

花蓮縣第 66 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用（三）

組 別：國中 B 組

作品名稱：校園變色師 pH 判讀與影像分析模型

關 鍵 詞：酸鹼指示劑、RGB 色碼、程式碼（最多三個）

編 號：

（由教育處統一編列）

目錄

摘要.....	2
壹、前言	2
貳、研究設備及器材	3
參、研究過程或方法	3
肆、研究結果.....	9
伍、討論	11
陸、結論	12
柒、參考文獻.....	12

附註:作品書中之照片及圖示，均為實驗時自行拍攝或擷取電腦畫面，
未引用任何網路圖片。

摘要

本研究旨在解決傳統植物酸鹼指示劑判讀時對顏色的主觀性。我們選用紫甘藍為素材，嘗試採用「酒精與熱水 1:1 混合萃取法」，成功提升了指示劑的穩定性與鮮豔度。研究過程中，利用 pH 計 標定 7 種標準 pH 溶液 (pH 1.09-13.7)，透過手機拍攝並分析其 RGB (紅、綠、藍) 數值，在過程中，利用 AI 系統建立照片與數據的模型，提升實驗結果的處理效能。最終，將此模型轉化為智慧型 App(網頁版)，實現透過照相自動判讀未知溶液 pH 值的目標，將化學觀察提升至精確的量化分析。

壹、前言

一、研究動機

校園中常見的天然指示劑花青素雖然環保，但肉眼難以區分細微的色差。此外，參考文獻指出，熱水萃取易發霉，而酒精萃取密度不同且混合速度慢。因此，我們希望透過混合溶劑技術與數位影像分析，讓酸鹼檢測變得科學且自動化。

二、研究目的

- (一) 製作 1:1 複合式紫甘藍指示劑，優化抑菌效果與顯色鮮豔度。
- (二) 透過 7 種標準 pH 溶液，開發自動化模組建立 pH 與 RGB 數值的對照模型。
- (三) 建立三種標準自動化 pH 判讀 App，並驗證其測量精準度。

三、文獻回顧

花青素 (Anthocyanins) 是一種廣泛存在於植物花瓣、果實與葉片中的水溶性色素，屬於類黃酮類化合物 (Flavonoids)。其分子結構對環境 pH 值的變化極為敏感，在不同酸鹼條件下會產生顯著的顏色轉變，如紫甘藍在酸性環境下呈現紅色，中性為紫色，而在鹼性環境則會轉變為藍綠色甚至黃色。這使得紫甘藍成為極佳的天然酸鹼指示劑素材。

在指示劑的萃取與保存技術方面，文獻指出不同的溶劑會顯著影響結果。熱水萃取雖能展現鮮豔的顏色變化，但萃取液在常溫下存放約一週後，中性與弱酸性樣本極易發生發霉變質現象。相比之下，酒精萃取利用酒精本身的抑菌與防腐特性，能有效延長保存期限。然而，酒精與水的極性與比重不同，酒精滴入水溶液中可能產生分層或浮沉現象，影響混合速度與顯色的均勻度。因此，本研究採用的 1:1 混合溶劑法，旨在結合兩者的穩定性與顯色優勢。

此外，花青素在強鹼環境中具有不穩定性。由於結構發生開環變化或降解，顏色會隨時間（約 10 分鐘）由最初的綠色逐漸轉為黃色，且此過程與是否接觸空氣無直接關聯。這提醒研究者在使用天然指示劑時，必須標準化影像記錄的時間點。

隨著數位科技的發展，傳統化學實驗正從主觀的肉眼觀察轉向理性量化。文獻指出，傳統目測容易受環境光源與觀察者主觀判斷干擾。利用智慧型手機攝影擷取 RGB（紅、綠、藍）色碼，並透過建立 pH 值與色彩數值的對照模型，已成為提升天然指示劑精確度與教育價值的創新方向。

貳、研究設備及器材

一、實驗耗材與儀器

- 植物樣本：紫甘藍（紫色高麗菜）。
- 化學溶劑：95% 酒精、80°C 熱水。
- 標定設備：pH 計。
- 基本器材：燒杯、研磨器、濾紙、滴管、攪拌棒。

二、數位開發工具

- 硬體：智慧型手機、電腦。
- 軟體：RGB 色碼分析工具、App 開發環境(Gemini)

參、研究過程或方法

一、複合指示劑配製：

- (一) 分別以 400 毫升的 80°C 熱水與 95% 酒精萃取紫甘藍色素。
- (二)取兩份萃取液過濾後，以 1:1 (各 250 毫升)的體積比例混合。

	
左瓶:酒精萃取 右瓶:熱水萃取	中瓶:1:1 混和。結合了酒精的抑菌特性與水的高顯色度優點。

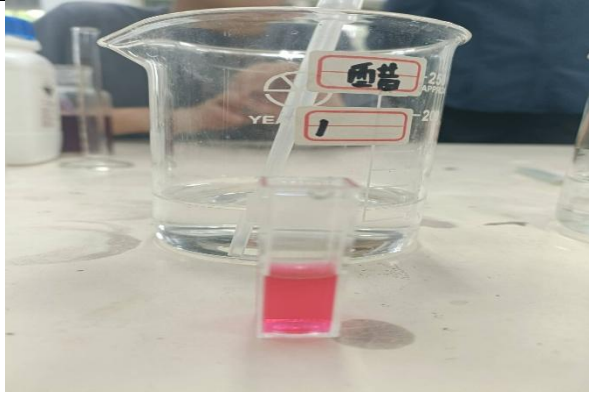
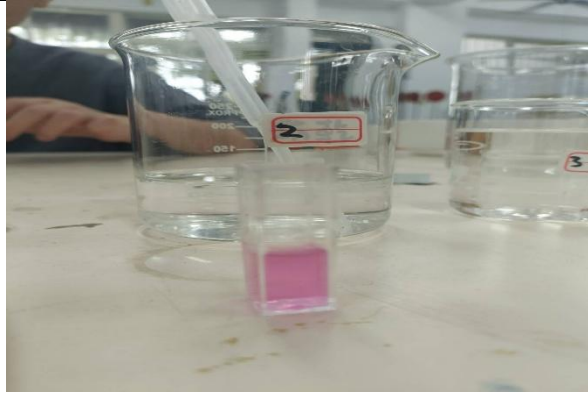
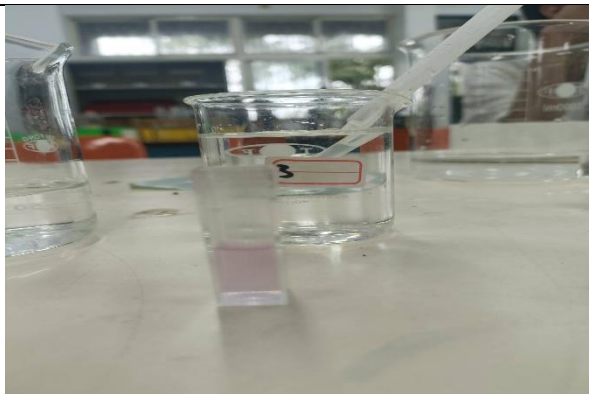
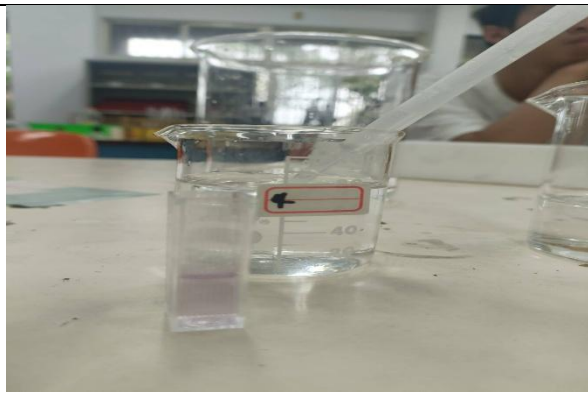
二、建立 pH-RGB 標準數據庫

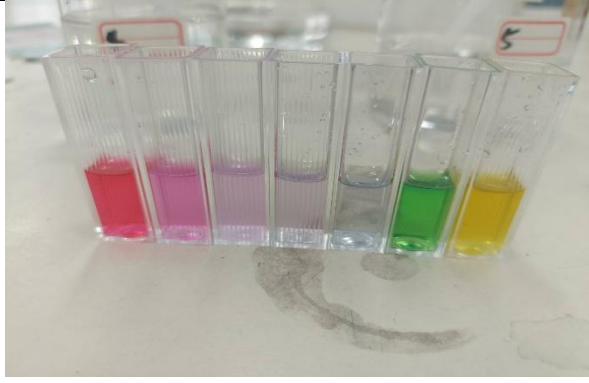
(一)使用 pH 計調配 7 種精確的標準溶液（如下表）。

編號	1	2	3	4	5	6	7
pH 值	1.09	2.78	4.88	6.84	9.01	12.63	13.70

(二)分別在測試中先加入相同體積（15 滴）的複合指示劑後再加入標準溶液 2 毫升，並確保充分攪拌。

(三)在固定光源與白色背景下，使用智慧型手機逐一拍攝反應後的七種顏色。

	
編號 1。pH=1.09	編號 2。pH=2.78
	
編號 3。pH=4.88	編號 4。pH=6.84
	
編號 5。pH=9.01	編號 6。pH=12.63

	
編號 7。pH=13.70	編號 1-7 顏色。

(四)與 AI 模型(Gemini)討論，設計出輸入 7 張照片，可以得到照片中主要顏色的 RGB 數值，並可輸入 pH 值後，即可自動建立兩者相關的關係圖。

以下為每次修正的流程以及最後版本之各頁面。

版本	主要指令 / 需求	核心功能變化
1	建立 pH 顏色分析	建立 4 頁式架構：拍照校準、數據報表、趨勢圖表、未知液分析。
2	優化圖表刻度 與增加選取框	1. 圖表 Y 軸(RGB)固定為 0-255 刻度。 2. 增加可縮放的白色「手動選取框」。
3	再次檢測時 應跳回拍照畫面	修改結果頁「再次檢測」邏輯，點擊後自動重置第 3 頁並顯示虛線拍照框。
4	第四頁面 第五頁面 增加返回按鈕	在報表頁下方新增「返回增加數據」按鈕，方便隨時追加標準點。 在趨勢圖頁新增了一個「返回數據報表」的按鈕，可以在趨勢圖與原始數據之間切換查看。
5	第四頁面數據部分 增加刪除的按鈕	各數據設計一個可以刪除的按鈕 可以刪掉錯誤或是不合理的數值
1. 建立標準數據 拍攝並「手動選取」溶液區域進行校準 		1. 建立標準數據 拍攝並「手動選取」溶液區域進行校準 
頁面一:建立標準數據。 可以照相或是上傳照片。		頁面二:有調整選取範圍的方框。 可以避免分析到不相關的顏色。

1. 建立標準數據

拍攝並「手動選取」溶液區域進行校準

已知 pH 值

1.09

儲存數據

已選取區域顏色
RGB(284,79,91)

重新拍照

進入報表

頁面三:分析選取區域的 RGB 值，並手動輸入標準數據之 pH 值後，按儲存數據。

2. 標準數據報表

管理校準點，點擊 刪除錯誤數值

PH	RGB 數值	色塊/管理
1.09	(285,76,87)	 
2.78	(173,187,133)	 
4.88	(158,136,133)	 
6.84	(137,128,121)	 
9.01	(149,149,137)	 
12.63	(188,159,51)	 
13.7	(157,148,17)	 

3. 分析趨勢與檢測

返回增加數據

頁面四:將七張照片都分析後，可分析數據，或返回增加數據。數據旁有刪除紐。

3. 檢測與趨勢圖

< 返回數據報表



頁面五上方:趨勢圖 橫軸:pH 值
縱軸 RGB 值，最高 255。以 3 種顏色表示。

檢測未知溶液

點擊拍攝待測溶液

頁面五下方: 點擊後 可利用照片或照相
分析照片顏色的 pH 值。



頁面六:分析未知溶液。

設計選取區域，分析 RGB 值，並推算 pH 值

頁面七:顯示推估結果。

並可再次檢驗下一份樣本。

(五)利用網頁版的版本 5，我們將照片輸入後已經可以得到預期的初步的結果。於是我們想更進一步利用此模型，來做更多的驗證與實驗，但是又不用每次重新輸入標準值來建立數據關係，於是有了更進一步的發想。

以下為每次修正的流程以及最後版本之各頁面。

版本	主要指令 / 需求	核心功能變化
6	新增儲存數據按鈕	頁面七:將標準數據儲存起來，不用每次都重新輸入一次。
7	內建數據	頁面一:利用本次數據做為內建數據，下次應用可直接分析未知溶液
8	曲線座標表示	版本 7 在顯示趨勢圖時，原有座標數值消失，要求標明數值
修改前頁面七。		修改後頁面七。新增儲存數據按鈕。

1. 建立標準數據 拍攝並「手動選取」溶液區域進行校準 	1. 建立標準數據 拍攝並「手動選取」溶液區域進行校準  使用先前儲存數據 (含預設) 
---	---

修改前頁面一。

修改後頁面一。可使用先前(預設)數據。

3. 檢測與趨勢圖 < 返回數據報表 	3. 檢測與趨勢圖 < 返回數據報表  檢測未知溶液 
---	--

版本 7 修改後 數據關係圖座標數字消失

版本 8:給予修正指令後的呈現

圖片主要顏色分析程式 <pre> 1 <!DOCTYPE html> 2 <html lang="zh-TW"> 3 <head> 4 <meta charset="UTF-8"> 5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0, maximum-scale=1.0, user-scalable=no"> 6 <title>pH 顏色分析 App - 預設數據版</title> 7 <script src="https://cdn.tailwindcss.com"></script> 8 <style> 9 .hidden-page { display: none; } 10 canvas { background-color: white; width: 100% !important; height: auto !important; } 11 .btn-active:active { transform: scale(0.95); transition: 0.1s; } 12 13 #crop-container, #u-crop-container { position: relative; width: 100%; overflow: hidden; border-radius: 1rem; background: #000; } 14 #selection-box, #u-selection-box { 15 position: absolute; 16 border: 2px solid #fff; 17 box-shadow: 0 0 9999px rgba(0, 0, 0, 0.5); 18 cursor: move; 19 pointer-events: all; 20 touch-action: none; 21 } 22 .handle { 23 position: absolute; width: 28px; height: 28px; background: #3b82f6; 24 border-radius: 50%; border: 3px solid #fff; 25 z-index: 10; 26 } 27 .handle-br { bottom: -14px; right: -14px; cursor: se-resize; } 28 </style> 29 </head> 30 <body class="bg-slate-50 min-h-screen font-sans text-slate-900"> </pre>
--

最後版本的部分程式碼

肆、研究結果

- 一、 **成功優化指示劑配方**：本研究採用 80°C 熱水與 95% 酒精以 1:1 體積比例混合的萃取法。此複合指示劑成功結合了酒精的抑菌特性與水的高顯色度優點，解決了單一溶劑易發霉或混合不均的問題。
- 二、 **建立廣泛的標準 pH 數據庫**：透過 pH 計標定，我們成功建立涵蓋強酸至強鹼（pH 1.09 至 13.7）共 7 種標準溶液的變色數據。紫甘藍指示劑在酸性中呈現紅色、中性偏紫，而在鹼性中呈現綠色與黃色。
- 三、 **數位化色彩量化分析**：在固定光源與白色背景下，透過智慧型手機拍攝，成功將抽象的顏色變化轉換為具體的 RGB 色碼數據，建立明確的 pH-RGB 標準曲線。
- 四、 **嘗試開發智慧型判讀 App**：雖然我們都還沒學過怎麼寫程式，但在 AI 的協助下，我們完成了一個專門用來測 pH 值的網頁小工具！我們前後一共修改、測試了 8 個版本，才做出現在這個試用版。對我們來說，這是一個好用且方便的工具，以後不管是哪種酸鹼指示劑，都能快速建立資料庫。雖然這還不是真正的專業 App，但我們之後會繼續讓它變更强、更準。
歡迎來試試我們的小工具：<https://gemini.google.com/share/346c3c173297>
- 五、 **實現未知溶液之自動化預測**：透過 App 內建的數據模型，使用者僅需拍攝未知溶液，系統即可分析其 RGB 數值並自動推估出相對應的 pH 值，達成自動化判讀目標。

我們調配 2 種待測溶液，使用網頁版 APP 來實際測量，結果如下，其誤差為

待測溶液	溶液 pH 值	APP 測得值	誤差
甲	8.5	7.18	15.5%
乙	5.8	6.80	17.2%

	分析結果  推估 pH 值 7.18 R:145 G:141 B:109 儲存此數據報表 (覆蓋瀏覽器紀錄) 再次檢測
待測溶液甲:以 pH 計測量值為 8.5	以 APP 測量得到數值 7.18
	分析結果  推估 pH 值 6.80 R:158 G:94 B:117 儲存此數據報表 (覆蓋瀏覽器紀錄) 再次檢測
待測溶液甲:以 pH 計測量值為 5.8	以 APP 測量得到數值 6.80

伍、討論

一、利用 App 所測的數值與用 pH 計測量數值之間的誤差：

在實驗中，App 測得的數值與 pH 計之間存在偏差。這可能源於環境光源（演色性）與設備硬體的差異。pH 計是透過電極偵測氫離子濃度，而 App 是偵測反射光的色彩資訊。若光源不穩定，會直接導致 RGB 數值飄移，造成換算誤差。而我們所取的 7 個參考點，其連線之後呈直線，程式再以最短直線距離法去推算，也會造成誤差。

報告中的甲乙兩待測溶液誤差值都超過 15%，顯示還有許多改良和進步的空間。

二、系統所繪製出的 pH 值與 RGB 的關係圖，符合預期：

實驗結果符合色彩學理論。紫色高麗菜中的花青素會隨環境酸鹼度改變分子結構：

強酸性：顯現紅色，對應 R 值極大化，G/B 值偏低。

中性：趨向紫色，此時 R、G、B 三軸數值分佈較為均衡，曲線出現交點。

強鹼性：呈現黃色，根據色光加法原理，黃色由 R 與 G 組成，因此此時 R 與 G 數值皆維持高位，而 B 值明顯下降。

三、「手動選取框」的特色：

目前的 App 版本採用了「可縮放的手動選取框」來圈選純溶液範圍，優點是可人為選定觀察範圍。未來可導入「邊緣偵測技術讓程式」自動鎖定並裁切液體範圍，再計算該區塊的 RGB 平均值，讓流程更「自動化」，同時排除操作者的主觀誤差。

四、1:1 混合溶劑比例的絕對性？

我們選擇了 1:1 的酒精與熱水混合解決了分層與發霉問題。但是，我們並沒有實驗證明 1:1 就是「最佳比例」。如果改用 2:1 或 1:2，抑菌效果與顯色度會不會更好？這點可作為未來研究的延伸方向。

五、未知溶液本身的底色與混濁度干擾：

模型目前的推估建立在「標準溶液皆為透明無色」的前提下。如果我們實際在校園中檢測含有雜質的池水，或是本身帶有微黃色的果汁，原有的底色與混濁度會直接疊加在指示劑的 RGB 上，導致判讀嚴重失真。系統未來需要設計「空白對照組（Blank）」的扣除機制：在加入指示劑前，先對原始樣本進行一次拍照採樣，取得「底色 RGB」，將「混合後的 RGB」扣除「原始樣品 RGB」後，再進行 pH 值推估，這能大幅提高在池水或果汁檢測中的準確性。

陸、結論

一、溶劑配方之創新與穩定性驗證

本研究成功開發出「1:1 酒精與熱水複合萃取法」。實驗證明，此比例能兼顧溶解度與防腐效果，不僅有效解決了單一水溶液易生黴菌、保存期限短的問題，亦克服了單一酒精溶劑在滴定過程中混合不均的缺陷。

二、色彩訊號之數位量化與客觀化

本研究透過數位影像處理技術，成功擷取指示劑在 pH 1.09 至 13.7 廣域範圍內的色彩特徵。將傳統人工判讀中模糊、主觀的「顏色描述」，轉化為客觀且可量化的三維 RGB 數據模型。

三、AI 輔助開發之應用價值與演化願景

透過與 AI 模型（如 Gemini 等）的迭代協作，本研究跨越了程式設計的高門檻，開發出具備影像分析、標準曲線繪製與數據雲端化功能的智慧型 App。

目前限制：現階段模型對於「不同光源環境」與「設備硬體差異」的適應性仍有進步空間，導致在非標準環境下可能產生系統性偏差。

未來展望：期待後續能開發「自動反饋校正功能」。當使用者輸入精確的校正誤差值時，系統能自動重新權重 RGB 換算公式，達成自我演化與優化，進一步提升在真實複雜場景下的測量實用性。

柒、參考文獻

陳逸凡 (2025/05/03)植物花青素的萃取與變色實驗 台北科學日

<https://tpsci.phy.ntnu.edu.tw/exhibits/49>

花蓮縣第 65 屆科學展覽會。花樣變幻-植物酸鹼指示劑的探索

花青素 維基百科 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%8A%B1%E9%9D%92%E7%B4%A0>

類黃酮 維基百科 <https://zh.wikipedia.org/zh->

[tw/%E9%BB%84%E9%85%AE%E7%B1%BB%E5%8C%96%E5%90%88%E7%89%A9](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%BB%84%E9%85%AE%E7%B1%BB%E5%8C%96%E5%90%88%E7%89%A9)

紫甘藍汁-自製 pH 試紙 東華大學實驗室 <http://gclab.thu.edu.tw/Chem-Eng%20A/10.pdf>