

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 工程學科(二)科

052412

水中的生質能---海藻的油脂探討

學校名稱：臺中市立臺中第二高級中等學校

作者： 高二 陳思帆 高二 陳宗赫	指導老師： 吳筱萍 林怡吟
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：單胞藻、多胞藻、海寶素

摘要

全球化石能源日益短缺，能源的價格終究會高漲到令人無法負擔的地步。倡導各項節能措施，積極開發各種替代能源，便成為現今世界各國最重要議題之一。在各種替代能源中，生質能源的開發與利用近年來受到高度的重視。

利用藻類做為生質能源有很大的潛力，主要的原因是藻類高產量的特性，光合作用效率高於陸生植物。有些藻類甚至含有高量的脂質，而脂質正是轉化成為生質柴油的重要關鍵原料。但不同藻種的脂質含量有明顯的差異，例如紅藻門、藍藻門的藻屬，脂質含量就較其他的藻門高。生長環境的不同，同藻屬間的脂質含量也會有很大的不同。

我們利用生活產生的廢氣來當成培養藻類的碳來源，如此更可以淨化空氣且又能解決能源危機，大量的生產生質能源。

壹、研究動機

在一次的機會裡，我們由報章雜誌上得知：地球上石油含量只足夠人類四十年的使用量，人類正積極的想尋找替代能源。例如：巴西將全國的耕種土地改種植玉米及甘蔗，然後再由玉米及甘蔗中提煉其油脂及醣類，再將油脂及醣類轉換成生質能源，用來解決其國內石油缺乏的問題。但因為大量土地拿去種植玉米及甘蔗，拿去種植玉米及甘蔗，因而容易造成人類食物缺乏的另一個問題。

基於以上兩件事件，因而在我腦海中滋生了一個大問題，那就是因為地球上海洋的面積約佔地球總面積的百分之七十，而陸地面積卻只有百分之三十。那麼如果我們能利用海洋來完成巴西的創舉時，那麼能源危機不就能迎刃而解，而且不會造成人類食物短缺的現象，因而讓我想利用海水培養海藻，由海藻中提煉出其內部所含有的油脂及醣類，再將提煉出來的油脂及醣類轉換成生質能源。

剛好自然科老師又跟我們說起科展，於是我們就決定一起來研究地球上最早的原生生物…藻類。

貳、研究目的

- 1、探討單細胞藻類與多細胞藻類的生長速率比較
(並尋找出單細胞藻類與多細胞藻類生長最快速者定為本實驗物種)
- 2、分析生長速率與其內部所含之油脂含量間的關係。
- 3、設計利用生活中廢氣(家中氣體)來培養藻類，並將藻類光合作用生成的氧氣回流入家中。

參、研究儀器與藥品

實驗儀器			實驗藥品		
儀器名稱	數 量	照 片	藥品名稱	數 量	照 片
培養桶	4個		海寶素	兩包	
打氣機組	4組		天然海水	60公升	
比重計	1支		小球藻	50公克	
燒杯(1000cc)	12個		紅藻	50公克	
割草機	一台		螺旋藻	50公克	
果汁機	一台		念珠藻	50公克	
過濾系統	一組		藻類肥料	足量	

肆、研究過程與數據分析

一、探討單細胞藻類與多細胞藻類的生長速率與能源含量之比較：

【實驗物種】

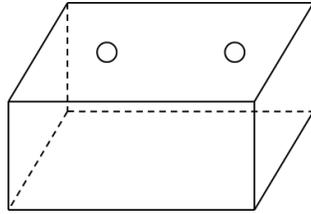
取單細胞藻類：綠藻綱、小球藻科的*Chlorella pyrenoidosa*及裸藻。

取多細胞藻類：紅藻及念珠藻。

【實驗前處理】

1、培養桶的製作：

至外面找到一家專門製作壓克力的店家，請他們幫我們製作了四個壓克力桶，其大小形狀如圖



2、天然海水的取得：

到水族館訂購天然海水60公升（每公升3元）

3、人工海水的備置：

到水族館購買了兩包海寶素（海鹽素）在自來水中加入海寶素，用比重計測量並將比重調到跟天然海水比重相同後即為人工海水。

【實驗研究流程】

1、探討單胞藻與多胞藻在天然海水中的生長速率：

實驗步驟：

(1) 將培養桶分別編號一至四號

(2) 分別在一號培養桶放入20公克的*Chlorella pyrenoidosa*（單胞藻）及二號培養桶中放入20公克的裸藻（單胞藻）。並分別加入天然海水7.8公升。將當時的水位高度做一記號。

(3) 分別在三號培養桶放入20公克的紅藻（多胞藻）及四號培養桶中放入20公克的念珠藻（多胞藻）。並分別加入天然海水7.8公升。將當時的水位高度做一記號。

(4) 分別在四個培養桶中通入打氣機打出的氣體。如圖一。

(5) 於每天下午六點時觀察培養桶的水位高度，並添加自來水到步驟（2）、（3）所畫的水位高度記號（因為水會蒸發，所以只要補充淡水即可），並觀察其水內顏色變化，記錄如表所示。

培養桶編號 剛放入藻類重	一號培養桶 20公克	二號培養桶 20公克	三號培養桶 20公克	四號培養桶 20公克
第一天	透明微綠色	透明微綠色	透明微紅色	透明微綠色
第二天	透明淺綠色	透明淺綠色	透明淺紅色	透明淺綠色
第三天	透明綠色	透明綠色	透明紅色	透明綠色
第四天	透明深綠色	透明深綠色	透明深紅色	透明深綠色
第五天	不透明綠色	不透明綠色	不透明紅色	不透明綠色
第六天	不透明深綠色	不透明深綠色	不透明深紅色	不透明深綠色
第七天	不透明深綠色	不透明深綠色	不透明深紅色	不透明深綠色

- (6) 一星期後（七天後）將培養桶中海水濾出，拿取其內部的藻類，秤其重量。記錄如下表。

培養桶編號	一號培養桶	二號培養桶	三號培養桶	四號培養桶
桶內藻類重量	177公克	132公克	165公克	106公克

2、取實驗 1 中所得之藻類探討它在天然海水與人工海水的生長速率：

- (1) 將培養桶分別編號一、二號
- (2) 分別在一號培養桶中加入天然海水7.8公升及20公克的Chlorella pyrenoidosa及二號培養桶中加入人工海水7.8公升及20公克的Chlorella pyrenoidosa。將當時的水位高度做一記號。
- (3) 分別在兩個培養桶中通入打氣機打出的氣體。如圖二。
- (4) 於每天下午六點時觀察培養桶的水位高度，並添加自來水到步驟
- (5) 所畫的水位高度記號，並觀察其水內顏色變化，並記錄之。如下表所示。

培養桶	一號桶	二號桶	培養桶	一號桶	二號桶
第一天	微綠色	微綠色	第五天	深綠色	深綠色
第二天	淺綠色	淺綠色	第六天	深綠色	深綠色
第三天	淺綠色	淺綠色	第七天	墨綠色	墨綠色
第四天	深綠色	深綠色	以下空白		

- (5) 一星期後（七天後）將培養桶中海水濾出，拿取其內部的Chlorella pyrenoidosa，秤其重量。並記錄如下表。

培養桶編號	一號培養桶	二號培養桶
桶內藻類重量	177公克	168公克

二、分析生長速率與其內部所含之油脂含量間的關係：

【實驗物種】

取前實驗1中所得的Chlorella pyrenoidosa (50g)、裸藻(50g)、念珠藻(50g)及紅藻(350g)。

【實驗前處理】

將前實驗一中所得的Chlorella pyrenoidosa、裸藻、紅藻及念珠藻七天成長的增加量換算成四種藻類生長速率，以供本實驗換算參考。

【實驗研究流程】

四種藻類所含油脂量的分析：

1、尋找最佳油脂萃取液及其溶劑／油菜籽（液固比：E/R）比率：

- (1) 將紅藻(360g)先使用果菜汁機充分攪拌磨碎 2 分鐘後,直到磨製成泥狀後
- (2) 將其磨碎後的紅藻(180g)放入 6 個燒杯中(各 30g)分別加入正己烷,其紅藻及正己烷比例分別為：1:1(30 公克的紅藻 + 30 cc正己烷)、1:2(30 公克的紅藻 + 60 cc正己烷)、1:3(30 公克的紅藻 + 90 cc正己烷)、1:4(30 公克的紅藻 + 120 cc正己烷)、1:5(30 公克的紅藻 + 150 cc正己烷)、1:6(30 公克的紅藻 + 180 cc正己烷)
- (3) 將其磨碎後的紅藻(180g)放入 6 個燒杯中分別加入酒精,其紅藻及酒精比例分別為：1:1(30 公克的紅藻 + 30 cc酒精)、1:2(30 公克的紅藻 + 60 cc酒精)、1:3(30 公克的紅藻 + 90 cc酒精)、1:4(30 公克的紅藻 + 120 cc酒精)、1:5(30 公克的紅藻 + 150 cc酒精)、1:6(30 公克的紅藻 + 180 cc酒精)

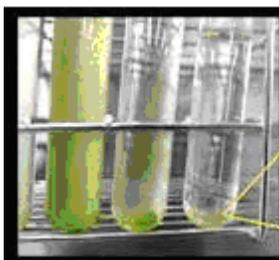
- (4) 將步驟 2、3 中的 12 個燒杯都置入溫度 60°C 的環境中攪拌 30 分鐘後，分別於常溫下靜置 8 小時。



- (5) 8 小時後分別利用過濾系統將十二個燒杯中的物質做固液分離。
(6) 將十二個燒杯利用過濾後得到的濾液在 80°C 下進行隔水加熱後,直到萃取液完全蒸發後留下的油脂，記錄並比較觀察不同萃取液及數量對油脂萃取效果的情形。

2、四種藻類所含油脂量的分析實驗：

- (1) 取實驗 1 中所得最佳萃取液／藻類（液固比：E/R）的比率及最佳萃取液為本實驗的實際操作液固比(E/R)及萃取液。
(2) 分別將藍藻(50g)、裸藻(50g)、念珠藻(50g)及紅藻(50g)放入果汁機內充分攪拌磨碎 2 分鐘後裝入 4 個燒杯中再分別都加入 150cc 的正己烷萃取液(參考實驗 1)。
(3) 將 4 個燒杯都置入溫度 60°C 的環境中攪拌 30 分鐘後，分別於常溫下靜置 8 小時。
(4) 8 小時後分別利用過濾系統將四個燒杯中的物質做固液分離。
(5) 將四個燒杯利用過濾後得到的濾液在 80°C 下進行隔水加熱後,直到萃取液完全蒸發後留下的油脂，記錄並比較觀察四種海藻所含油脂的情形。



三、設計利用生活中廢氣(家中氣體)來培養藻類，並將藻類光合作用生成的氧氣回流入家中

【實驗物種】

由實驗一、二得知綠藻綱、小球藻科的 *Chlorella pyrenoidosa* 成長速率及油脂含量特別高，因而我們取用它來當作我們的實驗三的實驗物種。

【實驗前處理】

1、培養桶的製作：

至外面找到一家專門製作壓克力的店家，請他們幫我們製作了四個壓克力桶，其大小形狀如圖，並加裝管路做一回流系統。

2、培養液：使用有機碳如葡萄糖或是醋酸來做為碳源。因為藻種 *Chlorella sp* 喜好偏酸環境，故添加醋酸來做為碳源且調整 PH 值。以加速藻類生長。而氮的來源則是硝酸鹽、氨鹽或尿素。經資料調查發現使用尿素最為經濟。故使用醋酸+尿素做為營養來源進行培養。

【實驗研究流程】

- (1) 將培養桶裝置如圖
- (2) 分別在培養桶放入50公克的小球藻，並分別加入天然海水7.8公升。將當時的水位高度做一記號。
- (3) 將家中室內的氣體抽入培養桶中打氣。如圖一。
- (4) 於每天下午六點時觀察培養桶的水位高度，並添加自來水到步驟(2)所畫的水位高度記號(因為水會蒸發，所以只要補充淡水即可)。
- (5) 一星期後(七天後)將培養桶中海水濾出，拿取其內部的藻類，秤其重量。
- (6) 將培養所得的小球藻放入果汁機內充分攪拌磨碎2分鐘後裝入4個燒杯中再分別都加入1:3的正己烷萃取液(參考實驗1)
- (7) 置入溫度60°C的環境中攪拌30分鐘後，於常溫下靜置8小時。
- (8) 8小時後分別利用過濾系統將四個燒杯中的物質做固液分離。
- (9) 將四個燒杯利用過濾後得到的濾液在80°C下進行隔水加熱後,直到萃取液完全蒸發後留下的油脂，記錄並比較觀察四種海藻所含油脂的情形。



過濾萃取酯



培養的藻類



萃取囉



恆溫隔水加熱



過濾濾液



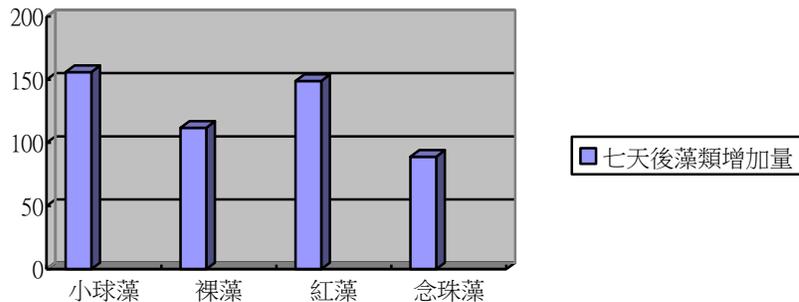
過濾濾液

伍、研究結果

在實驗(一)探討單胞藻與多胞藻在天然海水中的生長速率的實驗中：

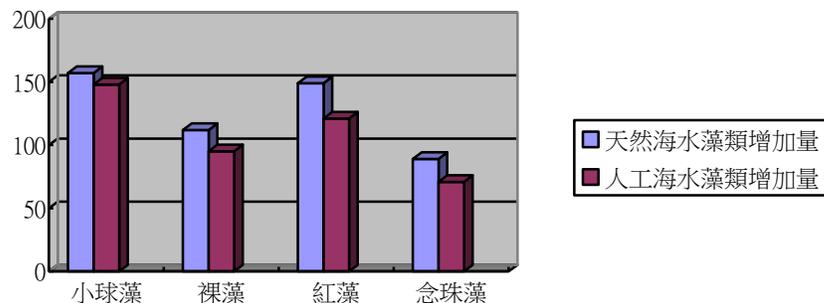
- 1、經藻類轉化之再生能源有甲烷、生質柴油、氫氣等，在使用方面，以液態之生質柴油最為方便。但因為藻類非常多，我們這個實驗主要乃是尋找產率最高(生長率及內部生質柴油含量)，經跟老師探討結果，我們以單胞藻(小球藻*Chlorella pyrenoidosa*及裸藻)和多胞藻(紅藻及念珠藻)為實驗物種，以尋找產率及生質油含量最高的物種。而藻類轉化為生質柴油早在1980及有相關文獻記載。台灣地區日照强度高，是和藻類生長，所以我們以台灣日照為基礎之藻類生產技術，期待能減除工業排氣中二氧化碳、生產生質柴油、藻類蛋白質、藻類營養物、藻類飼料之多重目的。。
- 2、經實驗(1)我們得知四種藻類的生長情形如下表。

藻類名稱 剛放入藻類重	小球藻 20公克	裸藻 20公克	紅藻 20公克	念珠藻 20公克
七天後桶內藻類重量	177	132	165	106
七天藻類重量增加量	157	112	145	86



- 3、經實驗(2)我們得知四種藻類的生長情形如下表。

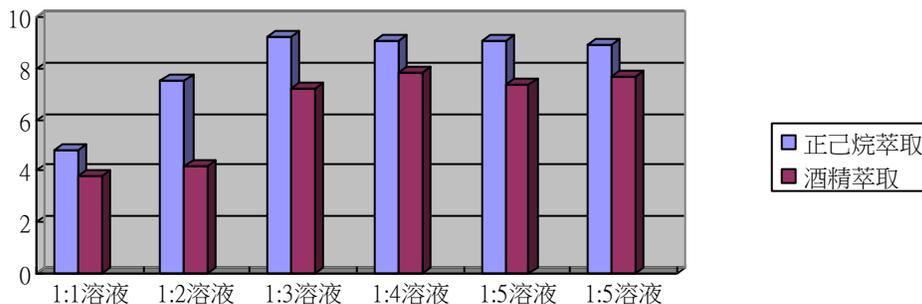
培養桶編號	小球藻		裸藻		紅藻		念珠藻	
	天然	人工	天然	人工	天然	人工	天然	人工
海水的種類	天然	人工	天然	人工	天然	人工	天然	人工
剛放入藻類重	20公克							
七天後桶內藻類重量	177	168	132	115	169	141	109	91
七天藻類重量增加量	157	148	112	95	149	121	89	71



實驗(二): 分析生長速率與其內部所含之油脂含量間的關係的實驗中:

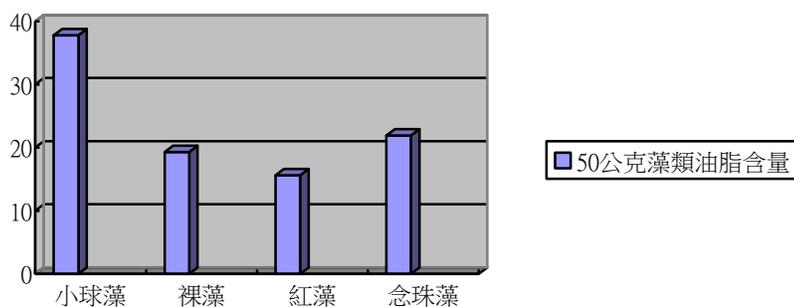
4、在尋找最佳油脂萃取液及其溶劑/油菜籽(液固比:E/R)比率的實驗中, 實驗數據如下表。

紅藻與正己烷的重量比	1:1 溶液	1:2 溶液	1:3 溶液	1:4 溶液	1:5 溶液	1:6 溶液
隔水加熱蒸乾後油脂含量	4.8g	7.5g	9.2g	9.1g	9.1g	8.9g
紅藻與酒精的重量比	1:1 溶液	1:2 溶液	1:3 溶液	1:4 溶液	1:5 溶液	1:6 溶液
隔水加熱蒸乾後油脂含量	3.8g	4.2g	7.2g	7.8g	7.4g	7.7g



5、四種藻類所含油脂量的分析實驗中, 我們實驗所得的數據如下表。

藻類名稱	小球藻	裸藻	紅藻	念珠藻
欲萃取藻類重量	50公克	50公克	50公克	50公克
正己烷萃取液量	150cc	150cc	150cc	150cc
萃取蒸乾後油脂含量	37.8g	19.3g	15.6g	21.9g
藻類油脂含量百分比	75.6%	38.6%	31.2%	43.8%



實驗(三): 設計利用生活中廢氣(家中氣體)來培養藻類, 並將藻類光合作用生成的氧氣回流入家中的實驗中, 我們得知:

7、由實驗我們得知用打氣機與抽取生活室內的氣體來做藻類養殖時的氣體來源, 我們的數據如下表。

	打氣機時小球藻生長情況	室內氣體時小球藻生長情況
原始加入培養槽的量	50 公克	50 公克
七天後小球藻的量	458 公克	543 公克
七天後小球藻增加量	408 公克	493 公克
萃取所得的油脂量	337 公克	421 公克
小球藻內含油脂比率	73.6%	77.5%

陸、討論

討論(一)

由實驗得知，人工海水可能是因為用海寶素泡製出來，其水中含碳量不夠，將會影響藻類的繁殖，所以我們決定在人工海中加些營養素。

營養的來源：使用有機碳如葡萄糖或是醋酸來做為碳源。本組選擇之藻種藻類喜好生長的偏酸環境，故添加醋酸來做為碳源且調整 PH 值來加速藻類生長。而氮的來源則是硝酸鹽、氨鹽或尿素。經研究調查發現使用尿素最為經濟。我們使用醋酸+尿素做為營養素來進行藻類培養。

討論(二)

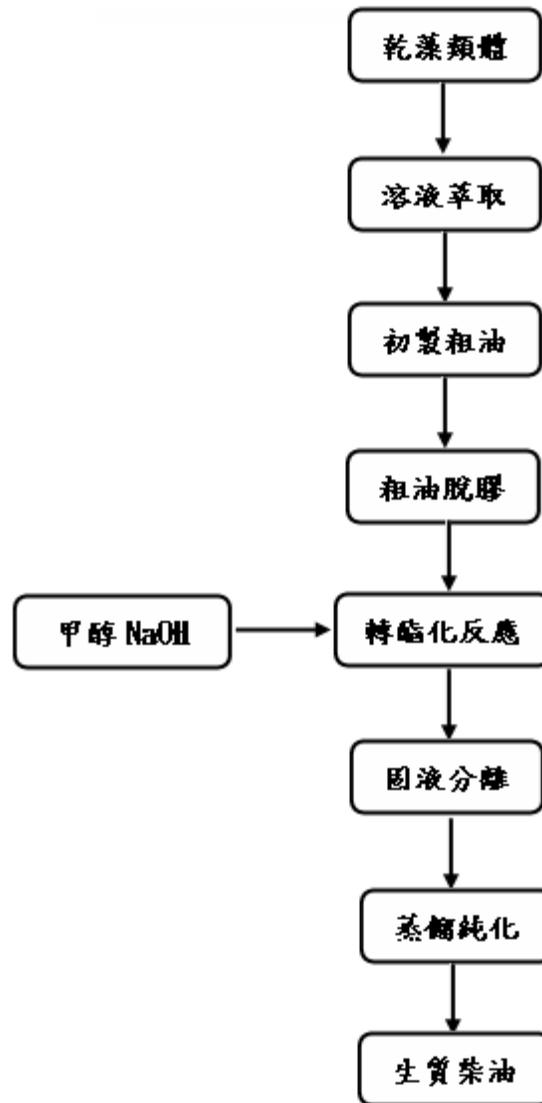
- (1) 由實驗我們得知正己烷對藻類萃取油脂的效果較佳，所以我們決定油脂的萃取溶液使用正己烷，且由實驗數據中我們發現當藻類與正己烷比例達到 1：3 的比值時油脂的萃取量最高，在高一點的重量比例時，油脂的萃取量並沒有再提高，所以我們推測說【當萃取液與實驗藻類的重量比為 3：1 時，就可將藻類油脂幾乎全部萃取出】。
- (2) 由實驗我們得知小球藻的生長速率最快(實驗一得知)，且它的油脂含量亦最高(實驗二得知，含量約為 75%)，所以我們在下一個實驗中將以小球藻為實驗物種。

討論(三)

由實驗我們得知若氣體來源為 CO₂ 含量較高的室內生活氣體，藻類生長速率較快，我們猜想其主要原因應該是藻類生長時”碳來源”較充足，因為藻類須利用充足的 CO₂ 來增加其光合作用。至於小球藻內部油脂含量率就相差不會很大了。所以由實驗我們可以得知可利用室內氣體來培養藻類，再將藻類光合作用產生的新鮮氧氣在抽回室內，如此即可利用廢氣來培養藻類，解決能源問題，又可達到空氣清淨的效果，更可減碳喔。

柒、結論

1、我們使用的藻類油脂萃取流程如下：



- 2、一般藻類生長多以自營(autotrophic)方式為主，即利用大氣中之 CO_2 為碳源。由於 CO_2 在水中之濃度很低，無法使水生藻類達到光合作用最大值，以提供藻類快速生長，所以我們才想利用室內生活氣體利用抽氣馬達抽入培養槽內，剛開始只是想增加水中二氧化碳含量。但時間一久我們發現室內空氣也有變好的趨勢，那這不就是一個很有利用價值的空氣濾清機嗎？
- 3、利用藻類做為生質能源有很大的潛力，主要的原因是藻類高生產量的特性，光合作用效率高於陸生植物。有些藻類甚至含有高量的脂質，而脂質正是轉化成為生質柴油的重要關鍵原料。但不同藻種的脂質含量有明顯的差異，例如藍藻門的藻屬，脂質含量就較其他的藻門高(實驗一得知)。生長環境的不同，同藻屬間的脂質含量也會有很大的不同(實驗三可證明)。

4、培養藻細胞時所需的二氧化碳濃度，也會改變細胞的脂質含量。例如，把培養的小球藻的二氧化碳濃度從低(天然空氣)提升至濃度高(人體吐出的二氧化碳)，細胞內所含的脂肪含量是可以增加。也有人把一種屬於綠藻的小球藻以異營性的方式培養，也就是說，在培養時改添加葡萄糖做為碳源。用這種培養方式，比自營性培養（也就是添加二氧化碳者）更能增加細胞的脂質含量。

5、一般轉酯化反應式如下：



轉酯化反應

6、微藻類可利用無機碳源（如二氧化碳）來做為營養源，以降低二氧化碳的排放，並可固定重量1.8倍的二氧化碳，美國能源部已小量在發電廠旁邊蓋小型的量產廠。回收發電廠所排放之廢氣，來培養藻類，除可降低二氧化碳的排放，進一步更可當作企業自行減碳的項目，並做為碳權交易的標的，增加養殖微藻類的收入。而台灣每人平均二氧化碳的排放達到11.2公噸，而最大的排放源是在運輸部門與工業部門，若能結合工業部門所排放之二氧化碳來養殖微藻類，可有效降低台灣整體的二氧化碳排放量，如此一來，也可增加台灣產品的競爭力。

7、過去人類大量使用地殼下的資源，使得這些資源日益減少，終究會有枯竭的一天。雖然台灣的土地面積小，卻有四面環海的優勢。因此利用海洋資源開發生質能源，有其必要性及前景。像是藉由海洋牧場直接利用太陽光，並且利用海水培養海藻或微藻，再進一步轉化為生質能源，以因應未來的能源需求，應該是我們共同努力的方向。

捌、參考資料

- 一、基礎有機化學(第十一章羧酸衍生物)
作者:莊智傑
出版社:復文圖書
出版日:2012.7再版
- 二、分析化學Ⅱ(第6章容量分析)
作者:江孟玲、蔡永昌
出版社:台科大圖書
出版日:2012.12再版
- 三、丙級化學學術科通關寶典(3-7 3-51 3-57)
作者:廖建治、蔡永昌 出版社:台科大圖書 出版日:2013.4五版
- 四、普通化學 I (第八章溶液) 作者:蔡永昌
出版社:台科大圖書
出版日期:2011.7二版
- 五、有機化學實驗 I (第53頁)
作者:詹明興、吳春雄、陳文勳、周碩樑
出版社:全華圖書

【評語】 052412

本作品選擇四種單細胞藻類與多細胞藻類，分析其生長速率與內部所含油脂含量，尋找適合做為生質能源的海藻。利用藻類做為生質能源有很大的潛力，相關文獻研究多，宜進行文獻回顧，掌握此一領域之發展現況。報告撰寫宜參考學術報告格式，實驗條件說明及實驗結果宜有更具體說明與討論。例如利用室內生活產出的廢氣來當成培養藻類碳來源，惟生活空間的廢氣所含二氧化碳不穩定，實驗的結果亦可能不精確，宜在研究設計上改善干擾因子的影響，呈現更具科學性的研究成果。實驗宜重複驗證以釐清其正確性與再現性。

摘要

全球化石能源日益短缺，能源的價格終究會高漲到令人無法負擔的地步。積極開發各種替代能源，便成為現今世界各國最重要議題之一。在各種替代能源中，生質能源的開發與利用近年來受到高度的重視。利用藻類做為生質能源有很大的潛力，主要的原因是藻類高生產量的特性，光合作用效率高於陸生植物。有些藻類甚至含有高量的脂質，而脂質正是轉化成為生質柴油的重要關鍵原料。但不同藻種的脂質含量有明顯的差異，例如紅藻門、藍藻門的藻屬，脂質含量就較其他的藻門高。生長環境的不同，同藻屬間的脂質含量也會有很大的不同。我們更利用生活產生的廢氣來當成培養藻類的碳來源，如此更可以淨化空氣且又能解決能源危機，大量的生產生質能源。

研究動機

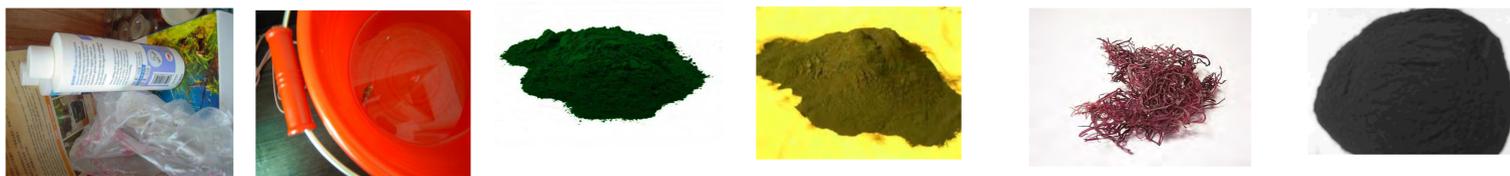
由報章雜誌上得知：地球上石油含量只足夠人類四十年的使用量，人類正積極的想尋找替代能源。例如：巴西將全國的耕種土地改種植玉米及甘蔗，然後再由玉米及甘蔗中提煉其油脂及醣類，再將油脂及醣類轉換成生質能源，用來解決其國內石油缺乏的問題。但因為大量土地拿去種植玉米及甘蔗，拿去種植玉米及甘蔗，因而容易造成人類食物缺乏的另一個問題。

基於以上兩件事件，如果我們能利用海洋來完成巴西的創舉時，那麼能源危機不就能迎刃而解，而且不會造成人類食物短缺的現象，因而讓我想利用海水培養海藻，由海藻中提煉出其內部所含有的油脂及醣類，再將提煉出來的油脂及醣類轉換成生質能源。於是我們就決定一起來研究地球上最早生物……藻類。

研究目的

- 1、探討單細胞藻類、多細胞藻類與原核生物的生長速率比較。
(並尋找出單細胞藻類、多細胞藻類生長與原核生物最快速者定為本實驗物種)
- 2、分析生長速率與其內部所含之油脂含量間的關係。
- 3、設計利用生活中廢氣(家中氣體)來培養藻類，並將藻類光合作用生成的氧氣回流入家中。

實驗器材與儀器



研究過程

一、探討單細胞藻類、多細胞藻類與原核生物的生長速率與能源含量之比較：

【實驗物種】

取單細胞藻類：小球藻及裸藻。

取多細胞藻類：紅藻。

取原核生物：念珠藻。

【實驗前處理】

1、培養桶的製作：

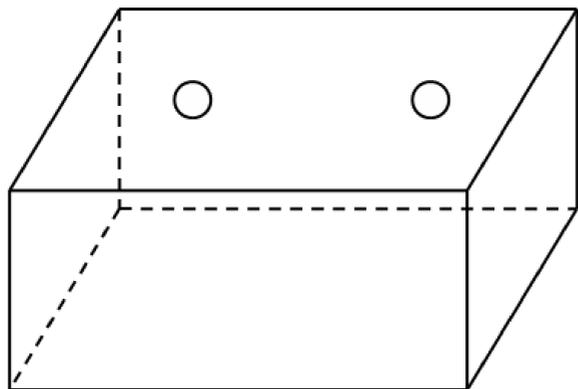
至外面找到一家專門製作壓克力的店家，請他們幫我們製作了四個壓克力桶

2、天然海水的取得：

到水族館訂購天然海水60公升（每公升3元）

3、人工海水的備置：

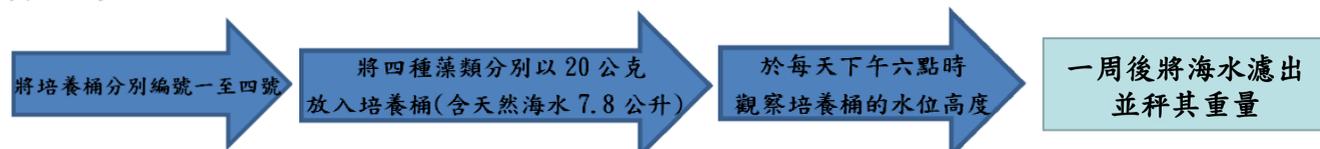
到水族館購買了兩包海寶素（海鹽素）在自來水中加入海寶素，用比重計測量並將比重調到跟天然海水比重相同後即為人工海水。



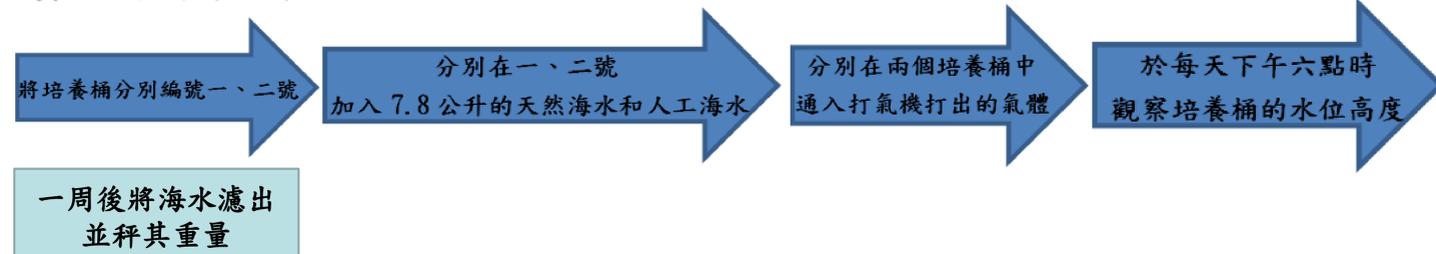
實驗研究流程

一、探討單胞藻與多胞藻在天然海水中的生長速率：

實驗1步驟：



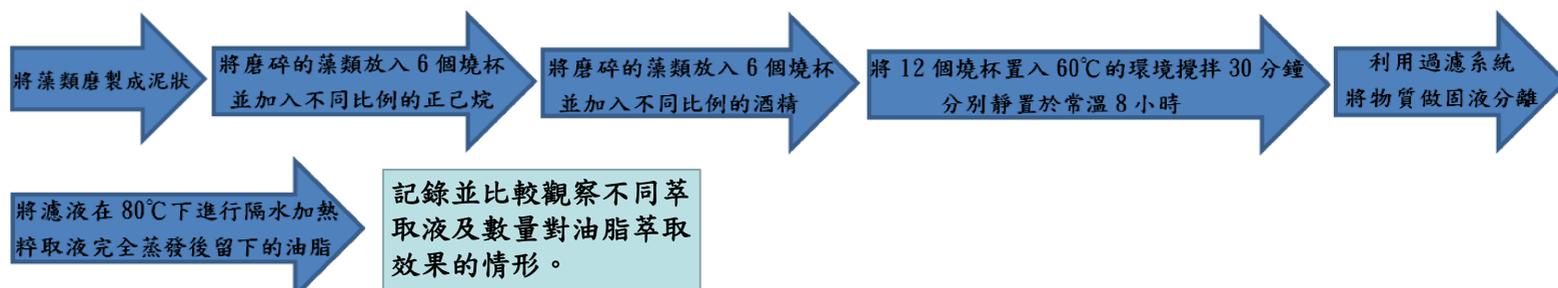
取實驗1中所得之藻類探討它在天然海水與人工海水的生長速率：



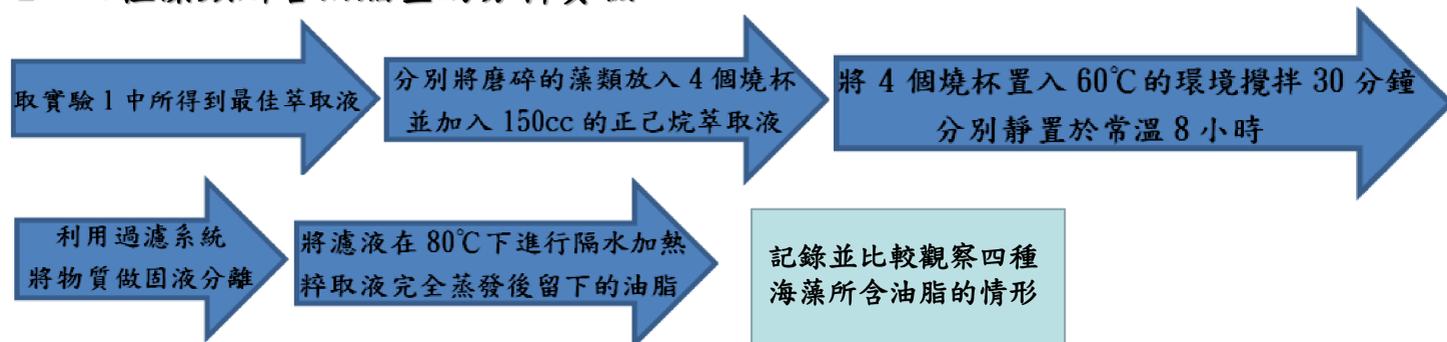
二、分析生長速率與其內部所含之油脂含量間的關係：

四種藻類所含油脂量的分析

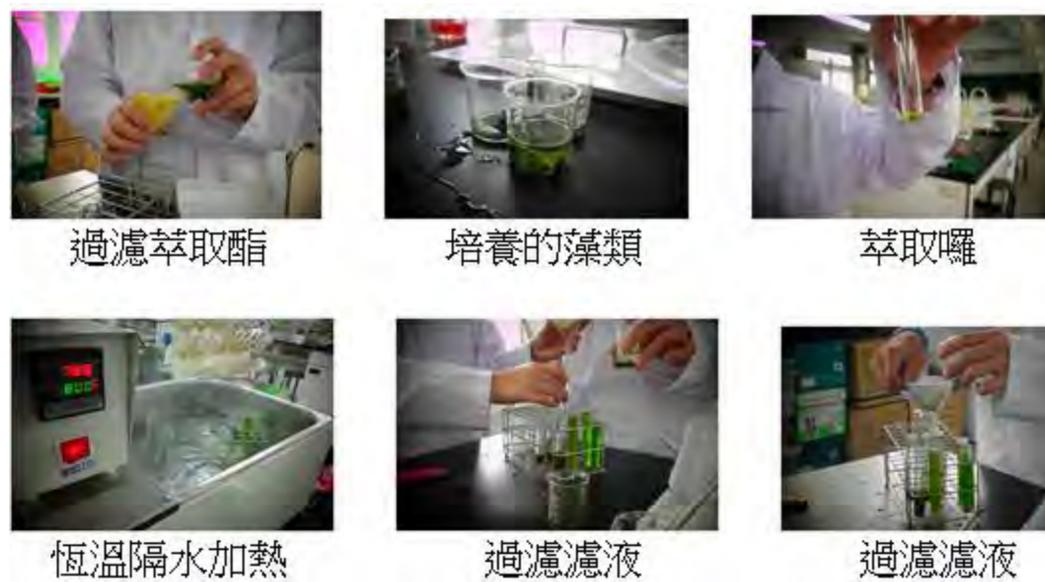
1、尋找最佳油脂萃取液及其溶劑/油菜籽(液固比:E/R)比率：



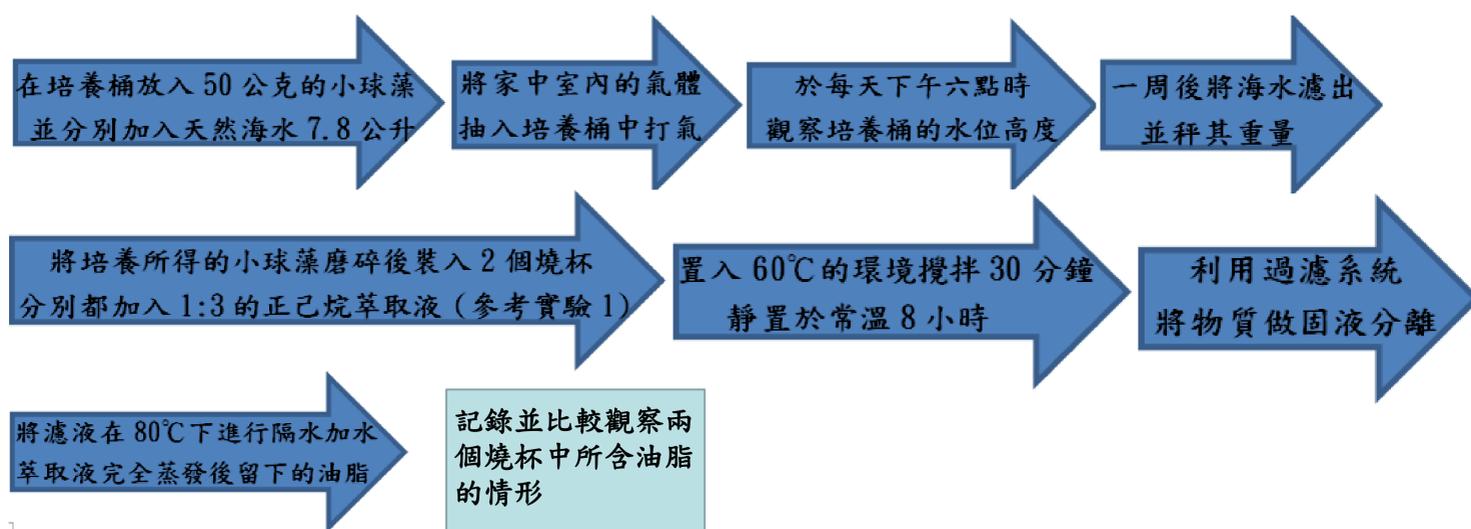
2、四種藻類所含油脂量的分析實驗：



我們使用的藻類油脂萃取流程如下：



三、設計利用生活中廢氣(家中氣體)來培養藻類，並將藻類光合作用生成的氧氣回流入家中：

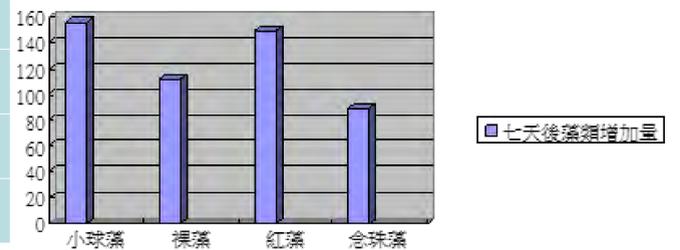


研究結果與討論

討論一、探討單胞藻與多胞藻在天然海水中的生長速率

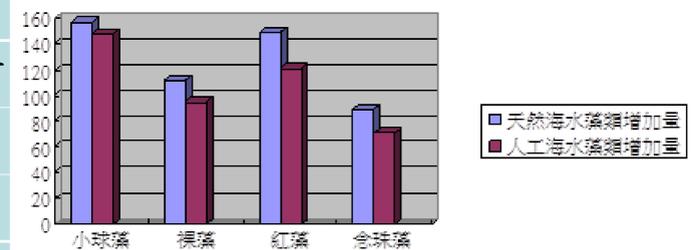
1. 經藻類轉化之再生能源有甲烷、生質柴油、氫氣等，在使用方面，以液態之生質柴油最為方便。但因為藻類油脂含量非常多，我們這個實驗主要乃是尋找產率最高(生長率及內部生質柴油含量)
2. 經實驗(1)我們得知四種藻類的生長情形如下表

藻類名稱	小球藻	裸藻	紅藻	念珠藻
剛放入藻類重	20公克	20公克	20公克	20公克
七天後桶內藻類重量	177	132	165	106
七天藻類重量增加量	157	112	145	86



3. 經實驗(2)我們得知四種藻類的生長情形如下表

培養桶編號	小球藻		裸藻		紅藻		念珠藻	
海水的種類	天然	人工	天然	人工	天然	人工	天然	人工
剛放入藻類重	20	20	20	20	20	20	20	20
七天後桶內藻類重量	177	168	132	115	169	141	109	91
七天藻類重量增加量	157	148	112	95	149	121	89	71

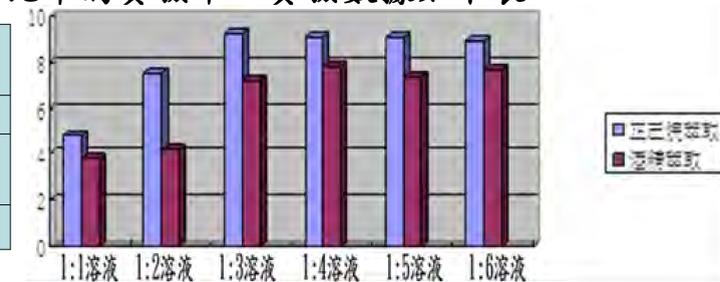


4. 由實驗得知，人工海水可能是因為用海寶素泡製出來，其水中含碳量不夠，將會影響藻類的繁殖，所以我們決定在人工海中加些營養素。營養的來源：使用有機碳如葡萄糖或是醋酸來做為碳源。本組選擇之藻種藻類喜好生長的偏酸環境，故添加醋酸來做為碳源且調整PH值來加速藻類生長。而氮的來源則是硝酸鹽、氨鹽或尿素。經研究調查發現使用尿素最為經濟。我們使用醋酸+尿素做為營養素來進行藻類培養。

討論二、分析生長速率與其內部所含之油脂含量間的關係的實驗

1. 在尋找最佳油脂萃取液及其溶劑/油菜籽(液固比:E/R)比率的實驗中，實驗數據如下表

紅藻與正己烷的重量比	1:1 溶液	1:2 溶液	1:3 溶液	1:4 溶液	1:5 溶液	1:6 溶液
隔水加熱蒸乾後油脂含量	4.8g	7.5g	9.2g	9.1g	9.1g	8.9g
紅藻與酒精的重量比	1:1 溶液	1:2 溶液	1:3 溶液	1:4 溶液	1:5 溶液	1:6 溶液
隔水加熱蒸乾後油脂含量	3.8g	4.2g	7.2g	7.8g	7.4g	7.7g

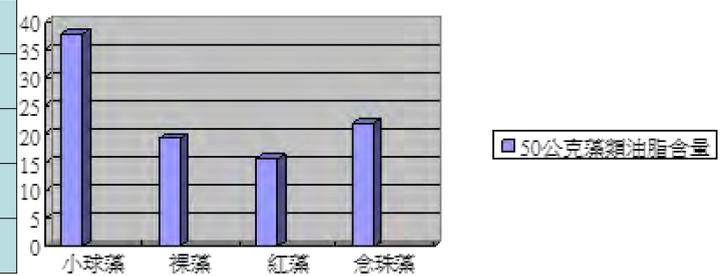


由實驗我們得知正己烷對藻類萃取油脂的效果較佳，所以我們決定油脂的萃取溶液使用正己烷，且由實驗數據中我們發現當藻類與正己烷比例達到1:3的比值時油脂的萃取量最高，在高一點的重量比例時，油脂的萃取量並沒有再提高

所以我們推測說【當萃取液與實驗藻類的重量比為3:1時，就可將藻類油脂幾乎全部萃取出】

2. 四種藻類所含油脂量的分析實驗中，我們實驗所得的數據如下表

藻類名稱	小球藻	裸藻	紅藻	念珠藻
欲萃取藻類重量	50公克	50公克	50公克	50公克
正己烷萃取液量	150cc	150cc	150cc	150cc
萃取蒸乾後油脂含量	37.8g	19.3g	15.6g	21.9g
藻類油脂含量百分比	75.6%	38.6%	31.2%	43.8%



由實驗我們得知小球藻的生長速率最快(實驗一得知)，且它的油脂含量亦最高(實驗二得知，含量約為75%)，所以我們在下一個實驗中將以小球藻為實驗物種。

討論三：設計利用家中氣體來培養藻類，並將藻類光合作用生成的氧氣回流入家中的實驗

	打氣機時小球藻生長情況	室內氣體時小球藻生長情況
原始加入培養槽的量	50公克	50公克
七天後小球藻的量	458公克	543公克
七天後小球藻增加量	408公克	493公克
萃取所得的油脂量	337公克	421公克
小球藻內含油脂比率	73.6%	77.5%

由實驗我們得知若氣體來源為CO₂含量較高的室內生活氣體，藻量生長速率較快，我們猜想其主要原因應該是藻類生長時”碳來源”較充足，因為藻類須利用充足的CO₂來增加其光合作用。至於小球藻內部油脂含量率就相差不會很大了。所以由實驗我們可以得知可利用室內氣體來培養藻類，再將藻類光合作用產生的新鮮氧氣在抽回室內，如此即可利用廢氣來培養藻類，解決能源問題，又可達到空氣清淨的效果，更可減碳喔。