

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

第二名

080205

「百」「香」試紙～「果」然變色

學校名稱：基隆市七堵區七堵國民小學

作者： 小五 曾崇原 小五 徐婉榕 小五 羅勝君 小五 林妍馨	指導老師： 林秀蓁
---	------------------

關鍵詞：酸鹼指示劑、花青素、百香果皮汁液試紙

摘要

在五上自然課程以紫色高麗菜自製酸鹼指示劑時，蒐集相關文獻得知，有些研究可以將薑黃汁液製成酸鹼指示劑，有的卻無法；還有些同色系的植物汁液可以製成同時檢測酸鹼水溶液的指示劑，有些卻只能製成僅檢測酸性或鹼性水溶液的指示劑，心想也許是因為萃取方式不同或是不同植物汁液所含花青素成分不同，因此以**色層分析法**來驗證我們的構想，進行一系列實驗後發現：

一、大部分紫、紅、橘色系植物汁液較適合檢測鹼性水溶液。

二、以**色層分析法**，發現以不同方式萃取出的植物汁液變色成分不同、同色系中變色效果佳的植物汁液可層析出有效的變色成分。

三、「**百香果皮**」可製成變色效果佳的酸鹼指示劑，並進一步製成易保存又實用的「**百香試紙**」。

壹、研究動機

在五上自然課第三單元水溶液裡，使用較昂貴且不易取得的紫色高麗菜製成酸鹼指示劑時，便有了從生活中找尋低成本且易取得的植物材料，製成酸鹼指示劑在課堂上使用的想法。

蒐集自製酸鹼指示劑相關文獻時，原本實驗後認為薑黃汁液無法檢測酸鹼水溶液的我們，卻發現有些研究竟然可將薑黃汁液製成酸鹼指示劑；同時也發現在同色系中，有些植物汁液可同時檢測酸鹼水溶液，有些植物汁液卻無法同時檢測酸鹼水溶液；而在進行水溶液課程期間，學校營養午餐剛好發放百香果，其亦為常見、易取得的植物材料，因此，我們想探討：

- 一、將生活中易取得的植物材料製成酸鹼指示劑的變色效果？
- 二、以不同方式萃取出之植物汁液，是否會影響製成酸鹼指示劑的變色效果？
- 三、以色層分析法，探討不同方式萃取的植物汁液及同色系植物汁液變色成分是否不同？
- 四、擁有「紫紅色外皮」的百香果，是否也能製成變色效果佳的「百香酸鹼指示劑」及易保存又實用的「百香試紙」？

相關教學單元:廚房裡的科學(三下)、水溶液(五上)

貳、研究目的

一、探討將生活中常見材料製成酸鹼指示劑的變色效果

- (一) 嘗試使用不同植物材料汁液，製成酸鹼指示劑。
- (二) 嘗試依不同植物汁液製成之酸鹼指示劑的顏色進行分類，並探討其變色效果。
- (三) 比較使用不同方式(浸泡熱水及直接研搗)製成酸鹼指示劑，並探討其變色效果。
- (四) 嘗試使用不同溶劑萃取植物汁液，並使用濾紙色層分析探討變色成分的差異。

二、探討將「百香果皮汁液」製成酸鹼指示劑的變色效果

- (一) 探討不同品種百香果皮汁液的變色效果。
- (二) 比較不同濃度之「百香酸鹼指示劑」的變色效果。
- (三) 找尋可製成檢測水溶液酸鹼性的「百香試紙」之最佳紙材。
- (四) 探討「百香試紙」的保存期限。

參、研究設備及器材

一、製作酸鹼指示劑的實驗材料：

表 3-1 製作酸鹼指示劑的實驗材料（18 種植物材料，含 3 種不同品種百香果）

植物汁液 色系	萃取 方式	植物種類				
紫色系	浸泡熱水	紫葡萄皮	紅鳳菜	紫洋蔥	藍莓	石榴果皮
	直接研搗	紫葡萄皮	豔紫荊	石榴果肉	石榴果皮	
紅色系	浸泡熱水	台農 1 號百香果	滿天星百香果	紅肉火龍果肉	紅肉火龍果皮	
	直接研搗	藍莓	紅肉火龍果肉	紅肉火龍果皮		
橘色系	浸泡熱水	蘋果皮	石榴果肉	草莓	胡蘿蔔	
	直接研搗	紫洋蔥	台農 1 號百香果	草莓	胡蘿蔔	辣椒
黃色系	浸泡熱水	黃金百香果	薑黃	辣椒		
	直接研搗	蘋果皮	薑黃			
棕色系	浸泡熱水	豔紫荊	黑豆			
灰色系	直接研搗	黑豆				
墨綠色	直接研搗	紅鳳菜				

二、實驗測試的水溶液：

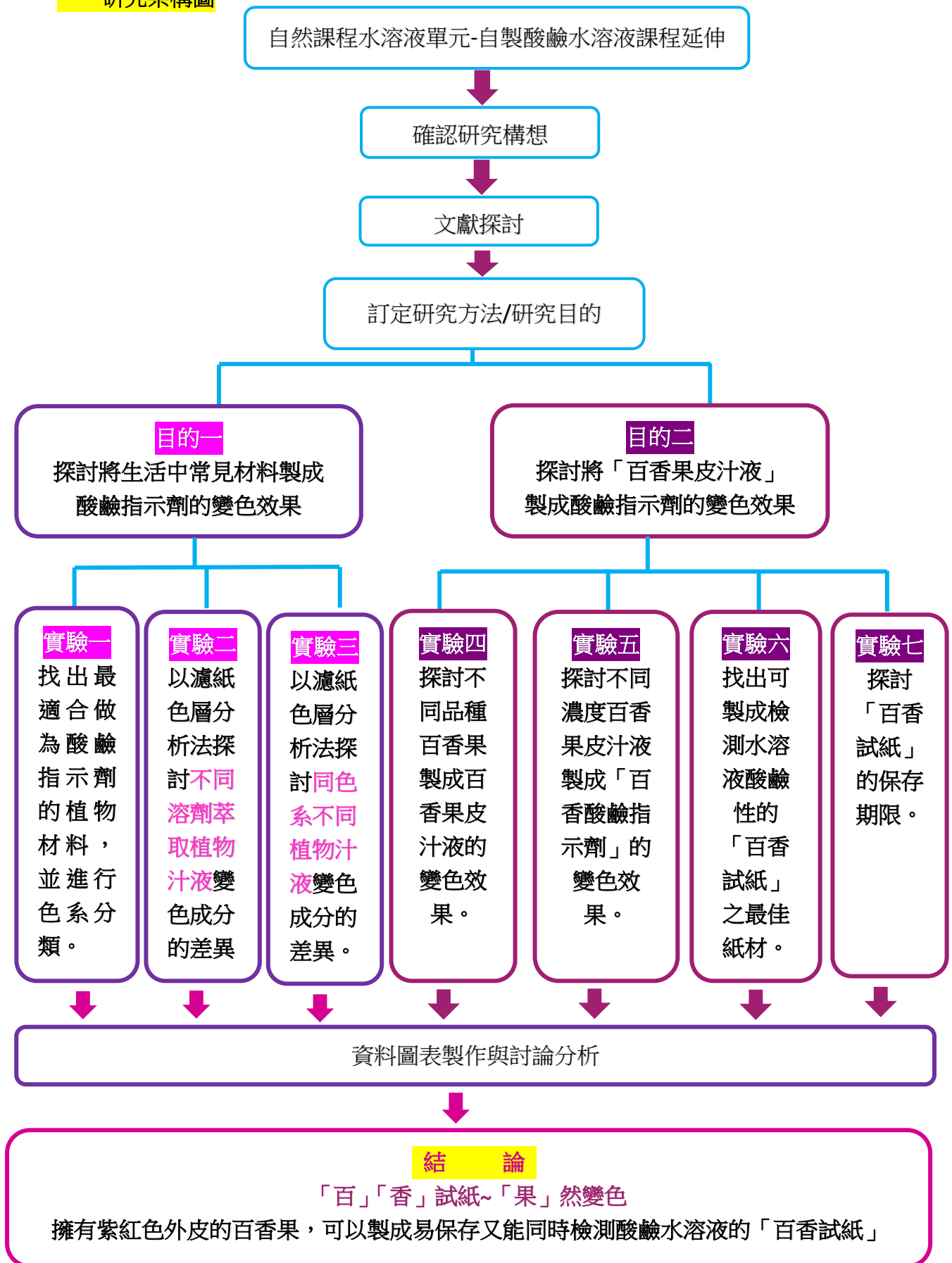
- (一) 純水 (二) 95%酒精 (三) 丙酮 (去光水) (四) 石油醚 (五) 校正液
(六) pH 2.3 的食用醋、pH 7 的食鹽水、pH 8.3 的小蘇打水

三、實驗器材：

- (一) pH 計 (二) 石蕊試紙筒 (三) 電子秤 (四) 培養皿 (五) 滴管
(六) 燒杯 (七) 量杯 (八) 量筒 (九) 研鉢 (十) 篩網
(十一) 毛細管 (十二) 削皮刀 (十三) 水果刀 (十四) 茶匙 (十五) 鑷子
(十六) 實驗濾紙 (十七) 咖啡濾紙 (十八) 圖畫紙 (十九) 影印紙 (二十) 水彩紙
(二十一) 廣用試紙 (二十二) 砧板 (二十三) 吹風機 (二十四) 30 mL 小量杯(漱口杯)

肆、文獻探討與研究方法

一、研究架構圖



二、文獻探討

(一) 相關課程及科展作品的內容探討

參考國小五上自然與生活科技-水溶液單元課程及歷屆相關科展作品，將本研究依據文獻提及相關的酸鹼實驗內容，進行可再探討的內容整理成下表，如下表 4-1。

表 4-1 自然與生活科技課本及科展作品中可再探討的內容

文獻中探討的相關內容	本研究可再探討的內容
自然與生活科技五上水溶液： 使用紫色高麗菜自製酸鹼指示劑，檢測水溶液的酸鹼性。	紫高麗菜較昂貴、不易取得，試著找尋其他植物材料替代。 實驗設計 我們蒐集生活中易取得植物材料自製酸鹼指示劑，還試著將學校營養午餐發放的擁有「紫紅色外皮」的「百香果」，製成酸鹼指示劑。
全國科展國小組第 45 屆 看我七十二變～談自製指示劑的奇妙變化： 並不是所有「深色植物」都可以製成酸鹼指示劑，周遭材料都可以試著製成酸鹼指示劑。	將深色植物的外皮，以不同方式萃取出汁液顏色或許亦不同。 實驗設計 試著將 16 種植物以不同方式萃取出 32 種汁液顏色，進行色系分類，並探討其變色效果。
某縣市第 110 學年度中小學科學展覽會 聞「晶」色變「雄」厲害!-自製百合花雄蕊酸鹼指示晶球： 探討百合花雄蕊酸鹼指示晶球的變色效果。	為什麼不同植物萃取出汁液，其變色效果也會不同呢? 實驗設計 以色層分析法探討不同植物汁液中，使酸鹼水溶液變色成分的差異。
全國科展國中組第 51 屆 薑黃素特性及其在生活之上之應用研究： 探討薑黃中的薑黃素在化學實驗上可作為酸鹼指示劑。	我們以浸泡熱水及直接研搗方式萃取薑黃汁液，無法檢測酸鹼水溶液，參考其實驗方法，以「酒精」萃取薑黃汁液。 實驗設計 以浸泡熱水及浸泡酒精方式萃取薑黃汁液，並比較以不同展開液(丙酮、石油醚、酒精)進行濾紙色層分析，試圖探討可讓酸鹼水溶液變色成分的差異。
全國科展國小組第 59 屆-咦!誰在花溶失色? 探討不同顏色花青素溶液的酸鹼變化，並將花青素溶液的顏色分為紅色、黃色與藍紫色花青素，進行水溶液酸鹼性檢測。	不同植物使用不同方法萃取出汁液顏色亦不同，這些可以讓酸鹼水溶液變色的成分都是同一種花青素嗎? 實驗設計 1.依照不同顏色植物汁液進行色系分類。 2.以濾紙色層分析法，找出同色系可同時檢測酸鹼水溶液及只能檢測酸或鹼性水溶液植物汁液之變色成分的差異。
全國科展國小組第 60 屆-「一」「試」搞定： 探討將各種蔬果製成酸鹼指示劑變色效果，並製作能同時檢測酸鹼水溶液的蘋果皮試紙。	不同品種的植物汁液，變色效果都相同嗎? 實驗設計 1.萃取不同品種百香果皮(台農 1 號、滿天星及黃金百香果)汁液，並滴入酸鹼水溶液後探討其變色效果。 2.製作可同時檢測酸鹼水溶液的「百香試紙」，並探討其保存期限。

三、研究方法

依據表 4-1 提及課本及科展作品中可再探討的內容，設計本研究之實驗，如研究架構所述的實驗一～實驗七，其實驗步驟分述如下：



(一)實驗一：找出最適合做為酸鹼指示劑的植物材料，並進行色系分類

1. 將植物材料**浸泡熱水**

步驟如表 4-2 所述：

- (1)蒐集表 3-1 中不同色系的 16 種植物材料，分別取果肉、果皮及菜葉。
- (2)以電子秤秤取上述植物材料各 50 g，分別放入 250 mL 燒杯中，每個燒杯加入 100 mL 沸騰熱水浸泡 40 分鐘後，以篩網過濾製成植物汁液。
- (3)使用滴管吸取上述植物汁液 5 mL，滴入小量杯中的 15 mL 的醋、食鹽水、小蘇打水中，觀察及記錄其顏色變化。

表 4-2 以浸泡熱水方式萃取植物汁液的實驗步驟




		
(1)取果肉、果皮或菜葉	(2)浸泡熱水	(3)將植物汁液滴入酸鹼水溶液

2. 將植物材料**直接研搗**至碎末狀

步驟如表 4-3 所述：

- (1)以電子秤秤取 16 種植物材料各 50 g，分別放入研鉢中，再倒入 100 mL 純水，研搗植物材料至碎末狀，以篩網過濾出植物汁液。
- (2)同浸泡熱水取樣方法，檢測酸鹼變色情形，觀察並記錄其顏色變化。



表 4-3 以直接研搗方式萃取植物汁液的實驗步驟

		
(1)研搗植物材料至碎末狀	(2)以篩網過濾植物汁液	(3)將汁液滴入酸鹼水溶液

3. 彙整變色情形，並進行色系分類。

(1) 取小量杯(學校發放之有刻度的含氟漱口水杯)代替拍照時易反光的試管，並嘗試從不同角度拍攝顏色變化，期許呈現更真實的實驗結果，如表 4-4 所述。

表 4-4 在杯子側邊及上方拍照時結果

杯子側拍	杯子空拍
	

(2) 依萃取出之植物汁液顏色，分成紫色、紅色、橘色、黃色、棕色、灰色、墨綠色，共 7 種色系。

(二)實驗二：以濾紙色層分析法探討不同溶劑萃取薑黃汁液變色成分的差異

1. 同實驗一的方法，改以 100 mL 酒精萃取薑黃汁液。

2. 以濾紙色層分析法探討變色成分的差異。


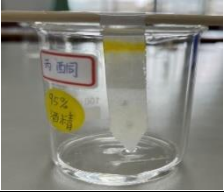
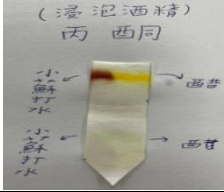
步驟如表 4-5 所示：

(1) 以毛細管吸取薑黃汁液，滴在實驗濾紙上後以吹風機風乾，重複 10 次。

(2) 將已滴有薑黃汁液的實驗濾紙，以不同展開液(酒精、丙酮、石油醚)進行濾紙色層分析，觀察薑黃汁液的展開情形。

(3) 將酸鹼水溶液滴至展開不同位置的色塊中，並觀察及記錄其變色效果。

表 4-5 以濾紙色層分析法探討變色成分差異的實驗步驟

		
(1) 以毛細管吸取植物汁液，滴至實驗濾紙起跑線。	(2) 以不同展開液進行色層分析。	(3) 滴酸鹼水溶液至不同展開位置色塊，並觀察顏色變化。

(三)實驗三：以濾紙色層分析法找出同色系不同植物汁液變色成分的差異

1. 取**實驗一**中，同色系中變色效果佳及只能檢測酸性或鹼性水溶液的植物汁液，進行如**實驗二**的色層分析法。

2. 觀察以不同展開液(酒精、丙酮、石油醚)進行色層分析的展開情形。

3. 將酸鹼水溶液滴至不同展開位置的色塊，並觀察及記錄其變色效果。

(四)實驗四：探討不同品種百香果製成百香果皮汁液的變色效果





1. 取**實驗一**變色效果佳、易取得且可進行廢物利用的**百香果皮**，製作不同品種的「百香酸鹼指示劑」。
2. 如**實驗一**方法，取「台農 1 號」、「滿天星」、「黃金百香果」之百香果皮 50 g，製成不同品種之「百香酸鹼指示劑」，並探討其在酸鹼水溶液的顏色變化。

(五)實驗五：探討不同濃度百香果皮汁液製成「百香酸鹼指示劑」的變色效果

步驟如表 4-6 所述：

1. 取**實驗四**變色效果佳、易取得的「**台農 1 號百香果皮**」，製成不同濃度的「百香酸鹼指示劑」。
2. 如**實驗一**方法，取百香果皮 50g、60g、70g、80g、90g、100g 的百香果皮，分別製成不同濃度之「百香酸鹼指示劑」。
3. 取各種濃度的「百香酸鹼指示劑」，滴入酸鹼水溶液並觀察及記錄其顏色變化。

表 4-6 以浸泡熱水方式製作「不同濃度百香酸鹼指示劑」的實驗方法

			
1.取台農 1 號百香果果皮。	2.秤取不同濃度，所需百香果皮重量。	3.放入 100 mL 熱水中浸泡後過濾。	4.觀察不同濃度滴入酸鹼水溶液的變色情形。



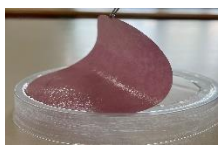
(六)實驗六：找出可製成檢測水溶液酸鹼性的「百香試紙」之最佳紙材

1. 自製「**百香試紙**」簡易自然風乾裝置。

步驟如表 4-7 所述：

- (1) 取一個培養皿，並在培養皿上畫一個比實驗濾紙小的圓。
- (2) 再以美工刀將圓裁下。
- (3) 將已浸泡一天的百香試紙，放置簡易風乾裝置上自然風乾。

表 4-7 自製「百香試紙」簡易自然風乾裝置步驟


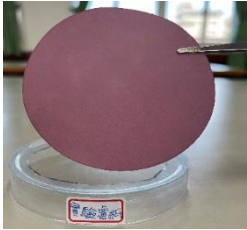
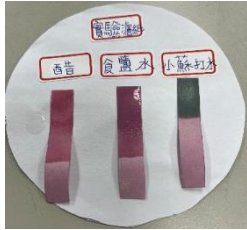
		
(1)在培養皿上畫一個圓。	(2)再以美工刀將圓裁下。	(3)百香試紙簡易風乾裝置完成。

2. 自製不同紙材的「百香試紙」。

步驟如表 4-8 所述：

- (1) 將尺寸直徑為 9 cm 的 5 種紙材(實驗濾紙、咖啡濾紙、圖畫紙、影印紙及水彩紙)，放入裝有百香果皮汁液的培養皿中，浸泡一天。
- (2) 將已浸泡一天之百香果皮汁液的 5 種紙材，分別靜置於上述風乾裝置上，待其風乾後製成「百香試紙」。
- (3) 將酸鹼水溶液滴至「百香試紙」，並觀察及記錄其顏色變化。

表 4-8 以不同紙材製成「百香試紙」的方法

		
(1)將紙材放入培養皿浸泡。	(2)自然風乾製成百香試紙。	(3)觀察滴入酸鹼水溶液的顏色變化。

(七)實驗七：探討百香試紙的保存期限（此處改採以吹風機風乾製作「百香試紙」）




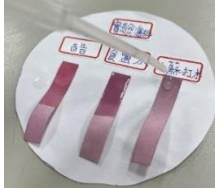
1. 因天氣濕冷，發現靜置於簡易風乾裝置等待「百香試紙」風乾時，可能因待其風乾時間過長，使試紙上在自然風乾前即因環境因素而變色，因此在探討「百香試紙」保存期限實驗時，改採以吹風機風乾約 5 分鐘，製成「百香試紙」。

2. 探討「百香試紙」的保存期限

步驟如表 4-9 所述：

- (1) 取前項實驗紙材變色效果較佳的「實驗濾紙」，浸泡「百香酸鹼指示劑」一天。
- (2) 改採以吹風機風乾試紙，製成可檢測水溶液酸鹼性的「百香試紙」。
- (3) 將「百香試紙」裁成長 4.5 cm、寬 1 cm 的長條形，放入原本存放石蕊試紙，使用完欲丟棄的空筒中，並以夾鏈袋封住保存。
- (4)每隔 3 天，取出「百香試紙」，滴入酸鹼水溶液，並觀察及記錄其顏色變化。

表 4-9 探討「百香試紙」保存期限的實驗步驟

			
(1)將 2 個風乾裝置重疊夾住百香試紙。	(2)以吹風機使「百香試紙」快速風乾。	(3)將百香試紙裁成長條狀，放入試紙筒。	(4)酸鹼水溶液滴至百香試紙，觀察顏色變化。

伍、研究結果與討論

實驗一：找出最適合做為酸鹼指示劑的植物材料（以浸泡熱水及研搗兩種方式），並進行色系分類

一、實驗說明：

- (一) 嘗試將 16 種植物材料以不同方式(浸泡熱水及直接研搗)製成植物汁液。
- (二) 將不同顏色植物汁液進行色系分類(紫色、紅色、橘色、黃色、棕色、灰色、墨綠色，共 7 種色系)，滴入酸鹼水溶液並探討其變色效果。
- (三) 找出易取得且變色效果最佳的植物汁液，來進行後續實驗。







二、實驗結果與討論：



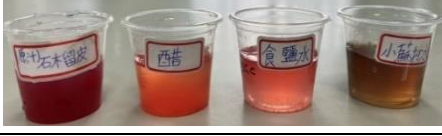

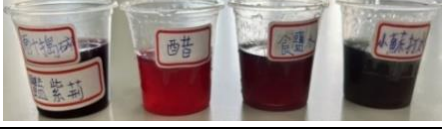



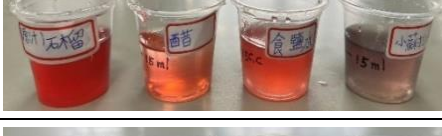
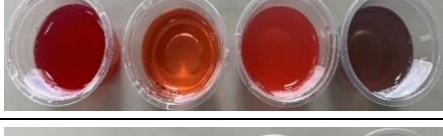


在不同植物汁液滴入酸鹼水溶液中的變色情形表中，當滴入酸鹼水溶液可同時改變顏色時，以「**v**」紀錄其變色效果；若只能測酸或測鹼性水溶液，以「**v**」紀錄其變色效果；無法檢測酸鹼水溶液時，以「**x**」紀錄其變色效果。

(一) 以不同方式萃取植物汁液呈現「紫色系」的植物汁液

1. 紫色系不同植物汁液在酸鹼水溶液中的變色情形，如下表 5-1。

表 5-1 「紫色系」植物汁液滴入酸鹼水溶液的變色情形表(9 種植物汁液)

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水的變色情形		變色效果	
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	測酸	測鹼
浸泡熱水	紅鳳菜			v	v
	紫葡萄皮			v	v
	紫洋蔥			v	v

直接研搗	藍莓			V	X
	石榴果皮			X	V
	豔紫荊			V	V
	紫葡萄皮			V	V
	石榴果肉			X	V
石榴果皮			X	V	

2. 依表 5-1 植物汁液變色情形圖片得知：

- (1) 紅鳳菜、紫葡萄皮、豔紫荊汁液滴入酸鹼水溶液，顏色變化皆明顯，因此適合當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。
- (2) 藍莓汁液滴入酸性水溶液，顏色變化明顯；滴入中性、鹼性水溶液，顏色變化不明顯，因此只適合當作檢測酸性水溶液的指示劑。
- (3) 石榴果肉、果皮，滴入酸性、中性水溶液顏色變化皆不明顯；滴入鹼性水溶液皆有明顯的顏色變化，因此只適合當作檢測鹼性水溶液的指示劑。

3. 小結：

- (1) 紫色系植物汁液中，有 5 種汁液可同時檢測酸鹼水溶液；3 種只適合檢測鹼性水溶液；1 種只適合檢測酸性水溶液。

(二) 以不同方式萃取植物汁液呈現「紅色系」的植物汁液

1. 紅色系植物汁液滴入醋、食鹽水及小蘇打水的變色情形，如下表 5-2。

表 5-2 「紅色系」植物汁液滴入酸鹼水溶液顏色變化情形表(6 種植物汁液)

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水的變色情形		變色效果	
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	測酸	測鹼
浸泡熱水	百香果皮			V	V
	紅肉火龍果肉			X	V
	紅肉火龍果皮			X	V
直接研搗	紅肉火龍果肉			X	V
	紅肉火龍果皮			X	V
	藍莓			X	V

2. 依表 5-2 植物汁液變色情形圖片得知：

(1) 百香果皮汁液滴入酸鹼水溶液，顏色變化皆明顯，因此適合當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。

(2) 紅肉火龍果肉、果皮、藍莓汁液，滴入酸性、中性水溶液顏色變化相近；滴入鹼性水溶液有明顯的顏色變化，因此只適合當作檢測鹼性水溶液的指示劑。

3. 小結：

(1) 紅色系植物汁液中，只有 1 種汁液可同時檢測酸鹼水溶液；5 種只適合檢測鹼性水溶液。

(三) 以不同方式萃取植物汁液呈現「橘色系」的植物汁液

1. 橘色系植物汁液滴入醋、食鹽水及小蘇打水的變色情形，如下表 5-3。

表 5-3 「橘色系」植物汁液滴入酸鹼水溶液顏色變化情形表(9 種植物汁液)

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水的變色情形		變色效果	
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	測酸	測鹼
浸泡熱水	蘋果皮			V	V
	草莓			X	V
	石榴			X	V
	胡蘿蔔			X	X
直接研搗	紫洋蔥			V	V
	百香果皮			X	V
	草莓			X	V
	胡蘿蔔			X	X
	辣椒			X	X

2. 依表 5-3 植物汁液變色情形圖片得知：

(1) 蘋果皮、紫洋蔥汁液滴入酸鹼水溶液，顏色變化較明顯，適合當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。

(2) 草莓、百香果皮、石榴汁液，滴入酸性水溶液，顏色變化不明顯；滴入鹼性水溶液顏色變化較明顯，因此只適合當作檢測鹼性水溶液的指示劑。

(3) 胡蘿蔔、辣椒汁液，滴入酸鹼水溶液，顏色變化皆不明顯，因此不適合當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。



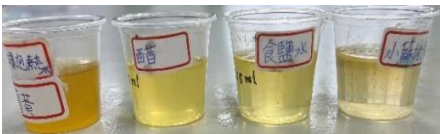
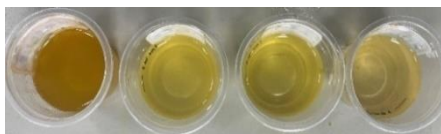


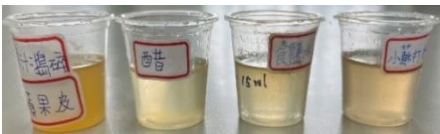
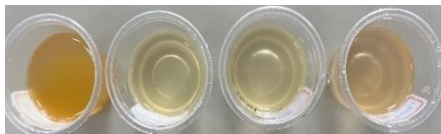
3. 小結：

(1) 橘色系植物汁液中，有 2 種汁液可同時檢測酸鹼水溶液；有 4 種汁液僅適合檢測鹼性水溶液；有 3 種汁液對酸鹼性水溶液皆無明顯顏色變化。

(四) 以不同方式萃取植物汁液呈現「黃色系」的植物汁液

1. 黃色系植物汁液滴入醋、食鹽水及小蘇打水的變色情形，如下表 5-4。

表 5-4 「黃色系」植物汁液滴入酸鹼水溶液顏色變化情形表(4 種植物汁液)

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水的變色情形		變色效果	
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	測酸	測鹼
浸泡熱水	辣椒			X	X
	薑黃			X	X
直接研搗	薑黃			X	X
	蘋果皮			X	V

2. 依表 5-4 植物汁液變色情形圖片得知：

(1) 蘋果皮汁液滴入酸性、中性水溶液，顏色偏向指示劑的顏色；滴入鹼性水溶液，顏色變化較明顯；因此只適合當作檢測鹼性水溶液的指示劑。

(2) 辣椒及薑黃汁液滴入酸鹼水溶液，顏色皆偏黃色系，因此不適合當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。

3. 小結：

- (1) 黃色系植物汁液中，只有 1 種只適合當作檢測鹼性水溶液的指示劑，其餘 3 種皆無法當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。

(五) 以不同方式萃取植物汁液呈現「棕色系」的植物汁液

1. 棕色系植物汁液滴入醋、食鹽水及小蘇打水的變色情形，如下表 5-5。

表 5-5 「棕色系」植物汁液滴入酸鹼水溶液顏色變化情形表(2 種植物汁液)

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水的變色情形		變色效果	
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	測酸	測鹼
浸泡熱水	豔紫荊			V	V
	黑豆			V	X

2. 依表 5-5 植物汁液變色情形圖片得知：

- (1) 豔紫荊汁液滴入酸鹼水溶液顏色變化皆明顯，因此適合當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。
- (2) 黑豆汁液滴入酸性、中性水溶液，顏色皆偏紅色系；滴入鹼性水溶液，顏色偏向指示劑的顏色；因此只適合當作檢測酸性水溶液的指示劑。

3. 小結：

- (1) 棕色系植物汁液中，有 1 種汁液可同時檢測酸鹼水溶液；有 1 種汁液只適合做檢測酸性水溶液的指示劑。

(六) 以不同方式萃取植物汁液呈現「灰色系」的植物汁液

1. 灰色系植物汁液滴入醋、食鹽水及小蘇打水的變色情形，如下表 5-6。

表 5-6 「灰色系」植物汁液滴入酸鹼水溶液顏色變化情形表(1 種植物汁液)

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水的變色情形		變色效果	
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	測酸	測鹼
直接研搗	黑豆			V	X

2. 依表 5-6 植物汁液變色情形圖片得知：

(1) 灰色系的黑豆汁液，滴入酸性水溶液，顏色變化明顯；滴入中性、鹼性水溶液，顏色皆偏向指示劑的顏色，因此只適合當作檢測酸性水溶液的指示劑。

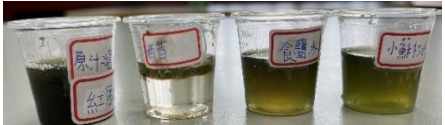
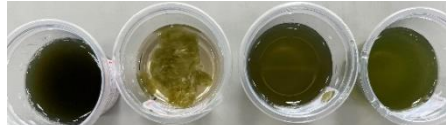
3. 小結：

(1) 灰色系植物汁液中，有 1 種汁液只適合當作檢測酸性水溶液的指示劑。

(七) 以不同方式萃取植物汁液呈現「墨綠色系」的植物汁液

1. 墨綠色系植物汁液滴入醋、食鹽水及小蘇打水的變色情形，如下表 5-7。

表 5-7 「墨綠色系」植物汁液滴入酸鹼水溶液顏色變化情形表(1 種植物汁液)

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水的變色情形		變色效果	
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	測酸	測鹼
直接研搗	紅鳳菜			X	X

2. 依表 5-7 植物汁液變色情形圖片得知：

(1) 墨綠色系的紅鳳菜汁液，滴入酸鹼水溶液，顏色變化皆不明顯，因此不適合當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。

3. 小結：

(1) 墨綠色系植物汁液中，有 1 種汁液無法當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。

三、總結：

(一) 依據實驗一，將 7 種色系滴入酸鹼水溶液的變色情形，統計適合當作不同指示劑植物汁液數量，如表 5-8。

表 5-8 不同色系製成酸鹼指示劑的植物汁液數量統計表

汁液色系 指示劑數量	紫	紅	橘	黃	棕	灰	墨綠	總計
酸鹼指示劑	5	1	2	0	1	0	0	9
酸性指示劑	1	0	0	0	1	1	0	3
鹼性指示劑	3	5	4	1	0	0	0	13
無法檢測	0	0	3	3	0	0	1	7
總計	9	6	9	4	2	1	1	32

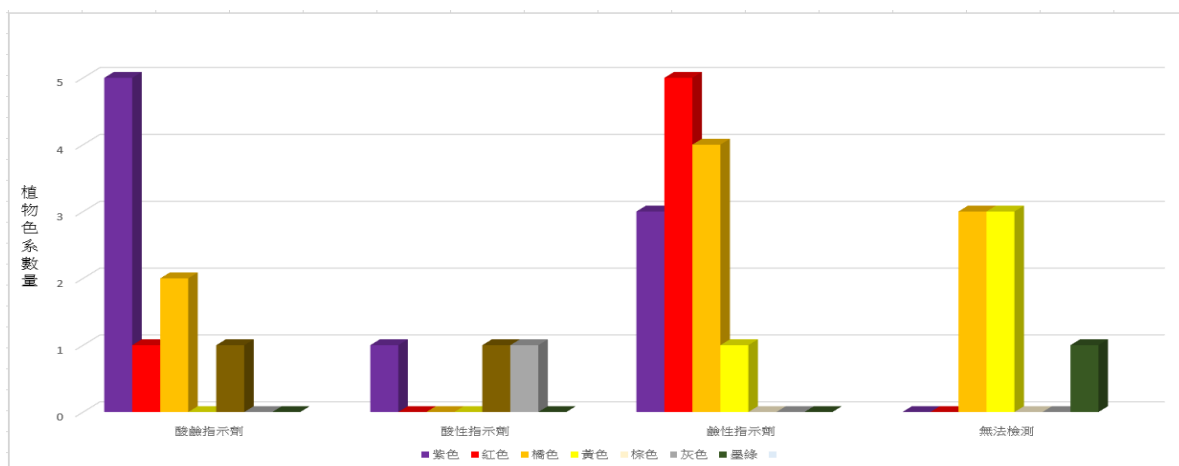


圖 5-1 不同色系製成酸鹼指示劑的植物汁液數量統計圖

(二) 依據表 5-8，整理如圖 5-1，由圖 5-1 可以發現：

1. 不同色系中，適合當作酸鹼指示劑的植物汁液，以紫色系數量較多。
2. 大多數植物汁液可以當作檢測鹼性水溶液的指示劑。
3. 大部分黃色系植物汁液不適合作為酸鹼指示劑。

(三) 分析整理**實驗一**，以不同植物製成酸鹼指示劑價格、取得方便性及獨創性

1. 從**實驗一**中，挑出不同色系植物汁液滴入酸鹼水溶液後變色效果較佳的植物汁液，針對價格、方便取得、價格及獨特性，進行分析整理比較，如表 5-9。

表 5-9 不同色系植物汁液製成酸鹼指示劑之價格、取得方便性、獨特性及變色效果表

植物汁液色系	植物名稱	價格	取得方便性	研究文獻數量	滴入酸鹼水溶液的顏色變化 醋 食鹽水 小蘇打水	是否選用
				製成酸鹼指示劑		
紫色系	紅鳳菜 (浸泡熱水)	1 斤約 35 元	(1)易取得、市場採買	多		否
	豔紫荊 (直接研搗)	校園植物再利用	(1)易取得、校園植物。 (2)需等待花期，並撿拾掉落的花瓣，並撿拾大量花瓣，才可取得 50 g 花瓣。	多		否
	紫葡萄皮 (浸泡熱水)	(1)果皮再利用。 (2)1 斤約 130 元	(1)易取得、可於市場採買食用後，再收集果皮。 (2)取 25 顆葡萄，可約取得 50 g 的葡萄皮。	多		否
	紫葡萄皮 (直接研搗)	(1)果皮再利用。 (2)1 斤約 130 元	(1)易取得、可於市場採買食用後，再收集果皮。 (2)取 25 顆葡萄，可約取得 50 g 的葡萄皮。	多		否

	紫洋蔥 (浸泡熱水)	1斤約 69元	(1)易取得、市場採買	多		否
紅 色 系	百香果皮 (浸泡熱水)	(1)果皮 再利 用。 (2)1斤約 39元	(1)易取得、可於學校營養 午餐發放百香果時，在學 校收集大量百香果皮。 (2)於市場採買食用後，收 集百香果皮，約2顆百香 果，可取50g百香果皮。	極少		是
橘 色 系	蘋果皮 (浸泡熱水)	(1)果皮 再利 用。 (2)1斤約 45元	(1)易取得、可於市場採買 食用後，再收集果皮。 (2)需選取無打蠟的蘋果 皮，較不易影響變色效果	極少		否
棕 色 系	豔紫荊 (浸泡熱水)	校園植 物再利 用	(1)易取得、校園植物。 (2)需等待花期，並撿拾掉 落的花瓣，並撿拾大量花 瓣，才可取得50g花瓣。	多		否

2. 依據表 5-9，最後選用「百香果皮」製成酸鹼指示劑的原因如下：

(1) 百香果是常見且價格較低的在地水果，而且百香果皮是吃完果肉後會被大量丟棄的材料，因此學校如果有發放百香果，就可以收集大量且即將被丟棄的百香果皮，再加以利用。

(2) 用百香果皮汁液製成的酸鹼指示劑呈現莓紅色，滴入酸性水溶液後由莓紅色系變成粉橘色系；滴入鹼性水溶液時，顏色從莓紅色系變成棕綠色系，顏色變化明顯，因此適合作為酸鹼指示劑。

(四) 以浸泡熱水及直接研搗方式萃取薑黃汁液，皆無法像參考文獻中的薑黃汁液，可以使酸鹼水溶液變色。

(五) 同色系但不同植物汁液，滴入酸鹼水溶液的變色情形亦不同。

實驗二：以濾紙色層分析法探討不同溶劑萃取植物汁液變色成分的差異

一、實驗說明：

(一) 嘗試將薑黃以不同溶劑(熱水、酒精)方式萃取薑黃汁液。

(二) 將已滴有薑黃汁液的實驗濾紙，以不同展開液(酒精、丙酮、石油醚)進行濾紙色層分析，觀察薑黃汁液的展開情形。

(三) 將酸鹼水溶液滴至所展開不同位置的色塊中，探討可變色的色塊。

二、實驗結果：

(一) 薑黃汁液以不同展開液的色層分析結果及不同展開位置滴入酸鹼水溶液的變色情形，如下表 5-10、5-11。

表 5-10 薑黃汁液以不同展開液（酒精、丙酮、石油醚）進行色層分析結果


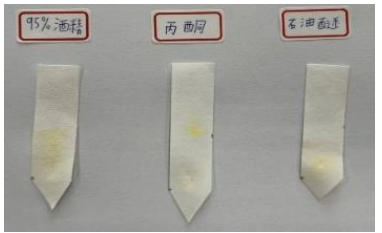

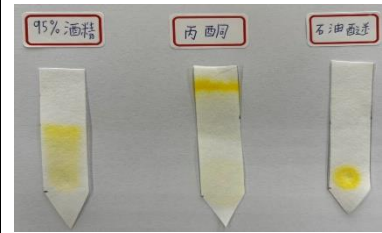
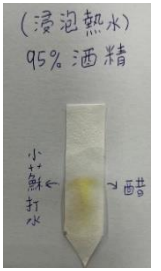
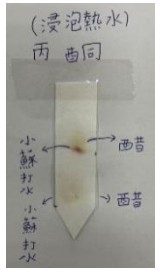
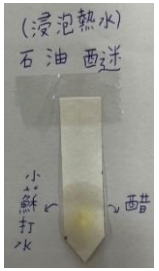
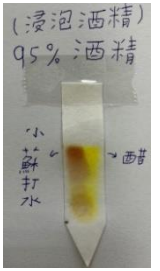
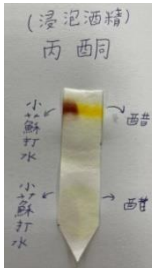
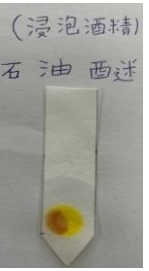
以熱水萃取薑黃汁液		以酒精萃取薑黃汁液	
原色	展開情形	原色	展開情形
			

表 5-11 將酸鹼水溶液滴至薑黃汁液不同展開位置色塊的變色情形

薑黃汁液	浸泡熱水			浸泡酒精		
	酒精	丙酮	石油醚	酒精	丙酮	石油醚
變色情形						

三、實驗討論：

(一) 以浸泡熱水萃取之薑黃汁液

1. 將酸鹼水溶液滴至以酒精、丙酮及石油醚當作展開液層析出的薑黃汁液色塊，發現皆無明顯顏色變化。

(二) 以浸泡酒精萃取之薑黃汁液

1. 將醋滴至以酒精層析出的上、下層色塊中，顏色皆無明顯變化；滴小蘇打水至色塊中，顏色變化皆明顯。
2. 將醋滴至以丙酮層析出的上、下層的色塊中，顏色皆無明顯變化；將小蘇打水滴至上層色塊，顏色變化明顯。

3. 將醋滴至**石油醚**層析出的色塊，顏色變化不明顯；將小蘇打水滴至層析出的色塊，顏色變化明顯。

四、小結：

- (一) 以**浸泡酒精**方式萃取出的薑黃汁液，滴入鹼性水溶液變化明顯，因此我們認為浸泡酒精可萃取出使酸鹼水溶液變色的色素成分(薑黃素)，使薑黃汁液成為可以檢測鹼性水溶液的指示劑。

實驗三：以濾紙色層分析法探討同色系不同植物汁液變色成分的差異

一、實驗說明：

- (一) 取同色系但變色效果不同的植物汁液，以不同展開液(酒精、丙酮、石油醚)進行色層分析，觀察其展開情形。
- (二) 將酸鹼水溶液滴至所展開的不同色層中，試著找出變色效果較佳的植物汁液之可變色的色塊。

二、實驗結果與討論：

取「**實驗一**」同色系中，滴入酸鹼水溶液變色效果皆佳及只能測酸性或鹼性水溶液的植物汁液，進行濾紙色層分析結果與討論，如下：

- (一) **紫色系汁液**以不同展開液的色層分析結果及不同展開位置滴入酸鹼水溶液的變色情形，如下表 5-12、5-13。

表 5-12 **紫色系汁液**以不同展開液（酒精、丙酮、石油醚）進行色層分析結果


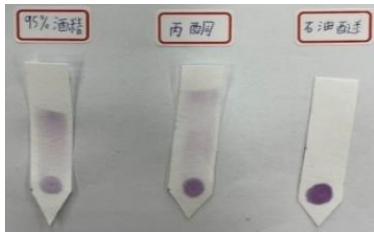


紫葡萄皮(可同時檢測酸鹼水溶液)		藍莓(只能檢測酸性水溶液)	
原色	展開情形	原色	展開情形
			

表 5-13 將酸鹼水溶液滴至紫色系汁液不同展開位置色塊的變色情形

植物汁液	紫葡萄皮(可同時檢測酸鹼水溶液)			藍莓(只能檢測酸性水溶液)		
展開液	酒精	丙酮	石油醚	酒精	丙酮	石油醚
變色情形						

1. 依照上述表 5-12、5-13 色層分析結果得知：

- (1) 將紫葡萄皮汁液以酒精、丙酮及石油醚為展開液，皆層析出紫色色塊；將酸鹼水溶液滴至色塊中，發現皆有明顯的顏色變化。
- (2) 將藍莓汁液以酒精、丙酮、石油醚為展開液層析後，皆無汁液顏色色塊；將酸鹼水溶液滴至色塊中，發現顏色皆無變化。

2. 小結：


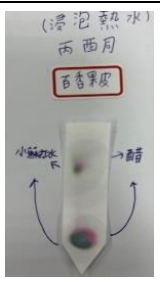
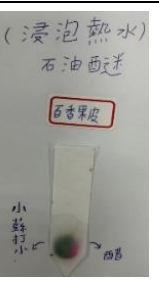



- (1) 紫葡萄皮汁液可能因為可以層析出含有可使酸鹼水溶液變色成分的色塊，所以可以當作可同時檢測酸鹼水溶液的指示劑。
- (2) 藍莓汁液沒有被萃取出可使酸鹼水溶液變色成分之色塊，因此無法當作可同時檢測酸鹼水溶液的指示劑。

(二) 紅色系汁液以不同展開液的色層分析結果及不同展開位置滴入酸鹼水溶液的變色情形，如下表 5-14、5-15。

表 5-14 紅色系汁液以不同展開液（酒精、丙酮、石油醚）進行色層分析結果

百香果皮(可同時檢測酸鹼水溶液)		紅肉火龍果肉(只能檢測鹼性水溶液)	
原色	展開情形	原色	展開情形

表 5-15 將酸鹼水溶液滴至紅色系汁液不同展開位置色塊的變色情形

植物汁液	百香果皮(可同時檢測酸鹼水溶液)			紅肉火龍果肉(只能檢測鹼性水溶液)		
展開液	酒精	丙酮	石油醚	酒精	丙酮	石油醚
變色情形						

1. 依照上述表 5-14、5-15 色層分析結果得知：

- (1) 將百香果皮汁液以酒精、丙酮為展開液，皆層析出紫色色塊；將酸鹼水溶液滴至層析出的色塊中，發現皆有明顯的顏色變化。
- (2) 將紅肉火龍果肉汁液以酒精、丙酮、石油醚為展開液，皆層析出紫色色塊；但是將酸鹼水溶液滴至色塊中，發現顏色皆無明顯顏色變化。

2. 小結：

- (1) 百香果皮汁液可能因為可以層析出含有可使酸鹼水溶液變色成分的色塊，所以可以當作可同時檢測酸鹼水溶液的指示劑。
- (2) 紅肉火龍果肉汁液沒有被萃取出可使酸鹼水溶液變色的色塊，因此無法當作可同時檢測酸鹼水溶液的指示劑。

(三) 橘色系汁液以不同展開液的色層分析結果及不同展開位置滴入酸鹼水溶液的變色情形，如下表 5-16、5-17。

表 5-16 橘色系汁液以不同展開液（酒精、丙酮、石油醚）進行色層分析結果




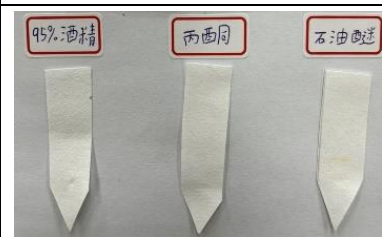

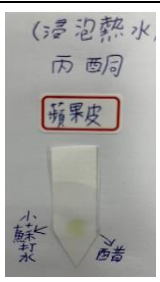
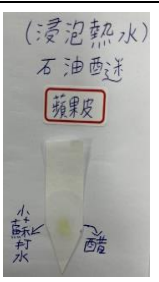

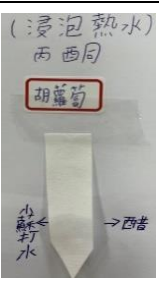

蘋果皮(可同時檢測酸鹼水溶液)		胡蘿蔔(無法檢測酸鹼水溶液)	
原色	展開情形	原色	展開情形
			

表 5-17 將酸鹼水溶液滴至橘色系汁液不同展開位置色塊的變色情形

植物汁液	蘋果皮(可同時檢測酸鹼水溶液)			胡蘿蔔(無法檢測酸鹼水溶液)		
展開液	酒精	丙酮	石油醚	酒精	丙酮	石油醚
變色情形						

1. 依照上述表 5-16、5-17 色層分析結果得知：

- (1) 將蘋果皮汁液以酒精、丙酮及石油醚為展開液，皆層析出但粉紅色色塊；將醋滴至層析出的色塊中，發現無明顯的顏色變化；將小蘇打水滴至色塊中，發現有較明顯顏色變化。
- (2) 將胡蘿蔔汁液以酒精、丙酮、石油醚為展開液，皆無法層析出色塊；將酸鹼水溶液滴至色塊中，發現顏色亦無變化。

2. 小結：

- (1) 蘋果皮汁液可以層析出含有可使鹼性水溶液變色成分的色塊。
- (2) 胡蘿蔔汁液沒有被萃取出可使酸鹼水溶液變色成分之色塊，因此無法當作可同時檢測酸鹼水溶液的指示劑。

三、總結：

- (一) 以濾紙色層分析法，發現滴入酸鹼水溶液變色效果佳的**紫葡萄皮**、**百香果皮汁液**，皆可層析出可使酸鹼水溶液同時變色的色塊；但滴入同樣變色效果佳但萃取出汁液顏色較淡的蘋果皮汁液，卻只有層析出讓鹼性變色的色塊。
- (二) 將無法同時檢測酸鹼水溶液的藍莓、紅肉火龍果肉、胡蘿蔔汁液進行色層分析，發現皆無法層析出可使酸鹼水溶液同時變色的色塊。

實驗四：探討不同品種百香果製成百香果皮汁液的變色效果



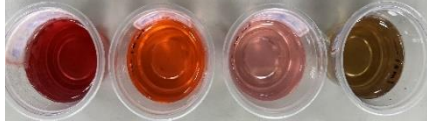

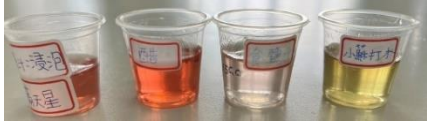
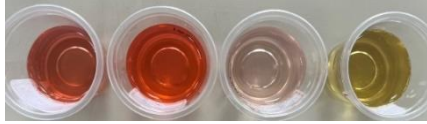



一、實驗說明：

- (一) 嘗試將**不同品種百香果**(台農 1 號、滿天星及黃金百香果)果皮，以浸泡熱水方式萃取百香果皮汁液，製成百香酸鹼指示劑。
- (二) 將不同品種百香果皮汁液，滴入酸鹼水溶液，並觀察及記錄其變色情形。

二、實驗結果：

- (一) 將不同品種百香果皮汁液滴入酸鹼水溶液，變色情形如下表 5-18。

表 5-18 不同品種百香果皮汁液滴入酸鹼水溶液變化情形表

百香果名稱	百香果樣貌	不同品種百香果皮汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水的變色情形		變色效果	
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	測酸	測鹼
台農 1 號				V	V
滿天星				V	V
黃金百香果				X	X

三、實驗討論：

- (一) 台農 1 號及滿天星百香果皮汁液滴入酸鹼水溶液，顏色變化明顯，因此適合當作檢測酸鹼水溶液的指示劑。
- (二) 黃金百香果可能因改良過後，所萃取出之汁液為黃色系，滴入酸性、中性水溶液，顏色皆偏淡黃色；滴入鹼性偏向指示劑顏色，不適合當做酸鹼指示劑。

四、小結：

- (一) 不同品種百香果製成百香果皮汁液檢測酸鹼水溶液，會影響其變色效果。
- (二) 最後選取台灣栽培面積最多且易取得的「**台農 1 號**」百香果，進行後續以不同濃度百香果皮汁液製成酸鹼指示劑的變色效果。

實驗五：探討不同濃度百香果皮汁液製成「百香酸鹼指示劑」的變色效果




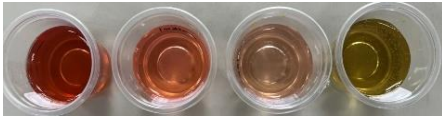

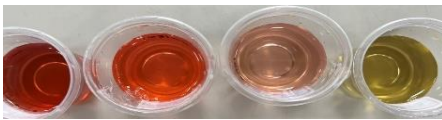






一、實驗說明：

- (一) 取前項實驗變色效果佳，且易取得又環保的「台農 1 號百香果皮」汁液，進行不同濃度「百香果皮汁液」製成酸鹼指示劑的變色效果實驗。
- (二) 分別取 50 g、60 g、70 g、80 g、90 g、100 g 的百香果皮，浸泡 100 mL 的熱水，製成不同濃度「百香果皮汁液」，滴入酸鹼水溶液，觀察水溶液顏色變化。

二、實驗結果：

- (一) 將不同濃度百香果皮汁液滴入酸鹼水溶液，變色情形如下表 5-19。

表 5-19 不同濃度的百香果皮汁液滴入酸鹼水溶液的變色情形表

百香果皮重量	從量杯側面拍攝	從量杯上方拍攝
50 g		
60 g		
70 g		
80 g		
90 g		
100 g		

三、實驗討論：

- (一) 將不同濃度的「百香酸鹼指示劑」滴入酸鹼水溶液的顏色變化無明顯差異，變色效果皆佳，皆適合作為檢測酸鹼水溶液的酸鹼指示劑。
- (二) 因希望試紙順利浸染百香果皮汁液的顏色，決定取 100 g 百香果皮製成濃度較高、顏色深的百香酸鹼指示劑，製成百香試紙，並探討其變色效果。

實驗六：找出可製成檢測水溶液酸鹼性的「百香試紙」之最佳紙材

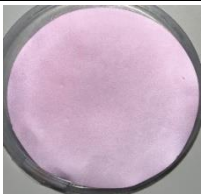
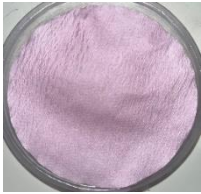
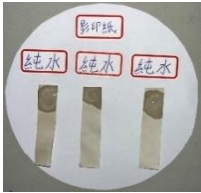




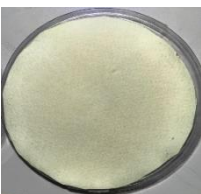
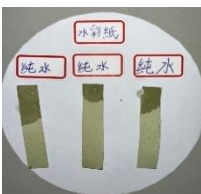

一、實驗說明：

- (一) 取前項實驗變色效果佳，以 100 g 的百香果皮，浸泡 100 mL 的熱水製成百香酸鹼指示劑。
- (二) 取 5 種不同紙材浸泡上述調配之百香酸鹼指示劑，製成「百香試紙」，並滴入酸鹼水溶液，觀察「百香試紙」變色情形，找尋製成「百香試紙」的最佳紙材。

二、實驗結果：

- (一) 將酸鹼水溶液滴至不同紙材製成「百香試紙」的變色情形，如下表 5-20。

表 5-20 以不同紙材製成「百香試紙」的變色情形比較表

紙材種類	「百香試紙」原貌	滴純水至百香試紙	滴酸鹼水溶液至百香試紙	是否選用
實驗濾紙				是
咖啡濾紙				否
影印紙				否
圖畫紙				否
水彩紙				否

三、實驗討論：

- (一) 將酸鹼水溶液滴到「水彩紙、影印紙、圖畫紙」上後，會先出現小水滴，可能因吸水力不佳，靜置一段時間後，發現滴入酸性水溶液後顏色變化明顯；滴入中性、鹼性水溶液後顏色皆無明顯變化；因此只適合製成檢測酸性水溶液的試紙。
- (二) 將鹼性水溶液滴到「咖啡濾紙」上後，顏色有明顯變化；但發現滴入酸性、中性水溶液後，顏色變化不明顯；因此較適合製成檢測鹼性水溶液的試紙。
- (三) 將酸鹼水溶液滴到「實驗濾紙」上後，顏色皆有明顯變化，適合製成能同時檢測酸鹼水溶液的試紙。

四、小結：

- (一)以「實驗濾紙」製成的「百香試紙」變色效果最佳，因此選用「實驗濾紙」製成「百香試紙」，以進行後續探討「百香試紙」的保存期限的實驗。

實驗七：探討百香試紙的保存期限（此處改採以吹風機風乾製作「百香試紙」）

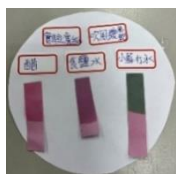
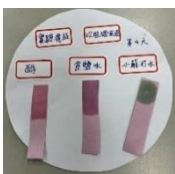
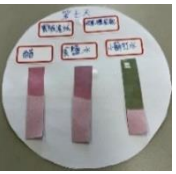
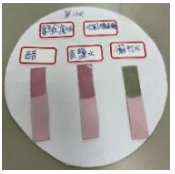
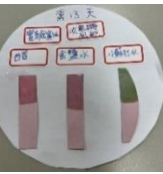
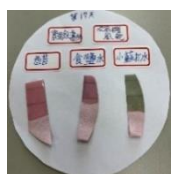
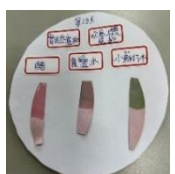
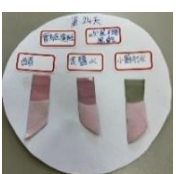
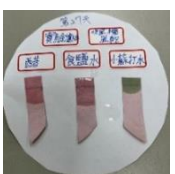
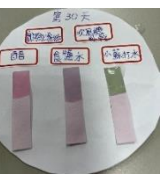
一、實驗說明：

- (一) 取前項實驗變色效果佳的「實驗濾紙」，浸泡「百香酸鹼指示劑」，製成可檢測水溶液酸鹼性的「百香試紙」，剪裁成長條狀後，放入試紙筒中保存。
- (二) 以吹風機風乾製成百香試紙說明：原本擔心溫度是否影響百香試紙變色效果，因此在實驗六探討不同紙材製成百香試紙時，採以自製簡易風乾裝置讓百香試紙自然風乾；但沒想到再重新製作百香試紙，要進行試紙保存期限時，發現可能因天氣濕冷，百香試紙在還沒自然風乾前即變色，因此決定採用吹風機風乾法，試著將百香試紙風乾(約 5 分鐘)後，再滴入酸鹼水溶液觀察其變色情形，發現沒有影響其變色效果，仍可作為檢測酸鹼水溶液的「百香試紙」。

二、實驗結果：

(一) 將酸鹼水溶液滴入「不同存放天數」之「百香試紙」的變色情形，如下表 5-21。

表 5-21 將不同天數「百香試紙」滴入酸鹼水溶液的變色情形表

檢測次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
百香試紙 顏色變化					
變色效果	佳	佳	佳	佳	佳
檢測次數	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次
百香試紙 顏色變化					
變色效果	佳	佳	佳	佳	佳

三、實驗討論：

- (一) 將當天製成原色為紫色的「百香試紙」裁成長條狀，再滴入酸鹼水溶液，發現顏色變化明顯，變色效果佳，適合當作檢測酸鹼水溶液的試紙。
- (二) 每隔 3 天，取出保存於試紙筒中的「百香試紙」，滴入酸鹼水溶液，持續觀察記錄 30 天；「百香試紙」經過一段時間，試紙原色會稍微變淡，但變色效果仍佳。
- (三) 將酸性、中性、鹼性水溶液滴至已存放 30 天的「百香試紙」，變色效果仍佳，依然可當作檢測酸鹼水溶液的「百香試紙」。

四、小結：

- (一) 百香試紙保存期限至少可達 30 天，是兼具易製作、攜帶方便及實用的酸鹼試紙。

陸、結論


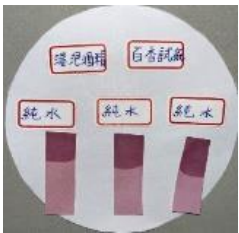
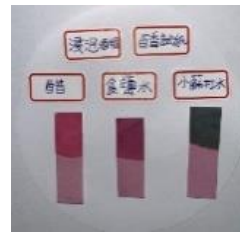
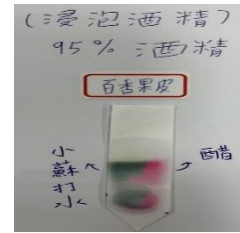
- 一、將 16 種植物材料萃取出汁液進行色系分類，其中以紫色系(紅鳳菜、紫葡萄皮、紫洋蔥-浸泡熱水；紫葡萄皮、豔紫荊-直接研搗)、紅色系(百香果皮-浸泡熱水)、橘色系(蘋果皮-浸泡熱水；紫洋蔥-直接研搗)、棕色系(豔紫荊-浸泡熱水)等「9 種」植物汁液製成酸鹼指示劑，滴入酸鹼水溶液後，變色效果佳，適合作為同時「檢測酸鹼水溶液的酸鹼指示劑」。

- 二、不同色系中，適合當作酸鹼指示劑的植物汁液，以紫色系數量較多；大部分植物汁液較適合檢測鹼性水溶液；而黃色系植物汁液多為不適合作為酸鹼指示劑。
- 三、以濾紙色層分析法，發現有些植物以「不同溶劑」萃取汁液，可層析出有效的變色成分，也影響其變色效果。
- 四、以濾紙色層分析法，發現同色系但不同植物汁液可層析出的有效變色成分不同，因此有些可當作同時檢測酸鹼水溶液指示劑。
- 五、以「不同品種」百香果製成百香果皮汁液檢測酸鹼水溶液，會有不同的變色效果，以「台農 1 號」百香果最佳。
- 六、以「台農 1 號」製成「不同濃度」百香酸鹼指示劑，變色效果皆佳。
- 七、以不同紙材製成之「百香試紙」，發現「實驗濾紙」變色效果最佳。
- 八、因天氣潮濕，若以自然風乾方式製成「百香試紙」易變質、不易保存，若改以吹風機快速乾燥，製成之「百香試紙」不易變質，易保存，實用性高。

柒、未來展望

- 一、在實驗二中發現，以不同方式萃取薑黃汁液，變色效果亦不同，所以心想若也使用酒精萃取百香果皮汁液，是不是也會有不同的變色效果?因此以酒精萃取百香果皮汁液，製成「酒精百香試紙」，驚喜的發現，靜置簡易自然風乾裝置風乾過程中竟然不會變色，且變色效果佳，如下表 5-25。

表 5-25 以酒精萃取百香果皮汁液製成「酒精百香試紙」的變色情形比較表

酒精百香試紙 原貌	滴純水至 酒精百香試紙	滴酸鹼水溶液至 酒精百香試紙	將酸鹼水溶液滴至不同 展開位置色塊變色情形
			

- 二、由表 5-25 推測「酒精百香試紙」，或許具有抗氧化的功效，讓試紙可以在空氣中自然風乾過程中保持原色呢? 期望未來可朝向讓植物製成之酸鹼指示劑或酸鹼試紙，可以不受環境影響，更加穩定保存的目標，進行研究。

捌、參考文獻資料

- 一、陳思綺、李育景、鄭惟遠、許閔浩、賴宜萱、顧雅涵 (2005)。看我七十二變～談自製指示劑的奇妙變化，中華民國第四十五屆中小學科學展覽會。
- 二、張貴婷、翁碩臨、許奕晨 (2011)。薑黃素的特性及其在生活之應用研究，中華民國第五十一屆中小學科學展覽會。
- 三、陳品蓉、林銜笙、徐偲綺、林辰翰、丁崧華 (2019)。咦!誰在花溶失色，中華民國第五十九屆中小學科學展覽會。
- 四、朱舒瑛、鄒丞傑、葉份承、李怡萱、劉晉嘉、程品臻(2021)。一「試」搞「定」，中華民國第六十屆中小學科學展覽會。
- 五、吳欣芯、陳品熹、沈朔丞、江以樂、郭品均、王晏婷(2021)。聞「晶」色變「雄」厲害! -自製百合花雄蕊酸鹼指示晶球，某縣市第 110 學年度中小學科學展覽會。
- 六、王純姬等編(2019)。國民小學自然與生活科技第五冊(五上)。康軒文教事業股份有限公司。第 3 單元 水溶液(p.53-p.63)。

【評語】 080205

1. 作品由自然課程內容延伸，使用天然植物自製酸鹼指示劑，適合國小階段學生進行探究實作，結果具體，非常值得鼓勵。
2. 不同農產品篩選、色層分析法、紫色系農作物變色、試紙製作、選用百香果(台農 1 號)等內容，實驗設計結構有條理，說明清晰。
3. 建議可增加對於指示劑變色化學原理的探討，讓作品更完整。
4. 建議可強調該作品與過去歷屆有關指示劑相關作品之不同與創新之處。

作品海報



『百』 『香』 試紙～
『果』 然變色





摘要

找到易取得且果皮可再利用的『台農1號』百香果製成百香試紙，並以『色層分析法』驗證百香果皮汁液含有可同時使酸鹼水溶液變色的色素成分。



研究目的

探討將生活中常見材料製成酸鹼指示劑的變色效果。

研究目的二

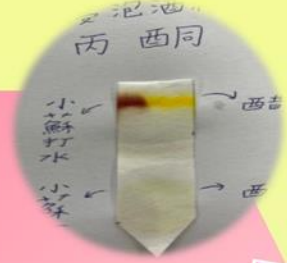
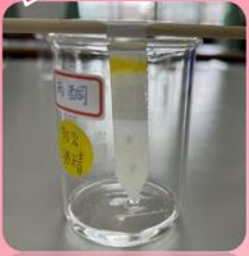
探討將百香果皮汁液製成酸鹼指示劑的變色效果。

- 色系分類
- 色層分析
- 不同萃取方式

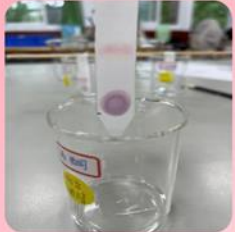
- 不同品種
- 不同紙材
- 不同濃度
- 保存期限



薑黃



百香果



研究動機

以易取得、成本低的『百香果皮』替代紫色高麗菜在課堂上使用，並想探討以不同萃取方式及同色系植物汁液所含變色成分的差異。

台農一號



百香試紙

濃度高



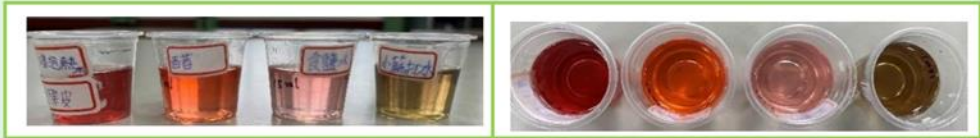
研究設備及器材

一、製作酸鹼指示劑實驗材料：

表1 製作酸鹼指示劑的實驗材料表

植物汁液顏色	萃取方式	植物種類				
紫色系	浸泡熱水	紫葡萄皮	紅鳳菜	紫洋蔥	藍莓	石榴果皮
	直接研搗	紫葡萄皮	豔紫荊	石榴果肉	石榴果皮	
紅色系	浸泡熱水	台農1號百香果	滿天星百香果	紅肉火龍果肉	紅肉火龍果皮	
	直接研搗	藍莓	紅肉火龍果肉	紅肉火龍果皮		
橘色系	浸泡熱水	蘋果皮	石榴果肉	草莓	胡蘿蔔	
	直接研搗	紫洋蔥	台農1號百香果	草莓	胡蘿蔔	辣椒
黃色系	浸泡熱水	黃金百香果	薑黃	辣椒		
	直接研搗	蘋果皮	薑黃			
棕色系	浸泡熱水	豔紫荊	黑豆			
灰色系	直接研搗	黑豆				
墨綠色系	直接研搗	紅鳳菜				

二、以小量杯代替易反光的試管：



三、百香試紙自然風乾裝置DIY：



文獻探討與研究方法

自然課程水溶液單元-自製酸鹼水溶液課程延伸

確認研究構想

文獻探討

訂定研究方法/研究目的

目的二
探討將「百香果皮汁液」製成酸鹼指示劑的變色效果

目的二
探討將「百香果皮汁液」製成酸鹼指示劑的變色效果

- 實驗一 找出最適合做為酸鹼指示劑的植物材料，並進行色系分類。
- 實驗二 以『濾紙色層分析法』探討不同溶劑萃取植物汁液變色成分的差異。
- 實驗三 以『濾紙色層分析法』探討同色系不同植物汁液變色成分的差異。
- 實驗四 探討『不同品種』百香果製成百香果皮汁液的變色效果。
- 實驗五 探討『不同濃度』百香果皮汁液製成百香酸鹼指示劑的變色效果。
- 實驗六 找出可製成檢測水溶液酸鹼性的『百香試紙』之最佳紙材。
- 實驗七 探討百香試紙的『保存期限』。

資料圖表製作與討論分析

結論

「百」「香」試紙~「果」然變色

擁有紫紅色外皮的百香果，可以製成易保存又能同時檢測酸鹼水溶液的「百香試紙」

研究結果與討論

色層分析

實驗一

找出最適合作為酸鹼指示劑的植物材料，並進行色系分類

色系分類

★實驗結果：

表1-1『紫色系』植物汁液滴入酸鹼水溶液變色情形表				表1-2『紅色系』植物汁液滴入酸鹼水溶液變色情形表					
萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水變色情形		變色效果	萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水變色情形		變色效果
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)				滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	
浸泡熱水	紅藜果			V V	紅藜果			V V	
	蔓越莓			V V	蔓越莓			X V	
	藍莓			V X	藍莓			X V	
	石櫛皮			X V	石櫛皮			X V	
直接研搗	蔓越莓			V V	蔓越莓			X V	
	藍莓			V V	藍莓			X V	
	石櫛皮			X V	石櫛皮			X V	
	蔓越莓			X V	蔓越莓			X V	

★實驗結果：

表3-1 將酸鹼水溶液滴至紫色系汁液不同展開位置色塊的變色情形

植物汁液	紫葡萄皮(可同時檢測酸鹼水溶液)			藍莓(只能檢測酸性水溶液)		
	酒精	丙酮	石油醚	酒精	丙酮	石油醚
展開液	(浸泡熱水) 95%酒精	(浸泡熱水) 丙酮	(浸泡熱水) 石油醚	(浸泡熱水) 95%酒精	(浸泡熱水) 丙酮	(浸泡熱水) 石油醚
變色情形						

表3-2 將酸鹼水溶液滴至紅色系汁液不同展開位置色塊的變色情形

植物汁液	百香果皮(可同時檢測酸鹼水溶液)			紅肉火龍果肉(只能檢測鹼性水溶液)		
	酒精	丙酮	石油醚	酒精	丙酮	石油醚
展開液	(浸泡熱水) 95%酒精	(浸泡熱水) 丙酮	(浸泡熱水) 石油醚	(浸泡熱水) 95%酒精	(浸泡熱水) 丙酮	(浸泡熱水) 石油醚
變色情形						

表3-3 將酸鹼水溶液滴至橘色系汁液不同展開位置色塊的變色情形

植物汁液	蘋果皮(可同時檢測酸鹼水溶液)			胡蘿蔔(無法檢測酸鹼水溶液)		
	酒精	丙酮	石油醚	酒精	丙酮	石油醚
展開液	(浸泡熱水) 95%酒精	(浸泡熱水) 丙酮	(浸泡熱水) 石油醚	(浸泡熱水) 95%酒精	(浸泡熱水) 丙酮	(浸泡熱水) 石油醚
變色情形						

★小結：

1. 可同時檢測酸鹼水溶液的紫葡萄皮、百香果皮汁液，皆可層析出使酸鹼水溶液同時變色的色塊！
2. 無法同時檢測酸鹼水溶液的藍莓、紅肉火龍果肉、胡蘿蔔汁液，皆無法層析出可使酸鹼水溶液同時變色的色塊。

表1-3『橘色系』植物汁液滴入酸鹼水溶液變色情形表

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水變色情形		變色效果
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	
浸泡熱水	薑黃			X V
	薑黃			X V
	薑黃			X V
	薑黃			X V
直接研搗	薑黃			X V
	薑黃			X V
	薑黃			X V
	薑黃			X V

表1-4『黃色系』植物汁液滴入酸鹼水溶液變色情形表

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水變色情形		變色效果
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	
浸泡熱水	薑黃			X X
	薑黃			X X
	薑黃			X X
	薑黃			X X
直接研搗	薑黃			X V
	薑黃			X V
	薑黃			X V
	薑黃			X V

★小結：

1. 不同色系中，適合作為酸鹼指示劑的植物汁液，以紫色系數量較多。
2. 選用常見且價格低的在地水果-百香果，製成變色效果佳的酸鹼指示劑。
3. 以浸泡熱水及直接研搗方式，都無法像文獻的薑黃汁液，製成酸鹼指示劑。
4. 同色系但不同植物汁液，滴入酸鹼水溶液的變色情形亦不同。

表1-7『墨綠色系』植物汁液滴入酸鹼水溶液變色情形表

萃取方式	植物名稱	植物汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水變色情形		變色效果
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	
直接研搗	薑黃			X X
	薑黃			X X
	薑黃			X X
	薑黃			X X

表1-8『不同色系』製成酸鹼指示劑的植物汁液數量統計圖表

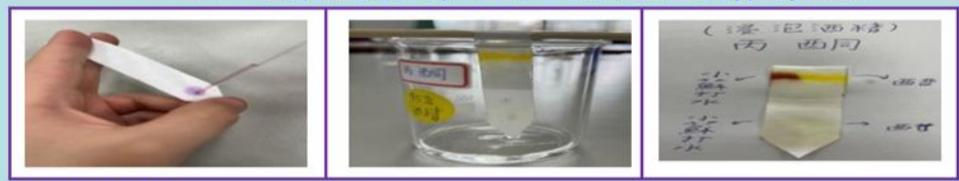


實驗二

以濾紙色層分析法，探討『不同溶劑』萃取植物汁液變色成分的差異

色層分析

★實驗說明：表2-1以濾紙色層分析法探討變色成分差異的實驗步驟表



★實驗結果：表2-2薑黃汁液以不同展開液(酒精、丙酮、石油醚)進行色層分析結果

以熱水萃取薑黃汁液		以酒精萃取薑黃汁液	
原色	展開情形	原色	展開情形

表2-3將酸鹼指示劑滴至薑黃汁液不同展開位置色塊的變色情形

薑黃汁液	浸泡熱水			浸泡酒精		
	酒精	丙酮	石油醚	酒精	丙酮	石油醚
展開液	(浸泡熱水) 95%酒精	(浸泡熱水) 丙酮	(浸泡熱水) 石油醚	(浸泡酒精) 95%酒精	(浸泡酒精) 丙酮	(浸泡酒精) 石油醚
變色情形						

- ★小結：
1. 以浸泡酒精方式萃取的薑黃汁液，可層析出滴入鹼性水溶液變化明顯的色塊。
 2. 以浸泡酒精方式可萃取出使酸鹼水溶液變色的色素成分(薑黃素)。

實驗四

探討『不同品種』百香果製成百香果皮汁液的變色效果

不同品種

★實驗結果：

表4-1 不同品種百香果皮汁液滴入酸鹼水溶液變色情形表

百香果名稱	百香果樣貌	不同品種百香果皮汁液滴入醋、食鹽水、小蘇打水的變色情形			變色效果	
		滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與原汁顏色比較(量杯空拍)	測酸	測鹼	
台農1號百香果					V	V
滿天星百香果					V	V
黃金百香果					X	X

★小結：

1. 以不同品種百香果製成百香果皮汁液，檢測酸鹼水溶液，會影響其變色效果。
2. 以易取得、台灣栽種面積最大的台農1號最棒！

在地水果



台農1號

實驗五

探討不同濃度百香果皮汁液製成『百香酸鹼指示劑』的變色效果

★實驗結果：

表5-1 不同濃度百香果皮汁液滴入酸鹼水溶液變色情形表

果皮重量/ 100 mL熱水	滴入酸鹼水溶液變色後與 原汁顏色比較(量杯側拍)	滴入酸鹼水溶液變色後與 原汁顏色比較(量杯空拍)
50 g/100 mL		
60 g/100 mL		
70 g/100 mL		
80 g/100 mL		
90 g/100 mL		
100 g/100 mL		

★小結：

1. 以不同濃度百香果皮汁液檢測酸鹼水溶液，變色效果皆佳。
2. 選取濃度高、顏色深的百香酸鹼指示劑，製成百香試紙。

不同
濃度

實驗六

以不同紙材製成『百香試紙』的變色情形比較表

不同
紙材

★實驗結果：

表6-1 以不同紙材製成『百香試紙』的變色情形比較表

紙材種類	「百香試紙」原貌	滴純水至百香試紙	滴酸鹼水溶液至百香試紙	是否選用
實驗濾紙				是
咖啡濾紙				否
影印紙				否
圖畫紙				否
水彩紙				否

★小結：

1. 以實驗濾紙製成的百香試紙，變色效果最佳。

實驗七

探討百香試紙的保存期限

保存
期限

★實驗結果：

表7-2 將不同天數百香試紙滴入酸鹼水溶液的變色情形表

檢測次數	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次
百香試紙 顏色變化					
變色效果	佳	佳	佳	佳	佳
檢測次數	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
百香試紙 顏色變化					
變色效果	佳	佳	佳	佳	佳

★實驗說明

因需避免試紙風乾前暴露在空氣中時間過長，受到環境影響變質，改採以吹風機快速乾燥方式！

★以吹風機快速風乾製作百香試紙步驟



★小結：

1. 以吹風機快速乾燥製成百香試紙保存期限至少可達30天，是兼具易製作、攜帶方便及實用的酸鹼試紙。

結 論

- 一、32種植物汁液中總共有9種植物汁液，能製成同時檢測酸鹼水溶液的指示劑
- 二、7個色系中，紫色系變色效果最佳；紅色系只有百香果皮汁液可以同時檢測酸鹼水溶液；而黃色系植物汁液多為不適合作為酸鹼指示劑。
- 三、以濾紙色層分析法發現以「酒精」萃取薑黃汁液，可層析出有效的變色成分
- 四、以濾紙色層分析法，發現同色系但不同植物汁液可層析出的有效變色成分不同，因此有些可以當作同時檢測酸鹼水溶液指示劑。
- 五、「台農1號」、滿天星及黃金百香果之中，以「台農1號」百香果皮製成的酸鹼指示劑，變色效果最明顯。
- 六、以「台農1號」百香果製成「不同濃度」酸鹼指示劑，變色效果皆佳。
- 七、以不同紙材製成之「百香試紙」，發現「實驗濾紙」變色效果最佳。
- 八、以吹風機快速乾燥方式製成易保存的「百香試紙」，替代以自然風乾時易變質的「百香試紙」。



未 來 展 望

★驚喜的發現：

以酒精萃取百香果皮汁液製成『酒精百香試紙』的變色情形比較表

「酒精百香試紙」 原貌	滴純水至百香試紙	滴酸鹼水溶液至 百香試紙	將酸鹼水溶液滴至不同展 開位置色塊變色情形

★期許未來：

推測「酒精百香試紙」，或許具有抗氧化的功效，讓試紙可以在自然風乾過程中保持原色！期望未來可研究出不受環境影響，更加穩定保存的酸鹼試紙，在課堂上使用！

參 考 文 獻

- 一、陳思綺、李育景、鄭惟遠、許閔浩、賴宜萱、顧雅涵(2005)。看我七十二變~談自製指示劑的奇妙變化，中華民國第四十五屆中小學科學展覽會。
- 二、張貴婷、翁碩臨、許奕晨(2011)。薑黃素的特性及其在生活之應用研究，中華民國第五十一屆中小學科學展覽會。
- 三、陳品蓉、林銜笙、徐德綺、林辰翰、丁崧華(2019)。咦!誰在花溶失色，中華民國第五十九屆中小學科學展覽會。
- 四、朱舒城、鄒丞傑、葉倫承、李怡萱、劉晉嘉、程品臻(2021)。一「試」搞「定」，中華民國第六十屆中小學科學展覽會。
- 五、吳欣芯、陳品熹、沈朔丞、江以樂、郭品均、王晏婷(2021)。開「晶」色變「雄」厲害!-自製百合花蕊羧酸鹼指示晶球，某縣市第110學年度中小學科學展覽會。
- 六、王純姬等編(2019)。國民小學自然與生活科技第五冊(五上)。康軒文教事業股份有限公司。第3單元 水溶液(p. 53-p. 63)。

