

# 2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

<b>題目名稱：真真假假的補鐵食物</b>
<b>一、摘要</b> <p>現今缺鐵是一種常見問題，但許多人用錯方法去補鐵，例如大量傳言指出菠菜含鐵量較高，但實際上它比許多食物更少含鐵量。因此，我們使用了灼燒法及分光光度法來驗證菠菜、紅糖及黑豆的含鐵量差異，並作出比較。</p>
<b>二、探究題目與動機</b> <p>補鐵食物，指含豐富鐵元素的食物，可以幫助人體製造紅血素，常見食物包括菠菜、豆製品等。而在市場上，菠菜含有豐富鐵質的說法一直在流傳，我們進行了一項調查統計後發現在紅糖、黑豆、菠菜三種食物中，受訪者也普遍認為菠菜的鐵含量最高。因此本研究旨在探討這三種食物中鐵質含量的差異，以評估它們對營養攝取的貢獻。以菠菜為主要研究對象，探究其是否確實具有高含鐵量的特性，以及相較於黑豆和紅糖，其對於鐵的攝取是否更為有效。透過本研究，我們將能夠提供更準確的營養攝取建議，以協助民眾做出更健康的飲食選擇。</p>
<b>三、探究目的與假設</b> <p>本研究的目的是比較紅糖、黑豆和菠菜中鐵含量的差異，以評估它們對於營養攝取的貢獻。為達成此目的，本研究將進行鐵含量的測量並進行分析。基於問卷調查的結果本研究提出以下假設：菠菜中的鐵含量較高，相較於黑豆和紅糖，菠菜對於鐵的攝取具有更好的效果。透過實驗和分析菠菜、黑豆、紅糖三種食物中鐵含量的差異，我們將能夠驗證這一假設是否成立。同時，本研究期望能夠提供更多的科學證據，以幫助人們更好地選擇健康的飲食方式和食品搭配，從而提高人們對於營養的認識和健康水準。</p>
<b>四、探究方法與驗證步驟</b> <p>(一) 實驗試劑與儀器： <b>藥品與試劑</b> 紅糖，黑豆，濃硝酸，濃硫酸，鹽酸，硫氰化鉀溶液，六水合硫酸亞鐵銨，鄰二氮菲，鹽酸羥胺，無水醋酸鈉，冰醋酸，乙醇。 <b>儀器</b> 電子天平，Jenway 7415 掃描式紫外/可見分光光度計</p> <p>(二) 實驗過程： 我們想探究菠菜、紅糖個黑豆這三種食物中，哪一種食物的鐵含量是最高的。本實驗用分光光度法測定試樣中的鐵含量，以鄰二氮菲作顯色劑，用鹽酸羥胺還原標準液及樣品溶液中的三價鐵離子，並防止測定過程中二價鐵離子被氧化，採用 pH= 4.5~5 的緩衝溶液保持標準系列溶液及樣品溶液的酸度，在 510nm 波長記錄其吸光度。</p>

### 1. 主要溶液的配製：

#### 10 $\mu$ g/mL 的鐵標準溶液

稱取 0.3511g 六水合硫酸亞鐵銨，用 15mL 2mol/L 鹽酸溶解，加水定容至 500mL，從中取 10.00mL 加水定容至 100mL。

#### 10% 的鹽酸羥胺溶液（還原劑）

稱取 5g 鹽酸羥胺固體溶於水並定容至 50mL。

#### 0.15%的鄰二氮菲溶液（顯色劑）

稱取 0.15g 鄰二氮菲固體溶於 50mL 乙醇，再用水定容至 100mL。pH 約為 4.7 的 HAc-NaAc 緩衝溶液。取 8.3g 無水醋酸鈉溶於水中，加入 6mL 冰醋酸，加水定容至 100mL。

以上溶液皆為現配現用，配製時所用的水皆為蒸餾水。

### 2. 標準系列溶液的配置及測定

分別向 6 個 50 mL 容量瓶中移取 0.00、1.00、2.00、3.00、4.00 和 5.00 mL 鐵標準溶液（10  $\mu$ g/mL），每個瓶中加入 1mL 的鹽酸羥胺，經過 3min 後，加入 5mL HAc-NaAc 緩衝溶液和 3mL 鄰二氮菲，加水定容至 50mL，搖勻，選用 1 cm 的吸收池，記錄紫外可見分光光度計在 510 nm 處測出其對應的吸收值。以標準鐵的含量濃度（ $\mu$ g/mL）為橫坐標，吸光值為縱坐標繪製標準曲線。



圖 1 標準系列溶液配置後

### 3. 食物中鐵元素的提取

經查閱文獻可知，通過灼燒法可以去除樣品中的有機物，然後對灰分用濃 HNO<sub>3</sub>-30%H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>（4.1）的混合液在加熱條件下消化，將樣品中的鐵以三價鐵離子形式進入溶液中，用於鐵離子檢驗。

#### （1）菠菜中鐵元素的提取

市售菠菜用剪刀剪碎。稱取 5g 剪碎菠菜，在蒸發皿中灼燒 2h 至灰白色，除去大部分有機物，冷卻後，稱取一定質量於小燒杯中。加入 4mL 濃硝酸，在微熱的條件下，逐滴加入 1mL 30% 的過氧化氫。反應 1h 後，加入 10mL 3mol/L 鹽酸溶解，過濾，用少量鹽酸洗滌燒杯與沉澱，將消化後的提取液和洗滌液後轉移到 50mL 容量瓶，加水定容。

#### （2）紅糖和黑豆粉中鐵元素的提取

市售紅糖和黑豆粉用研鉢磨成粉狀，稱取 5g，在坩堝中灼燒 2h 至灰白色，除去大部

分有機物，冷卻後，稱取一定質量於小燒杯中。加入 4mL 濃硝酸，在微熱的條件下，逐滴加入 1mL 30% 的過氧化氫。反應 1h 後，加入 10mL 3mol/L 鹽酸溶解，過濾，用少量鹽酸洗滌燒杯與沉澱，將消化後的提取液和洗滌液後轉移到 50mL 容量瓶加水定容。

#### 4. 菠菜、紅糖和黑豆中鐵元素的定性驗證

在六孔井小中分別滴加數滴菠菜、紅糖和黑豆的鹽酸提取液，再加兩滴硫氰化鉀溶液，觀察現象。

#### 5. 菠菜、紅糖和黑豆中鐵含量的測定

從已定容至 50mL 的菠菜、紅糖和黑豆粉提取液中取 2.00mL，加入 1mL 的鹽酸羥胺，經過 3min 後，加入 5mL HAc-NaAc 緩衝溶液和 3mL 鄰二氮菲，加水定容至 50mL，搖勻，選用 1 cm 的吸收池，記錄紫外可見分光光度計在 510 nm 處測量溶液的吸光度。

根據上述數據繪製鐵吸光度與濃度標準曲線，從線性擬合方程中可計算出提取液中鐵元素濃度，再按公式計算可折算出 100g 菠菜、紅糖和黑豆所含的鐵含量。

### (三)實驗數據分析：

#### 1. 標準曲線

鐵標準溶液系列濃度與吸光度記錄如表 1，將上述數據作圖並線性擬合，如圖 1 所示標準曲線方程為  $y = 0.1958x + 0.0048$ ，線性擬合常數  $R^2 = 0.9988$ ，這表明在該波長下溶液中鐵元素含量與吸光度值呈良好的線性關係，實驗結果較準確。

Fe <sup>2+</sup> 標液濃度 ( μg/mL )	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.0
吸光度 ( Abs )	0.045	0.108	0.16	0.21	0.247	0.304

表 1 Fe<sup>2+</sup> 標液濃度 - 吸光度表

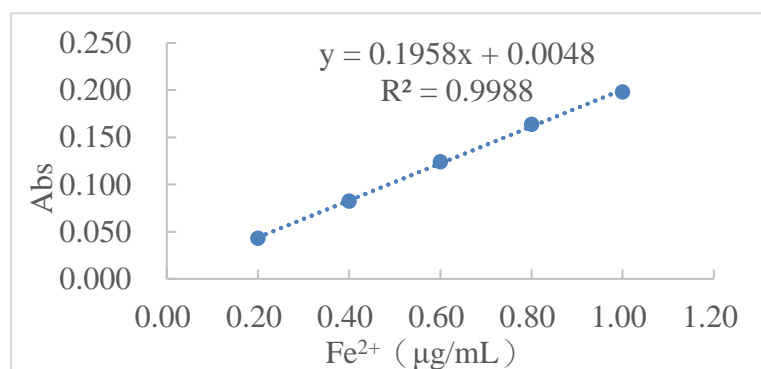


圖 2 鐵吸光度 - 濃度標準曲線

#### 2. 菠菜、紅糖和黑豆中鐵元素的定性驗證

取消化後的灰分加鹽酸浸泡後，過濾後的提取液呈淺黃色，與 硫氰化鉀溶液反應後出現明顯的紅色，證明提取液中含有  $Fe^{3+}$ ，從而說明菠菜、紅糖、黑豆中含有鐵元素。



圖 3 未加 KSCN 溶液，順序由左到右分別為黑豆、紅糖、菠菜 (左圖)

圖 4 滴入 KSCN 溶液後 (右圖)

### 3. 菠菜、紅糖和黑豆中鐵元素的定量分析

將樣品吸光度代入方程計算得到濃度數值，每 100g 菠菜、紅糖和黑豆中鐵元素含量計算公式為：

$$m \text{ (mg/100g)} = c \times 50 \times 25 \div m \text{ (稱取樣品的質量)} \times 100 \times 10^{-3}$$

內容	黑豆 1	黑豆 2	紅糖 1	紅糖 2	菠菜 1	菠菜 2
樣本質量 (g)	5.0000	5.5000	5.0000	5.5000	5.0000	5.5000
灰分質量 (g)	0.3665	0.5052	0.4626	0.6725	0.1480	0.1828
吸光度平均值 (Abs)	0.045	0.052	0.020	0.023	0.022	0.024
提取液鐵元素濃度 ( $\mu$ g/mL)	0.21	0.24	0.08	0.09	0.09	0.10
鐵含量 (mg/100g)	5.13	5.48	1.94	2.11	2.20	2.23

表 2 菠菜、紅糖和黑豆中鐵元素含量檢測表

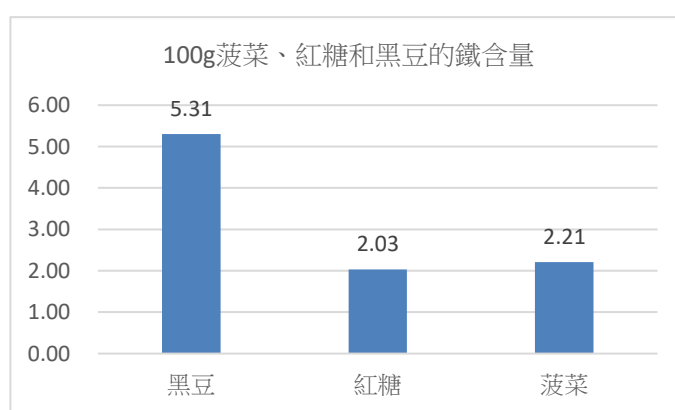


圖 5 菠菜、紅糖和黑豆含鐵量比較

與菠菜和紅糖相比，本實驗測得的黑豆含鐵量大約是其 2 倍 (見圖 4)

## 五、結論與生活應用

根據本研究的分析結果，紅糖、黑豆和菠菜都含有鐵質，其中黑豆含鐵量最高，其次是紅糖，而菠菜的含鐵量相對較低。這意味著，如果你正在尋找增加鐵質攝入的食品，黑豆和

紅糖可能是比菠菜更好的選擇。然而，人們也應該注意到，每個人的身體需要的鐵質量是不同的。一個人的身體可能需要更多或更少的鐵質，具體取決於他們的性別、年齡、身高、體重和身體狀況等因素。因此，任何時候都應該在尋求醫生或營養師的建議後，在日常飲食中選擇含有鐵質的食物。總體而言，紅糖、黑豆和菠菜都是含有鐵質的健康食品，可以作為營養均衡的飲食中的一部分。然而，對於需要增加鐵質攝入的人來說，黑豆和紅糖可能是更好的選擇。不過，最好還是在專業人士的指導下，根據自己的實際情況選擇食物。

#### 參考資料

- [1]周麗, 張麗園, 何澤甫, 周偉, & 黃玉鵬. (2010). 黑木耳和桂圓幹中微量鐵的測定. 科技資訊(01X), 2.
- [2]李勁勁, 趙璧秋, 農立忠, 蔡碧雲, & 黃立新. (2017). 多波長光譜法測定紅糖中總鐵和亞鐵的含量. 現代食品科技, 33(3), 5.
- [3]張馥, 康天泓, 喬元楨, 範雨美, & 於海鷹. (2017). 黑木耳鐵含量測定的實驗探索. 化學教學(11), 4.