

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組化學科

080207

臺北市大安區幸安國民小學

指導老師姓名

顏麗花

作者姓名

謝宛樺

湯筱芸

莊尚達

張鈞雅

吳冠霆

# 中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

★科別：化學科

★組別：國小組

★作品名稱：還我新鮮本色現榨果汁不褐變

★關鍵詞：褐變、鮮果汁、左旋 C

★編號：

# 目錄

壹. 摘要.....	1
貳. 動機.....	1
參. 研究目的.....	1
肆. 研究設備器材.....	2
伍. 研究過程與方法.....	2
(一)觀察蔬果切片後褐變的現象.....	2
(二)觀察蔬果打汁後褐變的現象.....	4
(三)觀察九種蔬果汁褐變前、剛產生褐變與測試結束時的 pH 值變化情形.....	6
(四)觀察楊桃、蘋果去皮與不去皮製成果汁或過濾後的褐變情形.....	7
(五)觀察不同種類山藥製成果汁後的褐變情形.....	9
(六)蔬果經由煮沸處理的時間越長可以防止褐變的情形？.....	10
(七)觀察市售果汁的成分及褐變情形.....	12
(八)參觀工廠.....	12
(九)加入哪一種添加物能抑制蔬果的褐變.....	12
(十)蘋果汁加入不同濃度的添加物時，防止褐變的效果如何？.....	16
(十一)自製新配方的蘋果汁.....	24
陸. 總結論.....	25
柒. 展望.....	26
捌. 感想.....	26
玖. 參考資料及其他.....	26

## 還我新鮮本色－現榨果汁不褐變

### 壹、摘要：

如何才能「隨時」享受一杯色、香、味俱全的現榨蔬果汁呢？一般家庭的現榨果汁比起市售的包裝果汁最大的優點是新鮮而且營養度高，但是，讓熱愛現榨果汁的我們最煩惱的問題就是一顏色變醜了！不敢喝了！所以，這個實驗的目的就是希望能找出經濟又簡易的處理方法，以防止現榨蔬果汁的褐變現象。

經過收集文獻資料閱讀後，我們知道水果要變色必須同時具有酵素、多酚類基質和氧氣三個條件，各種的蔬果所含有的多酚類基質和酵素各不相同，所以變化情形不同，因此這個實驗共選取九種蔬果進行「現榨果汁褐變現象」的觀察與研究，包括：蘋果、香蕉、柳丁、芭樂、梨、檸檬、楊桃、山藥、芹菜。探討的因素包括：品種、酸鹼值、果皮、過濾、溫度、添加物種類、添加物濃度等，希望透過以上各種因素的探討、實驗、分析能提供防止現榨果汁快速褐變的最適當的處理方法。

### 貳、研究動機：

平時媽媽榨果汁時，總是叫我們要快點喝完，起初我不知道為什麼，後來發現果汁放了一段時間顏色就會有所變化。這使我非常好奇果汁顏色產生變化的原因，經過閱讀資料後，發現很多作品都是探討水果切片的褐變現象，所以我們想進一步了解蔬果榨汁的褐變狀況，並且也想找出能讓果汁保存久又不變色的方法，再進一步自製健康不褐變的鮮果汁。

#### 【與教材相關性】：

二下 4－4 蘋果和報紙變色了

※蘋果切開接觸空氣會變色

※報紙放久了也會變色

五下 10－1 水溶液的酸鹼性

※能運用石蕊試紙或紫色高麗菜汁當指示劑區分酸鹼性

※由實驗對酸鹼性及中性下操作型定義

※了解酸鹼在日常生活中的應用

六下 12－1 氧的作用

※使物質氧化的條件

※物質的保護及保鮮

※氧化及還原現象在生活中的應用

### 參、研究目的：

一、找出會產生褐變的蔬果汁。

二、多方面探討防止「現榨蔬果汁」產生褐變的方法。

三、製作出多種天然、不褐變而且擁有營養、顏色鮮美可隨時享用的鮮果汁。



## 肆、研究設備：

### 一、器材：

- (1)試管 (2)試管架 (3)廣用試紙 (4)對色卡 (5)量筒 (6)秤 (7)鍋子  
(8)燒杯 (9)盤子 (10)砧板 (11)標籤紙 (12)溫度計 (13)培養皿 (14)刮皮刀 (15)刀子  
(16)保鮮膜 (17)數位相機 (18)榨汁器 (19)碼表 (20)電磁爐 (21)濾網

### 二、材料：

- (1)市售蔬果：蘋果、香蕉、柳丁、芭樂、梨、檸檬、楊桃、山藥、芹菜。  
(2)市售飲料：汽水、運動飲料、蘋果汁、柳橙汁、水蜜桃汁、葡萄汁、椰子汁、芭樂汁、梨子汁、蘆筍汁、蕃茄汁、西瓜汁。  
(3)白醋 (4)果糖 (5)檸檬酸 (6)蜂蜜 (7)鹽巴 (8)Vit.C (9) Vit.E (10)小蘇打  
(11)左旋 Vit.C (異抗壞血酸) (12)Vit.C-Na (異抗壞血酸鈉)

## 伍、研究過程與方法：

### (一)觀察蔬果切片後褐變的現象

#### 1.方法：

- (1)準備蘋果、梨、香蕉、檸檬、芹菜、柳丁、楊桃、芭樂、山藥等九種蔬果。  
(2)將蔬果洗淨並且去皮及核，再切成約 2x2x2 立方公分的塊狀。  
(3)分別放在培養皿中。  
(4)在室溫下觀察蔬果的褐變情形，並且以對色卡記錄顏色。  
(5)每隔 20 分鐘記錄一次並拍照。

#### 2.發現：

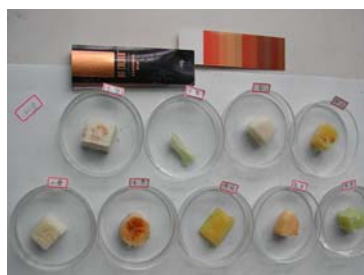
- (1)蔬果切片後在室溫下觀察，表皮會逐漸乾燥，纖維也比較明顯。  
(2)蔬果都由切面開始褐變。  
(3)香蕉圓心種子的部分褐變速度較快(棕色)，邊緣速度較慢(暗黃色)。  
(4)蘋果、香蕉褐變最快，40 分鐘就產生褐變。楊桃在 260 分鐘後產生褐變，山藥在 6 小時後產生褐變，梨在 6.5 小時後產生褐變。  
(5)檸檬、柳丁、芹菜、芭樂表面較乾燥，顏色較淡，沒有褐變現象。

#### 3.結論：

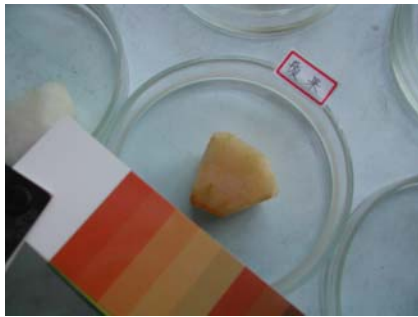
蔬果切片後以蘋果、香蕉褐變速度最快其次是楊桃、山藥、水梨。



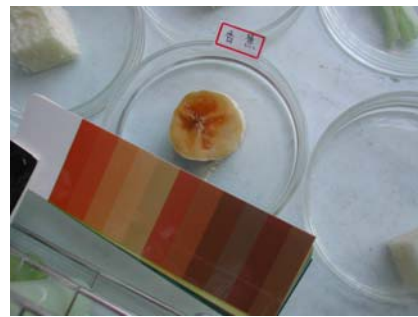
圖一.1 準備九種蔬果



圖一.2 香蕉和蘋果的顏色變化最大



圖一-3 蘋果比對對色卡



圖一-4 香蕉比對對色卡

表一：蔬果切片後褐變情形

室溫 20℃

名稱 褐變 時間 情形	蘋果		梨		香蕉		檸檬		芹菜		柳丁		楊桃		芭樂		山藥	
0 分	E08		E08		E07		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
20 分	E08		E08		E07		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
40 分	E07		E08		B11		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
60 分	B10		E08		B11		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
80 分	B10		E08		B11		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
100 分	B10		E08		B11		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
120 分	B10		E08		B11		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
140 分	B10		E08		B07		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
160 分	B10		E08		B07		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
180 分	B10		E08		B07		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
200 分	B10		E08		B07		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
220 分	B10		E08		B07		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
240 分	B10		E08		B07		C09		C11		B03		B03		E11		E11	
260 分	B10		E08		B07		C09		C11		B03		B07		E11		E11	
280 分	B10		E08		B07		C09		C11		B03		B07		E11		E11	
300 分	A03		E08		B07		C09		C11		B03		B07		E11		E11	
320 分	A03		E08		B07		C09		C11		B03		B07		E11		E11	
340 分	A03		E08		B07		C09		C11		B03		B07		E11		E11	
360 分	A03		E08		B07		C09		C11		B03		B07		E11		E08	
380 分	A03		E08		B07		C09		C11		B03		B07		E11		E08	
400 分	A03		E07		B07		C09		C11		B03		B07		E11		E08	
420 分	A03		E07		B07		C09		C11		B03		B07		E11		E08	



## (二)觀察蔬果打汁後褐變的現象

### 1.方法：

- (1)準備蘋果、梨、香蕉、檸檬、芹菜、柳丁、楊桃、芭樂、山藥等九種蔬果。
- (2)將蔬果洗淨並且去皮及核。
- (3)九種蔬果分別秤重 100g 加開水 100 c.c.高速打 1 分鐘。
- (4)分裝在 2 個試管中，用廣用試紙測 pH 值。
- (5)每隔 20 分鐘測量一次，並記錄褐變情形如表二。

### 2.發現：

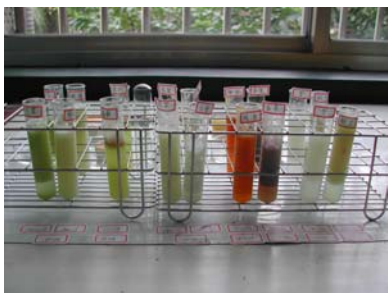
- (1)蘋果、香蕉在 20 分鐘內褐變，蘋果由乳白色轉為淡黃色再褐變成深橘色；香蕉由淡黃色褐變成褐色，楊桃在 60 分鐘時產生褐變。
- (2)梨和山藥在 7 小時內未產生褐變，23 小時後才產生褐變，檸檬、柳丁、芹菜沒有產生褐變。
- (3)蔬果打汁後，纖維會浮在上面。

### 3.結論：

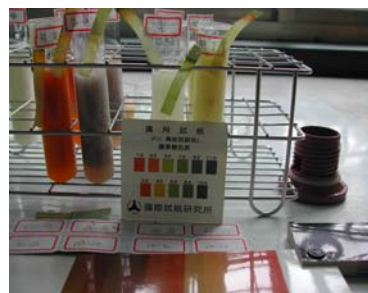
會褐變的蔬果打汁後褐變速度更快，褐變顏色更深，以蘋果、香蕉打汁後最快產生褐變。

### 4 討論

- (1)做了實驗（一）（二）後，我們發現蔬果褐變前後，pH 值改變了，所以我們想找出蔬果汁褐變前後與 pH 值的關係。
- (2)我們發現有些現榨果汁比切片的蔬果褐變速度快，也發現到我們竟然忘了削楊桃皮，而皮的顏色產生褐變。因此我們很好奇，皮是否會影響果汁的褐變情形，爲了實際探討去皮與不去皮對果汁褐變有沒有影響，因此做了以下【實驗四】。
- (3)實驗二山藥打汁後不會變色，我們覺得很奇怪，在閱讀的資料中已知道蘋果品種不同，褐變速度不同，以美國蘋果褐變速度最快，所以我們到農會超市挑選不同品種的山藥，探討山藥是否也因品種不同，褐變速度也不同，因此做了以下【實驗五】。



圖二-1 所有蔬果汁比對對色卡



圖二-2 香蕉汁與蘋果汁褐變速度  
最爲快速〈測 pH 值〉





圖二-3 香蕉汁比對果肉及對色卡



圖二-4 蘋果汁比對果肉及對色卡

表二：蔬果打汁後褐變情形

室溫 20℃

名稱 褐變情形 時間 (分)	蘋果		梨		香蕉		檸檬		芹菜		柳丁		楊桃		芭樂		山藥	
0	E08		E08		E07		C09		C10		B04		B02		E08		E11	
20	B10		E08		A04		C09		C10		B04		B02		E08		E11	
40	B10		E08		A04		C09		C10		B04		B02		E08		E11	
60	B10		E08		A04		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
80	B10		E08		E04		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
100	B11		E08		E04		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
120	A03		E08		E04		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
140	A07		E08		E04		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
160	A07		E08		E04		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
180	A07		E08		E04		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
200	A06		E08		E04		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
220	A06		E08		E04		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
240	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
260	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
280	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
300	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
320	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
340	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
360	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
380	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
400	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
420	A06		E08		A08		C09		C10		B04		B07		E08		E11	
23 小時	A06		E08		F11		C09		C10		B04		B07		E08		E07	
pH 值 I	4.0		5.0		5.0		3.0		6.5		4.0		4.0		4.0		4.0	
pH 值 II	3.5		6.0		8.0		3.0		6.5		4.0		5.0		4.0		8.0	
pH 值 III	3.5		6.0		8.0		3.5		7.5		4.0		6.0		4.0		9.0	

備註：pH 值 I：開始測試 pH 值 II：果汁顏色改變 pH 值 III：測試結束。





(三)觀察九種蔬果汁褐變前、剛產生褐變與測試結束時的 pH 值變化情形

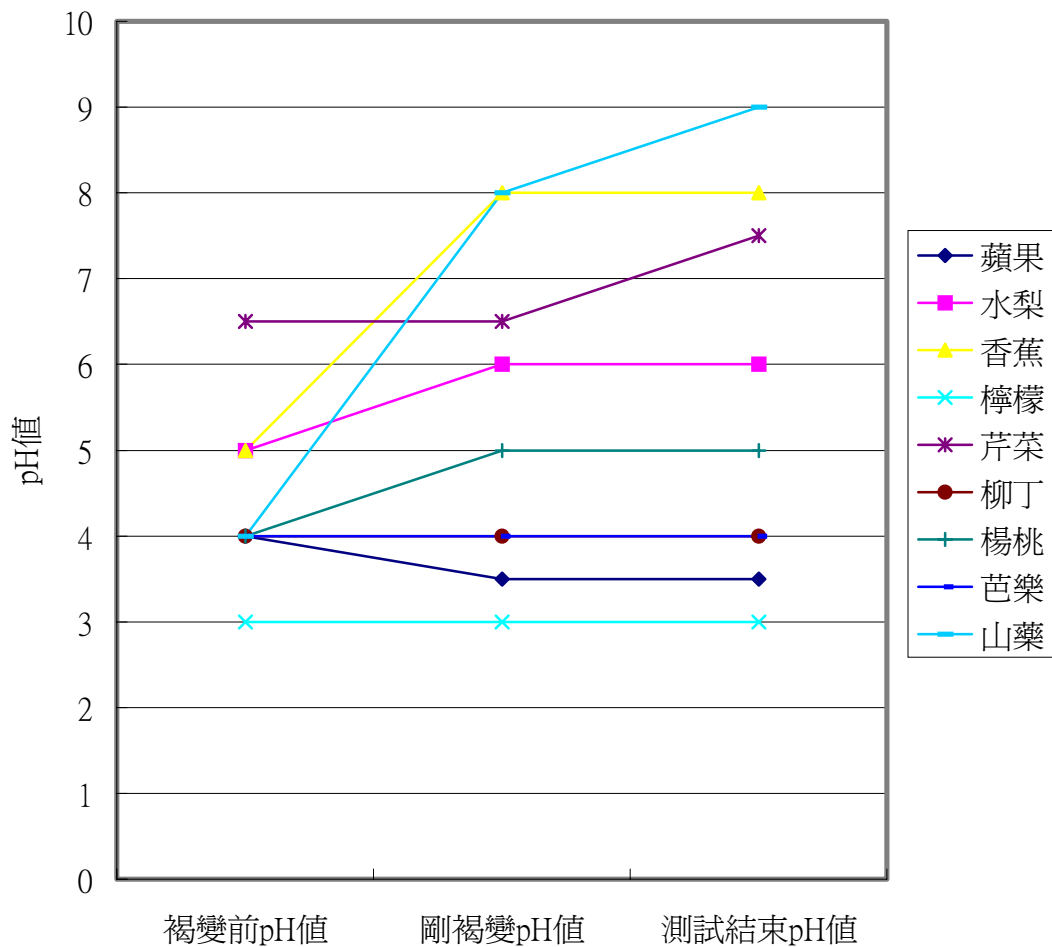
1.方法：

- (1)參考實驗二所測得的 pH 值整理出表三-1。
- (2)依表三-1 畫出表三-2 折線圖。
- (3)依折線圖找出九種蔬果汁的 pH 值與褐變關係。

表三-1 九種蔬果汁褐變前、剛產生褐變與測試結束時的 pH 值變化情形

蔬果名稱	蘋果	梨	香蕉	檸檬	芹菜	柳丁	楊桃	芭樂	山藥
褐變前 pH 值	4.0	5.0	5.0	3.0	6.5	4.0	4.0	4.0	4.0
剛褐變 pH 值	3.5	6.0	8.0	3.0	6.5	4.0	5.0	4.0	8.0
測試結束 pH 值	3.5	6.0	8.0	3.5	7.5	4.0	6.0	4.0	9.0

表三-2：九種蔬果褐變前後與測試結束時之pH值變化折線圖



## 2.發現:

- (1)褐變後只有蘋果汁酸性增加，柳丁、芭樂不變，其餘酸性減弱。
- (2)褐變前後 pH 值改變最多的是山藥，其次是香蕉，這二種蔬果褐變後呈鹼性。
- (3)蔬果產生褐變的前後 pH 值約在 3-9 之間。

## (四)觀察楊桃、蘋果去皮與不去皮製成果汁或過濾後的褐變情形

### 1.方法：

- (1)將二種水果清洗乾淨
- (2)分別切成三份，做以下處理：
  - a.去皮後，秤重 100g 加冷開水 100c.c.放入果汁機，高速快打一分鐘。
  - b.去皮後，秤重 100g 加冷開水 100c.c.放入果汁機，高速快打一分鐘，並且過濾。
  - c.不去皮，秤重 100g 加冷開水 100c.c.放入果汁機，高速快打一分鐘。
- (3)每種果汁取 20c.c(兩份)倒入試管內，不加蓋。
- (4)放在室溫下
- (5)每 20 分鐘觀察記錄一次。

### 3.發現:

- (1)美國蘋果打汁時就開始褐變，去皮與不去皮都嚴重褐變，過濾後顏色較淡。
- (2)楊桃不去皮褐變嚴重，去皮和過濾的楊桃汁褐變較少。

### 4.結論:

蔬果去皮與不去皮製成果汁或過濾後都會產生褐變。



圖四-1 蘋果去皮與不去皮的顏色差異不大



圖四-2 去皮加過濾顏色變化最少

表四：蔬果去皮與不去皮或過濾後的褐變情形（室溫 21℃）

處理 方式 時間 pH 值 情形	楊桃						美國蘋果					
	去皮	去皮+	去皮+	去皮+	去皮+	去皮+	去皮	去皮+	去皮+	去皮+	去皮+	去皮+
	過濾	過濾	過濾	過濾	過濾	過濾	過濾	過濾	過濾	過濾	過濾	過濾
pH 值 I	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
pH 值 II	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
pH 值 III	5.0	4.0	7.5	7.5	7.5	7.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
0 分鐘	B02	B02	B02	B02	B02	B02	E08	E08	E08	E08	E08	E08
20 分鐘	B02	B02	B02	B02	B09	B09	A02	A02	A02	A02	A02	A02
40 分鐘	B02	B02	B02	B02	B09	B09	A06	A02	A02	A02	A06	A06
60 分鐘	B02	B02	B02	B02	B09	B09	A06	A02	A02	A02	A06	A06
80 分鐘	B02	B02	B02	B02	B09	B09	A06	A02	A02	A02	A06	A06
100 分鐘	B02	B02	B02	B02	B09	B09	A06	A02	A02	A02	A06	A06
120 分鐘	B02	B02	B02	B02	B09	B09	A06	A02	A02	A02	A06	A06
140 分鐘	B02	B02	B02	B02	B09	B09	A06	A02	A02	A02	A06	A06
160 分鐘	B03	B03	B03	B03	B09	B09	A06	A03	A03	A03	A06	A06
180 分鐘	B03	B03	B03	B03	B09	B09	A06	A03	A03	A03	A06	A06
200 分鐘	B03	B03	B03	B03	B09	B09	A06	A03	A03	A03	A06	A06
220 分鐘	B03	B03	B03	B03	C08	C08	A06	A03	A03	A03	A06	A06
240 分鐘	B03	B03	B03	B03	C08	C08	A06	A03	A03	A03	A06	A06
260 分鐘	B03	B03	B03	B03	C08	C08	A06	A03	A03	A03	A06	A06
280 分鐘	B03	B03	B03	B03	C08	C08	A07	A07	A07	A07	A06	A06
300 分鐘	B03	B03	B03	B03	C08	C08	A07	A07	A07	A07	A06	A06
320 分鐘	B03	B03	B03	B03	C08	C08	A07	A07	A07	A07	A06	A06
340 分鐘	B03	B03	B03	B03	C08	C08	A07	A07	A07	A07	A06	A06
360 分鐘	B06	B06	B06	B06	B06	B06	A07	A07	A07	A07	A07	A07
380 分鐘	B06	B06	B06	B06	B06	B06	A07	A07	A07	A07	A07	A07
400 分鐘	B06	B06	B06	B06	B06	B06	A07	A07	A07	A07	A07	A07
420 分鐘	B06	B06	B06	B06	B06	B06	A07	A07	A07	A07	A07	A07

# (五)觀察不同種類山藥製成果汁後的褐變情形

## 1.方法:

- (1)到農會超市選購不同種類的山藥(陽明山山藥、日本山藥、台灣山藥)。
- (2)將山藥洗淨去皮。
- (3)分別秤出果肉 100g 加白開水 100c.c 高速快打一分鐘。
- (4)每種山藥果汁取 20 c.c.(兩份)倒入試管內。
- (5)每隔 20 分鐘觀察一次，並且記錄褐變情形及 pH 值。

表五：不同山藥製成果汁後的褐變情形（室溫 21℃）

山藥種類 時間 褐變情形	台灣山藥		陽明山山藥		日本山藥		陽明山山藥(過濾)	
pH 值 I	4.5		6.0		4.5		3.5	
pH 值 II	6.0		6.0		4.5		3.5	
pH 值 III	9.0		7.0		9.0		7.0	
0 分鐘	E11		E07		E11		E07	
20 分鐘	E11		E03		E11		E04	
40 分鐘	E11		E03		E11		F07	
60 分鐘	E08		E03		E11		F07	
80 分鐘	E08		E03		E11		F07	
100 分鐘	E08		E03		E11		F07	
120 分鐘	E08		E03		E11		F07	
140 分鐘	E08		E03		E11		F07	
160 分鐘	E08		E03		E11		F07	
180 分鐘	E08		E03		E11		F07	
200 分鐘	E08		E03		E11		F07	
220 分鐘	E08		E03		E11		F07	
240 分鐘	E08		F07		E11		F07	
260 分鐘	E08		F07		E11		F07	
280 分鐘	E08		F07		E11		F07	
300 分鐘	E07		F07		E11		F07	
320 分鐘	E07		F07		E11		F07	
340 分鐘	E07		F07		E11		F07	
360 分鐘	E07		F07		E11		F07	
380 分鐘	E07		F07		E11		F07	
400 分鐘	E07		F07		E11		F07	
420 分鐘	E07		F07		E11		F07	

備註：(1) pH 值 I：開始測驗      pH 值 II：果汁顏色改變      pH 值 III：測驗結束

(2)因為陽明山山藥顏色變化較為特別，所以做一次過濾的實驗



圖五-1 陽明山山藥褐變速度驚人



圖五-2 三種山藥褐變速度相差很多

## 2.發現：

- (1)台灣山藥褐變前後的 pH 值由 4.5 轉為 9.0，陽明山山藥褐變前後的 pH 值由 6.0 轉為 7.0，日本山藥的 pH 值由 4.5 轉為 9.0，都是酸性減弱。
- (2)陽明山山藥切開時是乳白色，但榨汁後為咖啡色，台灣山藥則由白色變成乳白色，打汁後有很多氣泡，氣泡在一小時內逐漸消失。
- (3)陽明山山藥褐變速度最快，切開 10 秒後開始褐變。台灣山藥 60 分鐘後有一點變黃，而日本山藥觀察 23 小時都沒有褐變。

## 3.結論：

山藥品種不同，打汁褐變情形也不同，以陽明山山藥最快產生褐變。

## 4.討論：

食品經過煮沸可以殺菌，如果蔬果經過煮沸處理是不是能防止氧化的情形呢？所以我們挑了褐變較嚴重的蘋果、香蕉及陽明山山藥，實際探討蔬果經由煮沸處理是否影響褐變情形。

### (六)蔬果經由煮沸處理的時間越長可以防止褐變的情形嗎？

#### 1.方法：

- (1)準備美國蘋果、香蕉、陽明山山藥各七份。
- (2)先將蘋果洗乾淨，其中六個用保鮮膜包住，一個放在室溫下。
- (3)電磁爐加熱，水沸騰後放入六個蘋果，不加蓋。
- (4)蘋果放入沸水中煮兩分鐘取出第一個蘋果，煮四分鐘後取出第二個，同樣的方法六分鐘、八分鐘、十分鐘、十二分鐘後取出六個蘋果。
- (5)放在培養皿中冷卻後削皮去子各秤重 100g 加開水 100 c.c.高速打汁一分鐘。
- (6)果汁不過濾，分裝在兩個試管中，一個密封、一個不密封。
- (7)放在室溫下每隔 20 分鐘觀察、記錄褐變情形及 pH 值變化(含數位相機拍照)。
- (8)同方法 2-7 做香蕉煮沸處理的實驗。
- (9)同方法 2-7 做山藥煮沸處理的實驗。



表六-1 蔬果經由煮沸處理後，打汁七小時後的褐變情形

煮褐 沸變 時間	水果		處理 方式		情形							
	蘋果		香蕉		山藥		密封		不密封		密封	
室溫	A07		A07		E03		E03		E04		E04	
2 分鐘	A06		A06		F11		E03		E08		E08	
4 分鐘	A07		A07		A09		E03		E08		E08	
6 分鐘	A01		A01		A07		E03		E11		E11	
8 分鐘	A03		A03		F09		E05		E11		E11	
10 分鐘	A04		A04		E07		E07		E11		E11	
12 分鐘	B05		B05		E07		E07		E11		E11	

### 3.發現：

- (1)香蕉、蘋果煮沸後味道特別濃。
- (2)冷卻後蔬果表面有一些斑點，必須切除後打汁。
- (3)蘋果煮 12 分鐘的效果最好，連續觀察三天都未發生褐變。
- (4)山藥煮 6 分鐘到 12 分鐘效果都很好，連續觀察三天都未發生褐變。
- (5)香蕉以煮 10 分鐘、12 分鐘的效果比較好，可保存七小時都不產生褐變。
- (6)打汁後密封、不密封對褐變沒有明顯影響。
- (7)蘋果褐變後顏色為紅棕色，山藥褐變後接近褐色，香蕉褐變後有些紫色及咖啡色。

### 4.結論：

蔬果經煮沸處理後可以防止褐變，不一定要煮很久。如蘋果煮 12 分鐘效果很好，山藥煮 6 分鐘效果很好，香蕉煮 10 分鐘效果很好。



圖六-1 煮過的蘋果



圖六-2 煮沸的時間對蔬果汁褐變影響很大

### 5.討論：

除了煮沸以外，添加其他的東西是不是也可以防止褐變呢？所以我們先觀察市售果汁的成分及褐變情形，也利用寒假到工廠參觀實際製作的情形。





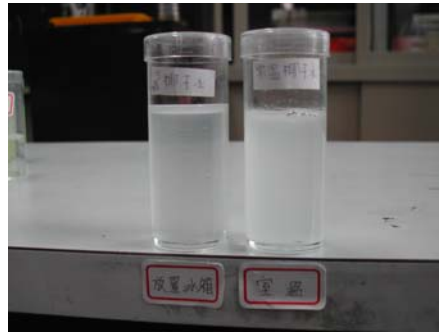
## (七) 觀察市售果汁的成分及褐變情形：

### 1. 方法：

- (1) 每人買 1~2 瓶的市售果汁。
- (2) 觀察蔬果汁包裝上標示的內容，並記錄於表七。
- (3) 將每種果汁分別倒入量杯 20 cc 兩杯，一杯放置於冰箱，一杯放置於室溫中，觀察一週並且記錄褐變情形。(結果請參考原始資料表 7-1、7-2)



圖七-1 大部份的果汁皆無變化



圖七-2 放置於室溫的椰子水較為混濁

### 2. 發現：

- (1) 市售果汁的原料中大多數是濃縮果汁，含有維生素 A、C、E 及蘋果酸、天然香料鹽。
- (2) 市售果汁 pH 值在 4.0~6.0 之間。
- (3) 冷藏和室溫下的市售果汁觀察了兩週都沒產生褐變。
- (4) 有些市售果汁顏色特別鮮豔，如：蕃茄汁、西瓜汁。
- (5) 蘋果汁透明、淡黃，無雜質。

## (八) 參觀工廠

### 1. 內容：

(相關資料請參考原始資料)

### 2. 討論：

這次參觀工廠讓我們了解許多市面上的果汁，多是濃縮果汁還原，因此市售果汁的新鮮度及營養價值，還有爭議。而市面上的現榨新鮮果汁為不易保存，品質也不易控制，成本又高，所以多是濃縮果汁還原後添加其他物質增加風味。至於增加的量是商業機密，所以我們透過資料及觀察市售果汁包裝上的成分，經討論後決定加入 15 種不同的添加物觀察抑制褐變的效果。

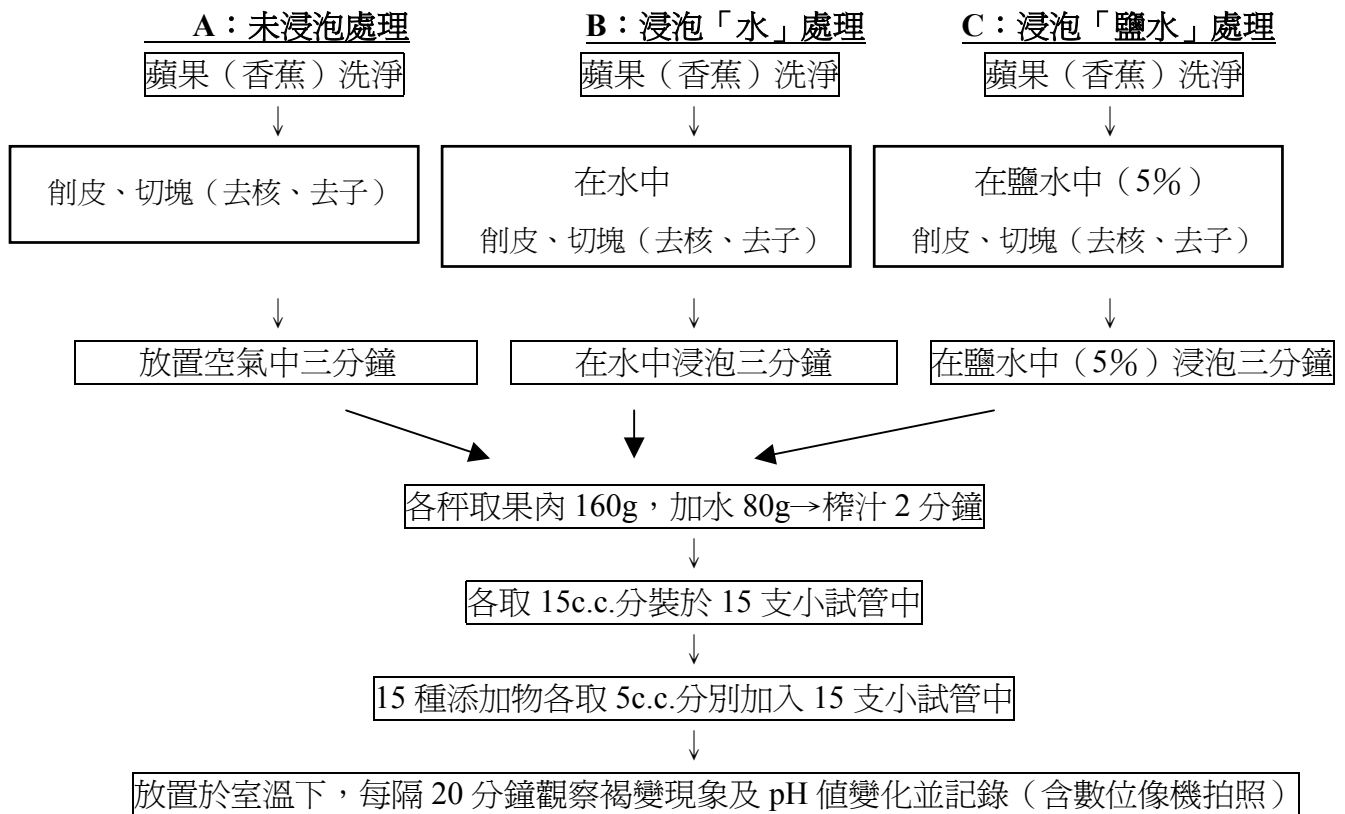
## (九) 加入哪一種添加物能抑制蔬果的褐變

### 1. 方法：

- (1) 先配置 15 種添加物各 40 c.c.(秤 8g 添加物加水到 40 c.c.，一直攪拌到溶解)
- (2) 測量添加物的 pH 值並記錄。
- (3) 準備蘋果、香蕉各三份，依照下列圖九-1 進行實驗。



圖九-1 實驗流程圖



圖九-2 15 種添加物



圖九-3 測量添加物的 pH 值



圖九-4 添加不同添加物使顏色差距甚遠



圖九-5 蘋果先浸泡鹽水後加入添加物



表九-一蘋果汁加入不同的添加物時褐變的情形（室溫 21℃）

方法以及時間 褐變情形 添加物		未浸泡				泡水				泡鹽水			
		上午	中午	下午	23 小時	上午	中午	下午	23 小時	上午	中午	下午	23 小時
化學添加物	水 pH-7.0	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	E08	B05	B05	B05
	Vit-C pH-3.5	A06	G02	G02	G02	A06	H10	H10	H10	E08	G02	G02	G02
	Vit-E pH-5.0	A06	A07	A07	A07	A06	A07	A07	A07	E08	A03	A06	A06
	左旋C pH-4.0	A06	B05	B05	B05	A06	B05	B05	B05	E08	E08	E08	B08
	VitC-Na pH-8.0	A06	B05	B05	B05	A06	B05	B05	B05	E08	E08	E08	B08
	檸檬酸 pH-3.0	A06	A02	A02	A02	A06	A07	A07	A03	E08	E07	E08	E08
	小蘇打 pH-9.0	A06	A06	A07	A07	A06	A06	A07	A07	E08	A03	A06	A06
天然添加物	水 pH-7.0	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	E08	B05	B05	B05
	糖水 pH-7.0	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	E08	A03	A03	A03
	蜂蜜 pH-7.0	A06	A06	A06	A06	A06	A01	A01	A01	E08	A07	A07	A07
	鹽水 pH-7.0	A06	A06	A06	A07	A06	A03	A03	A05	E08	B05	B05	B05
	白醋 pH-3.5	A06	A06	A02	A02	A06	A06	A02	A02	E08	A03	A03	A02
	檸檬汁〈現榨〉 pH-4.0	A06	A06	A07	A07	A06	A06	A02	A02	E08	B05	B05	B05
	汽水 pH-4.0	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	E08	B05	A07	A07
	運動飲料〈Qoo〉 pH-5.0	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	A06	E08	A05	A05	A05

表九-2 香蕉汁加入不同的添加物時褐變的情形（室溫 21℃）

方法以及時間 褐變情形 添加物		未浸泡				泡水				泡鹽水			
		上午	中午	下午	23 小時	上午	中午	下午	23 小時	上午	中午	下午	23 小時
化學添加物	水 pH-7.0	F09	F02	F02	F07	F09	F02	F02	F07	E06	E04	E04	F07
	Vit-C pH -3.5	F09	H10	H11	H09	F09	H10	H11	H09	E06	H10	H11	H09
	Vit-E pH -5.0	F09	F02	F02	F07	F09	F02	F02	F07	E06	E04	E04	F07
	左旋 C pH -4.0	F09	F02	E06	E06	F09	F02	E06	E06	E06	E06	E06	E06
	VitC-Na pH -8.0	F09	F02	F06	F06	F09	F02	F06	F06	E06	E06	E06	E06
	檸檬酸 pH -3.0	F09	F02	F02	F02	F09	F02	F02	F02	E06	E06	E06	E06
	小蘇打 pH -9.0	F09	F02	F07	F07	F09	F02	F02	F02	E06	E04	E04	F07
	水 pH -7.0	F09	F02	F02	F07	F09	F02	F02	F07	E06	E04	E04	F07
	糖水 pH -7.0	F09	F02	F02	F07	F09	F02	F02	F07	E06	E04	E04	F07
	蜂蜜 pH -7.0	F09	F02	F02	F07	F09	F02	F02	F07	E06	E04	E04	F07
	鹽水 pH -7.0	F09	F02	F02	F02	F09	F02	F02	F02	E06	E04	E04	E04
	白醋 pH -3.5	F09	F02	F02	F07	F09	F02	F02	F02	E06	E04	E04	F11
	檸檬汁(現榨) pH -4.0	F09	F02	F02	F02	F09	F02	F02	F02	E06	E04	E04	E04
	汽水 pH -4.0	F09	F02	F02	F07	F09	F02	F02	F07	E06	E04	E04	F07
天然添加物	運動飲料 pH -5.0	F09	F02	F07	F07	F09	F02	F02	F07	E06	E04	E04	F07

**2 發現：**(1).左旋 C 和異抗壞血酸鈉可以使已褐變的蘋果、香蕉汁美白。

(2)三種處理方法以泡鹽水的最不易褐變。

(3)泡鹽水的香蕉和蘋果剛榨完是和果肉同色。

(4)維他命 C 原色是桃紅色，加入果汁仍是桃紅色很鮮豔。

(5)在調添加物溶液時，左旋 C、異抗壞血酸鈉、維他命 E 和小蘇打不易溶解。

(6)在蘋果泡鹽水的實驗中，添加檸檬酸可還原蘋果本色。

**3.結論：**(1)浸泡鹽水再打成果汁，不易產生褐變。

(2)左旋 C、異抗壞血酸鈉能有效抑制蔬果汁褐變，甚至能把已褐變的果汁美白。

**(十) 蘋果汁加入不同濃度的添加物時，防止褐變的效果如何？**

**1.方法：**

(1).先配製 0%、5%、10%、15%、20%、25%的鹽水備用。

(2).將蘋果洗淨，分別放入 5%的鹽水，在水中去皮、子、切塊。

(3).秤重 160g 果肉加入 5%的鹽水，浸泡三分鐘。

(4).取出浸泡後的果肉加上開水 80c.c.，高速打一分鐘。

(5).分別在 12 支試管中倒入 15 c.c.的果汁。

(6).其中六支分別加入不同濃度的鹽水 5 c.c.，並攪拌均勻，放在冰箱冷藏，每隔兩小時觀察一次並紀錄。另外六支也分別加入不同濃度鹽水 5 c.c.，並攪拌均勻，放在室溫，每隔兩小時觀察一次並紀錄。

(7).同一方法 1—6，只有添加物改成左旋 C、異抗壞血酸鈉、檸檬酸、檸檬汁。

**2.發現：**

(1)不論放置於室溫或冷藏，添加檸檬酸、左旋 C 和異抗壞血酸鈉防止褐變的效果最好，其次是檸檬汁和鹽水。

(2)檸檬汁加入蘋果汁可覆蓋其香味。

(3)存放方式以冷藏的效果最好。

**3.結論：**

(1)蘋果汁只要加入 5%的左旋 C、異抗壞血酸鈉、檸檬酸效果就非常好，在一天內都不會褐變。其次檸檬汁和鹽都能維持在七小時內不褐變，一天後才產生褐變。

(2)蘋果汁添加不同濃度左旋 C、異抗壞血酸鈉、檸檬酸不論室溫、冷藏一天內都不變味，添加檸檬汁和鹽較易改變味道，只能保存一天，一天後就有怪怪的味道。

(3)蘋果汁加入各種不同濃度添加物時，pH 值改變不大。

**4.討論：**

做了以上的實驗，我們想將實驗結果應用到日常生活中，自製不同配方的新鮮蘋果汁並添加天然的添加物使果汁存放較久又不會褐變，供給不同需要的人飲用。





圖十-1 添加異抗壞血酸鈉的果汁不褐變



圖十-2 添加檸檬水的效果也不錯

表十一-1 蘋果汁加入各種不同濃度的添加物，在室溫 18℃ 下的褐變情形

添加物	褐變時間	添加物		0%		5%		10%		15%		20%		25%	
		情形	時間	情形	時間	情形	時間	情形	時間	情形	時間	情形	時間	情形	時間
左旋 C	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	23 小時	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
VitC-Na	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	23 小時	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
檸檬酸	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B03		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		B03		B05		B05		B05		B05		B05	
	23 小時	B07		B03		B05		B05		B05		B05		B05	
檸檬汁	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		B07		B07		B07		B07		A04		B05	
	23 小時	B07		B07		B07		B07		B07		B07		B04	
鹽水	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		B07		B07		B07		B05		B05		B05	
	23 小時	B07		B07		B07		B07		B07		B07		B07	

表十一-2 蘋果汁加入各種不同濃度的添加物，在冷藏 2℃ 下的褐變情形

添加物	褐變時間	添加物變情形		0%		5%		10%		15%		20%		25%	
左旋 C	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	23 小時	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
VitC-Na	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	23 小時	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
檸檬酸	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B03		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		A03		B05		B05		B05		B05		B05	
	23 小時	B07		A03		B05		B05		B05		B05		B05	
檸檬汁	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	23 小時	B07		B11		B01		B11		B05		B05		B05	
鹽水	上午	B05		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	中午	B07		B05		B05		B05		B05		B05		B05	
	下午	B07		B07		B05		B05		B05		B05		B05	
	23 小時	B07		B11		B07		B07		B07		B07		B07	

表十一-3 蘋果加入不同濃度的添加物味道的改變情形

添加物	時間	左旋 C		VitC -Na		檸檬酸		檸檬汁		鹽水	
		室溫	冷藏	室溫	冷藏	室溫	冷藏	室溫	冷藏	室溫	冷藏
0%	上午										
	中午										
	下午										
	23 小時										
5%	上午										
	中午										
	下午										
	23 小時										
10%	上午										
	中午										
	下午										
	23 小時										
15%	上午										
	中午										
	下午										
	23 小時										
20%	上午										
	中午										
	下午										
	23 小時										
25%	上午										
	中午										
	下午										
	23 小時										

味道：~蘋果香味 ~怪怪味道 ~臭味 ~檸檬香

表十-4 蘋果汁加入各種不同濃度的添加物在室溫下(21℃)的 pH 值

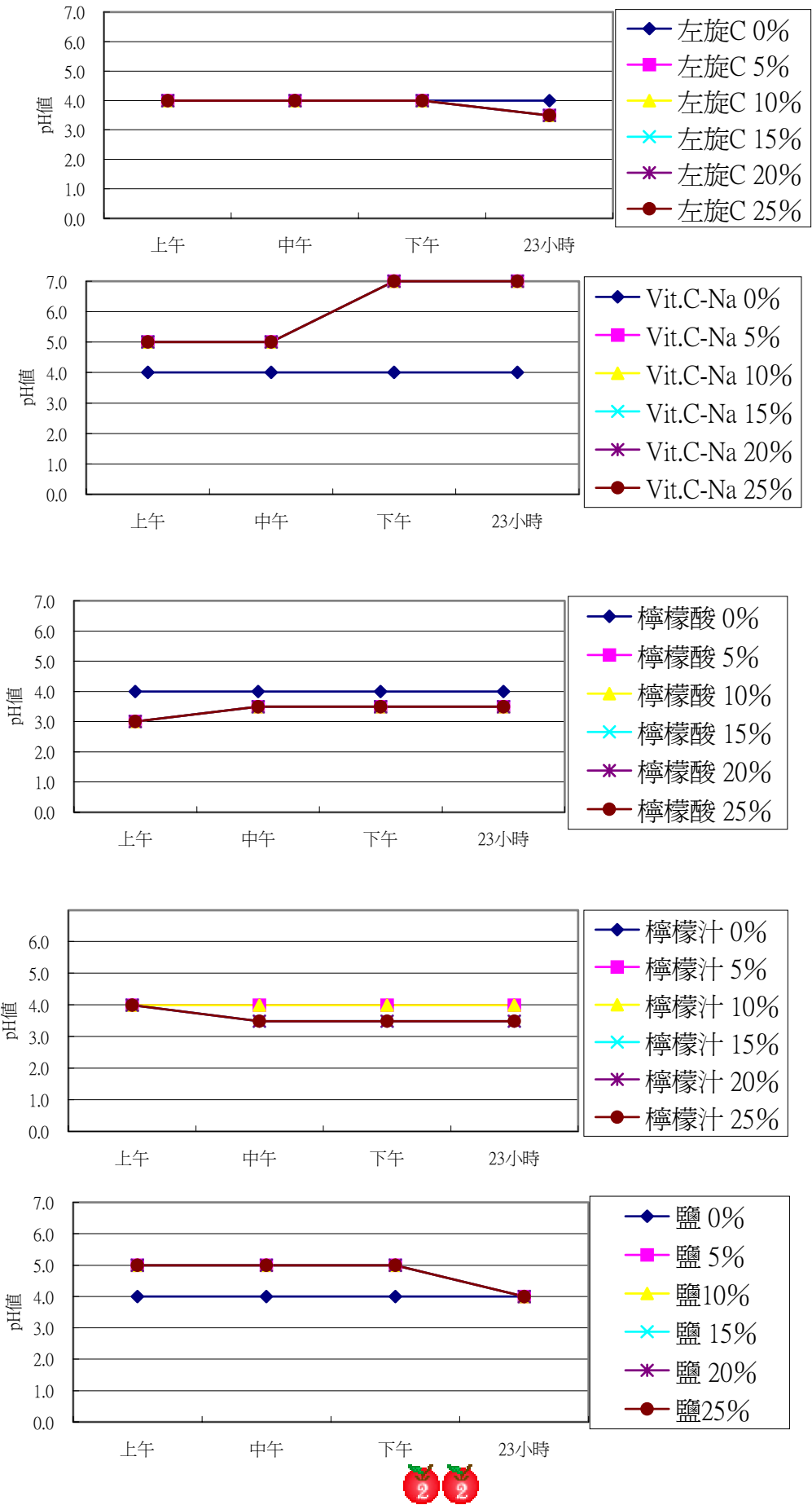
添加物	時間	上午	中午	下午	23 小時
	pH 值 添加物濃度				
左旋 C	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	4.0	4.0	4.0	3.5
	10%	4.0	4.0	4.0	3.5
	15%	4.0	4.0	4.0	3.5
	20%	4.0	4.0	4.0	3.5
	25%	4.0	4.0	4.0	3.5
Vit.C-Na	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	5.0	5.0	7.0	7.0
	10%	5.0	5.0	7.0	7.0
	15%	5.0	5.0	7.0	7.0
	20%	5.0	5.0	7.0	7.0
	25%	5.0	5.0	7.0	7.0
檸檬酸	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	3.0	3.5	3.5	3.5
	10%	3.0	3.5	3.5	3.5
	15%	3.0	3.5	3.5	3.5
	20%	3.0	3.5	3.5	3.5
	25%	3.0	3.5	3.5	3.5
檸檬汁	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	4.0	4.0	4.0	4.0
	10%	4.0	4.0	4.0	4.0
	15%	4.0	3.5	3.5	3.5
	20%	4.0	3.5	3.5	3.5
	25%	4.0	3.5	3.5	3.5
鹽水	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	5.0	5.0	5.0	4.0
	10%	5.0	5.0	5.0	4.0
	15%	5.0	5.0	5.0	4.0
	20%	5.0	5.0	5.0	4.0
	25%	5.0	5.0	5.0	4.0

表十-5 蘋果汁加入各種不同濃度的添加物在冷藏下(2°C)的 pH 值

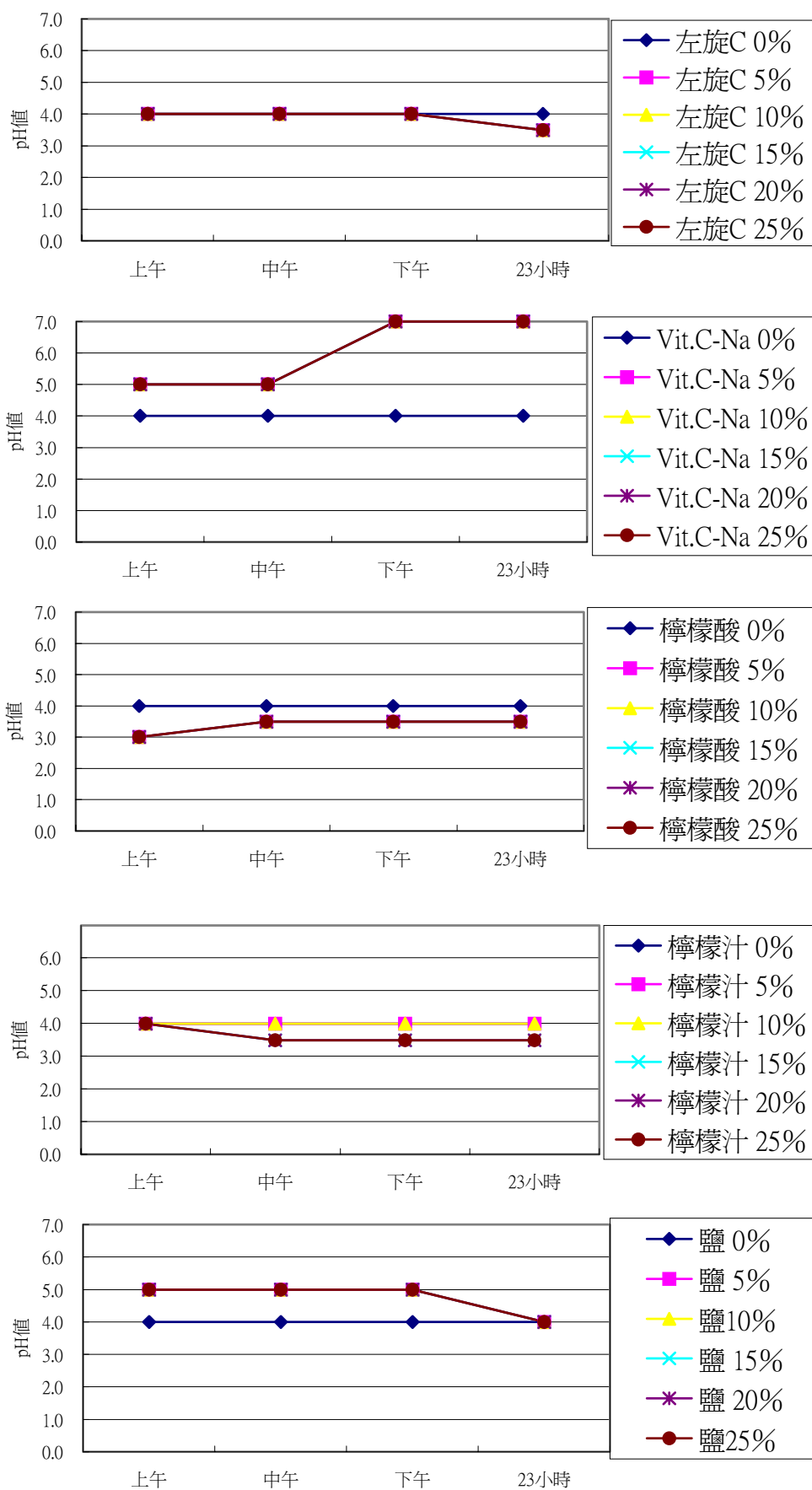
添加物	時間	上午	中午	下午	23 小時
	pH 值 添加物濃度				
左旋 C	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	4.0	4.0	4.0	3.5
	10%	4.0	4.0	4.0	3.5
	15%	4.0	4.0	4.0	3.5
	20%	4.0	4.0	4.0	3.5
	25%	4.0	4.0	4.0	3.5
Vit.C-Na	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	5.0	5.0	7.0	7.0
	10%	5.0	5.0	7.0	7.0
	15%	5.0	5.0	7.0	7.0
	20%	5.0	5.0	7.0	7.0
	25%	5.0	5.0	7.0	7.0
檸檬酸	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	3.0	3.5	3.5	3.5
	10%	3.0	3.5	3.5	3.5
	15%	3.0	3.5	3.5	3.5
	20%	3.0	3.5	3.5	3.5
	25%	3.0	3.5	3.5	3.5
檸檬汁	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	4.0	4.0	4.0	4.0
	10%	4.0	4.0	4.0	4.0
	15%	4.0	3.5	3.5	3.5
	20%	4.0	3.5	3.5	3.5
	25%	4.0	3.5	3.5	3.5
鹽水	0%	4.0	4.0	4.0	4.0
	5%	5.0	5.0	5.0	4.0
	10%	5.0	5.0	5.0	4.0
	15%	5.0	5.0	5.0	4.0
	20%	5.0	5.0	5.0	4.0
	25%	5.0	5.0	5.0	4.0



表十-6 蘋果加入各種不同濃度的添加物後 pH 值變化圖(室溫 21℃)



表十-7 蘋果加入各種不同濃度的添加物後 pH 值變化圖(冷藏 2°C)



## (十一)自製新配方的蘋果汁

### 1.方法：

- (1)經由討論定出果汁的評分標準
- (2)每個人依評分表設計出獨特風味的果汁
- (3)舉行自製果汁的發表會

### 2.結果：(請參見表十一-1 及表十一-2)

### 3.感想：

自製的果汁和外面市售的果汁比起來只能說各有特色，雖然自製的過程麻煩又辛苦，但做完了以後，不僅比市售果汁營養健康，還會有種滿足的成就感，畢竟這是自己做的蘋果汁！








圖十一-1：五種不同創意果汁!!

表十一-1 自製蘋果汁產品介紹

產品名稱	酸酸樂蘋果汁	夢幻蘋果西米露	我的青春與活力 —薰衣草蘋果汁	蘋果滿漢全席	綜藝一百香 蘋果汁
適用對象	喜歡酸的人	喜歡吃點心的孩童	上班族、學生	年輕人、喜歡多樣化人	老人、幼兒
說明	想喝點酸的嗎？若是想喝，這蘋果汁可是酸得過頭，爲了讓人喝了不流眼淚，還添加了寡糖及布丁啣！	微甜中帶點酸味的夢幻蘋果西米露是結合了四種蔬果加上香 Q 的西米露，非常適合想吃點心的小朋友喔！	本果汁適用於上班族及學生，爲了讓大家喝到健康的提神果汁，所以製作了薰衣草蘋果汁。	蘋果滿漢全席是以蘋果爲主製成的四種創意餐點，甜甜酸酸的又營養，正滿足怕胖的年輕人。	爲了不讓百香果汁酸到難以下嚥，所以就以蘋果爲主，在蘋果汁加入百香果汁，這種酸甜的果汁很好喝呢！
成分	1.蘋果 2.糖 3.水 4.布丁 5.維他命 C	1.蘋果 2.柳丁 3.葡萄 4.胡蘿蔔 5.西米露	1.蘋果汁 2.薰衣草茶 3.檸檬酸 4.水	1.葡萄 2.蘋果 3.蘆薈 4.檸檬 5.檸檬酸	1.蘋果 2.百香果 3.精鹽 4.糖

表十一-2 評分結果

內容	評分標準	得獎產品名稱
 創意	多樣化，果汁名稱要讓人印象深刻	蘋果滿漢全席
 香味	好聞的味道，無酸臭味	我的青春與活力—薰衣草蘋果汁
 顏色	偏橘或淺黃等鮮豔的顏色	酸酸樂蘋果汁
 包裝	特別顯眼	夢幻蘋果西米露
 說明	內容清楚、明瞭，充分介紹果汁的特色	綜藝一百香蘋果汁

#### 陸、總結論：

- (一) 會褐變的蔬果〔打汁〕比〔切片〕褐變速度快，褐變顏色更深，如蘋果、香蕉、山藥。
- (二) 香蕉和山藥打汁褐變前後 pH 值改變大，由 pH 值 3~4 變為 8~9，蘋果、梨打汁褐變前後 pH 值變化小，幾乎不變，前後 pH 值在 4~6 之間。
- (三) 蘋果去皮、不去皮或去渣後的蘋果汁一樣會產生褐變，但是打果汁時不要過濾，可以保留纖維，幫助消化。
- (四) 山藥品種不同，打汁褐變速度也不同，如陽明山山藥最快褐變，而日本山藥卻完全不變色；而蘋果以美國蘋果打汁褐變最快。
- (五) 蔬果經煮沸處理後不會產生褐變，為了使營養不留失，我們包上保鮮膜後再煮沸。如：蘋果未加鍋蓋煮 12 分鐘後削皮打汁觀察一天都不會產生褐變，香蕉未加鍋蓋煮 10 分鐘後削皮打汁觀察一天都不會產生褐變，山藥未加鍋蓋煮 6 分鐘後削皮打汁觀察一天都不會產生褐變。
- (六) 市售果汁 pH 值在 4-6 之間，多是濃縮果汁還原，大多含有維生素 A、C、E 及蘋果酸、檸檬酸、砂糖、天然香料、鹽。
- (七) 蘋果打汁後添加左旋 C、VitC-Na、檸檬酸防止褐變效果都很好，甚至能將已褐變的果汁美白，其次是檸檬水和鹽水。
- (八) 室溫下蘋果汁 20c.c.(果肉：開水：添加物=2：1：1)，添加物左旋 C、VitC-Na 或檸檬酸 5%(5c.c.) 防止褐變效果就很好，1-3 天都不會褐變，添加檸檬酸、鹽水可保持 7 小時內不褐變。
- (九) 蘋果汁加入上列第 7 項各種不同濃度添加物時，pH 值改變不大。
- (十) 蘋果汁經過上列第 7 項處理後不冷藏，在室溫下存放一天也不會改變味道。
- (十一) 現打蔬果汁營養又健康，在家中只要泡 5%鹽水削皮並浸泡 3 分鐘處理後再打成果汁或整個蘋果煮沸後冷卻再打成汁，也可以在打好的蘋果汁裡添加檸檬酸等簡易方法處理，不但可現打現喝，也可存放室溫下至少一天，郊遊時仍有鮮果汁喝，不再有褐變的煩惱了。



## 柒、展望

- (一) 水果的皮與子可增加果汁的營養也可以改變原汁顏色，如：蘋果、葡萄的皮含有大量的營養素，顏色美觀，值得進一步研究，製作出加皮鮮果汁。
- (二) 為符合現代人【一天五蔬果】的需求，可考慮以市面上較少製作的蔬果汁為材料，如：山藥、香蕉等。製作營養豐富的鮮果汁，並且觀察顏色變化和 pH 值的關係。
- (三) 山藥品種不同，褐變情形差距很大，褐變後偏鹼性，我們覺得很特別，值得進一步研究。
- (四) 根據資料記載，果汁 pH 值為 6.0 時對人體最有益，我們希望未來是否能以天然添加物，甚至是以添加不會褐變的天然蔬果汁的方法以調整綜合果汁的酸鹼程度。
- (五) 研究鮮果汁的新配方變化多，又有趣，必須花更多的時間深入研究。

## 捌、感想

我們很高興經由這次的實驗，找到了簡易的方法，在家中就能自己製作一瓶天然、健康、營養以及符合「一天五蔬果，健康又美麗」等全民健康新概念的新鮮蔬果汁，讓大家頭好壯壯不再擔心病菌的侵犯！媽媽也可以一次榨好較多的蔬果汁存放三天內，大家就可以隨時享用鮮果汁外，也可以減少每次榨汁後碗盤擦擦洗洗的麻煩。

## 玖、參考資料及其他

- (一) 牛頓第十二冊第一單元~防鏽和食物保鮮。
- (二) <http://www.cmi.hku.hk/project/hmt-project/foodchem/foodchem.htm> 食品化學-食物添加物 2003/11/14
- (三) 中華民國第 42 屆中小學科學展覽會作品親愛的，我白回來了一蘋果美白。
- (四) <http://www.cminhaoo.com.tw/antioxiciant.htm> 抗氧化劑 2003/11/14
- (五) <http://bud.org.tw/answer/0104/010449.htm> 乾燥劑和抗氧化劑有什麼差？ 2003/11/14
- (六) [http://content.edu.tw/primary/nature/ks\\_gc/study?htm/b10ans.htm](http://content.edu.tw/primary/nature/ks_gc/study?htm/b10ans.htm) 蘋果生鏽了 2003/11/14
- (七) <http://home.pchome.com.tw/cute/tim4407/> 蘋果變色了 2003/11/14
- (八) [pei.cjjh.tc.edu.tw/chem.htm](http://pei.cjjh.tc.edu.tw/chem.htm) 科學與藝術家的對話—理化教學 2003/11/14
- (九) <http://www.cres.tcc.edu.tw/> 六年級防鏽和食物保鮮 2003/11/14
- (十) <http://www.chenedu.ch.ntu.edu.tw/question/answer.71> 食品褐變 2003/11/14

## 評 語

080207 國小組化學科 第二名

還我新鮮本色—現榨果汁不褐變

利用各種水果與果汁等材料進行褐變速度的研究，實驗內容  
豐富完整。