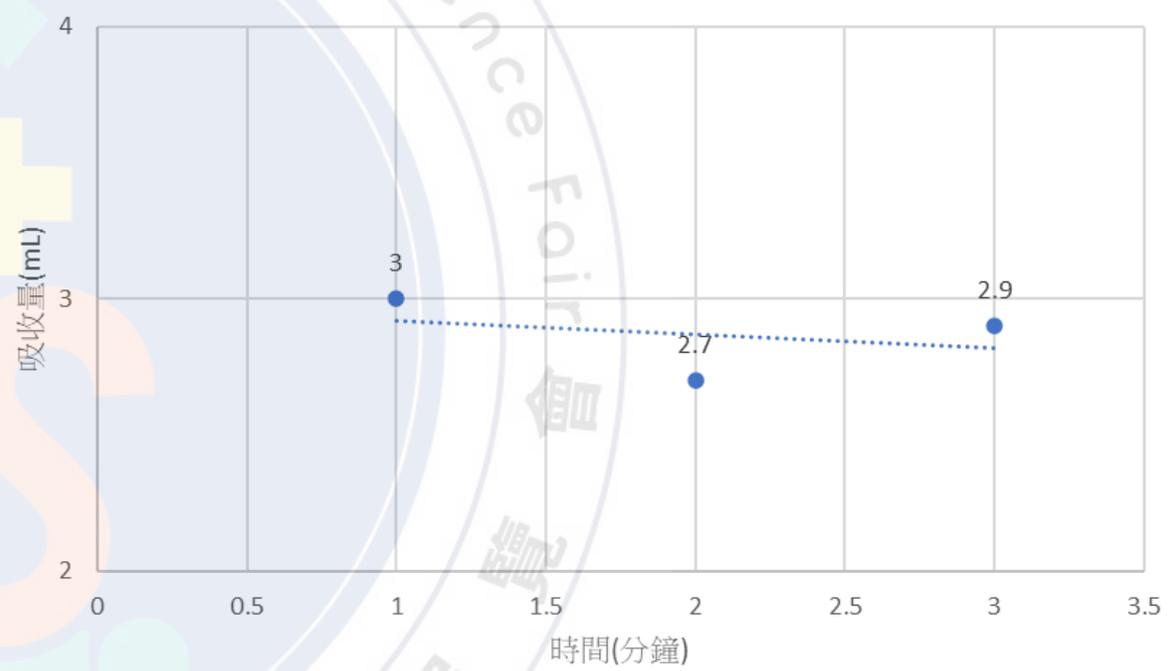
## 研究結果

## 研究結果

### 浸泡時間對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響



### 溫度對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

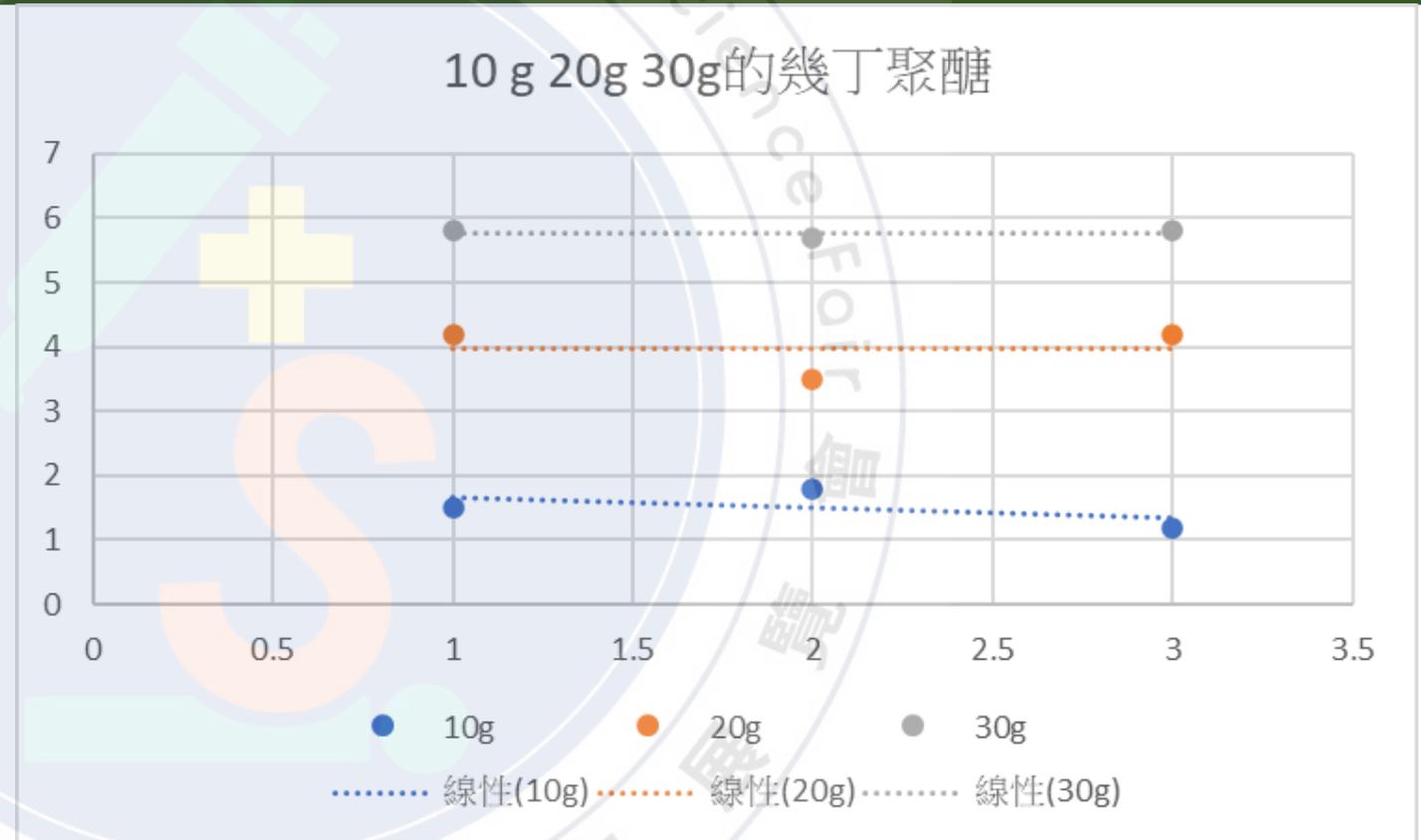


時間對幾丁聚醣晶球吸附油汙能力的影響並不顯著。

溫度對幾丁聚醣晶球吸附油汙能力的影響並不顯著。

## 實驗總結

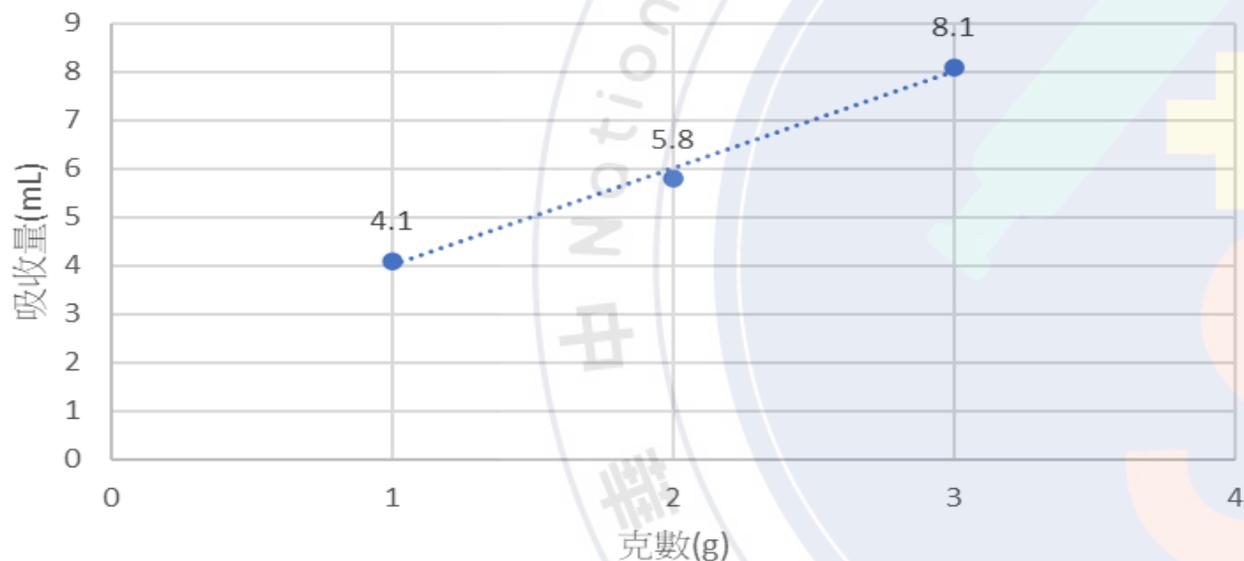
1. 每增加十克，平均剩餘量大約都會少2 mL
1. 每公克幾丁聚醣晶球大約可以吸附0.15至0.2 mL的柴油
1. 推論當加入更多的幾丁聚醣晶球後，就可以再吸附更多的柴油。



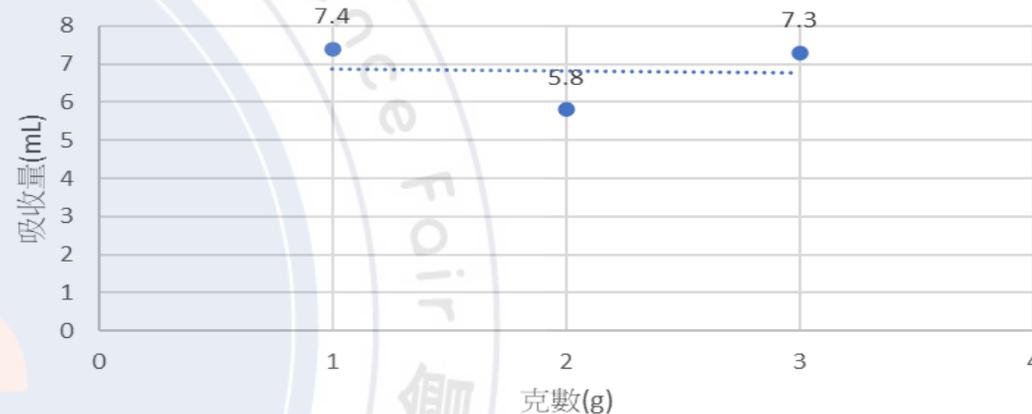
# 實驗六、烘乾時間對幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

## 研究結果

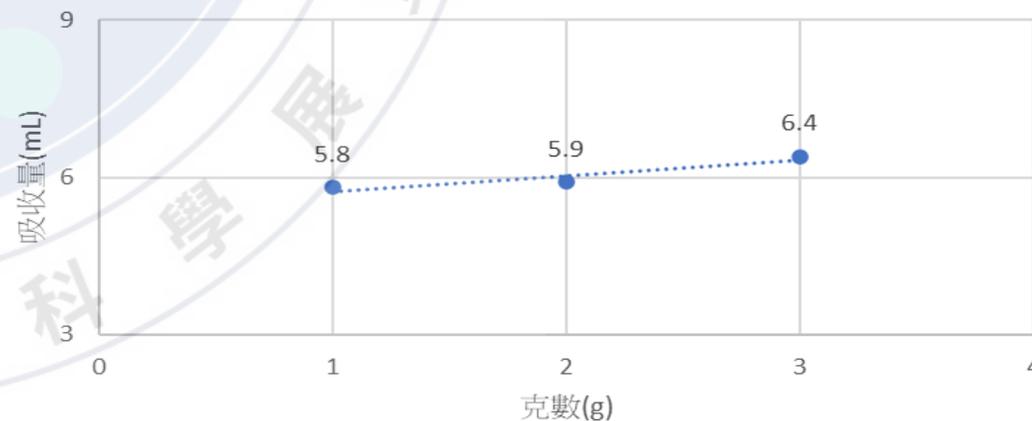
### 重量對乾燥0.5小時後幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響



### 重量對乾燥1小時後幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響



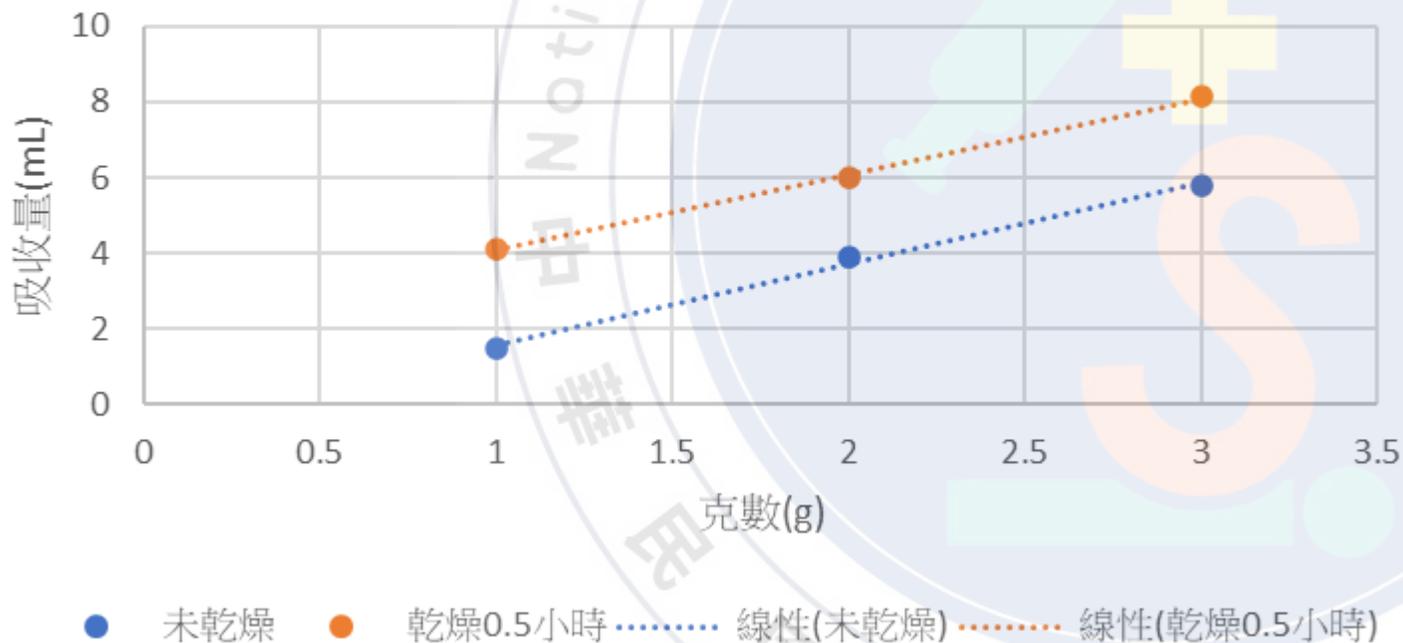
### 重量對乾燥2小時後幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響



不管是乾燥了0.5、1、2小時的幾丁聚醣晶球吸附能力都較未乾的來的好

## 研究結果

比較乾燥0.5小時對於幾丁聚醣晶球吸附柴油的影響

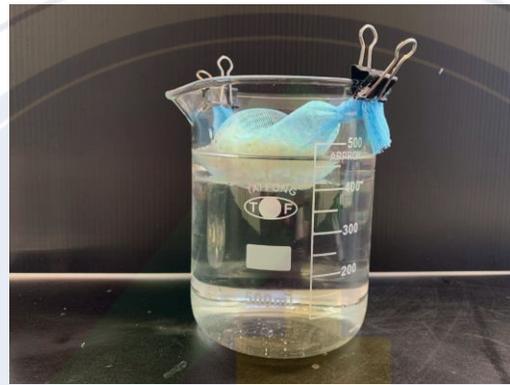


烘半小時後的幾丁聚醣晶球吸收柴油的能力明顯比沒有烘乾的幾丁聚醣晶球來的好。

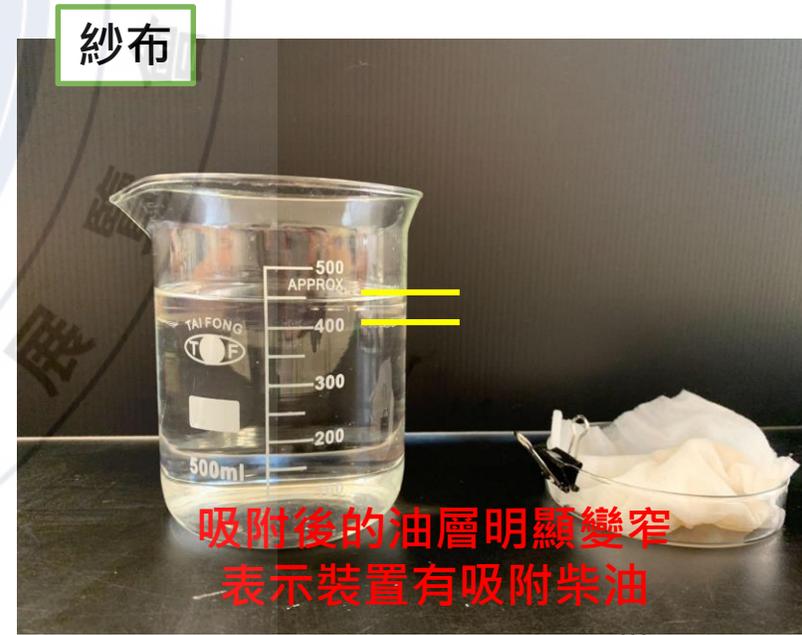
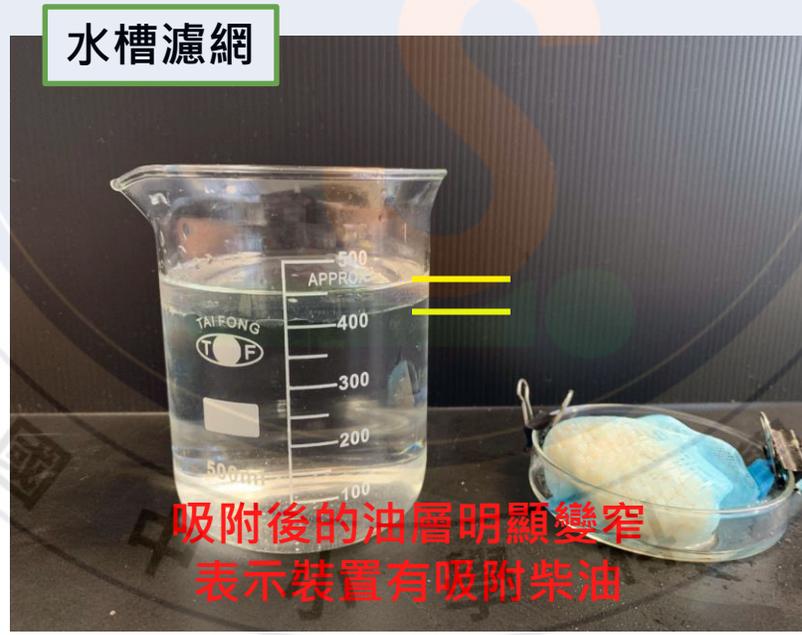
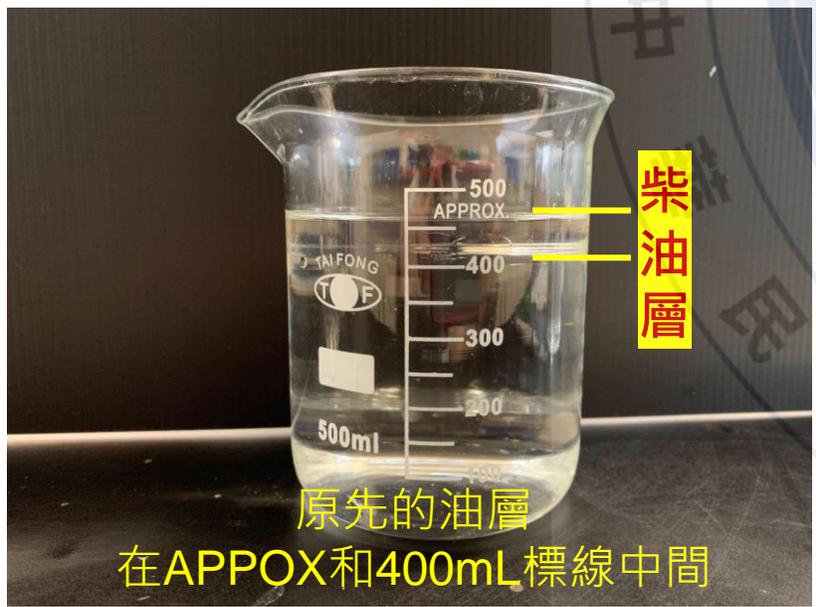
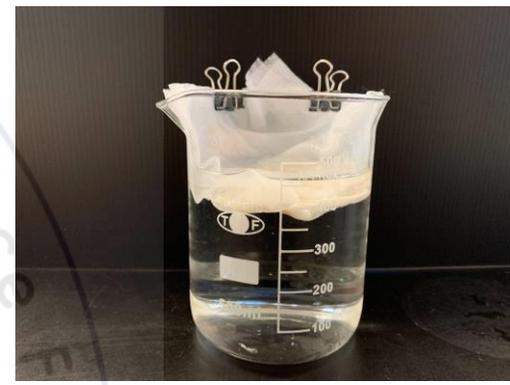
# 實驗八、模擬水上吸附



幾丁聚醣晶球會停留在柴油和水的交界處



利用水槽濾網及紗布包裹幾丁聚醣晶球後模擬掛在船勾上在靜止水面中進行吸附作業



- 一、最佳濃度幾丁聚醣晶球實驗中，以 5%幾丁聚醣製作成晶球的效果最好。而使用幾丁聚醣晶球的效果會比粉末來的好。
- 二、於幾丁聚醣晶球表面及內部在顯微鏡拍攝下皆有看到吸附柴油的證據，證實幾丁聚醣晶球的確有吸附柴油的能力。
- 三、時間和溫度對吸附力並沒有明顯的影響。每公克幾丁聚醣晶球大約可以吸附0.15至0.2ml的柴油。
- 四、由物理觀察及實驗結果，可以推測幾丁聚醣的確有吸附柴油的能力。
- 五、乾燥的幾丁聚醣晶球吸附力較未乾燥的幾丁聚醣來的好。未烘乾的1公克幾丁聚醣晶球只能吸收0.15ml左右的柴油，烘乾半小時後提升至1公克可以吸收0.3ml左右的柴油。
- 六、幾丁聚醣晶球可以漂浮在油層及水層的中間，利用紗布及濾網模擬水上吸附，發現的確具有吸附水上柴油的應用性。

相對目前處理海洋油汙的油分散劑，幾丁聚醣是生物可分解且可以吸附柴油及海洋中的重金屬，不論是已濾網裝填後放置海上吸收海汙或是裝填至海汙清除船隻內部的濾芯中，都是環境友善的海汙處理材料之一。相信未來一定可以對海洋環境回復有更大的幫助。

## 參考資料

- 一、陳榮輝 90 年 7 月。幾丁質、幾丁聚醣的生產製造檢測與應用。科學發展月刊(776-787)。
- 二、吳彰哲 2010。蝦蟹殼中的寶貝-幾丁質。科學發展。448 期。12-19。
- 三、方紹威 1990。幾丁質及幾丁聚醣在廢水處理、生化、食品和醫藥上之研究發展現況。藥物食品檢驗局調查研究年報 8:20-30,1990。
- 四、韋少茹、葉承齊、林瑋晟。膜吸膜吸請問您要吸甚麼?-幾丁聚醣之探討。全國高中職 103 年度化工群專題暨創意製作競賽。
- 五、鄭曉云、李欣蓓、林玟真。結合幾丁聚醣及聚麩胺酸對重金屬離子吸附之研究-研發全新吸附劑檢測之循環系統。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會
- 六、海洋委員會海洋保育署 <https://www.oca.gov.tw/ch/home.jsp?id=121&parentpath=0,4,119>。