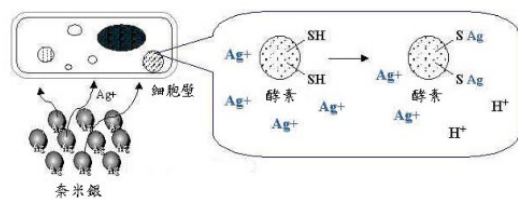


2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：瓶中銀河-奈米銀之抗菌	
一、摘要	
<p>本實驗目的在於探討奈米銀在不同製作步驟下產生的殺菌效果，運用之前所學的電化學還原法再結合界面活性劑會產生微胞的特性來製作含有奈米銀的溶液。將電解製作出的奈米銀滴在滴有孢子液的蛋糕上，方便事後觀察及量化實驗結果。本次探究中我們透過調整電解電壓、界面活性劑種類以及界面活性劑濃度來製備奈米銀，從上述三種不同變因面向來探討其對奈米銀抗菌能力的影響。</p>	
二、探究題目與動機	
<p>市面上充滿了各式各樣、琳瑯滿目的抗菌產品。從日常中最為熟悉的酒精、漂白水，到奈米銀等特殊抗菌劑。而近年來奈米銀技術被廣泛應用於各個層面，無論是電子產品、催化劑或是醫療用途皆有涉獵，為頗具前途的發展趨勢。不同於市面一般的抗菌劑，奈米銀無毒性或刺激過敏性，也無須光照活化、不受酸鹼值影響，大有裨益。而其應用也隨著時間有了各式各樣的變化。從普通的抗菌劑，到紡織品、沐浴產品，奈米銀似乎成了一個備受矚目的創新趨勢。於是我們好奇，在人們口中一個如此神奇的抗菌產品，到底是依賴何種原理；而實際上的奈米銀，真的如大家所說的一般有效嗎？</p>	
三、探究目的與假設	
目的	
<p>(一) 分析不同電解電壓之奈米銀及其殺菌效果 (二) 分析不同界面活性劑種類之奈米銀及其殺菌效果 (三) 分析不同 SDS 濃度之奈米銀及其殺菌效果 (四) 觀察並整合實驗組及對照組之發霉情況後優化條件，找出能提供最佳抗菌效果的實驗組合。</p>	
原理	
<p>(一) 奈米銀製備-電解法，見表一。 (二) 奈米銀殺菌原理，見表一。</p>	
奈米銀製備-電解法	
<p style="text-align: center;">⚡ 示意反應 ⚡</p> <p style="text-align: center;">Ag陽極(+), Pt陰極(-), Na⁺, Cl⁻, H₂O</p> <p>陽極(+) Ag⁺ + e⁻ -> Ag 陰極(-) Ag -> Ag⁺ + e⁻</p>	<p>電解為一種非自發氧化還原反應，藉外界施加電壓，使反應發生。本實驗中以SDS作為界面活性劑、由銀絲、白金絲分別扮演陽極、陰極角色，陽極的銀絲首先氧化成銀離子、隨後穿越電解液抵達陰極的白金絲，在界面活性劑所形成的微胞中逐漸成長為銀奈米粒子並懸浮在溶液中。</p>

奈米銀殺菌原理



(圖片來源:

<https://www.uwin-nano.com/news.php?id=87>

銀在奈米化過後，其表面積大增，能在溶液中解離出更多銀離子，而這些銀離子便是抗菌工具。銀離子在進入細菌後會與代謝氧的酶蛋白裡的**巯基(-SH)結合**，使細菌失去活性，達到抗菌效果。

表一:原理

名詞解釋

(一)界面活性劑:

界面活性劑為一端為親水性(疏油性)、另一端為疏水性(親油性)之長鏈分子。**親油端可和非極性分子鍵結，並將其包埋於界面活性劑中形成微胞**，進一步分散於水中。透過界面活性劑的保護，奈米銀粒子能避免聚集成大顆粒而沉澱或產生銀鏡反應。

(二)臨界微胞濃度:

當界面活性劑濃度超過一定臨界值時，其分子會結合成球狀、柱狀或碟狀微膠體粒子，該臨界值即**臨界微胞濃度**。而界面活性劑溶解量在這之後並不會隨濃度上升，因此形成微胞且其數量隨界面活性劑濃度增加而上升。當界面活性劑濃度低於臨界微胞濃度時，其無法形成微胞，也會使其清潔作用無法充分發揮。

假設

(一)改變電解電壓:

電壓越大電解效果越好。故推測殺菌效果同樣更佳。

⇒ 殺菌效果: 0.25V < 0.5V < 1V < 1.25V < 2.5V

(二)改變界面活性劑種類:

由於陰離子型界面活性劑較容易與陽離子結合，陽離子型則反之，兩性界面活性劑是酸鹼值而定。因此在實驗中 Ag^+ 更容易和陰離子型的微胞結合，有更加優秀的殺菌效果。故推測殺菌效果陰離子型優於兩性界面活性劑，陽離子型效果為最差。

⇒ 殺菌效果: 聚季銨鹽-10(陽離子型) < 椰油醯胺丙烯甜菜鹼(兩性) < 十二烷基硫酸鈉、十二烷基聚氧乙醚硫酸鈉(陰離子型)

1. 改變[SDS]:


當界面活性劑達到臨界微胞濃度(C.M.C)時，將會形成微胞且其數量隨界面活性劑濃度增加而上升。故推測 SDS 濃度越高時，殺菌效果越好。

⇒ 殺菌效果: 0.04M < 0.06M < 0.08M < 0.1M < 0.12M

四、探究方法與驗證步驟

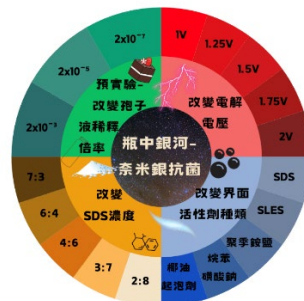
一、實驗器材

- (一) 儀器設備: 樣品瓶、白金絲、銀絲、鉤線、直流電源供應器、超音波震盪器、藥品分裝盒、量筒、燒杯、滴管、鑷子、密封袋、膠帶、恆溫箱、刀片、尺
- (二) 藥品: 蒸餾水、丙酮、NaOH(0.1M)、孢子液、義美巧克力蛋糕、SDS、SLES、十二烷基苯磺酸鈉、聚季銨鹽-10、椰油醯銨甜菜鹼
- (三) 自製電解裝置, 見表二。

自製電解裝置		
	1. 紅色鉤線端為銀絲(陽極); 黑色鉤線端為白金絲(陰極)。	2. 捆上膠帶之目的為固定兩電極使其不相碰, 避免產生火花而短路。

表二: 自製電解裝置

二、研究架構(見圖一)



圖一: 研究架構

三、研究設計與方法

(一) 預實驗-調整孢子濃度 (母液濃度: 7.9×10^6 顆/L)

1. 序列稀釋: 透過逐步在溶液中稀釋樣品, 在每次稀釋中樣品及溶劑的比例相同, 產生呈幾何級數的稀釋濃度的調配方法。

(1) 取孢子母液 1ml 加入 9ml 蒸餾水配製出稀釋 1/10 倍之孢子液。

(2) 取 2ml 稀釋 1/10 倍之孢子液加入 8ml 蒸餾水配製出稀釋 1/50 之孢子液。

(3) 重複(2)步驟, 調配出稀釋倍率為 2×10^{-3} 、 2×10^{-5} 、 2×10^{-7} 的孢子液。(濃度分別: 1.58×10^4 、 1.58×10^2 、1.58 顆/L)

(三) 樣品瓶配製: 水、界面活性劑、丙酮、氫氧化鈉(按各變因設計不同有所差異)

(四) 電解製備奈米銀







(五) 殺菌效果-發霉面積比例分析

1. ImageJ 是一個圖像處理軟體, 這次我們利用軟體 ImageJ 測出發霉面積比例。

三、研究成果展示

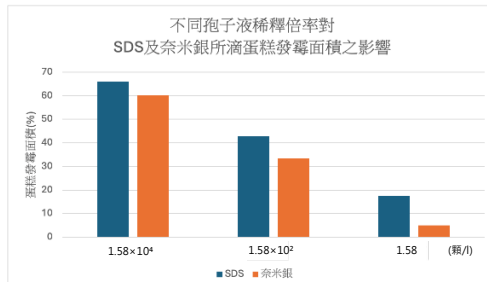
(一) 預實驗-不同孢子液濃度倍率所滴蛋糕

1. 不同孢子液濃度所滴蛋糕的發霉成果, 見表三。

	不同孢子液濃度所滴蛋糕		
孢子液濃度(顆/L)	1.58×10^4	1.58×10^2	1.58
3 天後發霉成果 -SDS			
兩格發霉面積占比平均值	66%	42.8%	14.75%
3 天後發霉成果 -奈米銀			
兩格發霉面積占比平均值	60.05%	33.35%	5%

表三:不同孢子液濃度所滴蛋糕的發霉成果

2. 不同孢子液濃度對SDS及奈米銀所滴蛋糕發霉面積之影響，見圖二。








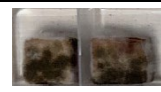




圖二: 不同孢子液濃度對SDS及奈米銀所滴蛋糕發霉面積之影響

3.小結

- (1) 不同孢子液稀釋倍率所滴蛋糕原孢子液稀釋後濃度越高，發霉面積越大。
- (2) 稀釋倍率 2×10^{-5} 孢子液在SDS與奈米銀皆方便觀察，故後續變因實驗將使用此稀釋倍率的孢子液進行殺菌效果比較。

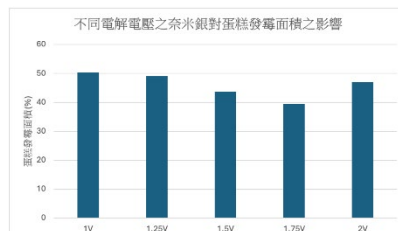
(二) 不同電解電壓之奈米銀

1.不同電解電壓之奈米銀及其殺菌效果測試，見表四。

	不同電解電壓之奈米銀				
電壓(V)	1	1.25	1.5	1.75	2
電解 2 小時成果					
3 天後發霉成果					

表四:不同電解電壓之奈米銀及其殺菌效果測試

2.不同電解電壓之奈米銀對蛋糕發霉面積的影響，見圖三。



圖三:不同電解電壓之奈米銀對蛋糕發霉面積的影響

3. 小結:不同電解電壓之奈米銀所滴蛋糕發霉面積占比排序:

1V>1.25V>2V>1.5V>1.75V。

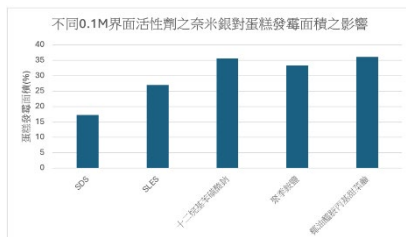
(三) 不同0.1M界面活性劑種類之奈米銀

1. 不同0.1M界面活性劑種類之奈米銀及其殺菌效果測試，見表五。

		不同電解電壓之奈米銀				
電壓(V)		SDS	SLES	十二烷基苯磺酸鈉	聚季銨鹽	椰油醯胺丙基甜菜鹼
電解 2 小時 成果						
3 天後發霉 成果						

表五:不同0.1M界面活性劑種類之奈米銀及其殺菌效果測試

2. 不同 0.1M 界面活性劑種類之奈米銀對蛋糕發霉面積的影響，見圖四。













圖四:不同 0.1M 界面活性劑種類之奈米銀對蛋糕發霉面積的影響

3. 小結:不同 0.1M 界面活性劑種類之奈米銀所滴蛋糕發霉面積占比排序:

椰油發泡劑 > 烷苯磺酸鈉 > 聚季銨鹽 > SLES > SDS。

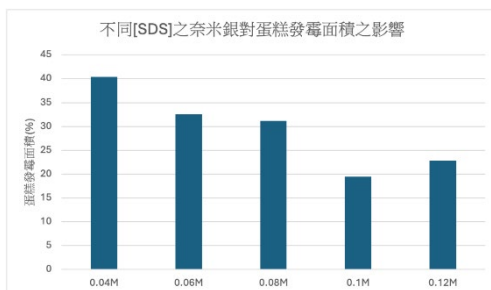
(四) 不同[SDS]之奈米銀

1. 不同[SDS]之奈米銀及其殺菌效果測試，見表六。

		不同[SDS]之奈米銀所滴蛋糕				
[SDS](M)		0.04	0.06	0.08	0.10	0.12
SDS:水		2:8	3:7	4:6	5:5	6:4
電解 2 小時成果						
3 天後發霉成果						

表六:不同[SDS]之奈米銀及其殺菌效果測試

2. 不同[SDS]之奈米銀對蛋糕發霉面積的影響，見圖五。



圖五:不同[SDS]之奈米銀對蛋糕發霉面積的影響

3. 小結:不同[SDS]之奈米銀所滴蛋糕發霉面積占比排序:

2:8 > 3:7 > 4:6 > 6:4 > 5:5。

五、結論與生活應用

結論

經過了三個變因及一系列的實驗，得到了以下的實驗結果：

- (一) 預實驗：由上表可知，孢子液稀釋倍率越高，發黴程度越高。
- (二) 實驗一：由上表可知，電壓越高，殺菌效果越好，2V 除外。
- (三) 實驗二：由上表可知，大致上陰離子型效果好於陽離子型與兩性。
- (四) 實驗三：由上表可知，SDS 濃度越高，殺菌效果越好。

最後我們發現，在電解電壓 1.75V、以 SDS 作為溶劑及 SDS 濃度 0.1M 時具有最佳的抗菌效果。

生活應用

雖然奈米銀是一種新興的技術，近年來才開始蓬勃發展，但奈米銀已經被應用在各種不同的領域。其廣泛被應用在具有抗菌效果的產品上，例如：標榜抗菌的織物、宣稱能殺菌的冷氣機、除濕機等。在醫療方面，許多器材必須達到一塵不染，以免引起感染，為了達到良好的除菌效果，添加了奈米銀的導管及止血紗布應運而生，傷口上的敷料與植入人體的材料也不例外。

其實，一般的抗生素等殺菌劑在被使用一段時間後常會使細菌產生抗藥性，導致治療到最後對病菌束手無策，但由於殺菌原理不同，奈米銀並不會有這類問題。由上述可知，奈米銀出現在生活中許多地方，其無限的潛力尚待被發掘。

參考資料

- 1.侯鎮球、許偉庭、周禮君 (2006)。高中職奈米材料實驗之設計-利用化學與電化學還原法製備銀奈米粒子。「化學」，26(2)，179~190。
<http://nhuir.nhu.edu.tw/bitstream/987654321/27714/1/%E9%AB%98%E4%B8%AD%E8%81%B7%EF%A4%8C%E7%B1%B3.pdf>
- 2.嚴鴻仁、徐善慧 (2008)。奈米金與銀的妙用。「科學發展」，431，28~32。
<https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=9711/9711-05.pdf&vllid=C6429383-09F7-487A-BBAD-D394629418D7&nd=0&ds=0>
- 3.許巖崇、陳彥廷、陳引幹 (2018)。中華民國專利號 TWI623946B。台北：經濟部智慧財產局。
<https://patentimages.storage.googleapis.com/aa/8b/f5/cbc32a0c76492b/TWI623946B.pdf>
- 4.李慧梅 (1999)。多環芳香族碳氫化合物控制之研究界面-活性劑增容效應之應用 (NSC 88211-E-022-029)。國立台灣大學環境工程研究所。
<http://ntur.lib.ntu.edu.tw/bitstream/246246/22026/1/882211E002029.pdf>