

# 新竹市第四十二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：「莓」好「青」春—莓果類食物中花青素含量之研究

關 鍵 詞：花青素檢測 分光光度計 吸光度

編 號：



黑醋栗汁

花青素 CP 值最高之莓果類食物

## 摘要

本研究首先檢測紅葡萄汁標準品於不同濃度、不同波長其吸光度數值，找出紅葡萄汁在某一波長其濃度與吸光度呈線性關係，作為紅葡萄汁檢量線，接著探討 4 種莓果類食物於不同濃度、不同浸泡時間、不同浸泡溫度對花青素含量與吸光度之影響，最後，找出「最佳花青素 CP 值」的莓果類產品。由實驗研究重大結論：

發現一：同溫與同濃度，波長越小，紅葡萄汁吸光度越高。

發現二：同溫與同波長，紅葡萄汁濃度越高，其吸光度越高。

發現三：同溫下，5 種莓果類食物之不同濃度與其對應的吸光度呈線性關係。

發現四：同溫下，4 種莓果類食物與紅葡萄汁檢量線呈線性關係。

發現五：同溫下，5 種莓果類食物花青素含量排名：

黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蔓越莓汁 > 蘋果汁 > 紅葡萄汁。

發現六：濃度 30%紅葡萄汁浸泡 5 分鐘，吸光度：水溫 50°C > 水溫 90°C。

濃度 30%紅葡萄汁浸泡 20 分鐘後，吸光度幾乎一致，表示花青素釋放趨於平衡。

發現七：同溫下，5 種莓果類食物吸光度（花青素含量）：

浸泡 5 分鐘 > 浸泡 20 分鐘。

發現八：同溫下，5 種莓果類食物浸泡 20 分鐘，吸光度（花青素含量）：

水溫 50°C > 水溫 90°C。

發現九：4 種莓果類食物於不同濃度、不同浸泡時間與不同浸泡溫度之花青素

CP 值產品排序：黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁

最佳花青素 CP 值產品：黑醋栗汁

# 壹、前言

## 一、研究動機

日前，新聞報導指出北歐國家的平均壽命越來越長，同時生活品質也越來越高，北歐飲食功不可沒，所以被推崇為健康的飲食法。北歐國家飲食共同特色為：食用大量水果，尤其是「莓果類」！依照食品與營養專家的分析，北歐飲食法的優點在於：「莓果富含花青素，具有高抗氧化力！」臺灣有很多相對應的優良食物值得我們應用與推廣。

根據國內外研究報導，花青素在體內的抗氧化力及清除自由基的能力是維生素 C 的 20 倍、維生素 E 的 50 倍！莓果裡的花青素是非常好的抗氧化物，對於抗氧化、抗體內慢性發炎特別有益，所以對整體免疫力、預防阿茲海默、預防動脈硬化、預防關節炎等多方面的效果，花青素對於預防黃斑部病變也很有幫助！

臺灣富有水果王國之美譽，水果的多樣與優良品質更是我們自豪的，蘋果、葡萄、草莓……等和引進國外的黑醋栗、藍莓與蔓越莓在市場上隨處可見，文獻與健康網站提到這些莓果含有豐富的花青素。基於這個原因，我們想探討莓果類食物的花青素含量，我們改良目測比色法與照度計比色法實驗，並參考第 40 屆新竹市科學展覽會作品「『花』現『青』春—花草茶中花青素含量之研究」，發想出以分光光度計測量莓果類食物之吸光度，推算其花青素含量，並選出莓果類食物花青素含量之最佳性價比之產品。

## 二、文獻回顧

參考文獻「范和邱 1998 年花青素對人體的影響」，文中提到花青素屬於酚類化合物中的類黃酮類，顏色的表現與花青素所帶羥基數(-OH)和受生化環境條件改變、濃度、液胞中 pH 值之影響。

文獻「『花』現『青』春—花草茶中花青素含量之研究」與「您喝對了嗎?—最佳抗氧化力「自製蔬果汁」之研究」作品，提及花青素檢測各種方法，亦參閱文獻「『光』見果汁，真假立見—果汁吸光度與化學成分關係之探討」與「吃莓果可以抗氧化？莓果類食物抗氧化力研究」作品，了解花青素與吸光度之關係，於是本次研究目的設定在利用分光光度計檢測

5 種莓果類食物花青素含量之研究。

### 三、研究目的

依據上述參考文獻與現今健康養生之道，引導我們研究方向，找出花青素含量 CP 值高的莓果類食物，我們的研究目的為：

#### **第一部分：探討紅葡萄汁標準品於同溫下但不同濃度之花青素含量檢測實驗**

- 1、探討紅色葡萄汁標準品於不同波長之吸光度
- 2、探討不同濃度之紅色葡萄汁標準品吸光度之檢量線

#### **第二部分：探討 5 種莓果類食物花青素含量檢測實驗**

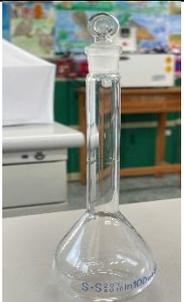
- 1、同溫下，探討不同莓果類食物之吸光度，並推算其花青素含量
- 2、同溫下，探討不同浸泡時間與溫度紅葡萄汁之吸光度
- 3、同溫下，探討不同浸泡時間莓果類食物之吸光度，並推算其花青素含量
- 4、同溫下，探討不同浸泡溫度莓果類食物之吸光度，並推算其花青素含量

#### **第三部分：探討莓果類食物花青素含量多寡與價錢關係，選出最佳 CP 值產品實驗**

- 1、探討莓果類食物花青素含量多寡與價錢關係，選出最佳 CP 值的產品

## 貳、研究設備與器材

### 一、研究藥品器材

名稱 微量電子秤 附防風罩	名稱 分光光度計	名稱 恆溫槽	名稱 桌上型 pH 計	名稱 100mL 容量瓶
				
名稱 200mL 燒杯	名稱 1000mL 燒杯	名稱 滴管	名稱 攪拌棒	名稱 直尺
				
名稱 剪刀	名稱 計時器	名稱 逆滲透飲用水	名稱 紅葡萄原汁	名稱 黑醋栗原汁
				
名稱 藍莓原汁	名稱 蔓越莓原汁	名稱 蘋果原汁	名稱 氫氧化鈉	名稱 磷酸
				

## 參、研究方法及結果

### 一、探討紅葡萄汁標準品於同溫下但不同濃度之花青素含量檢測實驗

#### (一) 探討紅色葡萄汁標準品於不同波長之吸光度

##### 1. 實驗方法：

控制變因	取 12 個燒杯，分別加入同溫下的紅葡萄汁 100mL
操縱變因	12 個燒杯分別調配 10%、30%、40%、50%、60%、70%的紅葡萄汁，以及 1%、3%、4%、5%、6%、7%的紅葡萄汁，分光光度計波長設定 420nm~610nm
應變變因	觀察 12 種濃度之紅葡萄原汁於 20 種波長下其吸光度變化

- (1) 取燒杯加入 10 公克紅葡萄原汁與 90 公克飲用水，調配成濃度 10%紅葡萄汁。
- (2) 將調配好濃度 10%之紅葡萄汁，加入石英管中。
- (3) 分光光度計波長設定範圍 420nm~610nm，測量 10%紅葡萄汁之於不同波長下的吸光度。
- (4) 重複上述實驗步驟 (1) ~ (3)，紅葡萄汁濃度改為 30%、40%、50%、60%、70%、1%、3%、4%、5%、6%、7%。

##### 2. 實驗結果：

###### (1) 紅葡萄汁濃度：10%

〈 表 1-1：濃度 10%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 〉

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	0.228	0.227	0.226	0.223	0.222	0.218	0.215	0.207	0.199	0.188
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.174	0.159	0.142	0.120	0.106	0.093	0.084	0.072	0.067	0.059

###### (2) 紅葡萄汁濃度：1%

〈 表 1-2：濃度 1%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 〉

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.023
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.019	0.018	0.017	0.017	0.015

###### (3) 紅葡萄汁濃度：30%

〈 表 1-3：濃度 30%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 〉

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	0.696	0.688	0.684	0.685	0.682	0.677	0.664	0.644	0.615	0.580

波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.539	0.488	0.436	0.330	0.290	0.251	0.217	0.189	0.168	0.153

(4) 紅葡萄汁濃度：3%

< 表 1-4：濃度 3%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 >

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	0.058	0.057	0.057	0.057	0.056	0.055	0.054	0.052	0.050	0.048
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.045	0.042	0.041	0.040	0.037	0.033	0.030	0.026	0.023	0.022

(5) 紅葡萄汁濃度：40%

< 表 1-5：濃度 40%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 >

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	0.922	0.911	0.908	0.907	0.906	0.899	0.883	0.858	0.819	0.773
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.711	0.646	0.575	0.454	0.398	0.345	0.299	0.261	0.231	0.211

(6) 紅葡萄汁濃度：4%

< 表 1-6：濃度 4%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 >

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	0.084	0.083	0.082	0.082	0.081	0.080	0.079	0.076	0.072	0.068
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.064	0.058	0.052	0.052	0.047	0.043	0.038	0.034	0.030	0.028

(7) 紅葡萄汁濃度：50%

< 表 1-7：濃度 50%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 >

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	1.100	1.092	1.087	1.088	1.087	1.080	1.061	1.029	0.980	0.924
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.849	0.770	0.677	0.556	0.487	0.417	0.360	0.313	0.276	0.251

(8) 紅葡萄汁濃度：5%

〈 表 1-8：濃度 5%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 〉

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	0.107	0.106	0.105	0.104	0.103	0.102	0.100	0.096	0.092	0.087
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.081	0.074	0.066	0.066	0.061	0.051	0.046	0.041	0.037	0.034

(9) 紅葡萄汁濃度：60%

〈 表 1-9：濃度 60%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 〉

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	1.308	1.297	1.294	1.296	1.296	1.287	1.266	1.226	1.170	1.103
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	1.010	0.913	0.804	0.663	0.578	0.499	0.428	0.370	0.326	0.295

(10) 紅葡萄汁濃度：6%

〈 表 1-10：濃度 6%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 〉

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	0.113	0.113	0.112	0.111	0.111	0.110	0.107	0.104	0.100	0.094
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.087	0.084	0.082	0.080	0.070	0.063	0.055	0.048	0.043	0.040

(11) 紅葡萄汁濃度：70%

〈 表 1-11：濃度 70%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 〉

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	1.554	1.539	1.537	1.541	1.542	1.534	1.510	1.464	1.396	1.315
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	1.208	1.092	0.961	0.768	0.664	0.570	0.491	0.423	0.369	0.334

(12) 紅葡萄汁濃度：7%

〈 表 1-12：濃度 7%之紅葡萄汁於不同波長下之吸光度 〉

波長	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510
吸光度	0.141	0.140	0.139	0.139	0.138	0.136	0.133	0.129	0.123	0.117
波長	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
吸光度	0.107	0.098	0.095	0.088	0.078	0.069	0.060	0.053	0.048	0.043

### 3.實驗發現：

- (1) 同一波長下，紅葡萄汁濃度越高，吸光度越大；濃度越低，吸光度越小。
- (2) 不同濃度之紅葡萄汁於波長 420nm~610nm 吸光度排名：  
70% > 60% > 50% > 40% > 30% > 7% > 6% > 5% > 4% > 3% > 1% 。

## (二) 探討不同濃度之紅色葡萄汁標準品吸光度之檢量線

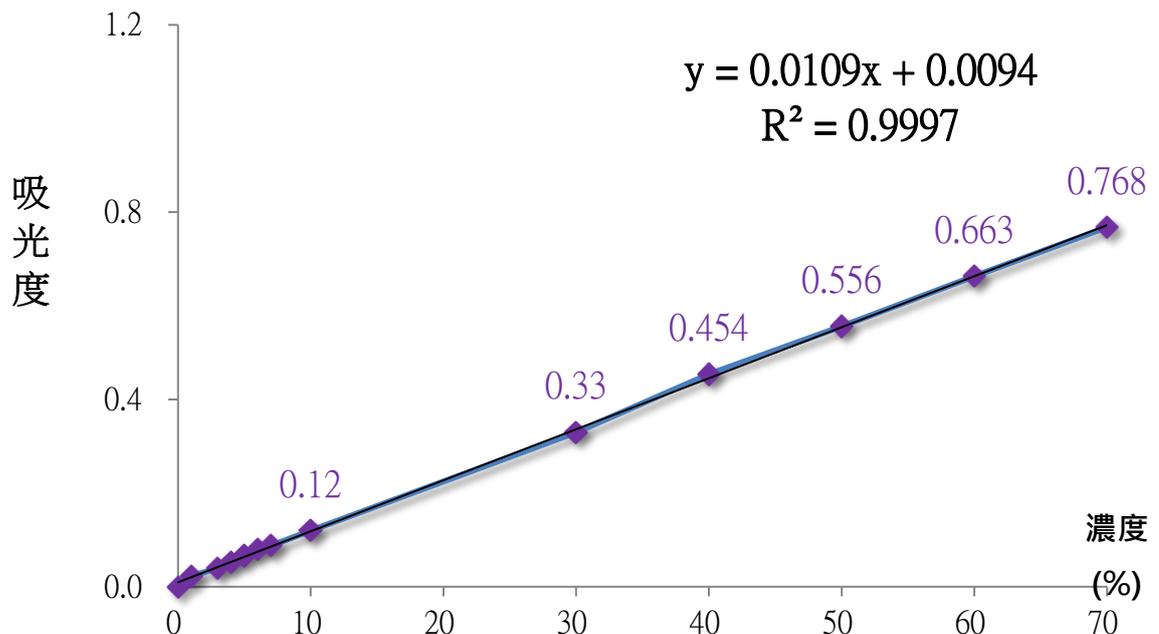
### 1. 實驗方法：

控制變因	取 12 個燒杯，分別加入同溫下之紅葡萄汁 100mL
操縱變因	12 個燒杯分別調配 10%、30%、40%、50%、60%、70%的紅葡萄汁，以及 1%、3%、4%、5%、6%、7%的紅葡萄汁 100mL，分光光度計波長設定 420nm~610nm
應變變因	觀察 12 種濃度之紅葡萄汁於 20 種波長下之吸光度變化

- (1) 取燒杯加入 10 公克紅葡萄原汁與 90 公克飲用水，調配成濃度 10%紅葡萄汁。
- (2) 將調配好的濃度 10%之紅葡萄汁，加入石英管中。
- (3) 分光光度計波長設定 420nm~610nm，測量 10%紅葡萄汁之於不同波長下的吸光度。
- (4) 重複上述實驗步驟 (1) ~ (3)，紅葡萄汁濃度改為 30%、40%、50%、60%、70%以及 1%、3%、4%、5%、6%、7%。

### 2. 實驗結果：

< 圖1-1：不同濃度之紅葡萄汁在波長550nm之吸光度 >



### 3. 實驗發現：

- (1) 同一波長下，紅葡萄汁濃度越高，吸光度越大；濃度越低，吸光度越小。
- (2) 波長 550nm 下，12 種不同濃度的紅葡萄汁與其吸光度的判定係數  $R^2$  高達 0.9997，表示吸光度是濃度的函數，呈線性關係。
- (3) 波長 550nm，12 種不同濃度所對應的吸光度連成的斜直線為紅葡萄汁檢量線。
- (4) 以下實驗測量莓果類食物之吸光度，其波長皆設定 550nm。

## 二、探討 5 種莓果類食物花青素含量檢測實驗

### (一) 同溫下，探討不同莓果類食物之吸光度，並推算其花青素含量

1. 經查資料，紅葡萄汁花青素含量為 26 (mg/100g)。

2. 莓果類食物花青素含量推算方法：

莓果類花青素含量推算：以濃度 20% 之黑醋栗汁為例，

(濃度 20% 黑醋栗汁吸光度 ÷ 濃度 20% 紅葡萄汁吸光度) × 濃度 20% 紅葡萄汁花青素含量

= 濃度 20% 黑醋栗汁花青素含量

即 (1.403 ÷ 0.225) × (26 × 20%) ≅ 32.42 (mg/100g)

3. 實驗方法：

控制變因	同溫度下，濃度 30%，pH=3.20 的紅葡萄汁，波長 550nm，磷酸/磷酸二氫鈉之緩衝溶液
操縱變因	濃度 30% 酸鹼值調整為 pH=3.20 之黑醋栗汁、藍莓汁、蔓越莓汁與蘋果汁 4 種不同莓果類食物 100mL
應變變因	觀察 4 種莓果類食物在波長 550nm 下之吸光度變化

(1) 將 pH=2.25 的黑醋栗汁以緩衝溶液調整成 pH=3.20、濃度 30% 之黑醋栗汁 100mL。

(2) 取 pH=3.20 黑醋栗汁於石英管中，測其吸光度。

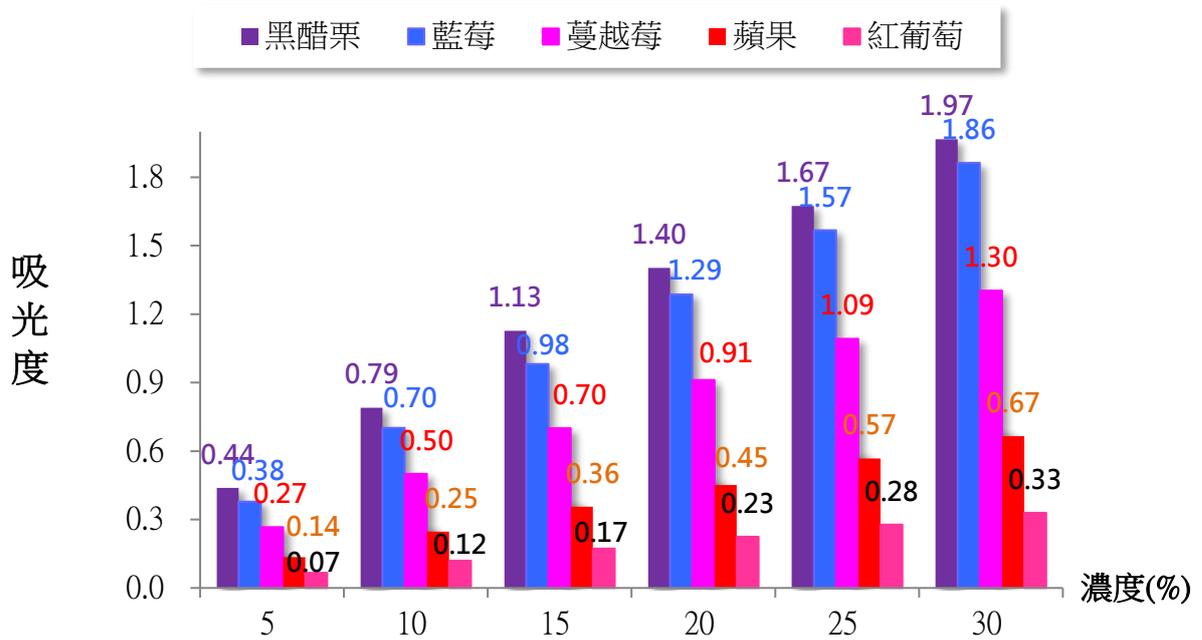
(3) 重複步驟 (1) ~ (2) 莓果類食物改為藍莓汁、蔓越莓汁與蘋果汁。

2. 實驗結果：

< 表 2-1：不同濃度 pH=3.20 之 5 種莓果類食物在波長 550nm 之吸光度 >

濃度 (%) 莓果種類	5	10	15	20	25	30
黑醋栗汁	0.439	0.790	1.127	1.403	1.675	1.966
藍莓汁	0.379	0.701	0.982	1.287	1.568	1.863
蔓越莓汁	0.266	0.500	0.701	0.912	1.092	1.303
蘋果汁	0.135	0.247	0.355	0.451	0.568	0.665
紅葡萄汁	0.066	0.120	0.173	0.225	0.278	0.330

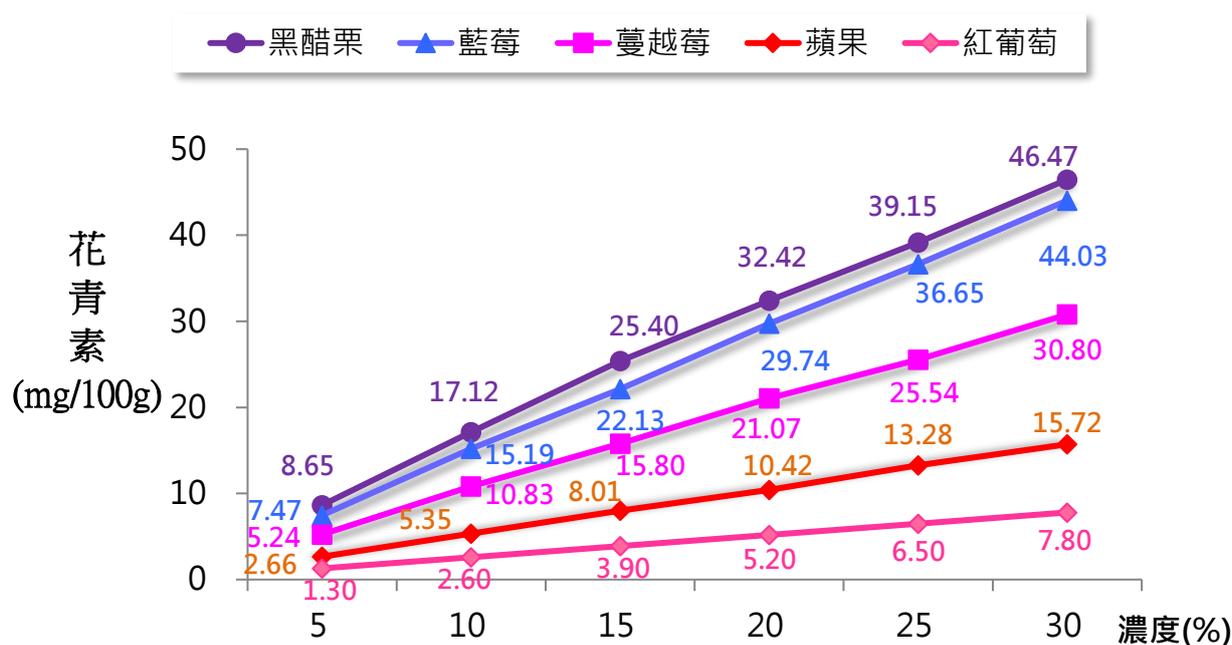
< 圖2-1：不同濃度pH=3.20之5種莓果類食物在波長550nm之吸光度 >



< 表 2-2：不同濃度 pH=3.20 之 5 種莓果類食物在波長 550nm 之花青素含量 >

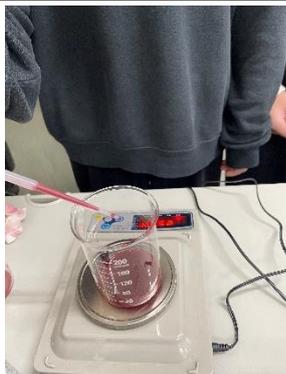
各莓果類食物花青素含量 (mg/100g)						
濃度 (%)	5	10	15	20	25	30
莓果種類						
黑醋栗汁	8.64	17.12	25.41	32.42	39.16	46.47
藍莓汁	7.47	15.19	22.14	29.74	36.67	44.03
蔓越莓汁	5.24	10.83	15.80	21.08	25.53	30.80
蘋果汁	2.66	5.35	8.00	10.42	13.28	15.72
紅葡萄汁	1.3	2.6	3.9	5.2	6.5	7.8

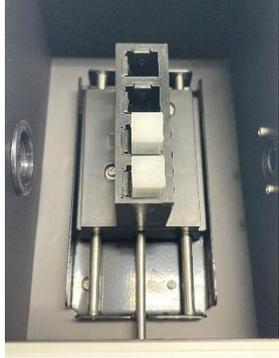
< 圖2-2：不同濃度pH=3.20之5種莓果類食物在波長550nm之花青素含量 >



3. 實驗發現：

- (1) 各莓果類食物濃度越高，吸光度越高；各莓果類食物濃度越低，吸光度越低。
- (2) 5種莓果花青素含量排名：  
黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蔓越莓汁 > 蘋果汁 > 紅葡萄汁。
- (3) 5種莓果類食物之不同濃度與其對應的吸光度呈線性關係。
- (4) 5種莓果類食物與紅葡萄汁檢量線呈線性關係。

			
調配不同濃度 莓果類食物	測量莓果類食物 之 pH 值	配置緩衝溶液	調整莓果類食物 之 pH 值

			
莓果類食物之 pH 值 與紅葡萄汁一致	置於恆溫槽中 5 分鐘後測其吸光度	5 分鐘後取出若干莓 果類食物於石英管	分光光度計測量 莓果類食物吸光度

＜ 實驗過程圖 ＞

(二) 同溫下，探討不同浸泡時間與溫度紅葡萄汁之吸光度

1. 實驗方法：

控制變因	5 個燒杯分別裝入濃度 30%，pH=3.20 紅葡萄汁，波長 550nm，
操縱變因	測量水溫 50℃、60℃、70℃、80℃、90℃，測量時間由 5 分鐘至 60 分鐘，每間隔 5 分鐘測量其吸光度
應變變因	觀察每隔 5 分鐘，pH=3.20 之紅葡萄汁 100mL 其吸光度變化

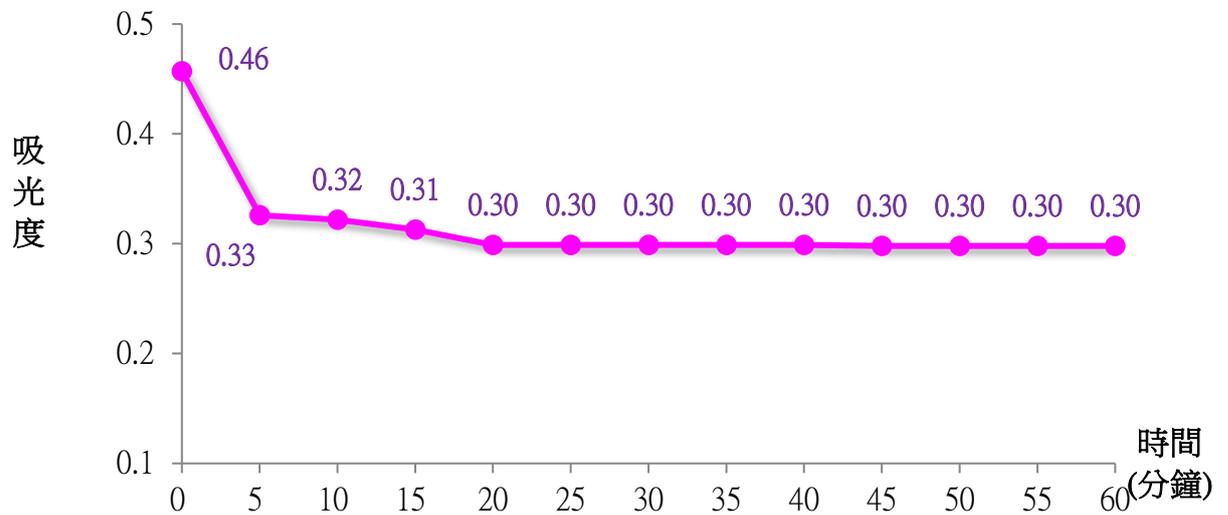
- (1) 取 5 個燒杯分別裝入濃度 30%，pH=3.20 紅葡萄汁，並浸泡於水溫為 50℃ 之恆溫槽中。
- (2) 浸泡時間每隔 5 分鐘，將紅葡萄汁裝入石英管中，測量其吸光度。
- (3) 重複步驟 (1) (2)，水溫改為 60℃、70℃、80℃ 與 90℃。

2. 實驗結果：

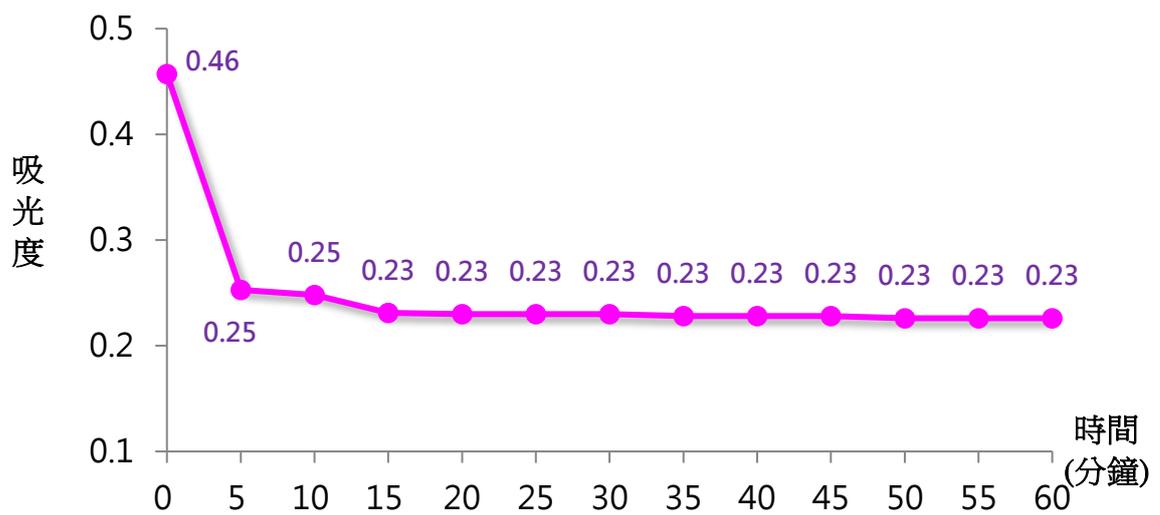
＜ 表 2-3：每隔 5 分鐘測量濃度 30%紅葡萄汁於不同浸泡溫度之吸光度 ＞

水溫 (°C) 浸泡時間 (分)	50	60	70	80	90
5	0.326	0.253	0.240	0.227	0.193
10	0.322	0.248	0.235	0.214	0.176
15	0.313	0.231	0.228	0.210	0.155
20	0.299	0.230	0.226	0.208	0.147
25	0.299	0.230	0.226	0.208	0.147
30	0.299	0.230	0.226	0.208	0.147
35	0.299	0.230	0.226	0.207	0.147
40	0.299	0.229	0.226	0.207	0.146
45	0.298	0.229	0.225	0.207	0.146
50	0.298	0.229	0.225	0.207	0.146
55	0.298	0.229	0.225	0.206	0.146
60	0.298	0.229	0.225	0.206	0.146

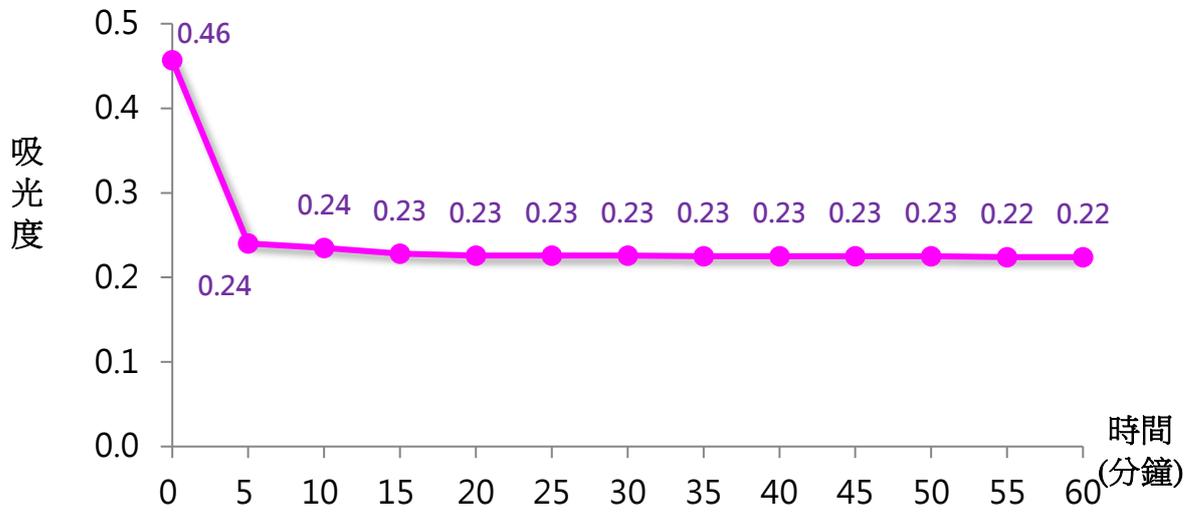
< 圖2-3：每間隔5分鐘測量濃度30%紅葡萄溶液在水溫50°C之吸光度 >



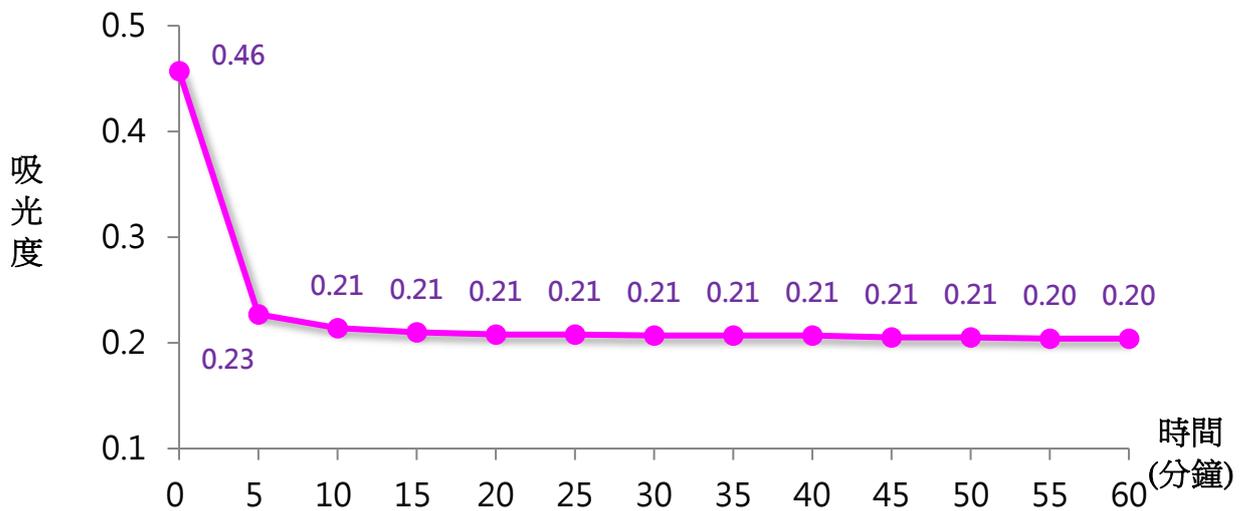
< 圖2-4：每隔5分鐘測量濃度30%紅葡萄汁於水溫60°C之吸光度 >



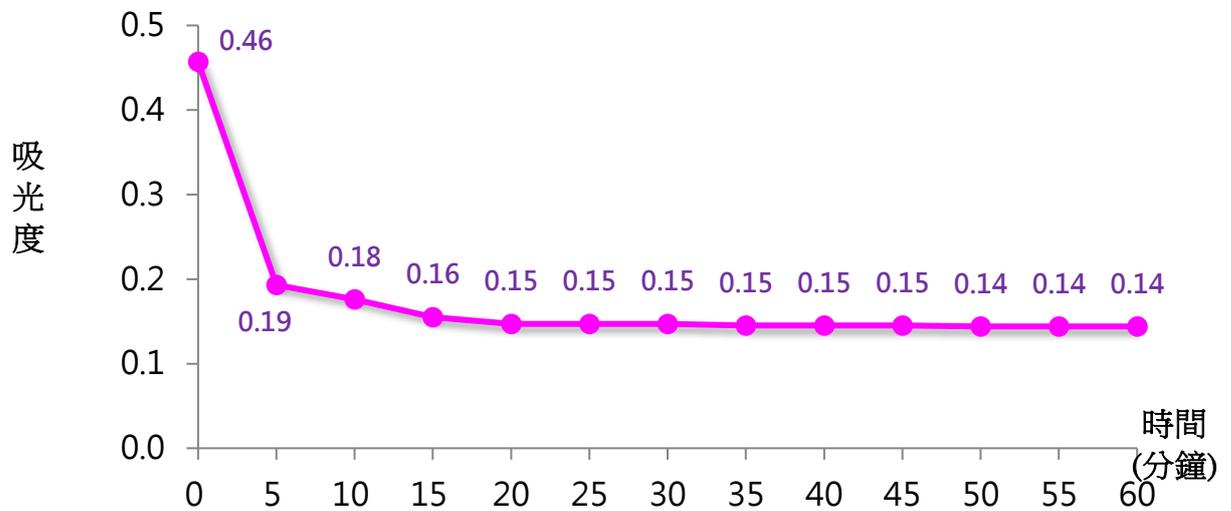
< 圖2-5：每隔5分鐘測量濃度30%紅葡萄汁於水溫70°C之吸光度 >



< 圖2-6：每隔5分鐘測量濃度30%紅葡萄汁於水溫80°C之吸光度 >



<圖2-7：每隔5分鐘測量濃度30%紅葡萄汁於水溫90°C之吸光度>



3. 實驗發現：

- (1) 5 分鐘後，濃度 30%紅葡萄汁於水溫 50°C 吸光度最高；於水溫 90°C 吸光度最低。
- (2) 浸泡時間 20 分鐘後，濃度 30%之紅葡萄汁其吸光度趨於一致，表示花青素釋放趨於平衡。
- (3) 故以下實驗浸泡溫度取 90°C，浸泡時間由 5 分鐘至 20 分鐘，每間隔 5 分鐘為測量各莓果吸光度。

(三) 同溫下，探討不同浸泡時間莓果類食物之吸光度，並推算其花青素含量

1. 實驗方法：

控制變因	水溫 90°C，波長 550nm，測量以緩衝溶液調整 pH=3.20 之各莓果類食物之吸光度
操縱變因	濃度 30%，酸鹼值調整為 pH=3.20 之黑醋栗汁、藍莓汁、蔓越莓汁與蘋果汁 4 種不同莓果類食物 100mL 每間隔 5 分鐘測量一次
應變變因	測量各莓果類食物其吸光度變化

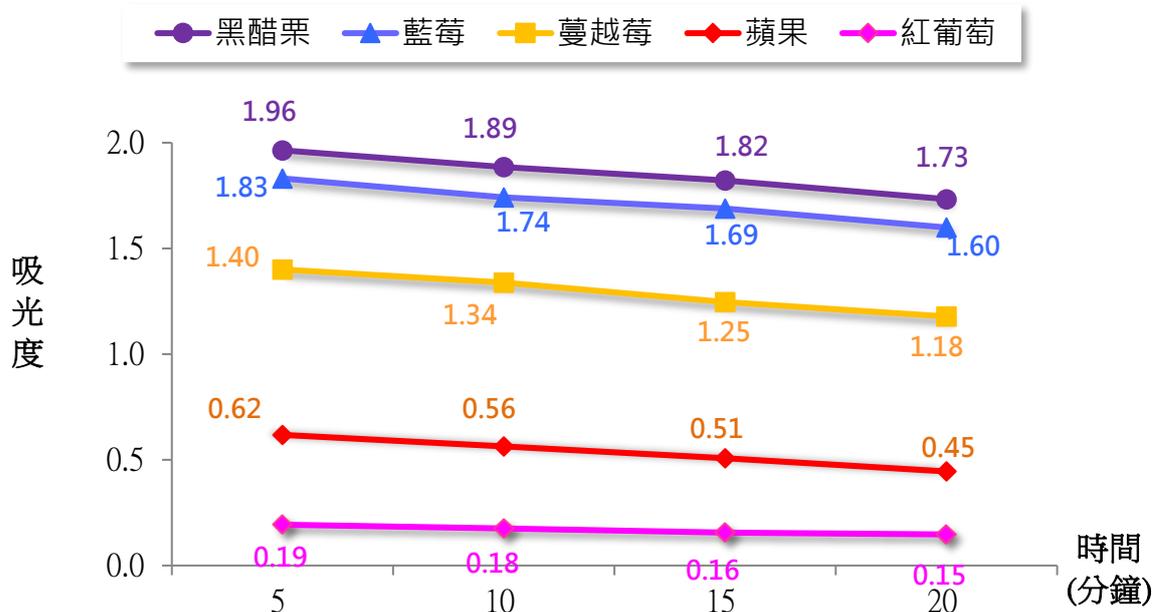
- (1) 將 pH=2.25 的黑醋栗汁以緩衝溶液調整成 pH=3.20、濃度 30%之黑醋栗汁 100mL。
- (2) 將 pH=3.20 之黑醋栗汁 100mL 燒杯放入水溫 90°C 之恆溫槽。
- (3) 每隔 5 分鐘，取出 pH=3.20 黑醋栗汁於石英管中，測量其吸光度。
- (4) 重複步驟 (1) ~ (3)，莓果類食物改為藍莓汁、蔓越莓汁與蘋果汁。

2. 實驗結果：

< 表 2-4：濃度 30% pH=3.20 之各莓果類食物於水溫 90°C，每間隔 5 分鐘測其吸光度 >

莓果種類 浸泡時間(分)	黑醋栗汁	藍莓汁	蔓越莓汁	蘋果汁	紅葡萄汁
5	1.964	1.831	1.400	0.618	0.193
10	1.885	1.742	1.338	0.563	0.176
15	1.821	1.688	1.246	0.507	0.155
20	1.733	1.599	1.178	0.445	0.147

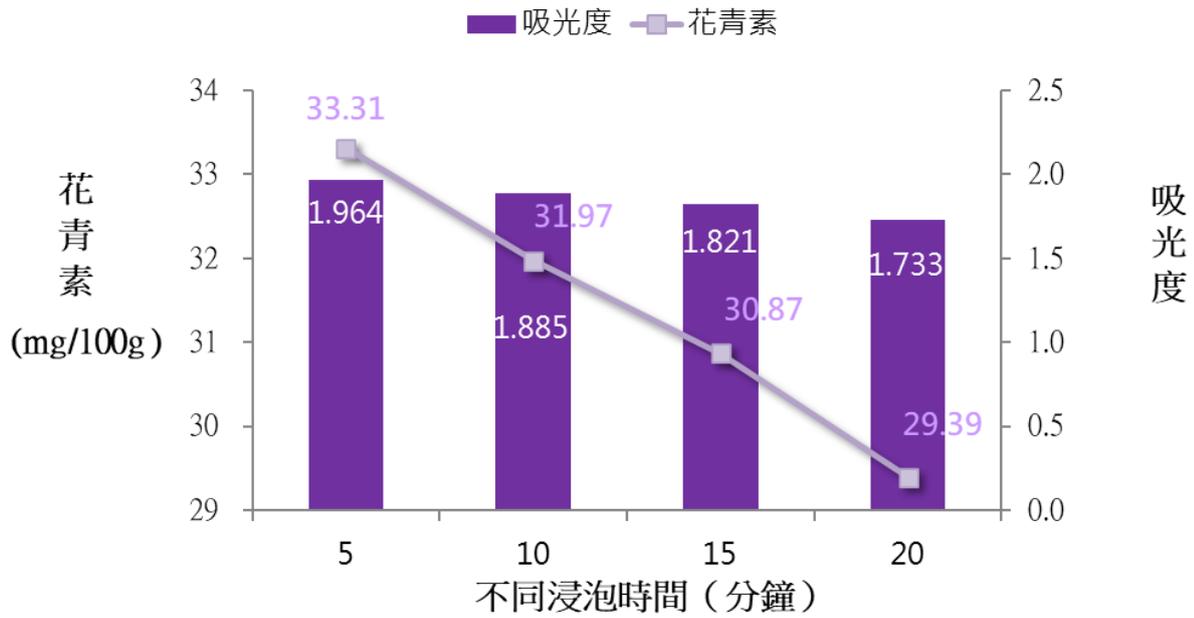
< 濃度30%pH=3.20之各莓果類食物浸泡於水溫90°C於不同浸泡時間下之吸光度 >



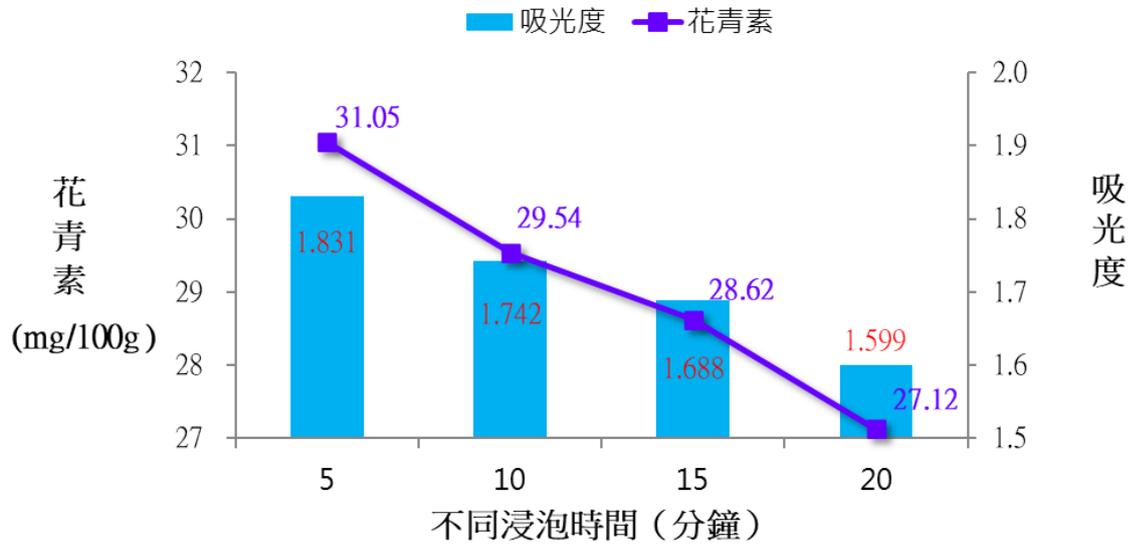
< 表 2-5：濃度 30%pH=3.20 之各莓果類食物於水溫 90°C，每間隔 5 分鐘測其花青素含量 >

濃度 30%pH=3.20 各莓果類食物花青素含量 (mg/100g)					
莓果種類 浸泡時間(分)	黑醋栗汁	藍莓汁	蔓越莓汁	蘋果汁	紅葡萄汁
5	33.31	31.05	23.74	10.48	3.27
10	31.97	29.54	22.69	9.55	2.98
15	30.87	28.62	21.13	8.60	2.63
20	29.39	27.12	19.98	7.55	2.49
花青素含量 平均值 (mg/100g)	31.39	29.08	21.89	9.04	2.84

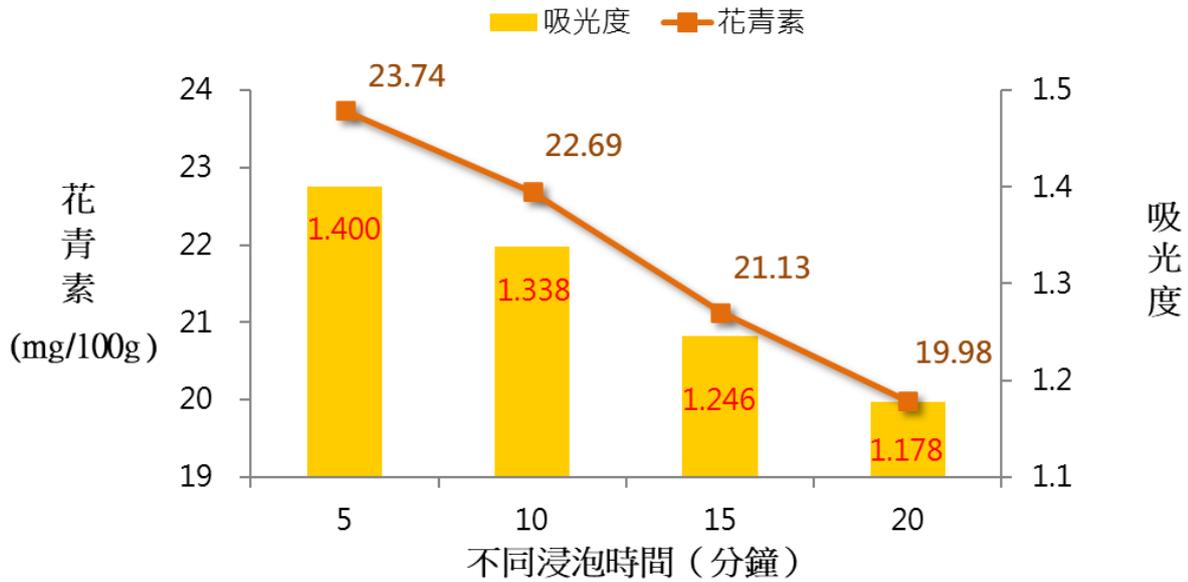
< 濃度30%pH=3.20黑醋栗汁於水溫90度，不同浸泡時間花青素含量對吸光度之影響 >



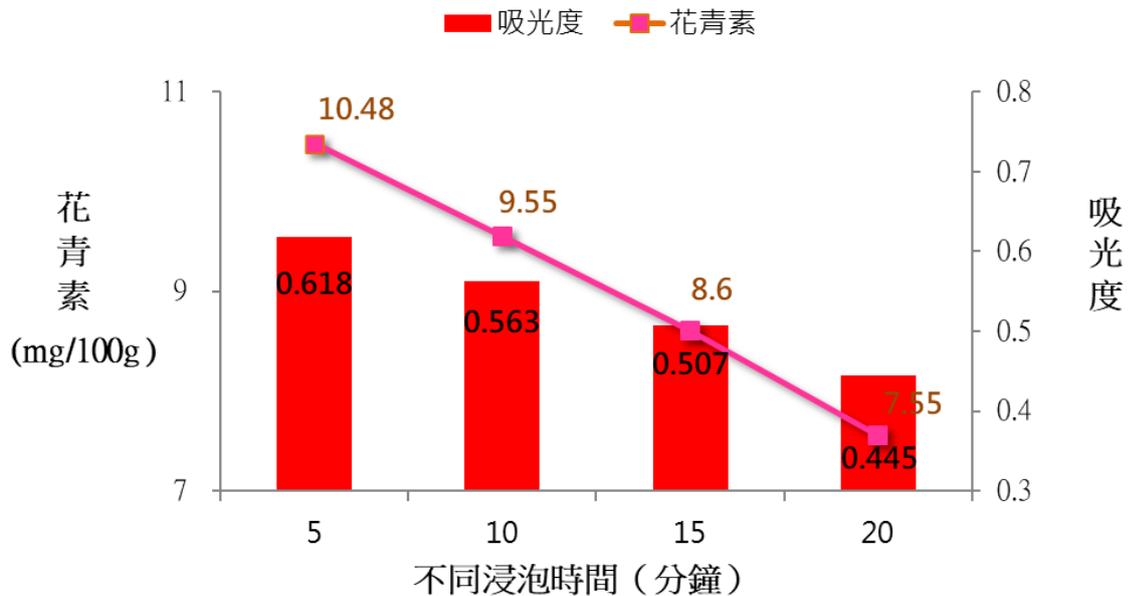
< 濃度30%pH=3.20藍莓汁於水溫90度，不同浸泡時間花青素含量對吸光度之影響 >



< 濃度30%pH=3.20蔓越莓汁於水溫90度，不同浸泡時間花青素含量對吸光度之影響 >



< 濃度30%pH=3.20蘋果汁於水溫90度，不同浸泡時間花青素含量對吸光度之影響 >



### 3. 實驗發現：

- (1) 4種莓果類食物浸泡時間5分鐘，吸光度最高；浸泡時間20分鐘，吸光度最低。
- (2) 4種莓果類食物浸泡時間5分鐘，花青素含量最高；  
浸泡時間20分鐘，花青素含量最低。
- (3) 不同浸泡時間，莓果類食物其吸光度排名：  
黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蔓越莓汁 > 蘋果汁
- (4) 不同浸泡時間，莓果類食物其花青素含量排名：  
黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蔓越莓汁 > 蘋果汁

#### (四) 同溫下，探討不同浸泡溫度莓果類食物之吸光度，並推算其花青素含量

##### 1. 實驗方法：

控制變因	波長 550nm，20 分鐘後測量 pH=3.20 之各莓果類食物 100mL 之吸光度，緩衝溶液調配酸鹼值
操縱變因	濃度 30%，酸鹼值調整為 pH=3.20 之黑醋栗汁、藍莓汁、蔓越莓汁與蘋果汁 4 種不同莓果類食物 100mL，水溫由 50°C、60°C、70°C、80°C、90°C
應變變因	觀察 20 分鐘後，調整為 pH=3.20 之各莓果類食物其吸光度變化

- (1) 將 pH=2.25 的黑醋栗汁以緩衝溶液調整成 pH=3.20、濃度 30% 之黑醋栗汁 100mL。
- (2) 將 pH=3.20 之黑醋栗汁 100mL 燒杯放入水溫 50°C 之恆溫槽。
- (3) 20 分鐘後，取出黑醋栗汁於石英管中，測量其吸光度。
- (4) 重複步驟 (1) ~ (3)，浸泡溫度改為 60°C、70°C、80°C 和 90°C。

##### 2. 實驗結果：

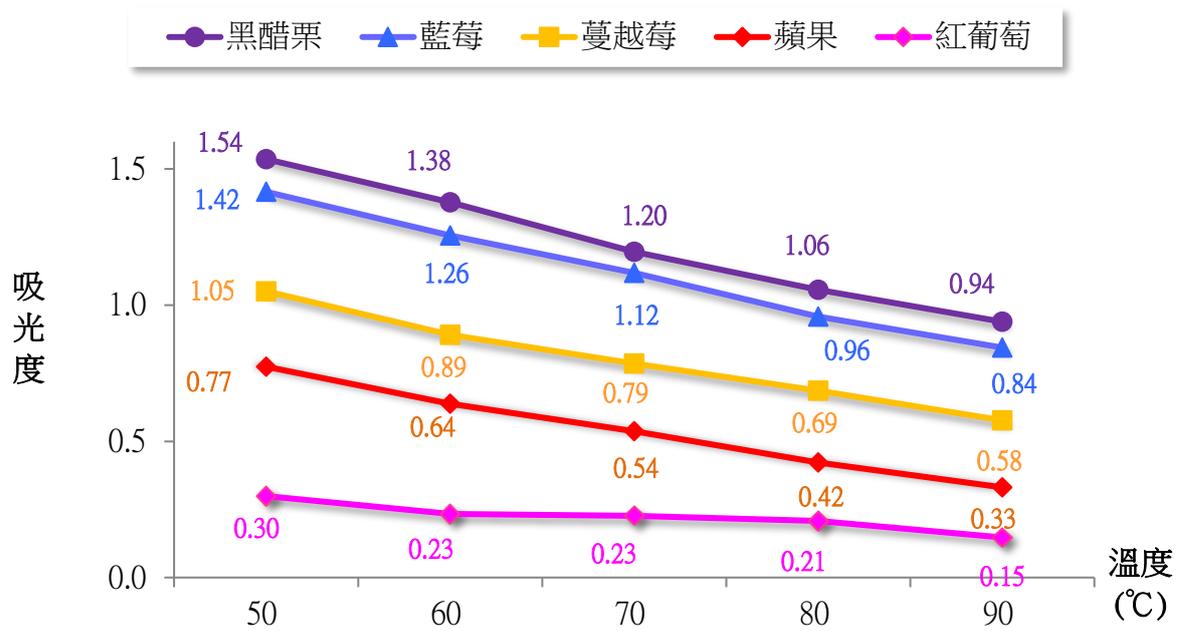
< 表 2-6：濃度 30% pH=3.20 之各莓果類食物浸泡於不同溫度，20 分鐘後其吸光度 >

莓果種類 浸泡溫度 (°C)	黑醋栗汁	藍莓汁	蔓越莓汁	蘋果汁	紅葡萄汁
50	1.536	1.416	1.051	0.774	0.299
60	1.378	1.256	0.891	0.638	0.230
70	1.198	1.118	0.786	0.537	0.226
80	1.056	0.958	0.686	0.422	0.208
90	0.979	0.844	0.577	0.331	0.147

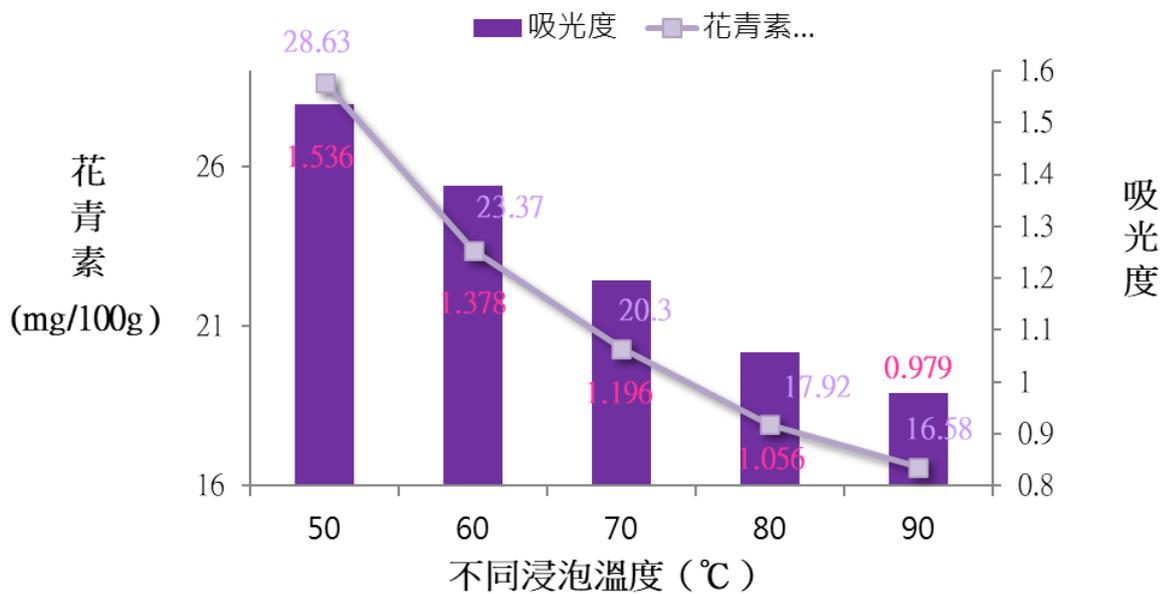
< 表 2-7：濃度 30% pH=3.20 之各莓果類食物浸泡於不同溫度，20 分鐘後其花青素含量 >

濃度 30% pH=3.20 各莓果花青素含量 (mg/100g)					
莓果種類 浸泡溫度 (°C)	黑醋栗汁	藍莓汁	蔓越莓汁	蘋果汁	紅葡萄汁
50	28.63	24.01	17.82	13.12	5.07
60	23.37	21.30	15.11	10.65	3.90
70	20.30	18.95	13.32	9.10	3.83
80	17.92	16.26	11.64	7.16	3.53
90	16.58	14.30	9.77	5.61	2.49
花青素含量 平均值 (mg/100g)	22.16	18.96	13.53	9.13	3.764

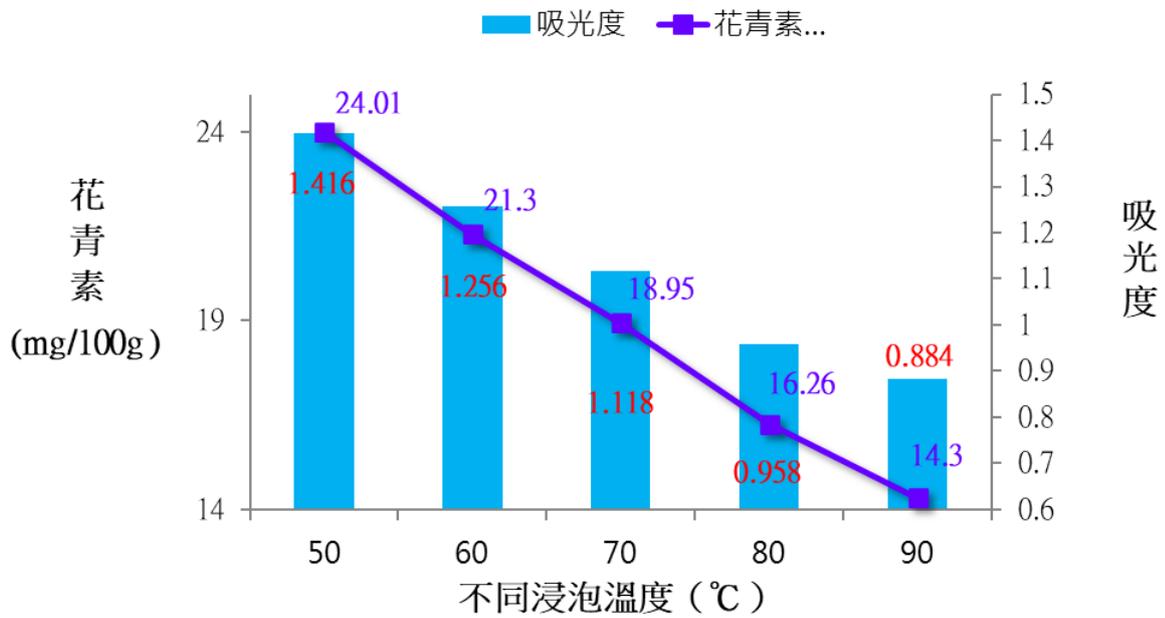
< 濃度30%pH=3.20之各莓果類食物浸泡於不同水溫，20分鐘後之吸光度 >



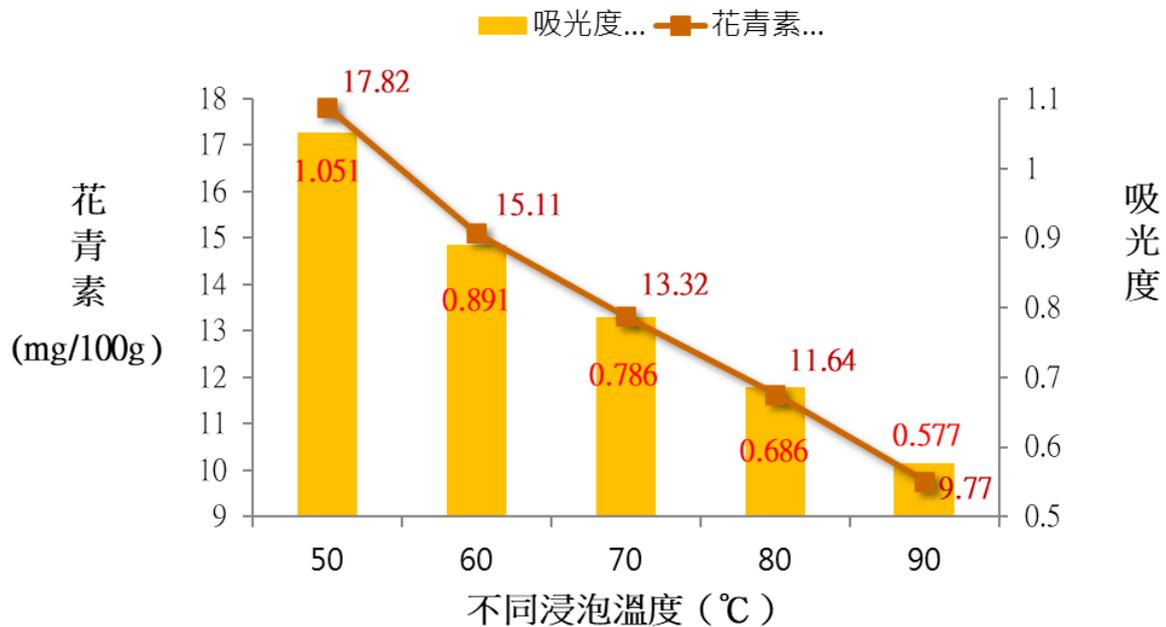
< 濃度30%pH=3.20黑醋栗汁於不同浸泡溫度，20分鐘後花青素含量對吸光度之影響 >



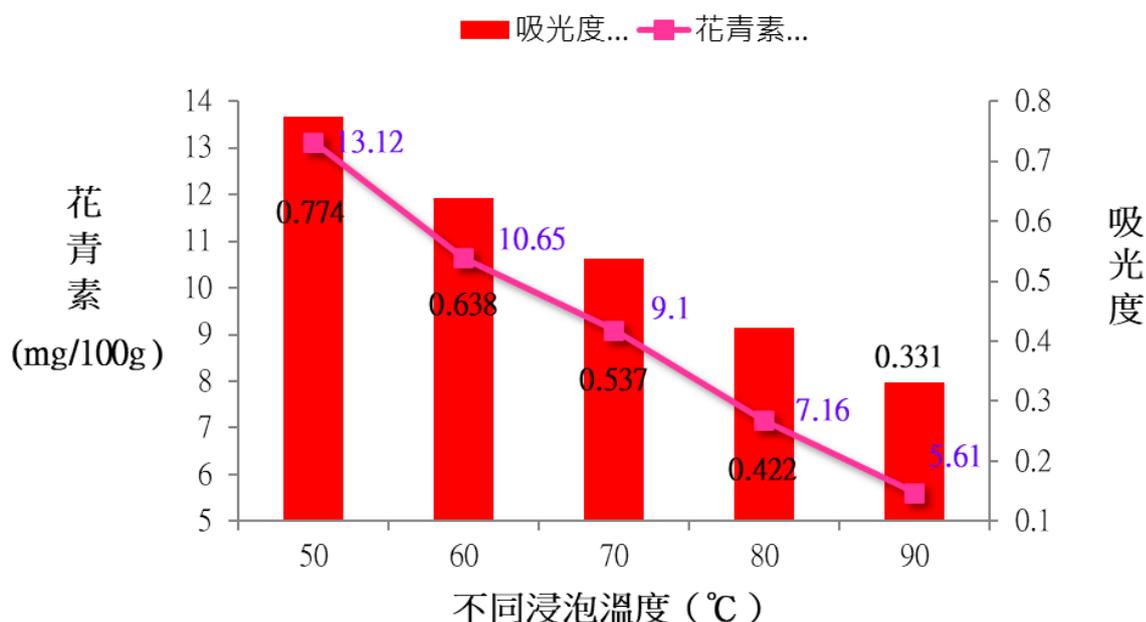
< 濃度30%pH=3.20藍莓汁於不同浸泡溫度，20分鐘後花青素含量對吸光度之影響 >



< 濃度30%pH=3.20蔓越莓汁於不同浸泡溫度，20分鐘後花青素含量對吸光度之影響 >



< 濃度30%pH=3.20蘋果汁於不同浸泡溫度，20分鐘後花青素含量對吸光度之影響 >



### 3. 實驗發現：

- (1) 4種莓果類食物浸泡溫度越低，20分鐘後之吸光度越高；  
浸泡溫度越高，20分鐘後之吸光度越低。
- (2) 4種莓果類食物浸泡溫度越低，20分鐘後之花青素含量越高；  
浸泡溫度越高，20分鐘後之花青素含量越高。
- (3) 不同浸泡溫度，4種莓果類食物其吸光度排名：  
黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蔓越莓汁 > 蘋果汁
- (4) 不同浸泡溫度，4種莓果類食物其花青素排名：  
黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蔓越莓汁 > 蘋果汁

## 三、探討莓果類食物花青素含量多寡與價錢關係，選出最佳 CP 值產品實驗

### (一) 探討莓果類食物花青素含量多寡與價錢關係，選出最佳 CP 值的產品

1. 濃度 30% 之各莓果類食物其花青素含量與價錢關係：

計算項目 莓果種類	花青素含量 (mg/100g)	CP 值 (花青素含量 ÷ 價錢)
黑醋栗汁	44.47	$44.47 \div 360 \cong 0.124$
藍莓汁	44.03	$44.03 \div 360 \cong 0.122$
蔓越莓汁	30.80	$30.80 \div 360 \cong 0.085$
蘋果汁	13.28	$13.28 \div 95 \cong 0.139$

(1) 實驗結果：

CP 值排名：黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁；

最佳 CP 值產品為：黑醋栗汁

2. 濃度 30% 之各莓果類食物於不同浸泡時間：

計算項目 莓果種類	花青素含量 (mg/100g)	CP 值 (花青素含量÷價錢)
黑醋栗汁	31.39	$31.39 \div 360 \cong 0.087$
藍莓汁	29.08	$29.08 \div 360 \cong 0.081$
蔓越莓汁	21.89	$21.89 \div 360 \cong 0.061$
蘋果汁	9.04	$9.04 \div 95 \cong 0.095$

(1) 實驗結果：

CP 值排名：黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁

最佳 CP 值產品為：黑醋栗汁

3. 濃度 30% 之各莓果類食物於不同浸泡溫度：

計算項目 莓果種類	花青素含量 (mg/100g)	CP 值 (花青素含量÷價錢)
黑醋栗汁	22.16	$22.16 \div 360 \cong 0.062$
藍莓汁	18.96	$18.96 \div 360 \cong 0.053$
蔓越莓汁	13.53	$13.53 \div 360 \cong 0.038$
蘋果汁	9.13	$9.13 \div 95 \cong 0.096$

(1) 實驗結果：

CP 值排名：黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁

最佳 CP 值產品為：黑醋栗汁

## 伍、討論

### 一、探討紅葡萄汁標準品不同濃度之花青素含量檢測實驗

1. 在選購葡萄原汁標準品時，一開始欲購買紫葡萄原汁，但發現賣場、有機食品專賣店與線上購物平台等各大通路，目前只賣紅葡萄原汁。從相關文獻及健康網站的討論，發現紅葡萄原汁亦富含花青素，雖然其花青素含量沒有紫葡萄原汁多，但仍可作為本實驗標準品，推算其他莓果類食物花青素含量。

我們調配紅葡萄汁 12 種不同濃度，在波長 420nm~610nm 範圍下，測量其吸光度，並以統計圖繪製出線性圖形。

2. 上述 12 種不同濃度紅葡萄汁，在 20 種波長範圍，測量出 240 個吸光度數據，統計圖繪製的線性圖形顯示，波長 550nm 下，12 種不同濃度的紅葡萄汁與其吸光度的判定係數  $R^2$  高達 0.9997，表示吸光度是濃度的函數，呈線性關係。
3. 本實驗繪製檢量線的目的主要是為了確認紅葡萄汁標準品吸光度和濃度函數關係為何，實驗發現檢量線為斜直線，即吸光度與濃度呈線性關係。
4. 實驗器材中，我們購買桌上型手臂式酸鹼計，依據環境溫度來設定，相較於舊有的手持式酸鹼計，在測量或調配溶液的酸鹼值時更方便、更精準！

**實驗結果發現**：同溫與同濃度下，波長越小，紅葡萄汁吸光度越高。

同溫與同波長下，紅葡萄汁濃度越高，其吸光度越高。

## 二、探討 5 種莓果類食物花青素含量檢測實驗

1. 實驗設備中，我們購置分光光度計，透過報讀不同濃度各莓果汁的吸光度，校正與創新目測比色法的與照度計比色法，讓實驗數據更精確！
2. 因在波長 420nm~550nm 濃度 40% 之黑醋栗汁與藍莓汁其吸光度超過 2，甚至高達 3，所以，我們取濃度 30% 之各莓果類食物，在波長 550nm 下實驗，並以濃度 30% 之紅葡萄汁為標準品。又濃度 30% 之各莓果其酸鹼值不同，且 pH 值會影響花青素的顏色，調整 pH 值顯得格外重要！於是我們利用緩衝溶液調整各莓果類食物之酸鹼值與濃度 30% pH=3.20 紅葡萄汁一致。
3. 有別於之前實驗所使用無煙鹽酸與氫氧化鈉來調整溶液 pH 值，我們發現緩衝溶液能減緩溶液 pH 值隨環境的變化，穩定性高，過程中仍可加入極少量磷酸或白色片狀之氫氧化鈉作微調，亦無太大的影響。

**實驗結果發現**：4 種莓果類食物之不同濃度與其對應的吸光度呈線性關係。

4 種莓果類食物與紅葡萄汁檢量線呈線性關係。

4 種莓果花青素含量排名：

**黑醋栗汁** > **藍莓汁** > **蔓越莓汁** > **蘋果汁**

4. 因實驗需要固定時間或溫度，我們先以濃度 30% 之紅葡萄汁標準品作檢測。取浸泡溫度 50°C 至 90°C，浸泡時間由 5 分鐘至 60 分鐘，每間隔 5 分鐘測量一次吸光度。

5. 實驗設備中，我們購買恆溫槽，對於浸泡溫度的設定與恆溫，讓數據更為精確！

**實驗結果發現**：5 分鐘後，浸泡於 50°C 吸光度最高；浸泡於 90°C 吸光度最低。

浸泡時間 20 分鐘後，吸光度幾乎一致，表示花青素釋放趨於平衡。

6. 因上述實驗得知，浸泡於 90°C 花青素釋放明顯，於是將固定浸泡溫度 90°C，進行不同浸泡時間下，測量各莓果食物吸光度之實驗。

**實驗結果發現**：浸泡 5 分鐘，吸光度最高；浸泡 20 分鐘，吸光度最低。

浸泡 5 分鐘，花青素含量最高；浸泡 20 分鐘，花青素含量最低。

7. 由實驗得知，浸泡時間 20 分鐘後，莓果類食物花青素釋放趨於平衡，因此將固定時間 20 分鐘，進行不同浸泡溫度下，測量各莓果食物吸光度之實驗。

**實驗結果發現**：浸泡溫度越低，20 分後吸光度越高；反之，吸光度越低。

浸泡溫度越低，20 分後花青素含量越高；反之，花青素含量越低。

建議飲用莓果類食物時間為 20~30 分鐘，水溫 50°C 為宜。

### 三、探討莓果類食物花青素含量多寡與價錢關係，選出最佳 CP 值實驗

1. 由實驗數據分別計算出 4 種莓果類食物於不同濃度、不同浸泡時間與不同浸泡溫度之花青素含量與價錢之性價比。

**實驗結果發現**：濃度 30% 之各莓果類食物花青素 CP 值排序：

黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁

濃度 30% 之各莓果類食物於不同浸泡時間花青素 CP 值排序：

黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁

濃度 30% 之各莓果類食物於不同浸泡溫度花青素 CP 值排序：

黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁

最佳花青素 CP 值產品：黑醋栗汁

## 陸、結論

### 一、探討紅葡萄汁標準品於不同濃度之花青素含量檢測實驗

1. 同溫度與同濃度下，波長越小，紅葡萄汁吸光度越高。
2. 同溫度與同波長下，紅葡萄汁濃度越高，吸光度越高。

### 二、探討 5 種莓果類食物花青素含量檢測實驗

1. 同溫下，5 種莓果類食物與其對應的吸光度呈線性關係。
2. 同溫下，4 種莓果類食物與紅葡萄汁檢量線呈線性關係。
3. 同溫下，5 種莓果花青素含量排名：  
黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蔓越莓汁 > 蘋果汁 > 紅葡萄汁
4. 濃度 30%紅葡萄汁浸泡 5 分鐘，吸光度：50°C > 90°C
5. 濃度 30%紅葡萄汁浸泡 20 分鐘後，吸光度幾乎一致，表示花青素釋放趨於平衡。
6. 同溫下，5 種莓果類食物吸光度（花青素含量）：5 分鐘 > 20 分鐘
7. 同溫下，5 種莓果類食物浸泡 20 分鐘，吸光度（花青素含量）：50°C > 90°C
8. 建議飲用莓果類食物時間為 20~30 分鐘，水溫 50°C 為宜。

### 三、探討莓果類食物花青素含量多寡與價錢關係，選出最佳 CP 值產品實驗

1. 濃度 30%之 4 種莓果類食物花青素 CP 值排序：  
黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁
2. 濃度 30%之各莓果類食物於不同浸泡時間花青素 CP 值排序：  
黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁
3. 濃度 30%之各莓果類食物於不同浸泡溫度花青素 CP 值排序：  
黑醋栗汁 > 藍莓汁 > 蘋果汁 > 蔓越莓汁
4. 最佳花青素 CP 值產品：黑醋栗汁

## 捌、未來展望

分光光度計之吸光度數值變化，讓我們了解待測物花青素釋放的現象，判讀實驗反應的趨勢，花青素的含量多寡與抗氧化力有著密不可分的關係，後續可再以分光光度計探討待

測物的氧化還原反應，推算待測物之抗氧化力，讓本研究發揮更大的效益！

## 玖、參考資料

1. 新竹市第 37 屆科學展覽會作品：蝶花彩影—蝶豆花變色抗氧化力與彩色晶球製作研究
2. 新竹市第 38 屆科學展覽會作品：水「晶」球—最佳抗氧化力「珍珠果茶」之研究
3. 新竹市第 38 屆科學展覽會作品：吃莓果可以抗氧化？莓果類食物抗氧化力研究
4. 新竹市第 39 屆科學展覽會作品：您喝對了嗎？—最佳抗氧化力「自製蔬果汁」之研究
5. 新竹市第 40 屆科學展覽會作品：「花」現「青」春—花草茶中花青素含量之研究
6. 新竹市第 41 屆科學展覽會作品：拈「花」惹「草」—花草茶中抗氧化力之研究
7. 中華民國第 47 屆中小學科學展覽會作品：食品中所含抗氧化劑的檢測
8. 中華民國第 47 屆中小學科學展覽會作品：食品中所含抗氧化劑的檢測
9. 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品：大家來找「茶」—茶抗氧化力之探討
10. 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會作品：「光」見果汁，真假立見—果汁吸光度與化學成分關係之探討
11. 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會作品：紫蝶飛舞—抗氧新花現—蝶豆花抗氧化研究
12. 自然與生活科技第 6 冊，第四單元「防鏽與食品保存」，台北：翰林書局，2023。
13. 何謂花青素：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1105061609964>
14. 吃葡萄竟有這 10 大功效！<https://read01.com/zh-tw/QoGnA2.html#.XpFpYsgzbIU>
15. 王伶綺。花青素對人體的影響探討。
16. 吸光度—維基百科：[吸光度 - 維基百科，自由的百科全書 \(wikipedia.org\)](https://zh.wikipedia.org/wiki/吸光度)
17. 分光光度法—維基百科：[分光光度法 - 維基百科，自由的百科全書 \(wikipedia.org\)](https://zh.wikipedia.org/wiki/分光光度法)
18. 花青素—維基百科：[花青素 - 維基百科，自由的百科全書 \(wikipedia.org\)](https://zh.wikipedia.org/wiki/花青素)
19. 花青素含量(mg/100g)：參考范和邱 1998 年花青素對人體的影響
20. 酸鹼指示劑—維基百科：[酸鹼指示劑 - 維基百科，自由的百科全書 \(wikipedia.org\)](https://zh.wikipedia.org/wiki/酸鹼指示劑)