

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

080215

明智之「橘」—吃甜橘小撇步

學校名稱：高雄市三民區河濱國民小學

作者： 小五 彭貞甄 小五 陳品翰 小五 施硯晟	指導老師： 黃馨緯
---	------------------

關鍵詞：橘子、糖度、酸鹼值

明智之「橘」— 吃甜橘小撇步

摘要

本研究主要是為了解網路上說利用外力或其他方式，是否可以讓橘子變甜之眾說紛紜的說法是否真實所進行的實驗。我們先從橘子外觀找出挑選橘子的方法，接著驗證網路各正反方說法，求證橘子的糖度及酸度會不會因為外加的處理方式或環境不同而改變。結果發現挑選甜橘子時應該從顏色、外型對稱、及密度等訣竅來挑選；並利用糖水加檸檬酸模擬成橘子之後再經過搖晃後測試，發現溶液的糖度也會因為這糖被酸分解而有改變；再利用實驗設計將專家及過去實驗認為可能造成誤差的作法加以控制後，測試橘子經過搖晃、加溫、攪碎、或與其他熟成的水果擺放在一起，會因為橘子內含的糖與有機酸反應、酵素活化、組織受傷需要醱類、或呼吸作用加速轉化，讓橘子所含的糖類濃度變得更甜。

壹、研究動機

記得電視曾經播放了一則新聞：主持人將橘子放置在籃子裡，經過搖晃後，橘子會變甜。這一則異事著實令我們覺得好奇。後來我們在網路搜尋資料時也發現，有些專家持著反對意見，認為「搖晃造成橘子變甜」的主因是心理因素或橘子取樣的問題所造成。看到這樣的各執一方的網路新聞，更是激起我們想要實驗求證的動力，所以老師建議我們應該學習電視“流言終結者”的實證精神，透過實驗來探究到底哪一種說法才正確。除了可以了解橘子變甜的原因，如果實驗能成功，我們就可以鼓勵不敢吃酸的小朋友能多嚐嚐美味又富有營養的橘子。

本參展作品與教學單元之相關性有：

1. 國小康軒自然領域五上 第三單元 水溶液溶解(水溶液酸鹼性)
2. 國小翰林自然領域四下 第四單元 光的折射
3. 國小康軒自然領域五上 第二單元 植物的身體
4. 國小康軒自然領域五下 第二單元 燃燒與生鏽

貳、研究目的

- 一、透過外觀，如何挑選比較甜的橘子。
- 二、蒐集並驗證網路正、反方流言，檢驗橘子糖度、酸度是否會改變真偽。
 - (一)固定橘子汁取樣的方法及位置，檢驗同一顆橘子的糖度及酸度是否一致。
 - (二)檢驗橘子經過搖晃後，糖度與酸度是否會改變？
 - (三)利用檸檬酸加糖水方式模擬成橘子汁，檢驗搖晃後是否會改變溶液的糖度及酸度？
- 三、利用外加的處理方式，找出能使橘子變甜的方法。
 - (一)不同溫度是否會改變橘子的糖度與酸度？
 - (二)置入不同氣體，會不會影響橘子糖度及酸度的變化？
 - (三)將橘子與各類快成熟的水果放置一起，糖度及酸度會不會產生變化？
 - (四)將橘子打成汁，觀察糖度及酸度會不會產生變化？

參、研究設備及器材

- 一、材料：橘子(台中東勢柑，以下簡稱橘子)

橘子的產期為每年10至隔年元月，採收早期果皮青色味較酸，後期呈濃橙色味甘多汁。橘子的營養價值很高，可提供人體所需許多維生素，尤其富含「檸檬酸」

(citric acid)，也稱作「枸橼酸」，是一種有機弱酸，也是維他命C合成的來源。大人們常說多吃維生素C可以預防動脈硬化、解除疲勞，經常食用除對健康有益外，

還能長保青春。橘子中的甜味主要來自於本身的各種醣類，植物中的醣類主要來自於植物的「光合作用」所合成。橘子生長初期，所含的有機酸較多，可以保護果子免受病蟲害。之後，橘子內的有機酸會進行許多的化學反應，透過有機酸轉換成各種糖類，包含蔗糖、果糖、葡萄糖，所以橘子放久後嚐起來會越甜。



圖一：台中東勢柑

- 二、糖度測試計及電子酸鹼計

本實驗所指的「甜度」或「糖度」均指糖度測試計所測出的刻度。「酸度」均指電子酸鹼計所量出的pH值。

- (一)糖度測試計使用說明

糖度測試計是利用折射率方式以快速測定含糖溶液濃度的儀器。

糖度測試計操作方式必須先將檢測稜鏡擦拭乾淨，將溶液滴數滴在鏡面上，輕輕合上蓋

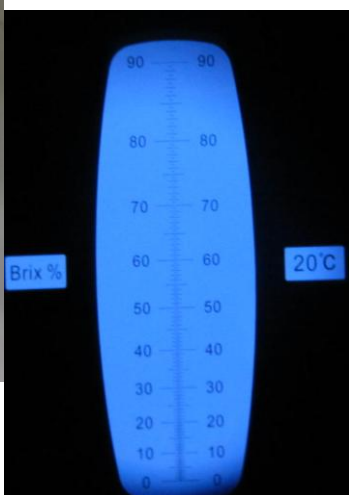
板，將進光板對準明亮處，分界線的刻度值就是溶液的濃度。

第一步：打開手持式折射儀蓋板，讓樣液留在蓋板上約30秒，使樣品與折射儀周圍的溫度一致，精確測量。

第二步：調節校準螺絲直至藍白色區域交界線與0刻度線完全重合，此時調校完畢。

第三步：將溶液樣品重復上述步驟，隨後讀取藍白分界線的刻度值。

第四步：使用完折射儀後，使用完畢用軟濕布把儀器擦乾淨，以免造成腐蝕和弄髒。



圖二：糖度測試計

圖三：糖度百分濃度刻度

圖四：糖度測試計檢驗方式

(二)電子酸鹼計使用說明

使用前，檢查玻璃電極前端的球泡。先將儀器放置於矯正液矯正後擦乾，再將球泡沾濕或浸泡於測試的溶液中，再讀出電計顯示數據(也就是pH值)。用後需仔細清洗防止被測液粘附在電極上，並用濾紙擦拭乾淨。



圖五：酸鹼測試計

二、器材與材料

(一)器材：夾鏈袋、溫度計、滴管數支、保麗龍杯、有蓋紙罐(內含棉花或抹布)、標籤紙、顯微鏡、塑膠袋、燒杯、注射管、三角錐、秤子、紙杯、注射筒、相機、果汁機。

(二)材料：砂糖(蔗糖)、葡萄糖、檸檬酸、雙氧水、馬鈴薯塊、小蘇打、醋酸、葡萄、蘋果、香蕉、奇異果。

肆、研究方法與過程

【研究一】：透過外觀，如何挑選比較甜又多汁的橘子

(一)問卷調查

我們每人問了5位達人(包含果農、水果商、家庭主婦等)共15人，整理資料如下：

橘子外型	達人選甜橘子的方式(百分比%)	
顏色	黃橘色(74%)	深橘色(26%)
外形	對稱球型(74%)	橢圓球型(26%)
橘皮	表皮顆粒小又細密(100%)	凹凸不平又粗糙的表皮(0%)
軟硬度	較軟有彈性(100%)	較硬，彈性不佳(0%)
底部平坦或凹陷	底部平坦(80%)	底部凹陷(20%)
蒂頭形狀	平坦 (74%)	突起(26%)
重量較沉	較沉(100%)	較輕(0%)

根據上述結果，指有重量選沉重一點的答案很明確，其他外觀挑選各有說法。因此我們實地到市場買橘子幾個大小差不多，但長相及重量不太一樣的橘子，希望能歸納出甜橘子的挑選方式。

(二) 實地驗證

我們到市場挑選了六顆大小差不多，外觀及重量不太相同的橘子，依序作出編號(1~6)，並分別就顏色、密度、形狀、表皮光滑度、底部及蒂頭形狀作出下面紀錄。



圖六：將六顆橘子作編號，依序根據外觀作出紀錄。



圖七：利用排水法量出體積，秤重量後，將重量(g)÷體積(cm³)，求出每顆橘子的密度。



圖八：將每顆橘子剝開來，測驗酸度及甜度。並計路橘皮厚度、瓣數、觸感等。

(三)觀察紀錄

橘子外觀	橘子 1	橘子 2	橘子 3	橘子 4	橘子 5	橘子 6
密度 g/cm ³	重:125g 體:180cm ³ 密:0.69 g/cm ³	重:180g 體:189cm ³ 密:0.95g/cm ³	重:160g 體:170cm ³ 密:0.94 g/cm ³	重:165g 體:210 cm ³ 密:0.79g/cm ³	重:175g 體:200cm ³ 3 密:0.87g/cm ³	重:140g 體:190 cm ³ 密:0.74g/cm ³
形狀(對稱)	無	有	有	無	有	無
表皮(光滑)	粗糙	光滑	光滑	粗糙	粗糙	粗糙
顏色	深橘	橘黃	深橘	橘	橘	深橘
軟硬度	部分空心 摸起來較軟	硬	上下較軟 適中	部分空心 摸起來較軟	硬	軟
底部形狀	凹	凹	凹	凹	凹	凹
蒂頭形狀	平	凸	平	亂超凸	凸	平
剝開後	橘子 1	橘子 2	橘子 3	橘子 4	橘子 5	橘子 6
瓣數	8	10	10	11	11	9
水分	乾乾的	飽滿	飽滿	適中	略乾	不足
表皮厚度	0.45 cm	0.2 cm	0.2 cm	0.25 cm	0.35 cm	0.4 cm
中空距離	1.6 cm	1.2 cm	1.9 cm	2.2 cm	1.8 cm	1.9 cm
細白絲	多	綿密	少	少	綿密	多
觸感	顆粒狀	光滑	光滑	顆粒狀	顆粒狀	顆粒狀
糖度	12	10	13	11	11.5	12
酸度	pH4.2	pH 3.0	pH 3.3	pH 3.4	pH 3.2	pH 4.1
口感	甜不酸，乾 癟無水分。	水分多，偏 酸。	★最好吃 多汁微甜 略酸。	酸甜度適 中，無水 分。	酸甜度適 中，吃起來 較硬。	甜略酸，但 缺水。

(四)研究發現：經過我們實際品嚐後發現第3號橘子最多汁也最甜。這顆橘子的特色：

1. 密度較高(0.94 g/cm³)，接近水(1g/cm³)的密度。
2. 形狀對稱。
3. 表皮光滑。
4. 顏色深橘。
5. 軟硬度適中。
6. 底部凹陷。
7. 蒂頭平整。

歸納上述六顆橘子後，我們選擇好吃的橘子條件順序：先選擇多汁→選擇甜度，選法訣竅如下：

選擇多汁	第 2、3 號共同特徵	選擇糖度	第 1、3、6 號共同特徵
	1.密度較高(較沉)		1.深橘
	2.表皮光滑		2.蒂頭平整
	3.形狀對稱		3.摸起來軟硬適中
	4.皮較薄		-----

【研究二】：蒐集並驗證網路正反方流言，檢驗橘子糖度、酸度的改變真偽。

(一)蒐集網路正方與反方資料

根據網路資料，有些實驗證實橘子搖晃後會變甜，但也有提出反駁的說法。由於眾說紛紜，我們將正反方的資料做一整合。再實際做驗證。

橘子搖晃後會變甜的證據	【證據 1】：42屆科展高中生活應用組--橘子甜了
	<p>【證據 2】：中天新聞：有關橘子搖晃後變甜的現場實驗。</p>  <p>http://www.ctitv.com.tw/news_video_c18v142224.html</p>
	<p>【證據 3】：電視節目--生活智慧王</p> <p>將橘子置入籃子中,經過搖晃撞擊橘子變甜，但橘子會爛掉。</p>

橘子搖晃後 不會變甜的證 據	<p>【證據 1】：專家說柑橘類搖了沒用，蘋果、香蕉搖後卻會變甜 專家鍾廣炎說：<u>品嚐者的心理暗示在起作用</u> http://finance.takungpao.com.hk/food/opinion/2013-11/2067923_4.html</p>
	<p>【證據 2】：酸橘子變甜是因為含酸量改變 將橘子放在自行車的籃子裡，未搖晃前檢測橘子，發現含糖量 11.6， 搖晃之後含糖量仍然是 11.6。專家認為<u>甜味的變化是橘子的含酸度改變</u>。 http://www.zwbk.org/MyLemmaShow.aspx?zh=zh-tw&lid=103649</p>
	<p>【證據 3】：專家批駁選取位置不同結果就會不同 鐘廣炎先表示，果實的糖分分佈不均勻。取樣橘子為同一個，但是插 入導管取樣的具體位置，深淺不能保證完全一致。 http://big5.china.com.cn/info/2013-11/27/content_30715820.htm</p>

(二)實驗一：固定橘子汁取樣的方法及位置，檢驗同一顆橘子的糖度及酸值是否一致。

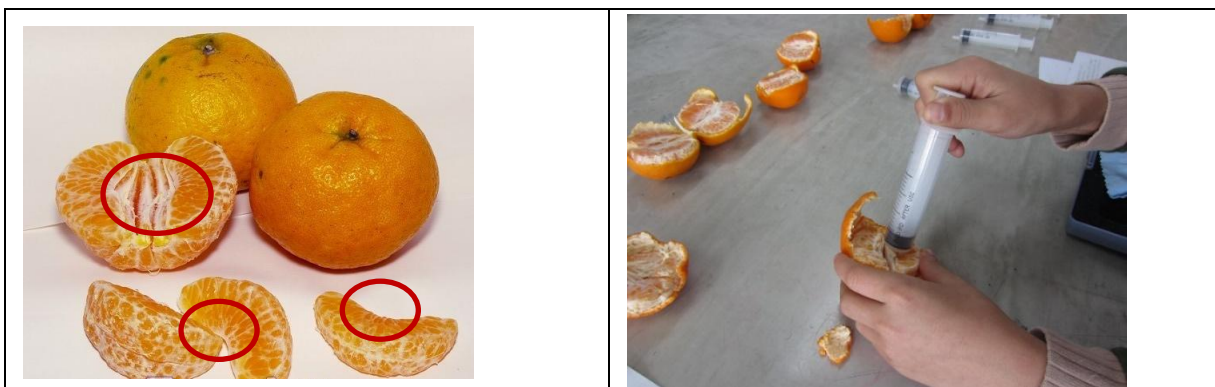
我們歸納過去文獻相關研究的作法，發現取橘子汁液時有兩個未盡完美的地方。其一：未將橘子剝皮，將注射的針筒直接插進去橘子裡取汁液，造成取液的汙染。其二：有專家提到因為橘子本身日照處不同，同一顆橘子會因取樣位置不同而糖度不同。因此在本實驗設計中，我們在取汁液時特別作了一些要求，而且要符合下面兩個方式，希望能夠將控制變因作到最完美。

第一：為避免橘皮影響實驗，本實驗的橘子均剝皮後才取汁液。

第二：固定同一顆橘子的取樣位置並檢驗糖度與酸度是否一致。

1.實驗設計：

任意選出三顆不同類型的橘子，編號 1、2、3，之後將每一顆橘子剝開並隨意取樣五瓣，作為編號 ABCDE，如下表所列。再利用注射筒戳進橘瓣中央處將汁液取出，分別做橘子的糖度與酸度測試。



圖九：利用注射筒戳進橘片中央處將汁液取出，做糖度與酸度測試。

2.研究紀錄：

(1) 糖度

橘瓣編號	A	B	C	D	E
第一顆	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
第二顆	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5
第三顆	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8

(2) 酸度

橘瓣編號	A	B	C	D	E
第一顆	pH4.1	pH4.0	pH4.0	pH4.1	pH4.0
第二顆	pH3.3	pH3.4	pH3.3	pH3.4	pH3.4
第三顆	pH4.2	pH4.2	pH4.1	pH4.2	pH4.2

3.研究發現

根據結果，發現同一顆橘子如果取樣的位置如果都在每一瓣的中央，酸度與糖度幾乎相同。因此本實驗的每個實驗設計，都取用同一顆橘子，以其橘瓣做為實驗樣本。

(三)實驗二：檢驗橘子經過搖晃後，糖度與酸度是否會改變？

1.實驗設計

將裝成茶葉的紙罐(300 克)清空，裡面鋪上棉花及襯布，以避免搖晃時橘子震爛掉出水(如下圖)。(PS:將剛開始實驗時，我們並未將空盒做任何避震措施，所以橘子瓣搖晃後出水嚴重，呈現水爛的狀態。所以決定設計一個避震搖晃盒)



1.製作可避震的盒子。

2.同一橘子分成數瓣，放入夾鏈袋中做編號。

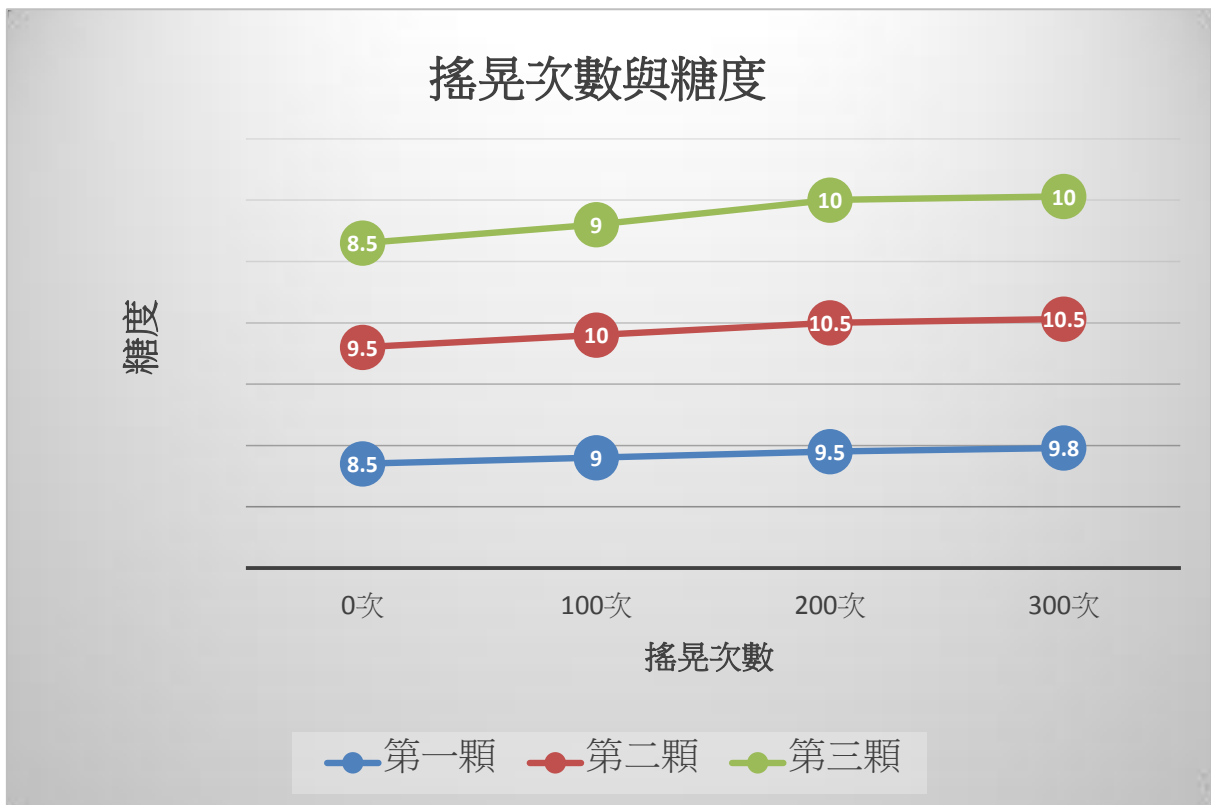
3.搖晃不同次數，觀察糖度及酸度變化。

4.利用糖度測試計，分別觀察不同搖晃次數後的橘子糖度，並加以記錄。

圖十：檢驗搖晃後，橘子糖度酸度的變化

2.研究記錄

橘子編號	搖晃次數	0 次	100 次	200 次	300 次
第一顆	酸度 pH	pH 3.6	pH 3.5	pH 3.6	pH 3.6
	糖度	8.5	9.0	9.5	9.8
第二顆	酸度 pH	pH 4.3	pH 4.2	pH 4.3	pH 4.2
	糖度	9.5	10.0	10.5	10.5
第三顆	酸度 pH	pH 4.4	pH 4.4	pH 4.4	pH 4.4
	糖度	8.5	9.0	10.0	10.0



3. 實驗結果：

(1) 糖度：經過三顆橘子實驗後發現，橘子經過搖晃後，糖度會改變，搖晃次數愈多，橘子變越甜。但到達 200 次之後，糖度改變就不太大。

(2) 酸度：酸度不會因為搖晃的次數而有變化。

(四) 實驗三：利用檸檬酸加糖水模擬成橘子汁，檢驗搖晃後是否會改變溶液的糖度及酸度。

1. 實驗設計

(1) 利用檸檬酸取代橘子的酸度，溶解的砂糖及葡萄糖取代橘子的糖度來做實驗。

(2) 分別調製 10% 及 20% 的砂糖、葡萄糖、檸檬酸等水溶液，共 6 杯(各 100g)，依序調配出不同濃度的混合溶液，之後各取出 5ml，分別測試搖晃前、後的糖度與酸度的數值。

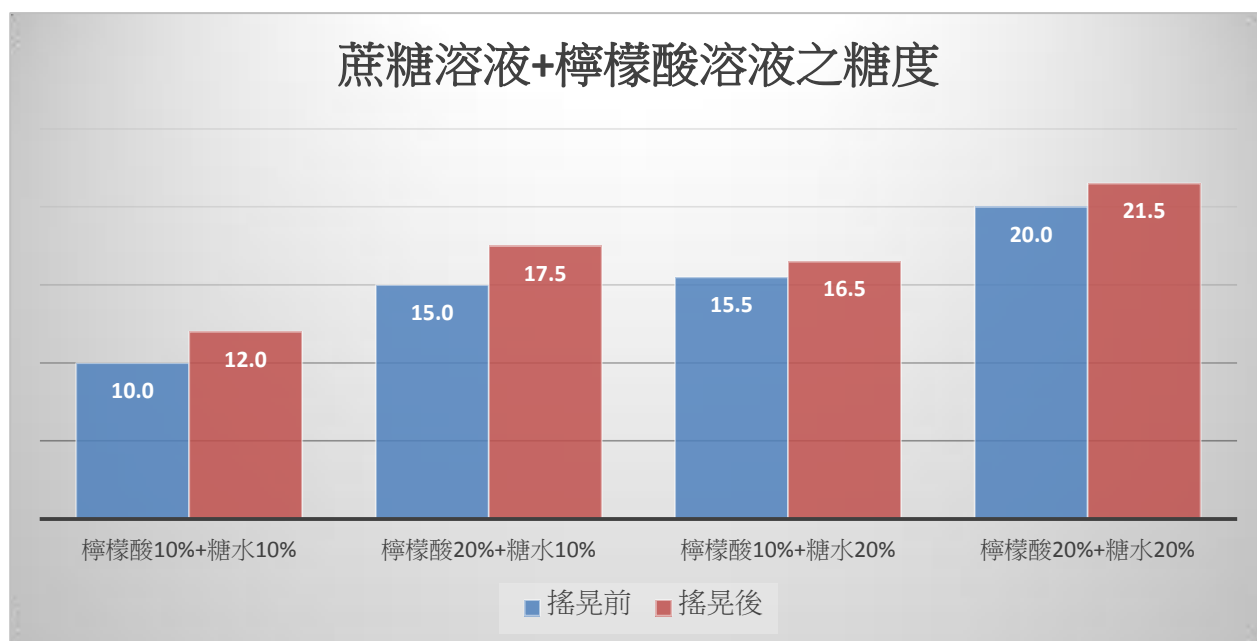


圖十一：調配水溶液濃度

2.研究記錄

(1)蔗糖水溶液+檸檬酸溶液

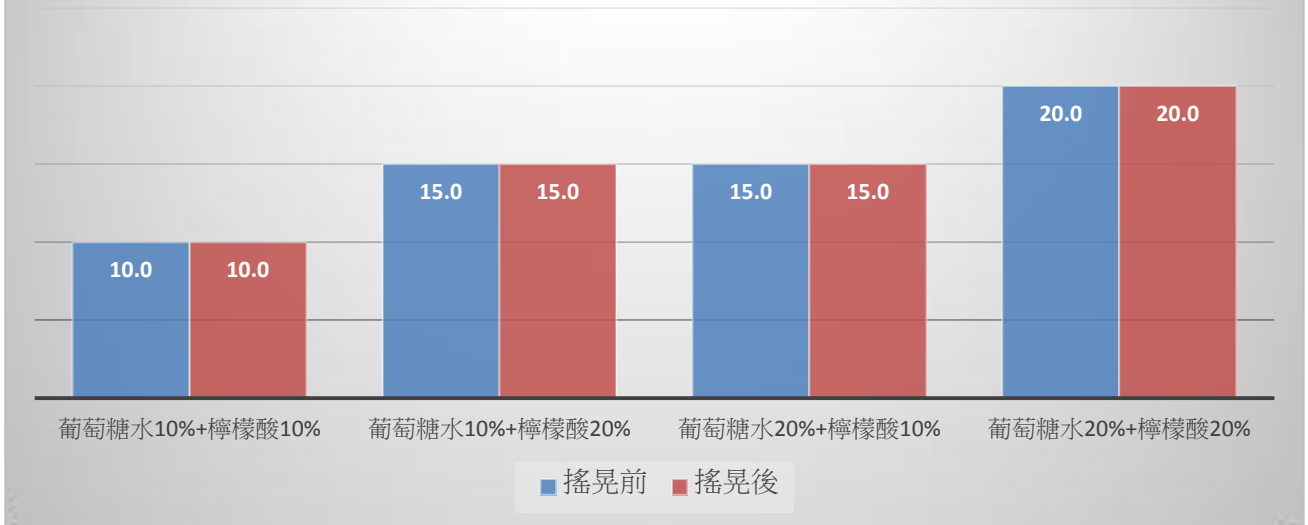
糖度與酸度	10%檸檬酸 5ml +10%蔗糖水 5ml		20%檸檬酸 5ml +10%蔗糖水 5ml		10%檸檬酸 5ml +20%蔗糖水 5ml		20%檸檬酸 5ml +20%蔗糖水 5ml	
	糖度	酸度	糖度	酸度	糖度	酸度	糖度	酸度
未搖晃	10.0	pH3.0	15.0	pH2.3	15.5	pH3.0	20.0	pH2.3
搖 200 次	12.0	pH3.0	17.5	pH2.3	16.5	pH3.0	21.5	pH2.3



(2) 葡萄糖水溶液+檸檬酸溶液

糖度與酸度	10%檸檬酸 5ml +10%葡萄糖水 5ml		20%檸檬酸 5ml +10%葡萄糖水 5ml		10%檸檬酸 5ml +20%葡萄糖水 5ml		20%檸檬酸 5ml +20%葡萄糖水 5ml	
	糖度	酸度	糖度	酸度	糖度	酸度	糖度	酸度
未搖晃	10.0	pH3.0	15.0	pH2.3	15.0	pH3.0	20.0	pH2.3
搖 200 次	10.0	pH3.0	15.0	pH2.3	15.0	pH3.0	20.0	pH2.3

葡萄糖溶液+檸檬酸溶液之糖度



(2)葡萄糖溶液+檸檬酸溶液

3.實驗結果：在糖度測定計測量下，發現檸檬酸溶液與糖液折射率相同。

- (1) 蔗糖水與檸檬酸水溶液混和，經過搖晃後，糖度測定計顯示濃度會增加。
- (2) 葡萄糖水與檸檬水溶液混和，經過搖晃後，糖度測定計顯示濃度不變。
- (3) 酸度：兩個實驗中，酸度都不會因為搖晃的次數而有變化。

【研究三】：利用外加的處理方式，找出能使橘子變甜的方法。

為了解外加的處理方式是否會影響橘子的糖度，我們彙整出四種方式來實驗。

實驗一：不同溫度是否會改變橘子的酸度及糖度？

實驗二：置入不同氣體，會不會影響橘子糖度及酸度的變化？

實驗三：與快成熟的水果(香蕉、蘋果、葡萄、奇異果)放置在一起，糖度及酸度會不會產生變化？

實驗四：將橘子打成汁，觀察糖度及酸度會不會產生變化？

(二)實驗一：不同溫度是否會改變橘子的酸度及糖度？

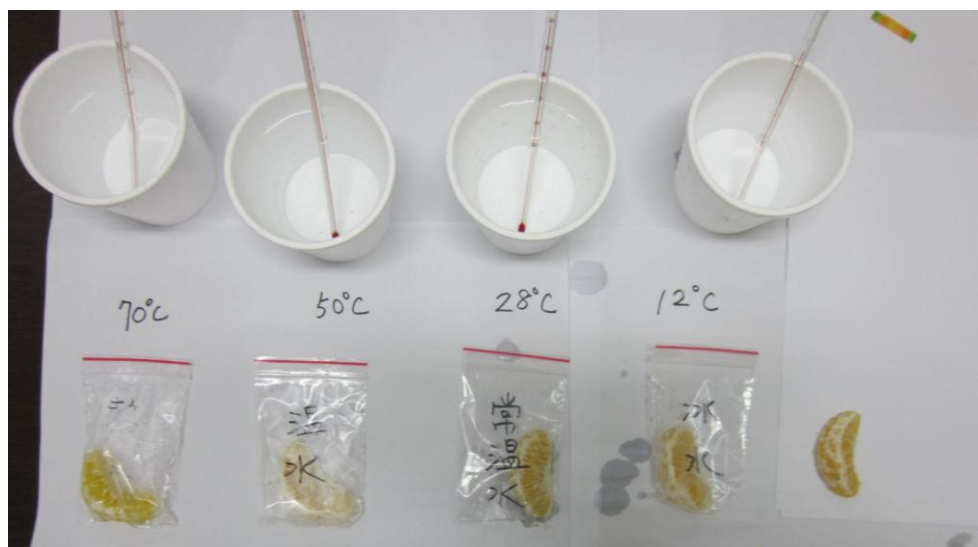
1. 實驗設計：隔水放在不同溫度的水中

(1) 將同一顆橘子分成一瓣瓣，分別利用夾鏈袋包好，並寫上標示。

(2) 準備四杯不同溫度的水， 12°C (冰水)、 28°C (常溫)、 50°C (溫水)、 70°C (熱水)，利用保麗龍杯，以維持溫度。

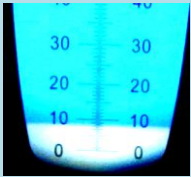
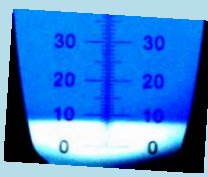
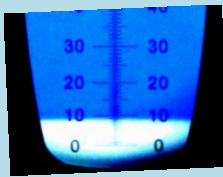
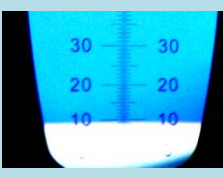
(3) 隔水浸泡在不同溫度的水裡。

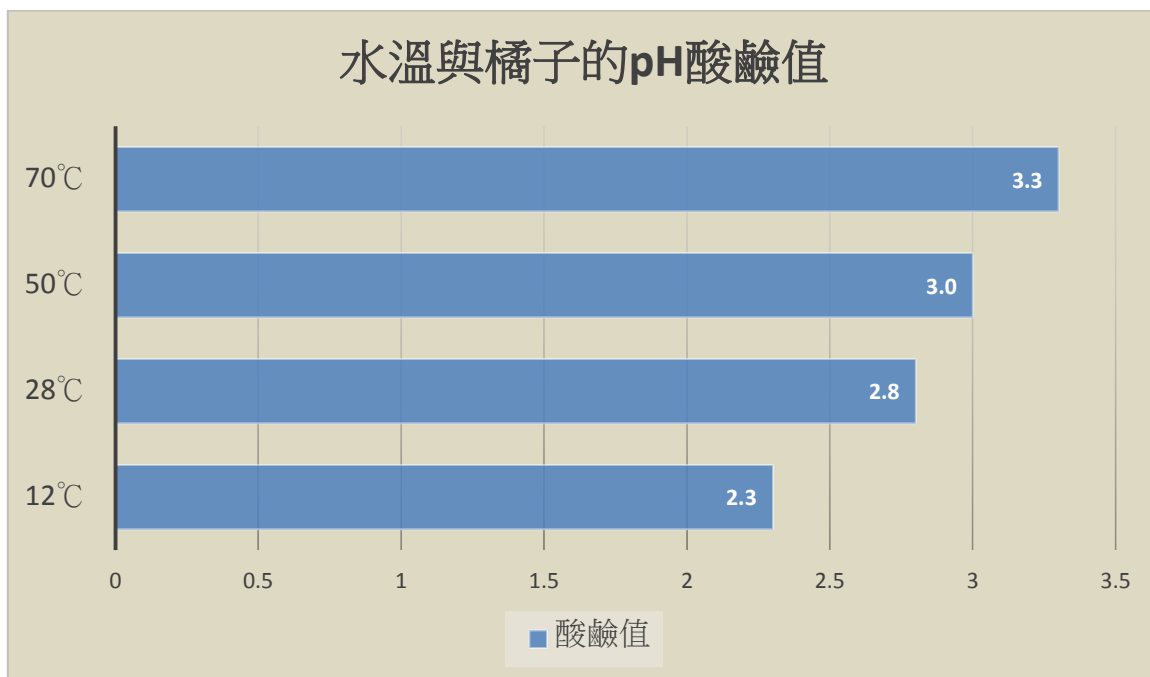
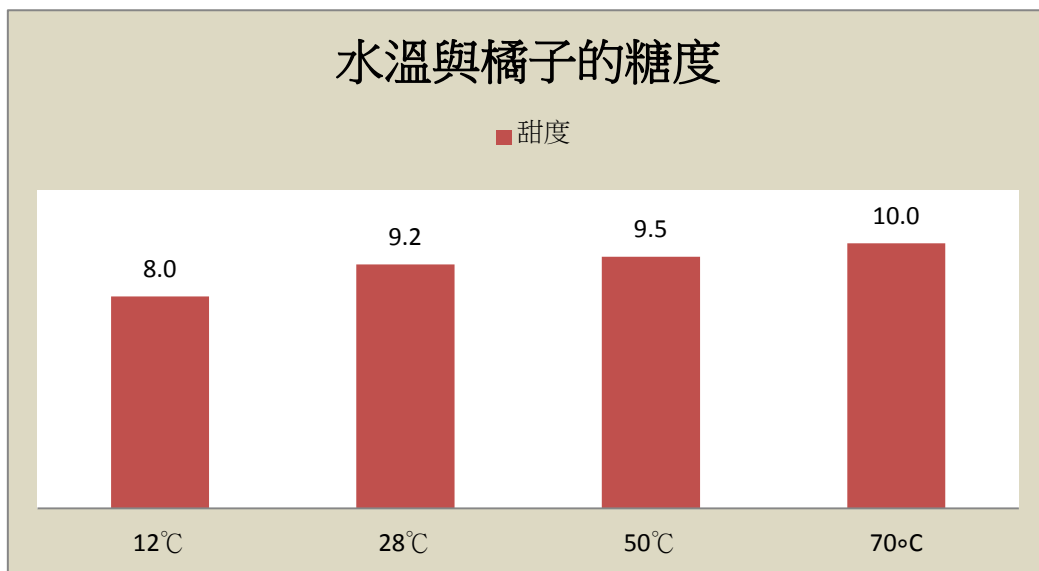
(4) 30 分鐘後觀察各個橘子瓣的外觀、糖度及酸度。



圖十二：將橘子浸泡在不同的水溫

2. 研究記錄

	12°C(冰水)	28°C(常溫)	50°C(溫水)	70°C(熱水)
三分鐘後，觀察其變化	顏色較深 摸起來硬硬的	與正常橘子相同	袋子裡有一些水氣，摸起來微溫	袋子裡有水氣橘子顏色變淡摸起來很燙軟軟
糖度測試	8.0 	9.2 	9.5 	10.0 
酸度 pH 值	pH2.3	pH2.8	pH3.0	pH3.3



3.實驗結果：橘子在低溫時糖度較低也比較酸；反之，溫度越高的環境糖度會升高，也變得比較不酸。

(二)實驗二：置入不同氣體，會不會影響橘子糖度及酸度的變化？

1.實驗設計

蒐集三種不同氣體，分別將橘子放進去，48 小時後檢驗其糖度及酸度的變化。

(1)氧氣：將雙氧水倒入馬鈴薯塊中，此時馬鈴薯扮演催化劑，可以看到馬鈴薯在雙氧水中載浮載沉，瞬間有許多白色氣泡出現，隨即使用塑膠袋蒐集氣體(氧氣)。

(2)二氧化碳：小蘇打粉加入醋酸，用塑膠袋蒐集，再將橘子瓣放入袋中綑緊。

(3)空氣：將塑膠袋打開旋轉一圈，讓空氣進入袋子裡，再將橘子瓣放入袋中綑緊。

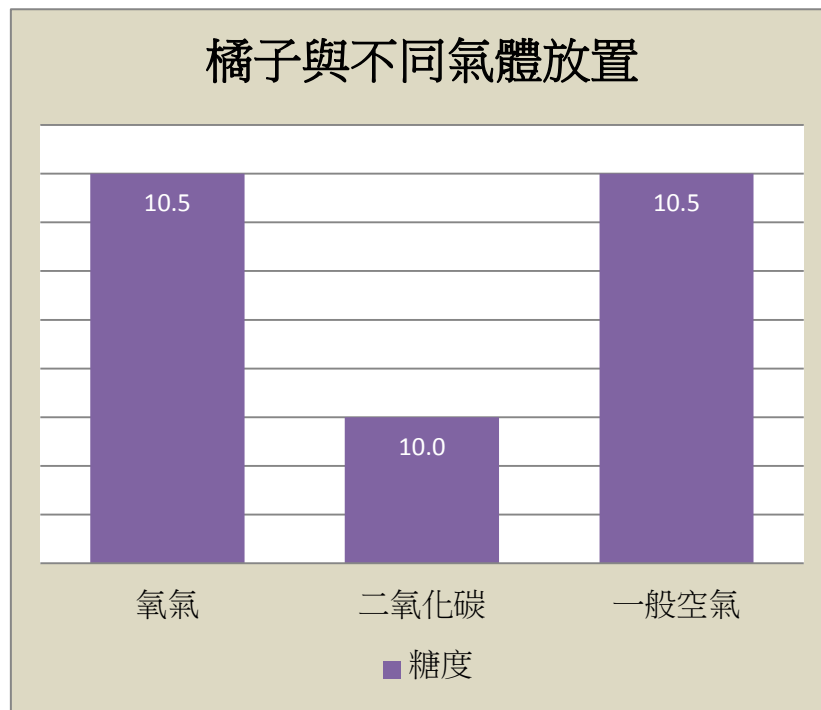
(4)在常溫下放置 48 小時，分別觀察各個橘子瓣的外觀、糖度及酸度，並加以記錄。



圖十三：利用不同氣體實驗

2.研究記錄

放入氣體	氧氣	二氧化碳	一般空氣
外觀	表皮略有水氣，摸起來與原先差異不多，有微微的酸味。	表皮呈現水樣狀，摸起來較為軟化，且有橘子發酸的強烈味道。	表皮如常沒有特殊味道
酸度 pH	pH4.0	pH4.0	pH4.1
糖度	10.5	10.0	10.5



2. 實驗結果：橘子放在氧氣和一般空氣一樣，糖度沒有甚麼差異，但較容易發酸。放在二氧化碳的塑膠袋裡，似乎容易發酸腐敗，不建議這麼作。

(三)實驗三：與不同水果放置，橘子的糖度及酸度會不會產生變化？

1. 實驗設計

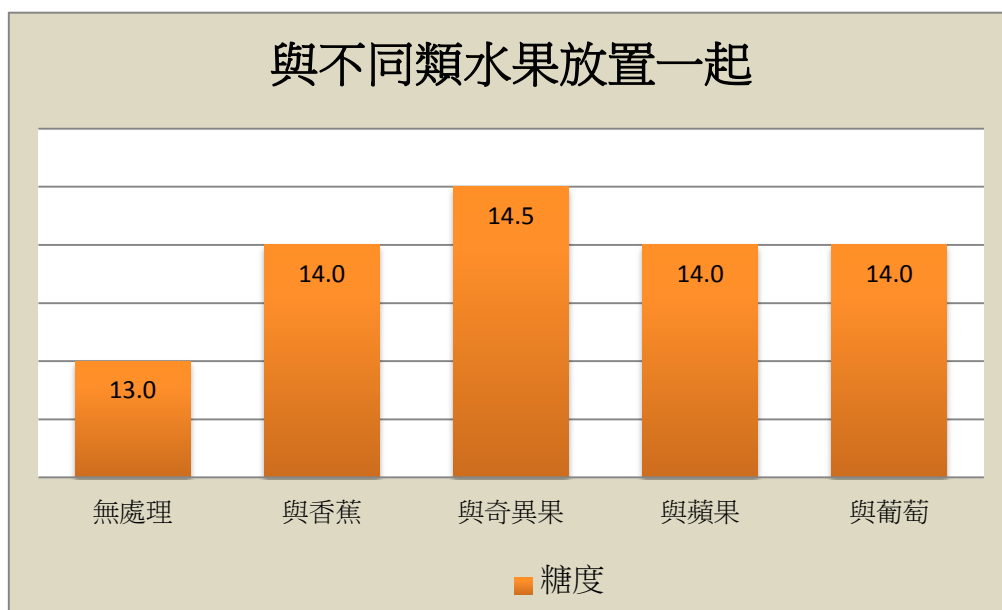
- (1)挑選熟成的香蕉一根、奇異果一顆、蘋果一顆、葡萄一串，重量各為 150 克
- (2)挑選一顆橘子剝皮後分成幾瓣，各取其一分別與四種水果一起裝入夾鏈袋後封緊。
- (3)放在常溫下，擺放 2 天 48 小時，觀察橘子的外觀，並檢驗其糖度與酸度。



圖十四：與不同熟成的水果擺放在一起

2.研究記錄

48 小時後	無處理	與香蕉	與奇異果	與蘋果	與葡萄
橘子瓣外觀	變化不大 表面乾乾的。	表面腐爛水 水,充斥著香 蕉味道。	表面略有水 分。	表面摸起來 滑滑的,水分 較多。	表面摸起來 滑滑的,水分 較多。
酸度 pH	pH 4.2	pH 4.2	pH 4.1	pH 4.2	pH 4.2
糖度	13.0	14.0	14.5	14.0	14.0



3. 實驗結果：

(1)不同類水果與橘子放置在一起 48 小時後，橘子的糖度會因水果不同而有一些變化。

(2)其中香蕉容可使橘子變甜，但也容易腐敗而有異味。蘋果與葡萄次之。

(3)最好的方式是與奇異果一起擺放，不僅會變甜，橘子的外觀也變化不多。

(四)實驗四：利用果汁機絞碎橘子，檢驗橘子糖度及酸度的變化。

1.實驗設計

(1)將一顆橘子分成四等份。

(2)一份不做任何處理，其他三分分別用攪拌機加以絞碎。絞碎的時間分別為 10 秒、20 秒及 30 秒。

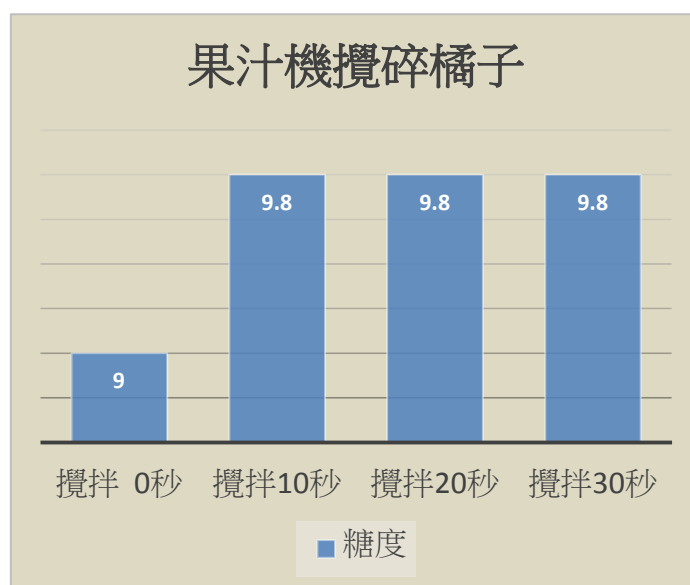
(3)觀察攪拌後的橘子外觀，並各取汁液來進行糖度與酸度測試。



圖十五：將橘子用果汁機攪碎

2.研究記錄

攪碎秒數	0 秒	10 秒	20 秒	30 秒
外觀	表面有彈性	呈現糊狀，仍見顆粒	已有水樣狀，顆粒較小	呈現水水的泥狀樣均勻
酸度 pH	pH 3.2	pH 3.8	pH 3.9	pH 3.9
糖度	9.0	9.8	9.8	9.8



3.實驗結果：

- (1)橘子只要經過果汁機攪碎，糖度都會增加，且與攪拌次數無關。
- (2)橘子經過攪拌後，pH 值也會變高，變成比較不酸，且與攪拌次數無關。

伍、 研究結果與討論

一、根據【研究一】我們可以根據橘子的外觀選出好吃的橘子。選擇條件順序：先選擇多汁→選擇糖度，選法訣竅如下：

選擇多汁	1.密度較高(較沉)	選擇糖度	1.深橘
	2.表皮光滑		2.蒂頭平整
	3.形狀對稱		3.摸起來軟硬適中
	4.皮較薄		-----

二、從【研究二】網路上對於讓橘子變甜的方式，有正、反方各種不同的說法。在(實驗一)利用剝完橘皮後再取樣，且取樣點固定在橘子的正中央，就可以避免取樣問題的出現。

三、在【研究二】的(實驗二)中，搖晃確實會使橘子變甜，搖晃次數越多，糖度越上昇。一旦搖晃次數到達200次，糖度就不會再上升了；酸度不會因為搖晃而有變化。

四、在【研究二】的(實驗三)中，我們以【蔗糖水+檸檬酸】及【葡萄糖水+檸檬酸】模擬成橘子汁，結果發現【蔗糖水+檸檬酸水】充分搖晃讓酸與糖充分混和後，溶液的糖濃度會變高，但酸度不變；【葡萄糖水+檸檬酸水】充分搖晃後，糖濃度及酸度都不變。蔗糖($C_{12}H_{22}O_{11}$)與葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)分屬不同醣類，前者為雙醣、後者為單醣。蔗糖經過酸的水解會形成兩種單醣： $(C_6H_{12}O_6)$ 葡萄糖+果糖($C_6H_{12}O_6$)，所以搖晃後糖濃度會提高(因分子重量增加了)；而葡萄糖本身是單醣($C_6H_{12}O_6$)不會再被酸水解，所以不會再改變。

五、在【研究三】的(實驗一)中，橘子在不同溫度下，糖度及酸度都會有改變，文獻表示影響溫度是影響酵素作用的重要因素之一，最佳的活動溫度為 $50^{\circ}C\sim 70^{\circ}C$ 。溫度低時，酵素的活躍程度較低。反之，溫度高時，酵素活躍程度也會跟著提高，有機酸更容易轉成糖分，使糖度提高，酸度降低。

六、在【研究三】的(實驗二)我們發現將橘子放在二氧化碳的環境裡，容易腐敗。植物組織需要進行呼吸作用，當所處環境是無氧的狀態下時，呼吸作用所產生的產物可能會對植物體產生毒害，而造成橘子有酸敗的味道。

七、在【研究三】的(實驗三)中，文獻中提到利用水果成熟時所產生的生物激素(如香蕉皮變黃就是產生乙烯) 可使果實中的澱粉或醣類轉成葡萄糖或果糖，結果發現利用這種方式讓橘子變甜是可行的，其中以奇異果效果最佳。

八、在【研究三】(實驗四)中利用攪碎方式會造成橘子組織損傷，使組織產生快速氧化的作用而更加熟成；且橘子含有的有機酸與蔗糖也因攪拌而充分結合，更容易轉化成單糖。這兩種因素下使得橘子在攪碎成之後糖度急速升高，酸度也減緩了。

陸、結論與建議

- 一、從【研究一】結果我們發現，吃甜橘小撇步，可以透過外型做挑選，如：較沉重、形狀對稱、深橘色等方式。然而本研究進行時間，橘子的產季已近尾聲，下次有機會將會買一整箱橘子，將各種挑選方式作有數據的驗證，如此挑選橘子的方法將更客觀。
- 二、在【研究二】中我們先將橘子汁的取樣做好控制後，進行搖晃實驗，結果發現橘子確實會變甜，之後我們利用模擬的人工橘子汁(蔗糖加檸檬酸)也得到同樣的證實。
- 三、在【研究三】中，我們利用加溫、利用水果產生的乙烯，攪碎都會讓橘變甜。但放在二氧化碳裡，糖度不會增加，反而更容易發酸腐敗，不建議這麼作。
- 四、使用一些加工方式讓橘子變甜有些方式是可行的，但建議盡量在短時間內食用完畢，因為橘子產生過多的葡萄糖後，就更容易腐敗酸化，營養素也會降低。
- 五、有文獻建議採用紅外線探測器來測量糖度和酸度，它的原理是測量糖類和檸檬酸在分子共振上的差異會比較精準。但這樣的儀器費用較高也難取得，未來若有機會在作研究，可以考慮使用更精準的儀器。
- 六、將橘子變甜的小撇步整理如下：

橘子變甜的小撇步	糖度			酸度			腐敗程度	
	增加	不變	減少	增加	不變	減少	無	有
搖晃	●				●		●	
降溫		●		●			●	
加溫	●					●	●	
用氧氣封住(48hr)		●			●		●	
用二氧化碳封住(48hr)		●		●				●
與香蕉放置一起(48hr)	●				●			●
與奇異果放置一起(48hr)	●				●		●	
與蘋果放置一起(48hr)	●				●		●	
與葡萄放置一起(48hr)	●				●		●	
用果汁機絞碎	●					●	●	

柒、參考資料

李家維等(民 101)。《選修生物(上)》。龍騰文化事業有限公司。

科技大觀園。香蕉為什麼會由綠變黃？<http://scitechvista.nsc.gov.tw/m/Audio/C/3/1/6.htm>

陳美瑛等(民102)。《第三單元 水溶液溶解(水溶液酸鹼性)》。國小康軒自然領域五上。

陳美瑛等(民102)。《第四單元 光的折射》。國小翰林自然領域四下。

陳美瑛等(民102)。《第二單元 植物的身體》。國小康軒自然領域五上。

陳美瑛等(民102)。《第二單元 燃燒與生鏽》。國小康軒自然領域五上。

郭舒文、林家、林雅雯、梁雅萍(民 92)。《橘子甜了》。中華民國第 42 屆中小學科學展覽會，
生活與應用科學(高中組)。

劉楨珂(民 103)。網傳“搖一搖 橘子橙子會更甜”

http://big5.china.com.cn/info/2013-11/27/content_30715820.htm

維基百科。酵母。<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%85%B5%E6%AF%8D>。

維基百科。檸檬酸。<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AA%B8%E6%AA%AC%E9%85%B8>

優美編輯部(2001)。『全方位兒童百科大典』《3》。頁：70 索書號：RJ046 3364。優美國
際出版社。

【評語】 080215

本研究取自生活素材，具有實用性。建議應留意實驗的控制變因，如：研究材料的選取、搖晃的方式與力道，以提升實驗結果的價值性。