

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

080208

「酵」談「氧」生之道

學校名稱：新北市三重區集美國民小學

作者：	指導老師：
小五 周子竣	許素芬
小五 林鶴哲	曾喬琪
小六 陳 韜	
小六 蔡榮濬	
小六 汪 浩	
小六 周俊諺	

關鍵詞：酵素、氧氣、催化

摘要

自然課時各組都是利用胡蘿蔔加雙氧水來製造氧氣，但每組產生的氧氣量卻有差別，引發我們的研究動機。本實驗先探討胡蘿蔔中的酵素分布與催化雙氧水分解速率的關係，再進一步討論溫度、酸鹼性及鹽類離子對胡蘿蔔酵素的影響，最後討論保存環境因子及時間對胡蘿蔔酵素的影響。結果發現：胡蘿蔔生長激素較多的部位，催化雙氧水的速率越快；胡蘿蔔酵素在 45 °C 能發揮最大的催化功效，65 °C 後活性會被破壞殆盡；鹼對胡蘿蔔酵素的影響較小；酸的種類不影響催化作用，但胡蘿蔔酵素的催化作用隨 pH 值越小，催化速率越慢，在 pH 3 時無法產生催化作用；鎂離子和鈉離子會使胡蘿蔔酵素的催化作用比較好；放置在空氣中 45~60 分鐘，酵素會被活化；保存在 0 °C 以下的環境中不會破壞胡蘿蔔的酵素，解凍後反而會提高催化的速度。

壹、研究動機

五年級自然課曾經利用胡蘿蔔加雙氧水來製造氧氣，實驗時雖然每組的胡蘿蔔和雙氧水量都相同，然而產生的氧氣量卻有差別，我們覺得很納悶。查過資料後發現，原來胡蘿蔔內含有酵素，能將雙氧水分解為氧氣和水。我們對於酵素感到很好奇，和老師討論之後，決定探討有哪些因素會影響酵素的催化速率。

貳、研究目的

- 一、探討胡蘿蔔的酵素分布對催化雙氧水分解速率的影響。
- 二、探討「溫度」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響。
- 三、探討「酸鹼性」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響。
- 四、探討「鹽類離子」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響。
- 五、探討「保存環境因子」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響。
- 六、探討「時間」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響。

叁、研究設備及器材

(一) 研究器具：

- | | | | | |
|---------|-----------|--------|--------|---------|
| 1. 水族箱 | 2. 橡皮管 | 3. 錐形瓶 | 4. 量筒 | 5. 培養皿 |
| 6. 濾網 | 7. 電子秤 | 8. 鍋子 | 9. 電磁爐 | 10. 刨絲器 |
| 11. 溫度計 | 12. 酸鹼測定器 | 13. 量杯 | 14. 燒杯 | 15. 計時器 |
| 16. 保溫瓶 | 17. 鋁箔紙 | 18. 淺盤 | 19. 滴管 | |

(二) 研究材料：

- | | | | | |
|---------|----------|---------|---------|---------|
| 1. 雙氧水 | 2. 胡蘿蔔 | 3. 醋 | 4. 鹽酸 | 5. 硫酸 |
| 6. 檸檬酸 | 7. Vit.C | 8. 氫氧化鈉 | 9. 小蘇打 | 10. 氯化鈣 |
| 11. 氯化鈉 | 12. 氯化鎂 | 13. 氯化鉀 | 14. 橄欖油 | |

肆、研究過程

一、蒐集資料：

上網及到圖書館查詢有關「酵素」、「影響酵素反應速率的因素」、「催化劑」和「根的構造」的相關資料。

二、整理資料：

(一) 胡蘿蔔丁內含有一種「酶(酵素)」，能將雙氧水分解為氧和水，在這個作用中胡蘿蔔只扮演「催化劑」的角色(王美芬，2010)。

(二) 影響酵素反應速率的主要因素，包括：溫度及pH值等。

1. 溫度：

(1) 酵素活性在適當的溫度範圍內，會隨著溫度的升高而增加；但是當溫度超過其最適宜的範圍時，酵素活性就會迅速下降。由於在低溫環境中，酵素構造不會被破壞，因此當溫度再度上升時，酵素活性可漸漸恢復。

(2) 酵素是一種蛋白質，蛋白質結構在高溫下會產生不可逆的反應，因此當酵素處於高溫一段時間之後，構造與活性都會被破壞，使酵素無法作用，且即使再把溫度下降到適宜的溫度範圍，酵素仍無法恢復原有的構造與活性。

(3) 對不同的酵素而言，最適宜的催化溫度範圍也不同，大部分的酵素最適宜溫度範圍多在25 °C~35 °C之間。

2. pH 值：

(1) 每一種蛋白質都有一個最適宜的pH 值幫助它維持正常構造。以人體為例，多數酵素在pH 6~8之間，活性較高，但有些酵素在強酸或強鹼情況下，其催化速率反而較快。當pH值改變時，蛋白質構造也會跟著改變，因此而失去原有的活性。

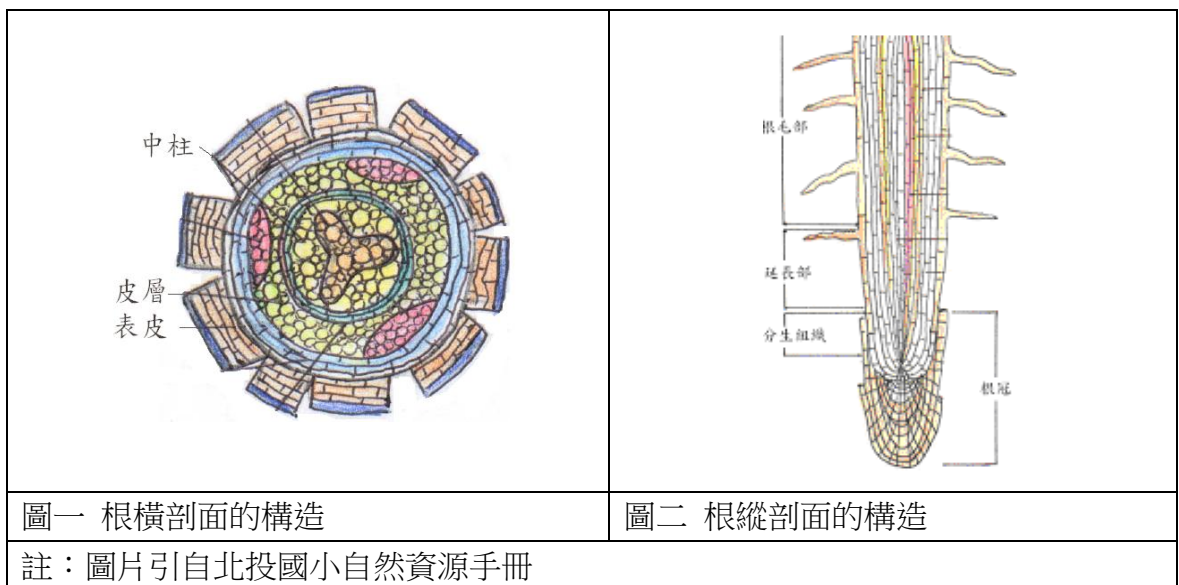
(三) 催化劑：

1. 在某些化學反應中加入其他物質，會促使化學反應速度變快或變慢，而它本身卻不變化，這種物質就稱為「催化劑」(王美芬，2010)。

2.雙氧水分解時，可以做為催化劑的物品，其實不限於果皮，幾乎所有生物都可以。因為生物代謝時會產生過氧化氫（也就是雙氧水），而過氧化氫對細胞來說是有毒性的，所以細胞都會產生「過氧化氫酶」使過氧化氫分解，只是效率好不好而已。理論來說，代謝反應越強的地方（如肝臟），過氧化氫酶也越多，反應越快。

（四）根的構造

- 1.根的構造由橫剖面看，由外到內可分為表皮、皮層和中柱；由縱剖面看，由下往上可分為根冠、分生組織、延長部和根毛部（彭鏡毅，2004）。
- 2.生長素在具有分生組織的部位中，其中以生長點最多，生長點指的是根尖和莖頂的部位。
- 3.皮層薄壁細胞由基本分生組織發育而來。



4.相關研究：

在四十一屆中小學科展作品—當胡蘿蔔遇見 Vit.C，研究結果發現胡蘿蔔不同部位對 Vit.C 還原力會有影響，但未提到與激素的研究，因此，我們覺得可以先探討胡蘿蔔不同部位的酵素是否有差異。

三、實驗設計：

- （一）物體越小反應速度越快，所以用刨絲器將胡蘿蔔刨成粗細差不多的細絲。
- （二）定一份胡蘿蔔的量為 30 克，為避免胡蘿蔔品質及部位的差異，將一次實驗所需的量刨好後，再充分攪拌混合。





(三) 將處理過後的胡蘿蔔置於室溫 1 小時。

(四) 由於雙氧水濃度太高，反應時會有危險；但濃度太低，產生的氧氣少，將無法顯示出差異，因此雙氧水濃度採 9%。

(五) 將上述胡蘿蔔瀝乾，加入 9% 的雙氧水 100 毫升，以排水集氣法收集氧氣。

(六) 收集前 5 分鐘所產生的氣體，且記錄氣體量。

(七) 為減少實驗誤差，每個實驗重複三次，求平均值。

		
將胡蘿蔔刨成細絲	胡蘿蔔充分攪拌混合	秤 30 克胡蘿蔔
		
量 100 毫升雙氧水	以排水集氣法收集氧氣	

伍、研究結果

實驗一：探討胡蘿蔔的酵素分布對催化雙氧水分解速率的影響

想法：胡蘿蔔含有酵素，在製造氧氣的過程中扮演催化劑的角色，因此我們先從了解胡蘿蔔的構造開始，在資料中發現，胡蘿蔔其實可以區分成不同部位，我們決定先從了解胡蘿蔔不同部位的酵素分布開始進行實驗。

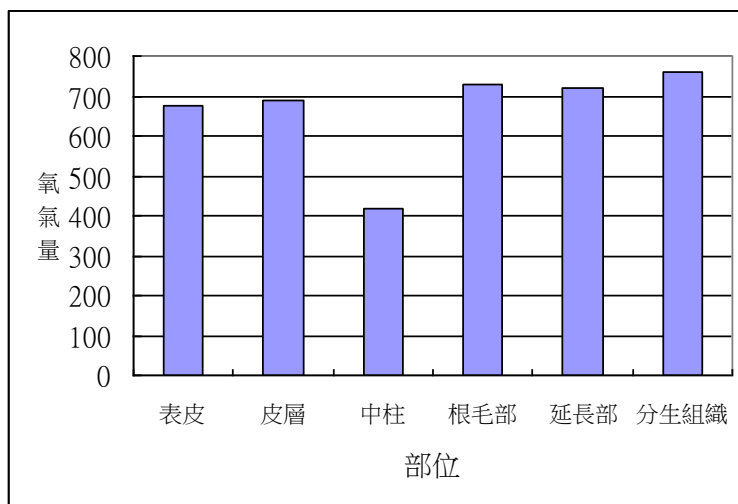
(一) 方法：

- 1.以縱切的方式，將胡蘿蔔分為根冠和分生組織、延長部、根毛部三部分。
- 2.以橫切的方式，將胡蘿蔔分為表皮、皮層、中柱三部分。
- 3.將上述 6 份胡蘿蔔分別加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

(二) 結果：

表一 胡蘿蔔酵素分布對催化雙氧水分解速率實驗結果表（單位：毫升）

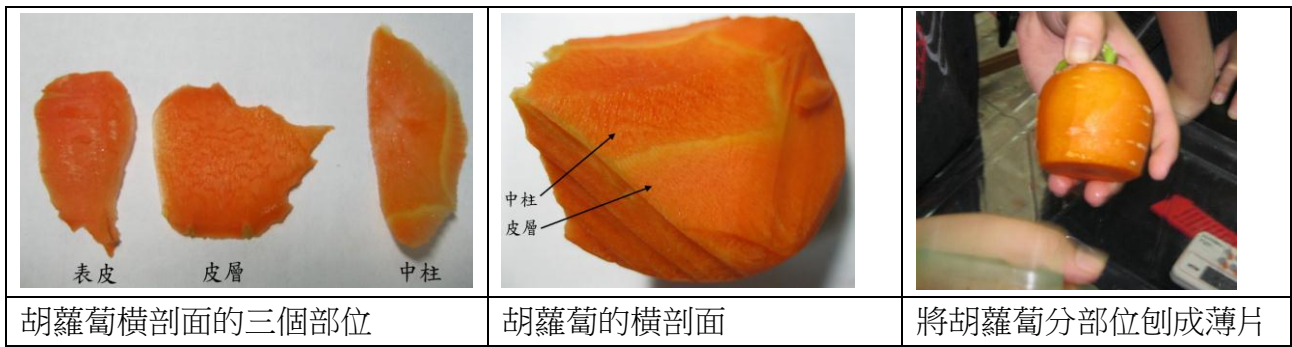
	橫剖面			縱剖面		
	表皮	皮層	中柱	根毛部	延長部	根冠、分生組織
總量	677	691	419	728	721	760
排序	5	4	6	2	2	1



圖三 胡蘿蔔酵素分布對催化雙氧水分解速率長條圖

(三) 發現：

1. 橫剖面刨下來的各部位薄片外觀都不同，如照片所示。
2. 胡蘿蔔各部位的酵素含量不同，其中中柱最差，表示其所含的酵素最少。
3. 縱剖面（根冠、分生組織）和橫剖面（皮層）最好的部位都是生長激素較多的部位。



實驗二：探討「溫度」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響

想法：從實驗一知道胡蘿蔔不同部位的酵素分布並不相同，因此接下來的實驗我們決定將每一個實驗所需的胡蘿蔔量一次刨好，並充分攪拌均勻，以避免不同部位和表面積大小影響實驗結果。透過資料顯示，「溫度」會影響酵素的催化速率，且對多數酵素而言，適宜的溫度是在 25 °C~35 °C 之間，因此，我們便以此為依據來設計這個實驗。

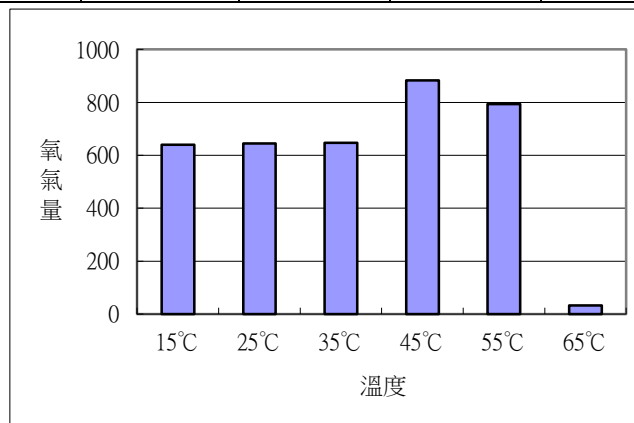
(一) 方法：

1. 取 6 份胡蘿蔔，分別放入 150 毫升，溫度為 15 °C、25 °C、35 °C、45 °C、55 °C、65 °C 的水中。
2. 將上述 6 份胡蘿蔔放入保溫瓶中保溫 1 小時。
3. 將上述 6 份胡蘿蔔分別加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

(二) 結果：

表二 溫度對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率實驗結果表（單位：毫升）

	15 °C	25 °C	35 °C	45 °C	55 °C	65 °C
總量	640	644	647	883	794	33
排序	3	3	3	1	2	6



圖四 溫度對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率長條圖

(三) 發現：

1. 胡蘿蔔酵素在 45 °C 的溫度下產生的氧氣量最多，表示在此溫度下酵素能發揮最大的催化功效，和資料上顯示一般酵素催化反應最適宜的溫度在 25 °C~35 °C 不同，表示胡蘿蔔酵素較耐高溫。
2. 胡蘿蔔酵素在 65 °C 時幾乎沒有反應，和資料上顯示酵素在高溫中一段時間後，構造和活性會被破壞相同。
3. 胡蘿蔔酵素在 15 °C~35 °C 的三種溫度中作用差不多。

		
將胡蘿蔔放入保溫瓶	測量水溫	將水倒入保溫瓶保溫

實驗三：探討「酸的濃度」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響

想法：在所查到的資料中提到 pH 值也是影響酵素催化作用的因素，透過資料我們了解到原來六年級「水溶液」單元中所提到的酸性、中性和鹼性是依 pH 值來區分，因此，我們將分別從酸性和鹼性對胡蘿蔔酵素的影響來進行探討。酸性物質則是選擇課堂中曾經使用過的醋酸。

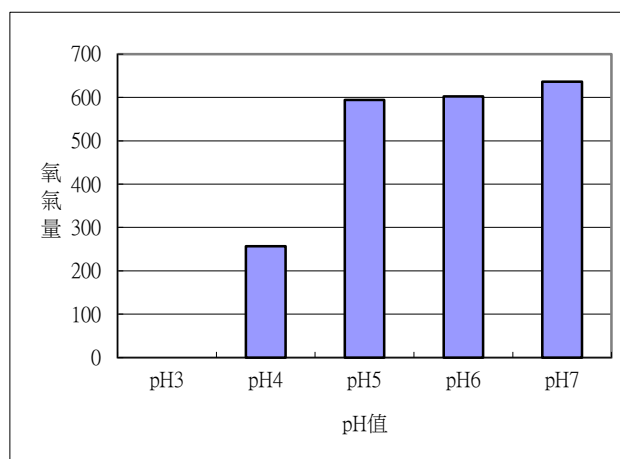
(一) 方法：

1. 取 5 份胡蘿蔔，分別放入 150 毫升，pH 值為 3、4、5、6 的醋酸溶液中，以及 pH 值 7 的水中作為對照組，放置室溫中 1 小時。
2. 將上述 5 份胡蘿蔔分別加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

(二) 結果：

表三 酸的濃度對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率實驗結果表（單位：毫升）

	pH 3	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7
總量	0	257	594	602	636
排序	5	4	2	2	1



圖五 酸的濃度對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率長條圖

(三) 發現：

1. 泡過酸的胡蘿蔔會變軟，且在越酸的水溶液中，胡蘿蔔會越軟，如照片。
2. 胡蘿蔔泡在越酸的水溶液中，催化速率越慢。pH 5和pH 6催化作用差不多，pH小於5後催化作用急速下降，在pH 3時無法產生催化作用，顯示pH值改變時會導致酵素的分子變性而失去原有的活性。和資料比較，胡蘿蔔酵素比人體內多數的酵素耐酸性好一些。



實驗四：探討「不同酸性物質」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響

想法：做完上一個實驗我們發現酸的濃度會影響酵素的分解作用，然而在一般的飲料成分中最常見的酸卻不是醋酸，而是檸檬酸，透過進一步蒐集資料的結果，發現原來酸的種類其實很多，但大致可以分為有機酸和無機酸兩大類，因此，我們想更進一步了解是否酸的種類也會影響酵素的催化作用呢？

(一) 方法：

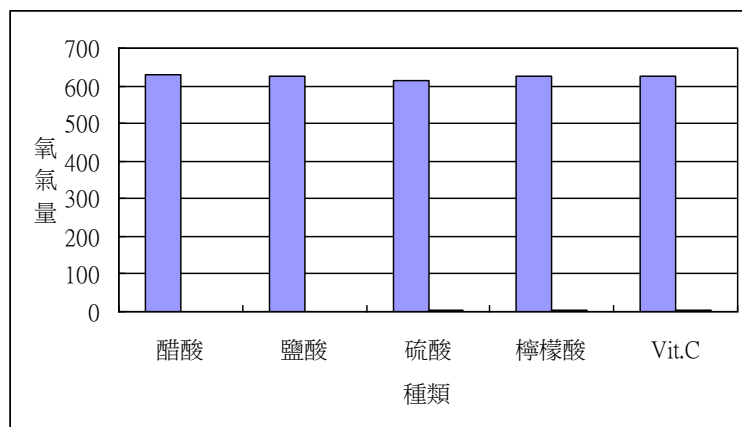
1. 取 5 份胡蘿蔔，分別放入 150 毫升，pH 值為 5 的醋酸、鹽酸、硫酸、檸檬酸和 Vit.C 溶液中。

- 因為 Vit.C 怕接觸光和空氣，因此將玻璃杯外包上鋁箔紙，並將水溶液倒滿玻璃杯，放置室溫中 1 小時。
- 將上述 5 份胡蘿蔔分別加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

(二) 結果：

表四 酸性物質對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率實驗結果表 (單位：毫升)

	醋酸	鹽酸	硫酸	檸檬酸	Vit.C
總量	628	627	614	626	624
排序	1	1	2	1	1



圖六 酸性物質對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率長條圖

(三) 發現：

- 就分類而言，鹽酸和硫酸屬於無機酸，其餘是有機酸，從實驗結果來看，胡蘿蔔浸泡在不同種類的酸性水溶液中一段時間後，氧氣生成量差異不大，可以知道酸的種類不會影響胡蘿蔔酵素的作用。



實驗五：探討「鹼性濃度」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響

想法：由於上課時使用的鹼性溶液是小蘇打溶液，它的 pH 值只有 8 左右，所以選擇鹼性較強的氫氧化鈉進行實驗。

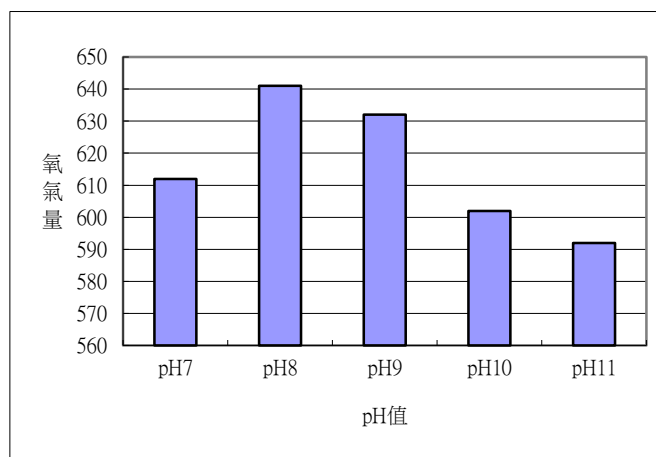
(一) 方法：

1. 取 5 份胡蘿蔔，分別放入 150 毫升，pH 值為 8、9、10、11 的氫氧化鈉溶液中，及 pH 值 7 的水為對照組，放置室溫中 1 小時。
2. 將上述 5 份胡蘿蔔分別加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

(二) 結果：

表五 鹼性濃度對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率實驗結果表（單位：毫升）

	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11
總量	612	641	632	602	592
排序	3	1	1	4	5



圖七 鹼性濃度對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率長條圖

(三) 發現：

1. 泡過鹼的胡蘿蔔不會變軟，和泡在酸性水溶液中的胡蘿蔔不同。
2. 加的鹼越多，效果越差。泡在 pH 8 和 pH 9 水溶液中的胡蘿蔔催化速度比 pH 7 好一些，pH 10 和 pH 11 則比 pH 7 差，所以在弱鹼的環境下可提升酵素的催化作用，強鹼則會降低酵素的催化作用。
3. 和酸做比較發現，鹼性溶液即使提高到 pH 11 胡蘿蔔的催化效果也不會太差，可以知道鹼對胡蘿蔔酵素的影響不大。

實驗六：探討「氯化鈉濃度」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響

想法：食鹽的學名為氯化鈉，是日常生活中最常見的調味料，不僅是烹煮胡蘿蔔時會添加，在防止蘋果變色時也會用到，然而鹽的用量多寡是否會影響到酵素的催化作用呢？因此，我們將以鹽的不同濃度來探討對胡蘿蔔酵素催化作用的影響。

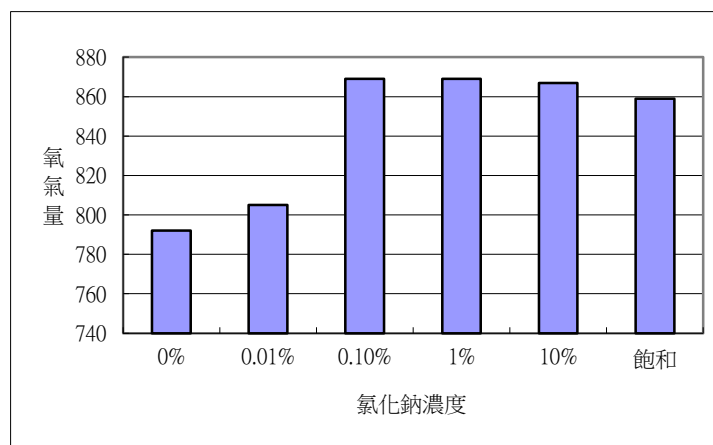
（一）方法：

1. 取 6 份胡蘿蔔，分別放入 150 毫升，濃度為 0%、0.01%、0.1%、1%、10%及飽和的氯化鈉溶液中，放置室溫中 1 小時。
2. 將上述 6 份胡蘿蔔分別加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

（二）結果：

表六 氯化鈉濃度對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率實驗結果表（單位：毫升）

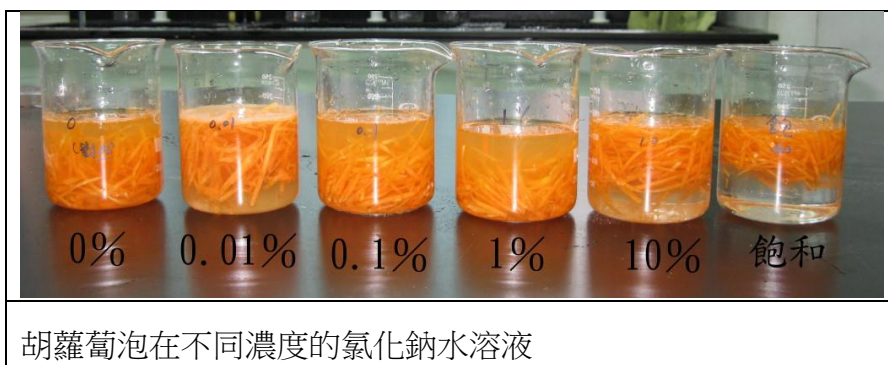
	0%	0.01%	0.1%	1%	10%	飽和
總量	792	805	869	869	867	859
排序	5	4	1	1	1	2



圖八 氯化鈉濃度對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率長條圖

（三）發現：

1. 胡蘿蔔放在濃度 10%和飽和的氯化鈉溶液中會浮起來。
2. 胡蘿蔔泡在濃度越高的氯化鈉水溶液中會越軟。
3. 由實驗結果發現氯化鈉水溶液濃度越高，胡蘿蔔酵素保留越多，產生的氧氣量越多，但高於 0.1%就差別不大了。



實驗七：探討「水中不同離子」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響

想法：由上一個實驗的結果知道氯化鈉的濃度會影響酵素的催化作用，而氯化鈉溶在水中會解離出鈉離子，是否離子也會影響酵素的催化作用呢？因此我們以在一般市售的瓶裝水中最常見到鈉離子、鉀離子、鈣離子和鎂離子四種來進行研究。

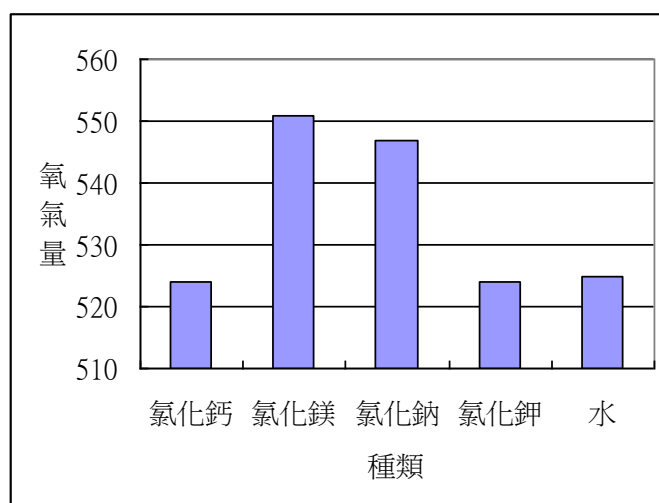
(一) 方法：

1. 取 5 份胡蘿蔔，分別放入 150 毫升，濃度為 0.1% 的氯化鈣、氯化鎂、氯化鈉、氯化鉀和水中，並放置室溫中 1 小時。
2. 將上述 5 份胡蘿蔔分別加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

(二) 結果：

表七 水中離子對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率實驗結果表（單位：毫升）

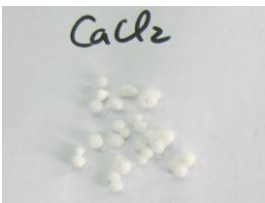
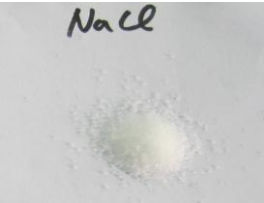
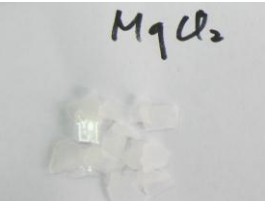




	氯化鈣	氯化鎂	氯化鈉	氯化鉀	水
總量	524	551	547	524	525
排序	3	1	1	3	3



圖九 水中離子對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率長條圖

(三) 發現：

1. 水中含鈉離子和鎂離子會使胡蘿蔔酵素的催化作用比較好，鈣離子和鉀離子則沒有影響。這個結果和離子半徑大小關係相符，推測離子小的會使胡蘿蔔酵素的催化作用變好。
2. 做完實驗後，胡蘿蔔的色素會附著在錐形瓶上，使錐形瓶看起來略呈橘紅色，而且無法用水洗乾淨，但用酒精就可以洗乾淨，而且色素溶在酒精內會呈金黃色，可知胡蘿蔔的色素不是水溶性的。

			
氯化鈣、氯化鎂、氯化鈉的結晶形狀不同			秤氯化鎂重量
			
瓶裝水的離子種類	實驗前後瓶子的比較	溶在酒精中的色素	

實驗八：探討「時間」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響

想法：回想在自然課製造氧氣的實驗時，每一組所用的胡蘿蔔和雙氧水量都相同，且切的大小都依全班討論方法來做，然而製造出來的氧氣量卻有差別，討論後發現有些組別的胡蘿蔔是前一天由家長切好後帶來的，有些則是在實驗前向老師借刀子切的，是否放置時間也會影響胡蘿蔔酵素的催化作用呢？因此我們設計這個實驗來加以驗證。

(一) 方法：

1. 取 30 克的胡蘿蔔 7 份，放置空氣中，每隔 1 小時取出 1 份，加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

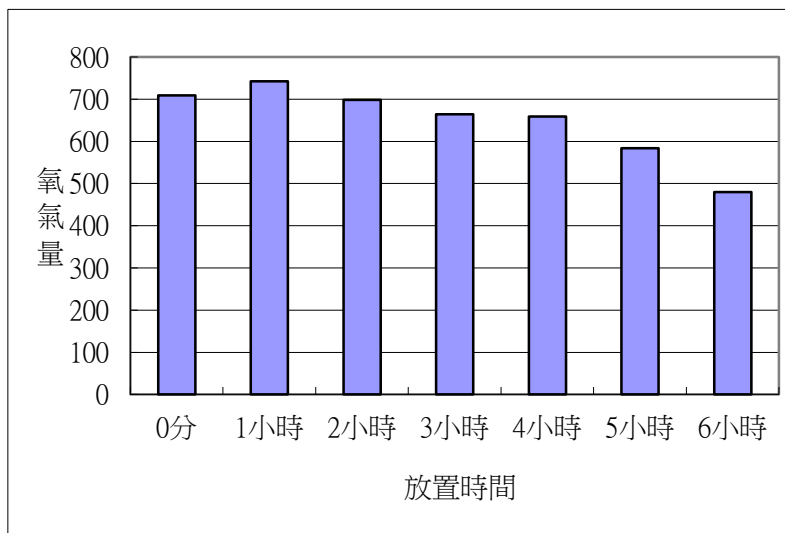


每一小時取一份胡蘿蔔

(二) 結果：

表八 時間對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率實驗結果表 (單位：毫升)

	0分	1小時	2小時	3小時	4小時	5小時	6小時
總量	709	742	698	664	659	584	480
排序	2	1	3	4	4	6	7



圖十 時間對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率長條圖

(三) 發現：

1. 放置一小時後的胡蘿蔔催化作用比現削的快，推測胡蘿蔔酵素活化需要一段時間，所以在下一個實驗中將間隔時間縮短，進行驗證。
2. 放置一小時後的胡蘿蔔，隨著放置時間越久，催化效果越差。
3. 放置時間越久，胡蘿蔔會慢慢失去水分，而變得乾癟、體積縮小。

實驗九：探討二小時內胡蘿蔔酵素變化對催化雙氧水分解速率的影響

想法：上一個實驗中發現現削的胡蘿蔔催化雙氧水的能力比放置一小時的差，我們想了解胡蘿蔔酵素活化是否需要一段時間，所以將間隔時間改為十五分鐘，進行驗證。

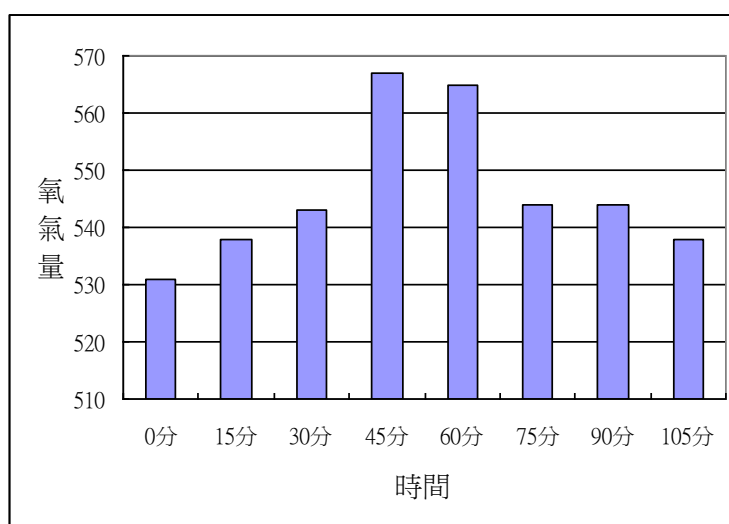
(一) 方法：

1. 取 30 克的胡蘿蔔 8 份，放置空氣中，每隔 15 分鐘取出 1 份，加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

(二) 結果：

表九 二小時內胡蘿蔔酵素變化對催化雙氧水分解速率實驗結果表（單位：毫升）

	0分	15分	30分	45分	60分	75分	90分	105分
總量	531	538	543	567	565	544	544	538
排序	8	5	3	1	1	3	3	5



圖十一 二小時內胡蘿蔔酵素變化對催化雙氧水分解速率長條圖

(三) 發現：

1. 胡蘿蔔酵素活化大約需 45~60 分鐘，才能達到最好的催化作用。

實驗十：探討「保存環境因子」對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率的影響

想法：由實驗八知道放置時間會對酵素的催化作用造成影響，那麼，放置的環境呢？實驗前的胡蘿蔔是放置在超市的冷藏櫃中；為了減少農藥殘留，有些人會將蔬果先浸泡在水中；而由蒐集的資料則顯示二氧化碳會影響植物的生長，這些保存環境因素也會影響酵素的催化作用嗎？我們將透過這個實驗的設計來加以驗證。

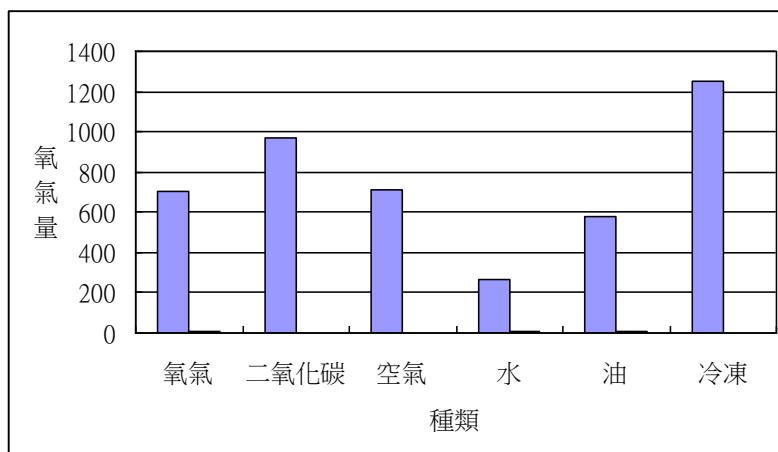
(一) 方法：

1. 取 6 份胡蘿蔔，分別保存在氧氣、二氧化碳、空氣、水、油及 0 °C 的環境中 24 小時。
2. 將上述 6 份胡蘿蔔分別加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氧氣。

(二) 結果：

表九 保存環境因子對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率實驗結果表（單位：毫升）








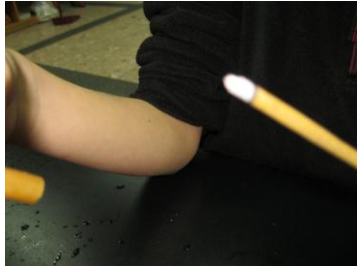

	氧氣	二氧化碳	空氣	水	油	冷凍
總量	706	966	715	265	575	1249
排序	3	2	3	6	5	1



圖十二 保存環境因子對胡蘿蔔酵素催化雙氧水分解速率長條圖

(三) 發現：

1. 從資料中知道二氧化碳能抑制植物的生長酵素，達到保鮮效果，實驗結果證實放在二氧化碳中的胡蘿蔔酵素被保存的較多，所以催化作用也較好。
2. 放在空氣中的胡蘿蔔經過一天後，重量減少三分之一，但放在充滿氧氣環境中的重量並沒有減少，比較兩者的氧氣生成量相差不多，推測重量雖然減少，但酵素的量並沒有因此而減少。
3. 放在冷凍庫中的胡蘿蔔經過一天後，取出解凍，杯內有水且顏色為橘紅色，氧氣生成量也最多。推測放在低溫中並沒有破壞胡蘿蔔的酵素，但冷凍後，細胞被破壞，雙氧水直接和酵素作用，反應就變快了。
4. 放在水中的胡蘿蔔經過一天後，催化作用最差，推測部分酵素溶出，能催化雙氧水的酵素變少了，所以反應變慢。
5. 放在油中的胡蘿蔔表面有一層油，洗不掉，可能因此防礙胡蘿蔔酵素與雙氧水的作用，造成氧氣生成量減少。

		
<p>放在充滿氧氣的環境中</p>	<p>放在充滿二氧化碳的環境中</p>	<p>胡蘿蔔放在油中</p>
		
<p>放在冷凍庫中</p>	<p>放在空氣中</p>	<p>原來 90 克的胡蘿蔔重量減少</p>
		
<p>放在水中</p>	<p>測試瓶子是否有氧氣</p>	

陸、結論

- 1.由氧氣生成量來看胡蘿蔔各部位的酵素含量是不同的，而氧氣生成量最多的部位正好與胡蘿蔔生長激素較多的部位吻合。
2. 溫度會影響酵素的催化作用。胡蘿蔔酵素在 45 °C 的溫度下能發揮最大的催化功效，其次是 55 °C，顯示胡蘿蔔酵素催化反應最適宜的溫度是在 45 °C~55 °C 之間；在 65 °C 時幾乎沒有反應，顯示酵素在高溫中一段時間後，構造和活性會被破壞。
3. 胡蘿蔔泡在越高濃度的酸性水溶液中，催化速率越慢，在 pH 5 和 pH 6 的酸性水溶液中，催化作用比 pH 7 略降；pH 4 催化作用急速下降；在 pH 3 時無法產生催化作用，顯示 pH 值改變時會導致酵素的分子變性而失去原有的活性。
4. 酸的種類不會影響胡蘿蔔酵素的催化作用。
5. 泡在弱鹼性水溶液中的胡蘿蔔，催化速率甚至比中性水溶液好一些，即使是泡在強鹼中一段時間，胡蘿蔔酵素的催化效果也不會太差，可以知道鹼對胡蘿蔔酵素的影響較小。
6. 氯化鈉水溶液濃度越高，胡蘿蔔酵素保留越多，但高於 0.1% 就差別不大了。
7. 水中含鈉離子和鎂離子會使胡蘿蔔酵素的催化作用比較好，推測離子較小催化效果較好。
8. 胡蘿蔔酵素活化大約需 45~60 分，才能達到最好的催化作用，過了一小時後，則隨著放置時間越久，催化效果越差。
9. 環境因素會影響胡蘿蔔酵素的催化作用，放在冷凍環境的優於其他環境因素，可知在低溫中並沒有破壞胡蘿蔔的酵素，解凍後會提高催化的速度；氣體環境中以二氧化碳中的胡蘿蔔酵素被保存的最多；放在水中環境的胡蘿蔔，催化作用最差，推測部分酵素溶出，能催化雙氧水的酵素變少了，所以反應變慢。。
10. 做完實驗後，胡蘿蔔的色素會附著在錐形瓶上，使錐形瓶看起來略呈橘紅色，而且無法用水洗乾淨，但用酒精就可以洗乾淨，可知胡蘿蔔的色素不是水溶性的。

柒、參考文獻

- 王美芬（總主任委員）（2011）。**國小自然與生活科技--教師手冊（第七冊）**。台北市：康軒文教。
- 台灣省教育廳兒童讀物編輯小組（主編）（1975）。**中華兒童百科全書（第7冊）**。台北市：台灣省教育廳。
- 王明慧、梁靜娟、陳昀、于仁茵、張晏慈、管慶萱（2002）。當胡蘿蔔遇上 Vit.C...，**中華民國第 41 屆中小學科學展覽會參賽作品集**。
- 呂念宗（彙編）（無日期）。**影響酵素的因素**。2011 年 10 月 15 日，取自：新化高中生物網路教室 <http://210.60.246.140/bio/win01/6/6-PDF.pdf>
- 酸**（無日期）。2011 年 10 月 15 日，取自：維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%85%B8>
- 什麼是 pH 值**（無日期）。2011 年 10 月 15 日，取自：
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1305092614163&q=1508012800604&p=PH%E5%80%BC>
- 發現台灣植物**（無日期）。2011 年 10 月 22 日，取自 <http://taiwanplants.ndap.org.tw/root02.htm>
- 呂鴻文（無日期）。**植物的根與莖**。2011 年 10 月 22 日，取自：北投國小自然資源手冊
<http://nature.ptes.tp.edu.tw/plant/%E6%A0%B9%E8%8E%96/%E6%A0%B92.htm>
- 葉美玲（無日期）。**動物行為與植物感應**。2011 年 10 月 22 日，取自：<http://w3.tshs.tp.edu.tw/~yeh>
[毫升/planthormone.htm](http://w3.tshs.tp.edu.tw/~yeh/毫升/planthormone.htm)

【評語】 080208

1. 誤認酵素需要活化時間始能催化。
2. 有系統探索胡蘿蔔酵素與過氧化氫之關係。