

美麗金針花背後的二氧化硫

台東女中化學教師 高榮成

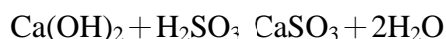
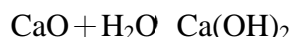
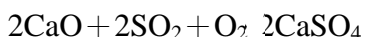
前言：

在台東太麻里鄉有一座馳名的金針山，原本金針是當地重要產物，隨著大陸金針進銷至台灣，因其價格比台灣自產低廉許多導致台灣自產金針缺乏市場競爭力而滯銷，許多農民因此連採收的工錢也無法支出，只好任由一大片金針隨風自生了！這種現象令人感到惋惜，既然它身為我們的名產何不把它多加探討，看看它是否有許多功用能加以利用。因此我們將探討比較各溶液浸泡金針所析出 SO_2 的多寡，利用加壓的裝置快速達到 CaO 吸附浸泡於金針花溶液內的 SO_2 。以及利用滴定的方法測出大陸金針與台東本地種金針的抗氧化能力。

研究過程或方法

研究方法：

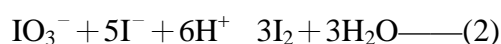
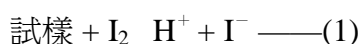
一、 SO_2 處理：



二、還原劑能力：

1. 將試樣加入含碘分子溶液中，利用樣品之抗氧化能力使 I_2 還原成 I^- （反應式 1），以 IO_3^- 滴定 I^- （反應式 2），使其自身氧化還原而生成碘分子，記錄澱粉溶液產生藍色時， IO_3^- 之用量。
2. IO_3^- 之用量多表示其還原能力佳。

方程式表示法：



研究過程：



一、SO₂ 吸附，樣品處理：

1. 以下列不同的溶劑 50 毫升浸泡金針碎片 30 分鐘

A. 水 25 (常溫)、40、60、80

B. NaCl 水溶液、檸檬酸水溶液、NaHCO₃ 水溶液(0.1M、1M)

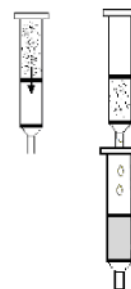
C. 檸檬汁 (pH2、pH3、pH4)

實驗步驟：

1. 組裝簡易針筒裝置裝入一些能吸附 SO₂ 且污染不大的藥品：3 克 CaO。
2. 取樣品溶液 50 毫升置入針筒中，加壓於針筒，使溶液流下。
3. 收集流下之溶液，測其 pH 值。
4. 將萃取後之針筒填充物取出，移至烘箱內烘乾。將烘乾之填充物稱重，增加之重量，即為 SO₂ 重。

實驗裝置如右圖：

溶洗 SO₂ 以 CaO → 吸附 SO₂



吸附 SO₂ 重量計算：

1. 洗液：(AB)

2. 原理： $2\text{CaO} + \text{AB} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaSO}_4 + \text{A}^+ + \text{B}^-$

∴ 吸附 SO₂ 重量 = (反應後針筒反應物重量) - (反應前 CaO 重量)

二、抗氧化能力實驗步驟：

(一) 碘溶液(A)

1. 配 0.01M KIO₃ 取 50ml，再加入 KI 2g，最後再加 0.3M H₂SO₄ 數滴

(二) 澱粉 + 樣品(B)

1. 0.3M H₂SO₄ 取 5ml，加入澱粉 2~3 滴，最後在樣品加 25ml 蒸餾水

(三) 將 A 置於滴定管內，B 置於錐形瓶內，以 A 滴定至顏色不褪，記錄用去的體積。

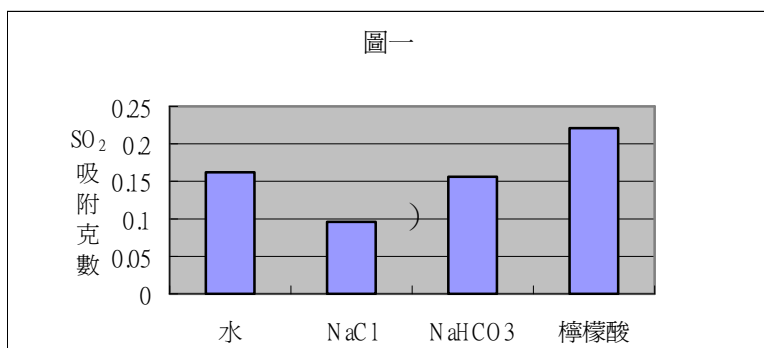
結果：

一、

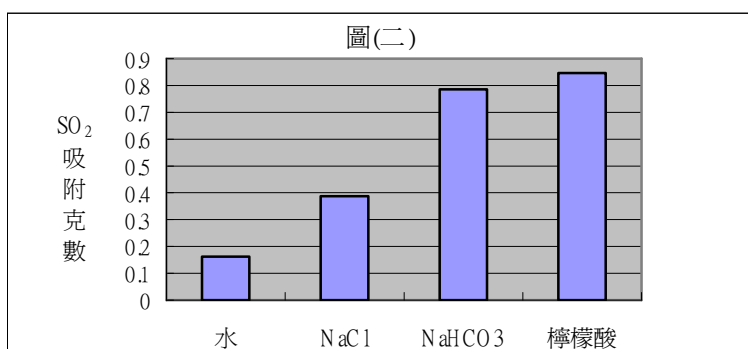
(一) 各溫度下對 0.1M 及 1M 濃度溶劑之 SO₂ 吸附克數比較

1.25 水、NaCl_(aq) (0.1M)、NaHCO_{3(aq)} (0.1M)、檸檬酸_(aq) (0.1M)

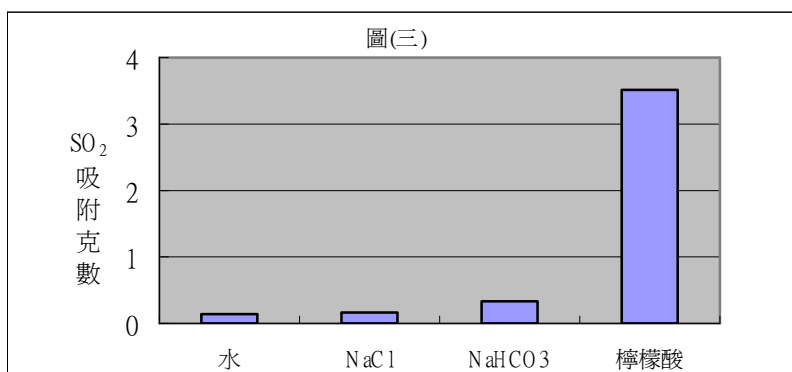




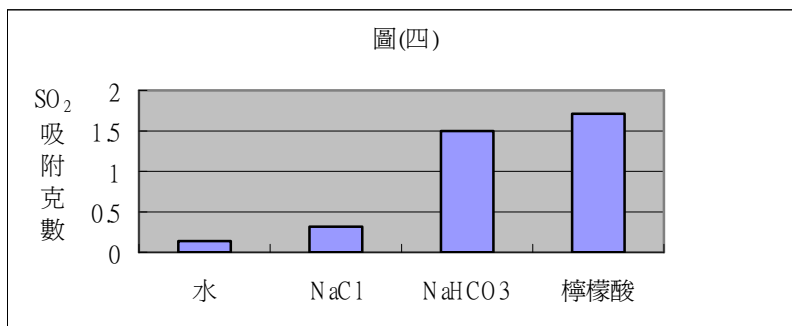
2. 25 水、NaCl_(aq) (1M)、NaHCO_{3(aq)}(1M)、檸檬酸_(aq)(1M)



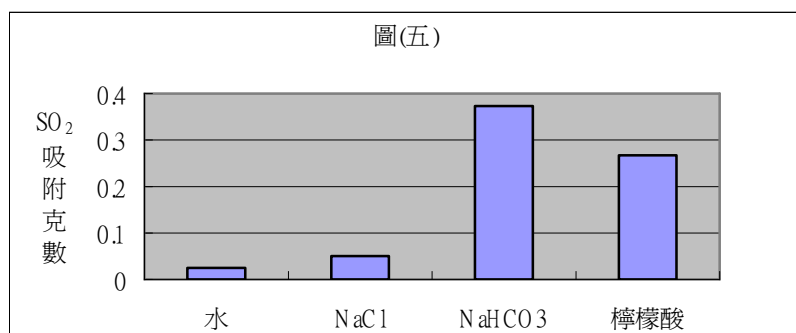
3. 40 水、NaCl_(aq) (0.1M)、NaHCO_{3(aq)}(0.1M)、檸檬酸_(aq)(0.1M)



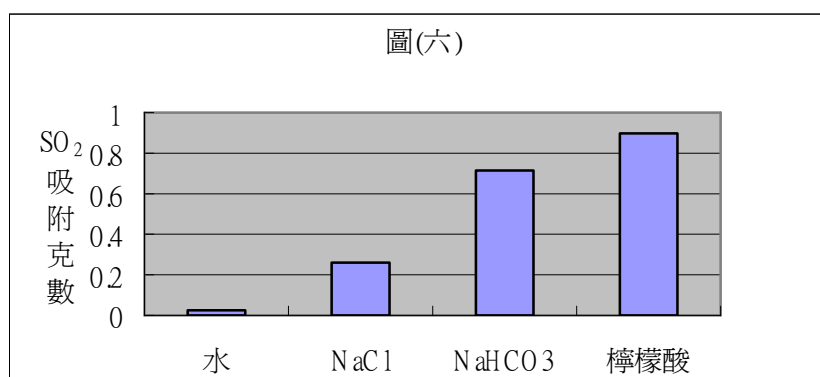
4. 40 水、NaCl_(aq) (1M)、NaHCO_{3(aq)}(1M)、檸檬酸_(aq)(1M)



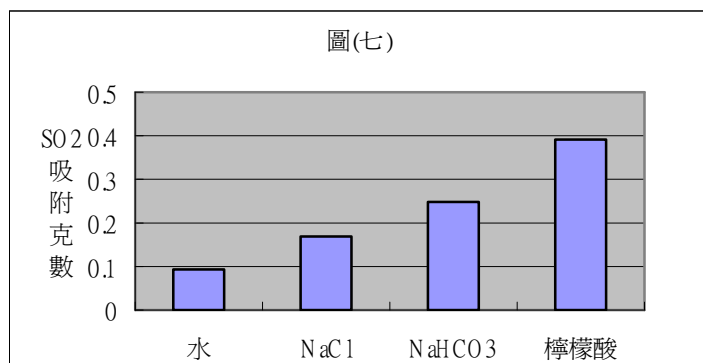
5. 60 水、 $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ (0.1M)、 $\text{NaHCO}_{3(\text{aq})}$ (0.1M)、檸檬酸 $_{(\text{aq})}$ (0.1M)



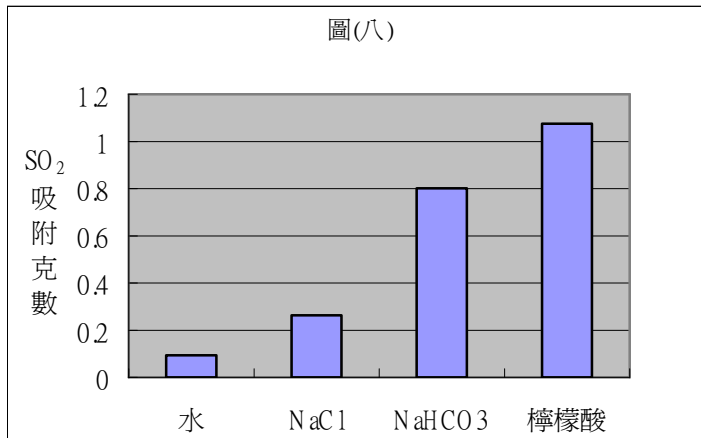
6. 60 水、 $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ (1M)、 $\text{NaHCO}_{3(\text{aq})}$ (1M)、檸檬酸 $_{(\text{aq})}$ (1M)



7. 80 水、 $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ (0.1M)、 $\text{NaHCO}_{3(\text{aq})}$ (0.1M)、檸檬酸 $_{(\text{aq})}$ (0.1M)



8. 80 水、 $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ (1M)、 $\text{NaHCO}_{3(\text{aq})}$ (1M)、檸檬酸 $_{(\text{aq})}$ (1M)



加入 1M 溶液 2ml 時沉澱量比較：(未加金針只加溶液)

醋酸 > 水 > NaCl > 檸檬酸 > NaHCO₃

加入 1M 溶液 2ml 及金針時沉澱量比較：(未磨成粉碎的金針)

醋酸 > 水 > 檸檬酸 > NaCl > NaHCO₃

加入 0.1M 溶液 2ml 時沉澱量比較：(未加金針只加溶液)

水 > NaCl > 檸檬酸 > 醋酸 > NaHCO₃(未沉澱)

加入 0.1M 溶液 2ml 及金針時沉澱量比較(未磨成粉碎的金針)

水 > NaCl > 檸檬酸 > 醋酸 > NaHCO₃(未沉澱)

加入金針時沉澱量比較：(金針粉末泡於黃血鹽)過濾

產銷班 > 空白 > 農會 > 農民 > 大陸 > 台灣

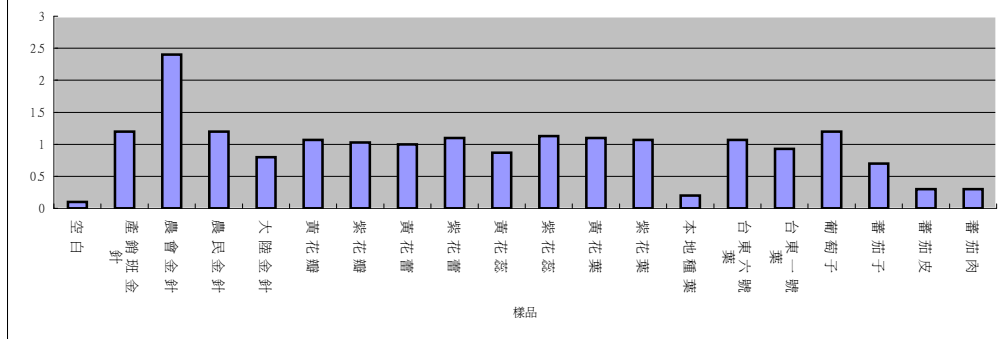
加入金針時及 1M 溶液沉澱量比較：(金針粉末泡於各溶液過濾)

醋酸 > NaCl

未沉澱之比色：NaHCO₃ > 水 > 檸檬酸

三、抗氧化能力結果：

圖(九)
還原劑能力比較



四、台灣金針與大陸金針之比較：

以衛生署合格為標準與各出處的金針做比較：

衛生署合格規定：含水量 < 10% 二氧化硫殘留量 (ppm) < 4,000

(表格中綠色數字為本出處的金針與衛生署規定的差值)

種類	大陸	產銷班	農民
殺菁方式	不明 也可能依照傳統方法(用高溫的水)	亞硫酸氫鈉 (NaHSO ₃)	亞硫酸氫鈉 (NaHSO ₃)
有無燻硫	可能性極大	無	有
烘乾	日曬 但有無烘乾不明	日曬加烘乾	只有日曬
顏色	黃色偏白 或 鮮豔的橘黃色	橘黃有些暗沉	黃色偏白 或 鮮豔的橘黃色
二氧化硫殘留量 (ppm)	10,721	2,200	8,573
與規定之差值	+6721	-1800	+4573
含水量	10.43%	9.55%	7.94%
與規定之差值	+0.43%	-0.05%	-2.06
保存期限			
安全性	危險	安全	不安全

討論

一、SO₂ 吸附克數討論：

1. 比較得知，檸檬酸具有最佳的 SO₂ 吸附能力。而水、NaCl 的吸附力表現不佳。
2. 由結果可知，25°C、60°C、80°C 之高濃度洗液對 SO₂ 吸附力較好。
3. 在不同溫度的比較之下，溫度與其吸附 SO₂ 克數無絕對關係。
4. 不同溫度下，40°C 的洗液具有最多 SO₂ 吸附克數，且以檸檬酸及水最佳。
5. 綜上可知：SO₂ 最佳吸附條件為 40 °C，檸檬酸(aq) 洗液為 0.1 M 時。浸泡於各個溶液的時間越長，CaO 的吸附克數會增加。
6. 由於檸檬酸吸附 CaO 之克數最多，於是我們想測試檸檬汁是否也可如檸檬酸 SO₂ 吸附能力的效果，所以我們將檸檬汁與檸檬酸溶液配置成相同的 pH 值做比較。由於純檸檬汁的 pH=2，所以我們將檸檬酸與檸檬汁溶液配置成 pH=2、pH=3、pH=4。由表 12 發現檸檬汁的吸附能力勝於檸檬酸。

原因：NaHCO₃：與溶液中的 SO₂ 發生酸鹼中和作用產生可溶性鹽 Na₂SO₄ 或 Na₂SO₃，溶於水中因而提高了 SO₂ 的洗滌效果。亦為緩衝溶液。

檸檬酸：SO₂ 在水中先形成硫酸 H₂SO₃，而 H₂SO₃ 的 H⁺ 很快就解離，H⁺ 與檸檬酸根結合形成檸檬酸，其酸及鹽類是很好的緩衝溶液，能不斷把 SO₂ 溶於水中，所以洗滌力非常好。

二、還原劑能力比較：

1. 由圖九可知金針花樣品與空白式樣及抗氧化劑比較的結果，我們將所有樣品實驗組與空白對照組比較，所有的實驗組還原力皆高於空白樣品，表示金針具有還原的性質。
2. 金針花各部位於滴定時耗去之 KIO₃ 體積普遍高於蕃茄子、蕃茄肉。
3. 農會金針花耗去之 KIO₃ 體積為最多。

推測原因：

而比較加工金針《中藥大辭典》記載金針含有生物鹼、黃酮類。據測定乾製品中含蛋白質、脂肪、糖分、鈣，並含有維生素 A、B、C 及多種微量元素。由圖九得知，加工過的金針與未加工的金針所耗去之 KIO₃ 體積沒有太大的差異，所以亞硫酸鹽並非完全金針還原力的主要影響要件。就金針的成份而言，黃酮 Flavoid 是植物中最常見的天然抗氧化劑。其還原力的機制可能由此而來。

三、

1. 由表格所知，大陸金針(10,721ppm)和農民所產的金針(8573ppm)本身都含有很高的含硫量，皆超過衛生署合格規定，所以其加工過程中可能增加了燻硫時間或硫磺用量，為使金針乾製品的色澤更漂亮。



2. 呈 1.所論，燻硫具有漂白、防腐和防止非酵素褐變反應，所以金針具有黃色偏白的色澤，與燻硫時間增加或使用過多硫磺用量的因素，關係極大。
3. 乾燥金針的含水量與保存期限有關，含水率偏高者，容易變質較不耐貯藏。

結論：

- 一、不同洗液對 SO_2 吸附克數的結果可以得知，金針花樣品裡的二氧化硫並非想像中難以去除，只需將水稍微加溫至 40°C 左右，便可簡單的用水或常見的檸檬酸來將它去除。而加入檸檬汁有更好的去除效果。
- 二、本實驗測試金針花抗氧化性質後，顯示金針花確實具有**抗氧化(還原)**能力，且其結果可比媲美於當今的葡萄子、蕃茄等抗氧化聖品。
- 三、金針花在酸性、鹼性溶液呈現不同顏色。於不同濃度溶液下，顏色也有深淺的呈現，因此，可利用金針花當成酸鹼指示劑。
- 四、
 - 1.經過燻硫的金針製品顏色較鮮豔且賣像較好。但含硫量大多都超過標準值。
 - 2.大陸和農民所產的金針顏色較為美觀，在硫磺用量和亞硫酸鹽類都有過量的現象，食用過多對身體有害。
 - 3.台東廠銷班所製造的金針色澤雖沒比大陸和農民的美觀，但是都合乎規定且安全性較佳。
 - 4.建議在購買金針乾製品時，因乾燥金針吸收空氣中的水份速度非常快，所以儘量選擇小包裝，而色澤上的選擇，盡量不買顏色鮮豔或黃色偏白的。且出處標明為台東金針產銷班或農會的較為安全。

未來展望

1. 經由設計簡便易測定的裝置經驗，金針花未來的檢驗方向仍有潛力朝更快速簡便的方向發展。
2. 檸檬酸具有較高的吸附 SO_2 能力，可加入在含有 SO_2 之食物，達到去除 SO_2 的功效。抑或添加在金針加工過程中，而使 SO_2 的含量降低

參考資料及其他

(一)參考資料：

1. 龍騰版基礎化學
2. 龍騰版物質科學化學篇
3. 金針花專輯台灣省台東區農業改良場 編印
4. 金針產銷加工及二氧化硫殘留量自主檢驗訓練講義；國立宜蘭技術學院 編印

