

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

佳作

080212

混不混有關係！—用混合自製天然指示劑來精
細檢測酸鹼值的探討

學校名稱：臺北市士林區社子國民小學

作者： 小六 黃乙旋 小六 張顥馨 小六 李秉聰 小六 許皓程 小六 李紫寧	指導老師： 黃惠蓉 楊智超
---	---------------------

關鍵詞：天然指示劑、酸鹼值、混合

作品名稱

混不混有關係！——用混合自製天然指示劑來精細檢測酸鹼值的探討

摘要

老師要我們自製指示劑時，有人煮十幾分鐘，有人用熱水浸泡個一、二小時，又燙又花時間，於是我們想透過實驗找到最佳的時間點，使大家省時又省力。此外熱水的高溫，常讓我們心驚膽顫，深怕一個不小心就被燙到，如果自製指示劑也能像茶葉用「冷泡」的泡出色來，不是更安全更節省能源嗎？最後我們驚喜的發現「紫色高麗菜」的確是冷熱皆宜，而且只要花費 10 分鐘，難怪教科書都愛用它來製作指示劑。

我們還發現用單一材料自製而成的天然指示劑，不像廣用指示劑呈現紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫，可分辨出不同的酸鹼值，因此我們更進一步的將課本中提到的材料互相「混搭」，竟然能製作出更好，更精細的酸鹼指示劑，可以清楚分辨 pH1.0~12.0（如封面圖），真是讓我們興奮不已！

壹、研究動機

五年級自然課上到第三單元「水溶液的酸鹼性」的時候，老師要我們利用一些顏色偏紅、紫、黑色的花瓣、葉或果皮等材料，在家中自製酸鹼指示劑。實驗時，我們發現有的人做出來的效果好，有的人卻失敗了，為什麼會這樣呢？我們決定利用此次的科展找出原因。並根據我們的實驗結果，找出一個最容易製作並且效果最好的指示劑；此外，我們也深入探討了這個指示劑在不同酸鹼程度下，顏色變化的情形。在過去的文獻中，我們發現指示劑製作的方法都是用熱水煮沸，過程較麻煩也較不安全，因此我們想要探討，是否可以找出一個可以用冷水製作，安全方便的指示劑。

貳、文獻探討

在全國第四十六屆中小學科學展覽中，高雄永清國小提到自製指示劑最佳方法是利用煮沸或浸泡製成可測酸鹼的指示棒，但是我們發現它只能檢測出酸性、中性或鹼性，無法有效的細分日常生活中水溶液的酸鹼度，而我們找出了最經濟又最有效的自製指示劑，可以精細檢測水溶液的酸鹼值。

參、研究目的

第一階段：哪些材料最適合做酸鹼指示劑？

- 一、材料切割單位的大小會影響自製指示劑的效果嗎？
- 二、浸泡的時間是否會影響自製指示劑的效果？
- 三、溫度是否會影響自製指示劑的效果？
- 四、浸泡的水量會影響自製指示劑的效果嗎？

第二階段：製作出區分不同酸鹼程度 (pH1.0~12.0) 的自製指示劑。(本作品精華部分)

- 五、自製指示劑是否可以分辨出 pH1.0~12.0 的酸鹼？
- 六、如何做出能夠清楚檢驗 pH1.0~12.0 的指示劑？
- 七、自製的混合指示劑可不可以正確的檢測水溶液的 pH 值？

肆、研究設備及器材

一、材料：

- | | | | |
|---------|---------|-----------|-----------|
| (一) 紅鳳菜 | (二) 黑豆 | (三) 紫色高麗菜 | (四) 紅玫瑰花 |
| (五) 茄子 | (六) 葡萄 | (七) 甜菜根 | (八) 紅肉火龍果 |
| (九) 洛神花 | (十) 紫蘇葉 | | |

二、器材：

- | | | |
|---------------|-------------|--------------|
| (一) 水果刀 | (二) 磅秤 | (三) 食物調理機 |
| (四) 塑膠杯 54 個 | (五) 熱水瓶 | (六) 燒杯 17 個 |
| (七) 玻璃攪拌棒 3 支 | (八) 溫度計 3 支 | (九) 鋁箔紙 |
| (十) 電鍋、電子鍋 | (十一) 時鐘、碼錶 | (十二) 漏勺、紗布袋 |
| (十三) 量筒 81 個 | (十四) 茶匙 3 根 | (十五) 小湯鍋 1 個 |
| (十六) 電磁爐 | (十七) 隔熱手套 | (十八) pH 計 |
| (十九) 色卡 | (二十) 滴管 | (二十一) 廣用試紙 |

三、水溶液：

- (一) pH5 的白醋、pH7 的食鹽水、pH9 的小蘇打水
- (二) 綠茶
- (三) 洗髮精
- (四) 檸檬原汁
- (五) 洗碗精
- (六) 澄清石灰水
- (七) 用氫氧化鈉與鹽酸調配而成的 pH1.0、2.0、3.0、~12.0 的水溶液
- (八) 漂白水

伍、研究過程及方法






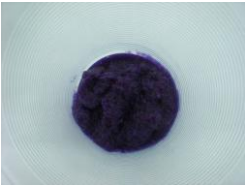

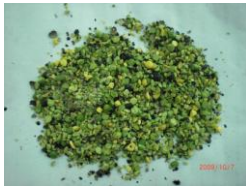

第一階段：哪些材料最適合做酸鹼指示劑？

一、材料切割單位的大小會影響自製指示劑的效果嗎？

我們將材料切割成大中小不等的形狀，做了下面的實驗。

實驗一：

- (一) 分別將紅鳳菜、紫色高麗菜和黑豆切割成塊狀、顆粒狀、碎末狀，或打成泥狀、粉末狀（如照片 1-1）。
- (二) 將這些大小不一的材料取 30 克，分別浸泡在 80°C、200cc 的熱水中（為使水溫維持一定，用鋁箔紙密封，我們同時利用電子鍋、電鍋來控溫。如照片 1-2）浸泡時間為 40 分鐘。
- (三) 時間一到，同時瀝出塊狀（或顆粒狀）、碎末狀、泥狀（或粉末狀）的汁液。（如照片 1-2）
- (四) 每杯汁液分別舀 2 cc 倒入醋、小蘇打水、食鹽水中，測試自製指示劑的效果。
- (五) 觀察並記錄結果。

		
紅鳳菜塊狀	紅鳳菜碎末狀	紅鳳菜泥狀
		
紫色高麗菜塊狀	紫色高麗菜碎末狀	紫色高麗菜泥狀
		
黑豆顆粒狀	黑豆碎末狀	黑豆粉末狀

照片 1-1

		
用電子鍋控溫	瀝出汁液	瀝出汁液

照片 1-2

二、浸泡的時間是否會影響自製指示劑的效果？

紫色高麗菜、黑豆一定要浸泡到 40 分鐘嗎？時間可不可以縮短，還是泡得越久，效果越好？切割成泥狀的紅鳳菜浸泡 40 分鐘無法做成指示劑，將浸泡時間拉長，應該就有不錯的效果吧！我們決定繼續追根究柢。

實驗二：

- (一) 同實驗一準備紅鳳菜、紫色高麗菜、黑豆塊狀（或顆粒狀）、碎末狀、泥狀（或粉末狀）。
- (二) 將這些大小不一的材料取 30 克，分別浸泡在 80°C、200cc 的熱水中（為使水溫維持一定，用鋁箔紙密封，我們同時利用電子鍋、電鍋來控溫。）
- (三) 浸泡時間分別為 10、20、30、40、50、60、70、80、90 分鐘。
- (四) 時間一到，分別瀝出塊狀（或顆粒狀）、碎末狀、泥狀（或粉末狀）的汁液。
- (五) 每杯汁液分別各 2 cc 倒入醋、小蘇打水、食鹽水中，測試自製指示劑的效果。
- (六) 觀察並記錄結果。

三、溫度是否會影響自製指示劑的效果？

老師告訴我們花青素可溶於水，但是水的溫度對自製指示劑的效果，究竟有多大的影響呢？

實驗三-1：用冷水浸泡是否能製造指示劑？

- (一) 同實驗二之（一）。
- (二) 將這些大小不一的材料取 30 克，分別浸泡在室溫、200cc 的冷水中。
- (三)(四)(五)(六) 同實驗二之（三）（四）（五）（六）。

實驗三-2：還有哪些植物可以用冷水浸泡製造指示劑？

- (一) 分別將紅玫瑰花花瓣、茄子皮、葡萄皮、紅色火龍果果皮、甜菜根、洛神花的果皮，切割成塊狀、碎末狀、泥狀。
- (二) 每一種大小不一的材料都取 30 克，倒入室溫 100cc 的冷水中浸泡 40 分鐘。
- (三) 時間一到，分別瀝出塊狀（或顆粒狀）、碎末狀、泥狀的汁液。
- (四) 每杯汁液分別各 2 cc 倒入醋、小蘇打水、食鹽水中，測試自製指示劑的效果。
- (五) 觀察並記錄結果。

實驗三-3：用加熱法製造指示劑時，需要煮多久的時間？

- (一) 分別將紫色高麗菜葉、紅鳳菜葉、茄子皮、黑豆各取 30 克、200 cc 的水倒入鍋中加熱（為使火力穩定平均，往後的實驗我們一律用電磁爐來加熱）。
- (二) 每一種材料在水滾後分別再繼續煮 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 分鐘。
- (三) 時間一到，瀝出備用。
- (四) 每杯汁液分別各 2 cc 倒入醋、小蘇打水、食鹽水中，測試自製指示劑的效果。
- (五) 觀察並記錄結果。

四、浸泡的水量會影響自製指示劑的效果嗎？

用冷水浸泡的指示劑效果普遍不明顯，將水量減少，改為 100cc，做出的自製指示劑效果否會變好？

實驗四：

同實驗三-1 的步驟，只是將水量改為 100cc 的冷水。

第二階段：製作出區分不同酸鹼程度 (pH1.0~12.0) 的自製指示劑。(本作品精華部分)

五、自製指示劑是否可以分辨出 pH1.0~12.0 的酸鹼？

如果我們自製的指示劑能像**廣用試紙**一樣，**檢測出 pH1.0~12.0 不同的酸鹼度**，該有多酷！所以我們想用效果最好的煮沸法。

實驗五：

- (一) 分別將紫色高麗菜葉、紅鳳菜葉、茄子皮、黑豆各取 30 克、200 cc 的水倒入鍋中，滾後再煮 10 分鐘。
- (二) 時間一到，瀝出備用。
- (三) 每杯汁液分別舀 2 cc 倒入 pH1.0、2.0、3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、9.0、10.0、11.0、12.0 的溶液中。
- (四) 觀察並利用色卡比對 pH 的顏色，將結果記錄下來。

六、如何做出能夠清楚檢驗 pH1.0~12.0 的指示劑？

從實驗五中，我們發現這些自製指示劑在檢測時，無法像廣用試紙呈現那麼有層次的顏色，於是我們想試著將這些材料互相混合，看看效果是不是更好？

我們將顏色連續變化最明顯的紫色高麗菜和顏色飽和度最高的黑豆，互相混合，希望能使 **pH3.0~8.0** 的顏色產生更大的變化。

實驗六-1：紫色高麗菜葉和黑豆互相混合。

(一) 將紫色高麗菜葉、黑豆分別秤出下列 5 組的重量：

組別	紫色高麗菜葉	黑豆
1	5 克	25 克
2	10 克	20 克
3	15 克	15 克
4	20 克	10 克
5	25 克	5 克

- (二) 再分別放入 200 cc 水中加熱，水滾後再煮 10 分鐘。
- (三)(四)(五) 同實驗五之(二)(三)(四)

實驗六-2：紫色高麗菜葉和茄子皮互相混合。

從單一自製指示劑的實驗中，我們發現 pH1.0 和 2.0 的顏色都非常接近，只有茄子皮 pH1.0 是紫色，顏色最特別，因此我們將它和紫色高麗菜葉混合。

- (一) 紫色高麗菜葉 25 克與 200 cc 冷水同時加熱，等水大滾後，再放進茄子皮煮 10 分鐘。
- (二) (三) (四) 同實驗五之 (二) (三) (四)

實驗六-3：紫色高麗菜葉、茄子皮和黑豆互相混合。

- (一) 紫色高麗菜葉 25 克、黑豆 5 克，同時放入 200 cc 水中加熱，等水大滾後，再放進 5 克的茄子皮煮 10 分鐘。
- (二) (三) (四) 同實驗五之 (二) (三) (四)

實驗六-4：爲了提升實驗六-3 混合指示劑的飽和度，將紫色高麗菜的量增加。

實驗步驟同實驗六-3，並將紫色高麗菜的量增爲 30 克。

七、自製的混合指示劑可不可以正確的檢測水溶液的 pH 值？

- (一) 將綠茶、檸檬原汁、洗碗精、澄清石灰水、洗髮精、漂白水各取 40 cc，再等分成 20 cc，分別倒入二個量筒中，其中一個倒入自製指示劑，一個不倒，做爲對照組，再記錄自製混合指示劑的 pH 值。
- (二) 取廣用試紙分別滴上水溶液，並記錄下每一種水溶液的 pH 值。
- (三) 分析比對混合自製指示劑與廣用試紙的差異。

陸、研究結果

第一階段：哪些材料最適合做酸鹼指示劑？

一、材料切割單位的大小會影響自製指示劑的效果嗎？

實驗一：研究結果如表 1-1、1-2、1-3、1-4（篇幅有限，照片請見現場解說）

紅鳳菜汁加入水溶液後的顏色變化（表 1-1）

形狀	塊狀	碎末狀	泥狀
自製指示劑的原色	暗紫紅	暗紫紅	紫紅色
加入醋後的顏色	粉紅色	粉紅色	淡橘色
加入小蘇打水後的顏色	藍綠色	藍綠色	淡墨綠
加入食鹽水後的顏色	靛色	靛色	淡灰綠
可否做為指示劑	○	○	×

○：效果很好 ×：效果不佳

我們發現：紅鳳菜切成塊狀、碎末狀可作指示劑；泥狀的效果不好，不能做指示劑。

黑豆汁加入水溶液後的顏色變化（表 1-2）

形狀	顆粒狀	碎末狀	泥狀
自製指示劑的原色	黑褐色	黑褐色	茶色
加入醋後的顏色	紅色	粉紅色	粉紅色
加入小蘇打水後的顏色	墨綠色	墨綠色	墨綠色
加入食鹽水後的顏色	淺咖啡	淺咖啡	淺咖啡
可否做為指示劑	○	○	○

○：效果很好 ×：效果不佳

我們發現：不管是顆粒狀、碎末狀、泥狀的汁液製成指示劑的效果都很明顯。

紫色高麗菜汁加入水溶液後的顏色變化（表 1-3）

形狀	塊狀	碎末狀	泥狀
自製指示劑的原色	藍紫色	藍紫色	藍紫色
加入醋後的顏色	粉紅色	粉紅色	粉紅色
加入小蘇打水後的顏色	綠色	綠色	綠色
加入食鹽水後的顏色	藍綠色	藍綠色	藍綠色
可否做為指示劑	○	○	○

○：效果很好 ×：效果不佳

我們發現：紫色高麗菜不管是塊狀、碎末、泥狀，做成指示劑的效果都非常好。

二、浸泡的時間是否會影響自製指示劑的效果？

實驗二：研究結果如表 2-1、2-2、2-3（篇幅有限，照片請見現場解說）

紅鳳菜汁加入水溶液後的顏色變化（表 2-1）

浸泡時間	塊狀			碎末狀			泥狀		
	自製指示劑的原色			自製指示劑的原色			自製指示劑的原色		
	暗紫紅			暗紫紅			紫紅色		
	加入溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色		
	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水
10 分	粉紅色	藍綠色	靛色	粉紅色	藍綠色	靛色	淡橘色	淡綠色	透明無色
20 分									
30 分									
40 分	粉紅色	藍綠色	靛色	粉紅色	藍綠色	靛色	淡橘色	淡綠色	淡橘色
50 分									
60 分									
70 分	粉紅色	藍綠色	靛色	粉紅色	藍綠色	靛色	淡橘色	淡綠色	黃橘色
80 分									
90 分									
可否做為指示劑			可否做為指示劑			可否做為指示劑			
○			○			×			

○：效果很好

×：效果不佳

我們發現：

- 1.塊狀、碎末狀不管浸泡時間的長短，效果都很好。
- 2.泥狀效果不好，即使浸泡到 90 分鐘，還是無法當指示劑。

黑豆汁加入水溶液後的顏色變化 (表 2-2)

浸泡時間	顆粒狀			碎末狀			粉末狀		
	自製指示劑的原色			自製指示劑的原色			自製指示劑的原色		
	黑褐色			黑褐色			茶色		
	遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色		
	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水
10分	紅色	墨綠色	淺咖啡	粉紅	土黃色	淺咖啡	淡粉紅	黃綠色	淺咖啡
20分									
30分									
40分	紅色	墨綠色	淺咖啡	粉紅	土黃色	淺咖啡	淡粉紅	黃綠色	淺咖啡
50分									
60分									
70分	紅色	墨綠色	淺咖啡	粉紅	土黃色	淺咖啡	淡粉紅	黃綠色	淺咖啡
80分									
90分									
可否做為指示劑			可否做為指示劑			可否做為指示劑			
○			○			○			

○：效果很好 ×：效果不佳

我們發現：不管是顆粒、碎末、泥狀，在熱水中只要浸泡 10 分鐘效果就很明顯了，不需浸泡太久。

紫色高麗菜汁加入水溶液後的顏色變化 (表 2-3)

浸泡時間	塊狀			碎末狀			泥狀		
	自製指示劑的原色			自製指示劑的原色			自製指示劑的原色		
	藍紫色			藍紫色			藍紫色		
	遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色		
	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水
10分	粉紅色	綠色	藍綠色	粉紅色	綠色	藍綠色	粉紅色	綠色	藍綠色
20分									
30分									
40分	粉紅色	綠色	藍綠色	粉紅色	綠色	藍綠色	粉紅色	綠色	藍綠色
50分									
60分									
70分	粉紅色	綠色	藍綠色	粉紅色	綠色	藍綠色	粉紅色	綠色	藍綠色
80分									
90分									
可否做為指示劑			可否做為指示劑			可否做為指示劑			
○			○			○			

○：效果很好

×：效果不佳

我們發現：紫色高麗菜葉不管浸泡時間的長短，效果都很好。

三、溫度是否會影響自製指示劑的效果？

實驗三-1：冷水是否能製造指示劑？研究結果如表 3-1-1、3-1-2（篇幅有限，照片請見現場解說）

黑豆汁加入水溶液後的顏色變化（表 3-1-1）

浸泡時間	顆粒狀			碎末狀			粉末狀		
	自製指示劑的原色			自製指示劑的原色			自製指示劑的原色		
	茶色			芋頭色			抹茶色		
	遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色		
	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水
10分	淺粉紅	淺黃褐	淺咖啡	淺粉紅	淺黃褐	淺芋色	淺粉紅	墨綠	淺咖啡
20分									
30分									
40分	粉紅色	黃褐色	淺咖啡	粉紅色	黃褐色	淺芋色	淺粉紅	墨綠	淺咖啡
50分									
60分									
70分	粉紅色	黃褐色	淺咖啡	粉紅色	黃褐色	淺芋色	粉紅色	墨綠	淺咖啡
80分									
90分									
可否做為指示劑			可否做為指示劑			可否做為指示劑			
○			○			○			

○：效果很好

×：效果不佳

我們發現：

- 1.顆粒、碎末、粉末狀 10 分鐘即出現效果，只是顏色很淡。
- 2.顆粒狀、碎末狀浸泡 40 分鐘開始顏色較明顯。
- 3.粉末狀 70 分鐘開始顏色較明顯。

紫色高麗菜汁加入水溶液後的顏色變化 (表 3-1-2)

浸泡時間	塊狀			碎末狀			泥狀				
	自製指示劑的原色			自製指示劑的原色			自製指示劑的原色				
	微紫			淺紫色			藍紫色				
	遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色				
	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水		
10分	透明無色			透明無色	透明無色		粉紅色	藍綠色	淡藍色		
20分				微紅						微綠	微藍
30分											
40分											
50分											
60分											
70分											
80分											
90分											
可否做為指示劑			可否做為指示劑			可否做為指示劑					
✘			○			○					

○：效果很好

✘：效果不佳

我們發現：

- 1.塊狀無法當成指示劑。
- 2.碎末狀到了 70 分鐘後，顏色才出現明顯的變化。
- 3.泥狀只要浸泡 10 分鐘就有不錯的效果，最適合做自製指示劑。

實驗三-2：還有哪些植物可以用冷水浸泡製造指示劑？研究結果如表 3-2-1、3-2-2、3-2-3（篇幅有限，照片請見現場解說）

紅玫瑰花花瓣的汁液加入水溶液後的顏色變化（表 3-2-1）

顏 色 溶 液	材 料	紅玫瑰花瓣		
		瓣狀 (原色橘黃色)	碎末狀 (原色暗橘色)	泥狀 (原色紫紅色)
遇到醋後		淡橘色	淡橘色	粉紅色
遇到小蘇打水後		淡綠色	淡綠色	綠色
遇到食鹽水後		淡綠色	淡綠色	淺紫紅
可否做為指示劑		×	×	○

葡萄皮汁加入水溶液後的顏色變化（表 3-2-2）

顏 色 溶 液	材 料	葡萄皮		
		顆粒狀 (原色透明無色)	碎末狀 (原色膚色)	泥狀 (原色粉橘色)
遇到醋後		透明無色	透明無色	粉紅色
遇到小蘇打水後		透明無色	透明無色	淡綠色
遇到食鹽水後		透明無色	透明無色	淡粉紅
可否做為指示劑		×	×	酸×鹼○

洛神花汁加入水溶液後的顏色變化（表 3-2-3）

顏 色 溶 液	材 料	洛神花果皮		
		塊狀 (原色鮮紅色)	碎末狀 (原色鮮紅色)	泥狀 (原色鮮紅色)
遇到醋後		粉紅色	粉紅色	粉紅色
遇到小蘇打水後		藍綠色	藍綠色	藍綠色
遇到食鹽水後		粉紅色	粉紅色	粉紅色
可否做為指示劑		酸×鹼○	酸×鹼○	酸×鹼○

我們發現：

- 1.紅玫瑰的泥狀適合製作指示劑。
- 2.洛神花果皮塊狀、碎末狀、泥狀和葡萄皮泥狀的汁液只適合當鹼性指示劑。

實驗三-3：用加熱法製造指示劑時，需要煮多久的時間？研究結果如下表：

水滾後再煮的時間	紫色高麗菜 (原色為藍紫色)			紅鳳菜 (原色為紫紅色)			黑豆 (原色為黑褐色)			茄子皮 (原色為淺紫灰色)		
	遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色		
	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水
	1分	淺粉紅	淺藍綠	淺藍	微粉紅	透明無色	透明無色	粉紅	茶色	淺咖啡	微膚色	微綠色
2分	粉紅	藍綠	淺粉紅		微藍	淺紫	紫色			深茶色	咖啡	粉紅
3分			桃紅	藍色	粉紅	淺藍		藍色	深紫			
4分	藍綠	藍色					粉紅			淺藍	藍色	深紫
5分			桃紅	藍綠	藍色	粉紅		淺藍	藍色			
6分	桃紅	藍綠					藍色			粉紅	淺藍	藍色
7分			桃紅	藍綠	藍色	粉紅		淺藍	藍色			
8分	桃紅	藍綠					藍青			桃紅	深藍	深紫
9分			桃紅	藍綠	藍青	桃紅		深藍	深紫			
10分	桃紅	藍綠					藍青			桃紅	深藍	深紫

(篇幅有限，照片請見現場解說)

我們發現：

- 1.除了紅鳳菜外，每一種材料水滾後再煮 1 分鐘就出現顏色，只是顏色較淡。
- 2.茄子皮、紫色高麗菜、紅鳳菜、黑豆煮 2 分鐘後就可以當作指示劑。
- 3.每一種材料煮到 10 分鐘，在酸、中、鹼性溶液中的顏色，只是變深而已，因此為了節省能源，不需煮太久。

實驗三的總結：

- 1.溫度會影響自製指示劑的效果。加熱製成的自製指示劑顏色鮮豔明顯，冷水浸泡的顏色較淡，只有紫色高麗菜泥狀例外，冷水的顏色比熱水漂亮。
- 2.紅鳳菜、.茄子皮、紅肉火龍果（果皮）、甜菜根都不能用冷泡方式做成指示劑。(效果不明確的，原始資料未列入，請看現場說明)

四、浸泡的水量會影響自製指示劑的效果嗎？

實驗四：研究結果如表 4-1、4-2（篇幅有限，照片請見現場解說）

黑豆汁加入水溶液後的顏色變化（表 4-1）

浸泡時間	顆粒狀			碎末狀			粉末狀		
	自製指示劑的原色			自製指示劑的原色			自製指示劑的原色		
	黑褐色			芋頭色			抹茶色		
	遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色		
	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水
10分	淺粉紅	淺土黃	透明無色	淺粉紅	土黃色	淺芋色	淺粉紅	淺茶色	淺咖啡
20分		土黃色	淺橘紅		黃褐色			黃褐色	
30分									
40分	粉紅色	土黃色	淺咖啡	粉紅色	黃褐色	淺芋色	粉紅色	黃褐色	淺咖啡
50分									
60分									
70分	粉紅色	茶色	淺咖啡	粉紅色	黃褐色	淺芋色	粉紅色	墨綠色	淺咖啡
80分									
90分									
可否做為指示劑	○			○			○		

○：效果很好

×：效果不佳

我們發現：

黑豆浸泡的水量減少後，無論顆粒狀、碎末狀或粉末狀都能做為指示劑，浸泡時間並不會影響效果。

紫色高麗菜汁加入水溶液後的顏色變化 (表 4-2)

浸泡時間	塊狀			碎末狀			泥狀		
	自製指示劑的原色			自製指示劑的原色			自製指示劑的原色		
	微紫			淡紫色			深紫色		
	遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色			遇到溶液後的顏色		
	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水	醋	小蘇打水	食鹽水
10分	透明無色	透明無色	透明無色	微紅	微綠	微藍	桃紅色	綠色	藍色
20分									
30分									
40分									
50分									
60分									
70分									
80分									
90分									
可否做為指示劑	×			○			○		

○：效果很好

×：效果不佳

我們發現：

- 1.塊狀在水量減少後，效果依然不好，10~90 分鐘全部呈現透明無色。
- 2.碎末狀在 10 分鐘即出現變化，只是顏色淡了些。
- 3.泥狀的效果非常好，只要浸泡 10 分鐘，顏色鮮豔明顯。

第二階段：製作出區分不同酸鹼程度 (pH1.0~12.0) 的自製指示劑。

五、自製指示劑是否可以分辨出 pH1.0~12.0 的酸鹼？

實驗五：研究結果如下表：(見照片 5-1)

材料 顏色 pH 值	紫色高麗菜	紅鳳菜	黑豆	茄子皮	葡萄皮	紫蘇葉
1.0						
2.0						
3.0						
4.0						
5.0						
6.0						
7.0						
8.0						
9.0						
10.0						
11.0						
12.0						

我們發現：

1. 紫色高麗菜的顏色連續變化，是所有指示劑中顏色最明顯、最豐富的。
2. 紅鳳菜的鹼性變化最明顯。
3. 黑豆中間區段的顏色最飽和，又與眾不同，呈現咖啡色系。
4. 同樣是 1.0，茄子顏色最特別，呈現紫色。



紫色高麗菜



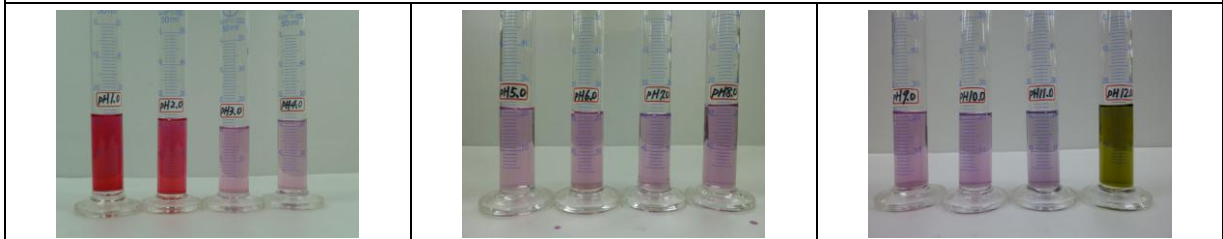
紅鳳菜



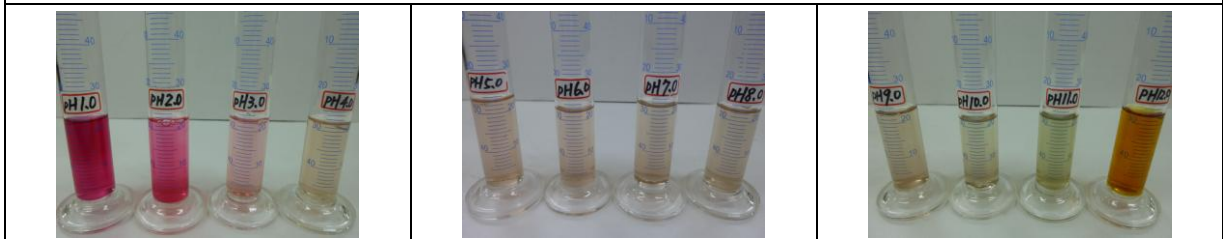
黑豆



茄子皮



葡萄皮



紫蘇葉

照片 5-1

六、如何做出能夠清楚檢驗 pH1.0~12.0 的指示劑？

從上面實驗，我們發現紫色高麗菜 pH 的顏色最有變化，但是還是有些部分顏色相同，我們想利用黑豆 pH3.0~8.0 的咖啡色使它 pH3.0~8.0 的顏色更有變化，再用茄子皮的紫色使它 pH1.0 和 2.0 的顏色也產生更大的變化，葡萄皮、紫蘇葉的效果不如它們，顏色較淡，容易被掩蓋，所以我們只找前面三個來混合。

實驗六-1：紫色高麗菜葉、黑豆混合後的 pH 顏色，如下表：

pH	材 料	紫高麗 5 克	紫高麗 10 克	紫高麗 15 克	紫高麗 20 克	紫高麗 25 克
	顏 色	黑豆 25 克	黑豆 20 克	黑豆 15 克	黑豆 10 克	黑豆 5 克
1.0						
2.0						
3.0						
4.0						
5.0						
6.0						
7.0						
8.0						
9.0						
10.0						
11.0						
12.0						

我們發現：黑豆太多時，會掩蓋紫色高麗菜的顏色，因此紫色高麗菜 25 克，黑豆 5 克混合後的效果最好，但是還是無法細分 pH1.0~12.0 的顏色。

實驗六-2：紫色高麗菜葉 25 克和茄子皮 5 克混合後的 pH 顏色，如下表：（見照片 6-2）













PH 值	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
顏色												



照片 6-2

我們發現：這組的顏色非常有層次，適合做成指示劑，可以細分物質的酸鹼度。

實驗六-3：紫色高麗菜葉 25 克、黑豆 5 克、茄子皮 5 克組合後的 pH 顏色，如下表：（見照片 6-3）

PH 值	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
顏色												



照片 6-3

我們發現：這三種混合後，但中間區段的顏色過淡，辨識顏色很費力。

實驗六-4：爲了提升六-3 混合指示劑的飽和度，將紫色高麗菜的量增加爲 30 克。研究結果如下表：（照片見 6-4）

PH 值	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
顏色												



照片 6-4

我們發現：鹼性的顏色變得很清楚。

實驗六的總結：

自製的混合指示劑以紫色高麗菜葉 25 克，茄子皮 5 克的效果最好；可以像廣用試紙一樣區分各種的酸鹼度。

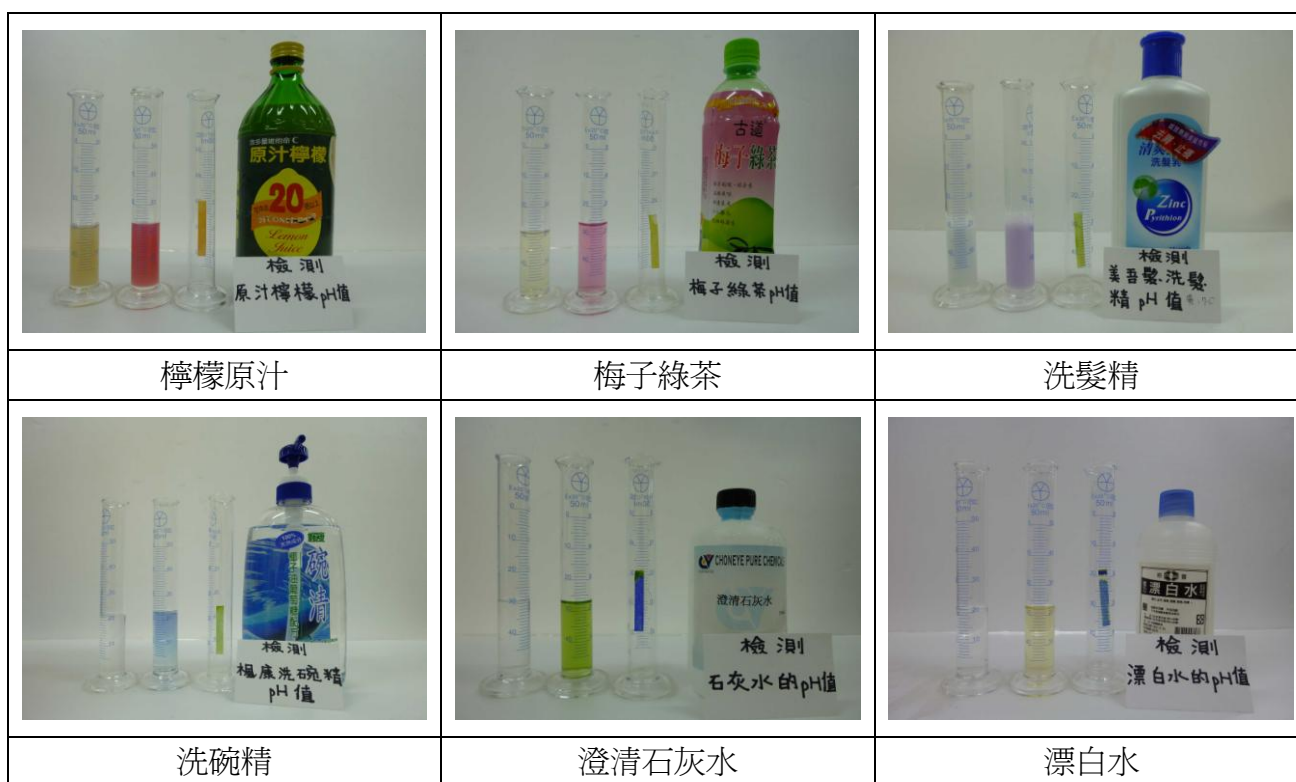
七、自製的混合指示劑可不可以正確的檢測水溶液的 pH 值？

研究結果如下表：(見照片 7-1)

物 品 PH 值	檸檬原汁	梅子綠茶	洗髮精	洗碗精	澄清石灰水	漂白水
廣用試紙	pH3.0	pH4.0	pH5.0	pH7.0	pH10.0	pH10.0
自製指示劑	pH2.0	pH2.0	pH5.0~6.0	pH8.0	pH11.0	pH12.0

我們發現：

- 1.混合的自製指示劑和廣用試紙有一些差距，但差距不大，介於誤差範圍之內，可見我們自製的指示劑在檢測東西的 pH 值上，已經有實用性。
- 2.不過我們混合的指示劑仍有些誤差，如梅子綠茶、漂白水，是我們仍需要努力改進的。



照片 7-1

柒、討論

在過去的文獻中我們發現，以往研究指示劑都只能粗略分辨酸鹼，而我們在這次的實驗中想要做出可以分辨各個酸鹼程度的指示劑；達到類似廣用指示劑的效果。而在這次的實驗中我們發現，單一材料的自製指示劑很難達到這樣的效果，因為個別的指示劑通常只有在特定的區段有很好的區分效果，而在其他的區域顏色變化不明顯；因此我們想到要混合在不同區段分辨酸鹼程度的材料，以混合材料的方式製造指示劑，初步得到成功的結果，雖然和標準的廣用指示劑有些許的誤差，但已經具有實用性；是否有更好的組合配方，還需要更進一步的研究。但我們推想應該可以用天然的材料，製造出環保方便且準確度高的指示劑。

捌、未來發展

目前我們已經可以利用自製的混合指示劑來細分 pH1.0~12.0 的酸鹼值，接下來我們想要挑戰的是：

一、利用自製天然指示劑更精細的檢測 pH 值（例如：pH1.5、2.5、……）。

自製的混合指示劑可以細分出 12 個顏色，我們想再深入地以 pH0.5 為單位，更精細區分水溶液的 pH 值，找到更精準的酸鹼值。

二、能不能利用自製混合指示劑 pH1.0~pH12.0 的 12 種顏色來辨識食物的新鮮度？



在家中，有時西瓜汁放半天沒喝變酸了，有時湯變酸了，我喝了沒事，姐姐或哥哥喝了卻拉肚子。果汁或湯如能用我們的自製混合指示劑來檢測它的 pH 值改變到多少時，表示食物已變酸，使大家都可以吃得很健康。


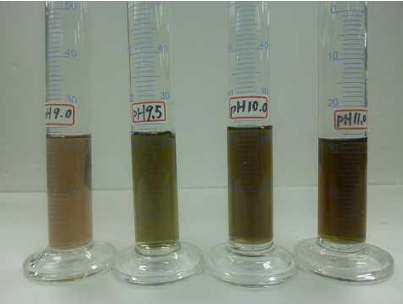
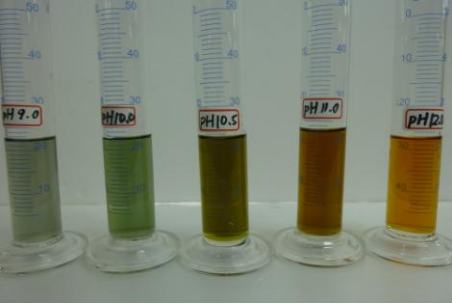
現在我們繼續進行的研究是：

一、利用自製天然指示劑更精細的檢測 pH 值（例如：pH1.5、2.5、……）。

我們將各種天然自製指示劑的汁液一一倒入各個 pH0.5 的水溶液中測試。

1. 實驗的結果如下：（效果不明確的，原始資料未列出，照片請看現場解說）

	
pH1.5 與 pH1.0、pH2.0 的顏色差異大	pH9.5 與 pH9.0、pH10.0 的顏色差異大
茄子皮可以做為測試 pH1.5 的指示劑	紫色高麗菜可以做為測試 pH9.5 的指示劑

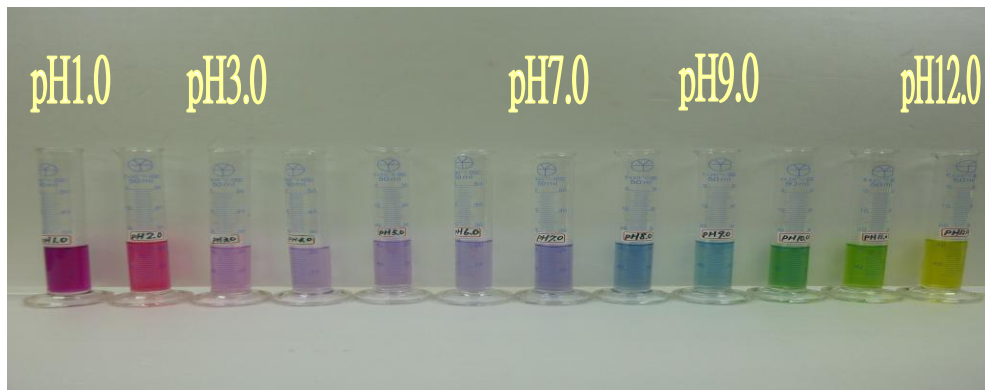
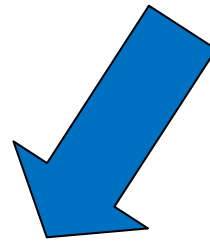
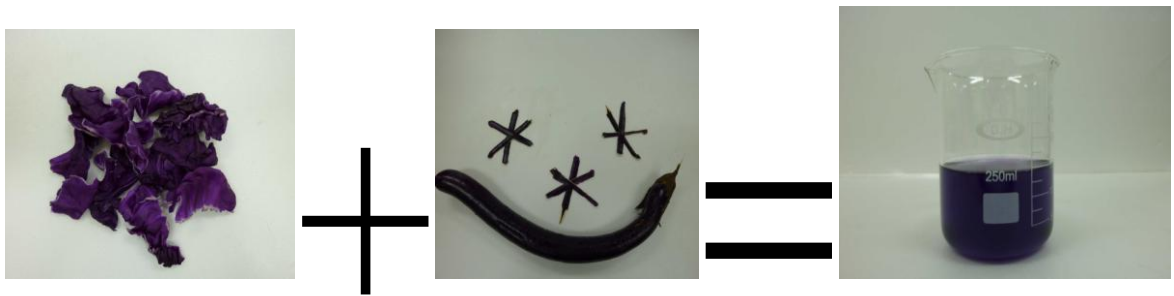
	
<p>pH9.5 與 pH9.0、pH10.0 的顏色有差異性 紅鳳菜可以做為測試 pH9.5 的指示劑</p>	<p>pH9.5 與 pH9.0、pH10.0 的顏色有差異性 黑豆可以做為測試 pH9.5 的指示劑</p>
	
<p>pH10.5 與 pH10.0、pH11.0 的顏色有差異性 紫蘇葉可以做為測試 pH10.5 的指示劑</p>	

2.我們目前測試成功的只有 pH1.5、pH9.5、pH10.5 這三種。而紫色高麗菜、紅鳳菜、黑豆都可以做為測試 pH9.5 的指示劑，其中以紫色高麗菜的效果最明確。

玖、結論

1. 在材料切割大小的實驗中，我們發現紅鳳菜最適合的大小是塊狀或碎末狀，泥狀不可行；黑豆不管以任何切割單位都適合做指示劑；紫色高麗菜也是不管以任何切割單位都適合做指示劑。
2. 不管在紅鳳菜、黑豆、或是紫色高麗菜，浸泡 10 分鐘的效果都已經很好，延長浸泡時間並不能使效果變得更好。
3. 在使用冷水浸泡是否會影響自製指示劑的效果的實驗中發現：紅鳳菜用冷水浸泡是不適合做指示劑；黑豆用熱水浸泡的顏色比冷水鮮豔；紫色高麗菜在泥狀的情況下，冷水浸泡 10 分鐘的效果和浸泡熱水的效果一樣好。
4. 在水量的多寡與浸泡的時間是否會影響自製指示劑的效果的實驗中，我們發現：紅鳳菜完全不適合用冷水浸泡，不管水量多少，浸泡時間長短都無法製造指示劑；黑豆在水量減少的情況下，效果都比較不好，浸泡時間都需要延長才能達到原水量浸泡的效果；紫色高麗菜在碎末狀和泥狀的情況下，水量減少浸泡效果都比較好，浸泡時間可以減少，尤其是泥狀只要用冷水浸泡 10 分鐘，效果更勝於用熱水浸泡 90 分鐘。
5. 在尋找其他可以冷泡的植物的實驗中，我們發現：泥狀的紅玫瑰可以做指示劑；洛神花、葡萄皮冷水浸泡時可做鹼性指示劑；茄子皮、葡萄皮、紅肉火龍果（果皮）、甜菜根都不適合做指示劑。
6. 使用熱水製造指示劑的效果都很好，紫色高麗菜、紅鳳菜、黑豆要煮到 2 分鐘才可以當作指示劑。煮沸時間超過 10 分鐘以上，並不會讓效果更好。
7. 每一種材料萃取出的汁液在 pH1.0、2.0、11.0、12.0 時的顏色都非常不同，很容易區分出它們是強酸和強鹼。紫色高麗菜的 3.0、4.0 呈現淺紫紅，5.0、6.0 淺紫色，7.0、8.0 呈現藍色，9.0 藍綠色、10.0 綠色，是所有材料當中，顏色最分明，其次是紅鳳菜，黑豆、茄子皮和葡萄皮從 3.0~10.0 的顏色都一樣，只是深淺不同罷了；同樣是 1.0，茄子顏色最特別，呈現紫色；同樣是 3.0~8.0，黑豆的顏色與眾不同，呈現咖啡色系。

8. 紫色高麗菜 25 克，茄子皮 5 克的效果最好；可以像廣用指示劑一樣區分各種的酸鹼度。



拾、參考資料及其他

- 一、國立編譯館（2009）。牛頓版五上自然第三單元水溶液的酸鹼性。台北市。
- 二、國立編譯館（2009）。牛頓版六下自然第一單元熱的傳遞。台北市。
- 三、蕭次融（2009年9月）。國中理化實驗設計學習模組－酸與鹼。科學研習月刊九月專輯：有趣的化學。國立台灣科學教育館。
- 四、廖以誠、陳妮蔚、胡祖康、劉怡旻、劉蒼瑜、郭茂廷（2006）。給他一點顏色瞧瞧~另類酸鹼指示劑。中華民國第四十六屆中小學科學展覽優勝作品專輯。國立台灣科學教育館。
- 五、陳欽傑、許閔智（無日期）。大自然的粉彩筆－天然指示劑。國立員林農工高一、加一甲班。取自：www.shs.edu.tw/works/essay/2009/03/2009033118533639.pdf
- 六、王伶綺（2008年10月）。花青素對人體的影響探討。全國高級中等學校跨校網路讀書會得獎論文。取自：www.klvs.kl.edu.tw/library/9710thesis.htm
- 七、黃俊瑋、王宜平、張怡文、陳新宜（2009年6月30日）。「天然 a 尙好-果染如此」簡要報告。教育部農業暨食品群科課程中心專題製作示例評選。取自：gcc.tcavs.tc.edu.tw/upload/980729105814.pdf

【評語】 080212

從課程中發現實驗器材的變化性構思是否有替代的不同檢測方式，且能從課本中學習過的材料，依其特性去尋找替代物，進而使用天然蔬果及混搭的方式製作酸鹼指示劑，頗有創意，惟細微部分仍要再求精細。