

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 農業及生物科技科

091402

光合細菌對水中污染油脂分解之探討

學校名稱：國立台南海事水產職業學校

作者： 職三 李昇展 職三 江姿吟 職二 葉家泓 職二 吳麗萍	指導老師： 胡弘仁 陶申秋
---	-----------------------------

關鍵詞：PSB、脂肪酸、油脂分解

光合細菌對污染水中油脂分解之探討

摘要

此研究是探討光合細菌對污染水中油脂的影響。利用光合細菌 (Photosynthesis Bacteria; PSB) 來探討對油脂分解的能力，實驗使用的油脂 4 種，分別是柴油、沙拉油、橄欖油和豬油 4 種油脂來做為實驗對象。然後取 4 種不同的油脂各 2 克分別加入光合菌液 98 公克做為實驗組，對照組則取 4 種不同的油脂各 2 克分別加入海水 98 公克作為空白對照（不另添加光合菌），每組皆為 2 重覆實驗，以純光合菌液 98 公克作為校正組，再利用索氏萃取裝置分離光合菌和水中的油脂，進行油脂回收，實驗進行 4 週，計算油脂的減少量和油脂分解率作為評估光合細菌對 4 種不同油脂分解的能力。

SUMMARY

This research is to discuss the photosynthesis bacterium to decompose the oil pollute in the water. The photosynthesis bacterium (Photosynthesis Bacteria; PSB) are used from the outdoor cultivation pond. We will research the photosynthesis bacterium whether they can decompose the oil in the water effectively. The experiment We use 4 kinds of the oil, respectively the diesel oil, the salad oil, the olive oil and the lard. There are 4 kinds of different fat doing for the experimental subject. The experimental group divides into 4 groups. Take 2 grams oil from each oil to join the photosynthesis vaccine 98 grams separately. The control group takes 2 grams oil from each oil to join the sea water 98 grams (no photosynthesis bacterium increase in addition) Each group is 2 repeated trials. The photosynthesis bacterium 98 grams are used as the achievement adjustment group. The experiment carries on for 4 weeks, when the experiment starts separately to survey water's oil content in the 1st, 3rd and 4th week. The oil is separated by using the Rope Extractor Separation Method. , Estimate the oil weight to approach the ability of the photosynthesis bacterium which decomposes to 4 kinds of different oil.

壹、 研究動機

在二年級的高瞻實習課程，學習到光合菌能的小量培養，我們是用由碳氫氧化合物所組成的糖蜜作為基質，所以我們想，油脂也是由碳氫氧的化合物所組成，如果光合菌能利用油脂所含有的碳氫氧化合物，這樣就能有效的減少油脂的含量。因為生活中有許多被污染的水質，其中以油污染最為常見，若使用化學藥劑來進行油污染的改善，又無法避免因化學藥劑而造成的後續污染，如果能有生物製劑可以用來改善水域中的油脂污染，就可以避免化學藥劑改善油污而造成的二次污染問題。所以我們想探討光合細菌(Photosynthesis Bacteria; PSB)進行生物分解利用的能力，如果光合細菌能分解利用這些油脂，那就是最佳的油污清除利器。

貳、 研究目的

光合細菌(Photosynthesis Bacteria; PSB)因為具有對無機鹽、含碳物質吸收利用，合成身體的有機組成，生長速度快、效率高及分裂增值率大的特性，所以可以用來淨化水質。油脂大多為碳氫氧化合物，而光合細菌培養也需要一些碳源作為基礎營養，因此本研究將探討光合細菌對水中油脂污染的影響。我們希望光合菌能有效的分解利用油脂，進而可以有效應用在分解利用海洋中的油污染事件或是家庭少量廢油的處理上。

參、 研究器材及設備

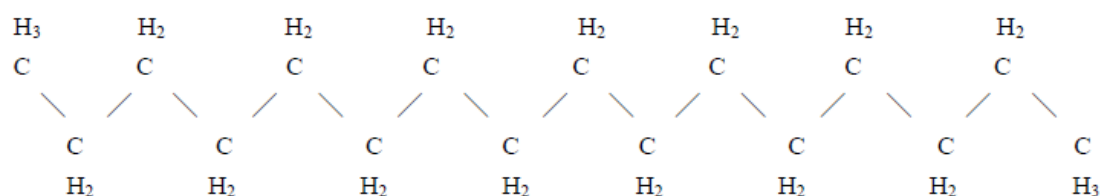
研究材料：

一、光合細菌(Photosynthesis Bacteria; PSB)-是一種在水域環境中生長的微生物。

本實驗使用的優勢種細菌為紫色光合菌

二、柴油-主要用途分類分為陸上用及海上用兩大柴油類。正十六烷為柴油的主要成分之一。分子式為：

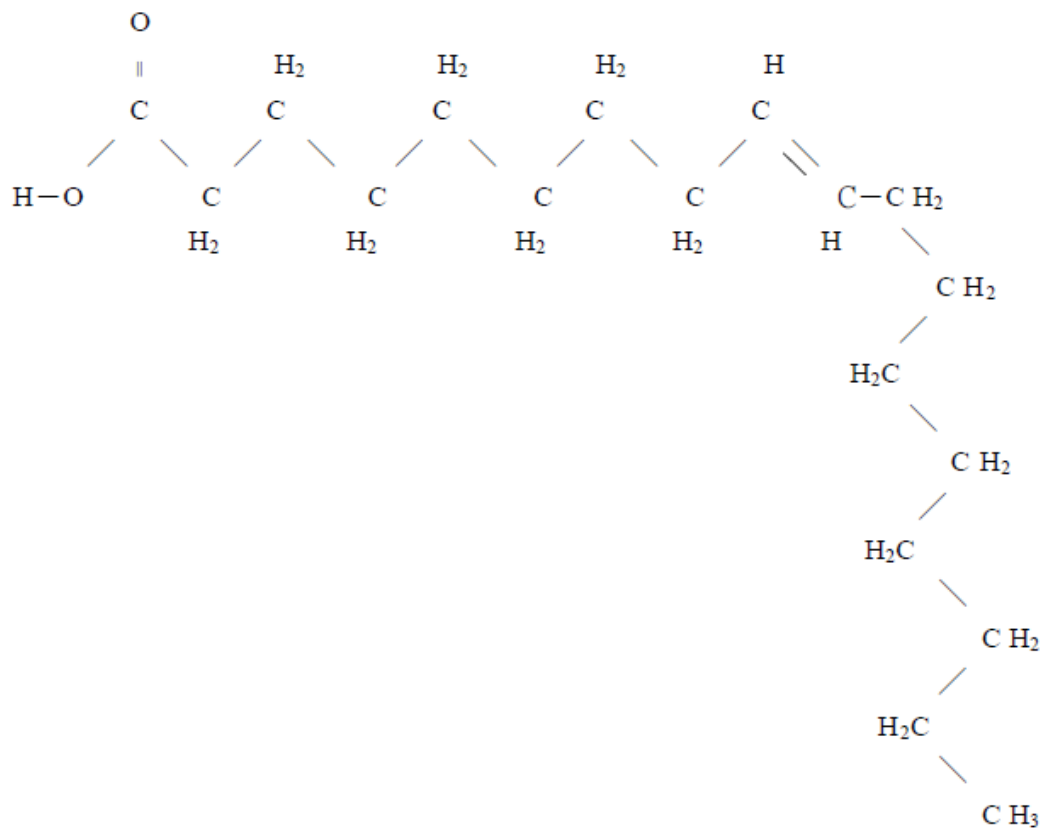
正十六烷



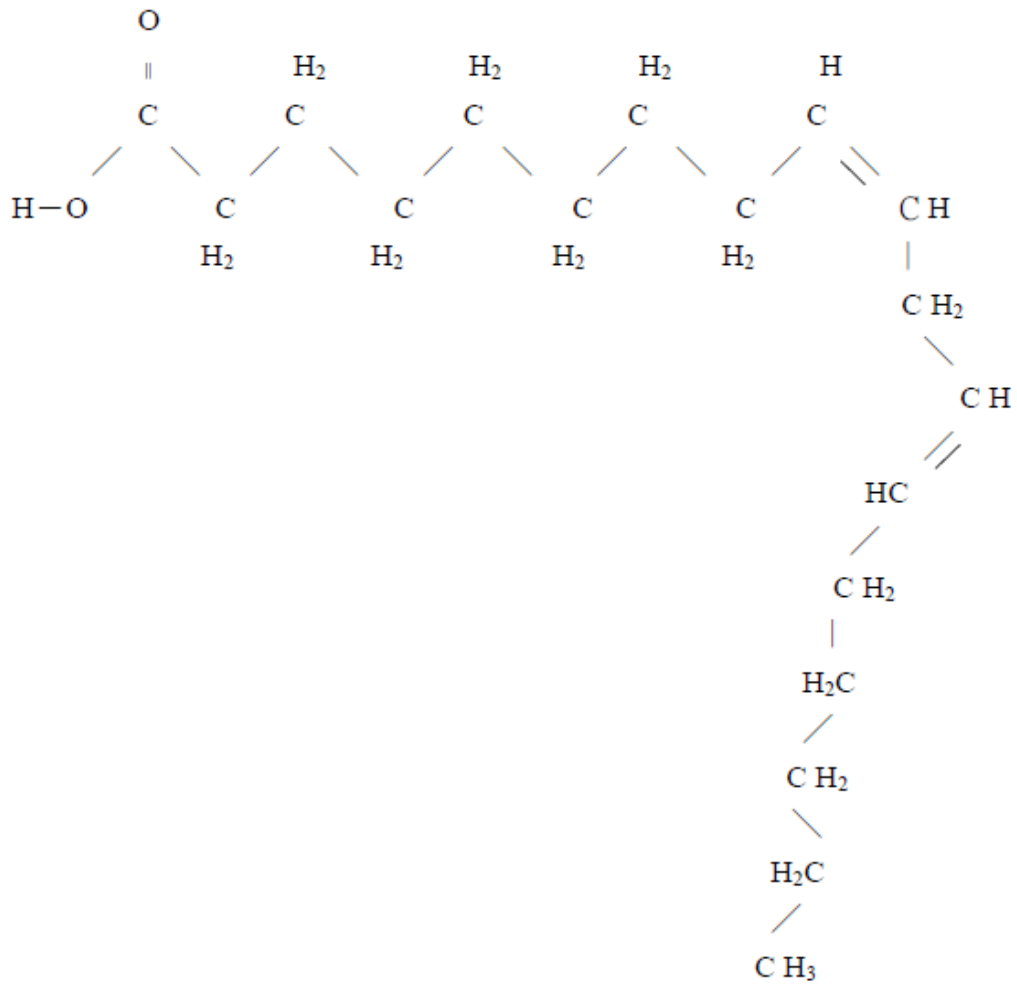
三、大豆沙拉油(Tatung Soybean oil)-是大豆經過壓榨後所得之原油脂，含有豐富的必需胺基酸以及大豆卵磷脂，18 碳的不飽和脂肪酸含量高，18：1 的單元

不飽和脂肪酸含量約 20%~30%，18：2 和 18：3 的多元不飽和脂肪酸含量約 55%~71%。

18：1



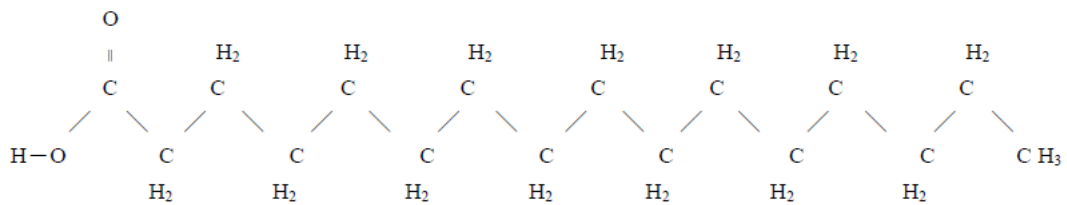
18 : 2



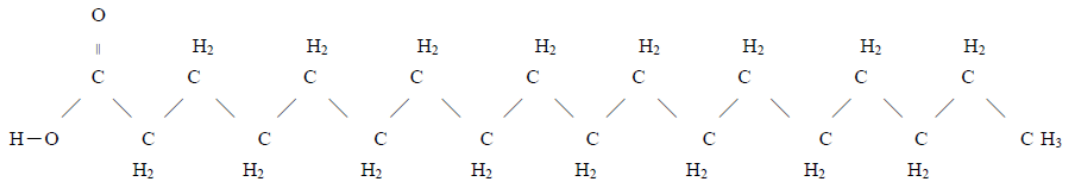
四、橄欖油(*Olea europaea* L.)-是從油橄欖果實中榨取的油，含不飽和脂肪酸，其中亞麻油酸、亞麻油酸含量豐富，膽固醇值特別低，單元不飽和脂肪酸含量較高。

五、豬油-為所有食用油中，油性最大者，脂肪分子間的作用力較大，油脂結晶容易隨著時間而轉換成較為粗大的結晶型態，飽和脂肪酸含量高，16 碳和 18 碳的飽和脂肪酸含量約 44%~57%。

16 : 0



18:0



研究器材：

器材	數量	器材	數量	器材	數量
塑膠軟管	數條	布氏漏斗	4 組	三角錐瓶 125ml	數瓶
乾燥機	1 台	滴定管架	數支	正己烷 500ml	數瓶
加熱攪拌器	數台	三叉夾子	數個	橡皮軟塞	數個
圓形燒瓶	數瓶	烘乾機	1 台	濾杯	數個
索氏萃取器	數支	冷凝管	數個	濾油紙	數張



圖 1、烘乾機



圖 2、乾燥機



圖 3、加熱攪拌器



圖 4、電子秤



圖 5、索氏萃取器



圖 6、布氏漏斗

肆、研究過程和方法

一、實驗設計

柴油、沙拉油、橄欖油和豬油 4 種不同的油脂各 2 克分別加入光合菌液 98 公克，對照組則取 4 種不同的油脂各 2 克分別加入海水 98 公克作為空白對照(不另添加光合菌)，每組皆為 2 重覆實驗，以純光合菌液 98 公克作為校正組，再利用索氏萃取裝置分離光合菌和水中的油脂秤重分析。(如：圖 7)



圖 7、實驗樣本

二、計算公式：

1.被分解油品重量計算：

被分解油重 = 空白組乾重 - 實驗組乾重 + 校正組

2.分解率計算：

分解率 (%) = 被分解油重 ÷ 油品重量 × 100%

三、實驗流程

(一)、製作樣本



(二)、將所有樣本放置室外無遮光下培養。



(三)、使用布氏漏斗濾油。



(四)、將濾紙及濾油紙放進濾杯中。



(五)、使用正己烷擦拭漏斗及三角錐瓶中剩餘的油脂。



(六)、取出放置乾燥機裡的圓形燒瓶秤空瓶重。



(七)、倒取正己烷約 3 分之 1 至圓形燒瓶中。



(八)、裝取約 800ml 的熱水放在加熱攪拌器上。



(九)、裝上索氏萃取裝置。



(十)、萃取約 3 小時之後，撤下索氏萃取裝置。



(十一)、使用真空抽氣法加水浴法讓存在圓形燒瓶中的正己烷完全揮發。



(十二)、拆水浴法，將圓形燒瓶放入烘乾機中烘乾油脂中剩餘的水分。



(十三)、取出放入烘乾機中烘乾之圓形燒瓶秤重。



(十四)、紀錄剩餘油重。



(十五)、使用洗滌液清洗圓形燒瓶。



(十六)、放入烘乾機烘乾剩餘之水分。



(十七)、將烘乾完的圓形燒瓶放入乾燥機中，隔絕空氣中的水分。

(一)、製作樣本

1、材料：

柴油、沙拉油、橄欖油、豬油、光合菌、一般海水、三角錐瓶 125ml、燒杯 150ml、塑膠吸管、電子秤、保鮮膜、橡皮筋、奇異筆、紙、筆。

2、步驟：

(1)、使用電子秤先歸 0 後，將三角錐瓶放上再歸 0 一次。

(2)、使用不同塑膠吸管吸取油類(柴油、沙拉油、橄欖油、豬油)及海水至三角錐瓶中，秤約 2 克。



(3)、秤完歸 0，在秤約 98 克的光合菌或是海水。



(4)、每種油類秤 10 瓶，做 2 重覆。

實驗組：柴油 2 克 + 光合菌 98 克。

對照組：柴油 2 克 + 海水 98 克。

(5)、將三角錐瓶瓶口包上保鮮膜跟綁橡皮筋。



(撕適量的保鮮膜)



(包上保鮮膜)

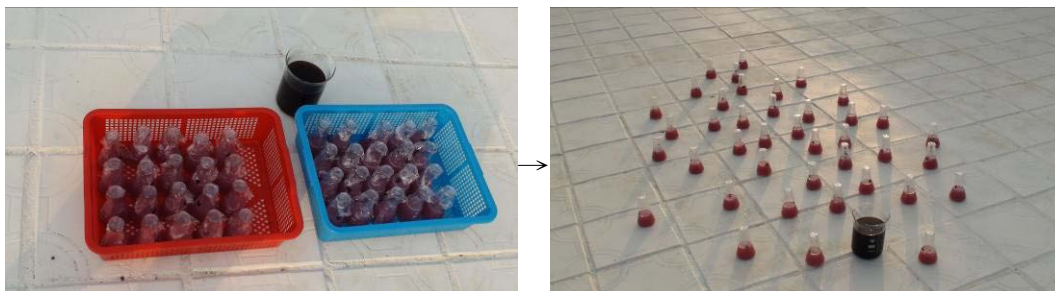


(綁上橡皮筋)

(6)、完成



(二)、將所有樣本放置室外無遮光下培養。



(三)、使用布氏漏斗過濾油品

1、器材：

濾紙、濾油紙、側凸三角錐瓶、塑膠管、橡皮軟塞、樣本。

2、步驟：

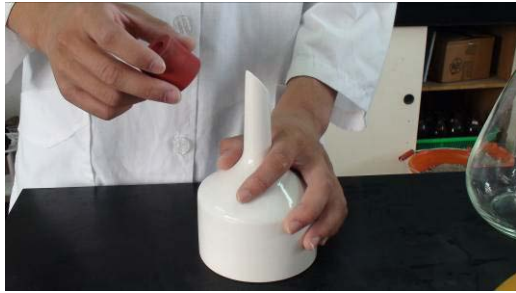
(1)、組裝布氏漏斗



(裝上塑膠管)



(將塑膠頭接在水龍頭)



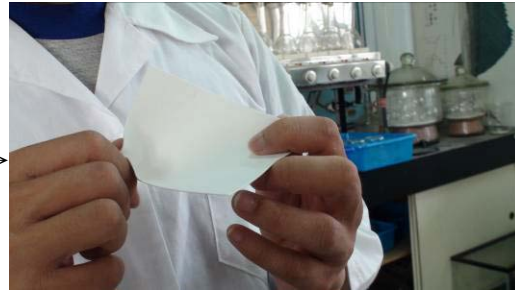
(漏斗裝上橡皮軟塞)



(漏斗裝上側凸三角錐瓶)



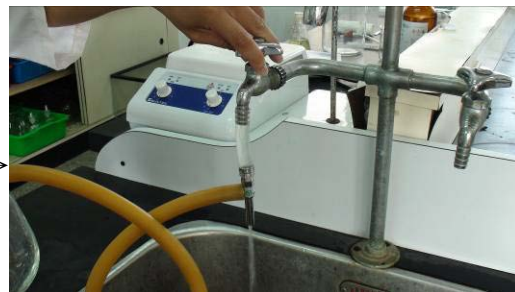
(墊數張濾紙)



(折吸油紙)



(放進布氏漏斗)



(打開水龍頭)

(2)、過濾油品



(打開樣本)



(倒進漏斗中濾油)



(等待水往下流)



(油會流在吸油紙上水會往下流)

(四)、將濾紙及濾油紙放進濾杯中

1、器材：

鑷子、濾杯。

2、步驟：

(1)、把在布氏漏斗中的濾紙及吸油紙放進濾杯裡。



(五)、使用正己烷擦拭漏斗及三角錐瓶中剩餘的油脂

1、器材：

濾紙、鑷子、正己烷、濾杯、燒杯 150ml。

2、步驟：



(將正己烷倒入燒杯中)



(夾取濾紙沾正己烷)



(擦拭三角錐瓶)



(擦拭漏斗)

(最後放進濾杯中)

(六)、取出放置乾燥機裡的圓形燒瓶秤空瓶重

1、器材：

乾燥器、圓形燒瓶、電子秤。

2、步驟：



(打開乾燥器)



(拿出圓形燒瓶)



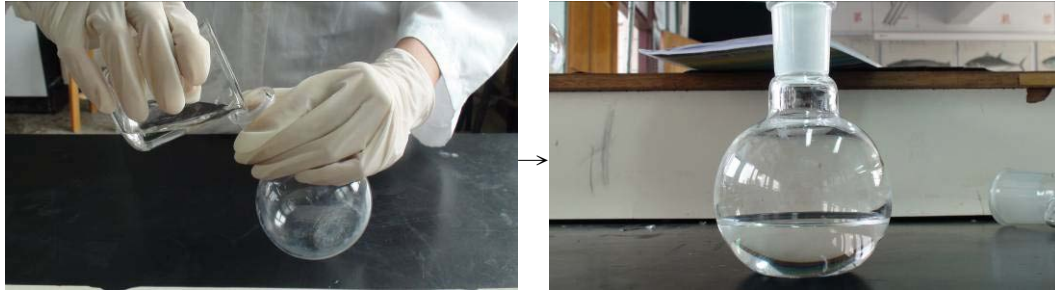
(秤取重量)

(七)、倒取正己烷約 3 分之 1 至圓形燒瓶中

1、器材：

圓型燒瓶、燒杯 150ml、正己烷、手套。

2、步驟：

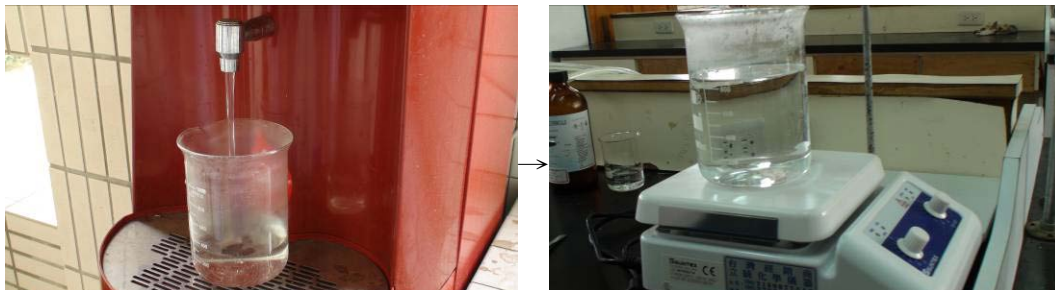


(八)、裝取約 800ml 的熱水放在加熱攪拌氣上

1、器材：

飲水機、燒杯 1000ml、加熱攪拌器。

2、步驟：



(九)、裝上索氏萃取裝置

1、器材：

加熱攪拌器、燒杯 1000ml、圓形燒瓶、三叉夾、索氏萃取管、濾杯、冷凝管、塑膠管。

2、步驟：

(1)、組裝索氏萃取器



(使用夾子將圓形燒瓶夾住放進燒杯)



(把濾杯放進索氏萃取管中)



(把索氏萃取管放在圓形燒瓶上)



(用三叉夾夾住)



(裝上冷凝管)

(2)、在冷凝管上插上塑膠管，並開水、插上插頭



(裝上塑膠管)



(接上水龍頭)



(開水)



(插上插頭)



(開加熱)

(3)、完成



(十)、萃取約 3 小時之後，撤下索氏萃取裝置

1、器材：

鑷子、濾紙

2、步驟：



(關水)



(關加熱)



(拔插頭)



(使用濾紙擦拭溫度計)



(移除冷凝管)



(拔三叉夾)



(把索氏萃取管拿起)

(倒出索氏萃取管中多餘的液體)

(十一)、利用真空抽氣和水浴法讓存在圓形燒瓶中的正己烷完全揮發

1、器材：

橡皮軟塞、打氣管、塑膠管、溫度計

2、步驟：

(1)、組裝水浴器材



(打氣管裝上橡皮軟塞)



(橡皮軟塞裝上圓形燒瓶瓶口)



(放進燒杯中)



(打氣管接上塑膠管)



(裝上水龍頭)



(放上溫度計)

(2)、完成



(十二)、拆水浴法，將圓形燒瓶放入烘乾機中烘乾油脂中剩餘的水分

1、器材：

濾紙、烘乾機、手套

2、步驟：



(關加熱)



(用濾紙擦乾溫度計)

(拔插頭)



(拔橡皮軟塞)



(關水龍頭)



(把圓形燒瓶放入烘乾機內烘乾水分)

(十三)、取出放入烘乾機中烘乾之圓形燒瓶秤重

1、器材：

手套、烘乾機、圓形燒瓶、電子秤。

2、步驟：



(打開烘箱)



(拿出圓形燒瓶)



(秤重)



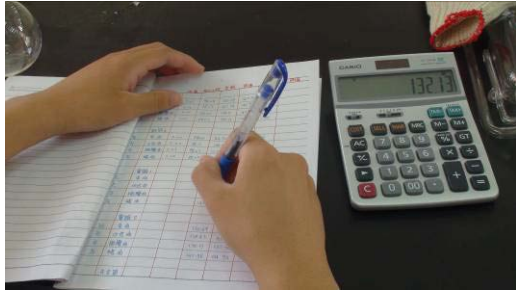
(秤重)

(十四)、紀錄剩餘油重

1、器材：

紀錄簿、筆、計算機

2、步驟：



(十五)、使用洗滌液清洗圓形燒瓶

1、器材：

洗滌液、塑膠手套、刷子

2、步驟：



(倒適量的洗滌液至燒杯中)



(加水稀釋)



(倒少許的洗滌液至圓形燒瓶)



(用刷子清洗圓形燒瓶)



(清洗乾淨)

(十六)、放入烘乾機烘乾剩餘之水分

1、器材：

烘乾機、手套

2、步驟：



(打開烘乾機)



(放進烘乾機中)



(打開電源以 105°C 烘乾)

(十七)、將烘乾完的圓形燒瓶放入乾燥機中，隔絕空氣中的水分

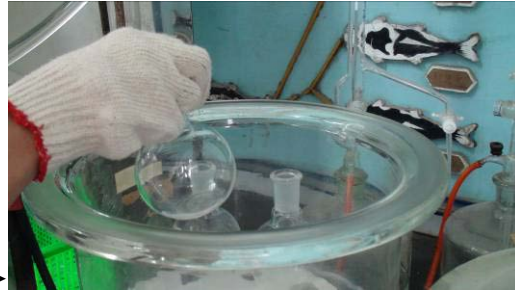
1、器材：

乾燥機、手套

2、步驟：



(打開烘乾機取出圓形燒瓶)

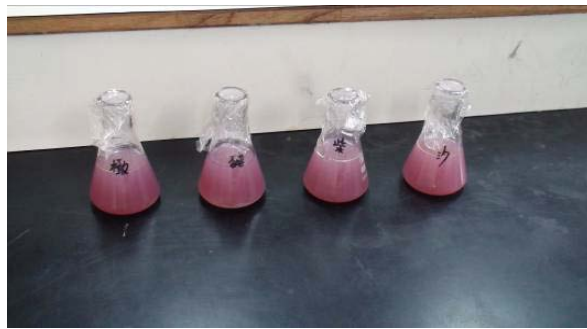


(放進乾燥機中)

伍、實驗結果

一、實驗組與對照組光合菌的變化觀察

(一)、實驗組變化



第 0 週光合細菌成紫紅色



第一週第 3 天柴油開始變色



第一週第 4 天後，光合菌開始變色



第二週開始所有樣本都已變色



第三週實驗組變化

(二)、對照組變化



第 1 週對照組



第 2 週柴油組開始變色



第 3 週對照組



第 4 週對照組

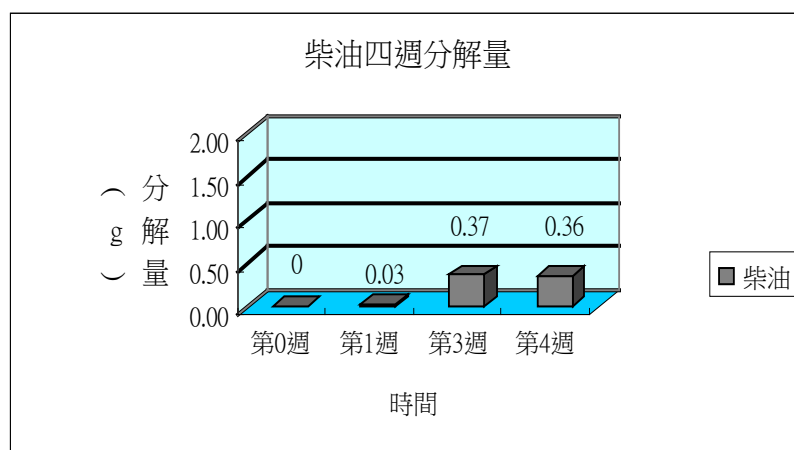
二、光合細菌對柴油的分解情形

表一圖一顯示光合細菌對柴油的分解量，第 1 週分解量 0.03 克，到第 3 週分解量上升至 0.37 克。第 4 週維持與第 3 週相同的分解量，雖然經過 1 週但是分解量並沒有變化。如果計算其分解率的變化如表二圖二所示，第 1 週分解率約 1.69 %，到第 3 週分解率約為 18.71%，有很明顯的增加。

表一、光合細菌對柴油的分解量(克)

時間	第 0 週	第 1 週	第 3 週	第 4 週
柴油的分解量(克)	0	0.3	0.37	0.36

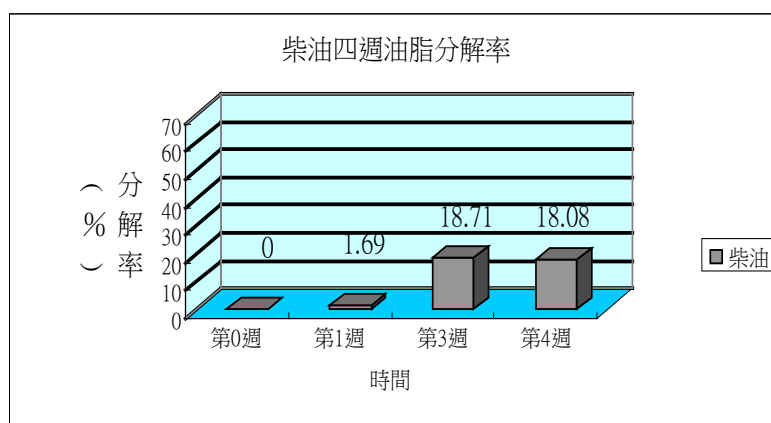
圖一、光合細菌對柴油的分解量(克)



表二、光合細菌對柴油的分解率(%)

時間	第 0 週	第 1 週	第 3 週	第 4 週
柴油的分解率(%)	0	1.69	18.71	18.08

圖二、光合細菌對柴油的分解率(%)



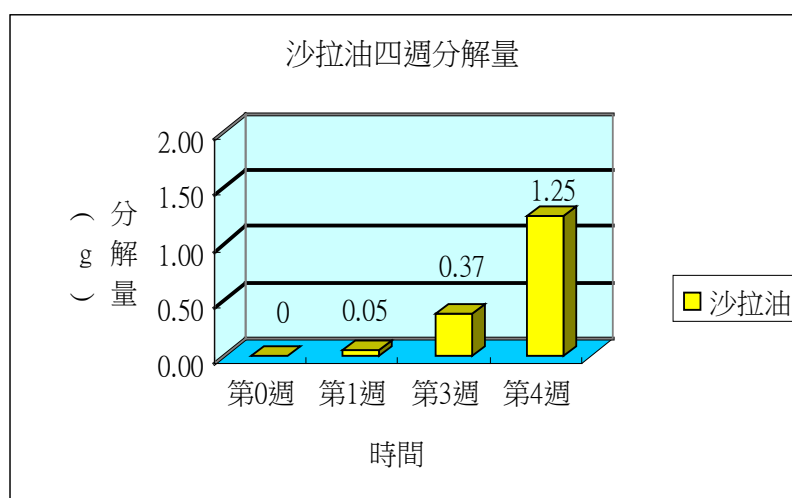
三、光合細菌對沙拉油的分解情形

光合細菌對沙拉油的分解量如表三圖三所示，第 1 週分解量 0.05 克，到第 3 週分解量上升至 0.37 克，第 4 週的分解量高達 1.25 克。如果計算其分解率的變化如表四圖四所示，第 1 週分解率約 2.39%，到第 3 週分解率達到 18.52%，到第 4 週有非常明顯的增加，高達 62.42%。

表三、光合細菌對沙拉油的分解量(克)

時間	第 0 週	第 1 週	第 3 週	第 4 週
沙拉油的分解量(克)	0	0.05	0.37	1.25

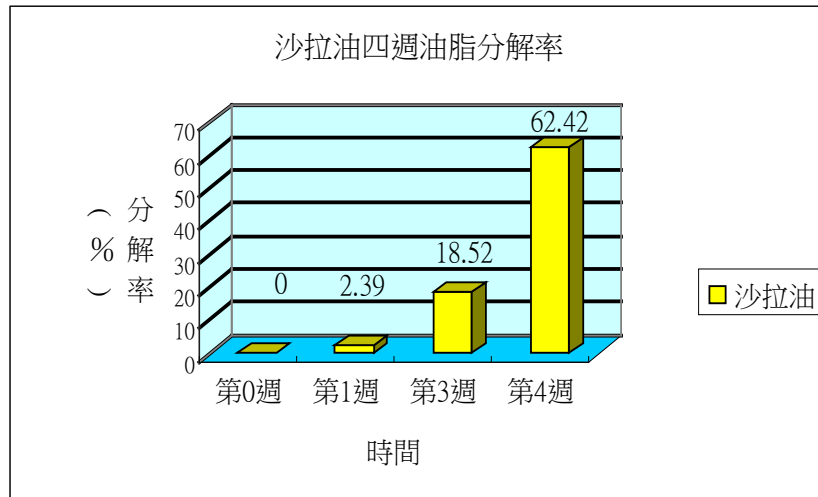
圖三、光合細菌對沙拉油的分解量(克)



表四、光合細菌對沙拉油的分解率(%)

時間	第 0 週	第 1 週	第 3 週	第 4 週
沙拉油的分解率(%)	0	2.39	18.52	62.42

圖四、光合細菌對沙拉油的分解率(%)



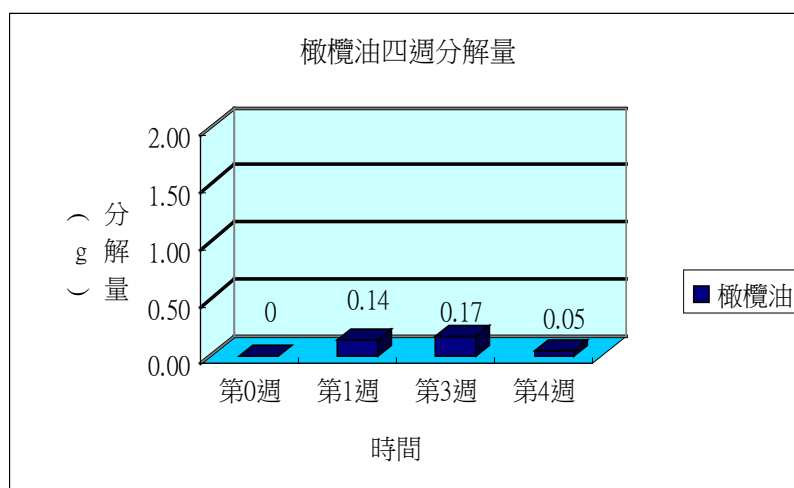
四、光合細菌對橄欖油的分解情形

光合細菌對橄欖油的分解量如表五圖五所示，第 1 週分解量達 0.14 克，到第 3 週分解量 0.17 克，第 4 週的分解量反而下降至 0.05 克。如果計算其分解率的變化如表六圖六所示，第 1 週分解率有 6.88%，第 3 週分解率 8.29%，到第 4 週有非常明顯的下降，分解率降至 2.47%。

表五、光合細菌對橄欖油的分解量(克)

時間	第 0 週	第 1 週	第 3 週	第 4 週
橄欖油的分解量(克)	0	0.14	0.17	0.05

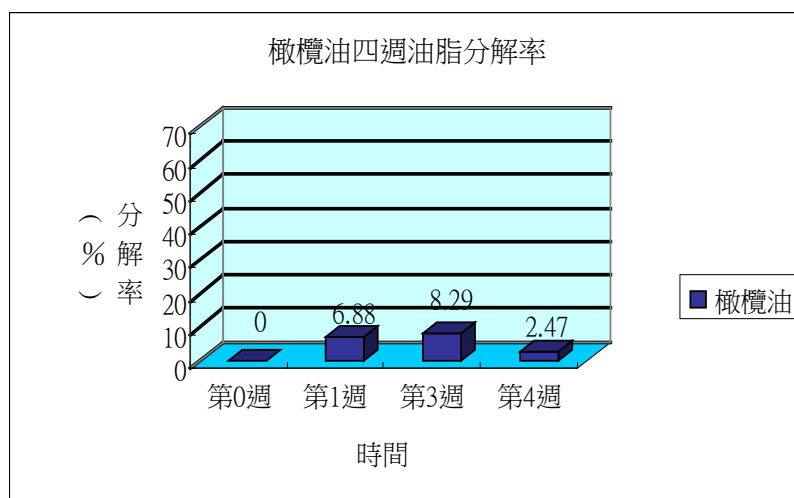
圖五、光合細菌對橄欖油的分解量(克)



表六、光合細菌對橄欖油的分解率(%)

時間	第0週	第1週	第3週	第4週
橄欖油的分解率(%)	0	6.88	8.29	2.47

圖六、光合細菌對橄欖油的分解率(%)



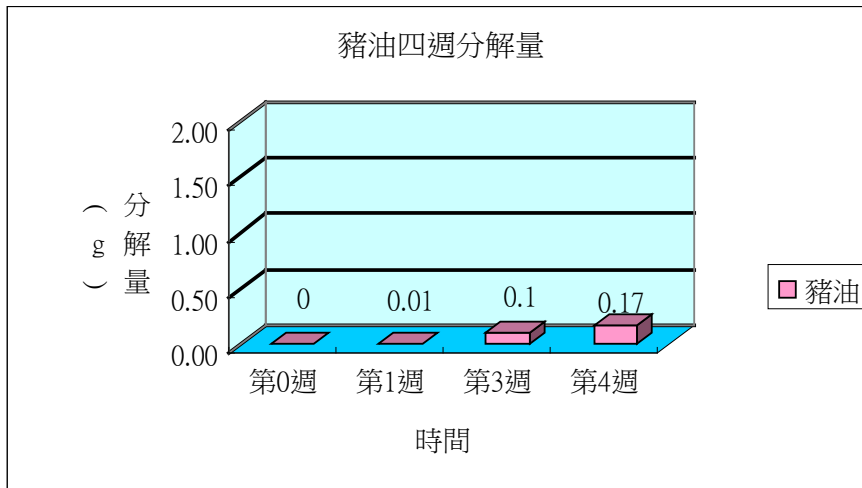
五、光合細菌對豬油的分解情形

表七圖七顯示光合細菌對豬油的分解量如圖 30 所示，第 1 週分解量 0.01 克，到第 3 週分解量上升至 0.1 克。第 4 週的分解量為 0.17 克。如果計算其分解率的變化如表八圖八所示，第 1 週分解率約 0.69%，到第 3 週分解率約為 4.76%，到第 3 週有很明顯的增加，為 8.31%，有緩步增加的趨勢。

表七、光合細菌對豬油的分解量(克)

時間	第 0 週	第 1 週	第 3 週	第 4 週
豬油的分解量(克)	0	0.01	0.1	0.17

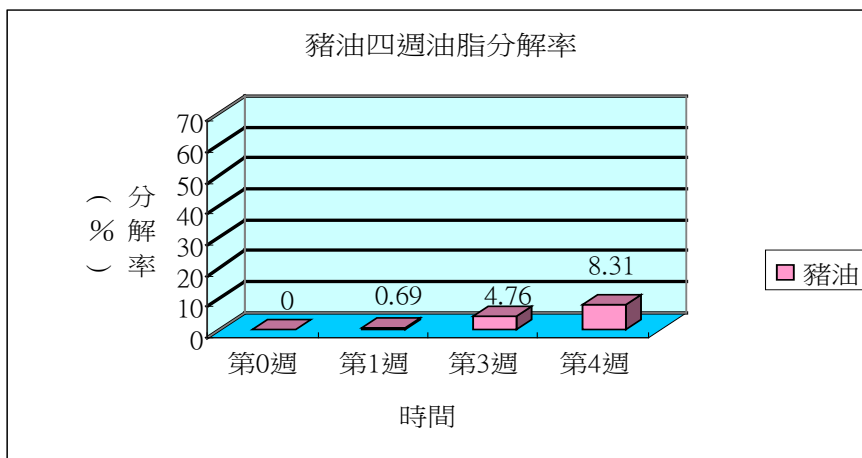
圖七、光合細菌對豬油的分解量(克)



表八、光合細菌對豬油的分解率(%)

時間	第 0 週	第 1 週	第 3 週	第 4 週
豬油的分解率(%)	0	0.69	4.76	8.31

圖八、光合細菌對豬油的分解率(%)



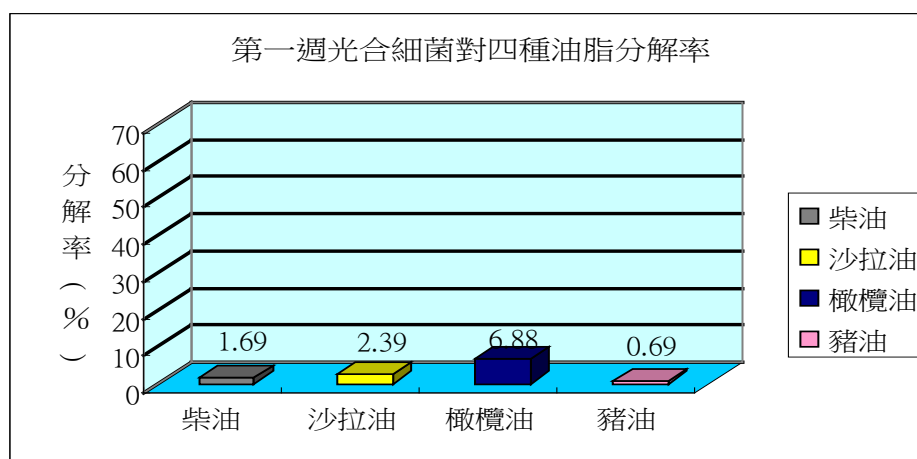
六、第一週光合細菌對四種油脂的分解效果：

第一週光合細菌對橄欖油的分解率 6.88% 最明顯，依次是沙拉油分解率 2.39%，柴油分解率 1.69%，豬油分解率 0.69% 最低。在第一週光合細菌對橄欖油的分解效果最好。（如表九、圖九）

表九、第一週光合細菌對四種油脂的分解率(%)

油品名稱	柴油	沙拉油	橄欖油	豬油
第 1 週的分解率(%)	1.69	2.39	6.88	0.69

圖九、第一週光合細菌對四種油脂的分解率(%)



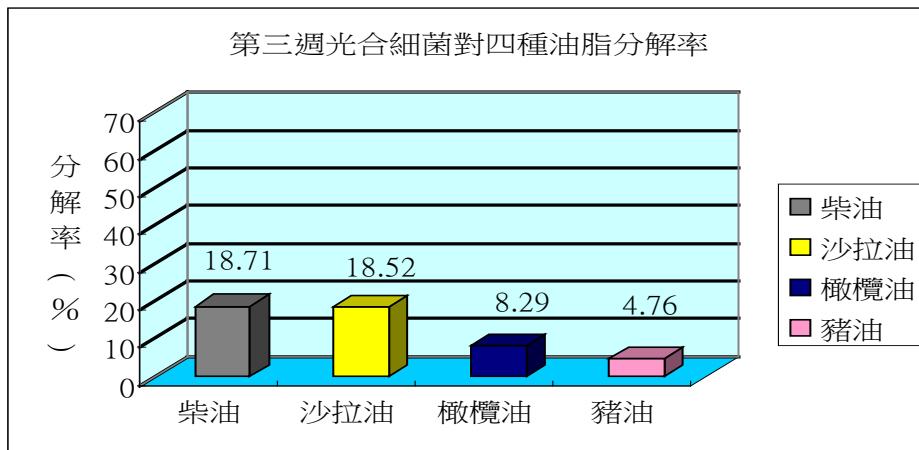
七、第三週光合細菌對四種油脂的分解效果：

第三週光合細菌對柴油、沙拉油、豬油的分解率分別由 1.69% 增至 18.71%、2.39% 增至 18.52% 和 0.69% 增至 4.76%，第三週光合細菌對柴油、沙拉油、豬油的分解率都有明顯的上升，但是對橄欖油的分解率由 6.88% 增至 8.29%，卻只有小幅的增加。（如表十、圖十）

表十、第三週光合細菌對四種油脂的分解率(%)

油品名稱	柴油	沙拉油	橄欖油	豬油
第 3 週的分解率(%)	18.71	18.52	8.29	4.76

圖十、第三週光合細菌對四種油脂的分解率(%)



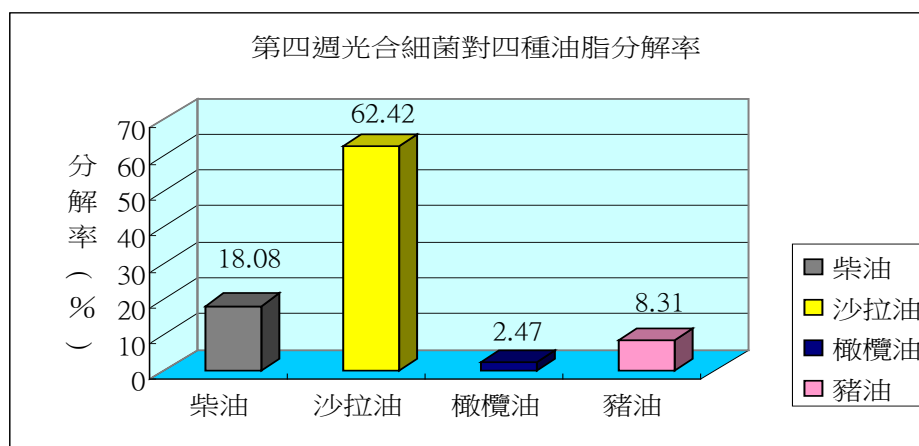
八、第四週光合細菌對四種油脂的分解效果：

第四週光合細菌對沙拉油的分解率有分長顯著的效果，分解率高達 62.42 %，對柴油的分解率則停留在 18%左右，並沒有大幅的上升，橄欖油在第四週分解率反而下降，可能因為光合菌死亡所以分解率下降，豬油雖然分解率的增加沒有那麼明顯，但是有持續的增加的趨勢。(如表十一、圖十一)

表十一、第四週光合細菌對四種油脂的分解率(%)

油品名稱	柴油	沙拉油	橄欖油	豬油
第 3 週的分解率(%)	18.08	62.42	2.47	8.31

圖十一、第三週光合細菌對四種油脂的分解率(%)



十、光合細菌對四種油脂的分解效果比較：

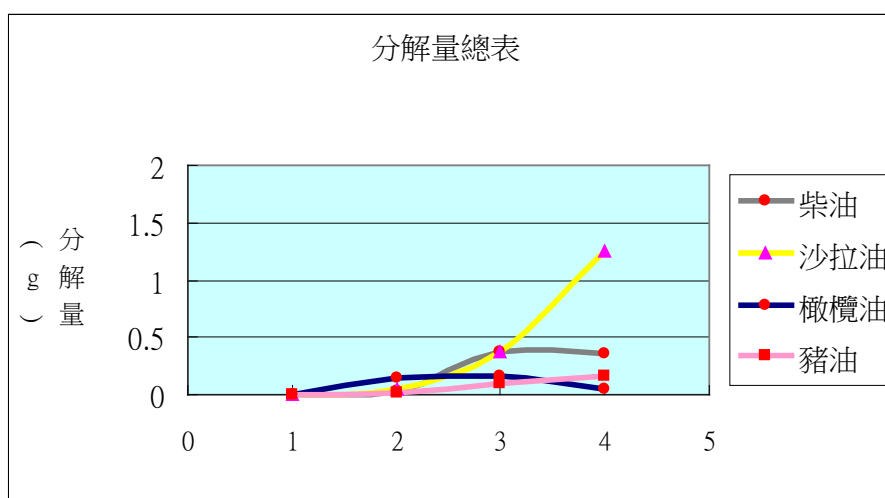
如表十二、圖十二所示光合細菌對四種油脂的分解量的圖表，以對沙拉油的分解效果最好，其次是柴油，再次是豬油，最差是橄欖油。特別是沙拉油的分解

效果最好，每 2 克沙拉油有 1.25 克被光合菌吸收利用，如果換算成分解率（如表十三、圖十三），沙拉油的分解率高達 62.42%。

表十二、光合菌對油脂分解量總表(克)

油脂分解量(克)	第 0 週	第 1 週	第 3 週	第 4 週
柴油	0	0.03	0.37	0.36
沙拉油	0	0.05	0.37	1.25
橄欖油	0	0.14	0.17	0.05
豬油	0	0.01	0.01	0.17

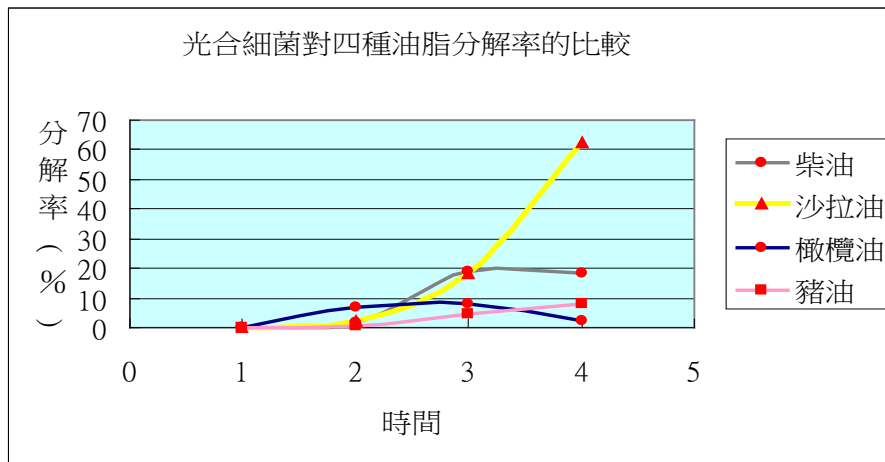
圖十二、光合菌對油脂分解量總表(克)



表十三、光合菌對油脂分解率比較表 (%)

油脂分解率 (%)	第一週	第三週	第四週
柴油	1.69	18.71	18.08
沙拉油	2.39	18.52	62.42
橄欖油	6.88	8.29	2.47
豬油	0.69	4.76	8.31

圖十三、光合菌對油脂分解率比較圖



陸、討論

- 一、在 4 種油脂中光合細菌對沙拉油的分解效果最好，這很可能是由於沙拉油所具有的多元不飽和脂肪酸較高，18 碳的不飽和脂肪酸含量在 75%~91%，脂肪分子間的作用力較小，所以比較容易被光合細菌所分解利用，在第 4 週即高達 62.42%。
- 二、柴油分解效果第四週與第三週相似，沒有明顯的改變，但在實際應用上還是具有一定效果，而且柴油可能有其他附屬的添加物（例如烷烴類、烯烴類、環烴類、芳香烴類、多環芳烴類和少量的硫等），致使實驗進行中光合細菌很快就由紫紅色變為橘黃色。
- 三、光合細菌對橄欖油的分解效果不明顯，可能光合細菌不適合應用在橄欖油的分解上，或由於實驗操作的誤差所致，其原因仍有待進一步探討。
- 四、豬油分解速率比較慢，原因可能是因為豬油的油脂中飽和脂肪酸含量較高，脂肪分子間的作用力較高，分子結構緊密，較不容易分解利用，所以被光合細菌吸收利用的時間必須延長。

柒、結論

- 一、在柴油的應用上雖然分解率只有 18.71%，但如果能長期並持續的在水域中讓光合細菌生長於此種水域中，對港灣的改善必有一定的貢獻。在實際應用上，因為漁船停靠的時候都會漏出些許的油脂，在這個時候我們可以利用圍油網將油脂圍住再加入大量的光合菌，讓光合細菌在此區域生長以達到吸收分解利用油污，以達去除油污的目的。
- 二、從數據顯示發現光合細菌對分解沙拉油有很明顯的效果，有高達 62.42%，以光合細菌很適合應用於家庭廢油的處理上，在現今的街道上到處都是雞排店，業者會將廢油集中回收，將油煙排放到桶子裡面，但油煙的後續處理呢？這時我們可以等油煙冷卻後再加入光合菌分解利用，這樣不但可以油汙解決的問題又能避免油煙汙染水質。
- 三、光合細菌對豬油的分解速率比較慢，但不是無法應用，只是在處理上必須花費較長的時間。

捌、參考資料及其他

李永祺，丁美麗(民 80)。海洋污染生物學。北京：海洋出版社。

阿尼達·加奈利編著(民 94)。神秘海洋—碧海藍天下的驚奇。台北：如何出版社有限公司。

陳奕宏(2007)。生質能概論。國立高雄應用科技大學：綠色能源整合學程教材。

劉亮吟等(2010)。脂質及石化柴油的介紹。高雄女中：綠色能源教材(3)疼惜地球的再生資源生質能。

中華民國養殖漁業發展協會(無日期)。光合菌防止黴菌病毒功效顯著。民 99 年 3 月 25 日，取自：<http://www.aquatwn.com.tw/mav-ina08.htm>

中華民國養殖漁業發展協會(無日期)。光合菌—水產養殖的新好幫手。民 99 年 3 月 25 日，取自：<http://www.aquatwn.com.tw/mav-ina04.htm>

光合菌專欄(無日期)。光合細菌Photosynthesis Bacteria; PSB。民 99 年 3 月 17 日，取自：<http://bojuo.myweb.hinet.net/psb-1.htm>

微青海洋 痞客幫(民 98 年 2 月 3 日)。益生菌：硝化菌、光合菌、消化菌等比較。民 99 年 3 月 20 日，取自：<http://vekin.pixnet.net/blog/post/23070750>

汪燕玲、趙永鋒(民 93 年 8 月)。有益微生物在水產養殖中的應用。養魚世界雜誌。民 99 年 3 月 20 日，取自：http://www.fishworld-tw.com/article/new0408_2.htm

MyChat數位男女醫學常識(民 96 年 11 月 23 日)。光合菌資源的開發與應用。民 99 年 3 月 20 日，取自：<http://bbs.mychat.to/reads.php?tid=663641>

陳展添(民 81)。活性污泥法添加及未添加光合菌處理經厭氣處理後之養豬場廢水。國立成功大學環境工程研究所碩士論文，未出版，台南市。

宋作人(民 82)。活性污泥法添加及未添加光合菌處理魚市場廢水。國立成功大學環境工程研究所碩士論文，未出版，台南市。

宋美瑩(民 98)。「光合菌應用於種苗生產」講習會。水產種苗，137，13。

續光清(民 76)。食品化學。台北：財團法人徐氏基金會。

王玉如(民 92)。油廠廢水淨化資源利用。國立新竹教育大學進修部數理教育碩士班自然組碩士論文，未出版，新竹市。

大統益股份有限公司(無日期)。黃豆加工流程圖。民 99 年 3 月 31 日，取自：<http://www.ttet.com.tw/bg/quality/index.php>

茂群峪有限公司(民 98)。1988 大豆沙拉油業務行銷研討會業務人員對食用油脂應有的認識。民 99 年 3 月 10 日，取自：<http://www.miobuffer.com.tw/fnm/199803/12.htm>

曾國輝(民 76)。有機化學概論。台北：一流出版社。

強冠企業股份有限公司(無日期)。豬油簡介。民 99 年 3 月 20 日，取自：http://changguann.com.tw/cg/grease/grease_01.html#grease

hinoki(民 95)。食用油沸點(奇摩知識)。民 99 年 3 月 20 日，取自：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1406010513382>

小卡(民 96)。橄欖油的介紹(yahoo奇摩部落格)。民 99 年 4 月 8 日，取自：<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!5NFD65GfGRn2D6K8HIszRMVnlyBO/article?mid=2309>

義大利風情(民 98)。按國際橄欖油協會標準，橄欖油一般分為兩大類五個級別。民 99 年 3 月 31 日，取自：http://tw.myblog.yahoo.com/jw!koXhOUeeFRYYnb_rtl77FEna/article?mid=758&prev=759&next=757&l=f&fid=10

大紀元新聞網(民 97)。認識橄欖油。民 99 年 3 月 31 日，取自：<http://www.epochtimes.com/b5/8/7/5/n2180222.htm>

台北榮總葛謹醫師(無日期)。正己烷(n-Hexane)之簡介。民 99 年 4 月 9 日，取自：<http://www.pcc.vghtpe.gov.tw/old/docms/30601.htm>

【評語】 091402

- 1.實驗動機佳，實驗內容詳盡。
- 2.光合細菌之來源及學名宜清楚標明。
- 3.實驗結果之油脂分解率較低，宜增加觀察時間，定量應注意，如光合菌液之原始含菌量。