

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081519

看我七十二變～談自製指示劑的奇妙變化

彰化縣花壇鄉三春國民小學

作者姓名：

小五 陳思綺 小五 李育景 小五 鄭惟遠

小五 許閔浩 小五 賴宜萱 小五 顧雅涵

指導老師：

歐憶倩 柯炘艷

中華民國第四十五屆
國民中小學科學展覽會

看我七十二變～
談自製指示劑的奇妙變化

科別：自然組

組別：國小組

目錄

壹、摘要	04
貳、研究動機	05
參、研究問題與目的	05
肆、研究設備	05
伍、研究方法與步驟	06
陸、研究結果	13
柒、討論	22
捌、結論與建議	24
玖、參考資料	25

表目錄

【表一】指示劑試紙製作方式一覽表	06
【表二】指示劑製作方式一覽表.....	07
【表三】各種水溶液製作方式.....	08
【表四】自製試紙測試結果.....	09
【表五】各種溶液的顏色及氣味—指示劑部分	10
【表六】各種溶液的顏色及氣味—水溶液部分	10
【表七】指示劑平均測試結果.....	11
【表八】酸鹼值測試效果色層分析.....	13
【表九】酸鹼值測試效果比較表.....	13
【表十】指示劑對不同酸鹼水溶液的顏色反應色層表	14
【表十一】實驗比較測試結果.....	16
【表十二】各種自製指示劑最佳製作方式	17
【表十三】各種指示劑的製作成本與便利性分析表	18
【表十四】各種自製指示劑的優缺點比較	20
【表十五】水溶液在指示劑中的表現情況一覽表	21
【表十六】水溶液的酸鹼性.....	22

圖目錄

【圖一】自製各種指示劑試紙.....	06
【圖二】自製各種指示劑試液.....	07
【圖三】自製試紙和市售試紙進行比較.....	08
【圖四】使用 PH 值測試機測試水溶液.....	11
【圖五】自製指示劑測試水溶液（汽水）結果.....	11
【圖六】黑豆指示劑測試水溶液結果.....	12
【圖七】紅玫瑰指示劑測試水溶液結果.....	12
【圖八】紫色高麗菜指示劑測試水溶液結果.....	12
【圖九】劍蘭指示劑測試水溶液結果.....	12
【圖十】肥皂水指示劑測試水溶液結果.....	12
【圖十一】檸檬指示劑測試水溶液結果.....	12
【圖十二】用醋、氨水與自來水調配各種不同酸鹼值的水溶液.....	14
【圖十三】紫色高麗菜汁指示劑在水溶液中的顏色變化.....	15
【圖十四】葡萄指示劑在水溶液中的顏色變化.....	15
【圖十五】PH 值 7.0(中性)時各種水溶液的變化情形.....	15
【圖十六】PH 值 1.8 與 PH 值 11.0 水溶液變化情形.....	15
【圖十七】黑豆指示劑製作過程（先搗碎再用蒸餾水煮）.....	17
【圖十八】蒸餾水煮指示劑過程：由左而右為紫高、葡萄、茄子.....	17
【圖十九】玫瑰、劍蘭指示劑製作過程：浸泡於酒精並於燒杯口密封... ..	18
【圖二十】自製紅玫瑰（左）與劍蘭（右）指示劑.....	19
【圖二十一】各種自製水溶液.....	19

看我七十二變～談自製指示劑的奇妙變化

壹、摘要

自製指示劑的顏色變化是很有趣的單元，從課本提到的紫色高麗菜延伸，是否所有深色的植物都可以拿來當作指示劑使用呢？我們以紅色玫瑰花、紫色高麗菜、黑豆、美人蕉、茄子以及洋紅劍蘭為材料進行實驗，發現深色並非指示劑的必要條件，因為美人蕉和茄子的效果就不是很好，記錄如下：

- (一) 針對成本與經濟性：其排名的順序是黑豆、紫色高麗菜、葡萄、劍蘭、玫瑰、茄子。
- (二) 針對顏色變化鮮豔程度：由鮮豔至變化不明顯依序為紫色高麗菜、葡萄、黑豆、玫瑰、劍蘭、茄子。
- (三) 由製作方式由簡而繁區分：黑豆、玫瑰、劍蘭、紫色高麗菜、茄子、葡萄。
- (四) 色層變化豐富方面：顏色變化由多至少排名依序為紫色高麗菜（11色）、玫瑰（9色）、葡萄（8色）、黑豆（7色）、劍蘭（7色）、茄子（2色）。

因此我們知道自製指示劑做成的溶液在檢測酸鹼上，確實比石蕊試紙、廣用試紙的取得更簡單經濟、方便且實用，從這次的實驗得到的經驗是，周遭的許多材料只要經過巧思，將其開發利用，都可以發現它們的另類妙用。

貳、研究動機

自然課（五上，自然的水單元）時，我們完成紫色高麗菜汁測試水溶液酸鹼實驗後，看到紫色高麗菜汁滴進不同的水溶液中，一下子變紅，一下子變綠，好神奇啊！連我愛喝的汽水都變成了紫紅色；而媽媽做菜用的醋也變成紅色，原來測酸鹼值也可以那麼有趣呀！驚喜之餘，老師還告訴我們，除了紫色高麗菜汁外，許多深色的植物也都可以拿來當作酸鹼指示劑喔。我不禁在想，真的所有的『深色植物』都可以拿來當作酸鹼指示劑嗎？哪一種酸鹼指示劑最能測出水溶液的酸鹼值呢？一連串的問題引起我們的研究興趣，於是，在老師的指導下，我們便展開了探索酸鹼世界的實驗旅行，跟我們一起來一探究竟吧！

參、研究問題與目的

- 一、是否所有深色的植物都可以拿來當作指示劑使用？
- 二、哪一種自製指示劑所測量出來的酸鹼值最為精確？
- 三、水溶液的 PH 值多少時，會使指示劑產生顏色的變化？

肆、研究設備

一、指示劑部分：

廣用試紙、紅色石蕊試紙、藍色石蕊試紙、紅色玫瑰花、紫色高麗菜、黑豆、BTB、茄子、洋紅劍蘭、美人蕉

二、水溶液部分：

檸檬、鳳梨、柳丁、橘子、鹽水、糖水、小蘇打水、醋、氨水、漂白水、肥皂水、漱口水、牛奶、汽水

三、其他：

PH 值測試機、燒杯、量杯、滴管、圖畫紙、水果刀、鍋子、湯匙、輕便瓦斯爐、蒸餾水、酒精、研鉢、空保特瓶、試管、試管架...等。

伍、研究方法與步驟

一、製作指示劑試紙

我們選的植物有紅色玫瑰花、紫色的葡萄、洋紅劍蘭、紫色高麗菜、美人蕉、黑豆...等。由於我們上學期曾經利用過紫色高麗菜進行實驗，所以我們知道紫色高麗菜會有顏色的變化。但是其他植物會產生什麼樣的效果我們不知道，所以我們決定使用兩種方式（搗、煮）來製作。其次，由於指示劑的製作過程中我們並沒有使用防腐劑，爲了想讓指示劑可以保存使用，所以我們將煮好或是搗好的指示劑做成試紙晾乾，希望這樣可以讓指示劑的功能充分發揮。

【表一】指示劑試紙製作方式一覽表

	指示劑材料
水煮	紫色高麗菜、紅玫瑰花、葡萄、劍蘭
研鉢搗原汁	紅玫瑰花、劍蘭、美人蕉
搗完後再水煮	黑豆

製作試紙方面，我們先將做好的指示劑倒進大鍋子或是大燒杯中，將八開圖畫紙攤平浸泡在指示劑溶液中，接著用電風扇吹乾，再將試紙統一規格製作，每寬一公分裁切成統一的大小（如圖一）。



【圖一】自製各種指示劑試紙

爲了確定我們自製指示劑的效果是否顯著，所以我們也去買一些市面上常見的試紙來相對照，我們買了紅、藍石蕊試紙與廣用試紙，以及 PH 值測試機。

二、製作指示劑指示液

在製作指示劑的過程中，我們利用每天中午午休時間來進行實驗，試紙測出來的效果大部分都不錯，但是，和我們找的參考資料裡說玫瑰和劍蘭變色效果顯著還有一段差異，因此我們決定要將試紙改成用指示液的方式來做。

【表二】指示劑製作方式一覽表

	指示劑材料
切細水煮	紫色高麗菜、葡萄皮、劍蘭
浸泡酒精	紅玫瑰花（200ml：2 朵花）、 劍蘭（200ml：4 朵花）
搗完後再水煮	黑豆

指示劑的製作方式如【表二】，但由於美人蕉的效果並不顯著，再加上取得不方便，因此第二次實驗後，便不進行美人蕉的部份；而在參考資料中有提到利用酒精浸泡，能使玫瑰花和劍蘭的顏色更明顯，因此第二次後就改用這個方式來試驗。



【圖二】自製各種指示劑試液

三、水溶液的製作過程

水溶液的製作過程中，我們選擇的材料包括：檸檬、橘子、柳丁、鳳梨、白醋、方糖、鹽（精鹽）、漱口水、肥皂、漂白水、小蘇打水、和從教具室找出來的氨水...等。

果汁的部分都是利用新鮮擠壓而成的果汁，不加任何水，而糖水和鹽水的比例我們決定為糖或鹽（25 公克）配上 250c.c 的水來進行調製。

至於家中常用的漂白水、醋、每週在學校使用的含氟漱口水都不再添加水分的使用。最後，肥皂水的部分，我們是利用抽獎得來的美容皂進行調配。

【表三】各種水溶液製作方式

製作方式	水溶液
擠 壓	檸檬汁、柳丁汁、橘子汁、鳳梨汁、
直接使用	白醋、漱口水、漂白水、氨水、雪碧汽水
加水調配	糖水、鹽水、小蘇打水、肥皂水

四、測試酸鹼值過程

（一）利用試紙測試酸鹼值：

在所有材料都準備好之後我們都躍躍欲試，因此一人選擇一種試紙，來進行各種水溶液的測試，另外，我們也準備用市面上常用的測試酸鹼試紙來測驗，包括：廣用試紙、紅色和藍色石蕊試紙，這樣子我們就可以比較兩種試紙(自製和市售)的顏色變化。

因為我們實驗是分天完成，因此有些水溶液是後來才加入的，由下表看來，第一次的實驗結果並不是很完整，實驗的結果如下表所示。



【圖三】自製試紙和市售試紙進行比較

【表四】自製試紙測試結果

指示劑	小蘇打水	汽水	柳丁汁	鳳梨	糖水	鹽水	醋	肥皂水	檸檬汁	橘子汁	漱口水	漂白水	氨水
紫色高麗菜汁	/			粉紅	/	藍	淡粉紅	/		紅	上粉紅、下綠	黃	/
美人蕉				無變化	無變化	無變化	無變化			無變化	無變化	無變化	無變化
BTB	/			深黃	/					黃	黃	藍	超藍
葡萄				紫紅						不變	不變	乳白	淡藍
黑豆	/			粉紅	/	不變	粉紅	不變	粉紅	橘	不變	乳白	綠
玫瑰-搗				/			不變	不變	粉紅	不變	不變	/	
玫瑰-煮	/						不變	不變	淡粉紅	不變	粉紅		
茄子				不變	不變	不變	不變	不變	不變	乳白	不變	紅	不變
劍蘭-搗	不變	不變	不變	不變	不變	不變	不變	不變	不變	不變	不變	不變	不變
廣用試紙	8-9	3	3	/	7-8 綠	3 綠	1-2 橘	9.0 紫	4 黃	2-3 橘	9-10 紫	11 紫	11 紫
PH機(3/4)	/			7.1-7.2	7.4	2.1	9.0	2.3	4.0	5.1	11.7	11.7	
PH機(3/7)				7.4	2.8	3.7~3.8	/	6.8	6.2	2.0	9.0	2.0	4.1
石蕊紅	藍	紅	紅	/	紅	紅	紅	/	紅	紅	紅	藍→白	深藍
石蕊藍	/	橘	橘	/	藍	藍	橘	藍	橘	橘	上藍下橘	藍→白	深藍

(二) 利用自製試液測試酸鹼值：

因為分天實驗的效果並不好，因此我們再接再勵準備進行第二次的實驗，首先我們把所有的器材和實驗所需的試液和水溶液都準備好，先觀察各種溶液的顏色和氣味並記錄下來，如下表。

【表五】各種溶液的顏色及氣味—指示劑部分

溶液	PH 值	外觀	氣味
玫瑰	4.6	玫瑰色透明	酒精味
劍蘭	6.5	淡黃色透明	酒精味
黑豆	6.3	茶色透明	無味
紫高	6.0	紫色不透明	魚腥味
茄子	5.6	淡黃色透明	無味
葡萄	3.7	葡萄紫不透明	香甜味
BTB 液	6.7	藍綠色不透明	塑膠味

【表六】各種溶液的顏色及氣味—水溶液部分

溶液	PH 值	外觀	氣味
肥皂水	9.7	乳白色有泡泡	肥皂香
汽水	3.1	透明有氣泡往上升	香香的
柳丁汁	4.3	黃色不透明	柳丁香
橘子汁	3.9	橘色不透明	橘子香
檸檬汁	2.3	白色混濁	檸檬酸味
漂白水	11.7	透明	刺鼻味
氨水	11.6	透明	濃烈刺鼻味
小蘇打水	7.7	透明有白色沈澱粉末	無味
糖水	7.4	透明	無味
鹽水	6.5	透明	無味
漱口水	4.5	藍色透明	藥味
醋	2.4	黃色透明	酸酸的
鳳梨汁	3.4	黃色透明	鳳梨香
全脂牛奶	6.6	白色	奶香味

第二步，利用 PH 值測試機把各種試液和水溶液的 PH 值測出來，在試管中先裝入約 10c.c 的試液，再加入各種水溶液約 5c.c，然後觀察它的顏色變化，紀錄如下表。

【表七】指示劑平均測試結果

水溶液 指示劑		原本 顏色	肥皂 水	汽水	柳丁	橘子	檸檬	漂白水	氨水	小蘇 打水	糖水	鹽水	漱口 水	醋	鳳梨 汁	全脂 牛奶
		玫瑰 色	綠	淺紅	淺紅	粉紅	桃紅	黃	茶色	綠	粉紅	淺紫	藍	桃紅	粉紅	粉紅
劍蘭	淡黃	綠	淡黃	黃	橘	透明	黃	綠	青綠	黃	黃	藍	黃	黃	淡綠	
黑豆	茶色	褐	粉紅	暗紅	橘紅	桃紅	茶	墨綠	褐	暗紅	暗紅	深紅	紅	紅	褐	
紫高	紫色	綠	紫紅	紫紅	紫紅	桃紅	黃	黃	綠	紫	紫	紫	紅	淡粉	紫	
茄子	淡黃	褐	褐	淡黃	橘	褐	褐	黃	褐	褐	褐	綠	褐	黃	褐	
葡萄 紫	葡萄 紫	綠色	紫紅	淡桃 紅	橘紅	粉紅	黃	黃綠	綠	紫	紫	靛藍	紅	桃紅	紫	
PH 機	PH 機		9.7	3.1	4.3	3.9	2.3	11.7	11.6	7.7	7.4	6.5	4.5	2.4	3.4	6.6
	BTB	藍綠	藍	橘	黃	橘	黃	藍	藍	藍	藍	綠	黃	橘	橘	綠
	廣用	草綠	9.0	3.0	4.0	4.0	1.0	11.0	11.0	9.0	6.0	5.0	4.0	2.0	3.0	7.0
	石蕊 紅	紅色	藍	紅	紅	紅	紅	藍	深藍	紫藍	紅	紅	紅	紅	橘紅	暗紅
	石蕊 藍	藍色	藍	紅	紅	紅	紅	藍	藍	藍	藍	藍	紅	紅	紅	紅



【圖四】使用 PH 值測試機測試水溶液



【圖五】自製指示劑測試水溶液（汽水）結果



【圖六】黑豆指示劑測試水溶液結果



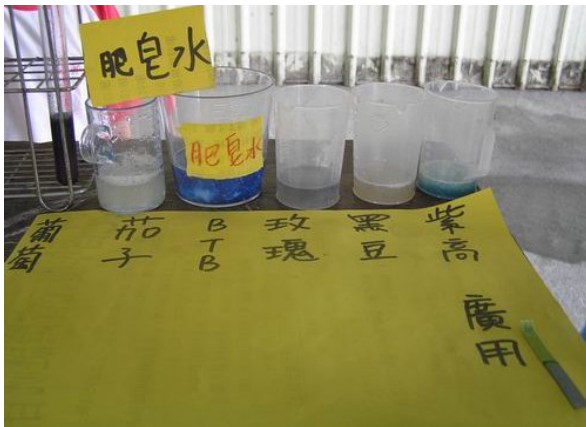
【圖七】紅玫瑰指示劑測試水溶液結果



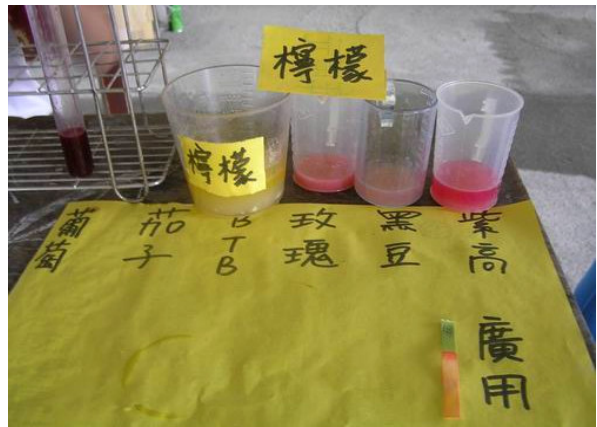
【圖八】紫色高麗菜指示劑測試水溶液結果



【圖九】劍蘭指示劑測試水溶液結果



【圖十】肥皂水指示劑測試水溶液結果



【圖十一】檸檬指示劑測試水溶液結果

陸、研究結果

一、實驗結果

(一) 能明顯測出酸鹼差異

將自製指示劑測試出的結果與廣用試紙與 PH 值測試機所測試的結果相對照，發現黑豆、葡萄與紫色高麗菜汁都可以明顯的測出酸中鹼性三者的變化，請見下表之整理內容。

【表八】酸鹼值測試效果色層分析

	指示劑名稱	原本顏色	酸性色系	中性色系	鹼性色系
自製指示劑	黑豆	茶色	暗紅→桃紅	茶色	褐色→綠色系
	葡萄	葡萄紫色	紫紅→粉紅	葡萄紫色	紫→綠→黃
	紫色高麗菜	紫色	紫紅→桃紅	紫色	綠色系
	紅玫瑰	玫瑰紅	粉紅→桃紅	玫瑰紅	綠→藍
	洋紅劍蘭	淡黃色	黃色系	淡黃色	淡綠→綠
	茄子	透明黃	褐→黃	透明黃	褐→黃
對照指示劑	BTB	藍綠色	黃、橘色系	藍綠色	藍色系
	石蕊(紅)	紅色	紅色系	紅	藍色系
	石蕊(藍)	藍色	紅色系	藍	藍色系
	廣用試紙	綠色	黃→紅色系	綠	藍、紫色系


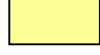


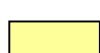

【表九】酸鹼值測試效果比較表

可以明顯測出變化	效果普通	無法測出
黑豆、葡萄、紫色高麗菜	洋紅劍蘭、紅玫瑰	茄子、美人蕉

(二) 自製指示劑酸鹼色層分析

爲了更瞭解指示劑的顏色變化，我們調配不同酸鹼的水溶液，來檢視指示劑在不同 PH 值時的反應與變化。在酸性水溶液中，我們利用醋 (PH1.8) 加水稀釋進行調配，利用氨水 (PH11.3) 加水稀釋進行調配，顏色變化如下：

【表十】指示劑對不同酸鹼水溶液的顏色反應色層表

PH 值 指示劑	11.3	11.0	10.0	9.5	9.0	8.0	7.0	6.0	5.5	5.0	4.0	3.0	2.0	1.8
玫瑰色層 	墨綠	綠	藍綠	草綠	草綠	黃綠	玫瑰色	粉紅	粉紅	粉紅	深桃紅	淺桃紅	淺桃紅	淺桃紅
劍蘭色層 	深黃	深黃	青綠	黃綠	黃綠	淺黃	淺黃	淺黃	淺黃	淺粉紅	淺粉紅	粉紅	粉紅	紅
黑豆色層 	墨綠	墨綠	淡墨綠	淡墨綠	黃綠	茶色	茶色	淡褐	淡褐	淺粉紅	淺粉紅	淺粉紅	紅	紅
紫高色層 	黃綠	黃綠	草綠	草綠	湖水綠	湖水綠	紫	靛藍	深藍	藍	深紫	紫紅	玫瑰紅	紅
茄子色層 	透明黃	透明黃	透明黃	透明黃	透明黃	透明黃	透明黃	茶色	茶色	茶色	茶色	茶色	茶色	茶色
葡萄色層 	深黃綠	深黃綠	墨綠	墨綠	湖水綠	淡紫	葡萄紫	淡紫	淡紫	粉紅	粉紅	紫紅	紫紅	紅



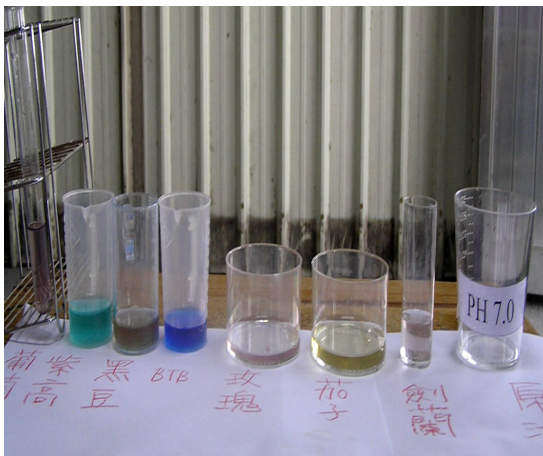
【圖十二】用醋、氨水與自來水調配各種不同酸鹼值的水溶液



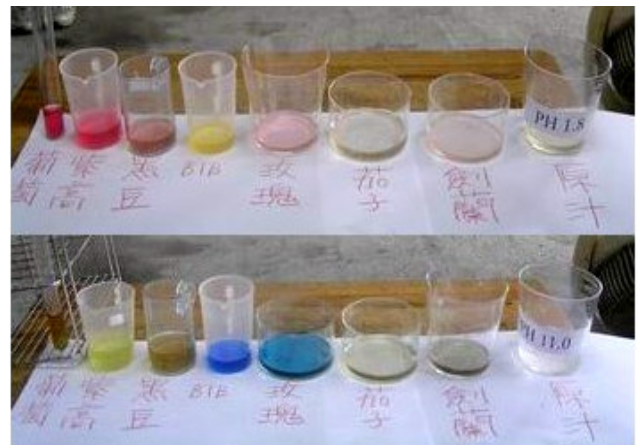
【圖十三】紫色高麗菜汁指示劑在水溶液中的顏色變化



【圖十四】葡萄指示劑在水溶液中的顏色變化



【圖十五】PH 值 7.0(中性)水溶液變化情形



【圖十六】PH 值 1.8 與 PH 值 11.0 水溶液變化情形

(三) 整體測試結果

整體的測試比較後我們發現，隨著指示劑本身顏色愈深，如紫色高麗菜和葡萄，所能檢驗出的水溶液酸鹼效果也就愈好。而黑豆本身顏色雖然不深，然而，卻能在不同的水溶液中也測出不同顏色的變化。在玫瑰與劍蘭指示劑中，一方面因為指示劑本身顏色較淡，另一方面由於每次調配指示劑的比例有些許差異，所以會導致實驗的結果會呈現好壞不一的情況。大體而言，玫瑰花指示劑的效果又比劍蘭好一些，且兩種指示劑水溶液的變化大致相仿。

【表十一】實驗比較測試結果

	可以測出	無法測出	效果評比
玫瑰	<input checked="" type="checkbox"/> 肥皂水 <input checked="" type="checkbox"/> 漱口水 <input type="checkbox"/> 柳丁 <input type="checkbox"/> 橘子 <input checked="" type="checkbox"/> 漂白水 <input checked="" type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input checked="" type="checkbox"/> 氨水 <input type="checkbox"/> 糖水 <input checked="" type="checkbox"/> 鹽水 <input checked="" type="checkbox"/> 檸檬 <input type="checkbox"/> 牛奶 <input type="checkbox"/> 汽水 <input checked="" type="checkbox"/> 醋 <input checked="" type="checkbox"/> 小蘇打水	<input type="checkbox"/> 肥皂水 <input type="checkbox"/> 漱口水 <input checked="" type="checkbox"/> 柳丁 <input checked="" type="checkbox"/> 橘子 <input type="checkbox"/> 漂白水 <input type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input type="checkbox"/> 氨水 <input checked="" type="checkbox"/> 糖水 <input type="checkbox"/> 鹽水 <input type="checkbox"/> 檸檬 <input checked="" type="checkbox"/> 牛奶 <input checked="" type="checkbox"/> 汽水 <input type="checkbox"/> 醋 <input type="checkbox"/> 小蘇打水	普通
劍蘭	<input checked="" type="checkbox"/> 肥皂水 <input type="checkbox"/> 漱口水 <input type="checkbox"/> 柳丁 <input checked="" type="checkbox"/> 橘子 <input type="checkbox"/> 漂白水 <input type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input checked="" type="checkbox"/> 氨水 <input type="checkbox"/> 糖水 <input type="checkbox"/> 鹽水 <input type="checkbox"/> 檸檬 <input type="checkbox"/> 牛奶 <input type="checkbox"/> 汽水 <input type="checkbox"/> 醋 <input checked="" type="checkbox"/> 小蘇打水	<input type="checkbox"/> 肥皂水 <input checked="" type="checkbox"/> 漱口水 <input checked="" type="checkbox"/> 柳丁 <input type="checkbox"/> 橘子 <input checked="" type="checkbox"/> 漂白水 <input checked="" type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input type="checkbox"/> 氨水 <input checked="" type="checkbox"/> 糖水 <input checked="" type="checkbox"/> 鹽水 <input checked="" type="checkbox"/> 檸檬 <input checked="" type="checkbox"/> 牛奶 <input checked="" type="checkbox"/> 汽水 <input checked="" type="checkbox"/> 醋 <input type="checkbox"/> 小蘇打水	普通
黑豆	<input checked="" type="checkbox"/> 肥皂水 <input checked="" type="checkbox"/> 漱口水 <input checked="" type="checkbox"/> 柳丁 <input checked="" type="checkbox"/> 橘子 <input checked="" type="checkbox"/> 漂白水 <input checked="" type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input checked="" type="checkbox"/> 氨水 <input checked="" type="checkbox"/> 糖水 <input checked="" type="checkbox"/> 鹽水 <input checked="" type="checkbox"/> 檸檬 <input checked="" type="checkbox"/> 牛奶 <input checked="" type="checkbox"/> 汽水 <input checked="" type="checkbox"/> 醋 <input checked="" type="checkbox"/> 小蘇打水	<input type="checkbox"/> 肥皂水 <input type="checkbox"/> 漱口水 <input type="checkbox"/> 柳丁 <input type="checkbox"/> 橘子 <input type="checkbox"/> 漂白水 <input type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input type="checkbox"/> 氨水 <input type="checkbox"/> 糖水 <input type="checkbox"/> 鹽水 <input type="checkbox"/> 檸檬 <input type="checkbox"/> 牛奶 <input type="checkbox"/> 汽水 <input type="checkbox"/> 醋 <input type="checkbox"/> 小蘇打水	非常好
紫色高麗菜	<input checked="" type="checkbox"/> 肥皂水 <input checked="" type="checkbox"/> 漱口水 <input checked="" type="checkbox"/> 柳丁 <input checked="" type="checkbox"/> 橘子 <input checked="" type="checkbox"/> 漂白水 <input checked="" type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input checked="" type="checkbox"/> 氨水 <input checked="" type="checkbox"/> 糖水 <input checked="" type="checkbox"/> 鹽水 <input checked="" type="checkbox"/> 檸檬 <input checked="" type="checkbox"/> 牛奶 <input checked="" type="checkbox"/> 汽水 <input checked="" type="checkbox"/> 醋 <input checked="" type="checkbox"/> 小蘇打水	<input type="checkbox"/> 肥皂水 <input type="checkbox"/> 漱口水 <input type="checkbox"/> 柳丁 <input type="checkbox"/> 橘子 <input type="checkbox"/> 漂白水 <input type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input type="checkbox"/> 氨水 <input type="checkbox"/> 糖水 <input type="checkbox"/> 鹽水 <input type="checkbox"/> 檸檬 <input type="checkbox"/> 牛奶 <input type="checkbox"/> 汽水 <input type="checkbox"/> 醋 <input type="checkbox"/> 小蘇打水	非常好
葡萄	<input checked="" type="checkbox"/> 肥皂水 <input checked="" type="checkbox"/> 漱口水 <input checked="" type="checkbox"/> 柳丁 <input checked="" type="checkbox"/> 橘子 <input checked="" type="checkbox"/> 漂白水 <input checked="" type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input checked="" type="checkbox"/> 氨水 <input checked="" type="checkbox"/> 糖水 <input checked="" type="checkbox"/> 鹽水 <input checked="" type="checkbox"/> 檸檬 <input checked="" type="checkbox"/> 牛奶 <input checked="" type="checkbox"/> 汽水 <input checked="" type="checkbox"/> 醋 <input checked="" type="checkbox"/> 小蘇打水	<input type="checkbox"/> 肥皂水 <input type="checkbox"/> 漱口水 <input type="checkbox"/> 柳丁 <input type="checkbox"/> 橘子 <input type="checkbox"/> 漂白水 <input type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input type="checkbox"/> 氨水 <input type="checkbox"/> 糖水 <input type="checkbox"/> 鹽水 <input type="checkbox"/> 檸檬 <input type="checkbox"/> 牛奶 <input type="checkbox"/> 汽水 <input type="checkbox"/> 醋 <input type="checkbox"/> 小蘇打水	非常好
茄子	<input type="checkbox"/> 肥皂水 <input checked="" type="checkbox"/> 漱口水 <input checked="" type="checkbox"/> 柳丁 <input checked="" type="checkbox"/> 橘子 <input type="checkbox"/> 漂白水 <input checked="" type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input checked="" type="checkbox"/> 氨水 <input type="checkbox"/> 糖水 <input type="checkbox"/> 鹽水 <input type="checkbox"/> 檸檬 <input type="checkbox"/> 牛奶 <input type="checkbox"/> 汽水 <input checked="" type="checkbox"/> 醋 <input type="checkbox"/> 小蘇打水	<input checked="" type="checkbox"/> 肥皂水 <input type="checkbox"/> 漱口水 <input type="checkbox"/> 柳丁 <input type="checkbox"/> 橘子 <input checked="" type="checkbox"/> 漂白水 <input type="checkbox"/> 鳳梨汁 <input type="checkbox"/> 氨水 <input checked="" type="checkbox"/> 糖水 <input checked="" type="checkbox"/> 鹽水 <input checked="" type="checkbox"/> 檸檬 <input checked="" type="checkbox"/> 牛奶 <input checked="" type="checkbox"/> 汽水 <input type="checkbox"/> 醋 <input checked="" type="checkbox"/> 小蘇打水	效果不明顯

(四) 製作方式效果比較

在製作指示劑的過程中，本來我們想要用同樣的調製方式進行實驗。但我們發現『不同的指示劑材料需要有不同的製作指示劑步驟』，如此才能讓指示劑測試酸鹼的功能突顯出來。

【表十二】各種自製指示劑最佳製作方式

指示劑	製作方式		
黑豆	<input type="checkbox"/> 水煮（蒸餾水）	<input type="checkbox"/> 搗汁	<input checked="" type="checkbox"/> 先搗碎後水煮（蒸餾水） <input type="checkbox"/> 浸泡於酒精中
葡萄	<input checked="" type="checkbox"/> 水煮（蒸餾水）	<input type="checkbox"/> 搗汁	<input type="checkbox"/> 先搗碎後水煮（蒸餾水） <input type="checkbox"/> 浸泡於酒精中
紫色高麗菜	<input checked="" type="checkbox"/> 水煮（蒸餾水）	<input type="checkbox"/> 搗汁	<input type="checkbox"/> 先搗碎後水煮（蒸餾水） <input type="checkbox"/> 浸泡於酒精中
茄子	<input checked="" type="checkbox"/> 水煮（蒸餾水）	<input type="checkbox"/> 搗汁	<input type="checkbox"/> 先搗碎後水煮（蒸餾水） <input type="checkbox"/> 浸泡於酒精中
玫瑰	<input type="checkbox"/> 水煮（蒸餾水）	<input type="checkbox"/> 搗汁	<input type="checkbox"/> 先搗碎後水煮（蒸餾水） <input checked="" type="checkbox"/> 浸泡於酒精中
劍蘭	<input type="checkbox"/> 水煮（蒸餾水）	<input type="checkbox"/> 搗汁	<input type="checkbox"/> 先搗碎後水煮（蒸餾水） <input checked="" type="checkbox"/> 浸泡於酒精中



【圖十七】黑豆指示劑製作過程(先搗碎再用蒸餾水煮)



【圖十八】蒸餾水煮指示劑過程：由左而右為紫高、葡萄、茄子



【圖十九】玫瑰、劍蘭指示劑製作過程：浸泡於酒精並於燒杯口密封

(五) 自製指示劑製作成本分析與綜合評論

當初我們選定的指示劑中，並未考慮指示劑的製作成本，在進行實驗的過程中，關於製作成本及便利性的問題方慢慢的浮現。首先是價格方面，六種指示劑中，以玫瑰和劍蘭的價格最昂貴，每朵平均 15~20 元，每次實驗約需要兩朵玫瑰花瓣與一株劍蘭，加上這兩種材料都必須藉由酒精浸泡才能提煉出其色素，所以成本最高。成本最低的則是黑豆，只需要在市面上購買一包，就可以使用至少十次以上，保存又容易，可以說是最經濟實惠的指示劑材料。其他如紫色高麗菜、茄子和葡萄價格上差不多，其中，在做葡萄指示劑時，因為可以先吃葡萄留下葡萄皮，而且葡萄皮在烹煮的過程中會散發甜甜的香味，所以葡萄是大家最喜歡做的指示劑了。

【表十三】各種指示劑的製作成本與便利性分析表

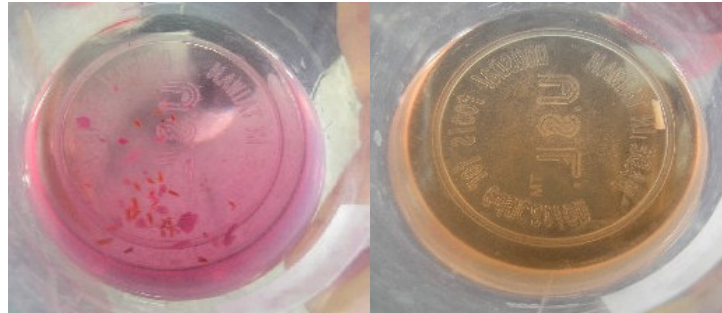
	黑豆	葡萄	劍蘭	玫瑰	紫色高麗菜	茄子	備註
實驗成本	10 元/次	18 元/次	40 元/次	50 元/次	13 元/次	13 元/次	蒸餾水亦納入
原始材料	<input checked="" type="checkbox"/> 方便	<input type="checkbox"/> 方便	<input type="checkbox"/> 方便	<input type="checkbox"/> 方便	<input type="checkbox"/> 方便	<input type="checkbox"/> 方便	
保存便利	<input type="checkbox"/> 需冷藏	<input checked="" type="checkbox"/> 需冷藏	<input type="checkbox"/> 需冷藏	<input type="checkbox"/> 需冷藏	<input checked="" type="checkbox"/> 需冷藏	<input checked="" type="checkbox"/> 需冷藏	
性	<input type="checkbox"/> 不方便	<input type="checkbox"/> 不方便	<input checked="" type="checkbox"/> 不方便	<input checked="" type="checkbox"/> 不方便	<input type="checkbox"/> 不方便	<input type="checkbox"/> 不方便	

由上表得知，黑豆在保存便利性或是價格上，都相當經濟划算，加上保存容易、購買方便，測試酸鹼值的效果佳，所以我們判定黑豆為優良的自製指示劑材料。

此外，就需要冷藏的葡萄、紫高和茄子比較，紫高和茄子的成本差不多，葡萄稍貴一些。不過，由於我們學校鄰近全台灣葡萄的大宗產區—大村鄉，而大村的葡萄遠近馳名。所以我們購買的葡萄，是美味可口價格低廉的大村葡萄，在製作葡萄指示劑中，除可以享受邊吃邊做實驗的樂趣外，葡萄皮汁散發出來的陣陣香味以及葡萄指示劑可以測出的豐富顏色變化，也顯示葡萄亦是一樣優秀的指示劑材料。

至於紫色高麗菜，由於我們上學期的課程就是學習紫色高麗菜的顏色變化，因此，相較於黑豆與葡萄帶給我們的新鮮感與震撼，紫色高麗菜的表現就沒有那麼亮眼，而且，紫色高麗菜烹煮過程中的味道並不像葡萄散發出的甜味，而是有一點魚腥味，所以紫高的趣味性就不那麼高了。另外，茄子雖然成本和紫色高麗菜差不多，不過由於實驗效果不是那麼明顯，因此就不推薦此材料的指示劑。

最後，美麗的紅玫瑰花與洋紅劍蘭因為有保存上的限制條件，加上實驗期間正值寒害來臨，因此家中的玫瑰花都凋謝了，到外面購買的結果竟是價格居高不下，曾經買過一朵 25 元的紅玫瑰和一朵 20 元的洋紅劍蘭。而且這些花平均最多只能保存三到五天，加上這兩種材料都必須藉由酒精將其色素提出，因此，製作一次玫瑰指示劑與劍蘭指示劑的成本是其他指示劑的二～五倍價格。而且製作出來的玫瑰與劍蘭指示劑顏色雖然很美麗，可是效果並不如預期的好，許多接近中性的水溶液並無法明顯的被測出；同時也容易受到水溶液本身顏色的影響，影響了實驗結果的判斷。



【圖二十】自製紅玫瑰（左）與劍蘭（右）指示劑



【圖二十一】各種自製水溶液

【表十四】各種自製指示劑的優缺點比較

	優點與發現	缺點
玫瑰花	<ol style="list-style-type: none"> 1. 指示劑顏色粉嫩。 2. 測試酸性效果較好。 3. 顏色的變化相當明顯。 4. 顏色都是粉紅色較多。 5. 加了酒精後顏色的變化多。 6. PH1.8~4.0 時為紅色系，PH5.0~11.3 是綠色系。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 價格昂貴，花品保存不易。 2. 玫瑰和劍蘭一樣，都必須濃度高一些才能測出顏色變化。 3. 易受玫瑰花品種顏色的影響，每次實驗顏色不盡相同。當玫瑰花指示劑顏色較深時，效果較為明顯。 4. 顏色太淡，易受水溶液本身顏色的影響。 5. 酒精味很重，很臭。
洋紅劍蘭	<ol style="list-style-type: none"> 1. 測試酸性水溶液時顏色較多變化，且變化的顏色較為粉嫩。 2. PH1.8~3.0 時為粉紅色系，PH4.0~8.0 接近透明黃，到了 PH 9.0~10.0 是淺青綠，11.0 以後變成深黃色系。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 價格昂貴，花品保存不易。 2. 測試鹼性時都是黃紅色系，顏色的變化少，不易比較。 3. 濃度必須高一點才有辦法測出酸鹼性。
黑豆	<ol style="list-style-type: none"> 1. 製作成本低廉，取材容易。 2. 充分顯示不同酸鹼值變化，顏色變化多。 3. PH 1.8~3.0 是紅色系；PH 4.0~7.0 是褐色系；PH 8.0~10.0 是綠色系；PH 11.0 以後是黃色系。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 顏色變化較不鮮豔，需比較才能得知。
茄子	<ol style="list-style-type: none"> 1. 煮的時候很容易煮出汁液。 2. PH 1.8~6.0 是茶色；PH 7.0~11.3 是透明黃。 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 顏色的變化很少，不容易看出變化的程度。 3. 要削皮比較麻煩。
紫色高麗菜	<ol style="list-style-type: none"> 1. 顏色的變化非常漂亮， 2. 在酸性或是鹼性中的表現都相當亮眼。 3. PH 1.8~7.0 是紅色與藍色系；PH 8.0~10.0 是綠色系；PH 11.0 以後是黃色系。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 酸性和鹼性有時候會出現一些一樣的顏色，會容易讓人混淆。 2. 很臭，有魚腥味。 3. 購買材料比較不容易。
葡萄	<ol style="list-style-type: none"> 1. 顏色變化很多，很鮮豔。 2. 味道很香，可以享受邊吃邊做的樂趣。 4. PH 1.8~7.0 是紅色系；PH 8.0 是紫色系；9.0~10.0 是綠色；PH 11.0 以後是黃色系。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 因為葡萄指示劑是酸性，所以滴太多葡萄汁會因為中和而測不出酸鹼值。 2. 每次煮的顏色不太一樣，可能受到比例或是葡萄本身品質的影響，產生的顏色判別會有些許的誤差。

二、水溶液被測試後的實驗結果

(一) 水溶液的酸鹼變化

我們挑選的水溶液中，酸性水溶液要比鹼性水溶液要來的多。實驗後發現，水溶液這個變項在對指示劑所反應的效果中，發現如下：

【表十五】水溶液在指示劑中的表現情況一覽表

	黑豆	紫色高麗菜	葡萄	劍蘭	玫瑰	茄子	備註
肥皂水	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	被 5 種指示劑測出
汽水	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	被 4 種指示劑測出
柳丁	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	被 3 種指示劑測出
橘子	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	易受本身顏色影響； 被 5 種指示劑測出
檸檬	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	被 5 種指示劑測出
漂白水	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	指示劑容易被漂白； 被 4 種指示劑測出
氨水	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	被 6 種指示劑測出
小蘇打水	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	被 4 種指示劑測出
糖水	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	被 1 種指示劑測出
鹽水	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	被 2 種指示劑測出
漱口水	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	被 5 種指示劑測出； 易受本身顏色影響
醋	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	被 4 種指示劑測出
鳳梨	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	被 4 種指示劑測出
全脂牛奶	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input checked="" type="checkbox"/> 變色 <input type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	<input type="checkbox"/> 變色 <input checked="" type="checkbox"/> 不變色	被 1 種指示劑測出

事實上，水溶液變色與否並不表示它是優秀的水溶液，正因為我們要測試的是酸鹼值，所以最好的情況是我們同時具備了酸性、中性和鹼性的水溶液。測試水溶液的酸鹼性整理如下表：

【表十六】水溶液的酸鹼性

	酸性水溶液	中性水溶液	鹼性水溶液
水溶液	汽水、柳丁、橘子、檸檬、漱口水、醋、鳳梨汁	糖水、鹽水、牛奶	肥皂水、小蘇打水、氨水、漂白水

水果部分我們都是採用原汁，所以測得的酸鹼值都是原本材料的酸鹼值。但有一些水溶液必須加水調製，如：小蘇打水、鹽水、糖水、肥皂水等。為求實驗準確，我們都使用蒸餾水調製。

再者，在進行挑選水溶液的過程中，盡量避免去挑一些顏色深的水溶液，然而像是橘子、漱口水、柳橙汁、鳳梨汁..等，仍然有一些本身具有的顏色，所以在實驗當中，像是劍蘭與茄子指示劑本身的顏色也是淡黃色或是褐色時，便很難去觀察這兩種指示劑對上述水溶液所產生的變化。此外，值得一提的是，漱口水本身為藍色，所以一些顏色淡的指示劑完全測不出漱口水的酸鹼變化。

柒、討論

一、問題討論

經過多次實驗後，我們可以歸納出的結論如下：

問題一、所有深色的植物都能成為酸鹼指試劑嗎？

很明顯的，答案並非如此。因為美人蕉和茄子的效果就不是很好。

問題二、哪一種指試劑測出來的酸鹼值效果最好？

- (一) 針對成本與經濟性：其排名的順序是黑豆、紫色高麗菜、葡萄、劍蘭、玫瑰、茄子。
- (二) 針對顏色變化鮮豔程度：由鮮豔至變化不明顯依序為紫色高麗菜、葡萄、黑豆、玫瑰、劍蘭、茄子。
- (三) 由製作方式由簡而繁區分：黑豆、玫瑰、劍蘭、紫色高麗菜、茄子、葡萄。

- (四) 色層變化豐富方面：顏色變化由多至少排名依序為紫色高麗菜（11 色）、玫瑰（9 色）、葡萄（8 色）、黑豆（7 色）、劍蘭（7 色）、茄子（2 色）。

問題三、PH 值多少時，可以讓大多數的酸鹼指示劑變色？

實驗得知，自製指示劑在測量『酸性』水溶液的效果都比在鹼性中的效果來的好。其中，對酸性水溶液的反應，PH6.0 時，除了劍蘭外，其他的自製指示劑都已經開始產生顏色的變化及反應。另一方面，在鹼性水溶液中，PH8.0 時，除了茄子指示劑外，其他的自製指示劑也已產生顏色的變化及反應。其中，對不同酸鹼值反應最敏銳的指示劑為：紫色高麗菜；然而，黑豆在鹼性水溶液中的反應是最佳；紫高在酸性水溶液的反應最好。這也表示說，未來我們可以視研究的需要選擇不同的指示劑進行實驗工作。

二、實驗可能產生誤差變項說明：

就實驗誤差而言，雖然我們力求實驗的誤差變項能愈小愈好，但仍有以下誤差可能會發生：

- (一) 指示劑和試紙之測試差異：原本以為試紙保存容易，後來發現並非如此；加上試紙的製作過程多了一道由指示劑變成試紙的手續，所以水溶液放到圖畫紙到晾乾、使用的時間要比指示劑做完即可直接使用要來的不方便。
- (二) 製作指示劑前，我們雖然有蒐集一些文獻資料來參考與佐證，然而，仍然可能有些我們沒有發現的問題存在，如茄子指示劑和美人蕉指示劑如果在利用其他種製作方法是不是就可以當成指示劑準確的測量出酸鹼值。
- (三) 指示劑的製作多少都會添加水分，加水的過程是不是會稀釋掉原本的測試功能？如紫色高麗菜汁和黑豆汁、葡萄汁都有加水煮開，所以煮的時間、原本材料的色素、添加的蒸餾水多寡或是外面的天候都可能影響實驗的判斷與結果。
- (四) 水溶液的部分：最大的誤差應該來自於自調的水溶液部分。雖然每次都會算好多少容量的蒸餾水配多少的鹽、糖和小蘇打粉，可是我們發現，每次調配出來的水溶液其酸鹼值並不一致。另一方面，在市場購買的水果所製成的水溶液，也可能受到每種水果自己酸甜度的影響，而產生些許的誤差。不過，總結來說，自製的果汽水溶液的誤差要比我們自行調配的水溶液小。
- (五) 實驗流程的誤差：尤其是指示劑加入水溶液後顏色判讀的部分，如何時該判讀為淡黃或茶色或褐色，或是粉紅、淡紅的區別...等，也因為實驗並非一天就進行完畢，而是分多次多天進行，每天我們判讀的依據會產生誤差，所以雖然我們每一次判讀都經過大家的討論決定，然而，仍然無法避免此項誤差的存在。

捌、結論與建議

經過我們的研究後所得到的發現，我們瞭解到並非所有深色的植物都可以拿來當作指示劑，不過我們從文獻上找到，含有「花青素」成分的植物可能都具有測試酸鹼的功能。但是如果有機會再進一步研究，我們想知道是否具有「花青素」成分的植物都可以測出酸鹼顏色變化；再者，如果花青素真的扮演著測試酸鹼顏色變化的關鍵功能，那麼花青素的量需要達到多少才可以判斷出酸鹼？這些問題都相當有趣，也值得我們再繼續深入探討。最後，我們經過幾個月來的實驗得到以下的結論：

- 一、自製指示劑做成的溶液在檢測酸鹼上，確實比石蕊試紙、廣用試紙的取得更簡單經濟、方便且實用。
- 二、從日常生活中發覺自然的奇妙，讓我們在學習中發現樂趣。
- 三、使用自製指示劑也有其缺點，指示劑的保存期限不長。
- 四、從這次的實驗得到的經驗是，周遭的許多材料，只要經過巧思，將其開發利用，都可以發現它們的另類妙用。

玖、參考資料

中文書目

- 牛頓教科書（2004）。自然與生活科技五上課本。台北市：牛頓開發教科書。
- 藤谷立自（1994）。水溶液的性質。嘉義市：明統圖書。
- 顏碧仙、林金英 編（1984）。光復科學圖鑑－自然科實驗。台北市：光復書局。
- 光復書局編輯部（1998）。新編光復科學圖鑑 4－自然科實驗。台北市：光復書局。
- 張豐榮（1992）。小博士科學實驗。臺北縣：泉源出版社。

網頁資料

1. 玫瑰花的另類妙用：

http://science.ntnc.edu.tw/teaching_4/%AA%B4%BA%C0%AA%E1%AA%BA%A5t%C3%FE%A7%AE%A5%CE.htm (2005/03/01)

2. 與光合作用有關的色素：

<http://coop.bio.ncue.edu.tw/pro-teach/guin/photo-4.html> (2005/03/01)

3. PH 酸鹼值測量方法：

<http://www.cca.gov.tw/ancient/ch4/paper3.htm> (2005/03/01)

4. 紫色高麗菜汁的色彩魔術：

<http://www.bud.org.tw/Winnie21.htm> (2005/03/01)

5. 紫色高麗菜汁的電解：

<http://nature.ckps.tpc.edu.tw> (2005/03/01)

6. 酸鹼試紙：

<http://www2.nsysu.edu.tw/sysuchem/expt/reac/indicator.htm> (2005/03/01)

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

081519

看我七十二變～談自製指示劑的奇妙變化

彰化縣花壇鄉三春國民小學

評語：

由天然的蔬菜及花為材料，利用指示劑在不同的 PH 值下，展現豐富的顏色變化，但可以再深入就花青素的含量進行探討。