

到底是誰在作怪？

高小組化學科第二名

台中市西屯國民小學

作者：陳威樺、蔡耀駿

謝東運、張雅惠

指導教師：沈月清、劉貴珍

一、研究動機

春節時，阿姨帶小表妹到家裡來作客，媽媽削了一盤蘋果請他們吃。沒多久，我發現蘋果都變成褐色了。我問媽媽是不是蘋果壞掉了不能吃？媽媽說削皮的蘋果本來就會變褐色的，沒有壞掉，好像是一種鐵質的氧化作用喔！我覺得納悶不解，於是就去問自然老師，沈老師說，你們不是剛學過「兩種氣體」這個單元嗎？我們可以自己製造一些氧氣來試驗、探討它的原因，找出到底是誰在作怪？於是我們就在自然老師的指導下做了以下的試驗。

二、研究目的

- (一)、那些水果削皮或切開後容易變成褐色？
- (二)、水果削皮後變褐色原因之探討。
- (三)、怎樣防止削皮水果變褐色。

三、研究器材設備

- (一)、藥品材料：雙氧水、二氧化錳、稀鹽酸、小蘇打、鋅粉、食鹽、白糖、維他命C、磷苯二酚、各種水果、汽

水、檸檬汁、甲基藍。

(二)、實驗器具：燒杯、培養皿、試管、研鉢、水槽、錐形燒瓶、廣口瓶、天平、量筒、紗布、滴管、透明膠布。

四、研究過程：

(一)、那些水果削皮或切開後容易變褐色？

結果：如表1。

水果種類	觀察時間									結果 (變褐色)
	5 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	50 分鐘	60 分鐘	180分鐘		
紅 蘋 果	—	稍變深黃	變黃褐色	黃褐色	褐色	深褐色	大部份	大部份	○	
青 蘋 果	—	稍變深黃	變黃褐色	黃褐色	黃褐色	淺褐色	大部份	大部份	○	
蓮 霧	—	—	—	—	—	—	—	—	×	
香 蕉	—	有黑點現	—	切面黃色	切面有褐色斑點	切面褐色斑點	褐色區域變大	大部份已變褐色	○	
番 石 榴	—	—	—	切面變黑	切面變褐色斑點	變褐色斑點	黑色斑點	切面有黑色斑點	○	
楊 桃	—	—	—	—	—	—	—	—	×	

討論：1. 紅蘋果削皮後約20~30分鐘後表面即出現褐色，青蘋果、梨子也很容易變褐色。

2. 番石榴、香蕉削皮或切開後也會產生黑色斑點。

(二)削皮蘋果變褐色原因之探討。

方法1. 光線會影響削皮蘋果變褐色嗎？

結果：如表2。

放置地點	觀察時間			結果 (變褐色)
	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	
陽 光 下	開始出現黃褐色	表面大部份已變黃褐色	表面、切面均深褐色	○
教 室 內	出現黃褐色	切面靠近中心部位深褐色	表面、切面均變深褐色	○
陰 暗 處	出現黃褐色	表面都黃褐色	大部份均變黃褐色	○

○有變褐色 ×沒有變化

討論：不管是放在陽光下、教室內、或陰暗處，約過30分鐘左右，均出現黃褐色，所以光線對削皮蘋果變褐色幾乎沒有影響。

方法2. 溫度會影響削皮蘋果變褐色嗎？

結果：如表3.

溫度	觀察時間				結果 (變褐色)
	顏色變化情形	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	
60°C	—	—	—	×	
50°C	—	—	切面靠近中心核稍變黃褐色	×	
40°C	出現黃褐色	大部都已出現黃褐色	表面、切面均變深褐色	○	
30°C	出現黃褐色	大部都已出現黃褐色	表面、切面均變深褐色	○	
20°C	—	有黃褐色出現	大部份有褐色出現	○	
10°C	—	—	—	×	
0°C	—	—	—	×	

—：沒有變化 ×：沒有變化 ○：有變褐色

討論：1. 30°C~40°C時，削皮蘋果變褐色最快、最明顯。而於10°C以下50°C以上時，蘋果表面幾乎沒有變化。

2. 由試驗結果可知溫度會影響削皮蘋果變褐色的。

方法3. 空氣會影響削皮蘋果變褐色嗎？

結果：如表4.

處理條件	觀察時間				結果 (變褐色)
	顏色變化情形	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	
空氣中	—	表面黃褐色	大部份成褐色	1	
密封大水槽內	—	有黃褐色出現	大部份成褐色	2	
密封小水槽內	—	稍變深黃色	表面小部份成褐色	3	
廣口瓶內	—	—	一小部份表面稍變黃褐色	4	
透明塑膠帶密封	—	—	—	×	

—：沒有變化 ×：沒有變化

討論：削皮蘋果暴露於空氣中，最容易產生褐色的變化。所以空氣會影響削皮蘋果變褐色的反應。

(三)削皮蘋果變褐色是一種氧化作用嗎？

方法1.：製造氧氣、氫氣、二氧化碳來試驗。

結果如表5.

氣體種類	氣體來源	變化情形			結果 (變褐色)
		20分鐘	30分鐘	40分鐘	
氧氣	雙氧水和二氧化錳交互作用	靠近中心核部份變黃褐色	表面大部份變黃褐色	變成深褐色	○
二氧化碳	小蘇打粉和稀鹽酸交互作用	—	—	—	×
氫氣	鋅粉和稀鹽酸交互作用	—	—	—	×
空氣	空氣中	—	—	表面稍有黃褐色	○

—：沒有變化

×：沒有變褐色

○：有變褐色

討論：放在純氧氣瓶中的蘋果，最容易變褐色、在放在二氧化碳和氫氣瓶中則沒有變化，由此可證明削皮蘋果變褐色是一種氧化作用。

(四)削皮蘋果變褐色是氧化酵素的作用嗎？

方法1. 氧化酶的氧化試驗。

結果：如表6.

試管編號 試劑種類	1	2	3	4
鄰苯二酚 (Catechol)	5滴	5滴	5滴	5滴
1 M 氯化鈉	—	—	10滴	—
1 % 抗壞血酸	—	—	—	3滴
蒸 餾 水	4c.c	—	—	—
酵素抽取液 (蘋果濾液)	—	4c.c	4c.c	—
顏色變化	近透明無色	深褐色	黃褐色	淺黃褐色

討論：因蘋果含有「氧化酶」可氧化磷苯二酚，產生醌類化合物，醌類化合物經聚合反應，可形成一種深褐色的聚合物。而抗壞血酸（維他命C）有抗氧化作用，氯化鈉可抑制酵素的活性，所以可以防止氧化酶的氧化作用。

方法2.利用甲基藍的褪色反應測定生物氧化還原作用。

結果：如7.

材 料	試 劑	反 應 結 果
空白對照相	0.02% 甲基藍溶液	淺藍色
削皮蘋果未經處理	0.02% 甲基藍溶液	蘋果變黑褐色，甲基藍溶液褪色
削皮蘋果經1 M 氯化鈉浸泡過	0.02% 甲基藍溶液	蘋果不變色，甲基藍溶液淺藍色
削皮蘋果經60°C 熱水浸泡過	0.02% 甲基藍溶液	蘋果不變色，甲基藍溶液淺藍色
削皮蘋果經1%抗壞血酸浸泡過	0.02% 甲基藍溶液	蘋果不變色，甲基藍溶液淺藍色

討論：1. 甲基藍於氧化態時呈藍色，而還原態時是無色，因此由甲基藍的褪色反應，便可測定酵素的氧化作用。

2. 經1M氯化鈉或1%抗壞血酸處理之蘋果不會變褐色，甲基藍溶液不褪色，可能是因為破壞酵素活性，而無法進行氧化作用。

(五)怎樣防止削皮蘋果變褐色？

方法1. 隔絕空氣。（結果略）。

討論：隔絕空氣可以防止削皮蘋果變褐色，所以削皮後沒有馬上吃完的蘋果，我們可以利用塑膠袋或保鮮膜密封，暫時保存於冰箱中。

方法2. 加入抗氧化劑。（結果略）。

討論：維他命C可當作抗氧化劑，當削皮蘋果浸泡過維他命C水溶液後，可防止其氧化酶的氧化作用，蘋果就不易變褐色。

方法3. 以溫度破壞酵素之作用。

結果：如表8.

顏色變化情形 水溫	觀察時間				結果 (變褐色)
	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘		
空氣中	表面有黃褐色	大部份均成黃褐色	變成深褐色		○
20°C	—	表面成深黃色	小部份有黃褐色		○
30°C	—	表面成深黃色	黃褐色斑點		○
40°C	—	表面變深黃色	表面有黃褐色		○
50°C	—	—	—		×
60°C	—	—	—		×
100°C	—	—	—		×

— : 沒有變化
○ : 有變色
× : 沒有變色

§ 溫度對酵素活性的影響
一般而言，0°C~40°C範圍內，溫度愈高，催化劑活性愈大，在20°C~40°C間，活性達到最高峰，當度超過45°C後多數酵素將會變性，因而失去了氧化活性。

討論：1. 低於10°C以下或高於50°C以上的溫度，酵素就無法發生作用，所以蘋果不會變褐色。

2. 罐頭梨子、暴露在空氣中，時間再久也不會變褐色，是因為氧化酶已遭破壞，沒有作用了。

方法4. 以其它方法破壞酵素的作用。

結果：如表9.

處理情形	觀察時間 變化情形	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	吃起來的口味	抗變褐色 效果
		空氣中	表面變深黃色	有黃褐色出現		
清水	—	—	表面變深黃色	小部份有黃褐色	尚可	6
5% 食鹽水	—	—	—	—	更甜、味更佳	1
5% 糖水	—	—	—	表面呈深黃色 有黃褐斑點	較甜	5
稀釋檸檬水	—	—	—	—	酸酸甜甜的	2
汽水(黑松)	—	—	—	表面深黃色	口味怪怪的	4
小蘇打水	—	—	—	—	尚可	3

— : 沒有變化

× : 沒有變褐色

討論：1.以5%的食鹽水效果最好，其它如檸檬水，小蘇打水、汽水、糖水也都有防止削皮蘋果變褐色的作用。

2.以食鹽水浸泡過的蘋果，不但可以防止其變褐色之作用而且吃起來更甜，口味更佳。

(六)以食鹽水處理防止削皮蘋果變褐色之探討。

方法：(略)

結果：如表10-1和10-2。

表10-1

食鹽水濃度	變化情形	觀察時間			吃起來口味	抗變褐色效果
		20分	30分	40分		
未	浸	—	黃褐色	褐色	—	×
浸	泡	—	—	小部份有黃褐色	相同	✓
1%	食鹽水	—	—	表面變深黃	差不多	✓
3%	食鹽水	—	—	—	更佳	○
5%	食鹽水	—	—	—	更佳	○
10%	食鹽水	—	—	—	太鹹	○

註：浸泡時間2分鐘後取出，放在空氣中

—：沒有變化 ✓：差

×：無 ○：佳

表10-2

浸泡時間	觀察時間			抗變褐色效果
	20分	30分	40分	
未 浸 泡 過	—	黃褐色	褐色	×
30 秒	—	—	表面變深黃色	✓
60 秒	—	—	—	✓
120 秒	—	—	—	○
180 秒	—	—	—	○
300 秒	—	—	—	○

註：食鹽水濃度為3%

—：沒有變化

×：無

✓：差

○：佳

- 討論：1. 以3~5%的食鹽水來浸泡削皮蘋果，其抗褐色反應，效果最好，而且其口味更甜更佳。
2. 浸泡時間以2~3分鐘即可。
3. 浸泡食鹽水可以防止削皮蘋果變褐色，是因為酵素（是一種蛋白質）被破壞，而失去活性，無法產生氧化作用。

五、結論：

- (一)有很多的水果削皮或切開後容易變色，其中以蘋果、梨子變褐色，蕃石榴變黑色，香蕉變褐黑色較常見。
- (二)當水果蔬菜之體素在製造過程中，任何情況下，如切割或削皮破壞時，體素發生暗黑色，此變化稱為「褐色反應」，褐色反應大都是由於酵素的作用。

- (三)削皮蘋果變褐色，雖然和蘋果所含鐵質有關係，但經過了我們一連串的試驗，我們發現「氧氣」和「溫度」均會影響褐色反應，所以褐色反應的真正原因應該是「氧化酶」在作怪，而酵素也是一種蛋白質。溫度、酸鹼值改變，離子濃度均可能使其變性而喪失了作用。
- (四)酵素的褐色反應，僅發生於新鮮生活體素中，因蘋果含有單寧和類似酚類之化合物，當削皮後被多酚類氧化酶氧化而變褐色，此類酵素的反應需要氧的存在方能進行，隔絕空氣可以阻礙此類酵素的作用。
- (五)防止水果蔬菜褐色反應的方法很多，如隔絕空氣、加入抗氧化劑、改變酸鹼值，高溫破壞酵素或浸泡食鹽水、糖水、檸檬水等，但以浸泡3~5%的食鹽水中2~3分鐘最為方便，而且吃起來味道更甜美可口。
- (六)水果蔬菜的褐色反應也並非完全都是由於酵素的作用。例如香蕉之變褐黑，可能係由於澱粉和蛋白質反應生成褐黑色化合物之結果。此項留待我們繼續深入探討研究。

六、參考資料：

- (一)國民小學自然科學課本、習作、教學指引第九冊、第十一冊。
- (二)食物營養學、王德瓊編著、復興書局印行。
- (三)食品化學、續光清編著、徐氏基金會出版。
- (四)生物學實驗、溫永福等編著、藝軒圖書出版社。
- (五)最新生物學、黃俊雄編譯、藝軒圖書出版社。
- (六)奇妙的化學、莊毓文編著、台灣省教育廳出版。

評論

本件作品從日常生活中觀察蘋果切開後會變色而著手探討其原因考慮了光線，溫度，空氣等易見因素並用到酵素的觀念，考慮防止方

法的探討富有科學精神。實驗過程完整，表達能力甚佳，經評定給予第二名，希望繼續努力。