中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

高職組

化工衛工及環工科

科別：化工衛工及環工科

組別：高職組

作品名稱：澱粉水解的探討

關鍵詞：旋光度、催化水解、微波加熱水解

編號：091105

學校名稱：

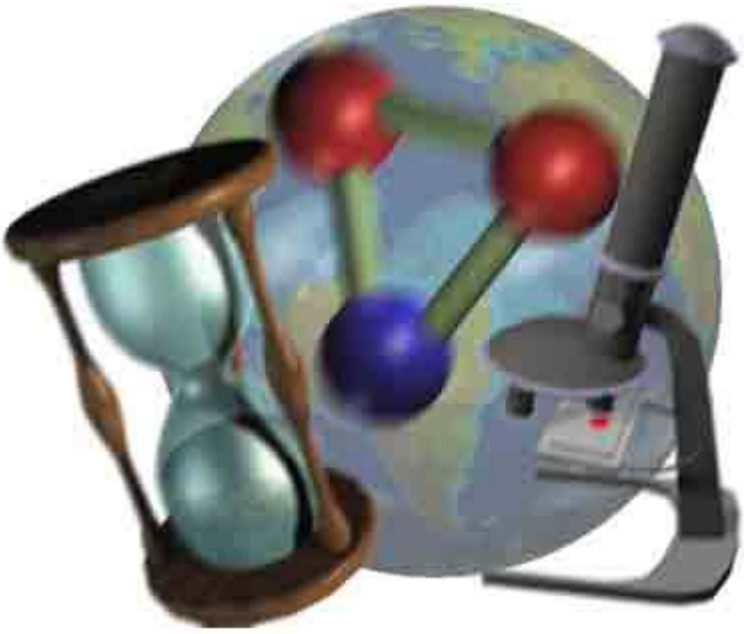
國立嘉義高級工業職業學校

作者姓名：

張育維、陳秋元、王明彥、王明文

指導老師：

蔡榮政



摘要

1.澱粉以稀鹽酸催化水解時，[H+]愈高,水解愈佳。

2.不同種類的酸催化澱粉水解,以稀鹽酸效果最好,我們推測和 Cl^-有關。

3.和我們推測一樣,氯化物本身即有催化澱粉水解的效果。

4 和 Cl^-同族的 F^-,Br^-,I^-也有催化澱粉水解的能力,其效果強弱順序 I^-、Br^-、Cl^-、F^-。.

5.不同種類的酸，如果加入 NaCl 後，則其催化能力都有加強的效果。

6.微波加熱取代隔水加熱，不但可增加水解速率而且產生葡萄糖的量也倍增，這是很奇特的地方。

7.茶葉汁、薑、辣椒、咖啡、檸檬汁、梅汁對澱粉水解都有催化的效果，但蒜頭沒有，其中以梅汁效果最好。

8.茶葉汁、薑、辣椒、咖啡、檸檬汁、梅汁加入 NaCl 後對催化澱粉水解的能力，有加強的效果。

9.模擬人體的溫度，及胃液鹽酸的濃度，發現要水解澱粉需要很長的時間才可以。由此可知，人體內在短時間可將澱粉水解，澱粉酶扮演非常重要角色。

10.梅汁在 37℃，經過兩小時，其催化澱粉水解的能力在相同狀況下，和鹽酸很類似。

壹、研究動機

國中化學學過以稀鹽酸催化水解澱粉爲葡萄糖，是否其他酸也可催化澱粉水解，或者還有其他的物質也可催化澱粉水解，再者，日本便當常放一顆酸梅，來幫助消化，是不是意味著酸梅也可催化澱粉，還有，如果不用隔水加熱澱粉液，而用微波加熱，不知結果是否一樣，一連串的問題.....找老師研究去。

貳、研究目的

1. 鹽酸濃度對澱粉水解的影響
2. 不同種類的酸對澱粉水解的影響
3. 氯化物對澱粉水解的影響
4. 鹵鹽對澱粉水解的影響
5. 不同的酸加 NaCl 對澱粉水解的影響
6. 用微波加熱取代隔水加熱對澱粉水解的影響
7. 茶葉汁、薑、辣椒、咖啡、檸檬汁、梅汁、對澱粉水解的影響
8. 溫度 37℃、濃度 0.1M 鹽酸；和溫度 37℃，梅汁對澱粉水解影響。

參、實驗器材與藥瓶

《器材》燒杯、三腳架、本生燈、量筒、微波爐、離心管、攪拌棒、離心機。
《藥品》澱粉、斐林試液、茶葉、薑、辣椒、檸檬、梅汁、咖哩、NaOH、

HCl、HNO_3、LiCl、KCl、$FeCl_3$、$ZnCl_2$、$BaCl_2$、NaF、NaCl、NaBr、NaI

肆、實驗步驟

9. 澱粉液配製：取 4 克澱粉先以 96 克純水攪拌成糊狀，然後煮沸 5 分鐘使成澄清狀。
10. 斐林試液的配製法：預先配好下列甲乙兩溶液，要用時，才把同體積的甲乙兩種溶液使用。
    甲：3.5 克 $CuSO_4 \bullet 5H_2O$ 溶解在 100ml 水中。
    乙：17 克酒石酸鈉鉀溶解在 15~20ml 溫水中。
    加 NaOH 水溶液(5 克 NaOH 溶於 15~20ml 水中)
    把配成的水溶液冷卻至室溫加水成 100ml
11. 取澱粉溶液 5ml 放入稱重過的離心試管，加入欲測的溶液 15 滴隔水加熱 20 分鐘。
12. 於試管中滴入 NaOH 使溶液變成中性或鹼性，再加入 5ml 斐林試液隔水加熱 20 分鐘拿出離心烘乾稱重 Cu_2O。

5.用旋光計測旋光度。光源鈉 D 線，波長 5893Å。
6.用微波加熱取代隔水加熱其餘步驟相同。

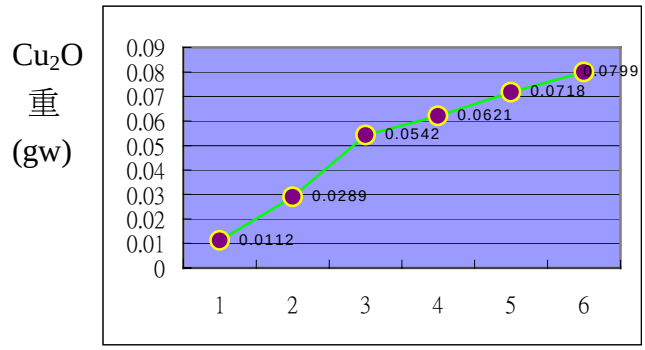
伍、實驗結果與討論

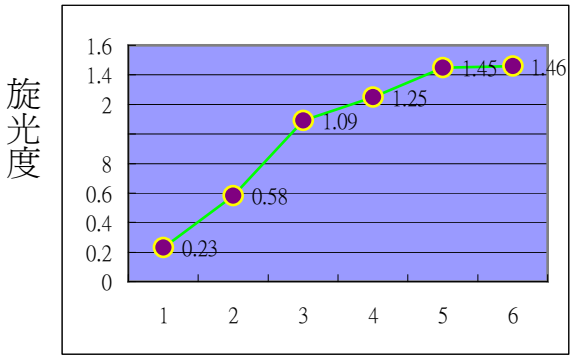
1.<u>鹽酸濃度對澱粉水解的影響</u>

《表一》

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%	4%	4%
加熱水解時間	20 分	20 分	20 分	20 分	20 分	20 分
鹽酸的濃度	1M	2M	3M	4M	5M	6M
加斐林試劑量	5ml	5ml	5ml	5ml	5ml	5ml
Cu_2O 重(g)	0.0112	0.0289	0.0542	0.0621	0.0718	0.0799
旋光度	+0.23°	+0.58°	+1.09°	+1.25°	+1.45°	+1.46°
空白實驗：澱粉液+斐林試劑						

《圖表》





<討論>

(1)澱粉以稀鹽酸催化水解時，$[H^+]$越高，水解越好。

(2)Cu_2O 沉澱量越多，表示澱粉水解爲糖的程度越佳。

(3)斐林試液爲測定澱粉水解的試劑，澱粉水解爲葡萄糖後，葡萄糖的醛基可將斐林試劑中的 Cu^{2+}還原爲紅色的 Cu_2O，其化學反應式爲

$$C_6H_{12}O_{6(aq)}+2Cu(OH)_{2(aq)} \longrightarrow C_5H_{11}O_5COOH_{(aq)}+Cu_2O_{(s)}+2H_2O$$

(4)試管上層液爲紅棕色，沉澱物爲紅色。

(5)測旋光度的光線爲鈉 D 線，溫度爲 29.8℃

(6)旋光度越大，表示澱粉水解爲糖的程度越佳。

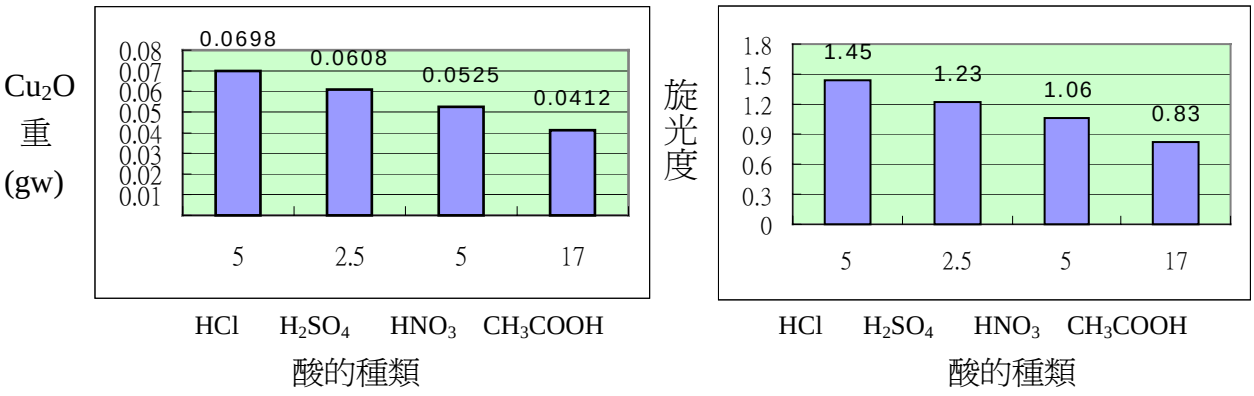
(7)空白實驗沒有產生紅色沉澱。

2.不同種類的酸對澱粉水解的影響：

<表二>

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
加熱水解時間	20 分	20 分	20 分	20 分
酸的濃度	5M	2.5M	5M	17M
酸的種類	HCl	H_2SO_4	HNO_3	CH_3COOH
斐林試劑量	5mL	5mL	5ml	5ml
Cu_2O 重(g)	0.0698	0.0608	0.0525	0.0412
旋光度	+1.45°	+1.23°	+1.06°	+0.83°
空白實驗：澱粉液＋斐林試劑				

《圖二》



《討論》

(1)以$[H^+]$濃度的觀點，5M 鹽酸的$[H^+]$與 2.5M 的硫酸$[H^+]$是相同的，故硫酸濃度用 2.5M 來做實驗。

(2)醋酸爲弱酸。故以濃度最大的冰醋酸來做實驗。

(3)催化澱粉水解的效果以鹽酸最好，其次依序排列爲硫酸、硝酸、醋酸，我們推測這和 Cl^- 有關係。

(4)實驗後，溶液的上層液除醋酸爲藍色以外，其餘皆爲紅棕色，沉澱物爲紅色。

(5)空白實驗沒有產生紅色沉澱。

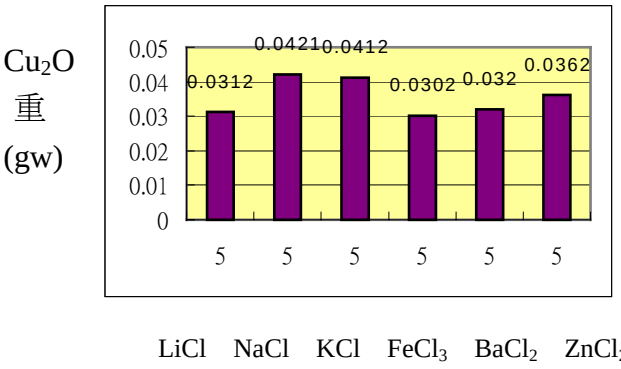
(6)測旋光度時，鹽酸溫度爲 29.8℃，硫酸溫度爲 27.3℃，硝酸溫度爲 27.7℃，醋酸溫度爲 25.4℃。

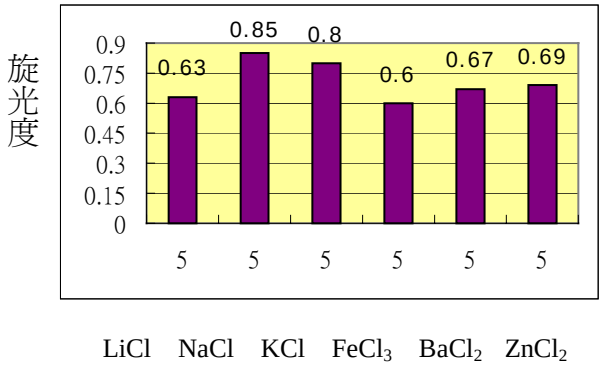
3.氯化物對澱粉水解的影響

《表三》

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%	4%	4%
加熱水解時間	20 分	20 分	20 分	20 分	20 分	20 分
氯化物濃度	5M	5M	5M	5M	5M	5M
氯化物種類	LiCl	NaCl	KCl	$FeCl_3$	$BaCl_2$	$ZnCl_2$
斐林試劑量	5ml	5ml	5ml	5ml	5ml	5ml
Cu_2O 重(g)	0.0312	0.0421	0.0412	0.0302	0.0320	0.0362
旋光度	+0.63°	+0.85°	+0.80°	+0.60°	+0.67°	+0.69°
空白實驗：澱粉液+斐林試劑						

《圖三》





<討論>

(1)因所有酸中，以鹽酸催化效果最好，我們推測這和 Cl^-有關。

(2)我們推測，氯化物皆含 Cl^-，由實驗可知 Cl^-雖沒在酸性下皆能催化澱粉水解。

(3)實驗後，所有溶液上層顏色皆爲藍色，沉澱物爲紅色。

(4)空白實驗沒有產生紅色沉澱。

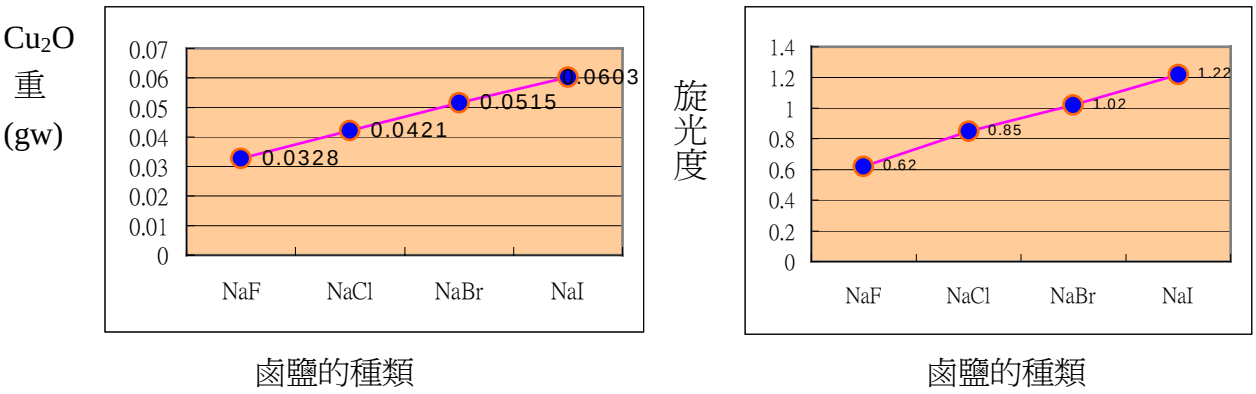
(5)測旋光度時，LiCl 溫度爲 28.6℃，NaCl 溫度爲 29.6℃，KCl 溫度爲 29.2℃，$FeCl_3$ 溫度爲 28.2℃，$BaCl_2$ 溫度爲 27.3℃，$ZnCl_2$ 溫度爲 27.7℃。

4．鹵鹽對澱粉水解的影響

<表四>

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
加熱水解時間	20 分	20 分	20 分	20 分
鹵鹽濃度	5M	5M	5M	5M
鹵鹽的種類	NaF	NaCl	NaBr	NaI
斐林試劑量	5mL	5mL	5mL	5mL
Cu_2O 重(g)	0.0328	0.0421	0.0515	0.0603
旋光度	+0.62°	+0.85°	+1.02°	+1.22°
空白實驗：澱粉液＋斐林試劑				

《圖四》



《討論》

(1)和 Cl^-同族的 F^-、Br^-、I^-，也有催化澱粉水解的能力，其催化效果強弱順序爲

$$I^- > Br^- > Cl^- > F^-$$

(2)實驗完後，F^-、Cl^-溶液的顏色是藍色；Br^-、I^-爲黃綠色，但沉澱皆爲紅色。

(3)空白實驗，沒有產生紅色沉澱。

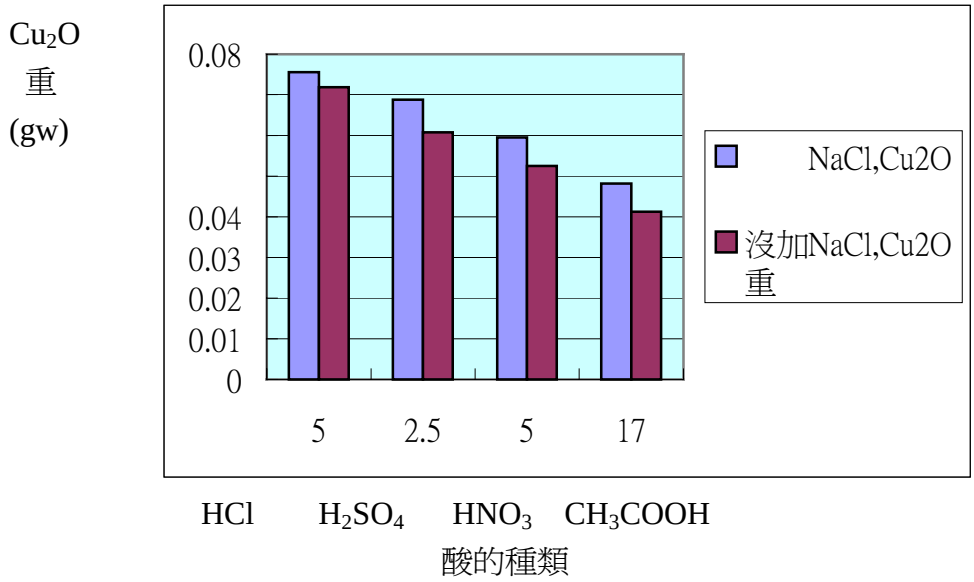
(4)測旋光度時，NaF 溫度爲 28.6℃，NaCl 溫度爲 29.6℃，NaBr 溫度爲 29.2℃，NaI 溫度爲 28.7℃。

5.不同種類的酸加 NaCl 後對澱粉水解的影響

《表五》

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
加熱水解的時間	20 分	20 分	20 分	20 分
酸的濃度	5M	2.5M	5M	17M
酸的種類	HCl	H_2SO_4	HNO_3	CH_3COOH
加 NaCl,Cu_2O 重	0.0755	0.0688	0.0595	0.0482
沒加 NaCl,Cu_2O 重	0.0718	0.0608	0.0525	0.0412
空白實驗:澱粉液+斐林試劑				

<圖五>



<討論>

(1)不同種類的酸，如果加入 NaCl 後，則其催化功能都有加強的效果。

(2)實驗後，溶液的顏色，除醋酸爲藍色外其餘爲紅棕色，但沉澱物爲紅色。

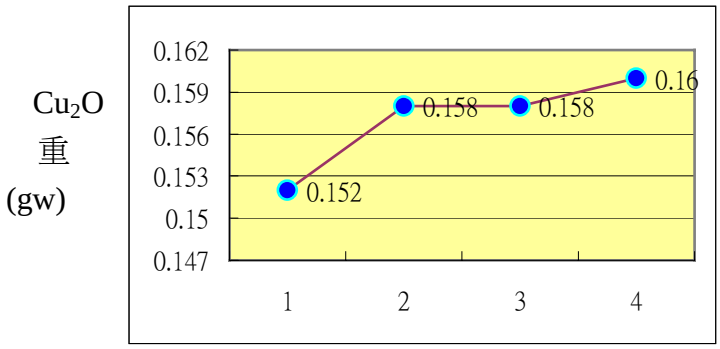
(3)空白實驗沒有產生紅色沉澱。

6.用微波加熱取代隔水加熱對澱粉水解的影響

<表六>

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
微波加熱時間	5 分	5 分	5 分	5 分
鹽酸的濃度	1M	2M	3M	4M
加斐林試劑的量	5mL	5mL	5mL	5mL
Cu_2O 重(g)	0.152	0.158	0.158	0.160

<圖六>



<討論>

1.用微波加熱比隔水加熱所產生的 Cu_2O 量幾乎多 2 倍。

2.用微波加熱水解速率較快，因微波加熱 5 分鐘而隔水加熱 20 分鐘。

3.用微波加熱 1M 的鹽酸催化澱粉水解產生 Cu_2O 的量幾乎和 2M、3M、4M 的鹽酸一樣。

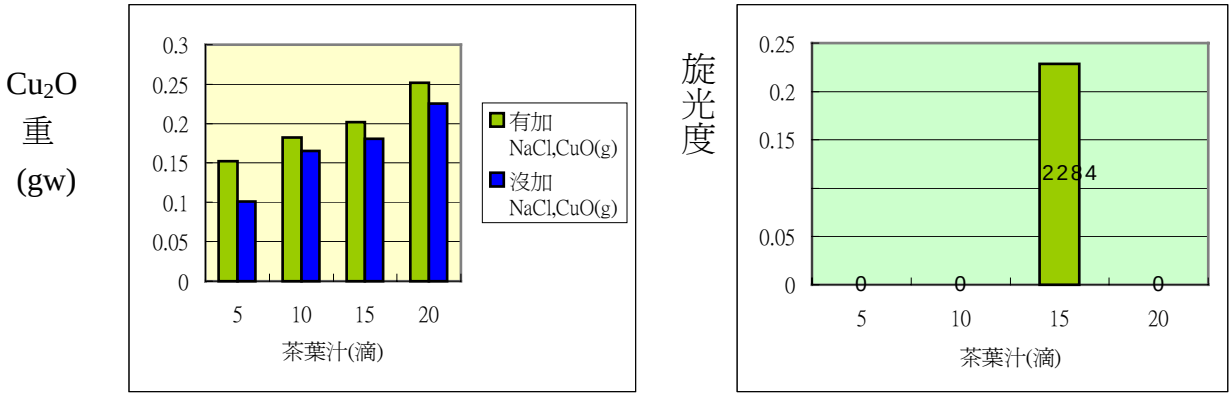
7.茶葉汁,薑,辣椒,咖啡,檸檬,梅汁對澱粉水解的影響

茶葉汁

<表七>

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
加熱水解的時間	20 分	20 分	20 分	20 分
茶葉汁量	5 滴	10 滴	15 滴	20 滴
斐林試劑的量	5ml	5ml	5ml	5ml
加 NaCl,Cu_2O(g)	0.1522	0.1823	0.2015	0.2522
沒加 NaCl,Cu_2O(g)	0.1012	0.1651	0.1811	0.2254
旋光度			+0.2284°	
空白實驗:澱粉液+斐林試劑				

<圖七>



<討論>

(1)茶葉汁對催化澱粉水解的效果非常明顯，沉澱物紅色的 Cu_2O，和鹽酸催化澱粉水解一樣。

(2)茶葉汁滴入越多催化劑效果越好。測旋光度時，溫度爲 29.2℃。

(3)實驗完後，溶液的顏色爲茉綠色。

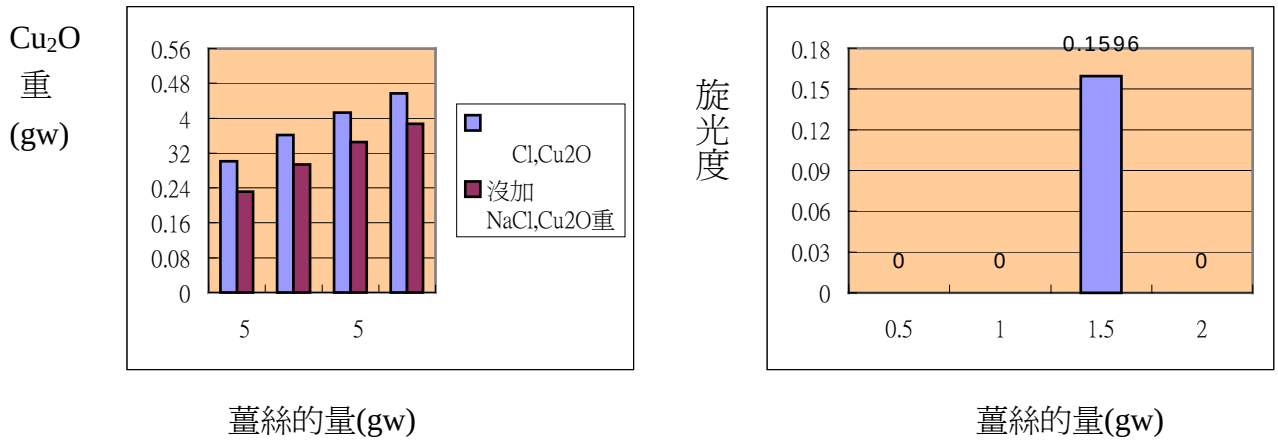
(4)空白實驗沒有紅色沉澱產生。只測沒有加 NaCl 的溶液。

薑絲

<表八>

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
加熱水解時間	20 分	20 分	20 分	20 分
薑絲的量	0.5g	1.0g	1.5g	2.0g
斐林試劑量	5ml	5ml	5ml	5ml
加 NaCl,Cu_2O(g)	0.3014	0.3612	0.4133	0.4575
沒加 NaCl,Cu_2O(g)	0.2316	0.2946	0.3454	0.3874
旋光度			+0.1596	
空白實驗:薑絲+斐林試劑				

<圖八>



<討論>

(1)實驗完後，溶液顏色呈現咖啡色，下面沉澱物呈現紅、綠、土黃色，交錯的顏色故沉澱物不完全是 Cu_2O。

(2)此次實驗：薑絲+斐林試劑也會產生微量的 Cu_2O。

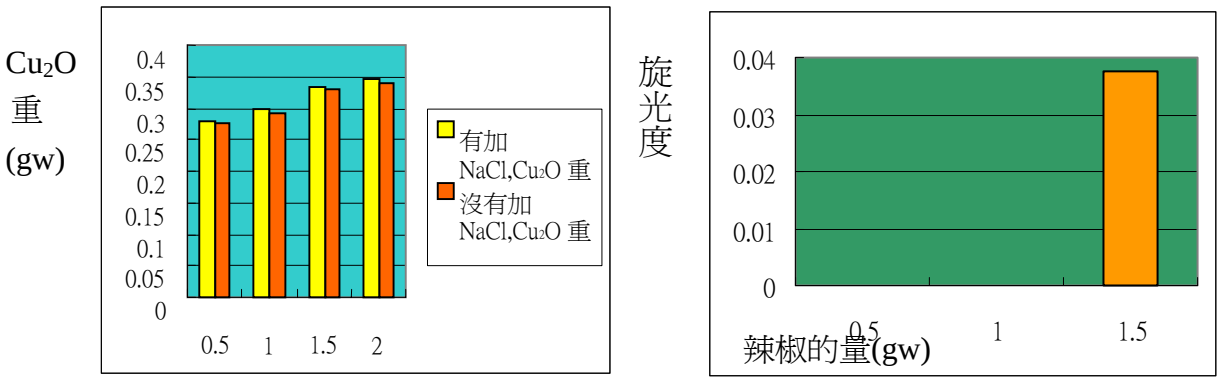
(3)測旋光度時，溫度爲 28.2℃，只測沒有加 NaCl 的溶液。

辣椒

<表九>

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
加熱水解時間	20 分	20 分	20 分	20 分
辣椒的量	0.5g	1.0g	1.5g	2.0g
斐林試劑量	5ml	5ml	5ml	5ml
加 NaCl,Cu_2O	0.2805	0.2988	0.3325	0.3462
沒加 NaCl,Cu_2O	0.2762	0.2925	0.3301	0.3412
旋光度			+0.0376	
空白實驗:辣椒+斐林試劑				

(圖九)



<討論>

(1)辣椒何以會辣，因含有一種化學成分叫做辣椒素。

(2)剖開一個新鮮的辣椒，沿著膜質與肉質的會合邊緣，用放大鏡就可看到氣泡狀的小顆粒,這就是辣椒素的藏身之所。

(3)辣椒素，不溶於水，因此切辣椒要特別小心，如辣味染在手指上，既使用清水沖洗過，再用手指去揉眼睛，也會辣的流涕。以上(1)~(3)抄綠大同雜誌。

(4)由實驗得知，辣椒可幫助澱粉水解，因此早就有人把辣椒作健胃驅風的偏方。

(5)實驗完後，溶液顏色如下：

甲:辣椒+斐林試劑：溶液爲棕綠色，有些微紅沉澱。

乙:辣椒+斐林試劑+澱粉液：溶液爲深綠色，沉澱物爲紅色。

丙:辣椒+斐林試劑+澱粉+食鹽：溶液爲黃色，沉澱物爲紅色。

(6)測旋光度時，溫度爲 28.2℃。

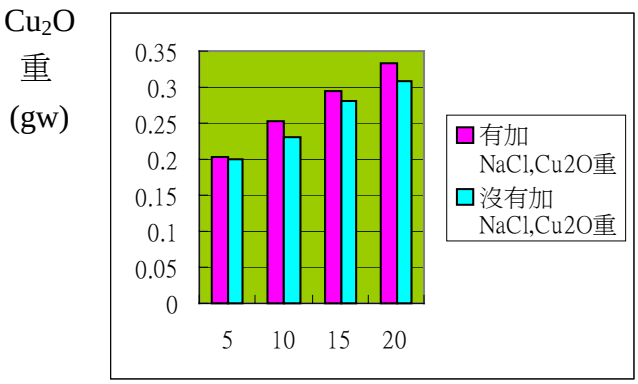
(7)測旋光度時，只測沒有加 NaCl 的溶液。

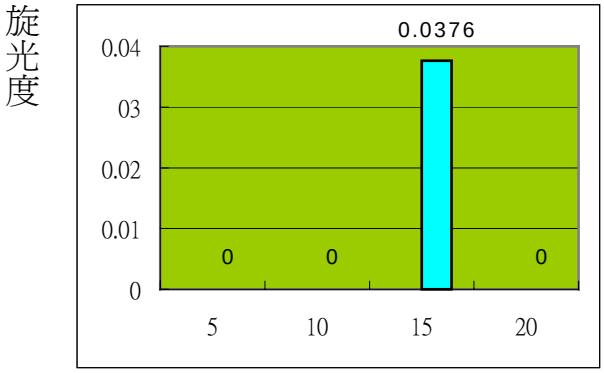
咖啡

<表十>

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
加熱水解時間	20 分	20 分	20 分	20 分
咖啡的量	5 滴	10 滴	15 滴	20 滴
斐林試劑量	5ml	5ml	5ml	5ml
加 NaCl,Cu_2O(g)	0.2038	0.2525	0.2948	0.3321
沒加 NaCl,Cu_2O(g)	0.1998	0.2311	0.2812	0.3088
旋光度			+0.0376°	
空白實驗:咖啡+斐林試劑				

<圖十>





<討論>

(1)因爲沉澱物呈紅綠黃交錯在一起，故無法測得實際的重量，但是反應也有產生 Cu_2O。

(2)咖啡的量越多，Cu_2O 的量也就越多。有多加 NaCl，Cu_2O 的量較多

(3)咖啡+斐林試劑也會產生微量的 Cu_2O。

(4)實驗後，上層液爲茉綠色。

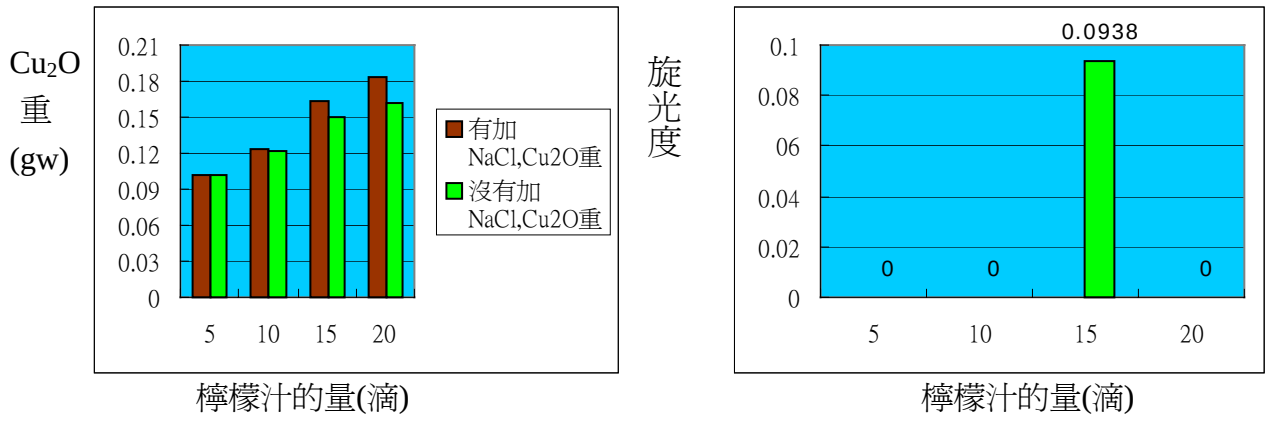
(5)測旋光度時，溫度爲 28.7℃，只測沒有加 NaCl 的溶液。

檸檬汁

<表十一>

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
加熱水解時間	20 分	20 分	20 分	20 分
檸檬汁的量	5 滴	10 滴	15 滴	20 滴
斐林試劑量	5ml	5ml	5ml	5ml
加 NaCl,Cu_2O(g)	0.1021	0.1226	0.1635	0.1826
沒加 NaCl,Cu_2O(g)	0.1015	0.1211	0.1492	0.1625
旋光度			+0.0938°	
空白實驗:檸檬汁+斐林試劑				

<圖十一>



<討論>

(1)空白實驗即檸檬汁+斐林試劑，會產生紅色沉澱且很明顯。

(2)實驗完後，溶液顏色如下：

甲:斐林+檸檬汁：溶液爲深藍色，有紅色沉澱。

乙:斐林+檸檬汁+澱粉液：上層爲綠色、中層紅綠沉澱、下層黃色沉澱。

丙:斐林+檸檬汁+食鹽+澱粉：上層藍色、下層有綠色、橘色、黃色沉澱。

(3)加入食鹽後，催化水解較佳。

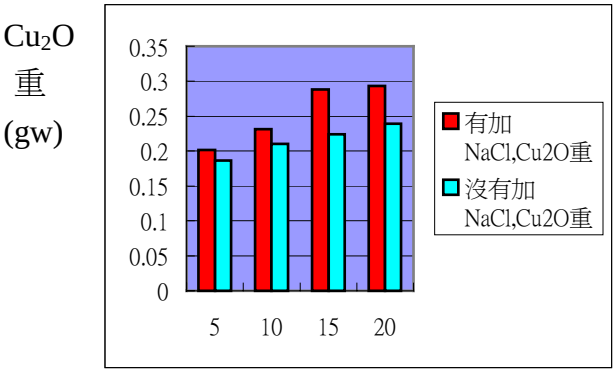
(4)測旋光度時，溫度爲 28.6℃，只測沒有加 NaCl 的溶液。

梅汁

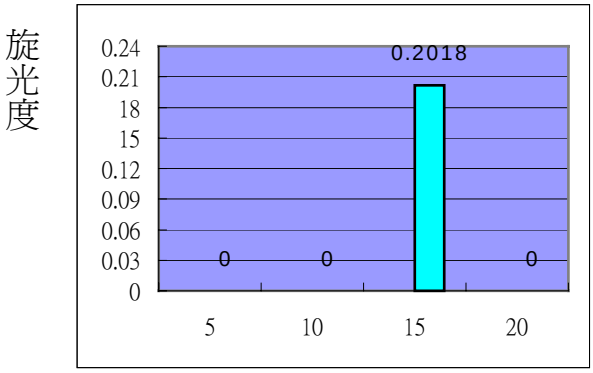
<表十二>

澱粉液濃度	4%	4%	4%	4%
加熱水解時間	20 分	20 分	20 分	20 分
梅汁的量	5 滴	10 滴	15 滴	20 滴
斐林試劑量	5ml	5ml	5ml	5ml
加 NaCl,Cu_2O(g)	0.2014	0.2312	0.2884	0.2932
沒加 NaCl,Cu_2O(g)	0.1865	0.2105	0.2236	0.2392
旋光度			+0.2018°	
空白實驗:梅粉+斐林試劑				

<圖十二>



梅汁的量(滴)



梅汁的量(滴)

<討論>

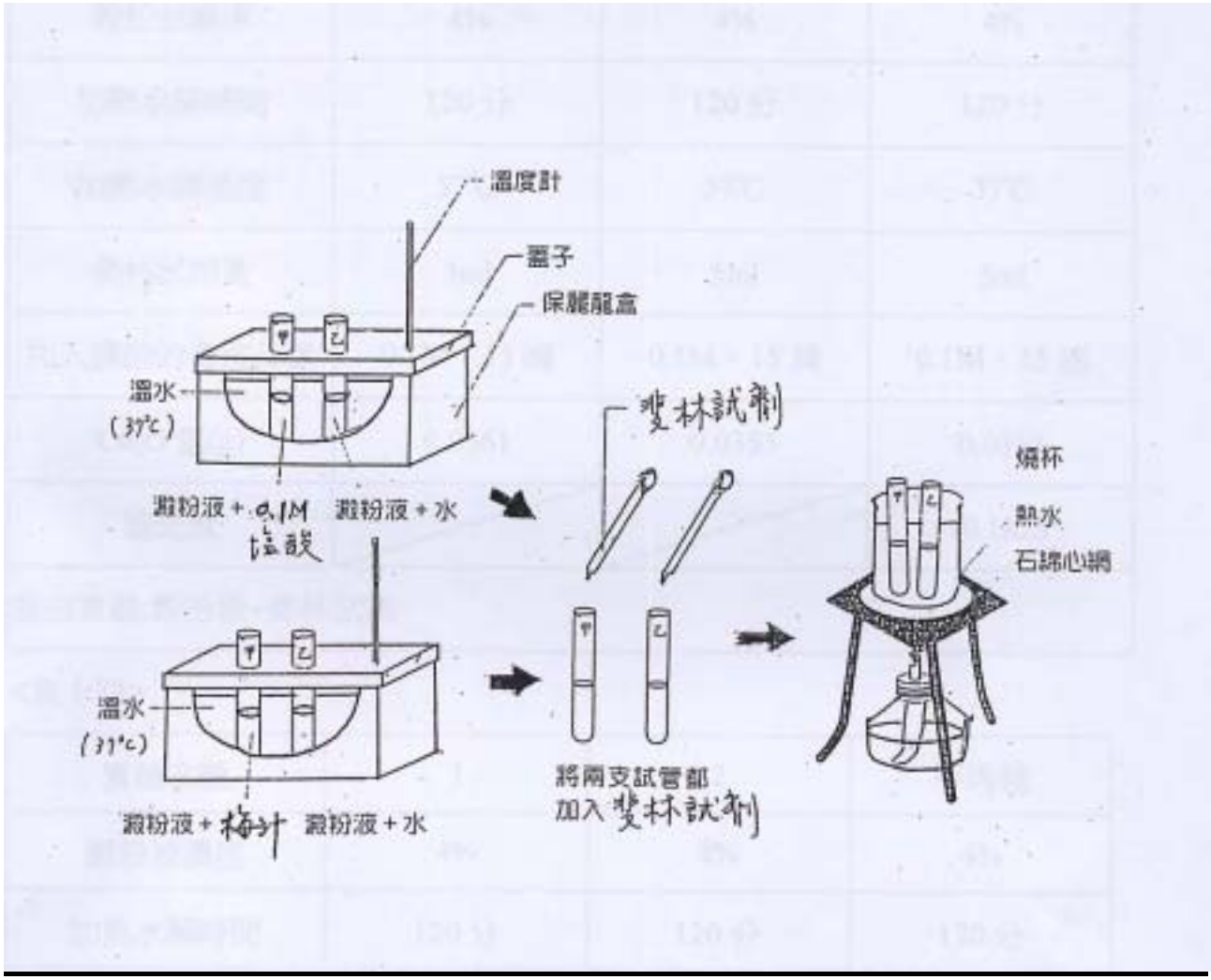
(1)茶葉汁、薑、辣椒、咖啡、檸檬、梅汁，最先產生紅色沉澱的是梅汁，其次是茶汁。

(2)實驗完後，溶液顏色爲茉綠色，沉澱物爲紅色。

(3)加入食鹽後，催化水解的效果較佳。

(4)測旋光度時，溫度爲 28.2℃，只測沒有加 NaCl 的溶液。

8.溫度 37℃，濃度 0.1M 鹽酸和溫度 37℃梅汁，對澱粉水解影響。



<表十三>

實驗次數	1	2	平均值
澱粉液濃度	4%	4%	4%
加熱水解時間	120 分	120 分	120 分
加熱水解溫度	37℃	37℃	37℃
斐林試劑量	5ml	5ml	5ml
加入鹽酸的濃度及量	0.1M，15 滴	0.1M，15 滴	0.1M，15 滴
Cu_2O 重(g)	0.0361	0.0355	0.0358
旋光度			$+0.1823^o$
空白實驗:澱粉液+斐林試劑			

<表十四>

實驗次數	1	2	平均值
澱粉液濃度	4%	4%	4%
加熱水解時間	120 分	120 分	120 分
加熱水解溫度	37℃	37℃	37℃
斐林試劑量	5ml	5ml	5ml
加入梅汁的量	15 滴	15 滴	15 滴
Cu_2O 重(gw)	0.1562	0.1488	0.1525
旋光度			$+0.0688^o$
空白實驗:澱粉液+斐林試劑			

<討論>

(1)據生物學上的研究哺乳動物，胃液中鹽酸 pH 值爲 1.0~3 即$[H^+]$在 10^{-1}~10^{-3}M 之間，本實驗

鹽酸的濃度採最高值 0.1M 來做實驗。

(2)人體的體溫大約 36~37℃，本實驗加熱的溫度用 37℃加熱

(3)加斐林試劑後 20 分鐘，看不出什麼結果，將加熱時間延長至 120 分。

(4)由本實驗結果可知，胃液中的鹽酸濃度，如果沒有澱粉酶做催化劑的話，水解澱粉需要較長的時間。

(5)由本實驗結果可知，梅汁即使在 37℃下時間 2 小時，也可使澱粉水解。所以說，日本便當都有梅子用來幫助消化，應該不是空穴來風吧!

(6)無論 0.1M 鹽酸，或梅汁在 37℃下，水解澱粉，上層溶液的顏色都是深藍色，下層爲紅色的 Cu_2O。

陸、參考資料

1.中華民國第十九屆中小學科學展覽優勝作品專輯(國中組)P41~P51

2.林福助編著，有機化學實驗二十五 P75~P82 復文書局

3.莊智傑編著，有機化學 P200~P207 復文書局

4.國中生物　第三章 養分和能量 國立編譯館

5.曾國輝編著 有機化學概論第十章 碳化合物　一流出版社

6.大同雜誌 82.6 月號　食用的鄉土植物　P127~P132

澱粉液加熱

澱粉液加熱

各種酸和澱粉在熱水中的顏色

各種鹵素離子在熱水中的顏色

梅子、咖啡、檸檬、辣椒在熱水中的顏色

各種酸反應後的顏色

各種鹵素離子反應後的顏色

梅子、咖啡、檸檬、辣椒在熱水中的顏色

不同物質和澱粉液反應後的顏色

不同物質沉澱物的量、顏色

評語

1. 以常用之飲料及調味料來測試對澱粉水解之影響具實務及應用性。
2. 本案實驗設計及考量因素充分。
3. 不同酸以及鹵素元素對澱粉水解部分完整。
4. 催化物品的添加部分，若能對準備方式，濃度 PH 加以定量，其結果應更具說服力。