

# 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

高級中等學校組 環境學科

第三名

052607

魚缸有「酵」清潔——自製果皮酵素之妙用

學校名稱：國立科學工業園區實驗高級中學

作者： 高二 潘欣彤	指導老師： 謝道任
---------------	--------------

關鍵詞：果皮、酵素、清潔

## 摘要

偶然發現「自製果皮酵素」對魚缸清潔有神奇的功效。本實驗主要以自製果皮酵素為研究主角，研究其應用於魚缸清潔時的作用與最佳配方。第一部分主要聚焦在自製果皮酵素的製作與發酵過程的檢測。第二部分藉自製果皮酵素分解不同物質探討其成分及作用。第三部分將焦點轉至它在魚缸清潔上的應用，將自製果皮酵素以 1:50 比例倒入魚缸，靜置 12 小時即可將魚缸壁及底砂石縫中的污物清潔乾淨，比起刷洗或用清潔劑的魚缸清潔方式更為方便、有效，更進一步運用在生態池邊長綠苔的石頭，發現浸泡自製果皮酵素後，即能輕易清潔。最後一部分是探討自製果皮酵素對生物的影響，比起其他化學清潔劑，自製果皮酵素是對環境較好的一種清潔方式。

## 壹、 研究動機

隨著人們對健康的日漸重視，許多運用天然的材料來製作清潔劑的方法也在網路上興起，媽媽也不落人後努力做了幾瓶自製果皮酵素，想用來當「天然的洗碗精」，但使用後的結果卻不甚理想，稀釋後的酵素水只能洗淨較不油膩的餐具，平常洗碗時還是常選擇洗碗精，媽媽的「自製果皮酵素計劃」漸漸地淡出了我們的生活。一天，輪到我清洗家中的魚缸，黑黑綠綠的底砂及缸壁令人沮喪，想到等一下又要刷刷洗洗，再將器材浸泡在稀釋除藻劑中，猶豫著要不要重新換底砂比較快，因為忙了半天，底砂魚缸壁還是會有殘留髒污，很快的又要清洗魚缸，之前曾用化學清潔劑清洗卻悲劇收場……就在心中一面盤算一面沖洗了全缸三回後，眼角瞄到牆邊的自製果皮酵素，便抱著試試看的想法，倒了 50 毫升的自製鳳梨果皮酵素到魚缸中浸泡，就出門回阿公家，隔天回家看到缸中應是透明的清水，卻變成了黃濁的水，水面上還浮著不少碎屑污垢，將髒水倒掉再洗清後發現原本黑黑的底砂及缸壁變得白淨，清洗前的腥臭味也不見了，將魚、螺及水草放入洗淨的魚缸中，看著牠們在乾淨的水中悠游自在，思考著在我回阿公家的這段期間，自製果皮酵素到底在魚缸中發生了什麼神奇的作用呢？莫非自製果皮酵素真的有分解清潔效果？在經過更深的探究後，心中的疑問不減反增，自製果皮酵素究竟是什麼？和平常所說水果的酵素真的有關係嗎？可不可以研究出最佳的環保「魚缸清潔劑」？

## 貳、 研究目的

- (一) 自製果皮酵素製作與檢測
- (二) 探究自製果皮酵素的成分及配製比例
  1. 探究自製果皮酵素分解不同物質的作用
  2. 探討不同配製比例之自製果皮酵素的分解作用
- (三) 改變自製果皮酵素的添加對魚缸清潔影響之研究
  1. 探討加入不同量的自製果皮酵素之清潔效果
  2. 探討加入自製果皮酵素的最佳浸泡時間
  3. 探討不同種類的自製果皮酵素之清潔效果
- (四) 探討自製果皮酵素對水生植物之影響
- (五) 探討自製果皮酵素之清潔原理

## 參、 研究器材

(一) 實驗耗材: 水果果皮、黑糖、水、油、水果醋、白醋、市售酵素粉、太白粉、吉利丁粉、水生植物、塑膠瓶、燒杯、量筒、滴管、吸量管與安全吸球等。



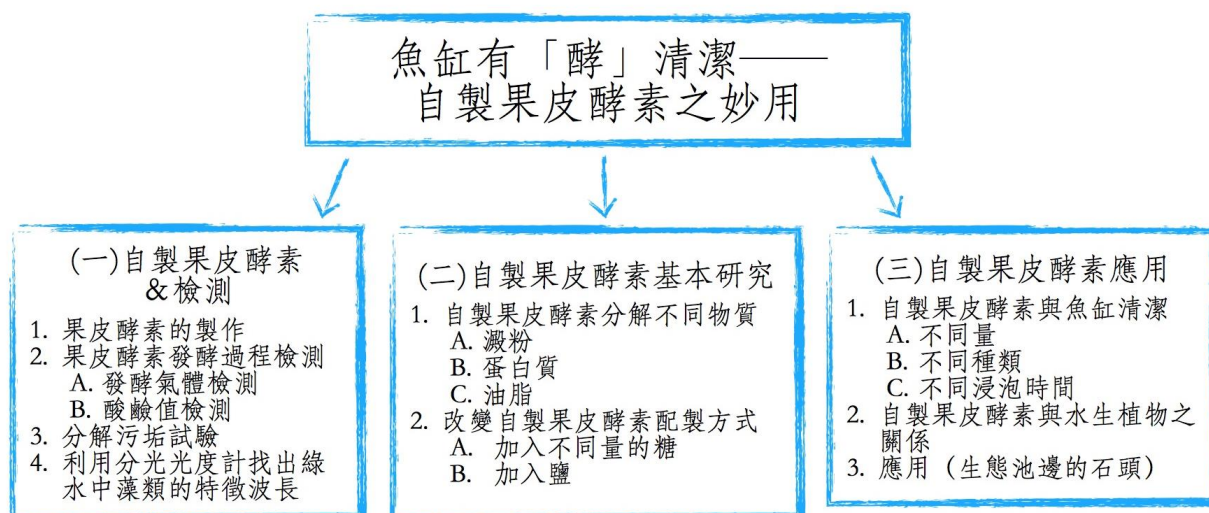
實驗器材角落

(二) 器材:

1. TDS 檢測儀: 檢測清潔魚缸實驗中的水質。
2. pH 檢測儀: 檢測自製果皮酵素及清潔魚缸實驗水中的酸鹼值。
3. 分光光度計: 檢測魚缸實驗水中的藻類量。

器材 照片			
	TDS 檢測儀	pH 檢測儀	分光光度計

## 肆、 研究架構圖

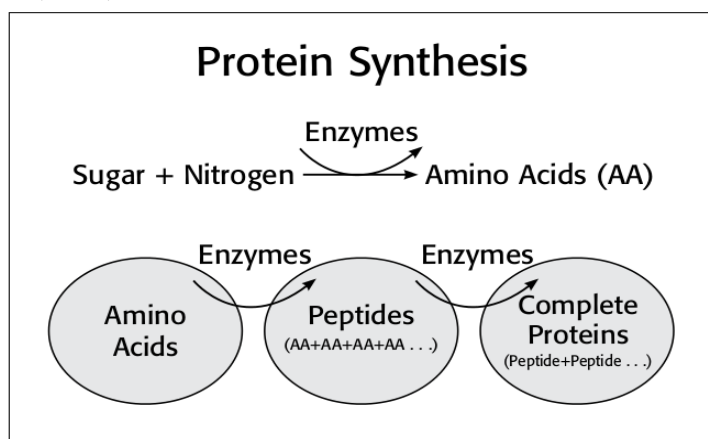


## 伍、文獻研究

### 一、自製果皮酵素小檔案

#### (一) 自製果皮酵素內容物（成分）

果皮環保酵素是混合了糖、水和鮮果皮，經過發酵後的產物。環保酵素在第一個月發酵的時候，會聞到會酒精的味道；第二個月就會開始聞到醋酸的味道。成功的環保酵素呈棕黃色，而且有醋般的微酸氣味。一瓶製作出的水果酵素，本質上是水果釋放的物質、添加的糖、果皮上的微生物，再加上以糖為養分，水及果皮中含有的酵素為介質，由乳酸菌及酵母菌自然發酵產生的乳酸或是產生的酒精(乙醇)、醋酸、維生素等代謝產物組成的混合物。



探討：

從資料中可以看出自製果皮酵素似乎就是「開外掛的醋」，那麼自製果皮酵素與水果醋不同之處在哪裡呢？

#### (二) 自製果皮酵素功用及清潔原理

1. 生物養分：自製果皮酵素能轉化氨（阿摩尼亞）成為硝酸鹽（ $\text{NO}_3$ ）是植物的肥料與營養，酵素也能轉化二氧化碳為碳酸物（ $\text{CO}_3$ ），滋養海洋中的植物、魚類和其他海底生物。
2. 園藝或農作：加水稀釋 1000 倍，可用作天然除蟲、除草劑和有機肥料，改善蔬果品質和增加產量。連續將環保酵素澆在土地上 3 個月，可改善土質，讓土地重現生機。
3. 清潔：

(1) 可使用環保酵素摻入洗髮精、沐浴露、洗碗劑和洗衣水等，可減少化學成份。（比例：1 份環保酵素：1 份洗條劑：10 份清水）。酵素的成分中含大量的醋酸，醋酸能使蛋白質變性、分解蛋白質成小分子的胨類、幫助礦物質分解……，而其中微生物產生的酵素（包括油脂分解酵素、蛋白質分解酵素……等等）可以將油質分解成容易清洗的小分子——脂肪酸和甘油，取代傳統界面活性劑、強酸鹼、溶劑的使用；具活性能深入隙縫分解油污、皂垢、糖份、醬汁、澱粉、蛋白質、快速切斷分子鏈成微細分子而極易清洗，真正清潔無油跡、無化學殘留。

(2) 清洗蔬菜水果：加入 30 毫升環保酵素在 1 公升清水裏，浸泡 45 分鐘。

探討：

從資料中可以看出，自製果皮酵素在生活中的用途甚廣，但是它是不是真的如資料上敘述的一般「萬能」呢？而且它的清潔原理，似乎幾乎都是分解轉化，將大分子分解成小分子，例如將蛋白質分解成胨類，將油質分解成脂肪酸和甘油……等，但真的只有分解嗎？在查資料時看到一個新的名詞「生物界面活性劑」，

是指由生物產生的介面活性劑，那我們做的自製果皮酵素是生物介面活性劑的一種嗎？

### (三) 生物介面活性劑 (biosurfactant)

生物介面活性劑泛指生物來源的化合物，此等化學物質可使得液體之表面活性化，具有介面活性劑之功能，換而言之，他是微生物所產生之一群異質介面活性化分子，此分子可以降低液體溶液與碳氫化合物混合之表面張力、微膠粒臨界濃度、介面張力的功能，其來源通常是微生物(細菌、酵母菌、真菌)胞外產生的介面活性物質。生物介面活性劑具有許多環境的應用，如生物降解性、低(無)毒性、環境友善性質。

探討：

由上述的資料可以知道生物介面活性劑是一種由微生物產生的介面活性劑，比起一般市面上常見的化學介面活性劑對環境的衝擊小了很多。

## 二、 酵素(Enzyme)

又稱為「酶」，由蛋白質所構成，它能夠把受質（被酵素改變的物質）捉住，在化學作用中把受質分解成分子，再進行轉化過程。然後酵素將此受質與其它分子接合，那也就是重組的過程。酵素在人體內是擔任催化的角色，維持身體正常功能，幫助食物消化分解、修復組織。而酵素在清潔方面的應用，是運用酵素的活性，可以把污垢分解成小分子，只要酵素的活性存在，不論流到哪裏都一直在做分解的動作，把污染物質分解為水及二氧化碳，因此即使含酵素清潔劑的水排放到水溝，也和大自然一樣有分解能力，因為酵素本身就是一個環保的成份。



## 三、 乳化

本來無法相容的兩液體，經由介面活性劑的親油性與親水性混合的現象稱為乳化，乳化效果愈好，表示此種介面活性劑之親油端越多，可帶走的油汙也越多，因此探討乳化效果與清潔效果相關性。

測量 24 小時後乳化層高度佔溶液總高度之百分比，並依下式計算出不同實驗液之乳化指數(Emulsion Index;E24%): 乳化指數(E24%)=(乳化層高度/溶液總高度)×100%

# 陸、 研究過程及方法

## 一、 自製果皮酵素製作與檢測

### (一) 自製果皮酵素製作

本實驗小瓶酵素是以 900 毫升的塑膠瓶取 600 毫升的自來水，180 克的果皮，60 克黑糖製作成，大的發酵桶是 7000 毫升水，果皮 2100 克(即五種果皮各 420 克)，700 克黑糖製作。將下列果皮加黑糖水製作自製果皮酵素，「黑糖:果皮:水」比例是 1:3:10。

- 1.單一種類自製果皮酵素:分別取木瓜、鳳梨、檸檬、橘子、柚子。
- 2.複方一 (以上五種果皮綜合) (實驗中簡稱綜合)
- 3.複方二 (鳳梨、橘子) (實驗中簡稱鳳橘)
- 4.複方三 (鳳梨、木瓜) (實驗中簡稱鳳木)

### (二) 自製果皮酵素發酵過程檢測



### 1. 發酵氣體檢測:

製作的前兩周有大量氣體不斷產生，推測為二氧化碳故以澄清石灰水檢測之。

### 2. 酸鹼值檢測:

以 pH 檢測儀檢測自製果皮酵素發酵過程前、中、後三個時期的 pH 值。

### (三) 分解魚缸污垢試驗: (重新進行引起動機中的實驗)

上次突發奇想將約 50 毫升的自製鳳梨果皮酵素倒入滿水 17.5 公升的水族箱靜置 24 小時，觀察發現缸內水質非常污濁，水中懸浮許多雜質，缸壁水面有類似污泥的物質，與之前只用自來水清洗水缸的靜置水情形不同，以前水是較透明，石縫中沉澱許多雜質及污垢，再次進行實驗，確認酵素有分解水族箱底砂髒汙的功能。

## 二、利用分光光度計找出綠水中藻類的特徵波長:

檢測魚缸水的清潔度分別以 TDS 檢測儀檢測水中總固體溶解量，pH 檢測儀檢測水中 pH 值，用分光光度計測量魚缸實驗水中的藻類量。

### (一) 先利用分光光度計以全波長掃描魚缸藻水找出魚缸綠水中藻類的特徵波長。

實驗步驟:

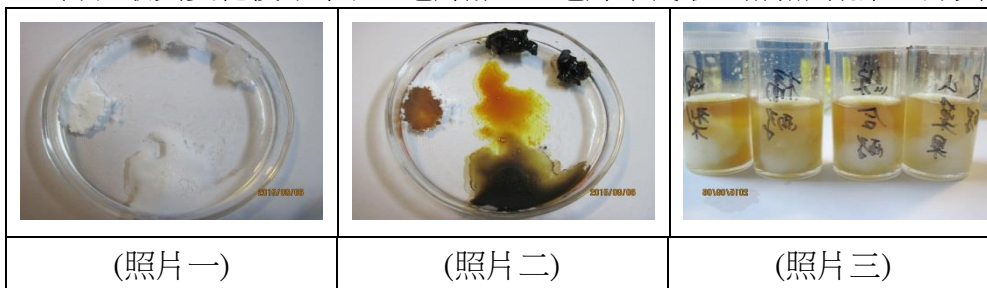
1. 設定分光光度計各個波長掃描綠水，找出吸光度的波峰。
2. 將裝有純水的比色管放入檢測槽歸零。
3. 將藻水置入比色管(大約八分滿)，藻水是取自已發生綠水現象的水草缸，並以微鏡觀察確認其中有許多微小的藻類，並無其他小生物。
4. 將步驟(2)(3)的比色管輪流置入檢測槽做全波長掃描，找出吸光度的波峰(即為藻類的特徵波長)。從 340nm 開始掃描，以間隔 10nm 往上增加波長直至 900nm，例如 350nm、360nm.....，測到較高的吸光值再做細部掃描，如在 410nm、420nm、670nm、680nm 發現較高的吸光值，再以 1nm 為間隔掃描，如 411、412、413.....。

### (二) 設定找出的水中藻類的特徵波長掃描實驗後的水質，確定水中的藻類量。

## 三、自製果皮酵素成分之研究 (主要研究比較對象: 不同種類自製果皮酵素、水果醋、市售酵素粉)

### (一) 分解澱粉:

1. 澱粉凍配製: 取 50 克澱粉先以 100 克純水攪拌成糊狀，然後煮沸 3 分鐘，使成半透明狀，取 1 克加碘液測試，確認含澱粉物質(照片一、二)。
2. 取 6 個塑膠瓶，各放入 5 克澱粉凍，再分別加入各 6 毫升自製綜合果皮酵素、自製橘子果皮酵素、自製鳳梨果皮酵素、水果醋、市售酵素粉水(1 克加純水 6 毫升)及純水(對照組)(照片三)。
3. 觀察記錄其變化過程。
4. 再各取其變化後結果各 2 毫升加入 2 毫升本氏液並加熱，觀察記錄其變化過程。



### (二) 分解蛋白質:

#### 1. 蛋白質分解初步試驗——分解濃蛋白:

- (1) 取 3 個塑膠瓶，各放入 5 克濃蛋白，再分別加入各 10 毫升自製木瓜果皮酵

素、新鮮木瓜汁、市售酵素粉水，靜待 1 天。

(2) 觀察記錄其變化過程。

## 2. 分解吉利丁凍:

(1) 毫升的溶液內加入 5 克的吉利丁並隔水加熱攪拌均勻，放涼成吉利丁凍(照片四)。

(2) 取 8 個塑膠瓶，各放入 5 克吉利丁凍，再分別加入各 10 毫升自製綜合果皮酵素、自製木瓜果皮酵素、自製鳳梨果皮酵素、自製橘子果皮酵素、自製鳳橘果皮酵素、水果醋、市售酵素粉水及純水(對照組)(照片五)，靜待 1 小時。

(3) 觀察記錄其變化過程。

(4) 分別於 30 分鐘及 1 小時後，將每個實驗培養皿分解出的水溶液倒出，測量其體積。



(照片四)

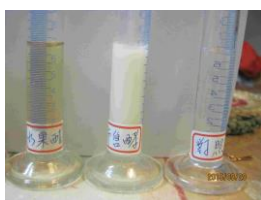


(照片五)

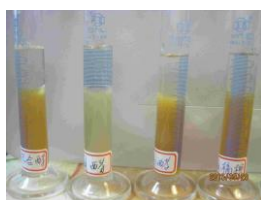
## (三) 分解油脂:

1. 準備 7 個 10 毫升量筒，分別加入各 7 毫升的自製綜合果皮酵素、自製鳳橘果皮酵素、自製橘子果皮酵素、自製鳳梨果皮酵素、水果醋、市售酵素粉水及純水(對照組) 後，再各加入 3 毫升的油 (照片六、七)。

2. 用自製攪拌器(照片八)攪拌 120 秒以充分混合後，靜置 24 小時，測量乳化層高度佔溶液總高度之百分比，並依下式計算出不同實驗液之乳化指數 (Emulsion Index; E<sub>24</sub>%)。乳化指數  $E_{24}\% = (\text{乳化層高度} / \text{溶液總高度}) \times 100$



(照片六)



(照片七)



(照片八)

## 四、 改變自製果皮酵素配製方法以探討自製果皮酵素之研究

(一) 製作不同比例糖量的自製果皮酵素:

準備 6 瓶 900 毫升塑膠瓶先分別加入 180 克柳丁皮及 600 毫升自來水，再加入不同糖量各是 0 克、20 克、40 克、60 克、80 克、100 克的黑糖，靜置 3 個月。

(二) 製作以鹽取代糖的自製果皮酵素:

準備 1 瓶 900 毫升塑膠瓶，先加入 180 克柳丁皮及 600 毫升自來水，再加入 60 克的鹽，靜置 3 個月。

(三) 取 8 個燒杯各裝入 200 克魚缸底砂及 300 毫升魚缸水，分別各加入 10 毫升步驟 1、2 的自製柳丁果皮酵素，及一杯加純水的對照組。

(四) 前五天每天測量各分別杯的 TDS 值、pH 值及水中藻類的吸光值，第五天再以每次 500 毫升自來水沖洗 4 次後靜置觀察，第六天測量完數值，每隔五天於固定時間測量各杯的數值至一個月。

## 五、自製果皮酵素清潔魚缸方法之研究

### (一) 加入不同量之自製果皮酵素對魚缸清潔力的影響

1. 取 8 個燒杯各裝入 200 克魚缸底砂及 300ml 魚缸水，先測量各杯的 TDS 值、pH 值及水中藻類的吸光值再分別各加入 5 毫升、10 毫升、20 毫升、30 毫升自製鳳梨果皮酵素及自製鳳梨果皮酵素，再測量各個不同數值。
2. 前五天每天測量各分別杯的 TDS 值、pH 值及水中藻類的吸光值，觀察拍照並紀錄之。
3. 第五天再以每次 500 毫升自來水沖洗 4 次後靜置觀察數周，第六天測量完數值，每隔五天於固定時間測量各杯的數值至二十一天。

### (二) 加入自製果皮酵素浸泡時間的比較

1. 取 16 個燒杯各裝入 200 克魚缸底砂及 300ml 魚缸水，測量 TDS 值、pH 值及水中藻類的吸光值，再加入 10ml 自製鳳梨果皮酵素及一杯不加自製果皮酵素對照組。
2. 分別於浸泡時間 0 時、1 時、3 時、6 時、12 時、18 時、24 時、30 時、36 時、42 時、48 時、54 時、60 時、66 時、72 時測量各杯的 TDS 值、pH 值及水中藻類的吸光值，測量後並以每次 500 毫升自來水沖洗 4 次後，再測量各個不同數值。

### (三) 不同種類自製果皮酵素、水果醋、市售酵素粉水對魚缸清潔力的影響

1. 取 9 個燒杯各裝入 200 克魚缸底砂及 300ml 魚缸水，測量各杯的 TDS 值、pH 值及水中藻類的吸光值，再各加入 10ml 自製鳳梨果皮酵素、自製木瓜果皮酵素、自製橘子果皮酵素、自製綜合果皮酵素、自製鳳梨果皮酵素、自製鳳梨木瓜果皮酵素、水果醋、市售酵素粉水、純水(對照組)，再測量各個不同數值。
2. 前五天每天測量各分別杯的 TDS 值、pH 值及水中藻類的吸光值，觀察拍照並紀錄之。
3. 第五天再以每次 500 毫升自來水沖洗 4 次後靜置觀察數周，第六天測量完數值，每隔五天於固定時間測量各杯的數值至一個月。

## 六、自製果皮酵素對生物環境影響之研究(水生植物)

清洗魚缸最害怕的就是添加的清洗劑如果殘留對水草及水生動物產生危害，為驗證自製果皮酵素液對水生生物的影響，設計以下實驗：

- (一) 取 2 個燒杯分別都放入 7 克水生植物(大萍、槐葉萍、銅錢草)，再分別加入 200 毫升的自來水及 200 毫升稀釋成 200ppm 的自製果皮酵素水種植 1 個月。
- (二) 每一星期觀察植物的存活情形並拍照記錄之。

## 七、應用(生態池邊的石頭)

既然自製果皮酵素可以分解魚缸及石頭上的附著髒污，那一般常積水的地方常有附著青苔或藻類是不是也可以運用果皮酵素輕易清除，如果可以清除積水處的青苔及藻類，便可減少臺灣缺蚊(小黑蚊)及蚊子幼蟲食物來源，使臺灣缺蚊(小黑蚊)及蚊子數量減少。

- (一) 撿拾校園生態池旁長有綠色青苔的石頭(儘量找大小形狀及青苔分佈相似的石頭)
- (二) 將石頭浸泡於 500 毫升自來水、水果醋、自製鳳梨果皮酵素及自製綜合果皮酵素中，另準備未浸泡一組(對照組)
- (三) 浸泡 24 小時後，將石頭置於開到最強的水龍頭下沖洗 2 分鐘(固定距離及強度)
- (四) 晾乾並拍照記錄



## 柒、 研究結果

### 一、 自製果皮酵素製作與檢測

#### (一) 自製果皮酵素製作成品:

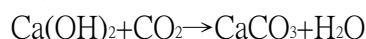
1. 製作的前一周有氣體不斷大量產生(照片十)且溫度些微上升，約 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ (室溫 $25^{\circ}\text{C}$ ，瓶內溫度在 $26^{\circ}\text{C}\sim 27^{\circ}\text{C}$ )，液體顏色會隨著時間漸漸變淺。
2. 另外在發酵初期，用力壓瓶身靠近聞會有一股嗆鼻的酒精味，但製成成品後嗆鼻酒精味不見了，而是像醋的酸甜味。
3. 自製果皮酵素製作成品多呈咖啡色液體，底部有淡黃的沉澱，搖晃時仍有小氣泡上升(照片十一)。
4. 經過三四個月後部分的自製果皮酵素成品瓶身會有凹陷現象(照片十二)。

實驗照片			
名稱	(照片十)	(照片十一)	(照片十二)

#### (二) 自製果皮酵素發酵過程檢測

##### 1. 發酵氣體檢測:

將自製果皮酵素瓶放進夾鏈袋，收集日後排出氣體(照片十三、十四)，第二天以澄清石灰水檢測，剛開始混濁(照片十五)，約 20 秒後又澄清(照片十六)；第四天再檢測，澄清石灰水剛開始混濁，約 2 分鐘後才又澄清，第二周後氣體產生量漸少，但一直持續有微量氣體產出。



證實發酵初期有大量二氧化碳，與一般酵母菌發酵過程相同。

實驗照片				
名稱	(照片十三)	(照片十四)	(照片十五)	(照片十六)







##### 2. 酸鹼值檢測:

剛製作完檢測果皮酵素酸鹼值為 pH 5.0 ~ 6.0，第二天 pH 值 3.5 ~ 4.2，第三天後酸鹼值都維持在 pH 值 3.0~3.5，自製果皮酵素成品亦同。與水果醋(pH 值 2.9)的發酵類似。

種類 pH 值	檸檬	柚子	橘子	鳳梨	木瓜	複方一 (綜合)	複方二 (鳳橘)	複方三 (鳳木)
pH 值	3.41	3.32	3.36	3.38	3.01	3.52	3.21	3.18
說明	聞起來第二佳	柑橘類中較不好聞的	聞起來第三佳液體顏色較淡	聞起來酸酸的	聞起來有點噁心，感覺較濃	表面有一層膜，味道有酸甜味	聞起來最宜人香甜，像養樂多	聞起來酸酸的，但不像鳳梨那麼酸

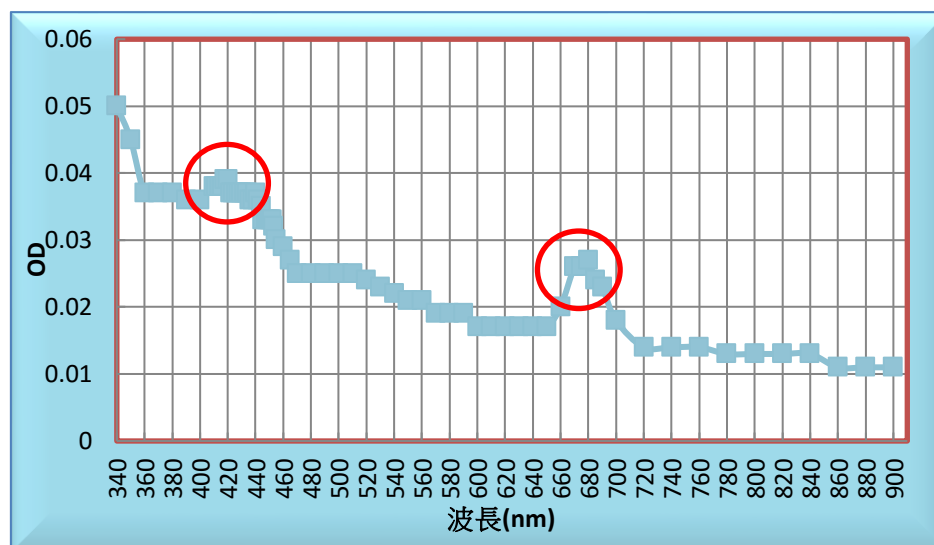
### 3. 分解魚缸污垢試驗:

用自製果皮酵素清潔後，魚缸底砂明顯變乾淨，可以延長魚缸底砂的壽命(一般來說，如果底砂太髒就需要常常換水，以杜絕藻類及菌類的滋生，因此大部份的人會選擇更換新的底砂)。證實自製果皮酵素確有分解魚類糞便、藻類、枯葉……等堆積的污垢，只是清洗浸泡時間久一點。在清洗過後，水草及魚類還是可以正常生長，並沒有枯萎或死亡的現象發生。

照片			
說明	自製果皮酵素分解後的魚缸髒水	水面漂浮大量的污垢	從水面及缸壁撈起的污垢
照片			
說明	自製果皮酵素清潔後的底砂	未清潔的底砂(使用前為白色的)	清潔後健康的魚及水草

## 二、 利用分光光度計找出綠水中藻類的特徵波長:

### (一) 結果圖表:



(二) 從資料文獻中比對數值推定

1. 特徵波長 418nm 可以反映水中藍綠菌的多寡。
2. 特徵波長 678nm 可以反映水中藻類的多寡。
3. 以上兩種波長所測出的吸光值可反映優養化的程度。

(三) 將分光光度計設定波長 418nm 及波長 678nm 檢測實驗清洗後水中的藻類濃度。

### 三、自製果皮酵素成分之研究 (主要研究比較對象: 不同種類自製果皮酵素、水果醋、市售酵素粉)

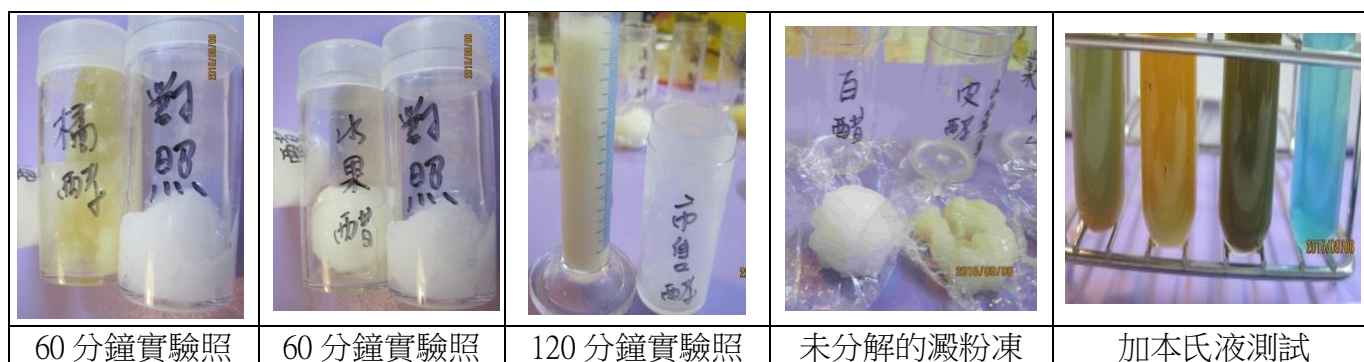
(一) 分解澱粉:

#### 1. 實驗結果

時間 名稱	30 分	60 分	90 分	120 分	
				粉塊重(g)	液體體積 (ml)
對照組	澱粉凍沉於底部 清水在上	澱粉凍沉於底部 清水在上	同左	7	3.5
水果醋	澱粉凍沉於底部 汁液在上	澱粉凍沉於底部 水變黃有小細絲	分解更多	6.5	4.1
白醋	澱粉凍沉於底部 汁液在上	澱粉凍沉於底部 汁液在上	同左	7	3.8
自製綜合果皮 酵素	澱粉凍沉於底部 汁液在上	澱粉凍沉於底部 水變微黃有小塊	分解更多	5.5	4.8
自製橘子果皮 酵素	澱粉凍沉於底部 汁液更濁	分解成糊狀有小 粉塊	分解更多, 糊狀 更明顯	已無塊 狀	9.2
自製鳳梨果皮 酵素	澱粉凍沉於底部 汁液在上	澱粉凍沉於底部 水變微黃有小塊	分解更多	6.5	4.3
市售酵素粉水	澱粉凍沉於底部 汁液更濁濃	分解成乳狀有小 粉塊	分解更多, 幾乎 成乳狀	乳狀	9.8

- (1) 分解效果: 市售酵素粉水 > 自製橘子果皮酵素 > 自製綜合果皮酵素 > 自製鳳梨果皮酵素 > 水果醋, 白醋、對照組(純水)幾乎無分解效果。
- (2) 加入本氏液並加熱後會變色, 尤以市售酵素粉水及自製橘子果皮酵素變化最大, 變為橘色。
- (3) 自製果皮酵素具有分解澱粉的效果, 比水果醋、白醋還要佳, 尤其自製橘子果皮酵素幾乎將澱粉凍分解成糊狀。
- (4) 另外發現自製果皮酵素及醋都有防霉效果, 在保存澱粉凍一星期後, 發現有泡果皮酵素及醋的幾無發霉, 對照組的發霉嚴重。

2. 實驗照片:





(二) 分解蛋白質:

1. 蛋白質分解初步試驗——分解濃蛋白:以自製木瓜果皮酵素、新鮮木瓜汁、市售酵素分解蛋白質物質(物質:濃蛋白,檢測:測其化成液態之時間)
  - (1) 自製木瓜果皮酵素: 一小時後可以明顯地看出自製木瓜果皮酵素將濃蛋白分解,水面也出現了白色的塊狀物,濃蛋白變稀釋液狀。推測自製木瓜果皮酵素中確實有可以讓蛋白質分解的物質(分解最快)。(照片十七)
  - (2) 新鮮木瓜汁: 新鮮木瓜汁是新鮮木瓜擠出的汁液,在加入蛋白後未有明顯的分解作用,直到一天後全數變成液態(蛋白質分解最慢)。(照片十八)
  - (3) 市售酵素粉: 濃蛋白在加入市售酵素後稍有分解作用,直到三小時後才有明顯的分解作用,一天後全數變成液態。(照片十九)
  - (4) 一天後全數變成液態。分解時間的快慢: 自製木瓜果皮酵素快於市售酵素及新鮮木瓜汁。(照片二十)

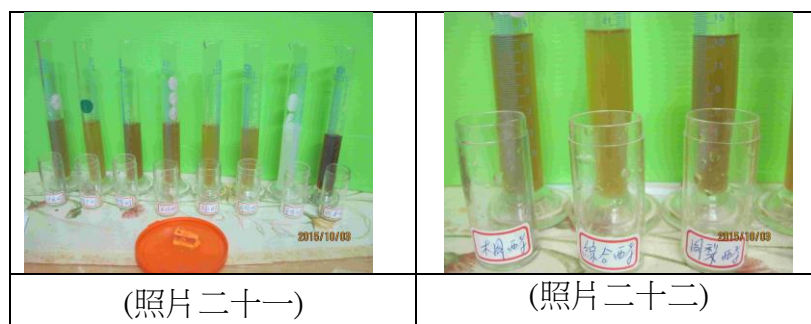


2. 分解吉利丁凍

(1) 實驗結果

時間 液體體積(ml)	30分	1時	時間 液體體積	30分	1時	時間 液體體積	30分	1時
對照組(純水)	9	9.5	自製綜合果皮 酵素	15	15	自製橘子果皮 酵素	14.8	14.9
水果醋	14.1	14.9	自製鳳橘果皮 酵素	15	15	自製鳳梨果皮 酵素	14.7	15
市售酵素粉水	14.7	14.8	自製鳳木果皮 酵素	15	15	自製木瓜果皮 酵素	14.7	14.9

- (2) 分解效果: 所有自製果皮酵素 > 市售酵素粉水 > 水果醋 > 對照組(純水)。1小時後除對照組(純水)幾乎無分解效果外,其餘皆將吉利丁凍分解成液狀(照片二十一、二十二),只是分解的時間快慢不同而已。
- (3) 自製果皮酵素類、水果醋與市售酵素粉水都有分解蛋白質的效果。
- (4) 實驗照片:



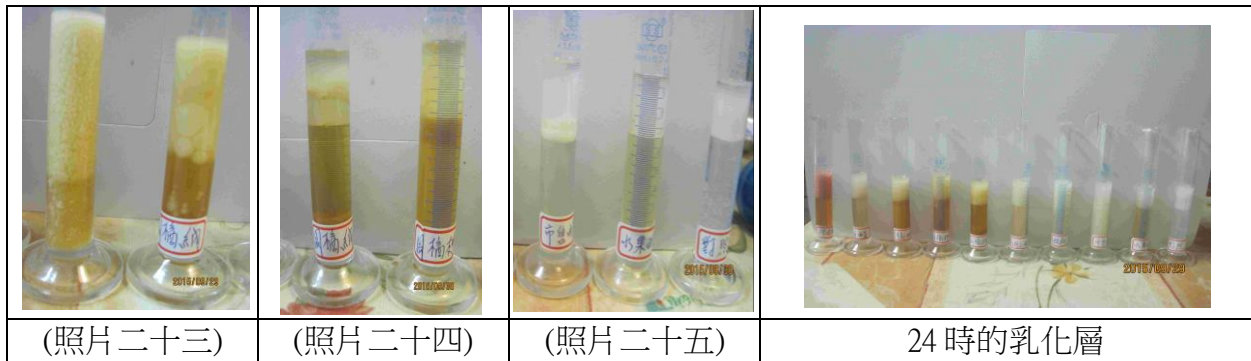


(五) 分解油脂:

1. 實驗結果

時間 乳化高度(cm)	1時	6時	24時	乳化指數 E24%
對照組	3.3	3.1	2.1	21%
水果醋	3.4	3.3	3.3	33%
市售酵素粉水	3.7	3.6	3.6	36%
自製橘子果皮酵素	3.7	3.6	3.6	36%
自製鳳梨果皮酵素	3.5	3.5	3.5	35%
自製綜合果皮酵素	4	3.7	3.7	37%
自製鳳橘果皮酵素	5(上 3.7 中 1.3)	4.4(上 3.2 中 1.2)	4.6(上 3.2 中 1.4)	46%

- (1) 攪拌後 1 小時因部分液體較濃稠，所以泡泡上升慢，呈現乳化高度部分較高，隨著時間漸長乳化層漸趨穩定。
- (2) 剛攪拌後會發現乳化部分是由許多乳白色小泡緩慢上升，漸漸匯聚成大乳白色泡，最後浮在上方(照片二十三)。
- (3) 自製鳳橘果皮酵素的乳化層較特殊，呈現兩層，一層是乳白色，一層是淺咖啡色，但都明顯包覆油脂(照片二十四)。
- (4) 乳化指數 E24%:自製鳳橘果皮酵素 > 自製綜合果皮酵素 > 自製橘子果皮酵素 = 市售酵素粉水 > 自製鳳梨果皮酵素 > 水果醋 > 對照組，自製果皮酵素比水果醋和水有較高的乳化的效果(照片二十五)。



(照片二十三)

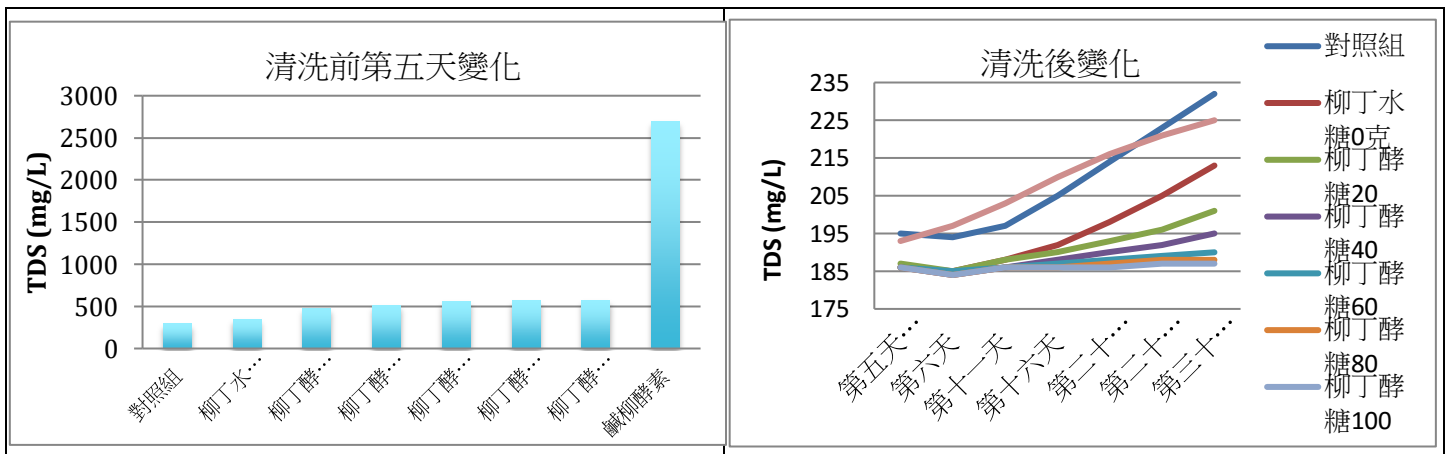
(照片二十四)

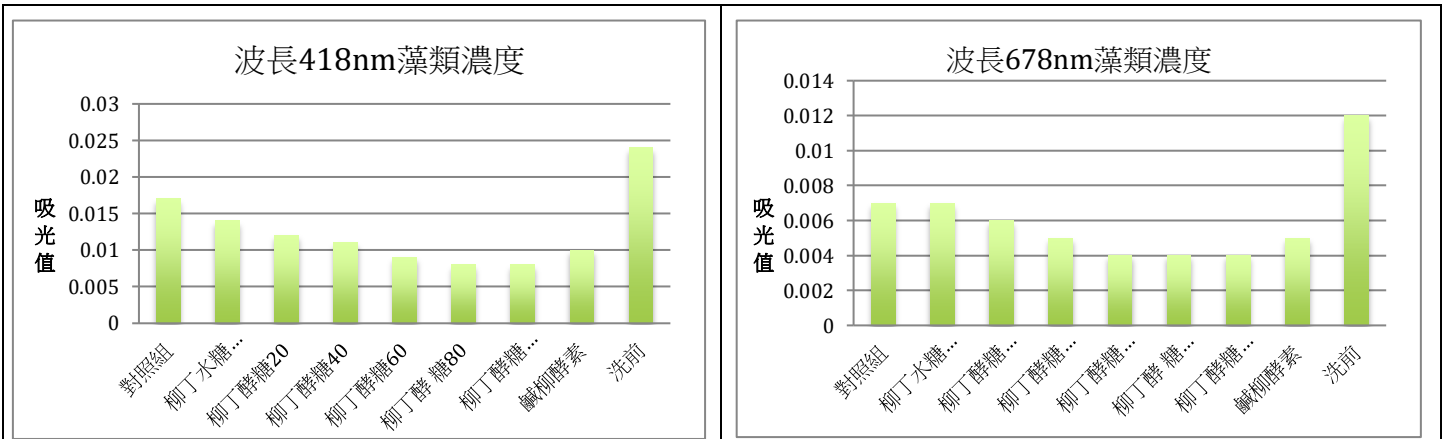
(照片二十五)

24 時的乳化層

四、改變自製果皮酵素配置方式(加入不同量的糖或鹽製作的自製果皮酵素之清潔效果)

(一) 實驗表格、照片及發現



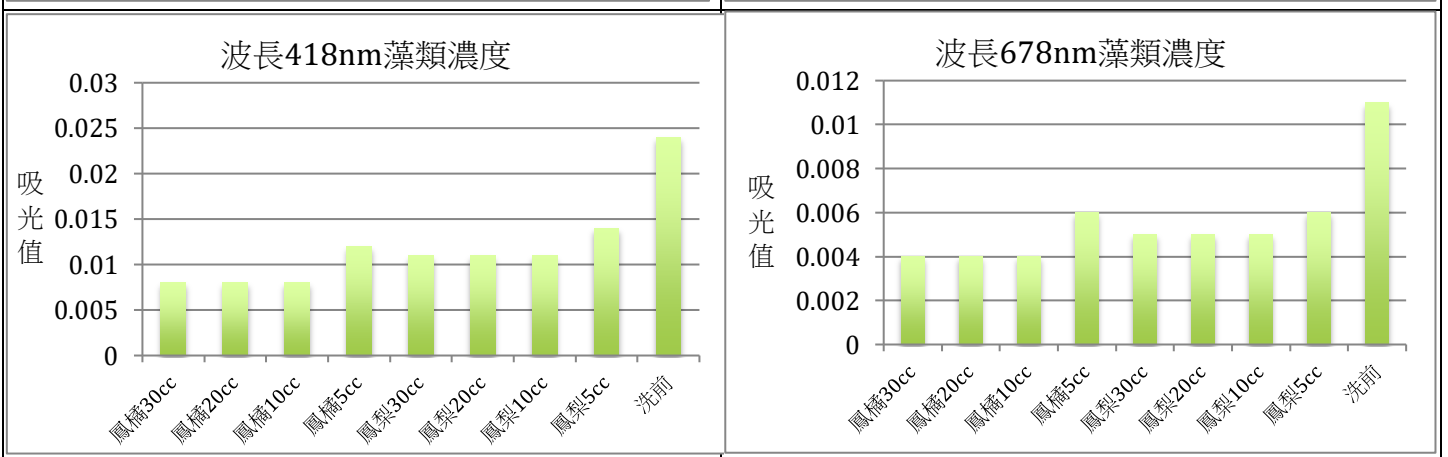
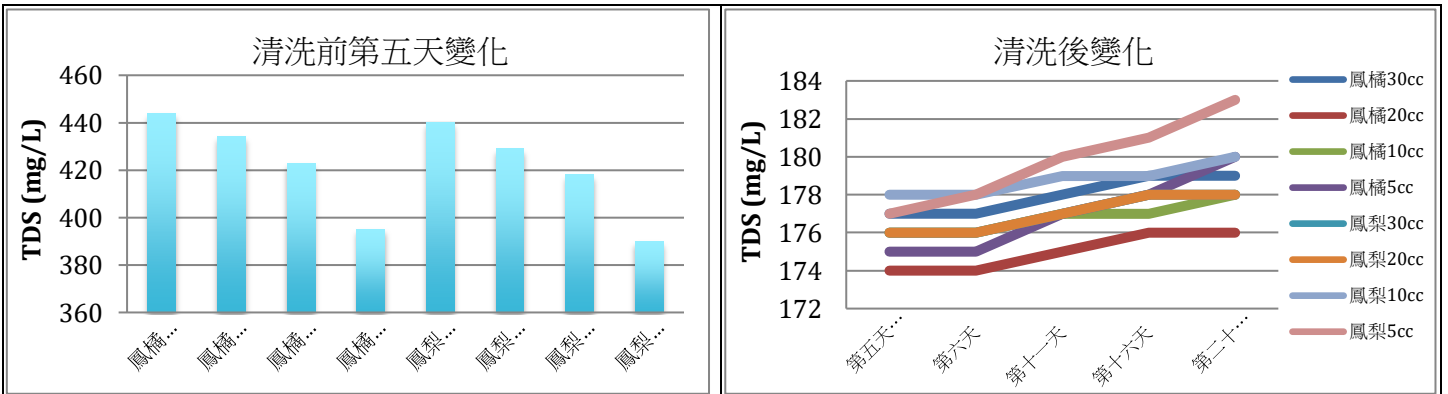


柳丁醇糖 60 及糖 80      柳丁醇糖 60      柳丁醇糖 20, 分解少      對照組, 髒污聚集於底部

- (1) 鹹柳醇糖的 TDS 數值高, 是因含鹽, 鹽會解離。雖能分解, 但分解過程味道很臭。
- (2) 柳丁醇糖 60 克以上的污垢分解度較高, 推測需一定的糖量才能培養足夠的菌及分解力, 糖 60 克、糖 80、糖 100 分解差異不大。
- (3) 對照組的污垢成片塊狀, 搖動時是整塊搖動(不會上浮)

五、加入不同量之自製果皮酵素對魚缸清潔力的比較與發現

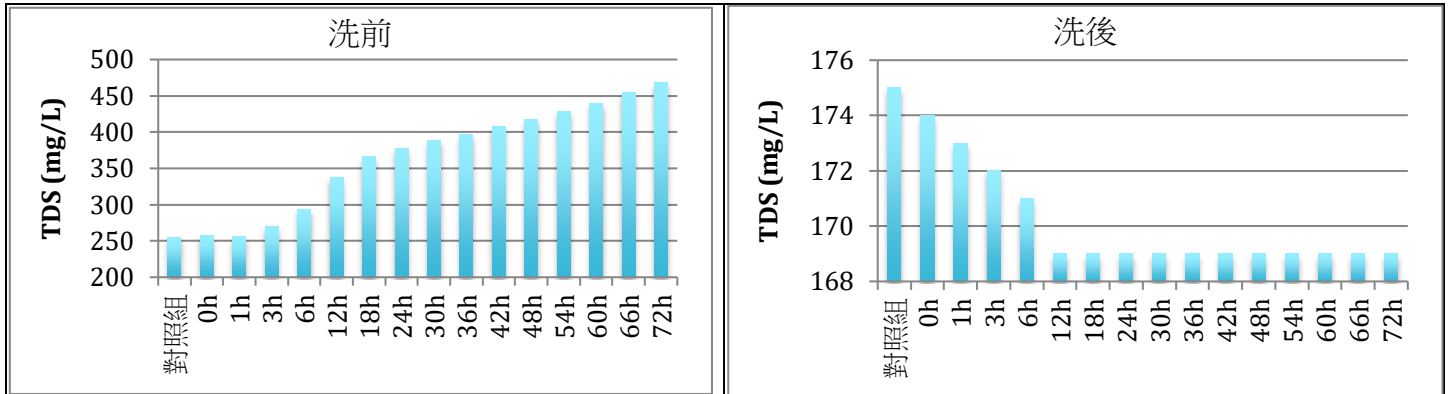
(一) 實驗結果、照片及發現



(1) 分別以自製鳳橘果皮酵素及自製鳳梨果皮酵素實驗，發現不管哪一種酵素都需加足量，才能徹底分解汙垢，以 500ml 的魚缸水為例建議自製果皮酵素 10ml 即可。

### 六、加入自製果皮酵素浸泡時間的比較與發現

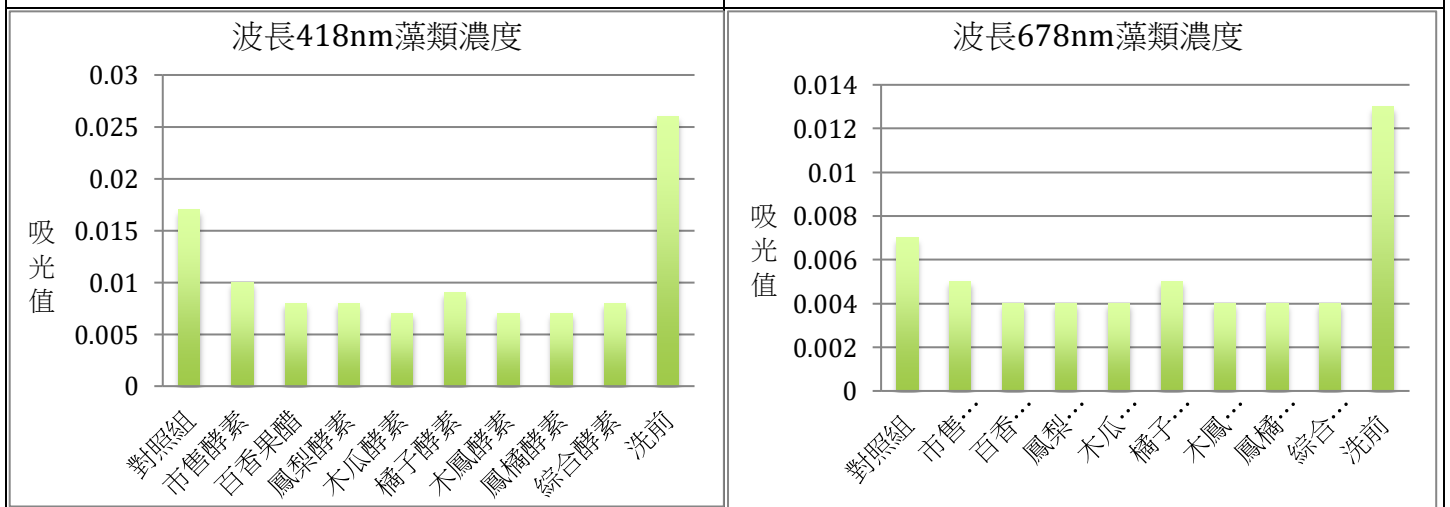
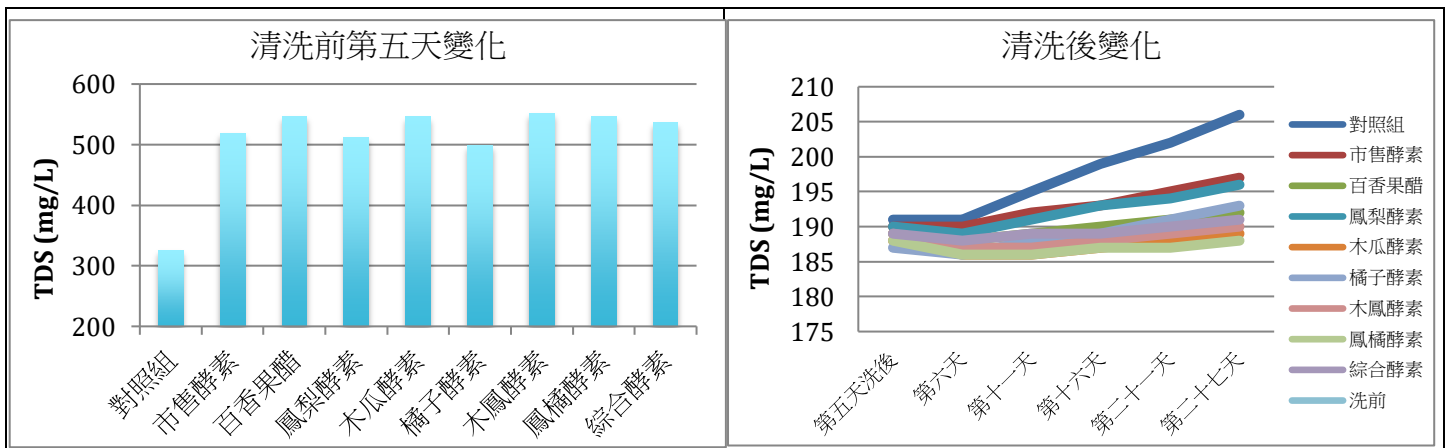
#### (一) 實驗結果表格及發現



(1) 加入自製果皮酵素浸泡時間需浸泡到 6 小時以上才有明顯的差異，尤其是在 6 至 18 小時分解效果最明顯，超過一天之後的分解度雖然也有緩慢上升，但效益不大，建議浸泡時間要 12 小時。

### 七、水果醋、市售酵素水與不同種類自製果皮酵素對魚缸清潔力的影響

#### (一) 實驗表格、照片及發現









(1) 對照組的汙垢沉澱後聚集於杯底，搖動時不會上浮，有加自製果皮酵素的汙垢大多被分解成細小的絲狀，因密度關係所以上浮於水面或懸浮於水中。

(2) 發現底部石礫上有小氣泡，小氣泡將汙垢往上帶。小氣泡浮現:市售酵素>自製木瓜鳳梨果皮酵素>自製綜合果皮酵素>自製鳳梨果皮酵素>水果醋。(傍晚水果醋及自製木鳳梨果皮酵素氣泡越來越多)






(3) 魚缸的污垢主要魚、螺、蝦類的排泄物、水草屍體，多屬蛋白質類，自製果皮酵素及果醋都有分解污垢的作用，發現自製木瓜鳳梨果皮酵素明顯分解作用。

(4) 複方自製果皮酵素的分解作用比單方自製果皮酵素強。

		
<p>自製果皮酵素分解污垢合照</p>	<p>鳳梨酵素污垢上浮，細氣泡多</p>	<p>木瓜酵素污垢分解上浮、多氣泡</p>
		
<p>橘子酵素污垢上浮，附著在杯壁</p>	<p>污垢上浮</p>	<p>水果醋表層有薄膜</p>

### 八、自製果皮酵素對水生植物影響之研究

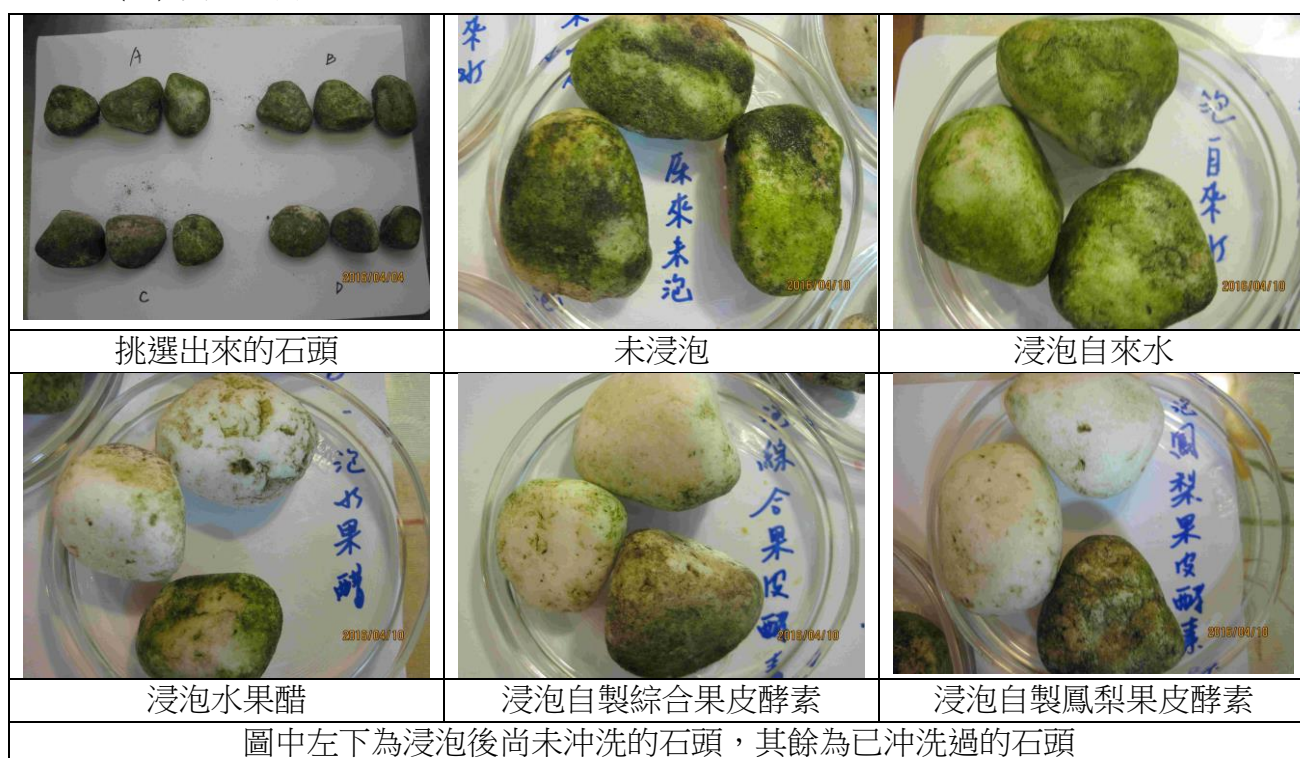
#### (一) 成長紀錄及照片：

時間 水質	第一天	第七天	第十四天	第二十天	第二十八天
自來水	7g	8.5g	9.5g	11g	13.5g
酵素水	7g	8.5g	9.3g	10.g	13.5g
					
<p>第一天自製果皮酵素水植物</p>	<p>第二十八天果皮酵素水植物</p>	<p>第二十八天自來水植物</p>			
<p>自製果皮酵素水對水生植物的影響與自來水類似並無太大差異，水生植物都長得很好，推論酵素水對魚缸清洗是健康且環保。</p>					



## 九、應用（生態池邊的石頭）

### （一）實驗照片



## 捌、討論

- 一、為什麼選用木瓜、鳳梨、檸檬、橘子、柚子五種果皮製作酵素?複方則設定五種果皮綜合、兩種果皮則選[鳳梨、橘子]與[鳳梨、木瓜]?

因當時製作的季節剛好在秋冬季,有大量柑橘類果皮加上柑橘類水果皮含有檸檬烯,具清潔效果,故檸檬、柚子、橘子常被添加於清潔劑中;鳳梨及木瓜都富含蛋白分解酵素,但木瓜皮酵素氣味較不佳,故在蛋白分解酵素上只取鳳梨皮與柑橘類水果中的橘子果皮綜合成複方[鳳梨、橘子],另研究魚缸污垢偏屬蛋白質所以特別配置複方[鳳梨、木瓜],想兩種蛋白分解酵素家在一起效果如何。

- 二、自製果皮酵素有何成分?

一開始搜尋資料,只有大量自製果皮酵素推廣資訊,其中的成分到底為何?為什麼稱為果皮酵素?沒有任何確切資料,閱讀大量資料及實驗後,漸漸整理如下:酵素是一種酶(蛋白質),果皮中的微生物(菌),利用酵素作用來協助分解原物料(果皮與黑糖)。根據其製作過程與 pH 值的結果,推論自製果皮酵素的成品與水果醋類似,至於木瓜、鳳梨中的蛋白質分解酵素,柑橘類果皮中的檸檬烯,在製成自製果皮酵素成品後,是否還存在值得進一步研究,本實驗特別針對澱粉、蛋白質、油脂分解作用做測試,另以水果醋、市售酵素來與自製果皮酵素比較其異同,想了解自製果皮酵素與水果醋、市售酵素的差別。

- 三、為什麼自製果皮酵素與魚缸水實驗浸泡時間為五天?

靜待六小時後水面開始有薄膜或氣泡產生,污垢也漸分解上浮,一直持續觀察等待污垢分解變化,但到第四天後水開始有異味,故實驗浸泡時間設定為五天。

#### 四、為何選擇柳丁皮做為不同配置比例實驗的實驗主角?

曾嘗試梨子、木瓜、蘋果、哈密瓜……等水果皮製作，但在配置 0 克糖時都會腐爛發臭，而柑橘類的檸檬、柳丁、橘子……等果皮在製作此實驗時並未腐敗，推測此類果皮可能含有特殊物質能防腐，製作自製果皮酵素成品氣味亦佳，因此選擇柑橘類中另一種水果柳丁果皮作為實驗的主角。柑橘類果皮在氣味與防腐上較適合製作自製果皮酵素，為自製果皮酵素製作原料的首選。

#### 五、為何選擇 TDS 檢測儀、pH 檢測儀、分光光度計檢測魚缸實驗水中的雜質量及藻類量?

一般魚缸檢測大多是酸鹼值、NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (氨/銨) 的含量比例、水中鈣鎂等陽離子比例……。故選用 pH 檢測儀檢測酸鹼值；TDS 檢測儀 (Total dissolved solids) 檢測總溶解固體量，其單位為毫克/升 (mg/L)，數值表示一升水中含多少毫克溶解性總固體，指水中全部溶質的總量，包括無機物和有機物兩者的含量，一般可用電導率值大概瞭解溶液中的金屬離子、鹽份，正常情況下，電導率越高，金屬離子越高，TDS 越高。加入酵素後預期應該會分解出許多物質，因此 TDS 越高越好；清洗後水中溶解性總固體則越少越好。另外水中藻類濃度也是魚缸清潔的一大關鍵，故用分光光度計檢測魚缸實驗水中的藻類量。

#### 六、自製果皮酵素與水果醋之比較

兩者都是發酵的產物，由微生物代謝醣類、蛋白質等有機物所產生的酒精、有機酸、CO<sub>2</sub>……等物質組成的產品。(發酵過程大致是：糖類→酒精→醋酸)



從實驗結果當中我們可以發現果皮酵素的分解及清潔作用較水果醋強。推測是因為水果醋中含有的微生物以醋酸菌為主，而自製果皮酵素因原料(水果材料)種類較豐富比水果醋含有更多其他的微生物，讓自製果皮酵素可以有比水果醋更佳的分解及清潔效果。

## 玖、 結論

#### 一、在自製果皮酵素、水果醋與市售酵素粉水的比較中發現:

##### (一) 在澱粉分解實驗中

1. 分解太白粉凍效果: 市售酵素粉水 > 自製橘子果皮酵素 > 自製綜合果皮酵素 > 自製鳳梨果皮酵素 > 水果醋，對照組(純水)及白醋幾乎無分解效果。
2. 自製果皮酵素有分解澱粉的效果，比水果醋還要佳，尤其以自製橘子果皮酵素最佳，幾乎將澱粉凍分解成糊狀，另外市售酵素粉水分解澱粉效果也不錯。
3. 發現自製果皮酵素及水果醋都有防霉效果。

##### (二) 在蛋白質分解實驗中

1. 分解濃蛋白效果: 自製木瓜果皮酵素 > 市售酵素粉 > 新鮮木瓜汁。三者一天後都能將呈半固態狀的濃蛋白分解成液狀，都具有蛋白質分解作用，其中以自製木瓜果皮酵素分解作用最快速，一小時後可以明顯地看到自製木瓜果皮酵素將濃蛋白分解成液狀。
2. 分解吉利丁凍效果: 所有自製果皮酵素 > 市售酵素粉水 > 水果醋 > 對照組(純水)。1 小時後除對照組(純水)幾乎無分解效果外，其餘皆有分解效果，只是分解的時間快慢不同而已。
3. 自製果皮酵素類、水果醋與市售酵素粉水在分解蛋白質方面都有不錯的效果，但以自製果皮酵素的分解速度稍微快一些。

##### (三) 在油脂乳化實驗中

1. 乳化指數 E24%: 自製鳳橘果皮酵素 > 自製綜合果皮酵素 > 自製橘子果皮酵素 = 市售酵

素粉水 > 自製鳳梨果皮酵素 > 水果醋 > 對照組，自製鳳橘果皮酵素油脂乳化效果最佳。

2. 複方自製果皮酵素比市售酵素粉水和水果醋的乳化效果更好。
3. 自製果皮酵素和市售酵素粉水比水果醋的乳化效果好。

#### (四) 根據分解與乳化實驗歸納

1. 雖然水果醋及自製果皮酵素的性質相近，但相較於水果醋只在分解蛋白質的部分效果較好，自製果皮酵素不管是在分解澱粉、蛋白質或乳化效果都不錯。
2. 自製果皮酵素分解的物質種類較廣，尤其以柑橘類自製果皮酵素最出色。

### 二、不同配製比例之自製果皮酵素的分解作用

- (一) 自製果皮酵素的配製以加糖的分解效果最好。
- (二) 自製果皮酵素的配製需一定的糖量，推測是因為足夠的糖才能培養足夠的菌，使污垢分解度提高，但過多的糖並不會使分解度明顯提高。
- (三) 在藻類抑制的方面呈現糖加越多抑藻效果越好的趨勢。

### 三、改變自製果皮酵素的添加對魚缸清潔影響之研究

#### (一) 探討加入不同量的自製果皮酵素之清潔效果

1. 需加足量，才能徹底分解污垢，以 500ml 的魚缸水為例，建議加入自製果皮酵素 10ml 即可。
2. 在藻類抑制的方面呈現糖加越多抑藻效果越好的趨勢。

#### (二) 加入自製果皮酵素浸泡時間的比較

加入自製果皮酵素浸泡時間需浸泡到 6 小時以上才有明顯的差異，尤其是在 6 至 18 小時分解效果最明顯，超過一天之後的分解度雖然也有緩慢上升，但助益不大，建議浸泡時間約 12 小時左右效益最佳。

#### (三) 探討不同種類的自製果皮酵素之清潔效果

1. 魚缸的污垢主要魚、螺、蝦類的排泄物、水草屍體，多屬蛋白質類，自製果皮酵素、市售酵素粉水及水果醋都有分解污垢的作用，但以自製果皮酵素效果好又省錢。
2. 複方自製果皮酵素的分解作用比單方自製果皮酵素強。
3. 在藻類抑制的方面，與對照組相比不論是市售酵素、自製果皮酵素……都有明顯較低的藻類濃度，其中又以自製果皮酵素的抑藻效果最佳。

### 四、探討自製果皮酵素對生物之影響

酵素水對水生植物的影響與自來水類似，水生植物都長得很好，並無太大差異，可知酵素水對魚缸清洗是健康且環保的。

### 五、探討自製果皮酵素之清潔原理

自製果皮酵素的清潔原理是分解，從文獻研究、成分實驗探討及魚缸清潔中發現自製果皮酵素清潔魚缸的主要作用是使原先附在缸壁及底沙上的鹽類及硫化物分解溶至水中，讓其可隨水被帶走。對照組的污垢沉澱後整塊聚集於杯底，搖動時不會上浮，有加自製果皮酵素的污垢大多被分解成細小的絲狀，上浮於水面或懸浮於水中。

### 六、果皮酵素是由糖、水和鮮果皮，經過三個月的自然發酵後所製成的，其成分包含依靠糖生存的微生物所代謝產生的物質及菌體所組成的混合物，其成品與水果醋相似，但分解作用比水果醋強，尤其在澱粉分解及油脂乳化上更佳。自製果皮酵素與水以 1 比 50 的比例，浸泡至 12 小時，能有效清除分解魚缸的頑垢，尤其是自製鳳橘果皮酵素效果最好。

- 七、經過研究發現，「**果皮酵素**」這個名稱其實並不能真正概括這個由果皮與糖發酵而成的東西，因為在清潔、分解與乳化的過程中真正在作用的不僅僅只有酵素，它還包括了醋本身及其中微生物的作用，屬於它更貼切的名字其實是「**含許多微生物及酵素的果皮醋**」。
- 八、資料查詢後發現，臺灣缺蠓（小黑蚊）及蚊子的幼蟲以藻類及青苔為食，經常在積水長有青苔及藻類處孳生，自製果皮酵素可以**輕易地清除石頭上的青苔及藻類**，是在蚊蟲猖獗的現今可以推廣的好方法。

## 壹拾、 未來展望

- 一、果皮酵素一直以來最常被討論使用的地方就是碗盤清潔，但實際使用後發現它的效果相當有限，懷疑它的分解效果，但一連串實驗後證實它有一定的分解作用。而此次研究主要是針對魚缸清潔的部分作探討，關於浴廁清潔、去霉……等希望可以再做進一步的研究。
- 二、在這次「果皮酵素」的資料查詢中看到納豆似乎也是個不錯的果皮酵素製作材料，希望有機會可以嘗試它的效果。
- 三、在 TDS 測量的部分這次用的方法是一天測量一次，如果有機會希望可以配合電腦及儀器的運用做全程的監控以更了解自製果皮酵素在魚缸清潔時的作用。
- 四、在此次的澱粉、蛋白質分解實驗中，我分別以太白粉凍、吉利丁凍作為實驗對象，並僅以簡單的測量作為標準，如果有機會希望可以用更精密方式測量其分解的量及分解的速度，做更定量的研究。

## 壹拾壹、 參考文獻

- 一、林耕年(1988)釀造學發酵食品，復文書局。
- 二、張為憲等編著(2002)食品化學，華香園出版社。
- 三、台南縣觀竹環保酵素推廣手冊
- 四、賴滋漢、金安兒編著(1988)食品加工學（製品篇），精華出版社。
- 五、中國國家標準(2004)食用醋（CNS 14834, N5239），經濟部，行政院，中華民國。
- 六、吳宗恆、林松池 (1997)生物界面活性劑。界面科學會誌 19: 125-136。
- 七、魏毓宏 (2007) 生物界面活性劑之開發與應用。化工 54: 14-26。
- 八、李福臨(2001)食醋與醋酸菌之研究近況，食品工業 33(3)：1-6。
- 九、張瑞珠(2006)影響鳳梨醋品質因子之探討，中興大學食品暨應用生物科技學系博士論文。
- 十、周建良 (2005) 醣脂類生物界面活性劑 rhamnolipid 醱酵基質最適化及生產策略之研究。碩士論文，國立成功大學，台南。
- 十一、廖雅慰(2014) 利用黏紅酵母發酵鳳梨皮廢液產生生物界面活性劑之物理性質研究 Physical Properties of Biosurfactants from Waste Liquid of Pineapple Peel Fermented by *Rhodotorula glutini*。碩士論文，虎尾科技大學，雲林。
- 十二、賴鳴鳳(1989)葡萄醋開放式發酵之研究，中興大學食品科學系碩士論文。
- 十三、潘欣彤、孟曼君(2014) 不要「藻」麻煩 —— 探討硬幣的金屬離子對藻類的影響。
- 十四、陳修玲。界面活性劑——左手牽著油，右手牽著水。財團法人主婦聯盟環境保護基金會。
- 十五、中華民國酵素食品發展協會 <http://www.enzyme.org.tw/?p=248>
- 十六、垃圾變黃金水--環保酵素製作 <http://hunghsiu.pixnet.net/blog/post/34070789>
- 十七、環保酵素完整篇 <http://hunghsiu.pixnet.net/blog/post/30637996>
- 十八、Biolin Scientific <http://www.biolinscientific.com/application/critical-micelle-concentration>



## 壹拾貳、 附錄

### 一、改變自製果皮酵素配置方式(加入不同量的糖或鹽製作的自製果皮酵素之清潔效果)

#### (一) 實驗結果(TDS(mg/L)、pH 值)

名稱		對照組	柳丁水糖 0 克	柳丁醇糖 20	柳丁醇糖 40	柳丁醇糖 60	柳丁醇糖 80	柳丁醇糖 100	鹹柳醇素
第一天 加酵前	TDS(mg/L)	269	268	269	268	269	268	269	269
	pH 值	8.4	8.3	8.4	8.4	8.3	8.4	8.4	8.4
第一天 加酵後	TDS(mg/L)		269	271	271	273	274	276	2110
	pH 值		3.8	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6	3.9
第二天	TDS(mg/L)	273	322	343	346	370	373	377	2340
	pH 值	8.4	4.1	4.0	3.9	3.9	3.8	3.8	4.2
第三天	TDS(mg/L)	278	337	413	419	463	468	471	2640
	pH 值	8.4	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	4.5	4.9
第四天	TDS(mg/L)	284	338	446	451	503	507	512	2660
	pH 值	8.4	5.3	5.2	5.2	4.9	4.9	4.8	5.5
第五天 洗前	TDS(mg/L)	291	344	480	509	561	566	571	2690
	pH 值	8.5	5.8	5.7	5.7	5.6	5.4	5.3	6.2
第五天 洗後	TDS(mg/L)	195	186	187	186	186	186	186	193
	pH 值	7.1	7.2	7.2	7.2	7.1	7.3	7.2	7.2
第六天	TDS(mg/L)	194	185	185	184	185	184	184	197
	pH 值	7.1	7.2	7.2	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2
第十一天	TDS(mg/L)	197	188	188	186	186	186	186	203
	pH 值	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
第十六天	TDS(mg/L)	205	192	190	188	187	186	186	210
	pH 值	7.3	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2	7.2	7.3
第二十天	TDS(mg/L)	214	198	193	190	188	187	186	216
	pH 值	7.3	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2	7.2	7.3
第二十六天	TDS(mg/L)	223	205	196	192	189	188	187	221
	pH 值	7.4	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2	7.2	7.4
第三十天	TDS(mg/L)	232	213	201	195	190	188	187	225
	pH 值	7.6	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3	7.3	7.5
說明		第二天大污垢在下無分解，搖一搖有小漂浮	第二天污垢在下無分解。第三天分解少，清澈。有一層薄膜	第二天有一些分解。第三天清澈。有一層薄膜	第二天清澈，有一層薄膜泡泡多	第二天清澈。有一層薄膜泡泡多	第二天清澈。有一層薄膜泡泡多搖一搖不見	第二天濁。有一層薄膜泡泡多	第二天無膜，有分解、很臭
		分解度 40、60、80、100 差不多，有些氣泡，密度越大，污垢上浮物越多							

(二) 實驗結果(藻類濃度)

名稱 藻類 波長	洗前	對照組	柳丁水 糖 0 克	柳丁醇 糖 20	柳丁醇 糖 40	柳丁醇 糖 60	柳丁醇 糖 80	柳丁醇 糖 100	鹹柳醇 素
418	0.024	0.017	0.014	0.012	0.011	0.009	0.008	0.008	0.010
678	0.012	0.007	0.007	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005

二、加入不同量之自製果皮酵素對魚缸清潔力的比較與發現

(一) 實驗結果(TDS(mg/L)、pH 值)

名稱		鳳梨酵素 30cc	鳳梨酵素 20cc	鳳梨酵素 10cc	鳳梨酵素 5cc	鳳梨酵素 30cc	鳳梨酵素 20cc	鳳梨酵素 10cc	鳳梨酵素 5cc
第一天 加酵素 前	TDS	277	278	276	276	277	278	276	276
	pH 值	8.4	8.4	8.3	8.4	8.4	8.3	8.4	8.4
第一天 加酵素 後	TDS	294	289	281	278	291	284	280	278
	pH 值	3.8	3.9	4.1	4.3	3.1	3.2	3.4	3.6
第二天	TDS	380	370	354	321	379	354	346	318
	pH 值	4.0	4.2	4.5	4.6	3.6	3.7	3.9	4.0
第三天	TDS	420	395	377	350	417	387	364	341
	pH 值	4.3	4.5	4.9	4.9	4.0	4.1	4.3	4.6
第四天	TDS	437	417	398	367	431	412	390	359
	pH 值	4.5	4.7	5.1	5.2	4.3	4.4	4.6	4.9
第五天 洗前	TDS	444	434	423	395	440	429	418	390
	pH 值	4.7	5.0	5.4	5.6	4.5	4.7	4.9	5.2
第五天 洗後	TDS	177	174	176	175	176	176	178	177
	pH 值	7.1	7.2	7.2	7.2	7.1	7.3	7.2	7.2
第六天	TDS	177	174	176	175	176	176	178	178
	pH 值	7.1	7.2	7.2	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2
第十一天	TDS	178	175	177	177	177	177	179	180
	pH 值	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
第十六天	TDS	179	176	177	178	178	178	179	181
	pH 值	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.3	7.3	7.3
第二十一 天	TDS	179	176	178	180	178	178	180	183
	pH 值	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3

(二) 實驗結果(藻類濃度)

名稱 藻類 波長	洗前	鳳梨酵素 30cc	鳳梨酵素 20cc	鳳梨酵素 10cc	鳳梨酵素 5cc	鳳梨酵素 30cc	鳳梨酵素 20cc	鳳梨酵素 10cc	鳳梨酵素 5cc
418	0.024	0.009	0.008	0.008	0.012	0.011	0.012	0.011	0.014
678	0.011	0.004	0.004	0.004	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006

三、加入自製果皮酵素浸泡時間的比較與發現

名稱 變化		對照組	鳳梨酵素 0h	鳳梨酵素 1h	鳳梨酵素 3h	鳳梨酵素 6h	鳳梨酵素 12h	鳳梨酵素 18h	鳳梨酵素 24h
洗前	TDS(mg/L)	255	258	256	270	294	338	366	378
	pH	8.2	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	3.9
洗後	TDS(mg/L)	175	173	173	172	170	169	169	169
	pH	7.1	7.0	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
名稱 變化		鳳梨酵素 30h	鳳梨酵素 36h	鳳梨酵素 42h	鳳梨酵素 48h	鳳梨酵素 54h	鳳梨酵素 60h	鳳梨酵素 66h	鳳梨酵素 72h
洗前	TDS(mg/L)	389	397	408	418	429	440	454	468
	pH	4.0	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.5
洗後	TDS(mg/L)	169	169	169	169	169	169	169	169
	pH	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9

四、水果醋、市售酵素水與不同種類自製果皮酵素對魚缸清潔力的影響

(一) 實驗結果(TDS、pH 值)

名稱 時間		對照組	單方					複方		
			市售酵素	水果醋	鳳梨酵素	木瓜酵素	橘子酵素	木鳳梨素	鳳梨酵素	綜合酵素
第一天 酵素前	TDS (mg/L)	316	314	318	315	317	318	312	316	314
	pH	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
第一天 酵素後	TDS (mg/L)	316	320	318	320	320	320	313	317	315
	pH	3.8	3.5	3.6	3.7	3.6	3.9	3.8	3.8	3.8
第二天	TDS (mg/L)	318	368	407	398	410	386	428	419	447
	pH	8.6	4.0	3.8	3.9	4.0	3.8	3.9	3.8	3.9
第三天	TDS (mg/L)	320	413	453	428	463	449	467	459	476
	pH	8.6	4.4	4.1	4.3	4.5	4.3	4.4	4.3	4.3
第四天	TDS (mg/L)	323	461	487	470	508	467	517	499	513
	pH	8.6	4.9	4.6	4.7	4.8	4.7	5.1	4.8	4.9
第五天	TDS (mg/L)	325	519	547	512	546	498	551	547	537

洗前	pH	8.7	5.1	4.8	4.9	5.0	4.9	5.3	5.1	5.1
第五天 洗後	TDS (mg/L)	191	190	189	190	188	187	189	188	189
	pH	7.4	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
第六天	TDS (mg/L)	191	190	188	189	186	186	187	186	188
	pH	7.4	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
第十一天	TDS (mg/L)	195	192	189	191	186	188	187	186	189
	pH	7.4	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4
第十六天	TDS (mg/L)	199	193	190	193	187	189	188	187	189
	pH	7.5	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4
第二十天	TDS (mg/L)	202	195	191	194	188	191	189	187	190
	pH	7.5	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.5
第二十七天	TDS (mg/L)	206	197	192	196	189	193	190	188	191
	pH	7.6	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.5
說明	污垢成片塊狀搖動時是整塊搖動(不會上浮)	水面白膜一層有污垢上浮、多氣泡，有分解	水面點狀片膜慢慢變成一層白膜，氣泡多有分解	水面白膜一層薄膜較厚較白有分解	有膜較多分解氣泡多(石縫也有)	無膜，有分解，分解細	水面白膜一層，底部有一點小氣泡。氣泡多	無膜，分解細，污垢上浮，細氣泡多	水面白膜一層，底部有一點小氣泡。	

(二) 實驗結果(藻類濃度)

名稱 藻類 波長	洗前	對照組	單方						複方		
			市售 酵素	水果 醋	生鳳 汁	鳳梨 酵素	木瓜 酵素	橘子 酵素	木鳳 酵素	鳳橘 酵素	綜合 酵素
418	0.026	0.017	0.008	0.008	0.011	0.008	0.007	0.009	0.007	0.007	0.008
678	0.013	0.007	0.005	0.004	0.006	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004



## 【評語】 052607

1. 本研究設計具有解決問題之創意及實用性，因日常生活引出研究問題，研究者對提出的擬研究問題與研究辯證是極佳的研究練習。
2. 建議可在浸泡時間上尋求最佳操作時間參數，同時應加強數據整理以定量結果分析應證研究假設。
3. 研究具有生活實用性，研究流程邏輯合理。
4. 報告內容清晰詳細、表達能力佳。