

# 新竹市第四十二屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生活與應用科學(二)

組 別：國中甲組

作品名稱：給你一點顏色瞧瞧－取材山林與生活智慧的天然色素

關 鍵 詞：紅花草、山棕、天然色素

編 號：

# 目錄

摘要.....	1
壹、前言.....	2
貳、研究設備及器材.....	6
參、研究過程及方法.....	7
肆、研究結果.....	16
伍、討論.....	25
陸、結論.....	28
柒、參考文獻資料.....	29

## 摘要

我們都知道生活裡有許多先民的生活智慧，但鮮少有機會接觸，然而這些重要的民間文化，隨著長輩的凋零也正在急速消逝。

現代生活飲食常常講究鮮美的顏色，可能來自大自然也可能是化學製造，但，一定還有被遺忘的天然色素隱藏在民間。我們很幸運有機緣接觸山棕與客家紅花草，這兩種植物的變色很有獨特個性，令人摸不著頭緒，透過一次次的實驗探討，終於找到變色的原理－鹼性、礦物質含量及氧化作用，這個過程不禁讓人敬佩大自然的奧妙。

此外也嘗試山棕與紅花草在生活飲食中的應用，除結合常用的自然酸（檸檬汁），也加入民間生活的自然鹼（竹葉水），梳理天然色素與水質、酸鹼的諸多驚奇。

# 壹、前言

## 一、研究動機

街區裡，每隔幾步就有一間間的手搖飲店，色彩繽紛，琳瑯滿目，人手一杯手搖飲，好像已經是一種必然的存在，但是這樣真的好嗎？進行研究期間，傳出了許多輸入產品含有蘇丹紅這種工業用染料的事件，人心惶惶。不論對身體有多少危害，這都不是合法添加物。這次研究係從大自然提取天然色素，雖然耗時費力，但是看得到食材原型，讓我們很放心，一旦上手，還能在採集及剖箎過程獲得成就感。看著添加了蘇丹紅的食品名單一筆一筆增加，更堅定我們從大自然取材能讓人感興趣且放心的天然色素的初心。

為了減少購買手搖飲的機會，家人會和我們運用植物自製飲品。例如蝶豆花的藍色花朵可泡出藍色水溶液、洛神花的紅色果萼可泡出紅色水溶液、五葉松的綠色松針和香蘭的綠色葉片打汁可得到綠色水溶液……。

過程中，一位致力鄉間文化傳承的長輩分享了一種客家話稱為「紅花草」的植物，莖葉綠色，花紫色，但是看起來皆為綠色的葉片，經過搓揉，竟能產生意想不到的紅紫色溶液。具長輩記憶，以前客家九層板的其中一層，就是用紅花草的水製作。長輩回憶窮苦的童年，長輩會將米食做各種變化，增加孩子的食欲，當拿到得來不易、白黑與紫紅相間的九層板時，會因為捨不得而一層層剝起來吃，不僅滋味甜上心頭，也因為一層一層分別品嚐而感覺數量變多。然而現在於客家庄、老街、店面甚至是民家，也幾乎找不到這種傳統做法的九層板，這道紫紅色也成為失落的色層。因此我們希望學習種植這種植物，並透過科展研究重現這失傳的客家米食文化，並為其創造新的飲食價值。

取得紅花草是在一年多前，可透過扦插繁殖，屬於容易種植的植物，植株可透過修剪、採摘，矮化高度，增加植株數，度冬時葉片稀疏，但不易萎凋，我們認為是很適合都會家庭的陽台植物。

紅花草經搓揉浸水產生的粉紫紅色，與莖葉的綠截然不同，這也與我們原本認知的植物變色特性—直接聯想—有著極大差別，而且不需經由其他媒介即可產生跳接變色，操作簡易，非常適合用於生活飲食中，當然，紅花草的粉紫紅色水遇酸鹼產生的變化也很有趣。不過長輩提出一個不解的現象：某一回採集紅花草葉子浸於裝水的袋子裡，忘

了使用，隔了一天想到回頭來看時，其水色呈現黑褐色，並非預期的紫紅色。長輩希望我們能為這個現象找出原因。於是我們做了水質與氧化的實驗。研究過程，除了長輩希望我們重現的傳統九層板，我們也嘗試了幾款飲食應用，在這自然互動的過程中感受到許多新奇樂趣。

這種植物是山棕，學名為 *Arenga engleri*，是臺灣特有的棕櫚科山棕屬物種，在民間已知有許多用途，是許多人記憶中的民俗植物。在臺北典藏植物園裡的山棕介紹有記載：「葉柄汁液可製糖」，於亞泥生態園區官網介紹中也曾提及：「砍下山棕的葉子，銷除葉片，碾碎葉柄可製糖，因此山棕被稱為台灣砂糖椰子。」確實，曾聽聞原住民轉述其祖父製作過，但因製程繁複耗時，後代也沒再延續製作，只留下先祖的口述記憶。在認識山棕的過程，也聽聞客庄及閩南長輩娓娓道來其生活記憶，例如：韌性強的嫩葉可做綁繩，固定月桃葉包覆的豬肉，也可將春筍串成一串提回家；展開的成葉和葉柄可以交錯疊放為野外遮風避雨之處所；不帶葉的葉柄可作為竹畚箕的把手……

這位長輩因為竹子剖篾工序繁複，改以山棕作為編織的自然素材，山棕剖篾過程會削出白色的山棕白囊，擱置一旁接觸山泉水不久即產生淺棕紅的變色(圖一)，感到奇妙，我們也回家嘗試，以 RO 水熬煮山棕白囊，卻怎麼煮也煮不出顏色(表一)：

表一 山棕白囊變色測試結果

項目	水源	是否經過逆滲透	顏色變化
1	山泉水	是	透明至微黃色
2	山泉水	否	呈粉紅色(不需加熱也會變色)
3	自來水	是	透明至微黃色
4	自來水	否	呈粉紅色(加熱比較會變色)



圖一 山棕白囊變色情形

這幾項嘗試，讓我們發現山棕白囊確實會因使用水質不同，而有不同的變色效果。

山棕白囊的顏色變化非常有個性，但又感覺像是有某種規律，我們將這些想法帶進了實驗室，與師長討論希望能探究出從白囊的白色變成令人驚奇的粉紅色的原因。當然，這種奇妙的顏色變化，很適合應用在生活飲食中。在進行不同 pH 值溶液及氯化物水溶液

探究使山棕白囊變紅的成因時，也探查山泉水的內容物：「山泉水在台灣四處可見，主因是本島山多，崎嶇地形使地下水與地表接觸的機會多，……這些經過地底岩層過濾的山泉水多半帶有豐富的碳酸鈣、碳酸鎂等礦物質，硬度通常較高，……早年即為各地居民仰賴的水源。」（自由時報 2007）因此以碳酸鈣、碳酸鈉進行實驗。雖暫無取得碳酸鎂，但以市售將鎂加量的瓶裝水進行實驗，其顏色也會轉為紅色。

於探究紅花草和山棕白囊的顏色變化原因時，從國中自然第三冊 2-1〈認識物質〉、6-11〈元素與化合物〉、第四冊 2-1〈氧化反應〉進行；使用的酸鹼，想法來自第四冊 3-3〈pH 值與酸鹼性〉，酸的應用以檸檬、鹼的部分以生活較易取得的竹葉水進行。

運用天然色素製作漸層飲料時，會運用檸檬汁的酸性做為變色媒介，鹼性可用食用小蘇打粉進行，讓飲品產生顏色漸層變化。但是在大自然裡，有沒有自然的鹼性變色素材可運用呢？據聞鄉間能以草木灰水、竹葉汁、蕨類汁液等作為鹼性素材，在進行素材蒐集時，組長也回想起自己的阿祖病逝而來不及學習用竹葉水增加仙草濃郁程度的方式，深感遺憾，更加強了我們想要保留先祖智慧的信念！

在整理出山棕與紅花草的變色原理後，我們以天然的檸檬汁與竹葉水進行酸鹼相關的應用。

## 二、文獻回顧

〈具食用色素潛力的臺灣原生植物〉專題論述中提到：「近幾年來，隨著國內食安與黑心原料問題暴發，國人對食用與使用天然物質的重視已有明顯提升，在兼顧使用者安全與環境保護下，使用天然植物染料已逐漸受國人重視……期望在不久的將來能利用現有原生植物材料，開發新染料原料來源，解決人類生存需求，創造健康的生活品質。」

（董景生、鐘詩文、邱祈榮，2018）提到食安與具有潛力價值之本土天然色素植物的重要性。

### 三、研究目的

- (一) 找出透過實驗確立非直接聯想的鄉土植物—紅花草、山棕變色的原因。
- (二) 推廣紅花草與山棕的生活應用。
- (三) 藉由本次研究復興傳統生活智慧。
- (四) 透過紅花草、山棕與酸鹼、水質、氣泡水、汽水等各種組合變化，為生活飲食提供新創材料。

## 貳、研究設備及器材

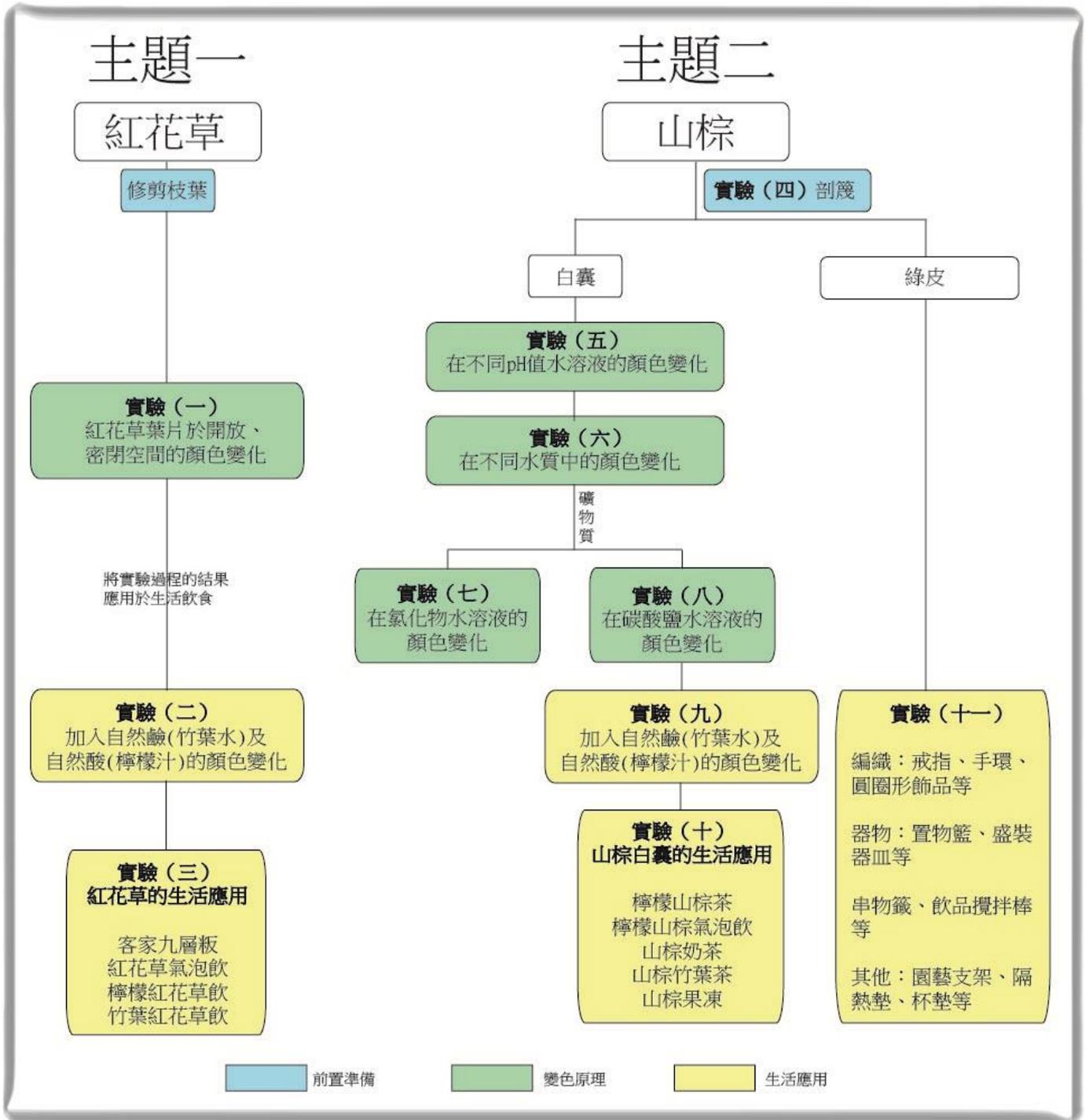
表二 研究設備及器材

項次	名稱	數量	用途
1	燒杯	4 個	調配溶液
2	三角架	4 個	加熱器材
3	陶瓷纖維網	4 個	加熱器材
4	酒精燈	4 個	加熱器材
5	滴管	4 支	吸取溶液
6	工業酒精	4 罐	填充酒精燈
7	75%酒精	1 罐	消毒器具
8	電子秤	1 個	測量重量
9	色卡	2 本	比對顏色
10	鹽酸	5g	實驗（五）
11	氫氧化鈉	5g	實驗（五）
12	氯化鈉	5g	實驗（七）
13	氯化鈣	5g	實驗（七）
14	氯化鎂	5g	實驗（七）
15	氯化鉀	5g	實驗（七）
16	碳酸鈣	5g	實驗（八）
17	碳酸鈉	5g	實驗（八）
18	筆記本	3 本	紀錄
19	花剪	3 把	剖箴山棕
20	電腦	2 臺	查資料、紀錄
21	水果刀	3 把	剖箴山棕

# 參、研究過程及方法

## 一、實驗流程

表三 實驗流程



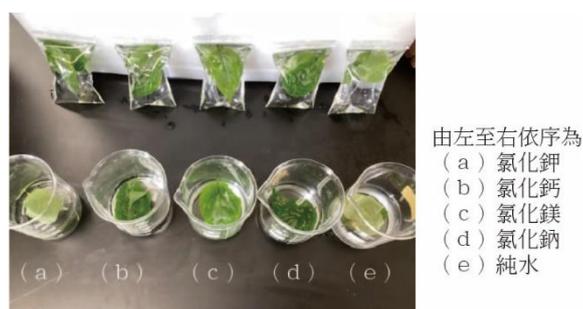
## 二、實驗方法

本次科展主題將針對紅花草與山棕進行實驗，故將實驗分為兩大主題。其中，紅花草為主題一，是實驗（一）至（三），山棕為主題二，是實驗（四）至（十一）。

### (一)實驗（一）紅花草葉片於開放、密閉空間的顏色變化

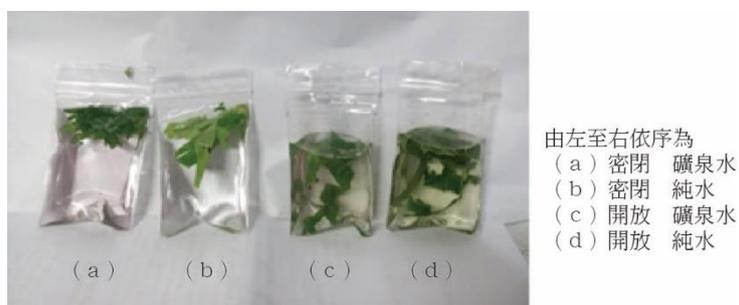
將紅花草綠色葉片置於水中搓揉過靜置數分鐘，即可呈現紫紅色水溶液。但曾將紅花草置於束口之袋中，隔夜其水溶液卻呈現黑褐色，非預期的紫紅色。因此將紅花草碎葉進行於不同水質、開放與密閉空間的顏色變化，並探討成因。

1.將紅花草葉片以完整型態，分別置入氯化物與純水中，一組為放置於夾鏈袋中的密閉空間，一組為放置於燒杯的開放空間，觀察變化。



圖二 完整紅花草葉片變色探討

2.將紅花草葉片剪碎，分別置於礦泉水、純水中，並分為密閉空間及開放空間，密閉空間為將夾鏈袋中的空氣擠掉後密封，開放空間即為夾鏈袋不封口，觀察其變化。



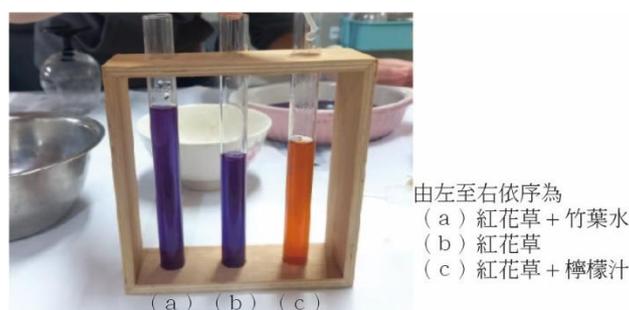
圖三 剪碎後紅花草變色探討

## 二、實驗（二）紅花草溶液加入自然鹼（竹葉水）與自然酸（檸檬汁）的顏色變化

飲品調製時，常加入自然酸（檸檬汁、金桔等），以提升風味、增加顏色變化性。我們希望能探討飲品調製時加入自然鹼增加豐富度的可能，自然鹼以生活容易取得之竹葉水進行。

自然鹼以竹葉水製作，製作比例為竹葉：礦泉水為 70 公克：1600 公克，中火煮開後轉小火續煮 30 分鐘，取得之竹葉水溶液 pH 值約為 8。自然酸以現擠檸檬汁進行，pH 值約為 3。紫高麗菜汁可作為酸鹼指示劑，遇酸鹼會變色。

添加順序為：先加入紅花草溶液，再分別加入自然酸、鹼，最後加入紫高麗菜汁，觀察紅花草溶液遇酸、鹼的顏色變化。



圖四 利用自然酸鹼調配紅花草溶液

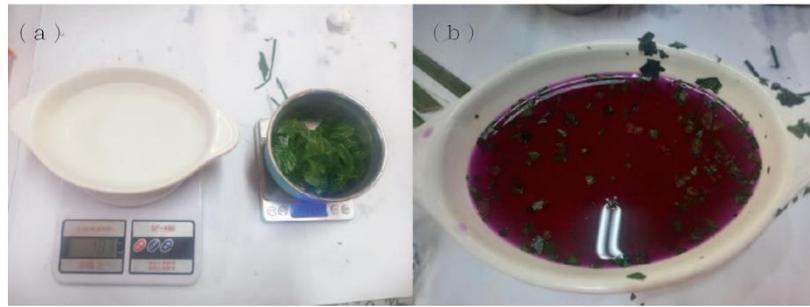
## 三、實驗（三）紅花草的生活應用

從實驗（二）測試出紫紅色系變化的既有條件，以礦泉水及接觸空氣氧化為基礎，進行生活飲食的應用。

例如：客家九層板、檸檬紅花草、竹葉紅花草飲、紅花草湯圓、其他料理等。

### 1.客家九層板

將紅花草與水以 14 公克：186 公克的比例（圖五 a），進行剪碎、揉搓及浸泡於礦泉水靜置 30 分鐘，可得到紫紅色水溶液（圖五 b），過濾後即可進行九層板粉漿的調製。



由左至右依序為  
 (a) 剪碎、秤重  
 (b) 浸泡於礦泉水，  
 靜置30分鐘

圖五 配置紅花草溶液

分別調製黑糖色粉漿（圖六 a）、白色粉漿（圖六 b）、紫紅色粉漿（圖六 c），依序倒入容器，每層粉漿皆以關上鍋蓋蒸煮的方式將其蒸熟再放入下一層，共進行三輪共九層。



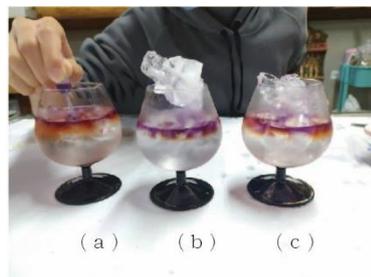
由左至右依序為  
 (a) 調製黑糖色粉漿  
 (b) 調製白色粉漿  
 (c) 調製紫紅色粉漿

按順序將每層粉漿蒸熟，  
 同樣步驟再進行兩輪，  
 完成三色九層的九層糕。

圖六 客家九層糕製作流程

## 2.紅花草氣泡飲、檸檬紅花草飲、竹葉紅花草飲

想要調製漸層飲料有幾種方式，本次實驗將運用汽水（含糖），比重較重會沉於下方，並加入冰塊，使後續注入水溶液流速減慢，以便於分層，調製漸層飲料。



由左至右依序為  
 (a) 汽水 + 紅花草 + 竹葉水  
 (b) 汽水 + 紅花草  
 (c) 汽水 + 紅花草 + 檸檬汁

圖七 以汽水配置含糖漸層飲料

#### 四、實驗（四）山棕剖箋

山棕生長型態為叢生（圖八 a），本次研究取材須修剪之已展葉葉柄、且為無帶葉之區段，帶葉之葉柄除可用於生活器物教學，亦可剪成小段，覆蓋土上減少雜草生長等用途（圖八 b、c）。



圖八 取材山棕葉柄前置處理

為了探究能使山棕白囊變色的原因，我們針對有潛力的因素，依序進行後面的測試：  
pH 值、水質、氯化物、碳酸鹽。

#### 五、實驗（五）山棕白囊在不同 pH 值水溶液的顏色變化

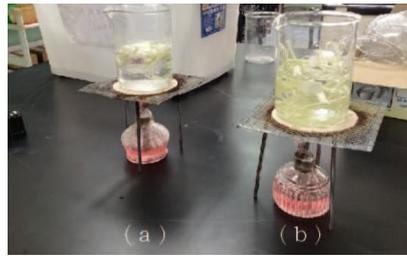
我們試想，山棕白囊在山泉水中變色的原因之一，可能與不同 pH 值有關。

取調配好的 pH1、pH4、pH7、pH11、pH14 水溶液各 150 克，分別加入新鮮山棕白囊 20 克，煮 20 分鐘，觀察其顏色變化。

#### 六、實驗（六）山棕白囊在不同水質中的顏色變化

從實驗（五）觀察發現，山棕白囊於加熱前雖於 pH14 呈現明顯紅色，但因生活飲食少有以 pH14 為食材來源，故取生活常見之民生用水進行實驗。

取自來水（pH7）、純水（pH7）、礦泉水（pH7）、鹼性離子（pH8.5）水各 150 克，分別加入新鮮山棕白囊 20 克，煮 20 分鐘，觀察其顏色變化。



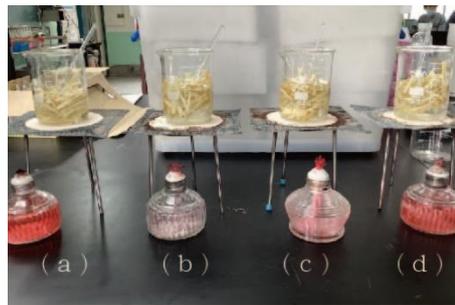
由左至右依序為  
 (a) 鹼性離子水 (pH值9)  
 (b) 礦泉水 (pH值7)

圖九 不同水質對山棕白囊的變色影響

### 七、實驗（七）山棕白囊在氯化物水溶液的顏色變化

希望能探討使山棕白囊變紅的其他原因，將山棕白囊分別以新鮮及乾燥型態，加入氯化物水溶液進行。實驗過程發現市售礦泉水能使山棕白囊呈現穩定的變紅現象，因此也以其商品成分表換算氯化物水溶液的比例進行。

(一)取純水各 150 克，分別加入氯化鉀、氯化鈣、氯化鎂、氯化鈉各 0.5 克，再分別加入新鮮山棕各 5 克，煮 20 分鐘，觀察其顏色變化。



由左至右依序為  
 (a) 氯化鉀  
 (b) 氯化鈣  
 (c) 氯化鎂  
 (d) 氯化鈉

圖十 不同氯化物溶液對新鮮山棕白囊變色影響

(二)使用礦泉水中寫的 100 克水所需的鉀、鈣、鎂、鈉 ppm (圖十一)，來換算 150 克所需的鉀、鈣、鎂、鈉，換算如 (表四)。

主要礦物質成分	
鈣Ca	6.4~20 ppm
鎂Mg	2~6 ppm
鉀K	0.2~2 ppm
鈉Na	6~15 ppm
矽石SiO <sub>2</sub>	25~40ppm

圖十一 商品成分表

表四 濃度換算表

物質	ppm	150g 所需物質的量		
Ca	13.2	1.98mg $\approx$ 0.002g	Ca	0.02+10g 水
Mg	4	0.6mg $\approx$ 0.0006g	Mg	0.06+100g 水
K	1.1	0.165g $\approx$ 0.0002g	K	0.02+100g 水
Na	10.5	1.575g $\approx$ 0.002g	Na	0.02+10g 水

$$\text{ppm} \times \text{kg} = \text{mg}$$

取純水各 149 克，分別加入 1 克調好的氯化鉀、氯化鈣、氯化鎂、氯化鈉水溶液，再分別加入 20 克新鮮山棕，煮 20 分鐘，觀察其顏色變化。



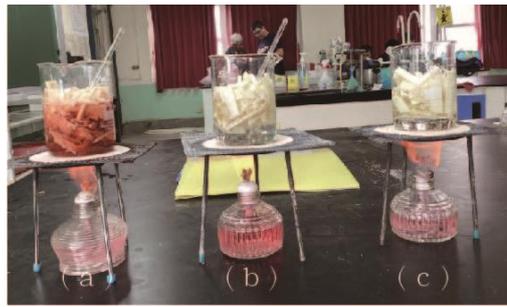
圖十二 以換算目標濃度氯化物溶液對新鮮山棕白囊變色影響

#### 八、實驗（八）山棕白囊在碳酸鹽水溶液的顏色變化

有文章提及礦泉水常見成分有碳酸鈣、碳酸鎂等礦物質（自由時報 2007），因此將碳酸鹽水溶液加入山棕白囊水溶液，觀察探討其顏色變化。

(一)由於不易取得碳酸鎂，我們選用市售一款鎂加量的水，取 150 克，加入 20 克新鮮山棕，煮 20 分鐘，觀察其顏色變化。

(二)取純水各 149 克，分別加入 1 克調好的碳酸鈉、碳酸鈣水溶液（水溶液調的方式與實驗七相同），再分別加入 20 克新鮮山棕，煮 20 分鐘，觀察其顏色變化。



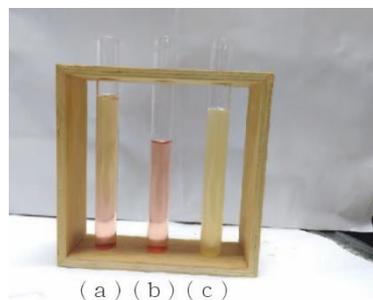
由左至右依序為  
 (a) 碳酸鈉  
 (b) 鐵粉  
 (c) 水

圖十三 新鮮山棕在碳酸鹽水溶液的顏色變化

#### 九、實驗（九）山棕白囊水溶液加入自然鹼（竹葉水）及自然酸（檸檬汁）的顏色變化

每種植物水溶液遇到酸鹼應該都會變色，除了常用的自然酸（檸檬汁），也希望探討加入自然鹼的變化性，增加飲品調製的豐富度，自然鹼的取得與紅花草實驗相同，以民間會使用的竹葉水進行。

自然鹼以竹葉水製作，製作比例為竹葉：礦泉水為 73 公克：1600 公克，中火煮開後轉小火續煮 30 分鐘，取得之竹葉水溶液 pH 值為 8。自然酸以現擠檸檬汁進行，pH 值約為 3。



由左至右依序為  
 (a) 山棕 + 竹葉水  
 (b) 山棕  
 (c) 山棕 + 檸檬汁

圖十四 山棕水溶液加自然酸、鹼的顏色變化

#### 十、實驗（十）山棕白囊的生活應用

利用實驗（七）、（八）測得之產生紅色系變化的條件，以礦泉水為基礎，使用已煮好的山棕水溶液，適度融入山棕遇自然酸（檸檬汁）及自然鹼（竹葉水）的變化，以保留其特殊紅色系水色為要點，進行生活飲食的應用，如檸檬山棕茶、檸檬山棕氣泡飲、山棕奶茶、山棕果凍、山棕竹葉茶等。



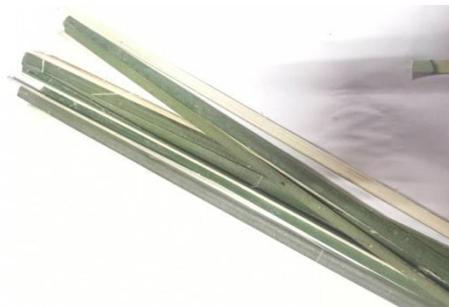
圖十五 以山棕水溶液與自然酸、鹼調製飲品



圖十六 以山棕水溶液與果凍粉製作山棕紅果凍

#### 十一、實驗（十一）山棕綠皮的生活應用

取山棕白囊時餘下的綠皮，可以依據厚薄作為編織或生活器具用途。

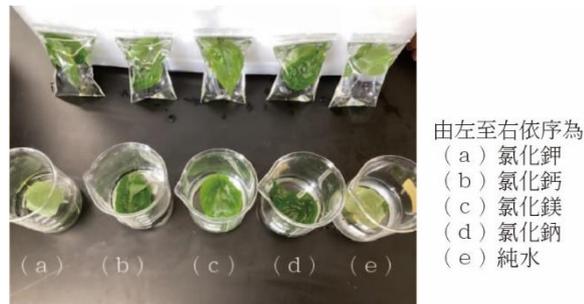


圖十七 削取山棕白囊後留下的山棕綠皮

## 肆、研究結果

### 一、實驗（一）紅花草葉片於開放、密閉空間的顏色變化

（一）完整葉片分別置入加入氯化鉀、氯化鈣、氯化鎂、氯化鈉、純水，一組為放置於夾鏈袋中的密閉空間，一組為置於燒杯的開放式空間，經過半小時各組皆無顏色變化。



圖十八 完整葉片置於氯化物溶液之變色

（二）將紅花草葉片剪碎，分別置於礦泉水、純水中，並分為密閉空間及開放空間，觀察其變化，發現變色原因與氧化及礦泉水有關。



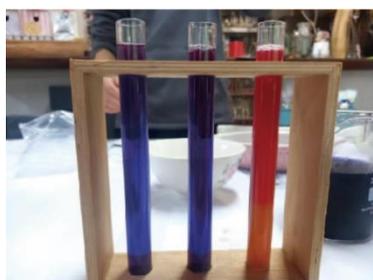
圖十九 紅花草碎葉置於不同水質、密閉與開放空間的顏色變化

由圖十九可觀察出，剪碎的紅花草葉片置於密閉的純水中並無出現顏色變化；但於開放的純水中有出現些微粉色。由此推之，使紅花草溶液變色的原因與接觸空氣有關。

剪碎的紅花草置於密閉的礦泉水中有出現些微粉色，於開放的礦泉水中顏色呈粉紫色。由實驗結果推論，轉變為粉紫色之原因與接觸空氣氧化及礦泉水有關，相較之下，空氣氧化的影響大於礦泉水。

## 二、實驗（二）紅花草溶液加入自然鹼（竹葉水）與自然酸（檸檬汁）的顏色變化

竹葉水呈淡黃色，為弱鹼性，加入紅花草溶液後有調和顏色的效果；加入檸檬汁的顏色反應迅速，從紫紅色轉為橘黃色。並加入紫高麗菜汁作為天然酸鹼指示劑，右側偏紅色，為酸性反應；左側偏淺藍，為鹼性反應。



由左至右依序為  
(a) 紅花草 + 竹葉水  
(b) 紅花草  
(c) 紅花草 + 檸檬汁

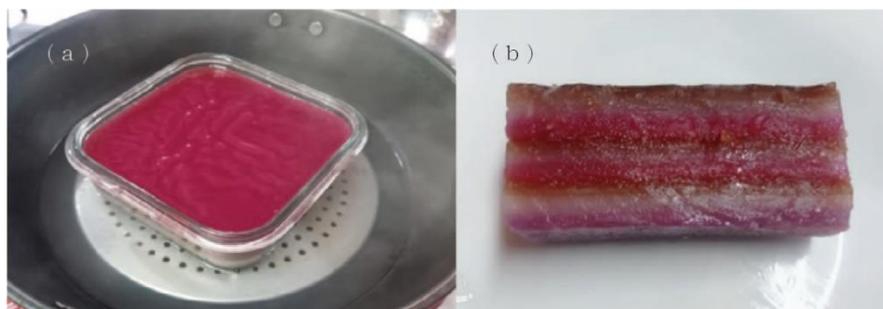
(a) (b) (c)

圖二十 紅花草汁液加入自然酸鹼及紫高麗菜汁的顏色變化

## 三、實驗（三）紅花草的生活應用

### （一）客家九層糕

根據長輩的記憶，以紅花草水溶液做出失落的紫紅色層，顏色鮮明，以紫紅、白、黑三色相疊三回，完成了傳統客家九層糕。



由左至右依序為  
(a) 製作設備與成品  
(b) 成品切面

圖二十一 自製九層糕

### （二）紅花草氣泡飲、檸檬紅花草飲、竹葉紅花草飲

調製無糖紅花草氣泡飲時，滴入紅花草水溶液後發現會與氣泡水混和、無法分層。因聯想實驗（四），測試酸性之試管有分層效果，而於氣泡水中加入檸檬汁，再滴入紅花草水溶液，即可做出分層效果。推測可能是氣泡水中增加了酸性物質，

形成容易做出分層的介面。

漸層飲料的分層，係運用上述條件，加上比重及運用冰塊減慢流速做成，還可以有許多變化，值得更多探究。



圖二十二 以紅花草水溶液與自然酸、鹼及紫高麗菜汁調製漸層飲料

#### 四、實驗（四）山棕剖箴

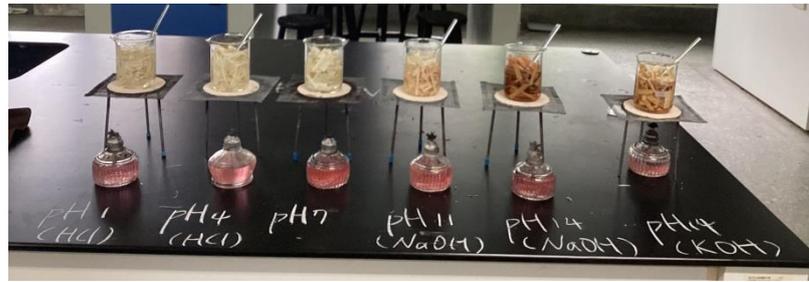
取無葉之葉柄段，以花剪和水果刀為工具進行分次剖箴，削取白囊（如圖二十三）。



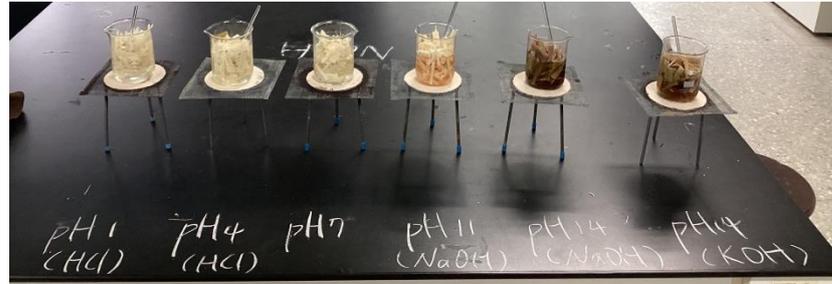
圖二十三 山棕剖筴過程

### 五、實驗（五）山棕白囊在不同 pH 值水溶液的顏色變化

新鮮山棕白囊在不同 pH 值的水溶液中煮 20 分鐘後，pH1、pH4 和 pH7 的水溶液皆無顏色變化；pH11 的水溶液在還未加熱時就已呈現淺粉，加熱後變色較明顯，呈現橘粉色；pH14 的兩種水溶液，還未加熱時呈現酒紅色，加熱後水溶液的顏色呈現更加深的酒紅色……，此外，在熄火後靜置（冷卻）過程中，山棕甚至出現墨綠色，意料之外的顏色。由實驗結果推測，鹼性水溶液是使山棕白囊變色的原因之一，強鹼的效果最為明顯。



圖二十四 新鮮山棕白囊在不同 pH 值中的顏色變化（加熱前）



圖二十五 新鮮山棕白囊在不同 pH 值中的顏色變化（加熱後）

#### 六、實驗（六）山棕白囊在不同水質中的顏色變化

白囊於自來水（pH7）有變色，顏色變為淺粉；純水（pH7）沒有變色；礦泉水（pH7）有變色，顏色介於淺粉與桃粉間；鹼性離子水（PH8.5）沒有變色。

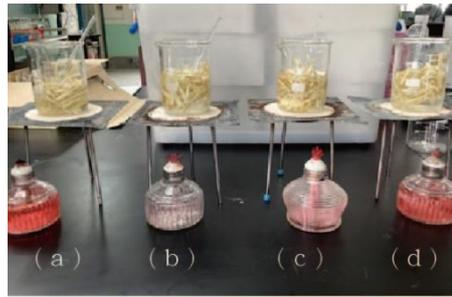
由實驗結果發現，相同的 pH 值，有的有顏色變化，有的無顏色變化，我們推測，除了鹼性水溶液之外，能使山棕白囊變色的原因可能與水中的礦物質含量也有關。



圖二十六 山棕白囊在不同水質中的顏色變化

#### 七、實驗（七）山棕白囊在氯化物水溶液的顏色變化

（一）各 0.5 克氯化鉀、氯化鈣、氯化鎂、氯化鈉加純水及新鮮山棕 20 克，皆沒有變色。



由左至右依序為  
 (a) 氯化鉀  
 (b) 氯化鈣  
 (c) 氯化鎂  
 (d) 氯化鈉

圖二十七 新鮮山棕白囊在氯化物水溶液的顏色變化

由於四種氯化物皆沒有顏色變化，我們看了礦泉水上所寫的 100 克水所需的鉀、鈣、鎂、鈉 ppm，才發現我們的劑量高了很多，便改用礦泉水建議的 ppm 來換算 150 克水所需的礦物質。

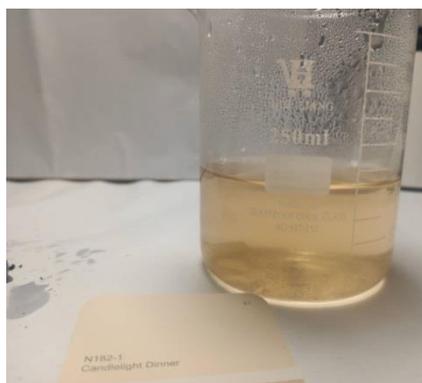
(二) 純水各 149 克，分別加入 1 克調好的氯化鉀、氯化鈣、氯化鎂、氯化鈉水溶液及 20 克新鮮山棕，我們發現氯化鎂與氯化鈉皆有變黃，可是沒有自來水、礦泉水煮完的紅；氯化鉀、氯化鈣則沒有變色。



圖二十八 新鮮山棕白囊在調配好的氯化物水溶液的顏色變化

#### 八、實驗（八）山棕白囊在碳酸鹽水溶液的顏色變化

(一) 鎂加量的水煮完呈現淡粉色，判斷鎂為山棕在自來水、礦泉水中變紅的其中一種礦物質。但是山棕在自來水、礦泉水中屬於瞬間變紅，而在鎂加量的水中，是煮了一段時間後才有淺粉色。



圖二十九 新鮮山棕白囊在鎂加量水中的顏色變化

(二) 純水各 149 克，分別加入 1 克調好的碳酸鈉、碳酸鈣水溶液，煮完碳酸鈉變為深紅色，碳酸鈣則變為淺粉。

中間有個小插曲，我們在將山棕、149 克的水放進燒杯後，加入 1 克碳酸鈉水溶液，過大約 5 秒，發現水已呈現淺粉色。

從現有可取得資料中，推測碳酸鈉是主要變色原因，當然山泉水中還有許多可能造成變色的原因是我們無法取得的。

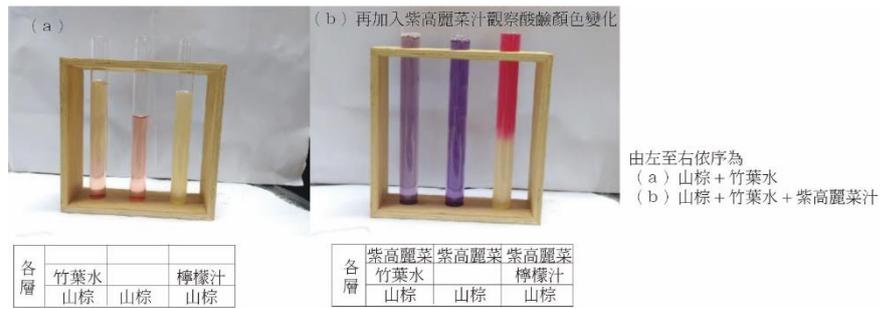


由左至右依序為  
 (a) 未加熱前，靜置10分鐘  
 由左至右為碳酸鈉水溶液、  
 碳酸鈣水溶液、純水  
 (b) 碳酸鈉水溶液  
 加熱後變色  
 (c) 碳酸鈣水溶液  
 加熱後變色

圖三十 新鮮山棕置於碳酸水溶液之變色

## 九、實驗（九）山棕白囊水溶液加入自然鹼（竹葉水）及自然酸（檸檬汁）的顏色變化

山棕白囊水溶液遇弱鹼之淡黃色竹葉水，顏色變化不大，像是調和兩種顏色。遇 pH 值 3 的檸檬汁，原本的紅色會轉成黃色。續加入紫高麗菜汁，發現加檸檬汁的會有明顯分層，上為桃紅色，下為淡粉色；加入竹葉水的沒有分層，呈淡紫色。



圖三十一 山棕白囊加入自然酸、鹼及紫高麗菜汁的顏色變化

## 十、實驗（十）山棕白囊的生活應用

(一)將山棕白囊與礦泉水為 1：30 的比例熬煮，其轉紅色且時間愈久顏色愈紅。



圖三十二 山棕白囊熬煮過程之顏色變化

(二)在使用汽水為基底調製山棕飲品時發現溶液會從紅色轉為黃色，猜測可能是汽水中的其他成分（碳酸水、糖漿等）影響，所以調製飲料時，若希望呈現山棕紅，基底不建議用碳酸飲料—汽水。



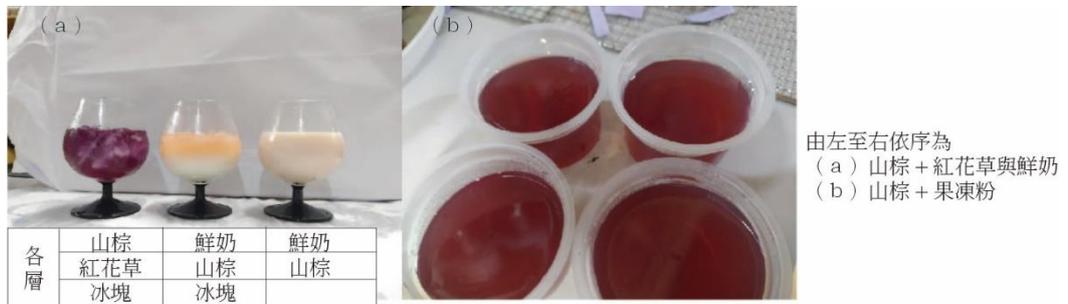
圖三十三 山棕白囊遇汽水與自然酸、鹼的顏色變化

可以山棕水 + 礦泉水為基底，進行酸鹼調製。續加入紫高麗菜汁觀察酸鹼顏色。



圖三十四 山棕白囊加入自然酸、鹼及紫高麗菜汁的顏色變化

(三)可與鮮奶搭配作出顏色粉嫩的山棕奶茶，需加入冰塊，減低流速，方能使漸層明顯，亦可與紅花草搭配，混和出紫紅色的飲品顏色。以山棕水溶液作為基底，加入洋菜，熬煮後冷卻，即可完成山棕洋菜凍點心（圖三十五）。



圖三十五 以山棕水溶液進行奶茶及果凍製作

### 十一、實驗（十一）山棕綠皮的生活應用

剖箎後取完白囊產生的山棕綠皮，較厚者可做為串籤，也可使用於園藝上，為盆栽搭建簡易支架。較薄者可做為編織使用，循創意做各種發想。



圖三十六 山棕綠皮的生活應用

## 伍、討論

### 一、紅花草的扦插種植

紅花草是容易種植的植物，我們認為是適合都會家庭的陽台植物。

採摘葉片同時可進行扦插種植，取三個節點以上的枝條，下方節點下一公分處斜剪，置入挖好的洞中並覆土，介質為配方土（成分為：養菇木屑、椰纖），最上端節點上方一公分處平剪，土乾即澆水。

經觀察，其入冬大部分葉片會掉落以渡冬，冬末春初開始發芽長葉，夏季生長旺盛，秋冬為花期。



由左至右依序為  
(a) 取扦插枝條  
(b) 扦插種植  
(c) 秋冬花期

圖三十七 紅花草的扦插、種植及生長觀察

### 二、山棕白囊是否適合應用在生活飲食中，與保存形式有關。

我們試想，生活飲食中使用乾燥山棕是否會較為方便，因此根據此問題作了以下討論。

在進行前面氯化物的實驗時，有個意外的發現，取純水各 150 克，分別加入氯化鉀、氯化鈣、氯化鎂、氯化鈉各 0.5 克，再加入乾燥山棕 5 克，加熱後四杯水溶液皆呈黃色；將乾燥山棕 5 克換成新鮮山棕 20 克加熱後四杯水溶液皆無顏色變化，推測可能是山棕乾燥的過程中接觸空氣而氧化了。



由左至右依序為  
(a) 氯化鉀  
(b) 氯化鈣  
(c) 氯化鎂  
(d) 氯化鈉

圖三十八 乾燥山棕



由左至右依序為  
(a) 氯化鉀  
(b) 氯化鈣  
(c) 氯化鎂  
(d) 氯化鈉

圖三十九 新鮮山棕

### 1. 乾燥

以乾燥機 60°C 進行 6~8 小時即能將剪成約 2~4 公分的山棕白囊烘乾。



由左至右依序為  
(a) 山棕新鮮白囊剪成段  
(b) 以乾燥機進行乾燥

圖四十 山棕白囊的乾燥率

鮮品 40 公克，乾燥過後乾品重 16 公克，乾燥率約為 0.4。

經過實驗，發現乾燥後的白囊，在變色程度較鮮品稍弱。

### 2. 冷藏

若將山棕白囊置於冷藏數天再進行變色測試，效果也較鮮品弱。

改將未剖箴的山棕葉柄直接放置於冰箱冷藏，再經取出進行剖箴，不僅剖箴的手感與鮮品接近，其顏色變化也與鮮品相近。

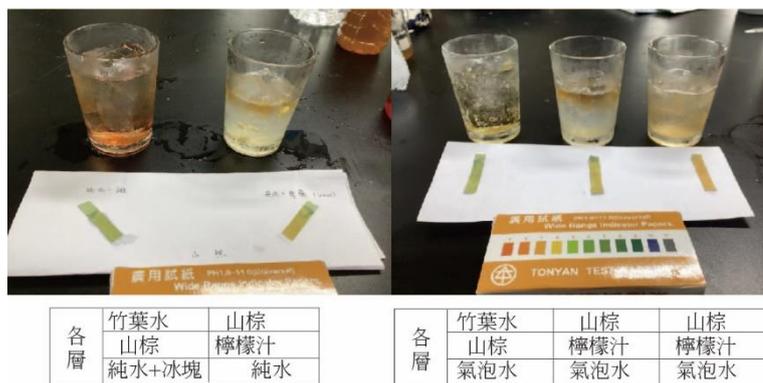
### 3. 小結

若要進行山棕飲品的製作，材料取得可視以上條件選擇，乾燥雖然方便，但顏色變化稍弱。若能與農居民收購葉柄，成段置放於冷藏收藏，使用前雖較費工，但增加了剖箴過程的成就及樂趣，以及更好的變色效果。

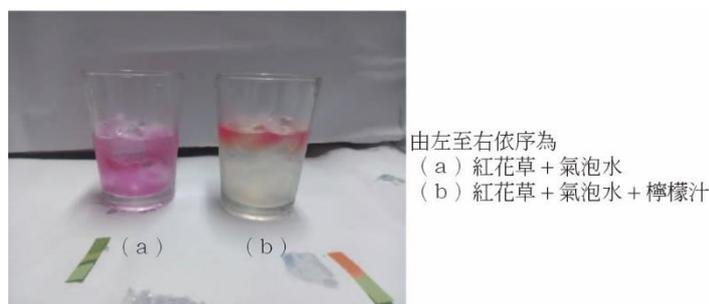
## 三、漸層飲料製作秘訣

調製無糖山棕氣泡飲時，發現滴入山棕水溶液後會與氣泡水混和、無法分層，因紅花草也有此情形（皆有加入冰塊減緩流速），而於氣泡水中加入檸檬汁，再滴入山棕水溶

液，即可輕易做出分層效果。



圖四十一 山棕白囊在調製過程中觀察到的特別現象



圖四十二 以氣泡水配置無糖漸層飲料

#### 四、酸鹼指示劑

國小時曾經教過，紫高麗菜是天然酸鹼指示劑，水溶液會因酸鹼而變色，在這次研究，想嘗試利用這個特性產生更多件層飲料的效果。雖然確實能因酸鹼而產生新的變色效果，但是紫高麗菜汁本身的味道比較強烈，大部分試喝的人不太接受這個氣味。

#### 五、未來展望

希望能透過山棕、紅花草的實驗研究及生活應用，體現鄉間民俗植物及先民豐美的生活智慧，期盼從中獲得的成就與樂趣，能改善手搖飲的市場生態——要喝就要喝更好更天然的！更希望復興傳統生活文化的同時，能夠再更精進自己的學識素養，為鄉間文化開創新的生命力。

## 陸、結論

- 一、為了尋找遺失在民間的天然色素，我們選擇具有獨特個性的山棕及紅花草，找出變色的原理。
- 二、天然色素的研究，是想要將古老的生活智慧留存、傳承給每一代，記錄下許多神奇且美好的瞬間。
- 三、人人一杯手搖飲，已是街區常見的存在，為了健康著想，本研究運用植物自製飲品，提供新的天然飲食原料，增加人、自然間的連結。
- 四、紅花草完整葉片在開放、密閉空間內皆無顏色變化；將葉片剪碎在開放空間的顏色變化較密閉空間的明顯，推測空氣氧化的影響較大。
- 五、經多次實驗發現，山棕白囊在碳酸鈉水溶液中，會有瞬間變色的現象，從實驗結果觀察出，碳酸鈉是主要變色原因。
- 六、山棕白囊經乾燥後，乾燥的與新鮮的比例約介於 0.4~0.5 間，乾燥後的山棕白囊，煮出來的成品顏色明顯較黃，由實驗結果推測可能與乾燥過程中接觸氧氣，因此氧化有關。
- 七、調製山棕與紅花草氣泡飲時發現，直接將山棕、紅花草水溶液滴進氣泡水中，無法分層；在氣泡水中滴入檸檬汁，則能輕易分層。
- 八、研究最初，山棕變色來自與山泉水接觸，山泉水帶有豐富的礦物質，因此研究以礦泉水進行。紅花草經研究，礦泉水亦會增加其變色效果。欲以此兩種植物進行飲品調製時，建議以含有礦物質的礦泉水、天然水等進行。因山棕常生於中低海拔，很適合於鄉鎮山村推廣，倘若該區域無自來水源，在進行山棕飲品調製時，可選購含礦物質的水，或將當地水透過非 RO 逆滲透、能過濾水中雜質與污染物的濾水壺，也能達到變色效果。

## 柒、參考文獻資料

### A. 期刊論文

- 1、董景生、鐘詩文、邱祈榮（2018）。具食用色素潛力的臺灣原生植物。林業研究專訊 25（2）：5-90。

### B. 網路資料

- 1.什麼是食物的天然色素？如何運用於製作點心 <https://blog.icook.tw/posts/129199>
- 2.天然食物裡的魔法師－植物色素 [https://epaper.ntuh.gov.tw/health/201612/health\\_1.html](https://epaper.ntuh.gov.tw/health/201612/health_1.html)
- 3.山棕 | 臺北典藏植物園 <https://www.future.url.tw/plant/view/335>
- 4.山棕 | 亞泥生態園區官方網站植物生態－花蓮生態復育  
<https://accpark.org/plant.php?id=300>
- 5.山泉水 甜美滋味藏風險。自由時報〔張舜翔、蔡孟尚〕  
<https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/136352>

（閱讀日期：2023.9 月~2024.3 月）