

屏東縣第 63 屆國中小科學展覽會

作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：察顏觀色～酸鹼試紙速製研究

關 鍵 詞：酸鹼、試紙、花青素

編號：A3018

目 錄

摘要	2
研究動機	3
貳、研究目的及問題	3
參、研究架構圖	4
肆、研究設備及器材	5
伍、研究過程、結果與討論	6
【研究問題一：以 濃縮與未濃縮紫色高麗菜汁 製作試紙，是否影響紫色高麗菜汁試紙顏色變化？】	6
【研究問題二：以 不同浸泡指示劑次數 製作試紙，是否影響紫色高麗菜汁試紙顏色變化？】	10
【研究問題三： 添加不同助染劑 製作試紙，是否影響紫色高麗菜汁試紙顏色變化？】	12
【研究問題四：以 不同原料 製作試紙，是否影響酸鹼試紙顏色變化？】	16
陸、研究結論	20
柒、參考文獻	22

察顏觀色～酸鹼試紙速製研究

摘要

水溶液的酸鹼性可以使用試紙進行檢測，在自製酸鹼試紙的方法中，相關的研究指出以紫色高麗菜做為原料最佳，但是在製作過程中所需時間長，本研究針對紫色高麗菜汁濃縮方式、浸泡指示劑次數、添加助染劑等進行探究，嘗試研發紫色高麗菜汁試紙快速製作過程。此外，也探究搜尋資料中尚未被當成原料的蔬果來製作試紙。研究結果顯示：(1)若要**最快速製作**紫色高麗菜汁試紙，可將試紙浸泡**未濃縮紫色高麗菜汁 30 分鐘後晾乾**。(2)想要製作**顯色良好且快速**的紫色高麗菜汁試紙，可在試紙浸泡紫色高麗菜汁前，先浸泡**10 克鹽**所調製的**助染劑**。(3)使用**紫玉米梗、紫玉米鬚、煮紫玉米水、黑米、黑金剛花生**製作試紙，均能顯色良好，且遇上酸鹼溶液時能有不同的顏色變化。(4)所選取原料**花青素含量多寡**，會**影響試紙的顯色效果**。

壹、研究動機

還記得上五年級自然課程「水溶液的酸鹼性」單元時，老師使用了紫色高麗菜製作成指示劑，再觀察紫色高麗菜汁滴入不同酸鹼水溶液中，使水溶液的顏色產生不同變化，我們心想為什麼沒有紫色高麗菜汁試紙呢？

查詢了科展群傑廳的資料，在第 60 屆全國中小學科展作品「『一』『試』搞定」中，看到實驗 1 製作紫色高麗菜汁試紙需要花上一天的時間浸泡，陰乾後再用吹風機吹乾。而實驗 2-1 則是先將紫色高麗菜用約 80°C 熱水 400 毫升浸泡，等汁液冷卻後過濾，取其中的 200 毫升，以電磁爐低溫(50-60°C)加熱，將其濃縮到 100 毫升，冷卻後將紙浸泡吸收汁液後烘乾，此動作重覆做 3 次，才完成紫色高麗菜汁試紙的製作。

哇!紫色高麗菜汁試紙的製作竟然需要這麼長的時間，能有較快速的方法製作紫色高麗菜汁試紙嗎？除了紫色高麗菜之外，生活中還有什麼蔬果是能用來製作試紙的材料呢？我們開始提出假設、尋找實驗材料、設計並操作實驗，在實驗過程中與老師討論並修正，進行一連串有趣的實驗。

貳、研究目的及問題

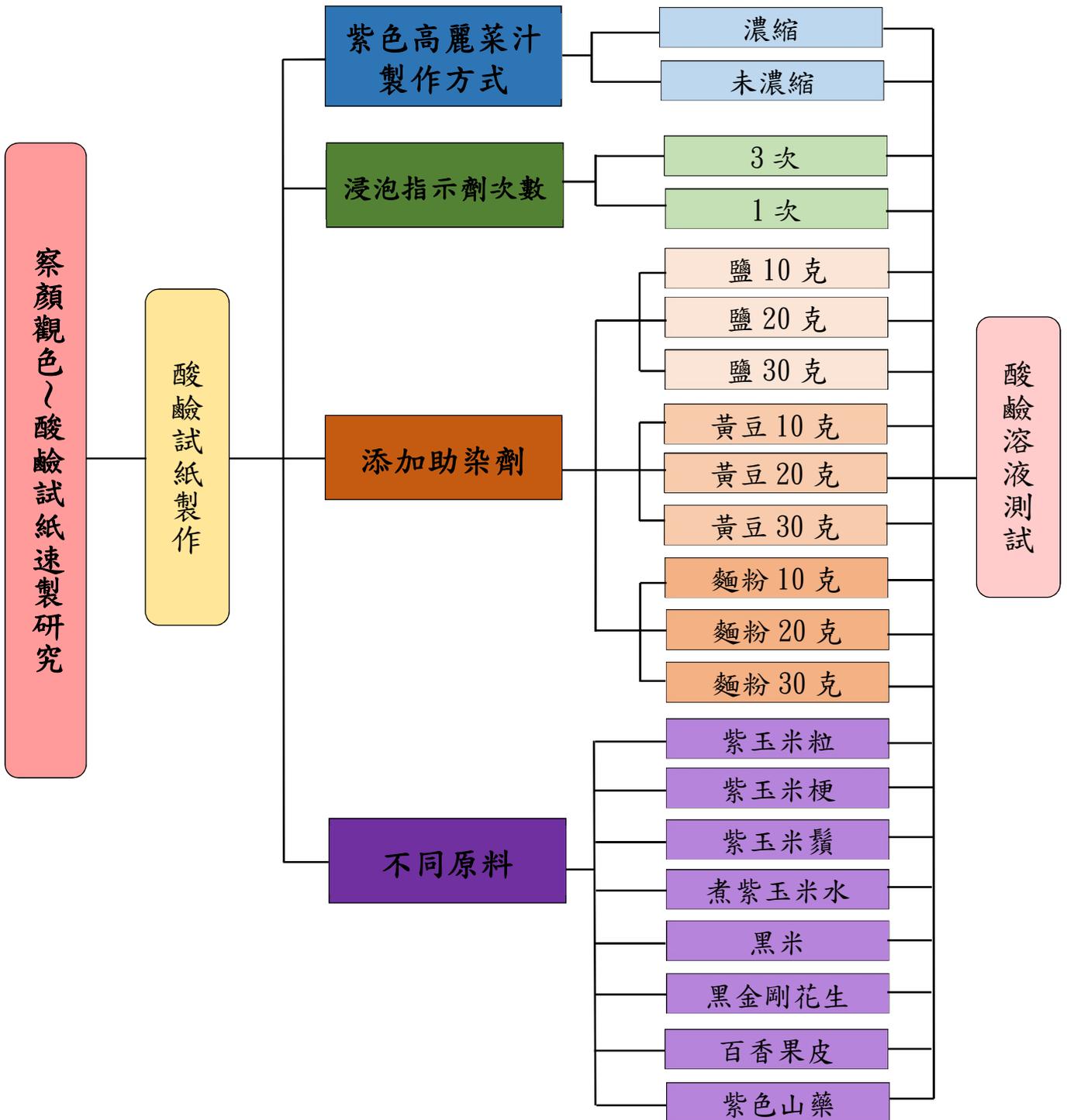
一、研究目的

- (一)比較**濃縮與未濃縮紫色高麗菜汁**對紫色高麗菜汁試紙的影響。
- (二)探討**浸泡指示劑次數**對紫色高麗菜汁試紙的影響。
- (三)研究**添加不同助染劑**對製作紫色高麗菜汁試紙的影響。
- (四)探究**不同原料**對酸鹼試紙顏色變化的影響。

二、研究問題

- (一)以**濃縮與未濃縮紫色高麗菜汁**製作試紙，是否影響紫色高麗菜汁試紙顏色變化？
- (二)以**不同浸泡指示劑次數**製作試紙，是否影響紫色高麗菜汁試紙顏色變化？
- (三)**添加不同助染劑**製作試紙，是否影響紫色高麗菜汁試紙顏色變化？
- (四)以**不同原料**製作試紙，是否影響酸鹼試紙顏色變化？

參、研究架構圖



肆、研究設備及器材

一、指示劑製作材料

紫色高麗菜	紫玉米	紫色山藥	黑米	黑金剛花生	百香果
-------	-----	------	----	-------	-----

二、助染劑材料

鹽	黃豆	麵粉
---	----	----

三、酸鹼溶液材料

鹽酸	檸檬汁	烏梅汁	小蘇打水	石灰水	水管疏通劑
----	-----	-----	------	-----	-------

四、實驗設備

秤	水果刀	砧板	燒杯	鍋子
鋼杯	濾網	電磁爐	計時器	果汁機
淺盤	溫度計	鑷子	棉繩	小長尾夾
滴管	小刀	尺	實驗濾紙	廣用試紙



伍、研究過程與結果討論

【研究問題一：以濃縮與未濃縮紫色高麗菜汁製作試紙，是否影響紫色高麗菜汁試紙顏色變化？】

一、實驗說明

從第 60 屆全國中小學科展作品「『一』『試』搞定」作品中，得知他們製作試紙需要很長的時間，尤其紫色高麗菜汁濃縮液的製作需要使用低溫慢慢加熱，非常耗時。自然課時老師製作紫色高麗菜汁的指示液，只有將紫色高麗菜浸泡於溫水中約 10 分鐘，滴入不同的酸鹼溶液便能讓紫色高麗菜汁變色，於是我們決定先研究濃縮的紫色高麗菜汁和未濃縮紫色高麗菜汁是否都能製作成合適的酸鹼試紙。

(一)紫色高麗菜汁製作方式

參考了科展群傑廳科展作品(第 46 屆：給他一點顏色瞧瞧-另類酸鹼指示劑、第 50 屆：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、第 60 屆：「一」
「試」搞定)關於製作紫色高麗菜汁的實驗步驟，我們決定以 **200 克紫色高麗菜，浸泡 800 毫升的水**當作製作紫色高麗菜汁的比例。

1. 未濃縮紫色高麗菜汁(製作時間 30 分鐘)

		
秤取紫色高麗菜 200 克，切成小塊	倒入 800 毫升的 80°C 熱水，浸泡 30 分鐘	過濾紫色高麗菜，未濃縮紫色高麗菜汁製作完成

2. 濃縮紫色高麗菜汁(製作時間 5 小時)

	
<p>秤取未濃縮紫色高麗菜汁 200 毫升</p>	<p>以電磁爐低溫(50°C~60°C)一 直加熱，使紫色高麗菜汁變 成 100 毫升</p>

(二) 試紙材質

關於試紙製作的材質，參考科展作品「『一』『試』搞定」和「給他一點顏色瞧瞧-另類酸鹼指示劑」的實驗結果，我們決定使用實驗濾紙來製作試紙，因為實驗濾紙在吸水度、著色程度與遇酸、鹼水溶液顏色變化都呈現穩定。我們將實驗濾紙裁切成長 5 公分、寬 2 公分的長方形紙條，以方便浸泡製作成酸鹼試紙。

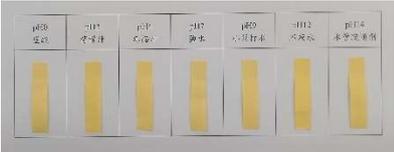
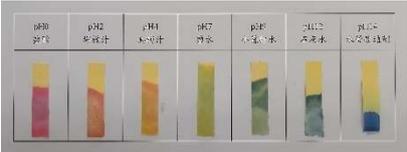


將試紙裁切成適當大小

(三) 酸鹼溶液

測試酸鹼試紙的酸鹼溶液，我們以學校和家裡容易取得的液體為優先考量，酸性溶液我們準備了鹽酸、檸檬汁、烏梅汁，鹼性溶液準備了小蘇打水、石灰水、水管疏通劑，中性溶液則是使用鹽水。我們先使用廣用試紙，檢測溶液的酸鹼值。

pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑
						

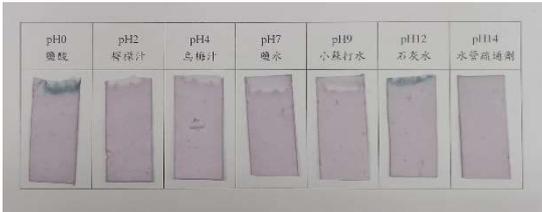
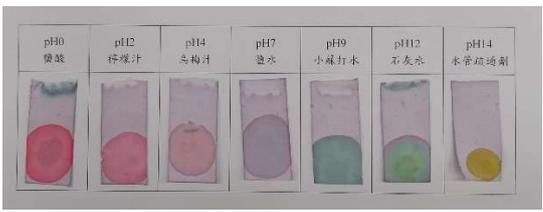
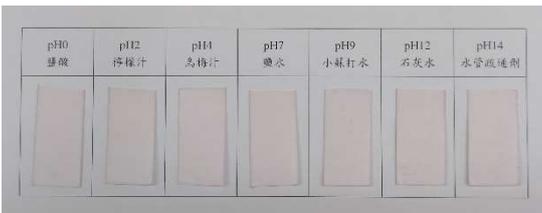
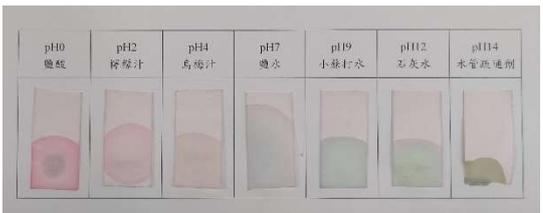
		
<p>廣用試紙測試前</p>	<p>廣用試紙測試結果</p>	<p>廣用試紙色卡</p>

二、實驗步驟

- (一) 準備 100 毫升濃縮紫色高麗菜汁。
- (二) 把裁切好的實驗濾紙 10 張放入淺盤中。
- (三) 將濃縮紫色高麗菜汁倒入淺盤中，浸泡 30 分鐘。
- (四) 浸泡完成後，將實驗濾紙夾在棉繩上晾乾。
- (五) 晾乾後，再將實驗濾紙放回淺盤中浸泡第二次，重複實驗步驟(三)和(四)，使實驗濾紙浸泡濃縮紫色高麗菜汁及晾乾共三次。
- (六) 將酸鹼溶液滴在製作完成的試紙上，觀察顏色變化。
- (七) 未濃縮紫色高麗菜汁試紙製作方法和濃縮紫色高麗菜汁相同。

			
<p>準備紫色高麗菜汁 100 毫升和實驗濾紙 10 張</p>	<p>倒入紫色高麗菜汁， 浸泡 30 分鐘</p>	<p>晾乾浸泡後的實驗濾 紙</p>	<p>將酸鹼溶液滴在製作 完成的試紙上，觀察 顏色變化</p>

三、研究結果

項目	酸鹼試紙測試前	酸鹼試紙測試結果
濃縮紫色高麗菜汁		
未濃縮紫色高麗菜汁		

四、結果討論

(一)兩種試紙製作時間如下：

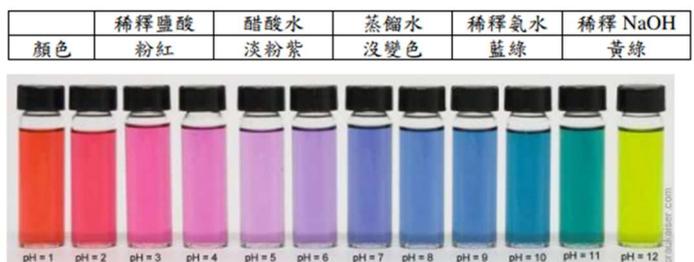
項目	指示劑製作時間	試紙浸泡指示劑時間	試紙晾乾時間	總計
濃縮紫色高麗菜汁	5 小時	30 分鐘*3 次 =90 分鐘	2 小時*3 次 =6 小時	12 小時 30 分鐘
未濃縮紫色高麗菜汁	30 分鐘	30 分鐘*3 次 =90 分鐘	2 小時*3 次 =6 小時	8 小時

(二)用濃縮紫色高麗菜汁製作的試紙比未濃縮紫色高麗菜汁製作的試紙顏色較深一些，未濃縮的紫色高麗菜汁試紙，看起來只有很淡的粉紫色。

(三)以濃縮紫色高麗菜汁所製作的試紙，酸鹼溶液測試的結果變色明顯，產生 7 種顏色變化。查詢了網路上資料「紫色高麗菜汁(天然指示劑)—自製 pH 試紙」，紫色高麗菜汁與酸鹼溶液的反應結果如下圖，與我們自製試紙的測試結果大致相同。

(四)未濃縮紫色高麗菜汁製作的試

紙，雖然看起來只有很淺的粉紫色，但是滴上酸鹼溶液後的顏色變化，也能呈現 7 種顏色變化。



【研究問題二：以不同浸泡指示劑次數製作試紙，是否影響紫色高麗菜汁試紙顏色變化？】

一、實驗說明

我們做完研究問題一的實驗後，發現濃縮紫色高麗菜汁和浸泡再晾乾試紙3次都會花掉許多製作的時間，而用未濃縮紫色高麗菜汁製作的試紙也能進行酸鹼測試，我們想讓試紙的製作時間更少，若能減少試紙的浸泡和晾乾次數，製作出的試紙也能完成酸鹼測試，這是不是又能讓試紙的製作減少更多時間呢？若將紫色高麗菜汁和試紙用電磁爐低溫加熱，會不會使製作出的試紙更顯色呢？我們開始製作研究問題二的酸鹼試紙。

二、實驗步驟

(一)濃縮與未濃縮紫色高麗菜汁浸泡指示劑一次的試紙製作方式與研究問題一實驗步驟

(一)~(四)相同，試紙製作完成後，將酸鹼溶液滴在試紙上，觀察顏色變化。

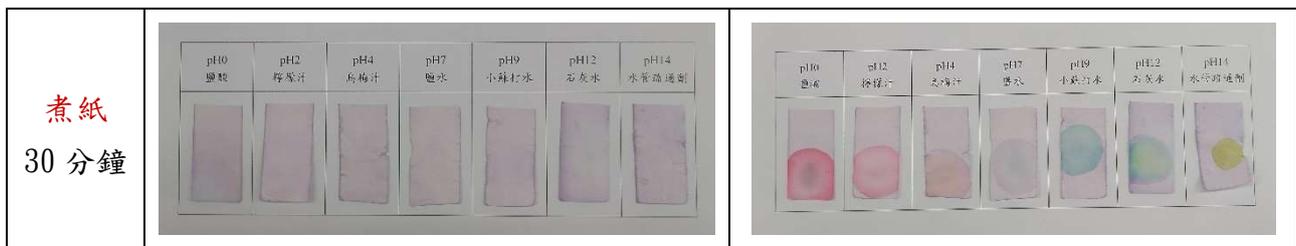
(二)把 100 毫升未濃縮紫色高麗菜汁倒入鋼杯中，再將 10 張實驗濾紙放入鋼杯中，以電磁爐低溫(50°C~60°C)加熱 30 分鐘。

(三)將煮好的試紙晾乾，將酸鹼溶液滴在製作完成的試紙上，觀察顏色變化。



三、研究結果

項目	酸鹼試紙測試前	酸鹼試紙測試結果
濃縮紫色高麗菜汁 (浸泡 1 次)		
未濃縮紫色高麗菜汁 (浸泡 1 次)		



四、結果討論

(一) 試紙製作時間如下：

項目	指示劑 製作時間	試紙浸泡 指示劑時間	試紙晾乾 時間	總計
濃縮 紫色高麗菜汁	5 小時	30 分鐘*1 次 =30 分鐘	2 小時*1 次 =2 小時	7 小時 30 分鐘
未濃縮 紫色高麗菜汁	30 分鐘	30 分鐘*1 次 =30 分鐘	2 小時*1 次 =2 小時	3 小時
煮紙	30 分鐘	30 分鐘*1 次 =30 分鐘	2 小時*1 次 =2 小時	3 小時

(二) 以濃縮紫色高麗菜汁所製作的試紙是這三種試紙中，顏色最深的。煮紙的試紙顏色次之，未濃縮紫色高麗菜汁製作的試紙顏色最淺。

(二) 研究問題二所製作的試紙，滴上酸鹼溶液後的顏色變化，都能呈現 7 種顏色的變化。其中以濃縮紫色高麗菜汁試紙酸鹼反應的顏色最深，未濃縮紫色高麗菜汁製作的試紙酸鹼反應的顏色最淺。

(三) 在煮紙的過程中，須要定時攪拌，以避免試紙黏住杯底。另外因為紙張加熱和攪拌，加速紙張纖維的破壞，在夾取晾乾時，雖然我們已經動作很輕柔，但煮紙的試紙較其他兩種方式製作的試紙更容易破損，且晾乾後，紙張邊緣較不平整，影響美觀。

(四) 比較研究問題一及研究問題二所製作的試紙，不論是濃縮或是未濃縮紫色高麗菜汁試紙，浸泡指示劑 3 次或 1 次，都能在酸鹼液體測試時，反應出不同的顏色。

(五) 綜合研究問題一及研究問題二的實驗結果，想要**快速製作紫色高麗菜汁試紙**，可以使用**未濃縮的紫色高麗菜汁浸泡實驗濾紙 1 次後晾乾**即可。

【研究問題三：添加不同助染劑製作試紙，是否影響紫色高麗菜汁試紙顏色變化？】

一、實驗說明

研究問題一和研究問題二所製作的試紙，雖然因製作方法不同，有深淺的差異，但顏色都是淺紫色，與原本的紫色高麗菜汁顏色有所差異，於是我們思考要如何讓紫色高麗菜汁試紙的顏色能夠更深一些。

想起媽媽曾經製作染布，會在染色的步驟之前將布先浸泡助染劑，好讓布更能夠顯色及上色均勻，這和我們製作紫色高麗菜汁試



未濃縮紫色高麗菜汁

紙的想法相同，所以我們查詢了相關科展作品資料(第 47 屆：駐顏有術—我抓得住色彩、第 51 屆：在地入色水—染出「蕨」色、第 57 屆：咖啡渣·染·變身 show~探討咖啡渣之染色變因與再利用、第 61 屆：我最出色)及網路上染布的教學網站，多數使用的助染劑為醋和鹽水，醋為酸性會使紫色高麗菜汁變色，所以無法使用醋當作助染劑，所以我們最後選擇鹽水、麵粉水、黃豆汁等中性液體來當作研究問題三的助染劑。

二、實驗步驟

- (一)分別秤取食鹽 10 克、20 克、30 克，麵粉 10 克、20 克、30 克，黃豆 10 克、20 克、30 克。
- (二)將秤好的食鹽及麵粉分別溶於 100 毫升的水。黃豆則是泡水 8 小時後，瀝乾水分並分別倒入果汁機各加入 100 毫升的水打成黃豆汁，再用濾網將黃豆渣過濾。
- (三)把步驟(二)的助染劑分別倒入裝有實驗濾紙的淺盤，浸泡 30 分鐘後晾乾。
- (四)將步驟(三)晾乾的試紙浸泡紫色高麗菜汁 30 分鐘後晾乾。
- (五)取酸鹼溶液滴在製作完成的試紙上，觀察顏色變化。

		<p>鹽水</p> <p>麵粉水</p> <p>黃豆汁</p>
將浸泡 8 小時的黃豆放入果汁機打成黃豆汁	用濾網將黃豆渣過濾	製作完成的助染劑
試紙浸泡助染劑麵粉水(麵粉 30 克)30 分鐘	試紙浸泡鹽水(鹽 20 克)30 分鐘	已泡助染劑(麵粉 20 克)試紙浸泡紫色高麗菜汁

三、研究結果

項目	酸鹼試紙測試前	酸鹼試紙測試結果
鹽 10 克		
鹽 20 克		
鹽 30 克		

麵粉 10 克	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
麵粉 20 克	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
麵粉 30 克	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
黃豆 10 克	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
黃豆 20 克	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
黃豆 30 克	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏梅汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水管疏通劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏梅汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水管疏通劑																								

四、結果討論

(一)試紙製作時間如下：

項目	助染劑 製作時間	指示劑 製作時間	試紙浸泡 指示劑時間	試紙晾乾 時間	總計
鹽 (10、20、30 克)	10 分鐘	30 分鐘	30 分鐘*2 次 =60 分鐘	2 小時*2 次 =4 小時	5 小時 40 分鐘
麵粉 (10、20、30 克)	10 分鐘	30 分鐘	30 分鐘*2 次 =60 分鐘	2 小時*2 次 =4 小時	5 小時 40 分鐘
黃豆 (10、20、30 克)	8 小時 15 分鐘	30 分鐘	30 分鐘*2 次 =60 分鐘	2 小時*2 次 =4 小時	13 小時 45 分鐘

(二)浸泡助染劑—鹽水的試紙中，**鹽 10 克**製作的試紙顏色最深。試紙浸泡的鹽水濃度越高，所製作的試紙顏色並沒有越來越深。試紙酸鹼測試結果，以鹽 10 克製作的試紙顏色反應最明顯。以鹽 30 克製作的試紙，滴上酸鹼溶液時，溶液在試紙上形成水珠，較不易被試紙吸收。

(三)浸泡助染劑—麵粉水的試紙，試紙因為麵粉變得顏色不均勻呈現灰粉紫色，晾乾後紙張也變得凹凸不平。滴上酸鹼溶液測試，試紙均有顏色反應，但麵粉水的濃度越高，溶液在試紙上形成水珠的比例越高。

(四)浸泡助染劑—黃豆汁的試紙中，黃豆 10 克製作的試紙顏色最深，黃豆 20 克和 30 克所製作的試紙較無呈現淺粉紫色，而是帶有淡淡的黃色。在試紙滴上酸鹼溶液測試，溶液均在試紙上形成水珠，無法立刻被試紙吸收，仔細觀察水珠，水珠會因為試紙上的花青素而變色。

(五)研究問題三中所有添加助染劑的試紙，以**鹽 10 克**製成的試紙顯色最佳，酸鹼溶液測試也能有清楚的顏色反應。黃豆 10 克所製作的試紙顯色效果也很不錯，但酸鹼溶液滴上試紙時，不易被試紙吸收而清楚的呈現酸鹼結果。

(六)綜合研究問題一、二、三的研究結果，若要**最快速**製作紫色高麗菜汁試紙，則可以選擇研究問題二的製作方法：將試紙**浸泡未濃縮紫色高麗菜汁 30 分鐘後晾乾**，大概需花費 3 小時製作。若想要**快速**製作出顯色良好且酸鹼溶液顏色反應佳的紫色高麗菜汁試紙，可以在**浸泡紫色高麗菜汁前，先將試紙浸泡鹽 10 克調製的助染劑**，大概需要花費 5 小時 40 分鐘製作。

【研究問題四：以不同原料製作試紙，是否影響酸鹼試紙顏色變化？】

一、實驗說明

紫色高麗菜含有花青素，因此可以製成酸鹼指示劑，進而被我們製作成紫色高麗菜汁試紙，在查詢的相關科展作品中(第46屆：給他一點顏色瞧瞧-另類酸鹼指示劑、第50屆：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、第60屆：「一」「試」搞定)，使用多項蔬果植物製成酸鹼指示劑或試紙，因此我們想找出其他含有花青素的食物，試著製作成酸鹼試紙。

網路資料「花青素是什麼？有何好處？超詳解花青素4大功效！花青素12大食物排行一次看」中提及紫玉米的花青素含量最高(1642毫克/100克)。再從「最強花青素食物是什麼？營養師整理12種花青素食物排行」網站資料中，得知全穀雜糧類花青素最高的是黑米(327.6毫克/100克)。這兩項食物都沒有出現在查詢的科展作品實驗中，因此我們決定試一試。我們還想到百香果皮(155毫克/100克)、紫色山藥(5毫克/100克)和黑金剛花生(240毫克/100克)，上網查詢資料後發現這些食物都含有花青素，因此也用來當作試紙製作的材料。

從研究問題一至三研究結果發現，以添加助染劑鹽10g且浸泡指示劑1次的試紙，顯色效果最佳，酸鹼溶液的顏色反應也很清楚，而且製作試紙所花的時間少，所以我們決定以添加助染劑鹽10g且浸泡指示劑1次的方式，來當作研究問題四製作試紙的方法。

二、實驗步驟

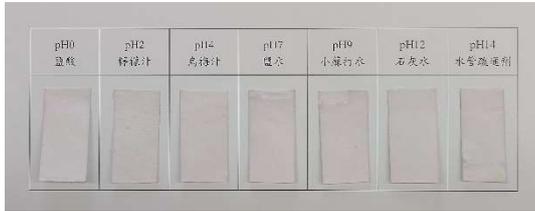
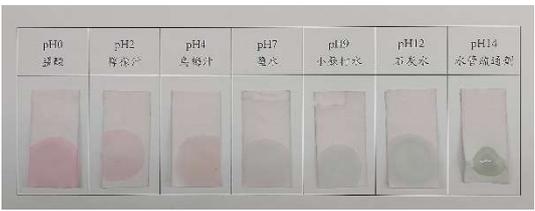
- (一)取鹽10克溶解於100毫升的水製作成助染劑，倒入裝有10張實驗濾紙的淺盤，浸泡30分鐘後晾乾。
- (二)將各種材料(紫玉米粒、紫玉米鬚、紫玉米梗、黑米、黑金剛花生、百香果皮、紫色山藥)秤取100克，切成小塊。(補充說明：原本紫玉米只要取玉米粒當成材料，但撥開玉米發現玉米鬚及玉米梗都是紫色，煮紫玉米的水也是紫色，所以決定將玉米鬚、玉米梗及煮玉米水都拿來當成製作試紙的材料。)
- (三)把以上材料分別倒入400毫升80°C熱水，浸泡30分鐘後過濾。

(四)取 100 毫升步驟(三)的指示劑，把步驟(一)晾乾的試紙泡入 30 分鐘後晾乾，試紙及製作完成。

(五)取酸鹼溶液滴在製作完成的試紙上，觀察顏色變化。

		
秤取 100 克，再切成小塊	剝下紫玉米粒	倒入 80°C 熱水，浸泡 30 分鐘
		
用濾網過濾材料	製作完成的指示劑	試紙浸泡指示劑(黑米)

三、研究結果

項目	酸鹼試紙測試前	酸鹼試紙測試結果
紫玉米粒 		
紫玉米梗 		

<p>紫玉米鬚</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
<p>煮紫玉米水</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
<p>黑米</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
<p>黑金剛花生</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
<p>百香果皮</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
<p>紫色山藥</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液								<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH0 鹽酸</th> <th>pH2 檸檬汁</th> <th>pH4 烏糖汁</th> <th>pH7 鹽水</th> <th>pH9 小蘇打水</th> <th>pH12 石灰水</th> <th>pH14 水玻璃溶液</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液							
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								
pH0 鹽酸	pH2 檸檬汁	pH4 烏糖汁	pH7 鹽水	pH9 小蘇打水	pH12 石灰水	pH14 水玻璃溶液																								

四、結果討論

(一)用**黑米**製作的**試紙顏色最深**，紫色中帶有一些褐色。以紫色山藥所製成的試紙顏色最淺，上色最不明顯。百香果皮試紙顏色，與添加鹽 10 克作為助染劑的試紙相似，但較偏粉紅。

- (二)以**黑金剛花生、紫玉米梗、紫玉米鬚及煮紫玉米水**所製成的試紙，都上色均勻且呈現較深一些的紫色，比紫色高麗菜汁試紙更為顯色。
- (三)紫玉米粒試紙顯色沒有想像中的良好，與其他紫玉米鬚、紫玉米梗、煮紫玉米水試紙差距甚大。在剝取紫玉米粒時，發現紫玉米粒外層是深紫色，但玉米粒中間是一般玉米的顏色，且在剝取時會因為果皮被剝開，而流出白色汁液，因此使紫玉米粒汁呈現粉紫色。
- (四)在試紙滴上酸鹼溶液測試，顯色良好的試紙(紫玉米梗、紫玉米鬚、煮紫玉米水、黑米、黑金剛花生)，均能呈現顏色變化。百香果皮試紙也能和酸鹼溶液產生反應，呈現不同顏色。試紙顯色較不佳的紫玉米粒和紫色山藥試紙，較無法清楚呈現酸鹼溶液不同的顏色變化。
- (五)黑米試紙因為顏色較深，與酸鹼溶液反應後的顏色也較深。紫玉米梗、紫玉米鬚及煮紫玉米試紙，在酸性溶液(鹽酸、檸檬汁及烏梅汁)的顏色反應相似，會無法辨別酸性的程度，其他試紙並沒有產生這樣的結果。
- (六)原本以為煮紫玉米水製作的試紙，會因為高溫烹煮使得花青素被破壞，試紙與酸鹼溶液反應後會無法清楚呈現顏色變化，實驗後的結果與我們設想的不同。
- (七)所選取原料的**花青素含量**(紫玉米>黑米>黑金剛花生>百香果皮>紫色山藥)，**會影響試紙的顯色效果**。紫玉米花青素含量最高，試紙的顯色效果佳，但不能單獨使用紫玉米粒來製作試紙。

陸、研究結論

一、比較**濃縮與未濃縮紫色高麗菜汁**對紫色高麗菜汁試紙的影響

- (一)以**濃縮**紫色高麗菜汁製作的試紙顏色，較未濃縮紫色高麗菜汁試紙顯色。
- (二)在試紙滴上酸鹼溶液，濃縮與未濃縮高麗菜汁所製作的試紙，均能因酸鹼溶液的不同而產生不同的顏色變化。
- (三)未濃縮紫色高麗菜汁製成的試紙，雖然是淺淺的粉紫色，但在和酸鹼溶液反應時，也能有相對應的顏色反應，想要較快速製作高麗菜汁試紙，可以使用未濃縮的紫色高麗菜汁。

二、探討**試紙浸泡指示劑次數**對紫色高麗菜汁試紙的影響

- (一)濃縮紫色高麗菜汁製作的試紙不論浸泡指示劑3次或1次，都是最顯色的試紙。
- (二)試紙**浸泡指示劑次數**，並不影響試紙與酸鹼溶液反應的顏色變化。
- (三)將試紙和紫色高麗菜汁一起加熱，有濃縮的效果，所以試紙較顯色，但也因此使試紙容易破損，用這個方式製作試紙，失敗率較高。
- (四)製作試紙時浸泡指示劑次數，並未影響紫色高麗菜汁試紙酸鹼顏色變化的呈現，想要更快速製作高麗菜汁試紙，可以使用**未濃縮的紫色高麗菜汁浸泡實驗濾紙1次後晾乾**，即可完成製作。

三、研究**添加不同助染劑**對製作紫色高麗菜汁試紙的影響

- (一)添加**助染劑鹽 10 克**的紫色高麗菜汁試紙顯色明顯，且上色均勻。滴上酸鹼溶液後的結果，均能產生不同的顏色變化。
- (二)添加助染劑麵粉的紫色高麗菜汁試紙，因麵粉無法完全溶於水中，而不規則的沾染在試紙上，使得試紙上色不均勻，且晾乾後會讓試紙變得凹凸不平，因此麵粉不適合當作紫色高麗菜汁試紙的助染劑。
- (三)添加黃豆 10 克當作助染劑的試紙，顯色效果也很不錯。但在滴上酸鹼溶液測試時，酸鹼溶液會形成水珠狀，不容易被試紙吸收，影響測試。黃豆要當作助染劑需先加水泡發才能使用，因此試紙製作時間最長，沒有達到我們想速製酸鹼試紙的目標。

(四)想要快速製作出顯色佳、上色均勻且測試酸鹼溶液顏色反應良好的紫色高麗菜汁試紙，可先將試紙浸泡以鹽 10 克調製的助染劑，再浸泡未濃縮紫色高麗菜汁 30 分鐘後晾乾，紫色高麗菜汁試紙即製作完成，所花費時間約 5 小時 40 分鐘。

四、探究不同原料對酸鹼試紙顏色變化的影響

- (一)以黑金剛花生、紫玉米梗、紫玉米鬚及煮紫玉米水所製成的試紙，都上色均勻、顯色效果好，且呈現比紫色高麗菜汁試紙更深的紫色。用黑米製作的試紙，也能顯色良好，試紙顏色為紫色中帶有些褐色。百香果皮及紫色山藥製作的試紙，顯色效果較不佳。
- (二)不同原料試紙的酸鹼溶液測試結果，除了百香果皮及紫色山藥原本就顯色較不佳的試紙外，其他顯色良好的試紙(紫玉米梗、紫玉米鬚、煮紫玉米水、黑米、黑金剛花生)，均能和酸鹼溶液產生不同的顏色反應。
- (三)黑米試紙因為顏色較深，與酸鹼溶液反應後的顏色也較深。紫玉米梗、紫玉米鬚及煮紫玉米試紙，在酸性溶液(鹽酸、檸檬汁及烏梅汁)的顏色反應相似，會無法辨別酸性的程度，其他試紙並沒有產生這樣的結果。
- (四)所選取原料的花青素含量多寡(紫玉米 > 黑米 > 黑金剛花生 > 百香果皮 > 紫色山藥)，會影響試紙的顯色效果。紫玉米花青素含量最高，試紙的顯色效果佳，但不能單獨使用紫玉米粒來製作試紙，效果不好。

柒、參考文獻

- 「一」「試」搞定。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會。國小組-化學科
給他一點顏色瞧瞧-另類酸鹼指示劑。中華民國第 46 屆中小學科學展覽會。國小組-自然科
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。中華民國第 50 屆中小
學科學展覽會。國小組-化學科
我最出色。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會。國小組-化學科
咖啡渣・染・變身 show~探討咖啡渣之染色變因與再利用。中華民國第 57 屆中小學科學展
覽會。國小組-化學科
在地「色」水—染出「蕨」色。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會。國小組-化學科
駐顏有術—我抓得住色彩。中華民國第 47 屆中小學科學展覽會。國小組-生活應用科學科
紫色高麗菜汁(天然指示劑)—自製 pH 試紙。(2022 年 12 月 10 日)取自：
<http://gclab.thu.edu.tw/Chem-Eng%20A/10.pdf>
- 「遇鹽又紫」-固態天然指示劑。嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會 作品說明書。(2022 年
12 月 10 日)取自：
<https://cyjesf.eduweb.tw/cyjesf37/Upfile/final/%E3%80%8C%E9%81%87%E9%B9%BD%E5%8F%88%E7%B4%AB%E3%80%8D.pdf>
- 花青素是什麼？有何好處？超詳解花青素 4 大功效！花青素 12 大食物排行一次看。(2023
年 2 月 15 日)。取自：[https://helloyishi.com.tw/healthy-
eating/nutrition/anthocyanin/](https://helloyishi.com.tw/healthy-eating/nutrition/anthocyanin/)
- 最強花青素食物是什麼？營養師整理 12 種花青素食物排行。(2023 年 2 月 15 日)。取自：
<https://shop.vitabox.com.tw/pages/anthocyanin-food>
- 謝昫憲(2016)。百香果果皮加工品及其成分分析(未出版碩士論文)。基隆：國立臺灣海洋大
學食品科學系。