

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

佳作

082918

食安『物』語

學校名稱：臺中市北屯區新興國民小學

作者：	指導老師：
小六 黃湘宜	詹聖惠
小六 郭思佳	高湘玉
小六 謝侑澄	
小六 陳亮瑜	
小六 黃子恆	

關鍵詞：食品添加物(NO_2 、 H_2O_2 、 SO_2)、物聯網、
RGB 分析 APP

壹.摘要：

近年來，台灣食安問題頻傳，食安新聞約有半數違法都與食品添加物有關，尤其是合法添加物的超標更是時有所聞。我們想利用生活中容易取得的東西，找出檢驗亞硝酸鹽、過氧化氫及二氧化硫三種常見食品添加物的簡易方法。研究發現：優碘溶液檢測亞硝酸鹽最適濃度0ppm~50ppm，檢測過氧化氫最適濃度0ppm~6ppm。花青素檢測二氧化硫最適濃度0ppm~100ppm。運用手機色彩RGB分析APP—On Color Measure及Webduino Smart板(物聯網開發板)的光敏電阻，可以推估三種食品添加物殘留量，其結果與快速檢測試紙、吸光值檢測法之結果相符。研究顯示：無須購買昂貴的檢測試紙，運用簡易方便取得的日常生活物品，並結合免費手機APP及物聯網程式，就可以讓一般民眾在家DIY，檢測食物中食品添加物殘留量。

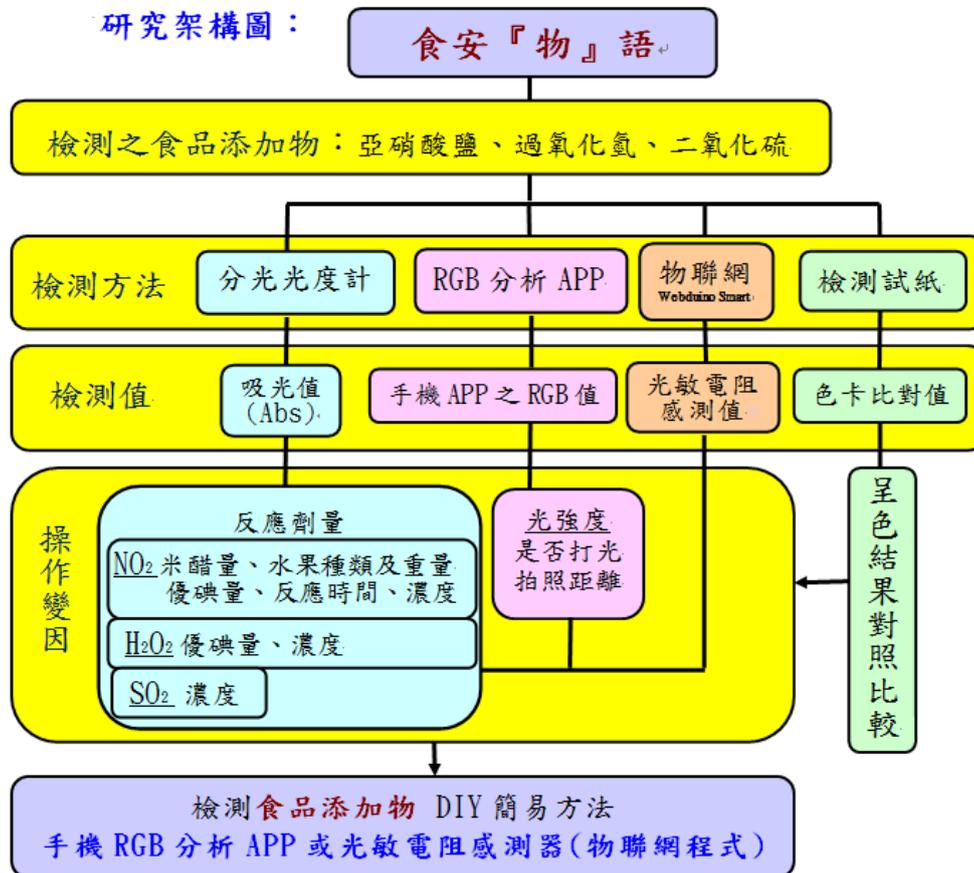
貳.研究動機：

回顧近年，食安新聞約有半數違法都與食品添加物有關，尤其是合法食品添加物的超標更是時有所聞。根據統計顯示，食品中添加亞硝酸鹽當保色劑、過氧化氫當殺菌劑、亞硫酸鹽當漂白劑或防腐劑等常有超標狀況，影響消費者的健康。五年級自然課時，我們利用紫色高麗菜、紅鳳菜葉和紫色葡萄皮檢驗水溶液的酸鹼性，可以根據顏色變化來判斷。於是，我們開始思考這些食品添加物經過化學反應之後，如果產生顏色變化，是否也能幫助我們判斷它們的含量有多少呢？根據新聞報導，現代人多依賴手機跟網路進行資訊的取得，也開始藉由程式設計以機器代替人工。目前，我們已經開始在電腦課學習 Scratch 積木程式，如果能結合手機或網路的功能，以積木程式進行快速運算，找出簡易方便檢驗食品添加物殘留量的方法，可以避免吃到殘留過量的食品添加物。所以，我們決定利用日常生活容易取得且便宜的物品，找出可以檢驗亞硝酸鹽、過氧化氫及二氧化硫這三種常見食品添加物殘留量的簡易方法，於是進行一系列的研究。

參.研究目的：

- 一、探討檢測食品添加物—亞硝酸鹽的「DIY 簡易方法」
 - (一)探討「米醋量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響。
 - (二)探討「水果種類」與「水果重量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響。
 - (三)探討「優碘量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響。
 - (四)探討水果的「反應時間」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響。
 - (五)探討運用優碘檢測亞硝酸鹽的「最適濃度區間」。
 - (六)探討優碘檢測亞硝酸鹽標準液「吸光值變化」與「亞硝酸鹽試紙檢測結果」的差異。
 - (七)探討「RGB 值」與「優碘、亞硝酸鹽反應顏色變化」的關係。
 - (八)探討「物聯網—光敏電阻」與「優碘、亞硝酸鹽反應顏色變化」的關係。
- 二、探討檢測食品添加物—過氧化氫的「DIY 簡易方法」
 - (一)探討「優碘量」對過氧化氫標準液「吸光值」的影響。
 - (二)探討運用優碘檢測過氧化氫的「最適濃度區間」。
 - (三)探討優碘檢測過氧化氫標準液「吸光值變化」與「過氧化氫試紙檢測結果」的差異。

- (四)探討「RGB 值」與「優碘、過氧化氫反應顏色變化」的關係。
- (五)探討「物聯網—光敏電阻」與「優碘、過氧化氫反應顏色變化」的關係。
- 三、探討檢測食品添加物—二氧化硫的「DIY 簡易方法」
- (一)探討花青素檢測二氧化硫標準液「吸光值變化」與「二氧化硫試紙檢測結果」的差異。
- (二)探討「RGB 值」與「花青素、二氧化硫反應顏色變化」的關係。
- (三)探討「物聯網—光敏電阻」與「花青素、二氧化硫反應顏色變化」的關係。
- 四、探討「DIY 簡易方法」檢測食物中食品添加物殘留量的可行性。



肆.研究設備及器材：

紅鳳菜、玉米澱粉、優碘、米醋、芭樂、奇異果、手機照相機、手機照度計、分光光度計、滴管、燒杯（50ml）（150ml）（250ml）、量筒（50ml）（10ml）、酒精燈、三腳架、石綿網、快速檢測試紙（亞硝酸鹽、過氧化氫及二氧化硫）、亞硝酸鈉、35%雙氧水、亞硫酸鈉、蒸餾設備、試管架、玻棒、試管、手機APP—On Color Measure、電腦、Webduino Smart板（物聯網開發板）、照度計、LED桌燈、積木、服藥用透明塑膠杯（10ml）。

伍.研究過程、結果及討論：

文獻探討：

「食安問題」是現在熱門的話題之一，食品製作過程中，常為了保鮮及美觀而添加一些食品添加物。在台灣，每一種食品添加物都有法規的規範，不能任意添加，也有添加量的限制。這些食品如果在販賣給消費者的時候還有超標食品添加物的殘留，將嚴重影響人體健康。根據統計顯示，食品中添加亞硝酸鹽當保色劑、過氧化氫當殺菌劑、亞硫酸鹽當漂白劑或防腐劑等常有超標狀況。依據衛生署「食品添加物使用範圍及限量暨規格標準」，

食品中加入這些合法添加物，不得殘留過量。

依據參考文獻得知：維生素 C 可以抑制亞硝酸鹽分解，而維生素 C 具有強還原性，根據亞硝酸鹽被抑制的狀況，使用碘溶液滴定，即可因為氧化還原的顏色變化檢測維生素 C 含量並藉此顯示亞硝酸鹽殘留量。過氧化氫可在水溶液中進行氧化還原反應，只要加入澱粉指示劑，再運用碘溶液滴定，可以經由反應後的顏色變化測定含量。花青素廣存於植物界，呈現紅色至藍色的色素，二氧化硫會與花青素作用，使花青素褪色。從顏色變化中，可了解是否含二氧化硫。

手機色彩 RGB 分析 APP—On Color Measure(顏色探測器) 是一款強大的顏色識別工具，可顯示 RGB 顏色信息，易於使用且可從任何介面捕獲顏色，只需將手機的相機對準想要捕捉的任何顏色，點擊螢幕，顏色立即被選中並進行顏色分析。物聯網「The Internet of things」是通過信息傳感設備，把任何物品與網際網路相連接，進行信息交換與通信，以實現對物品的智能化識別、定位、監控、跟蹤和管理的一種網絡。本研究專題嘗試將檢測食品添加物標準品的顏色變化，運用手機色彩分析 APP 與物聯網(IoT)的傳感設備，進行檢測資料分析管理，並以分光光度計吸光值及快速檢測試紙的呈色比較對照，進行食品添加物初步的量化，發展一套檢測食品添加物殘留量的 DIY 簡易方法。

食品添加物的試紙測定：

本研究使用德國進口的亞硝酸鹽、過氧化氫及及二氧化硫快速檢測試紙，檢查食品中有無殘留過量的食品添加物。使用時只需將試紙放入受測品中或黏貼在受測品表面約幾秒鐘時間，即可與包裝盒上的色卡比色，濃度越高顏色越深。本研究試著以分光光度計檢測三項食品添加物標準品與反應試劑反應後的吸光值，找出用此方法檢測食品添加物的最適濃度曲線，藉此測定樣品中的添加物殘留量，並與快速檢測試紙的呈色做比對。再運用手機色彩 RGB 分析 APP—On Color Measure 及 Webduino Smart 板(物聯網開發板)的光敏電阻，計算顏色變化，來推估亞硝酸鹽、過氧化氫及二氧化硫含量。



一、探討檢測食品添加物—亞硝酸鹽的「DIY 簡易方法」。

(一) 探討「米醋量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響

1.想法：依據參考文獻得知維生素 C 可以抑制亞硝酸鹽分解成致癌物質亞硝胺，而維生素 C 具有強還原性，可以把檢液加入醋酸之後，少量澱粉當指示劑，以碘溶液滴定測其含量。如果將維生素 C 與不同濃度亞硝酸鹽標準液反應之後，再測定維生素 C 含量，可以因為不同濃度亞硝酸鹽被抑制的狀況不同，產生氧化還原不同的顏色變化。所以，下面的實驗想要知道運用米醋代替醋酸的可行性，也想知道米醋量如何影響亞硝酸鹽標準液的吸光值。

2.方法：

- (1)取200mg亞硝酸鈉加蒸餾水稀釋至1330ml，配置成100ppm之亞硝酸鹽標準液。
因為要與快速檢測試紙比對，所以**依照檢測試紙濃度**，分別取0ml、1ml、5ml、10ml、20ml、40ml、80ml稀釋到100ml，配置成濃度0ppm、1ppm、5ppm、10ppm、20ppm、40ppm、80ppm的亞硝酸鹽標準液。
- (2)分別切碎奇異果及芭樂並秤取 5 克，浸泡於 250ml 水中，靜置 15 分鐘，讓維生素 C 溶解在浸泡液中。

- (3)取5ml優碘(普威隆碘藥水1%)再加入250ml蒸餾水配置完成優碘溶液。取0.5g玉米澱粉再加入100ml蒸餾水加熱煮沸靜置冷卻至室溫，配置完成澱粉指示劑
- (4)分別取5ml奇異果浸泡液及5ml亞硝酸鹽標準液於燒杯中，再分別加入1ml、2ml、3ml米醋混合後，加入3滴澱粉指示劑(0.3ml)及5滴優碘溶液(0.5ml)，充分混合搖勻後倒入比色管中以分光光度計454nm測定吸光值(Abs)。
- (5)分別取5ml芭樂浸泡液及5ml亞硝酸鹽標準液於燒杯中，再分別加入1ml、2ml、3ml米醋混合後，加入3滴澱粉指示劑及5滴優碘溶液，充分混合搖勻後倒入比色管中，以分光光度計454nm測定吸光值(Abs)。
- (6)重複步驟 4~ 5 至少三次，分別計算吸光值的平均值。



3.結果：

- 控制變因：5ml 亞硝酸鹽標準液、5ml 奇異果浸泡液、5ml 芭樂浸泡液、3 滴澱粉液(0.3ml)、5 滴優碘溶液(0.5ml)
- 操作變因：米醋量、亞硝酸鹽濃度
- 應變變因：分光光度計波長 454nm 吸光值(Abs)

表 1-1-1 「米醋量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」之影響(重複三次平均值)

亞硝酸鹽 濃度 (ppm)	奇異果(5g)			芭樂(5g)		
	1ml 米醋	2ml 米醋	3ml 米醋	1ml 米醋	2ml 米醋	3ml 米醋
0	0.11	0.13	0.09	0.08	0.12	0.06
1	0.09	0.14	0.09	0.06	0.13	0.06
5	0.1	0.14	0.08	0.08	0.13	0.08
10	0.1	0.15	0.09	0.1	0.13	0.11
20	0.13	0.15	0.11	0.14	0.16	0.12
40	0.17	0.25	0.15	0.14	0.18	0.12
80	0.20	0.26	0.18	0.12	0.18	0.09

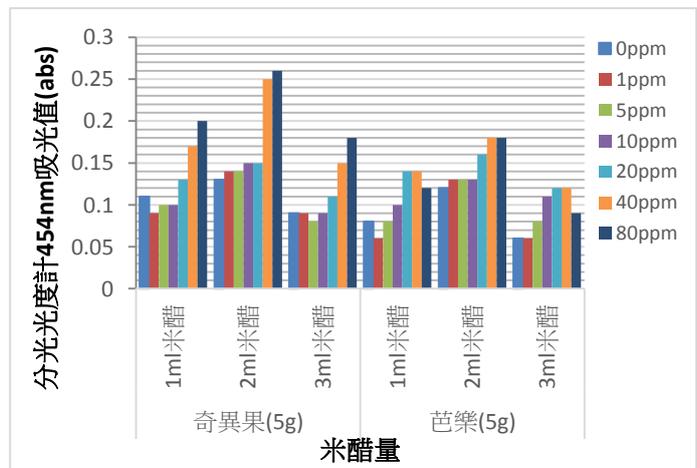


圖 1-1-1. 「米醋量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」之影響

4.發現：

- (1)由表 1-1-1 及圖 1-1-1 發現不管是用奇異果或芭樂浸泡液，米醋量 2ml 時，亞硝酸鹽吸光值最高。米醋量 3ml 時，吸光值不但沒有增加，反而還降低了！
- (2)由圖 1-1-1 發現不管米醋量是多少，亞硝酸鹽濃度越高，吸光值有越高的趨勢。

5.討論：

- (1)因為米醋量在 1ml 時，吸光值不夠高，規律性也不夠明確，米醋量在 2ml 時，吸光值變高，規律性也較為明確，但若再增加米醋量為 3ml 時，吸光值反而降低，規律性也變得不夠明確，所以，米醋量在 2ml 時，就可以讓亞硝酸鹽標準液及維生素 C 完全反應。
- (2)因為米醋量在 2ml 時，反應即可完全，而且吸光值會隨著亞硝酸鹽的濃度增加

而變高，所以，可以用顏色變化的吸光值差異，推估亞硝酸鹽的含量，因此接下來都以 2ml 米醋量進行研究。

(二)探討「水果種類」與「水果重量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響。

1.想法：我們想知道不同水果浸泡液分別與亞硝酸鹽標準液反應之後，在標準液吸光值上是否有差異，也想知道水果的重量是否會影響反應後吸光值的變化，藉此確認使用哪一種高維生素 C 水果及使用多少重量的水果浸泡來檢測亞硝酸鹽的效果最佳。以下實驗選擇一年四季皆有且平價的奇異果及芭樂進行研究。

2.方法：

(1)參照一、(一)2.(1)

(2)配置不同的水果浸泡液：分別切碎奇異果及芭樂並秤取 5 克、10 克、15 克、20 克、25 克浸泡於 250ml 水中，靜置 15 分鐘，讓維生素 C 溶解在浸泡液中。

(3)參照一、(一)2.(3)

(4)分別取不同重量 5ml 水果浸泡液(奇異果、芭樂)及 5ml 亞硝酸鹽標準液於燒杯中，再分別加入 2ml 米醋、3 滴澱粉指示劑及 5 滴優碘溶液，充分混合搖勻後倒入比色管中以分光光度計測定吸光值(Abs)

(5)重複步驟 4 至少三次，分別計算吸光值的平均值。



3.結果：

控制變因：5ml 亞硝酸鹽標準液、5ml 水果浸泡液、3 滴(0.3ml)澱粉液、5 滴優碘溶液(0.5ml)、2ml 米醋

操作變因：水果種類、水果重量、亞硝酸鹽濃度

應變變因：分光光度計波長 454nm 吸光值(Abs)

表 1-2-1 「水果種類及重量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」(Abs)之影響(重複三次平均值)

水果種類	亞硝酸鹽濃度 ppm	水果重量				
		5g	10g	15g	20g	25g
奇異果	0	0.13	0.15	0.15	0.16	0.15
	1	0.14	0.16	0.16	0.13	0.14
	5	0.14	0.15	0.17	0.16	0.14
	10	0.15	0.16	0.17	0.16	0.15
	20	0.15	0.15	0.19	0.15	0.16
	40	0.25	0.15	0.23	0.16	0.17
	80	0.26	0.17	0.23	0.16	0.18
芭樂	0	0.12	0.08	0.09	0.09	0.12
	1	0.13	0.1	0.09	0.09	0.12
	5	0.13	0.1	0.1	0.09	0.12
	10	0.13	0.11	0.1	0.09	0.12
	20	0.16	0.11	0.11	0.1	0.12
	40	0.18	0.12	0.11	0.11	0.15
	80	0.18	0.18	0.17	0.16	0.18

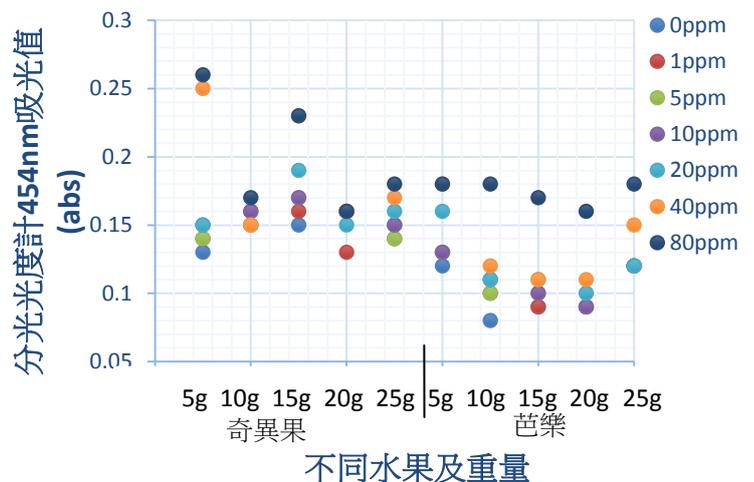


圖 1-2-1 「水果種類及重量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」變化

4.發現：

- (1)由表 1-2-1 及圖 1-2-1 發現奇異果浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值多數大於芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值。不管是使用奇異果或芭樂浸泡液，與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值不會因為重量越大而增加吸光值。
- (2)以亞硝酸鹽不同濃度之間的吸光值差異性而言，芭樂浸泡液與標準液反應後的吸光值差異較大。
- (3)由圖 1-2-1 發現奇異果浸泡液在 15g 時，吸光值較高，濃度間差異較大。芭樂浸泡液在 10g 時，吸光值較高，濃度間差異較大。

5.討論：

- (1)由以上結果得知奇異果浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值較高，芭樂浸泡液則較低，各濃度間皆有差異。
- (2)根據肉眼觀察發現，奇異果因為果肉較軟，切碎之後的浸泡液較混濁，芭樂浸泡液則較為澄清。如果以分光光度計檢測檢液的吸光值，檢液的混濁程度會影響準確度，所以，雖然奇異果浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值較高，但為避免混濁的干擾，使用芭樂浸泡液較佳。
- (3)因為芭樂的重量增加不會讓反應後的吸光值增加，而且 10g 芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值較高，濃度間差異較大。所以，接下來的實驗將使用 10g 芭樂浸泡液來進行反應。

(三)探討「優碘量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響。

1.想法：依據文獻得知只要加入少量澱粉當指示劑，在酸性環境下，可以使用碘溶液檢測與不同濃度亞硝酸鹽標準液反應之後的維生素 C 含量。我們想要知道運用優碘藥水代替碘溶液的可行性，也想知道優碘量如何影響亞硝酸鹽標準液的吸光值，所以進行以下實驗探討。

2.方法：

- (1)參照一、(二)2.(1)
- (2)切碎芭樂並秤取 10 克浸泡於 250ml 水中，靜置 15 分鐘，讓維生素 C 溶解在浸泡液中。
- (3)參照一、(二)2.(3)
- (4)分別取 5ml 芭樂浸泡液及 5ml 亞硝酸鹽標準液於燒杯中，再分別加入 2ml 米醋混合後，加入 3 滴澱粉指示劑及 5、10、15、20、25 滴之優碘溶液，充分混合搖勻後倒入比色管中，以分光光度計 454nm 測定吸光值(Abs)。
- (5)重複步驟 4 至少三次，分別計算吸光值的平均值。



3.結果：

控制變因：5ml 亞硝酸鹽標準液、5ml 芭樂浸泡液、3 滴澱粉液、2ml 米醋
操作變因：優碘量、亞硝酸鹽濃度
應變變因：分光光度計波長 454nm 吸光值(Abs)

表 1-3-1. 優碘量對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響(重複三次平均值)

亞硝酸鹽濃度 (ppm)	優碘滴定量				
	5 滴	10 滴	15 滴	20 滴	25 滴
0	0.08	0.11	0.09	0.15	0.23
1	0.10	0.13	0.14	0.28	0.30
5	0.10	0.14	0.23	0.30	0.30
10	0.11	0.23	0.28	0.34	0.35
20	0.11	0.26	0.31	0.36	0.36
40	0.12	0.27	0.33	0.39	0.39
80	0.18	0.33	0.36	0.41	0.40

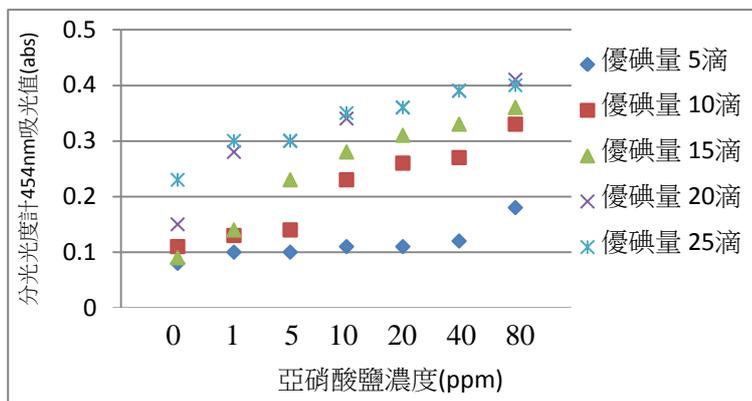


圖 1-3-1. 優碘量對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響

4.發現：

- (1)由表 1-3-1 圖 1-3-1 發現優碘量 5 滴時的亞硝酸鹽吸光值最低，各濃度之間的差異小，沒有規律。優碘量 25 滴時的亞硝酸鹽吸光值最高，但與優碘量 20 滴時的吸光值差異不大。
- (2)由圖 1-3-1 可以發現優碘量 15 滴時的亞硝酸鹽吸光值範圍介於 0.05~0.40 之間，各濃度之間吸光值變化差異最大也最有規律。

5.討論：

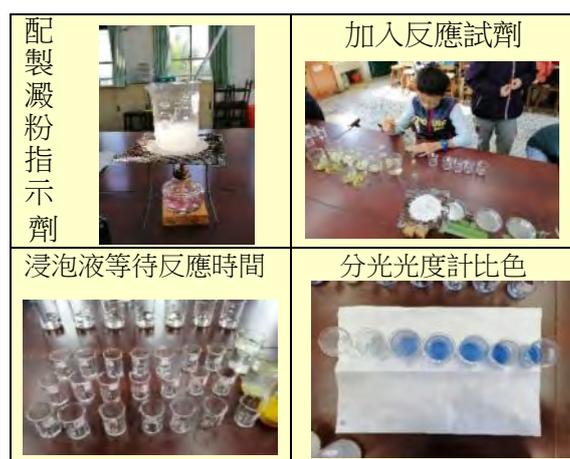
- (1)由以上結果得知優碘量越高，亞硝酸鹽吸光值越高，具有吸光值變化的規律性，表示可以使用優碘取代碘溶液，但在優碘量 20 滴之後的吸光值已經逐漸穩定。
- (2)因為優碘量 15 滴時的亞硝酸鹽吸光值範圍最大，各濃度之間差異也最大，也最有規律性，所以接下來的實驗都以優碘量 15 滴進行研究。

(四)探討水果的「反應時間」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響。

1.想法：根據文獻，水果浸泡液的維生素 C 可以抑制亞硝酸鹽，我們想知道水果浸泡液與亞硝酸鹽標準液需要反應多久之後，才能讓抑制反應完全，反應時間對亞硝酸鹽標準液吸光值的影響又是如何，所以進行以下實驗探討。

2.方法：

- (1)參照一、(三)2.(1) (2) (3)
- (2)分別取 5ml 芭樂浸泡液及 5ml 亞硝酸鹽標準液於燒杯中，分別加入 2ml 米醋充分混合，靜置 5、10、15、20、25 分鐘後，分別加入 3 滴澱粉指示劑及 15 滴之優碘溶液，充分混合搖勻後倒入比色管，以分光光度計 454nm 測定吸光值(Abs)
- (3)重複步驟 2 至少三次，分別計算吸光值的平均值。



3.結果：

控制變因：5ml 亞硝酸鹽標準液、5ml 芭樂浸泡液、3 滴澱粉液、2ml 米醋、15 滴優碘溶液

操作變因：反應時間、亞硝酸鹽濃度

應變變因：分光光度計波長454nm吸光值(Abs)

表1-4-1. 水果「反應時間」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響(重複三次平均值)

亞硝酸鹽 濃度 ppm	反應時間				
	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘	25 分鐘
0	0.057	0.090	0.110	0.117	0.150
1	0.057	0.097	0.117	0.140	0.190
5	0.107	0.113	0.133	0.133	0.177
10	0.117	0.160	0.167	0.157	0.193
20	0.147	0.200	0.177	0.183	0.210
40	0.170	0.223	0.207	0.213	0.233
80	0.183	0.260	0.240	0.243	0.253

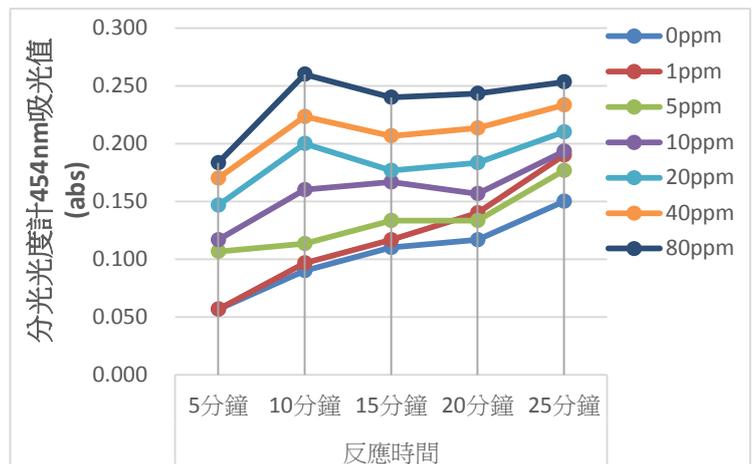


圖1-4-1.水果浸泡液「反應時間」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響

4.發現：

(1)由表 1-4-1 圖 1-4-1 發現芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應 5 分鐘後吸光值最低，反應 10 分鐘後吸光值最高。反應 15 分鐘後吸光值開始降低，反應 20 分鐘及 25 分鐘後吸光值則變化不大。

(2)由圖 1-4-1 發現芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應 5 分鐘後的吸光值範圍介於

0.05~0.20 之間，反應 10 分鐘後的吸光值範圍介於

0.05~0.30 之間。反應 15 分鐘及 20 分鐘後的吸光值範圍介於 0.10~0.25 之間，反應 25 分鐘後的吸光值範圍則介於 0.15~0.25 之間。

(3)由圖 1-4-2 發現芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應 5、10、15、20、25 分鐘之後，以分光光度計檢測，吸光值的變化趨勢是依亞硝酸鹽濃度逐漸增加而增加。反應 10 分鐘後，各濃度之間的吸光值變化較明顯且有規律。亞硝酸鹽濃度 20ppm 之後的吸光值差異逐漸變小。

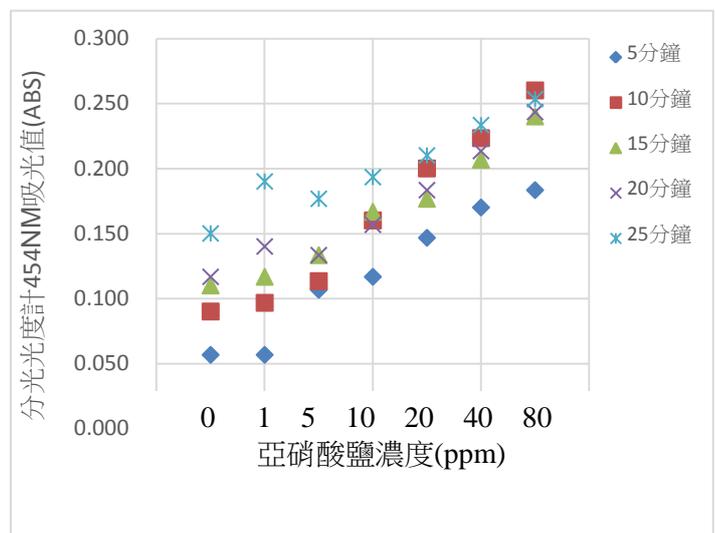


圖 1-4-2.不同反應時間之亞硝酸鹽標準液濃度與吸光值的關係

5.討論：

(1)由以上結果得知芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應 10 分鐘後的吸光值最高，10 分鐘之後的吸光值開始降低。反應 10 分鐘後的吸光值範圍介於 0.05~0.30 之間，差異最大，變化最明顯，各濃度之間的吸光值變化也較有規律。

(2)不管時間多寡，芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值變化多數依照濃度越高，吸光值也越高的變化趨勢進行，但濃度越高，吸光值差異越不明顯。

(3)接下來的實驗加入芭樂浸泡液、亞硝酸鹽標準液及米醋之後，反應 10 分鐘。

(五)探討運用優碘檢測亞硝酸鹽的「最適濃度區間」。

1.想法：從上面實驗得知，亞硝酸鹽濃度20ppm之後的吸光值差異逐漸變小，而原

先設定的濃度範圍也是依照亞硝酸鹽快速檢測試紙的檢測範圍。若把亞硝酸鹽濃度之間的差異間距減少，或許可以找出用優碘檢測亞硝酸鹽的最適濃度區間。

2.方法：

(1)取200mg亞硝酸鈉加蒸餾水稀釋至1330ml，配置成100ppm之亞硝酸鹽標準液。再分別取0ml、5ml、10ml、15ml、20ml、25ml、30ml、35ml、40ml、45ml、50ml、55ml、60ml、65ml、70ml、75ml、80ml稀釋到100ml，配置成濃度0ppm、5ppm、10ppm、15ppm、20ppm、25ppm、30ppm、35ppm、40ppm、45ppm、50ppm、55ppm、60ppm、65ppm、70ppm、75ppm、80ppm的亞硝酸鹽標準液。

(2)參照一、(三)2.(2) (3)

(3)分別取5ml芭樂浸泡液及5ml亞硝酸鹽標準液於燒杯中，再分別加入2ml米醋混合靜置10分鐘之後，分別加入3滴澱粉指示劑及15滴之優碘溶液，充分混合搖勻後倒入比色管中，以分光光度計454nm測定吸光值(Abs)。



(4)重複步驟 3 至少三次，分別計算吸光值的平均值。

3.結果：

控制變因：5ml 亞硝酸鹽標準液、5ml 芭樂浸泡液、3 滴澱粉液、2ml 米醋、15 滴優碘溶液、反應時間 10 分鐘

操作變因：亞硝酸鹽濃度

應變變因：分光光度計波長454nm吸光值(Abs)

表1-5-1. 優碘檢測「芭樂浸泡液」與「不同濃度亞硝酸鹽標準液」反應後「吸光值」的變化

亞硝酸鹽濃度 (ppm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
重複一	0.08	0.12	0.17	0.19	0.21	0.2	0.22	0.21	0.23	0.22	0.23	0.22	0.21	0.2	0.19	0.22	0.25
重複二	0.1	0.11	0.15	0.18	0.19	0.21	0.21	0.22	0.21	0.23	0.24	0.23	0.2	0.2	0.21	0.23	0.25
重複三	0.09	0.11	0.16	0.17	0.2	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.22	0.22	0.19	0.21	0.24	0.26
平均值	0.090	0.113	0.160	0.18	0.200	0.21	0.217	0.22	0.223	0.23	0.237	0.223	0.210	0.197	0.203	0.23	0.253

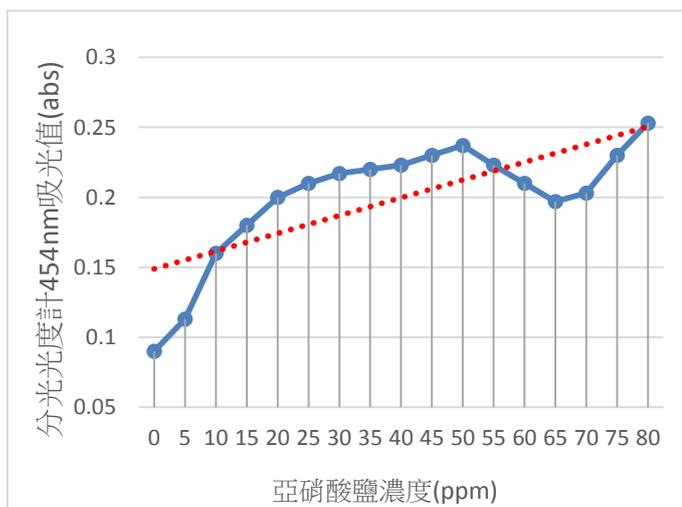


圖1-5-1. 優碘檢測「芭樂浸泡液」與「亞硝酸鹽標準液」(0~80ppm)吸光值的變化

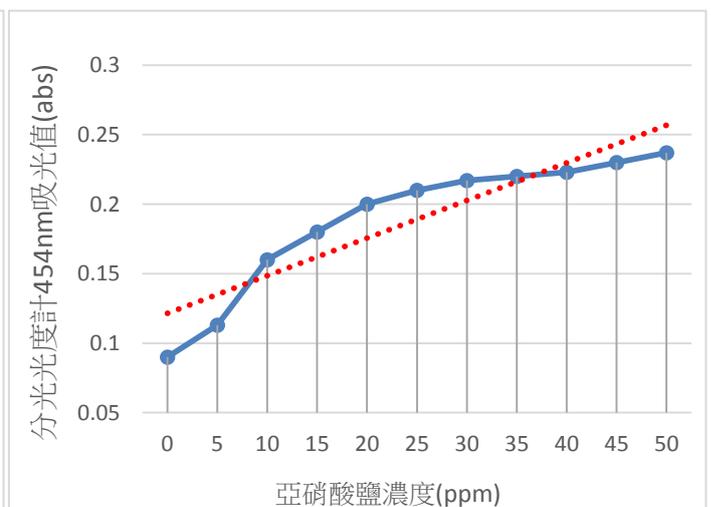


圖1-5-2 優碘檢測「芭樂浸泡液」與「亞硝酸鹽標準液」(0~50ppm)吸光值的變化

4.發現：

- (1)由表 1-5-1 及圖 1-5-1 可以發現亞硝酸鹽濃度 0ppm~80ppm 與芭樂浸泡液反應後的曲線變化狀況多數與直線之間的距離較遠，無法趨近於直線上。
- (2)由圖 1-5-2 可以發現亞硝酸鹽濃度 0ppm~50ppm 與芭樂浸泡液反應後的曲線變化狀況多數可趨近於直線上。

5.討論：

- (1)由以上結果得知亞硝酸鹽濃度 0ppm~50ppm 與芭樂浸泡液反應後的變色曲線較佳，隨著濃度增加，吸光值也增加，規律性佳，但亞硝酸鹽濃度超過 50ppm 之後，吸光值降低，濃度 80ppm 時又再度增加，沒有規律性。
- (2)用優碘檢測芭樂浸泡液與亞硝酸鹽反應的最適濃度區間為 0ppm~50ppm 的曲線。符合魚卵製品亞硝酸鹽的殘留量必須在 5ppm 以內及生鮮魚、肉類不得殘留的規定，表示此法適用食品殘留亞硝酸鹽的檢測。所以，接下來將以此濃度區間 0ppm~50ppm 進行研究。

(六)探討優碘檢測亞硝酸鹽標準液「吸光值變化」與「亞硝酸鹽試紙檢測結果」的差異。

1.想法：我們想知道優碘檢測芭樂浸泡液與亞硝酸鹽反應之後，使用分光光度計測得的吸光值變化，跟使用德製亞硝酸鹽快速檢測試紙檢測後的結果是否有差異，藉此確認此方法檢測亞硝酸鹽的可行性。

2.方法：

- (1)取200mg亞硝酸鈉加蒸餾水稀釋至1330ml，配置成100ppm之亞硝酸鹽標準液。再分別取0ml、5ml、10ml、15ml、20ml、25ml、30ml、35ml、40ml、45ml、50ml、稀釋到100ml，配置成濃度0ppm、5ppm、10ppm、15ppm、20ppm、25ppm、30ppm、35ppm、40ppm、45ppm、50ppm的亞硝酸鹽標準液。
- (2)參照一、(五)2.(2)
- (3)分別取 5ml 芭樂浸泡液及 5ml 亞硝酸鹽標準液於燒杯中，以亞硝酸鹽快速檢測試紙測試約 30 秒後比對色卡，再加入 2ml 米醋混合靜置 10 分鐘之後，分別加入 3 滴澱粉指示劑及 15 滴之優碘溶液，充分混合搖勻後倒入比色管中，以分光光度計 454nm 測定吸光值(Abs)。
- (4)重複步驟 3 至少三次，分別計算吸光值的平均值。

3.結果：

表 1-6-1 亞硝酸鹽試紙檢測與分光光度計檢測之差異

亞硝酸鹽試紙測試結果		分光光度計波長 454nm 測定吸光值(Abs)的呈色									
亞硝酸鹽濃度(ppm)	分光光度計波長 454nm 吸光值(Abs)										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
重複 1	0.08	0.12	0.17	0.19	0.21	0.2	0.22	0.21	0.23	0.22	0.23
重複 2	0.1	0.11	0.15	0.18	0.19	0.21	0.21	0.22	0.21	0.23	0.24
重複 3	0.09	0.11	0.16	0.17	0.2	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24
平均值	0.090	0.113	0.160	0.18	0.200	0.21	0.217	0.22	0.223	0.23	0.237

4.發現：

- (1)亞硝酸鹽試紙呈色範圍為 0ppm~80 ppm，以試紙測試混合溶液，與試紙色卡比對後可以符合相對應的濃度。
- (2)亞硝酸鹽濃度 0~40ppm 之間，試紙呈色變化比較明顯，濃度 40~50ppm

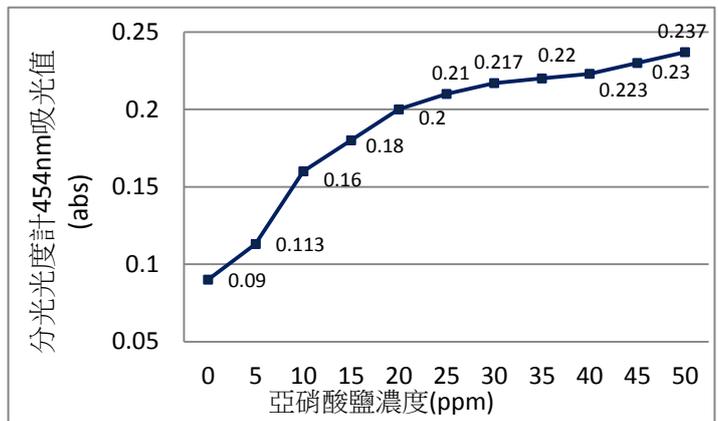


圖1-6-1. 優碘檢測「亞硝酸鹽標準液」(0~50ppm)以優碘檢測芭樂浸泡液與

亞硝酸鹽標準液反應之後吸光值的曲線變化，依亞硝酸鹽濃度逐漸增加而增加，0ppm~30ppm 各濃度之間的吸光值差異較大，30ppm~50ppm 各濃度之間的吸光值差異較小。

5.討論：

- (1)運用優碘檢測芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液混合反應後的顏色及吸光值變化，可以跟快速試紙的呈色濃度相對應。表示用此法可以檢測亞硝酸鹽含量。
- (2)由於濃度較高之亞硝酸鹽在呈色變化上不易運用目測來判斷，只能看到變化趨勢，但在分光光度計的測定上仍可看出吸光值的變化。

(七)探討「RGB 值」與「優碘、亞硝酸鹽反應顏色變化」的關係。

1.想法：從前面研究得知可以用優碘、芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液混合反應後的顏色及吸光值變化檢測亞硝酸鹽，但一般家庭沒有分光光度計測量顏色變化，經討論後想試著運用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)取得 RGB 值，看看是否可以藉由反應後呈色之 RGB 值變化，對應到亞硝酸鹽標準液濃度，找出不同濃度跟呈色 RGB 值的關係，所以進行以下實驗探討。

2.方法：

- (1)參照一、(六)2.(1)(2)
- (2)參照一、(五)2.(3)
- (3)把反應後各濃度混合液放在相同位置，以照度計檢測光照度，保持相同光源，分別在距離混合液6cm、12cm、18cm位置，使用同支手機進行拍攝並開啟手機色彩分析APP—On Color Measure(顏色探測器)取得RGB值
- (4)把完成反應之各濃度混合液放在相同位置，以照度計檢測光照度，保持相同光源，分別在距離混合液6cm、12cm、18cm的位置，同時用手機手電筒打光及(3)步驟同一支手機進行拍攝並開啟手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)取得RGB值。
- (5)重複步驟 2~4 至少三次，計算吸光值的平均值並紀錄RGB值進行分析。



3.結果：

控制變因：5ml 亞硝酸鹽標準液、5ml 芭樂浸泡液、3 滴澱粉液、2ml 米醋、15 滴優碘溶液、反應時間 10 分鐘、照度計、拍攝距離、拍攝位置及光源、

手機手電筒、手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)。

操作變因：亞硝酸鹽濃度、拍攝距離、打光不打光

應變變因：分光光度計波長 454nm 吸光值(Abs)、RGB 值。

表 1-7-1 不同濃度亞硝酸鹽吸光值與不同拍照距離呈色之「RGB」值 (重複三次平均值)

亞硝酸鹽濃度 (ppm)	454nm 吸光值 (Abs)	不打光									打光								
		拍照距離 6 cm 照度 445 lux			拍照距離 12cm 照度 562 lux			拍照距離 18cm 照度 581 lux			拍照距離 6 cm 照度 645 lux			拍照距離 12cm 照度 1095 lux			拍照距離 18cm 照度 1015 lux		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0	0.090	198	193	197	178	166	167	162	138	151	199	201	204	164	154	162	163	151	156
5	0.113	177	166	185	154	138	154	134	110	124	182	185	197	145	135	142	143	128	150
10	0.160	148	147	158	126	117	126	106	87	117	169	183	215	121	119	134	127	120	147
15	0.180	140	144	156	120	108	125	94	85	112	158	174	212	115	109	138	110	105	135
20	0.200	130	140	154	105	96	123	87	84	109	145	155	205	109	103	140	90	85	114
25	0.210	126	132	154	95	86	119	80	76	99	142	154	203	106	101	142	84	82	112
30	0.217	124	128	152	91	72	113	69	64	92	138	155	201	101	101	144	79	79	112
35	0.220	121	126	150	87	73	106	67	58	90	130	153	201	97	99	125	77	76	110
40	0.223	116	125	146	83	73	101	67	53	89	125	152	200	94	94	113	74	74	109
45	0.230	98	113	146	79	70	99	65	55	88	118	138	186	90	86	107	69	70	102
50	0.237	86	99	147	73	68	100	64	59	88	103	95	144	85	80	101	66	65	97

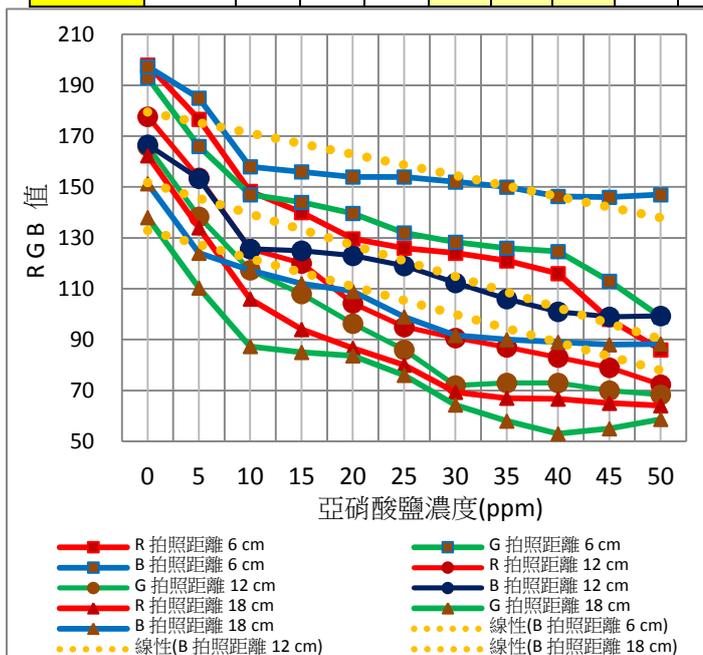


圖 1-7-1.亞硝酸鹽不同拍照距離呈色之 RGB 值 (不打光)

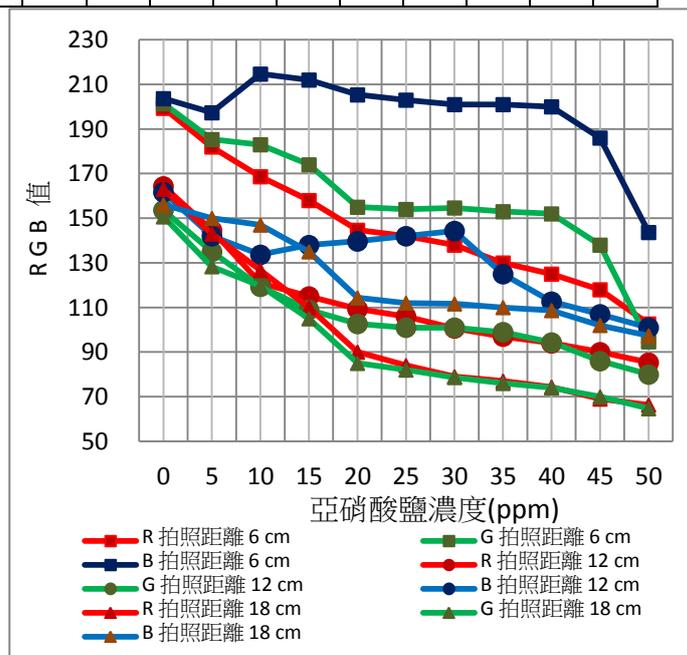


圖 1-7-2 亞硝酸鹽不同拍照距離呈色之 RGB 值 (打光)

4.發現：

(1)從表 1-7-1 及圖 1-7-1、圖 1-7-2 發現：亞硝酸鹽標準液經過與優碘溶液反應後，在手機拍照距離檢液 6cm、12cm、18cm 時，呈色 RGB 值變化大多依亞硝酸鹽的濃度增加而降低，不打光的呈色 RGB 值變化規律優於打光。打光後的 RGB 值大多數都增加了！

(2)在不打光的狀況下，比較呈色的 RGB 值，手機拍照距離 6cm > 12cm > 18cm。在打光的狀況下，比較呈色的 RGB 值，多數依照手機拍照距離 6cm > 12cm > 18cm 的規律，但在 10ppm 時，R 值及 B 值的規律為 6cm > 18cm > 12cm。

5.討論：

- (1)不管拍照距離如何，亞硝酸鹽標準液呈色的 RGB 值變化大多依濃度增加而降低的規律，不打光的呈色 RGB 值變化規律優於打光時的值。打光後的 RGB 值大多數都增加了！
- (2)不管是否打光，比較呈色的 RGB 值，手機拍照距離 $6\text{cm} > 12\text{cm} > 18\text{cm}$ 。
- (3)因為不打光的呈色 RGB 值變化規律優於打光，亞硝酸鹽的顏色變化以藍色為主，所以將不打光的 B 值拉直線進行比較分析(圖 1-7-1)，發現各濃度在拍照距離 12cm 時多點趨近於直線。
- (4)由結果顯示：運用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)在不打光、照度 562 lux、拍照距離 12cm 的情況下取得 RGB 值，可以初步量化亞硝酸鹽含量。完成檢測後，只要對照空白值(0ppm)及檢測值的差值(如右表)就可以了解亞硝酸鹽的含量。

亞硝酸鹽 濃度 (ppm)	空白值與樣品值 差值		
	R	G	B
5	24	28	13
10	52	49	41
15	58	58	42
20	73	70	44
25	83	80	48
30	87	94	54
35	91	93	61
40	95	93	66
45	99	96	68
50	105	98	67

(八)探討「物聯網—光敏電阻」與「優碘、亞硝酸鹽反應顏色變化」的關係。

1.想法：從前面研究得知用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)取得 RGB 值可以初步量化亞硝酸鹽含量。因為亞硝酸鹽的顏色變化主要是藍色系，這個顏色的遮光效果還不錯，所以我們想試試看是否可以運用 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻，感測顏色變化後的光強度，再對應到亞硝酸鹽標準液濃度，找出不同濃度跟 Webduino Smart 板上光敏電阻偵測值的關係，所以進行以下實驗探討。

2.方法：

- (1)參照一、(七)2.(1)(2)
- (2)電腦開啟 WEBDUINO 網頁 (<https://webduino.io/>)，登入後開啟撰寫好的光敏電阻偵測程式。在固定位置使用 LED 燈具開啟固定光源，保持相同光源(光敏電阻偵測值 94)，另用照度計檢測紀錄光照度(1074 lux)。
- (3)把完成反應之各濃度混合液倒入透明塑膠小杯(服藥用有刻度藥杯)至10ml位置，再放置於光敏電阻上的固定位置(使用積木製作簡單的固定器)，偵測並記錄光敏電阻感測值。

- (4)重複步驟1~3至少三次，計算吸光值的平均值並紀錄光敏電阻感測值進行分析



3.結果：

控制變因：5ml 亞硝酸鹽標準液、5ml 芭樂浸泡液、3 滴澱粉液、2ml 米醋、15 滴優碘溶液、反應時間 10 分鐘、10ml 反應完成之混合液、照度計、固定偵測位置及光源、LED 桌燈、Webduino Smart 板。

操作變因：亞硝酸鹽濃度

應變變因：分光光度計波長 454nm 吸光值(Abs)、光敏電阻感測值。

表 1-8-1.優碘檢測亞硝酸鹽標準液的「光敏電阻感測值」及「空白值與樣品值之差值」

亞硝酸鹽濃度(ppm)	454nm 吸光值 (Abs)	光敏電阻感測值 (重複一)	空白值與樣品值之差值 (重複一)	光敏電阻感測值 (重複二)	空白值與樣品值之差值 (重複二)	光敏電阻感測值 (重複三)	空白值與樣品值之差值 (重複三)	空白值與樣品值之差值 (平均值)
0	0.090	98	0	96	0	95	0	0
5	0.113	93	5	91	5	91	4	5
10	0.160	81	17	76	18	78	17	17
15	0.180	76	22	73	21	73	22	22
20	0.200	72	26	69	27	68	27	27
25	0.210	71	27	69	28	67	28	28
30	0.217	70	28	67	29	66	29	29
35	0.220	68	30	65	31	64	31	31
40	0.223	65	33	63	33	63	32	33
45	0.230	64	34	63	33	61	34	34
50	0.237	63	35	61	35	61	34	35

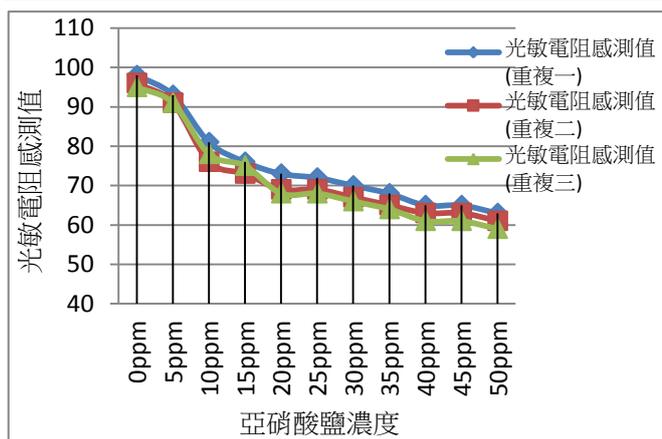


圖 1-8-1.亞硝酸鹽標準液各濃度與「光敏電阻感測值」的關係

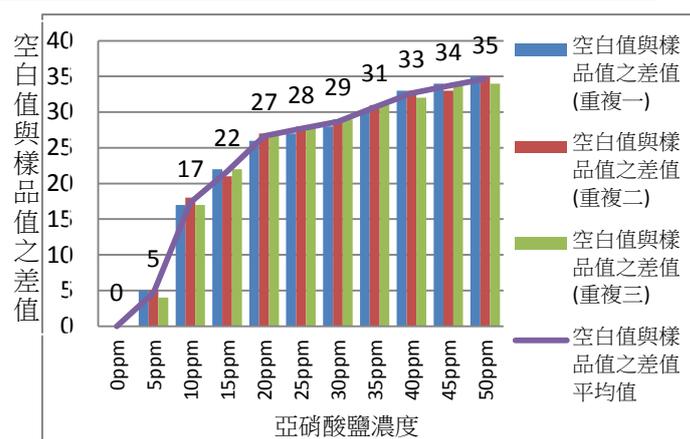


圖 1-8-2.亞硝酸鹽標準液「空白值與樣品值之差值」重複三次分布狀況

4.發現：

- (1)由表 1-8-1 及圖 1-8-1 可以發現亞硝酸鹽濃度 0ppm 時，光敏電阻感測值最高，亞硝酸鹽濃度 50ppm 時，光敏電阻感測值最低，感測值範圍介於 50~100 之間，0ppm 檢測三次感測值有差異，以目測方式觀察色彩變化時，也有深淺差異。
- (2)由表 1-8-1 及圖 1-8-2 可以發現將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值，重複三次後，各濃度間的差值接近，濃度越高，差值越大。
- (3)亞硝酸鹽濃度 20ppm 之後各濃度的光敏電阻值差異小。

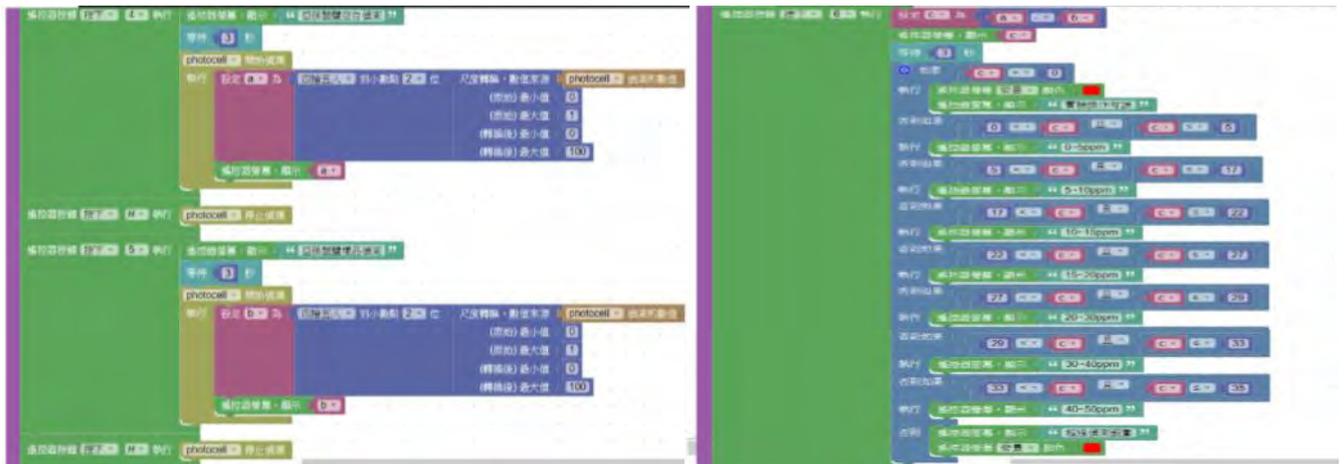
5.討論：

- (1)亞硝酸鹽濃度 0ppm 時，光敏電阻感測值最高，濃度 50ppm 時，光敏電阻感測值最低，光敏電阻感測值依濃度變化呈現規律，濃度越高感測值越低，與空白值(0ppm)的差值也越大。以目測顏色來說則是濃度越高顏色越深。表示可以藉由光敏電阻的感光顏色深淺變化對照標準品濃度來檢測亞硝酸鹽含量。

(2)因為每次檢測 0ppm 的光敏電阻感測值都有差異，每批檢測各濃度的感測值也有差異，目測相同濃度的顏色深淺也都不同，如果將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值，重複三次後，各濃度之間差值接近，表示以其差值平均值的範圍，可以對照亞硝酸鹽的濃度。

亞硝酸鹽含量(ppm)	光敏電阻差值平均值範圍
0~5	0~5
5~10	6~17
10~15	18~22
15~20	23~27
20~30	28~29
30~40	30~33
40~50	34~35

(3)將找到的差值關係(如右表)寫入檢測程式中(如下圖)，可以讓電腦快速進行分析比對，並直接顯示於螢幕上，讓消費者進行檢測後立即看到結果。



(4)由結果顯示：利用 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻偵測顏色變化的光強度，可以推估亞硝酸鹽含量。

二、探討檢測食品添加物—過氧化氫的「DIY 簡易方法」

(一) 探討「優碘量」對過氧化氫標準液「吸光值」的影響。

1.想法：依據文獻得知只要將 0.5g 澱粉及 0.5g 碘化鉀溶於 100ml 水中配成 0.5%試劑，即可滴入檢液中觀察顏色變化，了解是否含過氧化氫。我們想要知道運用優碘藥水代替碘化鉀的可行性，也想知道優碘量如何影響過氧化氫標準液的吸光值，所以進行以下實驗探討。

2.方法：

(1)取35%過氧化氫水溶液1ml加水稀釋到350ml，取20ml稀釋到200ml，配置成100ppm之過氧化氫標準液。先依照快速檢測試紙濃度(0、0.5、2、10、25)ppm配置過氧化氫標準品，分別加入3滴澱粉及4滴碘溶液進行預試，發現10ppm及25ppm的吸光值差異不大。於是再分別取0ml、1ml、2ml、3ml、4ml、5ml、6ml、7ml、8ml、9ml、10ml稀釋到100ml，配置成濃度0ppm~10ppm的過氧化氫標準液。

(2)根據文獻取5ml優碘(普威隆碘藥水1%)再加入250ml水配置完成優碘溶液。取0.5g玉米澱粉加水100ml加熱煮沸靜置冷卻至室溫，配置完成澱粉指示劑

(3)分別取5ml過氧化氫標準液於試管中，再加入3滴澱粉指示劑及1、2、3、4、5、6、7、8、9、10滴之優碘溶液，充分混合搖勻後倒入比色管中，以分光光度計454nm測定吸光值(Abs)。

(4)重複步驟 3 至少三次，分別計算吸光值的平均值。



3.結果：

控制變因：5ml 過氧化氫標準液、3 滴澱粉液

操作變因：優碘量、過氧化氫濃度

應變變因：分光光度計波長454nm吸光值(Abs)

表 2-1-1. 優碘量對過氧化氫標準液「吸光值」的影響(重複三次平均值)

過氧化氫 濃度	優碘量									
	1 滴	2 滴	3 滴	4 滴	5 滴	6 滴	7 滴	8 滴	9 滴	10 滴
0ppm	0.097	0.151	0.170	0.203	0.250	0.298	0.282	0.340	0.379	0.528
1ppm	0.107	0.121	0.118	0.151	0.202	0.224	0.188	0.221	0.284	0.429
2ppm	0.099	0.113	0.115	0.130	0.185	0.170	0.165	0.206	0.242	0.381
3ppm	0.103	0.113	0.124	0.130	0.176	0.145	0.168	0.199	0.223	0.290
4ppm	0.102	0.113	0.131	0.147	0.157	0.150	0.152	0.186	0.213	0.250
5ppm	0.103	0.111	0.127	0.136	0.139	0.132	0.171	0.197	0.210	0.221
6ppm	0.102	0.109	0.120	0.135	0.154	0.145	0.163	0.174	0.205	0.175
7ppm	0.098	0.104	0.118	0.133	0.138	0.140	0.142	0.172	0.196	0.174
8ppm	0.096	0.106	0.132	0.114	0.135	0.135	0.148	0.169	0.203	0.211
9ppm	0.102	0.111	0.120	0.125	0.134	0.128	0.146	0.168	0.193	0.208
10ppm	0.097	0.105	0.109	0.105	0.110	0.111	0.128	0.150	0.162	0.198

4.發現：

(1)由圖 2-1-1 可以發現優碘量 1 滴~4 滴時的吸光值最低，各濃度之間的差異小，沒有規律。優碘量 5 滴~9 滴時的吸光值較高，各濃度之間的差異稍大，但濃度在 2ppm 之後的差異變小，沒有規律。優碘量 10 滴時的過氧化氫吸光值最高，各濃度間的差異大，但濃度在 6ppm 後的吸光值開始變高，9ppm 後吸光值又變低，沒有規律。

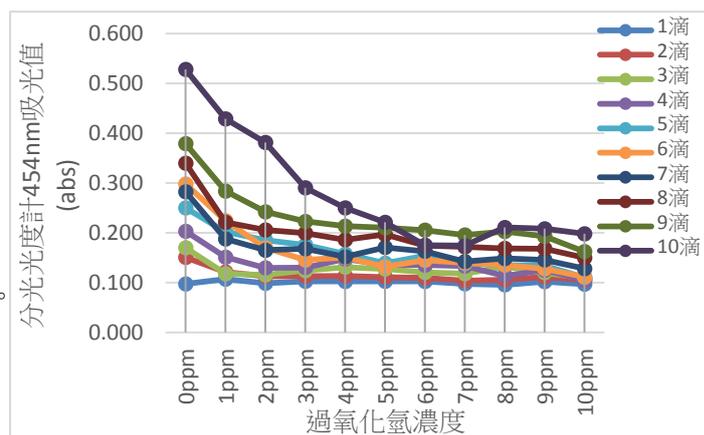


圖 2-1-1. 優碘量對過氧化氫標準液「吸光值」的變化

(2)由表 2-1-1 及圖 2-1-1 可以發現 1 滴~4 滴時的過氧化氫吸光值範圍介於 0.10~0.20 之間；5 滴~8 滴時的過氧化氫吸光值範圍介於 0.10~0.35 之間；9 滴時的過氧化氫吸光值範圍介於 0.15~0.40 之間；10 滴時的過氧化氫吸光值範圍介於 0.10~0.55 之間，各濃度之間吸光值變化差異最大。

5.討論：

- (1)由以上結果得知優碘量越高，過氧化氫的吸光值越高，具有吸光值變化的規律性，表示可以使用優碘溶液取代碘化鉀試劑進行反應，但過氧化氫濃度增加之後的吸光值差異逐漸變小。
- (2)因為優碘量 10 滴時的過氧化氫吸光值範圍最大，各濃度間差異也最大，在濃度 6ppm 之前具規律性，所以接下來實驗都以優碘量 10 滴進行研究。

(二) 探討運用優碘檢測過氧化氫的「最適濃度區間」。

1.想法：從上面實驗得知，過氧化氫濃度6ppm之後的吸光值差異逐漸變小，而且

沒有規律性。若刪除過氧化氫濃度6ppm之後的數據，再進行分析，或許可以找出用優碘檢測過氧化氫的最適濃度區間。

2.方法：

- (1)參照二、(一)2.方法：(1)(2)
- (2)分別取5ml過氧化氫標準液於試管中，再加入3滴澱粉指示劑及10滴之優碘溶液，充分混合搖勻後倒入比色管中，以分光光度計454nm測定吸光值(Abs)。



- (3)重複步驟 2 至少三次，分別計算吸光值的平均值。

3.結果：

控制變因：5ml 過氧化氫標準液、3 滴澱粉液、10 滴優碘量(相當於 1ml)

操作變因：過氧化氫濃度

應變變因：分光光度計波長 454nm 吸光值(Abs)

表2-2-1.優碘與「過氧化氫標準液」的「吸光值」變化

過氧化氫濃度(ppm)	重複一	重複二	重複三	平均值
0	0.528	0.531	0.525	0.528
1	0.429	0.432	0.425	0.429
2	0.378	0.384	0.382	0.381
3	0.290	0.287	0.294	0.290
4	0.246	0.250	0.254	0.250
5	0.225	0.218	0.220	0.221
6	0.178	0.172	0.175	0.175
7	0.173	0.172	0.176	0.174
8	0.215	0.210	0.207	0.211
9	0.209	0.205	0.210	0.208
10	0.202	0.197	0.195	0.198

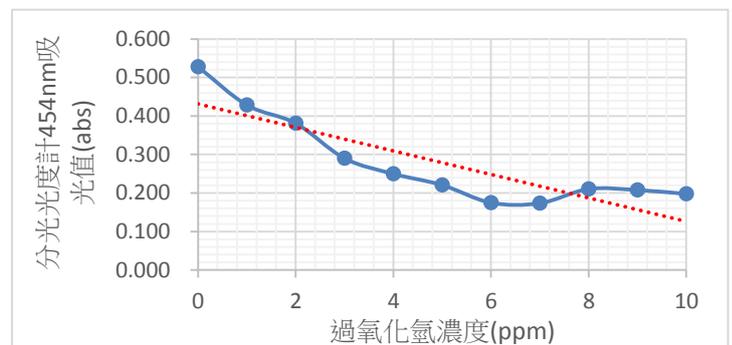


圖 2-2-1. 優碘與「過氧化氫標準液」(0~10ppm)吸光值的變化

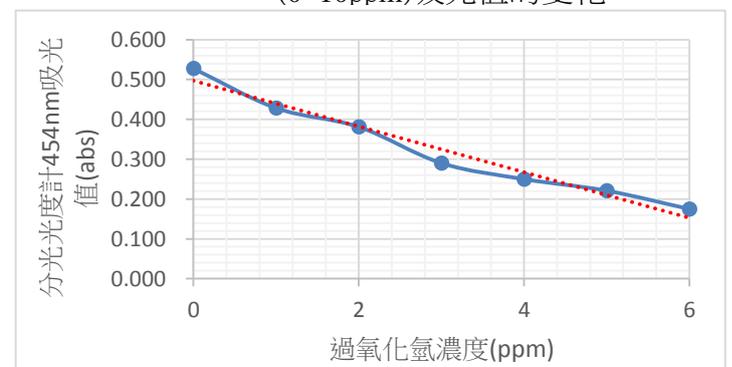


圖 2-2-2. 優碘與「過氧化氫標準液」(0~6ppm)吸光值的變化

4.發現：

- (1)由表 2-2--1 圖 2-2-1 發現過氧化氫濃度 0ppm~10ppm 反應後曲線變化狀況多點無法趨近於直線上。

- (2)由圖 2-2-2 發現過氧化氫濃度 0ppm~6ppm 曲線變化狀況多點可趨近於直線上。

5.討論：

- (1)由以上結果得知過氧化氫濃度 0ppm、1ppm、2ppm、3ppm、4ppm、5ppm、6ppm 與優碘反應後的變色曲線較佳，隨著濃度增加，吸光值降低，規律性佳，但過氧化氫濃度超過 6ppm 之後，吸光值增加，濃度 8ppm 時又降低，沒有規律。
- (2)由結果顯示與優碘反應的過氧化氫最適濃度區間為 0ppm~6ppm 的曲線。符合食品中不得殘留的規定，表示這檢測方法適用食品殘留過氧化氫的檢測。所以，接下來的實驗都以此濃度區間進行研究。

(三) 探討優碘檢測過氧化氫標準液「吸光值變化」與「過氧化氫試紙檢測結果」的差異。

1.想法：我們想知道優碘與過氧化氫反應之後，使用分光光度計測得的吸光值變化，跟德製過氧化氫快速檢測試紙檢測的結果是否有差異，藉此確認此方法檢測過氧化氫的可行性。

2.方法：

(1)取35%過氧化氫水溶液1ml加水稀釋到350ml，取20ml稀釋到200ml，配置成100ppm過氧化氫標準液。再分別取0ml、1ml、2ml、3ml、4ml、5ml、6ml稀釋到100ml，配置成濃度0ppm、1ppm、2ppm、3ppm、4ppm、5ppm、6ppm的過氧化氫標準液。

(2)參照二、(一)2.(2)

(3)分別取 5ml 過氧化氫標準液於試管，以過氧化氫快速檢測試紙測試約 30 秒後比對色卡，再加入 3 滴澱粉指示劑及 10 滴之優碘溶液，充分混合搖勻後倒入比色管中，以分光光度計 454nm 測定吸光值(Abs)。

(4)重複步驟 3 至少三次，分別計算吸光值的平均值。

表 2-3-1 過氧化氫試紙檢測與分光光度計檢測之差異

3.結果：

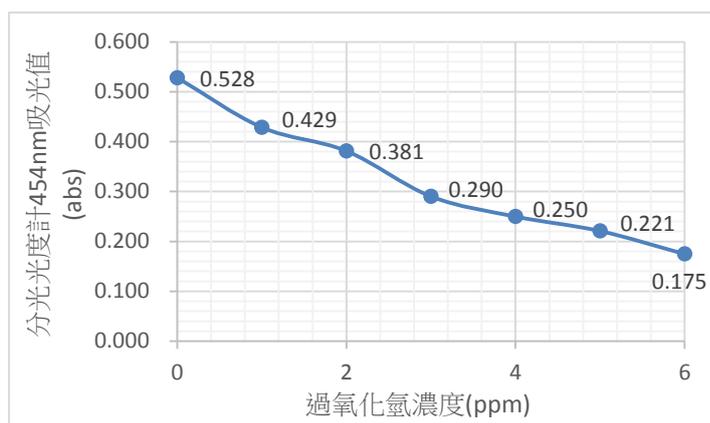


圖 2-3-1. 優碘與「過氧化氫標準液」(0~6ppm)吸光值的變化

過氧化氫濃度 (ppm)	分光光度計波長 454nm 吸光值 (Abs)			
	重複 1	重複 2	重複 3	平均
0	0.528	0.531	0.525	0.528
1	0.429	0.432	0.425	0.429
2	0.378	0.384	0.382	0.381
3	0.290	0.287	0.294	0.290
4	0.246	0.250	0.254	0.250
5	0.225	0.218	0.22	0.221
6	0.178	0.172	0.175	0.175

4.發現：

- (1)過氧化氫以試紙測試混合溶液，與試紙色卡比對後 可以符合相對應的濃度。
- (2)過氧化氫的濃度 0~5ppm 之間，試紙之呈色變化比較明顯，濃度 5~6ppm 之間的呈色變化不夠明顯。以優碘與過氧化氫標準液反應之後的吸光值的曲線變化則較有規律性，濃度越高，吸光值越低，0ppm~3ppm 各濃度之間的吸光值差異較大，3ppm~6ppm 各濃度之間的吸光值差異較小。

5.討論：

- (1)由以上結果得知運用優碘與過氧化氫標準液反應後的顏色及吸光值變化，可以跟快速試紙的呈色濃度相對應。表示用此法可以檢測過氧化氫含量。
- (2)濃度 5ppm~6ppm 之過氧化氫在試紙呈色變化上不易運用目測來判斷，只能看到變化趨勢，但在分光光度計的測定上仍可看出吸光值的變化。

(四) 探討「RGB 值」與「優碘、過氧化氫反應顏色變化」的關係。

1.想法：從前面研究得知用優碘與過氧化氫標準液反應後的顏色及吸光值變化可檢測過氧化氫含量，但一般家庭沒有分光光度計測量顏色變化，經討論後想試著用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)取得 RGB 值，看看是否可以藉由反應後呈色之 RGB 值變化，對應到過氧化氫標準液濃度，找出不同濃度跟呈色 RGB 值的關係，所以進行以下實驗探討。

2.方法：

- (1)參照二、(三)2.(1)(2)及(二)2.(2)
- (2)參照一、(七)2.(3)~ (4)
- (3)重複以上步驟至少三次，計算吸光值的平均並紀錄RGB值進行分析



3.結果：

控制變因：5ml 過氧化氫標準液、3 滴澱粉液、10 滴優碘溶液、照度計、拍攝距離、拍攝位置及光源、手機手電筒、手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)。

操作變因：過氧化氫濃度、拍攝距離、打光不打光

應變變因：分光光度計波長 454nm 吸光值(Abs)、RGB 值。

表 2-4-1 不同濃度過氧化氫吸光值與不同拍照距離呈色之「RGB」值 (重複三次平均值)

過氧化氫濃度 (ppm)	454nm 吸光值 (Abs)	不打光									打光								
		拍照距離 6 cm 照度 682 lux			拍照距離 12cm 照度 734 lux			拍照距離 18cm 照度 746lux			拍照距離 6 cm 照度 951 lux			拍照距離 12cm 照度 1489 lux			拍照距離 18cm 照度 1294 lux		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0	0.528	4	45	131	15	25	84	25	33	79	9	53	172	3	23	125	36	58	150
1	0.429	19	64	144	9	19	73	9	20	66	25	67	181	31	60	169	4	21	129
2	0.381	106	131	173	62	74	143	67	81	147	103	135	188	79	111	186	74	111	199
3	0.290	144	147	176	122	114	148	107	102	145	156	160	190	162	168	198	153	162	204
4	0.250	173	164	178	152	139	159	150	135	164	176	175	194	176	178	202	151	149	163
5	0.221	172	164	180	167	157	168	164	151	172	188	188	196	190	190	204	193	196	205
6	0.175	192	186	189	170	156	171	156	142	163	192	193	199	194	195	209	196	195	201

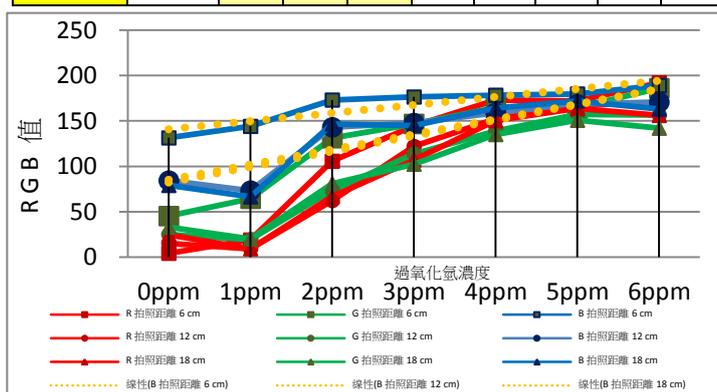


圖 2-4-1. 過氧化氫不同拍照距離呈色之 RGB 值 (不打光)

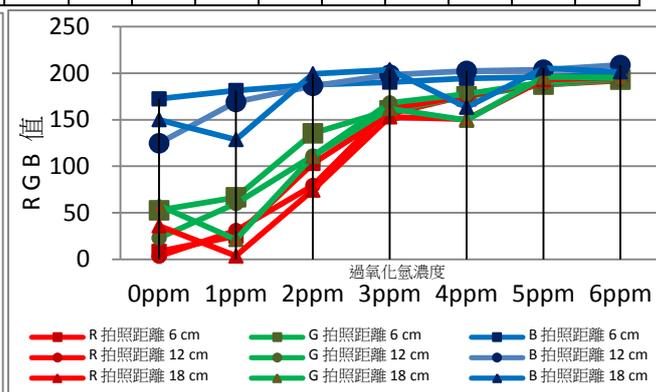


圖 2-4-2. 過氧化氫不同拍照距離呈色之 RGB 值 (打光)

4.發現：

- (1)從表 2-4-1 及圖 2-4-1、圖 2-4-2 發現：過氧化氫標準液與優碘反應後，手機拍照距離檢液 6cm、12cm、18cm 時，呈色 RGB 值變化大多依過氧化氫濃度增加而增加。不打光的 RGB 值變化規律優於打光，打光後的 RGB 值多數都增加了！
- (2)各濃度之間的差異規律較不明顯。RGB 值在濃度 0ppm~2ppm 不同距離時差

異較大，3ppm、5ppm 及 6ppm 時，不管拍照距離如何，RGB 值差異小。
 (3)在不打光的狀況下，比較呈色的 RGB 值，手機拍照距離 6cm > 12cm > 18cm。
 在打光的狀況下，則沒有規律。

5.討論：

- (1)不管拍照距離如何，過氧化氫標準液呈色的 RGB 值變化大多依濃度增加而增加的規律，不打光的呈色 RGB 值變化規律優於打光時的值。打光後的 RGB 值大多數都增加了！
- (2)不打光時，比較呈色的 RGB 值，手機拍照距離 6cm > 12cm > 18cm。RGB 值變化比較有規律，會依照拍照距離的增加而減少。
- (3)不打光的呈色 RGB 值變化規律優於打光，過氧化氫的顏色變化以藍色為主，將不打光的 B 值拉直線進行比較分析(圖 2-4-1)，發現各濃度在拍照距離 6cm 時多點趨近於直線。
- (4)由結果顯示：運用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)在不打光、照度 682 lux、拍照距離 6cm 的情況下取得 RGB 值，只要對照空白值(0ppm)及檢測值的差值(如右表)就可以初步了解過氧化氫的含量。

過氧化氫濃度 (ppm)	空白值與樣品值差值		
	R	G	B
1	15	19	13
2	102	86	42
3	140	102	45
4	169	119	47
5	168	119	49
6	188	141	58

(五)探討「物聯網—光敏電阻」與「優碘、過氧化氫反應顏色變化」的關係。

1.想法：從前面研究得知用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)取得 RGB 值可以初步檢測過氧化氫含量。因為過氧化氫的顏色變化主要是藍色系，這個顏色的遮光效果還不錯，所以我們想試試看是否可以運用 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻，感測顏色變化後的光強度，再對應到過氧化氫標準液濃度，找出不同濃度跟 Webduino Smart 板上光敏電阻偵測值的關係，所以進行以下實驗探討。



2.方法：

- (1)參照二、(三)2.(1)(2)及(二)2.(2)
- (2)參照一、(八)2.(2)
- (3)把完成反應之各濃度混合液倒入透明塑膠小杯(服藥用有刻度藥杯)至7ml位置，再放置於光敏電阻上的固定位置(使用積木製作簡單的固定器)，偵測並記錄光敏電阻感測值。
- (4)重複以上步驟至少三次，計算吸光值平均值並紀錄光敏電阻感測值進行分析

3.結果：

控制變因：5ml 過氧化氫標準液、3 滴澱粉液、10 滴優碘溶液、7ml 反應完成之溶液、照度計、偵測位置及光源、LED 桌燈、Webduino Smart 板
 操作變因：過氧化氫濃度
 應變變因：分光光度計波長 454nm 吸光值(Abs)、光敏電阻感測值。

表 2-5-1.過氧化氫標準液的「光敏電阻感測值」及「空白值與樣品值之差值」

過氧化氫濃度 (ppm)	454nm 吸光值 (Abs)	光敏電阻感測值 (重複一)	空白值與樣品值之差值 (重複一)	光敏電阻感測值 (重複二)	空白值與樣品值之差值 (重複二)	光敏電阻感測值 (重複三)	空白值與樣品值之差值 (重複三)	空白值與樣品值之差值 (平均值)
0	0.528	25	0	29	0	27	0	0
1	0.429	30	5	34	5	31	4	5
2	0.381	35	10	39	10	37	10	10
3	0.290	41	16	46	17	44	17	17
4	0.250	58	33	63	34	61	34	34
5	0.221	65	40	70	41	68	41	41
6	0.175	72	47	77	48	75	48	48

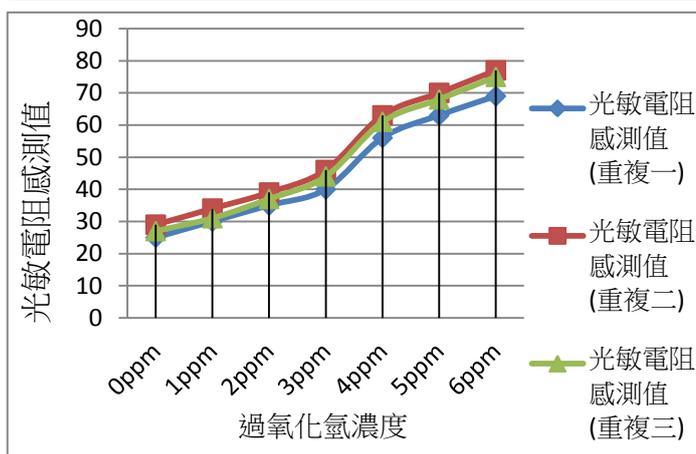


圖 2-5-1.過氧化氫標準液各濃度與「光敏電阻感測值」的關係

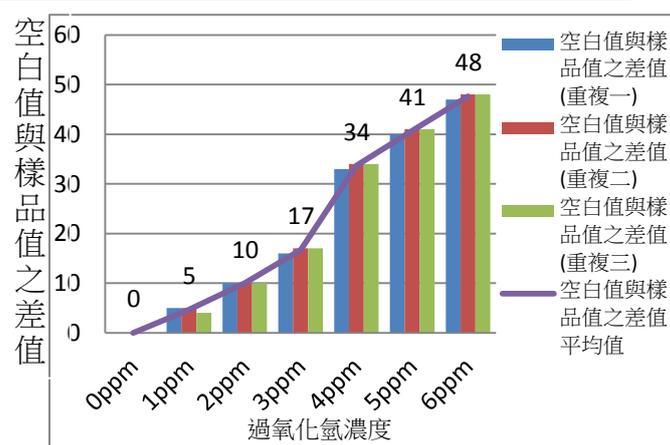


圖 2-5-2.過氧化氫標準液「空白值與樣品值之差值」重複三次分布狀況

4.發現：

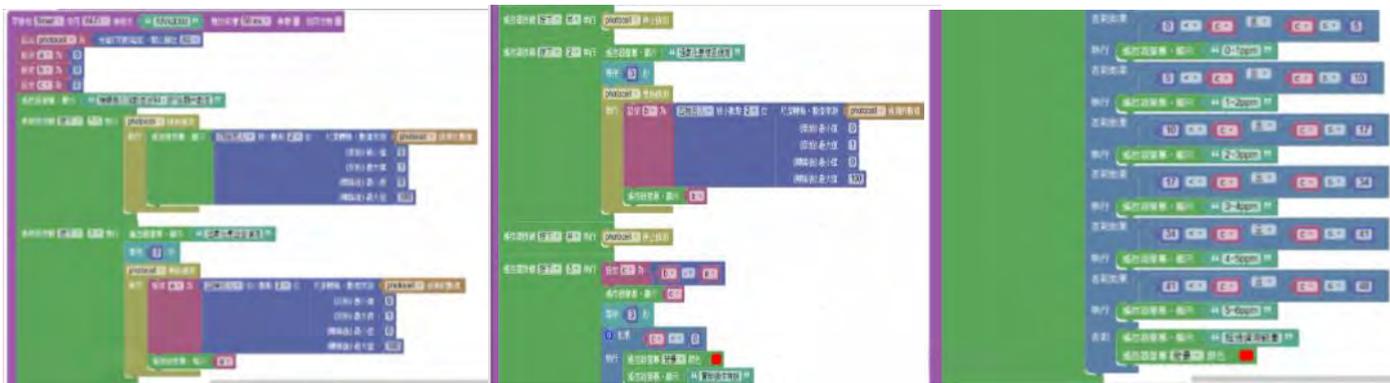
- (1)由表 2-5-1 及圖 2-5-1 可以發現過氧化氫濃度 0ppm 時，光敏電阻感測值最低，過氧化氫濃度 6ppm 時，光敏電阻感測值最高，感測值範圍介於 20~80 之間，0ppm 檢測三次的感測值有差異，以目測觀察色彩變化時，也有深淺的差異。
- (2)由表 2-5-1 及圖 2-5-2 可以發現將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值，重複三次後，各濃度之間的差值接近，濃度越高，差值越大。

5.討論：

- (1)過氧化氫濃度 0ppm 時，光敏電阻感測值最低，濃度 50ppm 時，光敏電阻感測值最高，光敏電阻感測值依濃度變化呈現規律，濃度越高感測值越高，空白值(0ppm)與各濃度間的差值也越大。以目測顏色來說則是濃度越高顏色越淺。表示可以藉由光敏電阻的感光顏色深淺變化對照標準品濃度來檢測過氧化氫含量。

過氧化氫含量(ppm)	光敏電阻差值平均值範圍
0~1	0~5
1~2	6~10
2~3	11~17
3~4	18~34
4~5	35~41
5~6	42~48

- (2)每次檢測 0ppm 的光敏電阻感測值都有差異，每批檢測各濃度的感測值也有差異，目測相同濃度的顏色深淺也都不同，如果將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值，重複三次後，各濃度之間差值接近，表示以其差值平均值的範圍，可以對照過氧化氫的濃度。
- (3)將找到的差值關係(如上表)寫入檢測程式中(如下圖)，可以讓電腦快速進行分析比對，並直接顯示於螢幕上，讓消費者進行檢測後立即看到結果。



(4)由結果顯示：利用 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻偵測顏色變化的光強度，可以推估過氧化氫含量。

三、探討檢測食品添加物—二氧化硫的「DIY 簡易方法」

(一)探討花青素檢測二氧化硫標準液「吸光值變化」與「二氧化硫試紙檢測結果」的差異。

1.想法：根據文獻了解花青素檢測二氧化硫的方法，我們想知道花青素與二氧化硫反應後，使用分光光度計測得的吸光值變化，跟使用德製二氧化硫快速檢測試紙檢測後的結果是否有差異，藉此確認此方法檢測二氧化硫的可行性。

2.方法：

- (1)取200mg亞硫酸鈉加蒸餾水稀釋至200ml，配置成1000ppm之二氧化硫標準液。再分別取0ml、4ml、8ml、12ml、16ml、20ml稀釋到100ml，配置成濃度0ppm、40ppm、80ppm、120ppm、160ppm、200ppm的二氧化硫標準液。
- (2)秤取紅鳳菜葉 40 克，浸泡於 200ml 水中，加熱煮沸一分鐘，萃取出花青素並放置冷卻至室溫。
- (3)取 5ml 萃取的花青素液及 5ml 二氧化硫標準液於試管，混合後二氧化硫濃度被稀釋成 0ppm、20ppm、40ppm、60ppm、80ppm、100ppm，分別以二氧化硫檢測試紙測試約 30 秒後比對色卡，靜置 40 分鐘後以分光光度計測定吸光值。
- (4)重複步驟 3，計算吸光值的平均值。

3.結果：

表 3-1-1 二氧化硫試紙檢測與分光光度計檢測之差異

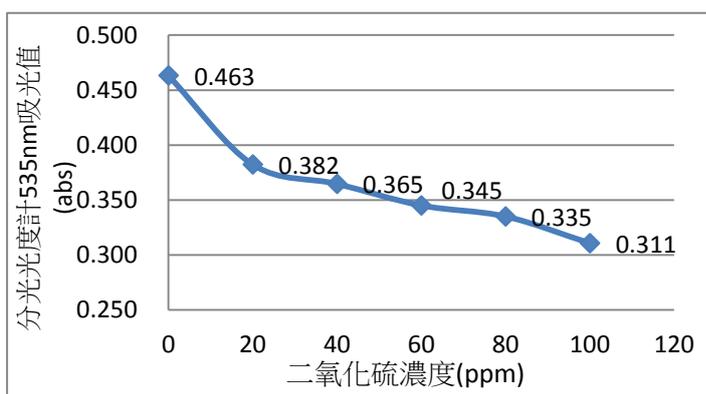


圖 3-1-1. 花青素檢測「二氧化硫標準液」(0~100ppm)吸光值的變化



二氧化硫濃度(ppm)	分光光度計波長 535nm 吸光值(Abs)			
	重複 1	重複 2	重複 3	平均
0	0.462	0.468	0.460	0.463
20	0.382	0.385	0.380	0.382
40	0.362	0.368	0.364	0.365
60	0.345	0.348	0.342	0.345
80	0.335	0.338	0.332	0.335
100	0.310	0.308	0.314	0.311

4.發現：

- (1)二氧化硫以試紙測試混合溶液，與試紙色卡比對後可以符合相對應濃度
- (2)二氧化硫的濃度越低，試紙之呈色變化越不明顯，濃度高則顏色變化較明顯。

花青素與二氧化硫標準液混合後的褪色狀況也是在濃度高時的褪色較明顯，以吸光值的曲線變化而言，則依二氧化硫濃度逐漸增加而逐漸下降。

5.討論：

- (1)由以上結果得知運用花青素與二氧化硫標準液混合後的褪色結果，可以跟試紙的呈色濃度相對應。表示用花青素可以檢測二氧化硫。
- (2)由於濃度較低之二氧化硫在呈色變化上不易運用目測來判斷，只能看到變化趨勢，但在分光光度計的測定上仍可看出吸光值的變化。

(二)探討「RGB 值」與「花青素、二氧化硫反應顏色變化」的關係。

1.想法：從前面研究得知用花青素與二氧化硫標準液反應後的顏色及吸光值變化可檢測二氧化硫，但一般家庭沒有分光光度計測量顏色的變化，經討論後想試著用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)取得 RGB 值，看看是否可以藉由反應後呈色之 RGB 值變化，對應到二氧化硫標準液濃度，找出不同濃度跟呈色 RGB 值的關係，所以進行以下實驗探討。

2.方法：

- (1)參照三、(一)2.(1) (2)(3)
- (2)參照一、(七)2.(3) (4)
- (3)重複以上步驟至少三次，計算吸光值平均值並紀錄RGB值進行分析



3.結果：

控制變因：5ml 花青素萃取液、5ml 過氧化氫標準液、照度計、拍攝距離、拍攝位置及光源、手機手電筒、手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)。

操作變因：二氧化硫濃度、拍攝距離、打光不打光

應變變因：分光光度計波長 535nm 吸光值(Abs)、RGB 值。

表 3-2-1 二氧化硫吸光值與不同拍照距離呈色之「RGB」值 (重複三次平均值)

二氧化硫濃度 (ppm)	535nm 吸光值 (Abs)	不打光									打光								
		拍照距離 6 cm 照度 792 lux			拍照距離 12cm 照度 901 lux			拍照距離 18cm 照度 930 lux			拍照距離 6 cm 照度 999 lux			拍照距離 12cm 照度 1307 lux			拍照距離 18cm 照度 1347 lux		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0	0.463	151	57	148	144	44	135	110	28	109	165	84	200	165	75	194	141	57	165
20	0.382	151	74	147	137	54	125	121	47	123	163	109	191	168	109	196	144	78	165
40	0.365	155	91	156	149	68	137	122	52	120	160	104	183	169	116	194	131	74	151
60	0.345	153	82	146	141	59	125	120	53	115	152	99	174	166	113	192	148	91	167
80	0.335	154	91	148	137	64	123	108	43	101	153	114	176	165	122	187	150	97	170
100	0.311	153	96	143	140	72	125	121	63	116	154	122	181	163	136	194	145	101	165

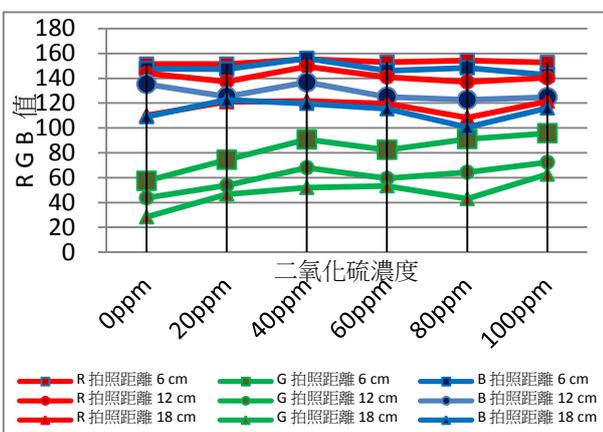


圖 3-2-1. 二氧化硫不同拍照距離呈色之 RGB 值 (不打光)

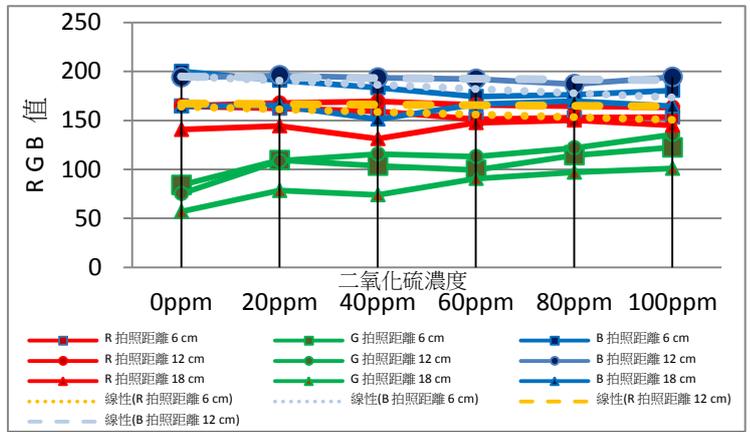


圖 3-2-2. 二氧化硫不同拍照距離呈色之 RGB 值 (打光)

4.發現：

- (1)從表 3-2-1 及圖 3-2-1、圖 3-2-2 發現：二氧化硫標準液與花青素反應完全後，手機拍照距離檢液 6cm、12cm、18cm 時，各濃度之間 RGB 值差異不明顯，沒有規律。打光的 RGB 值變化規律優於不打光，打光後的 RGB 值多數都增加了！
- (2)在打光的狀況下，比較呈色的 RGB 值，多數依照手機拍照距離 12cm > 6cm > 18cm 的規律。RGB 值在拍照距離 6cm 及 12cm 時的差異小。

5.討論：

- (1)不管拍照距離如何，二氧化硫標準液呈色 RGB 值變化沒有明顯的規律，打光的呈色 RGB 值變化規律優於不打光時的值。打光後 RGB 值多數都增加了！
- (2)打光時，比較呈色的 RGB 值，手機拍照距離 12cm > 6cm > 18cm。RGB 值在拍照距離 6cm 及 12cm 時的差異小。
- (3)因為打光的呈色 RGB 值變化規律優於不打光，二氧化硫的顏色變化以藍色及紅色為主，所以將打光的 R 值及 B 值拉直線進行比較分析(圖 3-2-2)，發現各濃度在拍照距離 6cm 及 12cm 時多點趨近於直線，但 6cm 時各濃度間的差異較有規律。
- (4)由結果顯示：運用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)在打光、照度 999 lux、拍照距離 6cm 的情況下取得 RGB 值，只要對照空白值(0ppm)及檢測值的差值(如上表)，可以初步量化二氧化硫。

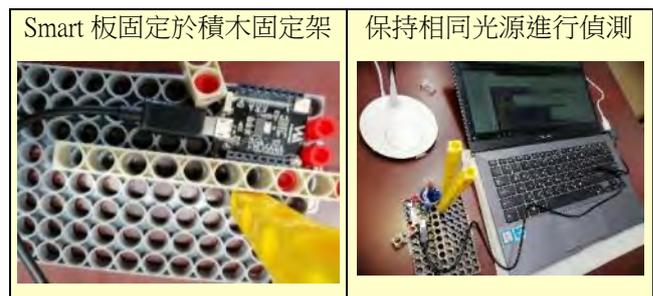
二氧化硫濃度 (ppm)	空白值與樣品值差值		
	R	G	B
20	2	25	9
40	5	20	17
60	13	15	26
80	12	30	24
100	11	38	19

(三)探討「物聯網—光敏電阻」與「花青素、二氧化硫反應顏色變化」的關係。

- 1.想法：從前面研究得知用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)取得 RGB 值可以初步量化花青素與二氧化硫標準液後的顏色變化狀況，藉此檢測二氧化硫含量。因為二氧化硫的顏色變化主要是藍紫色系，這個顏色的遮光效果還不錯，所以我們想試試看是否可以運用 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻，感測顏色變化後的光強度，再對應到二氧化硫標準液濃度，找出不同濃度跟 Webduino Smart 板上光敏電阻偵測值的關係，所以進行以下實驗探討。

2.方法：

- (1)參照三、(一)2.(1) (2)(3)
- (2)參照一、(八)2.(2)
- (3)把完成反應之各濃度混合液倒入透明塑膠小杯(服藥用有刻度藥杯)至10ml位置，再放置於光敏電阻上的固定位置(使用積木製作簡單的固定器)，偵測並記錄光敏電阻感測值。



- (4)重複以上步驟至少三次，計算吸光值平均值並紀錄光敏電阻感測值進行分析

3.結果：

- 控制變因：5ml 二氧化硫標準液+5ml 花青素萃取液(10ml 反應完成之溶液)、照度計、偵測位置及光源、LED 桌燈、Webduino Smart 板
- 操作變因：二氧化硫濃度
- 應變變因：分光光度計波長 535nm 吸光值(Abs)、光敏電阻感測值。

表 3-3-1 花青素與二氧化硫標準液的「光敏電阻感測值」及「空白值與樣品值之差值」

二氧化硫濃度 (ppm)	535nm 吸光值 (Abs)	光敏電阻感測值 (重複一)	空白值與樣品值之差值 (重複一)	光敏電阻感測值 (重複二)	空白值與樣品值之差值 (重複二)	光敏電阻感測值 (重複三)	空白值與樣品值之差值 (重複三)	空白值與樣品值之差值 (平均值)
0	0.463	65	0	61	0	59	0	0
20	0.382	68	3	64	3	62	3	3
40	0.365	71	6	66	5	65	6	6
60	0.345	73	8	68	7	67	8	8
80	0.335	77	12	73	12	70	11	12
100	0.311	79	14	75	14	72	13	14

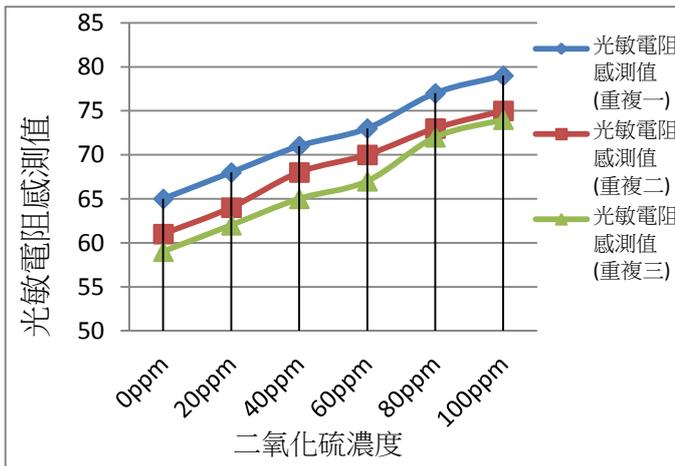


圖 3-3-1. 花青素、二氧化硫標準液反應後與「光敏電阻感測值」的關係

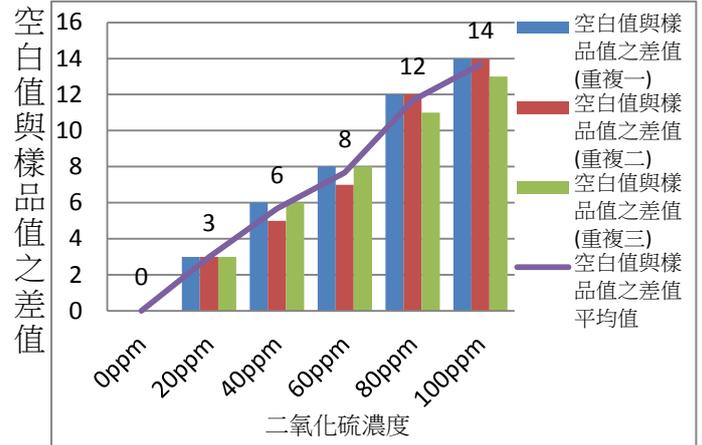


圖 3-3-2. 二氧化硫標準液「空白值與樣品值之差值」重複三次分布狀況

4. 發現：

- (1) 由表 3-3-1 及圖 3-3-1 可以發現二氧化硫濃度 0ppm 時，光敏電阻感測值最低，二氧化硫濃度 100ppm 時，光敏電阻感測值最高，感測值範圍介於 55~80 之間，0ppm 檢測三次的感測值有差異，以目測觀察色彩變化時，也有深淺的差異。
- (2) 由表 3-3-1 及圖 3-3-2 可以發現將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值，重複三次後，各濃度之間的差值接近，濃度越高，差值越大。

5. 討論：

- (1) 二氧化硫濃度 0ppm 時，光敏電阻感測值最低，濃度 100ppm 時，光敏電阻感測值最高，光敏電阻感測值依濃度變化呈現規律，濃度越高感測值越高，與空白值(0ppm)的差值也越大。以目測顏色來說則是濃度越高顏色越淺。表示可以藉由光敏電阻的感光顏色深淺變化對照標準品濃度來檢測二氧化硫含量。
- (2) 因為每次檢測 0ppm 的光敏電阻感測值都有差異，每批檢測各濃度的感測值也有差異，目測相同濃度的顏色深淺也都不同，如果將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值，重複三次後，各濃度之間差值接近，表示以其差值平均值的範圍，可以對照二氧化硫的濃度。
- (3) 將找到的差值關係(如上表)寫入檢測程式中(如下圖)，經電腦快速進行分析比對，並直接顯示於螢幕上，讓消費者進行檢測後立即看到結果。

二氧化硫含量(ppm)	光敏電阻差值平均值範圍
0~20	0~3
20~40	4~6
40~60	7~8
60~80	9~12
80~100	13~14



(4)由結果顯示：利用 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻偵測顏色變化的光強度，可以推估二氧化硫含量。

四、探討「DIY 簡易方法」檢測食物中食品添加物殘留量的可行性。

(一)想法：我們想了解「DIY 簡易方法」實際檢測食物中食品添加物是否可行，於是進行以下實驗。

(二)方法：

1.樣品處理：

- (1)秤取樣品—臘肉、隔夜菜及香腸 25 克，浸泡於 100ml 水中攪拌均勻並以濾紙過濾，再以快速試紙測試確認濃度。5ml 樣品+5ml 芭樂浸泡液 +2ml 米醋，反應 10 分鐘後加入 3 滴玉米澱粉液及 15 滴優碘溶液。
- (2)秤取樣品—豆干 5 克，浸泡於 100ml 水中攪拌均勻並以濾紙過濾，再以快速試紙測試確認濃度。5ml 樣品+3 滴玉米澱粉液+10 滴優碘溶液。
- (3)秤取樣品—蝦皮及金針各 5 克，浸泡於 50ml 水中攪拌均勻並以濾紙過濾，再以快速試紙測試確認濃度。5ml 樣品+5ml 花青素，混合後放置約 40 分鐘。



- 2.開啟手機軟體 On Color Measure(顏色探測器)測定 RGB 值(使用手機軟體 Lux Light Meter 校正 1.7x 可取代照度計)。再開啟檢測程式，使用 Webduino Smart 板上的光敏電阻偵測光強度，讓電腦進行比對及分析。



(三)結果：

Lux Light Meter

表4-1 食物之食品添加物含量檢測結果

檢測食品添加物	樣品	試紙呈色 ppm	RGB 值分析									光敏電阻感光值				
			空白值			樣品值			差值			濃度 ppm	空白值	樣品值	差值	濃度 ppm
			R	G	B	R	G	B	R	G	B					
亞硝酸鹽	臘肉	0	179	165	166	170	162	161	9	3	5	0	97	96	1	0~5
	隔夜菜	0	179	166	165	169	160	162	10	6	3	0	96	94	2	0~5
	香腸	5	178	166	166	153	136	151	25	30	15	≒5	97	90	7	5~10
過氧化氫	豆干	0	5	46	133	6	48	133	1	2	0	0	27	29	2	0~1
二氧化硫	蝦皮	0	166	83	201	165	85	194	1	2	7	0	64	63	1	0~20
	金針	80	169	87	188	182	120	164	13	33	24	≒80	63	76	13	80~100

(四)發現：

- 1.六項食物分別用手機 APP 及物聯網的光敏電阻感測器檢測食品添加物，香腸含微量亞硝酸鹽 5ppm，金針含二氧化硫 80ppm，其他食物皆未測出食品添加物殘留量，而且跟試紙比對之後的結果一致。

(五)討論：

- 1.因為目前食安問題受到重視，多數業者依法添加食品添加物並留意殘留量問題，所以，六項受測食物中之香腸及金針有微量的添加物且其殘留量符合限量標準。
- 2.因為與試紙比對結果一致，所以運用手機 RGB 分析 APP 及 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻可以檢測食物中食品添加物殘留量。

陸.結論：

研究一 探討檢測食品添加物—亞硝酸鹽的「DIY 簡易方法」：

- 一、在『「米醋量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響』實驗中，得知：
 - (一) 米醋量 2ml 時，反應即可完全，而且吸光值隨著亞硝酸鹽的濃度增加而變高。
- 二、在『「水果種類」與「水果重量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響』實驗中，得知：
 - (一) 奇異果浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值較高，芭樂浸泡液在亞硝酸鹽標準液各濃度間的差異性及規律性較優。為避免混濁干擾，使用芭樂浸泡液較佳。
 - (二) 10g 芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值較高，濃度間差異大也有規律，超過 10g 之後不會讓反應的吸光值增加。
- 三、在『「優碘量」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響』實驗中，得知：
 - (一) 優碘量越高，亞硝酸鹽的吸光值越高，且具有變化的規律性，表示可以使用優碘取代碘溶液進行反應。優碘量 15 滴時的吸光值範圍最大，各濃度間差異也最大。
- 四、在『「水果」「反應時間」對亞硝酸鹽標準液「吸光值」的影響』實驗中，得知：
 - (一) 芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應 10 分鐘後的吸光值最高，10 分鐘後的吸光值範圍介於 0.05~0.30 之間，差異最大，變化明顯，各濃度間吸光值變化也較有規律。
 - (二) 不管時間多寡，芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液反應後的吸光值變化多數依照濃度越高，吸光值也越高的變化趨勢進行，但濃度越高，吸光值差異越不明顯。
- 五、在『「運用優碘檢測亞硝酸鹽的「最適濃度區間」』實驗中，得知：
 - (一) 優碘檢測芭樂浸泡液與亞硝酸鹽反應的最適濃度區間為 0ppm~50ppm 的曲線。符合魚卵製品檢驗亞硝酸鹽的殘留量必須在 5ppm 以內及生鮮魚、肉類不得殘留的規定，表示這檢測方法適用食品殘留亞硝酸鹽的檢測。
- 六、在『「優碘檢測亞硝酸鹽標準液「吸光值變化」與「亞硝酸鹽試紙檢測結果」的差異』實驗中，得知：
 - (一) 運用優碘與芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液混合反應後的顏色及吸光值變化，可以跟快速試紙的呈色濃度相對應，表示用此法可以檢測亞硝酸鹽含量。
 - (二) 濃度較高之亞硝酸鹽在呈色變化上不易運用目測來判斷，只能看到變化趨勢，但在分光光度計的測定上仍可看出吸光值的變化。
- 七、在『「RGB 值」與「優碘、亞硝酸鹽反應顏色變化」的關係』實驗中，得知：
 - (一) 亞硝酸鹽標準液呈色 RGB 值變化大多依濃度增加而降低的規律，RGB 值隨著手機拍照距離增加而降低。運用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)在不打光、照度 562 lux、拍照距離 12cm 的情況下取得 RGB 值，只要對照空白值(0ppm)及檢測值的差值(如下表)可以初步量化亞硝酸鹽含量。

亞硝酸鹽濃度 (ppm)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
空白值與樣品值差值	R	24	52	58	73	83	87	91	95	99	105
	G	28	49	58	70	80	94	93	93	96	98
	B	13	41	42	44	48	54	61	66	68	67

- 八、在『「物聯網—光敏電阻」與「優碘、亞硝酸鹽反應顏色變化」的關係』實驗中，得知：
 - (一) 亞硝酸鹽濃度越高光敏電阻感測值越低，目測顏色則是濃度越高顏色越深。表示可藉由光敏電阻感光顏色深淺變化對照標準品濃度來檢測亞硝酸鹽含量。

(二) 將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值，可以根據差值平均值範圍對照亞硝酸鹽的濃度。將找到的差值關係(如右表)寫入物聯網檢測程式中，可以讓電腦快速進行分析比對，並直接顯示於螢幕上，讓消費者進行檢測後可以立即看到結果。

亞硝酸鹽含量 (ppm)	光敏電阻差值平均值範圍
0~5	0~5
5~10	6~17
10~15	18~22
15~20	23~27
20~30	28~29
30~40	30~33
40~50	34~35

研究二 探討檢測食品添加物—過氧化氫的「DIY 簡易方法」:

一、在『「優碘量」對過氧化氫標準液「吸光值」的影響』實驗中，得知：

(一)優碘量越高，過氧化氫的吸光值越高，具有吸光值變化的規律性，但過氧化氫濃度增加之後的吸光值差異逐漸變小。

(二)優碘量 10 滴時的過氧化氫吸光值範圍最大，各濃度間差異也最大，在濃度 6ppm 之前具規律性。

二、在『運用優碘檢測過氧化氫的「最適濃度區間」』實驗中，得知：

(一)用優碘與過氧化氫反應的最適濃度區間為 0ppm~6ppm 的曲線，隨著濃度增加，吸光值降低，規律性佳，符合食品中不得殘留的規定，表示這檢測方法適用食品殘留過氧化氫的檢測。

三、在『優碘檢測過氧化氫標準液「吸光值變化」與「過氧化氫試紙檢測結果」的差異』實驗中，得知：

(一)運用優碘與過氧化氫標準液反應後的顏色及吸光值變化，可以跟快速試紙的呈色濃度相對應。濃度 5ppm~6ppm 之過氧化氫在試紙呈色變化上不易運用目測來判斷，只能看到變化趨勢，但在分光光度計的測定上仍可看出吸光值的變化。

四、在『「RGB 值」與「優碘、過氧化氫反應顏色變化」的關係』實驗中，得知：

(一) 過氧化氫標準液呈色的 RGB 值變化大多依濃度增加而增加的規律，RGB 值會依照拍照距離的增加而減少。運用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)在不打光、照度 682 lux、拍照距離 6cm 的情況下取得 RGB 值，只要對照空白值(0ppm)及檢測值的差值(如右表)，可以初步檢測過氧化氫含量。

過氧化氫濃度 (ppm)		1	2	3	4	5	6
空白值與樣品值差值	R	15	102	140	169	168	188
	G	19	86	102	119	119	141
	B	13	42	45	47	49	58

五、在『「物聯網—光敏電阻」與「優碘、過氧化氫反應顏色變化」的關係』實驗中，得知：

(一)光敏電阻感測值依濃度變化呈現規律，濃度越高感測值越高，以目測顏色來說則是濃度越高顏色越淺。表示可以藉由光敏電阻的感光顏色深淺變化對照標準品濃度來檢測過氧化氫含量。

(二)將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值，可以根據差值平均值範圍對照過氧化氫的濃度。將找到的差值關係(如右表)寫入物聯網檢測程式中，可以讓電腦快速進行分析比對，並直接顯示於螢幕上，讓消費者進行檢測後立即看到結果。

過氧化氫含量 (ppm)	光敏電阻差值平均值範圍
0~1	0~5
1~2	6~10
2~3	11~17
3~4	18~34
4~5	35~41
5~6	42~48

研究三 探討檢測食品添加物—二氧化硫的「DIY 簡易方法」：

一、在『花青素檢測二氧化硫標準液「吸光值變化」與「二氧化硫試紙檢測結果」的差異』實驗中，得知：

(一)運用花青素與二氧化硫標準液混合後的褪色結果，可以跟試紙的呈色濃度相對應。濃度較低之二氧化硫在呈色變化上不易運用目測來判斷，只能看到變化趨勢，但在分光光度計的測定上仍可看出吸光值的變化。

二、在『「RGB 值」與「花青素、二氧化硫反應顏色變化」的關係』實驗中，得知：

(一)二氧化硫標準液呈色的 RGB 值變化沒有明顯的規律，打光的呈色 RGB 值變化規律優於不打光時的值。運用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)在打光、照度 999 lux、拍照距離 6cm 的情況下取得 RGB 值，只要對照空白值(0ppm)及檢測值的差值(如右表)，可以初步量化二氧化硫含量。

二氧化硫濃度 (ppm)	空白值與樣品值差值		
	R	G	B
20	2	25	9
40	5	20	17
60	13	15	26
80	12	30	24
100	11	38	19

三、在『「物聯網—光敏電阻」與「花青素、二氧化硫反應顏色變化」的關係』實驗中，得知：

(一)光敏電阻感測值依濃度變化呈現規律，濃度越高感測值越高，以目測顏色來說則是濃度越高顏色越淺。表示可以藉由光敏電阻的感光顏色深淺變化對照標準品濃度來檢測二氧化硫含量。

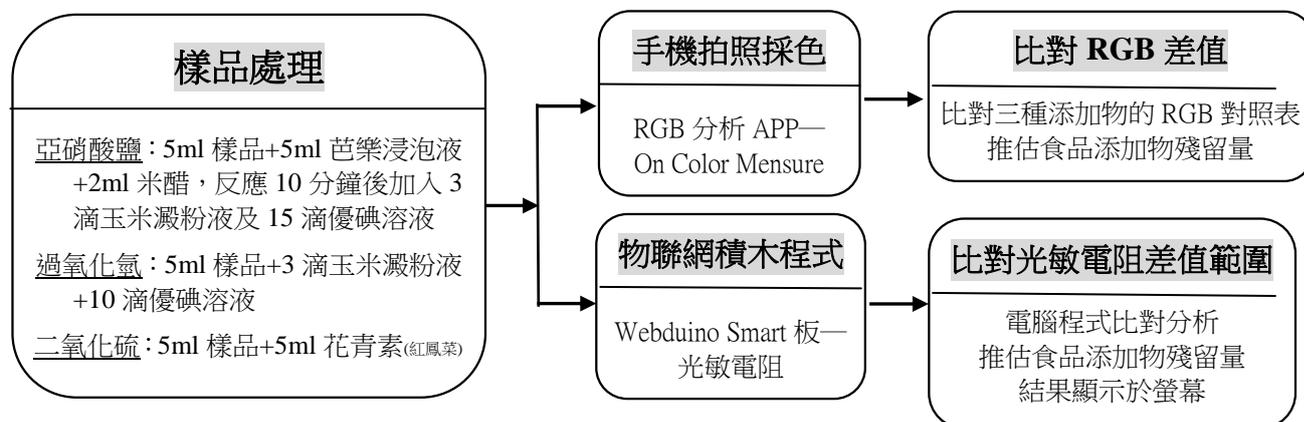
(二)將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值，可以根據差值平均值範圍對照二氧化硫的濃度。將找到的差值關係(如右表)寫入物聯網檢測程式中，可讓電腦快速進行分析比對，並直接顯示於螢幕上，讓消費者進行檢測後立即看到結果。

二氧化硫含量 (ppm)	光敏電阻差值平均值範圍
0~20	0~3
20~40	4~6
40~60	7~8
60~80	9~12
80~100	13~14

研究四 探討「DIY 簡易方法」檢測食物中食品添加物殘留量的可行性

一、以「DIY 簡易方法」實際進行食物的檢測，發現檢測結果與試紙比對結果一致，所以運用手機 RGB 分析 APP 及 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻可以檢測食物中食品添加物殘留量。

二、檢測食品添加物 DIY 流程圖：



柒.未來展望：

本研究運用日常生活容易取得的物品結合手機及網路科技進行食品添加物(亞硝酸鹽、過氧化氫、二氧化硫)的檢測。不管是運用手機色彩分析 APP 測定 RGB 值，進行食品添加物初步的定量，還是撰寫程式搭配 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻，都可以讓一般民眾自己在家 DIY，檢測食物中食品添加物的殘留量，這些簡易的方法是值得推廣的。

捌.參考資料：

- 一、南一自然和生活科技學習領域國小課程研發中心（2018）。國小自然和生活科技五年級。水溶液的性質。台南：南一書局企業股份有限公司。
- 二、第五十二屆中小學科展作品(2012)。毒硝抓了沒- 肉品中的亞硝酸鹽含量檢測。民 107 年 11 月 12 日，取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/Article.aspx?a=41&lang=1>
- 三、第五十七屆中小學科展作品(2017)。當SO2 遇見花青素與APP。民107年11月12日，取自<https://twsf.ntsec.gov.tw/Article.aspx?a=41&lang=1>
- 四、食品添加物規格檢驗方法（2013）。民 107 年 11 月 1 日，取自衛生福利部食品衛生管理署 <https://www.fda.gov.tw/TC/site.aspx?sid=42>。
- 五、陳祖望、陳建添、楊欣琳（2015）。以螢光探針作為過氧化氫與漂白水之微量檢測。民 107 年 11 月 22 日，取自 <https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-2/2015/pdf/030003.pdf>
- 六、莊婕(2016)。維生素 C 對亞硝酸鹽之抑制反應。民 107 年 11 月 12 日，取自 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2016/11/2016111422052217.pdf>
- 七、林中英(2014)。食品簡易檢測法。民 107 年 10 月 12 日，取自 <https://www.facebook.com/notes/%E6%9E%97%E6%9D%B0%E6%A8%91/%E9%A3%9F%E5%93%81%E7%B0%A1%E6%98%93%E6%AA%A2%E6%B8%AC%E6%B3%95/687018511321552/>
- 八、十大解亞硝酸鹽最夠力水果，超強的！（2015）。民 107 年 10 月 21 日，取自 <https://www.fooding.com.tw/article-content.php?aid=103369>

【評語】 082918

本作品探討簡易測量食品添加物(亞硝酸鹽、過氧化氫和二氧化硫)含量的方法，結合手機色彩 RGB 分析應用程式功能，透過一系列的檢測流程測試，確認簡易檢測方法的可行性，預期能應用於日常生活中。從研究結果中可歸納出一般用量的建議，作為標準化的參考值，以利於推廣。

表 1-5-1. 優碘檢測「芭樂浸泡液」與「不同濃度亞硝酸鹽標準液」反應後「吸光值」的變化

Table with 13 columns (Concentration) and 4 rows (Repeats). Shows absorbance values for different concentrations of nitrite standard liquid.

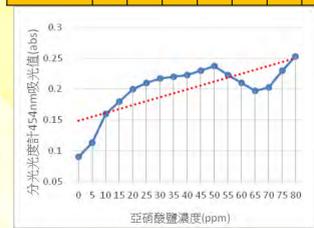


圖 1-5-1. 優碘檢測「芭樂浸泡液」與「亞硝酸鹽標準液」(0-80ppm)吸光值的變化

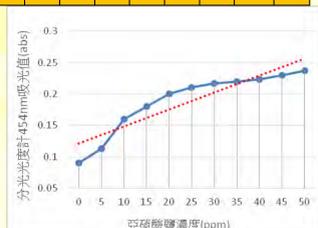


圖 1-5-2. 優碘檢測「芭樂浸泡液」與「亞硝酸鹽標準液」(0-50ppm)吸光值的變化

(六)探討優碘檢測亞硝酸鹽標準液「吸光值變化」與「亞硝酸鹽試紙檢測結果」的差異

- 1. 想法: 我們想知道優碘檢測芭樂浸泡液與亞硝酸鹽反應之後, 使用分光光度計測得的吸光值變化, 跟使用德製亞硝酸鹽快速檢測試紙檢測後的結果是否有差異, 藉此確認此方法檢測亞硝酸鹽的可行性。
2. 方法: 請參說明書。 3. 結果: 表 1-6-1. 圖 1-6-1
4. 討論: 運用優碘檢測芭樂浸泡液與亞硝酸鹽標準液混合反應後的顏色及吸光值變化, 可以跟快速試紙的呈色濃度相對應。表示用此法可以檢測亞硝酸鹽含量。由於濃度較高之亞硝酸鹽在呈色變化上不易運用目測來判斷, 只能看到變化趨勢, 但在分光光度計的測定上仍可看出吸光值的變化。

表 1-6-1 亞硝酸鹽試紙檢測與分光光度計檢測之差異

Table comparing nitrite test paper results with spectrophotometer results (Abs) for concentrations 0-50 ppm.

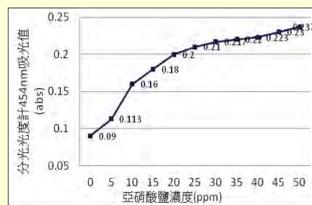


圖 1-6-1. 優碘檢測「亞硝酸鹽標準液」(0-50ppm)吸光值變化



(七)探討「RGB 值」與「優碘、亞硝酸鹽反應顏色變化」的關係

- 1. 想法: 一般家庭沒有分光光度計測量顏色變化, 經討論後想試著運用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)取得 RGB 值, 看看是否可以藉由反應後呈色之 RGB 值變化, 對應到亞硝酸鹽標準液濃度, 找出不同濃度跟呈色 RGB 值的關係。
2. 方法: 請參說明書。 3. 結果: 表 1-7-1. 圖 1-7-1 圖 1-7-2

表 1-7-1 不同濃度亞硝酸鹽吸光值與不同拍照距離呈色之「RGB 值」(重複三次平均值)

Table with columns for concentration, lighting conditions, and RGB values for R, G, B.

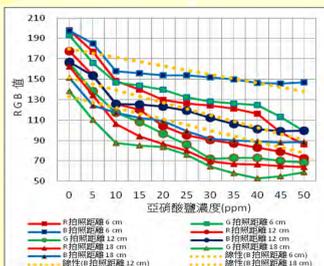


圖 1-7-1. 亞硝酸鹽不同拍照距離呈色之 RGB 值 (不打光)

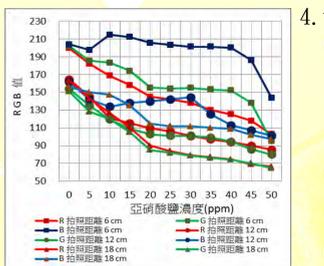


圖 1-7-2. 亞硝酸鹽不同拍照距離呈色之 RGB 值 (打光)

- 4. 討論:
(1) 亞硝酸鹽標準液呈色的 RGB 值變化大多依濃度增加而降低的規律, 不打光的呈色 RGB 值變化規律優於打光時的值。打光後的 RGB 值大多數都增加了! 拍照距離越小, RGB 值越大。
(2) 亞硝酸鹽的顏色變化以藍色為主, 所以將不打的 B 值拉直線進行比較分析發現各濃度在拍照距離 12cm 時多點趨近於直線。
(3) 由結果顯示: 運用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)在不打光、照度 562 lux、拍照距離 12cm 的情況下取得 RGB 值, 可以初步量化亞硝酸鹽含量。完成檢測後, 只要對照空白值(0ppm)及檢測值的差值(如右表)就可以了解亞硝酸鹽的含量。

Table showing the difference between blank and sample values for RGB channels (R, G, B) at 50 ppm.

(八)探討「物聯網—光敏電阻」與「優碘、亞硝酸鹽反應顏色變化」的關係

- 1. 想法: 亞硝酸鹽的顏色變化是藍色系, 顏色的遮光效果還不錯, 我們想試試看是否可以運用 Webduino Smart 板(物聯網開發板)上的光敏電阻, 感測顏色變化後的光強度, 再對應到亞硝酸鹽標準液濃度, 找出不同濃度跟光敏電阻偵測值的關係。
2. 方法: 請參說明書。 3. 結果: 表 1-8-1. 圖 1-8-1 圖 1-8-2

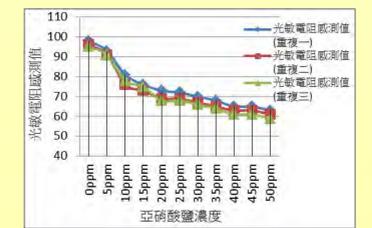


圖 1-8-1. 亞硝酸鹽標準液各濃度與「光敏電阻感測值」的關係



圖 1-8-2. 亞硝酸鹽標準液「空白值與樣品值之差值」重複三次分布狀況

表 1-8-1. 優碘檢測亞硝酸鹽標準液的「光敏電阻感測值」及「空白值與樣品值之差值」

Table with columns for concentration, absorbance, light sensor resistance, and difference values.

二、探討檢測食品添加物—過氧化氫的「DIY 簡易方法」

(一)探討「優碘量」對過氧化氫標準液「吸光值」的影響

- 1. 想法: 將 0.5g 澱粉及 0.5g 碘化鉀溶於 100ml 水中配成 0.5% 試劑, 即可滴入檢液中觀察顏色變化, 了解是否含過氧化氫。我們想知道運用優碘藥水代替碘化鉀的可行性, 以及優碘量如何影響過氧化氫標準液吸光值。
2. 方法: 請參說明書。 3. 結果: 表 2-1-1. 圖 2-1-1

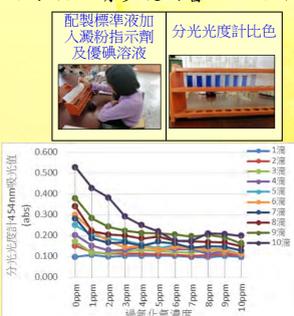


圖 2-1-1. 優碘量對過氧化氫標準液「吸光值」的變化

Table showing absorbance values for different iodine concentrations (0-10 drops) across various hydrogen peroxide concentrations.

表 2-1-1. 優碘量對過氧化氫標準液「吸光值」的影響(重複三次平均值)

(二)探討運用優碘檢測過氧化氫的「最適濃度區間」

- 1. 想法: 從實驗得知過氧化氫濃度 6ppm 之後的吸光值差異逐漸變小, 而且沒有規律性。若刪除過氧化氫濃度 6ppm 之後數據, 再進行分析, 或許可以找出用優碘檢測過氧化氫的最適濃度區間。
2. 方法: 請參說明書。 3. 結果: 表 2-2-1 圖 2-2-1 圖 2-2-2

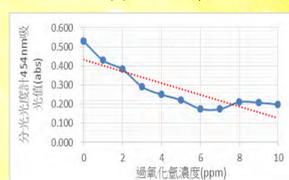


圖 2-2-1. 優碘與「過氧化氫標準液」(0-10ppm)吸光值的變化

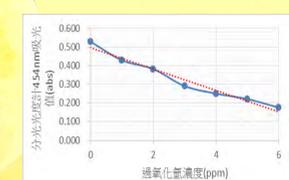


圖 2-2-2. 優碘與「過氧化氫標準液」(0-6ppm)吸光值的變化

表 2-2-1. 優碘與「過氧化氫標準液」的「吸光值」變化

Table showing absorbance values for different iodine concentrations and hydrogen peroxide concentrations.

(三)探討優碘檢測過氧化氫標準液「吸光值變化」與「過氧化氫試紙檢測結果」的差異

- 1. 想法: 我們想知道使用分光光度計測得優碘與過氧化氫反應的吸光值變化, 跟德製過氧化氫檢測試紙檢測結果是否有差異, 藉此確認此方法檢測過氧化氫可行性。
2. 方法: 請參說明書。 3. 結果: 表 2-3-1. 圖 2-3-1

表 2-3-1 過氧化氫試紙檢測與分光光度計檢測之差異

Table comparing test paper results with spectrophotometer results for hydrogen peroxide concentrations 0-6 ppm.

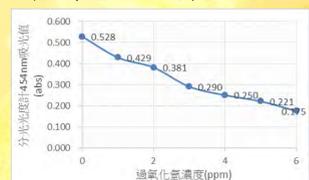


圖 2-3-1. 優碘與「過氧化氫標準液」(0-6ppm)吸光值的變化

(四)探討「RGB 值」與「優碘、過氧化氫反應顏色變化」的關係

- 1. 想法: 想試著用手機色彩分析 APP—On Color Measure(顏色探測器)取得 RGB 值, 看看是否可以藉由反應後呈色之 RGB 值變化, 對應過氧化氫標準液濃度, 找出不同濃度跟呈色 RGB 值關係。
2. 方法: 請參說明書。 3. 結果: 表 2-4-1. 圖 2-4-1 圖 2-4-2

表 2-4-1 不同濃度過氧化氫吸光值與不同拍照距離呈色之 RGB 值 (重複三次平均值)

Table with columns for concentration, lighting conditions, and RGB values for R, G, B.

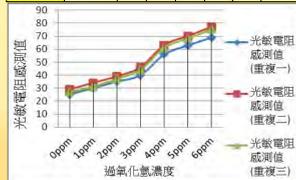


圖 2-4-1. 過氧化氫不同拍照距離呈色之 RGB 值 (不打光)

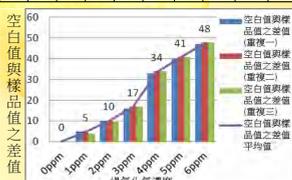


圖 2-4-2. 過氧化氫標準液「空白值與樣品值之差值」重複三次分布狀況

表 2-4-1 不同濃度過氧化氫吸光值與不同拍照距離呈色之 RGB 值 (重複三次平均值)

Table showing the difference between blank and sample values for RGB channels.

Table showing light sensor resistance values for different hydrogen peroxide concentrations.

(五)探討「物聯網—光敏電阻」與「優碘、過氧化氫反應顏色變化」的關係

- 1. 想法: 過氧化氫的顏色變化主要是藍色系, 這個顏色的遮光效果佳, 所以我們想試試看是否可以運用物聯網開發板 Webduino Smart 板上的光敏電阻, 感測顏色變化後的光強度, 再對應到過氧化氫標準液濃度, 找出不同濃度跟 Webduino Smart 板上光敏電阻偵測值關係。
2. 方法: 請參說明書。 3. 結果: 表 2-5-1. 圖 2-5-1

Table showing light sensor resistance difference values for different hydrogen peroxide concentrations.

- 4. 討論:
(1) 光敏電阻感測值依濃度變化呈現規律, 濃度越高感測值越高, 以目測顏色來說則是濃度越高顏色越淺。
(2) 每批檢測各濃度的感測值有差異, 目測相同濃度的顏色深淺也都不同, 如果將空白值(0ppm)及樣品值(各濃度檢測值)計算差值, 重複三次, 每次各濃度之間差值接近, 表示可以計算差值平均值範圍對照過氧化氫濃度。
(3) 將找到的差值平均值關係(如左表)寫入檢測程式中, 可以讓電腦快速進行分析比對, 並直接顯示於螢幕上, 讓消費者進行檢測後立即看到結果。

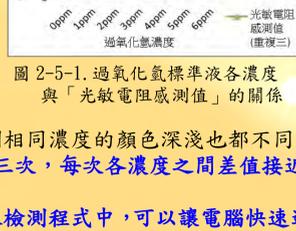


圖 2-5-1. 過氧化氫標準液各濃度與「光敏電阻感測值」的關係

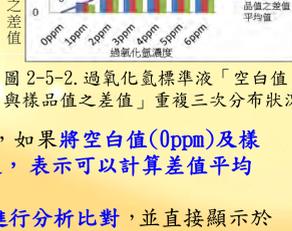


圖 2-5-2. 過氧化氫標準液「空白值與樣品值之差值」重複三次分布狀況

表 2-5-1. 過氧化氫標準液的「光敏電阻感測值」

Table showing light sensor resistance values for different hydrogen peroxide concentrations.

Table showing the difference between blank and sample values for light sensor resistance.

