

二零二三年香港學生科學比賽

延伸摘要範本 (研究項目)

(字數上限：2,500 字，頁數上限：3 頁)

隊伍號碼：SBBC115

作品名稱：「平靚正」創新高效環保納米銀抗菌塗層

參賽類別：研究項目

就我們所知，坊間 有/沒有 類似的作品；(如有，) 相關研究連結如下：

Abdul kareem T, Anu kaliyani A. Synthesis and thermal study of octahedral silver nano-plates in polyvinyl alcohol (PVA). *Arabian Journal of Chemistry* (2011) 4, 325–331.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535210001061?via%3Dihub>

我們的作品所作出的改良 / 其不同之處為：

1. 納米銀的最佳生成條件，包括最佳反應時間、最佳反應溫度、最佳 PVA：硝酸銀的比例
2. 水溶液態納米銀的最低抗菌濃度、水溶液態納米銀的最低抗菌濃度對不同物質表面上的抗菌效能、水溶液態納米銀的最低抗菌濃度的抗菌持久時間
3. 固態納米銀的最低抗菌濃度

*請刪去不適用。本比賽重視作品的原創性，學生須於開始研究或發明前作足夠的文獻搜索以確保自己的作品具一定獨特性並列出相關參考資料。

I. 前言

COVID-19 冠狀病毒病自從 2019 年被發現，香港及全球各地都曾疫情爆發，以致大量病人死亡，世界衛生組織及香港衛生署都呼籲市民注意個人及環境衛生。市面出售的納米銀抗菌塗層噴霧的價錢非常昂貴。因此，廉價、環保並高效的納米銀抗菌塗層噴霧需要被研發出來。

Iravani(2014)稱製造納米銀有很多不同方法，但很多都需要繁複步驟或加入不同的還原劑或不同穩定劑。在這研究，聚乙烯醇(PVA)是一種會作為納米銀的還原劑、穩定劑及底基依附於物體表面。

其實 PVA 是日常用的膠水中的成份，也是可生物降解的環保材料，最近經常被用於新興的 3D 打印，可是大量 3D 打印的廢物反而成環保問題，因此，在這研究，PVA 被用作環保材料。

II. 目標

1. 鑑定納米銀
2. 研究納米銀的最佳生成條件，包括最佳反應時間、最佳反應溫度、最佳 PVA：硝酸銀的比例
3. 研究水溶液態納米銀的最低抗菌濃度、水溶液態納米銀的最低抗菌濃度對不同物質表面上的抗菌效能、水溶液態納米銀的最低抗菌濃度的抗菌持久時間
4. 研究固態納米銀的最低抗菌濃度

III. 假設

1. 假設這研究能生成納米銀，以比較其他論文的結果的方法，利用色度計鑑定它是納米銀。
2. 這研究所生成的納米銀能抗菌，以紙錠擴散試驗及定量型之稀釋法，測量最小抑菌濃度。

IV. 研究方法

2.1 納米銀的生成

0.2g 硝酸銀(AgNO₃,純度 99.8%, UNI-CHEM)和 1.0g PVA(淘寶買的 3D 打印材料)被加在 200mL 去離子水，加入磁力攪拌器攪拌，加熱至 90°C 並維持 2 個小時，最後棕色溶液形成。Abdul kareem(2010)稱在高溫下，PVA 的 O - H 的共價鍵會被破壞，然後與 Ag⁺反應並成為納米銀的穩定劑及保護劑。

2.2 納米銀的鑑定

納米銀會被色度計 WPA Colourwave CO7500 Colorimeter 鑑定，該色度計內的所有波長(即 440, 470, 490, 520, 550, 580, 590, 680 nm)都會被用來測試。

2.3 納米銀的最佳生成條件

因 2.2 部份得知的納米銀的最佳吸光波長，色度計會使用該波長去測試納米銀的最佳生成條件。在這研究，反應時間(30 分鐘、60 分鐘、90 分鐘、120 分鐘)、反應溫度(30°C、50°C、80°C、90°C)和 PVA：硝酸銀的比例(0.01:0.2、0.05:0.2、0.1:0.2、0.5:0.2、1.0:0.2)會被研究作為最佳生成條件。以離子水作對照實驗並重複實驗 1-3 次。

2.4 水溶液態納米銀的最低抗菌濃度

0.000001, 0.00001, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100 ppm 的水溶液態納米銀分別準備出來。接着，在已準確的瓊脂平板上的適當位置造出直徑 0.8cm 的孔，然後用已消毒的棉花棒把在另一個已培養實驗室枱上的細菌出來的瓊脂平板上來回掃 10 次，之後在有孔的瓊脂平板上均勻地掃上整個瓊脂平板的表面，然後讓指定濃度的水溶液態納米銀填補那些孔，擺放 24 小時，等待細菌會在瓊脂平板上培養出來。以離子水作對照實驗並重複實驗 1-3 次。這是以紙錠擴散試驗及定量型之稀釋法，測量最小抑菌濃度。

水溶液態納米銀的最低抗菌濃度的實驗瓊脂平板保留 30 天，以觀察抗菌持久時間及效果。另外，木、紙、塑膠、玻璃、不鏽鋼、鋁、尼龍、綿和瓷器被選作日常生活經常接觸的物質作測試。

2.5 固態納米銀的最低抗菌濃度

0.000001, 0.00001, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10 ppm 的水溶液的納米銀分別被加玻璃片上，並等待直至水份完全蒸發成為固態的納米銀。

V. 研究結果

3.1 納米銀的鑑定

本次研究中所生成的納米銀的波峰長是 440 nm，其他論文的納米銀的波峰是 400 nm 至 450 nm 之間，這證明本次研究成功製作出納米銀。另外，這證明 PVA 簡單足以製造納米銀，不需要繁複步驟或加入不同的還原劑或不同穩定劑，因為 PVA 自己既是還原劑，又是穩定劑。

3.2 納米銀的最佳生成條件

納米銀的最佳生成條件是以 1:0.2 (或 5:1) 的 PVA:硝酸銀比例以 90°C 高溫加熱維持 120 分鐘。

90°C 是最佳生成溫度，溫度越高，反應越快。值得注意，就算在 50°C，反應依然很慢，因為 Abdul kareem(2010)稱在高溫下，PVA 的 O - H 的共價鍵會被破壞，然後與 Ag⁺反應並成為納米銀的穩定劑及保護劑，所以 50°C 不夠能量去破壞 O - H 之間的強共價鍵。另外，120 分鐘的 90°C 高溫加熱足以完全反應。

1:0.2 (或 5:1) 是 PVA:硝酸銀的最佳比例，因為 PVA 是納米銀的還原劑、穩定劑[6]，所以 PVA 越多，反應越快，但當嘗試將 5 g PVA 加入 200 mL 的去離子水時，PVA 太多而溶液變得太濃稠，變得類似膠水狀。因本次研究最終目的是製作納米銀抗菌塗層噴霧，於是放棄了更高濃度的 PVA。

3.2 納米銀的抗菌效能

3.2.1 水溶液態納米銀的最低抗菌濃度

8 ppm 水溶液態納米銀被測試出其最低抗菌濃度，圖 6 顯示 8 ppm 水溶液態納米銀的抗菌情況。Pulit-Prociak(2021)稱他的納米銀抗菌濃度為 12.5 ppm，與本次研究得出的差不多。

3.2.2 水溶液態納米銀的最低抗菌濃度對不同物質表面上的抗菌效能

根據圖 7 和表 1，8 ppm 水溶液態納米銀對木、紙、塑膠、玻璃、不鏽鋼、鋁、尼龍、綿和瓷器表面上的菌都有良好

抗菌效能，香港生產力促進局的 HK “PC” 光催化抗菌塗層也能對不同表面上的菌都有良好抗菌效能[5]。相對上，8 ppm 水溶液態納米銀對紙上的菌有較佳抗菌效能，但對玻璃上的菌有較差抗菌效能。

3.2.3 水溶液態的納米銀的最低抗菌濃度的抗菌持久時間

根據圖 8，8 ppm 擺放 30 天後，抗菌範圍不規則地變大，更多細菌被抑制，因此證明納米銀的持續抗菌能力最少能維持 30 天。

3.2.4 固態納米銀的最低抗菌濃度

水和 0.000001 ppm 固態納米銀在實驗 2.2.6 於瓊脂平板表面上培養大圓點的細菌，而其他則沒有，所以 0.00001 ppm 是固態納米銀的最低抗菌濃度。

3.3 本次研究結果對納米銀抗菌塗層噴霧的討論

本次研究結果證明納米銀既能對不同物質表面上的菌都有良好抗菌效能，又能持續抗菌。雖然水溶液態納米銀的最低抗菌濃度是 8 ppm，但是實際上當 0.00001 ppm 水溶液態的納米銀的水份完全蒸發後變成固態納米銀，固態納米銀的濃度會急速上升，所以能發揮良好抗菌功效，因此 0.00001 ppm 水溶液態的納米銀能成為納米銀抗菌塗層噴霧的最低抗菌濃度。

VI. 如研究項目將角逐可持續發展大賞，請列明作品與哪一個可持續發展目標有關，並說明參與競逐此獎項的原因。(字數上限：500 字)

本作品屬於項聯合國可持續發展目標的健康與福祉及淨水與衛生及淨水與衛生，因它能在不同地方，如公共交通工具、辦公室等環境在不同表面最少持續 30 天高效抗菌，從而提高衛生及保障健康。

另外，它也屬於就業與經濟成長，因它需要聘用噴霧操作員去不同地方，如公共交通工具、辦公室，噴上本作品，從而增加就業及發展經濟。

VII. 如研究項目將角逐社會創新大賞，請列明作品所針對的目標群組或社會議題，並說明參與競逐此獎項的原因。(字數上限：500 字)

本作品針對 COVID-19 冠狀病毒病相關的環境衛生問題，因 COVID-19 冠狀病毒、流感病毒或其他病毒都能經接觸四周環境的病毒而發病，所以世界衛生組織及香港衛生署都呼籲要注重個人及環境衛生。因此，本作品針對這些環境衛生問題而研發出來的。

VIII. 結論

在本次研究，PVA 簡單足以製造納米銀，不需要繁複步驟或加入不同的還原劑或不同穩定劑，因為 PVA 自己既是還原劑，又是穩定劑。納米銀的最佳生成條件是在 1:0.2 (或 5:1) 是 PVA:硝酸銀比例下，以 90°C 高溫加熱並維持 120 分鐘，生成的產物被證明是納米銀。水溶液態納米銀的最低抗菌濃度是 8 ppm，而 0.00001 ppm 水溶液態納米銀變成固態納米銀是其最低抗菌濃度。8 ppm 水溶液態納米銀能抗不同物質表面的菌，並能持續維持最少 30 天。環保並高效的納米銀的成本非常卻非常低。

利用 3D 打印的廢物中的 PVA 去製造廉價、環保、持久並高效的納米銀抗菌塗層噴霧被研發出來，從而幫助未必能承擔納米銀抗菌塗層噴霧的香港或全球各地的弱勢社群，增強個人及環境衛生去對抗 COVID-19 冠狀病毒病或其他疾病。當然本次研究的納米銀抗菌塗層噴霧還有很多地方需要研究或改良，例如：納米銀的真實大小、再準確的最低抗菌濃度、對某些指定細菌的抗菌能力、最多的抗菌時間、附著力和耐磨性的測試等等。納米銀抗菌塗層噴霧其實除了抗菌外，納米銀其實還可以分解揮發性有機化合物，這方面也有很多研究可以做。希望本次研究可以不斷延續，不斷為社會貢獻及人類謀福。

□ 我們的作品是以之前的比賽作品為題進行了持續研習，有關改良如下：

不適用 (N/A)