

花蓮縣第 65 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：化學科

組 別：國中 B 組

作品名稱：花樣變幻-植物酸鹼指示劑的探索

關 鍵 詞：花青素、酸鹼指示劑、紫甘藍（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	4
肆、研究結果.....	5
伍、討論	9
陸、結論.....	13

摘要

本研究旨在探討校園內是否存在可作為酸鹼指示劑的植物，並分析花青素在不同酸鹼環境下的顏色變化。許多植物的花、葉、莖中含有花青素，在不同 pH 值條件下會呈現不同顏色，如紫甘藍在酸性環境呈紅色，鹼性環境則變為黃綠色。因此，本研究除了以市售紫甘藍為樣本外，另外採集校園內具顏色特徵的植物，如仙戟變葉木、朱槿、蘆薈花朵、矮仙丹、九重葛、黃花風鈴木、牽牛花及紫花霍香薊，進行酸鹼變色測試。實驗方法包括萃取植物色素，並將其加入不同酸鹼溶液中，觀察顏色變化。最終發現，部分植物具有明顯的酸鹼變色能力，可作為天然酸鹼指示劑，顯示出潛在的應用價值。透過本研究，我們不僅對植物的化學特性有更深入了解，也發掘天然指示劑在環保及教育上應用可能。

壹、前言

一、研究動機

酸鹼指示劑在化學實驗中被廣泛應用，如石蕊試紙、酚酞指示劑等，但這些人工合成的指示劑可能會對環境造成污染，因此我們希望尋找環保且可再生的替代方案。許多植物含有花青素，能在不同 pH 值下改變顏色，類似紫甘藍的變色特性。本研究希望透過實驗，探索校園植物的酸鹼變色能力，並評估其作為指示劑的可行性。

二、研究目的

(一)探討紫甘藍以熱水與酒精兩種溶劑萃取所製得之天然酸鹼指示劑的顯色效果與穩定性差異。

(二)探索校園常見植物是否具酸鹼變色能力之花青素，並分析其在不同 pH 值下的顏色反應特性。

(三)製作天然酸鹼指示試紙，評估其保存性與變色能力，以應用於自然實驗活動中。

三、文獻回顧

花青素是一種水溶性色素，屬於類黃酮化合物(Flavonoids)，普遍存在於花瓣、果實與葉片中。其顏色變化與環境 pH 值密切相關，如在酸性環境中呈現紅色，而在鹼性環境則轉為藍色或綠色。過去研究顯示，紫甘藍、牽牛花、玫瑰花等皆具有酸鹼指示特性，而本研究將進一步檢測校園植物是否也具備類似的能力。

貳、研究設備及器材

一、植物樣本

本研究先用市售紫甘藍做實驗，再採集校園內常見的有色植物作為樣本，其植物如表一所示：

表一 選用的校園植物

	
仙戟變葉木	矮仙丹
	
朱槿	九重葛
	
牽牛花	紫花霍香薊
	
蘆薈花朵	黃花風鈴木

二、實驗設備與藥品

- (一)不同 pH 值溶液
- (二)水
- (三)酒精
- (四)植物萃取液（以酒精或熱水萃取）
- (五)玻璃燒杯
- (六)pH 計
- (七)試管
- (八)滴管
- (九)研磨器
- (十)攪拌棒
- (十一)濾紙

參、研究過程或方法

一、植物色素萃取：

(一)紫甘藍:

取兩份樣本，每份 200 公克搗碎，並分別用 500 公克的 80 度熱水及 95% 酒精浸泡，靜置 20 分鐘以獲取色素溶液。過濾殘渣，取其萃取液備用。

(二)校園植物:

採集校園周遭有色植物的花或葉，秤重後搗碎。加入樣本重量 2.5 倍的 95% 酒精，靜置 20 分鐘以獲取色素溶液。

二、酸鹼變色測試：

(一)配製不同酸鹼值溶液，共 5 種(如表二所示)

1.鹼性:老師介紹我們 pH 值的定義，並用氫氧化鈉(NaOH)2 公克，溶解後加水至 500 毫升，配置成 pH=13(理論值)的鹼性溶液。而後取此溶液 1 毫升，加水至 100 毫升(稀釋 100 倍)，配置成 pH=11(理論值)的弱鹼性溶液。

2.酸性:直接取實驗室中醋酸溶液(2M)作為酸性溶液，並稀釋 100 倍，成為 0.02M 的弱酸性溶液。

3.中性溶液:以燒開的熱水降溫後使用

表二 5 種待測酸鹼溶液

編號	1	2	3	4	5
定義名稱	鹼性	弱鹼性	中性	弱酸性	酸性
實際測量 pH 值	12.8	9.9	7.9	3.6	2.2

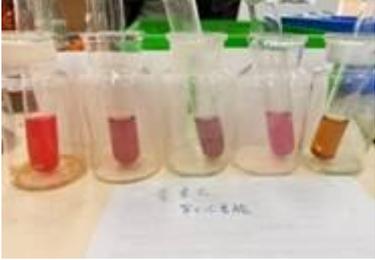
(二)在試管中加入等量植物萃取液與不同酸鹼溶液，觀察顏色變化。

- (三)使用白色濾紙泡入紫甘藍萃取液，製作酸鹼試紙。
- (四)利用自製試紙檢測不同 pH 值溶液，觀察變色狀況。
- (五)照相紀錄整理各植物呈現的顏色，並比較不同植物的顏色差異。
- (六)討論哪些植物可作為有效的天然酸鹼指示劑。

肆、研究結果

一、不同植物萃取液對不同酸鹼值的顏色變化(如表三所示)

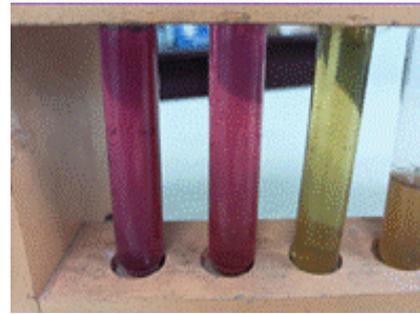
表三 不同植物萃取液混合不同酸鹼值溶液的顏色變化

 <p>紫甘藍以熱水萃取</p> <p>後方試管：中性-弱鹼-鹼-弱酸-酸</p> <p>酸性呈鮮紅色/弱酸呈粉色/中性呈深紫色/ 弱鹼呈海藍色/鹼性呈黃色</p>	 <p>紫甘藍以酒精萃取</p> <p>試管：鹼 -弱鹼-中性-弱酸-酸</p> <p>酸性呈紅色/弱酸呈粉色/中性呈淺紫色/ 弱鹼呈紫藍色/鹼性呈黃色</p>
 <p>仙戟變葉木 (第二次實驗 酒精萃取)</p> <p>試管：酸-弱酸-中性-弱鹼-鹼</p> <p>酸性呈暗鮮紅色/弱酸呈暗粉紅色/中性呈暗 粉紅色/弱鹼呈亮粉紅色/鹼呈土黃色</p>	 <p>矮仙丹 (酒精萃取)</p> <p>試管：酸-弱酸-中性-弱鹼-鹼</p> <p>酸性呈紅色/弱酸呈深紅色/中性呈深紅色/ 弱鹼呈桃紅色/鹼呈深綠色</p>



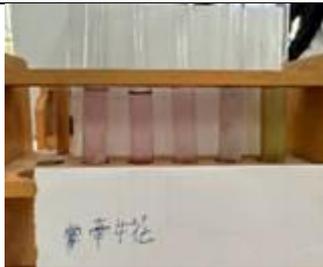
朱槿 (酒精萃取)

試管：酸-弱酸-中性-弱鹼-鹼
 酸性呈亮紅色/弱酸呈淺粉色/中性呈淺棕色
 弱鹼呈深棕色/鹼性呈墨綠色



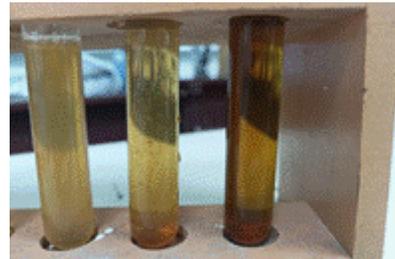
九重葛以熱水萃取

試管：酸性-中性-鹼性
 酸性和中性都呈現桃紅色/鹼性呈現淡黃色



牽牛花 (酒精萃取)

試管：酸-弱酸-中性-弱鹼-鹼
 酸性呈淺粉色/弱酸呈淺粉色/中性呈淺粉色/
 弱鹼呈淺紫色/鹼性呈淺綠色



紫花霍香薷以熱水萃取

試管：試管：酸性-中性-鹼性
 酸性到鹼性都呈土黃色



蘆薈花朵 (酒精萃取)

試管：酸-弱酸-中性-弱鹼-鹼
 酸性到鹼性都呈黃金色



黃花風鈴木 (酒精萃取)

試管：酸-弱酸-中性-弱鹼-鹼
 酸性到鹼性全部呈現深咖啡色

紫甘藍汁可以用來做酸鹼指示劑，而無論使用酒精或熱水萃取，都能呈現鮮豔的顏色變化，且在不同酸鹼值下的變化十分明顯。使用熱水萃取的試劑在酸性環境下呈桃紅色，弱酸是粉紅色，中性是深紫，弱鹼是藍色，鹼性則是綠色(後來漸漸變成黃色)。而使用酒精萃取的試劑，在酸性時是紅色，弱酸是粉紅色，中性是紫色，弱鹼是淺藍色，鹼性也是黃色。這顯示兩種方式的變色範圍相似，但細節略有不同。然而，使用熱水萃取的紫甘藍在放置一週後出現發霉的情況(如圖一所示)，而酒精萃取的則沒有發霉。因此，為了之後萃取出來的指示劑可以長期使用，後續的校園植物萃取皆採用酒精方式進行。



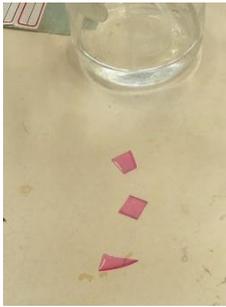
圖一 以熱水萃取的紫甘藍汁放置一週後產生發霉

在其他校園植物的測試中，發現矮仙丹的酸性到弱鹼性變色效果不明顯，只有在鹼性時才有明顯變色，而九重葛與牽牛花同樣只有在鹼性時才會變色，顯示它們不適合作為酸鹼指示劑。此外，紫花霍香薊的變色範圍從酸到鹼皆呈土黃色，可能是因為葉綠素含量過高影響變色效果。

整體而言，蘆薈花朵及黃花風鈴木屬於黃色系的色素，沒有變色效果；牽牛花、九重葛及紫花霍香薊的變色範圍較窄，矮仙丹指示效果較弱，無法有效用作酸鹼指示劑。相較之下，朱槿的變色效果最好，仙戟變葉木次之，雖然不及紫甘藍明顯的顏色變化，仍是校園中最適合作為酸鹼指示劑的植物。

我們使用濾紙浸泡熱水及酒精萃取的紫甘藍試劑來製作做酸鹼試紙，烘乾後測試不同的酸鹼溶液。表四及表五為測試結果:

表四 浸泡使用熱水萃取紫甘藍的濾紙滴上不同酸鹼值溶液的變化

				
酸性(pH=2.9)	弱酸(pH=3.6)	中性(pH=7.9)	弱鹼(pH=8.7)	鹼性(pH=12.5)

表五 浸泡使用酒精萃取紫甘藍的濾紙滴上不同酸鹼值溶液的變化

				
酸性(pH=2.9)	弱酸(pH=3.6)	中性(pH=7.9)	弱鹼(pH=8.7)	鹼性(pH=12.5)

我們發現浸泡酒精萃取的紫甘藍後乾燥製成的試紙，在酸性時變成鮮紅色，弱酸時是暗紅色，中性則變成灰色，弱鹼是灰藍色，鹼性則呈亮綠色。而浸泡過熱水萃取的紫甘藍後乾燥製成的試紙，顏色變化與使用酒精萃取的試紙相似但顏色較淡，不容易辨識；相反地，浸泡過酒精的試紙顏色變化較明顯鮮豔，較適合用來做酸鹼觀察。

整體來說，使用酒精萃取的紫色甘藍試紙，比熱水萃取的更鮮豔，變色效果也更明顯，因此更適合作為濾紙試劑來觀察酸鹼變化。這讓我們知道，不同的萃取方式會影響試紙的效果。

伍、討論

一、為何熱水萃取的試管容易發霉，而酒精萃取的試管則沒有？

本實驗發現，經過一週後，使用熱水萃取的試管中，中性與弱酸性環境的樣本出現黴菌，而酒精萃取的樣本則沒有發霉。這可能與以下因素有關：**抑菌效果**：酒精本身具有殺菌與防腐的作用，能有效抑制微生物生長，因此酒精萃取的色素溶液較不容易發霉。**水分含量**：水提供微生物生長的良好環境，而熱水萃取的樣本中含有較多的水分，這可能促使黴菌孳生。**酸鹼環境影響**：發霉的試管主要集中在中性與弱酸性區間，可能是因為黴菌較適應這些 pH 值的環境，相較之下，強酸或強鹼環境可能較不適合黴菌生長。

本結果顯示，在未來研究中，若要長時間保存植物色素萃取液，酒精萃取可能是較佳的選擇，以避免微生物污染的問題。

二、為何黃花風鈴木與蘆薈花朵的顯色效果不佳？

黃花風鈴木與蘆薈花朵的花瓣皆呈黃色，但其顯色效果遠不如其他含花青素的植物。可能是因為**色素種類不同**：黃色花朵主要含有黃酮類（Flavones）或胡蘿蔔素（Carotenoids），這些色素的結構較為穩定，不易因酸鹼變化而改變顏色。而花青素（Anthocyanins）則對 pH 變化較敏感，能產生較明顯的酸鹼顯色變化。

此結果顯示，不是所有色彩鮮豔的植物都適合作為天然酸鹼指示劑，未來若要在校園中挑選植物作為指示劑，應優先選擇含有較高濃度花青素的植物，如朱槿或仙戟變葉木。

三、為何酒精與熱水萃取的紫甘藍溶液在試驗時顏色略有差異？

在本實驗中，發現使用酒精萃取與熱水萃取的紫甘藍溶液，在酸鹼變化的過程中，顏色表現略有不同。可能的影響因素包括：**萃取溶劑的影響**：酒精與水的極性不同，可能影響花青素的萃取效果。酒精萃取的花青素濃度可能較高，或萃取出色素種類有所差異，導致顏色變化的程度不完全相同。**溫度對花青素的影響**：熱水萃取時，由於高溫可能破壞部分花青素，使得其顯色能力下降，或導致部分色素降解，造成顏色與酒精萃取的樣本略有不同。**額外溶解的其他成分**：紫甘藍除了花青素，還含有其他水溶性或酒精溶性的色素與有機化合物，這些成分可能影響整體的顏色表現。例如，熱水可能會溶解更多的糖類或其他可溶性物質，而酒精則可能萃取更多脂溶性成分，進而影響顏色的細微變化。

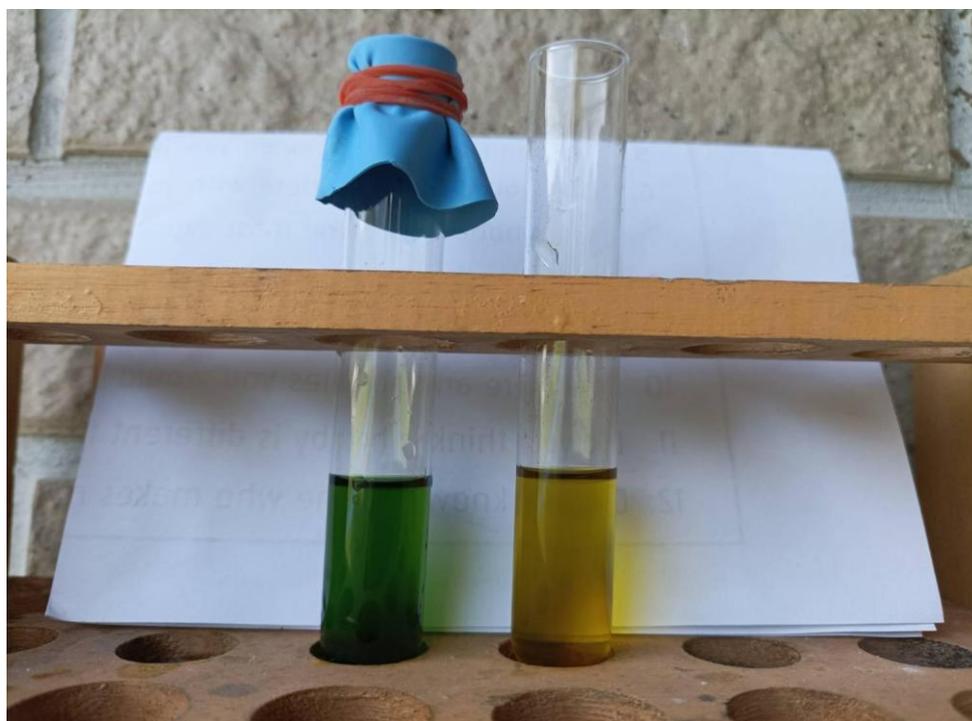
本研究結果顯示，不同的萃取方式可能會影響天然指示劑的顏色表現，因此我們在後續的校園植物萃取中，統一使用酒精作為萃取方法，以確保顏色變化的可比較性。

四、為何紫甘藍試劑在鹼性環境中一開始呈現綠色，但約十分鐘後漸漸變為黃色？

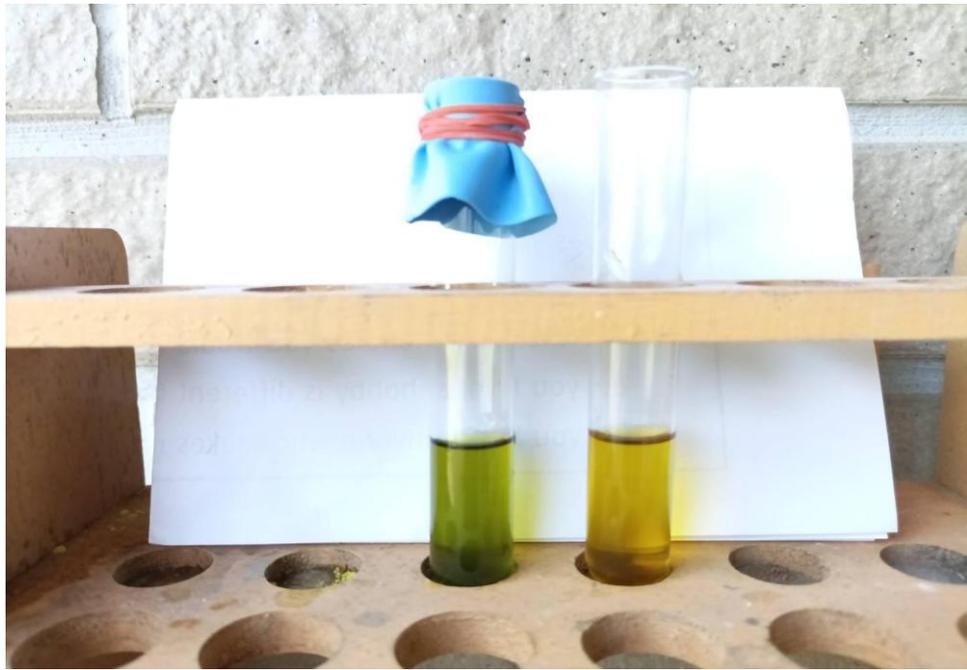
在實驗中觀察到，紫甘藍指示劑在接觸強鹼溶液時，最初呈現綠色，但在靜置約十分鐘後顏色逐漸轉為黃色。這可能是由於以下因素造成：花青素的結構變化：花青素在鹼性條件下會轉變為其開環結構，產生綠色或藍綠色的呈色，但這種結構在強鹼環境下不穩定，可能進一步降解或氧化成黃色的產物。

我們持續探究是否因為接觸空氣而加速其化學反應，於是再設計實驗來驗證，結果如圖二至圖五所示：

我們分別分成試管不密封、試管不填充滿溶液密封以及試管填充滿溶液後密封，最終在圖四我們可以觀察到三管顏色的不同，以及顏色漸漸變化的程度差異。



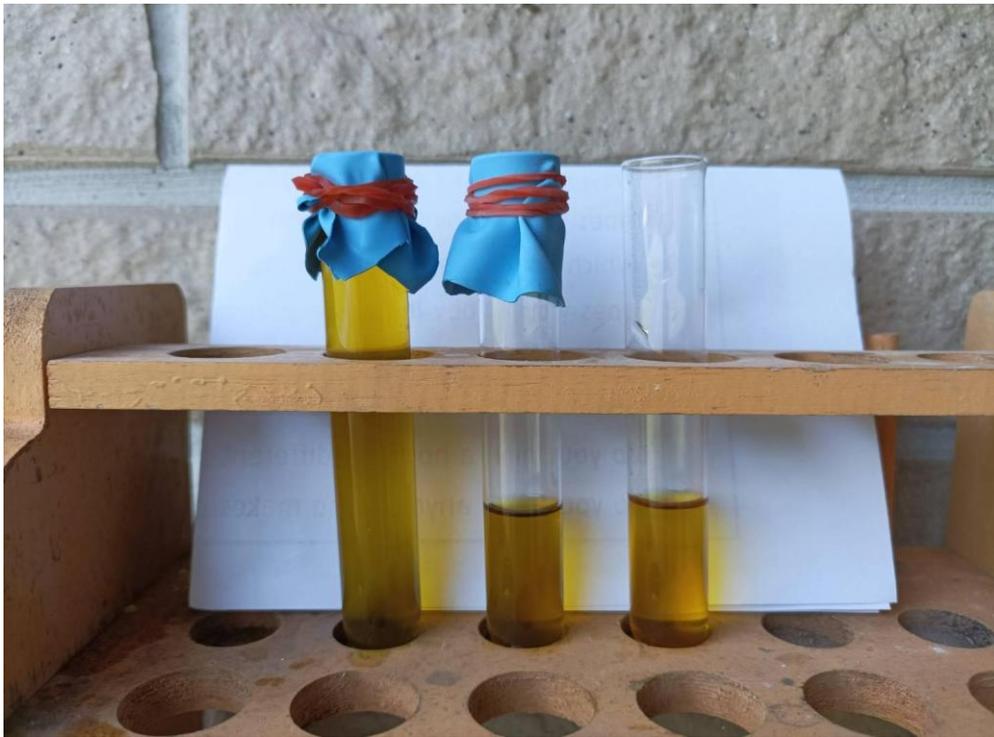
圖二 右為已經由綠色變成黃色的鹼性溶液，左為將試管口密封隔絕空氣，可觀察出原本綠色與黃色的差異。



圖三 左為隔絕空氣的試管，發現綠色仍然漸漸轉淡。經討論可能是試管中仍有空氣，於是再進行下列改善。



圖四 此照片可觀察三管顏色的不同，以及顏色漸漸變化的程度差異



圖五 最左邊的試管就算沒有接觸空氣，溶液依然變成黃色。推論:顏色變化與空氣無關，可能與指示劑本身的降解有關。

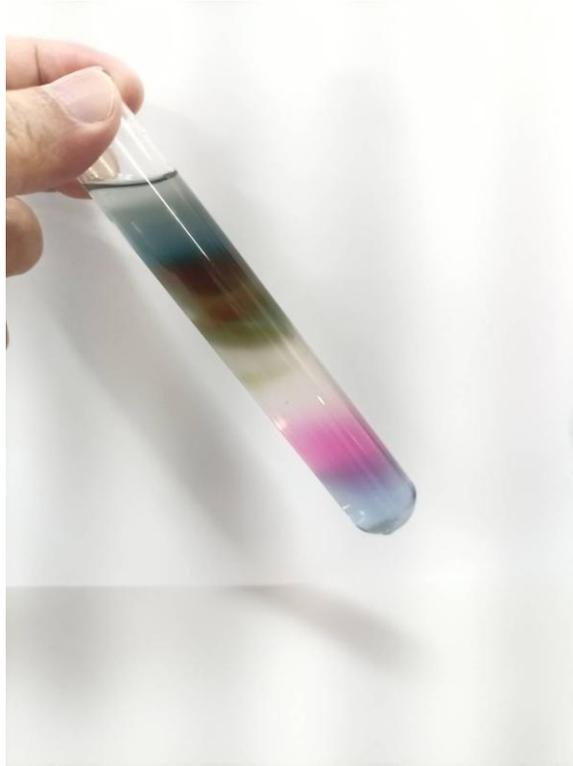
此發現提醒我們，在使用天然指示劑時，除了酸鹼性外，顏色變化也可能受到時間與環境條件的影響，需在實驗中加以控制與紀錄。

五、酒精與熱水萃取的紫甘藍指示劑比重不同，實驗時需注意哪些事項？

我們在進行酸鹼滴定實驗時發現，使用酒精萃取與熱水萃取的高麗菜溶液其比重不同，造成滴加進樣液體後產生不同的浮沉與混合速度，須注意以下幾點：液體分層現象：酒精比水輕，若樣品溶液以水為主，酒精萃取液滴入後可能浮在上層，導致顯色不均，需適當攪拌或靜置觀察。顯色時間差異：由於溶液混合速度不同，顏色反應時間可能有所延遲，建議在觀察時給予固定的時間（如 1 分鐘）後再記錄。

本研究建議，在進行比色或滴定時，應統一使用同一種萃取方式，並對溶液混合與顯色時間加以標準化，以提升實驗數據的準確性與可重複性。

另外我們也同時利用比重不同與酸鹼顏色不同的特性，在同一支試管中製作出不同顏色的效果。(如圖六所示)



圖六 使用不同比重的酸鹼溶液製作出的彩色試管

陸、結論

本研究針對校園常見植物所製作的天然酸鹼指示劑進行探討，結果顯示植物來源、萃取方式與儲存條件皆會顯著影響顯色效果與穩定性。在保存性方面，酒精萃取的試劑明顯優於熱水萃取，酒精本身具有抑菌與防腐作用，能有效延長指示劑的保存期限，避免黴菌滋生。相較之下，熱水萃取的樣本在中性與弱酸性環境中易受微生物污染，限制其長期使用的可行性。

植物種類亦是影響顯色反應的關鍵因素。實驗發現，黃色花朵如黃花風鈴木與蘆薈花，雖外觀鮮豔，但其色素對酸鹼變化反應不敏感，不適合作為酸鹼指示劑；而紫色甘藍、朱槿等含豐富花青素的植物，則在不同酸鹼溶液間展現清晰的顏色變化，顯示其作為天然指示劑的潛力。

另外，不同萃取方式亦會導致試劑在酸鹼反應中的顏色表現略有差異，可能與花青素的結構穩定性、濃度與其他溶解物質有關。在強鹼環境下，紫甘藍試劑會由綠色逐漸轉為黃色，推測可能與花青素的結構分解相關。未來應設法控制實驗環境與觀察時間，提升數據一致性。

我們亦進一步將天然指示劑製作成試紙，經烘乾後仍保有變色能力，並能以滴定方式測試酸鹼性。此方式便於保存與攜帶，未來有機會應用於校外教學、環保監測等場合。

未來研究方向：結合科技工具，透過手機攝影擷取變色試紙的 RGB 色碼，建立 pH 值與顏色之間的對照資料庫，藉此開發出可量化、準確判讀酸鹼值的應用工具，如手機 APP 或線上平台，提升天然指示劑的實用性與教育價值。

總結而言，天然酸鹼指示劑具有環保、成本低與來源多樣的優勢，透過合適的植物選擇與製備方式，有潛力成為實驗教育與綠色化學的可行替代方案。

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>