

# Đánh giá một số đặc tính của màng lọc hướng đến khả năng tái sử dụng khẩu trang N95

Lê Thị Minh Ngọc, Lê Hữu Phước,  
Trần Thị Như Lê và Huỳnh Thị Mỹ Duyên\*  
Trường Đại học Y Dược Cần Thơ

## TÓM TẮT

*Đặt vấn đề:* Khẩu trang N95 được dùng cho cán bộ y tế vì có khả năng lọc được 95% bụi mịn có kích thước 0.3  $\mu\text{m}$  trong không khí. Chi phí cho sử dụng khẩu trang N95 là rất lớn. Việc tái sử dụng khẩu trang N95 được kỳ vọng sẽ mang lại hiệu quả kinh tế và giảm lượng rác thải y tế, góp phần bảo vệ môi trường. *Mục tiêu nghiên cứu:* Nghiên cứu ảnh hưởng của một số phương pháp khử nhiễm lên hình thái, cấu trúc, phẩm chất màng lọc trong khẩu trang N95 và xác định số lần tái sử dụng an toàn. *Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:* Khẩu trang N95 được khử nhiễm và đánh giá phẩm chất màng lọc bằng cách khảo sát hình thái và đánh giá hiệu quả lọc. Phương pháp khử nhiễm tốt nhất sẽ được thực hiện 5 chu kỳ khử nhiễm và đánh giá, từ đó xác định số lần tái sử dụng an toàn. *Kết quả:* Phương pháp sấy và phương pháp xông hơi ethylene oxide có thể giữ được phẩm chất màng lọc và hiệu quả lọc. Sau 4 chu kỳ sấy và 3 chu kỳ xông hơi ethylene oxide, phẩm chất màng lọc trong khẩu trang có thay đổi. *Kết luận:* Khẩu trang N95 có thể tái sử dụng tối đa qua 4 chu kỳ bằng phương pháp sấy hoặc 3 chu kỳ bằng phương pháp xông hơi ethylene oxide.

**Từ khóa:** khẩu trang N95, màng lọc khẩu trang, tái sử dụng

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong đại dịch Covid-19, khẩu trang y tế N95 được chỉ định dùng cho kỹ thuật viên xét nghiệm, nhân viên y tế, người tiếp xúc trực tiếp để khám, điều trị, chăm sóc người bệnh Covid-19 vì có khả năng lọc được 95% bụi mịn có kích thước 0,3  $\mu\text{m}$  trong không khí. Khẩu trang N95 có cấu tạo nhiều lớp, trong đó có màng lọc giữa được làm bằng sợi nano polypropylen có khả năng lọc bằng cơ chế cơ học và cơ chế tĩnh điện... Màng lọc giữa được làm bằng sợi nano polypropylen với điện tích tĩnh điện chúng có khả năng lọc bằng cơ chế tĩnh điện giúp hấp phụ các hạt siêu mịn. Điện tích tĩnh điện giúp tăng hiệu quả lọc cơ học lên tới 10 đến 20 lần [1]. Ngoài nhu cầu sử dụng khẩu trang có khả năng ngăn chặn virus để bảo vệ các y, bác sĩ tuyến đầu chống dịch, Nhà nước còn đang gồng mình với những khoảng chi phí rất lớn khác như vắc-xin, chi phí thuốc men, trang thiết bị chữa bệnh, xét nghiệm... [2]. Trung bình một nhân viên y tế sử dụng 1-2 khẩu trang/ngày. Giá thành khẩu trang N95 đạt tiêu chuẩn khá cao do đó, số lượng và kinh phí cho sử dụng khẩu trang N95 mỗi ngày là rất lớn. Việc tái sử dụng khẩu trang N95 được kỳ vọng sẽ

mang lại hiệu quả kinh tế thông qua việc giảm chi phí vật tư khẩu trang N95, đồng thời cho phép giảm lượng rác thải y tế, góp phần bảo vệ môi trường. Nghiên cứu được thực hiện với các mục tiêu sau:

- Khảo sát hình thái, cấu trúc, phẩm chất lọc của màng lọc sợi nano trong khẩu trang N95 trước và sau khi xử lý bằng một số phương pháp khử nhiễm.
- Xác định số lần tái sử dụng an toàn khẩu trang N95.

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Hình thái, cấu trúc, phẩm chất lọc của màng lọc sợi nano trong khẩu trang N95 (đạt tiêu chuẩn N95 NIOSH, FDA và ASTM F211) hiệu Deltaplus (Pháp) trước và sau khi xử lý bằng một số phương pháp khử nhiễm.

### 2.1.1. Tiêu chuẩn chọn mẫu

Khẩu trang N95 đạt chuẩn được lưu hành trên thị trường, mua tại nhà thuốc đạt chuẩn GPP (Thực hành tốt nhà thuốc).

Tác giả liên hệ: Huỳnh Thị Mỹ Duyên

Email: [htmduyen@ctump.edu.vn](mailto:htmduyen@ctump.edu.vn)

### 2.1.2. Tiêu chuẩn loại trừ

Khẩu trang N95 sau khi mua về không đạt yêu cầu về cảm quan (bị rách, đứt dây đeo).

### 2.1.3. Địa điểm nghiên cứu

Tại phòng nghiên cứu bộ môn Bào chế - Công nghiệp dược, Trường Đại học Y Dược Cần Thơ.

Tại khoa Kiểm soát nhiễm khuẩn, Bệnh viện Trường Đại học Y Dược Cần Thơ.

Tại Trung tâm Thiết bị Khoa học, Thành phố Hồ Chí Minh.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu thực nghiệm.

### 2.2.2. Cỡ mẫu và phương pháp chọn mẫu

Mỗi phương pháp khử nhiễm thực hiện trên 6 khẩu trang lấy kết quả trung bình. Chọn tất cả các mẫu khẩu trang N95 thỏa mãn các tiêu chuẩn chọn mẫu và tiêu chuẩn loại trừ trong thời gian lấy mẫu nghiên cứu. Số lượng khẩu trang không ít hơn 132 cái.

### 2.2.3. Nội dung nghiên cứu

2.2.3.1. *Khảo sát hình thái, kích thước lỗ, phẩm chất lọc của màng lọc sợi nano trong khẩu trang N95 trước và sau khi xử lý bằng các phương pháp khử nhiễm*

Sử dụng 4 phương pháp khử nhiễm thường được sử dụng phổ biến tại các cơ sở y tế bao gồm: nhiệt khô (sấy ở nhiệt độ 70°C trong 60 phút), luộc (đun sôi ở 100°C trong 30 phút), hấp bằng hơi nước ở áp suất cao (autoclave) trong 30 phút, dùng khí ethylene oxide (EO) nồng độ 450-1200 mg/L trong thời gian 6 giờ [3].

Mỗi phương pháp thực hiện trên 6 khẩu trang. Đánh giá phẩm chất màng lọc trong khẩu trang N95 trước và sau khi khử nhiễm thông qua:

- Quan sát hình thái của khẩu trang N95 bằng mắt thường.
- Quan sát hình thái của màng lọc khẩu trang N95 bằng kính hiển vi điện tử quét: cắt màng lọc thành mảnh nhỏ với diện tích khoảng 1 cm<sup>2</sup> ở các vị trí khác nhau, quan sát hình thái của màng lọc, sợi nano polypropylene bằng phân tích ảnh SEM có phủ Platin. Chụp các ảnh ở các độ phóng đại khác nhau như sau: độ phóng x500, 1K, 3K, 5K, 10K [4].

Đánh giá sự thay đổi của hiệu suất lọc của khẩu trang N95 trước và sau khi xử lý khử nhiễm bằng cách đánh giá sự giảm cường độ màu của dung

dịch xanh methylen trước và sau khi chảy qua khẩu trang đã được khử nhiễm. Phân tích dữ liệu và so sánh giá trị độ hấp phụ cân bằng q trung bình của các mẫu khẩu trang bằng phép kiểm T-test hoặc ANOVA một yếu tố (độ tin cậy 0.05) trên phần mềm Excel 2016.

*Quy trình định lượng màu xanh methylen* [5-6]:

Pha dung dịch chuẩn gốc: Cân chính xác khoảng 10 mg xanh methylen cho vào bình định mức 1000 mL, bổ sung nước cất vừa đủ đến vạch, lắc kỹ, dung dịch thu được có nồng độ 10 µg/mL (1).

Pha giai mẫu có nồng độ 1-3 µg/mL. Đo độ hấp thụ các dung dịch lần lượt tại bước sóng 662.4 nm.

Lập đường tuyến tính  $y = ax + b$  bằng cách sử dụng phần mềm Microsoft Excel thể hiện mối tương quan giữa nồng độ và độ hấp thụ.

Lấy 1000 mL dung dịch xanh methylen nồng độ 3 µg/mL chảy qua phễu Buchner với áp suất giảm 50 mmHg (màng lọc là các lớp khẩu trang bóc tách ra sau khi xử lý bằng các phương pháp phù hợp, cắt đường kính 40 mm sao cho vừa với đường kính phễu lọc), thời gian chảy qua khoảng 1000 giây, lưu lượng lọc 1 mL/giây. Đo độ hấp thụ cân bằng q (mg/g).

Độ hấp phụ cân bằng q (mg/g) được xác định theo công thức:

$$q = \frac{(C_o - C_e) \times V}{m} \quad (2.1)$$

$C_o$ : nồng độ của dung dịch xanh methylen ban đầu

$C_e$ : nồng độ của dung dịch xanh methylen sau khi chảy qua lớp khẩu trang

V: thể tích dung dịch xanh methylen (100 mL)

m: khối lượng của lớp lọc khẩu trang.

### 2.2.3.2. *Xác định số lần tái sử dụng an toàn cho khẩu trang N95*

Từ kết quả mục 2.2.3.1, chọn phương pháp khử nhiễm không hoặc ít làm thay đổi phẩm chất của màng lọc sợi nano trong khẩu trang N95 nhất. Thực hiện khử nhiễm khẩu trang với số lần từ 1 đến 5 lần, mỗi phép thử thực hiện lặp lại trên 6 khẩu trang. Đánh giá phẩm chất màng lọc trong khẩu trang N95 tương tự mục 2.2.3.1. Từ đó xác định số lần tái sử dụng tối đa được áp dụng.

## 3. KẾT QUẢ

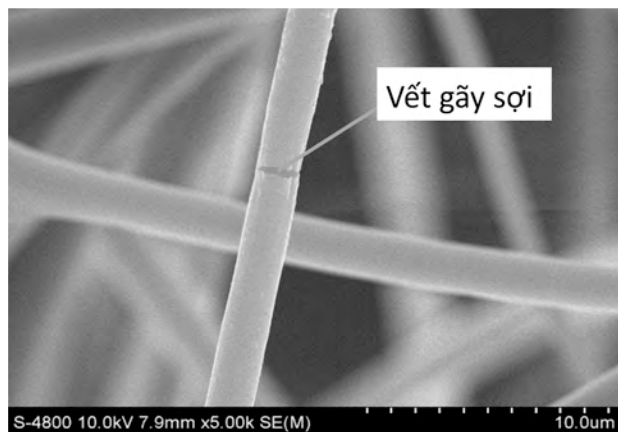
### 3.1. Khảo sát hình thái, kích thước lỗ, phẩm chất lọc của màng lọc sợi nano trong khẩu trang N95 trước và sau khi xử lý bằng các phương pháp khử nhiễm

#### 3.1.1. *Khảo sát về hình thái*

Khẩu trang sau khi được khử nhiễm bằng 4 phương

pháp được khảo sát hình thái, kết quả cho thấy sau khi thực hiện phương pháp nhiệt khô và xông hơi EO, khẩu trang nguyên vẹn, không bị rách, bị thủng, không bị biến dạng. Riêng ở phương pháp luộc, khẩu trang có hiện tượng bị mốc sau 7 ngày kể từ ngày khử nhiễm.

Quan sát hình thái của khẩu trang N95 bằng kính



Mẫu N<sub>2</sub>

hiển vi điện tử quét (SEM) cho thấy màng lọc duy trì được hình thái như khẩu trang ban đầu, không làm biến tính thay đổi cấu trúc sợi. Tuy nhiên, có một vài chỗ ghi nhận có sự nứt sợi nhưng không gây lia ở mẫu N<sub>2</sub>- Luộc 100 °C, 30 phút và mẫu N<sub>3</sub>- Hấp bằng hơi nước ở áp suất cao (Hình 1).



Mẫu N<sub>3</sub>

Hình 1. Hình ảnh SEM của màng lọc ở 2 điều kiện khử nhiễm

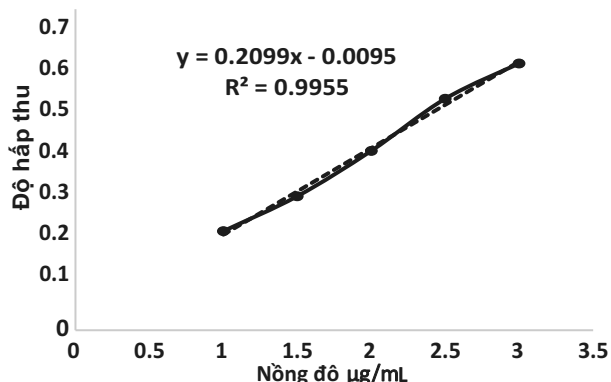
**3.1.2. Đánh giá sự thay đổi của hiệu suất lọc của**

**khẩu trang N95 trước và sau khi xử lý khử nhiễm**

Lập đường tuyến tính định lượng xanh methylen bằng phương pháp đo UV-vis. Kết quả đường tuyến tính  $y = ax + b$  thể hiện trong Bảng 1.

**Bảng 1.** Kết quả độ hấp thu của các dung dịch xanh methylen

Nồng độ (µg/mL)	Độ hấp thu
1	0.2089
1.5	0.2936
2	0.4036
2.5	0.5300
3	0.6154



Hình 2. Đồ thị biểu diễn tương quan nồng độ và độ hấp thu của xanh methylen

Lần lượt cho dung dịch xanh methylen nồng độ 3 µg/mL qua các màng lọc của khẩu trang sau khi khử nhiễm. Kết quả thu được, thể hiện trong Bảng 2.

**Bảng 2.** Kết quả độ hấp phụ cân bằng của các màng lọc

Mẫu	Độ hấp thu µg/mL	Khối lượng màng lọc	Nồng độ	Độ hấp phụ cân bằng q (µg/g)		Knewness
				Trung bình	Trung vị	
0	0.615		2.977			
1	0.567	0.104	2.747	2.3216	2.3215	0.994
2	0.565	0.102	2.736	2.3127	2.3128	-0.744
3	0.563	0.106	2.728	2.3130	2.3130	-0.497
4	0.566	0.104	2.739	2.2838	2.2838	0.887
5	0.564	0.103	2.736	2.3497	2.3373	-0.141

Chú thích: Mẫu 0: là mẫu chuẩn là mẫu dung dịch xanh methylen không qua màng lọc; Mẫu 1: là mẫu chứng là mẫu dung dịch xanh methylen qua màng lọc khẩu trang chưa qua khử nhiễm; Mẫu 2,3,4,5 lần lượt là mẫu dung dịch sau khử nhiễm bằng autoclave, EO, sấy và luộc.

**Nhận xét:**

- Các nhóm dữ liệu về độ hấp phụ cân bằng q có phân phối chuẩn.
- Phân tích ANOVA một yếu tố cho kết quả  $p = 0.0037 < 0.05$ , điều này chứng tỏ không có sự khác biệt về độ hấp phụ cân bằng của các màng lọc giữa nhóm chứng và các phương pháp khử nhiễm.

Từ các kết quả trên, chọn phương pháp ethylene oxide và sấy cho các thử nghiệm tiếp theo.

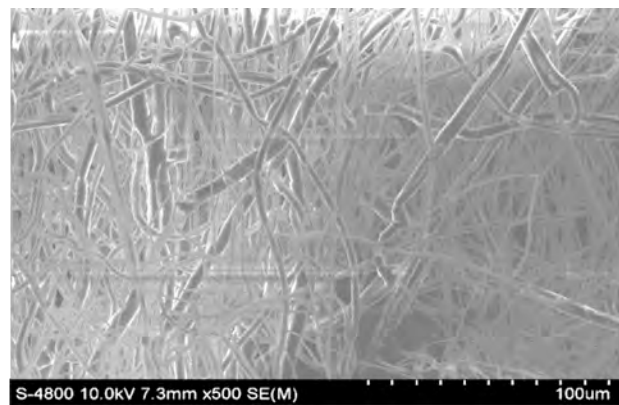
**3.2. Xác định số lần tái sử dụng an toàn cho khẩu trang N95**



**3.2.1. Quan sát hình thái của khẩu trang N95 qua các chu kỳ khử nhiễm**

Thực hiện khử nhiễm với chu kỳ từ 1 đến 5 lần. Kết quả cho thấy:

- Ở phương pháp xông hơi EO: cả 5 chu kỳ, tất cả khẩu trang đều nguyên vẹn, không bị rách, bị thủng, không thay đổi hình dạng, không ghi nhận sự thay đổi ở sợi nano trong màng lọc so với khẩu trang chưa qua khử nhiễm khi quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét.
- Ở phương pháp sấy, có một vài chỗ ghi nhận bị sứt, chẻ đoạn trên sợi khi sấy ở lần thứ 5.



Hình 3. Kết quả SEM màng lọc trong lần sấy thứ 5

**3.2.2. Đánh giá sự thay đổi của khả năng lọc của khẩu trang N95 sau khi xử lý ở 5 chu kỳ khử nhiễm**

Các nhóm dữ liệu về độ hấp phụ cân bằng q ở từng mẫu đều có phân phối chuẩn.

Dùng F-test để kiểm tra sự khác biệt về phương sai

ở cặp mẫu chứng và các lần sấy, cho thấy, ở các lần sấy 1,2,5 có  $p > 0.05$ ; lần sấy thứ 3 và 4 có  $p < 0.05$ . Tiếp tục tiến hành so sánh sự khác biệt về độ hấp phụ cân bằng q trung bình giữa mẫu chứng và các lần khử nhiễm (T-test) cho kết quả như Bảng 3.

**Bảng 3.** Kết quả đánh giá sự khác biệt về khả năng lọc của khẩu trang N95 qua 5 chu kỳ khử nhiễm bằng phương pháp sấy so với mẫu chứng

Mẫu	Độ hấp phụ cân bằng q (mg/g)	p*	Ghi chú
9	2.2835		
10	2.2696	0.824	Sử dụng T-test hai mẫu có phương sai bằng nhau
11	2.2893	0.565	
12	2.2993	0.094	Sử dụng T-test hai mẫu có phương sai khác nhau
13	2.3010	0.059	
14	2.3032	0.051	Sử dụng T-test hai mẫu có phương sai bằng nhau

\*kết quả so sánh từng mẫu 10, 11, 12, 13, 14 với mẫu 9

Chú thích: Mẫu 9: là mẫu chứng là mẫu dung dịch xanh methylen qua màng lọc khẩu trang chưa qua khử nhiễm; Mẫu 10, 11, 12, 13, 14 lần lượt là mẫu dung dịch sau khử nhiễm bằng phương pháp sấy qua 1, 2, 3, 4, 5 chu kỳ khử nhiễm.

- Tương tự như vậy, đối với phương pháp dùng ethylene oxide, có sự khác biệt về phương sai giữa cặp mẫu chứng với mẫu EO lần 1, lần 4 và

lần 5. Kết quả so sánh sự khác biệt về độ hấp phụ cân bằng q trung bình giữa mẫu chứng và các lần khử nhiễm (T-test) cho kết quả trong Bảng 4.

**Bảng 4.** Kết quả đánh giá sự khác biệt về khả năng lọc của khẩu trang N95 qua 5 chu kỳ khử nhiễm bằng phương pháp EO

Mẫu	Độ hấp phụ cân bằng q (mg/g)	p*	Ghi chú
9	2.2835		
15	2.2919	0.364	Sử dụng T-test hai mẫu có phương sai bằng nhau
16	2.2985	0.148	Sử dụng T-test hai mẫu có phương sai bằng nhau
17	2.3064	0.053	
18	2.4133	0.027	Sử dụng T-test hai mẫu có phương sai bằng nhau
19	2.8963	<0.001	

\*kết quả so sánh từng mẫu 15, 16, 17, 18, 19 với mẫu 9

Chú thích: Mẫu 9: là mẫu chứng là mẫu dung dịch xanh methylen qua màng lọc khẩu trang chưa qua khử nhiễm; Mẫu 15, 16, 17, 18, 19 lần lượt là mẫu dung dịch sau khử nhiễm bằng phương pháp EO qua 1, 2, 3, 4, 5 chu kỳ khử nhiễm.

**Nhận xét:**

Đánh giá sự thay đổi của khả năng lọc của khẩu trang N95 sau khi xử lý ở 5 chu kỳ khử nhiễm, phương pháp sấy cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p = 0.05$ ), đối với phương pháp xông hơi ethylene oxide, độ hấp thu trung bình của dung dịch xanh methylen đi qua các màng lọc của khẩu trang ở lần khử nhiễm thứ 4 và thứ 5 có sự khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0.05$ ).

**4. BÀN LUẬN**

**4.1. Khảo sát hình thái, kích thước lỗ, phẩm chất lọc của màng lọc sợi nano trong khẩu trang N95 trước và sau khi xử lý bằng các phương pháp khử nhiễm**

Theo khuyến cáo của trung tâm Kiểm soát và Phòng ngừa Dịch bệnh Hoa Kỳ, khẩu trang N95 có thể được tái sử dụng với những cách sau: sấy khẩu trang N95 ở 70°C trong 60 phút như treo trong tủ sấy, hoặc chiếu đèn tia cực tím UV khử nhiễm. Các nghiên cứu trước đây cho thấy, virus SARS-CoV-2 dễ bị bất hoạt bởi nhiệt. Sau năm phút trong môi trường nhiệt độ 70°C, chỉ số TCID50 (thước đo hiệu giá truyền nhiễm) giảm hơn 6 lần [7]. Trong điều kiện nhiệt độ có kết hợp độ ẩm cho thấy độ ẩm tương đối 50-85% có thể làm bất hoạt virus cúm [8]. Tương tự như vậy, theo Van Doremalen N và cộng sự (2020), cho thấy virus SAR-CoV (virus gây đại dịch SARs năm 2003) bị bất hoạt sau 5-30 phút khi tiếp xúc với nhiệt độ 70-75°C, độ nhay này có thể xuất hiện tương tự trên SAR-CoV2 [9]. Thực tế hiện nay, các bệnh viện hay sử dụng phương pháp sấy, luộc, hấp hay dùng ethylene oxide để khử nhiễm khẩu trang vì các phương pháp này đơn giản đặc biệt là sử dụng trang thiết bị hiện có tại Khoa kiểm soát nhiễm khuẩn mà không phải trang bị thêm bất cứ trang thiết bị nào [6].

**4.1.1. Quan sát hình thái của khẩu trang N95**

Kết quả quan sát về hình thái của khẩu trang qua 4 phương pháp khử nhiễm cho thấy, phương pháp xông hơi ethylene oxide và phương pháp sấy không làm ảnh hưởng đến hình thái của khẩu trang, khẩu trang nguyên vẹn, không bị rách, bị thủng, không bị biến dạng. Kết quả nghiên cứu của Benjamin E. Steinberg và cộng sự năm 2020 cũng ghi nhận phương pháp khử nhiễm bằng hơi ethylene oxide có khả năng diệt virus cao và không làm ảnh hưởng đến hiệu quả lọc [10].

Ở phương pháp luộc, khẩu trang nguyên vẹn, không bị rách, bị thủng, nhưng bị biến dạng, đặc biệt khẩu trang có hiện tượng bị mốc sau 7 ngày. Ở phương pháp hấp bằng hơi nước ở áp suất cao, khẩu trang không bị rách, bị thủng nhưng bị biến dạng. Kết quả này cũng tương đồng với tác giả Lin TH và các cộng sự, trong các nghiên cứu của nhóm tác giả này cho thấy phương pháp hấp bằng hơi nước ở áp suất cao làm khẩu trang bị biến dạng, ảnh hưởng đến độ khít của khẩu trang với khuôn mặt người dùng [11]. Yêu cầu của khẩu trang khi sử dụng là phải được thiết kế phù hợp với tất cả khuôn mặt, ôm khít vùng miệng và mũi giúp chống hơi thoát lên mắt, đồng thời, không thấm dịch từ ngoài bắn vào và không gây kích ứng da. Nếu khẩu trang bị biến dạng sẽ làm ảnh hưởng đến độ khít của khẩu trang với khuôn mặt, không đảm bảo an toàn cho người sử dụng. Quá trình khử nhiễm có thể khiến màng lọc không còn vừa vặn, hiệu quả lọc và khả năng thở kém hơn do thay đổi vật liệu lọc, dây đeo, vật liệu sống mũi hoặc phụ kiện dây đeo của khẩu trang. Do đó phương pháp luộc và phương pháp hấp bằng hơi nước ở áp suất cao không phù hợp để tái sử dụng lại, chọn phương pháp khử nhiễm bằng nhiệt khô và phương pháp xông hơi

ethylene oxide cho các thử nghiệm kế tiếp.

Với phương pháp quan sát bằng mắt thường chỉ có thể quan sát về mặt cảm quan của khẩu trang. Với khẩu trang N95, kích thước lỗ lọc hàng micromet nên phương pháp quan sát bằng kính hiển vi quang học không thể áp dụng để quan sát hình thái bề mặt vật liệu lọc. Phương pháp TEM cho độ phân giải cao hơn nhưng giá phân tích đắt hơn nhiều so với SEM, với kích thước lỗ lọc của lớp lọc khí thì có thể sử dụng phương pháp SEM để thực hiện [4]. Qua kết quả hình ảnh SEM của màng lọc ghi nhận được cho thấy hình thái sợi điển hình của vật liệu sợi không dệt cùng đường kính trong phạm vi micromet. Có thể thấy rằng sự đan xen của các sợi tạo ra cấu trúc dạng sợi có độ xốp cao cho màng lọc. Màng lọc bao gồm các cấu trúc mạng nhiều lớp, ba chiều của các sợi siêu mịn có hình thái không hạt, đồng đều. Qua quá trình khử nhiễm của cả 4 phương pháp cho thấy màng lọc duy trì được hình thái ban đầu, không làm biến tính thay đổi cấu trúc sợi. Tuy nhiên, có một vài chỗ ghi nhận có sự đứt sợi nhưng không gãy lìa ở mẫu N2- Luộc 100°C trong 30 phút và mẫu N3- Hấp bằng hơi nước ở áp suất cao. Điều này chứng tỏ quá trình sử dụng nhiệt ở nhiệt độ và áp suất cao gây ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu tạo sợi màng lọc.

#### **4.1.2. Đánh giá sự thay đổi của hiệu suất lọc của khẩu trang N95 trước và sau khi xử lý khử nhiễm**

Khẩu trang N95 có lớp giữa là lớp được thiết kế để mang đến khả năng lọc sạch các hạt mịn ngăn không cho virus từ lớp ngoài cùng lọt vào. Ngoài cơ chế cơ học, màng lọc giữa được làm bằng sợi nano polypropylen với điện tích tĩnh điện chúng có khả năng lọc bằng cơ chế tĩnh điện giúp hấp phụ các hạt siêu mịn. Điện tích tĩnh điện giúp tăng hiệu quả lọc cơ học lên tới 10 đến 20 lần [1].

Khi sử dụng các biện pháp khử nhiễm có thể làm thay đổi lớp điện tích tĩnh điện từ đó làm ảnh hưởng đến khả năng lọc của màng lọc khẩu trang. Dung dịch xanh methylen khi qua lớp màng lọc có hiện tượng không bị nhạt màu hay không bị giảm nồng độ chứng tỏ khả năng lọc của khẩu trang bị giảm. Phương pháp sử dụng xanh methylen để đánh giá khả năng hấp phụ của nguyên liệu được nhiều nghiên cứu áp dụng như nghiên cứu của Trần Vĩnh Thiện và Nguyễn Thị Mai Trinh (2018), nghiên cứu của Lê Diệu Thư và Trần Vĩnh Hoàng (2021) [6,7]. Tất cả các nghiên cứu đều chứng minh sử dụng xanh methylen sử dụng để đánh giá khả

năng hấp phụ của nguyên liệu là phù hợp và cho kết quả đáng tin cậy. Áp dụng vào nghiên cứu, dung dịch xanh methylen với nồng độ 10 µg/mL được sử dụng để đánh giá khả năng hấp phụ của các lớp vật liệu lọc sợi nano polypropylen có trong khẩu trang N95, do bản chất của sợi nano polypropylen có thể lọc theo cơ chế tĩnh điện giúp hấp phụ các hạt siêu mịn. Do đó, dung dịch đi qua không bị hấp phụ màu chứng tỏ lớp sợi nano polypropylen đã bị thay đổi bản chất, giảm khả năng lọc của khẩu trang, bằng cách này có thể đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp khử nhiễm đến độ bền của sợi nano polypropylen. Kết quả Bảng 4 chứng minh không có sự khác biệt về hiệu quả lọc của màng nano giữa các phương pháp khử nhiễm nhưng do ở phương pháp luộc, khẩu trang ghi nhận có hiện tượng bị mốc sau 7 ngày và có sự biến tính nhẹ về hình thái sợi nano ở khẩu trang khử nhiễm bằng phương pháp autoclave nên phương pháp sấy và phương pháp xông hơi ethylene oxide được sử dụng cho các thử nghiệm tiếp theo.

#### **4.2. Xác định số lần tái sử dụng an toàn cho khẩu trang N95**

##### **4.2.1. Quan sát hình thái của khẩu trang N95**

Từ kết quả mục 3.1, chọn phương pháp khử nhiễm bằng phương pháp sấy và xông hơi ethylene oxide để xác định số lần tái sử dụng an toàn cho khẩu trang N95. Kết quả đánh giá khẩu trang cho thấy ở cả 5 chu kỳ, tất cả khẩu trang dùng trong nghiên cứu đều ghi nhận với cùng kết quả: khẩu trang nguyên vẹn, không bị rách, bị thủng, không thay đổi hình dạng. Hình thái lớp màng lọc của khẩu trang qua kính hiển vi điện tử quét (SEM) cho thấy không ghi nhận sự thay đổi ở sợi nano trong màng lọc của khẩu trang ở cả 5 chu kỳ khử nhiễm bằng phương pháp xông hơi ethylene oxide. Riêng phương pháp sấy, có vài chỗ ghi nhận bị nứt, chỗ đoạn trên sợi khi sấy ở lần thứ 5. Điều này cho thấy có sự biến tính nhẹ về hình thái sợi ở lần sấy 5 (lần sấy 4 trở về trước sợi nano không bị biến tính về hình thái).

##### **4.2.2. Đánh giá sự thay đổi của hiệu suất lọc của khẩu trang N95 trước và sau khi xử lý khử nhiễm**

Khi đánh giá hiệu quả lọc của màng lọc nano qua 5 chu kỳ khử nhiễm bằng phương pháp sấy cho thấy tất cả đều cho kết quả phương pháp khử nhiễm này không làm ảnh hưởng đến sự hấp phụ của màng lọc khẩu trang. Nói cách khác, qua 5 lần khử

nh nhiễm bằng phương pháp sấy, khả năng lọc của màng lọc khẩu trang N95 không bị ảnh hưởng. Riêng ở phương pháp xông hơi ethylene oxide, trong chu kỳ khử nhiễm thứ 4 và thứ 5, có sự chênh lệch giữa độ hấp thụ của dung dịch mẫu chứng và độ hấp thụ của dung dịch mẫu chuẩn qua màng lọc của khẩu trang. Điều này chứng tỏ màng lọc của khẩu trang qua chu kỳ thứ 4 bị giảm khả năng lọc.

Kết quả này cũng phù hợp với một nghiên cứu tổng quan của Leticia Mitiko Kobayashi và các cộng sự (2020) thực hiện trên 27 quốc gia về thời gian sử dụng khẩu trang N95, phương pháp khử nhiễm và số lần tái sử dụng cho thấy số lần tái sử dụng khẩu trang N95 tối đa là từ 2 (theo khuyến cáo của Đức) đến 5 lần (khuyến cáo của Hoa Kỳ). Các phương pháp khử nhiễm được chấp nhận bao gồm: sấy trong tủ sấy ở 65-70°C (Đức); sử dụng hơi peroxyd hydrogen hóa (Hà Lan, châu Âu và Hoa Kỳ), dùng tia UV và nhiệt ẩm (châu Âu, Hoa Kỳ) [12].

Từ các kết quả trên chúng tôi khuyến cáo chỉ nên tái sử dụng khẩu trang bằng phương pháp sấy tối đa 4 lần và ở phương pháp xông hơi ethylene oxide là 3 lần để đảm bảo tính toàn vẹn về hình thái, khả

năng lọc của màng lọc khẩu trang, nhằm đảm bảo an toàn cho người sử dụng.

## 5. KẾT LUẬN

Khẩu trang N95 qua 5 chu kỳ khử nhiễm bằng phương pháp sấy không làm ảnh hưởng đến độ hấp phụ cân bằng q (hay nói cách khác là khả năng lọc của màng lọc nano) nhưng ở chu kỳ thứ 5 lại có sự thay đổi về hình thái của sợi nano. Ở phương pháp xông hơi ethylene oxide, qua 5 chu kỳ không ghi nhận có ảnh hưởng đến hình thái màng lọc nhưng ở chu kỳ 4 và 5, hiệu suất lọc của màng lọc nano giảm ( $p < 0.05$ ). Do đó, để đảm bảo an toàn cho người sử dụng có thể tái sử dụng khẩu trang N95 tối đa bốn lần bằng cách sấy ở nhiệt độ 70°C trong 60 phút hoặc tái sử dụng tối đa ba lần bằng phương pháp xông hơi ethylene oxide với nồng độ 450-1200 mg/L trong thời gian 6 giờ.

## LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin cảm ơn Trường Đại học Y Dược Cần Thơ đã hỗ trợ nhóm trong việc thực hiện nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), "NIOSH Guide to the Selection and Use of Particulate Respirators", 1996. [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/96-101/default.html> [Accessed Aug. 26, 2023].

[2] World Health Organization (2015), "Boil water - WHO technical brief", 2015. [Online]. Available: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-FWC-WSH-15.02> [Accessed Aug. 26, 2023].

[3] Centers for Disease Control and Prevention, "Decontamination and Reuse of Filtering Facepiece Respirators", 2020. [Online]. Available: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/90574> [Accessed Aug. 26, 2023].

[4] David B. Williams, C. Barry Carter, "The Transmission electron microscope", *Transmission electric microscopy*, Springer Science + Business Media, LLC, New York, 1996, pp.9-11, 2021.

[5] Trần Vĩnh Thiện và Nguyễn Thị Mai Trinh, "Nghiên cứu tổng hợp và khả năng hấp phụ xanh methylene của MIL-100(Fe)", *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Phú Yên*, số 17, tr.1-8, 2018.

[6] Lê Diệu Thư và Trần Vĩnh Hoàng, "Khảo sát khả năng hấp phụ xanh metylen của vật liệu màng graphen oxit/polyvinyl alcohol", *Tạp chí JST: Engineering and Technology for Sustainable Development*, 1(1), tr.28-32, 2021.

[7] Chin AW, Chu JTS, Perera MR, et al., "Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions", *Lancet Microbe vol 1(1)*, 2020, pp. 10. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3).

[8] Lore MB, et al., "Effectiveness of three decontamination treatments against influenza virus applied to filtering facepiece respirators", *Ann Occup Hyg*, vol 56, pp. 92-101, 2012.

[9] Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al., "Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1". *N Engl J Med*, vol 382, pp. 1564-1567, 2020.

[10] Benjamin E. Steinberg et al., "Efficacy and safety of decontamination for N95 respirator reuse: a systematic literature search and narrative synthesis", *Can J Anesth/J Can Anesth*, vol 67, pp. 1814-1823, 2020.

[11] Lin TH et al., "Filter quality of electret masks in

filtering 14.6–594 nm aerosol particles: effects of five decontamination methods”, *PLoS One*, vol 12 (10), 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186217>

[12] Leticia Mitiko Kobayashi et al., “Extended

use or reuse of N95 respirators during COVID-19 pandemic: An overview of national regulatory authority recommendations”, *Infection Control & Hospital Epidemiology*, vol 41, pp. 1364–1366, 2020.

---

## Evaluation of some characteristics of filters in orienting the possibility of reusing N95 respirators

Le Thi Minh Ngoc, Le Huu Phuoc,  
Tran Thi Nhu Le and Huynh Thi My Duyen

### ABSTRACT

*Background: Medical staff use N95 respirators, which filter out 95% of airborne particles greater than 0.3  $\mu\text{m}$ . The N95 mask is incredibly expensive to use. It is anticipated that reusing N95 respirators will increase economic efficiency, decrease medical waste, and improve environmental protection. Objectives: The purpose of the study is to ascertain the number of reuses and examine how various cleaning techniques affect the filter membrane quality of N95 respirators. Materials and method: Sterilization of N95 respirators is followed by an assessment of the filter quality and filtration efficiency. Doing five disinfection cycles and evaluating the results will yield the most accurate number of reuses. Results: Filter quality and filtration efficiency may be preserved by using vaporous hydrogen peroxide and dry heat. The mask's filter quality changed during three cycles of vaporous hydrogen peroxide and four cycles of dry heat. Conclusion: N95 respirators can be reused four times with dry heat and three times with vaporous hydrogen peroxide.*

**Keywords:** N95 respirators, mask filter, reuse

---

Received: 23/12/2023

Revised: 13/01/2024

Accepted for publication: 22/01/2024