

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

化學科

科別：化學科

組別：國小組

作品名稱：白雪公主不愛 變色的蘋果

關鍵詞：蘋果變色、氧化作用、蘋果褐變

編號：080211

學校名稱：

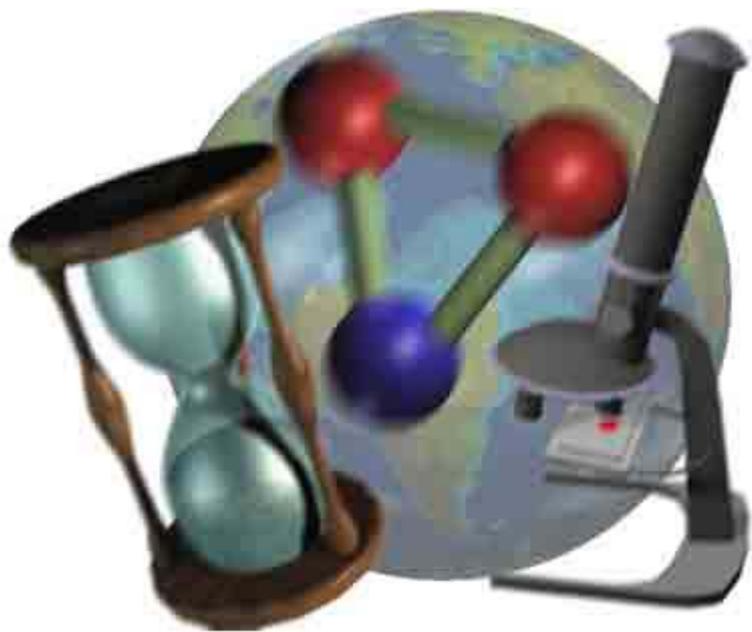
澎湖縣望安鄉將軍國民小學

作者姓名：

陳韋竹、許欣慈、曾郁芳、朱奕昕

指導老師：

余妙齡、廖裕正



摘要

六下自然之「防鏽和食物的保鮮」，了解鐵生鏽是因接觸空氣和水，要防止鐵生鏽最好方法是隔絕「空氣和水」，或塗上油漆等。而蘋果變色原因是什麼呢？

其真正原因是「氧化」惹的禍，由文獻資料可知切開蘋果一段時間後會變色，主要是因為蘋果細胞中含有酚類化合物與酵素，酵素在空氣中會催化一些酚類化合物進行氧化反應而產生變色現象。蘋果變色必須同時具有酵素、多酚類基質與氧氣與水等四個條件。

由實驗可知防止蘋果變色的方法：1.浸泡維生素 C 溶液與檸檬汁。2.隔離氧氣。3.浸泡食鹽水與高濃度糖水。4.利用高溫破壞酵素與低溫抑制酵素活動。

壹、研究動機

我的好朋友一到學校就跟我說，她有帶我最喜歡的蘋果喔。我等不及的就開始吃卻因下課時間有限，我只吃了一半，另一半就留到下一節下課。但悲慘的事發生了，剩下的蘋果竟然變色了，我好驚訝又好傷心。當我跟他們說時，她就說：『嗯...！阿！我們的自然課不是在上鐵生鏽嗎。』

『對喔！我昨天在預習自然時，有看到有關蘋果變色的活動，但就是不知道蘋果變色的原因是什麼。走！一起去請教老師，如何保持水果新鮮。』

貳、研究目的

- 一、探討會讓蘋果變色的原因與所須具備條件。
- 二、保持蘋果新鮮與防止蘋果變色的方法。
- 三、找出能以最節省、最省時、最方便的方法來防止蘋果變色。

參、研究設備及器材

- 一、設備：數位相機、燒杯、溫度計、酒精燈、三腳鐵架、陶瓷心網、鑷子、量筒、廣口瓶、錐形瓶、軟木塞、玻璃棒、天秤、薊頭漏斗。
- 二、器材：過氧化氫（雙氧水）、鹽、糖、醋酸、小蘇打粉、二氧化錳、維生素 C 溶液、檸檬汁、蘋果。

肆、研究過程及方法

一、研究(一):觀察蘋果變色情形與製作蘋果顏色變化對照表 實驗(一):觀察蘋果在室溫空氣中變色情形

(一)研究過程

1.實驗步驟

- (1) 蘋果切三小塊，每小塊 30 公克，放在室溫空氣中，在預定不同時間下，仔細觀察蘋果變色情形並紀錄，與拍成數位照片。
- (2) 將紀錄結果與數位照片作成蘋果顏色變化對照表，以作為往後蘋果實驗顏色變化的對照指標。

2.方法說明

- (1) 蘋果切片時，需掌握時效並注意安全。蘋果切片以不削皮為主。因蘋果是冷藏保存，所以需退冰 12 小時以上。
- (2) 紀錄方式：以紙筆紀錄顏色變化，蘋果顏色變化之名稱以內部果肉為主。用數位相機拍成照片紀錄，以作成蘋果顏色變化對照表。
- (4) 蘋果之選購，以同一品種、同一間水果商且一次買足夠量為原則。

(二)實驗結果

時間	0 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	2 小時	6 小時	12 小時	24 小時
變色 名稱	乳 白 色	乳 黃 色	淡 黃 色	黃 色	黃 土 色	黃 褐 色	淺 棕 色	淺 褐 色	褐 色	棕 褐 色
變色 指標	特 優	優	良	不 良	差		極 差	劣 等		

1. 結果說明：

- (1) 變色名稱：依據蘋果內部果肉變色情形，以蘋果變色名稱當作對照表之細部標準。
- (2) 變色指標是依據蘋果之新鮮程度。指標之特優、優與良：是指蘋果很新鮮。指標之不良、差、極差、劣等：是指蘋果已不新鮮。
- (3) 顏色變化對照表之功用：當作之後實驗的對照參考指標。
- (4) 蘋果顏色變化對照表(2)於附件(一)。

(三)發現與討論：

1. 三塊蘋果在不同的時間下所反應的深淺顏色，幾乎相等。
2. 蘋果的種子部分顏色變化較快且顏色也較深。
3. 剛開始時蘋果變色反應較快，但經過一小時之後，顏色的變化就比較慢。放置時間超過兩小時之後，蘋果變色反應之褐色部分就越來越多，且放置越久顏色變的越深。

二、 研究（二）：觀察溫度對蘋果變色的影響

實驗（二）：觀察不同溫度對蘋果變色的影響

（一）研究過程

1. 實驗步驟

- (1) 甲瓶：加冰塊（0 - 5 ）。乙瓶：冰箱中（5 - 10 ）。丙瓶：室溫水（20 - 25 ）。丁瓶：加熱使其溫度維持在（45 - 50 ）。戊瓶：加熱使其溫度維持在（60 - 65 ）。每瓶皆為 300 cc 之水溶液。
- (2) 蘋果每塊 30 公克，放在甲、乙、丙瓶中各浸泡二十分鐘。丁、戊瓶則浸泡 3 分鐘 **將蘋果取出放置於室溫空氣中**觀察紀錄蘋果變色情形

2. 說明

- (1) 操作變因：甲、乙與丙瓶之水溫不同。
- (2) 控制變因：同一環境，同一顆蘋果，同樣觀察的等距時間。
- (3) 因為丁與戊瓶之蘋果，若放置於熱水時間過長容易影響蘋果自然變色反應，所以更改放在瓶中的時間為 3 分鐘。

（二）實驗結果：

組別	時間 反應	0	5	10	20	40	60	2	6	12	24
		分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	小時	小時	小時	小時
甲 0 - 5		乳白	乳黃	乳黃	淡黃	黃色	黃土	黃褐	褐色	棕褐	棕褐
		特優	優	優	良	不良	差		劣等		
乙 5 - 10		乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃色	黃土	淺棕	淺褐	褐色	棕褐
		特優	優	良	不良		差	極差	劣等		
丙 20 - 30		乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃土	黃褐	淺棕	淺褐	褐色	棕褐
		特優	優	良	不良	差		極差	劣等		
丁 45 - 50		乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃土	黃褐	淺棕	淺褐	褐色	棕褐
		優	良	良	不良	差		極差	劣等		
戊 60 - 65		乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃土	淺棕	淺褐	褐色	棕褐
		優		良		不良	差	極差	劣等		

（三）發現與討論：

1. 甲瓶：0 - 5（加冰塊）與戊瓶：60 - 65 在前 20 分鐘蘋果保鮮效果很好。而乙瓶：5 - 10（放冰箱）與丁瓶：45 - 50 其蘋果保鮮效果就沒有預期中那樣好了。

實驗（三）：觀察水溫的不同對蘋果變色有影響嗎

（一）研究過程

1. 實驗步驟

- （1）甲瓶：加冰塊（0 - 5 ）。乙瓶：冰箱中（5 - 10 ）。丙瓶：室溫水（20 - 25 ）。每瓶皆為 300 cc 之水溶液。
- （2）蘋果每塊 30 公克，浸泡在甲、乙、丙瓶中並觀察紀錄蘋果變色的情形。

2. 說明

- （1）操作變因：甲與乙與丙瓶之水溫的不同。
- （2）控制變因：同一環境，同一顆蘋果，同樣觀察的等距時間。

（二）實驗結果

時間 反應 溫度	0 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	2 小時	6 小時
	甲冰塊水 0 到 5	乳白	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	淡黃
	特優		優	良				不良
乙冰箱 5 - 10	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃土	黃褐
	特優	優		良		不良	差	
丙室溫水 20 - 30	乳白	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃色	黃褐	淺棕
	特優	優	良		不良		差	極差

（三）發現與討論：

- 1、甲：0 - 5（冰塊水）與 5 - 10（冰箱）在前四十分鐘蘋果保鮮效果很好。丙瓶：20 - 30 在四十分鐘以後蘋果就不新鮮了。
- 2、由此推知：水可隔絕空氣所以具有防止蘋果變色但效果不好，放在冰水中其防止蘋果變色效果比較好。

（四）研究（二）：結論

1. 越低溫或越高溫就越能抑制蘋果變色。（原因：酵素（蛋白質），因為在低溫 0 - 10 與高溫 60 - 100 的環境下，會讓酵素之活動力降低。）
2. 由此推知：蘋果放在越低溫或越高溫的水中比放在室溫水中更容易保鮮。

三、 研究（三）：氧化作用與蘋果變色之關係

實驗（四）：空氣量的多與少對蘋果變色之影響情形

（一）研究過程

1. 實驗步驟

- (1) 甲瓶：抽出空氣。乙瓶：一般空氣 250 cc。丙瓶：一般空氣 500 cc。
丁瓶：開者瓶口。
- (2) 蘋果每小塊 30 公克，放在甲、乙、丙、丁瓶中，觀察紀錄蘋果變色的情形。

2. 說明：

- (1) 操作變因：瓶中有不同容量的空氣。
- (2) 控制變因：環境溫度，同一顆蘋果，同樣觀察的等距時間。

（二）實驗結果

時間 反應 溫度	0	5	10	20	40	60	2	6	12	24
	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	小時	小時	小時	小時
甲瓶抽出空 氣	乳白	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃色	黃色	黃土	黃褐	黃褐
	特優	優	良		不良			差		
乙瓶 空氣 250 cc	乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃土	黃土	黃土	黃褐	淺棕	淺棕
	特優	優	良	不良	差			極差		
丙瓶 空氣 500 cc	乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃土	黃褐	黃褐	淺棕	淺棕	淺褐
	特優	優	良	不良	差			極差		劣等
丁瓶 開著瓶口	乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃土	黃褐	淺棕	淺褐	褐色	棕褐
	特優	優	良	不良	差		極差	劣等		

（三）發現與討論

- 1、甲瓶：抽出空氣，沒有預期中那樣好的保鮮效果。雖然甲瓶與乙瓶與丙瓶保鮮效果不好，但由實驗可知其顏色變化比丁瓶慢，所以可推知：蘋果變色與空氣的多與少有關。

實驗（五）：在空氣中，哪一種氣體會使蘋果變色

（一）研究過程

1. 實驗步驟

- （1）準備四種裝有不同氣體之廣口瓶，甲：氧氣 250 cc，乙：二氧化碳 250 cc，丙：空氣 250 cc，丁：開者瓶口。
- （2）蘋果每小塊 30 公克且置於瓶中，觀察紀錄蘋果變色情形。

2. 說明

- （1）操作變因：氣體之不同。
- （2）控制變因：同一環境與溫度，同一顆蘋果，同樣觀察的等距時間。
- （3）氧氣與二氧化碳皆是利用排水集氣法來收集。製造氧氣是利用雙氧水（100 cc）與二氧化錳（10g）。製造二氧化碳是利用小蘇打粉（10g）與醋酸（100 cc）。

（二）實驗結果

時間 反應 溫度	0	5	10	20	40	60	2	6	12	24
	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	小時	小時	小時	小時
甲氧氣 250 cc	乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃土	黃褐	黃褐	棕色	淺褐	淺褐
	特優	優	良	不良	差			極差	劣等	
乙二氧化碳 250 cc	乳白	乳白	乳黃	淡黃	淡黃	淡黃	淡黃	黃土	黃褐	黃褐
	特優		優	良				差		
丙空氣 250 cc	乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃土	黃土	黃土	黃褐	淺棕	淺棕
	特優	優	良	不良	差				極差	
（對照組） 開者瓶口	乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃土	黃褐	淺棕	淺褐	褐色	棕褐
	特優	優	良	不良	差		極差	劣等		

（三）發現與討論

1. 甲瓶（氧氣）與丙瓶（空氣 250 cc）：蘋果保鮮效果不好，但在乙瓶（二氧化碳）之蘋果顏色變化非常緩慢，蘋果保鮮效果非常良好。由此推知：[蘋果變色需要氧氣的幫助](#)。

（四）研究（三）：結論

1. 蘋果在空氣中會變色，與空氣的量有關。空氣越少蘋果越不會變色。
2. 蘋果在只有二氧化碳的環境下兩小時幾乎不變色，而在只有氧氣的環境中會變色。
3. 所以可推知：[蘋果變色需要氧氣的幫助](#)。且蘋果的變色是一種氧化作用。

四、 研究 (四) : 如何防止蘋果變色

實驗六：觀察不同溶液對蘋果變色的影響

(一) 研究過程

1. 實驗步驟

- (1) 溶液：食鹽水、維生素 C、糖水、檸檬汁、小蘇打粉、醋酸、雙氧水。
溶液濃度是 10%，溶液有 200 cc。
- (2) 蘋果每小塊 30 公克，放在各瓶中各浸泡二十分鐘，取出蘋果並置於室溫空氣中觀察，觀察紀錄蘋果變色情形。

2. 說明

- (1) 操作變因：不同的溶液。
- (2) 控制變因：相同之浸泡時間，相同環境與溫度，同一顆蘋果，同樣觀察的等距時間。

(二) 實驗結果

時間 反應 溶液	0	5	10	20	40	60	2	6	12	24
	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	小時	小時	小時	小時
食鹽水	乳白	乳白	乳白	乳白	乳白	乳白	乳白	乳白	乳黃	乳黃
	特優								優	
維生素 C	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃
	優 (果肉表面有維生素 C 殘留之，所以為乳黃色，且蘋果沒有任何變色情形。)									
檸檬汁	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃土	淺棕	淺棕	淺褐
	特優	優		良		不良	差	極差		劣等
糖水	乳白	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃色	黃土	黃褐	淺棕	淺褐
	特優	優	良		不良		差		極差	劣等
醋酸	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃褐	淺棕	淺棕	棕褐	棕褐	棕褐
	優	良		不良	差	極差		劣等		
雙氧水	淡黃	淡黃	淡黃	黃色	黃褐	淺棕	淺棕	褐色	棕褐	棕褐
	良			不良	差	極差				
小蘇打粉	乳白	淡黃	淡黃	黃土	黃褐	淺棕	褐色	棕褐	棕褐	棕褐
	特優	良		差		極差	劣等 (深褐色)			

(三) 結論與討論

1. 蘋果保鮮以食鹽水與維生素 C 溶液效果最好，檸檬汁與糖水次之，醋酸與雙氧水效果不好。尤其小蘇打粉溶液，蘋果顏色變化不僅快而且顏色變成深褐色。
2. 由此推知：食鹽水與維生素 C 都具有防止蘋果變色的效果。

五、研究（五）：不同溶液濃度對抑制蘋果變色的關係

實驗（七）：維生素與檸檬汁，溶液何種濃度可以抑制蘋果變色

（一）研究過程

1. 實驗步驟

- (1) 實驗 7-1：維生素 C 溶液濃度有：1%、2%、5%、8%。實驗 7-2：檸檬汁溶液濃度有：2%、4%、8%、16%。溶液皆為 200 cc。
- (2) 蘋果每小塊 30 公克，放在瓶中各浸泡二十分鐘，取出蘋果並置於室溫空氣中，觀察紀錄蘋果變色情形。

2. 說明

- (1) 操作變因：溶液之不同濃度。
- (2) 控制變因：相同之浸泡時間，相同環境與溫度，同一顆蘋果，同樣觀察的等距時間。

（二）實驗結果

時間 反應 溶液	0	5	10	20	40	60	2	6	12	24
	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	小時	小時	小時	小時
維生素 C 1%	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃	黃色	黃色	黃褐	黃褐	黃褐	黃褐
	優（蘋果沒有變色）			良	不良		差（種子部位已變為淺褐色。）			
維生素 C 2%	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	淡黃	淡黃
	優（蘋果沒有變色情形）						良（種子部位已變為黃褐色。）			
維生素 C 4%	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃
	優（蘋果沒有變色）									
維生素 C 8%	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃
	優（蘋果沒有變色）									
檸檬汁 2%	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	黃色	黃色	黃土	淺棕	淺褐	淺褐
	特優	優	優	良	不良	不良	差	極差	劣等	劣等
檸檬汁 4%	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃土	黃土	淺棕	淺褐	淺褐
	特優	優	優	良	良	差		極差	劣等	劣等
檸檬汁 8%	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃土	黃土	淺棕	淺褐	淺褐
	特優	優	優	良	良	差		極差	劣等	劣等
檸檬汁 16%	乳白	乳黃	淡黃	淡黃	淡黃	淡黃	黃色	黃褐	淺棕	淺褐
	特優	優	良	良	良	良	不良	差	極差	劣等

（三）發現與討論

1. 蘋果在濃度 1% 維生素 C 溶液浸泡 20 分鐘：40 分鐘以後保鮮效果不好，而濃度 2% 以上之蘋果保鮮效果都很好。
2. 在 40 分鐘以內檸檬汁溶液對蘋果保鮮效果良好，但超過 1 小時以後保鮮效果不好，而檸檬汁 16% 其蘋果保鮮效果較好。

實驗（八）：觀察食鹽水溶液不同濃度對抑制蘋果變色的情形

（一）研究過程

1.實驗步驟： 觀察食鹽水溶液在何種濃度與浸泡時間即可以抑制蘋果變色。

蘋果小塊 30 公克，取出蘋果並置於室溫空氣中觀察。

（1）實驗 8-1：食鹽水溶液濃度：2%、4%、8%。溶液：200 cc，浸泡二十分鐘後。

（2）實驗 8-2：食鹽水溶液濃度：0.025%、0.05%、0.1%、0.2%。
溶液：4000 cc。浸泡 4 分鐘後。

（3）實驗 8-3：食鹽水溶液濃度：0.025%、0.05%、0.1%、0.2%。
溶液：4000 cc。浸泡 2 分鐘後。

（4）實驗 8-2：食鹽水溶液濃度：0.025%、0.05%、0.1%、0.2%。
溶液：4000 cc。浸泡 30 秒鐘後。

（5）實驗 8-2：食鹽水溶液濃度：0.025%、0.05%、0.1%、0.2%。
溶液：4000 cc。浸泡 10 秒鐘後。

（二）實驗結果

（1）實驗 8-1： 浸泡二十分鐘後，取出蘋果並置於室溫空氣中觀察。

時間 反應 溶液	0	5	10	20	40	60	2	6	12	24
	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	分鐘	小時	小時	小時	小時
食鹽水 2%	乳白	乳白	乳白	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	淡黃
	特優			優				良		
食鹽水 5%	乳白	乳黃	乳黃							
	特優								優	
食鹽水 8%	乳白	乳黃	乳黃							
	特優								優	

(2) 實驗 8-3 : 浸泡時間 3 分鐘

時間 反應 溶液	0 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	2 小時	4 小時
	食鹽水 0.025%	乳白	乳白	乳白	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃
特優			優			良		
食鹽水 0.05%	乳白	乳白	乳白	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃
	特優			優			良	
食鹽水 0.1%	乳白	乳白	乳白	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃
	特優			優				良
食鹽水 0.2%	乳白	乳白	乳白	乳黃	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃
	特優			優				良

(3) 實驗 8-3 : 浸泡時間 1 分鐘

時間 反應 溶液	0 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	2 小時	4 小時
	食鹽水 0.025%	乳白	乳白	乳黃	淡黃	淡黃	淡黃	黃色
特優		特優	優	良	良	良	不良	不良
食鹽水 0.05%	乳白	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	淡黃	黃色
	特優	特優	優	優	良	良	良	不良
食鹽水 0.1%	乳白	乳白	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃色
	特優	特優	特優	優	優	良	良	不良
食鹽水 0.2%	乳白	乳白	乳白	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃	黃色
	特優	特優	特優	優	優	優	良	不良

(4) 實驗 8-4 : 浸泡時間 30 秒鐘

時間 反應 溶液	0 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	2 小時	4 小時
	食鹽水 0.025%	乳白	乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃色	黃色
特優		特優	優	良	不良	不良	不良	差

食鹽水 0.05%	乳白	乳白	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃色	黃色
	特優	特優	優	良	良	不良	不良	不良
食鹽水 0.1%	乳白	乳白	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃色
	特優	特優	優	優	優	良	良	不良
食鹽水 0.2%	乳白	乳白	乳黃	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃色
	特優	特優	優	優	優	良	良	不良

(5) 實驗 8-5 : 浸泡時間 10 秒鐘

時間 反應 溶液	0 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	2 小時	4 小時
	食鹽水 0.025%	乳白	乳黃	乳黃	黃色	黃色	黃色	黃土
特優		優	優	不良	不良	不良	差	差
食鹽水 0.05%	乳白	乳白	乳黃	淡黃	黃色	黃色	黃色	黃色
	特優	特優	優	良	不良	不良	不良	不良
食鹽水 0.1%	乳白	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃色
	特優	特優	優	優	良	良	不良	不良
食鹽水 0.2%	乳白	乳白	乳黃	乳黃	淡黃	淡黃	黃色	黃色
	特優	特優	優	優	良	良	不良	不良

(三) 發現與討論：

1. 食鹽水對防止蘋果變色效果非常良好，由實驗可知：[蘋果切過後盡快放入 0.1%之食鹽水中 30 秒鐘即可讓蘋果不變色。](#)
2. 當蘋果切開時會立刻接觸到空氣，所以要盡快浸泡在食鹽水中，才能有效抑制蘋果變色。

六、 研究（六）： 蘋果果肉中的酵素與蘋果變色之關係

實驗（九）： 觀察蘋果變色是果肉中的酵素與氧起作用嗎

(一) 研究過程與步驟：

1. 實驗步驟：準備錐形瓶、薊頭漏斗、雙氧水與線香。

(1) 甲瓶：5%的維生素 C 溶液 100 cc。乙瓶：逆滲透 RO 水 100 cc。

(2) 將蘋果削皮切成小碎片且每瓶放 50 公克，浸泡 5 分鐘然後加入雙氧水，以排水集氣法收集產生的氣體。

(二) 實驗結果：

添加物	次數	第 1 次	第 2 次	線香試驗
	氣產量			
甲瓶 (維生素 C 溶液)		19 cc	16 cc	火星微亮後即熄滅。
乙瓶 (逆滲透 RO 水)		38 cc	42 cc	火星微亮後慢慢熄滅。

(二) 發現與討論：

1. 甲瓶：所產生的氣體比較少，所以可知果肉的酵素會被維生素 C 抑制，使得其與雙氧水反應所產生的氣體較少。
2. 乙瓶：所產生的氣體比較多，所以可知道果肉中的酵素沒有被破壞，因此其與雙氧水反應產生的氣體較多。
3. 經由線香的試驗可知道此氣體為氧氣。
4. 在自然教學指引可知蘋果變色與酵素、多酚類基質、氧氣與水有關。
5. 由實驗可知：在室溫空氣中，蘋果中的酵素會幫助酚類化合物與氧反應而產生變色現象。

伍、結 論

- 一、1. 低溫需在 5 以下與高溫需在 60 以上才能使蘋果不變色。
2. 水可隔絕空氣所以具有防止蘋果變色但效果不好，放在冰水中其防止蘋果變色效果比較好。
3. 越低溫或越高溫就越能防止蘋果變色。(酵素是一種蛋白質，因為在低溫 0 10 與高溫 60 100 的環境下，會讓酵素之活動力降低。)
- 二、1. 蘋果變色與空氣量有關。
2. 蘋果在只有二氧化碳的環境下兩小時幾乎不變色，而在只有氧氣的環境中會變

色。所以可以推知：[蘋果變色需要氧氣的幫助](#)。且蘋果變色是一種氧化作用。

- 三、1.蘋果保鮮以食鹽水與維生素 C 溶液效果最好，檸檬汁與糖水次之，醋酸與雙氧水效果不好。然而在小蘇打粉溶液中蘋果顏色變化不僅快而且顏色變成深褐色。
- 2.食鹽水與維生素 C 都具有防止蘋果變色的效果。

- 四、1.蘋果在濃度 1%維生素 C 溶液浸泡 20 分鐘：40 分鐘以後保鮮效果不好，而其濃度 2%以上之蘋果保鮮效果很好。
- 2.在 40 分鐘以內檸檬汁溶液對蘋果保鮮效果良好，但超過 1 小時以後保鮮效果不好，而檸檬汁 16% 其蘋果保鮮效果較好。

- 五、1.食鹽水對抑制蘋果變色效果非常良好，當蘋果切開時會立刻接觸到空氣，所以要盡快浸泡在食鹽水中，才能有效抑制蘋果變色。
- 2.由實驗可知：[蘋果切過後盡快放入 0.1%之食鹽水中 30 秒鐘即可讓蘋果不變色。](#)

- 六、1. 因蘋果在維生素 c 溶液中不會變色。且蘋果浸泡維生素 c 溶液與雙氧水反應所產生的氣體較少。所以在蘋果變色實驗與蘋果與雙氧水實驗中可知，[維生素 c 溶液](#)皆會抑制其反應。
2. 蘋果果肉的[酵素](#)會被[維生素 C 溶液](#)抑制使得其與雙氧水反應所產生的氣體較少。
3. 所以可以推知：在室溫空氣中，蘋果中的[酵素](#)會幫助[酚類化合物與氧](#)反應而產生變色現象。

- 七、1. 蘋果變褐色反應，其真正原因是「氧化」惹的禍，由文獻資料可知切開蘋果後會變色，主要是因為蘋果細胞中含有[酚類化合物與酵素](#)。
2. 當蘋果被切開後，細胞中的[酵素](#)在空氣中會催化一些[酚類化合物](#)進行[氧化反應](#)而產生變色現象。
- 3.蘋果褐色反應需要在有氧氣時方能進行，因此隔絕空氣，可以有效阻止蘋果進行氧化作用，而避免變褐色現象。

- 八、1.蘋果變色必須同時具有[酵素](#)、[多酚類基質](#)和[氧氣與水](#)等四個條件。
- 2.抑制蘋果變色的方法：1.浸泡維生素 C 溶液與檸檬汁。2.隔離氧氣。3.浸泡食鹽水與高濃度糖水。4.利用高溫破壞酵素與低溫抑制酵素活動。

陸、參考資料

一、參考書目

- (一)(1) 台灣省府教育廳 (2) 中華兒童百科全書 (3)台灣省府教育廳 (4)480 頁 (5)75 年

(二)(1) 徐喜美 (2) 自力科學研習 (3) 台灣科學教育館 (4) 79-84 頁 (5)86 年

(三)(1) 陳慶飛 (2) 作怪的氧化現象 (3) 華一書局 (4) 1-25 頁 (5) 81 年

(四)(1) 國立台灣科學教育館彙編 (2) 第三十四屆中小學科學展覽優勝作品專輯 國小組
(3) 88-96 頁, 360-365 頁 (4) 83 年

(五)(1) 鄧美貴、吳榮邦 (2) 六年級自然指引 (3) 康軒文教 (4) 11 頁 (5) 92 年

(六)(1) 賴松財 (2) 自然科學實驗觀察教室 (3) 明統圖書公司 (4) 2-31 頁 (5) 79 年

二、期刊論文

(一)(1) 林福興 (2) 85 年 (3) 寶特瓶的利用之二氧化碳性質的實驗 (4) 科學研習 (5)
三十五卷六期 (6) 36-37 頁 (7) 台灣科學教育館

(二)(1) 李進益、林振強 (2) 79 年 (3) 泡沫傳情 (4) 科學研習 (5) 二十九卷四期 (6)
10-14 頁 (7) 台灣科學教育館

(三)(1) 楊訓庭 (2) 88 年 (3) 氧化與還原 (4) 科學研習 (5) 三十八卷八期 (6) 30-33
頁 (7) 台灣科學教育館

附註：實驗照片集錦

附件(一)：實驗一蘋果在空氣室溫中變色的情形

蘋果顏色變化對照表(2)

0分鐘。種子的部分：淡黃色。尤其最上面部位已變為黃色，且表面有淡黃色的絲。



5分鐘。種子的部分：黃色。尤其最上面部位已變為黃色。



十分鐘。種子的部分：黃土色。最上面部位已變為褐色，此部位顏色變化比較快且顏色較深。



二十分鐘。種子的部分：黃土色。





四十分鐘。種子的部分：黃褐色。最上面部位已變為深褐色，



一小時。種子的部分：棕色。

二小時。種子的部分：褐色。



六小時。種子的部分：褐色。



十二小時。種子的部分：深褐色。



二十四小時。種子的部分：褐色。



實驗照片集錦

實驗二照片：細心的控制水溶液之溫度。



實驗四與實驗五：細心觀察空氣量的多與少對蘋果變色之影響。



實驗五：利用小蘇打粉加醋酸製造二氧化碳。以澄清石灰水檢驗二氧化碳。



實驗五：利用排水集氣法製造二氧化碳。





實驗五：利用排水集氣法製造氧氣。
二氧化錳加雙氧水。



實驗五：小心的將雙氧水倒入漏斗中 並且小心的不讓氧氣從漏斗跑出來。

實驗六：將浸泡過的蘋果放置室溫空氣中觀察。



實驗六：利用天秤測量維生素C的重量。



實驗七：將蘋果浸泡在食鹽水、維生素 C 與檸檬汁溶液中。



實驗七：將蘋果完全浸泡在溶液中。



實驗八：仔細觀察與比對蘋果變色情形。



實驗八：詳細記錄不同濃度之食鹽水溶液與蘋果變色之關係。



實驗九：將雙氧水倒入蘋果碎塊中。產生好多泡泡喔。



實驗九：利用排水集氣法收集其所產生的氣體。



實驗九：甲瓶（維生素C）：所收集到的氣體比較少。



實驗九：乙瓶（逆滲透水）所收集到的氣體比較多。



實驗八：將蘋果完全浸泡在食鹽水溶液中。



實驗八：詳細記錄不同濃度之食鹽水溶液與蘋果變色之關係。



評語

優點

- 1 能配合國小課程教材符合學生能力。
- 2 實驗步驟井然有序學生參與度佳。
- 3 題材生活化及實用性。

建議

題材已做過多次，能在創新部份多加強。