

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080830

植物酵素的有氧運動

臺北縣五股鄉成州國民小學

作者姓名：

小六 孫煒斯 小六 鄭庭甄 小六 陳雅琪

指導老師：

張碧燕 郭郊晴

作品名稱：植物酵素的有氧運動

摘要

雙氧水中氧氣的分解可以藉由催化劑來加快反應，植物體內所含有的酵素就是催化劑，所以它們可以與雙氧水作用加速氧氣的生成。酵素是由蛋白質所構成，在所有活的動、植物體內都可以發現，它們幾乎參與身體所有的活動，因此這些酵素對人體非常的重要。

經由雙氧水與酵素反應中所產生的氧氣量，可以判斷出植物所含的酵素多寡。所以我們自行研究了一些檢測的方法來進行蔬果酵素活性的檢測，透過這些活動與實驗過程的探索，讓我們更加了解植物體內的秘密活力來源—植物酵素。

壹、研究動機

六年級上學期的自然課，有一個實驗是要製造氧氣，將胡蘿蔔切塊以後放到裝有雙氧水的瓶子裡，它便開始起泡泡，當我們把燃燒的線香放進瓶子裡面時，線香燃燒的更劇烈了，因為氧氣會助燃，所以我們知道產生的氣體就是氧氣。但是為什麼呢？老師告訴我們那是因為胡蘿蔔中含有一種酵素，酵素會把雙氧水分解成水和氧氣。可是酵素是什麼？它又有什麼功用？胡蘿蔔有酵素，那其他植物有沒有酵素？可以用雙氧水來檢定嗎？

貳、研究目的

- 一、植物體內的酵素是什麼？它有哪些作用？
- 二、檢測胡蘿蔔與雙氧水作用產生的氣體性質。
- 三、檢測氧氣的來源。
- 四、胡蘿蔔的重量與氧氣生成量的關係。
- 五、胡蘿蔔酵素活性與時間的關係。
- 六、修正排水集氣法。
- 七、胡蘿蔔重量與氧氣生成速率的關係。
- 八、二氧化錳重量與氧氣生成量的關係。
- 九、蔬果酵素活性檢測。

參、研究設備及器材

- 一、器材：滴定管及管架、錐形瓶(250ml)、方形水槽、量筒（50ml、300ml）、橡皮塞、玻璃管、塑膠軟管、天平、果汁機、食物調理機、雙氧水(5%)、碼錶、水果刀。
- 二、材料：二氧化錳、木瓜、紅蘋果、鳳梨、西瓜、香蕉、南瓜、冬瓜、青椒、紅甜椒、黃甜椒、馬鈴薯、胡蘿蔔、白蘿蔔、結頭菜、芋頭、地瓜、小白菜、高麗菜、菠菜、紫萵苣、地瓜葉、金針菇、鴻喜菇、杏鮑菇、磨菇、香菇、綠花椰菜、白花椰菜。

肆、研究方法和結果

一、植物體內的酵素是什麼？它有哪些作用？

- (一) 方法：蒐集相關資料，瞭解酵素的作用。
- (二) 結果：

1. 酵素的組成和重要性

酵素是一種 "生物催化劑"，是由蛋白質所構成，它存在於所有活的動、植物體的細胞內，它們幾乎參與所有的身體活動，能加快各種生物化學反應的速率，一旦沒有酵素，則活細胞會受到嚴重的影響。

目前已經知道的酵素就有數千種，它能維持身體正常功能、消化食物、修復組織等，所以儘管身體內有足夠的維他命、礦物質、水份和蛋白質，如果沒有酵素的作用，仍然無法維持生命。

2. 酵素的機能

分解有毒的過氧化氫(H_2O_2)，並將健康的氧氣釋放出來。

幫助血液凝固，停止流血。

促進氧化作用，讓氧與其他物質結合。

將有毒廢物轉變成容易排出體外的形式以保護血液。

分解蛋白質，如木瓜酵素、鳳梨酵素。

3. 人身體內能自製酵素供身體所需，但也能由食物中獲取酵素，但因熱度會破壞酵素，所以若想從食物中獲取酵素，就必須生吃這些食物。

4. 植物酵素產品

植物酵素是利用食品發酵技術，將數十種不同的植物發酵後，得到豐富的 SOD 抗氧化酵素成分、調整腸胃機能的消化酵素和寡糖，以及易於吸收的維他命和礦物質。因此，植物酵素產品具有提供抗氧化酵素、保護細胞、幫助消化吸收、促進細胞新陳代謝、加速體內廢物排泄等功用。就營養學來說，植物酵素藉由發酵作用，使蔬果分解成小分子營養素，可以直接被人體迅速吸收、參與調節新陳代謝。

二、檢測胡蘿蔔與雙氧水作用產生的氣體性質

(一) 方法：

將胡蘿蔔 20 克切碎放入 250ml 的錐形瓶，加入 5% 的雙氧水 50ml 後，隨即套上塑膠膜以橡皮筋封住瓶口，2 分鐘後將點燃的線香穿過塑膠膜，觀察線香的變化。

(二) 結果：

當雙氧水加進裝有胡蘿蔔的錐形瓶時，馬上就起反應產生很多泡沫，泡沫由大變小。套在錐形瓶口的塑膠膜也開始鼓起，顯示有氣體產生。2 分鐘後把點燃的線香穿過錐形瓶口的塑膠膜，線香便起火劇烈燃燒，由此可知錐形瓶內產生的氣體是氧氣，因為氧氣有助燃性。

		
胡蘿蔔與雙氧水反應產生氣體，可以看到瓶口的塑膠膜鼓起。	2 分鐘後插入點燃的線香，線香迅速起火燃燒。	待瓶內氣體用盡，線香火燄逐漸變小，然後熄滅。

三、檢測氧氣的來源

(一) 方法：

1. 胡蘿蔔切成塊狀，體積長 2m 寬 2m 高 2cm 共 9 塊，每塊胡蘿蔔重約 6 克。
2. 準備 9 個塑膠杯，內裝 5% 雙氧水 80ml(能淹沒整塊胡蘿蔔)，先秤塑膠杯加雙氧水的重量。
3. 胡蘿蔔放入塑膠杯內，不密封杯口，每隔二分鐘拿起一塊胡蘿蔔，共三次，做三重複。
4. 分別秤反應後塑膠杯加雙氧水的重量和胡蘿蔔的重量。

(二) 結果：

胡蘿蔔反應前後重量沒有改變，因此它是扮演催化雙氧水的角色，本身不參與反應。所以氧氣的來源是雙氧水。

表一：雙氧水與胡蘿蔔反應前後重量的變化

時間 重量	2 分鐘			4 分鐘			6 分鐘		
	No1	No2	No3	No1	No2	No3	No1	No2	No3
塑膠杯+雙氧水 反應前重量	9.5	9.6	9.5	9.5	9.5	9.5	9.4	9.5	9.5
塑膠杯+雙氧水 反應後重量	9.5	9.5	9.5	9.4	9.5	9.4	9.2	9.3	9.4
塑膠杯+雙氧水 前後反應重量差	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0.2	0.2	0.1
平均重量差	0.1			0.1			0.17		
胡蘿蔔 反應前重量	6	6	6	6	6	6	6	6	6
胡蘿蔔 反應後重量	6	6	6	6	6	6	6	6	6
胡蘿蔔 前後反應重量差	6	6	6	6	6	6	6	6	6
平均重量差	0			0			0		

四、胡蘿蔔的重量與氧氣生成量的關係

測量氧氣的生成量—排水集氣法



- (1) 方盆中裝半盆水，滴入紅墨水，方便做水位高度的觀察。
- (2) 將有玻璃管的橡皮塞塞入錐形瓶(250ml)的瓶口，再把橡皮管套上玻璃管，另一端的橡皮管則接到裝水的方盆中。
- (3) 300ml 的量筒裝滿水，蓋上塑膠膜在水盆中倒立，拿掉塑膠膜後將橡皮管伸進量筒內。
- (4) 當錐形瓶內雙氧水與胡蘿蔔反應時，氧氣便會通過橡皮管進入量筒內，一顆顆氣泡往上冒時，便將量筒裡的水擠出外面，水面便下降。

(一) 方法：

250ml 錐形瓶分別放入打碎的胡蘿蔔 20 克、25 克、30 克、35 克、40 克、45 克、50 克，各加入 5% 雙氧水 5ml、10ml、15ml、20ml，利用排水集氣法收集氧氣，等氣泡不再冒出時，觀察水面高度。

(二) 結果：

1. 10 克、20 克、25 克的胡蘿蔔都讓 5ml 的雙氧水生成 78ml 的氧量，推測 5ml 雙氧水的氧氣生成量最多是 78ml。而當胡蘿蔔重量增加時，反應出的氧量卻開始降低，可能是胡蘿蔔放置時間較久，使得酵素活性受到影響，因而氧量也受到影響。
2. 5ml 的雙氧水大概能生成 78ml 的氧、10ml 雙氧水的氧量是 174ml、15ml 雙氧水的氧量則是 272ml，可以大致看出雙氧水與胡蘿蔔反應時，每增加 5ml 的雙氧水，氧量約增加 100ml。
3. 當雙氧水的體積增加至 20ml 時，因為氧量大增，超出可測量的 300ml，所以後面的實驗捨棄不做。

表二：不同體積與重量的雙氧水、胡蘿蔔反應後氧氣的生成量

雙氧水體積 \ 胡蘿蔔重量	2g	3g	4g	5g	10g	20g	25g	30g	35g	40g	45g	50g
H ₂ O ₂ 5ml	50	72	75	76	78	78 *1	78	77 *3	76			
H ₂ O ₂ 10ml						156	168	170	174	174	174	
H ₂ O ₂ 15ml						262	266	268	270	272	272	272
H ₂ O ₂ 20ml						478 *2						

		
<p>利用排水集氣法測量不同重量的胡蘿蔔與不同體積的雙氧水，氧氣生成量的相互關係。</p>	<p>4 克的胡蘿蔔與 5ml 的雙氧水反應較緩和。</p>	<p>30 克的胡蘿蔔和 15ml 的雙氧水反應劇烈，不僅錐形瓶內的氣泡上升速度快，連量筒的水面也快速下降。</p>

- *1 由於 20 克和 25 克的胡蘿蔔都能讓 5ml 的 H₂O₂ 釋出 78ml 的氧，所以另外再降低胡蘿蔔的重量看看氧氣的產生量有什麼變化。
- *2 當 20 克的胡蘿蔔與 20ml 的雙氧水作用時反應迅速，氣泡持續的冒出，水面很快的下降，最後竟然超過 300ml 量筒的刻度，於是我們等到量筒裡的水面不再下降時，再測量量筒刻度外多出的高度。
- *3 因為 30 克、35 克的胡蘿蔔與 5ml 的雙氧水作用後氧量逐漸下降，所以推想可能是胡蘿蔔放置比較久的關係，讓酵素活性產生變化，因此我們繼續做下面這個實驗看看胡蘿蔔放久會不會影響氧氣的生成量。

五、胡蘿蔔酵素活性與時間的關係

(一) 方法：

10 克的胡蘿蔔分別放置 10、20、30 分鐘後，再與 5% 雙氧水 10ml 作用，觀察測量氧氣的生成量。

(二) 結果：

隨著胡蘿蔔放置時間的增長，與雙氧水反應後產生氧氣的量也逐漸減少。因此後面的實驗要加快處理的速度，避免讓時間成為影響實驗結果的一大變因。

表三：胡蘿蔔酵素活性與時間的關係

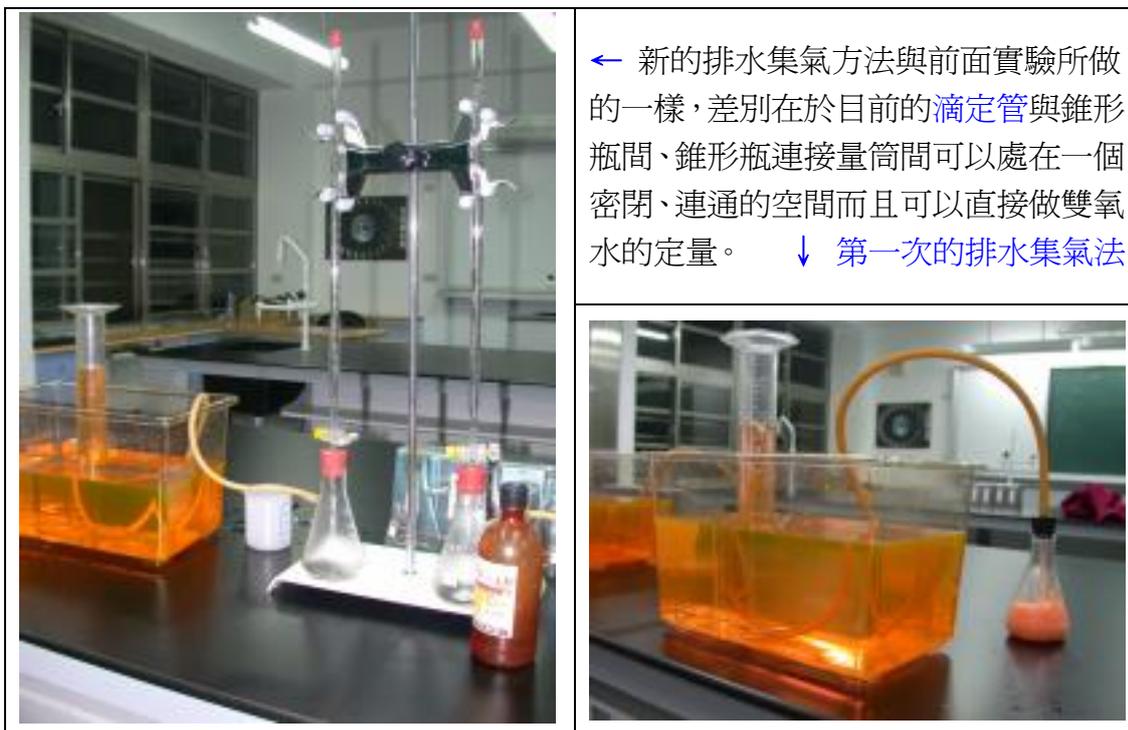
氧 量 體 積 時 間	10min	20min	30min
5% H ₂ O ₂ 10ml	76ml	72ml	65ml

六、修正排水集氣法

原因：使用排水集氣法收集氧氣時，在雙氧水倒入錐形瓶，用橡皮塞塞住瓶口時的

這一段時間，因為有些作用反應較快，所以在塞緊瓶口前，已經有一些氧氣逸出，導致實驗數據不穩定。為讓該項變因的影響能夠減到最低，於是改用滴定管定量雙氧水，處理氧氣逃逸的問題。

結果：收集到更多的氧氣，實驗也更精準。



七、胡蘿蔔重量與氧氣生成速率的關係

(一) 方法：

胡蘿蔔取 5g、10g、15g、20g、25g、30g、35g、40g 分別與 5% 雙氧水 5ml、10ml 反應，每 30 秒紀錄一次氧氣的生成量直到反應結束。

(二) 結果：

- 5% 雙氧水 5ml 約可反應生成氧氣 89ml 左右，10ml 雙氧水的氧氣量則約 172ml 左右。每增加 5ml 的雙氧水約可多反應出 84ml 的氧氣。胡蘿蔔重量與氧氣的生成速率快慢有關，胡蘿蔔愈重，氧氣生成的速度就愈快，但不影響氧氣最後的生成量。
- 每次的反應在剛開始時氧氣的生成量都是比較多，尤其是胡蘿蔔重量愈重時，一開始冒的氣泡都是又多又急，然後逐漸減慢至久久才形成一顆氣泡。
- 當很長一段時間氣泡不再冒出時，若搖晃錐形瓶或擠壓橡皮管，有時可以將剩餘的氧再排出。

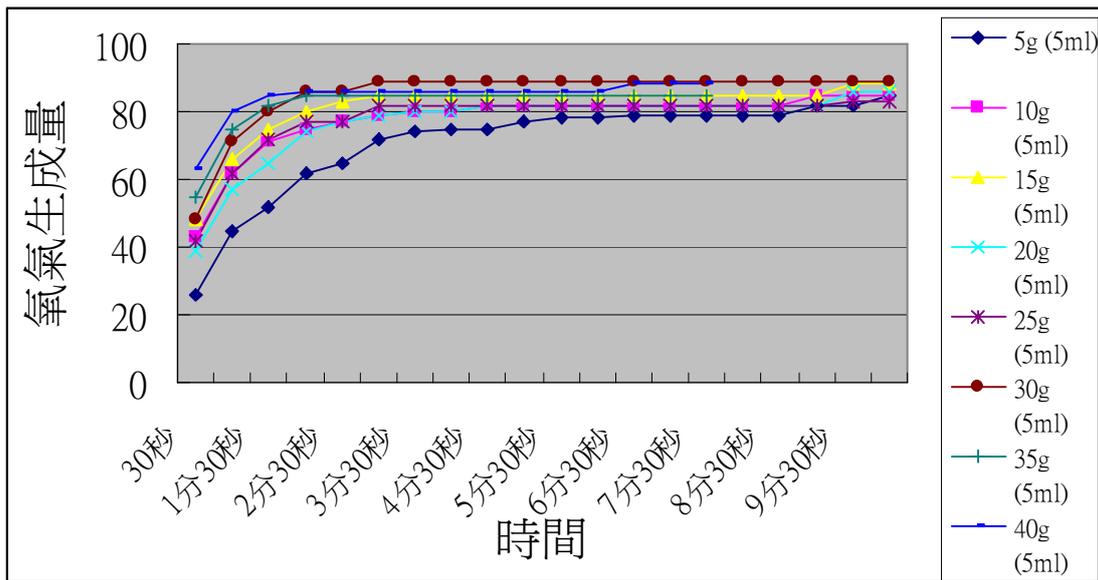
表四：胡蘿蔔重量與氧氣生成速率的關係

重量 時間	5g (5ml)	10g (5ml)	15g (5ml)	20g (5ml)	25g (5ml)	30g (5ml)	35g (5ml)	40g (5ml)	5g (10ml)	10g (10ml)	15g (10ml)	20g (10ml)	25g (10ml)	30g (10ml)	35g (10ml)	40g (10ml)
30 秒	26	43	48	39	42	48	55	63	37	48	77	63	75	74	85	94

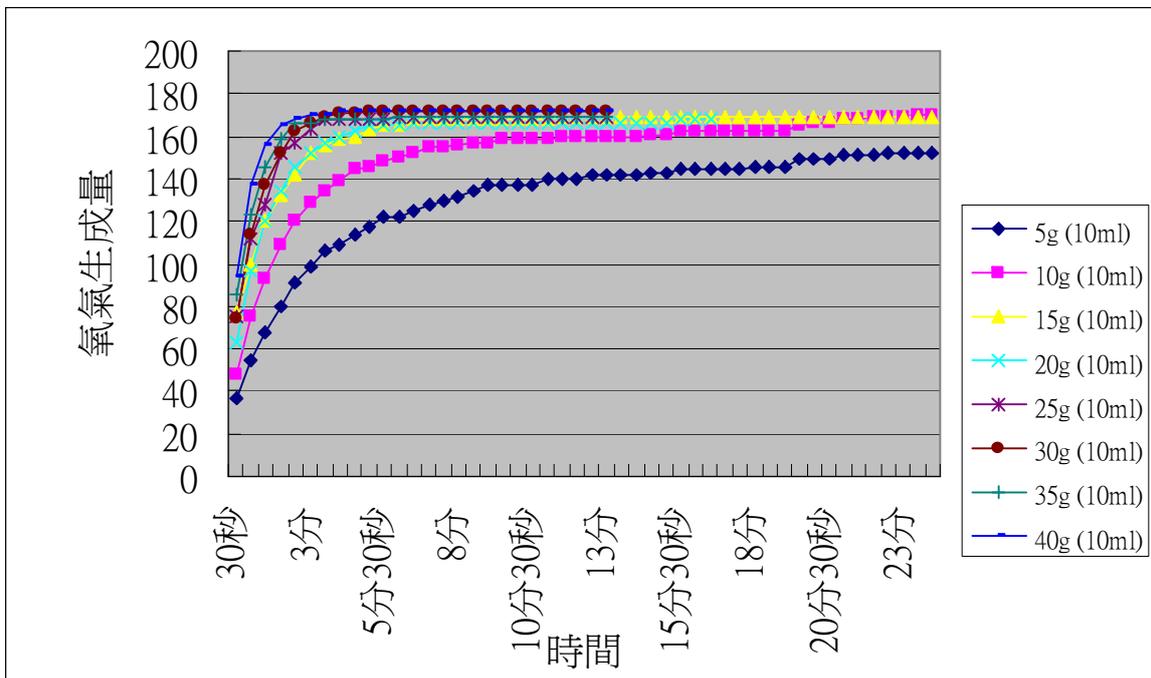
1分	45	62	66	57	62	71	75	80	54	75	100	97	112	114	123	137
1分30秒	52	71	75	65	72	80	82	85	68	93	120	120	128	137	146	156
2分	62	75	80	74	77	86	85	86	80	109	132	134	152	152	159	165
2分30秒	65	77	83	77	77	86	85	86	91	120	142	146	157	162	166	168
3分	72	79	85	79	82	89	85	86	99	129	152	152	163	166	166	170
3分30秒	74	80	85	80	82	89	85	86	106	134	156	157	168	169	168	170
4分	75	80	85	80	82	89	85	86	109	139	159	160	168	171	168	172
4分30秒	75	82	85	82	82	89	85	86	114	145	160	162	168	171	168	172
5分	77	82	85	82	82	89	85	86	117	146	163	165	168	172	168	172
5分30秒	78	82	85	82	82	89	85	86	122	148	165	165	168	172	168	172
6分	78	82	85	82	82	89	85	86	122	150	165	165	169	172	169	172
6分30秒	79	82	85	82	82	89	85	88	125	152	168	166	169	172	169	172
7分	79	82	85	82	82	89	85	88	128	155	168	166	169	172	169	172
7分30秒	79	82	85	82	82	89	85	88	130	155	168	166	169	172	169	172
8分	79	82	85	82	82	89			131	156	168	166	169	172	169	172
8分30秒	79	82	85	82	82	89			134	157	168	166	169	172	169	172
9分	82	85	85	82	82	89			137	157	168	166	169	172	169	172
9分30秒	82	85	88	86	83	89			137	159	168	166	169	172	169	172
10分	85	85	88	86	83	89			137	159	168	166	169	172	169	172
10分30秒	85	85							137	159	168	166	169	172	169	172
11分	85	85							140	159	168	166	169	172	169	172
11分30秒									140	160	169	166	169	172	169	172
12分									140	160	169	166	169	172	169	172
12分30秒									142	160	169	166	169	172	169	172
13分									142	160	169	166	169	172	169	172
13分30秒									142	160	169	166				
14分									142	160	169	166				
14分30秒									143	161	169	166				
15分									143	161	169	166				
15分30秒									145	162	169	168				
16分									145	162	169	168				
16分30秒									145	162	169	168				
17分									145	162	169					
17分30秒									145	162	169					
18分									146	162	169					
18分30秒									146	162	169					
19分									146	162	169					
19分30秒									149	165	169					
20分									149	166	169					

20分30秒										149	166	169				
21分										151	168	169				
21分30秒										151	168	169				
22分										151	169	169				
22分30秒										152	169	169				
23分										152	169	169				
23分30秒										152	170	169				
24分										152	170	169				

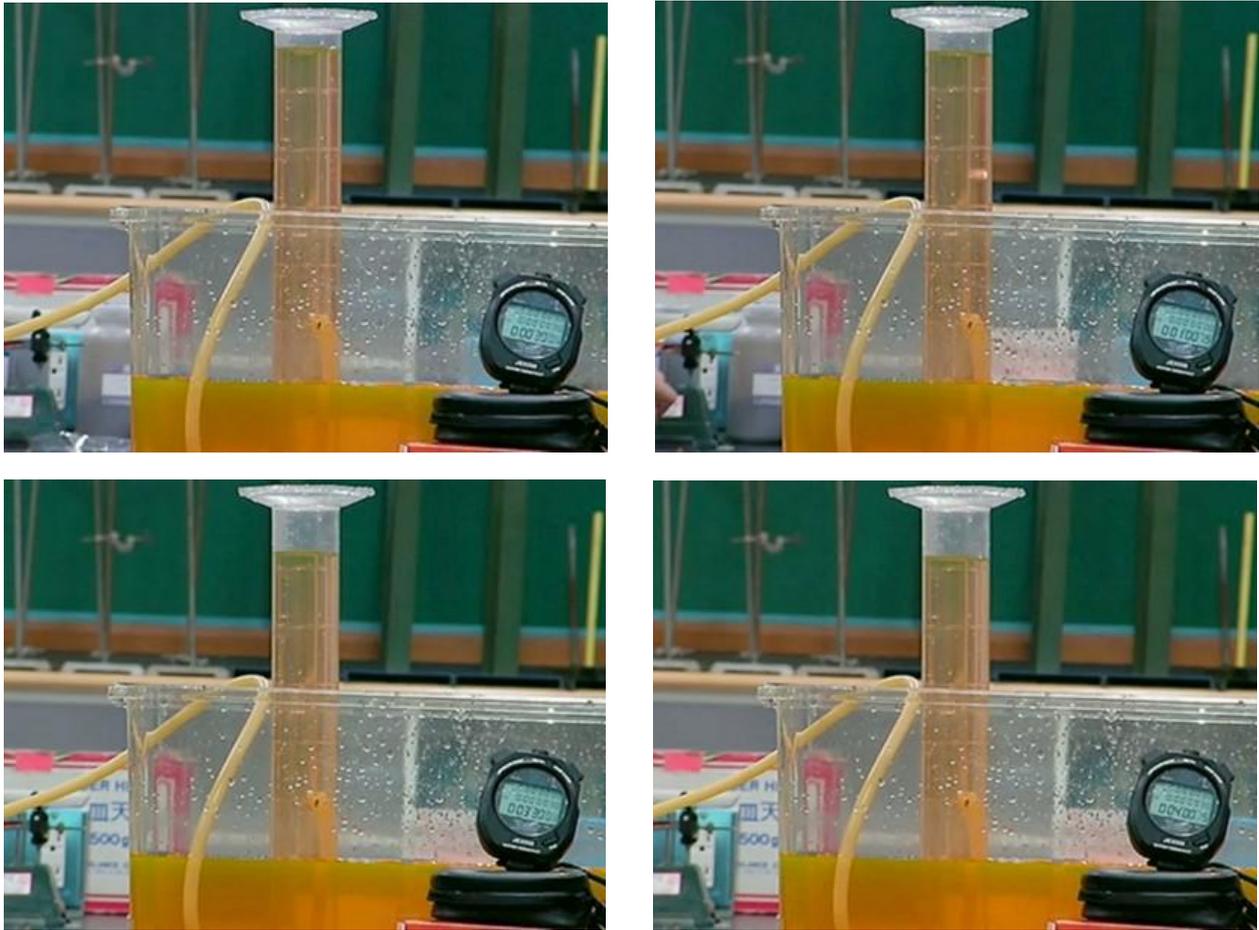
※反紅的數字是氧氣的最大生成量



圖一：胡蘿蔔重量與 5ml 雙氧水作用氧氣生成速率的變化



圖二：胡蘿蔔重量與 10ml 雙氧水作用氧氣生成速率的變化



圖三：氧氣生成速率的測定

八、二氧化錳重量與氧氣生成量的關係

(一) 方法：

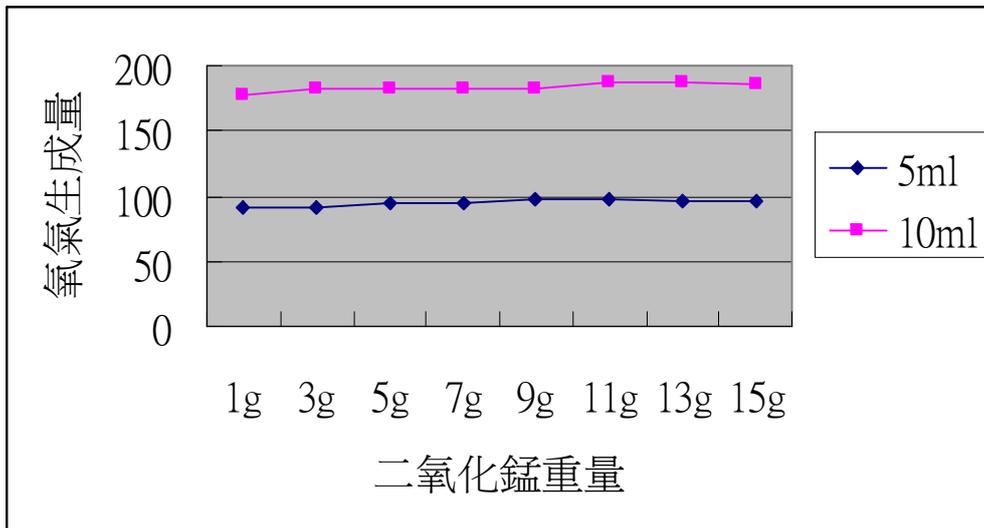
二氧化錳取 1g、3g、5g、7g、9g、11g、13g、15g 分別與 5ml、10ml 的 5% 雙氧水反應，觀察紀錄氧氣生成量。

(二) 結果：

1. 不同重量的二氧化錳對 5ml 雙氧水的氧氣生成量約為 97ml 左右，當二氧化錳重量超過 11g 以上時，氧氣生成量反而下降。
2. 二氧化錳與 10ml 的雙氧水反應時，氧氣生成量約為 188ml 左右，超過 9g 時氧氣的生成量也有減少的趨勢。
3. 二氧化錳活性較強，反應進行時隨著重量的增加，瓶內產生白煙同時瓶身也較熱。

表五：二氧化錳重量與氧氣生成量的關係

氧氣雙氧水 \ 二氧化錳量	1g	3g	5g	7g	9g	11g	13g	15g
5ml	92	92	95	95	97	97	96	96
10ml	177	183	183	183	183	188	187	186



九、蔬果酵素活性檢測

(一) 方法：

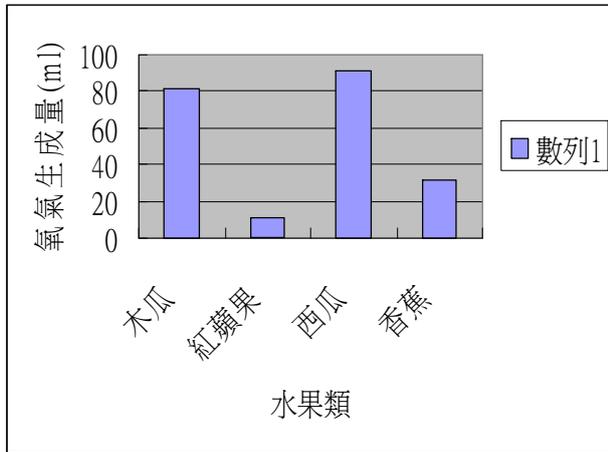
分別取**水果類**(木瓜、紅蘋果、鳳梨、西瓜、香蕉)、**蔬果類**(南瓜、冬瓜、青椒、紅甜椒、黃甜椒)、**根莖類**(馬鈴薯、胡蘿蔔、白蘿蔔、結頭菜、芋頭、地瓜)、**葉菜類**(小白菜、高麗菜、菠菜、紫萵苣、地瓜葉)、**真菌類**(金針菇、鴻喜菇、杏鮑菇、蘑菇、香菇)、**花菜類**(綠花椰菜、白花椰菜)各 5 克、10 克、15 克、20 克、25 克、30 克、35 克與 5% 的雙氧水 5ml 作用，觀察氧氣的生成量。

(二) 結果：

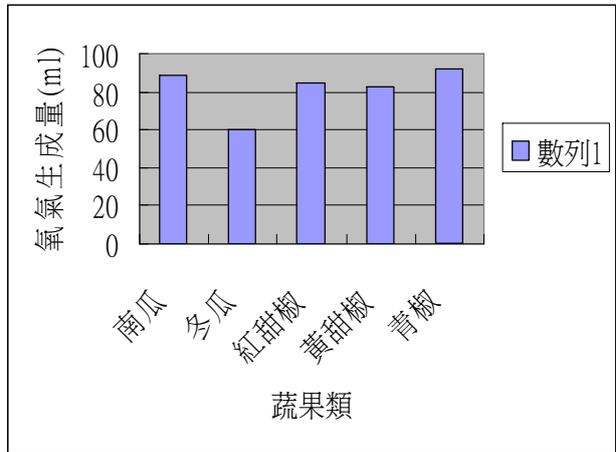
1. 水果類的酵素活性排行榜為：西瓜(91ml) > 木瓜(82ml) > 香蕉(32ml) > 鳳梨(23ml) > 紅蘋果(11ml)。
2. 蔬果類的酵素活性排行榜為：青椒(92ml) > 南瓜(89ml) > 紅椒(85ml) > 黃椒(83ml) > 冬瓜(60ml)。
3. 根莖類的酵素活性排行榜為：結頭菜(91ml) > 地瓜(先到達 89ml) > 胡蘿蔔(89ml) > 芋頭(86ml) > 馬鈴薯(77ml) > 白蘿蔔(69ml)。
4. 葉菜類的酵素活性排行榜為：高麗菜(88ml) > 菠菜(86ml) > 地瓜葉(82ml) > 紫萵苣(77ml) > 小白菜(69ml)。
大致上是深色蔬菜分解的氧氣多於淺色蔬菜。
5. 真菌類的酵素活性排行榜為：鴻喜菇(92ml) > 杏鮑菇(90ml) > 金針菇(84ml) > 香菇(82ml) > 蘑菇(81ml) > 木耳(71ml)。
菇類與雙氧水作用時，反應幾乎都很快，分解的氧氣也多，顯示菇類的酵素活性還滿大的。
6. 花菜類的酵素活性比較：白花椰菜(88ml) > 綠花椰菜(79ml)

表六：各類蔬果氧氣生成量比較

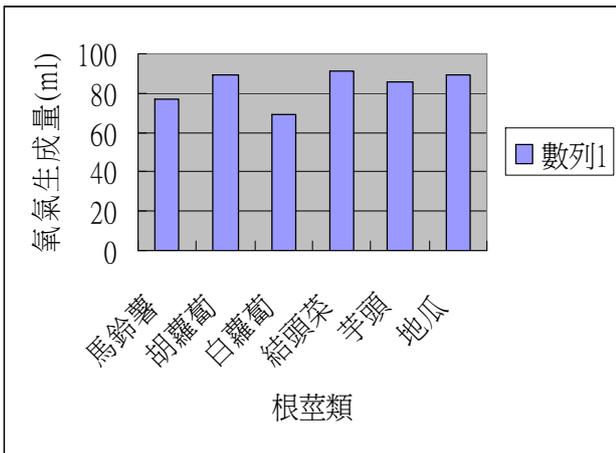
類別	名稱	重 量						
		蔬	果					
		5g	10g	15g	20g	25g	30g	35g
水果類	木瓜	43ml	74	79	80	80	80	82
	紅蘋果	0	3	5	5	9	11	11
	鳳梨	10	20	23	45	17	23	
	西瓜	32	57	68	82	84	91	91
	香蕉	25	32	32	32			
蔬果類	南瓜	83	86	87	88	89	89	89
	冬瓜	8	17	18	38	50	47	60
	紅甜椒	14	35	47	52	65	79	85
	黃甜椒	18	29	37	79	83	77	80
	青椒	0	77	83	89	92	92	92
根莖類	馬鈴薯	39	48	54	60	65	74	77
	胡蘿蔔	85	85	88	86	83	89	85
	白蘿蔔	22	32	48	54	57	66	69
	結頭菜	71	85	86	88	88	91	91
	芋頭	86	86	86				
	地瓜	71	82	88	89	89	89	89
葉菜類	小白菜	34	43	54	63	67	69	69
	高麗菜	69	75	83	85	86	86	88
	菠菜	66	84	85	86	86	86	86
	紫萵苣	38	58	69	74	77	77	77
	地瓜葉	59	75	79	82	80	82	82
真菌類	金針菇	79	80	82	84	84		
	杏鮑菇	86	90	90	90	90		
	蘑菇	78	81	81	81			
	鴻喜菇	89	92	92	92			
	香菇	79	80	82	80	82	82	82
	木耳	43	48	55	62	71	71	71
花菜類	綠花椰菜	68	74	75	77	76	79	79
	白花椰菜	72	83	85	86	88	88	88



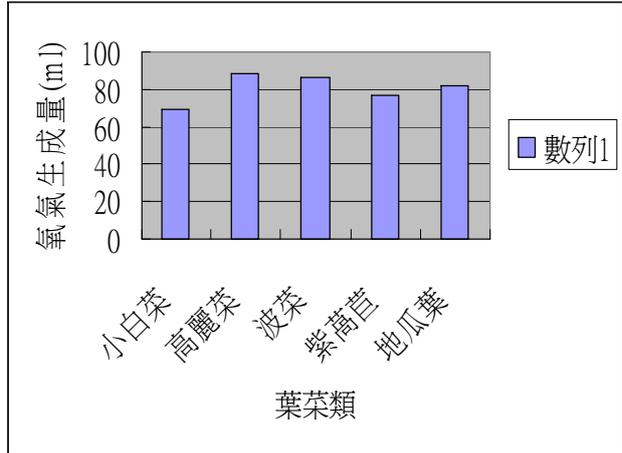
圖五：水果類氧氣生成量比較



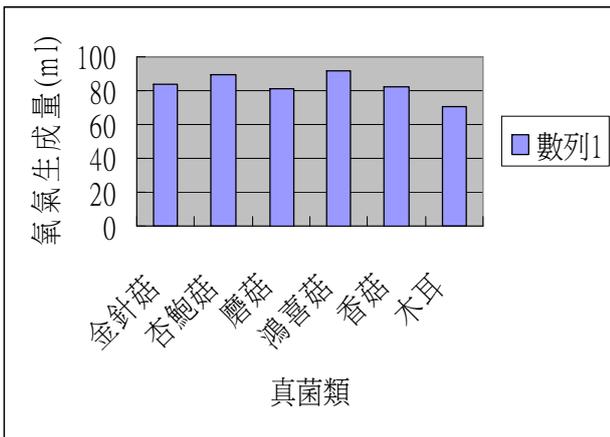
圖六：蔬果類氧氣生成量比較



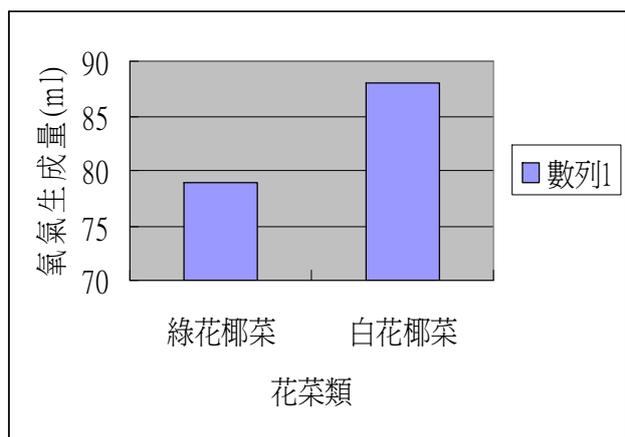
圖七：根莖類氧氣生成量比較



圖八：葉菜類氧氣生成量比較



圖九：真菌類氧氣生成量比較



圖十：花菜類氧氣生成量比較

伍、討論

一、剛開始利用排水集氣法收集氧氣的時候，實驗的數據偶爾會有忽高忽低的現象，我們知道一定是實驗的控制變因處理的不是很好，於是我們一個一個修正。

(一) 首先是植物材料的準備，植物材料的表面積會影響氧氣的生成量及反應速率，在無法以果汁機達到這個目的後，我們便改用食物調理機來切碎植物材料，降低表面積變因的影響。

- (二) 同時材料的一致性也是要考量的，最好是切夠足夠的材料量並快速的處理做完實驗，因為植物材料與空氣接觸會產生氧化作用而降低酵素的活性，便會導致實驗結果的不確定性。
- (三) 實驗中雙氧水與植物材料接觸反應時也要注意氧氣的逸失，為了盡量減少不必要的干擾因素及誤差，我們也更換了排水集氣的部分設備，雙氧水改由滴定的方式進入錐形瓶反應，讓反應的所有過程都能夠在密閉的空間進行。
- 二、雙氧水在一般自然情況下也是會慢慢的分解成水和氧氣，植物體內的酵素和二氧化錳是扮演催化劑的角色，催化劑本身並不參與反應的作用，它的功用只是讓反應可以更快的完成，所以在反應的前後，重量是不變的。
- 三、當添加胡蘿蔔和二氧化錳的重量愈重時，所收集到的氧氣也愈多，當雙氧水完全分解完畢，氧氣的量應該會維持在一定值，這時不論再加入多少的胡蘿蔔和二氧化錳，氧氣的量都應該不變。但實驗數據卻顯現出當胡蘿蔔和二氧化錳超過某一個重量之後，收集到的氧氣不增反減，我們推測應該是胡蘿蔔和二氧化錳的重量已經超過雙氧水可以反應的量，導致產生的氧氣反而被多出來的胡蘿蔔和二氧化錳拿來進行氧化作用，使的所能測到的氧量反而變少。
- 四、在實驗八改以二氧化錳作為實驗材料，是因為二氧化錳是均質粉末的催化劑，可以去除因表面積不平均造成的誤差影響。

實驗四與實驗七比較之下，可以知道當材料表面積大致均勻相同且阻止氧氣逃逸問題時，結果會更趨於理想，所得最大釋氧量與二氧化錳所做結果大致相符合。

釋 氧 體 積	材 料 量	實驗四 胡蘿蔔	實驗七 胡蘿蔔	實驗八 二氧化錳
5ml 雙氧水		78ml	89ml	97ml
10ml 雙氧水		174ml	172ml	188ml
備註		果汁機 排水集氣法	食物調理機 滴定管排水集氣法	滴定管排水集氣法

- 五、在測量水果類酵素活性時，以蘋果為例，我們發現它能催化的氧氣量比木瓜少很多，我們推測應該有兩種可能原因：一是蘋果的植物酵素量真的很少，所以能催化的氧量也不多。二是因為蘋果很容易與氧產生反應，使蘋果產生氧化作用。從日常生活經驗中可以知道，蘋果只要切開靜置一段時間後，切開的表面就會被氧化而呈現褐色。所以在蘋果的實驗中，可能是因為蘋果被氧化的能力比催化能力強，造成氧氣的收集量不多。

而香蕉在打碎時也開始變色，所以香蕉的氧化作用應該也是比較強的，因此它的氧氣生成量也是不多。

- 六、在一般夏天的室溫狀態下（設定為 30 度），一莫耳氣體的體積是 24.846 公升，2 莫耳的雙氧水會產生一莫耳的氧氣，所以 2 莫耳的雙氧水會產生 49.692 公升的氧氣，我們查出二莫耳雙氧水的重量是 68 克，以我們實驗中，5ml 濃度 5% 的雙氧水溶液中，雙氧水的體積應該是 0.25 毫升，濃度 35% 的雙氧水密度是 1.46(瓶上廠商註記)，稀釋成 5% 後密度減為 1.06，那麼此時 5 毫升 5% 雙氧水的重量是 0.265 克，以比例

關係就可以算出如果雙氧水中的氧氣完全分解出來的話，氧氣就會大約有 96.8ml，所以氧氣量會有差異可能是雙氧水的量控制上的誤差，但是與我們預期的結果也相去不遠。

七、有些實驗中所收集到的氧氣量無法到達標準的 96.8ml，根據討論四與討論五的推論，這些減少的氧氣應該是與植物酵素發生氧化作用，同時我們發現有些溶液的溫度會升高，應該是正在進行氧化的放熱反應。

陸、結論

- 一、**酵素是一種生物催化劑，是由蛋白質所構成**，它存在於所有活的動、植物體的細胞內，它們幾乎參與所有的身體活動，能加快各種生物化學反應的速率，一旦沒有酵素，則活細胞會受到嚴重的影響。
- 二、**雙氧水與胡蘿蔔反應時，產生的氣體讓點燃的線香起火劇烈燃燒，可知產生的氣體是氧氣，因為氧氣有助燃性。**而胡蘿蔔在反應前後重量並無明顯變化，所以胡蘿蔔扮演催化雙氧水的角色，本身不參與反應。
- 三、隨著胡蘿蔔放置時間的增長，與雙氧水反應後產生氧氣的量也逐漸減少，顯示**酵素活性會隨著時間的增加而降低**。
- 四、胡蘿蔔重量增加會讓雙氧水分解出氧氣的速度加快，但最大的氧氣生成量值是固定的。**當重量增加至某一程度時，氧氣生成量反而降低，推測是氧化作用大於催化作用的結果。**
- 五、任何催化反應在剛開始時，產生的氣泡多又快，隨著時間增長，反應就愈趨於平緩，以折線表示會呈一曲線，當曲線的角度愈小，則氧氣的生成速率就愈快。
- 六、**利用滴定管的排水集氣法，氧氣較無逃逸的疑慮，加上使用食物調理機也能讓植物材料磨切的更均勻，讓實驗更為精準。**
- 七、**二氧化錳是一種均質的催化劑，催化效果更佳**，僅需少少的量就可以讓雙氧水完全分解出氧。同時也可以拿來當作酵素活性的參考。
- 八、水果類中西瓜分解的氧氣最多，紅蘋果最少；蔬果類以青椒分解的氧氣量最多，冬瓜最少；根莖類以結頭菜分解的氧氣量最多，白蘿蔔最少；葉菜類以高麗菜分解的氧氣量最多，小白菜最少；真菌類中鴻喜菇分解的氧氣最多，木耳分解的氧氣最少；花菜類中白花椰菜比綠花椰菜多。

柒、參考資料

- 一、氧與二氧化碳 南一六上自然
- 二、新鮮蔬果，遠離癌症 <http://www.commonhealth.com.tw/caner4dummies/food/fruit.htm>
- 三、新陳代謝的催化劑—酵素 <http://www.healthhouse.com.tw/info/supplements/koso-1.htm>
- 四、酵素 <http://www.healthhouse.com.tw/info/supplements/enzymes.htm>
- 五、養份與能量 <http://www.bio.ncue.edu.tw/~89110607/CK/Lesson3.htm>
- 六、中華民國第四十四屆中小學科學展會作品 — 空氣與燃燒的再研究

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 生活與應用科學科

080830

植物酵素的有氧運動

臺北縣五股鄉成州國民小學

評語：

本作品對植物酵素有初步的探討，確是一個好開始，酵素領域是生化科學的重要領域，有進一步探索的價值。