

臺灣二〇〇七年國際科學展覽會

科 別：化學

作 品 名 稱：了解抗氧化的「旋」機-利用自製的旋光儀
來探討旋光性與抗氧化成分之間的關係

學校 / 作者：高雄市立高雄女子高級中學 許雅雯
 高雄市立高雄女子高級中學 蔡秉芳



I am Hsu ya wen, a senior high school student in Kaohsiung Girls' Senior High School .Since I was little, I have been interested in many natural phenomena and kept asking why. It's fascinating for me to solve the problem and take the challenges.

Even with heavy schoolwork, I still participate in science exhibition, where I learn a lot . For me it is a great chance to improve myself and I really enjoy it .



My name is Tsai Ping Fang I study at Kaohsiung Girl's High School. In my free time, I like to design something by myself and my favorite subject is art. I think, in a sense, science is just like an art made by nature, which is always interesting and mysterious to me. To learn more about it, I join school's science research club. In science, I found abundant knowledge different from that in the textbooks. There is another world open to me doing the science research.

目錄.....	P .01
Abstract	P .02
壹、摘要.....	P .03
貳、研究動機.....	P .03
參、研究目的.....	P .03
肆、研究設備及器材.....	P .04
伍、研究過程或方法.....	P .05
陸、研究結果討論.....	P .38
柒、結論.....	P .39
捌、參考資料及其他.....	P .39

Abstract :

In this research we derived heating effects on anti-oxidation by optical rotation analyses. A simple and accurate Polarimeter was devised with polar screens, laser, and photo resistor; the laser was used for light source, and the photo resistor for detection. Four kind of fruits, *Hyloceus polyrhizus*, California plum, kiwi and tomato were experimented by heating them in boiling water and microwave oven. Their optical rotations versus time duration were calculated.

Then we used ABTS/ the H_2O_2 /HRP analysis system from Arnao's research to obtain the heating effects on anti-oxidation by calculating the vitamin C densities versus lag time. We found that there was a tendency of increased anti-oxidation at the beginning by heating, but decreased afterwards. Better oxidation was achieved by using microwave for *Hyloceus polyrhizus*, by using boiling water for kiwi and tomato, and by using both methods for California plum.

The same tendency was also found in the optical rotation analyses. Therefore we successfully developed a new method to measure the antioxidant activities by the optical rotation. We can also apply this method to simulate the fruit digestion process in the stomach, which let us understand further about anti-oxidation (or optical rotation) versus time.

壹、中文摘要：

本研究利用偏振片、雷射光為光源、光敏電阻為偵測器，組裝成一個簡易且精確的旋光度計。

我們利用此旋光度計對奇異果、火龍果、聖女蕃茄、加州李子四種水果以微波、水煮及油浴三種方式來處理，求出水果的旋光度與熱處理時間的關係。再藉由Arnao 研究的ABTS/ H₂O₂/HRP 分析系統，以不同濃度的維生素C與延遲時間畫圖作為標準曲線來測量總抗氧化活性，並比較熱處理後抗氧化活性的變化趨勢。

透過本研究可以了解不同熱處理方式對四種水果之抗氧化活性初期皆有增加的趨勢，但隨著時間增長則抗氧化活性降低。其中奇異果與聖女蕃茄用油浴，火龍果用微波處理，加州李子則是用任何熱處理方式均可得較佳的抗氧化活性，而熱處理後在旋光度測量上也有相同的趨勢。因為此兩種方法有一致的反應趨勢，所以證明我們成功地開發出一種可以利用旋光度來測定抗氧化的新方法。

最後，應用本方法進一步模擬水果在胃部裡的消化，讓我們更可以了解在整個消化的過程中抗氧化活性(旋光度)隨時間變化的情形。

貳、研究動機

看到玄關跑馬燈上傳來學姊科展的捷報，引起我們想一探究竟的慾望，經過一番的了解，我們發現學姐利用簡易的材料自製一台旋光儀來探討課內的知識，而我們想更進一步延伸，推廣其應用性，並設法將儀器與電腦連接。

近年來注重養生的風氣漸盛，抗氧化因此成為熱門名詞，從老師口中得知傳統測量抗氧化的方法，都是利用氧化還原的化學方式，所以我們希望利用旋光儀開發一種物理的新測量方式，既簡單又快速，不需使用化學藥劑，又可以減少對環境的負擔。為了此目標，我們展開了一連串的實驗研究。

參、研究目的

1. 自行組裝可連接於電腦的簡易旋光度計。
2. 探討高中教材所介紹的醣類之旋光度，並了解醣類濃度與旋光度間的關係；同時亦探討維生素 C 之濃度與旋光度間的關係。
3. 探討水果經過不同時間的熱處理之旋光度的變化。
4. 利用物理及化學方法找出水果中抗氧化成份與熱處理的關係。
5. 模擬胃液的溫度與 pH 值，探討水果在胃部消化過程中抗氧化活性(旋光度)隨時間變化的情形。

肆、研究設備及器材

(一)實驗所需之藥品與設備

一、器材				
量筒	試管	錐形瓶	燒杯	滴管
藥品匙	溫度計	秤量紙	攪拌器	平底試管(20cm)
離心管	移液管	碼錶	磁攪拌子	安全吸球
二、設備				
加熱板	果汁機	離心機	光敏電阻	pH 計
三、藥品				
果糖	葡萄糖	維他命 C	活性炭	
四、水果				
奇異果	火龍果	聖女蕃茄	加州李子	
四、材料				
偏光片	水管	底片盒	盒蓋	車針
壓克力顏料	簡易雷射光源	黑色膠布	目鏡	海綿
水波槽支架	碼錶			

(二)醣類水溶液的配製：

葡萄糖溶液	15	20	25	30	濃度單位 (g/100ml)
果糖溶液	15	20	25	30	

表 1-1

溶液配製的簡易方法如下：

先稱取分別 15 克、20 克、25 克、30 克的葡萄糖置入容量瓶中，加入少許的水使其完全溶解，再加水至 100 毫升。其餘醣類的配製方法同理。(所用醣類均為一級試藥)

伍、研究過程及方法

文獻探討：

(一)、文獻探討

1. 甚麼是旋光性 (Optic rotation)？旋光性物質？何謂

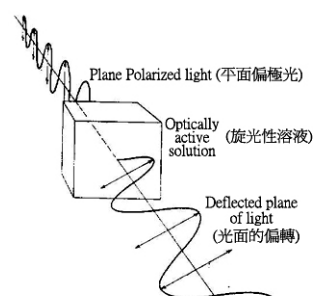
『左旋』、『右旋』^{文獻一}？

(1)如果一種水溶液可以把一束偏極化光束所存在的平面扭轉某個角度，此水溶液的溶質就具有旋光性。

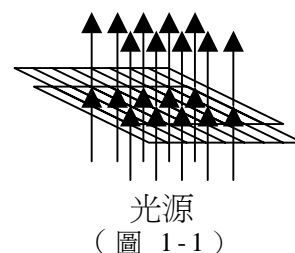
(2)如果溶液把偏極化光束的平面往順時鐘方向旋轉，這溶質就稱為『右旋的』(dextrorotatory)化合物，在化合物前面以一個"d"字表示，或以正號代表。反之，就稱為『左旋的』(levorotatory)化合物，在化合物前面以一個 "l" 字表示，或以負號代表^{文獻二}。

(3)以下為各種醣類的比旋光度標準值：

醣類	比旋光度
葡萄糖 D-glucose	+52.5
果糖 D-fructose	-92.0
維他命 C	+21.0



偏極光透過旋光性溶液時，其偏極光面所生的偏轉情形。



2. 比旋光度 (Ratio polarimetry) 的計算^{文獻三}：

$$[\alpha]_D^t = (\alpha_t^D / C \times L) \times 100$$

L—光程（旋光管的長度，公分）

C—濃度（每 100mL 溶液中所含溶質的克數）

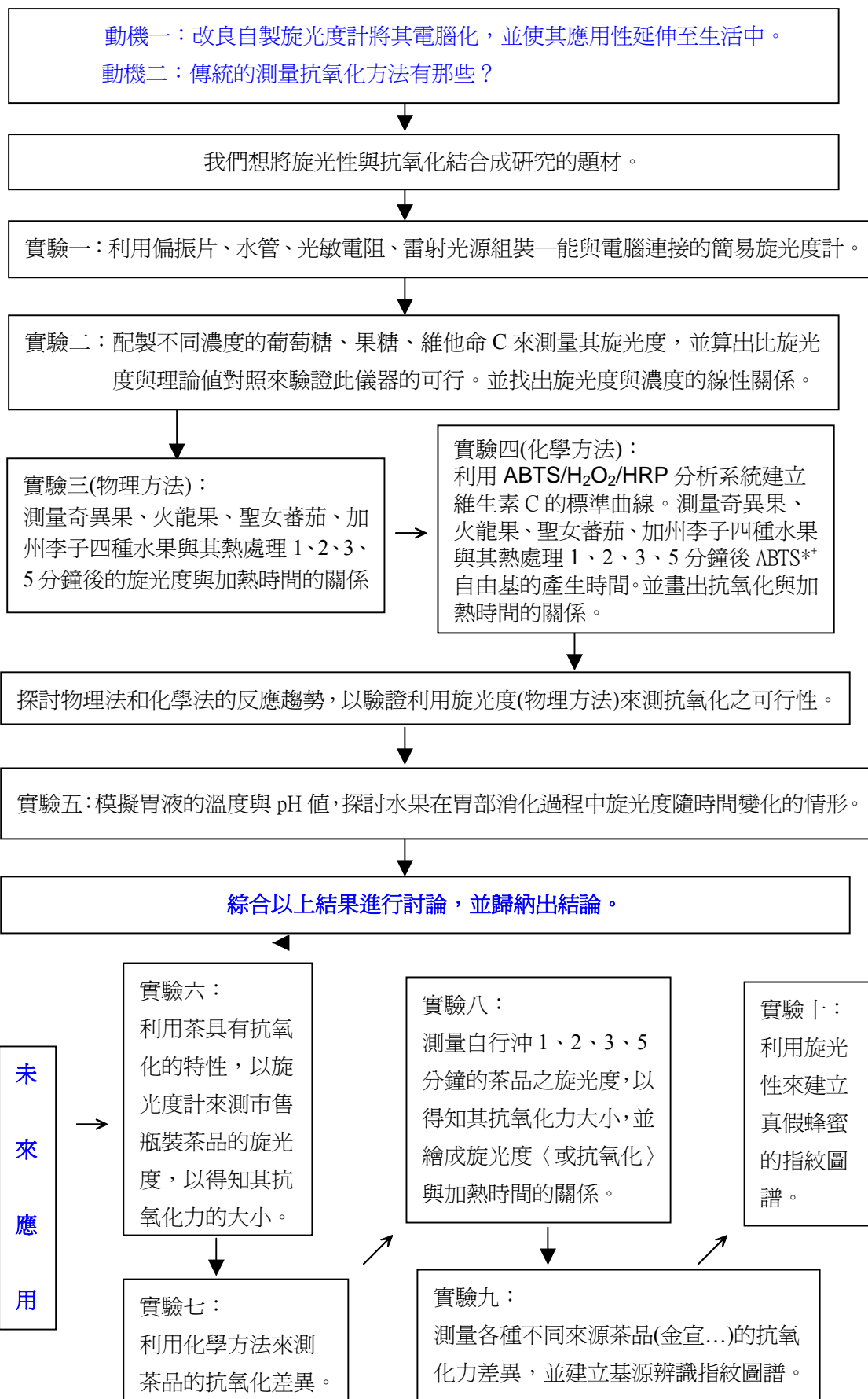
α_t^D —在以鈉光燈（稱為 D 線，波長 589.6nm）為光源，溫度 t 下實測的旋轉角度。用 d or (+)、l or (-) 分別表示右旋、左旋。比旋光度的單位為 $\text{deg} \times \text{cm}^3 \times \text{g}^{-1} \times \text{dm}^{-1}$

3. 熱處理對水果抗氧化的影響

Arnao 研究的 ABTS/ H_2O_2 /HRP 分析系統。其測定的原理是利用 ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid))、過氧化氫和過氧化氫酶 (horseradish peroxidase) 作用，產生藍綠色且半衰期長的 ABTS^{•+} 自由基，若樣品中含抗氧化物可抑制 ABTS^{•+} 自由基之產生，因此會延遲藍綠色 ABTS^{•+} 自由基的產生。

又因火龍果、加州李子、奇異果、聖女蕃茄等水果在水溶液萃取液中的成分，具有不同程度抗氧化的能力，延遲形成藍綠色自由基的時間也就不同，再利用維生素 C 之標準曲線，可將樣品換算成相當濃度的維生素 C 總抗氧化力，即可知其抗氧化成份的變化情形。

實驗流程：



【實驗一】組裝—能與電腦連接「簡易」、「精準」的旋光儀

(一)實驗設計:利用偏振片、雷射光源及一些實驗室中可取得的簡易零件組裝—可測旋光度的裝置。

(二)實驗內容:

1. 目的:

自製簡易的旋光度計來檢測水果及其熱處理後的旋光度。

2. 器材:

偏振片、底片盒、車針、雷射光源、水波槽支架、黑色膠布、平底試管。

3. 儀器各部分介紹:

(1)照度計：替代人眼，以量化的方式來準確得知光線強弱的變化能比肉眼更精確的讀取出角度。

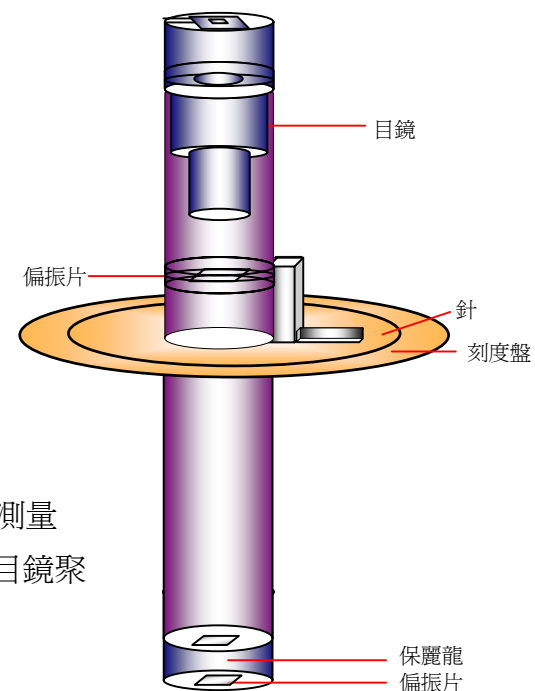
(2)底片空盒，下方挖洞並安裝下偏振片，接於紙筒下方，內有保麗龍圈墊，避免放置平底試管時因撞擊或摩擦而損壞下偏振片。

(3)含上偏振片及顯微鏡目鏡，以底片空盒固定目鏡及上偏振片。

(4)紙筒：主體，放置平底試管，內部塗黑以減少光線影響實驗結果。

(5)經過裁切的底片空盒，內有照度計的感應板，進行測量時，雷射光通過下偏振片、水溶液、上偏振片，經目鏡聚焦後投射至感應板上，以測量光線強弱。

(6)雷射光源：替代鈉燈，較便宜且穩定性足夠，光波長為6550 埃。



(圖 1-1)

4. 儀器支架：

- (1)物理科實驗用的水波槽支架。
- (2)厚壓克力板，放置雷射光源。
- (3)鐵夾數支，分別固定照度計及儀器主體。

5. 其他：

- (1)配置溶液用的 500ml 容量瓶。
- (2)平底試管。
- (3)實驗時所用的滴管。

(三)自製旋光度計改良過程討論

1. 以肉眼觀察光線強弱變化，找出光線最弱的點，此時的偏折角度即為光線偏折的角度。

改良：使用照度計來測知光度大小，將所得的結果予以數據化。

2. 下偏振片在實驗過程中不停受試管底部撞擊，容易刮傷或掉落。

改良：在底片盒底部挖洞並裝上偏振片，於盒內至一保麗龍圈墊，使管底部不會直接撞擊到偏振片上，減少儀器損傷的機會。

3. 將改良過後的旋光度計以雷射光光源測試，發現光點周圍出現不均勻亮點，我們推測是因為偏振片多次重疊，導致介面之間產生不規則的光線繞射所致。

改良：購買品質較佳的偏振片重新安裝，光點始得消除。

4. 在儀器測試的過程中發現光線經過管中溶液後，由於水面不平的緣故，在照度計四周產生不規則的晃動亮點，影響測量結果。

改良：經測試後，選擇複式顯微鏡的 10X 目鏡將光線聚焦，使光線能準確的投射於照度計上。

5. 週邊裝置的改良過程

(1)溶液容器的改良：

原先使用一般的試管來測試，但是考慮到試管的底部為圓弧形，可能影響光的行進方向，進而影響實驗結果。

改良：改用底部平坦的比色管。

(2)固定儀器之支架的改良：

原先使用一般實驗室用的鐵架及試管固定夾，來固定儀器，但發現即使底部螺絲已鎖緊，在實驗的過程中仍會不停搖晃，導致儀表上的數據不停跳動，影響實驗結果。

改良一：將整個儀器裝置與實驗室小木椅以繩索固定，增加穩定性。

改良二：以物理科水波槽之支架代替。

【實驗二】測試儀器的可行性

(一) 實驗設計：

1. 配製不同濃度的葡萄糖、果糖及維生素 C 水溶液。
2. 了解濃度與旋光度的關係，並將數據與理論值對照。

(二) 實驗步驟：

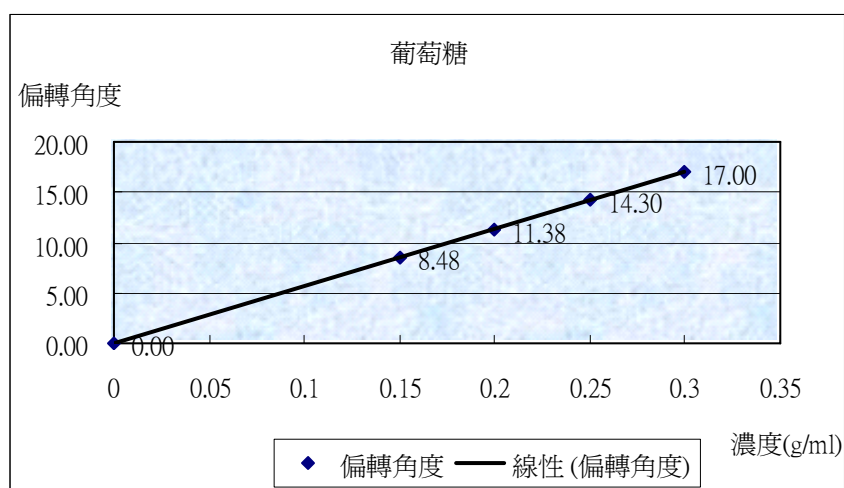
1. 測量前，旋光度計都利用蒸餾水校正歸零。
2. 配製葡萄糖、果糖及維生素 C 三種水溶液，濃度各為 15g/100ml、20g/100ml、25g/100ml、30g/100ml 四種濃度，配好後靜置於 25°C 恆溫槽中。將配製的各種不同濃度水溶液裝入平底試管中，溶液高度為 1.2dm。
3. 每種溶液各分裝入五隻平底試管，溶液高 1.2dm，測其旋光角度，並計算出比旋光度。(將五次的旋光角度算出平均值後製表。)

(三) 數據及分析：

葡萄糖 (表 2-1)

濃度	旋光度	濃度	旋光度
0.15average	8.48	0.20average	11.38
0.25average	14.30	0.30average	17.00

比旋光度 average : + 47.35

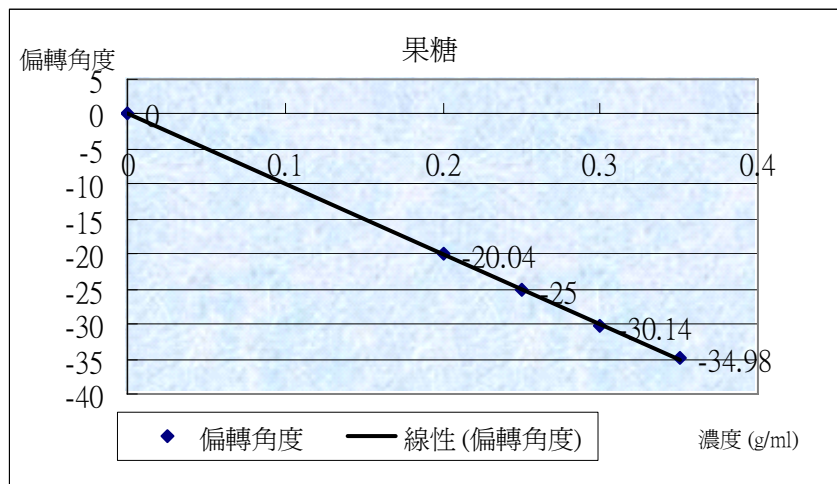


(圖 2-1)

果糖 (表 2-2)

0.20average	-20.04	0.25average	-25.00
0.30average	-30.14	0.35average	-34.98

比旋光度 average : - 83.46

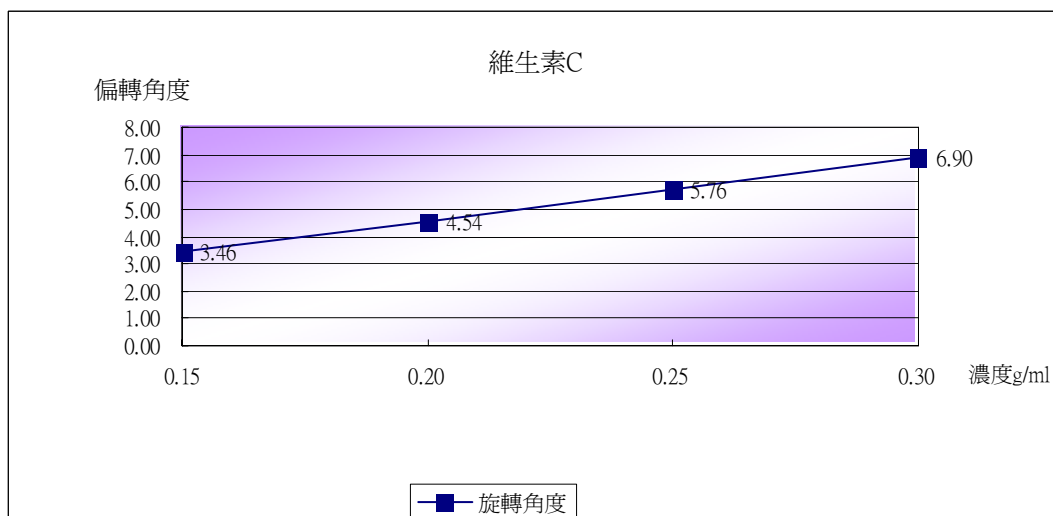


(圖 2-2)

維生素 C(表 2-3)

濃度	旋光度	濃度	旋光度
0.15average	3.46	0.25average	5.76
0.20average	4.54	0.30average	6.90

比旋光度 average : 19.13



(圖 2-3)

(四)結果及討論：

1. 由以上數據可知，各種醣類在水中的旋光度均與濃度呈線性關係，水溶液的濃度越小，則測得的旋光度越小。
2. 實驗結果得到平均比旋光度：

(表 2-4)

	標準值(波長=5893 埃)	本組測得的比旋光度(波長=6550 埃)
葡萄糖	+52.5	+47.35
果糖	-92.0	-83.46
維生素 C	+21.0	+19.13

(+：左旋 -：右旋)

3. 由實驗結果與標準值的比較可知，光源波長的不同會對比旋光量值產生影響，波長較長的光，造成的旋光角度較小。
4. 由實驗結果可得知此自製旋光度計可用於醣類及維生素 C 之旋光度的測量，甚至任何具有旋光性物質之旋光度的測量。
5. 在測量未知溶液的旋光度時，將測量所得的旋光度數據，對照上面的表格進行換算，即可以得到此溶液在標準旋光度測量下的旋光度及比旋光度值：

$$\alpha = \alpha' \times \frac{\text{此醣類的比旋光度標準值}}{\text{表中所得的比旋光度數值}}$$

(α ：旋轉角度標準值 α' ：測量所得旋光角度)

6. 實驗中實驗數據的變化穩定，以葡萄糖實驗為例，所測得的角度與平均值最大相差不超過 3%，算得比旋光度結果誤差 < 3%，這樣的準確度已令人相當滿意。且在其它醣類及維生素 C 的實驗中，亦結果誤差 < 3%。

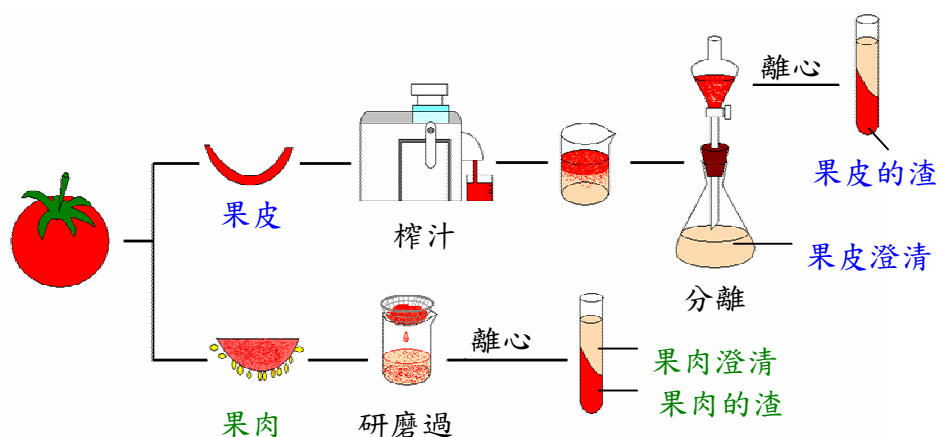
【實驗三】旋光性探討熱處理對水果抗氧化的影響

(一)實驗設計：奇異果、火龍果、聖女蕃茄及加州李子，經由微波、水煮及油浴的處理後，萃取其汁液，並測量旋光度的變化。

(二)實驗原理：水果中含有醣類及抗氧化物質皆具有旋光性。

(三)實驗步驟：

1.樣品製備：



果肉萃取流程圖(圖 3-1)

2.樣品萃取：水果去皮榨汁，取定量果汁加水稀釋→加活性碳離心→取上層澄清液→用針筒及過濾膜過濾→取得待測溶液。

3.加熱處理

①微波：

將先前準備好的水果切片放入燒杯內，上覆保鮮膜，以微波爐用微熱方式加熱，經 1、2、3、5 分鐘後分別取出迅速加入 35 毫升二次蒸餾水，用攪拌棒將水果絞碎並且充分混勻後放入離心機內，以每分鐘 6000 轉、攝氏 7°C 下，離心 10 分鐘測量抗氧化活性。

②水煮：

首先將燒杯內裝入約 10 毫升的水煮沸，再把先前準備好的水果切片放入燒杯內，經 1、2、3、5 分鐘後分別取出後迅速加入約 25 毫升的二次蒸餾水，用攪拌棒將水果絞碎並且充分混勻後放入離心機內，以每分鐘 6000 轉、攝氏 7°C 下，離心 10 分鐘測量抗氧化活性。

③油浴：

將約 10 克的沙拉油放於燒杯內，加熱至攝氏 105~110 °C，將水果切片放入，經 1、2、3、5 分鐘後分別取出迅速加入 35 毫升二次蒸餾水，用攪拌棒將水果絞碎並且充分混勻後放入離心機內，以每分鐘 6000 轉、攝氏 7°C 下，離心 10 分鐘測量抗氧化活性。

4. 測定方法：儀器歸零→放入待測溶液→打開光電開關→分析電腦數據

(四)數據及分析

1. 奇異果旋光度實驗

微波實驗 (表 3-1)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	8.10	8.90	9.10	9.00	8.80

水煮實驗 (表 3-2)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	8.10	8.20	9.30	9.10	8.60

油浴實驗 (表 3-3)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	8.10	9.20	9.30	9.10	9.10

2. 火龍果旋光度實驗

微波實驗 (表 3-4)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	5.80	4.90	4.80	5.20	4.30

水煮實驗 (表 3-5)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	5.80	5.00	4.30	4.40	4.50

油浴實驗 (表 3-6)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	5.80	4.60	5.00	4.40	4.40

3. 聖女蕃茄旋光度實驗

微波實驗 (表 3-7)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	6.70	6.30	6.10	6.20	6.20

水煮實驗 (表 3-8)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	6.70	5.80	6.00	6.00	5.90

油浴實驗 (表 3-9)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	6.70	6.50	6.20	6.10	6.10

4. 加州李子旋光度實驗

微波實驗 (表 3-10)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	9.20	22.10	39.10	45.20	46.70

水煮實驗 (表 3-11)

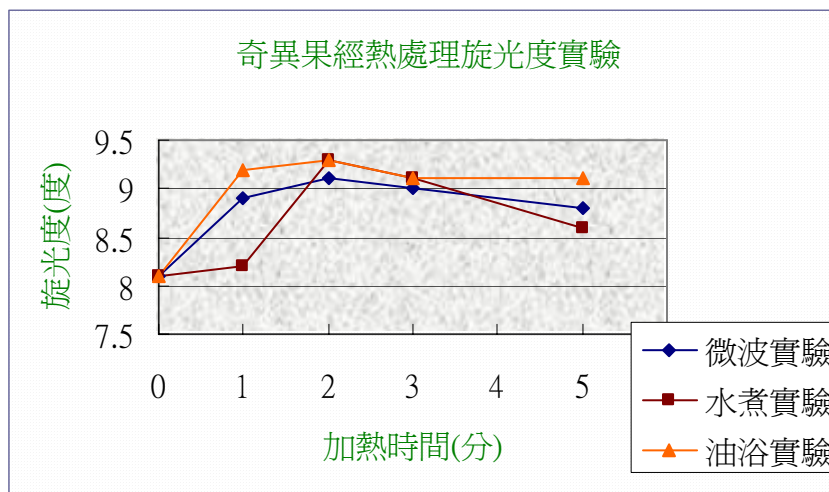
時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	9.20	20.10	32.70	38.60	26.70

油浴實驗 (表 3-12)

時間(分)	0	1	2	3	5
旋光度(度)	9.20	17.40	19.30	34.60	42.10

(五)結果及討論:

1. 奇異果

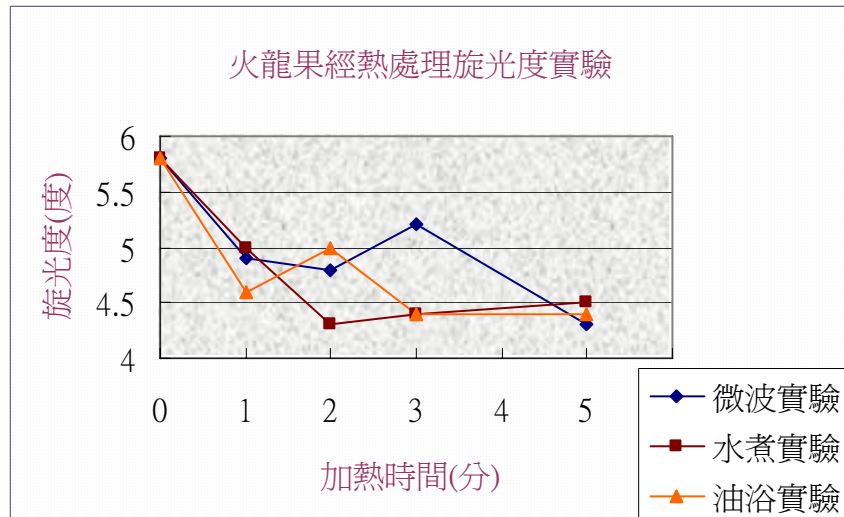


(圖 3-2)

討論 1:

無論用微波、水煮或油浴處理，奇異果的旋光度初期維持上升的趨勢，並在二分鐘時均有最佳效果，而後有些微下降。

2. 火龍果

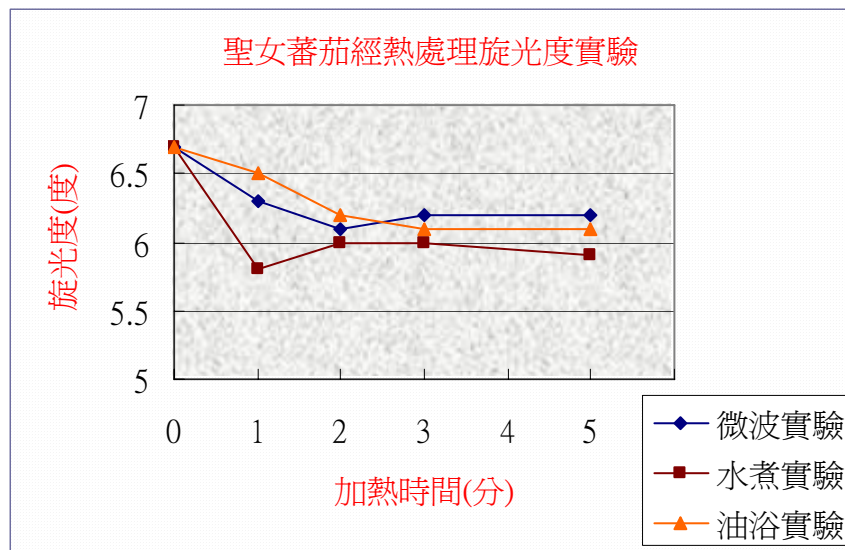


(圖 3-3)

討論 2:

火龍果的旋光度在初期急速下降，而後有小幅上揚的趨勢，不過仍以微波三分鐘的效果最佳

3. 聖女蕃茄

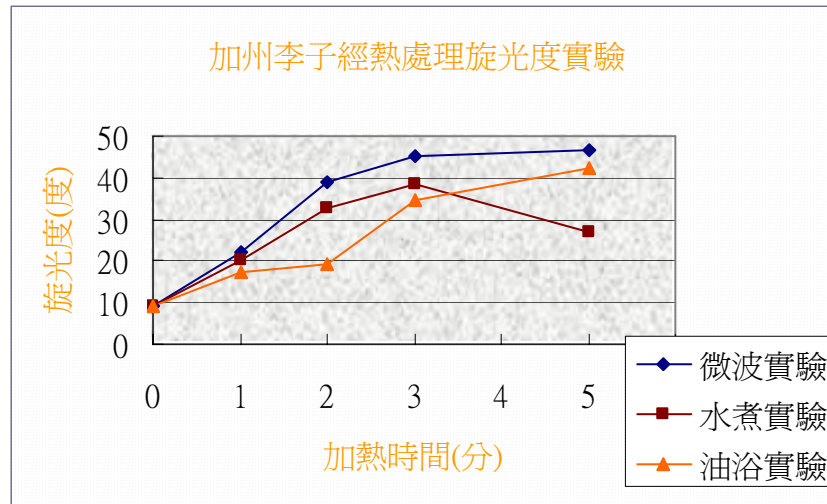


(圖 3-4)

討論 3：

聖女蕃茄的旋光度趨勢先降而後呈較穩定狀態。加熱方式以微波較佳、較為穩定，目前為三至五分鐘的效果最好。

4.加州李子



(圖 3-5)

討論 4：

加州李子的旋光度在加熱初期就有顯著且穩定上升的趨勢，並在三分鐘時達到最高點，而後就開始下降。

【實驗四】化學方法驗證熱處理對水果抗氧化的影響

(一)實驗設計：

- 1.自然存在的生物體內含有抗氧化的成分，例如水果。
- 2.為建立對照標準，採用 ABTS/ H₂O₂/HRP 分析系統測量不同濃度維生素 C 的延遲時間並繪成標準曲線。
- 3 為得水果經水煮處理不等時間後抗氧化的變化趨勢，分別以 1、2、3、5 分鐘加熱處理。
- 4.採用 ABTS/ H₂O₂/HRP 分析系統測量水果熱處理後總抗氧化。
- 5.對照維生素 C 的標準曲線圖繪成加熱時間與抗氧化的線性關係圖。

(二)實驗原理

ABTS/ H₂O₂/HRP 分析系統：利用 ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid))、過氧化氫和過氧化氫酶(horseradish peroxidase)作用，產生藍綠色且半衰期長的 ABTS^{•+} 自由基，若樣品中含抗氧化物可抑制 ABTS^{•+} 自由基之產生，因此會延遲藍綠色 ABTS^{•+} 自由基的產生。而 ABTS^{•+} 在波長 414 nm 有吸收，故由反應初開始計時至產生藍綠色的時間為止，延遲時間(lag time)越長者，表示測試樣品的抗氧化力越強。

(三)研究器材

1.水果

- | | |
|-------|----|
| ①奇異果 | 數顆 |
| ②火龍果 | 數顆 |
| ③聖女蕃茄 | 數個 |
| ④加州李子 | 數顆 |

2.藥品

- ①磷酸緩衝液(H₂PO₄)、pH=6.6 at 25°C、品牌: sigma、全部可溶於 3.8 L 的水中。
- ②2,2'-AZINO-bis(3-ETHYLBENZ-THIAZOLINE-6-SULFDNIC ACID) 簡稱:ABTS[C₁₈H₁₈N₄O₆S₄(NH₃)₂]、FW=548.7、品牌: sigma
- ③過氧化氫酶酵素(HRP VI)、type VI、From Horseradish、品牌: sigma、保存於 0°C、每瓶有 1000 units
- ④雙氧水(H₂O₂)、M=34.01g/Mol、1~1.11kg、品牌: Riedel-deHae” n
- ⑤維他命 C - Vitamin C(C₆H₈O₆)、100g、M=176.13g/Mol、品牌: Riedel-deHae” n

(四)實驗步驟

- 1.樣品製備：將新鮮的水果(圖 4-1)洗淨，陰乾後再切片放入離心管中後秤重，以

利進行後續熱處理實驗。

圖 4-1：四種新鮮水果



2.樣品萃取：將先前準備好切片的離心管內，加入 35ml 的水作萃取液，用攪拌棒將水果絞碎後充分混勻後放入離心機內，以每分鐘 6000 轉、攝氏 7°C 下，離心 10 分鐘，取出存放於冰箱內。

3.加熱處理

①微波：

將先前準備好的水果切片放入燒杯內，上覆保鮮膜，以微波爐用微熱方式加熱，經 1、2、3、5 分鐘後分別取出迅速加入 35 毫升二次蒸餾水，用攪拌棒將水果絞碎並且充分混勻後放入離心機內，以每分鐘 6000 轉、攝氏 7°C 下，離心 10 分鐘測量抗氧化活性。

②水煮：

首先將燒杯內裝入約 10 毫升的水煮沸，再把先前準備好的水果切片放入燒杯內，經 1、2、3、5 分鐘後分別取出後迅速加入約 25 毫升的二次蒸餾水，用攪拌棒將水果絞碎並且充分混勻後放入離心機內，以每分鐘 6000 轉、攝氏 7°C 下，離心 10 分鐘測量抗氧化活性。

③油浴：

將約 10 克的沙拉油放於燒杯內，加熱至攝氏 105~110 °C，將水果切片

放入，經 1、2、3、5 分鐘後分別取出迅速加入 35 毫升二次蒸餾水，用攪拌棒將水果絞碎並且充分混勻後放入離心機內，以每分鐘 6000 轉、攝氏 7°C 下，離心 10 分鐘測量抗氧化活性。

4.測定方法

將待測溶液取 10 μl 放入石英管中，加入 ABTS 40 μl 、酵素 25 μl 、90 μl 的磷酸緩衝液(pH=6.6)搖晃均勻，最後加入雙氧水 35 μl 放入 UV 分光光度計(在 414nm 下偵測)，測其吸收值。

(四)數據及分析

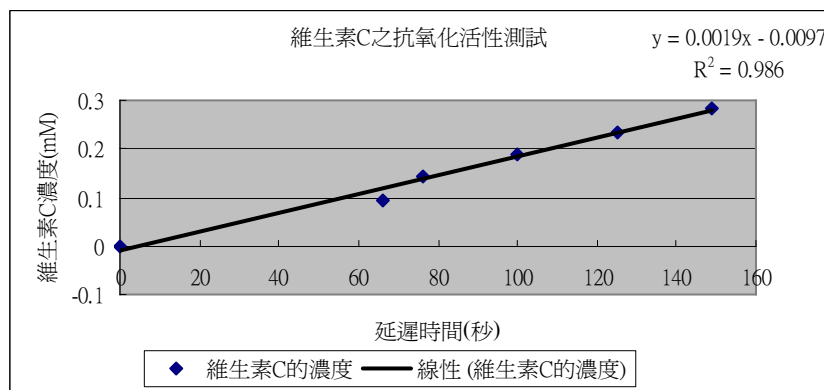
1.標準維生素 C 曲線的建立

以 UV 分光光度計測量 414nm 有 ABTS^{•+} 自由基吸光值，用維生素 C 濃度與所延遲的時間，測出的數據及趨勢圖。

(表 4-1)：不同濃度維生素 C 與延遲時間表

延遲時間(秒)	維生素 C 的濃度(mM)
0	0
66	0.094164
76	0.141246
100	0.18833
125	0.23541
149	0.28245

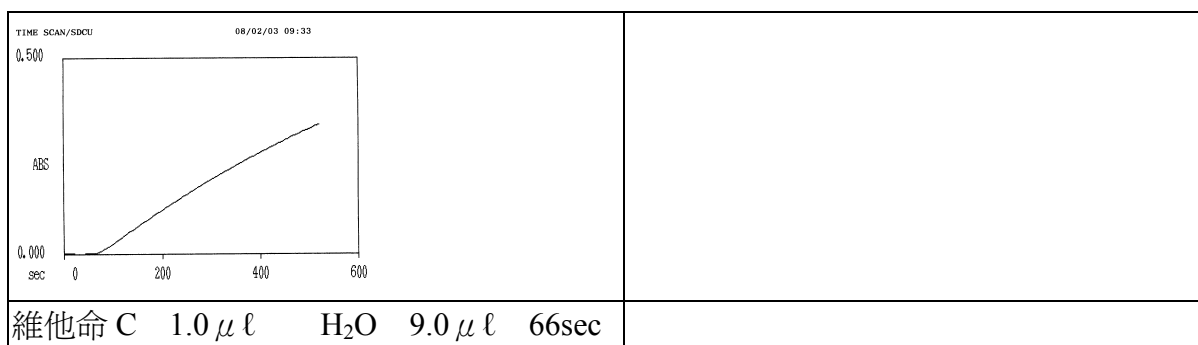
不同濃度維生素 C 與延遲時間之標準曲線圖



(圖 4-2)

(表 4-2)：維生素 C 總抗氧化力動力圖

<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 09:20</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>0.000</p> <p>sec 0 200 400 600</p>	<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 11:32</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>0.000</p> <p>sec 0 200 400 600</p>
H ₂ O 10.0 μl 0sec	維生素 C 1.5 μl H ₂ O 8.5 μl 74sec
<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 11:19</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>-0.010</p> <p>sec 0 200 400 600</p>	<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 11:02</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>0.000</p> <p>sec 0 200 400 600</p>
維生素 C 1.5 μl H ₂ O 8.5 μl 78sec	維生素 C 2.5 μl H ₂ O 7.5 μl 126sec
<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 10:50</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>0.000</p> <p>sec 0 200 400 600</p>	<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 10:36</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>0.000</p> <p>sec 0 200 400 600</p>
維生素 C 2.5 μl H ₂ O 7.5 μl 124sec	維生素 C 3.0 μl H ₂ O 7.0 μl 149sec
<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 10:23</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>0.000</p> <p>sec 0 200 400 600</p>	<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 10:07</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>0.000</p> <p>sec 0 200 400 600</p>
維生素 C 3.0 μl H ₂ O 7.0 μl 149sec	維生素 C 2.0 μl H ₂ O 8.0 μl 100sec
<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 09:57</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>0.000</p> <p>sec 0 200 400 600</p>	<p>TIME SCAN/SDCU 08/02/03 09:46</p> <p>0.500</p> <p>ABS</p> <p>-0.010</p> <p>sec 0 200 400 600</p>
維生素 C 2.0 μl H ₂ O 8.0 μl 98sec	維生素 C 1.0 μl H ₂ O 9.0 μl 68sec



2. 奇異果抗氧化實驗分析

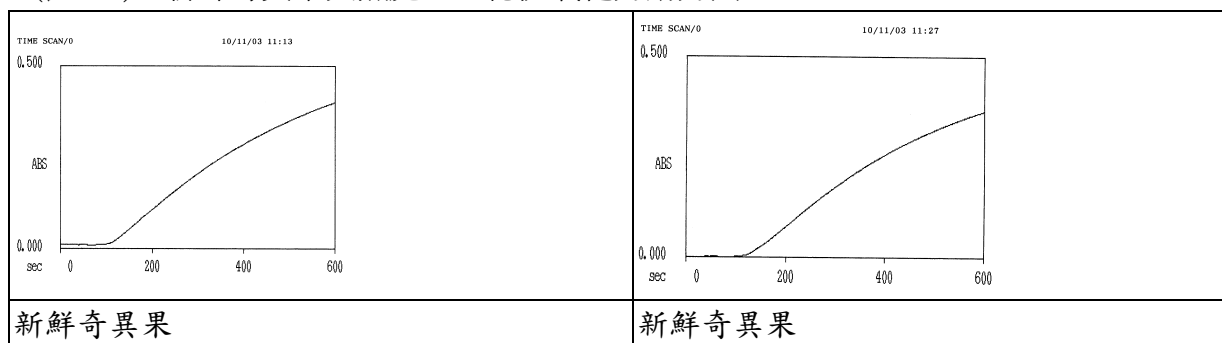
(表 4-3)：奇異果抗氧化實驗之重量(單位：克)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	6.7559	8.171	8.4901	7.7731	8.5800
水煮	6.7559	6.9937	9.0905	8.9232	7.4985
油浴	6.7559	10.2582	9.8008	8.324	9.6158

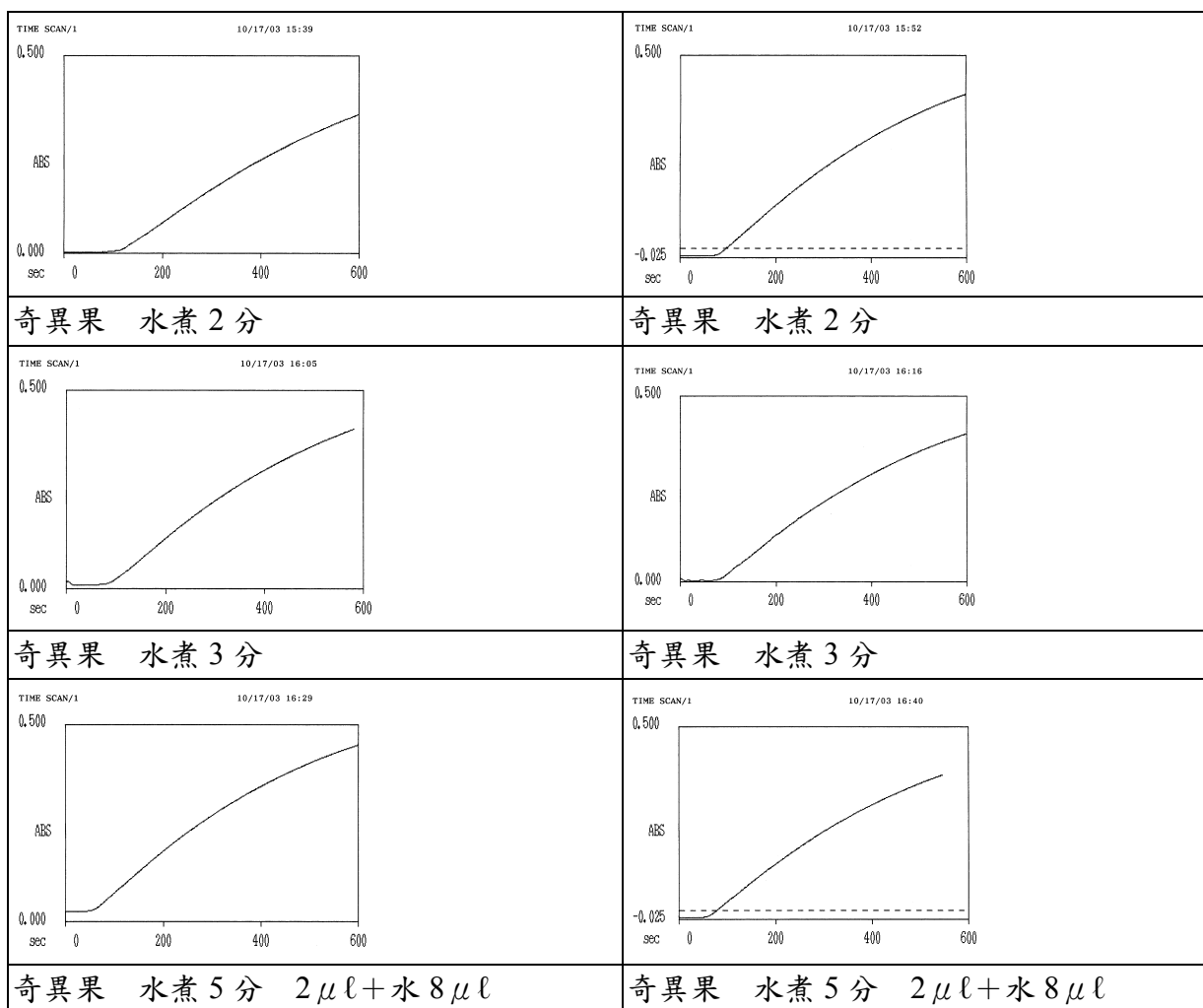
(表 4-4)：奇異果抗氧化實驗之 UV 光譜延遲出現時間(單位：秒)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	111 (樣本 4 μ l+水 6 μ l)	119 (樣本 3 μ l+水 7 μ l)	126 (樣本 3 μ l+水 7 μ l)	109 (樣本 3 μ l+水 7 μ l)	104 (樣本 3 μ l+水 7 μ l)
水煮	111 (樣本 4 μ l+水 6 μ l)	88 (樣本 2 μ l+水 8 μ l)	79 (樣本 2 μ l+水 8 μ l)	88 (樣本 2 μ l+水 8 μ l)	81 (樣本 2 μ l+水 8 μ l)
油浴	111 (樣本 4 μ l+水 6 μ l)	121 (樣本 2 μ l+水 8 μ l)	130 (樣本 2 μ l+水 8 μ l)	113 (樣本 2 μ l+水 8 μ l)	113 (樣本 2 μ l+水 8 μ l)

(表 4-5)：新鮮奇異果與熱處理之總抗氧化力動力圖



<p>TIME SCAN/0 10/11/03 13:43</p>	<p>TIME SCAN/0 10/11/03 14:09</p>
新鮮奇異果 微波 1分	新鮮奇異果 微波 1分
<p>TIME SCAN/0 10/11/03 14:26</p>	<p>TIME SCAN/0 10/11/03 14:43</p>
新鮮奇異果 微波 2分	新鮮奇異果 微波 2分
<p>TIME SCAN/0 10/11/03 15:02</p>	<p>TIME SCAN/0 10/11/03 15:16</p>
新鮮奇異果 微波 3分	新鮮奇異果 微波 3分
<p>TIME SCAN/0 10/11/03 15:30</p>	<p>TIME SCAN/0 10/11/03 15:41</p>
新鮮奇異果 微波 5分	新鮮奇異果 微波 5分
<p>TIME SCAN/1 10/17/03 15:15</p>	<p>TIME SCAN/1 10/17/03 15:28</p>
奇異果 水煮 1分	奇異果 水煮 1分



3. 火龍果抗氧化實驗分析

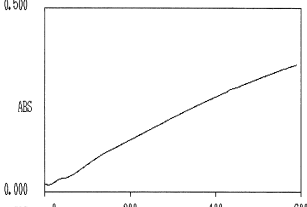
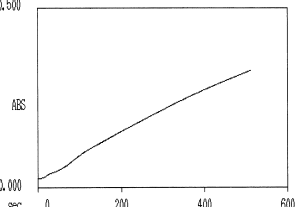
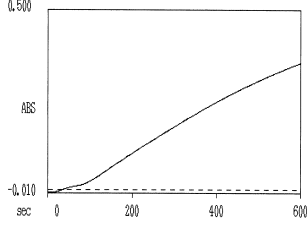
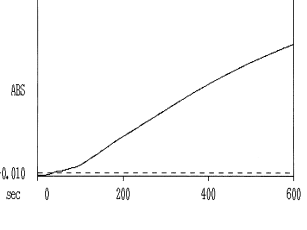
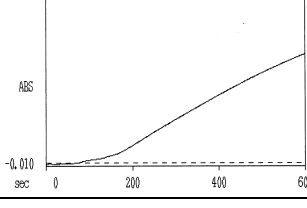
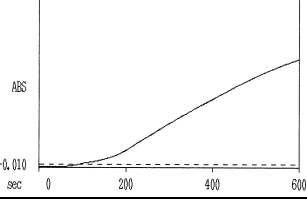
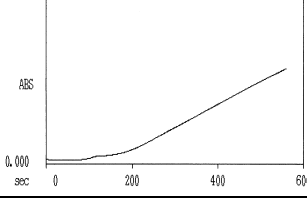
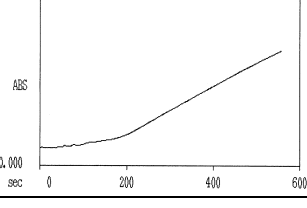
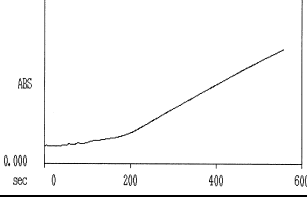
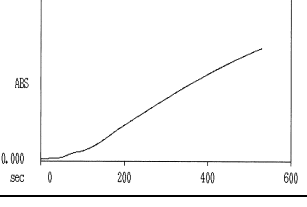
(表 4-6)：火龍果抗氧化實驗之重量(單位：克)

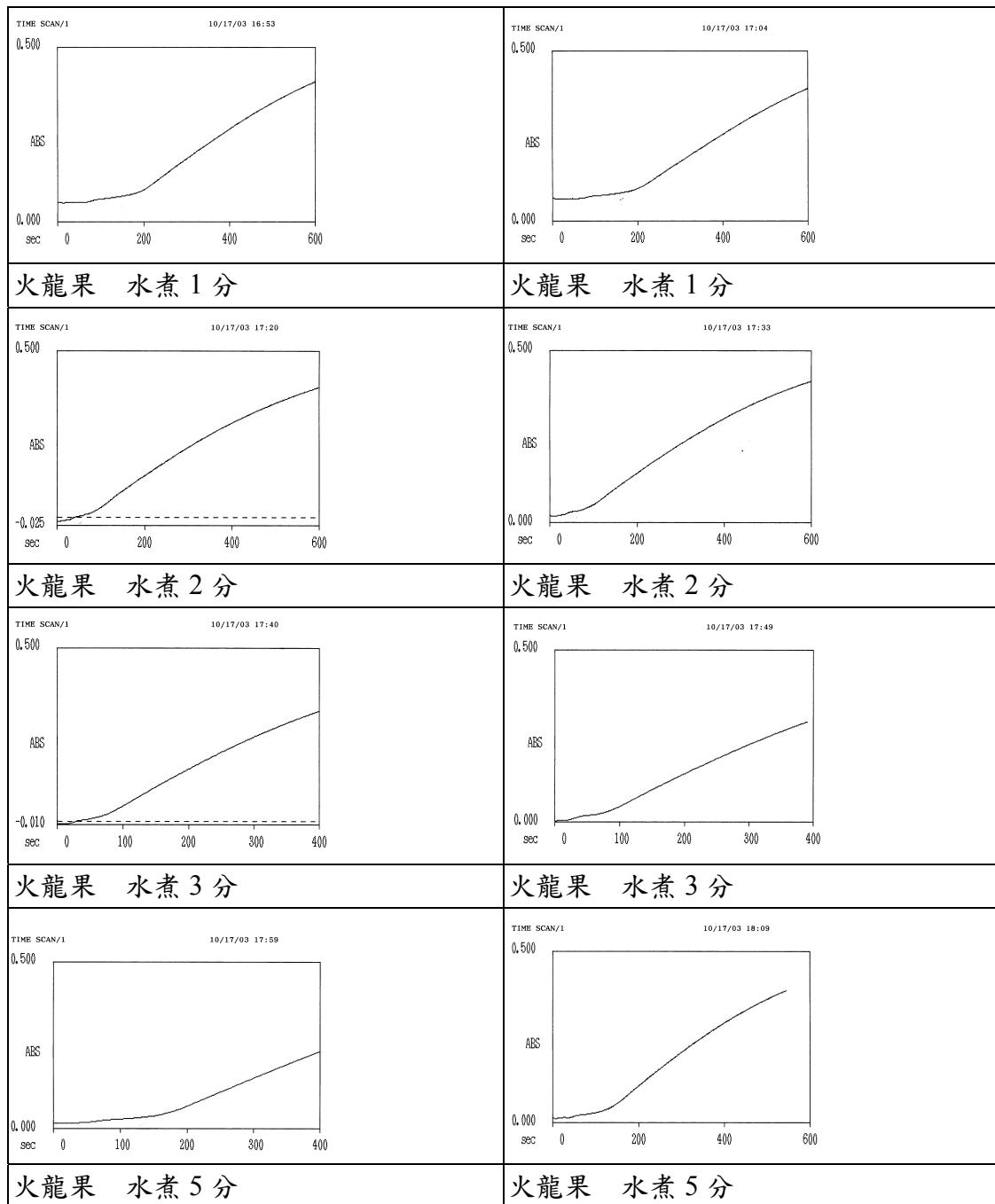
加熱時間 熱處理方法	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	13.5165	8.7514	8.156	9.5495	6.6063
水煮	13.5165	9.9683	6.9974	7.7465	8.9028
油浴	13.5165	7.4011	10.7401	7.0006	7.809

(表 4-7)：火龍果抗氧化實驗之 UV 光譜延遲出現時間(單位：秒)

加熱時間 熱處理方法	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	0	65 (樣本 10μl)	135 (樣本 10μl)	157 (樣本 5μl+水 5μl)	80 (樣本 10μl)
水煮	0	158 (樣本 5μl+水 5μl)	61 (樣本 3μl+水 7μl)	58 (樣本 3μl+水 7μl)	130 (樣本 5μl+水 5μl)
油浴	0	144 (樣本 10μl)	89 (樣本 10μl)	105 (樣本 5μl+水 5μl)	92 (樣本 5μl+水 5μl)

(表 4-8)：新鮮火龍果與熱處理之總抗氧化力動力圖

<p>TIME SCAN/SDCU 08/03/03 13:39</p> 	<p>TIME SCAN/SDCU 08/03/03 13:26</p> 
<p>火龍果</p>	<p>火龍果</p>
<p>TIME SCAN/SDCU 08/03/03 12:50</p> 	<p>TIME SCAN/SDCU 08/03/03 12:27</p> 
<p>火龍果微波 1分</p>	<p>火龍果微波 1分</p>
<p>TIME SCAN/SDCU 08/03/03 12:00</p> 	<p>TIME SCAN/SDCU 08/03/03 12:13</p> 
<p>火龍果微波 2分</p>	<p>火龍果微波 2分</p>
<p>TIME SCAN/SDCU 08/05/03 10:38</p> 	<p>TIME SCAN/SDCU 08/05/03 10:51</p> 
<p>火龍果微波 3分</p>	<p>火龍果微波 3分</p>
<p>TIME SCAN/SDCU 08/05/03 10:51</p> 	<p>TIME SCAN/SDCU 08/03/03 13:14</p> 
<p>火龍果微波 5分</p>	<p>火龍果微波 5分</p>



4. 聖女蕃茄抗氧化實驗分析

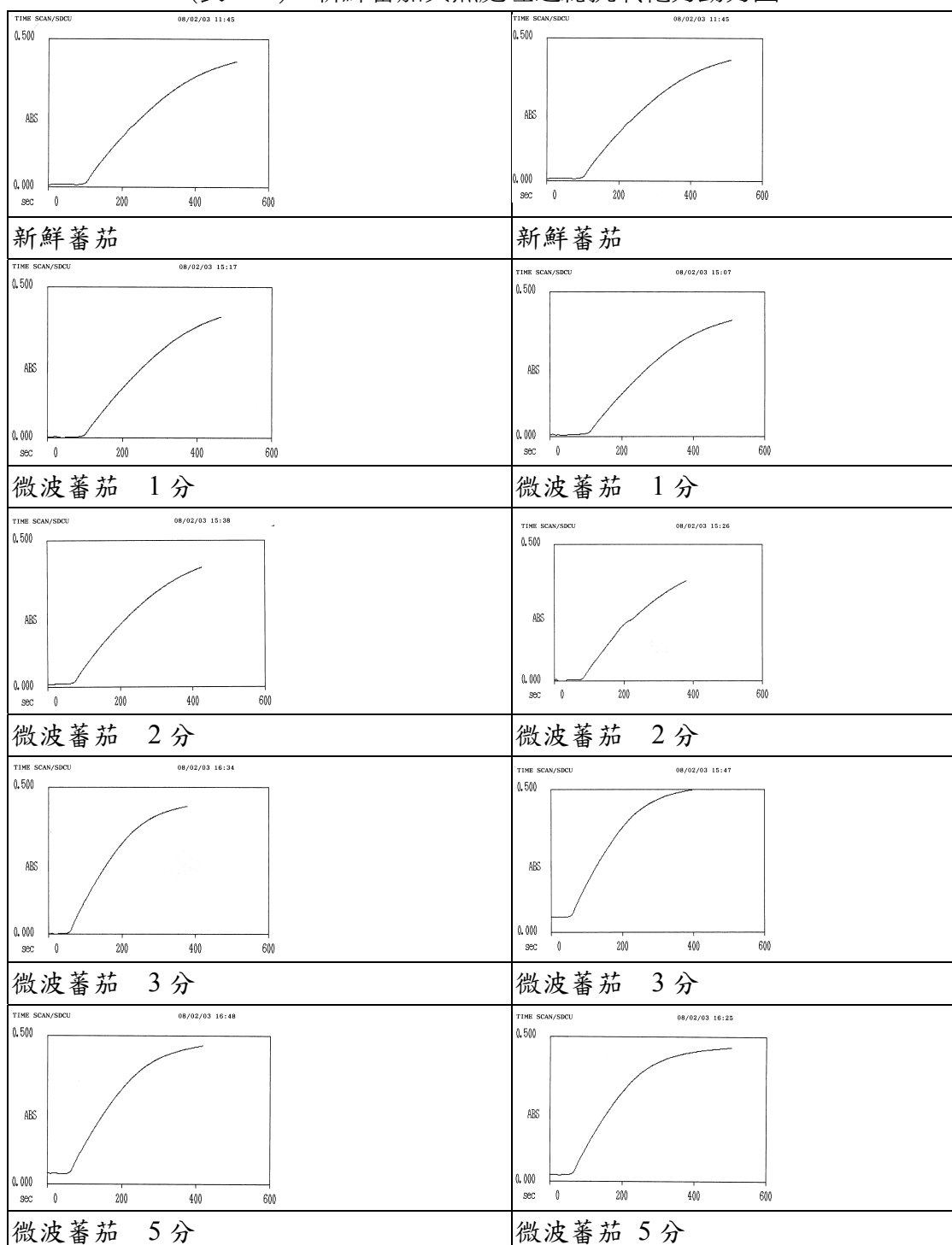
(表 4-9)：聖女蕃茄抗氧化實驗之重量(單位：克)

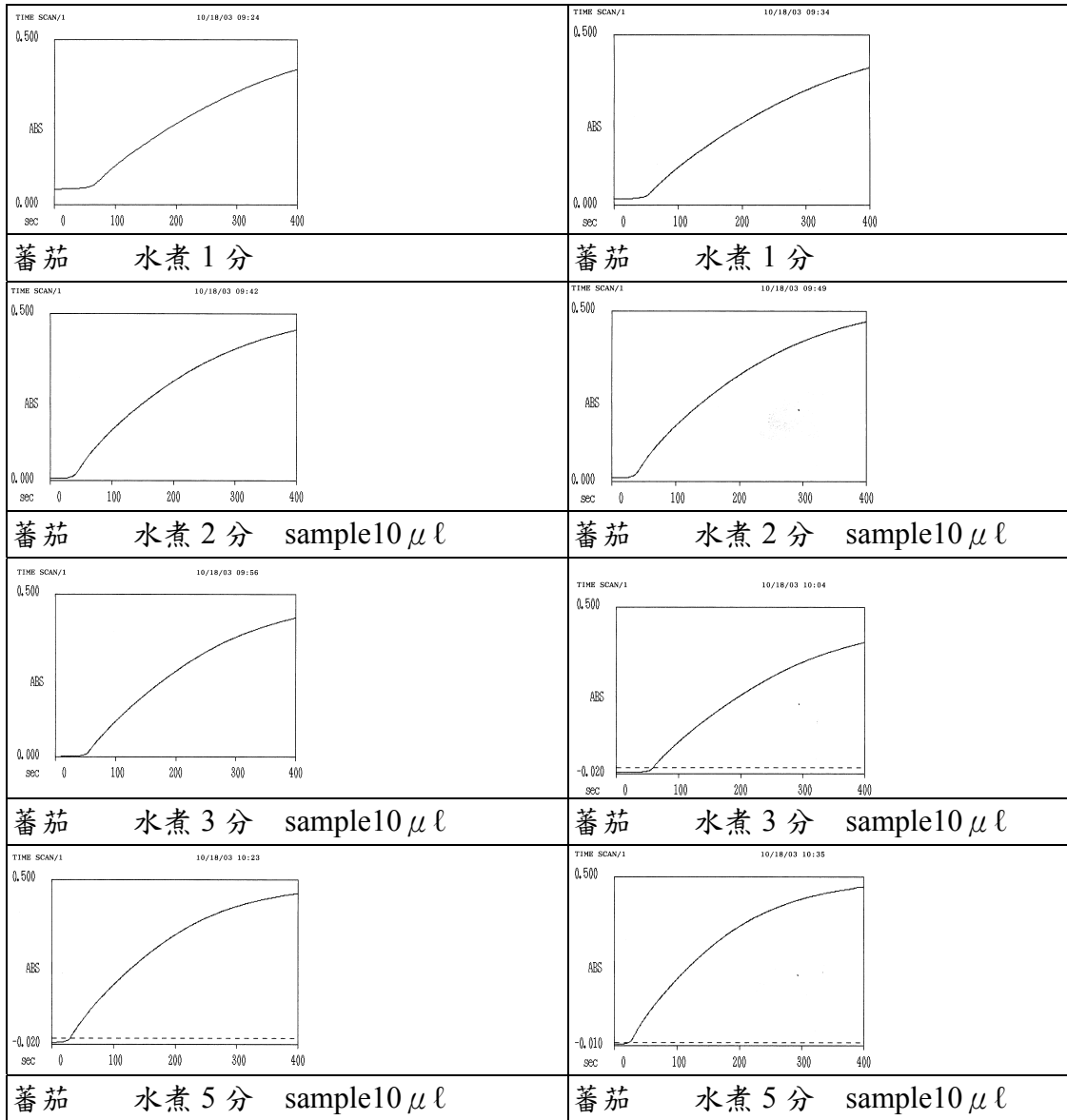
加熱時間 熱處理方法	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	13.5329	12.7458	8.7456	9.9471	11.8386
水煮	13.5329	7.6929	10.0624	9.7897	9.7115
油浴	13.5329	10.8239	10.9021	10.003	9.908

(表 4-10)：聖女蕃茄抗氧化實驗之 UV 光譜延遲出現時間(單位：秒)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	100	100	77	54	59
水煮	100	50	38	58	26
油浴	100	83	96	96	70

(表 4-11)：新鮮蕃茄與熱處理之總抗氧化力動力圖





5.加州李子抗氧化實驗分析

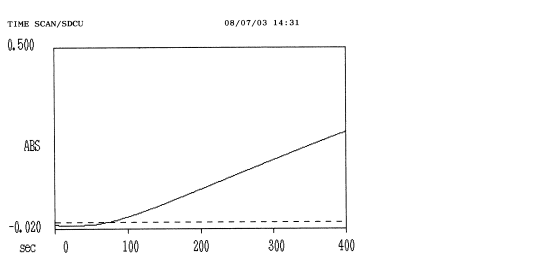
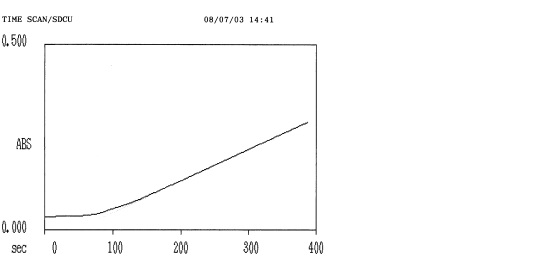
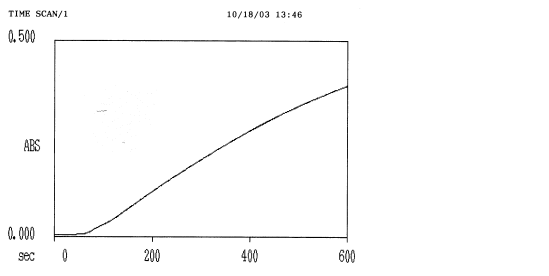
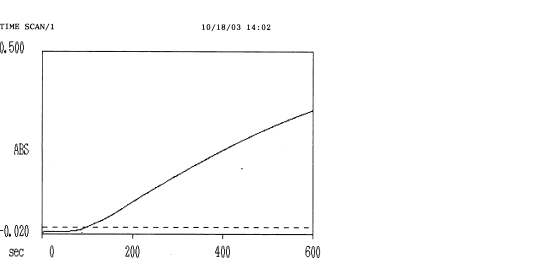
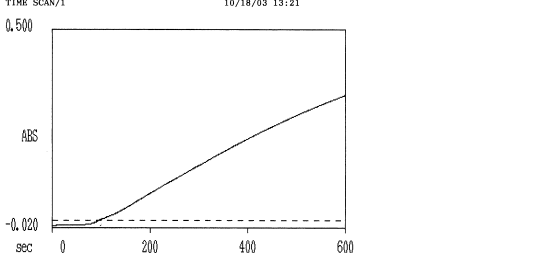
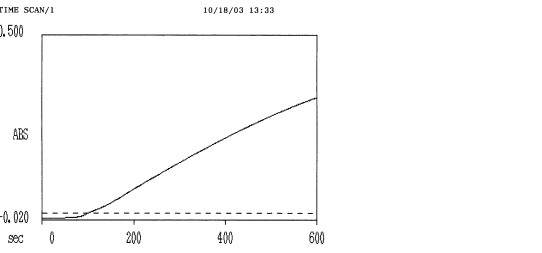
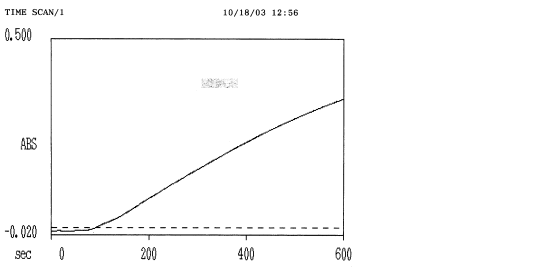
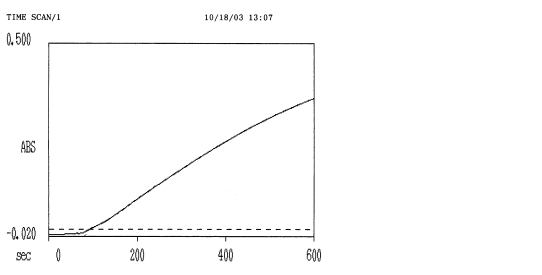
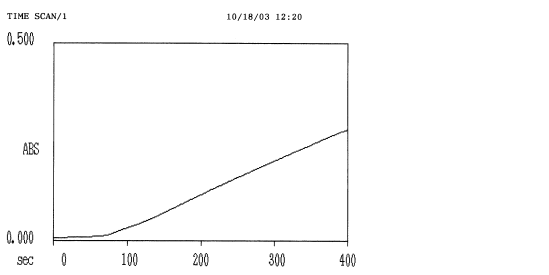
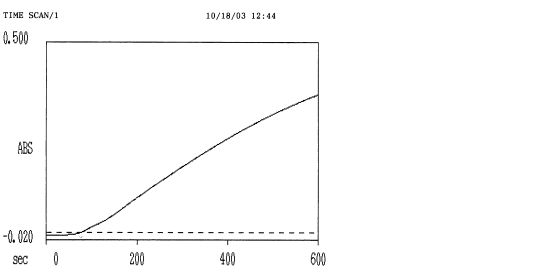
(表 4-12)：加州李子抗氧化實驗之重量(單位：克)

加熱時間 熱處理方法	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	11.6582	10.4895	10.4601	9.6254	11.0766
水煮	11.6582	8.3864	8.6938	7.8237	7.1657
油浴	11.6582	9.4484	10.7249	11.2784	11.3203

(表 4-13)：加州李子抗氧化實驗之 UV 光譜延遲出現時間(單位：秒)

加熱時間 熱處理方法	0 分 (樣本 2 μl + 水 8 μl)	1 分 (樣本 2 μl + 水 8 μl)	2 分 (樣本 2 μl + 水 8 μl)	3 分 (樣本 2 μl + 水 8 μl)	5 分 (樣本 2 μl + 水 8 μl)
微波	19	76	100	123	134
水煮	19	72	85	100	80
油浴	19	49	64	99	124

(表 4-14)：新鮮加州李子與熱處理之總抗氧化力動力圖

 <p>TIME SCAN/SDCU 08/07/03 14:31</p>	 <p>TIME SCAN/SDCU 08/07/03 14:41</p>
<p>加州李子</p>	<p>加州李子</p>
 <p>TIME SCAN/1 10/18/03 13:46</p>	 <p>TIME SCAN/1 10/18/03 14:02</p>
<p>加州李子 水煮 5 分</p>	<p>加州李子 水煮 5 分</p>
 <p>TIME SCAN/1 10/18/03 13:21</p>	 <p>TIME SCAN/1 10/18/03 13:33</p>
<p>加州李子 水煮 3 分</p>	<p>加州李子 水煮 3 分</p>
 <p>TIME SCAN/1 10/18/03 12:56</p>	 <p>TIME SCAN/1 10/18/03 13:07</p>
<p>加州李子 水煮 2 分</p>	<p>加州李子 水煮 2 分</p>
 <p>TIME SCAN/1 10/18/03 12:20</p>	 <p>TIME SCAN/1 10/18/03 12:44</p>
<p>加州李子 水煮 1 分</p>	<p>加州李子 水煮 1 分</p>

(五)結果及討論:

經過這次的實驗，我們可以發現某些水果一開始加熱時，它們的抗氧化活性都有下降的趨勢，而後才逐漸上升，初步判斷，可能是因為加熱會破壞水果內的維生素 C 或其他抗氧化成分先被破壞所致，後來逐漸上升，可能是因為醣類鍵結被破壞的關係。但是對大部分水果加熱的時間抗氧化活性初期有增加趨勢，其中以加州李子、火龍果與奇異果尤其明顯，但隨著時間增長則抗氧化活性降低。為得到較佳抗氧化效果，火龍果宜用微波處理而奇異果與聖女蕃茄則用油浴較佳，加州李子則適用任何熱處理方式。

再來是討論水果的部分：

1.奇異果

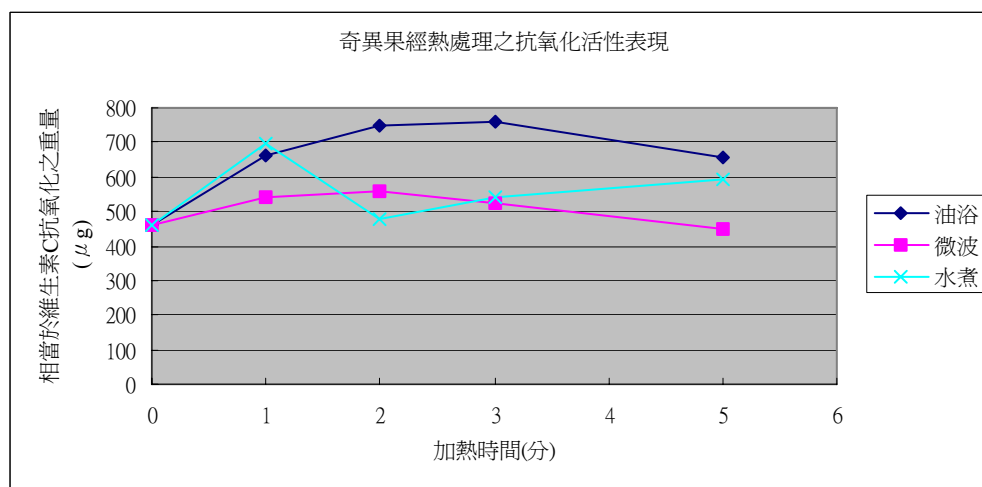
(表 4-15)：奇異果抗氧化實驗中相當於維生素 C 抗氧化能力之濃度(單位：mM)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	0.503	0.721	0.766	0.658	0.626
水煮	0.503	0.7875	0.702	0.7875	0.721
油浴	0.503	1.101	1.1865	1.025	1.025

(表 4-16)：不同熱處理抗氧化實驗中每克奇異果相當於維生素 C 抗氧化能力(單位：μg)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	458.6332	543.8029	555.5302	521.4496	449.6752
水煮	458.6332	693.6243	475.6966	543.6391	592.2998
油浴	458.6332	661.1452	745.7391	758.5296	656.6276

奇異果經熱處理之抗氧化活性表現



(圖 4-3)

討論 1：

奇異果的抗氧化活性與蕃茄類似，以油浴表現最佳，也是以加熱三分鐘最好，雖然熱處理過程中一度使抗氧化活性降低，但是加熱至五分鐘後最終抗氧化活性仍比新鮮水果來的高，此表現甚為特殊。

2.火龍果

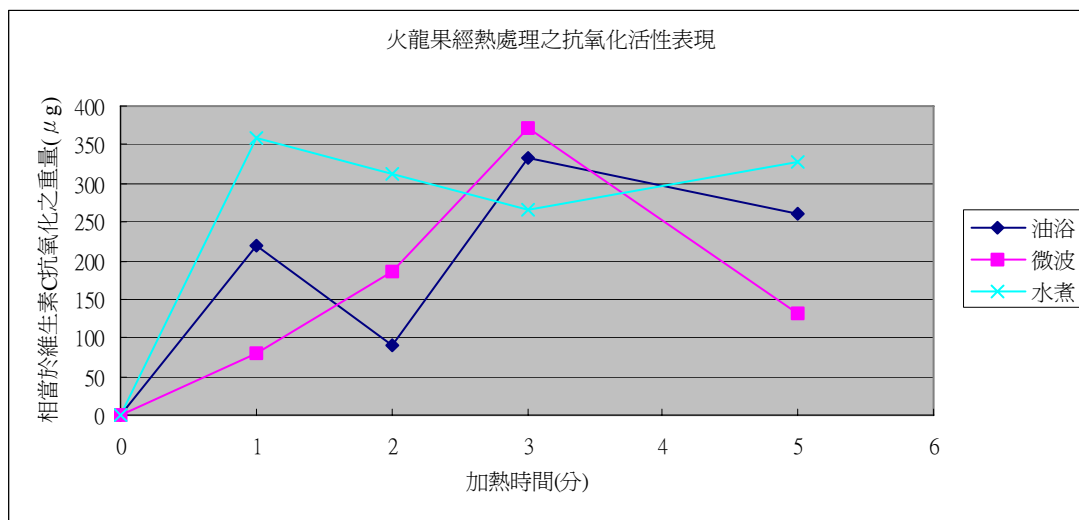
(表 4-17)：火龍果抗氧化實驗中相當於維生素 C 抗氧化能力之濃度(單位：mM)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	0	0.1138	0.2468	0.5772	0.1423
水煮	0	0.581	0.354	0.335	0.4746
油浴	0	0.2639	0.1594	0.3796	0.3302

(表 4-18)：不同熱處理抗氧化實驗中每克火龍果相當於維生素 C 抗氧化能力(單位： μg)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	0	80.10238	186.4012	372.3286	132.6867
水煮	0	359.0341	311.6358	266.3913	328.3839
油浴	0	219.6463	91.4241	334.0194	260.4728

火龍果經熱處理之抗氧化活性表現



(圖 4-4)

討論 2：

紅肉火龍果的抗氧化活性也是以三分鐘來的最佳，而加熱的方式也是以微波最好，但此水果非常特殊，新鮮的紅肉火龍果可以說幾乎偵測不到抗氧化活性，但經過熱處理後有明顯的增加，所以若要火龍果有抗氧化活性，可能必須要熱加工過處理才可。

3. 聖女蕃茄

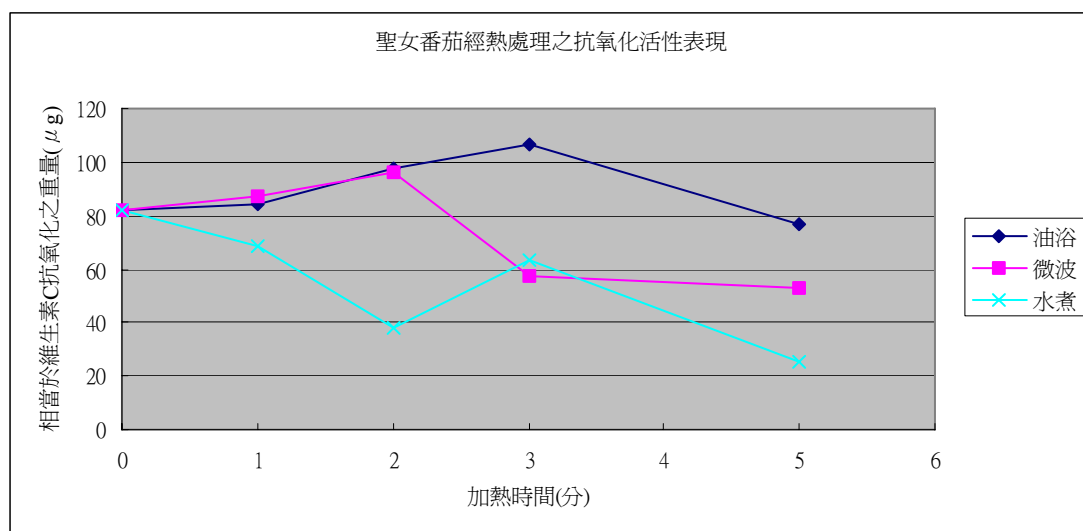
(表 4-19)：蕃茄抗氧化實驗中相當於維生素 C 抗氧化能力之濃度(單位：mM)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	0.1803	0.1803	0.1366	0.0929	0.1024
水煮	0.1803	0.0853	0.0625	0.1005	0.0397
油浴	0.1803	0.148	0.1727	0.1727	0.1233

(表 4-20)：不同熱處理抗氧化實驗中每克蕃茄相當於維生素 C 抗氧化能力
(單位：μg)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	82.07021	87.13835	96.21478	57.53074	53.28198
水煮	82.07021	68.30298	38.26125	63.23789	25.18169
油浴	82.07021	84.22842	97.58047	106.3513	76.65805

聖女蕃茄經熱處理之抗氧化活性表現



(圖 4-5)

討論 3：

聖女蕃茄的抗氧化活性以三分鐘來的最佳，而加熱的方式是以油浴最好，初步判斷，可能是因為蕃茄內含有的茄紅素較其他水果多，而茄紅素又是脂溶性，用油浴的方式能使它溶的比較多。

4.加州李子

(表 4-21)：加州李子抗氧化實驗中相當於維生素 C 抗氧化能力之濃度

(單位：mM)

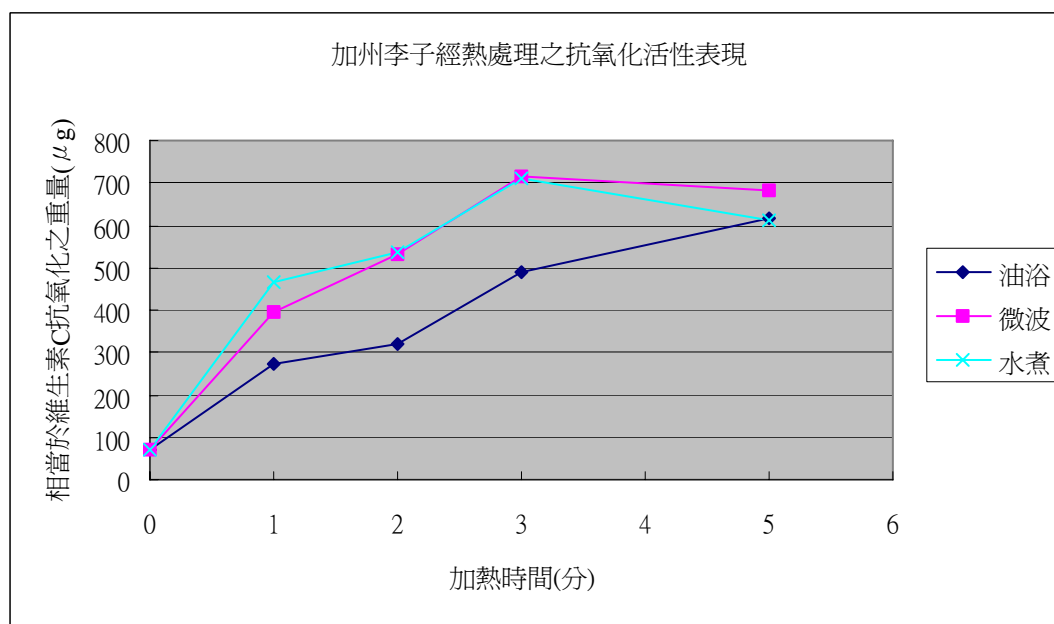
熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	0.132	0.6735	0.9015	1.12	1.2245
水煮	0.132	0.6355	0.759	0.9015	0.7115
油浴	0.132	0.417	0.5595	0.892	1.1295

(表 4-22)：不同熱處理抗氧化實驗中每克加州李子相當於維生素 C 抗氧化能力

(單位：μg)

熱處理方法 \ 加熱時間	0 分	1 分	2 分	3 分	5 分
微波	69.74662	395.5155	530.8974	716.7702	680.9779
水煮	69.74662	466.7891	537.7901	709.7972	611.6416
油浴	69.74662	271.8683	321.3568	487.1897	614.6233

加州李子經熱處理之抗氧化活性表現



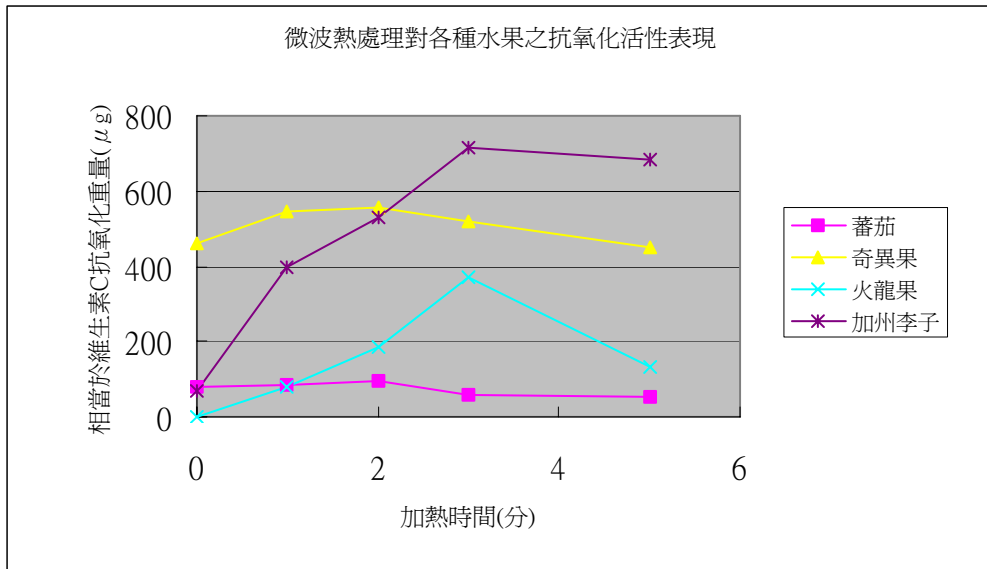
(圖 4-6)

討論 4：

加州李子是本次實驗中效果顯現最好的一個水果，它和其他水果不同是它尚未做熱加工處理的抗氧化活性和其他水果差不多，都大概在 70~90 μg 維生素 C/每克加州李子，而經過熱加工處理的時間越久，抗氧化活性會漸漸的越高，二種加熱方式都有很好的效果，由上述實驗結果，此種水果抗氧化活性表現值得進一步討論。

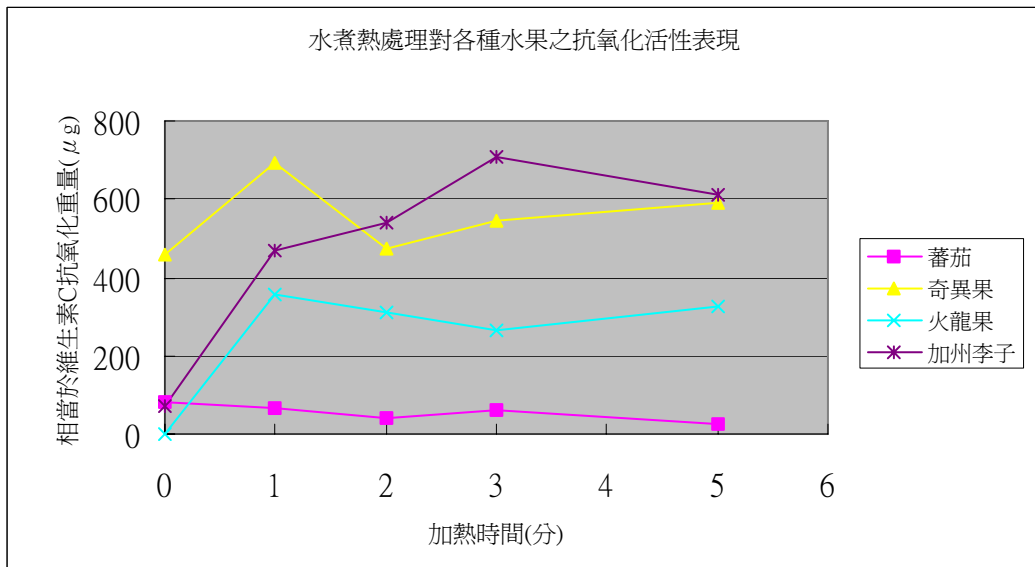
(六) 結論與應用

微波熱處理對各種水果之抗氧化活性表現



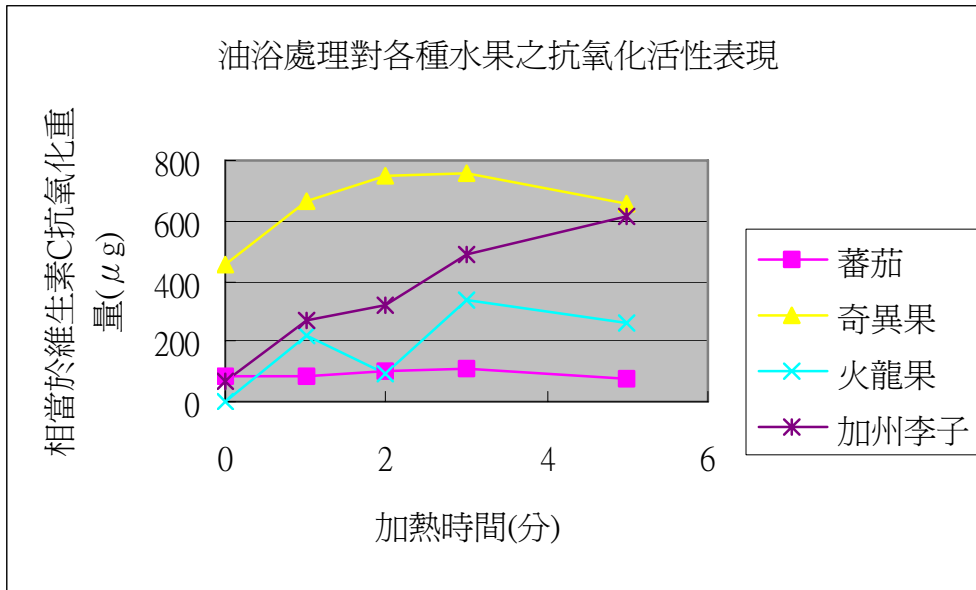
(圖 4-7)

水煮熟處理對各種水果之抗氧化活性表現



(圖 4-8)

油浴熱處理對各種水果之抗氧化活性表現



(圖 4-9)

討論 5：

- ①一般而言水果中的抗氧化性會隨著維生素 C 的破壞而呈現降低，但是可能因為破壞醣類鍵結的關係於加熱期間內會逐漸釋放出抗氧化物質，因此總抗氧化活性有先降後增的趨勢。由前幾張圖可以了解其中以加州李子、火龍果與奇異果尤其明顯，這些熱處理過程產生那些新的抗氧化物質，能夠造成 10 倍以上的差異，值得下次實驗詳細探討。
- ②熱處理後在旋光度測量上也有相同的趨勢。因為此兩種方法有一致的反應趨勢，所以證明我們成功地開發出一種可以利用旋光度來測定抗氧化的新方法。
- ③未來我們打算將此方法應用於建立更多物質的抗氧化活性與旋光度之關係。

【實驗五】模擬胃液的溫度與 pH 值，探討水果在胃部消化過程中旋光度隨時間變化的情形

(一) 實驗設計：

將蕃茄、火龍果、奇異果及加州李子經由水煮熱處理後，放入 pH=2 的鹽酸溶液中，並維持鹽酸溶液為 37°C 恆溫，以模擬水果在人體胃部的環境，並分別在 HCl 溶液中停留 20、40、60、80 分鐘，測得水果在胃部停留時間與旋光度的趨勢，以了解水果抗氧化效活性的增減。

(二) 樣品製備：

1. 模擬 pH=2 的鹽酸胃液，人體體溫 37°C。
2. 食物在小腸吸收前必經胃部，停留大約 90 分鐘。

(三) 實驗步驟：

1. 樣品製備

- ① 配製 0.01M 的 HCl 溶液，加熱至 37°C 並維持定溫。
- ② 根據實驗三的實驗結果，挑選各水果經由水煮後有最佳抗氧化效力的時間，以此作為各水果的熱處理時間。
- ③ 量取 30 毫升經由熱處理過後的果汁溶液。
- ④ 在模擬胃中環境的定溫槽中，加入 30 毫升的 0.01M HCl 並開始計時。
- ⑤ 讓水果分別在 HCl 溶液中停留 20、40、60、80 分鐘反應。

2. 樣品萃取

- ① 將處理後的溶液裝入離心管中，以每分鐘 9000 轉，離心 10 分鐘。
- ② 取上層澄清溶液，用針筒及過濾膜過濾，取得待測溶液。

3. 測定方法

- ① 儀器歸零後，放入待測溶液。
- ② 打開光電開關並分析電腦數據。

(四) 結果與討論

一、奇異果 (表 5-1)

熱處理方法 \ 加熱時間 (分)	0	20	40	60	80
新鮮水果	8.1	4.1	3.6	3.2	2.9
水煮 2 分鐘	9.3	4.5	3.8	3.4	3.1

PS 水煮熱處理實驗中，取其抗氧化性最好的時間來做為熱處理時間。

二、火龍果 (表 5-2)

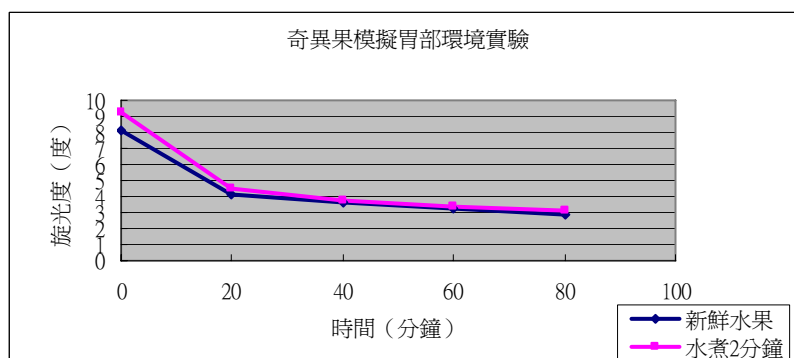
熱處理方法 \ 加熱時間 (分)	0	20	40	60	80
新鮮水果	5.8	3.8	3.5	1.8	1.4
水煮三分鐘	4.4	3.1	2.8	1.5	1.4

三、聖女蕃茄 (表 5-3)

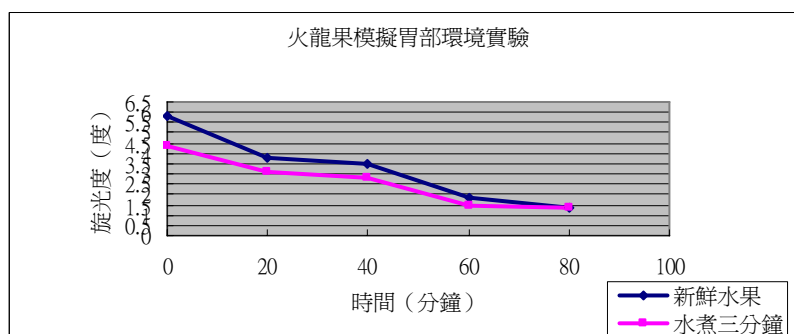
熱處理方法 \ 加熱時間 (分)	0	20	40	60	80
新鮮水果	6.7	2.4	1.6	1.2	0.9
水煮 2 分鐘	6	2.2	1.3	1.1	0.8

四、加州李子 (表 5-4)

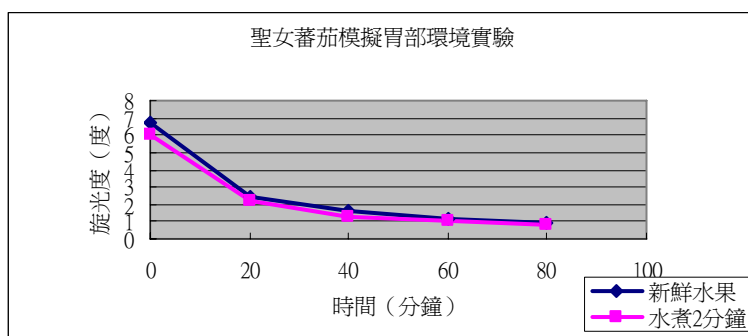
熱處理方法 \ 加熱時間 (分)	0	20	40	60	80
新鮮水果	9.2	5.6	4.3	3.2	2.1
水煮三分鐘	38.6	10.2	8.3	3.1	2.3



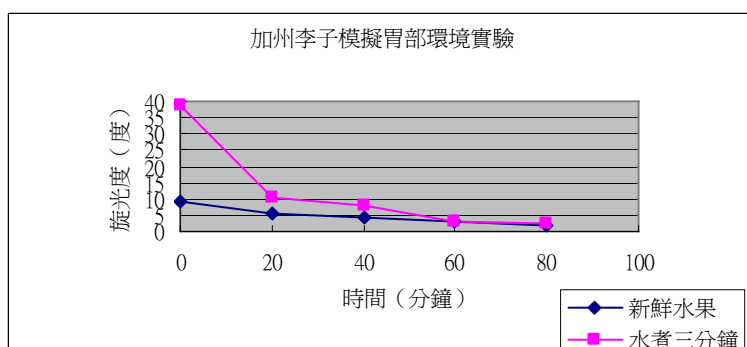
(圖 5-1)



(圖 5-2)



(圖 5-3)



(圖 5-4)

討論：

- ①水果在模擬胃中環境的實驗中旋光度會快降下降，旋轉角度很小，但在一小時後旋光度的變化趨於穩定。
- ②我們初步推測，胃中環境在消化過程會破壞掉大部份的抗氧化物質。

陸、研究結果與討論

一、[實驗一]

- 1.本組推測旋光度會受到待測物之濃度、光程、溫度及偵測光波長等因素所影響。理論上，若待測物是不具旋光性的物質，光的波長是不會影響光的行進方向，但如果待測物具旋光性，則不同波長的光會受到旋光性物質的影響，而會有不同的偏向角，而且經本組研究後發現，旋光度是與波長成反比的關係。
- 2.歸納儀器本身有以下的一些優點：
 - (1)使用材料裝置簡單、便宜、易取得。
 - (2)實驗裝置如照度計、水波槽支架，均為現成，不須精細製作即可使用。
 - (3)操作容易，所得數據精確。
 - (4)根據原理自行創意組裝，具有原創性。

二、[實驗二]

- 1.由測量所得的數據穩定，可證明此儀器的可靠性及穩定性。
- 2.各種醣類及維生素C所測得的比旋光度如(表2-4)
- 3.由實驗結果可知，醣類及維生素C的旋光角度與濃度均成正比關係，並證明除了果糖為左旋之外，葡萄糖、維生素C均為右旋。
- 4.可由儀器測得的旋光角度，推算出比旋光度，再對照(表2-4)之數值，即可得知某未知糖溶液中所含的醣種類或相對於維生素C的含量，或也可再經由公式算出此糖溶液及維生素C在標準鈉光源測量下，所得的偏轉角度及比旋光度值。

三、[實驗三] 中以物理方式測量，再以 [實驗四] 的化學方法比較後，我們發現：

- 1.奇異果的旋光度初期有增加趨勢，但隨時間增加而降低，以油浴最佳。
- 2.火龍果的旋光度以微波處理較佳，但其趨勢與實驗四的趨勢較不相同，有待更進一步討論。
- 3.聖女蕃茄的旋光度以三至五分鐘為最佳與實驗四的最佳時間相似，以微波最佳。
- 4.加州李子的旋光度初期有增加趨勢，至第三秒為最佳，之後便降低。
- 5.蕃茄、奇異果、加州李子和實驗四的趨勢線有正向關係。

四、[實驗四]

- 1.在實驗四中發現某些水果一開始加熱時，它們的抗氧化活性都有下降的趨勢，而後才逐漸上升，推斷可能因為加熱會破壞水果內的維生素 C 或其他抗氧化成分先被破壞所致，之後逐漸上升，可能是因為加熱而產生新的抗氧化物。
- 2.在實驗四中觀察到奇異果、火龍果與加州李子在熱處理初期抗氧化活性都有增加趨勢，但隨著時間增長則抗氧化活性降低。為得到較佳抗氧化效果，火龍果宜用微波處理而奇異果與聖女蕃茄則用油浴較佳，加州李子則適用任何熱處理方式。
- 3.奇異果的抗氧化活性，以油浴三分鐘表現最佳，熱處理過程中一度使抗氧化活性降低，但是加熱至五分鐘後最終抗氧化活性仍比新鮮水果來的高，此表現甚為特殊。

- 4.火龍果的抗氧化活性亦以三分鐘為最佳，以微波最佳，但此水果非常特殊，新鮮紅肉火龍果可以說幾乎偵測不到抗氧化活性，但經過熱處理後有明顯的增加，所以若要火龍果有抗氧化活性，可能必須要熱加工過處理才可。
- 5.聖女蕃茄的抗氧化活性以油浴三分鐘為最佳。
- 6.加州李子是本實驗中效果顯現最好的一種，它和其他水果不同是它尚未做熱加工處理的抗氧化活性和其他水果差不多，都大概在 70~90 μg 維生素 C/g，以微波和水煮的方式處理均好，由上述結果，此種水果抗氧化活性表現值得進一步討論。
- 7.熱處理後在旋光度測量上也有相同的趨勢。因為此兩種方法有一致的反應趨勢，所以證明我們成功地開發出一種可以利用旋光度來測定抗氧化的新方法。

五、[實驗五]

- 1.應用本方法進一步模擬水果在胃部裡的消化，讓我們更可以了解在整個消化的過程中抗氧化活性(旋光度)隨時間變化的情形。
- 2.水果在模擬胃中環境的實驗中旋光度會快降下降，旋轉角度很小，但在一小時後旋光度的變化趨於穩定。
- 3.我們初步推測，胃中環境在消化過程會破壞掉大部份的抗氧化物質。

柒、結論

1. 自行製作的旋光度計，雖然經過了多次改良修正，但我們不僅節省了需要購買昂貴旋光度計的經費，亦得到合乎水準的數據。
2. 本實驗證明了旋光度與抗氧化有正向關係，並讓我們發現，其實科學研究不一定需要昂貴的儀器，自己動腦思考，有時也可以解決所遭遇的難題。
3. 我們經由實驗與探索的過程，學到了做科學研究的方法及動腦思考的樂趣。
4. 本實驗也將進一步對於熱處理對水果抗氧化效果做深入的探討。
5. 經由實驗得知，抗氧化和旋光度在我們所研究的四種水果中有正向關係的趨勢，故可將具有旋光性物質，利用本儀器來測定其抗氧化成份的差異，建立更多物質的抗氧化活性與旋光度之關係。
6. 未來應用：由於茶類及蜂蜜均具有旋光性，因此希望能將此儀器延伸至茶類品質好壞與真假蜂蜜的測定。

捌、參考資料及其他

1. 網路資料關鍵字：旋光性
www.lstc.net/huansx/jxgz/cai/shengwu/yangyaojun/01.ppt
2. 遠哲科學教育基金會.發現月刊第57期
3. 高級中學物質科學化學篇(下).龍騰文化事業公司主編.民國 95 年 3 月出版

4. M. B. Arnao, A. Cano, J. Hernandez-Ruiz, F. Garcia-canovans and M. Acosta: Inhibition by L-ascorbic acid and other antioxidants of the 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) oxidation catalyzed by peroxidase: a new approach for determining total antioxidant status of foods. *Anal. Biochem.* **236**: 255-261 (1996)
5. Guohua Cao, Emin Sofic and Ronald L. Prior: Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *J. Agric. Food. Chem.* **44**: 3426-3431 (1996)
6. 陳如茵，吳家駒，蔡美珠，錢明賽：貯藏及熱加工對蕃茄抗氧化之影響 *Taiwanese Journal of Agricultural Chemistry and Food Science* **38(4)** : 353-360(2000)
7. 趙克然，楊毅軍，曹道俊：氧自由基與臨床，合計圖書出版社編印，台北市，台灣省，中華民國(2003)
8. 劉伯康，陳惠英，嚴國欽：數種傳統食用植物甲醇萃取物抗氧化性之研究 *中國農業化學會誌* **37(1)** : 105-116(1999)
9. 翁瑞光，顏國欽：綠豆芽、黃豆芽及羅蔔嬰抗氧化性之研究 *中國農業化學會誌* **35(6)** : 661-670(1997)
10. 陳俊成：蕃茄中之蕃茄紅素 *食品資訊* **181** 62-67 (2001)
11. 錢明賽：蕃茄及蕃茄紅素 *食品工業* **32(9)** 40-47 (2000)
12. 林明君：新鮮及乾燥蕃茄甲醇萃取液之抗氧化性比較，*大葉大學90年度碩士論文*
13. 羅珮文：台灣數種特有水果抗氧化活性及清除自由基能力之評估，*輔仁大學89學年度碩士論文*
14. 蔡志忠：生物體內梅納反應的化學與其抑制，*中正大學90學年度碩士論文*

評語

研究題目十分有趣也有相當的實用價值。未來可加強旋光度及抗氧化成分間相關性的探討。