

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ CHITOSAN ĐỂ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH KHÁNG KHUẨN VÀ ĐỘ LỆCH MÀU CỦA VẢI COTTON

Phạm Lâm Bích Hoàng^{1*}

Lê Thị Kim Phụng¹

Lưu Lý Cát Phương¹

Cao Bảo Khương¹

Đỗ Phương Nguyên²

Nguyễn Thị Bích Trâm²

Phạm Thị Hồng Phượng^{3*}

¹Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

²Công ty Cổ phần Tập đoàn Thái Tuấn

³Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh

*Tác giả liên hệ: Phạm Lâm Bích Hoàng - Email: phamlambichhoang@gmail.com

(Ngày nhận bài: 9/9/2024, ngày nhận bài chỉnh sửa: 16/12/2024, ngày duyệt đăng: 23/1/2025)

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xác định nồng độ chitosan và dung dịch hoàn tất kháng khuẩn để đạt hiệu quả về mặt kháng khuẩn, đồng thời duy trì chất lượng màu sắc và độ mềm mịn của vải, thông qua việc đưa chitosan lên vải cotton bằng phương pháp ngâm ép tại công đoạn xử lý hoàn tất vải cotton. Thực nghiệm được thực hiện trong cùng một điều kiện công nghệ hoàn tất (nhiệt độ, thời gian), với việc lần lượt thay đổi nồng độ chitosan, tỉ lệ thể tích dung dịch hoàn tất so với dung dịch chitosan, nồng độ dung dịch hoàn tất kháng khuẩn. Sau khi xử lý hoàn tất, mẫu vải được đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của vải bằng phương pháp khuếch tán qua thạch, đánh giá độ lệch màu bằng hai phương pháp soi đèn và đo L,a,b . Kết quả khảo sát cho thấy nồng độ dung dịch chitosan tối ưu để kháng khuẩn trên vải cotton là 5%, tỉ lệ thể tích dung dịch hoàn tất so với dung dịch chitosan là 1:3 và nồng độ dung dịch hoàn tất kháng khuẩn là 30 g/l. Sau cùng, mẫu vải được đánh giá khả năng kháng khuẩn bằng phương pháp AATCC 100 với vi khuẩn *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 và *Klebsiella pneumoniae* ATCC 11296 cho kết quả là vải cotton xử lý hoàn tất kháng khuẩn với chitosan đạt kết quả kháng khuẩn cao hơn so với mẫu vải đối chứng.

Từ khóa: Nồng độ chitosan, vải cotton, hoạt tính kháng khuẩn, hoàn tất kháng khuẩn, độ lệch màu, khả năng kháng khuẩn

1. Đặt vấn đề

Những thập niên gần đây, khí hậu và môi trường đã bị ô nhiễm gây ảnh hưởng đến sức khỏe, cuộc sống. Do đó, nhu cầu về những vật liệu có giá trị về mặt sức khỏe tăng cao. Sự phát triển của các ngành công nghiệp sản xuất hiện nay đang tập trung vào việc tạo ra những sản

phẩm an toàn và bền vững. Đặc biệt, ngành dệt may sau hai quý đầu năm 2022 chịu ảnh hưởng nặng nề từ đại dịch đã phải đối mặt với nhiều thách thức về thị trường [1]. Trước tình hình này, các doanh nghiệp trong lĩnh vực dệt may cần phải tuân thủ nghiêm ngặt các tiêu chuẩn chất lượng, đồng thời đảm bảo rằng các

sản phẩm vẫn mang lại lợi ích lâu dài về mặt sức khỏe và môi trường [2]. Một trong những tiêu chuẩn quan trọng mà ngành cần hướng tới là khả năng kháng khuẩn của vải, giúp bảo vệ người tiêu dùng khỏi các bệnh truyền nhiễm, dị ứng và các vấn đề về da [3]. Bên cạnh đó, vải kháng khuẩn còn có khả năng ngăn ngừa sự phát triển của nấm mốc và giảm mùi hôi, qua đó duy trì sự tươi mới cho sản phẩm lâu hơn [4].

Tuy nhiên, đa số các loại vải kháng khuẩn trên thị trường đang có chung một số nhược điểm như hiệu quả kháng khuẩn giảm sau một thời gian sử dụng [5], giá thành tương đối cao so với vải thông thường [6] và nhất là một số hoạt chất kháng khuẩn có khả năng nguy hại cho môi trường trong quá trình sản xuất [7]. Trước bối cảnh này, việc ứng dụng chitosan trong quy trình kháng khuẩn vải được đánh giá là một giải pháp tối ưu để khắc phục những hạn chế trên. Chitosan không chỉ mang lại hiệu quả kháng khuẩn bền vững mà còn thân thiện với môi trường.

Tập đoàn Dệt may Việt Nam (Vinatex) và Tổng Công ty May 10 (May 10 Corporation), hai doanh nghiệp chủ lực trong ngành dệt may Việt Nam, đều đã nghiên cứu và ứng dụng chitosan vào sản xuất, đặc biệt trong các sản phẩm vải kháng khuẩn. Các doanh nghiệp này đã tích hợp chitosan để tăng độ bền và tính an toàn của vải, nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của người tiêu dùng về các sản phẩm bảo vệ sức khỏe và thân thiện với môi trường [8-9].

2. Thực nghiệm

2.1. Hóa chất, nguyên liệu và thiết bị

Nghiên cứu sử dụng vải cotton đã nhuộm màu tại Công ty TNHH Thương mại và Kỹ thuật Mộc Nhiên và chế phẩm chitosan công nghiệp sau khi đã kiểm tra chỉ tiêu kỹ thuật tại Trung tâm nghiên cứu Công nghệ Lọc hóa dầu, Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh.

Hóa chất sử dụng trong thí nghiệm: CH_3COOH 2% được pha từ CH_3COOH 98%, dung dịch acid béo T800B (hỗ trợ làm mềm vải), dung dịch ELASTOGUM RD68 (hỗ trợ làm mượt vải), dung dịch SUPRASOFT DP200 (hỗ trợ làm mịn vải), dung dịch kháng khuẩn Silaide 100 (chất đối chứng) là các sản phẩm thương mại của Trung Quốc.

Thiết bị sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: cân điện tử, máy khuấy từ, đèn soi mẫu, máy sấy mẫu, máy căng định hình, máy đo pH, Máy đo màu L^* , a^* , b^* , máy đo quang Gene Quant 1300.

2.2. Phương pháp thực nghiệm

2.2.1. Chuẩn bị mẫu

Chuẩn bị mẫu dung dịch chitosan theo nồng độ: Mẫu chitosan thô được hòa tan trong dung dịch acetic acid 2% với nồng độ lần lượt là 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%. Tiến hành khuấy trộn liên tục dung dịch trong thời gian lần lượt là 20, 30, 40, 50 và 60 phút ở điều kiện nhiệt độ phòng để chitosan hòa tan hoàn toàn và thu được dung dịch chitosan có nồng độ từ 1% đến 6%.

Chuẩn bị dung dịch hoàn tất: Hòa tan 1,5 g/l dung dịch T800B, 0,2 g/l dung dịch RD68, 1,55 g/l dung dịch DP200 với nước theo tỉ lệ 1/20 và khuấy đều trong 15 phút để thu được dung dịch hoàn tất hỗ trợ làm mềm, mịn vải.

Chuẩn bị dung dịch hoàn tất kháng khuẩn: cho từ từ dung dịch chitosan vào dung dịch hoàn tất trên theo tỉ lệ cần khảo sát (1:1 – 1:5) tiếp tục khuấy trong vòng 15-30 phút. Sau cùng, ta thu được dung dịch hoàn tất kháng khuẩn chitosan.

2.2.2. Thí nghiệm 1: Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chitosan đến hoạt tính kháng khuẩn và độ lệch màu của vải

Mục tiêu của thí nghiệm này là chọn ra nồng độ dung dịch chitosan thích hợp để xử lý hoàn tất vải cotton có hoạt tính kháng khuẩn tốt và độ lệch màu thấp nhất.

Tiến hành cho các mẫu vải cotton ngâm ép vào các mẫu dung dịch chitosan 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% trong 60 giây, sau đó các mẫu vải được xử lý hoàn tất bằng thiết bị căng định hình với nhiệt độ căng 160 °C, mức ép vải 80% (0,36 mPa) và thời gian căng 2 phút.

Các mẫu vải sau khi xử lý hoàn tất kháng khuẩn được đánh giá cảm quan qua tất cả các nguồn sáng trong ngày từ 6 – 17 giờ dưới đèn soi mẫu về độ bóng, ánh màu, độ lệch màu, handfeel với sự hỗ trợ bởi kỹ thuật viên của công ty TNHH Thương mại và Kỹ thuật Mộc Nhiên và Công ty Cổ phần Tập đoàn Thái Tuấn.

2.2.3. Thí nghiệm 2: Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ dung dịch hồ và tỉ lệ hồ:chitosan đến độ lệch màu của vải bằng phương pháp đo L,a,b

Mục tiêu của thí nghiệm này là chọn ra tỉ lệ nồng độ dung dịch hoàn tất với chitosan và nồng độ dung dịch hoàn tất kháng khuẩn CTS thích hợp để vải kháng

khẩn thu được có độ bền màu và độ mềm mịn nhất.

Tiến hành ngâm ép các mẫu vải cotton vào các mẫu dung dịch hoàn tất kháng khuẩn, với nồng độ dung dịch chitosan 5%, tỉ lệ thể tích dung dịch hoàn tất:chitosan lần lượt là 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 và nồng độ dung dịch hoàn tất kháng khuẩn CTS lần lượt là 10 g/l, 20 g/l, 30 g/l, 40 g/l, 50 g/l, sau đó các mẫu vải được xử lý hoàn tất bằng thiết bị căng định hình với nhiệt độ căng 160 °C, mức ép vải 80% (0,36 mPa) và thời gian căng 2 phút.

Các mẫu vải sau khi xử lý kháng khuẩn được đánh giá độ lệch màu bằng phương pháp đo L,a,b theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9882:2013 (ASTM E308-12) về tính toán màu sắc cho các vật thể sử dụng hệ thống phân định màu của Ủy ban quốc tế về chiếu sáng (CIE) (năm 2013).

2.2.4. Kiểm tra khả năng kháng khuẩn của vải cotton sau khi xử lý hoàn tất kháng khuẩn

Tiến hành kiểm tra khả năng kháng khuẩn của vải cotton sau khi xử lý hoàn tất kháng khuẩn với các nồng độ và tỉ lệ đã khảo sát được ở các bước trên.

Phương pháp sử dụng để đánh giá khả năng kháng khuẩn của vải là phương pháp AATCC 100 tại Khoa Dược – Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh. Môi trường thử nghiệm là TSA (Tryptic Soy Agar), NB (Nutrient broth) trên hai đối tượng khử nghiệm là *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 và *Klebsiella pneumoniae* ATCC 11296. Kết quả được

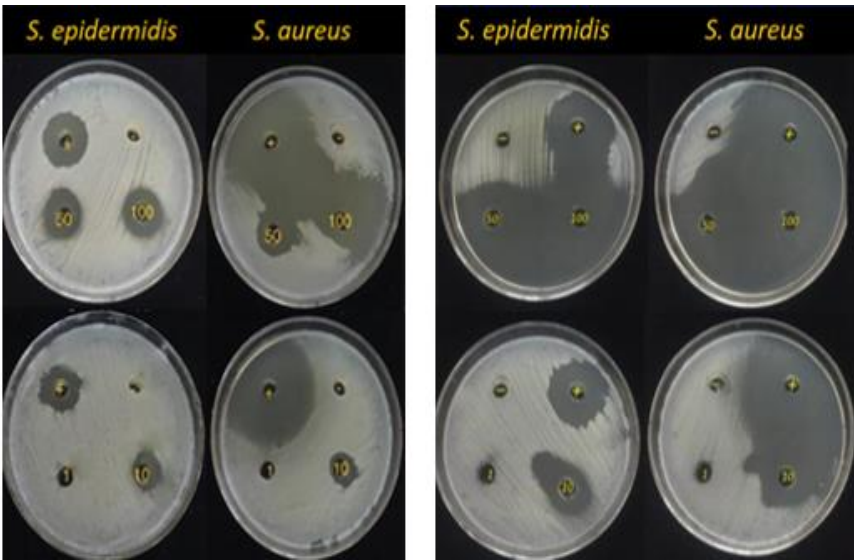
phân tích bằng máy đo quang Gene Quant 1300.

3.1. Kết quả khảo sát hoạt tính kháng khuẩn của nồng độ chitosan sử dụng

3. Kết quả và thảo luận

Bảng 1: Kết quả đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của vải cotton

Mẫu	Nồng độ vi sinh vật thử hoạt tính (mg/ml)							
	S.epidermidis				S.aureus			
	1	10	50	100	1	10	50	100
0	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	+	++	++	-	+	++	+++
2	+	-	-	++	-	++	-	-
3	+	-	-	++	-	++	-	+
4	+	++	-	+	-	+	-	++
5	++++	+++	++++	++	++++	++++	+	++++
6	++	++++	++++	++++	++++	++	+++	++++



Hình 1: Kết quả thử hoạt tính kháng khuẩn của vải nhuộm hoạt tính 1% chitosan (trái), 5% chitosan (phải)

Kết quả bảng 1 cho thấy, vải cotton xử lý hoàn tất với dung dịch chitosan 5% có khả năng kháng khuẩn tốt nhất so với các nồng độ còn lại. Theo hình 1 ta có thể thấy mẫu nồng độ 5% có vòng vô khuẩn rộng và ổn định hơn so với mẫu nồng độ 2%. Do đó, ta có thể chọn nồng độ chitosan 5% để xử lý kháng khuẩn cho vải tại giai đoạn hồ hoàn tất.

3.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chitosan đến độ lệch màu của vải sau xử lý

Bảng 2: *Đánh giá ngoại quan các mẫu vải kháng khuẩn*

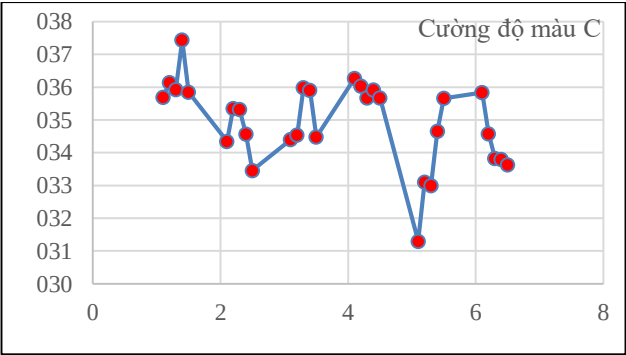
Đèn soi mẫu	Đánh giá ngoại quan
D65 (6 giờ sáng -11 giờ trưa)	Màu giữa các mẫu vải không khác biệt, độ bóng thấp
F (11 giờ sáng - 12 giờ trưa)	Màu các mẫu vải có phản chiếu ánh vàng nhẹ.
TL84 (12 giờ trưa - 2 giờ chiều)	Màu giữa các mẫu vải không khác biệt.
CwF (2 giờ chiều - 17 giờ chiều)	Màu giữa các mẫu vải không thay đổi.
UV	Vải có ánh vàng nhẹ



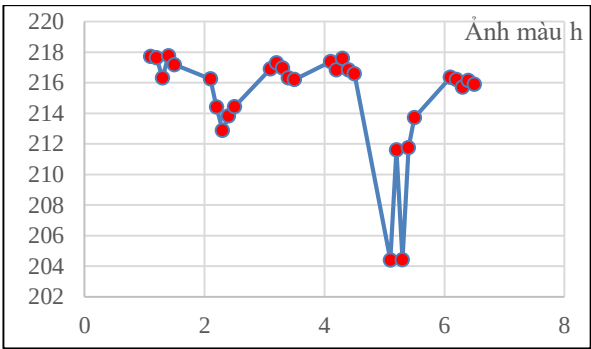
Hình 2: *Các mẫu vải kháng khuẩn dưới đèn soi mẫu*

Kết quả tại bảng 2 và hình 2 cho thấy:
Về độ lệch màu: Các mẫu vải 4%, 5%, 6% sau khi ngâm hồ có màu giống với mẫu gốc nhất. Các mẫu vải 1%, 2%, 3% sau khi ngâm hồ có màu nhạt hơn so với màu gốc (nhưng không đáng kể).
Về độ mềm, mịn: Các mẫu vải hoàn tất với dung dịch chitosan có cảm giác mềm, mượt, mịn kém hơn so với mẫu vải hoàn tất với dung dịch thường.
Sau khi khảo sát khả năng kháng khuẩn và độ lệch màu của vải sau hoàn

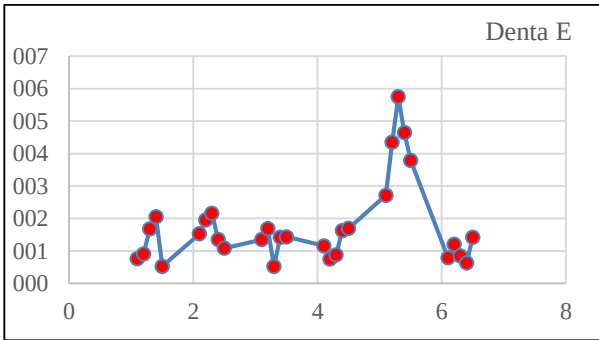
tất với tác nhân kháng khuẩn chitosan, ta có thể chọn nồng độ chitosan thích hợp là 5% để xử lí kháng khuẩn cho vải cotton trong quá trình hoàn tất, vải kháng khuẩn sau hoàn tất có khả năng kháng khuẩn cao, tuy màu có nhạt hơn so với màu gốc nhưng không đáng kể, ta có thể điều chỉnh nồng độ, tỉ lệ thuốc nhuộm trong giai đoạn nhuộm trước đó.
3.3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ dung dịch hồ chitosan đến độ lệch màu của vải



Hình 3: *Kết quả so sánh cường độ màu bằng pp L,a,b*



Hình 4: Kết quả so sánh ảnh màu bằng pp L,a,b



Hình 5: Kết quả so sánh denta E bằng pp L,a,b

Vải sau khi xử lí hoàn tất với dung dịch hoàn tất kháng khuẩn theo tỉ lệ thể tích dung dịch hoàn tất so với dung dịch chitosan lần lượt 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 và nồng độ dung dịch hoàn tất kháng khuẩn lần lượt 10, 20, 30, 40, 50 (g/l) được kiểm tra bằng phương pháp đo L,a,b.

Kết quả cho thấy nồng độ dung dịch hoàn tất càng thấp, cường độ màu C càng lớn thì màu vải càng đậm (hình 3). Ảnh màu h càng giảm tương ứng với nồng độ dung dịch hoàn tất càng cao thì màu vải

nhạt dần (hình 4). ΔE càng thấp độ bền màu càng cao (hình 5). Qua đó, nhận thấy mẫu vải ở vị trí 3.3 trong đồ thị được xử lí với nồng độ dung dịch hoàn tất 30 g/l và tỉ lệ thể tích dung dịch hoàn tất so với dung dịch chitosan 1:3 có kết quả gần giống với vải đối chứng nhất.

3.4. Kết quả khảo sát khả năng kháng khuẩn của vải hoàn tất với hồ chitosan so với vải hoàn tất với hồ kháng khuẩn trên thị trường

Bảng 3: Kết quả khảo sát khả năng kháng khuẩn của vải xử lí bằng dung dịch kháng khuẩn chitosan so với hồ kháng khuẩn trên thị trường (Silaide 100)

Vi khuẩn	Mật độ vi khuẩn (x 10 ⁷ CFU/ml)	Tỉ lệ ức chế tại thời điểm 24 giờ (%)
<i>K. pneumoniae</i>		
Mẫu đối chứng	3,52±0,37	N/A
Mẫu vải xử lí với chitosan 2%	3,44±0,21	2,27
Mẫu vải xử lí với chitosan 5%	3,36±0,25	4,55
<i>S. aureus</i>		
Mẫu đối chứng	2,62±0,16	N/A
Mẫu vải xử lí với chitosan 2%	2,55±0,18	2,67
Mẫu vải xử lí với chitosan 5%	2,40±0,19	8,40

Kết quả kiểm tra khả năng kháng khuẩn của mẫu vải (bảng 3) cho thấy: Tại cùng điều kiện trong quá trình hoàn tất, khả năng kháng khuẩn của mẫu vải được xử lý kháng khuẩn với dung dịch kháng khuẩn chitosan cao hơn mẫu vải hoàn tất với dung dịch kháng khuẩn Silaide 100. Đồng thời, khả năng kháng khuẩn của mẫu vải tăng khi nồng độ chitosan tăng từ 2% - 5%.

4. Kết luận

Chitosan là nguyên liệu sinh học thay thế dễ điều chế từ chế phẩm chitin có nhiều tại Việt Nam. Vải cotton sau khi nhuộm được xử lý kháng khuẩn tại giai đoạn hoàn tất bằng phương pháp ngâm ép qua dung dịch hoàn tất kháng khuẩn chitosan với nồng độ dung dịch chitosan 5%, tỉ lệ thể tích dung dịch hoàn tất so với dung dịch chitosan là 1:3, nồng độ

dung dịch hoàn tất kháng khuẩn chitosan là 30 g/l, sau khi ngâm ép, vải được căng định hình bởi thiết bị hoàn tất với nhiệt độ 160 °C, mức ép 80%, thời gian 2 phút. Cuối cùng, thu được sản phẩm là vải cotton kháng khuẩn có độ lệch màu ít, vẫn giữ được độ mềm mịn và khả năng kháng khuẩn với chủng vi sinh vật *S.aureus* và *K. pneumoniae* cao hơn vải được xử lý hoàn tất với dung dịch kháng khuẩn silaide 100 được nhập từ Trung Quốc. Kết quả nghiên cứu cho thấy chitosan rất có tiềm năng trong việc kháng khuẩn, đồng thời ứng dụng chitosan vào sản xuất vải kháng khuẩn là lựa chọn thân thiện với môi trường, góp phần giảm thiểu chế phẩm và dễ áp dụng trong quy mô sản xuất công nghiệp, từ đó có thể ứng dụng trong những tình huống khẩn cấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoang, T. P., Nguyen, L. M., and Vu, H. T., “Antibacterial textile materials: Mechanisms and applications in the garment industry”, *Journal of Textile Science*, 12(3), 45-56, 2020.
- [2] Nguyen, K. A., Tran, T. H., and Pham, Q. H., “The impact of the COVID-19 pandemic on the textile and garment industry in Vietnam”, *Industrial Economics Review*, 7(1), 89-102, 2022.
- [3] Pham, D. H., “Odor and mold prevention in antibacterial fabrics”, *Journal of Textile Innovation*, 8(2), 123-130, 2019.
- [4] Tran, M. H., and Le, D. Q., “Sustainable textile manufacturing: A case study of compliance with quality standards”, *Sustainability in Textile Production*, 5(4), 99-110, 2021.
- [5] Nguyen, T. H., and Tran, K. H., “Durability and effectiveness of antibacterial textiles: A review”, *Textile Materials Review*, 5(2), 34-50, 2018.
- [6] Hoang, T. P., Nguyen, L. M., and Vu, H. T., “Antibacterial textile materials: Mechanisms and applications in the garment industry”, *Journal of Textile Science*, 12(3), 45-56, 2020.
- [7] Le, D. Q., and Pham, T. V., “Environmental impacts of antibacterial agents used in textile manufacturing”, *Sustainability in Textile Production*, 4(3), 112-125, 2019.

- [8] Singh, A., and Patel, R., “Chitosan: A versatile biopolymer for antibacterial textiles, in *Chitosan Applications in Textiles*, IntechOpen, <https://doi.org/10.5772/intechopen.12345>, 2023, pp. 101-120.
- [9] Zhang, Y., Li, P., and Chen, L., “Antibacterial properties of chitosan-modified fabrics”, *Materials*, 12(7), 5432-5440, 2023.

INVESTIGATION ON THE EFFECT OF CHITOSAN CONCENTRATION ON THE ANTIBACTERIAL PROPERTIES AND COLOR DEVIATION OF COTTON FABRIC

Pham Lam Bich Hoang^{1*}

Lê Thi Kim Phung¹

Luu Ly Cat Phuong¹

Cao Bao Khuong¹

Do Phuong Nguyen²

Nguyen Thi Bich Tram²

Pham Thi Hong Phuong³

¹Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCMC

²Thai Tuan Group Joint Stock Company

³Industrial University of Ho Chi Minh City

*Corresponding Author: Pham Lam Bich Hoang - Email: phamlambichhoang@gmail.com

(Received: 9/9/2024, Revised: 16/12/2024, Accepted for publication: 23/1/2025)

ABSTRACT

*This study aims to determine the optimal chitosan concentration and antibacterial finishing solution to achieve effective antibacterial performance while maintaining the color quality and softness of cotton fabric, by applying chitosan to cotton fabric using the padding method during the finishing process. The experiment was conducted under the same finishing technological conditions (temperature, time), with variations in chitosan concentration, the volume ratio of finishing solution to chitosan solution, and the concentration of the antibacterial finishing solution. After finishing treatment, the antibacterial activity of the fabric was evaluated using the agar diffusion method, and the color change was assessed by two methods: lightbox and L,a,b measurements. The survey results showed that the optimal chitosan solution concentration for antibacterial activity on cotton fabric is 5%, the ratio of the finishing solution to chitosan solution is 1:3, and the concentration of the antibacterial finishing solution is 30 g/l. Finally, the fabric samples were evaluated for antibacterial performance using the AATCC 100 method with *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 and *Klebsiella pneumoniae* ATCC 11296. The results indicated that the cotton fabric treated with chitosan antibacterial finishing achieved higher antibacterial effectiveness than the control fabric sample.*

Keywords: Chitosan concentration, cotton fabric, antibacterial activity, antibacterial finishing, color deviation, antibacterial ability