

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

080201

「氧」生之道

—探討紅蘿蔔與過氧化氫氧化還原反應情形

學校名稱：高雄市三民區光武國民小學

作者：	指導老師：
小六 楊博勛	蔡於樺
小六 李宥辰	曾淑靜
小六 陳彧雅	
小六 陳姿樺	
小六 蔡耀萱	

關鍵詞：紅蘿蔔、過氧化氫、氧化還原

題目：「氧」生之道一

探討紅蘿蔔與過氧化氫氧化還原反應情形

摘要

很多生物體內都有分解過氧化氫的成份，可以分解過氧化氫就是雙氧水成氧氣和水，利用紅蘿蔔各種不同品種、部位、並在不同溫度和醃漬處理後，與過氧化氫交互作用所產生氧氣的反應，將他統計成圖表並計算反應速率，以便觀察過氧化氫酶活性的變化，最後以紅蘿蔔和雙氧水漂白過的食品反應觀察是否能測出雙氧水的存在。

壹、研究動機

在六上自然課裡面我們學到利用紅蘿蔔分解過氧化氫製造氧氣，去年我們做了各種蔬果對過氧化氫分解能力的探討，實驗時發現即使同一種蔬果的不同部位也有不同的分解能力，當時並未深入探討。今年，我們就朝這個方向去深入實驗，並且再探討所使用的材料經過不同溫度處理過、醃漬後，對過氧化氫分解能力的變化，再看看它能不能用來分辨漂白過的豆乾、麵條，並分解裡面的雙氧水。使用紅蘿蔔作為實驗的素材，因為去年科展曾經做過實驗，發現紅蘿蔔分解過氧化氫的速率適中宜於測量觀察，且質地較硬，可以適當的選取需要的部份，處理成所需的大小。紅蘿蔔也比較便宜，四季皆有出產，容易取得，所以今年選擇拿來做實驗材料。

貳、研究目的

- 一、 探討紅蘿蔔汁和紅蘿蔔渣分解過氧化氫的能力
- 二、 探討不同品種的紅蘿蔔分解過氧化氫的能力
- 三、 探討同一個紅蘿蔔的不同部位分解過氧化氫的能力
- 四、 探討同條件的紅蘿蔔在經冷藏冷凍處理後分解過氧化氫的能力
- 五、 探討同條件的紅蘿蔔泡過不同溫度的水後，對分解過氧化氫的能力的影響
- 六、 探討以一般台式泡菜使用之醃漬材料（糖、鹽、醋）醃漬紅蘿蔔，對過氧化氫酶活性的影響
- 七、 探討紅蘿蔔分解過氧化氫的作用食品簡單檢測上的應用

參、研究設備與器材

一、研究器材與藥品：

測量用具：量杯、微量電子秤、溫度計、碼錶

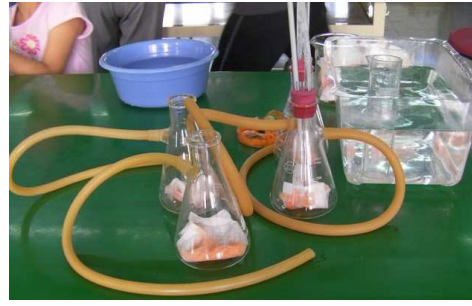
實驗工具：鑷子、湯匙、橡皮管、燒杯、錐形集氣瓶、橡皮塞子、手套、菜刀、磨泥器、沖茶袋、滴管、電磁爐

藥品：35%過氧化氫、硫酸鈦、五氧化二釩、碘化鉀

二、實驗材料：紅蘿蔔、食用醋、食鹽、糖（二號砂糖）、乾麵條、非基因豆乾。



過氧化氫與量杯



排水集氣裝置



紅蘿蔔泥裝在泡茶袋裡



磨泥器、計時器、電子秤

肆、研究過程或方法

一、探討紅蘿蔔汁和紅蘿蔔渣與過氧化氫交互作用的變化

一般人喜歡將蔬果榨汁來飲用，我們紅蘿蔔分離成渣、紅蘿蔔汁，與過氧化氫進行氧化還原反應，探討蘿蔔渣和汁對過氧化氫氧化還原成氧紅蘿蔔氣的影響，結果如下述。

(一)過氧化氫與紅蘿蔔渣、紅蘿蔔汁交互作用還原成氧氣的變化

1.步驟：

- (1) 用渣、汁分離的榨汁機將一整條紅蘿蔔分成紅蘿蔔渣、紅蘿蔔汁(如下面照片)。
- (2) 各取 5g 蘿蔔汁和渣，放入泡茶袋中。
- (3) 用排水集氣法的裝置加入 15 cc 35%的過氧化氫，分別反應數十次，並挑出反應較佳的 5 次進行記錄統計分析，將產生特定體積氧氣所花的時間記下，並紀錄 3 分鐘後的最後體積。



紅蘿蔔渣



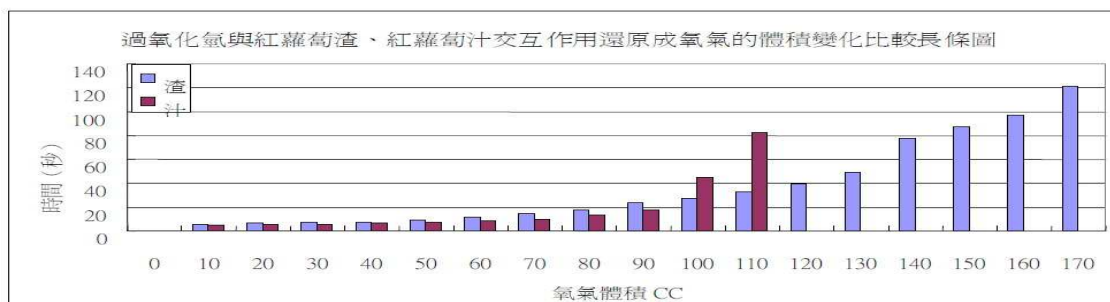
紅蘿蔔汁

2.統計與比較

表一-1：過氧化氫與紅蘿蔔渣、紅蘿蔔汁交互作用還原成氧氣的體積變化統計比較表
(cc：產出養氣體積，sec：反應時間，以下同)

項目 \ sec \ cc	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
紅蘿蔔渣平均	0	5.8	6.6	7.4	7.8	8.8	12	15	18	24	27	33	39	50	78	87	97	121
紅蘿蔔汁平均	0	5.2	5.8	6	6.3	7.2	8.5	9.8	13	18	45	82						

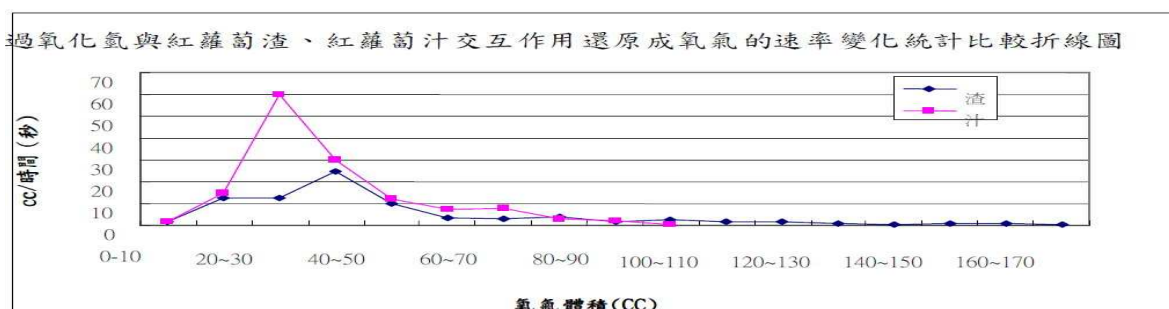
圖一-1：過氧化氫與紅蘿蔔渣、紅蘿蔔汁交互作用還原成氧氣的體積變化比較長條圖



表一-2 過氧化氫與紅蘿蔔渣、紅蘿蔔汁交互作用還原成氧氣的速率變化統計比較表

反應項目 \ 速率 \ cc	0-10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100	100~110	110~120	120~130	130~140	140~150	150~160	160~170
紅蘿蔔渣	1.72	12.5	12.5	25	10	3.57	2.94	3.85	1.67	2.63	1.79	1.56	0.97	0.36	1.05	1	0.42
紅蘿蔔汁	1.94	15	60	30	12	7.50	7.69	3.13	2.22	0.36							

圖一-2：過氧化氫與紅蘿蔔渣、紅蘿蔔汁交互作用還原成氧氣的速率變化統計比較折線圖



(二)、探討結果一：

1. 由紅蘿蔔渣、紅蘿蔔汁的比較圖可得知渣產生的氧氣比汁多（產生氧氣的體積比 170 cc：100 cc），汁的速率比渣好，開始時就上升的很快每秒可達 60 cc，但時間才過一半很快就反應完了。
2. 渣的反應速率一開始並不高，但是卻可以一直反應到 3 分鐘結束。

二、探討過氧化氫與不同品種紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的變化

市面上除了有本土產的紅蘿蔔外，也找到一種不同小品種而且價錢較高的紅蘿蔔，他們的分解能力誰強呢？

(一) 過氧化氫與大、小品種紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的變化

1. 步驟：

- (1) 把大、小品種(如照片)紅蘿蔔各別全部磨成泥均勻攪拌後，秤5g放入茶袋，放入錐形瓶。
- (2) 如探討活動一步驟(3)



本地生產一般紅蘿蔔



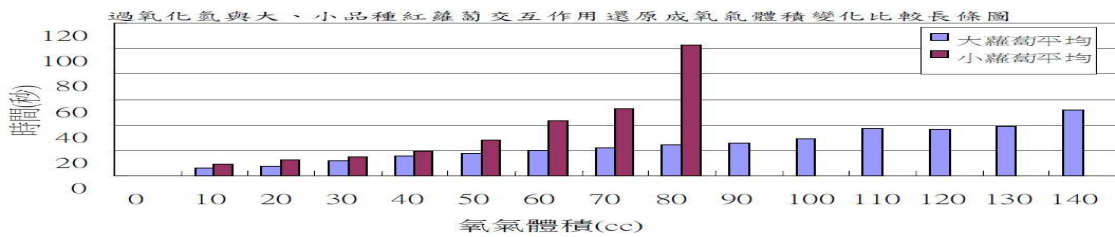
進口小紅蘿蔔(小孩拇指大)

2. 過氧化氫與大、小品種紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的記錄統計

表二-1、過氧化氫與大、小品種紅蘿蔔交互作用還原成氧氣體積變化比較表

sec \ cc	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
大紅蘿蔔平均	0	5.67	7.33	11.7	15.8	17.7	19.8	22	24	26	29	37.3	36.7	39	51.5
小紅蘿蔔平均	0	9.38	12.3	15.3	19.1	28	43	53	103						

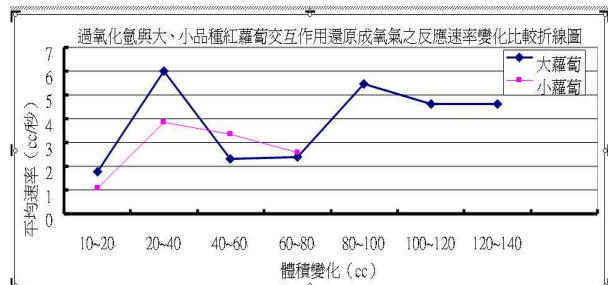
圖二-1、過氧化氫與大、小品種紅蘿蔔交互作用還原成氧氣體積變化比較長條圖



表二-2、過氧化氫與大、小品種紅蘿蔔交互作用還原成氧氣之速率變化比較表

速率 \ cc	10~20	20~40	40~60	60~80	80~100	100~120	120~140
大品種紅蘿蔔平均	1.764706	6	2.31	2.4	5.45	4.62	4.62
小品種紅蘿蔔平均	1.075269	3.85	3.33	2.58			

圖二-2、過氧化氫與大、小品種紅蘿蔔交互作用還原成氧氣之反應速率變化比較折線圖



(二)、探討結果二

1. 在不同品種的紅蘿蔔分解過氧化氫的能力的實驗中，3 分鐘內，大紅蘿蔔分解的氧氣體積比小紅蘿蔔多。從氧氣體積變化長條圖來看，大紅蘿蔔的效果比小紅蘿蔔好。

體積比 140 cc : 80 cc

- 以分解速率來看，大紅蘿蔔分解過氧化氫的速率比較快，兩個氧化還原反應速率都會再 10~40 的地方上升到最高。

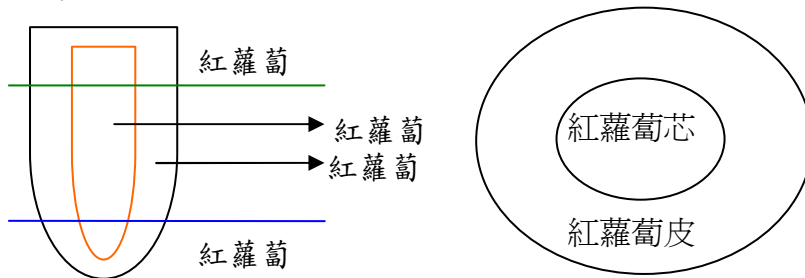
三、探討紅蘿蔔各部位與過氧化氫反應產生氧氣變化

去年的實驗，認為紅蘿蔔全身反應應該很接近，常因實驗數字變化大吃足苦頭，所以要仔細來探討紅蘿蔔各部位與過氧化氫反應產生氧氣變化。本實驗分別取紅蘿蔔頭、尾、皮、芯四部份，與過氧化氫進行氧化還原反應，探討不同部位的紅蘿蔔氧化還原反應的情形，結果如下述。

(一)、過氧化氫與「紅蘿蔔頭」交互作用的氧化還原反應

1. 步驟：

- 分別取紅蘿蔔頭(紅蘿蔔前端約 3 cm)、取紅蘿蔔尾(紅蘿蔔後端約 3 cm)、紅蘿蔔皮(紅蘿蔔外層約 1 cm)、紅蘿蔔芯(紅蘿蔔中央半徑約 1 cm)，以磨泥器磨成大小均勻的泥狀。



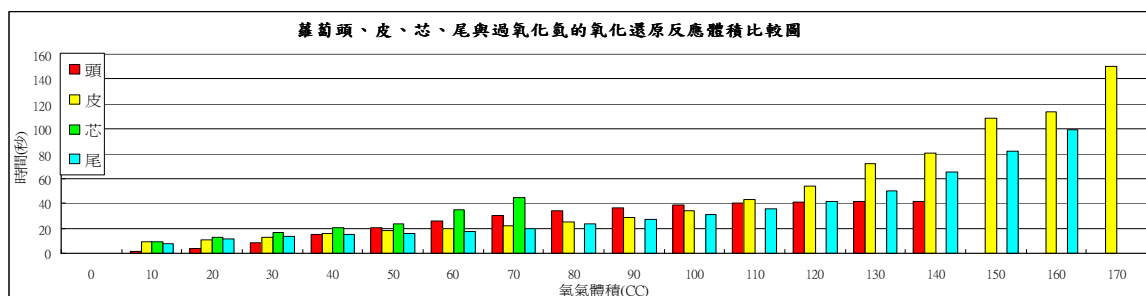
- 如探討一、之操作步驟 (3)

2. 過氧化氫紅蘿蔔交互作用還原成氧氣變化數據統計比較

表三-1：過氧化氫與紅蘿蔔頭、尾、皮、芯交互作用還原成氧氣的體積變化統計比較表

部位 \ sec	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	
頭	0	1.32	3.96	8.46	14.8	20.7	26.1	30.4	33.8	36.5	38.6	40.2	41.2	41.8	42				
尾	0	7.5	11.3	13.4	14.9	16.3	17.5	19.4	23.3	27.1	30.8	35.4	41.4	50.1	65.6	82	99.3		
皮	0	9	10.6	13	16.2	18	19.8	22	25.2	28.6	34.4	43.4	54.2	72.2	80.8	109	114	151	
芯	0	9.4	12.6	16.6	20.6	23.3	35	45											

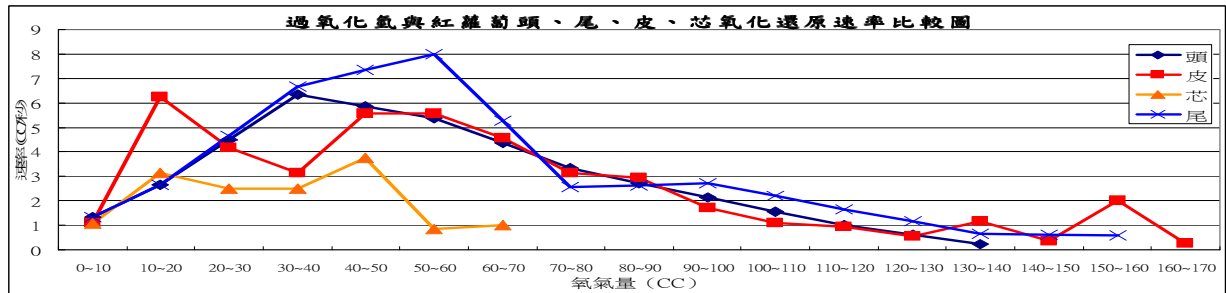
圖三-1：過氧化氫與紅蘿蔔頭、尾、皮、芯交互作用還原成氧氣的體積變化比較長條圖



表三-2 過氧化氫與紅蘿蔔頭、尾、皮、芯交互作用還原成氧氣的速率變化統計比較表

項目	速率	體積																
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130	130-140	140-150	150-160	160-170
頭		1.32	2.64	4.5	6.36	5.87	5.38	4.36	3.33	2.73	2.13	1.57	1.01	0.61	0.22			
尾		1.335	2.67	4.67	6.67	7.335	8	5.275	2.55	2.635	2.72	2.19	1.66	1.155	0.65	0.615	0.58	
皮		1.11	6.25	4.17	3.13	5.56	5.56	4.55	3.13	2.94	1.72	1.11	0.93	0.56	1.17	0.36	2	0.27
芯		1.06	3.13	2.5	2.5	3.77	0.85	1	不再有反應									

圖三-2 過氧化氫與紅蘿蔔頭、尾、皮、芯交互作用還原成氧氣的速率變化統計比較折線圖



(二)、探討結果三：

1. 紅蘿蔔頭、尾、芯、皮當中，紅蘿蔔皮與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣體積量最多約 170 cc，紅蘿蔔芯最少僅 70 cc，反應速率最差。
2. 頭和尾比較，3 分鐘內紅蘿蔔頭與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣量較少；紅蘿蔔尾產生的氧氣量較多。(140 cc：160 cc)，而尾部是四個部位中反應速率最大的。
3. 紅蘿蔔頭、尾、芯當中，紅蘿蔔芯產生的氧氣體積量最少，可知，紅蘿蔔芯會減少氧氣體積，可能是因為紅蘿蔔頭含有蘿蔔芯的量 > 紅蘿蔔尾含有蘿蔔芯的量，所以，紅蘿蔔尾產生的氧氣體積會比紅蘿蔔頭多 (表四-1)

四、探討相同條件的紅蘿蔔經冷藏、冷凍處理後分解過氧化氫的能力的變化

我們都會將蔬果冷藏或冷凍，本實驗分別取經冷藏、冷凍、放置室溫下的紅蘿蔔，與過氧化氫進行氧化還原反應，探討經不同溫度儲存後的紅蘿蔔與過氧化氫氧化還原反應的情形，結果如下述。



〈一〉、過氧化氫分別與經冷藏 4°C、冷凍-20°C、放置室溫下 25°C，各 24hr、48 hr、72 hr、96 hr 的紅蘿蔔交互作用還原成氧氣實驗

1. 步驟：

- (1) 分別取放置室溫下 25°C 的紅蘿蔔 (分 24hr、48 hr、72 hr、96 hr)、冷藏 4°C (分 24hr、48 hr、72 hr、96 hr) 和冷凍-20°C (分 24hr、48 hr、72 hr、96 hr) 的紅蘿蔔，以磨泥器磨成大小均勻的泥狀。

(2) 其餘步驟如前三個探討活動

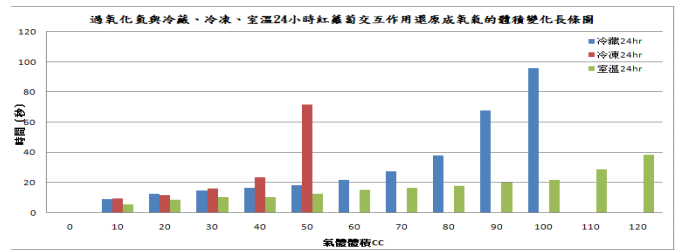
2. 過氧化氫與經冷藏、冷凍、放置室溫下 (分 24hr、48 hr、72 hr、96 hr)、的紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的統計與比較

(1) 同時數不同放置溫度的比較

表四- (1) -1：過氧化氫與室溫(25°C)、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C) 24hr 交互作用還原成氧氣的體積變化統計比較表

項目 \ 體積 (CC)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
室溫 24hr	0	5.67	8.67	10.3	10.5	12.7	15.2	16.5	17.8	20	21.8	29	38.7
冷藏 24hr	0	9.17	12.8	14.8	16.5	18.2	21.7	27.5	38.3	68	96		
冷凍 24hr	0	9.83	12	16	23.6	71.7							

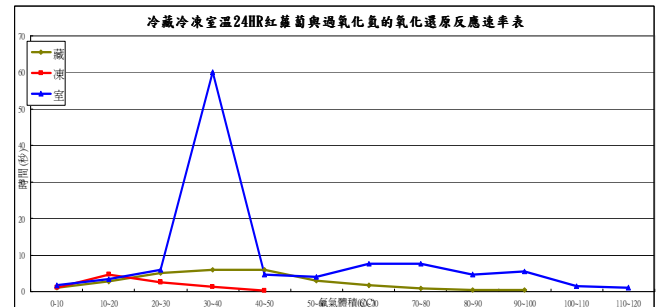
圖四- (1) -1：過氧化氫與室溫(25°C)、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C) 24hr 交互作用還原成氧氣的體積變化統計長條圖



表四- (1) -2：過氧化氫與室溫(25°C)、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C) 24hr 交互作用還原成氧氣的速率變化統計比較表

項目 \ 速率 (CC)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120
室溫 24hr	1.8	3.3	6.0	6.0	4.6	4.0	7.5	7.7	4.5	5.5	1.4	1.0
冷藏 24hr	1.1	2.7	5.0	6.0	6.0	2.9	1.7	0.9	0.3	0.4		
冷凍 24hr	1.0	4.6	2.5	1.3	0.2							

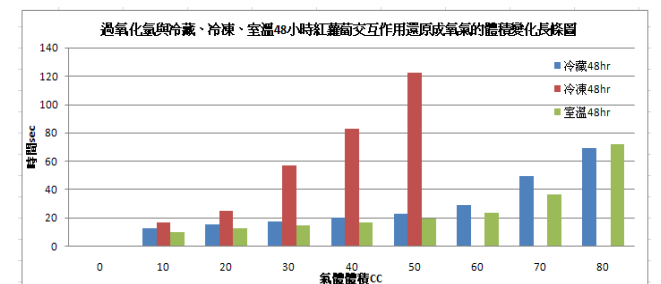
圖四- (1) -2：過氧化氫與室溫(25°C)、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C) 24hr 紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的速率變化比較折線圖



表四- (1) -3：過氧化氫與室溫(25°C)、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C) 48hr 紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的體積變化比較表

項目 \ 體積 (CC)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
室溫 48hr	0	10.2	12.8	15	17.2	19.8	24	36.5	72
冷藏 48hr	0	13.2	15.4	17.6	20.2	23.4	29.2	49.4	69.5
冷凍 48hr	0	16.8	25.4	57.1	82.8	122			

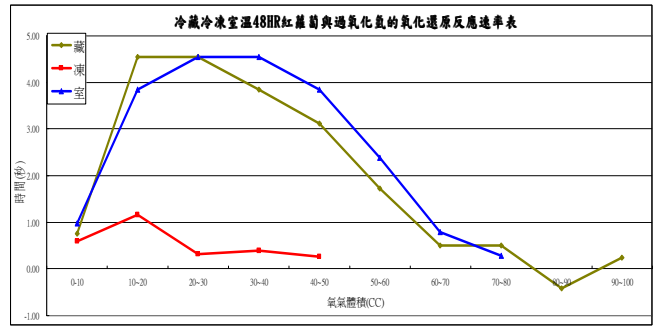
圖四- (1) -3：過氧化氫與室溫(25°C)、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C) 48hr 紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的體積變化長條圖



表四- (1) -4 室溫(25°C) 、冷藏(4°C) 和冷凍 (-20°C) 48hr 反應速率比較表

速率項目 \ CC	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
室溫 48hr	0.98	3.85	4.55	4.55	3.85	2.38	0.8	0.28		
冷藏 48hr	0.76	4.55	4.55	3.85	3.13	1.72	0.5	0.5	-0.42	0.25
冷凍 48hr	0.6	1.15	0.32	0.39	0.26					

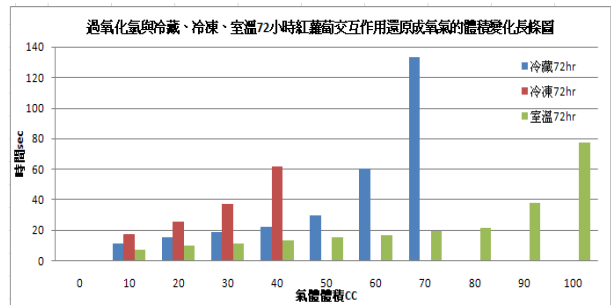
圖四- (1) -4 室溫(25°C) 、冷藏(4°C) 和冷凍 (-20°C) 48hr 反應速率折線圖



表四- (1) -5：過氧化氫與室溫(25°C) 、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C) 72hr 紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的體積變化比較表

SEC \ CC	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
室溫 72hr	0	7.56	10	11.8	13.6	15.4	17.3	19.6	21.9	38.1	77.2
冷藏 72hr	0	11.6	15.4	18.9	22.1	30	60.7	133			
冷凍 72hr	0	17.4	26	37.2	61.7						

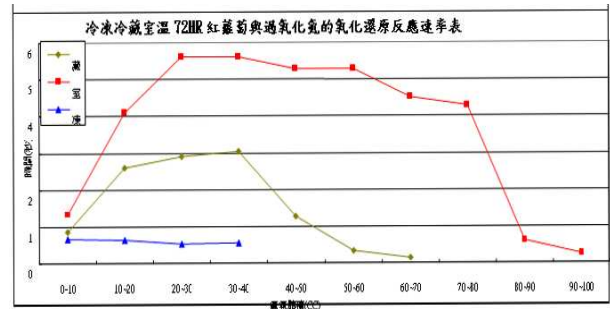
圖四- (1) -5 過氧化氫與室溫(25°C) 、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C)72hr 紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的體積變化長條圖



表四- (1) -6 室溫(25°C) 、冷藏(4°C) 和冷凍 (-20°C) 72hr 反應速率比較表

速率項目 \ CC	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
室溫 72hr	1.32	4.09	5.63	5.63	5.29	5.29	4.50	4.29	0.62	0.26
冷藏 72hr	0.86	2.59	2.92	3.04	1.27	0.33	0.14			
冷凍 72hr	0.65	0.63	0.52	0.54						

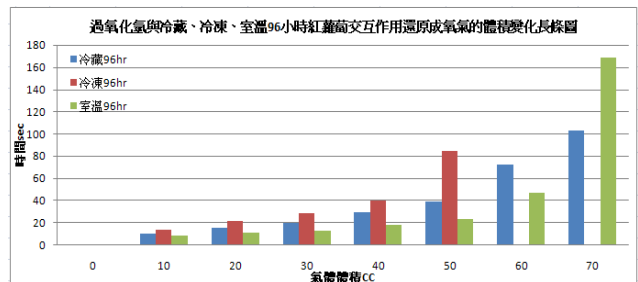
圖四- (1) -6 冷凍冷藏室溫 72HR 紅蘿蔔與過氧化氫的氧化還原反應速率圖



表四- (1) -7 過氧化氫與室溫(25°C) 、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C) 96hr 紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的體積變化比較表

SEC \ CC	0	10	20	30	40	50	60	70
室溫 96hr	0	9	11.4	13.4	18.6	23.3	47.3	169
冷藏 96hr	0	10.4	15.4	20.2	29.3	39.7	72.3	103
冷凍 96hr	0	14.4	21.9	28.4	40.4	85		

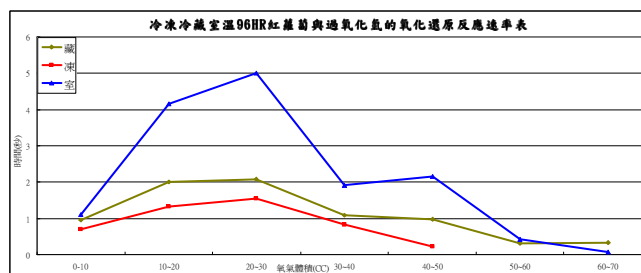
圖四-1-7 過氧化氫與室溫(25°C) 、冷藏(4°C) 和冷凍(-20°C) 96hr 紅蘿蔔交互作用還原成氧氣的體積變化長條圖



表四- (1) -8 室溫(25°C) 、冷藏(4°C) 和 冷凍(-20°C) 96hr 反應速率比較表

速率項目 \ cc	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
室溫 96hr	1.11	4.17	5	1.92	2.15	0.42	0.08
冷藏 96hr	0.96	2	2.08	1.09	0.97	0.31	0.33
冷凍 96hr	0.69	1.33	1.55	0.83	0.22		

圖四-(1)-8 室溫(25°C) 、冷藏(4°C) 和 冷凍(-20°C) 96hr 反應速率比較折線



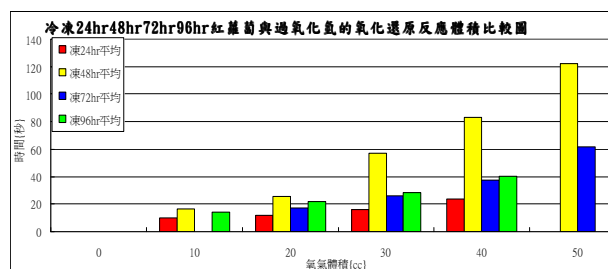
(2) .同溫度不同放置時數的比較

(2) -1 冷凍 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應比較

表四- (2) -1-1 冷凍 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應產生氧氣體積紀錄表

項目 \ cc	0	10	20	30	40	50
凍 24hr 平均	0	9.83	12	16	23.6	71.67
凍 48hr 平均	0	16.79	25.44	57.13	82.8	122
凍 72hr 平均	0	17.44	26	37.2	61.67	
凍 96hr 平均	0	14.4	21.93	28.4	40.43	85

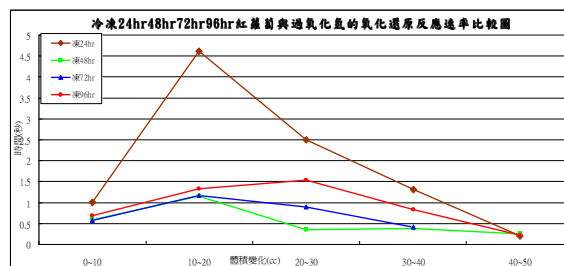
圖四- (2) -1-1 冷凍 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應產生氧氣體積長條圖



表四-(2)-1-2 冷凍 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應速率比較表

速率項目 \ cc	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
凍 24hr	1.02	4.62	2.5	1.32	0.21
凍 48hr	0.60	1.15	0.36	0.39	0.26
凍 72hr	0.57	1.17	0.89	0.41	
凍 96hr	0.69	1.33	1.55	0.83	0.22

圖四- (2) -1-2 冷凍 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應速率比較圖

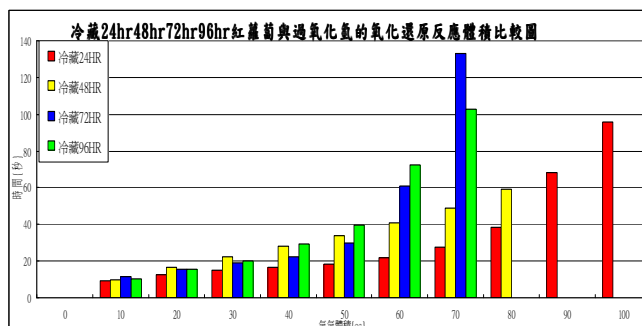


(2) -2 冷藏 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應比較

表四 (2) -2-1 冷藏 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應產生氧氣體積比較表

項目 \ cc	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
冷藏 24HR	0	9.17	12.8	14.8	16.5	18.2	21.7	27.5	38.3	68	96
冷藏 48HR	0	9.58	16.4	22.4	28.3	34.1	40.8	48.8	59.2		
冷藏 72HR	0	11.6	15.4	18.9	22.1	30	60.7	133			
冷藏 96HR	0	10.4	15.4	20.2	29.3	39.7	72.3	103			

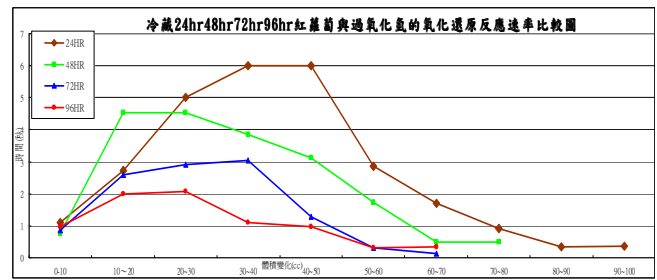
圖四 (2) -2-1 冷藏 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應產生氧氣體積比較圖



表四 (2) -2-2 速率比較表

速率 項目 \ CC	0-10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
冷藏 24HR	1.09	2.73	5	6	6	2.86	1.71	0.92	0.34	0.36
冷藏 48HR	0.76	4.55	4.55	3.85	3.13	1.72	0.5	0.5		
冷藏 72HR	0.86	2.59	2.92	3.04	1.27	0.33	0.14			
冷藏 96HR	0.96	2	2.08	1.09	0.97	0.31	0.33			

圖四 (2) -2-2 速率比較圖

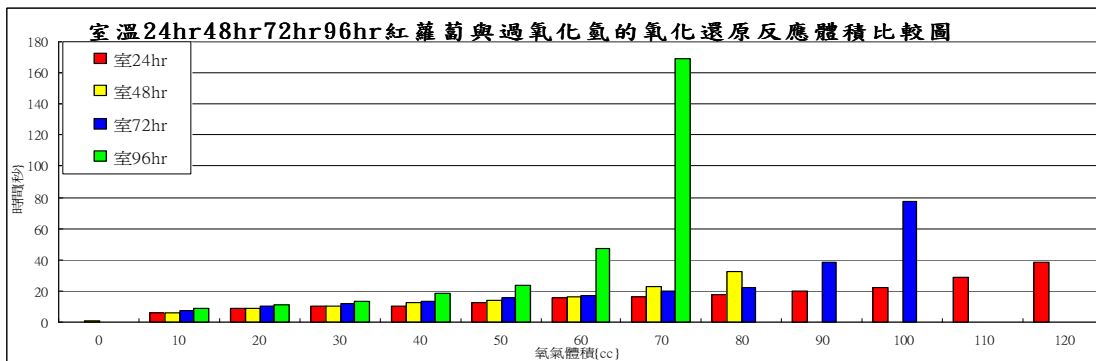


(2) -3 放置室溫 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應比較

表四- (2) -3-1 室溫 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應體積紀錄表

SEC 項目 \ CC	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
室 24hr	0	5.67	8.67	10.3	10.5	12.7	15.2	16.5	17.8	20	21.8	29	38.67
室 48hr	0.68	5.55	8.77	10.5	12.4	14.2	16.1	22.8	32.8				
室 72hr	0	7.56	10	11.8	13.6	15.4	17.3	19.6	21.9	38.1	77.2		
室 96hr	0	9	11.4	13.4	18.6	23.3	47.3	169					

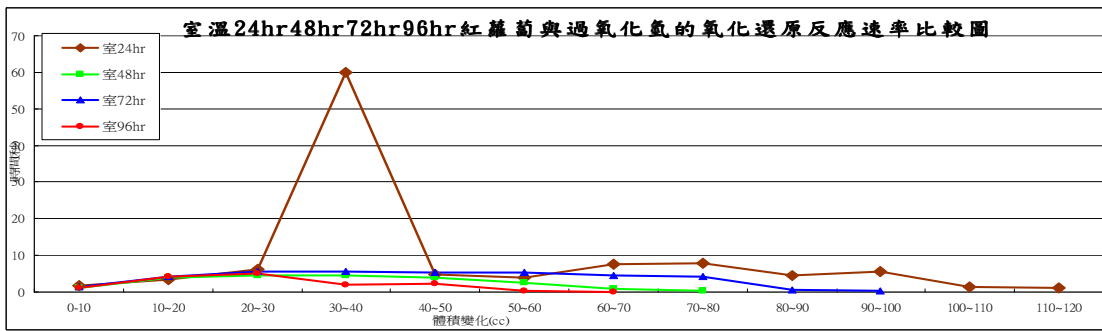
圖四- (2) -3-1 體積比較長條圖



表四- (2) -3-2 室溫 24hr.48hr.72hr.96hr 紅蘿蔔氧化還原反應速率紀錄

速率 項目 \ CC	0-10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100	100~110	110~120
室 24hr	1.76	3.33	6	60	4.62	4	7.5	7.69	4.55	5.45	1.4	1.03
室 48hr	0.98	3.85	4.55	4.55	3.85	2.38	0.8	0.28				
室 72hr	1.32	4.09	5.63	5.63	5.29	5.29	4.5	4.29	0.62	0.26		
室 96hr	1.11	4.17	5	1.92	2.15	0.42	0.08					

圖四- (2) -3-2 速率比較折線圖



(二)、**探討結果四**：分 2 個標準來比較

1. 放置時間相同，放置環境的溫度不同：同樣放置 24hr~96hr，每天比較起來，冷凍後的紅蘿蔔與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣體積最少，約 50 cc 以內，4 天加起來產生約 190 cc，反應速率最慢。最多的是室溫內的紅蘿蔔 4 天加起來產生 370 cc 氧氣，而且反應速率最快，冷藏介於中間產生 220 cc 氧氣。
2. 放置環境的溫度相同，放置時間不同（1~4 天）：
 - (1) 放置室溫的紅蘿蔔與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣體積變化（120 cc \diamond 80 cc \diamond 100 cc \diamond 70 cc）下降的趨勢雖然第三天有稍微上升，反應速率由很強（每秒 60 cc）到弱（每秒 10 cc 以內）。
 - (2) 冷藏後的紅蘿蔔與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣體積逐日下降到第三天，第四天和第三天一樣（100 cc \diamond 80 cc \diamond 70 cc \diamond 70 cc）。反應速率則逐日下降，但都在每秒 10 cc 以內。
 - (3) 冷凍後的紅蘿蔔產生的氧氣體積雖然少，但相對的穩定（50 cc \diamond 50 cc \diamond 40 cc \diamond 50 cc），反應速率小（每秒 5 cc 以內）

五、探討相同條件的紅蘿蔔泡過不同溫度的水後，對分解過氧化氫的能力的影響

(一)、過氧化氫與紅蘿蔔泥（泡過 5°C、30°C、40°C、50°C、60°C、70°C、80°C、90°C 和沸騰的水 5 分鐘）交互作用還原成氧氣實驗

1. 步驟：

- (1) 把整條紅蘿蔔全部磨成泥，秤 5g 放入茶袋，放入 5°C、30°C、40°C、50°C、60°C、70°C、80°C、90°C 和沸騰的 500cc 水裡，煮 5 分鐘並將它滴水 30 秒，再放入排水集氣裝置的錐型瓶中。
- (2) 以下步驟如前



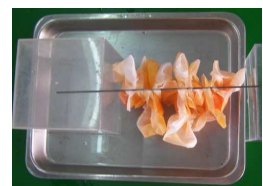
準備好的紅蘿蔔泥



紅蘿蔔泥泡入加熱的水中



測水溫



泡 5 分鐘後滴水 30 秒

2. 過氧化氫與與上述紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的統計與比較

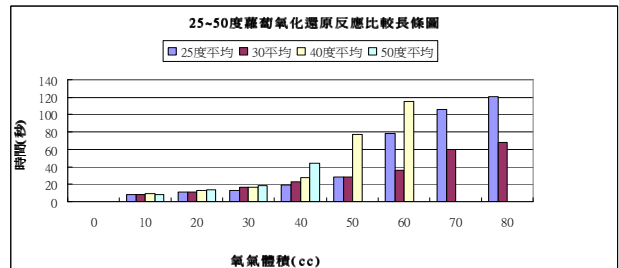
說明：因為我們發現 50°C~60°C 水是一個分界點，所以分 25°C~50°C 和 60~沸騰兩部份來統計比較

(1) 過氧化氫和泡過 (25°C~50°C) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的統計比較表

表五-(1)-1 過氧化氫和泡過 (25°C~50°C) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的體積變化統計表

項目 \ sec \ cc	0	10	20	30	40	50	60	70	80
25°C 平均	0	8.3	11	13	19	29	78	106	121
30°C 平均	0	8.5	12	15	17	22	36	60	68
40°C 平均	0	9.6	13	16	28	77	116		
50°C 平均	0	9	17	21	57				

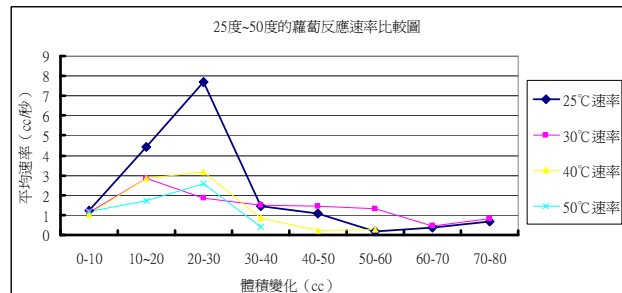
圖五-(1)-1 過氧化氫和泡過 (25°C~50°C) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的體積變化長條圖



表五-(1)-2 過氧化氫和泡過 (25°C~50°C) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的速率變化統計表

項目 \ 速率 \ cc	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
25°C 速率	1.2	4.4	7.7	1.4	1.1	0.2	0.4	0.7
30°C 速率	1.1	2.9	1.9	1.5	1.4	1.3	0.4	0.8
40°C 速率	1	2.9	3.2	0.8	0.2	0.3		
50°C 速率	1.2	1.7	2.6	0.4				

圖五-(1)-2 過氧化氫和泡過 (25°C~50°C) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的速率變化折線圖

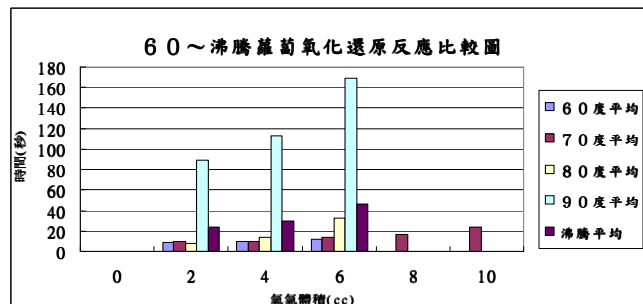


(2) 過氧化氫和泡過 (60°C~沸騰) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的統計比較表

表六-(2)-1 過氧化氫和泡過 (60°C~沸騰) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的體積變化統計表

項目 \ sec \ cc	0	2	4	6	8	10
60度平均	0	9	9.5	12		
70度平均	0	9.4	9.75	14	17	24
80度平均	0	8.18	13.5	33		
90度平均	0	89	113	169		
沸騰平均	0	23.5	29.9	46.9		

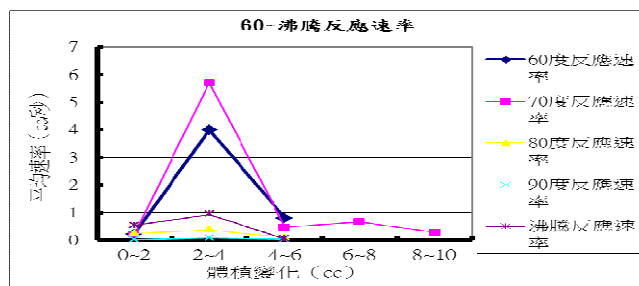
圖五-(2)-1 過氧化氫和泡過 (60°C~沸騰) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的體積變化長條圖



表五- (2) -2 過氧化氫和泡過 (60°C~沸騰) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的速率變化統計

速率 項目 \ cc	0~2 cc	2~4 cc	4~6 cc	6~8 cc	8~10 cc
60 度反應速率	0.22	4	0.8		
70 度反應速率	0.21	5.71	0.47	0.67	0.29
80 度反應速率	0.24	0.38	0.1		
90 度反應速率	0.02	0.08	0.04		
沸騰反應速率	0.54	0.93	0.04		

圖五- (2) -2 過氧化氫和泡過 (60°C~沸騰) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的速率變化折線圖



表五- (2) -3 過氧化氫和泡過 (25°C~沸騰) 水的紅蘿蔔泥交互作用還原成氧氣的體積紀錄表

項目 \ sec \ cc	0	2	4	6	8	10	20	30	40	50	60	70	80
25 度平均	0					8.33	10.6	12.5	19.4	28.8	78.3	106	121
30 度平均	0					8.56	11.3	16.2	22.7	28.7	35.5	59.8	68
40 度平均	0					9.57	13.1	16.2	28.1	77	116		
50 度平均	0					8.38	14.1	18	43.8				
60 度平均	0	9	9.5	12									
70 度平均	0	9.4	9.75	14	17	24							
80 度平均	0	8.18	13.5	33									
90 度平均	0	89	113	169									
沸騰平均	0	23.5	29.9	46.9									

註：

- 60°C~到沸騰的反應有些不穩定，失敗次數很多，我們仍努力擷取可用的數字加以統計。
- 這部份實驗結果氧氣體積大量減少，速率也是先快速上升後下降，只不過只有一開始幾秒鐘有反應，60°C、80°C、90°C、沸騰這幾個變因下，過氧化氫還原成氧氣的體積至多到 6 cc，而 70°C 獨獨可以到 10 cc。

(二)、探討結果五

- 紅蘿蔔泥浸泡的 25°C~50°C 水後，分解過氧化氫產生氧氣的體積以 25°C 和 30°C 這個範圍最好可以分解出 80 cc 的氧氣，隨溫度的逐漸上昇，產生的氧氣量也隨著減少，依次 80 cc (25°C 和 30°C) > 50 cc (40°C) > 40 cc (50°C)
- 上述結果反應速率都是在分解出 20 cc 氧氣之前快速上昇，然後逐漸下降，以 25°C 的反應速率最快。
- 水溫超過 50°C 以後，60°C~沸騰的反應有些不穩定，容易失敗，分解過樣化氫成爲氧氣變化的趨勢是，氧氣體積突然降低到 10 cc 以內，60°C、80°C、90°C、沸騰僅 6 cc。
- 結果 (三) 產生 2~4 cc 氧氣時、60°C、70°C 反應速率較快，80°C、90°C、沸騰都在每秒 1 cc 以下

六、探討以一般台式泡菜使用之醃漬材料（糖、鹽、醋）醃漬紅蘿蔔，對過氧化氫酶活性的影響

(一) 實驗方法

1. 將紅蘿蔔均勻分配以糖（紅蘿蔔重量的 66%）、鹽（紅蘿蔔重量的 2%、7%、12.5 %）、醋（1:1）、綜合醃料（鹽 7%、糖 66%、醋 1:1）醃漬 4 小時，磨成泥，取 5g，和 15% 的雙氧水交互作用，每產生 5 cc 氧氣，記錄一次時間。
2. 上述每個變因，均和當天一起採購正常紅蘿蔔的反應作為比對

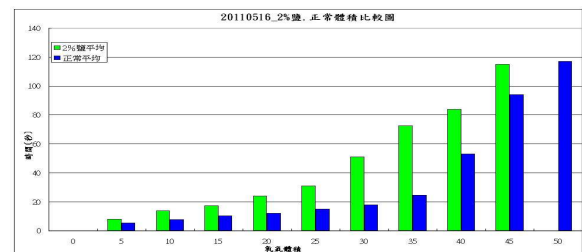
(二) 實驗紀錄與統計

1. 實驗記錄統計與比較

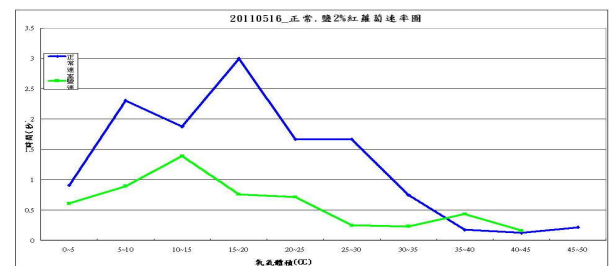
表六-1 2%鹽漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積、反應速率比較表

項目	體積 sec										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
2%鹽時間變化	0	8.2	13.8	17.4	24	31	51	72.5	84	115	
正常時間變化	0	5.5	7.67	10.3	12	15	18	24.7	53	94	117

圖六-1 2%鹽漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積、反應速率比較折線圖



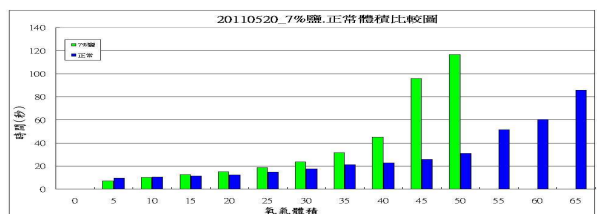
項目	體積 速率									
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50
鹽 2% 速率變化	0.61	0.89	1.38	0.75	0.71	0.25	0.23	0.43	0.16	
正常速率變化	0.90	2.30	1.87	3	1.66	1.66	0.75	0.17	0.12	0.21



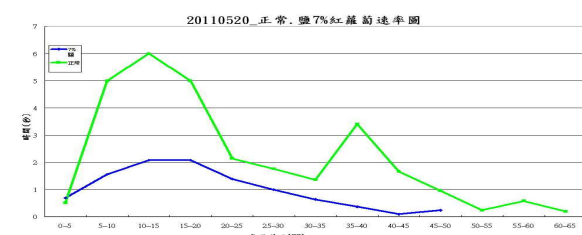
表六-2 7%鹽漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量、反應速率比較表

項目	體積 sec													
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
7%鹽時間變化	0	7.2	10.4	12.8	15.2	18.8	23.8	31.6	45	96	117			
正常時間變化	0	9.67	10.7	11.5	12.5	14.8	17.7	21.3	22.8	25.8	31	51.7	60.3	85.8

圖六-2 7%鹽漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量、反應速率比較折線圖



項目	體積 速率													
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50	50~55	55~60	60~65	
7%鹽速率變化	0.69	1.56	2.08	2.08	1.38	1	0.64	0.37	0.09	0.24				
正常速率變化	0.51	5	6	5	2.14	1.76	1.36	3.40	1.66	0.96	0.24	0.58	0.19	

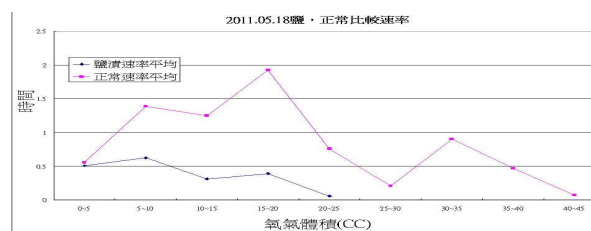
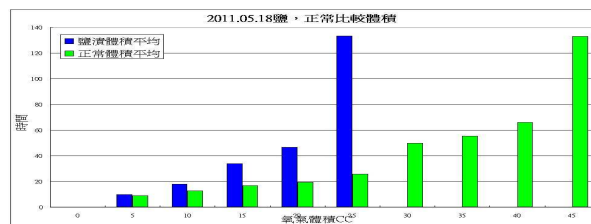


表六-3 12.5%鹽漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量、反應速率比較表

項目	體積 (sec)									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
8:1 鹽時間變化	0	9.86	17.9	33.8	46.6	133				
正常時間變化	0	9	12.6	16.6	19.2	25.8	49.8	55.3	66	133

項目	體積 速率								
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45
8:1 鹽速率變化	0.50	0.62	0.31	0.39	0.05				
正常速率變化	0.55	1.38	1.25	1.92	0.75	0.20	0.90	0.46	0.07

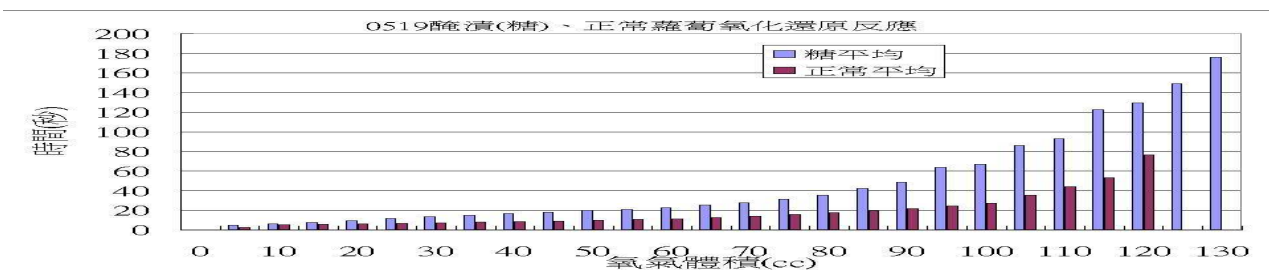
圖六-3 12.5%鹽漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量、反應速率比較折線圖



表六-4.1 糖漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量比較表

項目	體積																											
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	
糖醃清平均體積	0	5	6.43	7.86	9.43	11.6	13.4	15	16.7	18.3	19.9	21.1	22.9	25.7	27.9	31.4	35.7	42.1	48.7	64	66.8	86.2	92.8	123	130	149	176	
正常平均體積	0	2.78	5.56	6.06	6.56	7	7.44	8	8.56	9.22	9.89	10.7	11.6	12.9	14.2	16	17.8	19.7	21.7	24.4	27.2	35.7	44.2	53.5				

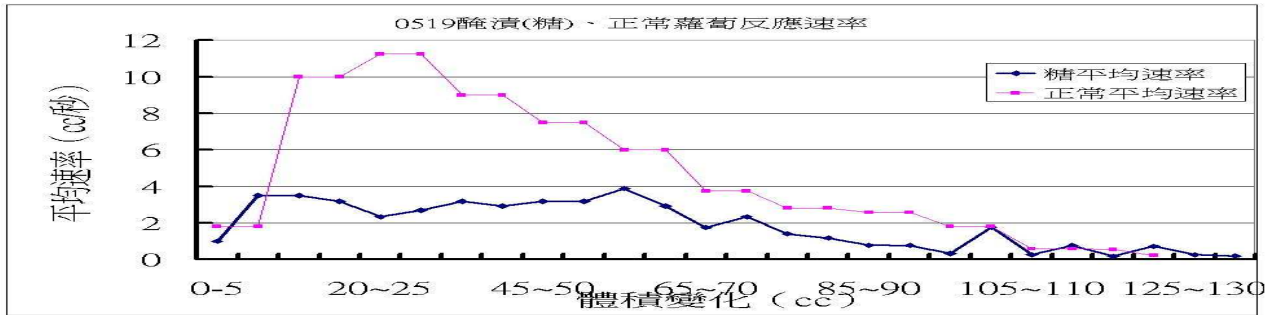
圖六-4.1 糖漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量比較長條圖



表六-4.2 糖漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣反應速率比較表

項目	體積 速率																								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90	90-95	95-100	100-105	105-110	110-115	115-120	120-125	125-130
糖醃清平均速率	1	3.5	3.5	3.18	2.33	2.69	3.18	2.92	3.18	3.18	3.89	2.92	1.75	2.33	1.4	1.17	0.78	0.76	0.33	1.76	0.26	0.76	0.17	0.71	0.26
正常平均速率	1.8	1.8	10	10	11.3	11.3	9	9	7.5	7.5	6	6	3.75	3.75	2.81	2.81	2.57	2.57	1.8	1.8	0.59	0.59	0.54		

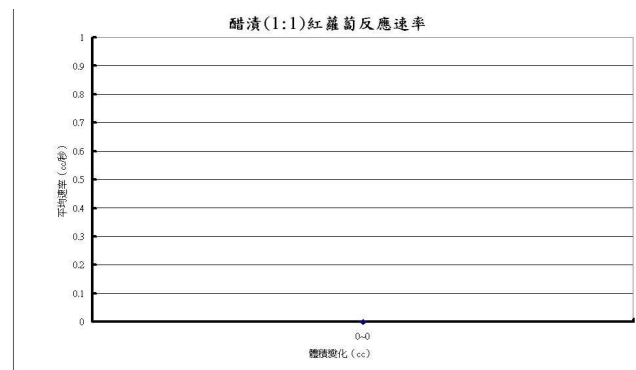
圖六-4.2 糖漬紅蘿蔔、正常紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量、反應速率比較折線圖



圖六-5 醋漬紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量、反應速率表

項目	體積	
	0	5
综合 (漬鹽+糖+醋)	0	56.3
產生範圍	0~0	
醋漬速率平均	0	

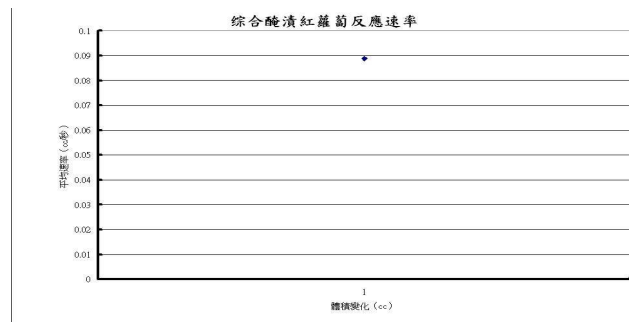
表六-5 醋漬紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量、反應速率比較折線圖



圖六-6 綜合紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量、反應速率表

項目	體積	
	0	5
综合 (漬鹽+糖+醋)	0	56.3
體積範圍	0~5	
產生體積	5	
產生時間	56.3	
綜合產生速率	0.08881	

表六-5 綜合紅蘿蔔與過氧化氫作用後產生氧氣體積量、反應速率圖



(三) 探討結果六：

- 2%鹽漬、正常紅蘿蔔產生氧氣體積比為 45:50=90%，最大反應速率比約 46%。7%鹽漬、正常體積比為 50:65=76%，最大反應速率比約 35%。12.5%鹽漬、正常體積比為 25:45=56%，反應速率比約 43%。
- 糖漬紅蘿蔔(66%)和、正常紅蘿蔔反應體積比 130：120=108%，最快反應速率比為 3.9：11.2=39%。
- 紅蘿蔔以醋醃漬 4 小時後，平均僅能產生 0-1 cc 的氣體，以線香檢驗無法讓線香更亮，反而加速熄滅。
- 紅蘿蔔以醋、食鹽、糖綜合醃料醃漬 4 小時後，平均僅能產生 2-3 cc 的氣體，以線香檢驗無法讓線香更亮，反而加速熄滅。
- 醃漬過程中紅蘿蔔都會釋出水分。

七、探討紅蘿蔔分解過氧化氫的作用食品簡單檢測上的應用

報載有些豆類、麵類食品，製造者爲了讓它賣相好看，會以 3% 的雙氧水漂白，地方的衛生局會提供檢測劑給民眾使用，但如果家中沒有檢測劑，怎麼辦？我們嘗試以歲紅蘿蔔來試試看能不能檢測出有含雙氧水的食品來，

(一) 實驗方法

1. 到有機健康食品店購買真空包裝白豆乾、全麥麵條，分成一半，一半不處理，一半浸泡在 3% 的雙氧水中 5 分鐘，取出來。處理如下：
麵條 1：泡清水 1 分鐘 麵條 2：不泡清水
豆干 1：泡清水 1 分鐘 豆乾 2：不泡清水
2. 以硫酸鈦、五氧化二釩、碘化鉀測試：正常、泡 3% 雙氧水、泡 3% 雙氧水後再泡清水的麵條、豆干。【依序滴下硫酸鈦（反應爲黃色）、五氧化二釩（反應爲褐紅色）、碘化鉀（反應爲深藍色），全部產生反應才確實是含雙氧水】
3. 將紅蘿蔔處理成均勻的碎削，取 10g 放入 50 cc 清水 3min，將步驟 1 的材料一一放入，觀察它們交互作用後的變化。
4. 每 30min 取出部麵條、豆干以測試，以向機記錄檢測顏色的變化。

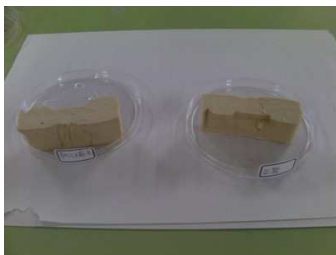


五氧化二釩 硫酸鈦 碘化鉀

(二) 實驗記錄

1. 原色時的紀錄與檢測

(1) 原色 與 泡 3% 過氧化氫後比對



左邊爲泡過雙氧水的豆乾

右邊是正常的



左邊爲泡過雙氧水的麵條

右邊是正常的

(2) 當豆乾、麵條遇見檢測劑硫酸鈦、五氧化二釩、碘化鉀



上排是泡過 3% 過氧化氫的，呈現黃色、褐色、深藍色的反應。

下排是正常的只有在滴入碘化鉀時有些微的反應

2. 漂白的豆乾、麵條泡紅蘿蔔絲+水（紅蘿蔔絲+水先泡 5 分鐘）反應記錄

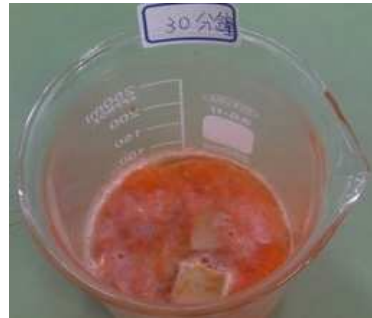
(1) 漂白豆乾遇見泡紅蘿蔔絲+水

3 分鐘



約 3 分鐘開始產生氣泡

30 分鐘



表面氣泡多

60 分鐘



氣泡減少

比對起泡情形



右側未放漂白豆乾

90 分鐘



氣泡更少

120 分鐘



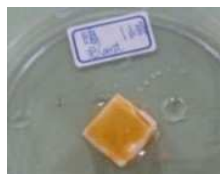
幾乎沒有氣泡

檢測雙氧水殘留結果：

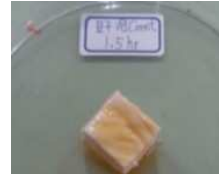
顏色變化：



30 分鐘



60 分鐘



90 分鐘



120 分鐘

◎變化說明： 30 分鐘~120 分鐘檢測顏色變化，由深而淺。

(2) 漂白的麵條、麵條泡紅蘿蔔絲+水：

樣本一、二：漂白後，泡 250 cc 水 1 分鐘

樣本三：漂白後不泡清水

樣本一、二 3 分鐘：無氣泡

18 分鐘：無氣泡

30 分鐘：無氣泡



檢測：

比對沒泡
紅蘿蔔水
的麵檢測
結果

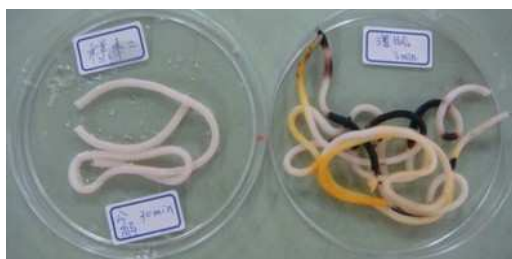
樣本一



左：泡 30 分鐘

右：沒泡

樣本二



左：泡 30 分鐘

右：沒泡

樣本三

3 分鐘



氣泡多又大

30 分鐘



比 3 分鐘更多

45 分鐘



氣泡較少、較細

檢測



泡 30 分鐘顏色深



泡 1 小時顏色淺

註：麵條接面積大，因此接觸的雙氧水也必較多。麵類不耐泡，做 1 小時以上，麵條會泡爛，去除了也不能吃。

(三) 探討結果七

1. 以紅蘿蔔水泡漂白豆乾，3 分鐘會出現氣泡，泡 30 分鐘逐漸增多，然後漸漸減少，1 小時幾乎已經沒有氣泡，以硫酸鈦、五氧化二釩、碘化鉀檢測顏色由深漸淺。
2. 以紅蘿蔔水泡漂白麵條
 - (1) 漂白麵條先泡過清水 1 分鐘的樣本：開始幾乎觀察不到大氣泡產生，以硫酸鈦、五氧化二釩、碘化鉀檢測，有明顯雙氧水反應，30 分鐘後雙氧水反應幾乎沒有了。
 - (2) 漂白麵條沒有先泡過清水的第三樣本：2 分鐘就有氣泡產生又多又大，20~30 分鐘時達到最多後慢慢減少，泡 1 小時氣泡仍為完全消失。檢測顏色由深變淺，但是殘留仍然很多。

伍、研究結果

- 一、【探討活動一】由紅蘿蔔渣、紅蘿蔔汁的統計比較圖可得知渣的產生的氧氣體積比汁多（產生氧氣的體積比 170 cc：100 cc），但紅蘿蔔汁的速率比渣快，紅蘿蔔汁的反應剛開始時就上升的很快每秒可達 60 cc，時間才過一半很快就反應完了。渣的反應一開始並沒有很好，但是卻可以一直反應到最後。
- 二、【探討活動二】在不同品種的紅蘿蔔分解過氧化氫的能力的實驗中，3 分鐘內，大紅蘿蔔分解出的氧氣體積比小紅蘿蔔多。以大、小紅蘿蔔與過氧化氫氧化還原產生氧氣體積變化長條圖來看，大紅蘿蔔的效果比小紅蘿蔔好，140 cc：80 cc。以分解速率來看，大紅蘿蔔分解過氧化氫的速率也比小紅蘿蔔快。
- 三、【探討活動三】紅蘿蔔頭、尾、芯、皮實驗中，紅蘿蔔皮產生的氧氣體積量最多約 170 cc，紅蘿蔔芯產生的氧氣體積量最少僅 70 cc。
- 四、【探討活動三】紅蘿蔔頭和尾中，3 分鐘內紅蘿蔔頭與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣量較少；紅蘿蔔尾產生的氧氣量較多，（頭 140 cc：尾 160 cc）。
- 五、【探討活動四】結果：分 2 個標準來比較
 - （一）放置時間相同，放置環境的溫度(室溫、冷藏、冷凍)不同：

同樣放置 24hr~96hr，4 天比較起來，冷凍後的紅蘿蔔與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣體積最少，約 50 cc 以內，4 天加起來產生約 190 cc，反應速率最慢。最多的是室溫內的紅蘿蔔 4 天加起來產生 370 cc 氧氣最多，而且反應速率最快，冷藏介於中間產生 220 cc 氧氣。
 - （二）放置環境的溫度相同，放置時間不同（1~4 天）：
 1. 放置室溫的紅蘿蔔與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣體積變化(120 cc \diamond 80 cc \diamond 100 cc \diamond 70 cc) 下降的趨勢，雖然第三天有稍微上升，前後 4 天差距較大達 50 cc，反應速率由很強（每秒 60 cc）到弱（每秒 10 cc 以內）。
 2. 冷藏後的紅蘿蔔與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣體積逐日下降到第三天，第四天和第三天一樣（100 cc \diamond 80 cc \diamond 70 cc \diamond 70 cc）。反應速率則逐日溫和下降，但都在每秒 10 cc 以內。
 3. 冷凍後的紅蘿蔔與過氧化氫的氧化還原反應產生的氧氣體積雖然少，但相對的穩定(50 cc \diamond 50 cc \diamond 40 cc \diamond 50 cc) 差距不大，反應速率小（每秒 5 cc 以內）。
- 六、【探討活動五】過氧化氫與紅過 25°C~50°C 水的紅蘿蔔泥交互作用後，25°C 和 30°C（常溫範圍）最多為 80 cc，然後慢慢隨溫度增加氧氣體積慢慢減少 50°C 時僅 40 cc。
- 七、【探討活動五】過氧化氫與泡過 60°C~沸騰水紅蘿蔔泥交互作用後，還原成氧氣的體積陡然大降，50°C 仍有 40 cc 的產量，這個範圍只有 70°C 達到 10 cc，其它都沒超過 6 cc 的氧氣量，而且實驗不容易掌控。
- 八、【探討活動六】
 - 〈一〉2%鹽漬、正常紅蘿蔔產生氧氣體積比為 45:50=90%，最大反應速率比約 46%。
7%鹽漬、正常體積比為 50:65=76%，最大反應速率比約 35%。
12.5%鹽漬、正常體積比為 25:45=56%，反應速率比約 43%。
 - 〈二〉糖(66%)漬紅蘿蔔和、正常紅蘿蔔反應體積比 130：120=108%，最快反應速率

比為 3.9 : 11.2 = 39%。

〈三〉紅蘿蔔以醋醃漬 4 小時，以醋、食鹽、糖綜合醃料醃漬 4 小時後，平均僅能產生 0-3 cc 的氣體，以線香檢驗無法讓線香更亮，反而加速熄滅。

九【探討活動七】

〈一〉以紅蘿蔔水泡漂白豆乾，3 分鐘會出現氣泡，泡 30 分鐘逐漸增多，然後漸漸減少，1 小時幾乎已經沒有氣泡，以硫酸鈦、五氧化二釩、碘化鉀檢測顏色由深漸淺。

〈二〉以紅蘿蔔水泡漂白麵條

1. 漂白麵條先泡過清水 1 分鐘的樣本：開始幾乎觀察不到大氣泡產生，以硫酸鈦、五氧化二釩、碘化鉀檢測，有明顯雙氧水反應，30 分鐘後雙氧水反應幾乎沒有了。
2. 漂白麵條沒有先泡過清水的樣本：2 分鐘就有氣泡產生又多又大，20~30 分鐘時達到最多後慢慢減少，泡 1 小時氣泡仍沒有完全消失。檢測顏色由深變淺，但是殘留仍然很多。

陸、討論

一、實驗過程注意事項

- （一）實驗材料需放再同一冰箱、同一層，以維持相同變因。
- （二）過氧化氫會腐蝕人的皮膚，因此實驗全程都應戴手套，若沾到過氧化氫應立刻用大量清水沖洗。
- （三）使用排水集氣法時，要注意所有管線的暢通，不能有任何漏氣、堵塞的現象，否則無法搜集到正確的氧氣數量
- （四）冷凍胡紅蘿蔔實驗前應先將表面的泥土清洗乾淨，以免影響實驗結果。
- （五）使用冷凍胡紅蘿蔔實驗時應注意解凍時間，因為解凍前與解凍後的胡紅蘿蔔與過氧化氫反應的結果不一樣。

二、研究結果討論與改進：

- （一）《排水集氣法》因為我們要測量氧氣體積，但是小學自然科學教室實驗器材不夠精密，所以，排水集氣法的材料要請工廠為我們特製，才到達我們的最理想狀態。
- （二）《搖動玻璃瓶》搖動玻璃瓶時，次數、速度都要平均，希望使用外面搖飲料的機器搖動，但經費不足，只好作罷。
- （三）在實驗中，有可能有無法控制的變因，例如：紅蘿蔔的來源、大小..等。而造成實驗上的誤差。紅蘿蔔的來源，是一個不容易掌握的因素，天然的植物要找到完全相同的規格本就不易，我們已經盡量找當天採收而且來自同一個產地大小相近的紅蘿蔔，而且季節也不能差太大，儘量穩定住這個重要的變因。
- （五）紅蘿蔔泥是由同一個工具磨出來的，顆粒較一致，所以實驗一律採用紅蘿蔔泥。
- （六）紅蘿蔔醃漬過程中水分會跑出來，重量也會減輕一些。
- （七）紅蘿蔔泥泡水後，可能有部分的分解成份溶到水中，才能和漂白食品中的過氧化氫作用。

柒、結論

- 一、 過氧化氫化學性質不穩定，在動物或植物體中都有促使過氧化氫分解成氧氣的催化劑，紅蘿蔔的儲存根中也富含這種催化劑。
- 二、 把一根紅蘿蔔以榨汁機分離成紅蘿蔔汁和紅蘿蔔渣，以紅蘿蔔渣分解過氧化氫成氧氣的體積較多（平均 170 cc），且可以分解較長時間。紅蘿蔔汁一開始反應很快，顯示表面積大反應速率快，但是約在設定時間（3 分鐘）的一半時就反應完，且分解出的氧氣的氧氣平均僅 100 cc，顯示催化過氧化氫分解的成份在紅蘿蔔汁中較少，而在紅蘿蔔渣中較豐富。
- 三、 本地出產的大紅蘿蔔和進口小紅蘿蔔對催化過氧化氫分解的能力比較，以大紅蘿蔔為佳，分解速率快，而產生的氧氣體積多，幾乎是小紅蘿蔔的一倍，顯示大紅蘿蔔內部的分解過氧化氫成份活性較強，而且含量多。
- 四、 以部位來說，紅蘿蔔尾部比頭部過氧化氫酶活性強一些，紅蘿蔔皮分解過氧化氫的能力比紅蘿蔔芯強，分解出來的氧氣較多且分解速率快，芯部是三者中最弱的
- 五、 經過冷凍、冷藏後和放置室溫的紅蘿蔔相比，催化過氧化氫分解的能力有明顯的差距
 - （一）、放置相同的時間，放置環境的溫度影響催化劑的催化能力：
 1. 冷凍（-20℃）影響最多，第一天即大大降低分解過氧化氫體積和速率，遠不如室溫和冷藏。
 2. 室溫最佳，四天分解氧氣的體積總和優於冷藏，到第四天三者分解的體積已漸拉近了。
 3. 綜合以上 2 點，要保持紅蘿蔔分解過氧化氫的能力活性，96 小時內宜將紅蘿蔔放在室溫下第二個選擇放在冷藏室中。最後就是不管放在哪裡都不宜放太久。
 - （二）、放置環境的溫度相同，放置時間長短的影響：
 1. 冷凍部份 4 天活性都降很低到 40 cc 以下，比室溫的一半低，所以在冷凍室理，雖然活性降得快，但也保持在穩定的活性中。
 2. 冷藏室裡的紅蘿蔔活性隨時間增加逐漸降低，優於冷凍。
 3. 室溫下的紅蘿蔔活性隨時間增加逐漸趨於降低，整體來說是降低的，但優於冷凍。
 4. 綜合上面 3 點，要保持分解過氧化氫的活性，紅蘿蔔採收後不要放太久，也打破冷凍可以保持較佳活性的想法。
- 六、 紅蘿蔔泡過逐漸加熱的水 5 分鐘後，隨著水溫上升分解過氧化氫的能力會逐漸降低，特別是 50℃ 前還保持不錯的分解能力，加熱到 60℃、80~沸騰時紅蘿蔔幾乎失去了分解的能力，由實驗證明高溫會使分解過氧化氫的成份失去活性，而 50℃~60℃ 是個分水嶺。
- 七、 以台式泡菜材料醃漬後：
 - 〈一〉 紅蘿蔔以鹽醃漬會影響它分解過氧化氫的能力，在 12.5% 濃度內鹽的濃度越高分解過樣化氫的能力越低，而以糖醃漬 4 小時分解過氧化氫的能力反而會增加，但是反應速率會減低。以醋醃漬過後則幾乎完全失去分解過氧化氫的能力。
 - 〈二〉 綜合醋、食鹽、糖等台式泡菜醃料醃漬 4 小時，紅蘿蔔會失去分解過樣化氫的能力，因為食鹽會降低分解能力，而醋酸更是完全破壞了分解能力。
 - 〈三〉 我們的胃酸比醋更酸，若新鮮蔬果在此停留過久，會完全破壞過氧化氫酶，因此吃

飯時水果蔬菜應該先吃，才能早點通過胃。醃漬食品依此為例，許多活性的酵素可能都不耐酸、鹼，早已消失殆盡，不宜多吃。

八、以紅蘿蔔水檢測漂白麵條：

- 〈一〉 可以從產生氣泡的情形，看豆乾、麵條是否含雙氧水，但如果含量很低，氣泡產生不明顯。
- 〈二〉 以清水泡漂白的豆乾、麵條可以去除部分的雙氧水，以紅蘿蔔水泡一段時間則可以將大部分的雙氧水殘留去除。但是要考慮食物本身是否經得起長時間浸泡。

捌、參考資料及其他

一、文獻探討-有關過氧化氫的資料

- (一) **氧化還原反應**：導致氧化作用的物質稱為氧化劑，氧化作用指物質得到氫的過程。還原作用指物質失去氫的過程。元素的氧化數增加，稱為氧化作用。元素的氧化數減少，稱為還原作用。

還原劑 + 氧化劑 → 氧化產物 (氧化數升高) + 還原產物 (氧化數降低)

- (二) **過氧化氫**：俗稱過氧化氫的過氧化氫 (hydrogen peroxide 或 hydrogen dioxide)，分子式 H_2O_2 ，是除水外的另一種氫的氧化物。化學性質不穩定，一般以 30% 或 60% 的水溶液形式存放。過氧化氫有很強的氧化性，且具弱酸性。
- (三) **過氧化氫酶**：過氧化氫酶是在 **1811** 年被過氧化氫 (H_2O_2) 的發現者泰納爾 (**Louis Jacques Thénard**) 首次發現。**1900** 年，**Oscar Loew** 將這種能夠降解過氧化氫的酶命名為「**catalase**」，即過氧化氫酶，並發現這種酶存在於許多植物和動物中
- (四) 過氧化氫是一種代謝過程中產生的廢物，它能夠對機體造成損害。為了避免這種損害，過氧化氫必須被快速地轉化為其他無害或毒性較小的物質。而過氧化氫酶就是常常被細胞用來催化過氧化氫分解的工具。

過氧化氫酶催化過氧化氫分解的反應可以表示如下：



- (五) 高雄市衛生局提供檢驗雙氧水試劑，：硫酸鈦、五氧化二釩、碘化鉀，依序在食品上滴下硫酸鈦呈現黃色，五氧化二釩呈現黃褐色，碘化鉀呈現藍色。以上 **3 種反應都有時**即為含有過氧化氫。

二、參考資料：去年本校科展作品「氧樂多？」（附於實驗日誌）

三、心得與展望：

1. 維基百科上面有關生物體內的過氧化氫能被過氧化氫酶所還原，成為氧氣和水，減少對生物體的傷害，我們想紅蘿蔔裡面能分解過氧化氫的物質應該是氧化氫酶，我們嘗試過拿校園中的植物來做分解過氧化氫的實驗，發現有許多的植物分解的效果都非常好，將來我們也許可以繼續朝這個方向再努力去探索。

- 2.平常有些營養專家建議我們蔬果要生吃，不要放太久，我們從這個實驗得到一些啓示，探討活動五紅蘿蔔只在 60°C 以上的水中泡 5 分鐘，或活動六：以鹽、醋、糖醃漬半天，分解過氧化氫的物質已經被破壞光了，其他的有活性的物質也可能大都失去作用了，非常可惜。另外紅蘿蔔放太久，不管放室溫、冷凍、冷藏都會逐漸失去分解過氧化氫的能力，能夠趁新鮮把它吃了應該是比較好的。
- 3.本地生產的紅蘿蔔新鮮又有活性，比起進口的小紅蘿蔔應該是便宜又實在的。蔬果汁飲用很方便，從實驗二中得知有些不錯或未知的成份可能就被我們當廢棄物，（例如：蘿蔔渣）給丟了，真的非常可惜。探討活動七得知蘿蔔渣還能分解加工食品中的過氧化氫，我們應該好好利用。

【評語】 080201

1. 能比較不同品種。
2. 冷凍後回溫時，未完全回到室溫而影響實驗數據。
3. 過氧化氫在不同溫度中分解速率未測量，會影響實驗數據。