成果報告書

續「酚」的時間紙





目錄

摘要.....2

壹、 研究動機.....2

貳、 研究目的.....3

參、 研究設備及器材 3

肆、 研究過程及方法 3

伍、 研究結果與討論 7

陸、 結論.....10

柒、 參考資料.....11

摘要

社會上有許多的食安事件發生，原因是廠商塗改有效期限，因此本實驗利用酸鹼中和及指示劑變色原理，pH 值變化可使顏色改變，製造出一個可以隨時間增加而使顏色變淡的**時間紙**，同時響應現代人環保的概念，使用日常生活中不常使用的薑黃葉來製造我們的時間紙。

以往製紙時須使用化學藥品進行解纖，可能會對環境造成破壞，本實驗改變了以往製紙所需解纖的步驟，並利用薑黃葉以及衛生紙混合做成紙，與市售的紙進行吸水極限、酒精揮發測試，且選出吸水極限及酒精揮發測試的前三名，泡入碳酸鈉溶液並且滴入酚酞指示劑，放置於大氣中觀察情形，空氣中的 CO_2 溶解至自製紙，其可使 pH 值下降，導致顏色變化，實驗結果可知薑黃葉加衛生紙的吸水極限及酒精揮發測試比市售的紙優秀，因此選用薑黃葉加衛生紙來測試放置於大氣的實驗。

續「酚」的時間紙不需使用油墨，利用大氣中的**二氧化碳**來中和鹼性的時間紙，沒有複雜的劑料及反應，是一種無毒物料，未來時間紙能以食品外包裝的形式出現，來監控及確保食品保鮮期，並達到再循環利用、廢棄物減量的效益。

壹、 研究動機

打開新聞的同時，不時會看到過期食品被黑心業者塗改有效日期，再次拿來販賣的報導，突發奇想～若能藉由食品外包裝的變色紙來顯示有效日期，這樣或許就能減少業者偷偷更換保存期限的事件，也可以讓消費者更方便的確認有效日期。於是我們就想到了，或許可以利用指示劑變色來顯示食品是否過期？

大家都知道日常生活中有碳酸飲料（pH 值＜7 為酸性），其實也只是把二氧化碳氣體充填入水中，由此我們也可以知道說，CO_2 溶於水中是呈現酸性的，所以我們使用顏色變化明顯的酸鹼指示劑—酚酞指示劑指示劑，來監控及確保食品保鮮期。

由於產品一離開業者的手上，放置在賣場架上後就不會一直動它了，假如紙張裡面所有的水分都揮發掉了，將會導致時間紙呈現出錯誤的訊息，所以我們想自製不同吸水力的鹼性紙張，以解決水分或指示劑可能會揮發太快的問題。

貳、 研究目的

一、測試時間紙能否與空氣中 CO_2 作用，而使 pH 值下降，並觀察紙張顏色變化是否明顯。

二、製造吸水力更高的紙（再生紙、自製紙）。

三、測試酒精在吸水極限不同的紙張下揮發的速度。

四、探討空氣中 CO_2 溶於碳酸鈉溶液之時間變色之關係，並應用於產品上。

參、 研究設備及器材

一、研究器材：

抽氣瓶、分液漏斗、烘箱、抄紙模板、錐形瓶、燒杯、量筒、橡皮管、塑膠盒、紙張（影印紙、衛生紙和圖畫紙）、薑黃葉、果汁機、紙盒。

二、藥品：

碳酸鈣、碳酸鈉（0.1～0.5％）、鹽酸、酚酞指示劑。

肆、 研究過程及方法

一、文獻

（一）CO_2 的性質

CO_2 是一種可以略溶於水的氣體，溶解度約 1.45g/L，溶於水可產生碳酸，在水中可產生氫離子及碳酸根離子，溶於水中時 pH 大約為 6.5，呈酸性。

$$CO_{2\,(g)} + H_2O_{\,(l)} \rightleftharpoons H_2CO_{3\,(aq)}$$

$$H_2CO_{3\,(aq)} \rightleftharpoons 2H^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)}$$

（二）CO_2 的製備

1、工業上的製備以石灰石在高溫下的分解：

$$CaCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$

2、實驗室是用稀鹽酸與石灰石作用：

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow 2CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)}$$

3、稀鹽酸與小蘇打作用：

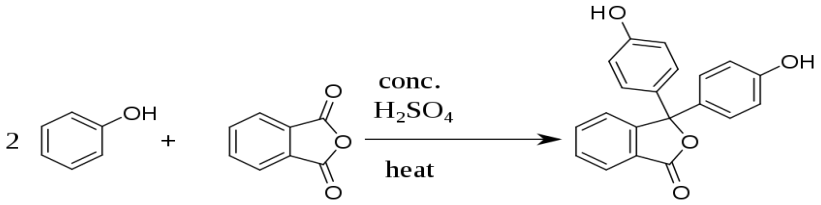
$$NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)}$$

（三）酚酞（Phenolphthalein）指示劑

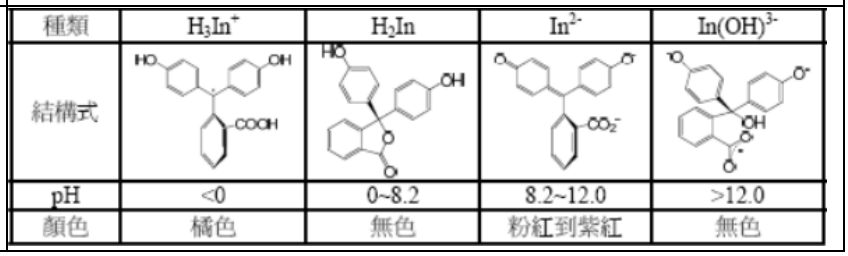
由於溶於水的 CO_2 含量較少，必須選取適合的變色範圍之指示劑，本

實驗使用的酚酞指示劑，在 pH＜8.2 的溶液裡為無色，pH＞10 時為粉紅色。

表一 指示劑結構

名稱	酸鹼結構變化
酚酞	

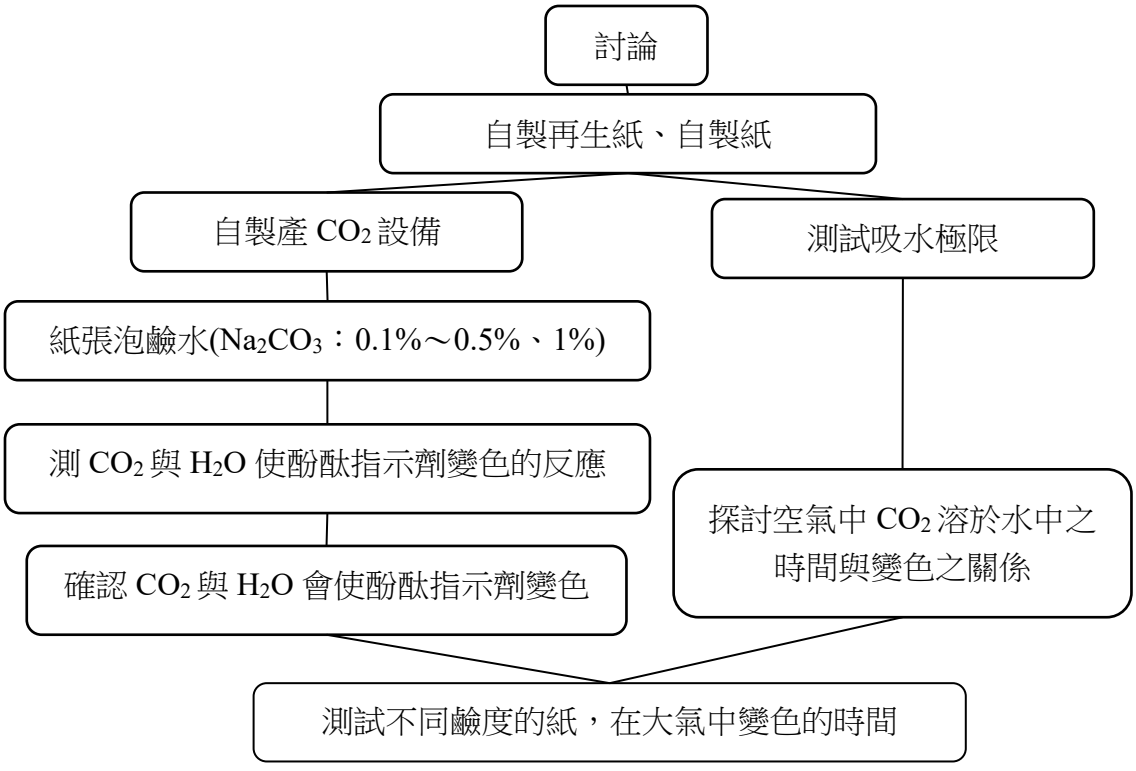
表二 指示劑變色範圍

名稱	變色範圍	顏色變化
酚酞	8.2-10.0	

（四）紙張製作

紙張是依靠纖維的組成來進行製造，而由於植物的**纖維較粗，需要泡入鹼液進行解纖**的動作才能破壞其纖維並且重組。

二、流程圖



三、實驗步驟

（一）指示劑變色初步試驗：

步驟一：自製產氣設備（組裝抽氣瓶、分液漏斗如下圖）

步驟二：紙張泡入 1%碳酸鈉溶液中(其呈鹼性能使酚酞指示劑滴入後變色)

步驟三：將酚酞指示劑滴入使其變色

步驟四：使用產氣設備產生 CO_2，紙張放入塑膠盒並把生產的 CO_2 灌入（使用純的使變色速度更快）

步驟五：觀察顏色變化

表三　指示劑變色初步試驗

				
自製產氣設備	泡碳酸鈉溶液	滴酚酞指示劑	通入CO_2觀察顏色	結果

（二）紙張製作：

步驟一：秤取衛生紙及乾燥薑黃葉三份（秤重比例 3：7、5：5、7：3）

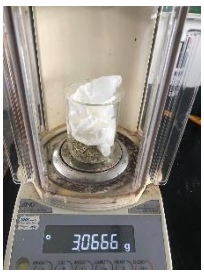
步驟二：撕碎放入水中加熱攪拌 1 分鐘(撕碎使其能充分在水中泡爛)

步驟三：泡爛後放入果汁機，加入水至果汁機一半，攪拌 1 分鐘

步驟四：將紙漿到入抄紙板，進行抄紙，等其自然風乾

步驟五：乾燥後從抄紙板上取下即可

表四　紙張製作步驟

				
秤重	薑黃葉及衛生紙撕爛泡水	攪成紙漿	抄紙	取下成品

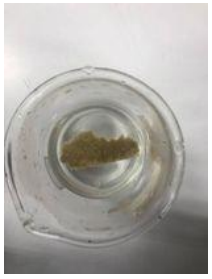
（三）吸水極限測試：

步驟 1：取相同重量的紙張（影印紙、圖畫紙、自製紙）

步驟 2：泡入水中三分鐘

步驟 3：取出，秤吸水後紙的重量

表五　吸水極限測試步驟

		
秤重	泡水	秤吸水重

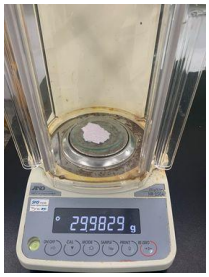
（四）酒精在不同吸水極限下的揮發速度：

步驟 1：取相同重量的紙（影印紙、圖畫紙、自製紙），滴酒精 5ml，秤重

步驟 2：觀察揮發情況十分鐘

步驟 3：秤取酒精蒸發後紙重

表六　酒精在不同吸水極限下的揮發速度步驟

		
滴入酒精後秤重	觀察揮發情況	秤酒精揮發後重

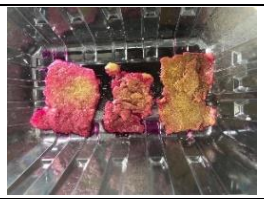
（五）測試不同鹼度的紙，在大氣中變色的時間：

步驟 1：選取吸水極限前三及酒精揮發最弱的三張紙泡入碳酸鈉溶液（濃度分別為 0.1%～0.5%）一分鐘

步驟 2：滴入少許酚酞指示劑指示劑

步驟 3：放置於大氣中一個月觀察揮發情形

表七　測試不同鹼度的紙，在大氣中變色的時間步驟

		
泡碳酸鈉溶液	滴酚酞指示劑指示劑	觀察變色情況

伍、 研究結果與討論

一、 酚酞指示劑變色的反應

（一）結果

實驗中可發現鹼紙在一個充滿 CO_2 的小盒子中會慢慢退色，由此可證明紙在空氣中可變色。

表八　變色前後比較

變色反應前	變色反應後
	

二、 紙張製作

（一）結果

紙張因其成分不同也會呈現出不一樣的顏色，而有衛生紙混入的樹葉紙，不管有沒有經過解纖的動作，最後都可以成紙，且每一張紙張做出來後，模起來性質柔軟易摺，日後若有使用在包裝紙上，可裝設在不同形狀的紙張上。

（二）討論

由於薑黃葉本身的吸水速度非常的慢，所以我們嘗試把吸水速度極快的衛生紙將其依比例混入薑黃葉紙張中，發現葉子與衛生紙混合不用解纖也能成紙，並且有極高的吸水極限與吸水速度。

表九　紙張成品

3：7 衛生紙加薑黃葉	5：5 衛生紙加薑黃葉	7：3 衛生紙加薑黃葉
		

三、 測試吸水極限

（一）結果

表十　吸水極限結果第一次紙吸水後重量

紙張	吸水前重量（g）	吸水後重量（g）	總吸水重量（g）
影印紙	0.5232	2.6589	2.1357
圖畫紙	0.5121	3.3041	2.5220
衛生紙	0.5146	2.2456	1.7310
3：7 衛生紙加薑黃葉	0.5292	7.8471	6.9579
5：5 衛生紙加薑黃葉	0.5269	5.4420	4.9151
7：3 衛生紙加薑黃葉	0.5137	4.5958	4.0821

表十一　吸水極限結果第二次紙吸水後重量

紙張	吸水前重量（g）	吸水後重量（g）	總吸水重量（g）
影印紙	0.5270	2.6908	2.1638
圖畫紙	0.5246	3.1590	2.9130
衛生紙	0.5236	2.2421	2.0061
3：7 衛生紙加薑黃葉	0.5121	6.4387	5.9716
5：5 衛生紙加薑黃葉	0.5281	5.9767	5.4486
7：3 衛生紙加薑黃葉	0.5503	4.8237	4.2743

表十二　吸水極限結果第三次紙吸水後重量

紙張	吸水前重量（g）	吸水後重量（g）	總吸水重量（g）
影印紙	0.5146	2.3260	1.8114
圖畫紙	0.5310	3.5612	3.0302
衛生紙	0.5242	2.2979	1.7737
3：7 衛生紙加薑黃葉	0.5056	6.2107	5.7051
5：5 衛生紙加薑黃葉	0.5127	6.6936	6.1809
7：3 衛生紙加薑黃葉	0.5403	5.0549	4.5146

表十三　三次吸水極限結果平均吸水

紙張	3 次吸水平均倍率
影印紙	3.9
圖畫紙	5.4
衛生紙	3.5
3：7 衛生紙加薑黃葉	12.0
5：5 衛生紙加薑黃葉	10.6
7：3 衛生紙加薑黃葉	8.0

吸水倍率=$\frac{總吸水重量（g）}{吸水前重量（g）}$ ；平均吸水倍率=$\frac{\sum 吸水倍率}{n}$ ； n=實驗次數

1.吸水極限大小： 3：7 衛生紙加薑黃葉＞薑黃葉高吸水分子解纖紙＞5：5 薑黃葉加衛生紙＞7：3 薑黃葉加衛生紙＞圖畫紙＞影印紙高吸水分子＞影印紙＞衛生紙

（二）討論

1.薑黃葉高吸水分子解纖紙雖然具有強大吸水極限，但由於其吸水速度極慢，滴上酚酞指示劑時還沒來得及吸收就酚酞指示劑就已經揮發的差不多了，導致實驗不精確。

2.經由以上實驗數據發現衛生紙與樹葉混合起來的吸水極限更適合當我們包裝紙的選用，因此使用 7：3、5：5、3：7 衛生紙加薑黃葉，來做酒精在不同吸水極限下的揮發速度。

四、 測試酒精在不同吸水極限下的揮發速度

（一）結果

表十四發現酒精揮發速度 7：3 衛生紙加薑黃葉是最慢的，是最適合當包裝紙的材料

表十四　酒精揮發速度

	3：7 衛生紙加薑黃葉	5：5 衛生紙加薑黃葉	7：3 衛生紙加薑黃葉
純紙重（g）	0.3785	0.3153	0.3143
加酒精重（g）	30.9693	30.9807	38.2560
酒精揮發後的重量(g)	30.1052	30.3378	37.6012
揮發率（%）	2.8	2.1	1.7

$$揮發率（\%）=\frac{酒精揮發量（g）}{加酒精重量（g）}\ x\ 100\%$$

五、 不同濃度下的碳酸鈉水溶液所需的變色時間

表十五　一個月測試下來的變色天數

濃度(%)	平均時間(天)
0.1	1
0.2	3
0.3	∞
0.4	∞
0.5	∞

(註：∞表超過 1 個月都無變色)

表十六　時間紙變色前後的比較圖

變色前	變色後
	

陸、 結論

一、 藉由實驗將鹼紙灌入純的 CO_2，並且可以改變顏色的結果上來看，確認 CO_2 的確是可以使紙張的 pH 值下降。

二、 在製作薑黃葉紙時，採取純樹葉不加任何物品，也不經由強鹼解纖來製作，發現完全無法成紙，而後才改用加入纖維較軟的衛生紙來幫助成紙，由此也可得知，沒有經由解纖的薑黃葉時不加入其他東西是無法成紙的

三、 實驗數據發現，衛生紙比例越多（7：3 衛生紙加薑黃葉），酒精越不易揮發，日後用在包裝紙上，可以使含酒精成分的酚酞指示劑保留時間更長。

四、 大量時間測試下來，0.3%以上濃度的碳酸鈉溶液變色所需時間太長，所以時間紙並不適合用於長時間保存期限的標示，濃度太高會導致超大誤差，但在 1-3 天保存期限下的物品還是可以使用的，所以未來將運用於短時間食品（如麵包、甜點）的包裝。

五、 續「酚」的時間紙運用在產品上是可行的，不經過人為印刷，也可將樹葉進行再利用，是一個相當環保又安全，且能夠監控食品保鮮的產品。

柒、 參考資料

一、 謝澤民，普通化學實驗（上），2020。

二、 蔡永昌，普通化學 I，2014。

三、 蔡永昌，普通化學 II，2014。

四、 曾結祥、莊淳鈺，「指示」可待，2018

五、 酸鹼指示劑。科學 online。2009 年 9 月 21 日。取自：https：//highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/？p=4870

六、 造紙 DIY。長春棉紙廠。2009 年 11 月 09 日。取自：https：//www.paperhouse.com.tw/index.php？option=com_content＆view＝article＆id＝78：diy＆catid＝57：diy&Itemid＝108