



國立中正大學

National Chung Cheng University



積極創新 修德澤人



114-2

特色實驗教材三、
利用節能法提取芝麻粉中的鐵離子

115.05.24 ~ 115.05.30 (預估操作時間 : 2 小時)

一、目的

利用傳統加熱與微波加熱提取芝麻粉中的鐵離子，
並比較兩者間加熱萃取的效率。



二、原理

- 鐵是動植物的重要營養素，也是組成“血紅素”的主要成分。一旦缺乏鐵離子會導致營養不良及貧血。而人類對鐵離子的最大需求則是在生長或失血期間，也就是幼兒生長期和孕婦分娩期。

- 為了彌補鐵的流失，必須通過食物在日常飲食中補充鐵離子。因此食品中鐵的測量非常重要。然而因為大多數食品中的鐵含量都處於偵測極限邊緣，因此其分析相對複雜及困難。



6mg /100g



2.7mg /100g



80mg /100g

圖一、常見含鐵食品，由左至右為燕麥、菠菜、木耳

- 通常會使用溶劑（酸或螯合劑）萃取金屬，然後進行分析。此實驗的目的是使用傳統方法（例如加熱板）從食物中萃取鐵離子，然後將其與微波加熱萃取法進行比較，最後把鐵離子與硫氰酸根形成的鐵錯合物，利用其在分光光度計上 450 nm 處的吸收度，來進行定量分析。



傳統加熱與微波加熱的原理

傳統加熱中，外部熱源是經由接觸傳導，藉由容器傳導至溶液中，而溶液則再經由對流傳導至反應物，在傳導的過程中，部分能量可能散失在容器或空氣中。

而微波加熱是透過反應物和溶劑中的極性分子經由微波照射後，造成分子的運動和相互摩擦而產生熱能，大約每秒數十億次。因此微波加熱相較於傳統加熱，加熱速度較快、節能高效、加熱均勻等優點。

微波加熱的原理

微波加熱的原理為依靠電場的存在，以下列兩種方式與分子相互作用進而產生熱能：

- **偶極轉動 (Dipolar Rotation)**：分子會不斷地來回轉動，使其偶極子 (Dipole) 不斷來回變化與電場的方向對齊，每個旋轉分子之間的摩擦即會產生熱能。
- **離子傳導 (Ionic Conduction)**：一種或多種自由離子在空間中平移，試圖與變化的電場方向對齊。如同偶極轉動方式，這些運動的物質之間摩擦即會產生熱能，反應混合物的溫度越高，能量傳遞的效率就越高。

三、儀器與材料

儀器

各組器材櫃	助教提供
溫度計 (1個)	濾紙 (2個)
100 mL 燒杯 (2個)	容槽 (1個)
100 mL 容量瓶(1支)	滴管 (7個)
10 mL 容量瓶 (3支)	拭鏡紙 (7張)
加熱攪拌器 (1台)	保鮮膜 (1張)
	微波爐(1500W)(1台)
	分光光度計(1台)

藥品

10.0% 硝酸 (HNO_3) **	黑芝麻粉 *
氯化鐵 ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) **	1.0% 硫氰酸鉀(KSCN) *

* : 腐蝕性 * : 毒性 * : 易燃 參考資料 : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

四、實驗步驟

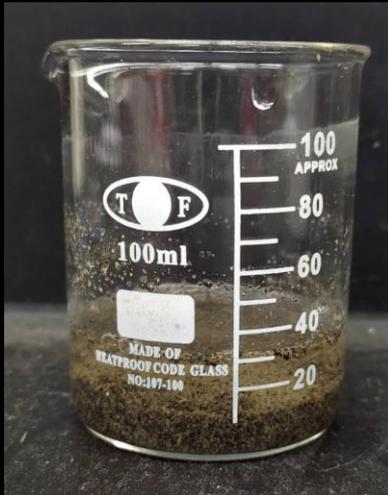
(一) 測定鐵離子標準溶液之檢量線 (兩組共用一組數據)

1. 先取總量約 40.0 mL 之 0.325 mg/mL 的鐵離子標準溶液，
使用 1.0% 硫氰酸鉀溶液依序稀釋成 10.00 mL 的 0.225、0.25、
0.275、0.3 mg/mL 稀釋標準溶液。
2. 再使用 1.0% 硫氰酸鉀溶液將上述溶液依序稀釋成 10 mL 的
0.0225、0.025、0.0275、0.03、0.0325 mg/mL 稀釋標準溶液。
2. 將 1.0% 硫氰酸鉀當作空白溶液。將 0.0225、0.025、0.0275、
0.03、0.0325 mg/mL 五種濃度的標準溶液分別取出適量在波
長 450 nm 使用分光光度計量測，並繪製出檢量線。

四、實驗步驟

(二) 加熱板加熱法萃取芝麻粉中的鐵離子

秤取約 5.000 g 芝麻粉加入 25.0 mL 10.0% 硝酸於含磁石的燒杯中，將混合溶液放在加熱板上加熱，40°C 維持 30 分鐘，接著進行重力過濾後，可得到橘紅色萃取溶液。



圖二、加熱前溶液示意圖



圖三、加熱後過濾溶液示意圖

四、實驗步驟

(三) 微波加熱法萃取芝麻粉中的鐵離子

秤取約 5.000 g 芝麻粉加入 25.0 mL 10.0% 硝酸於燒杯中，包上保鮮膜後（記得戳透氣孔），將混合溶液移至微波爐加熱，利用 750 瓦加熱 25 秒，進行重力過濾後，可得到橘紅色萃取溶液。



圖四、微波加熱示意圖

四、實驗步驟

(四) 加熱板加熱法定量芝麻粉中的鐵離子

1. 量取 1.00 mL 上一步驟所得之橘紅色溶液，加入 10 mL 容量瓶中，再加入 1.0% 硫氰酸鉀標定至刻度線。
2. 將 1.0% 硫氰酸鉀當作空白溶液。把上一步驟得到的溶液，利用分光光度計於 450 nm 處測量其吸收度。

四、實驗步驟

(五) 微波加熱法定量芝麻粉中的鐵離子

1. 量取 1.00 mL 上一步驟所得之橘紅色溶液，加入 10 mL 容量瓶中，再加入 1.0% 硫氰酸鉀標定至刻度線。
2. 將 1.0% 硫氰酸鉀當作空白溶液。取上一步驟得到的溶液，利用分光光度計於 450 nm 處測量其吸收度。

微波爐使用介紹



微波爐分為上方的操作面板與下方的爐門，操作面板可分為三大部分，分別為選擇火力、選擇時間與開始和停止。



火力調控請直接點擊“微波火力”後調至P5 (750 W)。



選定需求火力後，將樣品裝在品瓶內並用保鮮膜封膜(記得留氣孔)後放入微波爐。



需選定加熱時間，可在數字列上輸入需求時間，亦可以點 +10 S來控制所需時間。



時間選定後點擊“開始”即開始加熱，若想要中途停止加熱可以點擊“停止”。



結束加熱後須注意不可直接拿取容器，需使用隔熱手套並待容器降溫後才可拿取。

五、注意事項

1. 分光光度計須提前遇熱 20 分鐘。
2. 清洗容槽時，清洗內壁即可，勿觸及外壁。
3. 拿取容槽時，應避免觸及亮面，並於量測前以拭鏡紙擦拭亮面。
4. 量測時，應注意容槽與儀器之記號方向是否一致。
5. 操作微波爐時，不可在加熱過程中開啟爐門，取出樣品時需戴上隔熱手套。

五、注意事項

6. 加熱過程中會產生臭味，加熱完成後請放至於抽風櫃直到冷卻。
7. 1% 硫氰酸鉀溶液每兩組用量約為 120.0 mL，每兩組先取約 120.0 mL，用完時再量取所需的量。
8. 實驗進行中，務必要穿著實驗衣，並戴護目鏡、手套和口罩。
9. 本實驗中所有藥品皆具毒性及一定的危險性，因此在操作本實驗時請謹守實驗室安全規範及助教指示，以確保安全。
10. 所有藥品及實驗器具皆不能帶出實驗室。

六、實驗數據

1. 分析波長 λ : _____ nm
2. 標準鐵離子溶液濃度: _____ mg / mL
3. 以吸收度為縱軸，鐵離子濃度為橫軸作圖

鐵離子濃度 (mg/mL)	吸收度(A)
0.0325	
0.0300	
0.0275	
0.0250	
0.0225	

六、實驗數據

檢量線

六、實驗數據

4. 微波爐與加熱攪拌器加熱紀錄表 (加熱攪拌器功率以各組儀器底部標示數據為主)

	微波加熱	加熱攪拌器加熱
芝麻粉重量(g)		
芝麻粉鐵離子吸收度 (A)		
芝麻粉鐵離子濃度 (mg/mL)		
功率(W)		
加熱時間(s)		
所消耗能量(kJ)		

七、問題與討論

1. 若本實驗容槽的內徑為 1.0 cm，取濃度為 0.4 mg/mL 之標準鐵離子溶液 2.0 mL，依實驗步驟配製成 10.0 mL 試樣溶液，吸收度為 0.686。若改為使用內徑 3.0 cm 的容槽，標準鐵離子溶液取量改為 0.50 mL 配製所得之試樣，其吸收度為何？

2. 請問正常成年人每日鐵的攝取量為多少？

列舉三樣含豐富鐵質的食物，並標示資料來源。

3. 根據實驗數據 4 中微波加熱和加熱攪拌器加熱之「芝麻粉鐵離子濃度」，分別計算 100 g 芝麻粉中鐵離子的含量，並與市售芝麻粉標示的鐵離子含量進行比較。計算兩種萃取方法的效率，並討論可能導致誤差的原因。

4. 鐵離子對於人體的作用?過低或過高會有什麼影響?

國立中正大學化學暨生物化學系

檔案製作：吳盈勳 助教

檔案編修：連品源 助教

指導老師：于淑君 教授

製作日期：115.02.09