

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 普高組 技高組 成果報告格式

題目名稱：探討硬幣中銅離子的抑菌效應與藻類生長之間的關聯性

一、摘要

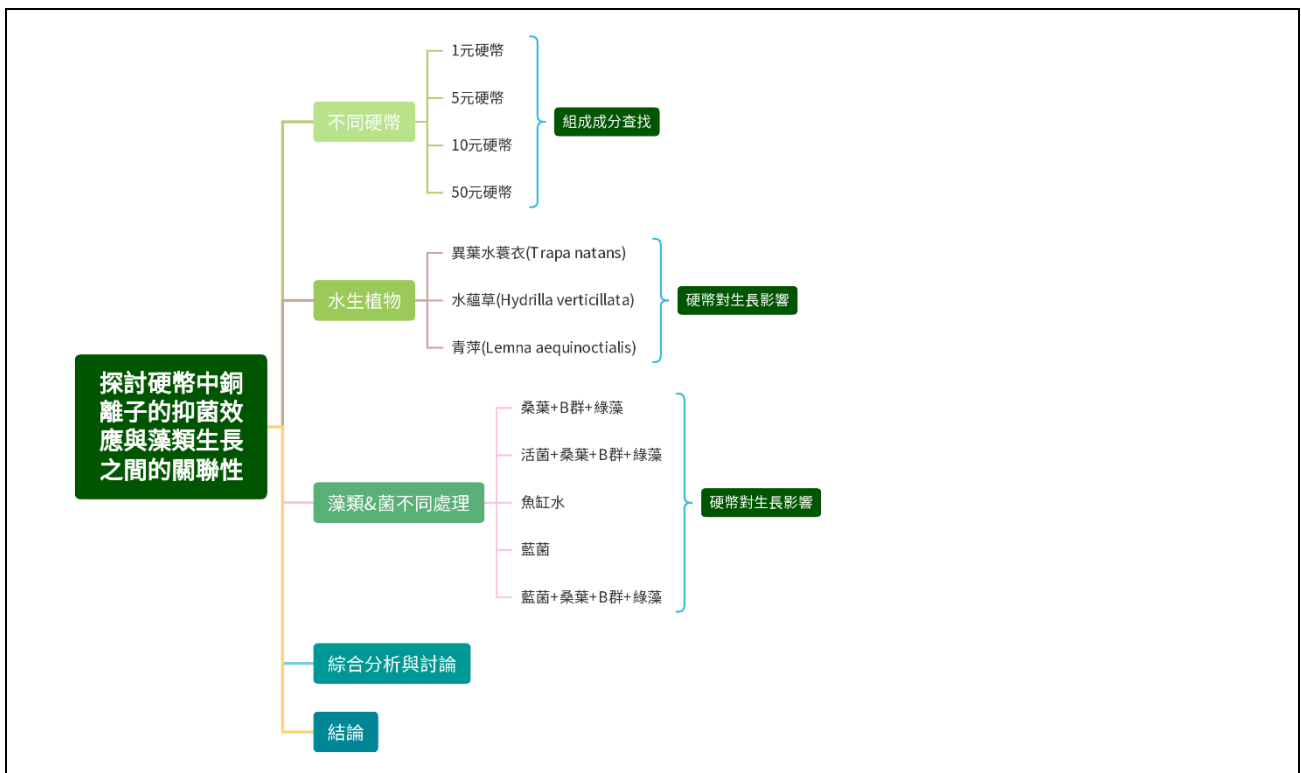
本研究旨在探討不同硬幣對水生植物異葉水蓴衣 (*Trapa natans*)、水蘊草 (*Hydrilla verticillata*) 及藻類 (小球藻) 生長的影響。許願池中水往往是澄清的，而公園水池卻往往滿滿綠水。讓我們不禁好奇是不是許願池裡的硬幣影響藻類生存？經過實驗設計，我們設置了不同硬幣處理組，並觀察其對水生植物和藻類生長的影響。結果顯示，硬幣的存在顯著抑制了水生植物的生長，尤其是 1 元硬幣對浮萍和異葉水蓴衣的影響最為明顯，導致根部和莖部生長顯著減少。此外，小球藻的生長也受到硬幣中金屬離子的負面影響，特別是在 1 元及 50 元硬幣組中，生長情況最差。本研究結果顯示了水中金屬污染的潛在風險，對水生生態系統的保護與管理具有實際應用價值，未來，日常生活中控制藻類生長或許也可以考慮使用銅製品於需控制藻類生長的水域。

二、探究題目與動機

1. 動機：在戶外活動時，噴水池裡經常可以看到許多人丟硬幣許願。儘管水流動且看起來清澈，但卻很少有藻類生長。與某些公園裡綠色水池中充滿魚類的情況相比，這讓我們好奇，為什麼看似混濁的綠水中，生物卻似乎更為繁盛？因此，我們想要探討，硬幣是否會影響水中植物或藻類的生長。

三、探究目的與假設

1. 研究目的：
 - 甲、觀察不同硬幣處理對水生植物異葉水蓴衣 (*Trapa natans*)、水蘊草 (*Hydrilla verticillata*) 和浮萍的生長影響。
 - 乙、研究不同硬幣處理對藻類生長的影響。
 - 丙、在不同濃度的銅離子處理下，觀察藻類的生長情況。
2. 架構流程圖：(圖片來源，作者自行繪製)



四、探究方法與驗證步驟

(一) 觀察不同硬幣處理對水生植物浮萍、異葉水蓴衣與水蘊草生長的影响

1. 實驗設計：設置五個處理組：對照組（無硬幣）、1元硬幣組、5元硬幣組、10元硬幣組。每組設置三個重複，容器固定，使用蒸餾水。
2. 硬幣清洗：清洗硬幣，並用蒸餾水沖洗，確保去除表面污染物，然後完全浸入水中。
3. 植物種植：每容器種植2株3公分的異葉水蓴衣，或1段3公分的水蘊草插條，確保初始大小和健康狀況相似。
4. 培養條件：溫度維持在25°C，採用12小時光照/12小時黑暗循環，使用水草生長燈提供光源。
5. 結果測量：觀察異葉水蓴衣與水蘊草的生長狀態，拍照記錄並計算生長數據。

(二) 觀察不同硬幣處理對藻類生長的影响

1. 實驗設計：設置五個處理組：對照組（無硬幣）、1元硬幣組、5元硬幣組、10元硬幣組。每組設置三個重複，容器固定，使用蒸餾水。
2. 藻類培養：使用普通綠藻（如小球藻，*Chlorella vulgaris*），每容器接種1毫升藻液，初始濃度固定。
3. 培養條件：溫度維持在25°C，採用12小時光照/12小時黑暗，持續2週。
4. 測量方法：製作玻片，使用顯微鏡監測藻類生長情況。

(三) 不同濃度銅離子處理下觀察藻類的生長

1. 實驗設計：設置銅離子濃度為0、0.5、1、2 mM的處理組，每組三個重複。
2. 容器容量：每個容器容量為10毫升，使用蒸餾水。
3. 銅離子溶液製備：使用五水硫酸銅（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）製備硫酸銅溶液，根據分子量

(249.69 克/莫耳) 計算，確保達到所需銅離子濃度。配置 0.2M 的 CuSO_4 水溶液 50 毫升 (取 12.48 克五水硫酸銅，溶入蒸餾水中，至 50 毫升)，作為高濃度原液。

4. 稀釋配置表：

0.2M 原液量(毫升)	加蒸餾水後毫升數	最終濃度
0.125 ml	50ml	0.5mM
0.25ml	50ml	1mM
0.5ml	50ml	2mM

5. 藻類培養與條件：接種小球藻，培養條件與第二部分相同，持續 2 週。

6. 測量方法：製作玻片，使用顯微鏡觀察藻類生長狀況。

五、結論與生活應用

一、硬幣成分分析

根據中央造幣場的資料，我國流通的硬幣主要成分如下：

表一、硬幣成分

硬幣面額	銅成分	鎳成分	鋁成分
1 元	92%	6%	2%
5 元	75%	25%	-
10 元	75%	25%	-
50 元	92%	2%	6%

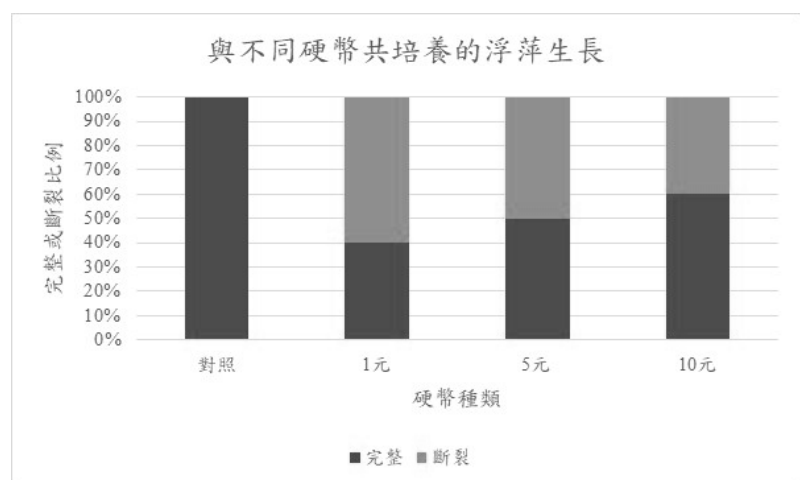
從表中可以看出，銅是所有硬幣的主要成分，特別是 1 元和 50 元硬幣中含量高達 92%。這表明，銅離子在硬幣中扮演著重要角色。

二、硬幣對水生植物生長的影響

為了探討硬幣對水生植物的影響，我們選取了浮萍、異葉水蓴衣和水蘊草進行實驗。

1. 浮萍的生長觀察

在與不同硬幣共培養 1 天後，浮萍的完整與斷裂比例顯示，對照組的浮萍保持完整，而 1 元硬幣組的浮萍有 60% 斷裂，顯示出其對浮萍生長的負面影響。5 元和 10 元硬幣的影響相對較小，完整和斷裂數量接近。



圖、不同硬幣種類對浮萍生長的影響(作者自行繪製) (N=10)

2. 根長與葉面積的影響

在比較浮萍的根長與葉面積時，結果顯示無硬幣對照組的根長約為 2.02 公分，而有硬幣的組別僅為 0.60 公分，顯示出硬幣存在對浮萍根部生長的顯著抑制。

3. 硬幣組合對浮萍生長的影響

在不同硬幣組合下共培養浮萍的結果顯示，根部長度受到抑制，葉片葉綠素和葉面積也顯示出負面影響。這暗示硬幣中的金屬離子對植物生長的影響不容忽視。

4. 異葉水蓴衣與水蘊草的生長情況

對照組的異葉水蓴衣莖的延長達到 17.08 公分，而與硬幣共培養的組別如 1 元硬幣僅為 0.94 公分，顯示出明顯的生長抑制。水蘊草在硬幣共培養下的生長幾乎完全停滯，甚至出現黃化現象，最終失去生機。

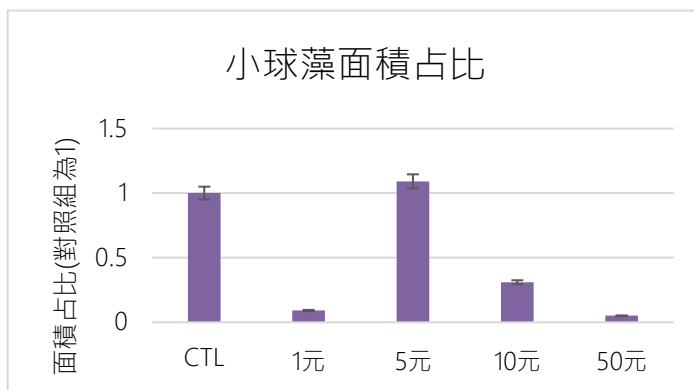
5. 根尖與頂芽的生長

根尖與頂芽的測量顯示，對照組的生長良好，而與硬幣共培養的組別則顯示出明顯的生長抑制，特別是在 1 元硬幣組，根尖生長為 0 公分，頂芽僅為 0.45 公分。

三、藻類生長的影響

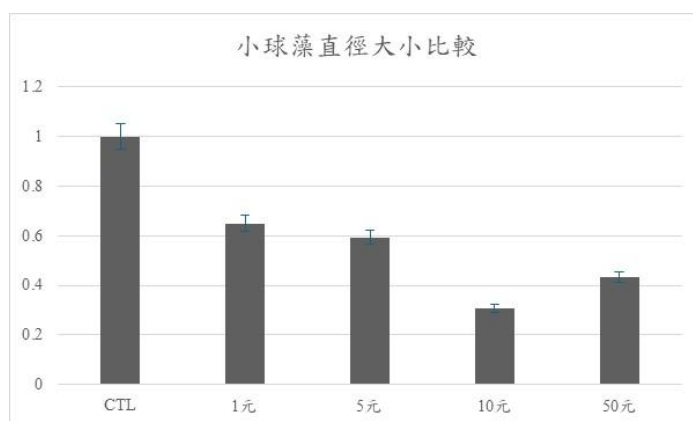
1. 小球藻的面積占比

在與硬幣共培養後，小球藻的生長受到顯著影響。無硬幣的對照組面積比為 1，而 1 元和 50 元硬幣組的面積比僅為 0.09 和 0.05，顯示出硬幣對小球藻生長的抑制作用。



2. 小球藻的直徑大小

在直徑大小的觀察中，對照組的直徑為 1.00，而與 1 元、5 元、10 元和 50 元硬幣共培養的組別分別為 0.65、0.59、0.31 和 0.43，顯示出硬幣存在對小球藻的生長抑制效果。

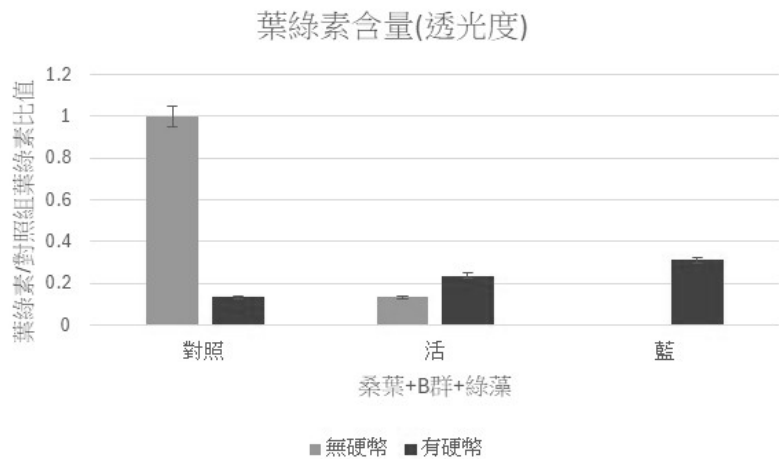


3. 不同組合對藻類生長的影響

在不同菌相環境下進行的實驗顯示，加入活菌的組別藻類生長量仍然不足，但在加入藍活菌的組別中，藻類的葉綠素含量有所上升，顯示出可能的正面影響。

四、不同成分對藻類的影響

根據前幾個實驗結果，硬幣的存在普遍抑制水生植物與藻類的生長。為進一步探討，研究了不同濃度銅離子對藻類的影響。結果顯示，在某些組合下，藻類的生長有顯著提升，特別是在 2 mM 銅離子的環境中，藻類的生長甚至高於對照組。



結論

本研究發現，硬幣中的銅離子對水生植物與藻類的生長具有顯著的抑制作用。未來的研究應進一步探討金屬離子對水生生物的具體影響機制，以及可能的環境意義。

未來展望：

研究硬幣中銅離子的影響所獲得的成果可以廣泛應用於多個生活領域。在環境科學方面，了解銅離子對水生生物的影響有助於制定水質管理標準和污染監測措施，從而保護水體生態。在農業與園藝中，研究結果可幫助農民選擇合適的肥料和病害防治策略，提高作物產量。此外，銅離子的抗菌特性可以應用於公共衛生領域，改善飲用水安全，並增進公眾對環境與健康影響的認識。

參考資料

- 黃書璋 (1985)。小球藻之培養及其生化特性研究 (博士論文，國立中興大學)。華藝線上圖書館。
- 朱鴻鈞、劉翠玲、& 楊玉婷 (2011)。全球水產植物藻類研發現況與趨勢。農業生技產業季刊, 26, 6-12. <https://doi.org/10.29657/ABIQ.201108.0018>
- 蘇榆茜、孫偉哲、周柏仰 (2016)。暗藏殺機的許願池——探討硬幣水對浮萍生長的影響及其生存機制。國中組生物科。天主教私立德光高級中學 (附設國中)。
- 游舒璇、林致心、蘇琬屏 (2007)。葉子會變身---異葉水蓑衣異形葉初探討。中華民國第 47 屆中小學科學展覽會作品說明書，高中組生物 (生命科學) 科。高雄市立高雄女子高級中學。
- 曾郁恩、鍾任潔、滕葳、古懷生、蔡紫瓚 (2013)。「銅」話故事的「子」局-探討硬幣真的發揮了防治蚊子幼蟲孳生的作用？國立東華大學附設實驗國民小學，花蓮縣。中華民國第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書，生物科。

吳旻叡、吳尚璇、鄭羽珈、廖芯亮、黃筱喬 (2014)。『藻』安操場~發現會升天的葛仙米藻。桃園縣立永順國民小學。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。

林建宏、何瑞崧、洪錦華、凌鈺茹 (無年份)。蠶只吃桑葉嗎 - 研究蠶的食物。

蔡逸文 (無年份)。銅影響大豆及田根部生長，細胞死亡及傳遞-探討銅對植物的影響。

林炅靈、陳沛羽、馬聿琳 (無年份)。春眠怖「子」曉，處處蚊子咬--硬幣對子子的影響。

Rocha, G. S., Parrish, C. C., & Espíndola, E. L. (2021). Effects of copper on photosynthetic and physiological parameters of a freshwater microalga (Chlorophyceae). *Algal Research*, 54, 102223.

Cavalletti, E., Romano, G., Palma Esposito, F., Barra, L., Chiaiese, P., Balzano, S., & Sardo, A. (2022). Copper effect on microalgae: Toxicity and bioremediation strategies. *Toxics*, 10(9), 527.

Rozentsvet, O. A., Nesterov, V. N., & Sinyutina, N. F. (2012). The effect of copper ions on the lipid composition of subcellular membranes in *Hydrilla verticillata*. *Chemosphere*, 89(1), 108-113.

Xu, E., Liu, Y., Gu, D., Zhan, X., Li, J., Zhou, K., ... & Zou, Y. (2024). Molecular mechanisms of plant responses to copper: From deficiency to excess. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(13), 6993.

Martínez, A., Di Cesare, A., Mari-Mena, N., García-Gómez, G., Garcia-Herrero, A., Corno, G., ... & Eckert, E. M. (2020). Tossed 'good luck' coins as vectors for anthropogenic pollution into aquatic environment. *Environmental Pollution*, 259, 113800.

Gupta, M., Sinha, S., & Chandra, P. (1996). Copper-induced toxicity in aquatic macrophyte, *Hydrilla verticillata*: effect of pH. *Ecotoxicology*, 5, 23-33.

註：

1. 報告總頁數以 6 頁為上限。
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 未使用本競賽官網提供「成果報告表單」格式投稿，**將不予審查**。
4. 建議格式如下：
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
 - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
 - 字體行距，以固定行高 20 點為原則
 - 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖。