

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

佳作

最佳(鄉土)教材獎

031624

紅葉小巨人

學校名稱：桃園縣私立六和高級中學(附設國中)

作者： 國二 林冠宇 國二 蔡宏祥 國二 王呈隆 國二 黃立欣	指導老師： 許守信
---	--------------

關鍵詞：催化劑 紅鳳菜 雙氧水

摘要

過氧化氫，俗稱雙氧水，沸點 150°C，對有機物有很強的氧化作用，一般作為漂白劑使用。攝取過量的過氧化氫會對人體組織有傷害。實驗室裡是利用二氧化錳分解過氧化氫，但一般家庭食品不適合使用化學法，我們的實驗就是要找出方便快捷且無毒性的物品當催化劑來加快過氧化氫分解。於是我們選定幾種蔬果實驗，並改變不同的條件做對照，希望能找出分解過氧化氫最佳蔬果及條件。本實驗的結論有幾點：(1) 紅葉之分解效能為蔬果中最佳(2) 紅茶對過氧化氫分解速率高，但受溫度限制，其在實驗中溫度為 40°C 下分解效率最佳，在 pH8 分解過氧化氫效果最佳。(3) 利用紅茶葉室溫下或冷藏溫度下與豆類製品浸泡十二小時，即能去除豆類食物中的雙氧水。紅茶生命力強，且價格低廉。所以稱紅茶為「紅葉小巨人」。

壹、研究動機

從理化第一冊第二章第四節中學到用過氧化氫製備氧時，以二氧化錳作催化劑，可加速過氧化氫的分解。催化劑是改變反應速率的因素，且知生物體可是一座非常複雜微妙的化學工廠，在生物體中的化學變化，都要靠著酶或酵素的催化作用，不同的生物化學變化，所用的酵素也不同，我們希望能夠在日常生活中找出相關物質可以代替化學類的催化劑，以免這些重金屬離子反應後反而污染了環境。

酶是酵素的一種，其主要成份是蛋白質，因此凡是會影響蛋白質的環境因子都會影響酵素的活性。一年級的生物已學過日常生活的蔬果類，到底有那幾種是否也含有過氧化氫酶的成分，可幫助人體細胞中過氧化氫的分解，以達解毒的作用？從文獻與書本報告中得知錳離子和鐵離子具有催化過氧化氫的效果，針對這個方向我們尋找了許多化學藥品與生活中的食品做實驗，希望找出最適當的物質來消除食物中的過氧化氫。

國二理化第二冊第二章：化學反應的快慢中，我們學到影響化學反應的因素有五大因素：(一)溫度、(二)濃度、(三)催化劑、(四) 總表面積、(五)活性。我們在實驗中也針對這些重點因素做實驗分析探討。

工業用雙氧水化學名為過氧化氫，化學性質極不穩定，是一種強氧化劑，具有較強的漂白和防腐功能，可以掩蓋食品本身的腐敗變質。由於其含有鉛、砷等雜質，食用會引起人體中毒，因此國家《食品衛生管理法》明文規定嚴禁用於食品加工。1980 年發現它有致癌性後，接著又發現它還能加快人體衰老，因此世界好多國家都無制定強制性法規：食品加工過程中全面禁止使用過氧化氫。

但是根據衛生署抽驗傳統市售的麵腸、豆包等素食產品發現，將近 1 成 4 的產品違規使用過氧化氫進行防腐、漂白，增加商品賣相。其中，又以麵腸違規情況最為嚴重，不合格比率逼近 3 成。如果民眾長期食用含有過氧化氫的食物恐將有致癌風險，由於添加過氧化氫的產品，無法透過嗅覺來分辨。所以我們希望能夠提供一般民眾最簡易的預防方法來達到減少再食物中攝取過氧化氫。於是我們選定了數種的蔬果，分別和過氧化氫反應來收集氧氣，比較何者分解的氧氣最多速率最快，達解毒的效果最好。

貳、研究目的

研究過氧化氫分解速率影響的因素，針對反應溫度、反應濃度、反應總表面積與催化劑做探討。並且了解生物體內的「酶」(酵素)對過氧化氫分解的催化作用，並探討日常生活的果蔬類對過氧化氫分解的速率比較。透過實驗與研究希望能找出替代重金屬離子的催化劑來達到分解過氧化氫的方法，並且可以給微生物分解不至於造成環境的汙染。

- 一、檢測傳統市場或大賣場火鍋料過氧化氫的殘留量。
- 二、探討不同的金屬離子與不同濃度對過氧化氫分解速率的影響。
- 三、探討混合兩種金屬離子對過氧化氫分解速率的影響。
- 四、探討不同的溫度對過氧化氫分解速率的影響。
- 五、探討回收烘乾過的二氧化錳對過氧化氫分解速率的影響。
- 六、探討日常生活的各種蔬果在不同條件下對過氧化氫分解速率的比較。
- 七、比較新鮮紅茶、冷藏隔夜紅茶以及冷凍四十八小時後的紅茶對過氧化氫分解速率快慢。
- 八、比較紅茶在室溫下與高溫下對過氧化氫分解速率快慢。
- 九、探討紅茶葉在有無絞碎及有無攪拌情況下對過氧化氫分解速率的影響。
- 十、探討紅茶葉在不同 PH 值情況下對過氧化氫分解速率的影響。

參、研究設備及器材

一、實驗器材：

(一)量筒 (二)燒杯 (三)側管錐形瓶 (四)廣口瓶 (五)導管 (六)滴管 (玻璃、塑膠二種) (七)橡皮塞 (八)水槽 (九)計時器(碼表) (十)玻片 (十一)電子天平 (十二)溫度計 (十三)加熱器 (十四)磁石攪拌加熱器 (十五)果汁機 (十六)刮勺 (十七)過氧化氫檢測試紙(Quantofix Peroxid 25) (十八)照相機 (十九)玻璃滴管 (二十) pH 計

二、使用藥品及蔬果：

(一)雙氧水 (二)二氧化錳 (三)硫酸鐵 (四)重鉻酸鉀 (五)紅茶 (六)

菠菜 (七)洋蔥 (八)蒜頭 (九)地瓜 (十)馬鈴薯 (十一)胡蘿蔔 (十二)蘋果 (十三)
氫氧化鈉 (十四)鹽酸

肆、研究過程及方法

一、 測量不同條件下過氧化氫分解氧氣的速率

(一)將量筒（量筒為 134 毫升）滿水，以玻片蓋緊瓶口後倒立，置於裝水半滿的水槽中後，抽出玻片。

(二)將錐形瓶側管接上橡皮導管，再取定量催化劑放入錐形瓶中，加入定量的水蓋過催化劑。

(三)將錐形瓶放置在磁石攪拌加熱器上，使之攪拌均勻。

(四)以滴管將過氧化氫（10ml）緩緩滴入，快速將橡皮塞塞緊錐形瓶口，同時將碼表按下計時。

(五)將錐形瓶上的橡皮導管插入步驟(一)的量筒中，收集所產生的氧氣。

(六)測量並計算氧氣體積及速率。

二、 測定過氧化氫殘留量：

(一)將 5g 的各種食材打碎後浸泡在 5ml 蒸餾水中 30 分鐘，使之溶解出表面上所殘留的過氧化氫。

(二)將過氧化氫檢測試紙浮貼在水溶液面上。

(三)觀察試紙變色情形，並對照試紙使用說明之含過氧化氫程度檢視其殘留量。

三、 測量不同 pH 值下的紅茶分解過氧化氫的速率：

(一)將量筒（量筒為 41 毫升）滿水，以玻片蓋緊瓶口後倒立，置於裝水半滿的水槽中後，抽出玻片。

(二)再配置出鹽酸（1M）和氫氧化鈉（1M），由滴管滴入。

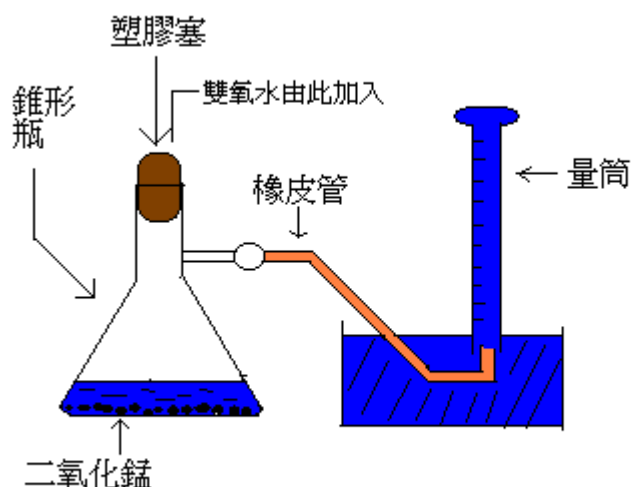
(三)配置 10g 的紅茶葉片和 100ml 的蒸餾水加入果汁機打碎

(四)將紅茶汁加入燒杯（以便測酸鹼值），將鹽酸或氫氧化鈉邊滴邊用磁石攪拌器攪拌以及量測 pH 值（使用 pH 計）。

(五)先將調配好的紅茶汁加入側管錐形瓶，以滴管將過氧化氫（10ml）緩緩滴入，快速將橡皮塞塞緊錐形瓶口，同時將碼表按下計時。

(六)將錐形瓶上的橡皮導管插入步驟(一)的量筒中，收集所產生的氧氣。

(七)測量並計算氧氣體積及速率。



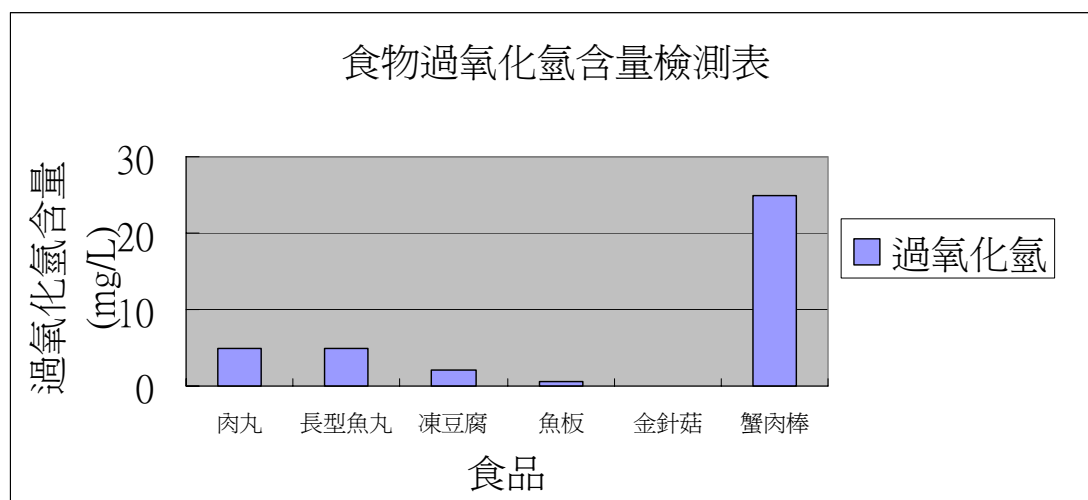
伍、研究結果

一、檢測傳統市場或大賣場火鍋料過氧化氫的殘留量。

利用過氧化氫檢測試紙檢測傳統市場中火鍋料的過氧化氫殘留量，我們主要針對丸子類、豆類製品、金針菇及蟹肉棒作分析檢驗。

圖表一：食物過氧化氫含量檢測表

食材：5g（打碎），H ₂ O：5ml						
食品	肉丸	長型魚丸	凍豆腐	魚板	金針菇	蟹肉棒
雙氧水含量(mg/L)	5	5	2	0.5	0	25

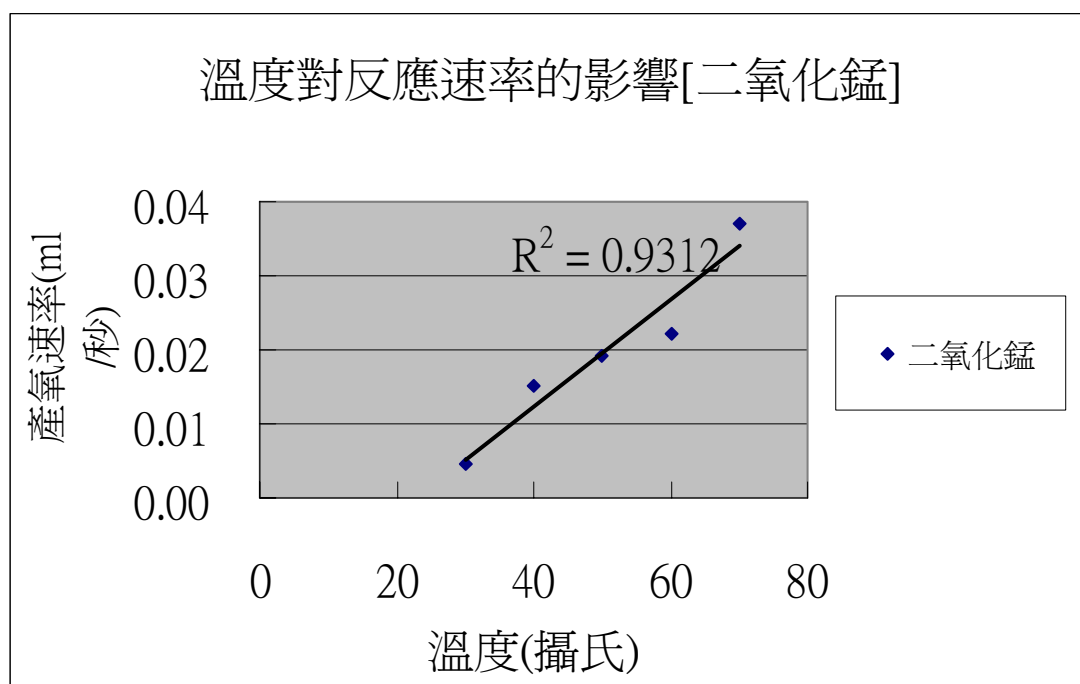


實驗結果:我們發現蟹肉棒含過氧化氫量最高。

二、探討不同的溫度對過氧化氫分解速率的影響。

圖表二：二氧化錳控溫

催化劑：二氧化錳 控制變因:H ₂ O ₂ 30% 2ml ,MnO ₂ 0.3 克 ,H ₂ O 50ml ,量筒體積：129.5cm ³					
T (° C)	30	40	50	60	70
R(ml/sec)	0.00458	0.01515	0.01923	0.02222	0.03703
time(sec)	218	66	52	45	27
放熱後溫度	32° C	47° C	54° C	66° C	75° C

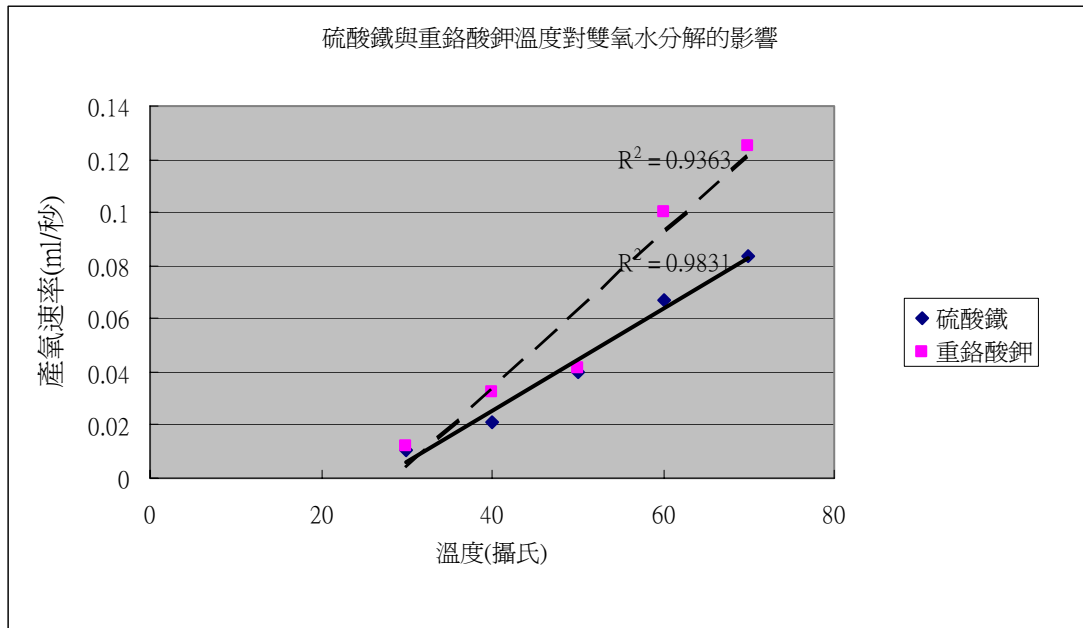


實驗結果：

二氧化錳的反應速率會依溫度的高低而有所改變，其中又以 60 到 70 度時，反應速率增加的最多。

圖表三：硫酸鐵重鉻酸鉀控溫

兩重催化劑溫度與反應速率比較圖 ,H ₂ O:30ml ,H ₂ O ₂ :10ml 30%						
° C	30	40	50	60	70	80
catalyst	R(ml/sec)					
Fe ₂ (SO ₄) ₃	0.01030	0.02127	0.04000	0.06666	0.08333	
K ₂ Cr ₂ O ₇	0.01219	0.03225	0.04166	0.1	0.125	0.125



實驗結果：

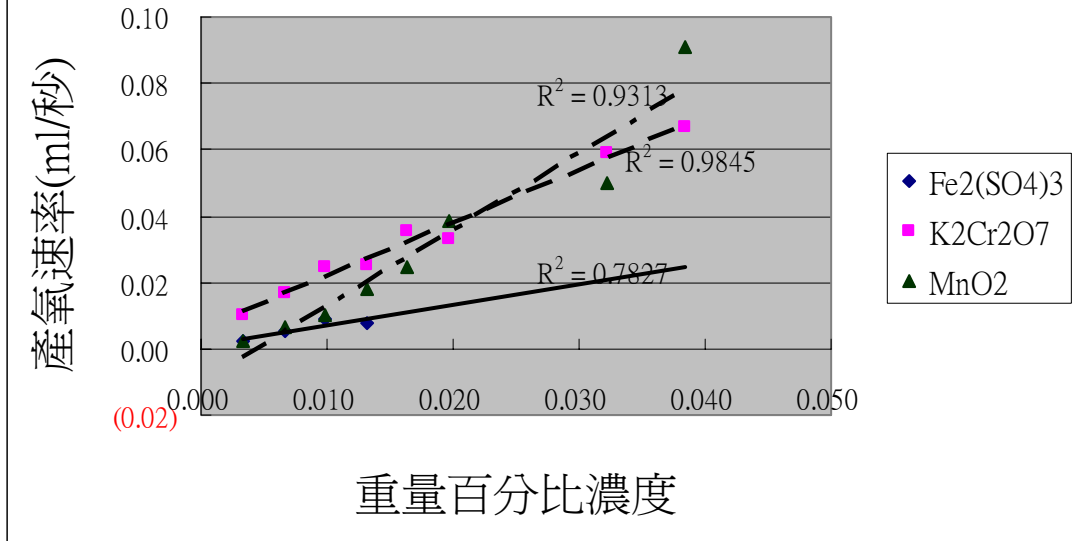
1. 硫酸鐵的溫度影響反應速率的結果，可得知其速率成穩定速率成長，也不會忽快忽慢。
2. 重鉻酸鉀的溫度提升會增加其反應速率，但是在溫度達到 70 度以後其反應速率已達極限，反應速率已不再上升。

三、探討不同的金屬離子與不同濃度對過氧化氫分解速率的影響。

圖表四：改變無機催化劑質量

無機催化劑質量對反應速率比較 水溫：20°C ,過氧化氫：30% 10ml								
P% catalyst	0.003	0.007	0.010	0.013	0.016	0.020	0.032	0.038
R(ml/sec)								
硫酸鐵	0.00206	0.00532	0.00877	0.00769				
重鉻酸鉀	0.01031	0.01667	0.02439	0.02500	0.03571	0.03333	0.05882	0.06667
二氧化錳	0.00248	0.00676	0.01042	0.01818	0.02439	0.03846	0.05000	0.09091

無機催化劑反應速率比較圖



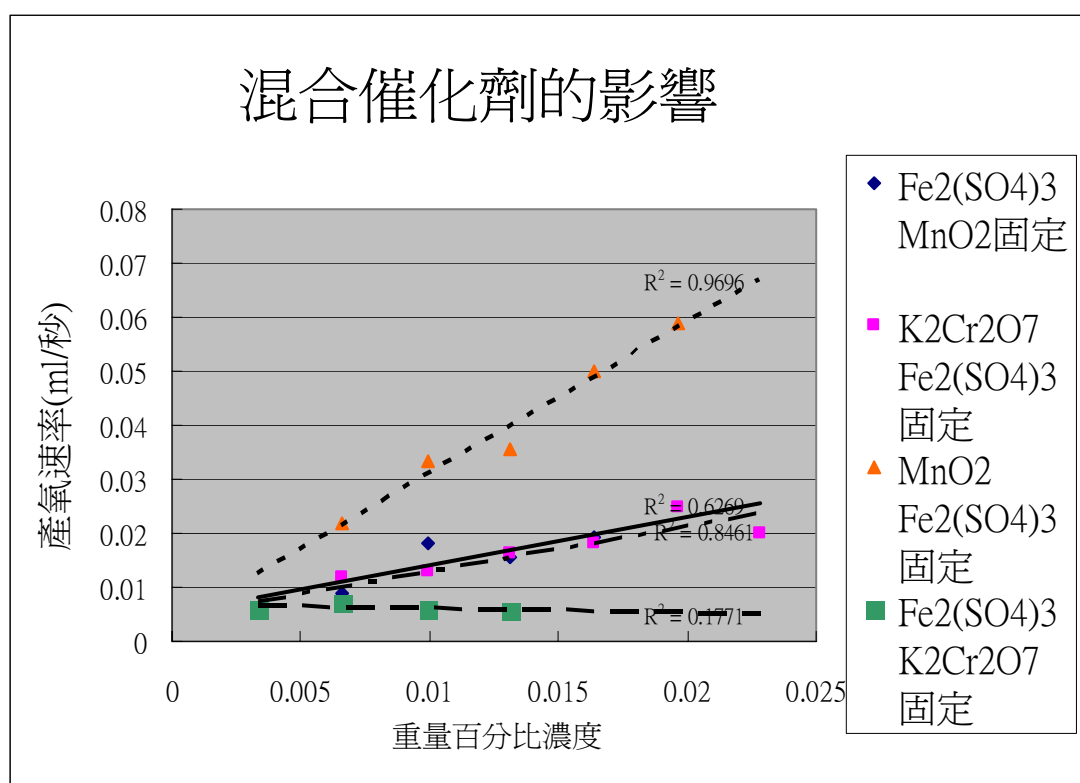
實驗結果：發現二氧化錳的量增加，其反應速率也會增加，但是其量到達 2 公克時其反應速率不會再增加，明顯的指出已經到達極限了。

四、探討混合兩種金屬離子對過氧化氫分解速率的影響。

圖表五：混合催化劑

控制變因:0.1gMnO ₂ , H ₂ O ₂ :10ml 30% ,H ₂ O:30ml ,水溫 20°C ,操縱變因:Fe ₂ (SO ₄) ₃					
Fe ₂ (SO ₄) ₃ (P%)	0.006623	0.009901	0.013158	0.016393	
R(ml/sec)	0.00885	0.01818	0.01563	0.01923	
time(sec)	113	55	64	52	
控制變因:0.1 克 Fe ₂ (SO ₄) ₃ ,H ₂ O ₂ 30%10ml ,H ₂ O 30ml ,水溫: 20°C,操縱變因:MnO ₂					
MnO ₂ (P%)	0.006623	0.009901	0.013158	0.016393	0.019608
R(ml/sec)	0.02173	0.03333	0.03571	0.05	0.05882
time	46	30	28	20	17
放熱後 T(°C)	43	42	44	44	44
控制變因:0.1g ,Fe ₂ (SO ₄) ₃ ,H ₂ O:30ml ,H ₂ O ₂ :10ml 30% ,控制變因:K ₂ Cr ₂ O ₇					

K ₂ Cr ₂ O ₇ (P %)	0.003322	0.006623	0.009901	0.013158	0.016393	0.019608	0.022801
R(ml/sec)	0.00523	0.01190	0.01282	0.01612	0.01818	0.025	0.02
sec	191	84	78	62	55	40	50
放熱後 T(° C)	26	38	43	44	44	41	43
控制變因:水溫 20°C ,K ₂ Cr ₂ O ₇ : 0.1g,H ₂ O:30ml ,H ₂ O ₂ :10ml30%							
Fe ₂ (SO ₄) ₃ (P %)	0.003322	0.006623	0.009901	0.013158			
R(ml/sec)	0.00595	0.00714	0.00595	0.00561			
time(sec)	168	140	168	178			
放熱後 T(° C)	36.8	37.5	38.1	38.7			

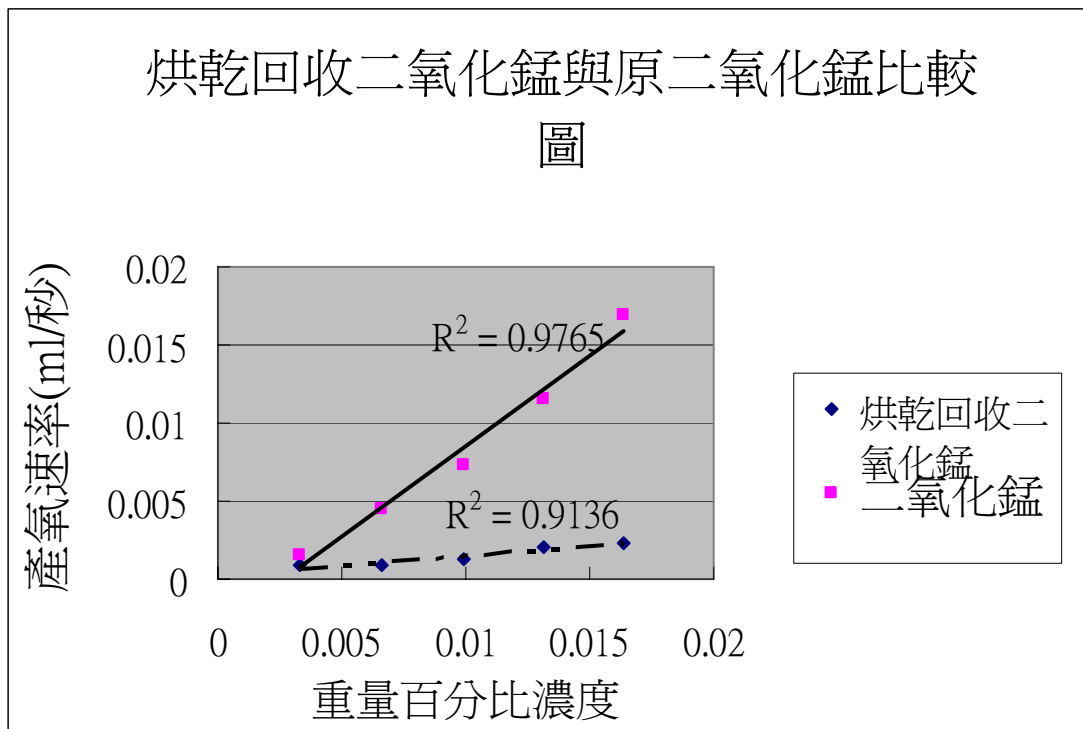


實驗結果:發現二氧化錳與硫酸鐵（固定濃度）的混合催化劑，結果較其它的混合催化劑產氧速率來的快，且平均線的值也最接近 1。

五、探討回收烘乾過的二氧化錳對過氧化氫分解速率的影響。

圖表六：烘乾回收二氧化錳與原二氧化錳比較圖

烘乾回收二氧化錳與原二氧化錳比較圖 H ₂ O ₂ :10ml 30% ,H ₂ O:30ml ,水溫 20°C						
項目	催化劑(P%)					
	R(ml/sec)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
重複使用二氧化錳		0.00087	0.00092	0.00124	0.00204	0.00228
一般二氧化錳		0.00154	0.00446	0.00724	0.01149	0.01694
效能減少率(%)		43.23	80	83	82.3	87



實驗結果:

1. 發現重複使用過後的二氧化錳反應速率明顯比原來的二氧化錳慢很多。
2. 重複使用二氧化錳的分解速率約為一般二氧化錳的百分之二十。

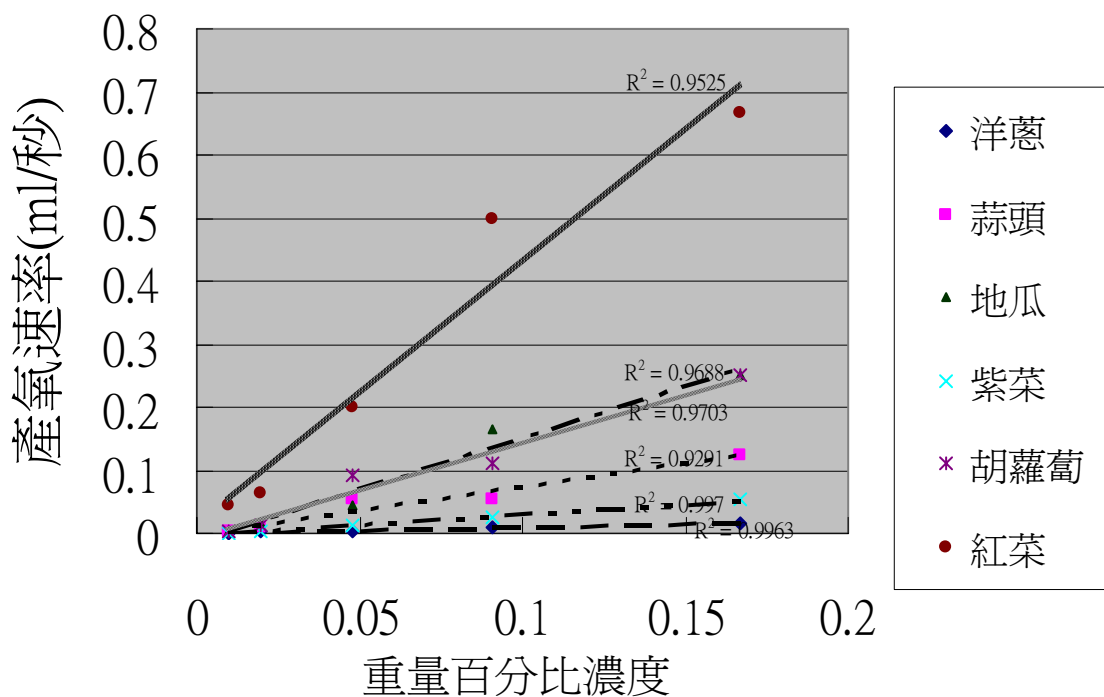
六、探討不同質量的蔬果對果氧化氫分解速率的影響

圖表七：改變生物催化劑質量

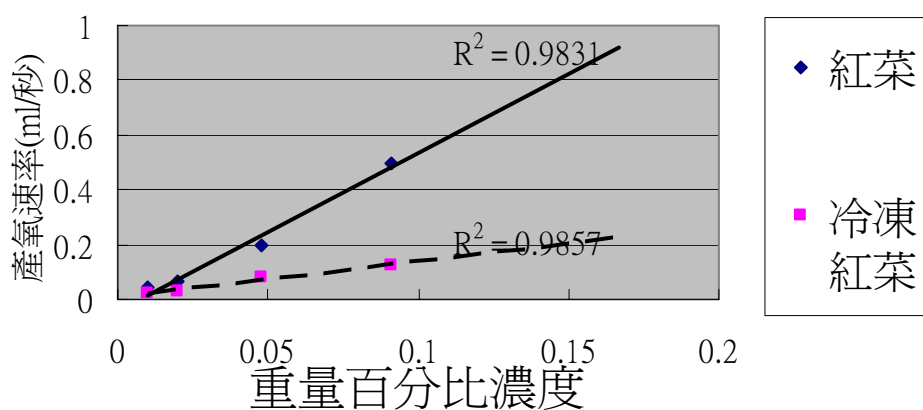
生物催化劑比較表 water:30ml ,H₂O₂:10ml ,水溫:20°C ,量筒體積：41ml

items \ P% R(ml/sec)	0.009901	0.019608	0.047619	0.090909	0.166667
紅茶	0.04347	0.0625	0.2	0.5	0.66666
冷凍紅茶	0.02040	0.02564	0.07692	0.125	
隔夜紅茶	0.04	0.0625	0.2	0.49	
菠菜頭				0.25	
菠菜葉中段				0.125	
菠菜葉	0.01754	0.1	0.16666	0.5	
蘋果				0.00086	0
洋蔥	0	0.00172	0.00446	0.00806	0.01515
蒜頭	0.00192	0.00980	0.05555	0.07142	0.125
地瓜	0.00446	0.01515	0.04545	0.16666	0.25
紫菜	0.00083	0.00326	0.01351	0.025	0.052632
胡蘿蔔	0.00374	0.01388	0.09090	0.16923	0.25
items \ P% R(ml/sec)	0.019608	0.047619	0.090909	0.166667	
馬鈴薯	0.00434	0.01666	0.02381	0.04347	
完整葉片 \ P% R(ml/sec)	0.090909				
紅茶	0.00276				
菠菜	0.00072				

各種蔬果反應速率比較圖



冷凍的紅菜與紅菜的反應速率比較圖

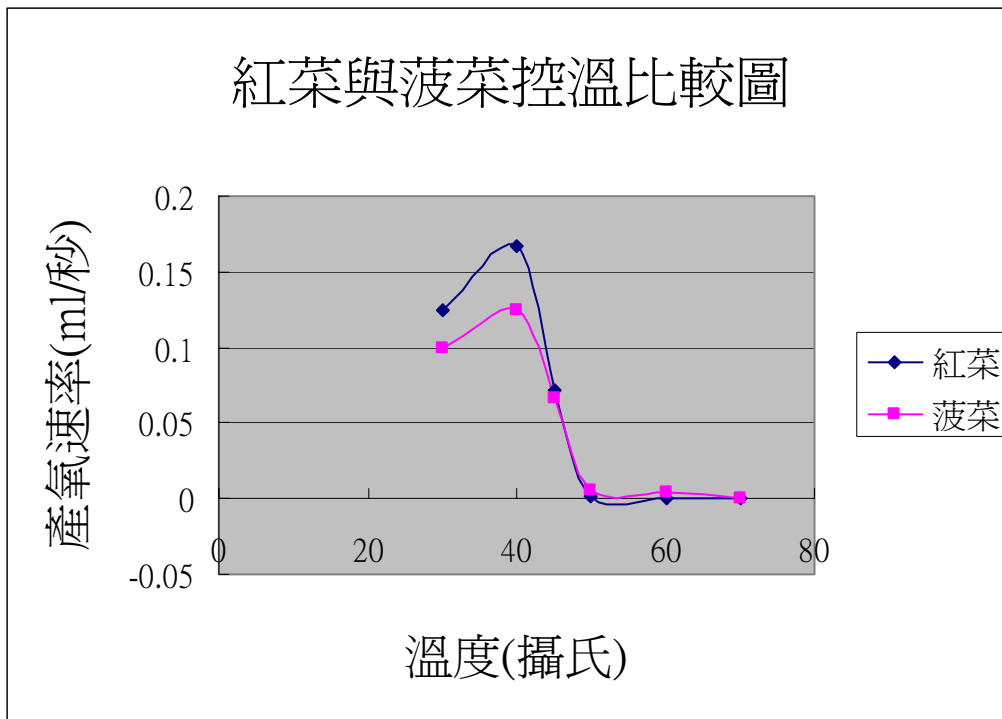


實驗結果:發現在生物性酵素中發現紅菜和菠菜的速率最好，且紅菜在室溫下與冷凍紅菜的速率差的很多，發現是因為溫度的關係影響酵素的活性。

七、改變不同的溫度下，紅茶與菠菜對過氧化氫分解速率的影響

圖表八：紅茶與菠菜溫度比較

控制變因:H ₂ O ₂ :30%10ml ,H ₂ O:30ml ,紅茶:2g ,操縱變因:溫度						
t°C	30	40	45	50	60	70
R(ml/sec)	0.125	0.16666	0.07142	0.00166	0.00020	0
time(sec)	8	6	14	600	4800	0
控制變因:H ₂ O ₂ :30%10ml ,H ₂ O:30m ,菠菜:2g ,操縱變因:溫度						
t°C	30	40	45	50	60	60
R(ml/sec)	0.1	0.125	0.06666	0.00555	0.00404	0.00404
time(sec)	10	8	14	180	247	247



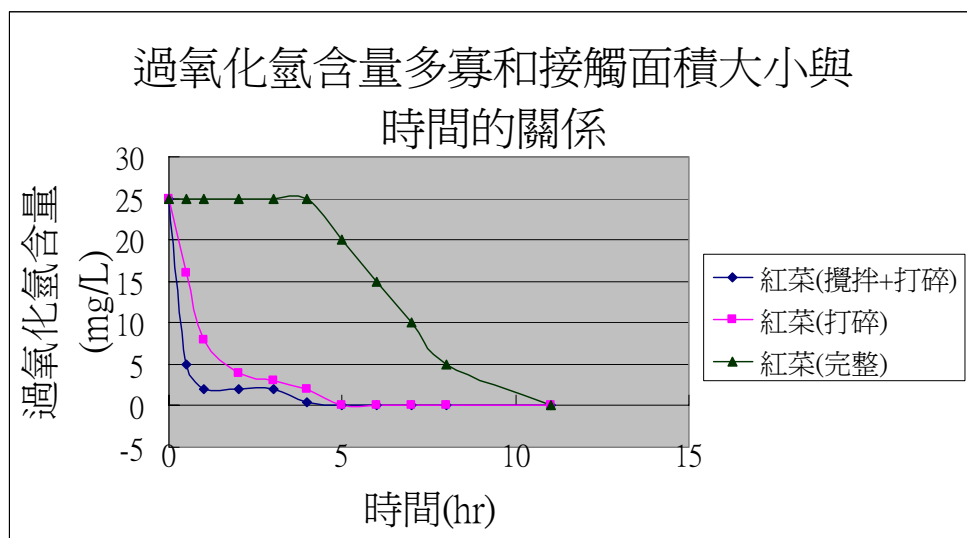
實驗結果:發現紅茶和菠菜的速率在攝氏 40 度時最快，在 70 度時則接近死亡。

八、探討紅茶在不同條件下分解過氧化氫的影響

圖表九：過氧化氫與紅茶長時間比較

過氧化氫含量多寡和接觸面積大小反應的速率 雙氧水:10ml 1.8% 去離子水:100ml											
時間(hr)	0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	11
紅鳳菜(打碎加攪拌)	25	5	2	2	2	0.5	0	0	0	0	0

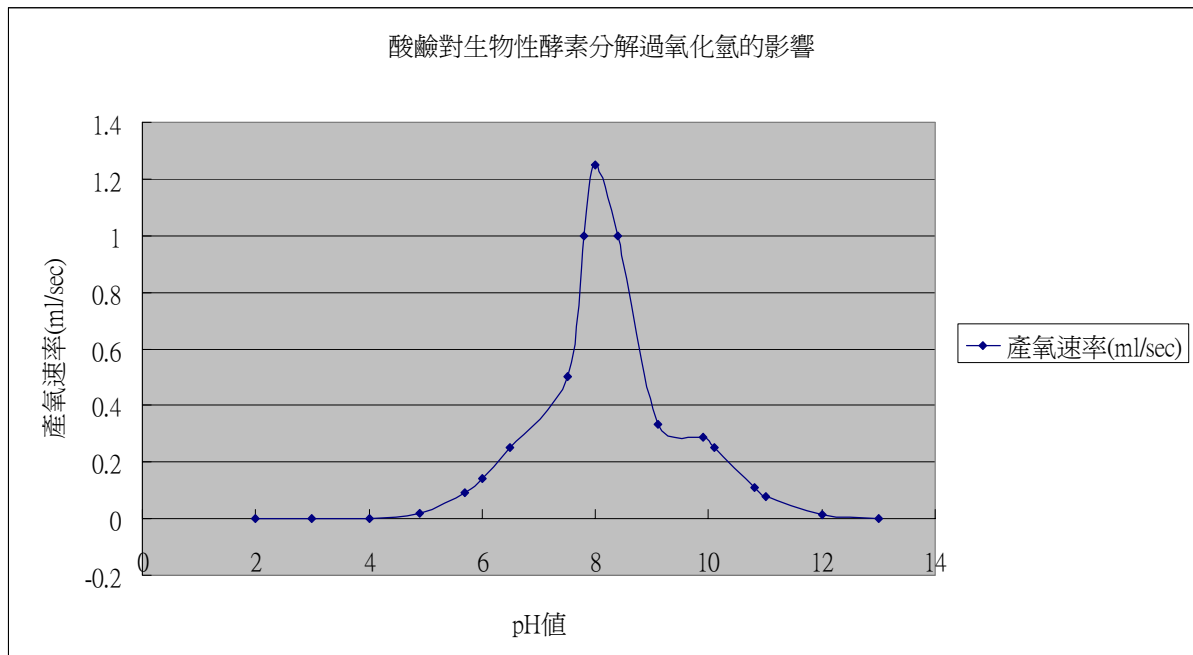
紅鳳菜(打碎沒攪拌)	25	16	8	4	3	2	0	0	0	0	0
紅鳳菜(沒打碎沒攪拌)	25	25	25	25	25	25	20	15	10	5	0



實驗結果:發現表面積及攪拌可增加有效碰撞的機率，即可增加產氧速率。

圖表十:酸鹼值對生物性酵素分解過氧化氫的比較

紅鳳菜 10 克, H ₂ O : 100ml, H ₂ O ₂ : 30% 10ml, 量筒容積 : 41ml, 水溫 : 20°C									
pH	13	12	11	10.8	10.1	9.9	9.1	8.4	8
產氧速率(ml/sec)	0.000905	0.015873	0.076923	0.111111	0.25	0.285714	0.333333	1	1.25
pH	7.8	7.5	6.5	6	5.7	4	3	2	8 (無紅茶)
產氧速率(ml/sec)	1	0.5	0.25	0.142857	0.090909	0.002646	0	0	0



實驗結果:發現酸鹼值對生物的影響比溫度來的小，且酸鹼值在 8 時速率最快。



過氧化氫檢測：魚丸



過氧化氫檢測：魚版



過氧化氫檢測：蟹肉棒



過氧化氫檢測試紙(德製)



各類蔬果



紅菜分解過氧化氫



菠菜分解過氧化氫



蒜頭分解過氧化氫

陸、討論

一、坊間大賣場、傳統市場開放架上販賣未包裝的火鍋料，含有過氧化氫的比例相當高，抽樣檢測中又以蟹肉棒的濃度最高，建議未來民眾要選擇火鍋料要找有合格包裝、安全認證的食品，也盡量不要刻意選擇太過於亮白的加工漂白食物。若有安全之虞也可以到各鄉鎮市衛生所免費索取過氧化氫檢測試劑。(圖表一)

二、定量下對二氧化錳、重鉻酸鉀、硫酸鐵當催化劑時，溫度越高過氧化氫分解速率也越高。溫度升高時，分子的動能增加，則每一個分子運動的速率會加快，因此單位時間內碰撞的次數增加，反應速率也就加快了。另外當溫度升高時，分子的平均動能提高，超過活化能的粒子也增加，因此能夠有效碰撞的分子較多，反應速率就會加快。(圖表二、三)

三、定溫下對二氧化錳、重鉻酸鉀、硫酸鐵當催化劑時，質量越高過氧化氫分解速率也越高，但是催化劑質量超過某數值後分解速率增加幅度會趨緩，甚至保持水平不再增加。反應速率並不是由單一反應物的性質所決定，而必須考慮所有反應物的相關性質。化學反應中若涉及電子的得失、化學鍵的形成或破壞，則反應速率變慢。而當反應物的濃度增加時，單位體積內粒子的數量增加，則粒子碰撞機會較多，因此濃度和反應速率理論值成正比關係。(圖表四)

四、定溫下針對二氧化錳和硫酸鐵混合、重鉻酸鉀和硫酸鐵混合時，與相加之等質量催化劑的過氧化氫分解速率有小幅度增加。(圖表五)

五、回收乾燥之二氧化錳與原二氧化錳比較，其反應速率大幅降低，效能只能達到原來二氧化錳的 20% 左右。原本實驗中計畫，假若效能下降不多，則二氧化錳可以重複使用不但可以減少重金屬離子的使用量，減少對環境污染的機會。但是此結果證實二氧化錳無法回收再利用。(圖表六)烘乾過程中需要經過加熱一段時間，是否會造成二氧化錳本身化學性質改變，往後值得做更深入探討。這可顯示生物性較佳(紅菜可重複利用)。

六、定溫下植物酵素，質量越高雙氧水分解速率也越高。而當酵素的濃度增加時，單位體積內粒子的數量增加，則粒子碰撞機會較多，過氧化氫分解速率相對增加，實驗中觀察到有使用磁石攪拌的方式，反應速率會加快不少可能是在攪拌過程中可以增加碰撞的次數。(圖表七)

七、定量下植物酵素，溫度過高反而降低反應速率。因為太高的溫度會破壞酵素，我們發現 40°C 是植物酵素效能最佳的時候。(圖表八)

八、對於生物催化劑中的紅菜及菠菜，有做兩組實驗，一組用果汁機打碎，另一組使用等質量的葉片但不打碎。發現未打碎的菠菜速率降低許多，但未打碎紅菜分解速率依然可以保持一定的水準。此實驗讓我們了解紅菜再不同的條件下確實要優於其它的蔬果。(圖表九)

九、我們將紅菜冷凍與冷藏 48 小時後再打碎做實驗，發現冷藏組效能只有降低一點點，但是冷凍後的紅菜分解雙氧水的效能只能達原來的四成左右。我們推測紅菜的分解酵素除了在高溫情況下會受到破壞外，在冷凍的情況下酵素分解效能也會降低，所幸冷藏後分解效能幾乎不變，這有助於我們可以利用冷藏技術運送紅菜到其他地區供民眾使用。(圖表七)

十、針對數種蔬果(紅菜、菠菜、洋蔥、蒜頭、地瓜、馬鈴薯、紅蘿蔔、紫菜)分解過氧化氫做實驗比較，按照分解速率大致可以分成三大類：(1)反應速率最快者：紅菜、菠菜(2)反應速率中等者：地瓜、馬鈴薯、紅蘿蔔(3)反應速率較慢者：洋蔥、蒜頭、紫菜。參考文獻與之前科展作品中大多是針對甘藷類分解過氧化氫做探討效果似乎不錯，但是本組實驗中發現紅菜針對雙氧水的分解速率是甘藷類的三倍，其效果之好出乎意料，探討其原因可能是因為紅菜中富含鐵離子可以當作催化劑讓雙氧水分解速率提高，而且紅鳳菜中高量鐵質，是貧血人的最佳「自然補血劑」，此外紅鳳菜還有止渴、解暑功能。更重的是由於紅菜在生長過程中幾乎不需要使用農藥，容易栽種且價格便宜，是一種無農藥殘餘的安心蔬菜。綜合以上數點紅菜真的可以稱作『紅葉小巨人』。(圖表七)

十一、針對紅菜在不同酸鹼度下分解過氧化氫的速率，用酸液做實驗時，反應速率降低很快，用鹼液做實驗時反應速率降低較緩，且最高點在 pH8。而且我們有做純水配 pH8 的氫氧化鈉，發現無反應，可見弱鹼有利於紅菜酵素分解過氧化氫。而因為酸性物質大幅降低酵素分解過氧化氫的效能，所以紅菜在進入胃後失去分解雙氧水的能力。(圖表十)

柒、結論

透過本研究的實驗操作，我們發現了幾個實驗結果：

- 一、溫度愈高，二氧化錳、重鉻酸鉀、硫酸鐵當催化劑時，過氧化氫分解速率也越高；但是植物性的酵素則有最適當溫度的限制。本實驗中紅菜和菠菜皆在溫度為 40°C 情況下分解效率最佳。
- 二、回收乾燥之二氧化錳與原二氧化錳比較，其反應速率大幅降低，效能只能達到原來二氧化錳的 20% 左右。
- 三、大賣場、傳統市場開放架上販賣未包裝的火鍋料，含有過氧化氫的比例相當高，食用前應先做適當處理，以免食物中殘留過量過氧化氫而影響身體健康。
- 四、紅菜之分解效能為生物催化劑中最佳者，可以媲美二氧化錳。紅菜生命力強，用葉子就可生長，且價格低廉。所以稱之為「紅葉小巨人」也不為過。
- 五、紅菜的分解酵素在高溫下或低溫冷凍後容易受到破壞而降低催化效能，建議可以利用紅菜葉室溫下或是冷藏溫度下與豆類製品浸泡十二小時；或是將紅菜葉打碎成菜汁與食品浸泡五個小時，即能去除食物中的過

氧化氫。而且進入胃後可能完全沒有效果（根據酸鹼的實驗），所以一定要先浸泡，才能有效地分解過氧化氫。

- 六、綜合本實驗的各項結果，紅菜可以分解過氧化氫的最佳條件為：(1)新鮮葉片(2)經過果菜汁機絞碎(3)反應時經過攪拌(4)溫度維持在 40°C(5)PH 值維持在 8.0。即可達到紅葉小巨人之最佳狀況。

捌、參考資料及其他

一、書籍

(一) 杜佳玲，傳統市場篇，黑心食物，三采文化編輯部，2006 年 1 月 10 日，pp.62-79

(二) 翰林編輯群，自然與生活科技(二上)，翰林出版社，2006 年 8 月

(三) 翰林編輯群，自然與生活科技(二下)，翰林出版社，2007 年 2 月

二、網站

(一) 曾愛冬，<http://www.wordpedia.com/>，智慧藏百科網（中國大百科），過氧化氫

【評語】 031624 紅葉小巨人

本作品以自製設備量測產氧速率評估不同催化劑因素對過氧化氫分解的影響，並應用於紅葉等各蔬果對過氧化氫消除之量測實驗構思不錯，若能有豆類等食品於加入紅葉前後過氧化氫含量之變化，將使作品結論更完整。