

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：天然酸鹼指示劑試驗這檔事
一、摘要
許多天然色素在酸鹼性下有不同色澤，尤其是花青素類的色素，其中花青素種類較多的蝶豆花、紫高麗菜及春不老果實的色系較多，變色範圍較廣，較適合當天然酸鹼指示劑。花類的花青素種類較單純，所以變色色系較偏強酸或強鹼的 pH 值;而有些含花青素的天然色素含有其他種類的色素，會有些干擾酸鹼指示。
二、探究題目與動機
實驗課程老師規定我們得探討天然指示劑，所以我們組員想破頭，到底要拿甚麼探討，因為沒甚麼實驗經驗，所以查了一下色素溶解性就進行取色材及指示劑變化試驗，當時大家帶到學校東西有黑豆、春不老種子，牽牛花，玫瑰花，紫高麗菜，紅蘿蔔，桑葚，蝶豆花。。幸好要 pH2 到 pH12 測 試用酸鹼液是老師指導配置，不然就無俚頭不知要測甚麼?
三、探究目的與假設
1.思索各種具有天然色素的試驗材料 2.推測各種試驗材料天然色素是何種類色素構造?酸鹼度是否影響色素結構?酸鹼度影響結構後會不會改變顏色? 3.試驗各種色素在 pH2~pH12 溶液中色澤變化
四、探究方法與驗證步驟
(一)科學原理: 雖然大家竭盡所能找到有色樣品，再來得查一下各種色素之底細，以下是各種色素之特性: 1.黑豆:的色素在種皮為花青素類，為水溶性色素，易溶於水、稀酸、稀鹼、稀乙醇，主要著色成分為矢車菊素-3-半乳糖苷。 2.春不老種子:成熟果實為紫色，可能為牽牛花色素(petunidin)。 3.牽牛花：花朵的顏色大部分屬花青素類，花色為紫色，所以應該富含紫色牽牛花素(petunidin)或淡紫色錦葵色素(malvidin)。 4.玫瑰花:紅粉色花瓣應該為飛燕草素 (delchindin) 玫瑰紅色系類花青素。 5.紫高麗菜:也是隨色 pH 值變化的色素，紫色系列花青素，可能主要為牽牛花色素(petunidin)。 6.紅蘿蔔：橘色色素為脂溶性類胡蘿蔔素，類胡蘿蔔素主要含有八個異戊二烯，在分子中間形成一序列的共軛雙鍵。 7.桑葚：紫紅色系列花青素，可能主要為牽牛花色素(petunidin)、矢車菊色素(cyanidin) 、牡丹素(peonidin)。

8.蝶豆花: 花青素為飛燕草素 (delphinidin) 藍紫色系列。

天然色素萃取條件整理以下如下:

花青素最佳萃取方法為微酸性(0.1% HCl 或將小於 1ml 之 1M 鹽酸)的乙醇或甲醇(2:1)溶劑，樣品比萃取溶劑為 1:40(g:mL)，溫度 70~80°C，靜置萃取。

類胡蘿蔔素萃取: 2.5 倍體積的甲醇和正己烷(1:1)萃取，最好 45°C 攪拌萃取 30 分鐘，冷卻至室溫後離心過濾。萃取液靜置分層，分出上層正己烷層，類胡蘿蔔素會在上層。

花青素色系主要為紅、藍、紫受酸鹼性影響之原理為花青素結構為 flavylum cation，結構式中帶正電荷，酸性下(pH=1 附近)呈現陽離子形式具有色澤，中性環境具半縮酮(hemiketal)，強鹼時產生醜型結構又會呈現與酸下不同色澤。

(二) 研究方法

- 1.調配不同 pH 值的緩衝溶液:以稀釋方式調配 pH2~pH12 酸鹼液
- 2.萃取色素



圖 1:各種天然色素樣品

(1)花青素系類色素為水溶性，樣品用研鉢/杵磨碎後加入少許溫蒸餾水，溶出適量色素即可

(2)類胡蘿蔔素為油溶性色素，無法以蒸餾水溶出，雖然正己烷(非極性)是較適當萃取溶劑，但須於前一天在家製備，所以以乙醇替代萃取溶劑，雖然效果無法很好，但是亦可萃取出適量類胡蘿蔔素進行酸鹼指示試驗。

(三)研究分析與結果

1.桑葚色素

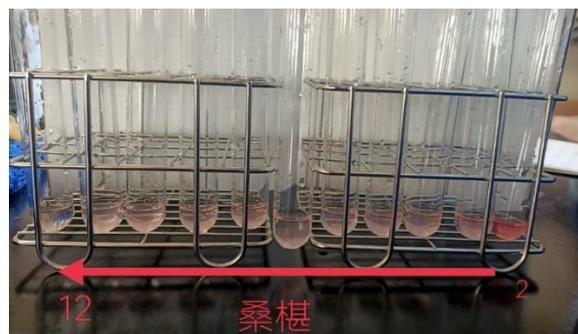


圖 2:桑葚的天然色素在不同酸鹼性下色澤

表 1 、桑葚的天然色素在不同酸鹼性溶液下色澤紀錄

pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11	pH12
深粉	粉	粉	粉	粉	粉	粉	粉	粉	粉	淡粉

變色範圍:pH2~3

2.蝶豆花



圖 3: 蝶豆花的天然色素在不同酸鹼性下色澤

表 2 、蝶豆花的天然色素在不同酸鹼性溶液下色澤紀錄

pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11	pH12
淡粉	透明	綠	黃							
	無色									

變色範圍:pH2~3 ; pH10~11 ; pH11~12

3.胡蘿蔔



圖 4:胡蘿蔔 的天然色素在不同酸鹼性下色澤

表 3 、蝶豆花的天然色素在不同酸鹼性溶液下色澤紀錄

pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11	pH12
透明	淡黃	黃								

變色範圍:pH10~11

4.紫高麗菜



圖 5: 紫高麗菜的天然色素在不同酸鹼性下色澤

表 4 、紫高麗菜的天然色素在不同酸鹼性溶液下色澤紀錄

pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11	pH12
粉紅	透明	綠色	綠色							

變色範圍:pH2~3;pH10~11; pH11~12

5.玫瑰花



圖 6:玫瑰花的天然色素在不同酸鹼性下色澤

表 5 、玫瑰花的天然色素在不同酸鹼性溶液下色澤紀錄

pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11	pH12
粉紅	透明	綠色	黃色							

變色範圍:pH2~3 ; pH10~11

6.黑豆

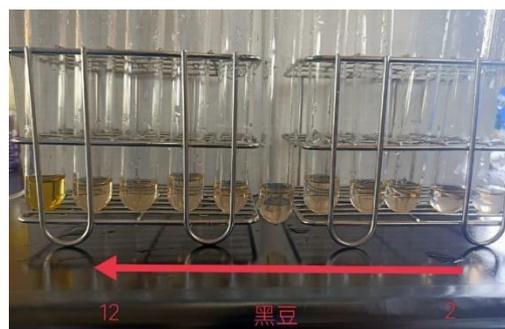


圖 7:黑豆 的天然色素在不同酸鹼性下色澤

表 6 、黑豆的天然色素在不同酸鹼性溶液下色澤紀錄

pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11	pH12
微黃	微黃	橙色	橙色	黃色						

變色範圍:pH3~4 ; pH11~12

7.春不老果實

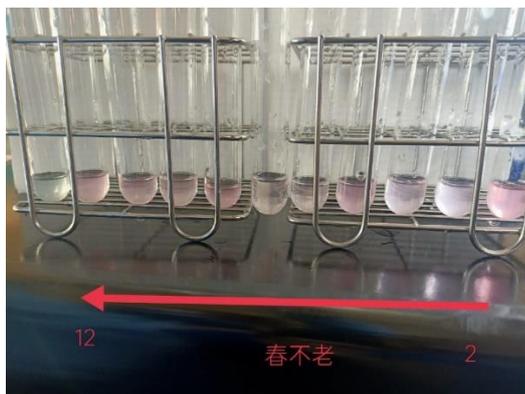


圖 8:春不老果實的天然色素在不同酸鹼性下色澤

表 7 、春不老果實的天然色素在不同酸鹼性溶液下色澤紀錄

pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11	pH12
粉紅	粉紫	粉紫	粉紅	粉紅	粉紅	粉紅	粉紅	粉紅	粉紅	綠色

變色範圍:pH3~4 ; pH11~12

8.牽牛花

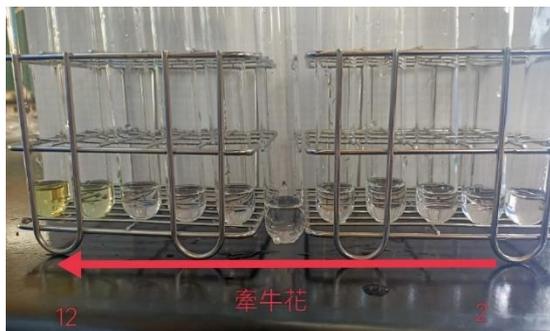


圖 9:牽牛花的天然色素在不同酸鹼性下色澤

表 8 、牽牛花的天然色素在不同酸鹼性溶液下色澤紀錄

pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11	pH12
透明	綠色	綠色								

變色範圍: pH10~11

五、結論與生活應用

(一)蒸餾水或溫蒸餾水對花青素的萃取效率還是不足，所以我們實驗中各色系都屬於淡色，但仍然仍看出花青素系列的指試劑有酸鹼指示功能

(二)類胡蘿蔔為油溶性色素屬非極性物質與乙醇的極性特質相容性有限，所以圖 4 可看出所溶出之橘色色素很少，呈現類胡蘿蔔素完整黃色，推測鹼性下結構完整，中、酸性下結構不安定可能發生重排(共軛雙件數目減少)，黃色系減淡成微微綠或藍干擾原黃色系，所以顏色淡呈透明。

(三)玫瑰花與牽牛花朵之色素較單純，推測只有花青素，所以牽牛花變色範圍 pH10~11；玫瑰花變色範圍:pH2~3；pH10~11，其餘中性 pH 為透明無色。

(四)從圖 7 可知黑豆除了花青素外應該有橙色系列的其他天然色素存在，干擾酸鹼指示。桑葚的色素也是如此(圖 2)，此類色素除花青素應該有其他類紅色天然色素，所以花青素無法顯示中性呈現無色的情形。

(五)從圖 3、5、8 可清楚發現蝶豆花、紫高麗菜及春不老果實的色系較多，我們認為是其所含花青素種類較多，所以出現不同變色區段。

(六)根據以上試驗探討我們覺得要當指示劑的色素以花青素最好，且種類最好較多種，能出現不同變色區域，較能指示不同酸鹼度，所以我們試驗中我們認為蝶豆花、紫高麗菜及春不老果實的色系較多較適合當天然酸鹼指示劑。

參考資料

(一)中文百科(無日期)。黑豆紅。擷取日期:2023 年 3 月 20 日。取自網址:<https://www.newton.com.tw/wiki/%E9%BB%91%E8%B1%86%E7%B4%85/6581312>

(二)科學發展月刊。89 年 6 月 28 日。類胡蘿蔔素的特性與應用 陳炳輝 / 輔仁大學食品營養系。網址:

https://ejournal.stpi.narl.org.tw/index/searcher?_queryStr=&author=%E9%99%B3%E7%82%B3%E8%BC%9D&period=&jnIdList=4B0A7085-AB9A-400B-88E9-9333D8972488&jnIdList=ACED4DD9-494E-4B17-8876-38FA3E789C93&entryPointJnId=4B0A7085-AB9A-400B-88E9-9333D8972488&nowPage=1&queryStr=

(三)ETtoday 健康雲 (無日期)。繽紛的蝶豆花是人工色素？專家告訴你「變色的秘密」。擷取日期:2023 年 3 月 20 日。取自: 繽紛的蝶豆花是人工色素？專家告訴你「變色的秘密」 | ETtoday 健康雲 | ETtoday 新聞雲
<https://health.ettoday.net/news/1086931#ixzz7wVfsavyu>

(四)料理.台灣月刊(無日期)。認識食品色素。擷取日期:2023 年 3 月 20 日。取自網址:<https://ryoritaiwan.fcdc.org.tw/article.aspx?websn=6&id=777>

(五)張為憲等 (84 年)。食品化學。華香園出版社