

# 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 化學科

080207

酸鹼「照」的著

一天然酸鹼試劑反應顏色數位光學分析法之研究

學校名稱：新北市淡水區竹圍國民小學

作者：  小五 鄭 翰 小五 黃思詠 小五 郭承秀 小五 張智孝 小五 沈奕辰	指導老師：  陳建興 陳君虹
---	-------------------------

關鍵詞：天然酸鹼試劑、酸鹼檢驗

# 酸鹼「照」的著—天然酸鹼試劑反應顏色數位光學分析法之研究

## 摘要

本研究在探討天然酸鹼指示劑的顏色變化，一般在教學上使用目視的顏色變化，但由於目視顏色變化顏色說明非常的困難，本研究改以數位化編碼 RGB（紅綠藍）描述顏色簡單且實用。利用數位相機拍照實驗樣本，利用影像處理取得數位化編碼 RGB 變化值，再對於數位化編碼 RGB 變化值轉化為圖表，並建立標準酸鹼水溶液的 RGB 值，做成酸鹼水溶液 RGB 值試算表，再利用我們建立的標準試算表，算出未知水溶液酸鹼度，研究結果發現使用照相數位光學分析法計算酸鹼溶液的 PH 值結果，比 BTB 指示劑效果佳，另使用照相數位光學分析法，利用切割色塊、RGB 數位碼、圖表、試算表說明酸鹼水溶液的變化，使水溶液酸鹼檢驗更有趣及具體化，操作也簡便，可做為酸鹼檢驗的方法。

## 一、研究動機

我們使用紅色與藍色石蕊試紙、廣用試紙、BTB 指示劑及天然試劑的紫色高麗菜汁等，但是對於顏色的敘述在記錄上有些困難，尤其在同一色系下的顏色變化，更是難以辨識，我們參考相關的研究中發現有利用照明測量電流的方式說明顏色的變化，有利用數位碼的說明顏色的變化，我們想研究是否有其他方式的說明顏色，顏色的變化數值，引起我們研究的動機。

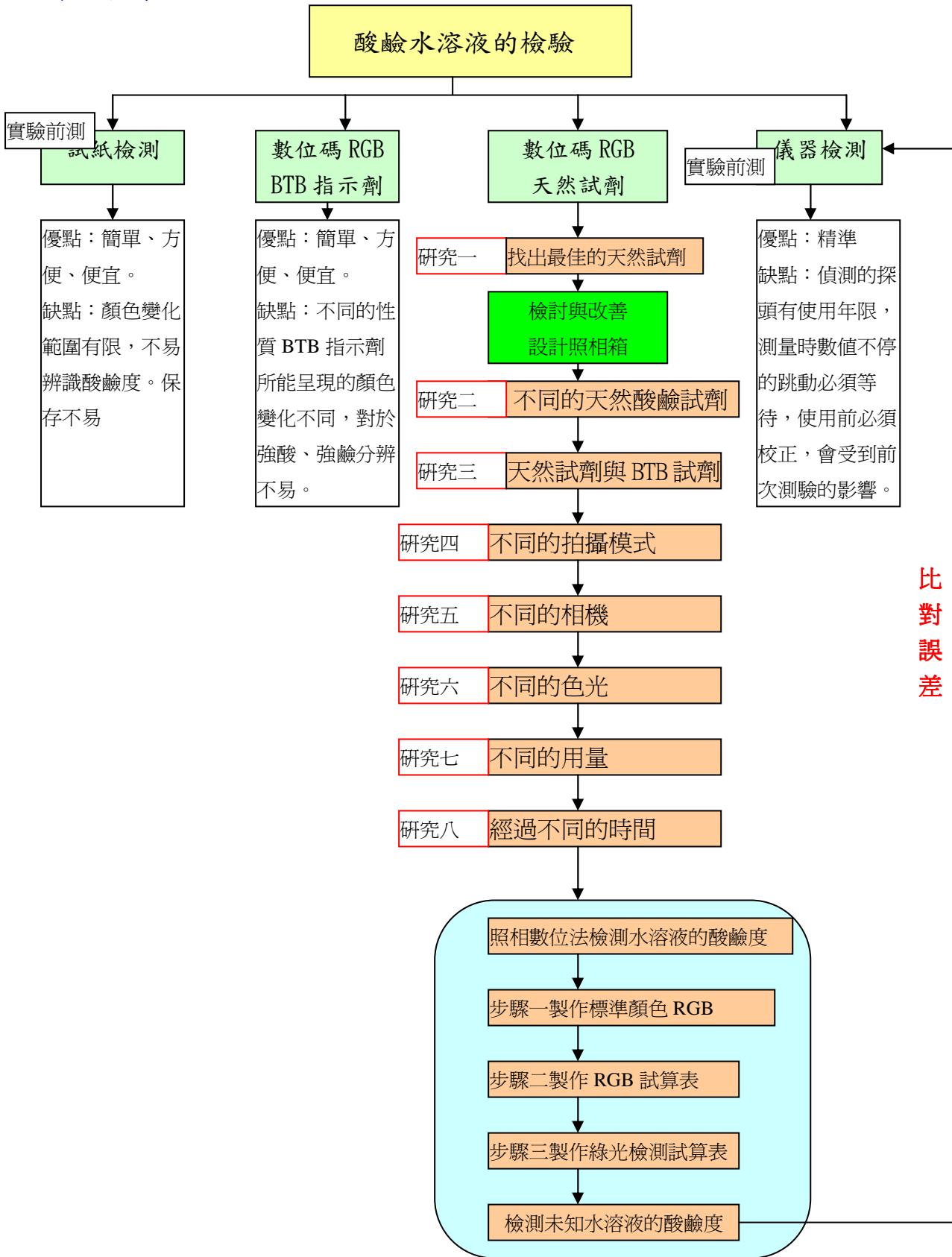
## 二、研究目的

- (一) 研究哪一種是最佳的天然指示劑。
- (二) 研究不同的天然酸鹼試劑對於酸鹼溶液 PH1~PH14，RGB 顏色變化的影響。
- (三) 研究天然試劑與 BTB 試劑的酸鹼 RGB 顏色變化比較。
- (四) 研究不同的拍攝模式對於酸鹼反應的 RGB 顏色比較差異。
- (五) 研究不同的相機所拍出來的酸鹼 RGB 顏色的差異。
- (六) 研究不同的色光對於酸鹼水溶液的 RGB 顏色變化。
- (七) 研究不同的用量對於酸鹼水溶液的 RGB 顏色變化。
- (八) 研究加入天然酸鹼指示劑，經過不同的時間對於酸鹼水溶液的 RGB 顏色變化。
- (九) 研究利用照相數位法估算水溶液的酸鹼度。

## 三、研究器材與設備

紅色與藍色石蕊試紙、廣用試紙、BTB 指示劑、酸鹼檢驗計、鍋子、瓦斯爐、試管、燒杯、冰醋酸、硼酸、糖水、鹽水、小蘇打水、石灰水、鹽酸、氫氧化鈉，酸鹼水溶液 (PH1~PH14)，相機(panasonicLX3、canon s100、canon 40D)，紫色的蔬菜水果 40 多種。

# 研究架構



## 四、研究內容與結果

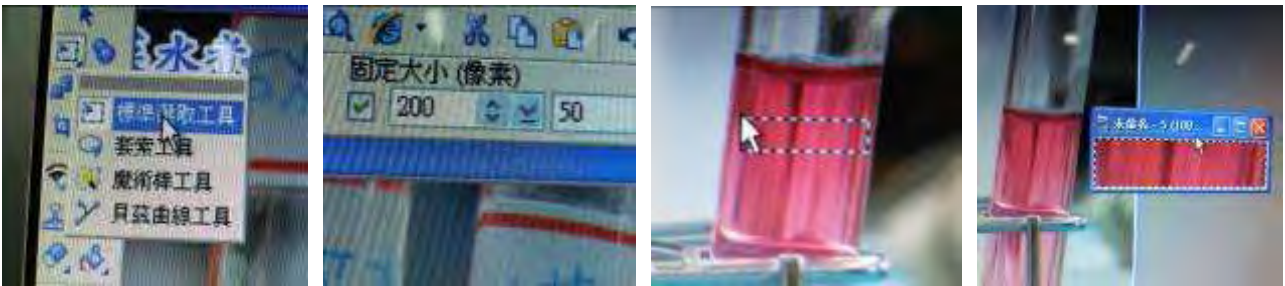
本研究的顏色表示法：

顏色數位碼 (RGB) 利用 Photoimpact 作顏色之 RGB 值分析，方法如下：

1. 設定魔術棒工具選取相似度為10。
2. 利用「Photoimpact」軟體，魔術棒工具點選試紙或試管中央顏色均勻部分，再利用「色彩選擇工具」功能，點選酸鹼反應的顏色數位碼 (RGB) 三顏色共計五次，再求 (RGB) 平均值，做為顏色的記錄值。



2. 酸鹼反應的顏色切割，切割大小維度 200\*50 的顏色區塊。





### (一)研究最佳的天然指示劑

研究步驟一：水煮與打汁的方式製作天然酸鹼試劑，

將紫色高麗菜、紅拱菜、落神花三種蔬果，用水煮與打汁的方式比較其對酸鹼溶液的反應顏色

表 1-1 天然試劑與水溶液的反應顏色變化紀錄表

植物	處理		冰醋酸 PH2.52	硼酸 PH5.04	糖水 PH 7.04	鹽水 PH 6.93	小蘇打水 PH 8.92	石灰水 PH 12.03
紫色高麗菜	水煮	色碼	244.77.170	181.11.181	120.7.143	77.23.174	29.87.122	218.237.139
		顏色						
	打汁	色碼	248.112.197	253.172.208	239.180.254	126.244.254	10.180.133	185.234.36
		顏色						
落神花	水煮	色碼	235.97.173	250.116.203	252.169.223	251.136.210	128.131.136	140.179.9
		顏色						
	打汁	色碼	254.173.240	250.190.232	253.219.242	254.239.250	157.180.152	159.180.97
		顏色						
紅拱菜	水煮	色碼	247.40.174	221.57.244	175.34.230	133.20.175	121.125.179	139.155.47
		顏色						

	打汁	色碼	241. 207. 135	244. 242. 174	242. 222. 140	249. 239. 50	225. 246. 102	225. 230. 145
		顏色						

結果分析：試驗分析表除紫色高麗菜外，水煮的天然酸鹼試劑效果，遠優於打汁的效果。

步驟二：哪些顏色的蔬果做成的天然試劑對酸鹼水溶液的反應最佳

表 1-2 不同顏色的蔬果天然酸鹼試劑的試驗效果分析表

顏色	植物種類	冰醋酸 PH2. 52	硼酸 PH5. 04	糖水 PH 7. 04	鹽水 PH 6. 93	小蘇打水 PH 8. 92	石灰水 PH 12. 03
紫色	紫背萬年青	佳	差	普通	普通	優	優
	紫高麗菜	優	普通	佳	佳	優	優
紅色	紅秋海棠	佳	普通	普通	普通	優	優
	紅拱菜	佳	普通	普通	普通	優	優

分析討論：由上試驗分析表紫色、紅色的植物水煮成天然酸鹼試劑，其對於水溶液的酸鹼檢驗有很好的效果，其他的顏色效果不良。

步驟三：研究紫、紅色植物的根、莖、葉、花、果實、種子共計四十三植物做為指示劑，結果如（附件一）。

**分析討論：**試驗分析表，植物的花、莖、葉只要是紅色或紫色都可以用來作為酸鹼試劑使用，但是根、果實、種子，效果不佳，有些雖有鮮紅的汁液但是作為酸鹼試劑不佳。在研究中發現以紫色高麗菜汁反應顏色最佳。

依據研究一我們發現紫色植物葉做出來的天然試劑最佳，紫色的天然試劑PH值約在 6.3 ~6.7 之間。我們所測量的酸鹼水溶液只有六種(PH2~PH12)，對於其他酸鹼度的水溶液顏色變化，PH1~PH14，是我們下一個階段要研究的問題。



**照相周圍環境會產生對於玻璃試管中的水溶液產生顏色的干擾**

研究中發現幾個問題需要解決：

1. 應用照相的方法，因為照相周圍環境會產生對於玻璃試管中的水溶液產生顏色的干擾。
2. 而且每次照相時，光線的明暗會影響照相品質與色彩的誤差。
3. 解決方法：進行研究把光線的干擾與照明的亮度做有效的控制，於是我們就發明試管照相箱，可以保持光線的亮度一致性，解決周圍環境對於試管的顏色干擾，經過多次的修改，完成試管照相箱。



試管照相箱



紅綠藍濾光片



照相相內部





試管照相機拍攝



拍攝試管



試管切割顏色均勻



試管切割顏色均勻

## (二) 研究不同的天然酸鹼試劑對於酸鹼溶液 PH1~PH14 RGB 顏色變化的影響

用不同酸鹼性天然試劑加入酸鹼水溶液，觀察酸鹼水溶液的顏色變化，不同酸鹼天然試劑顏色變化的不同。(研究照片如附件二)

實驗假設：不同的酸鹼天然試劑，會影響酸鹼水溶液的 RGB 顏色變化。

假設推論：因為天然試劑的性質，會改變原來酸鹼水溶液的 PH 值，而使水溶液顏色變化不同。

操作變因：用紫色高麗菜汁 PH6.8、紅拱菜 PH6.3、洛神花 PH3.1。

固定變因：紫色高麗菜汁，canon 40D 相機，鏡頭 sigma17~250(望遠端)，光圈 8 快門 125，  
拍攝情境標準模式，自動白平衡，酸鹼水溶液 10cc、天然試劑 2cc。

應變變因：顏色數位碼 (RGB)，顏色為數位相片切割試管顏色。

表 2-1 紫色高麗菜酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色















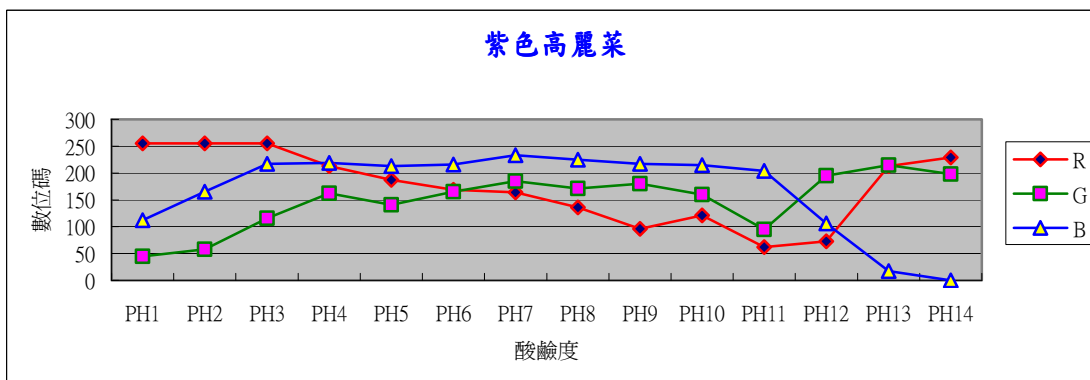
酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	255.45.112	255.58.168	255.116.217	213.162.219	187.141.213	169.165.216	164.185.233
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	136.171.225	96.180.217	121.160.215	62.95.204	73.195.204	213.215.17	229.198.0

表 2-2 紫色高麗菜汁酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表



結果分析：紫色高麗菜在 PH4、PH6、PH12、PH13、PH14，RGB 數位碼出現交叉，表示在這些酸鹼度時會有 RGB 顏色的變化。紫色高麗菜在 PH1~PH3 呈現紅色系。PH4~PH6 為紅紫色系。PH7~PH11 為藍色系，藍色與綠色數位碼隨著 PH 值增加而減少，PH12 為綠色，PH13 為黃綠色，PH14 為黃色。

表 2-3 紅拱菜酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色















酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	255.120.195	255.162.220	251.151.241	245.142.255	236.125.255	232.134.252	223.134.252
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	203.137.248	158.169.215	168.124.203	166.159.91	162.192.96	140.119.2	221.188.0

表 2-4 紅拱菜酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表

結果分析：紅拱菜在 PH3、PH9、PH10、PH11、PH12、PH13，RGB 數位碼出現交叉，表示在這些酸鹼度時會有顏色的變化。紅拱菜在 PH1~PH3 呈現紅色系，藍色碼隨著 PH 值增加而增加。PH4~PH8 為紫色系，紅色減少，綠色增加。PH9 為藍色，PH10 為藍紫色，PH11 為綠色，PH12 淺綠色，PH13 黃綠色，PH14 黃色。

表 2-5 洛神花酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色















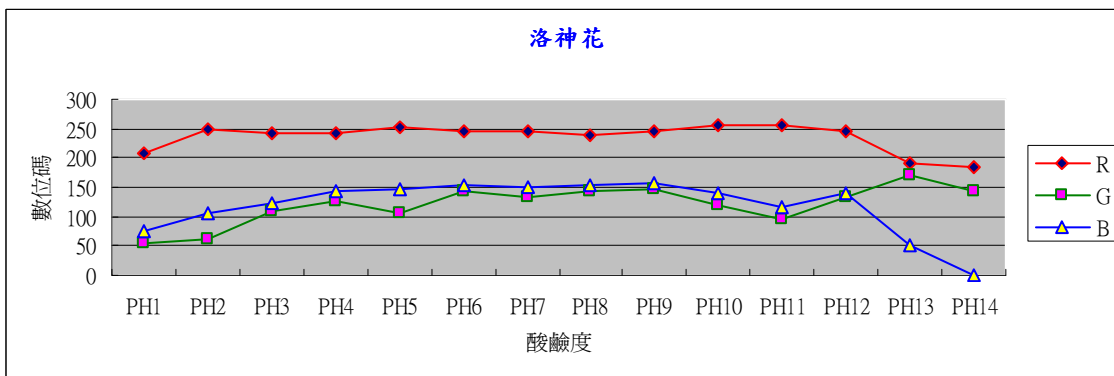
酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	207.56.75	249.61.106	241.108.124	242.125.143	251.104.147	247.143.154	245.132.150
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	238.142.153	245.147.157	255.119.140	255.96.117	247.132.139	190.171.51	185.142.0

表 2-6 洛神花酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表



結果分析：由整個顏色數位碼統計表，可以發現，RGB 的變化曲線，其交插點只出現在 PH12，表示在 PH12 有顏色的變化，其餘顏色變化並不大，不易分別水溶液的酸鹼性。

### (三) 天然試劑與 BTB 試劑的酸鹼 RGB 顏色變化比較

天然試劑與 BTB 酸鹼試劑對於酸鹼水溶液顏色比較，哪一種做為數位顏色分析比較好。

實驗假設：天然酸鹼試劑與 BTB 酸鹼試劑的比較，應該各有優缺點。(研究照片如附件三)

假設推論：BTB 酸鹼試劑是最常使用的酸鹼試劑，紫色高麗菜汁為最佳的天然酸鹼試劑，兩種酸鹼試劑應該各有優點。

操作變因：用紫色高麗菜汁 PH6.8， BTB 酸鹼試劑

固定變因：PanasonicLX3、IA 模式，水溶液 10cc，紫色高麗菜汁 2cc

應變變因：(同研究二)

表 3-1 紫色高麗菜酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色










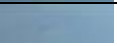




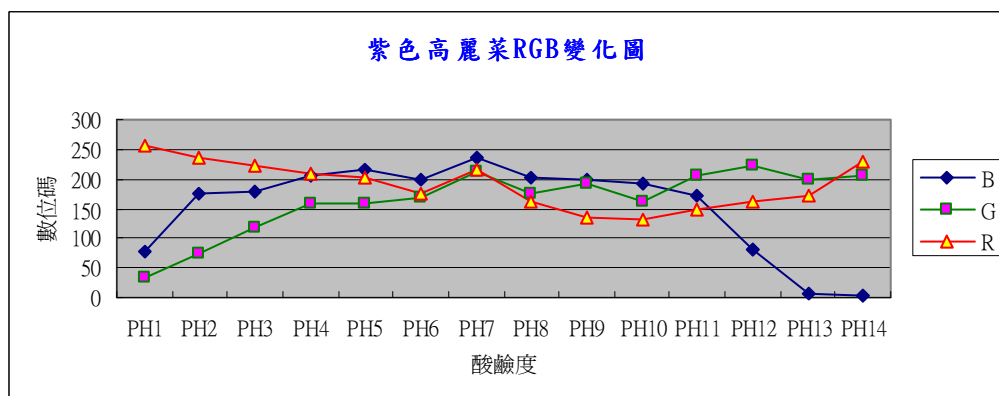
酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	255.35.79	236.75.175	222.118.179	209.159.205	203.160.216	174.167.200	216.214.203
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	162.176.203	134.191.198	130.163.191	147.207.173	163.223.82	173.199.6	230.207.5

表 3-2 紫色高麗菜 酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表



由表 3-2 中，顏色數位碼統計表，發現 RGB 的變化曲線在 PH4、PH6、PH11、PH12、PH13、PH14 有交叉點，表示在這幾個 PH 值有顏色變化。分為 PH1~PH3 紅色系，PH4~PH7 為紫紅色系，PH1~PH6 間 RGB 值在紅色呈現線性的遞減，PH8~PH10 為藍色系，PH11 為藍綠色，PH12 為深綠色，PH13 為黃綠色，PH14 為黃色。

表 3-3 BTB 酸鹼指試劑酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色















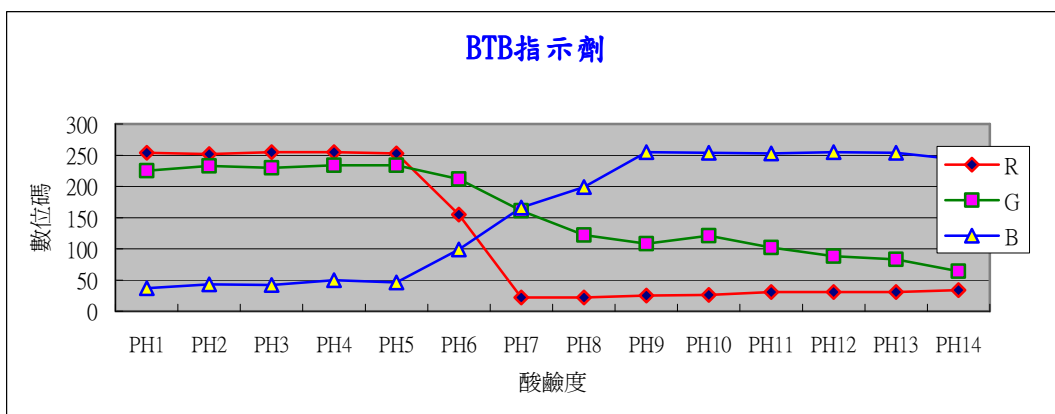
酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	254.225.37	252.233.43	255.230.42	255.234.50	253.234.46	155.212.99	22.161.166
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	22.122.166	25.108.255	26.121.254	31.102.253	31.88.255	31.83.254	34.64.243

表 3-4 BTB 指示劑 酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表





由表 3-4 中，顏色數位碼統計表，可以發現 RGB 的變化曲線在 PH6、PH7、PH8 有交叉點表示在這幾個 PH 值有顏色變化。由上表中可以發現酸鹼顏色變化，可分為 PH1~PH5 紅色系，PH6 為黃綠色系，PH7 為藍綠色系，PH8~PH14 為藍色系。

#### (四) 研究不同的拍攝模式對於酸鹼反應 RGB 顏色比較差異

相機有不同的拍攝模式，哪一種拍攝模式最佳。(研究照片如附件四)

實驗假設：不同的拍攝模式對於反應顏色會有差異。

假設推論：不同拍攝模式，因測光的區域，與測光值不同，會影響拍攝時顏色。

操作變因：不同的拍攝模式 IA(自動)、P(程式)、M(手動) (F4 iso400 快門 100)。

固定變因：Panasonic LX3 紫色高麗菜汁 PH6.8，酸鹼水溶液 10cc、天然試劑 2cc。

應變變因：(同研究三)

表 4-1 M 模式色塊切割

酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	216.78.65	217.88.106	211.117.177	192.163.207	189.144.210	185.163.210	176.158.207
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	156.147.202	91.142.201	80.152.153	82.150.126	177.190.14	185.190.0	187.169.0

表 4-2 P 模式色塊切割

酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	216.79.71	206.84.98	188.104.154	155.129.164	148.114.165	130.115.164	144.126.164
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	120.111.154	76.126.175	65.127.128	66.135.107	137.153.0	130.135.0	139.127.0

表 4-3 IA 模式色塊切割















酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	170.32.25	165.37.50	160.70.124	149.117.156	138.90.150	134.104.152	132.106.151
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	108.96.142	43.88.145	31.95.105	31.99.80	118.132.0	125.128.0	138.121.0

表 4-4 M 模式 RGB 顏色數位碼統計表

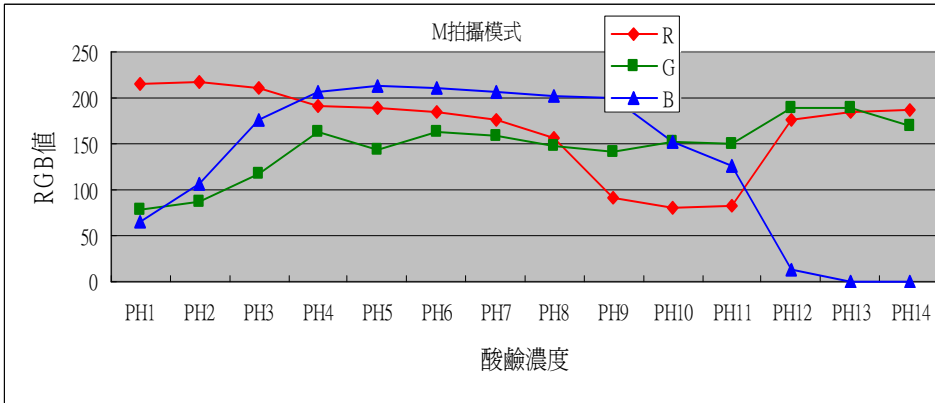


表 4-5 P 模式 RGB 顏色數位碼統計表

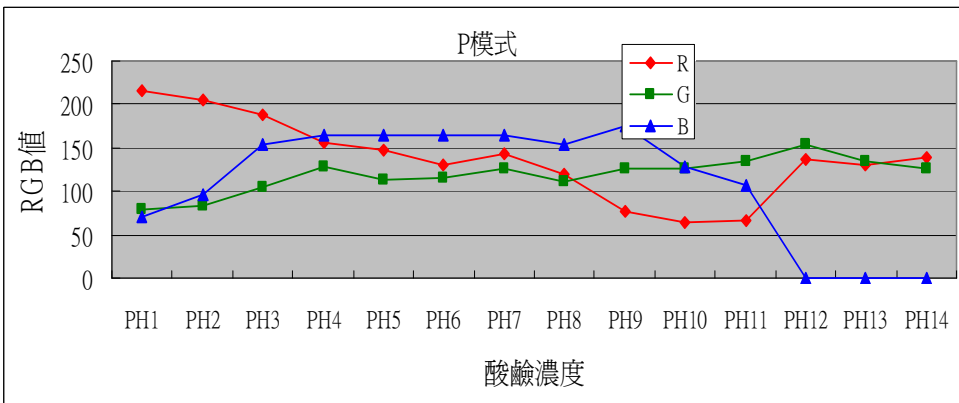
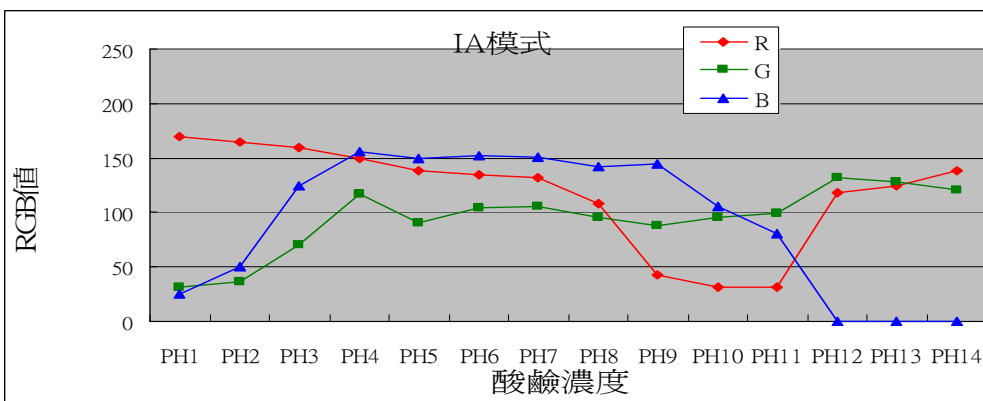


表 4-6 IA 模式 RGB 顏色數位碼統計表



結果分析：

由表 4-4、4-5、4-6 在 M、P、IA 三種拍攝模式下，所呈現的 RGB 統計表，發現 RGB 數值的變化曲線圖與 RGB 值的交叉位置相似，顏色變化也類似。

再將 M、P、IA 三種拍攝模式的 RGB 顏色變化分別比對分析如下。

表 4-7 紅色比較 RGB 顏色數位碼統計表

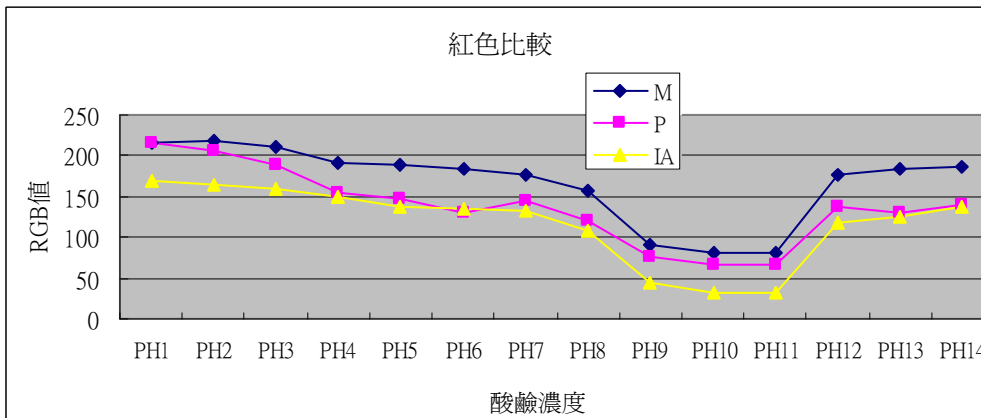


表 4-8 綠色比較 RGB 顏色數位碼統計表

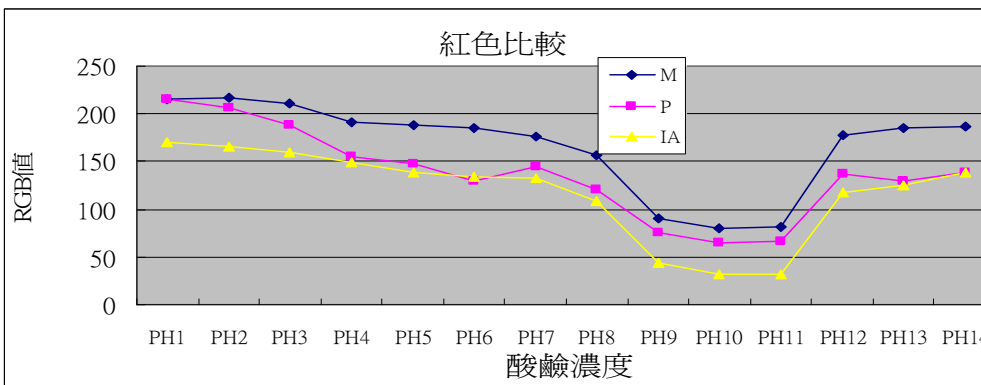
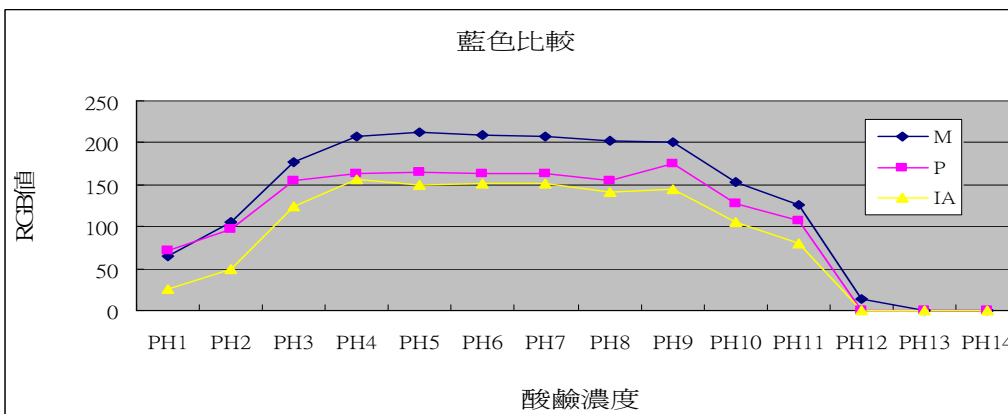


表 4-9 藍色比較 RGB 顏色數位碼統計表



結果分析：

由表 4-7、4-8、4-9 發現，紅、綠、藍的顏色變化曲線相似，但數值變化 M 模式 > P 模式 > IA 模式，依據所拍攝的相片分析，相片的亮度 M 模式 > P 模式 > IA 模式，但在操作的方便性及色彩的飽和度，則以 IA 模式為最佳。

### (五) 研究不同的相機所拍出來的酸鹼顏色會有差異嗎？

使用不同的相機，因為不同相機對於顏色的感光原件有差異，使用消費型相機 Panasonic LX3、canon s100。(研究照片如附件五)

實驗假設：不同的相機所拍攝的顏色會有差異。

假設推論：因為相機感應晶片，各家廠商不同，兩台相機要拍出一樣的顏色應該有差異。

操作變因：不同的相機 Panasonic LX3、canon s100。

固定變因：(同研究四)

應變變因：(同研究四)

表 5-1. Panasonic LX3 酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色










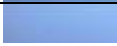




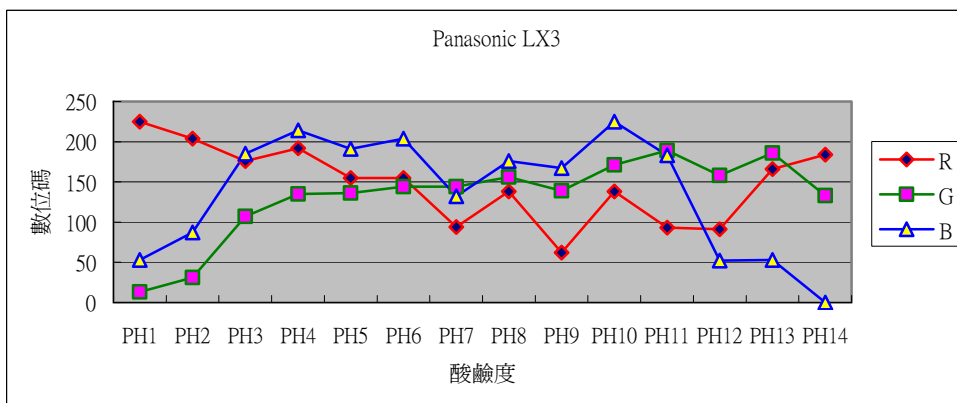
酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	225.13.53	204.31.87	176.107.185	192.135.214	155.136.191	155.144.132	94.144.132
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	138.156.176	62.139.167	138.171.225	93.189.183	91.158.52	166.186.53	184.133.0

表 5-2. Panasonic LX3 酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表



結果分析：

由表 5-2 中，顏色數位碼統計表，可以發現 RGB 的變化曲線在 PH3、PH6、PH7、PH11、PH12、PH13、PH14 有交叉點，表示在這幾個 PH 值有顏色變化。PH1~PH3 為紅色系，RGB 值紅色下降，藍色綠色上升，PH4~PH6 為紫色系，RGB 值紅色下降，在 PH7 為藍綠色系，PH8~PH10 為藍色系，PH11 為藍綠色，PH12 為綠色，PH13 為黃綠色，PH14 為黃色。

表 5-3. canon s100 酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色















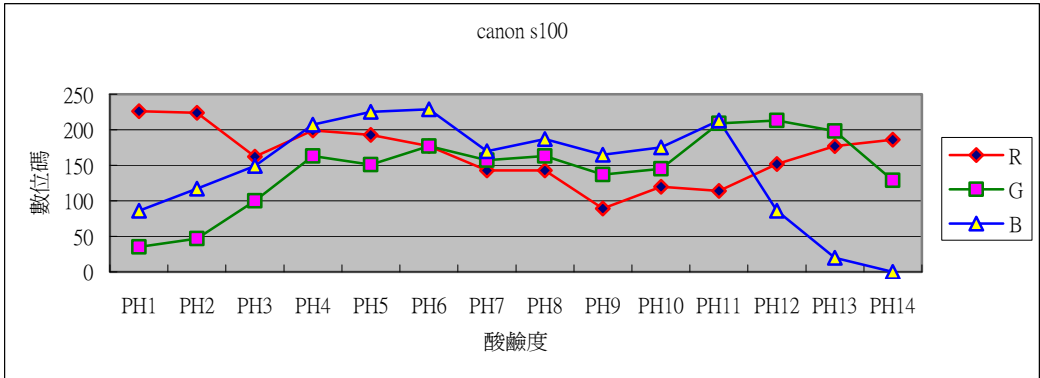
酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	226.35.86	224.47.117	162.100.149	199.163.207	193.151.225	177.177.229	143.157.170
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	143.163.187	89.137.165	120.145.175	114.209.213	152.213.86	177.198.20	186.129.0

表 5-4. canon s100 酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表



結果分析：由表 5-4 中，顏色數位碼統計表，可以發現 RGB 的變化曲線在 PH3、PH6、PH7、PH11、PH12、PH13、PH14 有交叉點，表示在這幾個 PH 值有顏色變化。PH1~PH3 為紅色系，RGB 值紅色下降，藍色綠色上升。PH4~PH6 為紫色系，RGB 值紅色下降。在 PH7 為藍色系，PH8~PH10 為藍綠色系，PH11 為藍綠色，PH12 為綠色，PH13 為黃綠色，PH14 為黃色。

(六) 研究不同的色光對於酸鹼水溶液的 RGB 顏色變化

使用不同的色光照射試管，利用玻璃色紙改變光源的顏色，使酸鹼水溶液的顏色改變，觀察其改變的情況。(研究照片如附件六)

實驗假設：不同的色光所拍攝的顏色改變會有差異。

假設推論：相同的顏色照射不同的色光，會產生不同的顏色變化。

操作變因：不同的色光紅色、綠色、藍色。

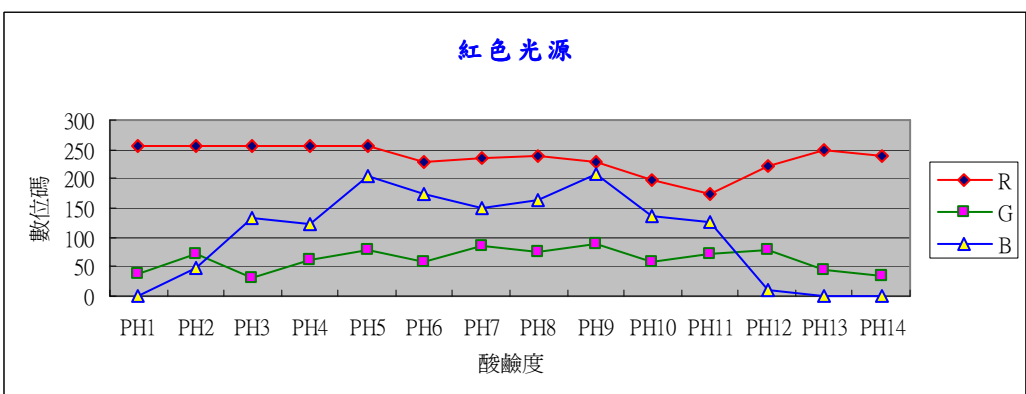
固定變因：(同研究四)

應變變因：(同研究四)

表 6-1 紅色光源酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色

酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	255.38.0	255.71.48	255.32.33	255.62.124	255.80.206	228.59.174	236.86.150
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	240.76.163	228.89.208	198.58.136	173.70.126	222.79.11	250.46.0	237.33.0

表 6-2 紅色光源酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表





結果分析：由表 6-2 中，顏色數位碼統計表，可以發現 RGB 的變化曲線在 PH3、PH11 有交叉點，表示在這幾個 PH 值有顏色變化。PH1~PH2 為紅色系，RGB 值藍、綠色上升，PH3~PH11 為紅紫色系，在 PH4 與 PH9 的顏色幾乎相似，PH12~PH14 為棕色系，RGB 值紅色增加，藍、綠色下降。

6-3 藍色光源酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色















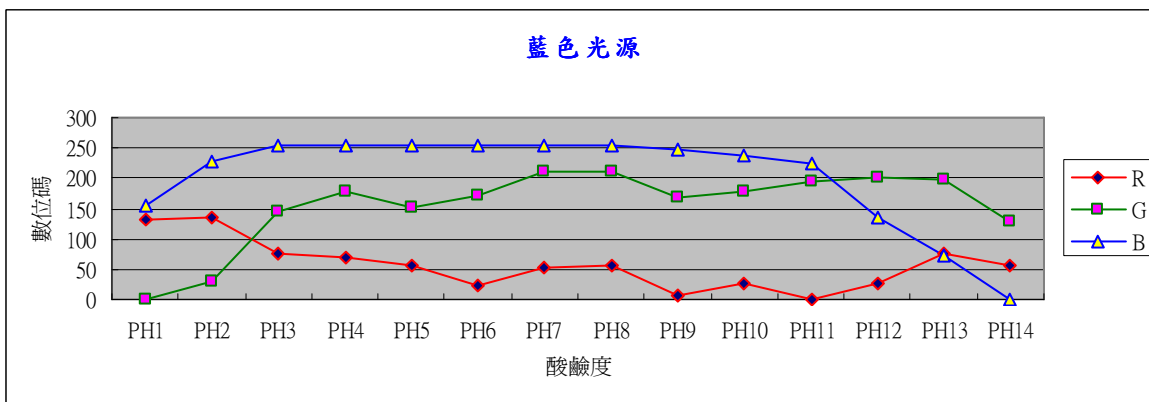
酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	133.0.154	134.31.226	77.146.255	69.178.255	55.151.255	22.170.255	54.210.255
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	55.210.255	6.169.248	26.179.239	0.193.224	25.202.134	76.199.72	57.128.0

表 6-4 藍色光源酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表



由表 6-4 中，顏色數位碼統計表，可以發現 RGB 的變化曲線在 PH3、PH11、PH13 有交叉點，表示在這幾個 PH 值有顏色變化。PH1~PH2 為紫色系，PH3~PH11 為淺藍綠色系，PH12~PH13 為綠色系，PH14 為黃綠色。

6-5 綠色光源 酸鹼反應顏色數位碼 (RGB)，數位相片切割顏色















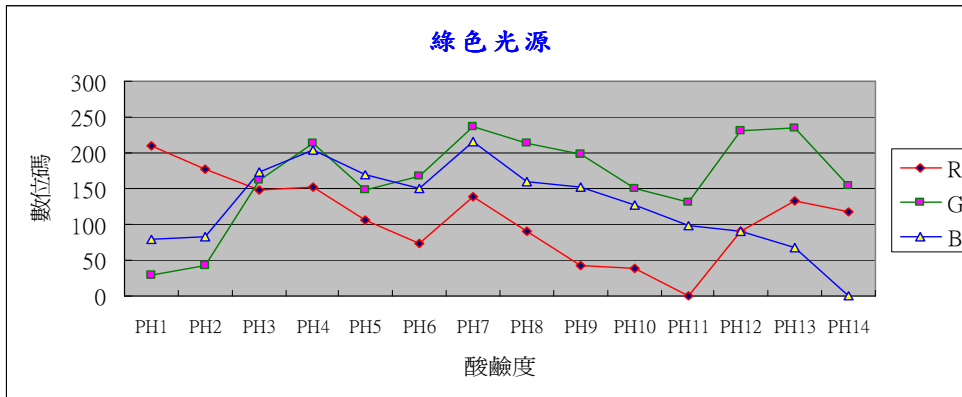
酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	209.28.79	176.42.82	148.162.173	151.214.203	106.148.170	74.168.150	139.150.127
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	91.214.160	42.198.151	39.150.127	0.131.99	90.231.90	132.235.68	117.153.0

表 6-6 綠色光源酸鹼 RGB 顏色數位統計表



結果分析：

由表 6-6 中，顏色數位碼統計表，可以發現 RGB 的變化曲線在 PH3、PH4、PH5、PH6、PH12 有交叉點表示在這幾個 PH 值有顏色變化。在 PH7~PH11 之間的 RGB 值紅、綠、藍呈現線性的遞減，可作為酸鹼溶度的參考指標。

### (七) 研究不同的用量對於酸鹼水溶液的顏色變化

酸鹼水溶液會因不同的用量，改變 RGB 顏色變化。(研究照片如附件七)

實驗假設：不同的用量對於反應顏色的變化會有一定的影響。

假設推論：不同的用量會使反應顏色會有深淺的變化。

操作變因：不同的量，1cc、2cc、3cc。

固定變因：(同研究四)

應變變因：(同研究四)















表 7-1 1CC 色塊切割

酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	172.46.57	192.70.91	172.105.149	166.147.179	155.148.172	159.162.171	152.152.164
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	143.151.163	109.155.152	92.149.130	118.153.120	120.156.50	145.160.0	144.149.0

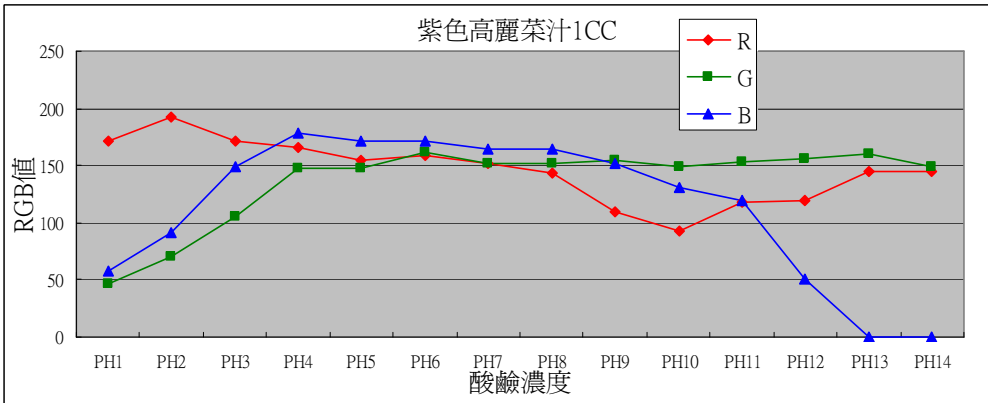
表 7-2 2CC 色塊切割

酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	181.37.22	181.59.82	174.82.147	156.129.172	159.136.178	152.143.178	146.136.173
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	136.136.186	73.135.156	79.143.145	67.141.90	43.131.18	130.152.0	150.141.0

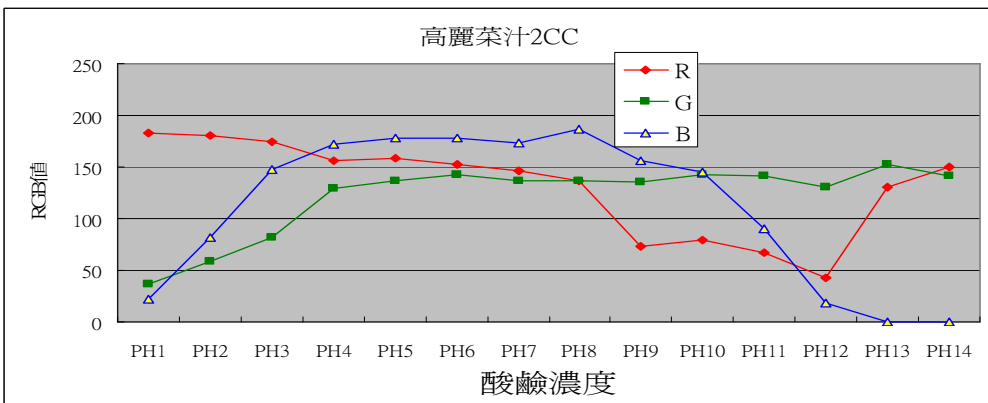
表 7-3 3CC 色塊切割

酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	176.22.0	175.31.22	175.70.154	156.115.183	152.117.175	139.118.174	140.122.172
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	124.123.180	64.131.160	60.135.156	38.129.86	23.119.19	133.154.0	152.143.0

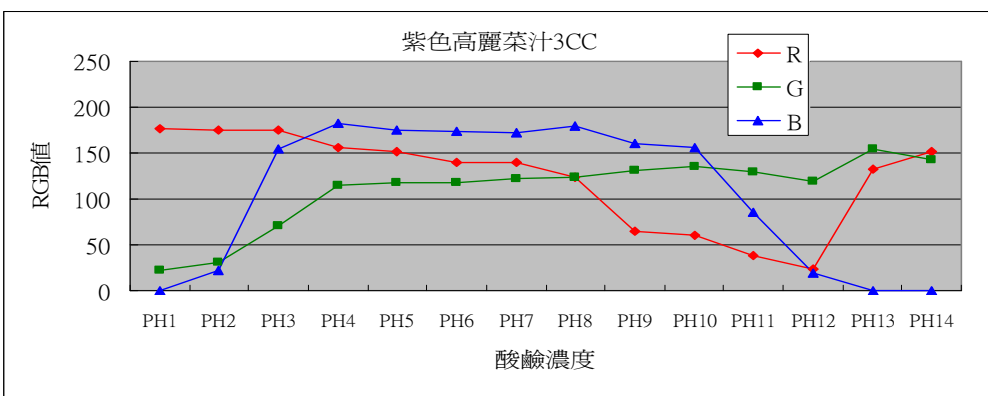
7-4 1cc 酸鹼 RGB 顏色數位統計表



7-5 2cc 酸鹼 RGB 顏色數位統計表



7-6 3cc 酸鹼 RGB 顏色數位統計表

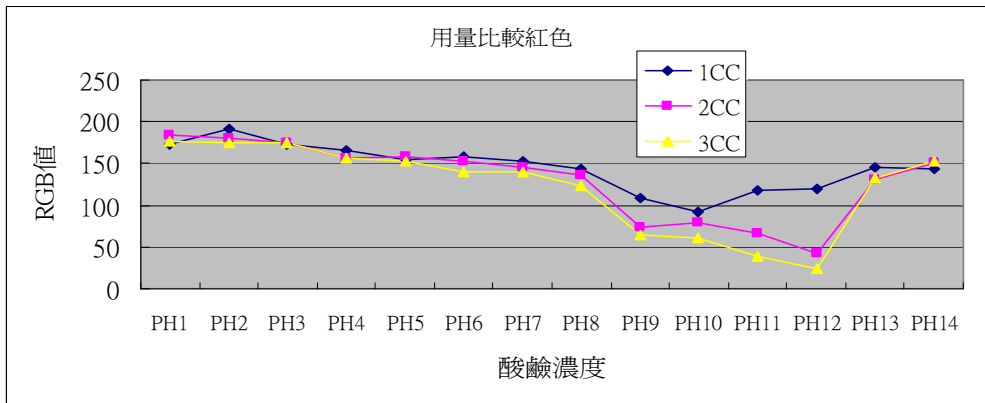


結果分析：

由表 7-4、7-5、7-6 在不同的用量下，所呈現的 RGB 顏色變化曲線，在不同的用量下，在 PH5、PH6、PH7 以 3cc 顏色變化最大。

再將 1cc、2cc、3cc 的 RGB 顏色變化分別比對分析如下。

7-7 用量表比較紅色數位統計表



7-8 用量表比較綠色數位統計表

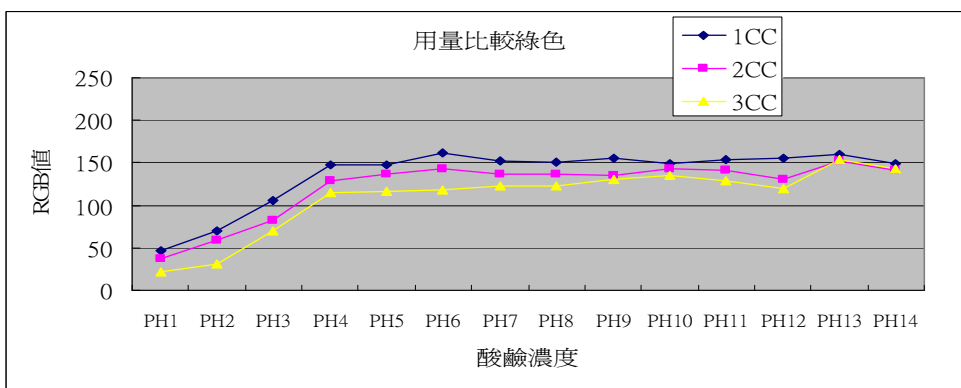
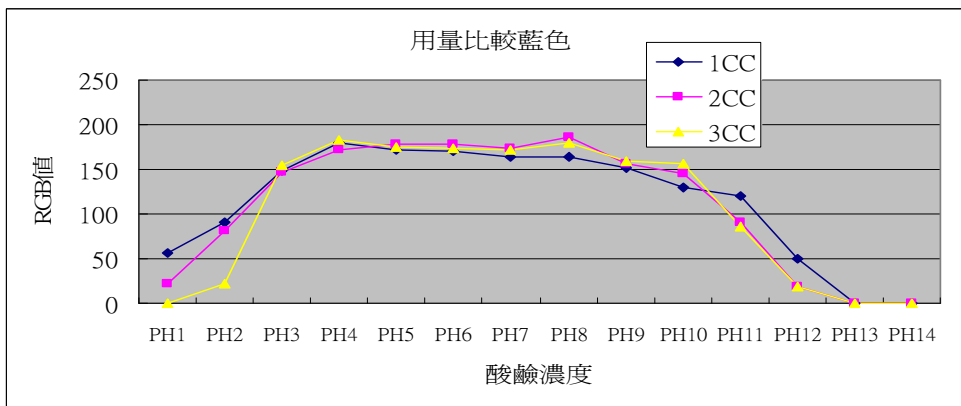


表 7-9 用量表比較藍色數位統計表



由表 7-7、7-8、7-9 發現在 3cc 的 RGB 顏色變化略優於 1cc，但在 2cc 的 RGB 變化與 3cc 極為相似，所以加入 2cc 的天然試劑，為試驗的最佳選擇。

### (八) 研究加入天然酸鹼指示劑，經過不同的時間對於酸鹼水溶液的顏色變化

經過不同的時間，使酸鹼水溶液的顏色改變，觀察其改變的情況。(研究照片如附件八)

實驗假設：經過不同的時間對於反應顏色的變化影響。

假設推論：加入時間不同會使反應顏色會有顏色的變化。

操作變因：不同的時間 2 分鐘、4 分鐘、6 分鐘。

固定變因：(同研究四)

應變變因：(同研究四)

表 8-1 2 分鐘顏色切塊















酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	200.25.0	188.32.6	202.94.155	155.98.203	171.128.200	148.122.196	141.112.194
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	127.122.189	73.127.193	60.111.166	66.150.126	36.149.83	103.158.2	162.126.0

表 8-2 4 分鐘顏色切塊















酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	233.35.0	198.49.27	192.87.171	155.102.210	165.3.123.197	141.110.190	150.123.209
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	73.132.192	73.132.192	89.137.201	54.147.119	26.141.66	113.143.0	149.113.0

表 8-3 6 分鐘顏色切塊















酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	176.22.0	175.31.22	175.70.154	156.115.183	152.117.175	139.118.174	140.122.172
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	124.123.180	64.131.160	60.135.156	38.129.86	23.119.19	133.143.0	152.120.0

表 8-4 2 分鐘酸鹼 RGB 顏色數位統計表

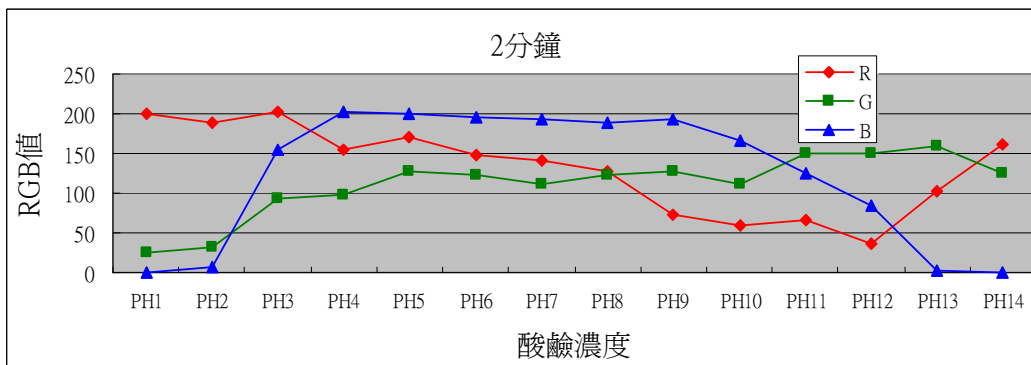




表 8-5 4 分鐘酸鹼 RGB 顏色數位統計表

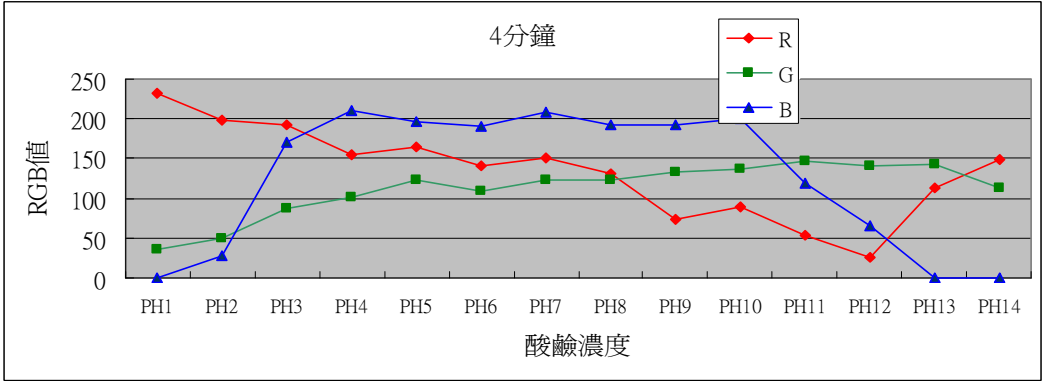
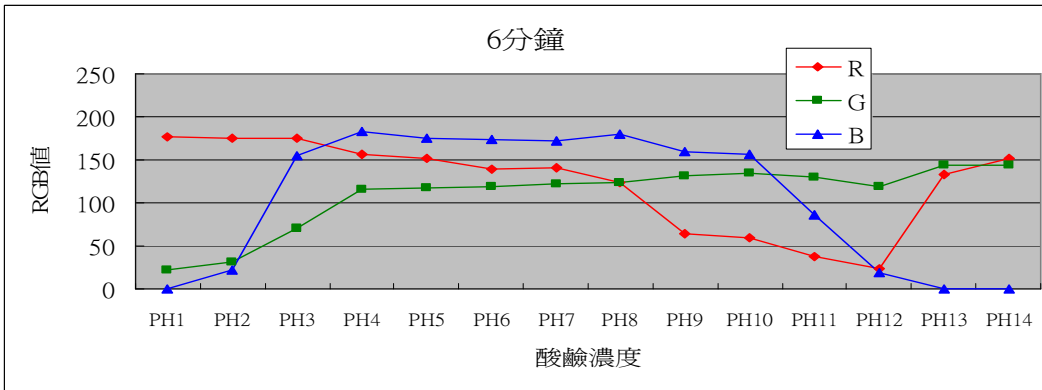


表 8-6 6 分鐘酸鹼 RGB 顏色數位統計表



結果分析：

由表 8-4、8-5、8-6 加入酸鹼試劑在不同的時間下，所呈現的 RGB 顏色變化曲線，在不同的用量下，其差異性不大。在 4~6 分鐘後 PH1~PH3 紅色下降，PH11~PH13 綠色下降。

再將 2 分鐘、4 分鐘、6 分鐘的 RGB 顏色變化分別比對分析如下。

表 8-7 時間比較紅色數位統計表

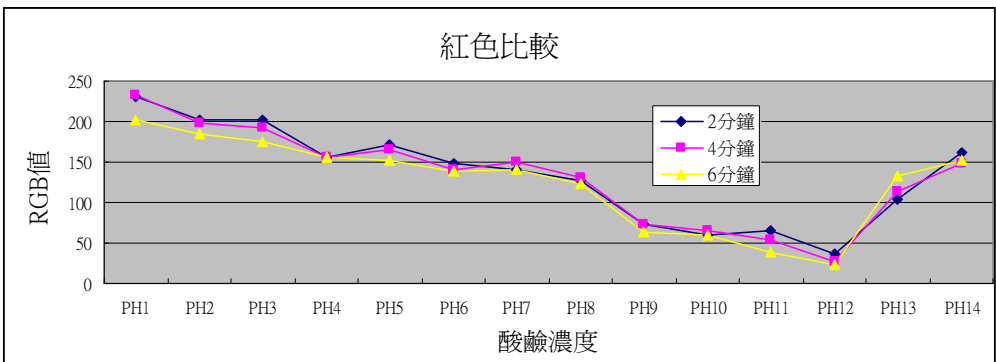


表 8-8 時間比較綠數位統計表

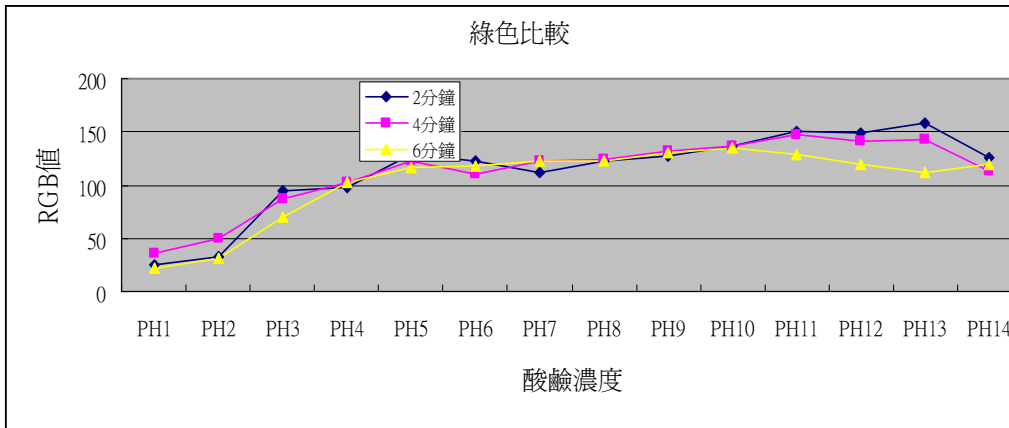
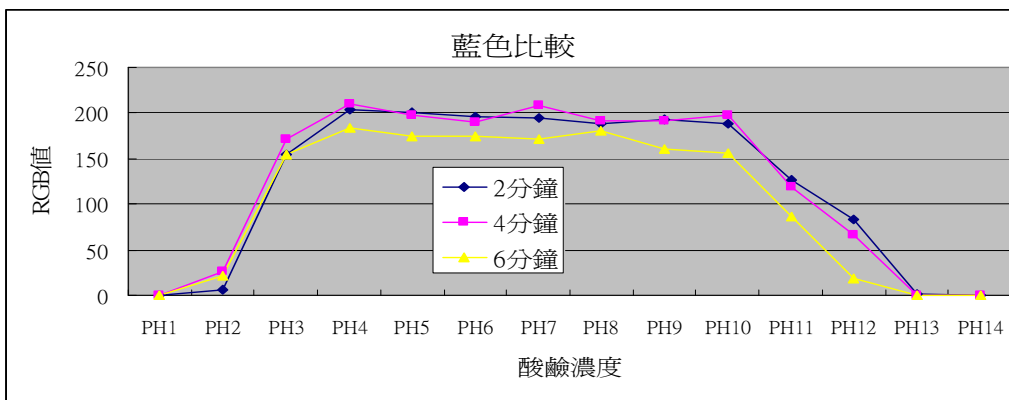


表 8-9 時間比較藍色數位統計表



結果分析：

由表 8-7、8-8、8-9 發現在 4~6 分鐘顏色時 RGB 值，PH1~PH3 紅色會下降，PH4~PH12 藍色會下降 PH11~PH13 綠色會下降，實驗發現加入天然酸鹼試劑在 4~6 分鐘會產生比較大的顏色變化，所以在觀察時應注意時間的因素所產生的顏色變化。

### (九) 研究利用照相數位法估算水溶液的酸鹼度

經過我們的研究發現，在各種反應的影響因素如相機種類 (LX3)、拍攝模式 (IA)、天然酸鹼試劑的用量 (2cc)、觀察時間(2 分鐘)，這些因素能控制在設定的值，酸鹼水溶液的反應顏色 RGB 值，會呈現在一定的區域值，我們利用這種反應顏色 RGB 值，來檢測待測的酸鹼水溶液 PH 值。(研究照片如附件九)

步驟一：「快篩」法：紅色系 PH1~PH3，紅紫色系 PH4~PH6，藍紫色系 PH8~PH10，藍綠色 PH11，綠色 PH12，黃綠色 PH13，黃色 PH14。

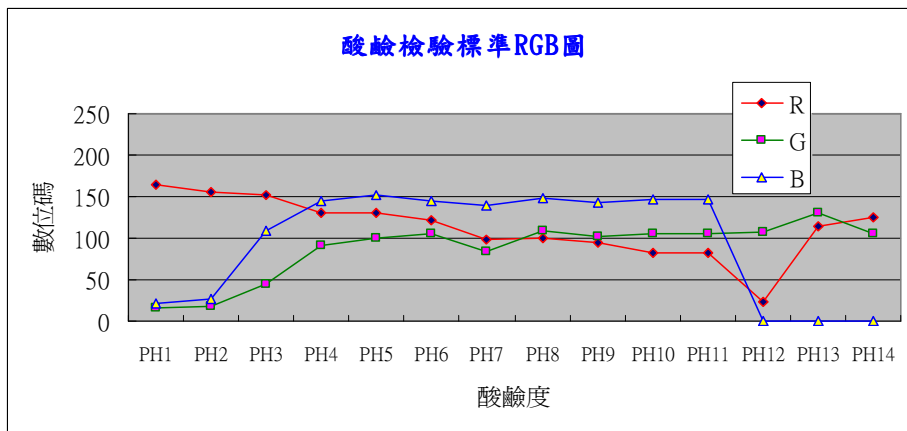
表 9-1 標準顏色數位碼 RGB 對照表

酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	165.16.22	155.18.26	152.45.109	131.91.144	130.100.152	121.106.145	99.84.148
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	100.109.148	95.101.142	82.106.147	75.106.130	23.108.0	114.130.0	125.106.0

步驟二：試算酸鹼濃度 PH 值

1. 「試算酸鹼濃度 PH 值」，建立天然酸鹼試劑的標準酸鹼反應顏色 RGB 酸鹼標準試算圖表。

表 9-2 酸鹼檢驗標準 RGB 圖



2. 以待檢驗的水溶液顏色的 RGB 值與 PH1~PH14，酸鹼 RGB 值相減。

	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
R	165	155	152	131	130	121	99	100	95	82	82	23	114	125
G	16	18	45	91	100	106	84	109	101	106	106	108	130	106
B	22	26	109	144	152	145	139	148	142	147	130	10	0	0

3. 找出相差最小的數值，數值最小所指的 PH 值就是水溶液的酸鹼度。

步驟三：綠光再檢測

「綠光再檢測」透過綠色光線，再次計算待測水溶液的 PH 值，在使用白光拍照所得的相片 RGB 比較接近為近似，在分辨上可能造成錯誤，這時就利用綠光照射拍攝照片，分析 RGB 做再次的確認。

表 9-3 綠色光源的 RGB 值與切割色塊

酸鹼 PH 值	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
切割色塊							
色彩 RGB	134.22.20	132.23.24	119.64.96	90.132.128	85.141.128	81.148.131	57.134.128
酸鹼 PH 值	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14
切割色塊							
色彩 RGB	53.134.128	51.151.127	43.153.124	5.159.98	16.158.0	87.181.0	92.151.0

表 9-3 酸鹼綠色檢驗 RGB 圖

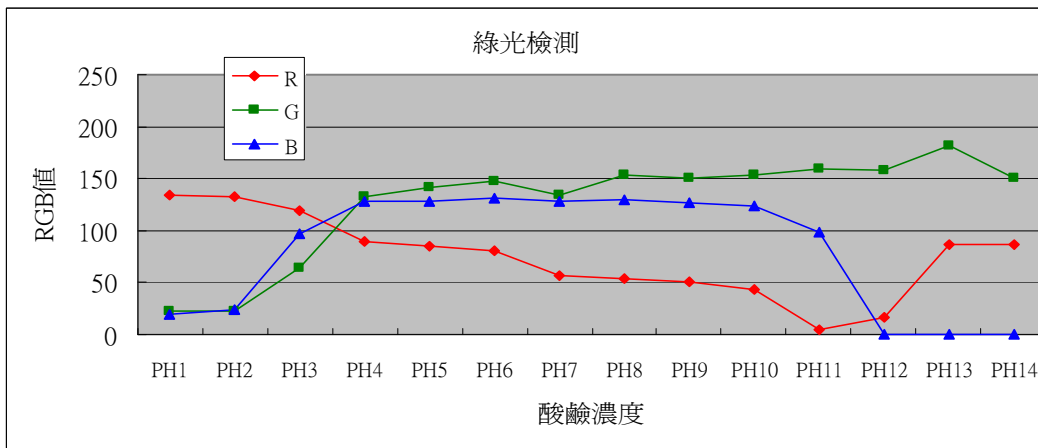


表 9-4 綠色光源檢測試算表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14	測量酸鹼水	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	
2	R	134	132	119	90	85	81	57	53	51	43	5	16	87	87	127	-7	-5	8	37	42	46	70
3	G	22	23	64	132	141	148	134	153	151	153	159	158	181	151	56	-25	33	-8	-76	-85	-92	-78
4	B	20	24	96	128	128	131	128	129	127	124	98	0	0	0	74	-60	50	-22	-54	-54	-57	-54

由利表 9-4 用綠色光源檢測試算表，再次的估算以紅色、綠色為主要參考值，很明確的表示 PH 值為 3。

估算酸鹼水溶液的酸鹼度測試結果如下表

表 9-5 估算酸鹼水溶液的酸鹼度與檢測儀比較表

酸鹼水溶液	數位 RGB 值	顏色裁切	綠光 RGB 值	顏色裁切	數位 RGB 酸鹼估算	酸鹼檢測儀 PH
醋	156.41.74		127.50.68		3.0	2.86
石灰水	74.119.0		53.172.4		12.0	11.98
冰醋酸	162.9.12		159.36.20		2.0	1.86
洗衣粉	50.106.141		0.157.90		10	10.3
舒跑	141.75.123		110.109.114		3.5	3.46
汽水	151.61.130		119.94.123		3.0	3.12
鹽水	84.79.146		37.118.135		7.0	7.2

## 五、討論

(一) 討論哪一種天然試劑效果最佳。

發現水煮的天然試劑，水煮的顏色變化呈現透明色，且顏色變化比較明顯。發現紫色、紅色的植物其對於水溶液的酸鹼檢驗有很好的效果，植物的花、莖、葉只要是紅色或紫色都可以用來作為酸鹼試劑使用。

(二) 討論不同的天然酸鹼試劑對於酸鹼溶液 PH1~PH14 顏色變化的影響。

依據表 4-2、表 4-4、表 4-6 酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表，將其研究結果分析如下表。

天然試劑 酸鹼度	紫色高麗菜 PH6.8	紅拱菜 PH6.3	洛神花 PH3.1
強酸 PH1~PH3	紅色系，RGB 變化明顯分辨度高 (優)	紅色系，RGB 變化明顯，分辨度高 (優)	紅色系，RGB 變化不顯 (差)
弱酸 PH3~PH6	紫色系，RGB 變化明顯，分辨度高 (優)	紫色系，RGB 變化略不明顯，分辨度略低 (可)	紅色系，RGB 變化不明顯 (差)
中性 PH7	藍色，RGB 顏色可以分辨 (佳)	藍色，RGB 顏色可以分辨 (佳)	紅色，RGB 顏色無法分辨 (差)
弱鹼 PH8~PH10	藍色，RGB 變化可以分辨 (佳)	藍色，RGB 顏色可以分辨 (佳)	紅色 RGB 變化不明顯，(差)
強鹼 PH11~PH14	綠、黃色系 RGB 變化明顯，(優)	綠、黃色系 RGB 變化明顯，(優)	黃色系，RGB 顏色可以分辨 (佳)

(三) 討論天然試劑與 BTB 試劑的酸鹼顏色變化比較

依據表 3-2、3-4 酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表，將其研究結果分析如下表

試劑 酸鹼度	紫色高麗菜	BTB 指示劑
強酸 PH1~PH3	紅色系，RGB 變化明顯分辨度高 (優)	黃色系，RGB 變化不明顯，分辨度低 (差)
弱酸 PH3~PH6	紫色系，RGB 變化明顯，分辨度高 (優)	黃色系，RGB 變化不明顯，分辨度低 (差)，但 PH6 明顯 (優)。
中性 PH7	藍色，RGB 變化明顯易分辨 (佳)	藍色，RGB 變化明顯分辨度高 (優)
弱鹼 PH8~PH10	藍色，RGB 變化明顯易分辨 (優)	藍色，RGB 變化不明顯，難分辨 (差)
強鹼 PH11~PH14	綠、黃色系 RGB 變化明顯，易分辨 (優)	藍色，RGB 變化不明顯，難分辨 (差)

(四) 討論不同的拍攝模式，M、P、IA 顏色 RGB 曲線變化類似，以 IA 自動模式最為簡便。



(五) 討論不同的相機所拍出來的酸鹼顏色的差異

依據表 5-2、5-4 酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表，將其研究結果分析如下表

相機 酸鹼度	Panasonic LX3	canon s100
強酸 PH1~PH3	紅色系，RGB 變化明顯分辨度高 (優)	紅色系，RGB 變化明顯分辨度高 (優)
弱酸 PH3~PH6	紫色系，RGB 變化明顯，分辨度高 (優)	紫色系，RGB 變化明顯，分辨度高 (優)
中性 PH7	藍色，RGB 變化明顯 (優)	藍色，RGB 變化可以 (佳)
弱鹼 PH8~PH10	藍色，RGB 變化明顯 (優)	藍色，RGB 變化明顯 (優)
強鹼 PH11~PH14	綠、黃色系 RGB 變化明顯，易分辨 (優)	綠、黃色系 RGB 變化明顯，容易分辨 (優)

(六) 討論不同的色光對於水溶液酸鹼的顏色變化。

依據表 6-2、6-4、6-6 酸鹼 RGB 顏色數位碼統計表，將其研究結果分析如下表

光線顏色 酸鹼度	紅光	藍光	綠光
強酸 PH1~PH3	紅色系，RGB 有變化，綠色變化大，分辨尚可。(可)	紅色系，RGB 有變化，綠色變化大，分辨尚可(可)。	紅色系，RGB 變化明顯分辨度高 (優)
弱酸 PH3~PH6	紫色系，RGB 綠色變化，分辨不易(差)	藍色系，RGB 綠色變化，分辨不易(差)	藍綠色系，RGB 變化明顯，分辨高 (優)。
中性 PH7	紫色系，RGB 綠色變化，分辨不易(差)	藍色系，RGB 綠色變化，分辨不易(差)	藍綠色系，RGB 變化明顯，(優)。
弱鹼 PH8~PH10	紫色系，RGB 綠色變化，分辨不易(差)	藍色系，RGB 綠色變化，分辨不易(差)	藍色系，RGB 值呈現線性的遞減 (優)
強鹼 PH11~PH14	棕色系，RGB 值紅色增加，藍、綠色下降，分辨高 (優)	綠色系 RGB 有變化，分辨高 (優)	綠、黃色系 RGB 變化明顯，分辨高 (優)

(七) 討論不同的用量對於酸鹼水溶液的顏色變化。

在 3cc 的 RGB 顏色變化比較深，1cc 顏色比較淺，但在 2cc 的 RGB 變化與 3cc 極為相似，所以加入 2cc 的天然試劑可以做為試劑的參考值。

(八) 討論加入天然酸鹼指示劑，經過不同的時間對於酸鹼水溶液的顏色變化

實驗發現加入天然酸鹼試劑在 4~6 分鐘會產生比較大的顏色變化，觀察時應注意時間的因素所產生的顏色變化，以免影響試驗的結果。

(九) 討論利用照相數位法估算水溶液的酸鹼度。

1. 「快篩」法：紅色系 PH1~PH3，紫色系 PH4~PH6，藍色系 PH8~PH10，藍綠色 PH11，綠色 PH12，黃綠色 PH13，黃色 PH14。
2. 酸鹼度試算表：建立標準水溶液酸鹼度的 RGB 值，做成 RGB 酸鹼統計圖表，再將標準水溶液的 RGB 值，做成水溶液酸鹼度試算表，將以待檢驗的水溶液顏色的 RGB 值與 PH1~PH14，酸鹼 RGB 值相減，最接近的數值就是水溶液 PH 值的酸鹼度。
3. 綠光光源可做為酸鹼溶度的修訂指標。

## 六、結論

- (一) 天然酸鹼試劑以水煮的方式效果較佳。以紫色植物或蔬果作為酸鹼試劑最佳。紫色植物莖、葉、花是最佳的天然酸鹼試劑。
- (二) 天然試劑的酸鹼度會影響水溶液酸鹼顏色的變化，以中性紫色高麗菜 PH6.8 所呈現的顏色變化最佳，在 PH1~PH14 都有很明顯的顏色變化，所以天然酸鹼試劑以中性的為最佳。
- (三) 天然試劑紫色高麗菜汁與 BTB 指示劑的酸鹼顏色變化，紫色高麗菜汁在 PH1~PH14 有明顯的顏色變化，但在 PH7、PH8 顏色變化分辨必須謹慎。BTB 指示劑的 RGB 的變化 PH6、PH7、PH8 有明顯的變化。BTB 對於酸性、鹼性的分辨明顯，但對於 PH1~PH5 呈現黃色，PH8~PH14 呈現藍色其分辨不易。紫色高麗菜汁適合做定量檢定，BTB 指示劑適合做定性研究。
- (四) 拍攝時以自動模式為佳，不需要攝影技巧，而且 RGB 顏色變化明顯，但是在對焦時要注意對焦的位置，以免拍攝模糊。
- (五) 不同的相機 Panasonic LX3、canon s100 所拍攝的照片其 RGB 顏色變化差異性不大，都可以做為拍攝使用，但是 LX3 在中性的 RGB 的顏色變化較佳。
- (六) 不同的光線的影響，綠光在 RGB 顏色 PH3、PH4、PH5、PH6、PH12 顏色有明顯變化，且在 PH7~PH11 之間的 RGB 值，紅、綠、藍呈現線性的遞減，可做為酸鹼溶度的參考指標。
- (七) 在 10cc 的酸鹼水溶液加入 2cc 的天然試劑為試劑最佳。
- (八) 加入天然指示劑，應儘速拍照在 2~4 分鐘為最佳，時間超過 6 分鐘會影響 RGB 的顏色變化影響試驗結果。
- (九) 數位光學分析法的優點與限制
  1. 以「數位光學分析法」，利用數位相機拍攝影像，利用軟體取得顏色 RGB 值，比利用肉眼判斷顏色更準確，說明顏色比較容易，也比較有系統。
  2. 數位相機非常的普遍，photoimpact 普遍的數位影像軟體，就可以取代酸鹼 PH 計，來測量水溶液的酸鹼度。
  3. 利用已建立好的 RGB 值及 PH 試算表，只要填上水溶液酸鹼變化顏色的 RGB 值就可以計算出來水溶液的酸鹼性，使用方法簡便，容易理解。
  4. 為了更精確的計算水溶液的酸鹼度，再利用綠光做確認與修正水溶液酸鹼度，使酸鹼檢驗更精確。
  5. 廣用指示劑大部分未標示使用比例檢測之範圍，對於強酸或強鹼的檢驗效果不佳，使用本研究方法「數位光學分析法」，可以很精確的計算出強酸或強鹼的 PH 值。
  6. 研究限制「數位光學分析法」只適用於透明或半透明水溶液，對於不透明水溶液的檢測，天然試劑的顏色與原始顏色混合無法檢測，需要進一步的研究。另外石灰水與天然試劑會產生沈澱影響試驗的結果。

## 七、參考資料

1. 自然與生活科技六冊。南一書局，台北市。
2. 酸鹼指示劑。維基百科，2012年1月15日取字於 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>
3. 連廣用試劑也數位化了。中華民國第四十六屆國民中小學科學展覽會。
4. 察顏觀色有一套，酸鹼『光』看就知道。中華民國第五十一屆國民中小學科學展覽會。

## 八、附件

附件一 最佳的天然指示劑





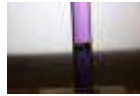









植物	植物種類	冰醋酸 PH2.52	硼酸 PH5.04	糖水 PH 7.04	鹽水 PH 6.93	小蘇打水 PH 8.92	石灰水 PH 12.03
根	紫地瓜	優	普通	普通	普通	優	優
	紅馬鈴薯	普通	普通	普通	普通	普通	普通
莖	紫地瓜莖	優	普通	普通	普通	優	優
	落神花莖	優	差	普通	普通	優	優
	紅拱菜莖	優	普通	普通	普通	優	優
	紅洋蔥	優	差	差	差	佳	普通
	紫地瓜莖	優	普通	普通	普通	優	優
葉	蚌蘭	優	普通	普通	普通	優	優
	紫秋海棠	優	普通	普通	普通	優	優
	紫背萬年青	優	普通	普通	普通	優	優
	紫高麗菜	優	普通	普通	普通	優	優
	四季秋海棠	優	差	普通	普通	優	優
	柿子落葉	優	差	普通	普通	優	優
	紅竹	優	差	普通	普通	優	優
	紅拱菜	優	普通	普通	普通	優	優
	槭樹紅葉	優	差	差	差	佳	普通
	欖仁樹紅	優	差	差	差	佳	普通
	紅美人蕉	優	差	差	差	佳	佳
	花	牽牛花	優	普通	普通	普通	優
紫桔梗		優	差	普通	普通	優	優
紫玫瑰		優	普通	差	差	優	優
紫牡丹		優	普通	普通	普通	優	優
日日春		優	普通	普通	普通	優	優
紅玫瑰		優	普通	普通	普通	優	優
美人蕉花		優	普通	普通	普通	佳	優
洛神花		優	普通	普通	普通	優	優
櫻花草		優	普通	普通	普通	優	優
豔紫荊		優	普通	普通	普通	優	優
果實	百香果皮	優	差	普通	普通	優	優
	茄子皮	優	差	差	差	優	優
	藍莓	優	差	差	差	優	優
	石榴	優	差	差	差	優	優
	石榴皮	差	差	差	差	差	差
	紫葡萄皮	優	差	差	差	優	優

備註：優：「顯著差異」，佳：「容易分辨差異」，普通：「可以分辨差異」，差：「不易分辨差異」，無：「無法分辨」





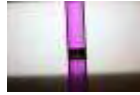
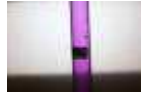






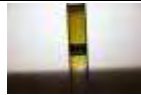

						
紅拱菜水煮	紅拱菜打汁	紫色高麗菜打汁	紫色高麗菜水煮	牽牛花	藍莓	紫背萬年青
						
野牡丹	紫玫瑰	紫美人蕉	茄子皮	紫桔梗	紫山藥	紫地瓜

附件二：不同的天然酸鹼試劑對於酸鹼溶液 PH1~PH14 顏色變化






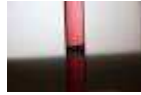






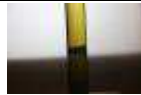

紫色高麗菜

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

紅拱菜



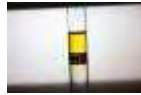
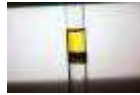
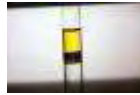

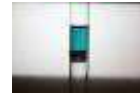




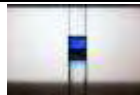


						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

洛神花

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14











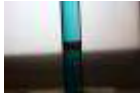
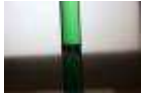
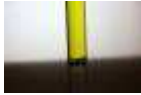

附件三（三）天然試劑與 BTB 試劑的酸鹼顏色變化

BTB 試劑

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14








天然試劑（紫色高麗菜）







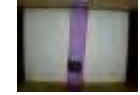
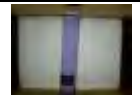
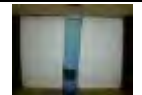
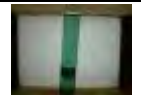
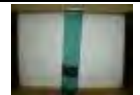



						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

附件（四）不同的拍攝模式對於酸鹼反應的顏色








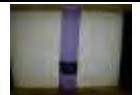



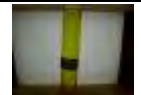
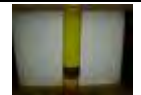

M 模式

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

P 模式






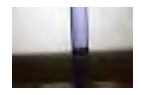



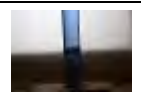
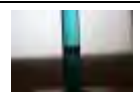



						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

IA 模式




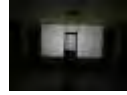

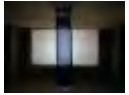


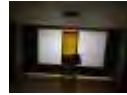
						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

附件五不同的相機所拍出來的酸鹼顏色

LX3


						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

S100















						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

附件六 不同的色光對於酸鹼水溶液的顏色




紅光

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

綠光

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

藍光

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

附件七 不同的用量對於酸鹼水溶液的顏色







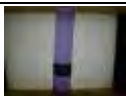
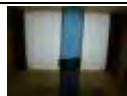





1cc

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

2cc



						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

3cc






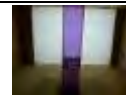







						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

附件八 加入天然酸鹼指示劑，經過不同的時間對於酸鹼水溶液的顏色

2 分鐘

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

4 分鐘

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14


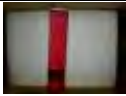





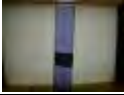

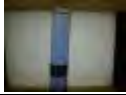




6 分鐘

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

















附件九 利用照相數位法估算水溶液的酸鹼度

酸鹼水溶液標準

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

綠光檢測標準

						
PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7
						
PH8	PH9	PH10	PH11	PH12	PH13	PH14

## 【評語】 080207

能對多種植物做檢測，找出最佳天然指示劑，研究精神頗佳。

試管照相箱的發明很好，有效解決干擾與亮度控制的問題。惟實驗

方法在以前作品已重複出現，沒有創新性。