

# ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG KHÁNG KHUẨN CỦA VẢI BÔNG XỬ LÝ NANO BẠC BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÁN ĐỊNH LƯỢNG

● NGUYỄN NGỌC THẮNG\* - VŨ TIẾN HIẾU - VÕ THỊ LAN HƯƠNG  
- NGUYỄN THỊ THU HẰNG - VŨ MẠNH HẢI - ĐỖ THỊ PHƯƠNG MAI

## TÓM TẮT:

Trong nghiên cứu này, vải bông dệt thoi được xử lý kháng khuẩn bằng nano bạc tổng hợp từ dịch chiết lá dâu tằm thông qua phương pháp ngấm ép. Sự tồn tại và phân bố của các hạt nano bạc trên vải bông sau xử lý được xác nhận bởi phương pháp hiển vi điện tử quét (SEM) và tán xạ năng lượng tia X (EDX). Khả năng kháng khuẩn của các mẫu vải bông xử lý nano bạc ở các nồng độ khác nhau được đánh giá với chủng vi khuẩn gram âm (*Escherichia coli*) và gram dương (*Staphylococcus aureus*) theo phương pháp khuếch tán đĩa thạch (AATCC 90). Kết quả nghiên cứu cho thấy vải sau xử lý nano bạc có hiệu quả kháng khuẩn tốt với cả hai chủng vi khuẩn thử nghiệm. Do đó, vải bông xử lý kháng khuẩn bằng nano bạc tổng hợp xanh có thể được ứng dụng làm lớp lót trong giày vải chất lượng cao.

**Từ khóa:** vải bông, nano bạc, tổng hợp hóa học xanh, kháng khuẩn.

## 1. Đặt vấn đề

Vải bông là vật liệu được sử dụng phổ biến để làm các sản phẩm may mặc và giày dép do nó có nhiều đặc tính ưu việt như tính mềm mại, thoáng khí, hút ẩm tốt và có khả năng phân hủy sinh học [1]. Nhờ có các tính chất này nên các sản phẩm từ vải bông thường mang lại cảm giác thoải mái, tiện nghi cho người sử dụng [2]. Tuy nhiên, do có khả năng hút và giữ ẩm tốt nên khi vải bông hấp thụ mồ hôi có chứa protein sẽ là nguồn dinh dưỡng cho sự phát triển của vi sinh vật có hại trên vải [1-3]. Bên cạnh đó, cấu trúc xốp của vải bông cũng tạo điều kiện lý tưởng khác như độ ẩm, nhiệt độ và oxy cho

sự phát triển của vi sinh vật. Khi được sử dụng làm giày dép, các sản phẩm này thường ít được giặt trong quá trình sử dụng nên vi sinh vật ngày càng tích tụ và phát triển. Sự phát triển của vi sinh vật trong sản phẩm giày làm từ vải bông có thể gây ra mùi khó chịu, giảm độ bền cơ học vật liệu, bạc màu và thậm chí gây bệnh cho người sử dụng [3]. Do đó, việc chế tạo các loại vải bông kháng khuẩn để làm vật liệu sử dụng cho sản xuất giày vải vệ sinh cao, nhất là các sản phẩm giày tập, đang được người tiêu dùng và các doanh nghiệp quan tâm [3].

Để tạo ra vải kháng khuẩn có thể thực hiện bằng nhiều phương pháp và sử dụng nhiều tác nhân

kháng khuẩn khác nhau [1-4]. Các tác nhân kháng khuẩn được xử lý cho vải bông thường dùng là các hạt nano (nano bạc, nano vàng, nano oxit kẽm), chitosan và các dẫn xuất của nó, tinh dầu, các hợp chất polymer chứa amoni bậc 4... [1-5]. Trong đó, nano bạc được biết đến với khả năng diệt được nhiều chủng vi khuẩn gây bệnh với hiệu quả cao [4, 5]. Theo xu hướng phát triển bền vững, gần đây nano bạc được tổng hợp theo phương pháp hóa học xanh đang được tập trung nghiên cứu [5-7]. Theo phương pháp này, các hoạt chất tự nhiên có trong dịch chiết từ thực vật, tảo, vi khuẩn, nấm, men được sử dụng để làm tác nhân khử và chất ổn định các hạt nano bạc [7]. Gần đây, chúng tôi đã tổng hợp thành công nano bạc có sử dụng dịch chiết lá dâu tằm như là tác nhân khử thân thiện môi trường [8, 9]. Các hạt nano bạc tổng hợp được có dạng hình cầu với đường kính trong khoảng 20 - 35 nm và có hoạt tính kháng khuẩn tốt đối với 2 chủng vi khuẩn thông dụng bao gồm *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Trong nghiên cứu này, loại vải bông dệt thoi dùng làm lớp lót trong của giày vải được xử lý kháng khuẩn bằng nano bạc tổng hợp từ lá dâu tằm (AgMul) bằng phương pháp ngấm ép. Sự phân bố nano bạc trên bề mặt vải bông và hoạt tính kháng khuẩn của vải bông sau xử lý sẽ được đánh giá bằng các phương pháp phân tích hiện đại, bao gồm SEM, EDX và phương pháp khuếch tán đĩa thạch (AATCC 90) với 2 chủng vi khuẩn gram âm *Escherichia coli* và gram dương *Staphylococcus aureus*.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

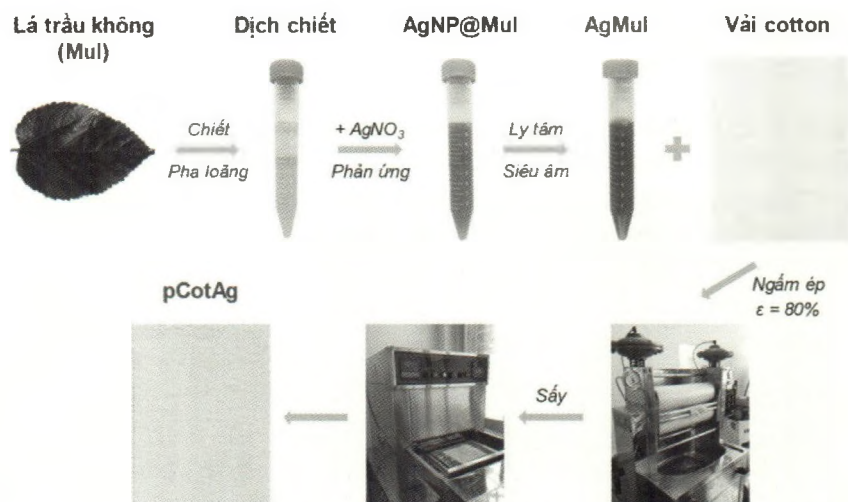
Nano bạc được tổng hợp bằng dịch chiết lá dâu tằm ở điều kiện thích hợp theo nghiên cứu của chúng tôi đã công bố [8]. Vải bông dệt thoi vân điểm được cung cấp

bởi Công ty cổ phần Giày Thăng Long, Hà Nội với các thông số: Chi số sợi ( $N_d = 17$ , dọc xe đôi) và sợi ngang ( $N_n = 17$ , sợi đơn); Mật độ sợi dọc  $P_d = 200$  và sợi ngang  $P_n = 120$  (sợi/100mm); Khối lượng 200 g/m<sup>2</sup>. Dung môi sử dụng trong các thí nghiệm là nước cất hai lần. Chủng vi khuẩn gram âm *Escherichia coli* (*E. coli*, ATCC 25922) và gram dương *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*, ATCC 29213) được cung cấp bởi Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Các thí nghiệm và phân tích được thực hiện tại Trung tâm Thí nghiệm Vật liệu Dệt may - Da giày, Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học, Đại học Bách khoa Hà Nội và Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

### 2.2. Quy trình xử lý vải bông bằng dung dịch AgMul

Dung dịch nano bạc AgMul được chuẩn bị theo quy trình mô tả trong một nghiên cứu của chúng tôi đã công bố [8]. Nồng độ ban đầu của AgMul trong dung dịch xử lý cho vải là 80 µg/mL. Quy trình xử lý vải bông dệt thoi bằng dung dịch nano bạc theo phương pháp ngấm ép ở các nồng độ AgMul khác nhau được trình bày trong Hình 1. Các mẫu vải

**Hình 1: Sơ đồ quy trình tổng hợp nano bạc từ dịch chiết lá dâu tằm (AgMul) và xử lý cho vải bông dệt thoi (pCotAg) theo phương pháp ngấm ép**



bông có kích thước  $250 \times 250 \text{ mm}^2$  được ngấm trong các dung dịch AgMul có nồng độ 80, 40 và  $20 \mu\text{g/mL}$  với dung tỉ 1 : 5 ( $m_{\text{vải}}/m_{\text{dung dịch}}$ ), trong 15 phút, ở nhiệt độ phòng. Các mẫu vải sau đó được ép trên máy ngấm ép (Atlas D394A laboratory padder) với mức ép 80%. Tiếp theo các mẫu vải bông được sấy trên máy văng sấy (SDL mini-dryer 398, Anh) ở  $110 \pm 3^\circ\text{C}$ , trong 2 phút. Quá trình ngấm - ép - sấy các mẫu vải bông được thực hiện 2 lần. Mẫu vải sau sấy được điều hòa trong tủ điều ẩm ở điều kiện nhiệt độ  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  và độ ẩm  $65 \pm 5\%$  trước khi lưu mẫu trong các túi nhựa kín cho các phân tích tiếp theo.

### 2.3. Các phương pháp phân tích

Sử dụng phương pháp phân tích ảnh hiển vi điện tử quét SEM (Scanning Electron Microscope JEOL - JSM-6510 LV) để quan sát cấu trúc vải bông và sự phân bố nano bạc trên bề mặt vật liệu.

Phương pháp tán xạ năng lượng tia X (EDX) thực hiện trên máy JEOL - JSM-6510LV tích hợp đầu đo Oxford EDS Microanalysis System để xác định thành phần các nguyên tố trên bề mặt vải bông sau xử lý nano bạc.

Hoạt tính kháng khuẩn của mẫu vải bông trước (Cotton) và sau xử lý nano bạc (pCotAg) được đánh giá với hai chủng vi khuẩn gây bệnh gram âm *E. coli* và gram dương *S. aureus* bằng phương pháp khuếch tán đĩa thạch theo tiêu chuẩn AATCC 90. Hoạt tính kháng khuẩn được đánh giá bằng cách xác định kích thước vùng ức chế vi khuẩn (ZOI) theo công thức (1).

$$\text{ZOI (mm)} = D - d \quad (1)$$

Trong đó:

D: đường kính vùng ức chế vi khuẩn, (mm)

d: đường kính mẫu vải bông thử nghiệm (mm)

### 3. Kết quả và thảo luận

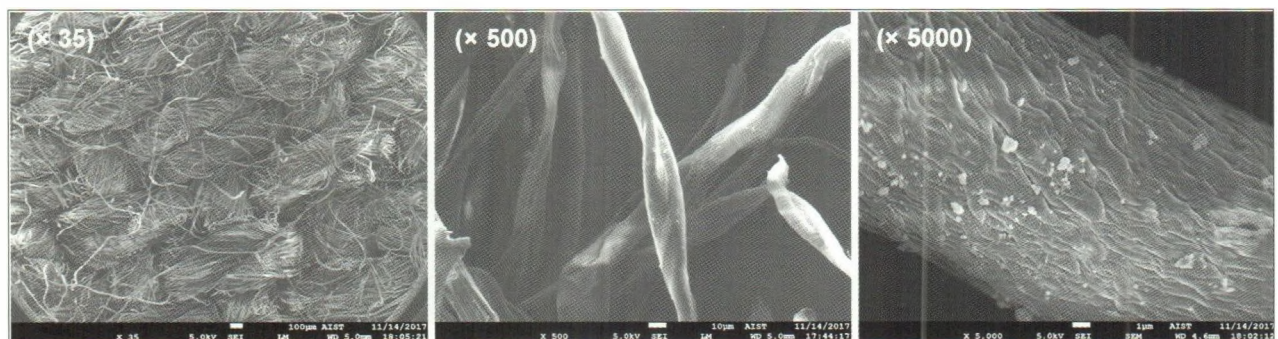
#### 3.1. Phân tích SEM bề mặt vải bông trước và sau xử lý AgMul

Để xác định sự phân bố của các hạt nano bạc AgMul trên bề mặt mẫu vải, phân tích ảnh chụp SEM các mẫu vải bông xử lý AgMul được thực hiện. Quan sát các mẫu vải bông ở độ phóng đại thấp (35 lần) trên Hình 2 ta thấy cấu trúc đặc trưng của vải bông dệt thoi, kiểu dệt vân điểm. Ở độ phóng đại lớn hơn (500 lần) ta thấy cấu trúc dạng xoắn xơ bông [3, 4]. Quan sát mẫu vải ở mức độ phóng đại 3000 lần cho thấy các hạt nano bạc phân bố trên bề mặt xơ sợi tương đối đồng đều. Tuy nhiên, một số vị trí trên xơ sợi vẫn quan sát được sự kết tụ của các hạt nano bạc. Hiện tượng tự nhiên này thường xảy ra với các hạt rắn khi loại bỏ môi trường phân tán, trong nghiên cứu này là quá trình bay hơi nước khi sấy vải sau ngấm ép dung dịch chứa nano bạc.

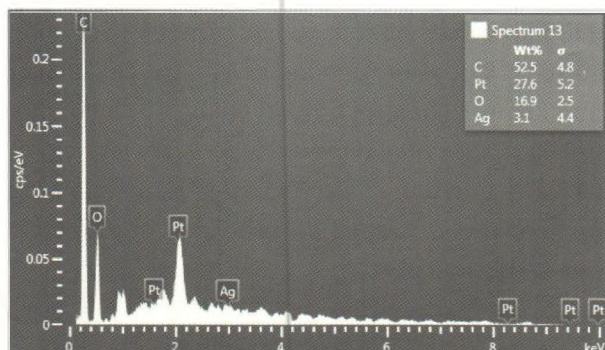
#### 3.2. Phân tích EDX mẫu vải bông xử lý AgMul

Để có thêm minh chứng về sự tồn tại của các hạt nano bạc trên vải sợi sau ngấm ép, phương pháp tán xạ năng lượng tia X (EDX) được thực hiện và kết quả phân tích được trình bày trên Hình 3. Phổ EDX của mẫu vải bông đã xử lý dung dịch AgMul nồng độ  $80 \mu\text{g/mL}$  cho thấy các nguyên tố cơ bản có trong mẫu vải và tỷ lệ % của chúng. Hàm lượng nguyên tố Ag có trong mẫu vải chiếm tỉ lệ khoảng 3,1% về khối lượng. Đây là một minh chứng định

**Hình 2: Ảnh SEM các mẫu vải bông xử lý AgMul ở các độ phóng đại khác nhau x 35, x 500 và x 5000 lần**



Hình 3: Phổ EDX của mẫu vải bông xử lý AgMul nồng độ 80  $\mu\text{g/mL}$



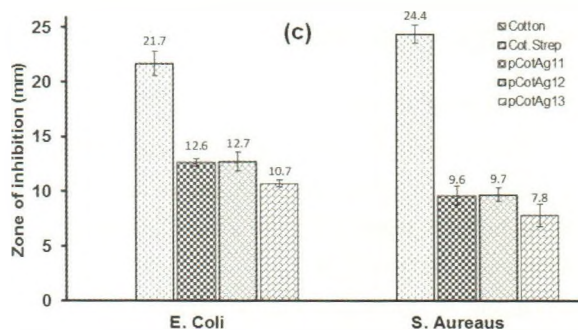
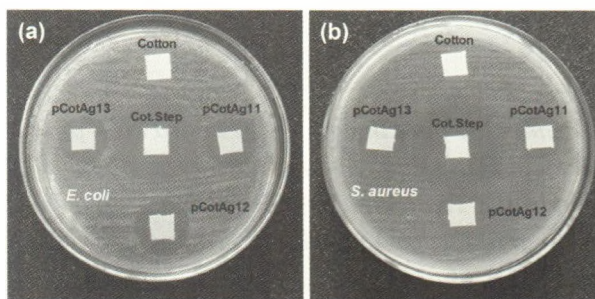
lượng về sự tồn tại của nano bạc trên mẫu vải bông sau xử lý ngấm ép. Thêm nữa, sự xuất hiện nguyên tố Pt trong mẫu vải bông, chiếm 27,6% về khối lượng, cho thấy mẫu vải bông được phủ Pt trước khi phân tích SEM và EDX.

### 3.3. Hoạt tính kháng khuẩn của vải bông xử lý AgMul

Hoạt tính kháng khuẩn của mẫu vải bông trước (Cotton) và sau xử lý AgMul ở các nồng độ 80  $\mu\text{g/mL}$  (pCotAg11), 40  $\mu\text{g/mL}$  (pCotAg12) và 20  $\mu\text{g/mL}$  (pCotAg13) được đánh giá bằng phương pháp khuếch tán đĩa thạch với 2 chủng vi khuẩn là *E. coli* và *S. aureus*. Hoạt tính kháng khuẩn của các mẫu vải bông được xác định dựa trên khả năng ức chế sự phát triển của vi khuẩn, thông qua độ rộng của vùng ức chế vi khuẩn tạo ra trên đĩa Petri, được thể hiện trong Hình 4. Trên Hình 4a và 4b cho thấy không xuất hiện vùng ức chế ở mẫu bông, làm chứng âm, trong khi chứng dương là mẫu vải bông tẩm kháng sinh Streptomycin 80  $\mu\text{g/mL}$  (Cot.Strep) có vùng ức chế vi khuẩn rộng với cả 2 chủng khuẩn thử nghiệm. Các mẫu vải bông xử lý AgMul đều có khả năng kháng khuẩn tốt vì sự xuất hiện của các vùng ức chế vi khuẩn quanh mẫu vải.

Giá trị ZOI của các mẫu vải này được đồ thị hóa trên Hình 4c, cho thấy khả năng kháng khuẩn các mẫu vải giảm dần theo sự giảm nồng độ AgMul xử lý, nhưng không giảm tỷ lệ với sự giảm nồng độ nano bạc. Cụ thể, so với mẫu vải bông pCotAg11, khi nồng độ AgMul xử lý giảm 50% thì

Hình 4: Ảnh chụp vùng ức chế của các mẫu vải với hai chủng vi khuẩn (a) *E. coli* và (b) *S. aureus*: vải bông ban đầu (Cotton); vải bông xử lý kháng sinh Streptomycin 80  $\mu\text{g/mL}$  (Cot.Strep); vải bông xử lý trong dung dịch AgMul có nồng độ 80  $\mu\text{g/mL}$  (pCotAg11), 40  $\mu\text{g/mL}$  (pCotAg12) và 20  $\mu\text{g/mL}$  (pCotAg13); (c) Kích thước vùng ức chế ZOI của các mẫu vải.



kích thước vùng ức chế của mẫu vải bông pCotAg12 hầu như không thay đổi với cả 2 chủng vi khuẩn. Tuy nhiên, khi nồng độ AgMul xử lý giảm 75%, kích thước vùng ức chế của mẫu vải bông pCotAg13 với vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* tương ứng giảm 15,2 % và 19,3%. Hơn nữa, khả năng kháng khuẩn của các vải bông xử lý AgMul với vi khuẩn gram dương *S. aureus* kém hơn so vi khuẩn gram âm *E. coli* thể hiện qua độ rộng vùng ức chế vi khuẩn. Hiện tượng này đã được giải thích trong nhiều nghiên cứu trước đây là do thành tế bào ở vi khuẩn gram dương được cấu tạo bởi lớp peptidoglycan tích điện âm có độ dày khoảng 30 nm, trong khi vi khuẩn gram âm có lớp peptidoglycan chỉ dày khoảng 4 nm [1,2,5]. Do vậy, các chủng vi khuẩn gram âm có xu hướng nhạy cảm với ion bạc hơn các chủng gram dương.

#### 4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, vải bông dệt thoi vân điểm được xử lý bằng phương pháp ngấm ép với dung dịch nano bạc thu được từ phản ứng tổng hợp xanh giữa muối bạc nitrat với các hợp chất có trong dịch chiết lá dâu tằm. Các hạt nano bạc có dạng hình cầu, kích thước khoảng 20 - 35 nm được phân tán trong nước để đạt nồng độ 80, 40 và 20  $\mu\text{g/mL}$  trước khi ngấm cho các mẫu vải bông với dung tỷ lệ

1 : 5 ( $m_{\text{vải}}/m_{\text{dung dịch}}$ ) trong 15 phút và ép ở mức ép 80%. Các kết quả phân tích SEM và EDX cho thấy sự tồn tại của các hạt nano bạc trên mẫu vải bông sau xử lý. Các mẫu vải bông xử lý nano bạc có khả năng kháng khuẩn tốt với hai chủng vi khuẩn gây bệnh là *E. coli* và *S. aureus*. Nghiên cứu này mở ra khả năng ứng dụng vải bông xử lý nano bạc tổng hợp xanh để làm vật liệu lót cho giày dép có chức năng kháng khuẩn ■

#### Lời cảm ơn:

**Nhóm tác giả xin cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ Bộ Giáo dục và Đào tạo thông qua đề tài mã số B2022-BKA-23. Đồng thời cảm ơn các thầy cô Bộ môn Vật liệu và Công nghệ Hóa dệt, Viện Dệt may - Da giày và Thời trang, Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học, Đại học Bách khoa Hà Nội và Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã hỗ trợ để nhóm hoàn thành nghiên cứu này.**

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Gao, Dangge, et al. (2021). Long-acting antibacterial activity on the cotton fabric. *Cellulose* 28: 1221-1240.
2. Ahmad (2021), Hasan. Celluloses as support materials for antibacterial agents: A review. *Cellulose* 28: 2715-2761.
3. Ben Rayana, et al. (2022). Study of the Antibacterial Efficiency of Zinc Pyrithione Treated Cotton Fabric for Shoe Insoles: Optimizing the Zinc Content and Developing a Spectrophotometric Method. *Journal of Natural Fibers* 19: 10210-10226.
4. Ghosh, S., S. Yadav and N. Reynolds (2010). Antibacterial properties of cotton fabric treated with silver nanoparticles. *The Journal of the Textile Institute* 101: 917-924.
5. Nguyen, Ngoc-Thang and Thi-Lan-Huong Vo, (2022). Fabrication of Silver Nanoparticles Using *Cordyline fruticosa* L. Leave Extract Endowing Silk Fibroin Modified Viscose Fabric with Durable Antibacterial Property. *Polymers* 14: 2409.
6. Vu T.H., Bui V.H. and Nguyen N.T (2021). Antibacterial Properties of Silver Nanoparticles Synthesized Using Piper betle L. Leaf Extract. *Materials Science Forum* 1020: 236-242.
7. Abdelghany TM, et al (2018). Recent Advances in Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Applications: About Future Directions. A Review. *BioNanoScience* 8:5-16.
8. Nguyễn Ngọc Thắng, Phạm Thị Ngọc, Vũ Tiến Hiếu, Bùi Văn Huấn (2018). Tổng hợp và phân tích tổ hợp nano bạc thu được bằng phương pháp khử ion bạc trong dịch chiết từ lá dâu tằm. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ các trường Đại học Kỹ thuật* 129, 63-68.
9. Vũ Tiến Hiếu, Nguyễn Ngọc Thắng, Bùi Văn Huấn (2023). Nghiên cứu so sánh hoạt tính kháng khuẩn và kháng nấm của nano bạc tổng hợp từ dịch chiết lá trà không và lá dâu tằm. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội*, 59 (Đang xuất bản).

**Ngày nhận bài: 9/2/2023**

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 9/3/2023**

**Ngày chấp nhận đăng bài: 20/3/2023**

Thông tin tác giả:

1. TS. NGUYỄN NGỌC THĂNG<sup>1\*</sup>

2. ThS. VŨ TIẾN HIẾU<sup>2</sup>

3. TS. VÕ THỊ LAN HƯƠNG<sup>3</sup>

4. ThS. NGUYỄN THỊ THU HÀNG<sup>4</sup>

5. TS. VŨ MẠNH HẢI<sup>1</sup>

6. ThS. ĐỖ THỊ PHƯƠNG MAI<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>2</sup> Trường Cao đẳng Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>3</sup> Trường Đại học công nghiệp Dệt May Hà Nội

<sup>4</sup> Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>5</sup> Trường Cao đẳng Nghệ thuật Hà Nội

\*Email: thang.nguyennhoc@hust.edu.vn; Cell phone: 0904 309930

## EXPLORING THE ANTIBACTERIAL EFFICIENCY OF NANOSILVER-TREATED COTTON FABRIC BY USING THE QUALITATIVE ASSESSMENT METHOD

● PhD. NGUYEN NGOC THANG<sup>1\*</sup>

● MSc. VU TIEN HIEU<sup>2</sup>

● PhD. VO THI LAN HUONG<sup>3</sup>

● MSc. NGUYEN THI THU HANG<sup>4</sup>

● PhD. VU MANH HAI<sup>1</sup>

● MSc. DO THI PHUONG MAI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Hanoi University of Science and Technology

<sup>2</sup>Ho Chi Minh City Industry and Trade College

<sup>3</sup>Hanoi Industrial Textile Garment University

<sup>4</sup>Industrial University of Ho Chi Minh City

<sup>5</sup>Hanoi College of Art

### ABSTRACT:

In this study, functional cotton fabric is treated with green silver nanoparticles which are synthesized from mulberry leaf extract by using the padding method. The coating morphology and the nanosilver's distribution on the treated cotton fabric are investigated by using the scanning electron microscopy (SEM) and the energy dispersive X-ray spectroscopy (XRD). The antibacterial capability of the nanosilver-treated cotton fabrics against both gram-negative (*Escherichia coli*) and gram-positive (*Staphylococcus aureus*) bacteria is evaluated by using the disk diffusion method according to the AATCC 90 standard. The study finds out that the nanosilver-treated cotton fabric has highly efficient antibacterial activities with both the tested bacteria strains. Therefore, the utilization of nanosilver-treated cotton fabric as a lining material in fabric shoes, providing highly effective antibacterial properties, is of great interest to consumers.

**Keywords:** cotton fabric, silver nanoparticles, green chemistry synthesis, antibacterial activity.