

# 中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 化學科

080212

喝茶？找碴？—單寧酸和茶的異想世界

學校名稱：彰化縣彰化市大竹國民小學

作者：  小五 蔡幸紘  小六 陳炳伸  小四 黃祥偉	指導老師：  詹英玲
---	------------------

關鍵詞：茶、單寧酸、水溶液

# 喝茶？找碴？ 單寧酸和鐵的異想世界



## 摘要

大家都喜歡喝茶保健但是喝茶過濃會傷身，造成貧血，所以透過實驗來找出多喝茶是否完全沒壞處。本實驗主要以生綠茶液、各品牌茶飲料，利用硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵三種鐵化合物的鐵離子和茶葉中的單寧酸，化合產生沉澱物的方法，以沉澱物的多寡，來判斷茶葉含單寧酸的量。

經過一連串實驗發現，浸泡時間久或煮沸方式，增加單寧酸的溶出，妨礙鐵的吸收，但是加入酸性物質，會減少單寧酸和鐵離子產生的沉澱。市售茶飲料以純綠茶和純烏龍茶單寧酸含量比紅茶多，酸性紅茶單寧酸的量則大量減少。各處水源含鐵量的比較結果是地下水>自來水>井水>市售礦泉水>埔里泉水。多吃菠菜不一定健康。

## 壹、研究動機

去年南投茶業博覽會盛大舉行，喝茶在台灣是很普遍的事，尤其發展成藝術精緻化的茶道，更是很多人樂在其中。大眾把多喝茶當作保健之道，可以防癌、防老化，但是我在網路上看過一則健康新聞提到”喝茶易造成貧血”這是不是意味著喝茶要注意些什麼?尤其是茶飲料最近造成年輕人日常生活中不可或缺的熱門飲料,那麼,多喝茶好嗎?

## 貳、研究目的

- (一) 泡茶方式的不同是否會影響其單寧酸的溶出量?
- (二) 維他命 C 或醋酸的存在是否會影響單寧酸與鐵的反應?
- (三) 檢測市售茶飲料中含單寧酸的多寡。
- (四) 利用茶液中單寧酸檢測各處水源鐵質含量比較。
- (五) 吃菠菜是否可以補充鐵質?

## 叁、研究材料及器材

### 一、研究材料與器材說明表

設備與器材名稱	數量	設備與器材名稱	數量
生綠茶葉	一包	試管	20 個
市面上的各品牌茶飲料	各一罐	燒杯	5 個
菠菜	一把	量筒	3 個
各處的水源	各一杯	滴管	3 支
維他命 C、醋酸	各一瓶	電子秤	1 個
硫酸鐵、硫酸亞鐵、 氯化鐵	各一瓶	玻棒	3 支
試管架	2 個	濾網	1 支

### 二、研究材料與器材說明圖

		
試管、試管架、量筒、燒杯	電子秤、玻棒、滴管、濾網	生綠茶葉、維他命 C、醋酸、 硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵
		
各品牌茶飲料	果汁機	菠菜

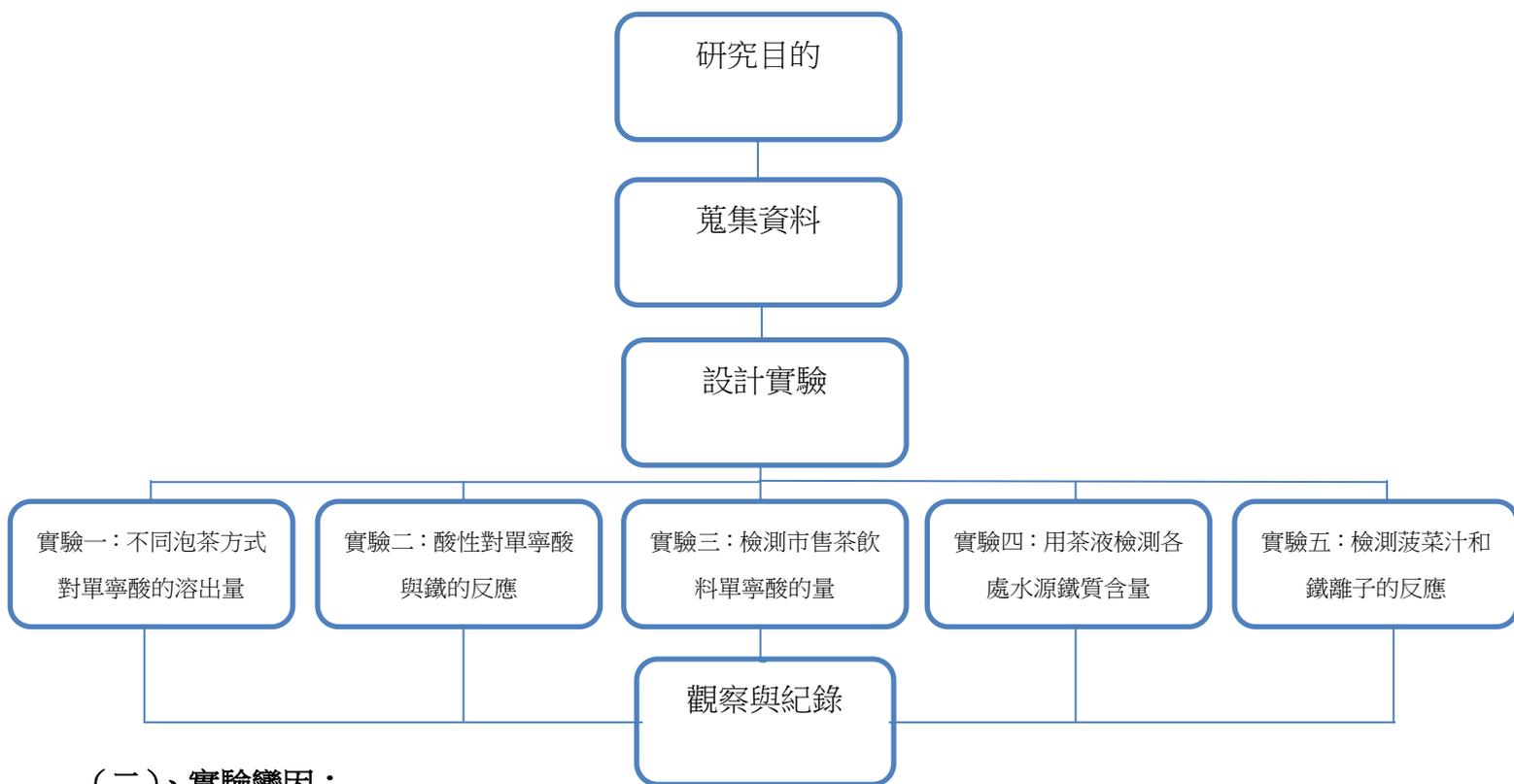
## 肆、研究過程及方法

### 一、研究過程

#### (一)、研究流程：

針對我們心中對茶的成分和保健效果的疑問，老師指導我們可先上網找尋相關資料，找資料的過程中，我們雖然很快的找到了茶的成分相關資料，但是對於如何實驗茶的單寧酸和鐵的作用，並沒

有具體的方法，於是老師建議我們先透過實驗的結果，再來驗證所找到的相關資料，於是我們在討論確立好要研究的目的與欲解決的疑難問題後，我們便針對其研究問題進行下列的探討與實驗，整個研究實驗架構圖如下：



## (二)、實驗變因：

研究主題	操縱變因	應變變因	控制變因
泡茶方式不同對單寧酸溶出量的影響	不同泡茶方式	沉澱量的多寡	飽和的硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵水溶液
茶水加入醋、維他命 C 對單寧酸溶出量的影響	醋、維他命 C	沉澱量的多寡	飽和的硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵水溶液、沸水沖泡的茶液〈A 液〉
市售不同茶飲料對單寧酸溶出量的影響	不同市售茶飲料	沉澱量的多寡	飽和的硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵水溶液
利用茶液中單寧酸檢測各處水源鐵質含量	各處水源	沉澱量的多寡	檢測劑：茶裏王綠茶
吃菠菜是否可以補充鐵質	菠菜	沉澱量的多寡	飽和的硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵水溶液、茶裏王綠茶

(三)、與教材關聯性：南一版 3 下第二單元【水的溶解作用】、南一版 5 下第二單元【水溶液的性質】、翰林版 5 下第二單元【水溶液】

## (四)、相關資料：

1. 茶可以分成沒有發酵的綠茶、半發酵的烏龍茶及發酵的紅茶，而這裡所說的發酵並不是如一般用微生物的發酵過程，而是透過茶葉本身釋放出來的酵素而產生的氧化反應。茶葉被揉破後，細胞裡的酵素會跑出來氧化酚化學物成褐色的多酚化合物，這就是茶的顏色。
2. 單寧酸(鞣酸)是植物界很常見的成分,許多植物含高濃度單寧酸,蔬菜也是單寧酸的重要來源,茶是最有名的含單寧酸飲料,檳榔也含大量單寧酸。單寧酸屬多酚類物質,進入人體後能和細胞裡的化學物質

起化學反應,有些反應可能對身體有利,有些可能有害。單寧酸,是形成茶葉色香味的主要成份之一,也是茶葉中有保健功能的主要成份之一。它能有效地阻止放射性物質侵入骨髓,並可使銻-90 和鈷-60 迅速排出體外,被健康及醫學界譽為「輻射剋星」。單寧酸有益於心血管疾病的預防,適量的單寧酸可保護肝臟,將未發酵的茶(綠茶,含有豐富單寧)煮汁洗腳,可治療香港腳。

3.茶水的顏色映應茶的單寧酸種類。新鮮茶葉和綠茶主含兒茶素單寧酸(可水解單寧),新鮮茶葉經水蒸氣處理後製成綠茶,未經發酵,各種兒茶素單寧成分原樣保存,沒有變質。紅茶則是新鮮茶葉經發酵後製成,發酵期間,茶葉裡的酵素將大部分兒茶素單寧氧化成縮合兒茶素單寧,縮合單寧顏色轉成暗紅。在綠茶製造過程中,茶葉裡的酵素已被蒸氣破壞,故綠茶成分未被氧化,不含或少含縮合單寧。烏龍茶的單寧酸成分部分受酵素性氧化,但程度較低,仍含大量新鮮茶葉的單寧成分,但已有不少縮合單寧形成,故其顏色介於綠茶和紅茶之間。

4.所謂的發酵作用,是茶葉在空氣中的氧化作用,氧化時間越久,茶汁顏色越深;此外,茶中的單寧酸成分會減少,使苦澀味道減少,喝起來口感更甘甜。

5. 茶葉含有單寧酸,是濃茶傷身的最主要物質。茶能提神醒腦、促進消化,然而,飲茶過濃,就會傷身,尤其是老年人,一旦經常性地大量飲濃茶容易出現下列癥狀:

〈1〉阻礙人體對鐵的吸收。茶葉中含有單寧酸,紅茶約含 5%,綠茶約含 10%。當人體大量飲濃茶後,單寧酸與鐵質的結合就會活躍,給人體對鐵的吸收帶來障礙和影響,使人體表現為缺鐵性貧血。普洱(熟普)和藏茶含量較少,飲用這類茶不用擔心單寧酸帶來的影響,老人小孩都可以飲用。

〈2〉易產生便秘症。茶葉中的單寧酸還能與食物中的蛋白質結合生成一種塊狀的、不易消化吸收的單寧酸蛋白,導致便秘症的產生。

## 二、研究方法

### (一)泡茶方式的不同是否會影響其單寧酸的溶出量?

由四種不同的泡茶方式(A.沸水沖泡 B.煮沸三分鐘 C.煮沸並長時間<隔夜>浸泡 D.冷泡茶長時間浸泡<隔夜>)分別加入飽和的硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵水溶液化合,觀察其沉澱情形,並測知沉澱量多寡。步驟 1、調配等量的茶葉,配製於四燒杯中,分別為 A.B.C .D.杯(如圖片 1、2)。

步驟 2、調配等量的硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵成水溶液(已飽和)(如圖片 3)。

步驟 3、取 A.B.C. D.液 15ml 置試管中,再分別加入硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵水溶液 2ml,放置三天後觀察其結果(如圖片 4)。





圖片 3



圖片 4

(二)利用其它物質如維他命 C、醋酸，觀察其是否影響之中的沉澱情形。

1. 維他命 C 片的實驗

步驟 1、將一顆維他命 C 片溶於水至完全溶解，取之中 5ml(如圖片 5)。

步驟 2、將已調配好的 A 液(沸水沖泡) 10ml 與上述溶液調和，為 E1 液。

步驟 3、再取硫酸鐵 2ml 與 E1 液混合(如圖片 7)，放置三天後觀察其結果。

2. 醋酸的實驗

步驟 1、取 5ml 白醋加入已調配好的 A 液(沸水沖泡) 10ml，為 E2 液。

步驟 2、再取硫酸鐵 2ml 與 E2 液混合(如圖片 6、7)，放置三天後觀察其結果。



圖片 5



圖片 6



圖片 7

(三) 檢測市售茶飲料中含單寧酸的多寡。

步驟 1、購取市面上不同品牌的茶飲料，取 15ml 於試管中(如圖片 8)。

步驟 2、將以配置好的硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵溶液(飽和濃度)取 2ml 與上述的茶飲料調和，放置三天後觀察(如圖片 9)。



圖片 8



圖片 9

**(四) 利用茶液中單寧酸檢測各處水源鐵質含量比較。**

步驟 1、取自來水、地下水、泉水等各 15ml，分別加入茶裏王綠茶各 5ml (如圖片 10、11、12)。

步驟 2、調和後，放置三天後觀察(如圖片 13)。



圖片 10



圖片 11



圖片 12



圖片 13

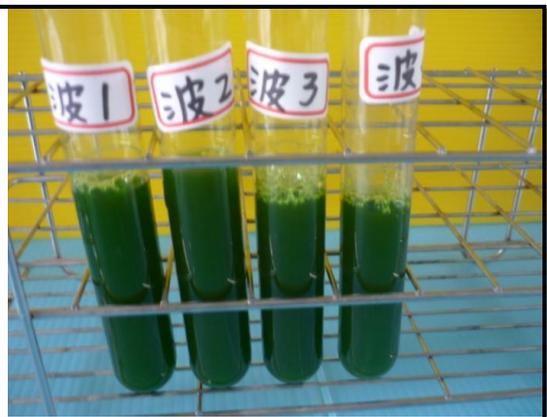
**(五) 吃菠菜是否可以補充鐵質?**

步驟 1、將菠菜壓榨成汁，並過濾後取 15ml 於四試管中(如圖片 14、15)。

步驟 2、將硫酸鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵溶液(飽和濃度)及茶裏王綠茶茶水各取 2ml 加入菠菜液中，放置三天後觀察(如圖片 16、17)。



圖片 14



圖片 15



圖片 16



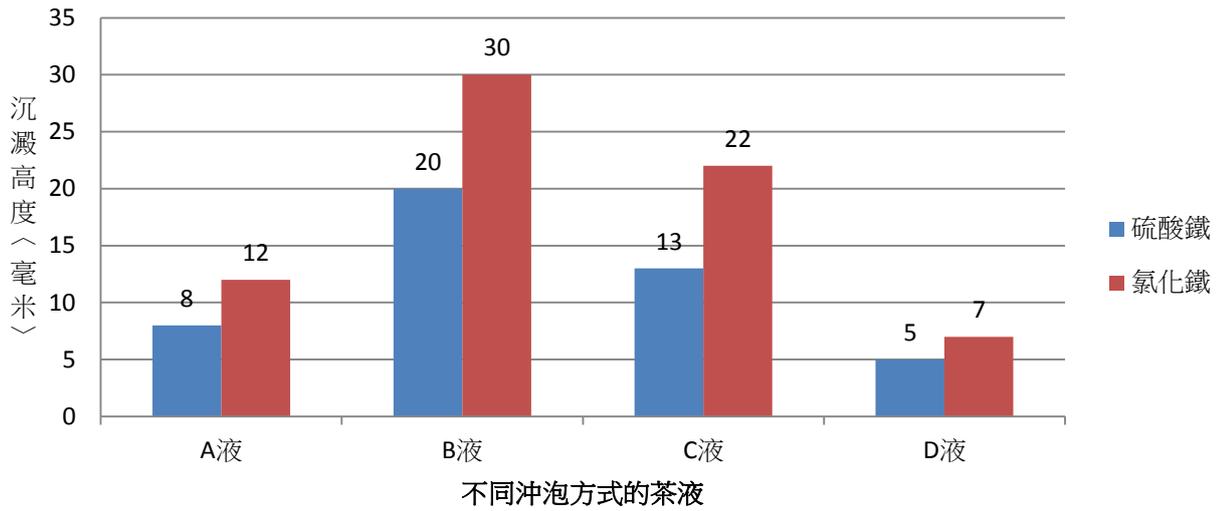
圖片 17

## 伍、研究結果

### 一、泡茶方式的不同產生的沉澱量也不同

	A 液	B 液	C 液	D 液
1.硫酸鐵	8 毫米沉澱，略比 A、B 液混濁。	20 毫米沉澱，沉澱物呈片狀。	13 毫米沉澱，沉澱物呈片狀。	5 毫米沉澱，略比 A、B、C 液混濁，且較 A、B、C 液難完全沉澱。
2.硫酸亞鐵	呈混濁狀，無法沉澱深黑色。	呈混濁狀，無法沉澱深黑色。	呈混濁狀，無法沉澱深黑色。	呈混濁狀，無法沉澱深黑色。
3.氯化鐵	12 毫米沉澱，沉澱物呈片狀。	1.沉澱速率慢。 2.第一、二天沉澱為 15 毫米，第三天為 30 毫米。 3.沉澱過程中的碎屑物較 A 液中大，仍為片狀。	22 毫米沉澱，沉澱物呈片狀。	7 毫米沉澱，沉澱物呈片狀。

## 不同沖泡方式沉澱比較圖



照片 1



照片 2



照片 3



照片 4

## 二、維他命 C、醋酸影響沉澱量之情形

	沉 澱 狀 況
A 液加硫酸鐵 (對照組)	8 毫米沉澱，沉澱物呈片狀。
A 液加硫酸鐵 再加醋酸	沉澱速度變慢沉澱量仍比未加前少，沉澱物也呈片狀。
A 液加硫酸鐵 再加維他命 C	沉澱量較上面對照組少，且有部分沉澱物質散布漂浮液中，難完全沉澱，沉澱物也呈片狀沉澱速率也變慢。

## 三、市售各品牌的茶飲料與三種含鐵化合物的沉澱情形

### 1. 古道梅子綠茶(a)

- (1) 加入硫酸鐵: 沉澱量 1 毫米，附著試管底部薄薄一層。
- (2) 加入硫酸亞鐵: 完全沒有沉澱或顏色變化，和原液一樣。
- (3) 加入氯化鐵: 沉澱量稀少，附著試管底部薄薄一層。

### 2. 古道百香綠茶 (b)

- (1) 加入硫酸鐵: 5 毫米沉澱。
- (2) 加入硫酸亞鐵: 無沉澱，茶色清澈，顏色和原液相同。
- (3) 加入氯化鐵: 3 毫米沉澱。

### 3. 生活泡沫綠茶(c)

- (1) 加入硫酸鐵: 13 毫米沉澱。
- (2) 加入硫酸亞鐵: 沉澱在試管底部薄薄一層，溶液呈漸層，由上而下分別是綠(浮在液面)、紫、透明、灰、黑色。
- (3) 加入氯化鐵: 15 毫米沉澱。

### 4. 生活泡沫紅茶(d)

- (1) 加入硫酸鐵: 6 毫米沉澱。
- (2) 加入硫酸亞鐵: 其溶液上部有紫黑色泡沫狀物質，未完全沉澱。
- (3) 加入氯化鐵: 8 毫米沉澱。

### 5. 茶裏王烏龍茶(e)

- (1) 加入硫酸鐵: 12 毫米沉澱，溶液呈現最混濁(與其他上下兩者比較)。
- (2) 加入硫酸亞鐵: 難完全沉澱，有黑色絨毛狀懸浮物。
- (3) 加入氯化鐵: 15 毫米沉澱，溶液呈現最清澈(與其他上面兩者比較)。

### 6. 茶裏王綠茶(f)

- (1) 加入硫酸鐵: 15 毫米沉澱，沉澱物黑色片狀，上層茶液清澈顏色淺綠。
- (2) 加入硫酸亞鐵: 沉澱附著管底薄薄的一層，溶液是淺綠色，上半部比下半部深，中間有藍色絨毛狀懸浮物。
- (3) 加入氯化鐵: 12 毫米深咖啡色沉澱，其溶液上半部顏色是清澈茶色。

### 7. 泰山荔枝綠茶(g)

- (1) 加入硫酸鐵: 10 毫米黑色片狀沉澱，上層茶色淺綠色，有絨毛狀懸浮物。

(2) 加入硫酸亞鐵: 附著管底薄薄的一層, 其溶液呈淺綠色上層較下層深, 有黑色棉花狀質, 未完全沉澱。

(3) 加入氯化鐵: 8 毫米深咖啡片狀沉澱, 其溶液清澈, 有淺咖啡的茶色。

### 8. 泰山水果茶(h)

(1) 加入硫酸鐵: 無沉澱物, 溶液顏色與原茶色相同。

(2) 加入硫酸亞鐵: 無沉澱物, 有淺褐色的茶色。

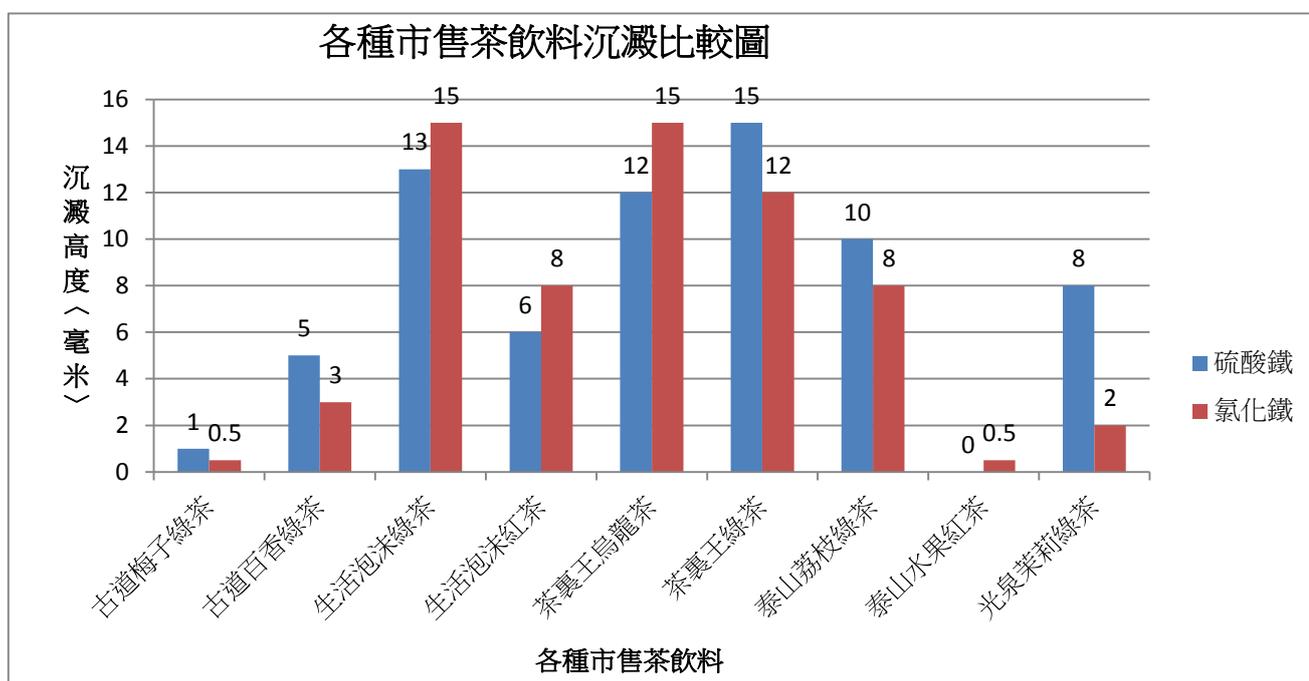
(3) 加入氯化鐵: 沉澱量稀少, 附著試管底部薄薄一層, 溶液顏色上半層清澈淺紅色, 下半層混濁紅褐色。

### 9. 光泉茉莉綠茶(i)

(1) 加入硫酸鐵: 8 毫米沉澱。

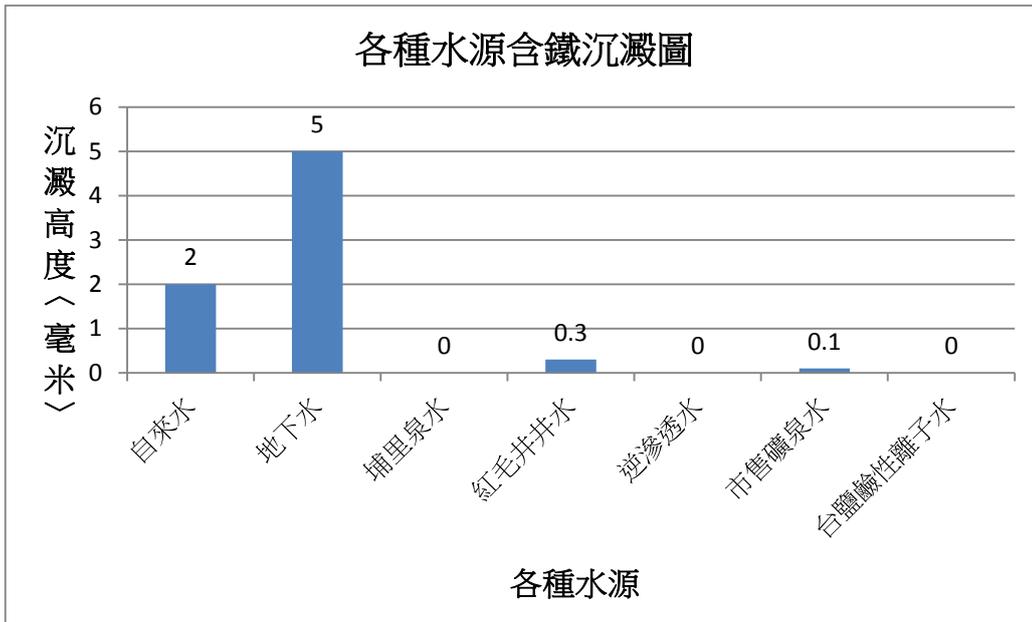
(2) 加入硫酸亞鐵: 附著管底薄薄的一層, 其溶液上部有紫黑色泡沫狀質, 未完全沉澱。

(3) 加入氯化鐵: 2 毫米沉澱, 其溶液上半部顏色較下半部顏色深。



### 四、 利用茶水比較不同水源所含鐵等礦物質的多寡:

1. 自來水 — 2 毫米的暗褐黃色沉澱物。
2. 地下水 — 5 毫米的暗褐黃色沉澱物, 溶液呈微黃色。
3. 埔里泉水 — 無沉澱, 和原液相同。
4. 紅毛井井水 — 一些微黑色沉澱, 但不明顯。
5. 逆滲透的水 — 無沉澱, 和原液相同。
6. 市售礦泉水 — 一些微黑色沉澱, 但不明顯。
7. 台鹽鹼性離子水 — 無沉澱, 和原液相同。



### 五、菠菜中草酸、茶水的單寧酸和鐵離子的三角關係。

- 1.加硫酸鐵:23 毫米深綠色沉澱，上層溶液清澈呈淺綠色，和菠菜原液比較，其液體澄清。
- 2.加硫酸亞鐵:20 毫米深綠色沉澱，上層溶液呈淺綠色，有絨毛狀懸浮物。
- 3.加氯化鐵: 10 毫米深綠色沉澱，上層溶液呈褐色混濁狀。
- 4.加茶裏王綠茶:加入茶裏王綠茶後，沒有產生沉澱，也沒有顏色的深淺差異，如同原菠菜汁。

## 陸、討論

由實驗(一) (1)知煮沸三分鐘所得的茶(B 液)能將茶葉溶出較多的單寧酸。

(2)當中的硫酸亞鐵皆不能與四種茶(A.B.C.D 液)產生沉澱，證明單寧酸是與三價鐵沉澱而非二價鐵。

(3)浸泡時間久或煮沸等方式，都會增加其單寧酸的含量，故泡茶不宜使用上述方法，而危害健康。

由實驗(二) (1)維他命 C 和醋酸等這類的酸性物質皆會影響單寧酸和鐵離子所產生的沉澱量變少。

(2)除影響沉澱量外，也會使沉澱速度變慢。

由實驗(三) (1)由實驗情況得知純綠茶和純烏龍茶所含單寧酸比紅茶多，所以沉澱量較多。

(2)古道梅子綠茶、泰山水果紅茶其顏色最淺及產生沉澱少的原因有三:

ㄟ.該茶飲料所含茶的成分稀少。

ㄚ.該茶飲料中含有其他物質使沉澱量減少，如檸檬酸、酸梅汁等酸的物質。

ㄛ.實驗中知檸檬酸的影響大於酸梅，所以酸的強弱也影響因素之一。

(3)生活泡沫綠茶加入硫酸亞鐵產生顏色由上而下的漸層變化，可能因飲料中含有除茶外的其他成分，而與硫酸亞鐵產生其他變化。

(4)光泉茉莉綠茶其溶液上部(加入硫酸亞鐵)有紫黑色泡沫狀物質而難完全沉澱，可能與其成分中的茉莉花液有關，影響了沉澱情形。

(5)泰山荔枝綠茶的沉澱量較純綠茶少可能是綠茶含量較少。

**由實驗(四)** (1)未經實驗的三溶液看起來皆沒有什麼差異，經實驗後，由暗褐黃色沉澱物可知水溶液中含有鐵之類的礦物質。

(2)測試的水溶液中以地下水最為明顯，故地下水含有極豐富的鐵質，自來水亦含有些微的鐵質。

**由實驗(五)** (1)其菠菜液加入硫酸亞鐵能產生沉澱，與 A.B.C.D 液的不能產生沉澱情形不同。

(2)沉澱物的顏色為深綠色，在沉澱完成後，除沉澱物外，其上部菠菜液較原菠菜液清澈透明，加入硫酸亞鐵的溶液最為明顯，可能是因菠菜液中有多餘的草酸根與三價鐵及二價鐵皆可產生青黃色的草酸鐵及草酸亞鐵沉澱吧!

(3)沉澱過程中也將菠菜中所擁有的色素也沉澱了。

## 柒、結論

1.茶水中確實含有能與鐵沉澱的單寧酸，而單寧酸的溶出量與泡茶的方式有關，所以泡茶時不宜將茶葉浸泡過久也不宜使用煮沸的方式。

2.茶水中的單寧酸會與三價鐵離子結合成難溶於水的物質，而鐵在食物中主要是以三價鐵之型式存在，所以在飲食中不斷的飲用茶水反而有礙鐵質的吸收。

3.鐵在食物中主要是以三價鐵之型式存在，經胃酸後在十二指腸及空腸上端卻以二價鐵之型式被吸收，由實驗結果我們認為維生素 C 或白醋等酸性物質的存在下可能有利於鐵質以亞鐵離子型式的存在，也就是說有利於腸胃對鐵質的吸收，所以胃酸分泌不足或服用制酸劑者，也要注意這個問題，以免造成缺鐵性貧血。

4.單寧酸雖然不利人體對鐵質的吸收，但是單寧酸對人體也是有益處。例如：可以預防心血管疾病、保護肝臟，綠茶煮汁洗腳可治療香港腳。

5.有些人開井取水時常以茶水檢測井水所含礦物質的多寡，我想這也是利用茶水中的單寧酸與礦物質產生的沉澱的原理吧!

6.由菠菜、鐵化合物、茶水的交互實驗測得，菠菜中的草酸與鐵離子的結合力比單寧酸強，草酸可在消化道內阻止鈣的吸收，也可在血液裡讓鈣沉澱，故喜吃菠菜的人，若吃法不對，則不但無法補充鐵質，還可能引起腎臟結石或骨質變脆。有些媽媽常叮嚀小孩多吃菠菜，透過這個實驗我們認為菠菜吃多了也不怎麼好吧!因不但沒補充到鐵，反而攝取了更多的草酸。

7.市售的茶葉蛋、茶飲料、茶火鍋.....大家似乎對茶一頭熱，但實驗所得的結果，我可要提醒大家用餐時不要猛喝茶，因為茶水易奪走人體所需的礦物質，尤其是喜歡喝茶的女生要小心了，茶喝太多可是會貧血的喔!

## 捌、參考資料

1. 中學理化示範實驗主題：神奇的四個杯子

網址: <http://blog.ncue.edu.tw/yangsp/doc/27893>

2. 維基百科一茶

網址: <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8C%B6>

### 3. 維基百科—菠菜

網址: <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%8F%A0%E8%8F%9C>

### 4. 菠菜的草酸妨礙鈣吸收

網址: <http://content.bangtech.com/food/spinach.htm>

### 5. 鐵質概念 1 · 2 · 3

網址: <http://www2.mmh.org.tw/nutrition/chao/iron2.htm>

## 玖、實驗心得與感想

經過這次實驗之後，我們了解到茶中的單寧酸容易和鐵質結合，所以應該儘量避免飲用過量、且濃度大的茶類飲料，以避免茶葉中單寧酸妨礙人體吸收鐵質，減少缺鐵性疾病的發生；且酸性食品(檸檬、梅子等)可減少單寧酸和鐵質結合，有助於身體多吸收鐵質，多食用以可促進健康，但吃菠菜時，盡量不要喝菠菜湯，因為湯內部含有大量的草酸，所以飲食不但要美味，更要注意健康。另一方面有了此次經驗後，更使得我們學習到分工合作、團結就是力量的道理，和同學之間的友誼更往上躍升了一級。

## 【評語】 080212

能測量探討各種茶葉中單寧酸的含量，主題有趣。但對單寧酸對人體的影響不了解。對氯化鐵及硫酸鐵的實驗結果不同無法解釋。