

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VÀ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG DIỆT KHUẨN TRONG KHÔNG KHÍ CỦA TẮM LỌC PHỦ NANO BẠC

Đến tòa soạn 10 - 4 - 2014

Lê Thanh Sơn, Nguyễn Đình Cường

Viện Công nghệ môi trường - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

SUMMARY

STUDY AND EVALUATION OF ANTI MICROBIAL ACTIVITY OF FILTER COATED BY NANO SILVER IN AIR-CLEANER DEVICE

Air purifying methods using either ozone or ultra violet light are not popular applied due to their negative human health impact. Recent research results show that air purifying method which uses photocatalytic process does not harm the environment, on the other hand offers the higher treatment efficiency. In addition, photocatalytic method can remove particles and kill micro-organisms only with the presence of oxygen while not introducing any particular oxidizing agent into the air.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, tình trạng ô nhiễm không khí bởi bụi, hóa chất, các loài vi khuẩn và vi rút, trong các phòng kín như các phòng chuyên môn của bệnh viện, văn phòng, tòa nhà công cộng, ... rất cấp thiết, vì công nghệ xử lý không khí vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu của đời sống và sản xuất [1-3]. Đặc biệt trong các phòng mổ, phòng hậu phẫu của bệnh viện, không khí bị ô nhiễm sẽ gây ra tình trạng nhiễm khuẩn, đe dọa trực tiếp đến sức khỏe của nhân viên y tế và người bệnh, làm tăng tỉ lệ tử vong, kéo dài thời gian nằm viện, tăng việc sử dụng kháng sinh nên tăng chi phí điều trị [4-5].

Một số thiết bị làm sạch không khí có trên thị trường đa phần chỉ sử dụng tấm lọc hiệu suất cao HEPA để giữ lại vi khuẩn trên màng lọc mà không tiêu diệt

triệt để. Gần đây, trên thị trường xuất hiện thiết bị làm sạch không khí bằng công nghệ xúc tác quang hóa (XTQH) Tiokraft của Nga, là loại có cấu tạo hoàn chỉnh nhất, gồm nhiều tầng lọc, mỗi tầng lọc đều có chức năng riêng do đó hiệu quả xử lý không khí rất cao và có độ bền đáng tin cậy [6, 7]. Tuy nhiên, cũng giống như các thiết bị HEPA chỉ giữ khuẩn. Trong thiết bị làm sạch không khí bằng XTQH, các tấm lọc thô và lọc tinh cũng giữ lại một phần các vi khuẩn, nấm mốc, tạo thành ổ lưu trú vi sinh và có thể khuếch tán trở lại không khí.

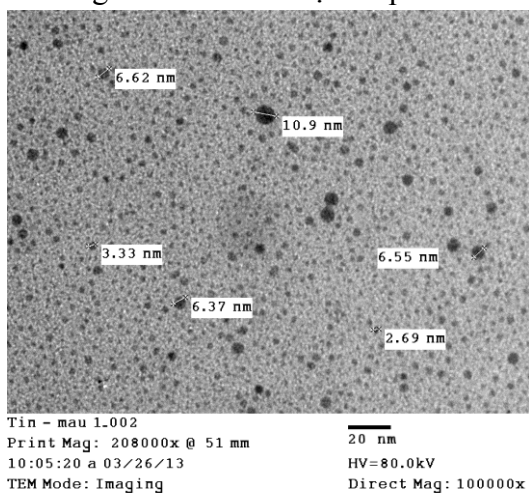
Từ lâu, bạc đã được biết tới như là nguyên tố có hoạt tính kháng khuẩn tự nhiên mạnh nhất được tìm thấy trên trái đất và ở dạng nano, hoạt tính này còn được tăng lên gấp bội, do đó được ứng dụng nhiều cho mục đích khử trùng [8,

9]. Vì vậy, trong bài báo này chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo tấm lọc phủ nano bạc và đánh giá khả năng diệt khuẩn của tấm lọc.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Thiết bị, dụng cụ và hóa chất

- Điều kiện cần thiết của màng lọc không khí dùng để tấm nano bạc là phải thấm



Hình 1. Ảnh TEM của dung dịch nano bạc do Viện CNMT chế tạo

- Dung dịch nano bạc dùng trong nghiên cứu do Viện Công nghệ môi trường chế tạo có kích thước hạt trung bình nhỏ hơn 10 nm, nồng độ 500 mg/l (Hình 1 và 2).

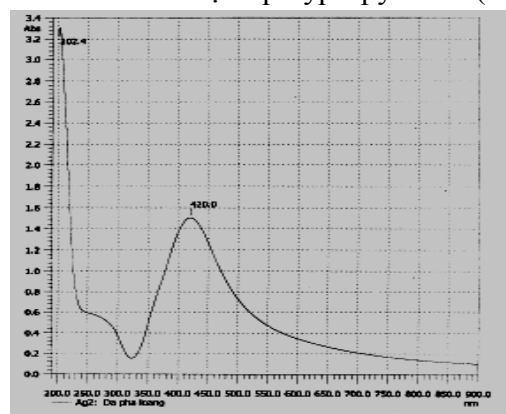
2.2. Quy trình phủ nano bạc lên tấm lọc

Các loại màng lọc không khí được phủ nano bạc bằng phương pháp nhúng: trước tiên màng được cắt thành từng mảnh kích thước 50 x 60 cm sau đó nhúng ngập vào 2 lít dung dịch nano bạc 500 ppm trong bình chứa 5 lít, trong 2 giờ ở nhiệt độ phòng để màng được thấm đều nano bạc. Sau lấy ra để khô tự nhiên trong 24 giờ. Cuối cùng màng được được gấp và bảo quản trong túi tối màu.

2.3. Đánh giá khả năng diệt khuẩn của màng phủ nano bạc tiếp xúc trực tiếp với dịch vi khuẩn

Hoạt tính kháng khuẩn của màng lọc

hút tốt để dễ dàng thấm nano bạc, đồng thời màng phải có bề mặt bông xốp để không khí dễ dàng đi qua màng nhưng vẫn giữ được bụi và vi khuẩn trong không khí tốt nhất. Do đó, chúng tôi chọn 4 loại màng để thí nghiệm là màng polyurethane (PU), polyetylen (PE), xenlulo và sợi polypropylene (PP).



Hình 2. Phổ UV-VIS của dung dịch nano bạc do Viện CNMT chế tạo

không khí được đánh giá thông qua phương pháp đếm khuẩn lạc, quy trình tiến hành phân tích như sau:

- Mỗi loại màng được cắt theo kích thước 2x2 cm;

- Ngâm màng lọc vào dung dịch nano bạc trong 10 mL dịch vi khuẩn *E.coli* 10^6 CFU/mL và vào dung dịch không chứa nano bạc (để đối chứng) trong 24 giờ ở 37°C .

- Sau 24 giờ, hút 0,1 mL dịch vi khuẩn *E.coli* từ các đĩa đem phân tích vi sinh. Đếm số khuẩn lạc xuất hiện ở mỗi đĩa và tính mật độ tế bào vi sinh vật trong mẫu ban đầu.

2.3. Đánh giá khả năng diệt khuẩn của màng lọc khi có dòng khí đi qua

Các loại màng lọc không khí cần khảo sát có kích thước 19 x 29 cm được gắn

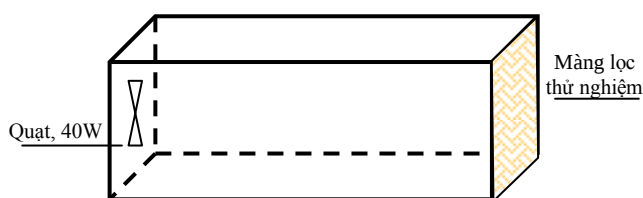
vào một hộp thông 2 đầu (19 x 29 x 60 cm), một đầu gắn màng lọc cần khảo sát, một đầu gắn quạt hút ra công suất 40W (hình 3). Hộp này được đặt trong buồng kính kín thể tích 10 m³.

Thí nghiệm sử dụng phương pháp đặt đĩa thạch: hút không khí đập vào mặt thạch để phát hiện và đếm số vi khuẩn Colony-forming unit (CFU) có trong 1 m³ không khí. Chúng tôi chọn tổng vi khuẩn hiếu khí và nấm, là loại vi sinh vật phổ biến nhất để xác định mật độ vi sinh trong không khí trước và sau khi qua màng lọc phủ nano bạc.

Môi trường PCA (Plate Count Agar) được dùng để phân lập tổng vi khuẩn hiếu khí và nấm. Sau khi pha chế dịch môi trường, khử trùng, làm nguội đến 45°C và đổ ra đĩa petri đường kính 9 cm, mỗi đĩa khoảng 12 – 15 mL trong điều kiện vô trùng. Các đĩa thạch này được bảo quản và chuyển đến vị trí cần lấy mẫu, mỗi vị trí đặt 2 đĩa thạch ở từng thời điểm lấy mẫu rồi lấy giá trị trung bình, máy lấy mẫu không khí (Flora-100 do Nga sản xuất) cài đặt chế độ 250 l/phút. Mẫu sau khi lấy được bảo quản, vận chuyển về phòng thí nghiệm và nuôi cấy trong tủ ấm 24-48 giờ, sau đó đọc kết quả.

* Cách tính kết quả:

Sau khi kết thúc các công việc tính đếm trên bề mặt đĩa petri, chuyển sang tính mật độ vi sinh để xác định số lượng vi khuẩn trong dòng không khí. Nếu số chấm trên đĩa petri nhỏ hơn < 35, thì mật



Hình 3. Bộ thử nghiệm khử trùng của màng lọc phủ nano bạc

độ vi sinh bằng chính số chấm trên đĩa. Nếu số chấm > 35 thì mật độ vi sinh (P) được tính theo công thức:

$$P = N * (1/N-1 + 1/N-2 + \dots + 1/N-n-1)$$

Trong đó: - N: số lượng lỗ trên lưới sắt; n: số lượng vi sinh (số khuẩn lạc)

Mật độ vi sinh trong mẫu (C) được xác định = số lớn nhất các khuẩn lạc trong mẫu chia cho thể tích mẫu đã lựa chọn:

$$C = P/V$$

Trong đó: V- thể tích mẫu đã chọn (m³); P- số lượng lớn nhất vi khuẩn trong mẫu (cfu/m³)

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số thông số đặc trưng của 4 màng lọc không khí

Các thông số đặc trưng của 4 loại màng khi sử dụng quạt công suất 40W để hút khí được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Thông số đặc trưng của 4 loại màng lọc

Thông số	Màng PU	Màng PE	Màng PP	Màng xenlulo
Khối lượng màng (g/25cm ²)	0,2209	0,1870	0,2884	0,5356
Độ dày màng (mm)	5,5	0,5	6,0	4,0
Tốc độ gió qua màng (m/s)	1,01	0,98	1,11	0,93

Kết quả thu được cho thấy màng PP có độ dày lớn nhất (6 mm) nhưng lại có tốc độ gió qua màng tốt nhất (1,11 m/s), chứng tỏ màng này có độ thông thoáng tốt. Tuy nhiên, để lựa chọn được loại màng phù hợp dùng làm màng lọc sơ cấp trong thiết bị xử lý không khí cần có thêm một số thí nghiệm về hiệu quả khử trùng của từng loại màng.

3.2. Khả năng diệt khuẩn của màng lọc sơ cấp phủ nano bạc

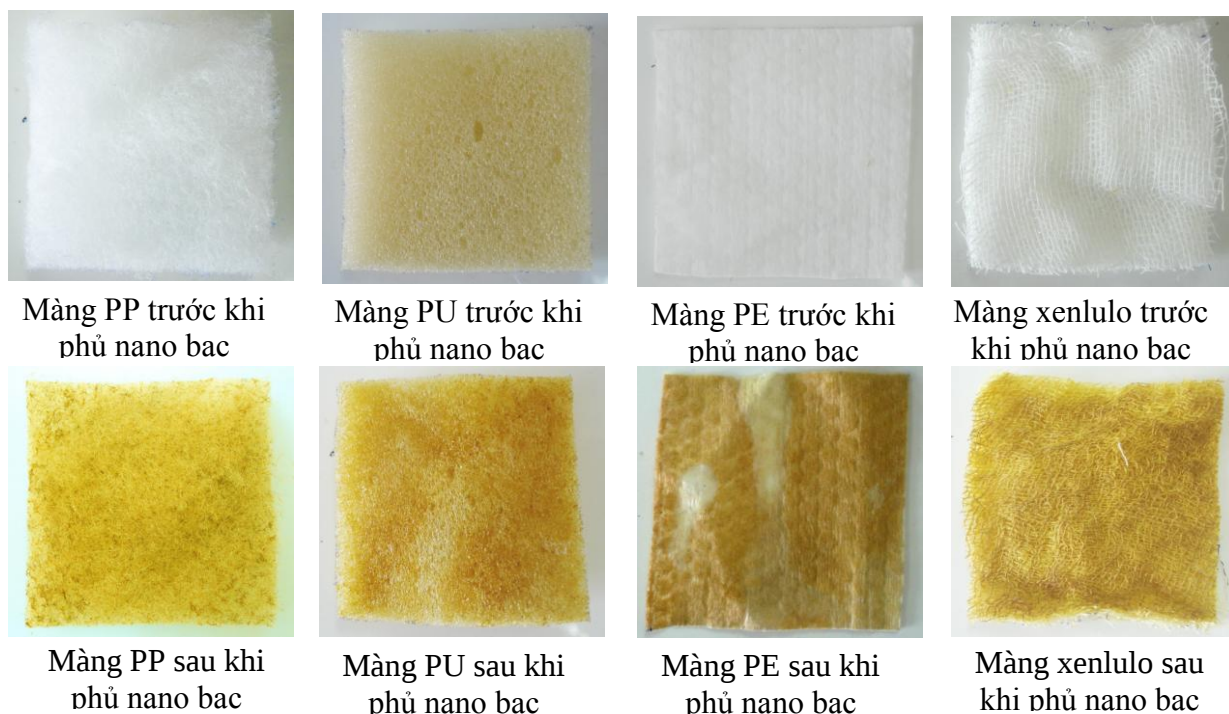
3.2.1. Màng lọc phủ nano bạc tiếp xúc trực tiếp với dịch vi khuẩn

Trên hình 4 là ảnh chụp các màng lọc trước và sau khi phủ nano bạc. Các màng lọc sau khi phủ nano bạc chuyển sang màu nâu sẫm. Bảng 2 trình bày hiệu suất kháng khuẩn *E. Coli* của 4 loại màng khác nhau trước và sau khi phủ nano bạc. Kết quả cho thấy khả năng kháng khuẩn của 4 loại màng PU, PE,

PP và xenlulo sau khi phủ nano bạc 500ppm đạt hiệu suất xử lý 100% sau khi ngâm màng với 10 mL canh trường vi khuẩn *E.coli* 10^6 CFU/mL tại nhiệt độ phòng trong 24 giờ. Trong khi đó, các loại màng khi chưa phủ nano bạc thì không có khả năng kháng khuẩn, hiệu suất xử lý đều là 0%.

3.2.2. Khả năng diệt khuẩn của màng lọc không khí khi có dòng khí đi qua

Các kết quả thí nghiệm về khả năng xử lý vi khuẩn trong không khí của các màng lọc không khí sơ cấp PP, PU, PE và xenlulo trước và sau khi phủ nano bạc được thực hiện trong buồng kính kín 10 m³ nhằm đánh giá hiệu quả “bắt giữ” vi khuẩn trong không khí cũng như hiệu suất xử lý không khí của các loại màng này. Các kết quả thí nghiệm về khả năng xử lý vi khuẩn trong không khí của các loại màng lọc không khí sơ cấp được thể hiện trên các bảng 3, 4,5,6. Các kết



Hình 4. Hình ảnh các tấm màng trước và sau khi phủ nano bạc

Bảng 2. Khả năng diệt khuẩn của 4 loại màng xử lý không khí

	PU	Ag/PU	PE	Ag/PE	PP	Ag/PP	Xenlulo	Ag/Xenlulo
<i>E. Coli</i> , cfu/ml	10 ⁶	0	10 ⁶	0	10 ⁶	0	10 ⁶	0
H, %	0	100	0	100	0	100	0	100

Bảng 3. Khả năng diệt khuẩn của màng xenlulo

Thời gian, phút	Xenlulo		Ag/Xenlulo	
	Tổng khuẩn, cfu/m ³	Hiệu suất, %	Tổng khuẩn, cfu/m ³	Hiệu suất, %
0	342	0	356	0
120	6	98,25	16	95,51
240	6	98,25	12	96,63
480	6	98,25	2	99,44

Bảng 4. Khả năng diệt khuẩn của màng PP

Thời gian, phút	PP		Ag/PP	
	Tổng khuẩn, cfu/m ³	Hiệu suất, %	Tổng khuẩn, cfu/m ³	Hiệu suất, %
0	400	0	142	0,00
120	8	98,00	10	92,96
240	4	99,00	4	97,18
480	4	99,00	2	98,59

Bảng 5. Khả năng diệt khuẩn của màng PE

Thời gian, phút	PE		Ag/PE	
	Tổng khuẩn, cfu/m ³	Hiệu suất, %	Tổng khuẩn, cfu/m ³	Hiệu suất, %
0	536	0	356	0,00
120	50	90,67	10	97,19
240	24	95,52	6	98,31
360	16	97,01	0	100,00
480	10	98,13	0	100,00

Bảng 6. Khả năng diệt khuẩn của màng PU

Thời gian, phút	PU		Ag/PU	
	Tổng khuẩn, cfu/m ³	Hiệu suất, %	Tổng khuẩn, cfu/m ³	Hiệu suất, %
0	456	0	222	0,00
120	30	93,42	8	97,75
240	6	98,68	0	100,00
360	6	98,68	4	98,88
480	6	98,68	2	99,44

quả cho thấy sau khi bật quạt (40W) để không khí qua màng được 120 phút thì hiệu suất xử lý vi khuẩn của các loại màng đều đạt trên 90%. Kết quả này có thể giải thích là do khi không khí theo luồng đi qua màng lọc sơ cấp, các hạt bụi cũng như vi khuẩn dễ dàng bị giữ lại bởi các vi sợi của các loại màng theo nguyên lý cơ học. Theo thời gian, các lớp bụi và vi khuẩn sẽ dày lên, làm tăng khả năng giữ bụi và vi khuẩn đồng thời cũng làm giảm lưu lượng không khí qua màng. Tuy nhiên, thí nghiệm này được khảo sát trong khoảng thời gian ngắn nên thông số này sẽ không được đề cập tới.

4. KẾT LUẬN

Các kết quả thí nghiệm về khả năng khử trùng không khí của các loại màng PP, PU, PE và xenlulo trong buồng kính kín 10 m³ cho thấy cả 4 loại màng đều có khả năng giữ trên 90% vi khuẩn trong không khí đi qua màng sau 120 phút. Tuy nhiên, các loại màng không phủ nano bạc thì không có khả năng tiêu diệt vi khuẩn giữ trên màng. Trong khi đó, các loại màng phủ nano bạc có khả năng diệt 100% vi khuẩn sau 24 giờ tiếp xúc với màng.

Từ các kết quả đánh giá khả năng khử trùng không khí của các loại màng lọc sơ cấp và các thông số đặc trưng của màng cho thấy màng PP là phù hợp nhất để làm màng lọc sơ cấp ứng dụng trong các thiết bị xử lý không khí.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. M.D. Giulio, R. Grande, E.D. Campli, S.D. Bartilomeo, L. Cellini. Indoor air quality in university environments.

Environ Monit Assess 170:509–517 (2010).

2. F.C. Tsai, J.M. Macher and Y.Y. Hung. Concentrations of airborne bacteria in 100 U.S. office buildings. *Proceedings: Indoor Air*. 353-358 (2002).

3. P. Reanprayoon and W. Yoonaiwong. Airborne concentrations of bacteria and fungi in Thailand border market. *Aerobiologia* 28:49–60 (2012).

4. N. Q. Tuấn. Khảo sát ô nhiễm vi sinh trong không khí phòng phẫu thuật, phòng hồi sức ở một số bệnh viện tại Thành phố Hồ Chí Minh. *Y học TP. Hồ Chí Minh*. Tập 14, Phụ bản của số 2: 173-179 (2010).

5. J. P. Obbard and L. S. Fang. Airborne concentrations of bacteria in a hospital environment in Singapore. *Water, Air, and Soil Pollution* 144: 333–341 (2003).

6. Nguyễn Việt Dũng. Nghiên cứu phát triển và ứng dụng hệ thống xử lý ô nhiễm không khí TIOKRAFT trên cơ sở vật liệu xúc tác quang TiO₂. *Báo cáo tổng kết nghiệm thu đề tài nghị định thư Việt Nam- LB Nga* (2013).

7. Lê Thanh Sơn, Nguyễn Hoài Châu, Nghiêm Thị Mỹ. Nghiên cứu chế tạo thiết bị xử lý ô nhiễm không khí trên cơ sở xúc tác quang hóa. *Tạp chí hoạt động khoa học công nghệ*. Số 4,5&6,18 -23 (2013).

8. A.B.G. Lansdown. Silver in health care: Antimicrobial effects and safety in use. *Curr. Probl. Dermatol*, 33, 17-34 (2006).

9. X. Chen, H. G. Schluesener. Nano silver: A nano product in medical application. *Toxicol. Lett.* 176,1-12 (2008).