

# 臺北市第56屆中小學科學展覽會

## 作品說明書封面

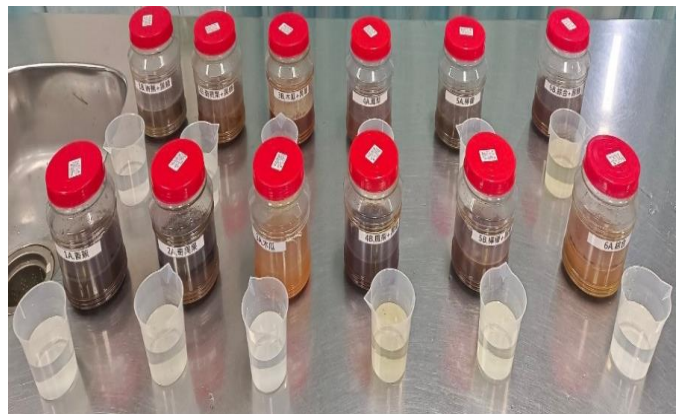
科 別：生活與應用科學（二）

組 別：國小組

作品名稱：寶貝植物 酵果十足-探討水果酵素對植物生長影響之研究

關鍵詞：水果酵素、植物生長

編 號：



## 摘要

水果酵素真的能夠對播種跟栽種植物有所幫助嗎?基於好奇心，我們參考網路與書籍，以5種水果果皮及綜合果皮製作酵素。過程中分為添加黑糖與不添加黑糖兩種製作方式，觀察各類水果酵素酸鹼值呈現狀況，再將熟成的酵素與水以1:300的比例稀釋後栽種植物，觀察酵素與植物生長的關係。蔬果環保酵素製作的書籍中提到，酵素製作過程中，加入黑糖能加速酵素的熟成，也能增添礦物質。然而，將自製水果酵素運用於植栽的過程中，我們發現:無論將水果酵素使用在切花、浮萍、葉菜土耕、葉菜水耕上，酵素製作過程中未添加黑糖的水果酵素，對植物生長的助益均優於添加黑糖製作的水果酵素及清水。

# 壹、前言

## 一、研究動機

現代農業社會中，許多農夫選擇使用化學肥料來幫助幼苗生長，卻也因此時常引起食安問題，並對環境造成污染。促使許多人不斷思考，是否有其他的栽種方法，能使我們吃的健康又營養。近年來，網路上有許多關於環保酵素的製作方法，其中提到：這不但能再次使用果皮，達到「環保效應」，也能有效清潔污垢、幫助代謝，甚至有助於植物的生長，達到「永續發展」，利用水果酵素來取代化學肥料，這不是一個一舉多得的好辦法嗎？因此我們便開始著手製作酵素。

尋找資料過程中，我們發現有關環保酵素的文獻資料非常多，大部分都停留在用綜合廚餘：蔬菜、果皮加上黑糖製成環保酵素後，使用在居家清潔，但對於深入研究幫助植物成長的資訊較少。另外我們在查閱相關文獻，發現：環保酵素因為有加上蔬菜發酵，所以氣味比較不好，但是加上水果皮，發酵成功後會有柑橘類的香氣。

於是我們有了一個靈感：如果酵素真的能夠對播種跟栽種植物有所幫助？我們如果只使用果皮來製作酵素是否可以製作出氣味芬芳的酵素？製作環保酵素一定要加入黑糖嗎？如果不使用黑糖，只利用水果本身的糖分，是否能達到相同的效果？不同植物的果皮製作出來的酵素，對於植物的生長也會有不一樣的影響嗎？於是，我們找出了網路上流傳活性最強的水果5項，來進行這項實驗。

## 二、研究目的

- (一)水果酵素製作與熟成。
- (二)水果酵素熟成各階段的酸鹼性。
- (三)不同的水果酵素對植物生長的影響。

## 三、文獻回顧

### (一) 水果酵素製作與熟成

1. 環保酵素是混合了糖、水、和鮮果皮蔬菜廚餘，經過三個月發酵，便可立即使用。

發酵後的環保酵素是成棕色液體，有柑橘般的刺激氣味。我們參考了網路上所說「環保酵素」的製作方式，將發酵的原料單純化為水果皮。

2. 我們尋找網路上傳說最具有活性的水果5種，分別是香蕉、奇異果、木瓜、檸檬、鳳梨等5種水果，另外再加上這5種水果的綜合果皮，製成酵素，總共6瓶。

3. 酵素手冊或是網路文章指導環保酵素的製作過程都有加入黑糖製作，我們想知道有加上黑糖以及沒有加黑糖的水果酵素，酵素熟成之後，對於植物的成長的影響有沒有差別?所以我們也製作了加了黑糖的版本，總共6瓶。

4. 總計水果酵素總共是12瓶。

### (二) 觀察水果酵素製作過程酸鹼變化

1. 因為我們五年級學過水溶液的酸鹼值，同時也讓我們聯想到，各類果皮在發酵的過程當中，酵素水溶液的酸鹼值也會有變化嗎?

2. 我們分別觀察紀錄水果酵素:初開始製作、製作中、以及酵素熟成酸鹼值，有無變化?

所以我們在以上各時期分別取出水果酵素液，分別滴在紅色、藍色石蕊試紙上，最後利用廣用試紙，觀察酵素酸鹼值的變化。

### (三) 觀察不同的水果酵素對植物生長的影響

1. 我們將製作完成的水果酵素，加水稀釋製成酵素肥料水，插入即將盛開的玫瑰花，觀察各種酵素對玫瑰花的盛開以及延緩凋謝，有無差別?

2. 我們將製作完成的水果酵素，加水稀釋製成酵素肥料水，灌溉在已經發芽的土耕菜苗上，觀察土耕菜苗的成長有沒有差別?

3. 我們將製作完成的水果酵素，加水稀釋製成酵素肥料水，加入已經發芽的水耕菜苗，觀察水耕菜苗的的成長有沒有差別?

4. 我們將製作完成的水果酵素，加水稀釋製成酵素肥料水，放入浮萍，觀察各種水果酵素對浮萍的分裂成長，有沒有差別?

(四)植物生長需要合適的土壤酸度 (pH)，也需要適宜的土壤。 pH 值為4-6的土壤稱為酸性土壤，pH 值為8-9的土壤稱為鹼性土壤。 大多數蔬菜在 pH 值為6-6.5的土壤中生長良好。 在酸性或鹼性過高的土壤中，蔬菜的根系被破壞，無法吸收足夠的營養。既然植物的生長跟土壤的酸鹼值息息相關，我們希望了解水果酵素在加入種植土壤的過程中，對於各種植物的生長會產生怎樣的影響?

(五)曾經在51 屆中小學科學展覽會環保『酵』果大?—探討環保酵素的製作與應用中看到相關數據:以1:300的酵素液澆灌植物收成量最佳，所以我們採用我們選擇使用（水果酵素1:水300）酵素溶液來做切花保存、土耕植物澆灌以及水耕植物培養的水溶液。

## 貳、研究設備及器材

- 一、果皮類：香蕉皮、奇異果皮、木瓜皮、鳳梨皮、檸檬皮和混合果皮（混合前述5種水果果皮）各180公克。



- 二、容器類：1000ml 廣口塑膠瓶12個、600ml 量杯、550ml 寶特瓶、5吋塑膠花盆、700ml 塑膠杯、方形水盆。

- 三、器材類：漏斗、滴管、料理磅秤、果汁機、攪拌玻棒、保麗龍、水耕種植籃、平板電腦。

- 四、試劑類：石蕊試紙、廣用試紙、酸鹼測試儀。

- 五、植物類：綠寶石蘿蔓26棵、皺葉萵苣78棵、紅色玫瑰花26棵、浮萍約200株。

- 六、其他類：培養土、黑糖、植物通用肥料



## 一、水果酵素製作與熟成

(一)以 水:果皮:黑糖 = 10:3:1，果汁機攪碎製作水果酵素

實驗步驟:

1. 將6個種類的果皮: 香蕉、奇異果、木瓜、鳳梨、檸檬各180克、綜合果皮(為香蕉、奇異果、木瓜、鳳梨、檸檬各36克)不規則剪斷，方便果汁機攪碎。
2. 以水:果皮 = 10:3 = 600g : 180g，倒入果汁機攪碎。
3. 分別將6種類果皮攪碎後，各秤重390g 製作兩瓶酵素水 A、B，酵素 A 瓶不加黑糖，酵素 B 瓶加入黑糖。
4. 秤重 30g 的黑糖倒入各種類果皮的酵素 B 瓶中，以玻棒攪拌10次。
5. 寶特瓶蓋不旋緊，並每日定時觀察。



(二)第二次修正，將果皮切成約1公分大小的小丁狀製作酵素

實驗步驟同上，修正部分如下:

1. 改將果皮切成約1公分大小的小丁狀製作酵素，而非用果汁機攪碎。
2. 改以1000ml 塑膠廣口瓶盛裝酵素，方便觀察。



## 二、觀察水果酵素製作過程酸鹼變化

氫離子濃度指數 ( pH ) 氫離子濃度指數係指水中氫離子濃度倒數的對數值。一般自然水之 pH 值多在中性或略鹼性範圍，若水溶解其他物質則 pH 值可能產生明顯的變化；pH 值會影響生物的生長，如果我們要討論水果酵素對於植物生長的影響。

- (一)於酵素熟成前期，以滴管吸取12瓶水果酵素滴在石蕊試紙上，測量酵素的酸鹼度。
- (二)於酵素熟成中期，以滴管吸取12瓶水果酵素滴在石蕊試紙上，測量酵素的酸鹼度。
- (三)於酵素熟成後期，以滴管吸取12瓶水果酵素滴在石蕊試紙上，測量酵素的酸鹼度。
- (四) 酵素熟成後，以 **酵素 : 水 = 1 : 300 製作酵素水**，以廣用試紙測量酵素水的酸鹼度。

## 三、觀察不同的水果酵素對植物生長的影響

### 實驗一：水果酵素對延長切花開花時間的影響

- (一)取550毫升寶特瓶共13個，將**12種各類水果酵素:水=1:300**調整好比例，另製作1個不加入水果酵素的清水瓶。
- (二)13朵盛開的玫瑰切花，留下兩分支葉片後，將莖的尾端斜切，分別插入各類水果酵素水溶液中，觀察玫瑰花盛開與凋謝的狀況。

### 實驗二：水果酵素對土耕植物(綠寶石羅蔓 和 皺葉萵苣)生長的影響

#### (一)第一次種植綠寶石羅蔓

實驗步驟：

1. 取5吋塑膠花盆共13個，在花盆中分別放入800毫升的培養土，於花盆兩側各種植 1株植物，分別標示 A 株與 B 株。



2. 將植株置放於戶外半日照處，每日澆灌1次100毫升自來水，每3日澆灌1次1:300水果酵素稀釋液。
3. 利用測量植物生長高度的方式來觀察水果酵素對植物生長的影響。

## (二)第二次修正種植皺葉萵苣

實驗步驟同上，改以計算皺葉萵苣葉片數量來觀察水果酵素對植物生長的影響。

## 實驗三：水果酵素對水耕植物(皺葉萵苣)生長的影響

雖然我們在實驗控制當中，盡量將花盆、營養土的數量均一化，但是仍有土壤養分不均質以及澆灌水分流失不均的疑慮，於是增加水耕蔬菜的方式進行植物種植觀察。

水耕植物因為由於透過適當的營養補充促進生長、可比土壤栽培更快速地種植植物，不會依天候而影響成長，以及遭受蟲害的疑慮。

- (一)選擇2000毫升的方形塑膠盆共13個，放置1000毫升白開水，加入植物通用肥各2公克，之後分別加入水果酵素液各12種，其中1組只放入自來水1000毫升，以作為對照組。
- (二)將保麗龍板裁剪成可放入塑膠盆中之適當大小，每片保麗龍板挖4個洞，放入水耕定植籃。
- (三)皺葉萵苣放入定植籃後，每4株秤重一次，放入塑膠盆內的保麗龍板進行水耕。
- (四)為了改善室內種植日照不足的因素，水耕植物24小時輔以水族燈以及植物燈的光照。
- (五)每週追加1公克通用肥1次，每週二及週五追加1:300水果酵素稀釋液各150毫升。之後持續進行觀察，每週將皺葉萵苣連同定植籃定時瀝水後進行植物秤重。

#### 實驗四：水果酵素對水耕植物(浮萍)生長的影響

由於浮萍在水質環境酸鹼值耐受度約為5-6之間，在酸鹼值6-9（中性-微鹼性）環境生長良好。加上浮萍生長快速，約5-7天就可以產生新生族群，有利我們選擇進行觀察。

(一)選擇300毫升水盒各13個，放入各類水果酵素:水=1:300的酵素水溶液各150毫升，另選擇1個水盒放入自來水作為對照組。

(二)選擇長勢健壯的浮萍各15葉，放入水盒中，觀察浮萍繁殖與生長的狀況。

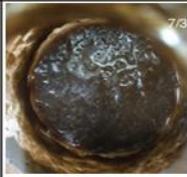

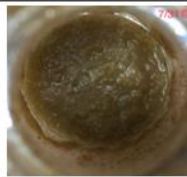

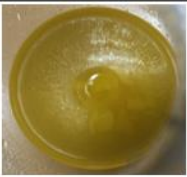



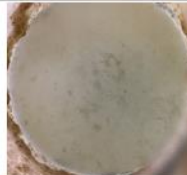



## 肆、研究結果





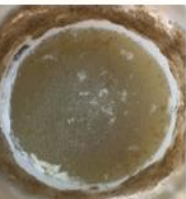







### 一、水果酵素製作與熟成

(一)以 水 : 果皮 : 黑糖 = 10 : 3 : 1 ，果汁機攪碎製作水果酵素

第一次我們的水果酵素用市售的果汁機將果皮攪碎來製作酵素，卻發現不容易產生發酵的狀況，尤其是木瓜酵素，幾乎是到我們放棄寶特瓶裝酵素為止，都沒有產生任何發酵狀況。於是我們決定放棄這12瓶寶特瓶果皮的酵素，重新修正製作水果酵素發酵觀察。













第一次果皮瓶裝發酵紀錄如下:

項目 日期	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖
7/31						
8/7						

項目 日期	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
7/31						
8/7						

(二)第二次修正，將果皮切成約1公分大小的小丁狀製作酵素 修正後水果酵素順利發酵。



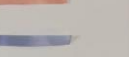



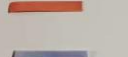





第2次切丁果皮廣口瓶裝水果酵素發酵紀錄如下:

項目	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖
日期						
8/14						
8/22						

項目	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
日期						
8/14						
8/22						

## 二、觀察水果酵素製作過程酸鹼變化

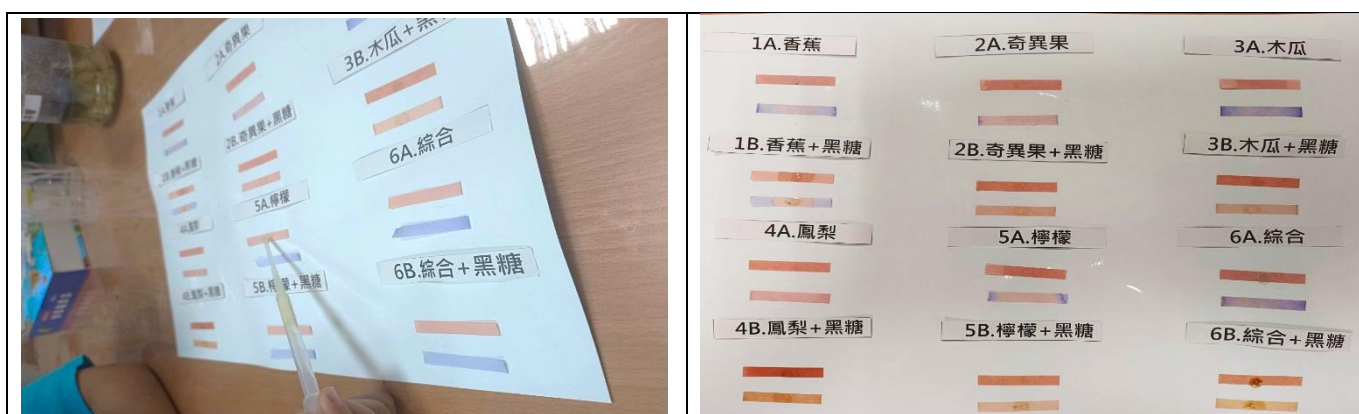
(一)於酵素熟成前期，以滴管吸取12瓶水果酵素滴在石蕊試紙上，測量酵素的酸鹼度。

<p>1A. 香蕉</p> 	<p>2A. 奇異果</p> 	<p>3A. 木瓜</p> 
<p>4A. 鳳梨</p> 	<p>5A. 檸檬</p> 	<p>6A. 綜合</p> 
<p>1B. 香蕉+黑糖</p> 	<p>2B. 奇異果+黑糖</p> 	<p>3B. 木瓜+黑糖</p> 
<p>4B. 鳳梨+黑糖</p> 	<p>5B. 檸檬+黑糖</p> 	<p>6B. 綜合+黑糖</p> 

品項 日期	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異 果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
8/11 酸鹼性	中性	中性	酸性	酸性	中性	中性	微酸性	微酸性	酸性	酸性	微酸性	酸性

(二)於**酵素熟成中期**，以滴管吸取12瓶水果酵素滴在石蕊試紙上，測量酵素的酸鹼度。

水果酵素由不同細菌發酵製作而成，透過分解有機物，當中的細菌會獲得所需要的能量及維生物質。經過乳酸菌分解，果皮之中的糖分会變成乳酸；另外，酵母菌会将糖分分解，產生  $C_2H_6O$  及  $CO_2$ ，形成酵素。發酵過程當中，我們可以發現所有的水果酵素都呈現酸性。



品項 日期	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異 果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
9/5 酸鹼性	微酸性	酸性	酸性	酸性	微酸性	酸性	酸性	酸性	酸性	酸性	微酸性	酸性

(三)於**酵素成熟後期**，以滴管吸取12瓶水果酵素滴在石蕊試紙上，測量酵素的酸鹼度。

1. 當目測所有的果皮都分解結束(發酵後的果皮都沉澱到廣口瓶底部)，我們用滴管取出水果酵素，將水果酵素滴在廣用試紙上，觀測水果酵素酸鹼值的變化。



品項	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異 果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
日期												
10/13 PH值	10	4	7	3	11	3	8	3	6-7	3	9	3

2. 實驗發現有**加黑糖的水果酵素**:1B 香蕉+黑糖、2B 奇異果+黑糖、3B 木瓜+黑糖、4B 鳳梨+黑糖、5B 檸檬+黑糖、6B 綜合+黑糖都呈現**酸性**。未加黑糖發酵的水果酵素: 1A 香蕉、3A 木瓜、4A 鳳梨、6A 綜合果皮呈現**鹼性**。2A 奇異果與5A 檸檬呈現**中性**。

(四) 酵素成熟後，以 **酵素 : 水 = 1 : 300** 製作**酵素水**，以廣用試紙集 PH 檢測儀測量酵素水的酸鹼度。









由下表可發現，酵素水的酸鹼值隨酵素成熟時間改變，酵素放置較長時間，酵素水的酸鹼值愈趨近弱酸性。







品項	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
酸鹼值												
10/13	6-7	6-7	7-8	7	5-6	7	8	8	8-9	7-8	8	8
2/28	6.86	6.74	6.67	6.48	5.36	6.30	5.78	5.99	6.52	6.40	5.88	6.33

### 三、觀察不同的水果酵素對植物生長的影響

#### 實驗一：不同的水果酵素對延長切花開花時間的影響

(一)觀察玫瑰花切花，各組花朵變化如下

項目 日期	對照組	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖
10/8							
10/12							

項目 日期	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
10/8						
10/12						

(二)實驗發現未加黑糖發酵的水果酵素綜合6A 對延長切花開花時間表現最佳，經過7天觀察後

花朵僅呈現微萎狀態。

(三)2A 奇異果、2B 奇異果+黑糖、5A 檸檬、5B 檸檬+黑糖 酵素運用延長切花開花上，也具有

延緩凋謝的效果。

(四) 由實驗數據中可看出，**對照組清水在延長切花開花時間上表現最差，不但最快下垂，也最**






**快變乾變黑。**







品項 時間	對照組	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
10/6	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常
10/9	微垂 微黑	正常	正常	正常	正常	正常	微垂	正常	微黑	正常	微黑	正常	微垂 微黑
10/10	下垂 變黑	微黑	正常	微黑	正常	正常	微垂	微皺	微皺 微黑	落瓣2	微黑	正常	微垂 微黑
10/11	下垂 變黑	微萎	微萎	微萎	微萎	沒開完	下垂 沒開完	凋萎	凋萎	微萎	微萎	正常	凋萎
10/12	乾黑	乾黑	乾黑	軟黑	軟黑	乾黑	軟黑	乾黑	乾黑	軟黑	軟黑	微萎	乾黑

### 實驗二：不同的水果酵素對土耕植物(綠寶石羅蔓和皺葉萵苣)生長的影響

#### (一)第一次種植綠寶石羅蔓

種植一週後羅蔓因為缺乏光照，**莖發生彎曲徒長的現象**，於是我們放棄本次觀察方式。

項目 日期	對照組	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖
9/8							

項目 日期	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
9/8						












## (二)第二次修正種植皺葉萵苣













1. 選擇皺葉萵苣的原因：就算缺乏光照幼葉也不容易徒長，另外根據網路資料顯示:適合

萵苣成長的土壤酸鹼值約落在5.8-6.5微酸性土壤，萵苣對土壤酸鹼值的反應較為敏

感、葉面大，較容易進行量化觀察。

2. 改採數葉子量化方式為主，目測植物成長情形為輔，來進行實驗觀察。

項目 日期	對照組	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖
9/22							
10/17							

項目 日期	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
9/22						
10/17						

3. 觀察皺葉萵苣成長，葉子數量的變化如下表：

(1)由皺葉萵苣葉片變化數量及整體觀測，我們發現1A 香蕉酵素能促進土耕皺葉萵苣

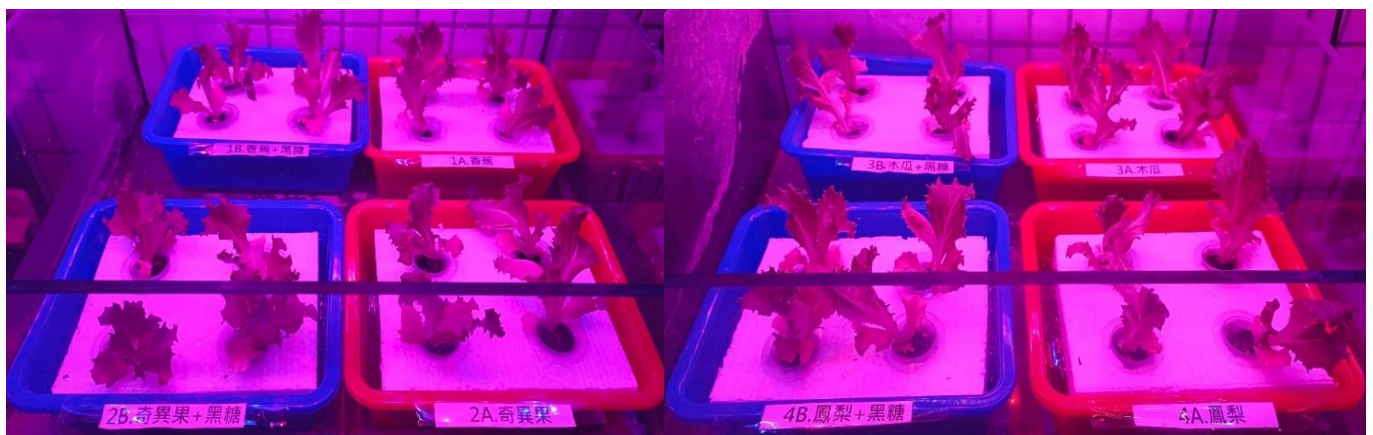
成長，不但植株油綠高壯、葉片量也最多。

(2)整體而言，有澆灌水果酵素的皺葉萵苣成長狀況多數優於對照組清水組，但目測差異不大。

品項 時間	對照組	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
9/22	5+6	4+4	4+4	5+5	5+5	5+5	5+5	4+5	5+5	5+5	5+5	6+6	5+6
9/28	5+6	5+6	5+5	6+6	6+6	4+4	6+6	2+5	5+5	5+6	5+7	5+5	4+4
10/3	5+6	4+5	4+5	6+5	6+5	5+5	6+5	3+4	4+5	4+5	5+4	6+4	4+4
10/7	4+5	4+4	5+4	6+5	6+5	6+6	6+6	4+4	5+5	5+5	6+6	7+4	4+4
10/11	4+6	4+5	5+5	5+5	5+5	5+6	5+6	4+5	6+5	5+5	5+6	6+3	5+4
10/15	3+5	5+5	5+6	6+6	5+5	4+6	4+6	5+5	6+5	6+5	6+6	6+5	6+4
10/24	5+7	7+7	6+7	6+5	6+6	5+6	4+6	5+5	6+7	6+5	5+7	5+6	5+6
總評		V	V	V	V	V				V		V	

### 實驗三：不同的水果酵素對水耕植物(皺葉萵苣)生長的影響

(一)水耕植物24小時輔以植物燈光照。



(二) 觀察皺葉萵苣成長，植株重量變化如下表：

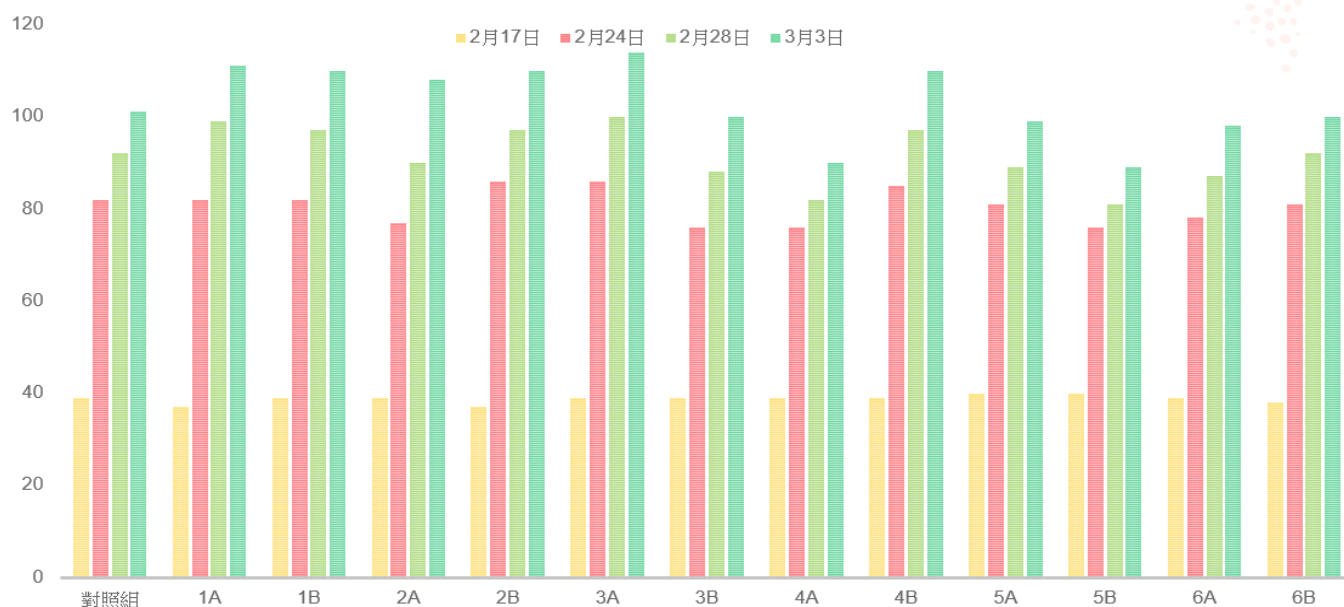
(1) 由皺葉萵苣葉片成長重量變化觀測，我們發現3A 木瓜酵素能促進水耕皺葉萵苣成長，

植株油綠高壯、葉片茂密。

(2) 整體而言，有澆灌水果酵素的皺葉萵苣成長狀況多數優於對照組清水組，但目測差異

不大。

品項 時間	對照組	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
2/17	39	37	39	39	37	39	39	39	39	40	40	39	38
2/24	82	82	82	77	86	86	76	76	85	81	76	78	81
2/28	92	99	97	90	97	100	88	82	97	89	81	87	92
3/3	101	111	110	108	110	114	100	90	110	99	89	98	100
總評		2	3		3	1			3				



## 實驗四：不同的水果酵素對水耕植物(浮萍)生長的影响

(一)以水果酵素對照清水培養浮萍，觀測其成長情形。

項目 日期	對照組	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖
10/24							
11/2							

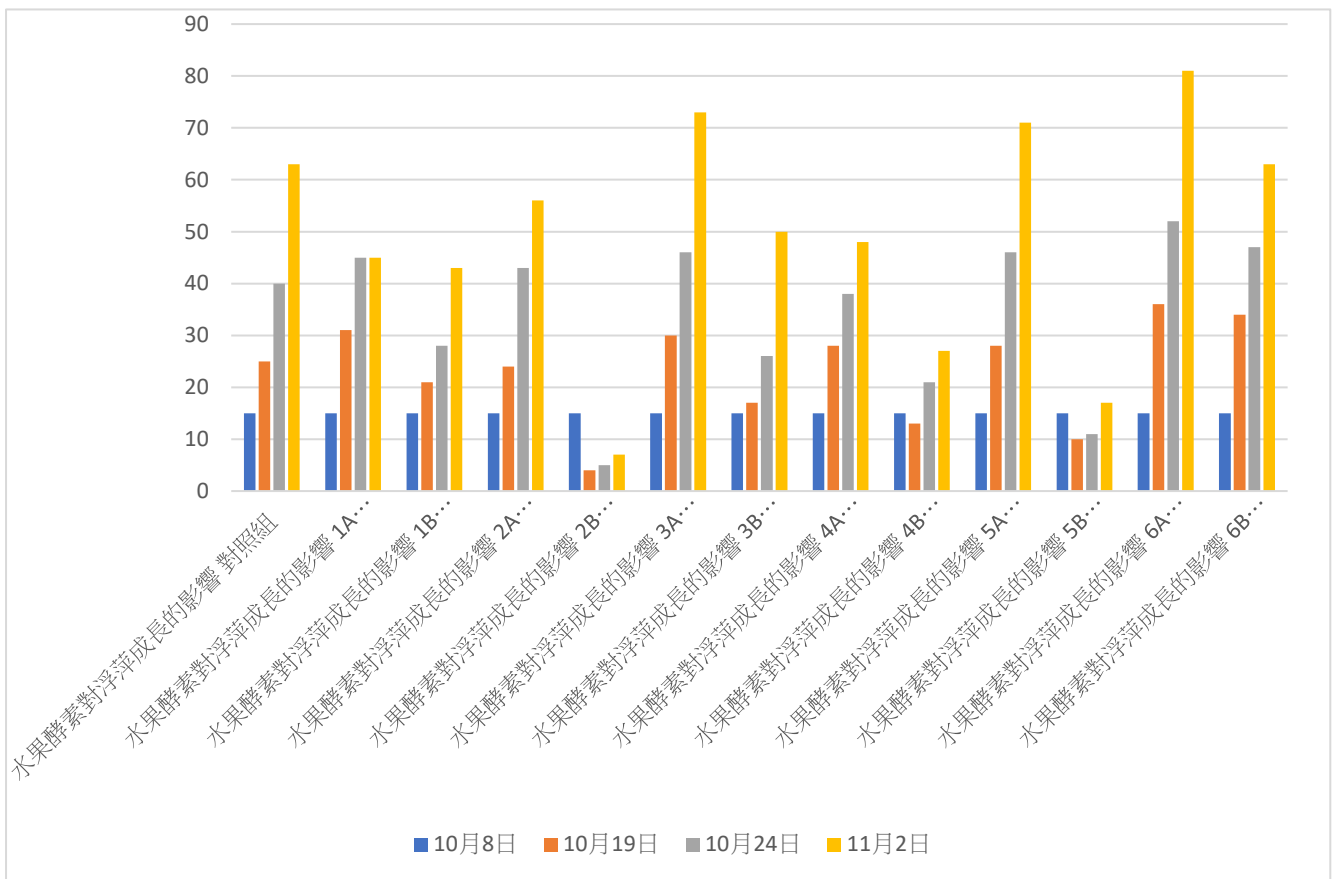
項目 日期	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
10/24						
11/2						

(二)觀察浮萍成長，葉子數量的變化如下：

- 1.由浮萍成長葉變數量變化觀測，我們發現**6A 綜合水果酵素**能促進浮萍成長。
- 2.水果酵素 AB 相較，**澆灌未加黑糖水水果酵素的浮萍，成長狀況明顯優於加了黑糖的水果酵素。**

3.雖然 6A 綜合果皮、3A 木瓜、5A 檸檬酵素水培養的浮萍成長速度優於對照組，然而對照組清水培養浮萍成長情形表現卻優於其他組別。

品項 時間	對照組	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
10/8	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10/19	25	31	21	24	4	30	17	28	13	28	10	36	34
10/24	40	45	28	43	5	46	26	38	21	46	11	52	47
11/2	63	45	43	56	7	73	50	48	27	71	17	81	63
總評	4			6		2				3		1	4



## 實驗一、二、三、四總評:

品項 耕作 方式	對照組	1A 香蕉	1B 香蕉 +黑糖	2A 奇異果	2B 奇異果 +黑糖	3A 木瓜	3B 木瓜 +黑糖	4A 鳳梨	4B 鳳梨 +黑糖	5A 檸檬	5B 檸檬 +黑糖	6A 綜合	6B 綜合 +黑糖
切花 延長				v	v		v			v	v	v	
土耕 萵苣		v	v	v	v	v				v		v	
水耕 萵苣		v	v		v	v			v				
水耕 浮萍	v			v		v				v		v	v

一、由上表可知，6A 綜合水果酵素(未加黑糖)對植物生長助益最佳，特別是在切花開花時間延長及水耕浮萍上效果明顯。

二、對照於清水培養，加了酵素水的植株成長狀況，多數是優於清水培養的，表示酵素水有加快植株成長或延緩植株老化的效果。

三、不論是書籍或是網路資料在指導初學者製作環保酵素，過程中都會加入糖類。透過上表我們發現，製作水果酵素時，未加黑糖製作出的水果酵素，在加速植物成長效果上，明顯優於加了黑糖製作的水果酵素。

## 伍、討論

一、在用果汁機將果皮攪碎製成酵素的實驗中，我們原以為果皮越細碎，能夠幫助水果酵素發酵以及縮短水果酵素發酵時間，但實際上的效果並非如此。例如：木瓜酵素看不出酵素熟成過程中應有的反應。因此我們推測:破壞水果酵素酵素活性的主要原因是溫度(40~60 度以上)，

隨著溫度的升高，酵素的活性會升高，在最適作用的溫度時，其活性最高。一但超過最適作用溫度時，則酵素容易變性，當溫度再高後，酵素可能完全失去活性另外水果打成果汁後，會促使果汁與空氣的接觸面積變大，加速氧化而破壞其中的酵素，我們的確也觀察到，當我們把果皮打成泥狀再倒入瓶中，發現果皮泥的溫度升高，所以以果汁機攪碎果皮來製作水果酵素，對酵素的熟成是否有影響，可再進一步研究。

二、水果酵素的發酵屬於酵母菌的有氧發酵，所謂有氧發酵屬於酵母菌的呼吸作用，在有氧的環境燃燒糖類排放二氧化碳，產生能量。 $C_6H_{12}O_6 + 6O \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ ，呼吸作用產生的能量遠高於發酵，相對的  $CO_2$ 的排氣量也會高於發酵作用，所以我們一開始在製作水果酵素初期以及中期檢測，水果酵素都呈現酸性。

三、我們手工 DIY 的發酵液發酵時所使用的微生物是來自天然附著於蔬果上的微生物，而天然菌種可能變異很大，活菌還是在水果酵素液裡面持續發酵，因為活菌持續在發酵，而且不同菌之間會一直競爭與取代，所以這個發酵液的成分與性質還是一直在變化，屬於一個不穩定的狀態。但是可以觀察到水果酵素在長期發酵之後，分子會越來越細小，酸鹼度也會越來越穩定。

四、酵素對於切花的影響，我們也查閱到網路的文獻，市面上的切花保鮮劑之成分主要包括抑菌劑與蔗糖。抑菌劑的功用在避免切花口細菌感染，維持水和養分的吸收，蔗糖功用在提供切花後續開花的養分。由研究的紀錄觀察發現：水果酵素對於切花傷口的抑菌作用，可能有產生效果，但是對於提供養分讓花盛開：水果酵素已將溶液養分(醣)發酵完畢，酵素溶液本身

只剩下礦物質與維生素，對於鮮花來說，缺乏後續開花的養分供應，因此酵素對於保存切花雖然有成效，但並不明顯。

五、我們發現植物的生長環境變數非常多，我們從一開始實驗設計的土耕，之後變化耕種方式變成水耕，是希望能夠降低土壤內部的細菌對於酵素的影響，能夠更精確的實驗出水果酵素對於植物生長的反應。我們在實驗的結果也發現：水果酵素不管在水耕的環境以及土耕的環境，對於植物的生長都出現了幫助成長的成效。

六、酵素應用於植物的生長，主要作用是加速微生物對於肥料的分解，形成小分子結構，促進植物對養分的吸收。具有促進根系生長，抑制土壤病害、疏鬆土壤、增加作物產量、提升農產品品質等作用。因為各種的植物對於生長地環境都各有偏好，生長環境因此我們在選擇植物的耕種上分別以皺葉萵苣(喜歡酸性環境)、浮萍(喜歡鹼性環境)的兩種植物，希望能夠增加我們觀察的面向，找出真正能夠幫助植物生長的酵素。我們在實驗的結果也發現：水果酵素不管在皺葉萵苣(喜歡酸性環境)、浮萍(喜歡鹼性環境)，對於植物的生長都出現了幫助成長的成效。

七、加入水果酵素稀釋溶液的植物，多數生長情形優於以自來水培養的植物。但是也有部分澆灌了酵素水的植物生長情形較自來水培養的植物差。我們推測植物本身植栽的健康程度也會酵素吸收以及成長的狀況，我們因為目前水耕與土耕的皺葉萵苣，種植的植株數皆不夠多，個別的生長差異性都會對實驗數據產生比較大的影響，未來能夠增加實驗植物的種植株數，也許能夠觀察出更明顯的差異性。



## 陸、結論

- 一、酵素熟成前、中、後期，酸鹼度持續變化：前期酸鹼度為中性偏酸，中期為微酸至酸性，後期未加糖的香蕉、木瓜、鳳梨和綜合水果酵素均呈現鹼性。
- 二、水果酵素菌種來自天然附著於蔬果上的微生物，其中菌種變異很大，活菌還是在水果酵素液裡面持續發酵，因為活菌持續在發酵，而且不同菌之間會一直競爭與取代，發酵液的成分與性質還是一直在變化，屬於一個不穩定的狀態。之後以1:300的清水加以稀釋之後，酵素水溶液內部的平衡產生變化，水果酵素水溶液裡的菌種會持續在發生變化，也會影響水果酵素水溶液的酸鹼性。
- 三、綜評不同水果酵素對植物生長影響的四個實驗：我們發現未加黑糖製作的水果酵素，對幫助植物生長、延緩植物老化的效果，優於加入黑糖製作的水果酵素。所以我們推論製作水果酵素時，可不需像一般網路上的資料所陳述，需要額外加入1:3的黑糖去製作，其產生出的水果酵素對於植物的生長更優於加入黑糖製作的水果酵素。
- 四、以上水果酵素對於植物生長影響的結論，實驗結果更進一步推廣，改變有心製作果皮酵素的製作方式，水果廚餘可以直接拿來製作水果酵素，可以不用加入黑糖既省錢又環保。
- 五、至於如果有加入蔬菜的廚餘製作酵素，是否能夠比照水果酵素不加入黑糖下去發酵?多少水果皮以及蔬菜的比例產生出來的酵素，能夠產生最大的效用?我們將於未來進行更多的實驗來驗證。

## 柒、參考文獻資料

- 一、鄭元淇、楊慕慈、王宇歆、王少玟(2019)。醅順地球(科展報告)。國立屏東教育大學附設實驗國民小學。
- 二、張祥賢、簡珮宇、簡虹汝(2017)。環保酵素果大-探討環保酵素的製作與應用(科展報告)。屏東縣萬丹鄉新興國民小學。
- 三、黃素雲、柯秀宜、洪懿馨、曾秀旭(2014)。環保酵素愛地球-酵素製作手冊增訂版。FB 粉絲團 環保酵素幸福事。
- 四、蔡文杰、趙斌凱、吳冠傑、丁楷諺(2017)。就是很有酵-探討環保酵素對植物生長與土壤的影響。2017年原住民族文化科教獎。
- 五、顏逸呈、洪婉婷、陳彥豪、洪佳偉、陳文凱(2017)。農作物成長「酵」果好(科展報告)。澎湖縣西嶼鄉大池國民小學。
- 六、黃子馨、鐘宜珈、鐘啟睿(2016)。是『福』不是禍-自製福木環保酵素在校園中的應用(科展報告)。彰化縣溪州鄉水尾國民小學。
- 七、環保廚餘酵素 DIY 主婦聯盟環境保護基金會(20233月6日)取自 <https://www.huf.org.tw/essay/content/2993>
- 八、自製天然檸檬環保酵素教學，氣味清香，用途廣泛(2015) 取自 <https://blog.gtwang.org/diy/diy-lemon-garbage-enzyme-tutorial/>