

# 2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 普高組 成果報告表單

題目名稱：銀以為傲—奈米銀殺菌效果探討

### 一、摘要

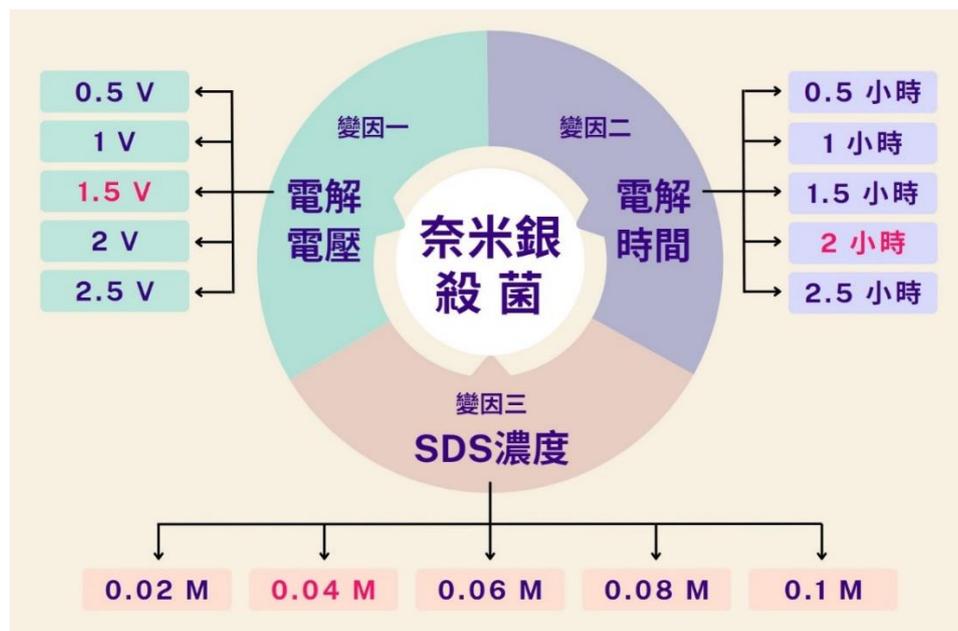
此研究旨在探討最佳之奈米銀製作條件，並以吸收光譜儀對奈米銀吸收光譜之吸收峰值以及生物抑菌實驗量化奈米銀之產量。研究結果指出：

- 1.電解電壓應使用 1.5V。
- 2.電解時間應在 2.5 小時上下。
- 3.SDS 濃度皆超過臨界微胞濃度，都會產生微胞而不影響實驗結果。

### 二、探究題目與動機

近年來全世界奈米材料的研究蔚為風潮，前美國總統柯林頓也設置 NNI 促進奈米材料的研究。有鑑於此，當在課本發現奈米材料的相關介紹時，我們請教老師相關的製備方式，並得知奈米銀其實具有殺菌功效。因此，我們決定在過去的電解知識之上加深，挑戰奈米銀的製備並以測試殺菌成效的方式實際應用於生活中。

### 三、探究目的與假設



我們的實驗目的為找出最佳奈米銀製備條件。為此，我們針對此題目設計三項變因進行討論，分別為「電解電壓」、「電解時間」、「十二烷基硫酸鈉 ( $\text{NaC}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4$ ，以下簡稱 SDS) 濃度」。而上圖中之紅字標示為文獻中所使用的奈米銀製作條件 (1.5V, 2hr, 0.04M)。以下為此實驗之三點假設：

- 1.電解電壓不宜過大或過小，應以 1.5V 作為電解電壓。
- 2.電解時間越長，奈米銀產量越多。
- 3.SDS 濃度越大，奈米銀吸附效率越佳，奈米銀產量將越大。

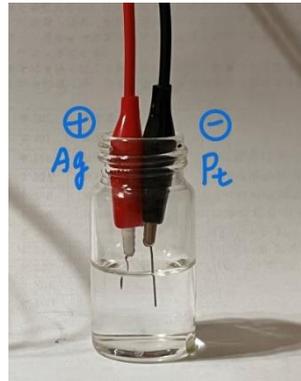
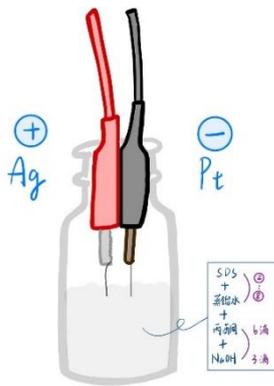
#### 四、探究方法與驗證步驟

一、實驗器材與藥品： 超音波振盪器、電源供應器、滴管、刷子、量筒、小燒杯、雷射筆、電線（連接鱷魚夾）、九格收納盒、密封帶、20ml 樣品瓶、刀片、複式顯微鏡、解剖顯微鏡、分光光度計、SDS 0.2M、丙酮、氫氧化鈉、蒸餾水、銀絲、鉑金絲、義美巧克力蛋糕、75%酒精、孢子液（取於發霉蒜頭）

#### 二、實驗步驟

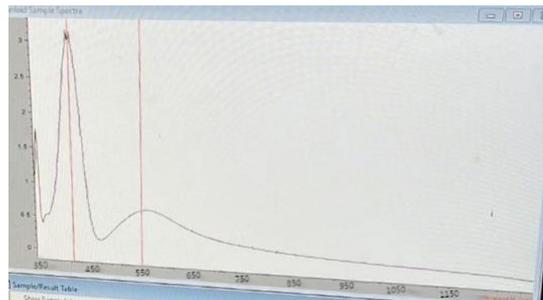
##### （一）奈米銀製備步驟

- 1.以砂紙磨亮銀絲、鉑絲，再放入超音波振盪器 5 分鐘以去除表面雜質。
- 2.取一 20ml 樣品瓶，於其中加入蒸餾水、SDS、丙酮 0.3ml、NaOH 0.1ml。
- 3.將銀絲夾上鱷魚夾並接上電源供應器之正極，鉑絲則接上電源供應器之負極。將兩鱷魚夾卡於樣品瓶之瓶頸以固定後，便可開始電解。裝置設計圖、實際照片如下：



##### （二）吸收光譜儀使用步驟

- 1.測量背景值：測量空白吸收度 $A_{Blank}$ 。
- 2.設置波長：根據待測物質的吸收峰值（奈米銀吸收峰值約在 410nm），設定吸收光譜儀的波長。
- 3.調節光強：調節光源的強度，確保在測量期間光源的穩定性。
- 4.紀錄數據：右上圖為奈米銀溶液（1.5V、2hr、0.04M）測得之吸收波帶。



##### （三）實驗樣品準備

- 1.將刀片、桌面、九格收納盒以 75%酒精消毒。
- 2.以刀片將義美巧克力蛋糕切為  $1*1*2$  ( $\text{cm}^3$ )，並放入九格收納盒中。

#### (四) 預實驗

- 1.將孢子原液進行序列稀釋，將其濃度稀釋為原液之 $\frac{1}{10}$ 、 $\frac{1}{50}$ 、 $\frac{1}{100}$ 、 $\frac{1}{500}$ 、 $\frac{1}{1000}$ 、 $\frac{1}{5000}$
- 2.取三塊蛋糕，於表面滴上 0.1ml 孢子液（濃度為 $\frac{1}{10}$ ）、0.4ml 蒸餾水。
- 3.重複步驟 2，將孢子液濃度改為 $\frac{1}{50}$ 、 $\frac{1}{100}$ 、 $\frac{1}{500}$ 、 $\frac{1}{1000}$ 、 $\frac{1}{5000}$
- 4.將經處理後之蛋糕放入 30°C 恆溫箱中，觀察並記錄蛋糕發霉情形。並以 imageJ 進行色差值分析以計算蛋糕發黴面積。

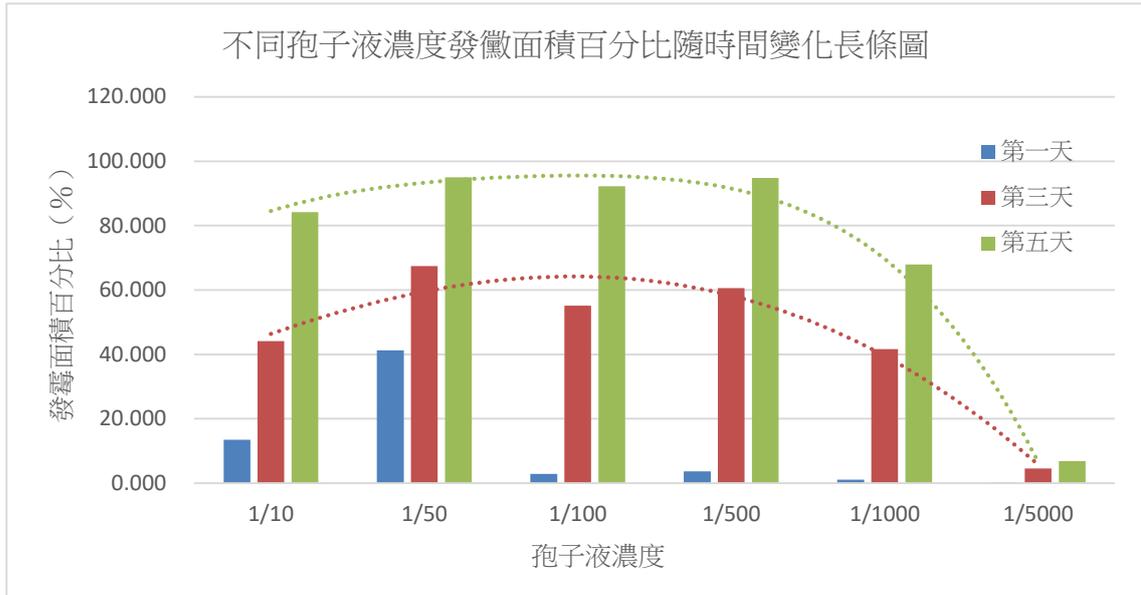
#### (五) 奈米銀抑菌觀察實驗

- 1.奈米銀溶液製作條件表：總計有 13 種不同的製作條件，詳請見下表。

編號	電解電壓	電解時間	SDS 濃度
A	0.5V	2 小時	0.04M
B	1.0V	2 小時	0.04M
C	1.5V	2 小時	0.04M
D	2.0V	2 小時	0.04M
E	2.5V	2 小時	0.04M
F	1.5V	0.5 小時	0.04M
G	1.5V	1 小時	0.04M
H	1.5V	1.5 小時	0.04M
I	1.5V	2.5 小時	0.04M
J	1.5V	2 小時	0.02M
K	1.5V	2 小時	0.06M
L	1.5V	2 小時	0.08M
M	1.5V	2 小時	0.1M

- 2.取三塊蛋糕，於表面滴上 0.2ml 奈米銀溶液 A、0.1ml 孢子液（濃度為原液之 $\frac{1}{1000}$ ）、0.2ml 蒸餾水。
- 3.再取三塊蛋糕，於表面滴上 0.1ml 孢子液（濃度為原液之 $\frac{1}{1000}$ ）、0.4ml 蒸餾水。
- 4.再取三塊蛋糕，於表面滴上 0.1ml 孢子液（濃度為原液之 $\frac{1}{1000}$ ）、0.4ml 0.2M SDS。
- 5.重複步驟 2，將奈米銀溶液改為 B~M。
- 6.將經處理後之蛋糕放入 30°C 恆溫箱中，觀察並記錄蛋糕發霉情形，並以 imageJ 進行色差值分析以計算蛋糕發黴面積。

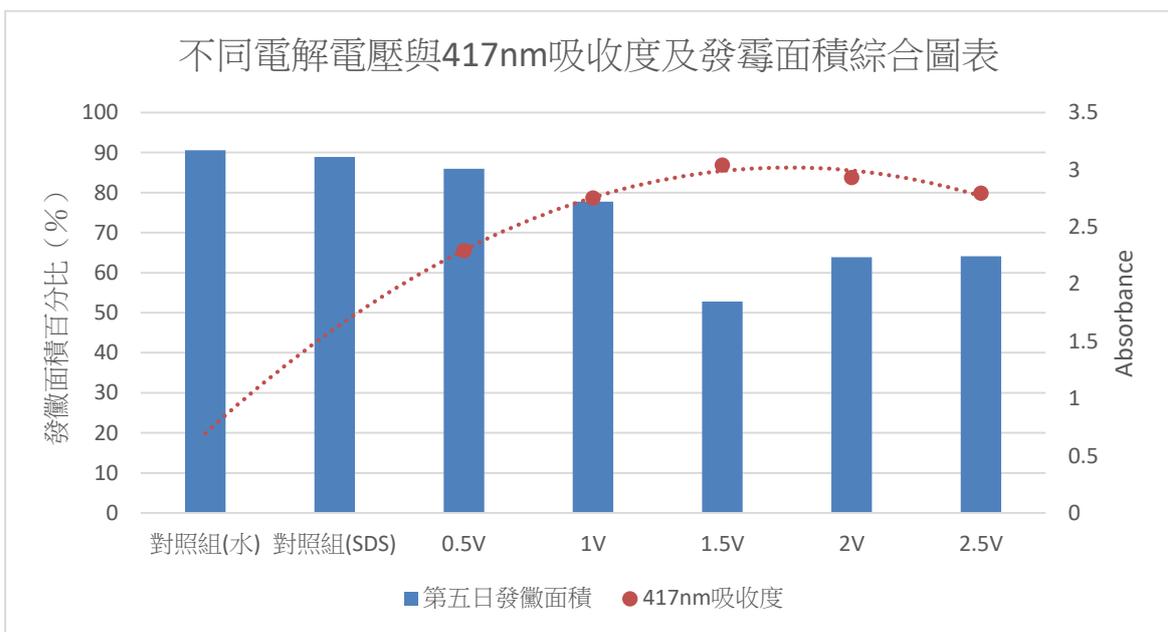
### 三、預實驗實驗結果



由上述圖表可發現，當孢子液濃度界於原液之 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{500}$ 時時，蛋糕平均發黴面積百分比之趨勢均類似，在第五日實發黴面積均約為 90%。而孢子液濃度原液之 $\frac{1}{5000}$ 時，蛋糕發黴情形並不明顯，推測是因孢子濃度過低所致。為避免屆時進行奈米銀正式實驗時蛋糕發黴面積均過大而無法辨識各組奈米銀之殺菌能力，不宜使用濃度過高之孢子液濃度進行實驗。因此，我們最終選擇 $\frac{1}{1000}$ 之孢子液濃度進行接下來的奈米銀殺菌實驗。

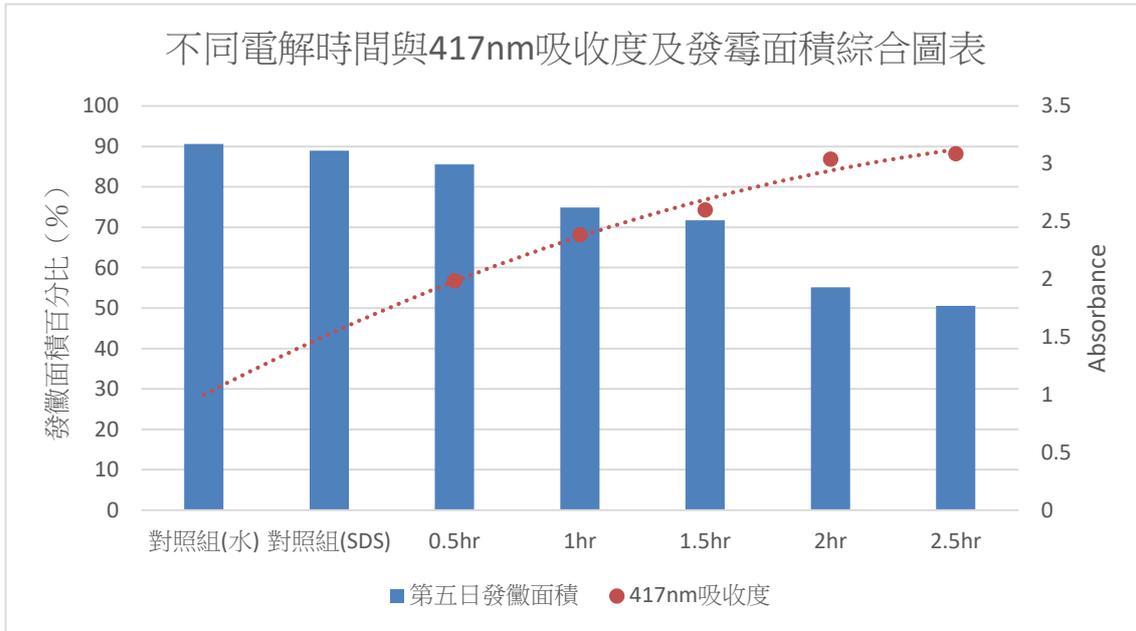
### 四、各變因實驗結果

#### (一) 電解電壓



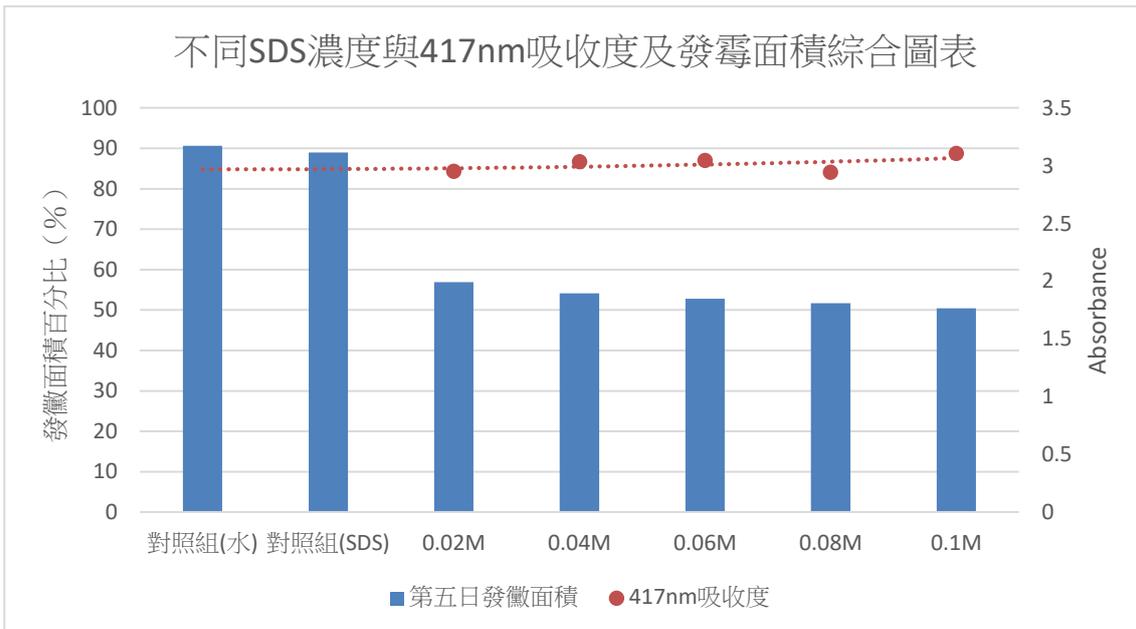
由上圖可知電解電壓為 1.5V 時將具最大 417nm 吸收度及最小發霉面積 ( 約為 45% , 較對照組減少 35% ) 。而在查閱相關文獻後 , 我們得知當電解電壓過大 ( 大於 2V ) 時 , 有可能發生電解水之反應而於陰極產生氣泡 ( 氫氣 ) , 進而使奈米銀離子聚集而產生沉澱 ; 或是因電壓過高而直接將銀離子還原為銀 , 亦有可能產生氫氧化銀或氧化銀沉澱 。因此外加電壓不宜過大 , 故最佳電解電壓為 1.5V , 符合我們的假設。

### (二) 電解時間



由上圖可知電解時間為 2.5hr 時將具最大 417nm 吸收度及最小發霉面積 ( 約為 50% , 較對照組減少 40% ) 。以此趨勢推測 , 我們認為電解時間越長可使反應時間越久 , 進而增加奈米銀離子之產量 , 符合我們的假設。

### (三) SDS 濃度



由上圖可知 SDS 濃度與 417nm 吸收度及發黴面積均無明顯關係。我們推測 SDS 於溶液中之濃度均已超過「臨界微胞濃度」(此狀況下之臨界微胞濃度為  $8.43 \times 10^{-3} \text{M}$ )，無法再形成多餘之微胞分子。故增加其濃度並無法有效增加奈米銀吸附效率，進而提升其產量。然當 SDS 濃度過高時，溶液易因晃動而產生泡沫，可能有礙殺菌步驟之進行。故我們建議 SDS 濃度使用 0.04M 即可。

## 五、結論與生活應用

### 一、結論

1. 電解電壓應使用 1.5V。
2. 電解時間應在 2.5 小時上下。
3. SDS 濃度對奈米銀產量影響甚小，但不建議使用過高濃度。

### 二、生活應用：

1. 醫療用品與設施消毒：奈米銀粒子具有高效殺菌作用，被廣泛應用於醫療用品與設施的消毒。例如，在醫院中，奈米銀可用於製造殺菌面罩、手術器械、傷口敷料等，有效殺滅病原體，降低交叉感染的風險，提高醫療設施的衛生水準。
2. 家居環境衛生保健：奈米銀技術也被應用於家居環境中，用於殺菌清潔。例如，奈米銀被添加到洗衣劑、清潔劑等產品中，可有效殺滅衣物、廚房用具等表面的細菌和病毒，提高家居環境的衛生水準，減少家庭成員感染疾病的風險。

## 參考資料

1. 侯鎮球,許偉庭,周禮君. (2006, June). 高中職奈米材料課程實驗之設計-利用化學與電化學還原法製備奈米銀粒子.
2. 吳志超,楊雯涵. (2012). 新型奈米銀殺菌濾材去除大腸桿菌之研究. 台灣博碩士論文知識加值系統.
3. 管皓,施建輝. (n.d.). 少年廷得耳的煩惱.....真溶液的廷得耳效應.
4. Rajendran, R. K. & Chu-Ching Lin (2021). Stability and Microbial Toxicity of Silver Nanoparticles Under Denitrifying Conditions. 國立中央大學校網.
5. Ahmed, E. (2020, September 25). "Breaking Down" Surfactants: What They Are, How They Work, and Their Role in the Pandemic. Dispersa.