

BỘ GIÁO DỤC  
VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC  
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

**HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**



**NGUYỄN TRỌNG TUẤN**

**NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẢI BÔNG KHÁNG KHUẨN BẰNG  
DỊCH TÁCH CHIẾT TỪ QUẢ MẶC NƯA VÀ KẾT HỢP VỚI  
MỘT SỐ PHỤ GIA KHÁC**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC VẬT CHẤT**

*Hà Nội - Năm 2024*

BỘ GIÁO DỤC  
VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC  
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

NGUYỄN TRỌNG TUẤN

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẢI BÔNG KHÁNG KHUẨN BẰNG  
DỊCH TÁCH CHIẾT TỪ QUẢ MẶC NỬA VÀ KẾT HỢP VỚI  
MỘT SỐ PHỤ GIA KHÁC

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC VẬT CHẤT

Ngành: Vật liệu Cao phân tử và tổ hợp

Mã số: 9440125

Xác nhận của  
Học viện Khoa học và công nghệ

Người hướng dẫn 1  
(Ký, ghi rõ họ tên)

Người hướng dẫn 2  
(Ký, ghi rõ họ tên)

GS.TS. Thái Hoàng TS. Nguyễn Thị Thu Trang

Hà Nội - Năm 2024

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận án: “*Nghiên cứu chế tạo vải bông kháng khuẩn bằng dịch tách chiết từ quả mướp dưa và kết hợp với một số phụ gia khác*” là công trình nghiên cứu của chính mình dưới sự hướng dẫn khoa học của GS. TS. Thái Hoàng, TS. Nguyễn Thị Thu Trang cùng với sự hỗ trợ của PGS. TS. Nguyễn Thúy Chinh và TS. Võ An Quân. Luận án sử dụng thông tin trích dẫn từ nhiều nguồn tham khảo khác nhau và các thông tin trích dẫn được ghi rõ nguồn gốc. Các kết quả nghiên cứu của tôi được công bố chung với các tác giả khác đã được sự nhất trí của đồng tác giả khi đưa vào luận án. Các số liệu, kết quả được trình bày trong luận án là hoàn toàn trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ một công trình nào khác ngoài các công trình công bố của tác giả. Luận án được hoàn thành trong thời gian tôi làm nghiên cứu sinh tại Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

*Hà Nội*, ngày tháng năm 2024

**Tác giả luận án**

**Nguyễn Trọng Tuấn**

## LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận án này, tôi xin bày tỏ lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc nhất đến GS. TS. Thái Hoàng, thầy đã hết lòng hướng dẫn khoa học, định hướng nghiên cứu và dạy dỗ tôi trong suốt quá trình thực hiện luận án. Tôi xin chân thành cảm ơn GS. TS. Phạm Văn Thiêm, PGS. TS. Hoàng Thị Lĩnh, TS. Nguyễn Thị Thu Trang, PGS. TS. Nguyễn Thúy Chinh, TS. Võ An Quân và ThS. Nguyễn Hữu Đông đã giúp đỡ và tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất trong suốt quá trình tôi thực hiện và hoàn thành luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn Học viện khoa học và Công nghệ, Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên, Viện Khoa học Vật liệu thuộc Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam, Ban Giám hiệu, quý Thầy Cô Khoa Công nghệ May & thiết kế thời trang, Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, ban lãnh đạo và cán bộ nhân viên Viện Dệt may Việt Nam, quý Thầy Cô Khoa Dệt may - Da giày và Thời trang, Trường Vật liệu - Đại học Bách khoa Hà Nội, đã tạo điều kiện cho tôi được học tập và nghiên cứu.

Tôi cũng bày tỏ lòng biết ơn đến các giáo sư, các nhà khoa học của Hội đồng bảo vệ luận án Tiến sĩ cấp học viện đã dành thời gian, kinh nghiệm và kiến thức của mình để đánh giá, góp các ý kiến chuyên môn quý báu cho luận án của tôi.

Cuối cùng, tôi muốn dành lời cảm ơn đặc biệt đến gia đình và người thân, luôn động viên, gánh vác công việc và ủng hộ không điều kiện để tôi yên tâm hoàn thành luận án.

*Hà Nội*, ngày tháng năm 2024

**Tác giả**

**Nguyễn Trọng Tuấn**



## MỤC LỤC

<b>DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT</b> .....	vi
<b>DANH MỤC BẢNG</b> .....	viii
<b>DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ</b> .....	x
<b>MỞ ĐẦU</b> .....	xiv
<b>CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN</b> .....	1
<b>1.1. Vải bông kháng khuẩn</b> .....	1
1.1.1. Cấu trúc và thành phần hóa học của xơ bông .....	1
1.1.1.1. Cấu trúc .....	1
1.1.1.2. Thành phần hoá học .....	3
1.1.1.3. Một số loại vải bông thông dụng .....	3
1.1.2. Tình hình nghiên cứu vải bông kháng khuẩn trên thế giới .....	4
1.1.3. Tình hình nghiên cứu vải bông kháng khuẩn ở trong nước.....	8
1.1.4. Ứng dụng của vải bông kháng khuẩn .....	10
1.1.4.1. Ứng dụng của vải bông kháng khuẩn trong lĩnh vực y tế.....	10
1.1.4.2. Ứng dụng của vải bông kháng khuẩn trong dệt may .....	12
<b>1.2. Nguyên lý kháng khuẩn và các phương pháp đánh giá khả năng kháng khuẩn của vải</b> .....	13
1.2.1. Nguyên lý kháng khuẩn cho vải.....	13
1.2.2. Các phương pháp đánh giá khả năng kháng khuẩn cho vải .....	14
<b>1.3. Các chất kháng khuẩn sử dụng cho vải</b> .....	14
1.3.1. Các chất kháng khuẩn nguồn gốc hữu cơ.....	14
1.3.2. Các chất kháng khuẩn nguồn gốc vô cơ.....	19
1.3.3. Các chất kháng khuẩn từ thực vật .....	23
<b>1.4. Quả mặc nưa</b> .....	25
1.4.1. Giới thiệu chung về quả mặc nưa.....	25
1.4.2. Các phương pháp chiết tách dịch từ quả mặc nưa.....	26
1.4.3. Thành phần hóa học có trong quả mặc nưa.....	26
1.4.4. Ứng dụng của dịch chiết từ quả mặc nưa .....	30
<b>CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU</b> .....	34
<b>2.1. Đối tượng nghiên cứu</b> .....	34
2.1.1. Hóa chất và nguyên liệu.....	34

2.1.2. Các thiết bị, dụng cụ chủ yếu .....	34
<b>2.2. Phương pháp nghiên cứu .....</b>	<b>35</b>
2.2.1. Chiết tách và tạo dịch chiết từ quả mặc nưa tươi sử dụng rung siêu âm.....	35
2.2.2. Chiết tách và tạo cao chiết từ quả mặc nưa khô sử dụng rung siêu âm.....	36
2.2.3. Xác định hàm lượng tannin, hydroquinone, saponin trong mẫu cao chiết từ quả mặc nưa.....	37
2.2.4. Quy trình xử lý vải bông và tối ưu hóa quy trình công nghệ.....	41
2.2.4.1. Tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa .....	41
2.2.4.2. Tối ưu hóa tỷ lệ thành phần hỗn hợp xử lý cho vải bông.....	44
2.2.4.3. Xử lý vải bông bằng hỗn hợp .....	46
2.2.5. Nhuộm vải bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính.....	47
2.2.6. Áp dụng quy trình tối ưu vào sản xuất thử nghiệm vải bông kháng khuẩn..	47
2.2.7. Xác định khả năng kháng khuẩn của vải bông .....	49
2.2.8. Xác định khả năng kháng khuẩn của dịch chiết từ quả mặc nưa .....	50
2.2.9. Xác định các tính chất vải bông sau xử lý.....	51
2.2.9.1. Xác định khả năng lên màu của vải bông sau xử lý.....	51
2.2.9.2. Xác định hình thái cấu trúc của vải bông .....	52
2.2.9.3. Xác định khả năng bám dính bề mặt của vải bông.....	52
2.2.9.4. Xác định khả năng chống tia cực tím của vải bông .....	52
2.2.9.5. Xác định độ thoáng khí của vải bông .....	53
2.2.9.6. Xác định độ hút hơi nước của vải bông.....	54
2.2.9.7. Xác định khối lượng của vải bông .....	54
2.2.9.8. Xác định độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của vải bông .....	54
2.2.9.9. Xác định độ bền màu của vải bông.....	55
2.2.9.10. Xác định hàm lượng formaldehyde và một số amine thơm của nước thải sau quá trình xử lý kháng khuẩn của vải bông .....	57
2.2.9.11. Xác định độ bền nhiệt của vải bông.....	58
2.2.9.12. Xác định mức độ ô nhiễm của nước thải sau quá trình xử lý vải bông...	58
<b>CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN .....</b>	<b>61</b>
<b>3.1. Hàm lượng một số hợp chất có trong quả mặc nưa và khả năng kháng khuẩn của dịch chiết từ quả mặc nưa .....</b>	<b>61</b>
<b>3.2. Lựa chọn dịch chiết từ quả mặc nưa để xử lý vải bông đáp ứng yêu cầu kháng khuẩn .....</b>	<b>64</b>

<b>3.3. Tối ưu hóa quy trình công nghệ</b> .....	67
3.3.1. Tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mướp dưa .....	67
3.3.2. Tối ưu hóa tỷ lệ thành phần hỗn hợp xử lý vải bông.....	73
<b>3.4. Đặc trưng, tính chất của vải bông kháng khuẩn</b> .....	79
3.4.1. Khả năng nhuộm màu của vải bông .....	79
3.4.2. Hình thái cấu trúc của vải bông kháng khuẩn.....	80
3.4.3. Phổ hồng ngoại của vải bông kháng khuẩn.....	81
3.4.4. Khả năng chống tia cực tím (UV) của vải bông kháng khuẩn .....	83
3.4.5. Độ thoáng khí của vải bông kháng khuẩn .....	85
3.4.6. Độ hút hơi nước của vải bông kháng khuẩn .....	86
3.4.7. Khối lượng của vải bông kháng khuẩn.....	87
3.4.8. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của vải bông kháng khuẩn.....	88
3.4.9. Độ bền màu của vải bông kháng khuẩn .....	91
3.4.10. Khả năng kháng khuẩn của vải bông sau xử lý .....	92
3.4.10.1. Khả năng kháng khuẩn của vải bông sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mướp dưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu .....	92
3.4.10.2. Khả năng kháng khuẩn của vải bông sau giặt .....	95
3.4.11. Độ bền nhiệt của vải bông kháng khuẩn .....	97
3.4.12. Hàm lượng formaldehyde và một số amine thơm của vải bông kháng khuẩn .....	100
3.4.12.1. Hàm lượng formaldehyde trong vải bông kháng khuẩn.....	100
3.4.12.2. Hàm lượng một số amine thơm của vải bông kháng khuẩn .....	100
<b>3.5. Đánh giá mức độ ô nhiễm của nước thải sau quá trình xử lý vải bông</b> .	102
<b>KẾT LUẬN</b> .....	104
<b>DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN</b> ..	105
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	106
<b>PHỤ LỤC</b> .....	120

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Stt	Danh mục viết tắt	Tiếng Việt	Tiếng Anh
1	a*	Tọa độ màu trên trục đỏ lục	Color coordinates on the red-green axis
2	b*	Tọa độ màu trên trục vàng lam	Color coordinates on the yellow-blue axis
3	BOD <sub>5</sub>	Nhu cầu oxy sinh học	Biochemical oxygen demand
4	C	Độ bão hòa hoặc độ thuần sắc	Saturation
5	CFU	Đơn vị tạo khuẩn lạc	Colony-Forming Unit
6	COD	Nhu cầu oxy hóa hóa học	Chemical oxygen demand
7	DOE	Phương pháp thiết kế thí nghiệm	Design of experiments
8	H	Tông màu hoặc ánh màu	Hue or Memerism
9	HPLC	Sắc ký lỏng hiệu năng cao	High performance liquid chromatography
10	IR	Phổ hồng ngoại	Infrared spectroscopy
11	K/S	Khả năng lên màu	Dyeing ability
12	L*	Độ sáng	Lightness
13	LC-MS	Sắc ký lỏng khối phổ	Liquid chromatography-Mass spectrometry
14	MIC	Nồng độ ức chế tối thiểu	Minimum inhibitory concentration
15	NCS	Nghiên cứu sinh	Candidate for the degree of doctor of philosophy
16	owf	So với khối lượng của vải	Weight of fabric
17	P <sub>d</sub>	Mật độ sợi theo hướng dọc	Linear fiber density
18	P <sub>n</sub>	Mật độ sợi theo hướng ngang	Weft density
19	QAS	Muối amoni bậc bốn	Quaternary ammonium salts
20	QCVN	Quy chuẩn quốc gia Việt Nam	Vietnam national standards
21	ROS	Các loại phân tử oxy hoạt động	Reactive oxygen species
22	RSM	Thí nghiệm bề mặt đáp ứng	Response surface methodology
23	SEM	Hiển vi điện tử quét	Scanning electron microscopy

24	T (UV-A)	Giá trị truyền qua trung bình của tia UV-A	Average UV-A irradiance
25	T (UV-B)	Giá trị truyền qua trung bình của tia UV-B	Average UV-B irradiance
26	TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam	Vietnam standard
27	TDS	Tổng lượng chất rắn hòa tan	Total dissolved solids
28	TGA	Giải đồ phân tích nhiệt khối lượng	Thermal gravimetric analysis
29	TSS	Tổng lượng chất rắn lơ lửng	Total suspended solids
30	UPF	Hệ số chống tia tử ngoại	Ultraviolet protection factor
31	UV	Tử ngoại	Ultraviolet
32	UV-VIS	Quang phổ tử ngoại - khả kiến	Ultraviolet-Visible
33	$\Delta E$	Độ lệch màu	Color difference $\Delta E$

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Sự phân bố cellulose và tạp chất ở xơ bông .....	3
Bảng 1.2. Ảnh hưởng của nồng độ chitosan tới khả năng kháng khuẩn của vải bông sau xử lý với chitosan có khối lượng phân tử 2,6 kDa (nồng độ vi khuẩn ban đầu là $10^5$ CFU/ml).....	8
Bảng 1.3. Tính chất của gạc bông đã xử lý với tác nhân kháng khuẩn .....	11
Bảng 1.4. Hoạt tính kháng khuẩn chống lại vi khuẩn gram (+) và gram (-) của các chất có trong thực vật được chọn lọc.....	15
Bảng 1.5. Hoạt tính kháng khuẩn của hạt nano $TiO_2$ trên các chủng vi khuẩn.....	21
Bảng 1.6. Các chất kháng khuẩn điển hình từ thực vật .....	23
Bảng 1.7. Điều kiện chiết dịch mặc nưa theo các phương pháp chiết.....	26
Bảng 1.8. Các hợp chất được phân lập từ quả mặc nưa.....	27
Bảng 2.1. Các thiết bị chủ yếu sử dụng trong nghiên cứu .....	35
Bảng 2.2. Các yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu diệt vi khuẩn của dung dịch xử lý vải bông.....	42
Bảng 2.3. Điều kiện công nghệ xử lý vải bông bằng dịch chiết quả mặc nưa	43
Bảng 2.4. Các yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến thế Zeta của hỗn hợp.....	45
Bảng 2.5. Ma trận quy hoạch bậc hai Box-Behnken cho 15 thí nghiệm .....	46
Bảng 3.1. Thành phần các chất có trong cao chiết từ quả mặc nưa khô.....	61
Bảng 3.2. Khả năng kháng khuẩn của tannin và dịch chiết từ dịch chiết quả mặc nưa .....	63
Bảng 3.3. Sự thay đổi màu sắc của vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa khô và mặc nưa tươi .....	65
Bảng 3.4. Khả năng kháng khuẩn của vải bông xử lý bởi dịch chiết quả mặc nưa .....	66
Bảng 3.5. Phân tích phương sai ANOVA cho các hàm mục tiêu.....	67
Bảng 3.6. Hệ số của phương trình bậc 2 tương ứng với các hàm mục tiêu và phân tích phương sai ANOVA tương ứng .....	68
Bảng 3.7. Điều kiện công nghệ tối ưu và các giá trị lý thuyết và thực nghiệm của hàm mục tiêu ở điều kiện tối ưu .....	70
Bảng 3.8. Kết quả xác định thế Zeta của 15 mẫu vải bông theo quy hoạch hóa thực nghiệm .....	73
Bảng 3.9. Phân tích ANOVA của mô hình bậc hai theo điện thế Zeta (mV).....	74

Bảng 3.10. Thế Zeta của hỗn hợp xử lý vải bông .....	76
Bảng 3.11. Sự thay đổi màu sắc của vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, thuốc nhuộm hoạt tính và xử lý bằng hỗn hợp.....	79
Bảng 3.12. Khả năng chống tia UV của vải bông.....	84
Bảng 3.13. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về khả năng chống tia UV	85
Bảng 3.14. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt theo hướng dọc của các mẫu vải bông kháng khuẩn .....	89
Bảng 3.15. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt theo hướng ngang của các mẫu vải bông kháng khuẩn .....	89
Bảng 3.16. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về độ bền kéo đứt theo hướng dọc của các mẫu vải bông.....	90
Bảng 3.17. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về độ giãn dài khi đứt theo hướng dọc của các mẫu vải bông.....	90
Bảng 3.18. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về độ bền kéo đứt theo hướng ngang của các mẫu vải bông.....	90
Bảng 3.19. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giãn dài khi đứt theo hướng ngang của các mẫu vải bông.....	91
Bảng 3.20. Độ bền màu với giặt của vải bông kháng khuẩn .....	91
Bảng 3.21. Độ bền màu của vải bông xử lý với ma sát và ánh sáng .....	92
Bảng 3.22. Khả năng kháng khuẩn của vải bông.....	93
Bảng 3.23. Khả năng kháng khuẩn theo thời gian của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa .....	93
Bảng 3.24. Khả năng kháng khuẩn theo thời gian của vải bông xử lý bằng hỗn hợp quả mặc nưa kết hợp với các chất kháng khuẩn zeolite mang Ag-Zn, tannin .....	94
Bảng 3.25. Tỷ lệ suy giảm vi khuẩn (%) của vải bông theo số lần giặt .....	97
Bảng 3.26. Hàm lượng formaldehyde trong vải bông kháng khuẩn.....	100
Bảng 3.27. Các amine thơm bị cấm không có trong vải bông kháng khuẩn	101
Bảng 3.28. Các thông số nước thải sau xử lý bằng thuốc nhuộm hoạt tính, dịch chiết từ quả mặc nưa và xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu .....	103

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Cấu trúc của xơ bông .....	1
Hình 1.2. Cấu trúc cellulose .....	2
Hình 1.3. Cấu trúc mạng lưới tinh thể cellulose.....	2
Hình 1.4. Cấu trúc vải dệt thoi .....	3
Hình 1.5. Cấu trúc vải dệt kim.....	4
Hình 1.6. Cấu trúc khăn.....	4
Hình 1.7. Vải bông chức năng sử dụng DMDHEU và GPTMS làm chất liên kết ngang và chất cố định.....	6
Hình 1.8. Vải bông được biến tính với PNPA .....	6
Hình 1.9. Nano Ag@SiO <sub>2</sub> được đưa lên bề mặt vải bông đã biến tính với BTCA.....	7
Hình 1.10. Hình ảnh các đĩa thạch thử nghiệm diệt vi khuẩn S. aureus của vải bông với dịch chiết tannin từ lá trà không .....	9
Hình 1.11. Quá trình biến tính vải bông với Ag/GO sử dụng ascorbic acid làm tác nhân khử GO .....	10
Hình 1.12. Ứng dụng sol G-PNPA trên bề mặt bông và sự hình thành xerogel phủ. ....	12
Hình 1.13. Cơ chế diệt vi khuẩn của nano ZnO .....	13
Hình 1.14. Cấu trúc các flavonoids kháng khuẩn .....	16
Hình 1.15. Cấu trúc hóa học của các acid hữu cơ kháng khuẩn.....	17
Hình 1.16. Cấu trúc hóa học của một số quinone trong tự nhiên .....	17
Hình 1.17. Sơ đồ mô tả diệt khuẩn của quinone .....	18
Hình 1.18. Dạng hạt nano Ag, muối Ag, polymer chứa ion Ag .....	20
Hình 1.19. Cấu trúc zeolite 4A (tỷ lệ nguyên tử Ag/Al khoảng 10 %) .....	20
Hình 1.20. Vùng ức chế đối với vi khuẩn (a) K. aerogenes, (b) E. coli, (c) S. aureus và (d) P. desmolyticum .....	22
Hình 1.21. Một số cơ chế tiêu diệt vi khuẩn của TiO <sub>2</sub> .....	22
Hình 1.22. Hình ảnh hạt nano TiO <sub>2</sub> .....	23
Hình 1.23. Cấu trúc của aglycon .....	24



Hình 1.24. Cấu tạo của tannin.....	24
Hình 1.25. Cấu tạo của hydroquinone.....	25
Hình 1.26. Cây mặc nưa .....	25
Hình 1.27. Cấu tạo diospyros 8,8'-di- O -( $\beta$ - D glucopyranoside) từ quả mặc nưa .....	27
Hình 1.28. Cơ chế liên kết giữa tannin acid, diospyros với cellulose của ..... vải gai dầu .....	31
Hình 2.1. Sơ đồ quy trình chiết tách và tạo dịch chiết từ quả mặc nưa.....	36
Hình 2.2. Sơ đồ quy trình chiết tách và tạo cao chiết từ quả mặc nưa .....	36
Hình 2.3. Sơ đồ quy trình tách chiết và xác định hàm lượng tannin.....	37
Hình 2.4. Sơ đồ quy trình tách chiết và xác định hàm lượng hydroquinone.....	39
Hình 2.5. Thiết bị sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) Chromaster .....	40
(Hitachi - Nhật Bản).....	40
Hình 2.6. Sơ đồ quy trình tách chiết và xác định hàm lượng saponin .....	41
Hình 2.7. Sơ đồ quy trình xử lý vải bông bằng hỗn hợp gồm dịch chiết từ quả mặc nưa, zeolite/Ag-Zn và tannin.....	46
Hình 2.8. Sơ đồ quy trình nhuộm vải bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính RGB.....	47
Hình 2.9. Hình ảnh dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông trước, trong và sau quá trình xử lý.....	48
Hình 2.10. Hình ảnh hỗn hợp (dịch chiết từ quả mặc nưa, zeolite/Ag-Zn, tannin) và vải bông trước, trong và sau quá trình xử lý.....	49
Hình 2.11. Dụng cụ và thiết bị xác định khả năng kháng khuẩn .....	50
Hình 2.12. Thiết bị hiển vi điện tử quét JSM-6510LV (Jeol - Nhật Bản).....	52
Hình 2.13. Thiết bị phổ hồng ngoại Nicolet iS10 (Thermo Scientific - Mỹ) .....	52
Hình 2.14. Máy quang phổ UV-2000F Labsphere (Mỹ).....	53
Hình 2.15. Thiết bị đo độ bền đứt và độ giãn dài khi đứt.....	55
Hình 2.16. Thiết bị giặt vải SW (Trung Quốc).....	56
Hình 2.17. Thiết bị đo độ bền màu với ma sát Crockmaster .....	56
(James heal – Mỹ) .....	56

Hình 2.18. Thiết bị đo độ bền màu với ánh sáng atlas xenon weatherometer ci3000 (Mỹ).....	57
Hình 2.19. Thiết bị quang phổ UV – Vis (Libra S80, Hoa Kỳ).....	57
Hình 2.20. Thiết bị phân tích nhiệt khối lượng NETSZSCH STA 490 PC/PG (Shimadzu, Nhật Bản) .....	58
Hình 2.21. Thiết bị đo DO HQ30d với Sensor đo DO có cánh khuấy .....	59
(HACH - Mỹ).....	59
Hình 2.22. Thiết bị máy đo đa chỉ tiêu nước Handy lab 680 .....	60
(EK SI ANALYTICS - Đức).....	60
Hình 3.1. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dịch chiết quả mặc nửa tươi và mẫu đối chứng.....	62
Hình 3.2. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dịch chiết quả mặc nửa khô và mẫu đối chứng.....	62
Hình 3.3. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dung dịch huyền phù của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nửa tươi và mẫu đối chứng.....	66
Hình 3.4. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dung dịch huyền phù của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nửa khô và mẫu đối chứng .....	67
Hình 3.5. Đồ thị bề mặt đáp ứng phản ánh sự phụ thuộc của các hàm mục tiêu vào các biến công nghệ.....	69
Hình 3.6. Mức mong muốn của các hàm mục tiêu ở điều kiện tối ưu.....	70
Hình 3.7. Sơ đồ quy trình xử lý vải bông kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nửa .....	72
Hình 3.8. Đồ thị phân phối các giá trị thế Zeta thực tế so với giá trị dự báo.....	75
Hình 3.9. Bề mặt đáp ứng thể hiện tác động tương tác đôi của các biến công nghệ lên thế Zeta của hỗn hợp xử lý vải bông và mức độ mong muốn của thế Zeta .....	75
Hình 3.10. Biểu đồ đường dốc của hàm mục tiêu tối ưu.....	76
Hình 3.11. Sơ đồ quy trình xử lý vải bông kháng khuẩn bằng hỗn hợp .....	78

Hình 3.12. Ảnh SEM của vải bông trước khi xử lý (a, b), sau xử lý bằng dịch chiết quả mặc nưa (c, d) và vải bông xử lý bằng hỗn hợp (e, f), độ phóng đại 1000 lần và 2000 lần .....	81
Hình 3.13. Phổ IR của dịch chiết quả mặc nưa (a), vải bông chưa xử lý (b), vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa (c) và vải bông được xử lý bởi hỗn hợp (d).....	83
Hình 3.14. Minh họa khả năng chống tia UV của vải bông xử lý kháng khuẩn....	85
Hình 3.15. Độ thoát khí của vải bông kháng khuẩn .....	86
Hình 3.16. Độ hút hơi nước của vải bông kháng khuẩn.....	87
Hình 3.17. Khối lượng của vải bông kháng khuẩn .....	88
Hình 3.18. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dung dịch huyền phù của vải bông xử lý bằng hỗn hợp và mẫu đối chứng.....	92
Hình 3.19. Minh họa khả năng diệt khuẩn của vải bông trước và sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa .....	95
Hình 3.20. Minh họa khả năng diệt khuẩn của vải bông trước và sau xử lý bằng hỗn hợp .....	95
Hình 3.21. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dung dịch huyền phù của vải bông xử lý bằng hỗn hợp sau 30 số lần giặt và mẫu đối chứng .....	97
Hình 3.22. Giảm đồ TG của vải bông trước xử lý, vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp.....	98
Hình 3.23. Giảm đồ DTG của vải bông trước xử lý, vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp .....	99

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của luận án

Trong những năm gần đây, sản phẩm dệt, may có khả năng kháng khuẩn được nghiên cứu, phát triển và sản xuất công nghiệp với quy mô lớn nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống và an toàn cho con người. Khi bị vi khuẩn *Escherichia coli* và *Staphylococcus aureus* xâm nhập, sản phẩm dệt may không có khả năng kháng khuẩn thường có mùi khó chịu, dễ phai màu, hư hỏng và là nguồn lây nhiễm bệnh. Khi tiếp xúc với da hoặc đường hô hấp, vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* có thể gây ra các vấn đề sức khỏe như kích ứng da khi tiếp xúc, nhiễm trùng da, nhiễm khuẩn huyết và các vấn đề sức khỏe khác đặc biệt ở trẻ em và người già.

Trong số các loại vải, vải bông là một loại vải phổ biến được sử dụng để sản xuất quần áo cho người lớn, trẻ nhỏ, đặc biệt là trẻ sơ sinh nhờ các tính chất ưu việt của nó như độ thấm hút cao, mềm mại, thoáng khí, có độ bền cao và không gây tổn thương khi tiếp xúc với da. Vải bông kháng khuẩn được ứng dụng trong lĩnh vực y tế như khẩu trang, quần áo sử dụng trong phòng mổ, gạc bông, băng vết thương...

Chất kháng khuẩn sử dụng cho vải có nguồn gốc hữu cơ hoặc nguồn gốc vô cơ, trong đó, một số chất kháng khuẩn nguồn gốc hữu cơ phổ biến gồm alkaloid, hợp chất lưu huỳnh hữu cơ, acid phenolic, flavonoids, carotenoid, coumarin, terpen, tannin, một số chất chuyển hóa chính (acid amine, peptides, acid hữu cơ) từ thực vật (lá cây, vỏ cây, củ, quả và hạt của cây) hoặc chitosan từ vỏ tôm, vỏ cua... Các chất kháng khuẩn nguồn gốc vô cơ phổ biến gồm các hạt nano kim loại, nano oxide kim loại và hỗn hợp của chúng (Ag, Zn, Cu, Au, Ti, Pt, Fe...), các loại zeolite/Ag, zeolite/Zn, zeolite/Ag-Zn... Các chất kháng khuẩn nói trên đều được nghiên cứu một cách độc lập mà chưa có công trình nghiên cứu nào sử dụng kết hợp chất kháng khuẩn vô cơ và chất kháng khuẩn hữu cơ từ dịch chiết thực vật.

Ở Việt Nam, nguồn chất kháng khuẩn từ thực vật rất phong phú và đa dạng, trong đó quả mảch nưa đã từng được dân gian sử dụng để nhuộm màu cho vải. Sau xử lý, vải có nhiều tính chất quý, đặc biệt là khả năng kháng khuẩn và chống tia UV. Sử dụng nguyên liệu quả mảch nưa để xử lý vải bông sẽ góp phần tận dụng được nguồn nguyên liệu có sẵn, thay thế một phần thuốc nhuộm tổng hợp, giảm ô nhiễm môi trường tạo ra sản phẩm thân thiện, an toàn và phát triển làng nghề truyền thống tại Việt Nam.

Vì vậy, nghiên cứu sinh lựa chọn đề tài: “*Nghiên cứu chế tạo vải bông kháng khuẩn bằng dịch tách chiết từ quả mặc nưa và kết hợp với một số phụ gia khác*” nhằm khai thác tính chất kháng khuẩn từ nguyên liệu tự nhiên kết hợp với các chất kháng khuẩn nguồn gốc vô cơ, hữu cơ thương mại để nâng cao chất lượng vải bông kháng khuẩn, trong đó có độ bền kháng khuẩn, bền tia tử ngoại và một số tính chất sinh thái khác...

## **2. Mục tiêu nghiên cứu của luận án**

- Tách chiết, xác định được hàm lượng các chất tannin, hydroquinone, saponin trong dịch chiết từ quả mặc nưa và đánh giá khả năng kháng khuẩn của các hợp chất này.
- Xác định được điều kiện tối ưu của quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa có khả năng kháng các vi khuẩn *Escherichia coli* và vi khuẩn *Staphylococcus aureus*.
- Xác định được tỷ lệ thành phần thích hợp của hỗn hợp xử lý vải bông kháng khuẩn (dịch chiết mặc nưa/nước, hàm lượng zeolite/Ag-Zn, hàm lượng tannin) cũng như các yếu tố công nghệ tối ưu để xử lý vải bông có khả năng kháng các vi khuẩn *Escherichia coli* và *Staphylococcus aureus* trên 98 %.
- Chế tạo được vải bông ngoài khả năng kháng khuẩn còn có tính chất cơ học tốt, bền với tia UV, bền màu, đáp ứng yêu cầu về tính an toàn đối với người sử dụng, thân thiện với môi trường thông qua quá trình xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa kết hợp zeolite/Ag-Zn, hàm lượng tannin.

## **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của luận án**

- Đối tượng nghiên cứu :
  - + Vải bông dệt thoi được sản xuất bởi Công ty Bảo Minh Việt Nam. Có kiểu dệt vân điểm, mật độ sợi dọc (Pd) 102 sợi/inch, mật độ sợi ngang (Pn) 66 sợi/inch, sợi dọc và sợi ngang là bông chải kỹ có chỉ số Nm 40, khối lượng trên một đơn vị diện tích của vải bông 190 g/m<sup>2</sup>, vải đã qua quá trình làm sạch các tạp chất.
  - + Quả mặc nưa tên khoa học *Diospyros mollis* (Griff) được thu hái ở huyện Tân Châu, tỉnh An Giang, Việt Nam. Cây cho quả vào tháng 6 hàng năm, quả sau khi hái được bảo quản ở nhiệt độ 5 °C, không tiếp xúc trực tiếp với ánh sáng và oxy không khí.
  - + Chất kháng khuẩn hữu cơ: Tannin acid (sản phẩm thương mại Trung Quốc).
  - + Chất kháng khuẩn vô cơ: Zeolite/Ag-Zn (sản phẩm thương mại của Thụy Sĩ).
- Phạm vi nghiên cứu:

+ Luận án nghiên cứu tách chiết và xác định hàm lượng tannin, hydroquinone, saponin từ cao chiết trong quả mặc nưa, đánh giá khả năng kháng khuẩn của dịch chiết từ quả mặc nưa của Việt Nam. Tối ưu hóa quy trình xử lý kháng khuẩn cho vải bông bằng dịch chiết quả mặc nưa theo điều kiện công nghệ nhiệt độ, thời gian và tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa với nước. Tối ưu hóa tỷ lệ hỗn hợp từ dịch chiết từ quả mặc nưa, zeolite/Ag-Zn và tannin theo thế Zeta để xử lý kháng khuẩn cho vải bông. Vải bông xử lý kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp với tỷ lệ thành phần tối ưu được đánh giá về khả năng kháng khuẩn, hình thái cấu trúc, khả năng lên màu, chống tia UV, độ bền với nhiệt, độ bền màu với giặt, ma sát, ánh sáng và độ bền kháng khuẩn sau 30 lần giặt. Tính chất cơ lý của vải bông sau xử lý được đánh giá như khả năng hút ẩm, thoáng khí, tăng khối lượng, độ bền đứt và độ dẫn dài khi đứt. Xác định hàm lượng một số amine thơm, formandehyde trên vải bông sau xử lý kháng khuẩn và một số thông số của nước thải sau quá trình xử lý kháng khuẩn vải bông.

+ Nghiên cứu được thực hiện trên các trang thiết bị thí nghiệm tại Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, Viện Dệt may Việt Nam, Đại học Bách khoa Hà Nội.

#### **4. Nội dung nghiên cứu của luận án**

- Nghiên cứu tách chiết và xác định hàm lượng tannin, hydroquinone, saponin trong quả mặc nưa.
- Nghiên cứu khả năng kháng khuẩn của dịch chiết từ quả mặc nưa đối với 2 chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus*.
- Nghiên cứu tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa đạt khả năng kháng khuẩn cao.
- Nghiên cứu tối ưu hóa tỷ lệ hỗn hợp xử lý vải bông (dịch chiết từ quả mặc nưa, zeolite/Ag-Zn và tannin) tiêu diệt vi khuẩn tốt.
- Nghiên cứu hiệu quả kết hợp nâng cao độ bền kháng khuẩn và một số đặc trưng, tính chất của vải bông khi sử dụng đồng thời dịch chiết từ quả mặc nưa với zeolite/Ag-Zn và tannin.

#### **5. Phương pháp nghiên cứu của luận án**

- Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm: Thực nghiệm tách chiết, xác định hàm lượng tannin, hydroquinone, saponin trong quả mặc nưa. Thực nghiệm chế tạo vải bông kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, dịch chiết từ quả mặc nưa kết hợp với các hợp chất zeolite/Ag-Zn và tannin.

- Phương pháp đánh giá khả năng tiêu diệt vi khuẩn (phương pháp định lượng) theo các tiêu chuẩn ASTM E2149, AATCC TM100 – 2019.
- Phương pháp hóa học và hóa lý hiện đại như UV-VIS, IR, SEM, TGA... để xác định các nhóm chức trong dịch chiết từ quả mặc nưa và các phụ gia; các đặc trưng, tính chất, hình thái cấu trúc của vải bông theo các tiêu chuẩn quốc tế, tiêu chuẩn Việt Nam, tiêu chuẩn ngành.
- Phương pháp quy hoạch hóa thực nghiệm:
  - + Tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa được thực hiện theo phương pháp thiết kế thí nghiệm (DOE) nhằm nghiên cứu sự ảnh hưởng đồng thời của các yếu tố khác nhau. Thí nghiệm bề mặt đáp ứng RSM.
  - + Tối ưu hóa tỷ lệ thành phần hỗn hợp xử lý cho vải bông được thực hiện theo phương pháp thiết kế thí nghiệm Box-Behnken với 15 thí nghiệm nhằm nghiên cứu sự ảnh hưởng đồng thời của các yếu tố khác nhau. Thí nghiệm bề mặt đáp ứng RSM.

## **6. Ý nghĩa khoa học của luận án**

- Xác định được hàm lượng tannin, hydroquinone, saponin trong quả mặc nưa trồng tại An Giang (Việt Nam).
- Xây dựng được quy trình tối ưu xử lý kháng khuẩn cho vải bông theo mục đích đặt ra.
- Xác định tỷ lệ thành phần tối ưu của hỗn hợp (từ dịch chiết từ quả mặc nưa, zeolite/Ag-Zn và tannin).
- Giải thích ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ ở điều kiện tối ưu đến độ bền kháng khuẩn và xác định được hiệu quả kết hợp khi sử dụng đồng thời dịch chiết từ quả mặc nưa với zeolite/Ag-Zn và tannin.

## **7. Giá trị thực tiễn của luận án**

- Vải bông xử lý bằng dịch chiết, hỗn hợp với tỷ lệ thành phần tối ưu nêu trên có khả năng kháng khuẩn tốt, khả năng chống tia UV tốt, khả năng hút ẩm cao, nâng cao tính chất cơ lý như độ bền đứt và độ dẫn dài khi đứt... Đặc biệt dung dịch còn có khả năng nhuộm màu, tạo ra các gam màu từ ghi đến đen mà không cần sử dụng đến thuốc nhuộm tổng hợp để sản xuất sản phẩm thông dụng như khăn bông tắm tất chân cho trẻ em, khẩu trang...
- Tận dụng được nguồn nguyên liệu tự nhiên sẵn có ở miền nam ở Việt Nam, góp phần nâng cao giá trị kinh tế, xã hội và môi trường đóng góp vào nền sản xuất xanh.

## **8. Những điểm mới của luận án**

- Bằng phương pháp rung siêu âm kết hợp với cô quay chân không đã tách chiết được cao chiết từ quả mặc nưa. Từ đó, đã xác định được hàm lượng tannin, hydroquinone, saponin trong cao chiết quả mặc nưa với hàm lượng cao.
- Đã xác định được điều kiện tối ưu của quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa có khả năng diệt được các vi khuẩn *E. coli* và vi khuẩn *S. aureus* đạt 99,9 %.
- Đã xác định được tỷ lệ thành phần tối ưu của hỗn hợp xử lý vải bông (dịch chiết mặc nưa/nước 89/100 (tt/tt), hàm lượng zeolite/Ag-Zn 0,083 %, hàm lượng tannin 0,085 %).
- Đã thiết lập được quy trình kỹ thuật tối ưu để xử lý vải bông bằng hỗn hợp (nhiệt độ 56,5 °C, thời gian 90 phút) để vải bông diệt được 99,99 % các vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus*, có tính chất cơ học tốt, bền với tia UV, bền màu, an toàn với người sử dụng và thân thiện với môi trường.

## **9. Bộ cục của luận án**

Mở đầu

Chương 1. Tổng quan lý thuyết

Chương 2. Đối tượng, nội dung và phương pháp nghiên cứu

Chương 3. Kết quả và thảo luận

Kết luận



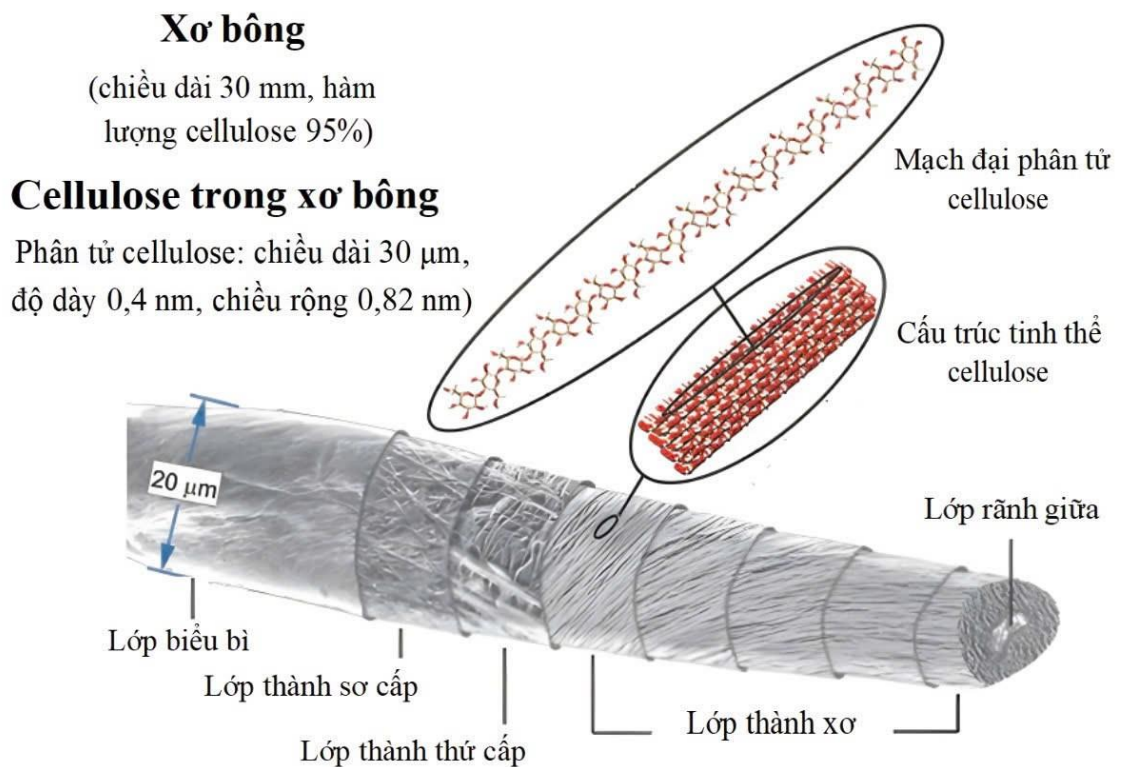
## CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

### 1.1. Vải bông kháng khuẩn

#### 1.1.1. Cấu trúc và thành phần hóa học của xơ bông

##### 1.1.1.1. Cấu trúc

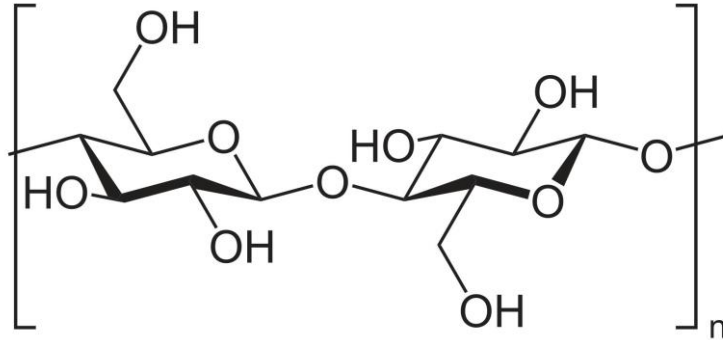
Xơ bông là một loại vật liệu xốp với lớp rãnh giữa, các lớp thành xơ và lớp biểu bì được trình bày trên Hình 1.1. Giữa các chùm đại phân tử cellulose trong xơ bông, các vi thớ là một hệ thống mao quản có đường kính từ 1 nm đến 100 nm. Thể tích các mao quản này chiếm từ 31 % đến 41% thể tích của xơ bông. Diện tích riêng của xơ bông khô là 19 m<sup>2</sup>/g (bao gồm diện tích mặt ngoài và diện tích các thành mao quản trong xơ bông). Ở trạng thái ướt, khi xơ trương nở mạnh thì diện tích riêng của xơ đạt từ 100 đến 200 m<sup>2</sup>/g theo nghiên cứu của tác giả Nguyễn Văn Lân và Ioelovich [1,2].



Hình 1.1. Cấu trúc của xơ bông [2]

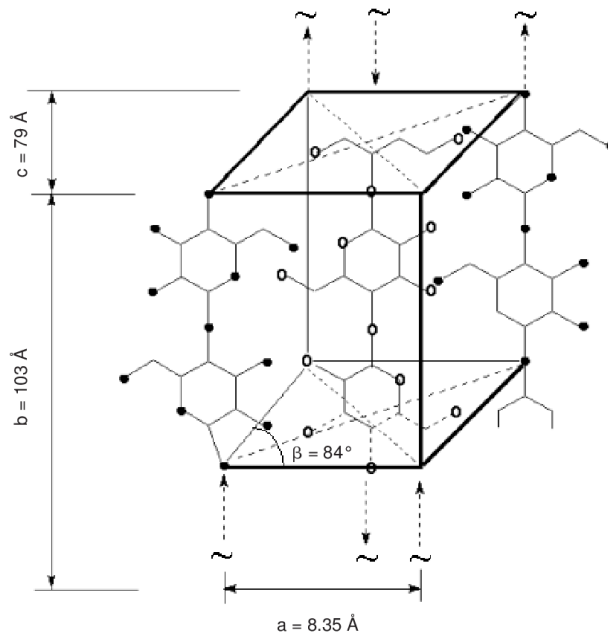
Theo công bố của French, cellulose chiếm tỷ lệ lớn nhất (thành phần chính) của xơ bông có công thức tổng quát là  $(C_6H_{10}O_5)_n$  hoặc  $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ , trong đó n là hệ số trùng hợp. Thành phần hoá học của cellulose gồm C (44,4 %), H (6,2 %) và O (49,4 %). Cấu tạo của đại phân tử cellulose gồm hai vòng cơ bản nằm sát cạnh nhau, quay với nhau một góc bằng 180°. Giữa

hai vòng cơ bản trong đại phân tử cellulose nối với nhau bằng liên kết glucozit (cầu oxy). Trong mỗi vòng cơ bản của đại phân tử cellulose có 3 nhóm hydroxyl. Đại phân tử cellulose có dạng cấu tạo mạch thẳng thể hiện trên Hình 1.2 [3].



Hình 1.2. Cấu trúc cellulose [3]

Năm 1858, Vonnageli đã nghiên cứu cellulose là một hợp chất có cấu tạo tinh thể. Vấn đề này được chứng minh bằng phương pháp Roentgen trong công trình của Meyer-Misch [4]. Cấu trúc mạng lưới tinh thể của cellulose được mô tả trên Hình 1.3 [4].



Hình 1.3. Cấu trúc mạng lưới tinh thể cellulose [4]

Theo công bố của Zhao và Ioelovich, xơ bông có cấu trúc 2 pha: pha tinh thể và pha vô định hình. Kết quả phân tích giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) cho thấy có khoảng 30 % các mạch cellulose không nằm trong vùng tinh thể. Mạch đại phân tử của cellulose trong bông dài nên mỗi đại phân tử của cellulose có thể vừa nằm trong vùng tinh thể lại vừa nằm trong vùng vô định hình [5,6].

Mạch đại phân tử cellulose của xơ bông sắp xếp trật tự, kết bó chặt với nhau và có độ định hướng cao với trục xơ nên ngoài hình thành cấu trúc tinh thể, các liên kết hydro được tạo thành làm tăng độ bền của xơ bông. Kết quả phân tích phổ hồng ngoại (IR) cho thấy ở những vùng các mạch cellulose sắp xếp trật tự, có 58 % - 60 % các nhóm hydroxyl của mỗi mạch tham gia vào liên kết hydro với các mạch bên cạnh đã được Peter và Hoàng Thị Lĩnh công bố [7,8].

#### 1.1.1.2. Thành phần hoá học

Thành phần chủ yếu của xơ bông theo tác giả Ciolacu công bố trên tạp chí Molecules  $\alpha$ -cellulose chiếm 94 % - 96 % khối lượng xơ (Bảng 1.1). Tuy thuộc vào giống bông, điều kiện trồng và thời gian thu hoạch mà thành phần xơ bông có thay đổi [9].

*Bảng 1.1. Sự phân bố cellulose và tạp chất ở xơ bông [9]*

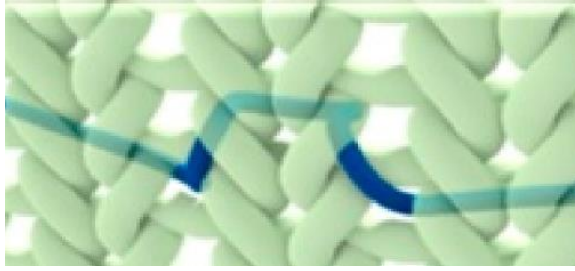
<b>Đặc trưng</b>	<b>Bông Acala</b>	<b>Bông lai</b>	<b>Bông màu</b>	<b>Bông Pima</b>
Lignin (%)	0	0	5,0	0
Protein (%)	1,4	1,5	1,3	1,2
Pectin (%)	2,2	1,6	2,3	0,8
Protein (%)	1,4	1,5	1,3	1,2
Cellulose (%)	94,3	94,5	87,7	96,4

#### 1.1.1.3. Một số loại vải bông thông dụng

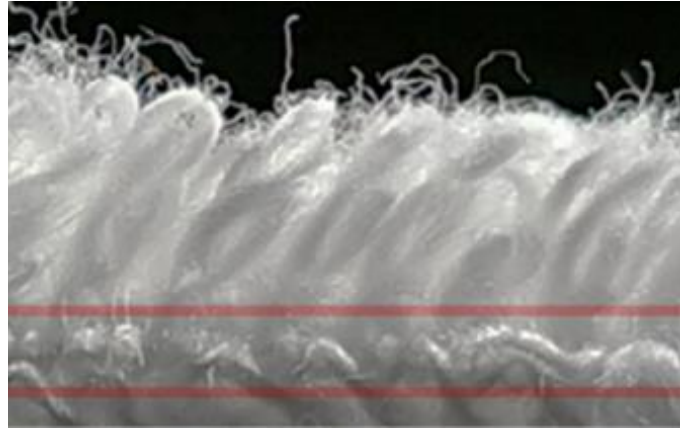
Đối với sản phẩm dệt may, vải bông được phân loại theo cấu trúc bao gồm vải dệt thoi, vải dệt kim và khăn được thể hiện trên Hình 1.4 – 1.6, trong đó vải dệt thoi được sử dụng để may quần âu, áo sơ mi; vải dệt kim dùng để may đồ lót, áo phông và khăn được dệt tạo ra khăn tắm, khăn mặt...



*Hình 1.4. Cấu trúc vải dệt thoi [10]*



Hình 1.5. Cấu trúc vải dệt kim [11]



Hình 1.6. Cấu trúc khăn [12]

### 1.1.2. Tình hình nghiên cứu vải bông kháng khuẩn trên thế giới

Vải bông đã và đang được nghiên cứu rộng rãi về khả năng kháng khuẩn. Nhóm tác giả Granados đã tổng quan về vải bông kháng khuẩn và kháng viêm có chứa các cấu trúc nano vô cơ có khả năng kháng khuẩn như các hạt nano kim loại (chủ yếu là Ag, Au và hỗn hợp Ag/Cu hoặc Ag/Au/Pt...), các hạt nano oxide kim loại (như ZnO, CuO, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), hỗn hợp các nano oxide (như TiO<sub>2</sub>/ZnO, CuO/Cu<sub>2</sub>O...) hoặc hỗn hợp các hạt nano kim loại và nano oxide kim loại (Ag/ZnO, Ag/Cu/ZnO, Ag/TiO<sub>2</sub>/ZnO...), các loại zeolite/Ag, zeolite/Zn, zeolite/Ag-Zn... Hoạt tính kháng khuẩn, kháng nấm của vải bông bằng các chất vô cơ nêu trên chủ yếu là do chúng tiêu diệt các loại vi khuẩn *E. coli* (gram âm), *S. aureus* (gram dương) và các loại nấm gồm *Candida albicans* và *Aspergillus niger* theo kết quả nghiên cứu đã công bố của Granados và cộng sự [13].

Trong một nghiên cứu công bố năm 2018, các hạt nano lưỡng kim đã được tổng hợp trên bề mặt vải bông từ các tiền chất là AgNO<sub>3</sub> và CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O với tác nhân khử là dịch chiết cây lô hội. Kết quả thu được cho thấy vải bông sau xử lý có khả năng kháng khuẩn tốt đối với các chủng vi khuẩn *E. coli*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, *K. pneumoniae* và *S. aureus* [14]. Một nghiên cứu

khác cũng chỉ ra vật liệu dệt được ngâm tẩm trong dung dịch chứa  $\text{Ag}^+/\text{Cu}^{2+}$  và nano  $\text{Ag}/\text{Cu}^{2+}$  thể hiện sự ức chế phát triển nấm *C. albicans* sau 5 và 15 lần giặt. Tỷ lệ diệt nấm của vải bông ngâm tẩm trong các dung dịch trên lần lượt đạt 99,99 % [15].

Hạt nano ZnO được tổng hợp từ muối Zn với tác nhân phản ứng là dịch chiết lá *Cardiospermum halicacabum* được Das Merina Paul và L. Jeyanthi Rebecca nghiên cứu và công bố năm 2017. Các hạt nano Zn tổng hợp sinh học này được phủ lên vải bông. Kết quả vải bông được phủ với nano ZnO có khả năng diệt vi khuẩn *S. aureus* và *E. coli*, đồng thời hoạt tính kháng khuẩn của vải chống lại vi khuẩn *E. coli* tốt hơn so với vi khuẩn *S. aureus* [16].

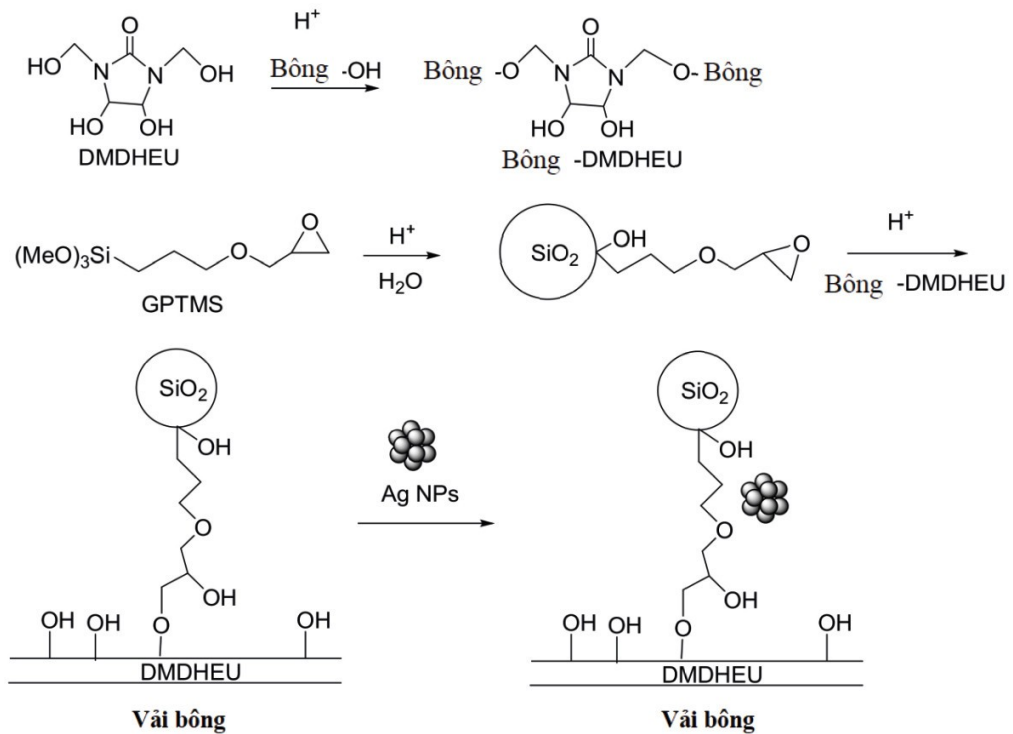
Bên cạnh các chất kháng khuẩn có nguồn gốc vô cơ, các hợp chất hữu cơ cũng được dùng để tăng khả năng diệt khuẩn cho vải bông. Ví dụ dịch chiết lá cây tầm ma, chitosan, triclosan, guanidin, sericin từ lụa tơ tằm, sáp ong, tannin từ thực vật... Hỗn hợp ở dạng nhũ tương của sáp ong và chitosan đã cải thiện đáng kể khả năng diệt khuẩn của vải bông. Vải bông được xử lý bằng hỗn hợp ở dạng nhũ tương của sáp ong và chitosan có khả năng diệt trên 97 % vi khuẩn *S. aureus* và *E. coli* [17].

Guanidin biến tính với tert-butoxycarbonyl (Boc) có chứa nhóm isocyanate đã được Cao Yihong ứng dụng để hoàn tất cho vải bông nhờ các liên kết cộng hóa trị trên bề mặt vải bông với guanidin biến tính để tạo vải bông kháng khuẩn. Vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* bị tiêu diệt tới 88,5 % và 99,9 % trên vải bông xử lý với guanidin biến tính [18].

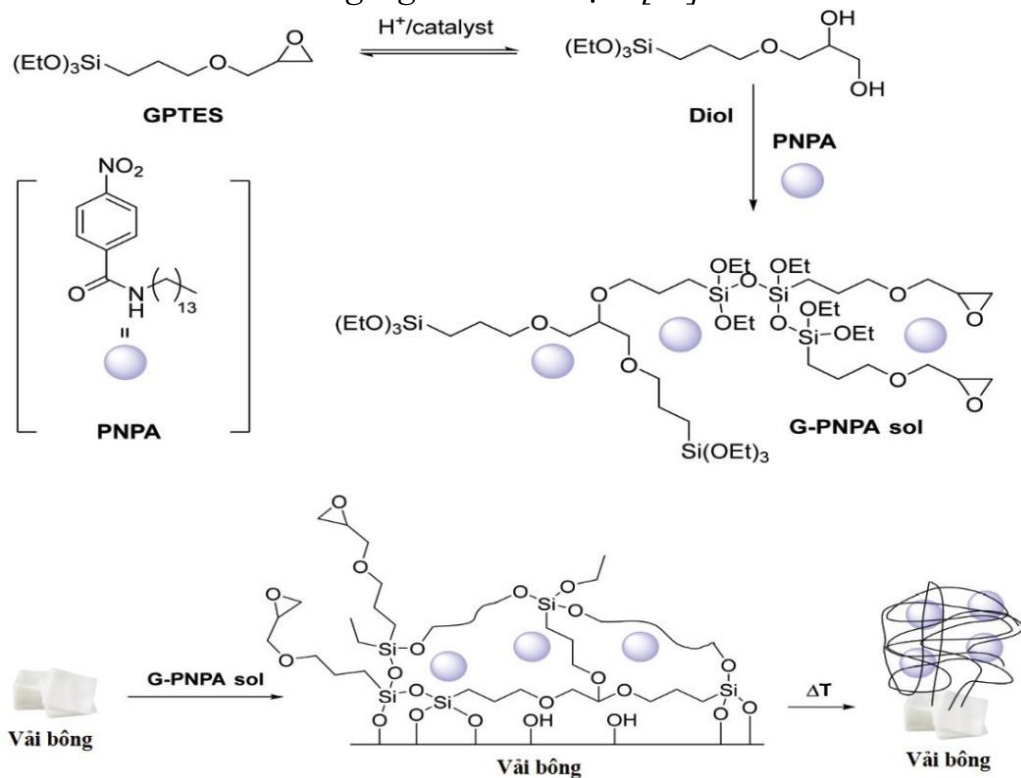
Cây tầm ma (*Urtica dioica* L.) được Ghaima và các đồng nghiệp xác định các thành phần hóa học chính bao gồm flavonoids, glycoside, phenol, alkaloid, tannin và terpenoid có khả năng diệt khuẩn tốt [19]. Vải bông hoàn tất bởi dịch chiết từ lá cây tầm ma được đánh giá hoạt tính kháng khuẩn bằng phương pháp định lượng theo (tiêu chuẩn AATCC 100:2004). Tỷ lệ vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* bị tiêu diệt trên vải bông sau hoàn thiện đạt đến 99,75 % [20].

Vải bông được xử lý với các chất kháng khuẩn nguồn gốc hữu cơ kết hợp chất vô cơ đã được đánh giá bởi Yang và cộng sự [21]. L-cysteine (Cys) được liên kết với bề mặt vải bông không dệt dưới dạng este hóa.  $\text{Ag}^+$  và acid tannic (TA) được hấp phụ lên vải bông biến tính Cys thông qua quá trình tạo phức và liên kết hydro. Sau phản ứng oxy hóa khử, vải bông không dệt biến tính Cys được phủ bằng các hạt nano Ag và TA (CO-Cys-Ag-TA). Nano Ag với kích thước hạt trung bình 88,9 nm đã

phân bố đều lên bề mặt vải bông biến tính (dưới tác dụng của TA và Cys). Vải bông sau hoàn tất (CO-Cys-Ag-TA) diệt vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* đạt 100%. Sau 50 lần giặt, hoạt tính kháng khuẩn của vải vẫn đạt giá trị cao (98,5%) [21].

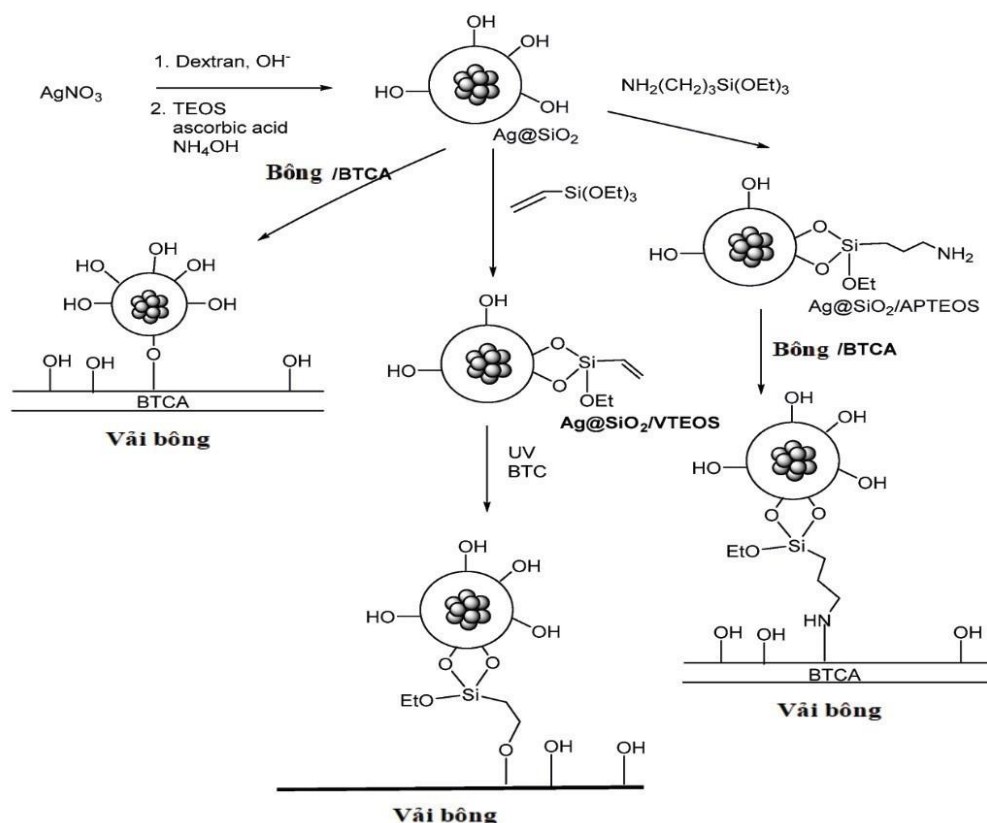


Hình 1.7. Vải bông chức năng sử dụng DMDHEU và GPTMS làm chất liên kết ngang và chất cố định [21]



Hình 1.8. Vải bông được biến tính với PNPA [21]





Hình 1.9. Nano Ag@SiO<sub>2</sub> được đưa lên bề mặt vải bông đã biến tính với BTCA [21]

Để đưa chất kháng khuẩn nano kim loại lên vải bông, người ta sử dụng các phương pháp ngấm-ép-sấy, tráng phủ, ngâm tẩm, siêu âm và plasma. Một số chất kết dính polymer, tác nhân tạo liên kết ngang được sử dụng trong quá trình này như sau:

- Polyhexamethylene diisocyanate-co-1,6-hexanediol-co-dimethylsiloxane (PHDMS); 2-methyl-pentadecanoic acid (4-nitro-phenyl)-amine; Dimethylol dihydroxyethylene (DMDHEU); Methyltrimethoxysilane (MTP), 1,2,3,4-butantetracarboxylic acid (BTCA), N-Palmitoyl-(4-nitro-phenyl)-aminee (PNPA).

Cơ chế hoạt động của một số tác nhân nêu trên đã được nhóm tác giả Wu, Granados và Zhao nghiên cứu, được trình bày trên các Hình 1.7 – 1.9 [21].

Các polymer hoạt tính trên cơ sở biguanide (amine polycationic) có thể phá hủy tế bào vi khuẩn bằng lực hút tĩnh điện [22]. Vải bông được phủ bằng poly [3-(5,5-cyanuricidpropyl)-siloxane-co-trimethyl amonipropyl siloxane clorua], silicon và hợp chất chứa nitơ với acid phytic sau 1 phút tiếp xúc với các vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* có khả năng diệt 100 % các vi khuẩn này [23].

Vải bông được xử lý bằng plasma với nito, 5,5-dimethylhydantoin và clo hóa bằng natri hypochlorite (ngâm-plasma-nhuộm-sấy) có khả năng kháng vi khuẩn *S. aureus* [24].

### 1.1.3. Tình hình nghiên cứu vải bông kháng khuẩn ở trong nước

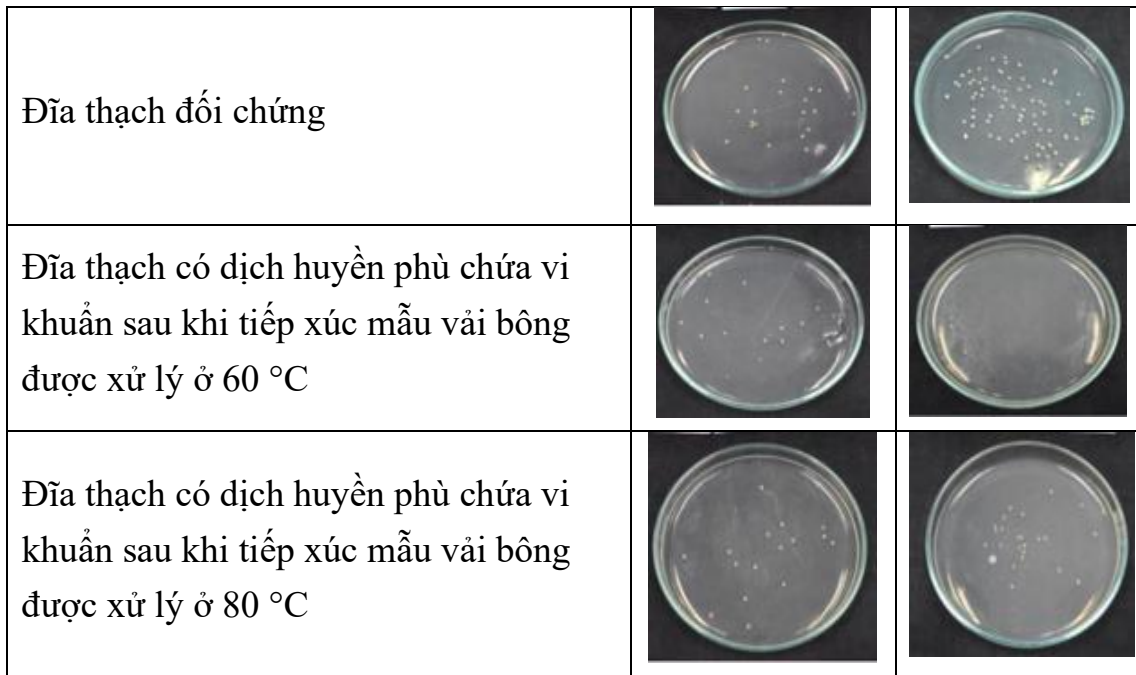
Trương Thị Hạnh đã nghiên cứu cố định các hạt nano Ag có đường kính khoảng 12 nm lên bề mặt vải bông bằng cách chiếu xạ tia  $\gamma$  vào vải ngâm trong dung dịch  $\text{AgNO}_3$  và chitosan. Ảnh hưởng của cường độ chiếu xạ tia  $\gamma$  và nồng độ dung dịch  $\text{AgNO}_3$  đến sự liên kết của Ag ở bề mặt vải được nghiên cứu. Các tác giả đã tìm được điều kiện tối ưu cho quá trình này gồm cường độ chiếu xạ tia  $\gamma$  là 13,8 kGy và nồng độ  $\text{AgNO}_3$  (trong chitosan 1 %) là 1,5 mM. Dưới điều kiện này, hàm lượng nano Ag được cố định trên vải đạt  $1696 \pm 80$  mg/kg. Tỷ lệ các vi khuẩn *S. aureus* và *E. coli* trên vải bị tiêu diệt là 99,99 %. Ngoài ra, thử nghiệm trên thỏ cho thấy vải bông có nano Ag không gây hại cho da sau 1, 5, 10, 20, 30 và 40 lần giặt [25].

Theo công bố của Lưu Thị Tho “Nghiên cứu sử dụng chitosan Việt Nam như chất kháng khuẩn cho vải bông” năm 2016, tác giả nhận thấy khi sử dụng chitosan để xử lý vải bông, vải sau xử lý diệt 97,4 % vi khuẩn *E. coli* [26]. Khả năng kháng khuẩn của chitosan được trình bày trong Bảng 1.2.

*Bảng 1.2. Ảnh hưởng của nồng độ chitosan tới khả năng kháng khuẩn của vải bông sau xử lý với chitosan có khối lượng phân tử 2,6 kDa (nồng độ vi khuẩn ban đầu là  $10^5$  CFU/ml) [26]*

Nồng độ của chitosan [%] (owf)	Số lượng vi khuẩn <i>E. coli</i> còn lại sau thời gian tiếp xúc với vải (CFU/ml) X $10^2$				Tỷ lệ vi khuẩn <i>E. coli</i> giảm so với vải chưa xử lý sau thời gian tiếp xúc với vải (%)	
	2 phút		60 phút		2 phút	60 phút
	Trung bình	Tỷ lệ suy giảm (%)	Trung bình	Tỷ lệ suy giảm (%)	Tỷ lệ suy giảm (%)	Tỷ lệ suy giảm (%)
Vải chưa xử lý	2866	5,3	2816	3,4	-	-
0,1	618	13,3	36	9,9	78,4	98,7
0,3	415	3,1	10	5,8	85,5	99,6
1,0	270	5,7	0	0	90,6	100





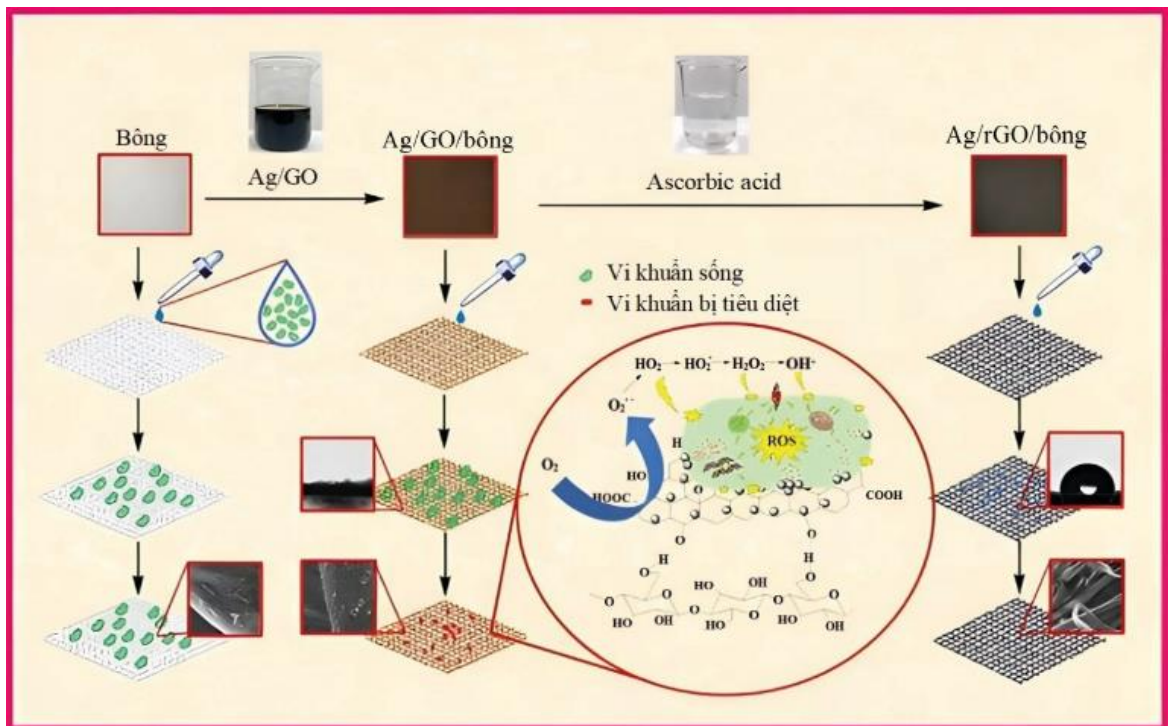
Hình 1.10. Hình ảnh các đĩa thạch thử nghiệm diệt vi khuẩn *S. aureus* của vải bông với dịch chiết tannin từ lá trà không [27]

Bùi Mai Hương và nhóm nghiên cứu đã sử dụng chiết xuất tannin từ lá trà không để xử lý các loại vải bông và vải bông/polyester (CVC). Quá trình chiết tannin trong dung môi gồm nước cất, etanol 30 %, etanol 50 %, etanol 70 % trong 60 phút. Vải bông và vải CVC được xử lý bằng các dung dịch chiết tách từ lá trà không, sau đó sấy khô vải sau xử lý ở 60 °C trong 5 phút. Sự hiện diện của tannin trên vải sau khi xử lý được xác định bằng phổ hồng ngoại. Tác dụng kháng khuẩn của vải thành phẩm đã được thử nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM 2149-01 với vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* như thể hiện trên Hình 1.10. Kết quả thu được cho thấy vải bông và vải CVC lần lượt diệt vi khuẩn *E. coli* đạt 83,02 %, 65,33 %, đối với vi khuẩn *S. aureus* đạt 93,88 %, 85,14 % [27].

Nguyễn Tuấn Anh biến tính vải bông bằng bã cà phê. Tổng lượng polyphenol và tannin (các hợp chất có khả năng chống oxy hóa tốt) trong bã cà phê được xác định đạt 3,01 g/l và 0,57 g/l. Vải bông biến tính bởi bã cà phê diệt vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* lên tới 78 % và 80 % và có thể duy trì đến 75 % và 48 % sau một chu trình giặt [28].

Nguyễn Thị Thùy Linh đã ngâm vải bông trong dung dịch graphene oxide (GO)/nano Ag (Ag/GO) ở dạng huyền phù và sử dụng tác nhân ascorbic acid để khử graphene oxide thành graphene oxide dạng khử (rGO) để chế tạo vật liệu Ag/rGO/vải bông như trình bày trên Hình 1.11. Vải bông biến tính bởi Ag/rGO/ được nghiên cứu bằng quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier, nhiễu

xạ tia X, quang phổ Raman, kính hiển vi điện tử truyền qua, kính hiển vi điện tử quét, quang phổ quang điện tử tia X và quang phổ tán xạ năng lượng tia X. Các kết quả thu được cho thấy các hạt nano Ag được phân bố đồng đều trên bề mặt tấm rGO với kích thước trung bình 10 - 15 nm, và Ag/rGO đã phủ đều lên bề mặt vải bông. Khả năng kháng khuẩn của mẫu vải biến tính (Ag/rGO/vải) diệt vi khuẩn *S. aureus*, *P. aeruginosa* và *E. coli* tốt hơn một số loại vải bông biến tính khác. Đồng thời, mẫu Ag/rGO/vải bông còn thể hiện tính kỵ nước hiệu quả với góc tiếp xúc nước đạt  $103,85^\circ \pm 0,75^\circ$ . Điều này giúp hỗ trợ ngăn ngừa nhiễm khuẩn và bụi bẩn bám dính trên bề mặt bông [29].



Hình 1.11. Quá trình biến tính vải bông với Ag/GO sử dụng ascorbic acid làm tác nhân khử GO [29]

#### 1.1.4. Ứng dụng của vải bông kháng khuẩn

##### 1.1.4.1. Ứng dụng của vải bông kháng khuẩn trong lĩnh vực y tế

Theo công bố của Shahriari Khalaji Mina và Ishaq Lugoloobi có thể thấy bông và các dẫn xuất của chúng được ứng dụng nhiều cho sản phẩm y tế và y sinh trong lĩnh vực “Dệt may chăm sóc sức khỏe”. Các vật liệu làm từ bông đã được sử dụng trong các ứng dụng bên ngoài (quần áo phẫu thuật, vỏ bọc phẫu thuật và khăn trải giường) và bên trong (băng vết thương, kỹ thuật mô, phân phối thuốc và các ứng dụng nha khoa). Từ thế kỷ 19, bông được dùng để che vết thương như một rào cản ngăn vi khuẩn xâm nhập và giữ ẩm vết thương. Do các

nhu cầu y tế khác nhau, việc biến tính bề mặt vải bông đã được phát triển với các ứng dụng sinh học khác nhau. Ngày nay, vải bông chức năng mới được nghiên cứu nhằm mục đích mang lại sự thoải mái cho bệnh nhân và góp phần tăng hiệu quả điều trị bệnh. Các biến đổi hóa học như ether hóa, oxy hóa và phosphoryl hóa gạc bông đã sản xuất để băng vết thương cho các vết thương khác nhau. Gạc bông có khả năng lưu trữ thuốc và đưa thuốc vào vùng vết thương. Trong ứng dụng phẫu thuật, bông được sử dụng làm chỉ khâu phẫu thuật. Bông cũng được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật mô và các ứng dụng nha khoa [30].

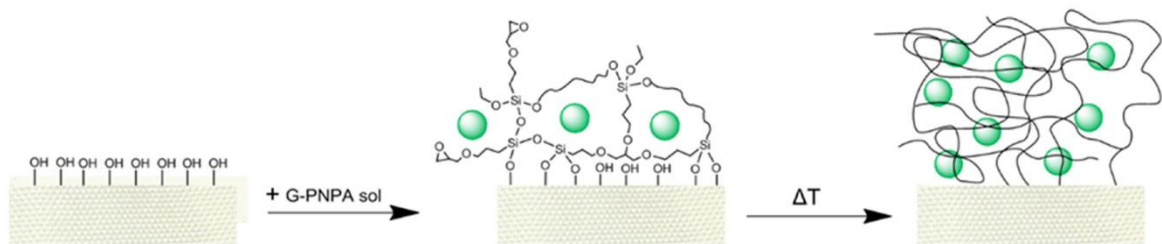
Gạc bông được biến tính vật lý bằng cách gắn các polymer như chitosan, alginate,... lên bề mặt nhờ các liên kết cộng hóa trị, Van der Waals, lực tương tác tĩnh điện hoặc liên kết hydro, lực hấp phụ [31-33]. Trong báo cáo về biến tính vải bông với các polymer hoặc polymer kết hợp nano Ag, nano Zn, Dhivya Selvaraj đã chỉ ra gạc bông biến tính kháng khuẩn tốt, tính giữ và hấp thụ nước được cải thiện rõ rệt (Bảng 1.3) [34]. Xeroform có chứa bismuth tribromophenate (3 %) được sử dụng để băng bó vết thương có ít dịch tiết hoặc vết thương sạch (không tiết dịch). Melolin là một loại gạc bông thương mại khác cho các vết thương không tiết dịch. Jelonet, Bactigras, Paratulle, trong đó gạc bông được tẩm parafin, phù hợp cho các vết thương nhỏ [34].

*Bảng 1.3. Tính chất của gạc bông đã xử lý với tác nhân kháng khuẩn [34]*

Vật liệu	Kiểm tra độ độc hại	Đặc tính giữ và hấp thụ nước	Tính chất cơ học	Hoạt tính kháng khuẩn
Gạc bông/nanoAg/chitosan/alginate		Cải thiện		Tăng
Gạc bông/vaseline	Cải thiện	Cải thiện		
Gạc bông/Ag/Zn		Cải thiện		Cải thiện
Gạc bông/Alginate/hạt nano Ag		Cải thiện		Cải thiện
Gạc bông/chitosan/polyethylene glycol/poly N-vinyl pyrrolidone	Cải thiện	Cải thiện	Cải thiện	Cải thiện

Băng gạc từ bông có khả năng phân phối thuốc khi ghép hạt SiO<sub>2</sub> chứa betamethasone natri photphat trên bề mặt bông. Băng gạc biến tính có khả năng tiêu diệt tới 99 % vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus*. Sau 5 lần giặt, khả năng diệt khuẩn của băng gạc vẫn đạt 92 % [34].

Nghiên cứu của nhóm tác giả Hashemikia và Puoci đã cho thấy vải bông phủ các hạt nano có chức năng chống viêm có khả năng ứng dụng trong điều trị các vết thương. Các chất chống viêm betamethasone, curcumin và nano SiO<sub>2</sub> biến tính với diphenylaminee cùng chất liên kết ngang N-palmitoyl-(4-nitrophenyl)-aminee (PNPA) pha trộn với nhau tạo thành hỗn hợp ở dạng sol-gel nano. Hỗn hợp này được đưa lên trên bề mặt vải bông nhằm tăng khả năng chống viêm của vải (Hình 1.12) [35, 36].



Hình 1.12. Ứng dụng sol G-PNPA trên bề mặt bông và sự hình thành xerogel phủ [36].

Khẩu trang phân hủy sinh học đã được tác giả Costa Sofia chế tạo bằng cách sử dụng sợi tự nhiên poly ( $\epsilon$ -caprolactone) (PCL). Lốp lọc được sản xuất bằng kỹ thuật quay điện để tăng hiệu quả lọc không khí. Các màng được chức năng hóa bằng các hạt nano khác nhau như nano Ag, nano TiO<sub>2</sub> và nano MgO. Màng sợi PCL/Ag thể hiện vùng ức chế có đường kính  $18,3 \pm 0,6$  mm đối với *S. aureus* và  $16,5 \pm 0,7$  mm đối với *E. coli*, trong khi màng sợi PCL/TiO<sub>2</sub> chỉ diệt vi khuẩn *S. aureus* (vùng ức chế  $18,7 \pm 1,2$  mm). Màng sợi PCL/Ag thể hiện vùng ức chế có đường kính  $18,3 \pm 0,6$  mm đối với *S. aureus* và  $16,5 \pm 0,7$  mm đối với *E. coli*, trong khi màng sợi PCL/TiO<sub>2</sub> chỉ diệt vi khuẩn *S. aureus* (vùng ức chế  $18,7 \pm 1,2$  mm). Màng sợi PCL/MgO diệt các vi khuẩn *E. coli*, *S. aureus* với giá trị vùng ức chế lần lượt là  $25,3 \pm 0,6$  mm và  $13,5 \pm 0,7$  mm. Hiệu suất lọc của màng PCL là 84,9 %, giảm xuống còn 70,8 % khi bổ sung thêm các hạt nano Ag và tăng lên 86,0 % và 99,4 % khi bổ sung nano TiO<sub>2</sub> và MgO [37].

#### 1.1.4.2. Ứng dụng của vải bông kháng khuẩn trong dệt may

Vải bông có đặc tính kháng khuẩn bền vững khi biến tính với dẫn xuất của polybiguanide-poly (hexamethylenbiguanide) (PHMB) theo phương pháp ngâm-ép-sấy. Vải biến tính PHMB diệt 100 % các vi khuẩn *S. aureus* và *K. pneumoniae* [38]. Vải bông kháng khuẩn được ứng dụng trong sản xuất các

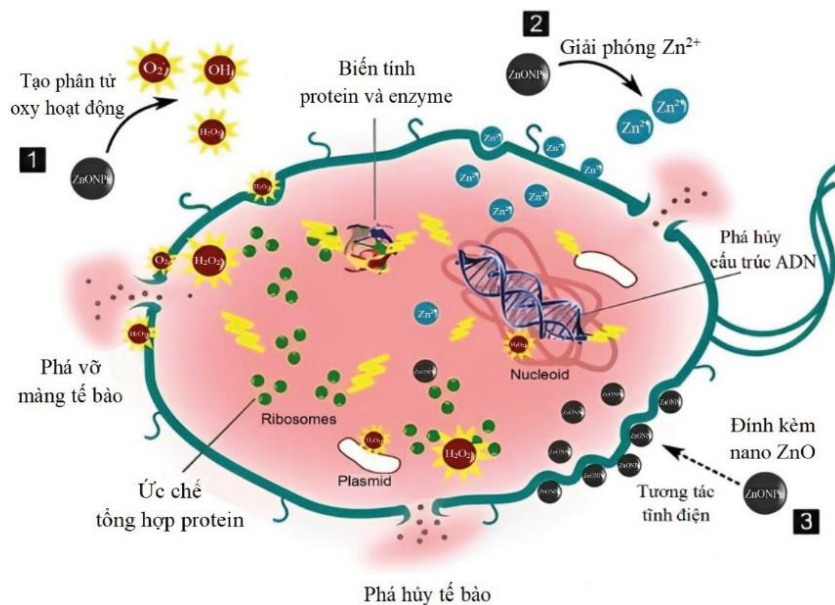
sản phẩm đồ lót dùng một lần, trong đó vải được xử lý ngâm – ép – sấy trong dịch chiết từ cây lục bình sa mạc với mức ép 80 % và xử lý ở 110 °C trong 3 phút. Vùng ức chế một số loại vi khuẩn của vải đã xử lý đối với *E. Coli*: 28-30 mm, *S. aureus*: 29-30 mm và nấm *C. albicans*: 28-30 mm, chỉ ra vải diệt khuẩn tốt [39].

Trong nghiên cứu của Li Yiran và cộng sự, bông được xử lý hoàn tất với muối amoni bậc bốn. Tỷ lệ diệt khuẩn *E. coli*, *S. aureus* và *C. albicans* đều đạt trên 99 %. Sau 100 lần giặt, khả năng kháng khuẩn của vải bông đối với 3 chủng vi khuẩn nêu trên đạt 97 %, 99 % và 93 % [40].

## 1.2. Nguyên lý kháng khuẩn và các phương pháp đánh giá khả năng kháng khuẩn của vải

### 1.2.1. Nguyên lý kháng khuẩn cho vải

Nguyên lý kháng khuẩn trên vải là ngăn ngừa vi khuẩn, ức chế không cho vi khuẩn phát triển và tiêu diệt vi khuẩn được thể hiện trên Hình 1.13.



Hình 1.13. Cơ chế diệt vi khuẩn của nano ZnO [41]

Trong đó, nguyên lý ngăn ngừa là tạo màng polymer trên bề mặt vải không cho chúng xuyên qua vải, đưa màng polymer lên bề mặt vải làm ảnh hưởng tính giữ nhiệt, hấp thụ ẩm và tiếp xúc của vải. Nguyên lý ức chế sự phát triển của vi khuẩn và tiêu diệt vi khuẩn là gắn lên vải các hợp chất hữu cơ, hợp chất vô cơ lên vải để tiêu diệt vi khuẩn [41]. Cơ chế kháng khuẩn của nano ZnO là kết quả của sự kết hợp hoạt động của quang xúc tác và sự phân giải ion kim loại, phá hủy thành tế bào, ức chế sự phát triển của vi khuẩn và tiêu diệt vi khuẩn [41].



### 1.2.2. Các phương pháp đánh giá khả năng kháng khuẩn cho vải

- Phương pháp định lượng dựa trên đếm số lượng vi khuẩn trên môi trường thạch theo các tiêu chuẩn như: ASTM E2149, AATCC 100, ISO 20743, ASTM E2180, JIS L1902.

- Phương pháp bán định lượng dựa trên đường kính vùng ức chế trên môi trường thạch theo các tiêu chuẩn như AATCC 90, AATCC 147, AATCC 174, SN 195920, ISO 20645.

## 1.3. Các chất kháng khuẩn sử dụng cho vải

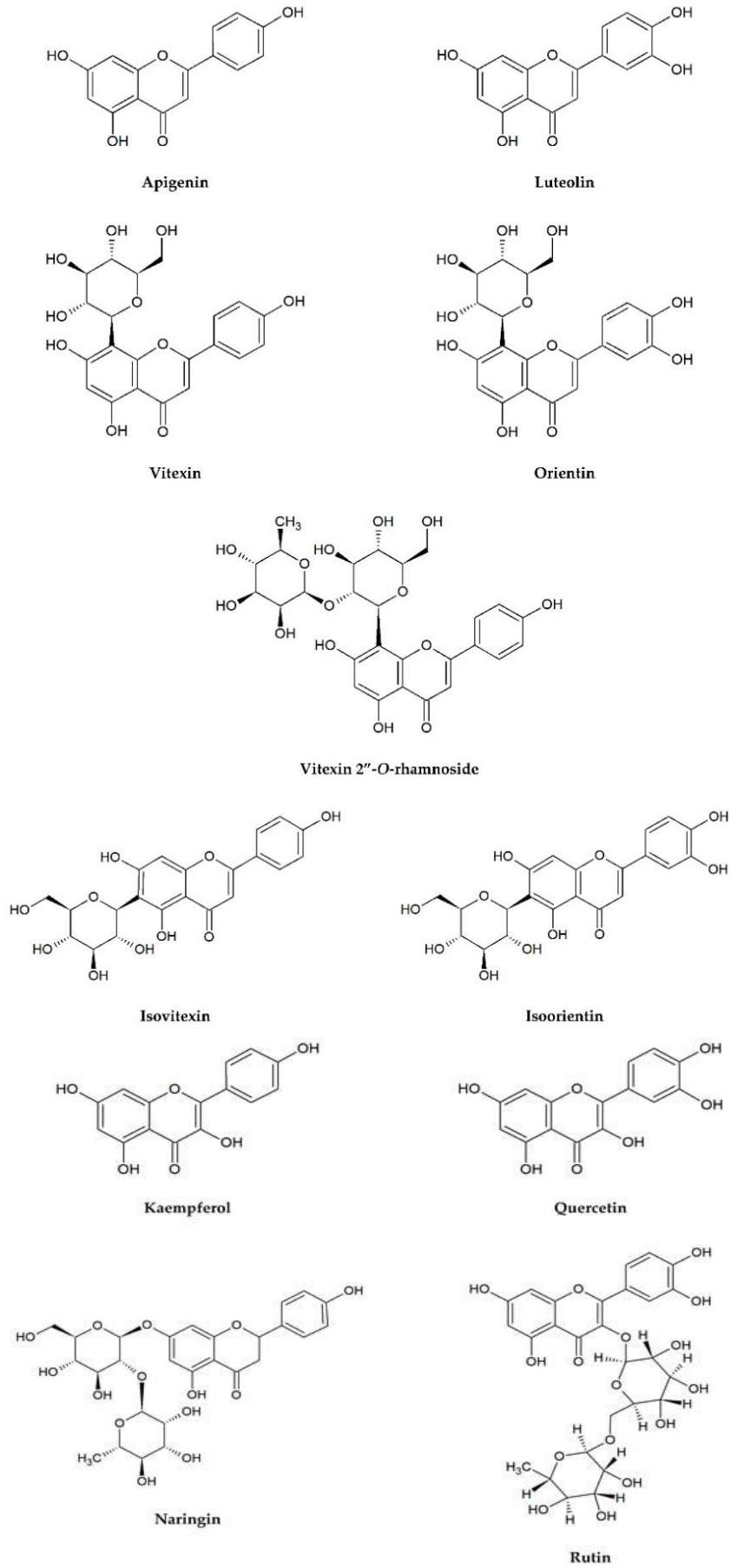
### 1.3.1. Các chất kháng khuẩn nguồn gốc hữu cơ

Acid tannic có công thức hóa học  $C_{67}H_{52}O_{46}$ , mật độ  $2,12 \text{ g/cm}^3$  khối lượng mol  $1701,19 \text{ g/mol}$ , điểm nóng chảy phân hủy trên  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ , độ hòa tan trong nước  $250 \text{ g/l}$  (Fuchen- Trung Quốc). Acid tannic (TA) là một polyphenol có cấu trúc hóa học đặc biệt thường được sử dụng trong phụ gia thực phẩm, thức ăn chăn nuôi, chất hấp phụ sinh học, chất kết dính và chất chống oxy hóa. TA có khả năng tương thích sinh học, thải kim loại, đặc tính kháng khuẩn và chống oxy hóa đã được nghiên cứu trong khoa học y sinh. TA có thể hoạt động như một chất liên kết ngang, cung cấp các mạng polymer có khả năng thích ứng với các chức năng đa dạng cho các ứng dụng khác nhau [42].

Nghiên cứu đã được công bố của các tác giả Andra, Chandra, Özçelik, trong các loại thực vật, các chất hữu cơ bao gồm alkaloid, hợp chất lưu huỳnh hữu cơ, acid phenolic, flavonoids, carotenoid, coumarin, terpen, tannin và một số chất chuyển hóa chính (acid amine, peptide, acid hữu cơ) có đặc tính kháng khuẩn như thể hiện trên các Hình 1.14, 1.15 [43-46]. Hoạt tính kháng khuẩn của 13 loại flavonoids phổ biến (flavonol, flavanone) và 6 acid hữu cơ (acid béo và acid thơm) được nghiên cứu với bốn loại vi khuẩn là *E. coli*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis* và *S. aureus* được nhóm nghiên cứu Khameneh, Bahman công bố. Kết quả cho thấy các hợp chất này có đặc tính kháng khuẩn nhưng hoạt tính chỉ thể hiện ở mức trung bình hoặc tương đối thấp. Acid salicylic (nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) =  $250\text{--}500 \text{ } \mu\text{g/mL}$ ) diệt vi khuẩn mạnh. Kết quả trong Bảng 1.4 cho thấy các hợp chất này thường có hoạt tính chống lại vi khuẩn gram âm (*E. coli* và *P. aeruginosa*) mạnh hơn so với vi khuẩn gram dương (*E. faecalis* và *S. aureus*) [47].

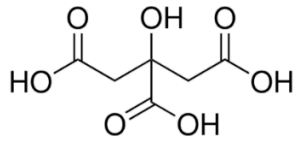
Bảng 1.4. Hoạt tính kháng khuẩn chống lại vi khuẩn gram (+) và gram (-) của các chất có trong thực vật được chọn lọc [47]

Stt	Hợp chất	Vi khuẩn được thử nghiệm, MIC ( $\mu\text{g/mL}$ )			
		<i>S. aureus</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
1	Kaempferol	>1000	>1000	500	>1000
2	Quercetin	>1000	>1000	500	>1000
3	Rutin	1000	1000	500	500
4	Naringin	>1000	1000	500	500
5	Flavone	>1000	500	500	500
6	Chrysin	500	1000	500	500
7	Apigenin	500, 1000 (3x)	1000	500	500
8	Vitexin	>1000	1000	500	500
9	Isovitexin	>1000	1000	500	500
10	Vitexin 2''-O-rhamnoside	>1000	1000	500	500
11	Luteolin	500	1000	500	500
12	Orientin	500	1000	500	500
13	Isoorientin	500	1000	500	500
14	Citric acid	>1000	1000	500	500
15	Malic acid	1000	1000	500	500
16	Quinic acid	>1000	1000	500	500
17	Chlorogenic acid	1000	1000	500	>1000
18	Rosmarinic acid	>1000	1000	500	500 (2x), 1000 (2x)
19	Salicylic acid	250 (2x), 500 (2x)	500	250 (3x), 500	500
20	Median	>1000	1000	500	500
21	20% DMSO (đối chứng âm)	>1000	>1000	>1000	>1000
22	Ciprofloxacin (đối chứng dương)	<1	<1	<1	<1
23	Gentamicin sulfate (đối chứng dương)	<1	<1–62,5	<1–3,9	<1

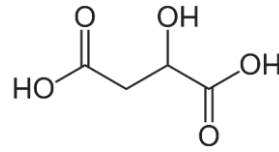


Hình 1.14. Cấu trúc các flavonoids kháng khuẩn [47]

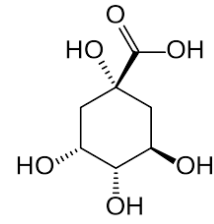




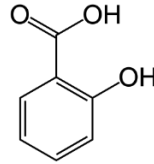
Citric acid



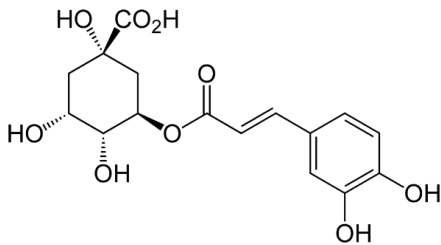
Malic acid



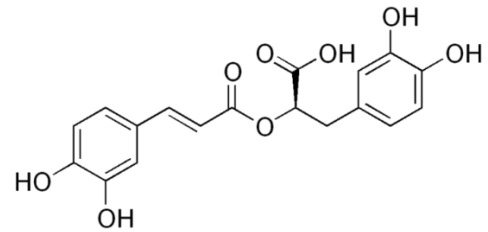
Quinic acid acid



Salicylic

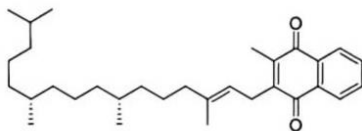


Chlorogenic acid

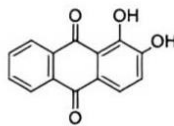


Rosmairinic acid

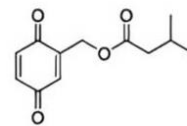
Hình 1.15. Cấu trúc hóa học của các acid hữu cơ kháng khuẩn [47]



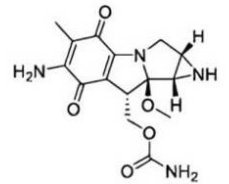
phyloquinone



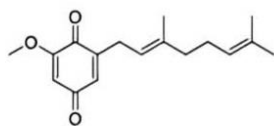
alizarin



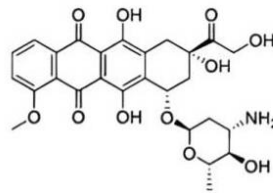
blattellaquinone



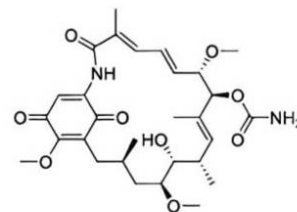
mitomycin C



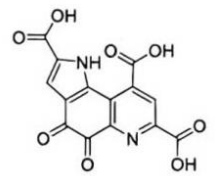
verapliquinone A



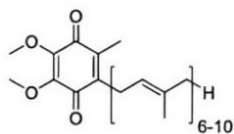
doxorubicin



geldanamycin



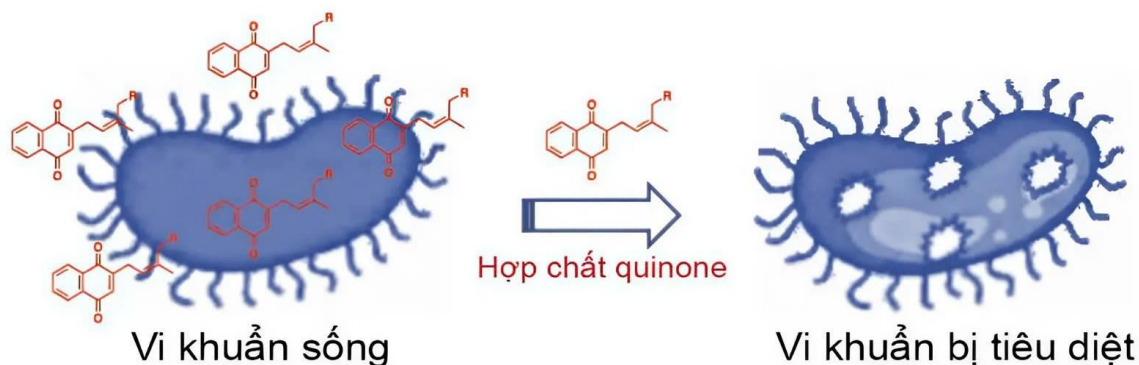
coenzyme PQQ



ubiquinones

Hình 1.16. Cấu trúc hóa học của một số quinone trong tự nhiên [48]

Theo nghiên cứu của Adamczak Artur, Marcin Ożarowski và Tomasz Karpiński, quinone từ tự nhiên đều có khả năng kháng khuẩn với nhóm vi khuẩn gram dương và gram âm (Hình 1.17). Khả năng diệt khuẩn của quinone phụ thuộc vào cấu trúc của từng quinone [48], được mô tả trên Hình 1.17 [49].



Hình 1.17. Sơ đồ mô tả diệt khuẩn của quinone [49]

Nhóm nghiên cứu của Zaki, Troisi, và Carbone đã công bố, một số polymer thiên nhiên khác cũng thể hiện hoạt tính kháng khuẩn tốt như sericin từ tơ tằm, tannin hoặc các sản phẩm chiết xuất từ thực vật như cây lô hội. Sericin là một protein cao phân tử do tằm tạo ra trong quá trình hình thành tơ và chiếm 25-30 % trong tơ tằm. Khối lượng phân tử của sericin đạt từ 30 đến 300 kDa. Gần đây, người ta đã phát hiện ra rằng vải polyester được xử lý bằng sericin (4 % kl/tt) cho thấy khả năng kháng vi khuẩn *P. vulgaris* đạt 51 % và kháng vi khuẩn *S. aureus* đạt 38 % [50].

Polymer có gốc N-halamine là các hợp chất hữu cơ dị vòng có chứa một hoặc hai nguyên tử halogen (như clo) liên kết cộng hóa trị với N có khả năng diệt nhiều loại vi khuẩn, nấm, vi rút [51]. Liên kết N – Cl có thể được hình thành bằng cách clo hóa nhóm amine, amine hoặc imide của polymer trong natri hypoclorit loãng. Trên thực tế, các đặc tính kháng khuẩn của polymer này là do các ion  $\text{Cl}^-$  phản ứng được giải phóng từ phản ứng thế electrophin của clo trong các liên kết N – Cl bằng các nguyên tử hydro (thường là từ nước). Các ion  $\text{Cl}^-$  liên kết với các chất nhận trên thành tế bào của vi sinh vật, cản trở quá trình trao đổi chất và enzyme của các protein [52].

Kết quả nghiên cứu kháng khuẩn của vải bởi polybiguanide của Lee và Wijnhoven cho thấy polybiguanide diệt vi khuẩn nhờ lực hút tĩnh điện giữa các nhóm biguanide tích điện dương và bề mặt tế bào vi khuẩn tích điện âm. Các nhóm biguanide tích điện dương cũng tham gia vào liên kết giữa polymer với bề mặt vải thông qua tương tác tĩnh điện (nhóm cacboxylic trong sợi cellulose).

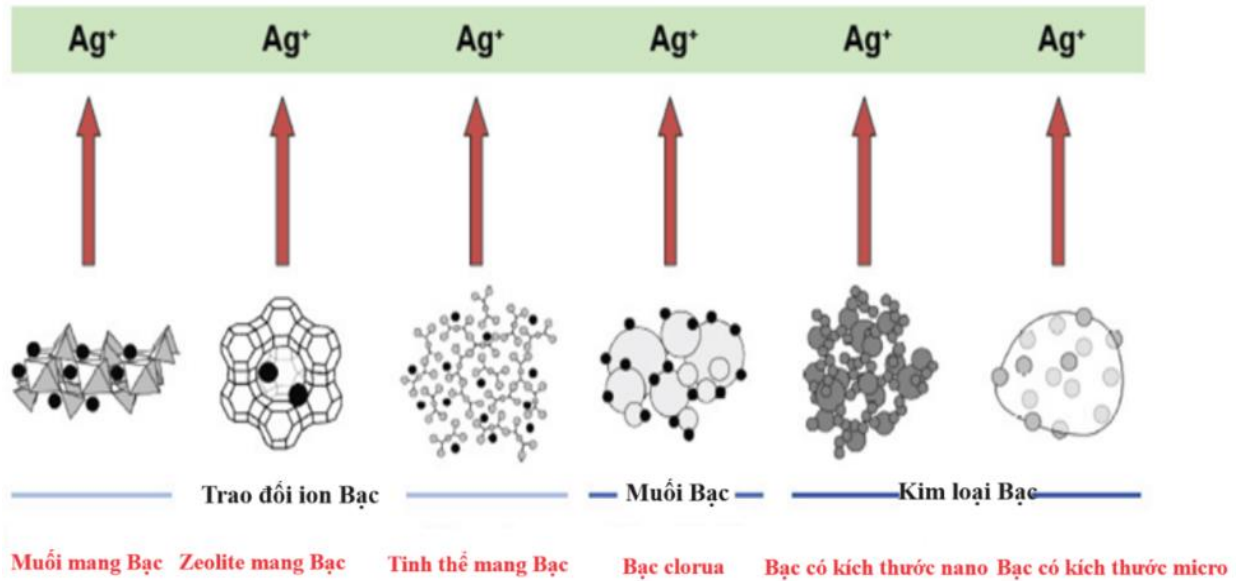
Một trong những polybiguanide được sử dụng nhiều nhất để biến tính vải là poly (hexametylen biguanide) [53]. Một loại guanidin mới có chứa nhóm isocyanate được bảo vệ bằng tert-butoxycarbonyl (IGUA-Boc) đã được phát triển và sử dụng để biến tính bề mặt vải bông. Vải bông được biến tính với IGUA-Boc có thể giữ được các đặc tính cơ học, tính ưa nước, độ thấm ẩm, độ thoáng khí tương tự vải bông ban đầu... Bên cạnh đó, tỷ lệ tiêu diệt vi khuẩn *E. coli* và *S. Aureus* của vải bông được biến tính với IGUA-Boc lần lượt đạt 88,5 % và 99,9 % sau 50 lần giặt. Vải bông được biến tính với IGUA-Boc có tiềm năng phát triển trong y tế và dệt may [54].

### **1.3.2. Các chất kháng khuẩn nguồn gốc vô cơ**

Zeolite/Ag-Zn là dạng zeolite Linder loại A (LTA) được biến tính bề mặt với các ion Ag và Zn. Nó được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như kháng khuẩn và cải thiện tính chất của các vật liệu như vật liệu trộn trong nha khoa,... Ưu điểm của zeolite/Ag-Zn là diện tích bề mặt riêng lớn, khả năng hấp thụ cao.

Năm 2024, Sánchez-López Perla và cộng sự đã công bố về hoạt tính kháng khuẩn *S. aureus* và *E. coli* của các cation trao đổi Ag và Zn trong nano Y-zeolite (Ag/CBV-600, Zn/CBV-600). Kết quả thu được cho thấy kết hợp các cation không làm thay đổi cấu trúc Y-zeolit. Vật liệu Ag/CBV-600 và Zn/CBV-600 tiêu diệt 90 % vi khuẩn *S. aureus* và *E. coli* sau 16 giờ thử nghiệm ở hàm lượng vật liệu nano tương đối thấp (0,5 mg/mL) [55].

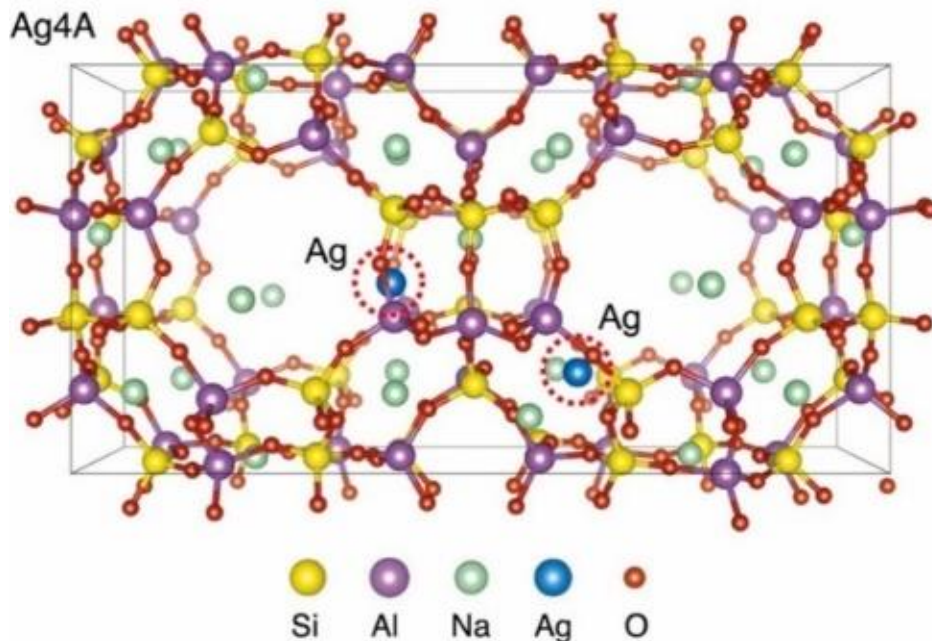
Thái Hoàng và Swadesh Kumar Singh đã nghiên cứu ứng dụng của zeolite/Ag-Zn làm chất kháng khuẩn [56, 57]. Trong đó có zeolite kiểu A mang ion Ag và Zn với hàm lượng Ag 0,44 %, hàm lượng Zn 1,36 % (Irgaguard B5000). Zeolite/Ag-Zn được đưa vào lớp phủ hữu cơ để tăng khả năng kháng khuẩn cho polysiloxan và góp phần loại bỏ sinh vật bám [56], làm tăng độ nhám và độ cứng bề mặt của nhựa acrylic làm nền răng giả [57]. Khi thêm 0,50 % khối lượng hoặc 0,75 % khối lượng zeolite/Ag-Zn vào nền acrylic được xử lý nhiệt, độ nhám bề mặt của mẫu giảm đáng kể so với nhóm đối chứng. Độ cứng bề mặt của acrylic đã được cải thiện đáng kể sau khi đưa zeolite 0,50 % và 0,75 % vào cả hai loại nhựa [57].



Hình 1.18. Dạng hạt nano Ag, muối Ag, polymer chứa ion Ag [58]

Một số vật liệu kháng khuẩn trên cơ sở Ag có thể tồn tại ở dạng hạt nano Ag, muối Ag, polymer chứa ion Ag như trên Hình 1.18 [58], tạo ra các hợp chất oxy phản ứng (ROS) nhằm vô hiệu hóa enzyme của vi khuẩn [59, 60].

Zeolite 4A chứa Ag với tỷ lệ nguyên tử Ag/Al khoảng 10 % có cấu trúc như trên Hình 1.19. Zeolite 4A này kháng khuẩn tốt nhờ nguyên tử Ag có thể vô hiệu hóa vi khuẩn [61].



Hình 1.19. Cấu trúc zeolite 4A (tỷ lệ nguyên tử Ag/Al khoảng 10 %) [61]

Hỗn hợp lỏng của zeolite/Ag-Zn và zeolite/Ag-Cu ở dạng huyền phù với nồng độ pha loãng 10000, 1000, 100 (ppm) ức chế hoàn toàn vi rút SARS-CoV-2, khả năng suy giảm vi rút SARS-CoV-2 trong 24 giờ đạt ~3,5 (log10). Khi

đưa hỗn hợp huyền phù zeolite/Ag-Zn và zeolite/Ag-Cu lên vải bông và vải polyester với nồng độ  $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  (khối lượng hoạt chất trên 1 đơn vị diện tích của vải), khả năng suy giảm vi rút SARS-CoV-2 trong 24 giờ đối với vải phủ zeolite/Ag-Cu đạt  $\sim 3,5$  ( $\log_{10}$ ) và vải phủ zeolite/Ag-Zn đạt  $\sim 2,5$  ( $\log_{10}$ ) [62].

Oblak và Manjunath đã nghiên cứu hoạt tính kháng khuẩn của  $\text{TiO}_2$  liên quan trực tiếp đến quá trình quang xúc tác của  $\text{TiO}_2$  để tạo ra các ROS như  $\cdot\text{OH}$ ,  $\text{O}_2\cdot^-$  và  $\text{H}_2\text{O}_2$  thông qua các phản ứng oxy hóa khử trên bề mặt tinh thể  $\text{TiO}_2$  dưới tác động của bức xạ ánh sáng tử ngoại như được trình bày trên các Hình 1.20 – 1.22. Theo đó, khi  $\text{TiO}_2$  tiếp xúc với vi sinh vật, ROS được tạo ra bằng ánh sáng tử ngoại làm tổn thương các phân tử trong tế bào thông qua quá trình khuếch tán, dẫn đến tế bào bị phá hủy (Hình 1.21 a–c). Ngoài ra, ROS có thể phá vỡ thành tế bào vi khuẩn thông qua quá trình peroxide hóa lipid, làm gián đoạn quá trình vận chuyển điện tử. Nếu các hạt  $\text{TiO}_2$  có kích thước nhỏ như trên Hình 1.20, có thể xâm nhập vào tế bào và quá trình tạo ROS có thể xảy ra bên trong tế bào. Nano  $\text{TiO}_2$  được đánh giá khả năng kháng khuẩn với các đối tượng vi khuẩn, nấm, nấm men và vi rút [63, 64].

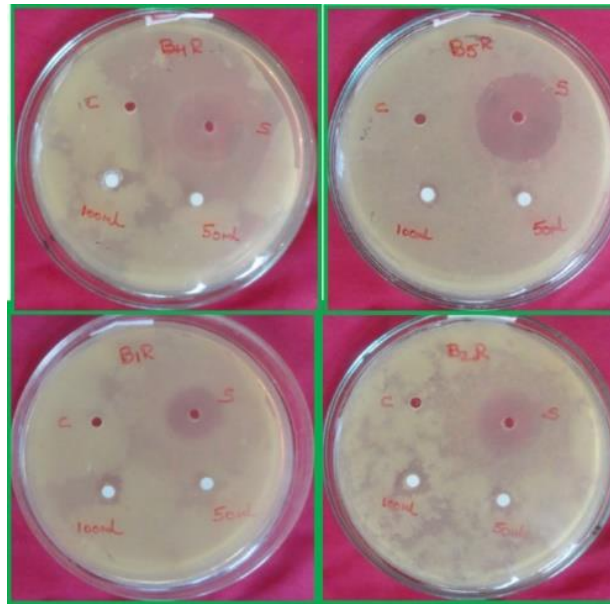
*Bảng 1.5. Hoạt tính kháng khuẩn của hạt nano  $\text{TiO}_2$  trên các chủng vi khuẩn [63]*

Nồng độ $\text{TiO}_2$ (mg/ml)	Khả năng tiêu diệt vi khuẩn	Các chủng vi khuẩn			
		<i>K. aerogenes</i> (mm)	<i>E. coli</i> (mm)	<i>S. aureus</i> (mm)	<i>P. desmolyticum</i> (mm)
5/50	Đường kính vùng ức chế	$8,33 \pm 0,33$	$9,00 \pm 0,00$	$9,67 \pm 0,33$	$12,67 \pm 0,33$
500/50		$2,67 \pm 0,33$	$1,67 \pm 0,33$	$2,33 \pm 0,33$	$1,00 \pm 0,00$
1000/50		$3,67 \pm 0,33$	$2,67 \pm 0,33$	$4,00 \pm 0,00$	$2,33 \pm 0,33$

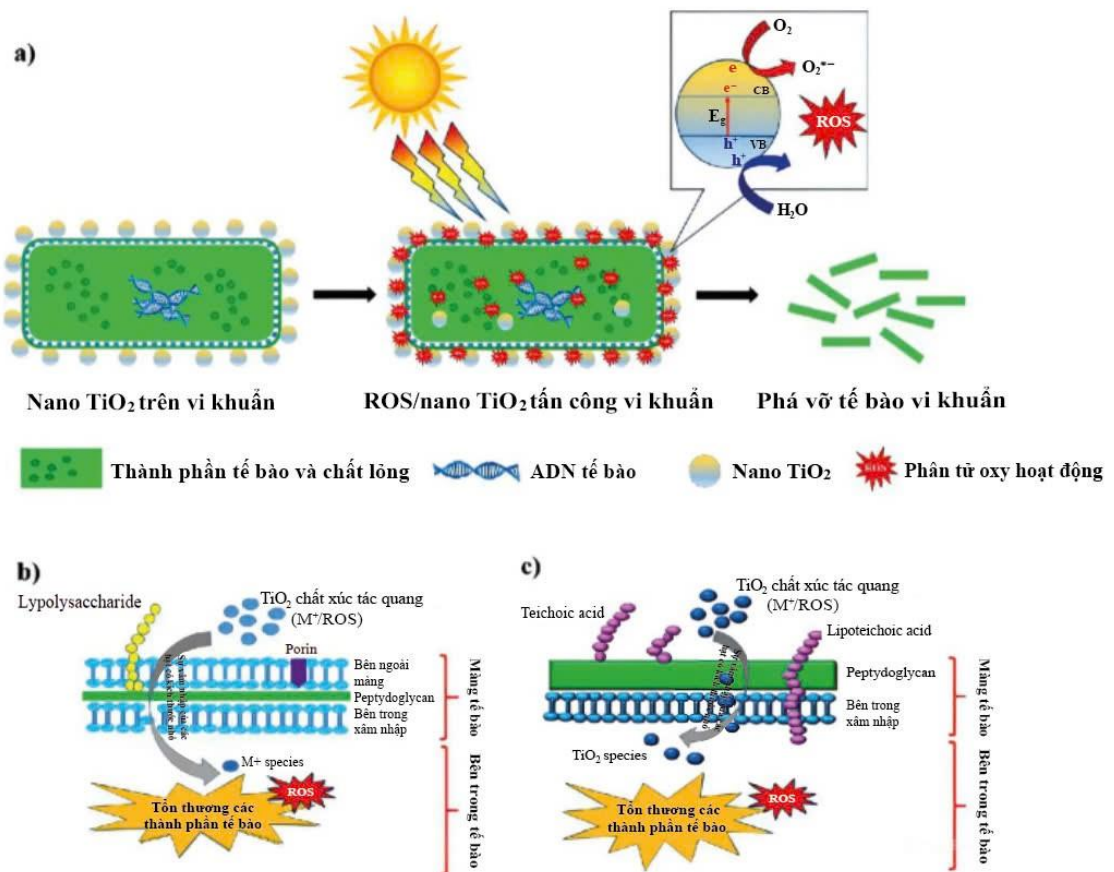
Đặc tính kháng khuẩn của hạt nano  $\text{TiO}_2$  được đánh giá chống lại vi khuẩn gram âm (*K. aerogenes*, *E. coli*, *P. desmolyticum*) và vi khuẩn gram dương (*S. aureus*) sử dụng phương pháp khuếch tán đĩa thạch [63]. Kết quả cho thấy các hạt nano  $\text{TiO}_2$  thể hiện hoạt tính kháng khuẩn đáng kể trên cả 4 chủng vi khuẩn thử nghiệm. Với nồng độ 500/50 và 1000/50 mg/ml, hạt nano  $\text{TiO}_2$  có khả năng kháng khuẩn tốt với các chủng vi khuẩn *K. aerogenes*, *E. coli*, *P. desmolyticum* và *S. aureus*.

Bảng 1.5. cho thấy nano  $\text{TiO}_2$  có tác dụng kháng khuẩn hiệu quả và có thể được sử dụng làm chất kháng khuẩn trong nhiều lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực dệt may [63].

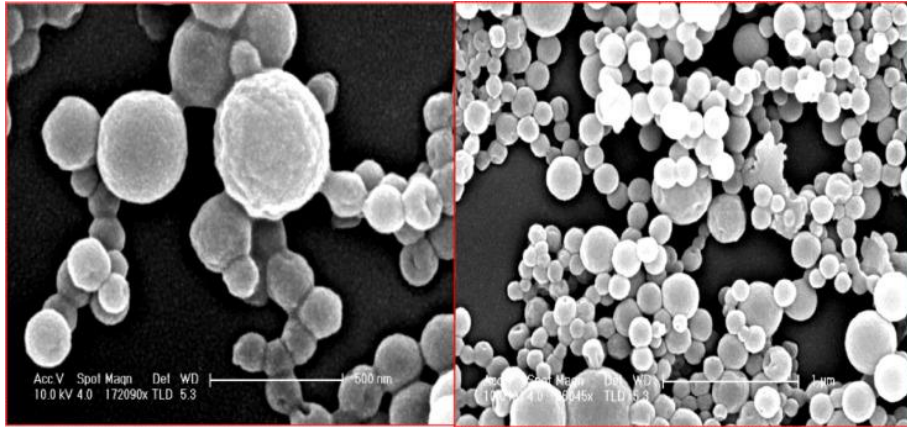




Hình 1.20. Vùng ức chế đối với vi khuẩn (a) *K. aerogenes*, (b) *E. coli*, (c) *S. aureus* và (d) *P. desmolyticum* [63]



Hình 1.21. Một số cơ chế tiêu diệt vi khuẩn của TiO<sub>2</sub> [63]  
 (a) quang xúc tác; (b); (c) sự phá hủy tế bào và quá trình tiêu diệt vi khuẩn gram âm, gram dương



Hình 1.22. Hình ảnh hạt nano  $TiO_2$  [64]

Chất hoạt động bề mặt cation, đặc biệt là các muối amoni bậc bốn (QAS), là những chất diệt khuẩn quan trọng với hiệu quả chống lại nhiều loại vi sinh vật đã được tác giả Kwaśniewska và Obłak công bố. Chiều dài của chuỗi alkyl của muối amoni bậc bốn (QAS) quyết định khả năng diệt vi khuẩn [65, 66].

### 1.3.3. Các chất kháng khuẩn từ thực vật

Các chất kháng khuẩn từ thực vật được trình bày trong Bảng 1.6.

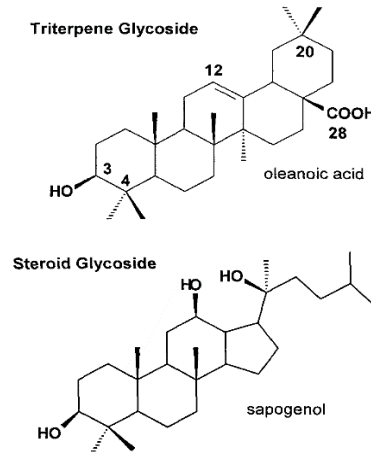
Bảng 1.6. Các chất kháng khuẩn điển hình từ thực vật [67]

Lớp	Phân lớp	Các chất điển hình
Phenolic	Phenol	Catechol, epicatechin
	Phenolic acid	Cinnamic acid
	Quinone	Hypericin
	Flavonoids	Chrysin
	Flavone	Abyssinone Totarol
	Flavonol Tannin	Ellagitannin
	Coumarins	Warfarin
Terpenoid, essential oil	-	Capsaicin
Alkaloid	-	Berberine Piperine
Lectine và polypeptide	-	Mannose- specific agglutinin fabatin

Theo nghiên cứu của Ferdes là những chất có nguồn gốc từ thực vật như lá trà đen, lá trà xanh, lá nem, quả hồng, quả mặc nưa,... đều có khả năng

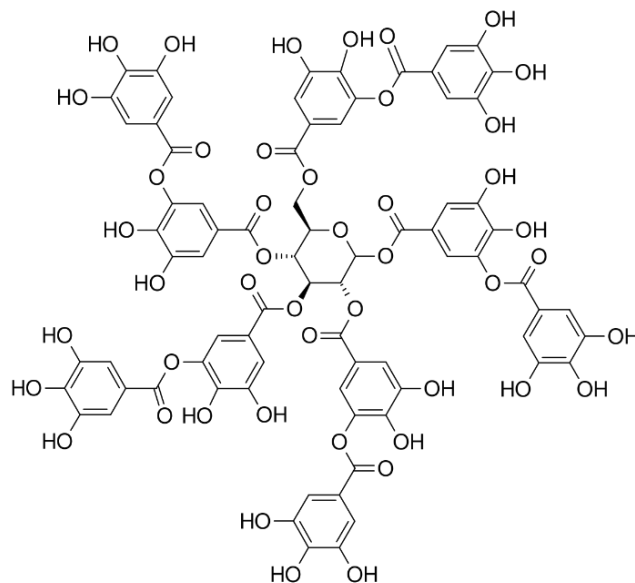
tiêu diệt hoặc ức chế sự phát triển của vi khuẩn, vi rút, nấm và các sinh vật gây hại khác. Một số nhóm chất khác trong thực vật có khả năng kháng khuẩn tốt như flavonoids, tannin, quercetin,... đã được trình bày ở mục 1.3.1.

Saponin đã công bố thường ở dạng vô định hình, có vị đắng, điểm nóng chảy cao, từ 200 °C. Dựa vào cấu trúc aglycon, người ta chia saponin thành hai nhóm lớn là saponin steroid và saponin triterpenoid [68] được thể hiện trên Hình 1.23.



Hình 1.23. Cấu trúc của aglycon

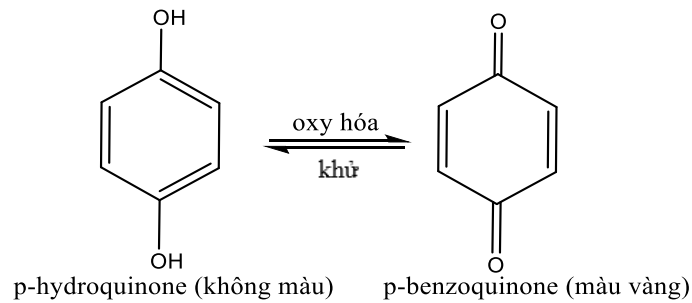
Tannin có thể được sử dụng như một chất kháng khuẩn hiệu quả do gây ức chế enzyme ngoại bào vi sinh vật [69]. Số lượng nhóm hydroxy và hydroxy peroxide giải phóng khi oxy hóa tannin là 2 yếu tố quan trọng liên quan tới các đặc tính kháng khuẩn của tannin [70]. Công thức cấu tạo chung của tannin được trình bày trên Hình 1.24.



Hình 1.24. Cấu tạo của tannin



Hydroquinone (Hình 1.25) được sử dụng như một chất chống oxy hóa và kháng khuẩn. Hoạt tính kháng khuẩn của hydroquinone và arbutin trong *Ainsliaea bonatii* đã được nghiên cứu, cả hai đều cho thấy hoạt tính kháng khuẩn tương đối mạnh đối với vi khuẩn *S. aureus*. Hydroquinone phá hủy thành tế bào vi khuẩn, tăng tính thấm, dẫn chất rò rỉ nội bào ảnh hưởng đến quá trình tổng hợp protein và ảnh hưởng đến biểu hiện của gen [71].



Hình 1.25. Cấu tạo của hydroquinone

## 1.4. Quả mặc nưa

### 1.4.1. Giới thiệu chung về quả mặc nưa

Cây mặc nưa (*Diospyros mollis* Griff), là loại thực vật thuộc nhóm ngành Magnoliophyta, lớp Magnoliopsida, họ thị Ebenaceae và chi diospyros phân bố ở nhiều nước Campuchia, Thái Lan, Lào, Myanmar và Việt Nam đã được tác giả Salguero, Sadun, Suwama, Bechtold và Đỗ Tất Lợi nghiên cứu và công bố. Kết quả cho thấy quả mặc nưa hình cầu, mỗi quả có kích thước khoảng 1,5 - 2,0 cm được thể hiện trên Hình 1.26.



Hình 1.26. Cây mặc nưa

Một cây mặc nưa cho khoảng 100 – 500 kg quả mỗi năm. Lá và quả được dùng trong y học cổ truyền để điều trị ký sinh trùng đường ruột, tiêu chảy và rối loạn tiêu hóa ở người, quả mặc nưa được sử dụng để nhuộm màu cho vải [72-75]. Ở Việt Nam cây mặc nưa được trồng ở huyện Phan Rang tỉnh Ninh Thuận, huyện Châu Đốc, huyện Tân Châu tỉnh An Giang và công viên cây xanh Thành phố Hồ Chí Minh.

#### **1.4.2. Các phương pháp chiết tách dịch từ quả mặc nưa**

Năm 2016, Phạm Thị Hồng Phượng đã nghiên cứu chiết tách các hợp chất màu tự nhiên từ quả mặc nưa bằng phương pháp chiết ngâm, phương pháp soxhlet, phương pháp tách chiết có sự hỗ trợ của vi sóng. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu suất chiết tách cao, được áp dụng cho quá trình xử lý vải lụa tơ tằm, vải polyamide [76]. Điều kiện chiết dịch mặc nưa được trình bày trong Bảng 1.7.

*Bảng 1.7. Điều kiện chiết dịch mặc nưa theo các phương pháp chiết [76]*

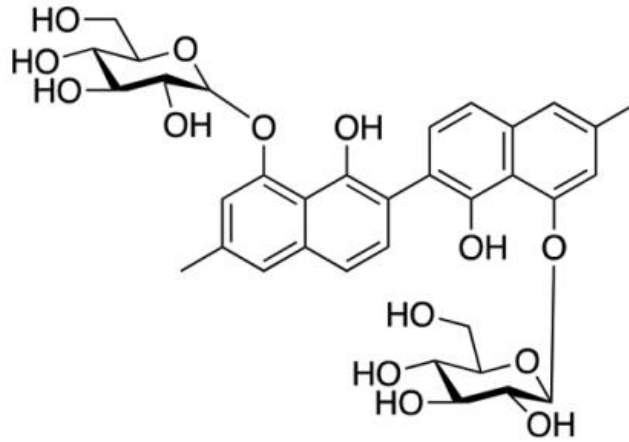
<b>Phương pháp</b>	<b>Điều kiện chiết</b>
Chiết ngâm	Nhiệt độ: 50 (°C) Thời gian: 1 giờ Tỷ lệ quả mặc nưa/nước (theo khối lượng): 1/5
Chiết bằng hệ thống Soxhlet	Nhiệt độ: 100 °C Thời gian: 10 giờ Tỷ lệ quả mặc nưa/ nước (theo khối lượng): 1/5
Có sự hỗ trợ của vi sóng	Nhiệt độ: 100 (°C) Thời gian: (10 phút) Tỷ lệ quả mặc nưa/ nước (theo khối lượng): 1/5

#### **1.4.3. Thành phần hóa học có trong quả mặc nưa**

Nhiều hợp chất hóa học đã được phân lập và xác định từ quả, rễ, vỏ, lá, cành của cây mặc nưa đã được các nhóm nghiên cứu của Jintasirikul, Yoshihira, Nematollahi, Mongkolsuk công bố [77-81]. Kết quả cho thấy, các hợp chất hóa học bao gồm dẫn xuất naphthalene và naphthoquinone, triterpenoid, sterol, glycoside, dẫn xuất antiarol, alkaloid, acid amine, lignan, este của chất béo, acid và các hợp chất khác được phân lập từ quả, lá, cành của cây mặc nưa.

Theo Borsub trong quả mặc nưa, diospyros chiếm khoảng 2 %. Diospyros là một hợp chất polyhydroxybinaphthyl với cấu trúc được mô tả trên Hình 1.27. Diospyros có khả năng bị oxy hóa cao trong không khí, do đó, nó

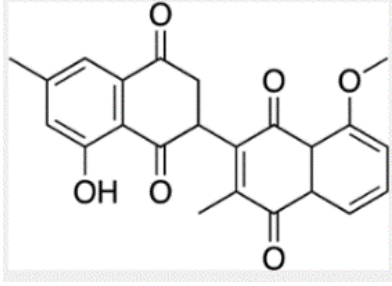
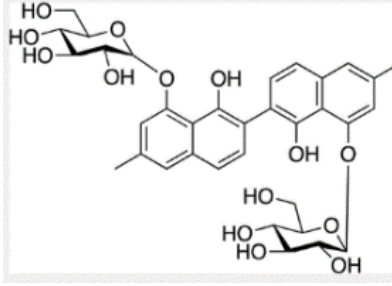
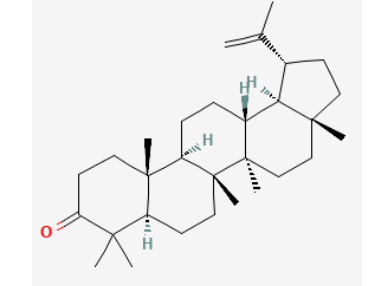
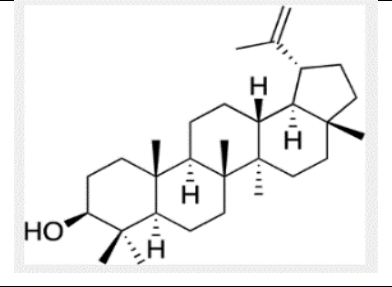
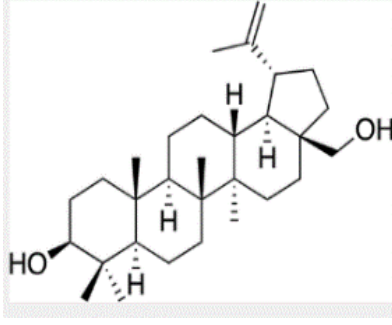
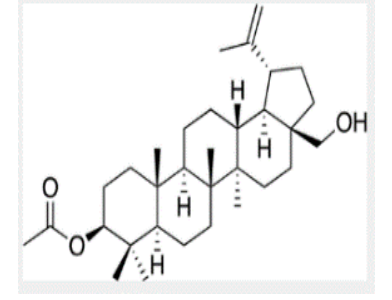
sẽ bị chuyển sang màu đen khi tiếp xúc với không khí, ánh sáng, quá trình oxy hóa diospyros diễn ra liên tục [81].

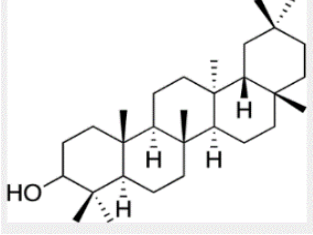
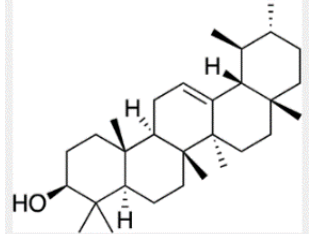
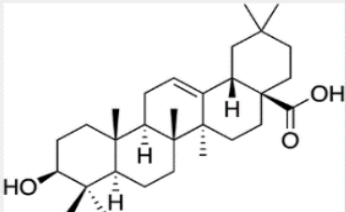
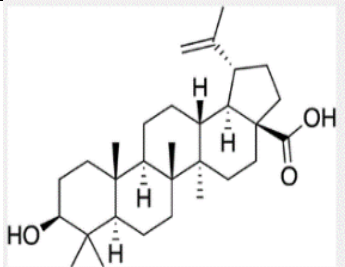
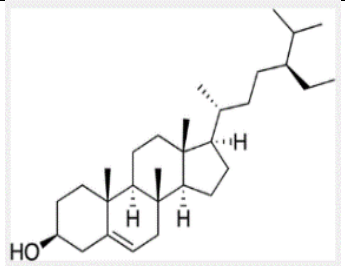
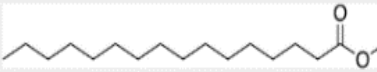


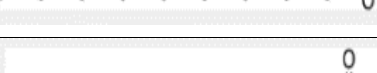


Hình 1.27. Cấu tạo diospyros 8,8'-di- O-( $\beta$ -D glucopyranoside) từ quả mặc nưa  
Danh sách các hợp chất phân lập từ quả mặc nưa được liệt kê trong Bảng 1.8.

Bảng 1.8. Các hợp chất được phân lập từ quả mặc nưa [82]

Phân loại	Thành phần hóa học	Cấu trúc hóa học
Naphthalen, Naphthoquinone và các dẫn xuất glycosid	6,6'-Dimethyl-2,2'-binaphthalene- 1,1',8,8'-tetrol	
	Elliptinone	
	Mamegakinone	
	4,5,8-Trimethoxy-2-naphthaldehyde	
	3-Metylnapthalene-1,8-diol	

	<p>8-Hydroxy-8'-metoxy-3',6-dimetyl- 2,3,4' a ,8' a -tetrahydro-[2,2'-binaphthalene]-1,1',4,4'-tetron</p>	
	<p>Diospyrol 8,8'-di- O -(β - D - glucopyranoside)</p>	
<p>Triterpenoid</p>	<p>Lupenone</p>	
	<p>Lupenol</p>	
	<p>Betulin</p>	
	<p>Betulin axetat</p>	

	Taraxerol	
	$\alpha$ -Amyrin	
	Acid oleanolic	
	Acid betulinic	
Sterol	$\beta$ -Sitosterol	
Este acid béo	Metyl palmitat	
	Metyl heptadecanoat	
	Metyl stearat	
	Metyl oleat	

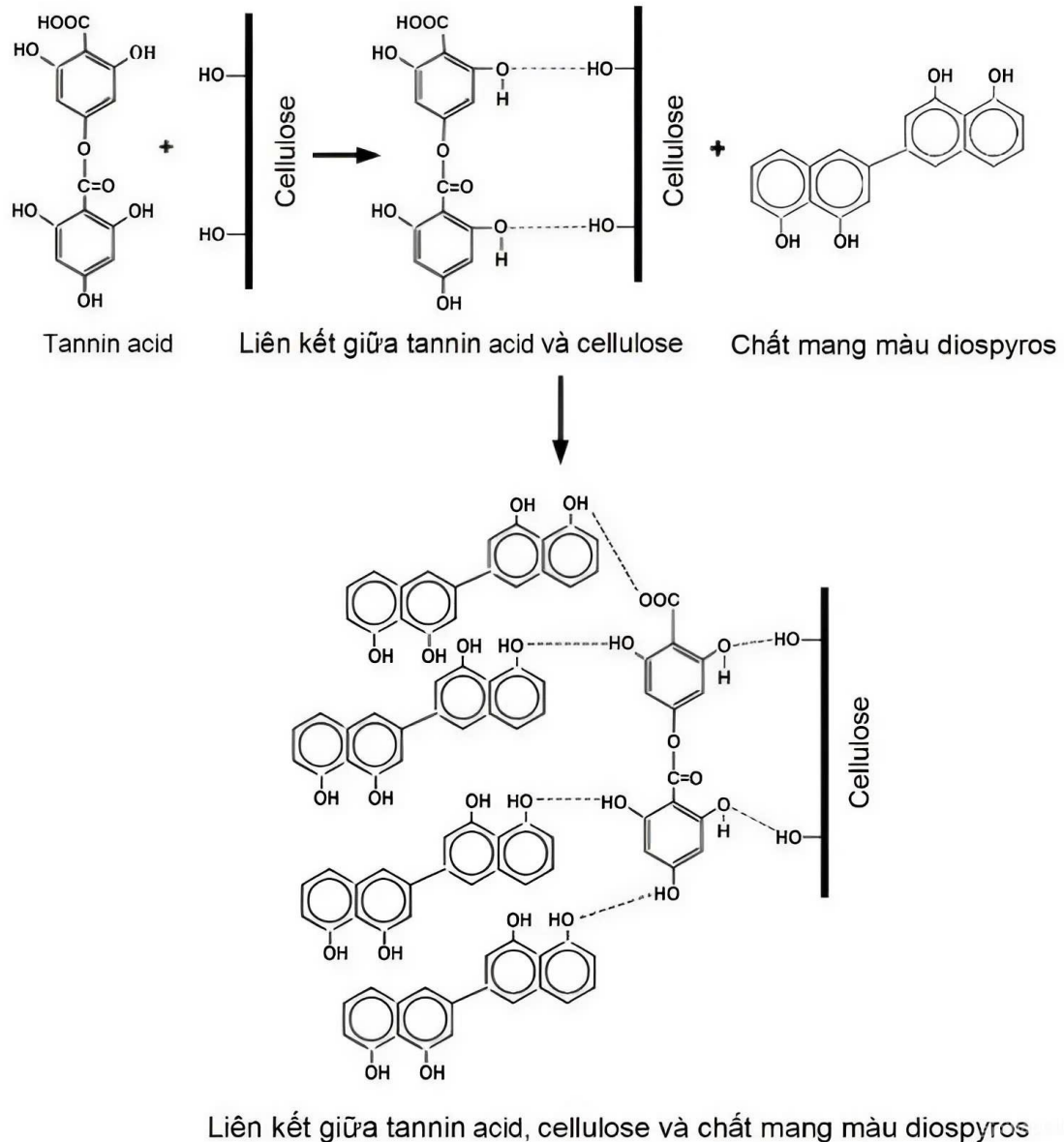
#### 1.4.4. Ứng dụng của dịch chiết từ quả mặc nưa

Cho đến nay, khoảng 50 hợp chất đã được xác định từ quả mặc nưa, bao gồm 18 naphthalene/naphthoquinone và các dẫn xuất glycoside của chúng, 10 terpenoid, 2 sterol, 4 este acid béo, 4 dẫn xuất antiarol, 1 acid amine, 1 lignan, 1 alkaloid và 9 glycoside phenolic. Các chiết xuất và hợp chất hoạt tính sinh học khác nhau được phân lập từ các bộ phận khác nhau của quả mặc nưa cho thấy khả năng tẩy giun, chữa tiêu chảy, rối loạn tiêu hóa, bệnh ngoài da, chống sán dây và các loại ký sinh trùng khác... Chúng có hiệu quả chống viêm nhờ hoạt động ức chế hyaluronidase của các hợp chất được phân lập từ quả mặc nưa. Ngoài ra dịch chiết từ quả mặc nưa còn được tối ưu quy trình tách chiết sử dụng để nhuộm cho vải như bông, gai dầu, lụa tơ tằm, polyamide, vải len, sợi từ lá cây dứa... [82]. Ngoài ra, chúng cũng được sử dụng trong thực phẩm, thuốc bổ, được nghiên cứu *in vitro* và trong cơ thể sống.

Dịch chiết từ quả mặc nưa có có hiệu quả loại bỏ 50 % giun trưởng thành ( $ED_{50}$ ) là 79 mg/kg) [83]. Chỉ số chọn lọc (SI) của chúng > 1000 cho thấy hoạt tính chọn lọc của dịch chiết tẩy giun sán khá cao [84]. Sử dụng dịch chiết quả mặc nưa có thể loại bỏ hoàn toàn nhiều loại giun ở người sau một lần điều trị duy nhất với liều 2 - 4 g/kg khối lượng cơ thể [85].

Các kết quả nghiên cứu của Mokkahasmit, Chitichotpanya và Phạm Thị Hồng Phượng, Nitayaphat cho thấy dịch chiết từ quả mặc nưa có khả năng nhuộm màu cho vải gai dầu, vải len, vải từ lá cây dứa, lụa tơ tằm và vải polyamide. Vải gai dầu có thành phần chính là cellulose có chỉ số (K/S) là 18 khi nhuộm bằng dịch chiết của quả mặc nưa. Sau khi xử lý với dịch chiết từ quả mặc nưa, vải gai dầu có khả năng chống tia UV tốt với chỉ số UPF đạt mức tối đa là 40, diệt vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* lớn hơn 90 % [86, 87], có chế liên kết giữa tannin acid, chất mang màu diosyros của dịch chiết từ quả mặc nưa và thành phần cellulose của vải gai dầu được Chitichotpanya đề xuất thể hiện trên Hình 1.28 [87]. Vải polyamide, lụa tơ tằm sau xử lý đạt độ bền màu với giặt ở mức rất tốt 4-5. Sợi từ lá cây dứa được nhuộm bằng dịch chiết từ quả mặc nưa có độ bền màu tốt với ánh sáng, giặt, ma sát và mồ hôi. Khi nhuộm vải len bằng dịch chiết từ quả mặc nưa ở pH 4, nồng độ thuốc nhuộm 25 g/L, nhiệt độ 88 °C và thời gian 95 phút. Vải nhuộm có hoạt tính kháng khuẩn tốt đối với cả *E. coli* và *S. aureus* tiêu diệt trên 90%. Hệ số chống tia cực tím

(UPF) đạt mức tối đa (40+), chứng tỏ khả năng chống tia cực tím vượt trội. Len thành phẩm có màu đen, có độ bền màu cao ( $K/S > 9$ ), độ bền ánh sáng và giặt tốt, độ bền nhăn từ trung bình đến tốt [88-91].



Hình 1.28. Cơ chế liên kết giữa tannin acid, diospyros với cellulose của vải gai dầu [87]

Từ tổng quan tình hình nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam, có thể thấy, các nghiên cứu về vải bông kháng khuẩn chủ yếu sử dụng các tác nhân đơn lẻ như chất kháng khuẩn có nguồn gốc vô cơ kim loại (Au, Ag, Ti, Zn, Cu...) dạng hạt nano, oxide nano hoặc hỗn hợp; dịch chiết cây trà không, chè....; các polymer như chitosan, polymer có gốc N-halaminee...



Dịch chiết từ quả mặc nưa được sử dụng để xử lý vải chủ yếu đóng vai trò nhuộm màu và làm bền màu cho vải, đồng thời cải thiện khả năng kháng khuẩn cho vải. Đây là nguồn chất màu tự nhiên thân thiện có chi phí sản xuất thấp, sẵn có, dải màu đa dạng từ màu ghi đến màu đen tùy thuộc nồng độ dịch chiết. Tuy nhiên, hiệu quả kháng khuẩn của vải xử lý với dịch chiết quả mặc nưa bị suy giảm sau khi giặt hoặc trong thời gian dài tiếp xúc với không khí và ánh sáng mặt trời. Do đó, nghiên cứu kết hợp các chất kháng khuẩn nguồn gốc vô cơ, chất kháng khuẩn nguồn gốc hữu cơ cùng với dịch chiết từ quả mặc nưa để xử lý vải bông là cần thiết để duy trì được khả năng kháng khuẩn cho vải bông đã xử lý.

So với các tác nhân kháng khuẩn vô cơ như các hạt nano hay oxide nano kim loại; zeolite/Ag-Zn có một số ưu điểm vượt trội như khả năng kháng khuẩn, kháng nấm tốt cho các vật liệu nên khi sử dụng với hàm lượng nhỏ, từ 0,1 đến 3,0 % theo khối lượng. Các nhóm chức hydroxyl trên bề mặt zeolite/Ag-Zn giúp cho nó dễ tương tác, bám dính và phân tán vào vật liệu nền. Zeolite/Ag-Zn ít chịu tác động của oxy hóa hay ẩm của môi trường làm suy giảm khả năng kháng khuẩn như các hạt nano Ag hay ZnO. Nó là một trong những phụ gia thân thiện với môi trường.

Ngoài ra, khi đưa lên vải, kích thước micro của zeolite/Ag-Zn sẽ giúp hạn chế sự xâm nhập của các tác nhân vô cơ vào cơ thể khi da tiếp xúc với vải trong khi các hạt kích thước nano sẽ dễ xâm nhập vào cơ thể hơn. Lượng zeolite/Ag-Zn sử dụng nhỏ nhưng vẫn đem lại hiệu quả tốt.

Do đó, trong đề tài nghiên cứu của luận án này, nghiên cứu sinh lựa chọn tác nhân kháng khuẩn nguồn gốc vô cơ là zeolite/Ag-Zn phối hợp với dịch chiết từ quả mặc nưa để áp dụng hóa học xanh cho quá trình xử lý vải bông với mục tiêu vải bông thu được có hiệu quả kháng khuẩn tốt với chi phí hợp lý.

Một tác nhân kháng khuẩn nguồn gốc hữu cơ là tannin với một hàm lượng nhỏ sẽ được bổ sung vào quá trình xử lý vải bông bằng dịch chiết quả mặc nưa kết hợp zeolite/Ag-Zn để tăng độ bền màu cho vải cũng như tăng tính chất kháng khuẩn cho vải. Tannin sẽ kết hợp với zeolite/Ag-Zn để tiêu diệt vi khuẩn và nấm theo các cơ chế riêng và cơ chế kết hợp, nhờ đó, có thể mở rộng phạm vi kháng khuẩn và kháng nấm của vải bông với các đối tượng vi khuẩn đa dạng hơn.



*Vì vậy, nghiên cứu xử lý vải bông kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và hỗn hợp bao gồm dịch chiết mặc nưa trong nước, zeolite/Ag-Zn, tannin để sản xuất vải bông có khả năng kháng khuẩn trên 98 %, có các đặc trưng, tính chất tốt, đáp ứng các tiêu chuẩn Việt Nam cho vải bông là mục tiêu chủ yếu của đề tài luận án này.*

## CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

#### 2.1.1. Hóa chất và nguyên liệu

- Vải bông dệt thoi được sản xuất bởi Công ty Bảo Minh Việt Nam có kiểu dệt vân điểm, mật độ sợi dọc 102 sợi/inch, mật độ sợi ngang 66 sợi/inch, sợi dọc và sợi ngang là bông chải kỹ có chỉ số  $N_m$  40, khối lượng trên một đơn vị diện tích của vải bông 190 gam/m<sup>2</sup>, vải bông được nấu tẩy để loại bỏ tạp chất.
- Quả mặc nưa được lấy từ huyện Tân Châu, tỉnh An Giang, Việt Nam được thu hoạch vào tháng 6.
- Chất kháng khuẩn hữu cơ: Tannin acid có độ tinh khiết 99,8 % là sản phẩm thương mại của Trung Quốc.
- Chất kháng khuẩn vô cơ: Zeolite/Ag-Zn có hàm lượng Ag: 0,44 %, hàm lượng Zn: 1,36 % (Irguard B5000) là sản phẩm thương mại của Thụy Sĩ.
- HM Extract Powder (Himedia, Ấn Độ), Agar TBX (Himedia, Ấn Độ) dùng để tạo môi trường dinh dưỡng để nuôi cấy vi khuẩn *E coli* và *S. aureus*.
- Xà phòng sử dụng cho các số lần giặt mẫu vải bông Standard soap (Anh).
- Các dung môi: Acetone (độ tinh khiết 99,8 %), dichloromethane (độ tinh khiết 99 %), ethyl acetate (độ tinh khiết 99 %), n-hexane (độ tinh khiết 99 %), chloroform (độ tinh khiết 99 %), methanol (độ tinh khiết 99 %), n-butanol (độ tinh khiết 99 %), ethanol (độ tinh khiết 99 %), acetonitril (độ tinh khiết 99 %), acid formic (độ tinh khiết 99 %), soda (độ tinh khiết 99 %) ... là các sản phẩm thương mại của Trung Quốc.
- Chủng khuẩn chuẩn AATCC 25922: *Escherichia coli* (Vi khuẩn gram âm) là sản phẩm thương mại của Mỹ
- Chủng huẩn chuẩn AATCC 6538: *Staphylococcus aureus* (Vi khuẩn gram dương) là sản phẩm thương mại của Mỹ
- Thuốc nhuộm hoạt tính Remazol Deep Black RGB dạng bột, có màu đen và hóa chất phụ trợ như chất chống nhăn Sera Lube M-CF, chất làm ướt Sera-Wet C-NR, chất làm đều màu Sera Quest C-USP của Dyestar (Đức).

#### 2.1.2. Các thiết bị, dụng cụ chủ yếu

Bảng 2.1 trình bày các thiết bị, máy móc chủ yếu được sử dụng để tạo cao chiết và tách chiết tannin, hydroquinone, saponin từ cao chiết quả mặc

nữa, đánh giá khả năng kháng khuẩn của dịch chiết, hỗn hợp và vải bông như thiết bị rung siêu âm, thiết bị bay hơi quay chân không, thiết bị phân tích kích thước hạt, thiết bị sắc lý lỏng hiệu năng cao (HPLC), thiết bị đếm khuẩn lạc... Các thiết bị xác định các đặc trưng, tính chất của vải bông trước và sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, trước và sau xử lý vải bông bằng hỗn hợp từ dịch chiết từ quả mặc nưa, tannin và zeolite/Ag-Zn như các thiết bị phổ hồng ngoại, phổ UV-VIS, hiển vi điện tử quét, thiết bị đo màu, thiết bị bức xạ/chiếu tia UV...

*Bảng 2.1. Các thiết bị chủ yếu sử dụng trong nghiên cứu*

Stt	Tên thiết bị	Thông số thiết bị/Nơi tiến hành	Xuất xứ
1	Thiết bị rung siêu âm	Smasonic S300H, Viện Kỹ thuật nhiệt đới	Đức
2	Thiết bị bay hơi cô quay chân không	IKA HB10, Viện Kỹ thuật nhiệt đới	Đức
3	Thiết bị phổ hồng ngoại	Nicolet iS10 - Thermo Scientific, Viện Kỹ thuật nhiệt đới	Mỹ
4	Thiết bị hiển vi điện tử quét	JSM-6510LV – Jeol, Viện Kỹ thuật nhiệt đới	Nhật Bản
5	Thiết bị phân tích nhiệt khối lượng	NETZSCH, Viện Kỹ thuật nhiệt đới	Đức
6	Thiết bị sắc lý lỏng hiệu năng cao (HPLC)	HPLC Chromaster, Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên	Nhật Bản
7	Thiết bị đo màu	Ci4200, Đại học Bách khoa Hà Nội	Mỹ
8	Thiết bị phổ UV-VIS	Biochrom S800, Viện Kỹ thuật nhiệt đới	Anh
9	Thiết bị tác động tia UV	Máy quang phổ Labsphere, Viện Dệt may Việt Nam	Đức
10	Thiết bị phân tích kích thước hạt	SZ100 Horiba, Viện Kỹ thuật nhiệt đới	Nhật Bản
11	Thiết bị xác định tính chất cơ học	Titan 10, Viện Dệt may Việt Nam	Anh
12	Thiết bị xử lý	Ti-colour I, Đại học Bách khoa Hà Nội	Ý
13	Thiết bị giặt	SW, Trường Vật liệu – Đại học Bách khoa Hà Nội	Trung Quốc
14	Tủ môi trường vi sinh vật	Sanyo, Viện Dệt may Việt Nam	Nhật Bản
15	Tủ an toàn sinh học	Mesdan, Viện Dệt may Việt Nam	Nhật Bản
16	Thiết bị đếm khuẩn lạc	Funce Gerber, Viện Dệt may Việt Nam	Đức
17	Máy lắc dung dịch	VS6, Viện Dệt may Việt Nam	Nhật Bản
18	Nồi hấp dung dịch tiệt trùng	ALP, Viện Dệt may Việt Nam	Nhật Bản

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Chiết tách và tạo dịch chiết từ quả mặc nưa tươi sử dụng rung siêu âm

Chiết tách và tạo dịch chiết từ quả mặc nưa: 200 gam quả mặc nưa tươi loại bỏ cuống và rửa sạch, sau đó nghiền quả mặc nưa với 400 ml nước. Hỗn hợp sau khi nghiền được hỗ trợ rung siêu âm (Smasonic S300H, Đức) ở nhiệt độ phòng trong thời gian 30 phút. Kết thúc quá trình rung siêu âm, tiến hành lọc loại

bỏ bã thu được dịch chiết quả mặc nưa trong nước theo sơ đồ quy trình chiết tách và tạo dịch chiết từ quả mặc nưa tươi trên Hình 2.1.



Hình 2.1. Sơ đồ quy trình chiết tách và tạo dịch chiết từ quả mặc nưa

### 2.2.2. Chiết tách và tạo cao chiết từ quả mặc nưa khô sử dụng rung siêu âm

Chiết tách và tạo cao chiết từ quả mặc nưa: 1800 gam quả mặc nưa tươi được loại bỏ cuống và rửa sạch, sau đó sấy ở nhiệt độ 60 °C đến khối lượng không đổi, thu được 560 gam. Sử dụng 200 gam quả mặc nưa sau khi sấy được nghiền bằng máy Seka (Trung Quốc) với tốc độ 1500 vòng/phút. Kích thước bột sau nghiền đạt 0,01 mm. Bột quả mặc nưa được ngâm chiết trong acetone 99,8 % với tỷ lệ 1/5 (kl/tt) với sự hỗ trợ của rung siêu âm trên thiết bị SImasonic S300H (Đức) ở nhiệt độ phòng trong 60 phút. Kết thúc quá trình rung siêu âm, tiến hành lọc loại bỏ bã thu được dịch chiết quả mặc nưa trong acetone. Dịch chiết được loại bỏ dung môi bằng phương pháp cô quay chân không sử dụng thiết bị cô quay IKA HB10 (Đức) thu được cao chiết thể hiện trên Hình 2.2.

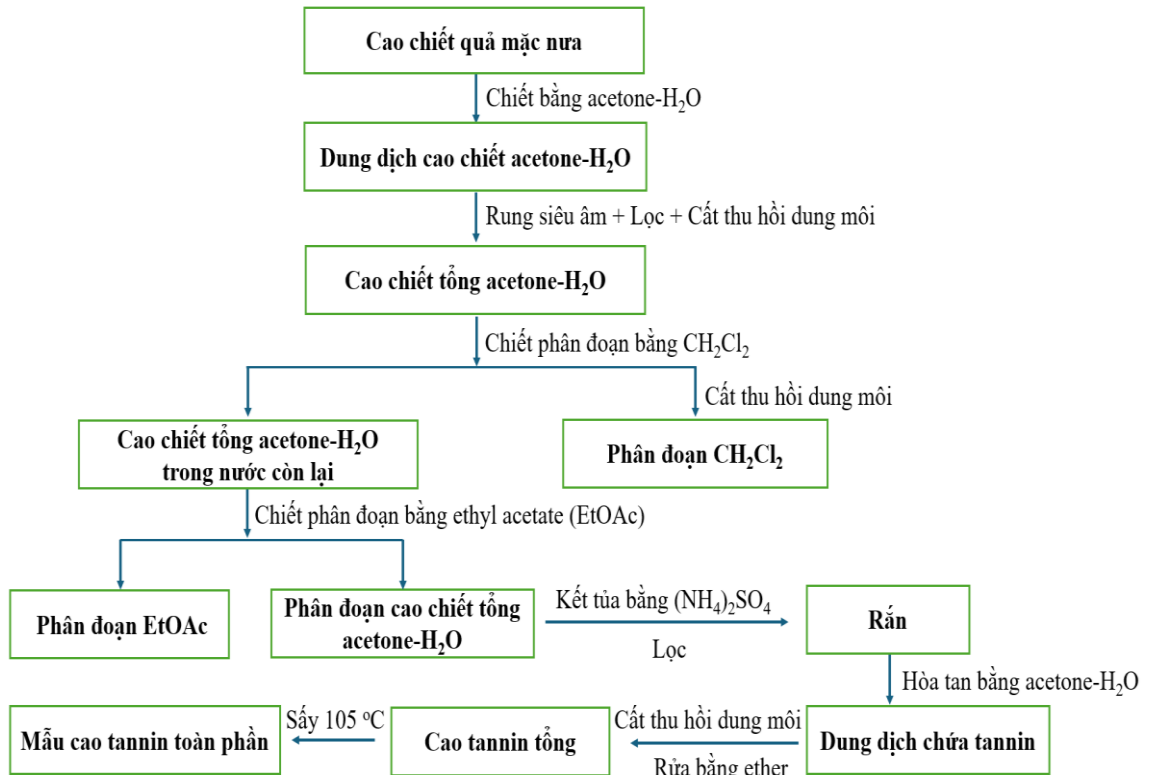


Hình 2.2. Sơ đồ quy trình chiết tách và tạo cao chiết từ quả mặc nưa

### 2.2.3. Xác định hàm lượng tannin, hydroquinone, saponin trong mẫu cao chiết từ quả mặc nưa

Quy trình xác định hàm lượng tannin, hydroquinone, saponin trong dịch chiết, được tham khảo từ tài liệu Dược điển Việt Nam [92].

- Sơ đồ quy trình tách chiết và xác định hàm lượng tannin từ cao chiết quả mặc nưa sử dụng sắc ký cột được trình bày trên Hình 2.3.



Hình 2.3. Sơ đồ quy trình tách chiết và xác định hàm lượng tannin

Cách xác định hàm lượng tannin: cân chính xác M (g) mẫu cao chiết từ quả mặc nưa khô, hòa tan cao chiết từ quả mặc nưa khô với hệ dung môi acetone-H<sub>2</sub>O (tỷ lệ acetone/H<sub>2</sub>O là 70/30, thể tích/thể tích) theo tỷ lệ cao chiết/dung môi (1/5, khối lượng/thể tích) bằng rung siêu âm ở 50 °C trong 60 phút. Sau đó, dung dịch của cao chiết/acetone-H<sub>2</sub>O được lọc bằng giấy lọc và cất thu hồi dung môi dưới áp suất giảm (bằng hệ thống cất cô quay) thu được cao chiết tổng acetone-H<sub>2</sub>O. Mẫu cao chiết tổng acetone-H<sub>2</sub>O được hòa tan vào nước, sau đó chiết phân đoạn cao chiết acetone-H<sub>2</sub>O với dung môi dichloromethane (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (tỷ lệ dịch chiết/dichloromethane là 1/1, thể tích/thể tích) để tách lớp, tiến hành tách phân đoạn CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> ra khỏi phân đoạn nước. Tiến hành cất cô quay loại dung môi thu hồi cao phân đoạn. Tiến hành lặp lại ba lần các bước trên thu được cao chiết phân đoạn CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>.

Tương tự như trên, phần cao chiết tổng acetone-H<sub>2</sub>O trong nước còn lại được tiếp tục chiết với dung môi ethyl acetate (EtOAc), ở tỷ lệ dịch chiết/dung môi là 1/1, thể tích/thể tích, tách phân đoạn EtOAc và phân đoạn nước (H<sub>2</sub>O). Tiến hành lặp lại 03 lần, thu được phân đoạn EtOAc.

Phân đoạn cao chiết tổng acetone-H<sub>2</sub>O trong nước còn lại sau đó được kết tủa bằng (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, lọc, lấy phần rắn. Hoà tan phần rắn trong hệ dung môi acetone-nước (6:1 thể tích/thể tích), tiến hành cất cô thu hồi dung môi sau đó rửa bằng ether thu được cao tannin tổng. Sấy khô mẫu cao tannin tổng ở 105 °C tới khối lượng không đổi thu được mẫu cao tannin toàn phần với khối lượng ký hiệu (m).

Hàm lượng tannin tổng được tính theo công thức:

$$T = \frac{m}{M} \cdot 100 \quad (2.1)$$

Trong đó:

T - hàm lượng tannin tổng (%)

m - khối lượng mẫu cao tannin toàn phần (g)

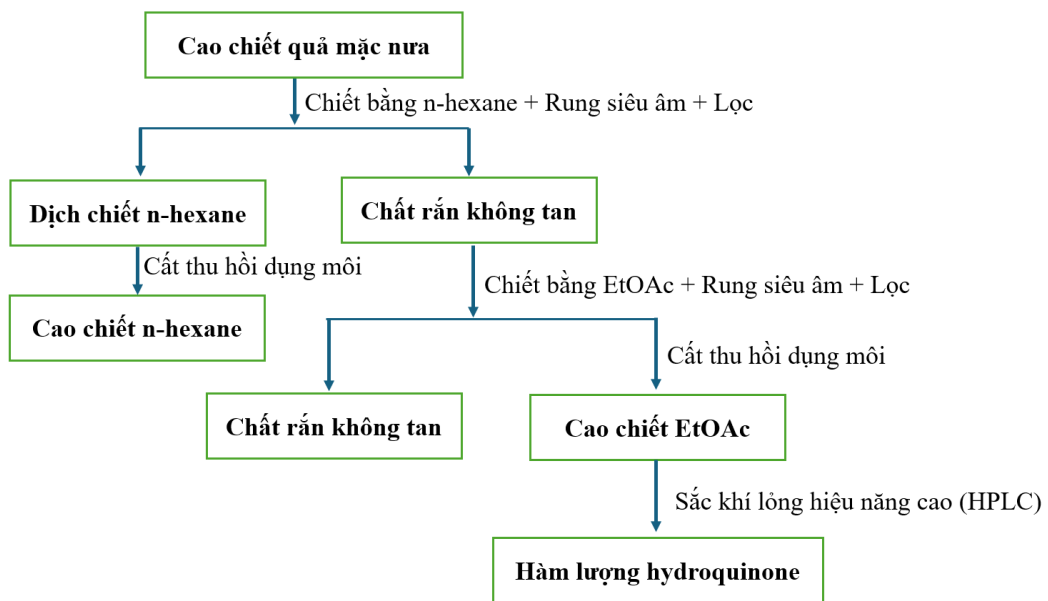
M - khối lượng cao chiết từ quả mặc nửa khô (g).

- Phương pháp xác định hàm lượng hydroquinone: Sơ đồ quy trình tách chiết và xác định hàm lượng hydroquinone được mô tả trên Hình 2.4.

Cách xác định hàm lượng hydroquinone: Cân chính xác 5 gam mẫu cao chiết từ quả mặc nửa khô hòa tan trong dung môi n-hexane theo tỷ lệ khối lượng mẫu cao chiết/dung môi (1/10, khối lượng/thể tích) bằng rung siêu âm trong thời gian 60 phút ở nhiệt độ phòng. Kết thúc quá trình rung siêu âm, lọc dung dịch, sau đó cất thu hồi dung môi dưới áp suất giảm (bằng hệ thống cất cô quay) thu được cao chiết hexan, thí nghiệm được thực hiện 3 lần và thu được phần rắn không tan. Phần rắn thu được sau khi lọc dung dịch được sấy khô trước khi hòa tan với dung môi ethyl acetate (EtOAc) theo tỷ lệ khối lượng mẫu cao chiết/dung môi (m/tt = 1/10) kết hợp rung siêu âm trong thời gian 60 phút ở nhiệt độ phòng. Kết thúc quá trình rung siêu âm, lọc dung dịch, cất thu hồi dung môi dưới áp suất giảm (bằng hệ thống cất cô quay) thu hồi cao chiết EtOAc. Tiến hành lặp lại 03 lần như trên và gộp dịch chiết thu được mẫu cao EtOAc tổng chứa hydroquinone.

Cao EtOAc tổng chứa hydroquinone được cân chính xác và được hòa tan trong bình định mức 20 ml bằng dung môi methanol. Sau đó pha loãng các

dung dịch methanol thành dãy nồng độ 25,0; 50,0; 75,0; 100,0; 125,0  $\mu\text{g/ml}$ . Quá trình tách sắc ký thực hiện trên máy sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) Chromaster (Hitachi, Nhật Bản) với detector DAD, cột HiQsil C18HS (250 x 4,6 mm; 5 $\mu\text{m}$ ) thể hiện trên Hình 2.5. Pha động bao gồm acetonitril và nước chứa 0,1 % acid formic, tốc độ rửa giải theo gradient tuyến tính với tốc độ dòng chảy 1,0 ml/phút. Chương trình gradient là 0-5 phút, 23% acetonitril ; 5-10 phút, 100% acetonitril; 10-18 phút, 100% acetonitril ; 18-20 phút, 23 % acetonitril. Bước sóng cực đại là 320 nm. Nhiệt độ cột được duy trì ở 28  $^{\circ}\text{C}$ . Thí nghiệm 3 lần lặp lại được tiến hành một cách ngẫu nhiên, phần mềm Excel sẽ tính toán kết quả. Kết quả phân tích phương sai (ANVA) với độ tin cậy 95%.



Hình 2.4. Sơ đồ quy trình tách chiết và xác định hàm lượng hydroquinone

Hàm lượng hydroquinone (HQ) trong cao EtOAc tổng chứa hydroquinone được tính theo công thức:

$$\text{Hàm lượng hydroquinone (mg/g)} = \frac{C_{th} \cdot V \cdot P \cdot K \cdot 100}{1000 \cdot M \cdot (100 - b)} \quad (2.2)$$

Trong đó :

H - hàm lượng hydroquinone (mg/g)

$C_{th}$  - nồng độ chất trong mẫu thử tính từ đường chuẩn (mg/ml)

M - khối lượng mẫu dược liệu (g)

B - độ ẩm dược liệu (%)

V - thể tích mẫu thử (ml)

K - hệ số pha loãng của dung dịch mẫu thử

P - độ tinh khiết của chất chuẩn



*Hình 2.5. Thiết bị sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) Chromaster (Hitachi - Nhật Bản)*

Sơ đồ quy trình tách chiết và xác định hàm lượng saponin thể hiện trên Hình 2.6.

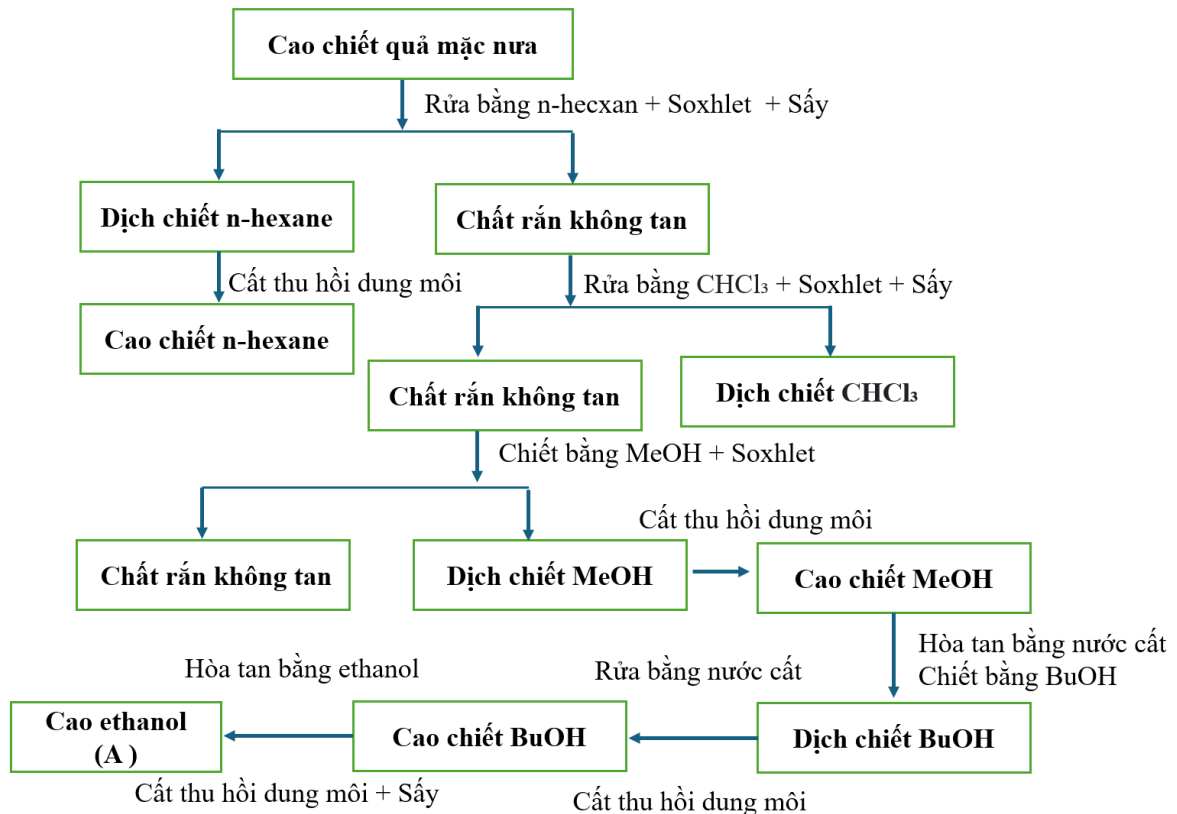
Cách xác định hàm lượng saponin: Cân chính xác  $M$  (g) mẫu cao chiết từ quả mặc nưa khô đã được xác định độ ẩm ( $d$ ) trước đó bằng phương pháp xác định hàm ẩm trình bày ở trên. Loại chất béo bằng một lượng  $M \times 10$  ml n-hexane, chiết Soxhlet trong 2 giờ sau đó đem phần chất rắn sấy cho bay hết dung môi. Tương tự như trên, phần rắn còn lại được chiết với  $M \times 10$  ml chloroform trong 3 giờ ở nhiệt độ phòng, lặp lại 3 lần, lấy chất rắn sấy cho bay hết dung môi. Rửa phần rắn với  $M \times 10$  ml methanol (MeOH), lặp lại 3 lần, sau đó gộp dịch chiết trong MeOH, tiến hành cô quay đuổi dung môi dưới áp suất giảm (bằng hệ thống cất cô quay) thu được mẫu cao MeOH. Hoà tan cao chiết MeOH bằng  $3/5 \times M$  (ml) nước cất. Tiến hành chiết phân đoạn với dung môi n-butanol (BuOH) cho đến khi lớp n-butanol không còn màu. Gộp dịch chiết BuOH, sau đó rửa dịch chiết BuOH 3 lần bằng nước cất, trước khi cất thu hồi dung môi dưới áp suất giảm (bằng hệ thống cất cô quay) thu được cao chiết BuOH.

Chiết cao chiết BuOH bằng  $M \times 10$  ml MeOH trong khoảng 6 giờ ở nhiệt độ phòng (lặp lại 3 lần), sau đó gộp dịch chiết MeOH, tiến hành cất thu hồi dung môi dưới áp suất giảm (bằng hệ thống cất cô quay) thu được cao chiết MeOH. Hoà tan cao chiết MeOH bằng  $3/5 \times M$  (ml) nước cất. Sau đó, tiến hành chiết phân đoạn với dung môi BuOH cho đến khi lớp n-butanol không còn màu.



Gộp dịch chiết BuOH rồi rửa 3 lần với nước cất, sau đó, cất thu hồi dung môi dưới áp suất giảm (bằng hệ thống cất cô quay) thu được cao chiết BuOH.

Hoà tan cao chiết BuOH bằng 2/5 x M (ml) ethanol 80 %, sau đó chuyển phần dung dịch vào một cốc (khối lượng cốc đã được xác định). Cất thu hồi dung môi dưới áp suất giảm (bằng hệ thống cất cô quay) thu được cao ethanol. Sau đó sấy khô cao ethanol ở 105 °C, trong 3 giờ, cân xác định khối lượng cao ethanol khô thu được (A).



Hình 2.6. Sơ đồ quy trình tách chiết và xác định hàm lượng saponin

Hàm lượng saponin tổng theo nguyên liệu khô được tính theo công thức:

$$X (\%) = A \cdot \frac{M}{d} \cdot 100 \quad (2.3)$$

Trong đó: X - hàm lượng saponin (%),

A - khối lượng cao ethanol khô thu được (gam)

D - độ ẩm của mẫu nguyên liệu ban đầu (%)

M - khối lượng nguyên liệu phân tích (gam)

## 2.2.4. Quy trình xử lý vải bông và tối ưu hóa quy trình công nghệ

### 2.2.4.1. Tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa

Trước khi tiến hành tối ưu hóa, quá trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa được thực hiện qua 3 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Chuẩn bị dịch chiết từ quả mặc nưa: Quả mặc nưa với khối lượng chính xác được xay nhỏ với nước cất. Quá trình chiết có sử dụng máy rung siêu âm (thiết bị Elma S300H, Đức) để hỗ trợ tăng hiệu suất chiết. Tỷ lệ quả tươi/nước là 1/2 (khối lượng/thể tích). Dịch chiết nước từ quả mặc nưa thu được bằng cách lọc và bảo quản trong tủ lạnh để xử lý vải bông ở các giai đoạn sau. Độ pH của dịch chiết được kiểm tra bằng máy Mettler Toledo (Thụy Sĩ).

- Giai đoạn 2: Chuẩn bị vải bông.

- Giai đoạn 3: 10 g vải bông được xử lý trong 200 ml dịch chiết quả mặc nưa pha loãng với nước. Các điều kiện xử lý được khảo sát bao gồm nhiệt độ từ 40-100 °C, thời gian từ 30 - 90 phút và tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước được khảo sát ở các tỷ lệ 1/99, 2/98, 10/90, 20/80, 30/70, 40/60, 50/50 (thể tích/thể tích). Quá trình xử lý được thực hiện trên máy xử lý Ti-Color I (Ý).

Tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa được thực hiện theo phương pháp thiết kế thí nghiệm (DOE – Design of Experiments) nhằm nghiên cứu sự ảnh hưởng đồng thời của các nhân tố khác nhau. Thí nghiệm bề mặt đáp ứng RSM (Response Surface Methodology) được sử dụng để xây dựng mô hình mô tả quan hệ giữa các hàm mục tiêu  $Y_1$  (%): tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn *S. aureus* và  $Y_2$  (%): Tỷ lệ suy giảm vi khuẩn *E. coli* với các biến thí nghiệm (biến thực) là nhiệt độ  $X_1$  (°C), thời gian  $X_2$  (phút), tỷ lệ dịch chiết từ quả mặc nưa so với nước  $X_3$  (tt/tt). Thiết kế và xử lý số liệu được thực hiện trên phần mềm Minitab [93]. Khi phân tích phương sai (ANOVA), giá trị p dưới 0,05 được coi là có ý nghĩa thống kê (kết quả có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%). Các yếu tố công nghệ được liệt kê trong Bảng 2.2.

*Bảng 2.2. Các yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu diệt vi khuẩn của dung dịch xử lý vải bông*

<b>Ký hiệu</b>	<b>Thành phần</b>	<b>Đơn vị</b>	<b>Từ</b>	<b>Đến</b>
$X_1$	Nhiệt độ	°C	40	100
$X_2$	Thời gian	phút	30	90
$X_3$	Tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước	tt/tt	1/99	50/50

Điều kiện công nghệ xử lý vải bông bằng dịch chiết quả mặc nưa được trình bày trong Bảng 2.3.

Bảng 2.3. Điều kiện công nghệ xử lý vải bông bằng dịch chiết quả mướp

Stt	Nhiệt độ, X <sub>1</sub> (°C)	Thời gian, X <sub>2</sub> (phút)	Tỷ lệ dịch chiết quả mướp/nước, X <sub>3</sub> (thể tích/thể tích – tt/tt)
1	40	60	40/60
2	50	60	40/60
3	60	60	40/60
4	70	60	40/60
5	80	60	40/60
6	90	60	40/60
7	100	60	40/60
8	60	30	40/60
9	60	40	40/60
10	60	50	40/60
11	60	60	40/60
12	60	70	40/60
13	60	80	40/60
14	60	90	40/60
15	60	60	1/99
16	60	60	2/98
17	60	60	10/90
18	60	60	20/80
19	60	60	30/70
20	60	60	40/60
21	60	60	50/50

Một mô hình bậc hai đã được chọn để tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết quả mướp theo phương trình:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{j=1}^3 b_j X_j + \sum_{i \neq j}^3 b_{ji} X_j X_i + \sum_{j=1}^3 b_{jj} X_j^2 \quad (2.4)$$

Trong đó:

Y - hàm mục tiêu

X - các biến mã hóa

$b_0$  - hệ số hồi quy

$b_j$  - hệ số tuyến tính

$b_{ji}$  và  $b_{jj}$  - các hệ số tương tác cặp

Trong đề tài luận án này, mô hình thực giao được áp dụng để tối ưu hóa các điều kiện công nghệ cho quá trình xử lý vải bông bằng dịch chiết quả mướp

nữa vì mô hình này có khả năng tối ưu hóa các biến độc lập một cách hiệu quả, giúp tối đa hóa thông tin thu được từ các biến độc lập, tối ưu hóa số lượng thí nghiệm cần thực hiện, đồng thời đảm bảo kiểm soát tốt các biến công nghệ. Do chưa điều chỉnh được điểm trung tâm nên nghiên cứu sinh sử dụng mô hình trực giao thay mô hình tâm xoay để tối ưu hóa điều kiện công nghệ. Ngoài ra, mô hình trực giao dễ dàng phân tích và có tính chính xác cao khi xem xét, đánh giá các tác động của từng biến công nghệ, tương tác giữa các biến công nghệ, thích hợp cho triển khai trong sản xuất.

#### 2.2.4.2. Tối ưu hóa tỷ lệ thành phần hỗn hợp xử lý cho vải bông

Chuẩn bị hỗn hợp xử lý cho vải bông: Quả mặc nửa được nghiền bằng nước cất theo tỷ lệ khối lượng/thể tích là 1/2. Hỗn hợp sau khi nghiền được siêu âm trong 60 phút bằng thiết bị Elma S300H (Đức). Sau đó, dịch chiết nước quả mặc nửa thu được bằng cách lọc. Dịch chiết từ quả mặc nửa được pha loãng với nước theo tỷ lệ 87/100, 89/100 và 91/100 (thể tích/thể tích).

Zeolite/Ag-Zn, ở nồng độ 0,05 %, 0,1 % và 0,15 %, cùng với tannin ở nồng độ 0,05 %, 0,1 % và 0,15 %, được thêm vào dịch chiết từ quả mặc nửa pha loãng để tạo thành hỗn hợp xử lý.

Hỗn hợp xử lý được rung siêu âm để tăng cường tính ổn định, độ pH của hỗn hợp được đo bằng thiết bị S400 (Mettler Toledo, Thụy Sĩ), thế Zeta của hỗn hợp được đo trên thiết bị SZ-100-S2 (Horiba, Nhật Bản). Điều kiện tối ưu được lựa chọn dựa trên hàm mục tiêu là thế Zeta (Y) của hỗn hợp xử lý đạt độ ổn định tốt (từ  $\pm 40$  mV đến  $\pm 60$  mV) [94, 95].

Khác với phần tối ưu hóa quy trình nhuộm ở mục 2.2.4.1, trong phần này chỉ tối ưu hóa hỗn hợp xử lý vải bông gồm dịch chiết quả mặc nửa trong nước, zeolite/Ag-Zn và tannin. Trong phần này, nhờ quá trình tối ưu hóa ở trên nên đã tìm được điểm trung tâm (thể tích dịch chiết quả mặc nửa), đồng thời kết hợp với một số khảo sát sơ bộ đã xác định được khoảng giá trị trung tâm. Do đó, áp dụng mô hình tâm xoay để tối ưu hóa. Ngoài ra, trong dung dịch hỗn hợp dịch chiết quả mặc nửa, zeolite/Ag-Zn và tannin, các biến này tương tác mạnh mẽ với nhau, vì vậy, mô hình tâm xoay được áp dụng để xem xét ảnh hưởng của các tương tác này.

Tối ưu hóa tỷ lệ thành phần hỗn hợp xử lý cho vải bông được thực hiện theo phương pháp thiết kế thí nghiệm Box-Behnken với 15 thí nghiệm và 3 thí nghiệm tại tâm nhằm nghiên cứu sự ảnh hưởng đồng thời của các nhân tố khác

nhau. Thí nghiệm bề mặt đáp ứng RSM (Response Surface Methodology) được sử dụng để xây dựng mô hình mô tả quan hệ giữa hàm mục tiêu thế Zeta là Y (mV) với các biến thí nghiệm như tỷ lệ dịch chiết từ quả mặc nưa so với nước (A) (tt/tt), hàm lượng zeolite/Ag-Zn (B) (%), hàm lượng tannin (C) (%) được trình bày trong Bảng 2.4. Thiết kế và xử lý số liệu được thực hiện bằng phần mềm Design Expert 23.1.0 (Stat-Ease, Inc) [96, 97]. Trong mỗi nghiệm thức, sẽ có b yếu tố có giá trị là mức cao (+1) hay mức thấp (-1), các yếu tố còn lại ở mức tâm (0). Khi phân tích phương sai (ANOVA), giá trị p dưới 0,05 được coi là có ý nghĩa thống kê (kết quả có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%). Trong nghiên cứu này, thế Zeta được chọn làm hàm mục tiêu vì thế Zeta phản ánh tính ổn định của hỗn hợp thuốc nhuộm. Với các giá trị thế Zeta nhỏ hơn - 40 mV hoặc lớn hơn +40 mV, hỗn hợp được xem như ổn định tốt (good stability). Khi thế Zeta của hỗn hợp thuốc nhuộm là âm, các phân tử thuốc nhuộm sẽ di chuyển trong các mao quản của sợi cellulose trong vải bông và lan ra xa, do đó, vải bông sẽ được nhuộm với màu đồng nhất. Trong trường hợp thế Zeta của hỗn hợp thuốc nhuộm là dương, các phân tử thuốc nhuộm sẽ bị giữ lại ở vị trí tiếp xúc với sợi bông và không thể di chuyển trong các mao quản như các hạt keo âm. Do đó, giá trị thế Zeta âm nhất sẽ được áp dụng như mục tiêu của quá trình tối ưu hóa để tìm ra hỗn hợp thuốc nhuộm ổn định nhất cho xử lý vải bông. Các yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến thế Zeta của hỗn hợp liệt kê trong Bảng 2.4.

*Bảng 2.4. Các yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến thế Zeta của hỗn hợp*

Ký hiệu	Thành phần	Đơn vị	Cấp (-1)	Cấp (0)	Cấp (+1)
A	Tỷ lệ dịch chiết mặc nưa với nước	tt/tt	87/100	89/100	91/100
B	Nồng độ Zeolite/Ag-Zn	%	0,05	0,1	0,15
C	Nồng độ tannin	%	0,05	0,1	0,15

Ma trận yếu tố mã hóa cho thiết kế thí nghiệm Box-Behnken với 15 thí nghiệm được trình bày trong Bảng 2.5. Mô hình tâm xoay bậc 2 được chọn để tối ưu hóa tỷ lệ thành phần hỗn hợp sử dụng để xử lý với vải bông theo phương trình:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{j=1}^3 b_j X_j + \sum_{i \neq j}^3 b_{ji} X_j X_i + \sum_{j=1}^3 b_{jj} X_j^2 \quad (2.5)$$

Trong đó:

Y là hàm mục tiêu

X là các biến mã hóa

$b_0$  là hệ số hồi quy

$b_j$  là hệ số tuyến tính

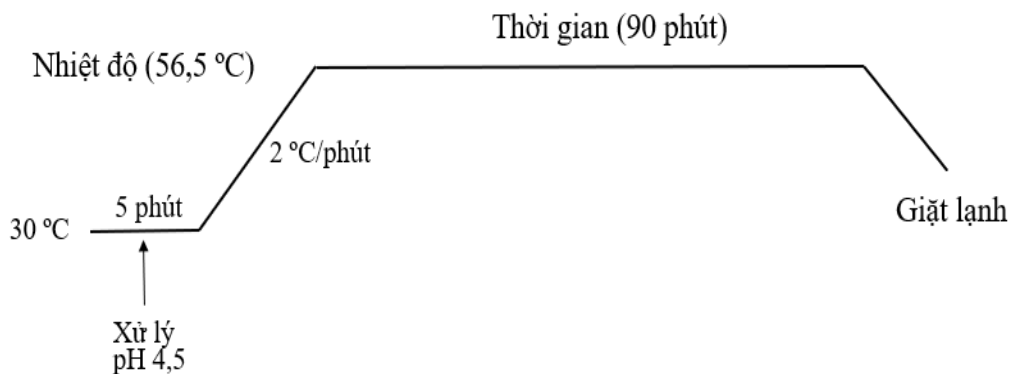
$b_{ji}$  và  $b_{jj}$  là các hệ số tương tác cặp

Bảng 2.5. Ma trận quy hoạch bậc hai Box-Behnken cho 15 thí nghiệm

Stt	A	B	C
1	1	-1	0
2	0	0	0
3	1	1	0
4	-1	1	0
5	1	0	-1
6	-1	0	-1
7	1	0	1
8	-1	0	1
9	0	1	-1
10	0	-1	-1
11	0	1	1
12	0	-1	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	-1	-1	0

#### 2.2.4.3. Xử lý vải bông bằng hỗn hợp

Sau khi tìm được hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu, tiến hành xử lý vải bông với hỗn hợp này như sau: 10 g vải bông xử lý trong 200 ml hỗn hợp (dịch chiết từ quả mướp dưa 89/100 tt/tt, zeolite/Ag-Zn 0,083 %, tannin 0,085 %). Các điều kiện công nghệ xử lý vải bông gồm nhiệt độ xử lý 56,5 °C và thời gian xử lý 90 phút. Sơ đồ quy trình xử lý vải bông trên máy nhuộm Ti-Color I (Ý) được mô tả trên Hình 2.7.



Hình 2.7. Sơ đồ quy trình xử lý vải bông bằng hỗn hợp gồm dịch chiết từ quả mướp dưa, zeolite/Ag-Zn và tannin

### 2.2.5. Nhuộm vải bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính

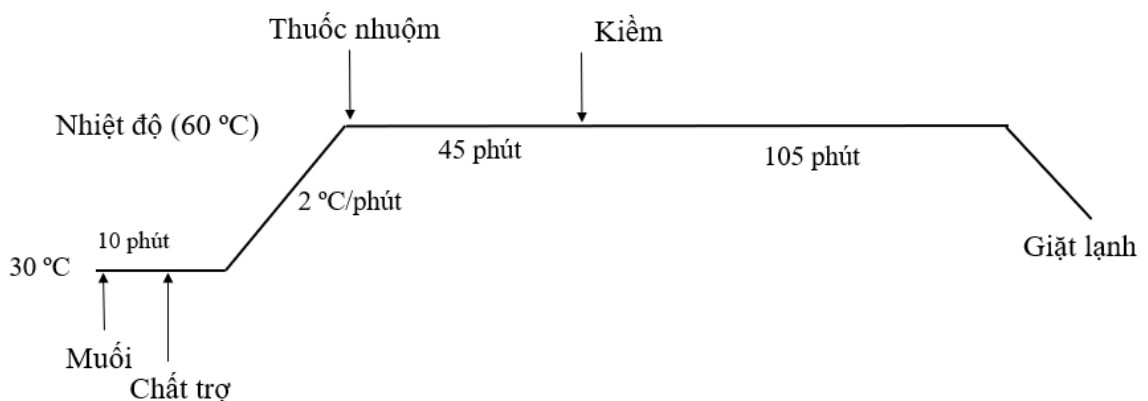
Thuốc nhuộm hoạt tính được sử dụng để nhuộm vải bông trong nghiên cứu này với vai trò là mẫu đối chứng thay cho sản phẩm thương mại. Mặc dù có nhiều loại thuốc nhuộm trên thị trường, tuy nhiên, thuốc nhuộm hoạt tính là một loại thuốc nhuộm tổng hợp hiện đang được sử dụng phổ biến để nhuộm vải và có nhiều màu sắc đa dạng. Đồng thời, vải nhuộm thuốc nhuộm hoạt tính có các tính chất cơ học tốt. Thuốc nhuộm hoạt tính có màu đen, tương tự như màu vải bông sau khi xử lý bằng dịch chiết quả mặc nưa, được lựa chọn cho nghiên cứu này.

- Quy trình nhuộm vải bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính được thực hiện theo nhà sản xuất thuốc nhuộm Dyestar.

+ Giai đoạn 1: Chuẩn bị dung dịch nhuộm ban đầu gồm nước, muối và các chất trợ theo đơn công nghệ (Sera Lube M-CF, Sera-Wet C-NR, Sera Quest C-USP), dung dịch thuốc nhuộm (Remazol Deep Black - RGB), dung dịch kiềm (Soda).

+ Giai đoạn 2: Chuẩn bị vải bông

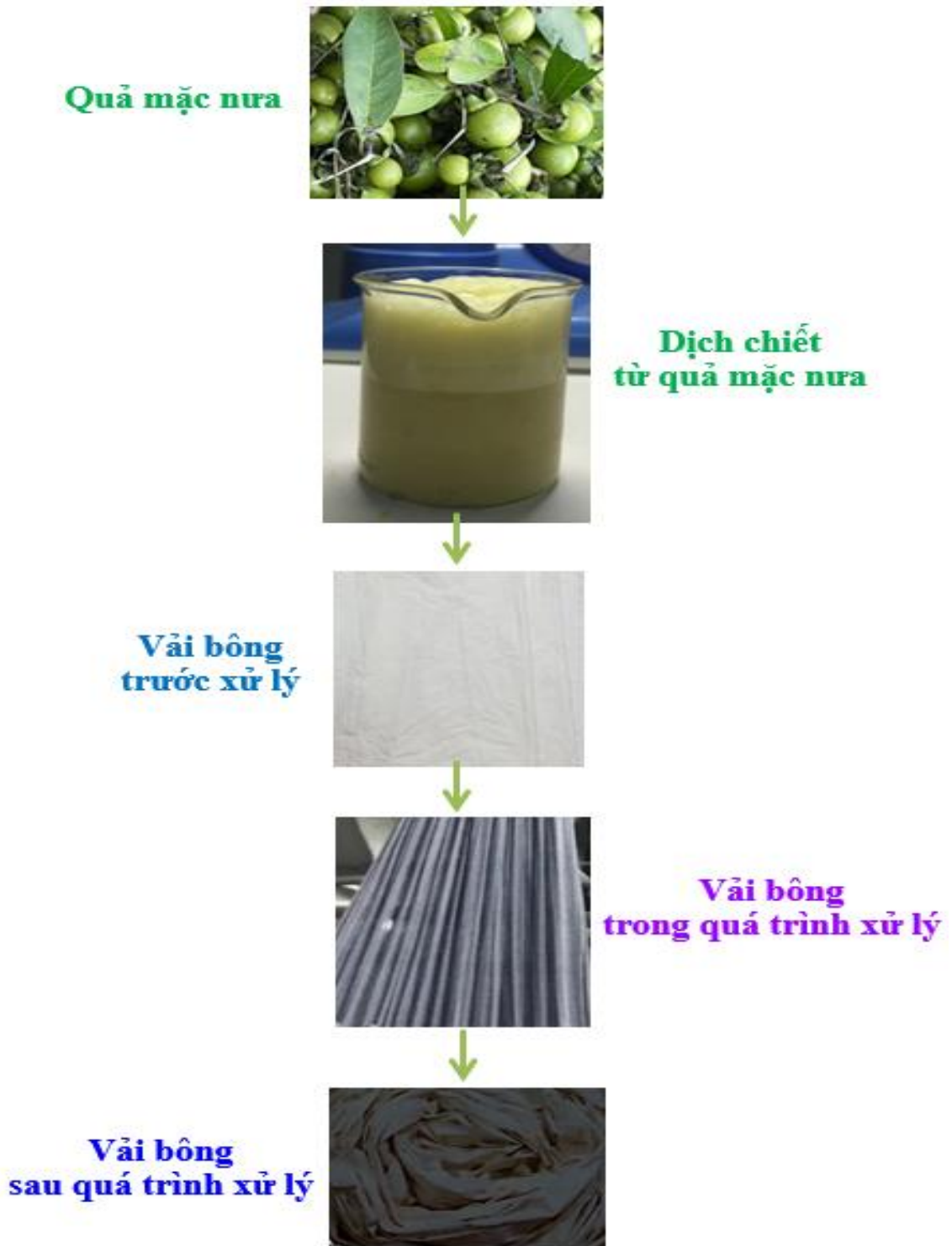
+ Giai đoạn 3: 10 g vải bông được tiến hành nhuộm trên máy nhuộm Ti-Color I (Ý), cấp muối và chất trợ, sau đó cấp dung dịch thuốc nhuộm, cuối cùng cấp kiềm vào máy nhuộm và thực hiện theo sơ đồ quy trình nhuộm được trình bày trên Hình 2.8.



Hình 2.8. Sơ đồ quy trình nhuộm vải bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính RGB

### 2.2.6. Áp dụng quy trình tối ưu vào sản xuất thử nghiệm vải bông kháng khuẩn

Quy trình sản xuất thử nghiệm vải bông kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nưa theo sơ đồ quy trình công nghệ trên Hình 2.9.



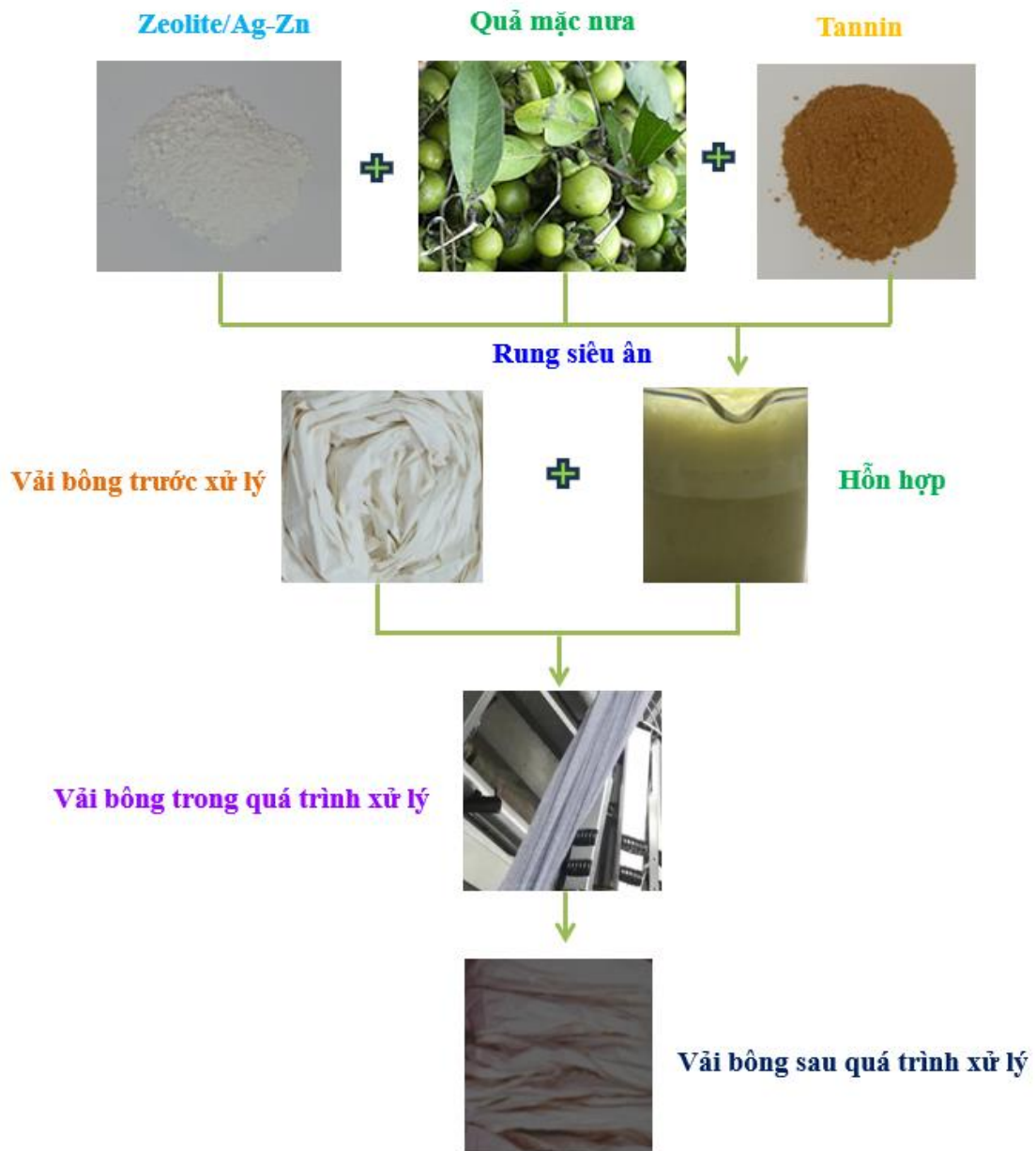
Hình 2.9. Hình ảnh dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông trước, trong và sau quá trình xử lý

Quy trình sản xuất thử nghiệm vải bông kháng khuẩn bằng hỗn hợp với tỷ lệ tối ưu theo sơ đồ quy trình công nghệ trên Hình 2.10.

Quy trình sản xuất thử nghiệm vải bông kháng khuẩn bằng dịch chiết quả mặc nưa và hỗn hợp (dịch chiết từ quả mặc nưa, zeolite/Ag-Zn, tannin) được



thực hiện trên máy OWF 102 (Đài Loan) tại Công ty trách nhiệm hữu hạn Mỹ Hưng.



Hình 2.10. Hình ảnh hỗn hợp (dịch chiết từ quả mận nưa, zeolite/Ag-Zn, tannin) và vải bông trước, trong và sau quá trình xử lý

### 2.2.7. Xác định khả năng kháng khuẩn của vải bông

Khả năng kháng khuẩn của vải bông hoàn tất được đánh giá theo phương pháp thử AATCC 100:2019, với các chủng khuẩn chuẩn là: *E. coli* và *S. aureus*. Vi khuẩn được nuôi cấy trong các môi trường dinh dưỡng, sau đó pha loãng dung dịch vi sinh vật ở nhiệt độ 37 °C để mật độ vi khuẩn đạt  $10^5$ - $3.10^5$  CFU/ml. Vải bông (được cắt hình tròn, đường kính 4,8 mm), mẫu thử đã xử lý bằng cách lắc các mẫu của vật liệu được liên kết bề mặt trong dịch huyền phù vi khuẩn

đậm đặc trong thời gian tiếp xúc một giờ. Dịch huyền phù được pha loãng nối tiếp cả trước và sau khi tiếp xúc và được nuôi cấy. Số lượng vi khuẩn sống sót từ dung dịch huyền phù được xác định và phần trăm giảm (hoặc  $\log_{10}$  giảm) được tính bằng cách so sánh sự phục hồi từ các mẫu đối chứng thích hợp. Dịch huyền phù được đưa vào trong các đĩa chứa vi khuẩn đã được nuôi cấy và theo dõi số lượng vi khuẩn trong các đĩa bằng cách đếm khuẩn lạc được thể hiện trên Hình 2.11.



Hình 2.11. Dụng cụ và thiết bị xác định khả năng kháng khuẩn  
 Tính toán phần trăm suy giảm vi khuẩn của mẫu vải bông thử nghiệm theo công thức:

$$R = \frac{C-A}{C} \cdot 100 \quad (2.6)$$

Trong đó:

A - số khuẩn lạc của mẫu đã nhiễm tại thời điểm đánh giá.

C - số khuẩn lạc của mẫu đối chứng tại thời điểm đánh giá

R - Phần trăm suy giảm vi khuẩn.

### 2.2.8. Xác định khả năng kháng khuẩn của dịch chiết từ quả mặc nưa

Khả năng kháng khuẩn của tannin (nồng độ 2 % theo khối lượng), cao chiết từ quả mặc nưa khô (nồng độ 2 % theo khối lượng), dịch chiết từ quả mặc nưa khô (nồng độ 2 % theo thể tích), dịch chiết từ quả mặc nưa tươi (nồng độ 2 % theo thể tích) được xác định theo tiêu chuẩn ASTM E2149-20. Nuôi cấy chủng vi khuẩn và lắc dịch nuôi cấy trong 24 giờ, ở  $35 \pm 2$  °C trước khi tiến hành thử

nghiệm, pha loãng dung dịch vi khuẩn để có dung dịch vi khuẩn làm việc có nồng độ  $1,5.10^5 - 3,0.10^5$  CFU/ml. Dịch chiết được đặt vào trong các đĩa chứa vi khuẩn đã được nuôi cấy và theo dõi mật độ vi khuẩn trong các đĩa sau 24 giờ thử nghiệm bằng cách đếm khuẩn lạc.

Các kết quả có thể trình bày theo phần trăm giảm khi đo CFU/mL hoặc theo  $\text{Log}_{10}$  giảm vi khuẩn khi tính toán tính toán mật độ vi khuẩn  $\text{log}_{10}$  trung bình.

$$\text{Sự giảm, \%} = \frac{B-A}{B} \times 100 \quad (2.7)$$

$$\text{Log}_{10}(\text{sự giảm vi khuẩn}) = \text{Log}_{10}(B) - \text{Log}_{10}(A) \quad (2.8)$$

Trong đó:

B - CFU trên mililit của bình “chỉ chất cấy” sau thời gian tiếp xúc quy định.

A - CFU trên mililit của bình chứa chất nền đã xử lý sau thời gian tiếp xúc quy định

### **2.2.9. Xác định các tính chất vải bông sau xử lý**

#### **2.2.9.1. Xác định khả năng lên màu của vải bông sau xử lý**

Tọa độ màu của các mẫu vải bông xử lý được biểu thị theo tọa độ CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), trong đó,  $L^*$  tương ứng với độ sáng (100 màu trắng, 0 màu đen),  $a^*$  tương ứng với tọa độ đỏ-xanh và  $b^*$  tương ứng tọa độ vàng-xanh. Giá trị  $C^*$  biểu thị sắc độ (độ sáng hoặc độ mờ) và  $H^*$  biểu thị góc màu sắc được tính toán bằng các phương trình 2.9 và 2.10:

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (2.9)$$

$$H^* = \arctan(b^*/a^*) \quad (2.10)$$

Chỉ số (K/S) của vải bông đã xử lý và trước xử lý được xác định bằng máy kiểm tra màu Ci420 trên cơ sở phương trình Kubelka-Munk:

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R)^2}{2R} \quad (2.11)$$

Trong đó:

R - hệ số phản xạ của mẫu ở bước sóng hấp thụ cực đại

K - hệ số hấp thụ

S - hệ số tán xạ.

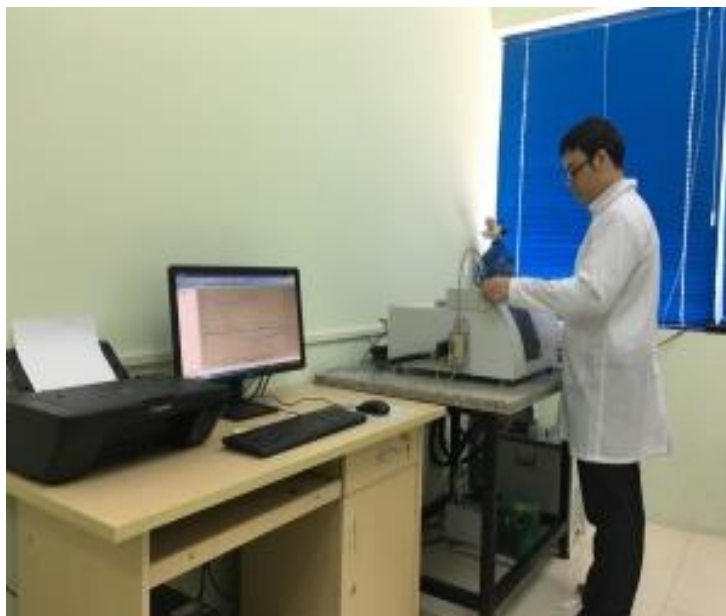
K/S- Khả năng lên màu

Màu sắc của mẫu vải bông trước và sau xử lý được xác định bằng thiết bị kiểm tra màu Ci4200. Mức chênh lệch màu ( $\Delta E$ ) được tính như sau:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2} \quad (2.12)$$

### 2.2.9.2. Xác định hình thái cấu trúc của vải bông

Hình thái cấu trúc bề mặt của vải bông được xử lý bằng hỗn hợp với tỷ lệ thành phần tối ưu được đánh giá bằng phương pháp hiển vi điện tử quét (SEM) trên thiết bị JSM-6510LV (Jeol - Nhật Bản) (Hình 2.12).



Hình 2.12. Thiết bị hiển vi điện tử quét JSM-6510LV (Jeol - Nhật Bản)

### 2.2.9.3. Xác định khả năng bám dính bề mặt của vải bông

Phổ hồng ngoại (IR) của hỗn hợp xử lý, dịch chiết từ quả mặc nưa, vải bông sau và trước xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp với tỷ lệ tối ưu được sử dụng để xác định các nhóm chức trong dịch chiết và hỗn hợp được hấp phụ lên vải bông. Phổ IR của các mẫu được ghi trên thiết bị Nicolet iS10 (Thermo Scientific - Mỹ) (Hình 2.13) ở số sóng dao động từ 4000 đến 400  $\text{cm}^{-1}$ , số lần quét là 32 và độ phân giải 8  $\text{cm}^{-1}$ .



Hình 2.13. Thiết bị phổ hồng ngoại Nicolet iS10 (Thermo Scientific - Mỹ)

### 2.2.9.4. Xác định khả năng chống tia cực tím của vải bông

Khả năng chống tia cực tím (UV) của vải bông được đánh giá dựa trên hệ số chống tia cực tím (UPF) được xác định theo tiêu chuẩn phương pháp

thử EN 13758-1:2001 trên máy quang phổ UV-2000F (Labsphere - Mỹ) (Hình 2.14).



Hình 2.14. Máy quang phổ UV-2000F Labsphere (Mỹ)  
Giá trị UPF của từng mẫu vải được tính bằng công thức:

$$UPF = \frac{\sum_{280nm}^{400nm} E_{\lambda} S_{\lambda} \Delta\lambda}{\sum_{280nm}^{400nm} E_{\lambda} S_{\lambda} T_{\lambda} \Delta\lambda} \quad (2.13)$$

$$T(UV - A)_{AV} = \frac{\sum_{315nm}^{400nm} T_{\lambda} \Delta\lambda}{\sum_{315nm}^{400nm} \Delta\lambda} \quad (2.14)$$

$$T(UV - B)_{AV} = \frac{\sum_{290nm}^{315nm} T_{\lambda} \Delta\lambda}{\sum_{290nm}^{315nm} \Delta\lambda} \quad (2.15)$$

Trong đó:

UPF- Trị số bảo vệ tia cực tím

$S_{\lambda}$  - Năng lượng quang phổ bức xạ

$E_{\lambda}$  - Độ hữu hiệu phổ ban đỏ tương đối

$T_{\lambda}$  - Độ truyền phổ trung bình của mẫu thử (đo được) bước sóng truyền qua

$\Delta\lambda$  - Bước chuyển của bước sóng

#### 2.2.9.5. Xác định độ thoáng khí của vải bông

Độ thoáng khí được xác định theo tiêu chuẩn ISO 9237: 1995 của mẫu vải bông dệt thoi. Mẫu vải bông được điều hòa ở môi trường có nhiệt độ  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , độ ẩm  $(65 \pm 2) \%$  bằng tủ điều hòa nhiệt độ và độ ẩm Mesdan (Ý). Khi mẫu vải bông đạt điều kiện về nhiệt độ và độ ẩm nêu trên, tiếp tục đặt mẫu vải bông lên

đầu đo của thiết bị đo độ thoáng khí Shirley (Anh) để xác định độ thoáng khí của mẫu vải bông. Đơn vị đo độ thoáng khí của mẫu vải là lít/m<sup>2</sup>.giây.

#### 2.2.9.6. Xác định độ hút hơi nước của vải bông

Độ hút hơi nước của mẫu vải bông được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 5091: 1990. Vải bông được cắt theo đường có kích thước 10 x 10 cm, sau đó mẫu vải bông được điều hòa trong môi trường có độ ẩm tương đối 100 %, nhiệt độ (27 ± 5) °C bằng thiết bị tạo môi trường ACL (Trung Quốc). Sau 4 giờ điều hòa mẫu vải bông, cân để xác định khối lượng mẫu vải bông (m<sub>u</sub>). Tiến hành sấy mẫu ở nhiệt độ 105 – 110 °C trong tủ sấy YG 747 (Trung Quốc) tới khối lượng không đổi (m<sub>k</sub>). Độ hút hơi nước của vải bông được tính theo công thức:

$$H_w = \frac{m_u - m_k}{m_u} 100 \quad (2.16)$$

Trong đó:

m<sub>u</sub> - Khối lượng mẫu vải bông ở điều kiện (độ ẩm tương đối 100 %, nhiệt độ 27 ± 5 °C, tính bằng gam).

m<sub>k</sub> - khối lượng mẫu vải bông khi sấy khô, tính bằng gam.

H<sub>w</sub> - độ hút hơi nước của vải bông, tính bằng %.

#### 2.2.9.7. Xác định khối lượng của vải bông

Phương pháp xác định khối lượng trên đơn vị diện tích của vải bông được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 8042: 2009. Mẫu vải bông cắt theo kích thước 100 x 100 mm, mẫu vải bông trước khi thực hiện thí nghiệm được điều hòa ở môi trường có nhiệt độ 20 ± 2 °C, độ ẩm 65 ± 2 % bằng tủ điều hòa nhiệt độ và độ ẩm Mesdan (Ý). Khi mẫu vải bông đạt điều kiện về nhiệt độ và độ ẩm nêu trên, mẫu vải được cân trên thiết bị cân phân tích Quintix 224 (Sartorius – Đức). Khối lượng trên đơn vị diện tích được xác định theo công thức:

$$g/m^2 = 10^6 G/LW \quad (2.17)$$

Trong đó:

G - khối lượng tính bằng gam của mẫu thử

L - chiều dài tính bằng mm của mẫu thử

W - khổ rộng tính bằng mm của mẫu thử

#### 2.2.9.8. Xác định độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của vải bông

Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của vải bông được thực hiện trên máy kéo đứt Titan 10 (Anh) theo tiêu chuẩn TCVN 1754 được trình bày trên Hình 2.15. Chuẩn bị 3 mẫu vải theo hướng dọc, 3 mẫu vải theo hướng ngang



có kích thước phần làm việc 200 x 50 (mm). Mẫu vải bông được điều hòa ở môi trường có nhiệt độ  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , độ ẩm  $(65 \pm 2) \%$  bằng tủ điều hòa nhiệt độ và độ ẩm Mesdan (Ý).



Hình 2.15. Thiết bị đo độ bền đứt và độ giãn dài khi đứt

#### 2.2.9.9. Xác định độ bền màu của vải bông

Độ bền màu với giặt của vải bông xử lý sau 1, 10, 20, 30 số lần giặt được thực hiện theo tiêu chuẩn AATCC 61. Quy trình giặt diễn ra trong thiết bị SW (Trung Quốc) (Hình 2.16), cắt mẫu vải bông sau xử lý kích thước 50 x 100 mm, hóa chất sử dụng cho quá trình giặt xà phòng trung tính (Standard soap 0,37 gam) kết hợp với 10 viên bi thép. Giặt ở nhiệt độ  $40^\circ\text{C}$ , trong thời gian 45 phút, thể tích nước sử dụng cho quá trình giặt là 200 ml. Kết thúc quá trình giặt, vải được giặt sạch bằng nước ở nhiệt độ  $30^\circ\text{C}$ .



*Hình 2.16. Thiết bị giặt vải SW (Trung Quốc)*

Độ bền màu với ma sát của vải bông được thực hiện theo tiêu chuẩn ISO 105- D02:2016. Quy trình được tiến hành trên thiết bị Crockmaster (James heal – Mỹ) (Hình 2.17).

Mẫu vải bông cọ xát được thực hiện theo tiêu chuẩn ISO 105-F09, được giữ hồ, tẩy trắng không xử lý hoàn tất có kích thước 50 x 50 mm, vải bông sau xử lý và sau xử lý có kích thước 50x140 mm, 1 mẫu theo hướng dọc vải và 1 mẫu theo hướng ngang vải, dung môi xăng trắng (Trung Quốc). Tiến hành kẹp chặt, phẳng mỗi mẫu vải bông xử lý vào tấm đế của thiết bị, sau đó ngâm ướt vải bông cọ xát bằng dung môi xăng trắng. Gắn miếng vải bông đã được ngâm dung môi vào đầu cọ xát của thiết bị, tiến hành cọ xát tịnh tiến dọc theo đường thẳng trong khoảng 100 mm trên mẫu thử với tần suất 10 lần trong 10 giây, lực ép xuống tại đầu cọ xát là 9 N. Kết thúc lấy miếng vải cọ xát ra và phơi khô bằng cách treo trong không khí ở nhiệt độ không quá 60 °C.



*Hình 2.17. Thiết bị đo độ bền màu với ma sát Crockmaster  
(James heal – Mỹ)*

Độ bền màu với ánh sáng của vải bông được thực hiện theo tiêu chuẩn ISO 105-B02:2014. Quy trình được thực hiện trên thiết bị atlas xenon



weatherometer ci3000 (Mỹ) (Hình 2.18), bộ mẫu chuẩn len xanh có độ bền màu tăng từ 1 đến 8, lấy mẫu vải bông sau xử lý kích thước 70 x 120 mm được đặt vào máy có nguồn sáng là đèn thủy ngân 500 watt, thời gian thực hiện 5 – 640 giờ. Kết thúc quá trình chiếu sáng, độ bền màu được đánh giá bằng thang thước xám theo tiêu chuẩn ISO 105-A02.



*Hình 2.18. Thiết bị đo độ bền màu với ánh sáng atlas xenon weatherometer ci3000 (Mỹ)*

*2.2.9.10. Xác định hàm lượng formaldehyde và một số amine thơm của nước thải sau quá trình xử lý kháng khuẩn của vải bông*

Hàm lượng fomandehyde trên 1 gam vải bông, được xác định theo tiêu chuẩn ISO 14184-1: 2011 trên thiết bị quang phổ UV – Vis (Libra S80, Hoa Kỳ) (Hình 2.19) bằng dung dịch chuẩn chứa 75 mg/l fomandehyde.



*Hình 2.19. Thiết bị quang phổ UV – Vis (Libra S80, Hoa Kỳ)*

Mẫu vải bông có khối lượng 100 g được xử lý ở nhiệt độ 70 °C, độ pH 6 với natri dithionit trong bình kín bằng dung dịch đệm citrate. Với phương pháp

chiết lỏng-lỏng dùng cột diatomit, các amine giải phóng trong quá trình này sẽ chuyển sang pha ete t-butyl metyl. Phần cặn và phần cô đặc của dịch chiết ete t-butyl metyl pha với metanol, áp dụng tiêu chuẩn EN 14262-1:2012 để phát hiện và xác định các amine bằng phương pháp sắc ký trên thiết bị sắc khí lỏng hiệu năng cao HPLC hãng sản xuất (Agilent 1260 Mỹ).

#### 2.2.9.11. Xác định độ bền nhiệt của vải bông

Độ bền nhiệt của các mẫu vải bông được xác định căn cứ vào giản đồ nhiệt – khối lượng (TG) và giản đồ vi phân TG thực hiện trên thiết bị phân tích nhiệt NETSZSCH STA 490 PC/PG (Shimadzu, Nhật Bản) (Hình 2.20) trong môi trường khí nitơ từ nhiệt độ phòng đến 500 °C, tốc độ gia nhiệt 10 °C/phút.



Hình 2.20. Thiết bị phân tích nhiệt khối lượng NETSZSCH STA 490 PC/PG (Shimadzu, Nhật Bản)

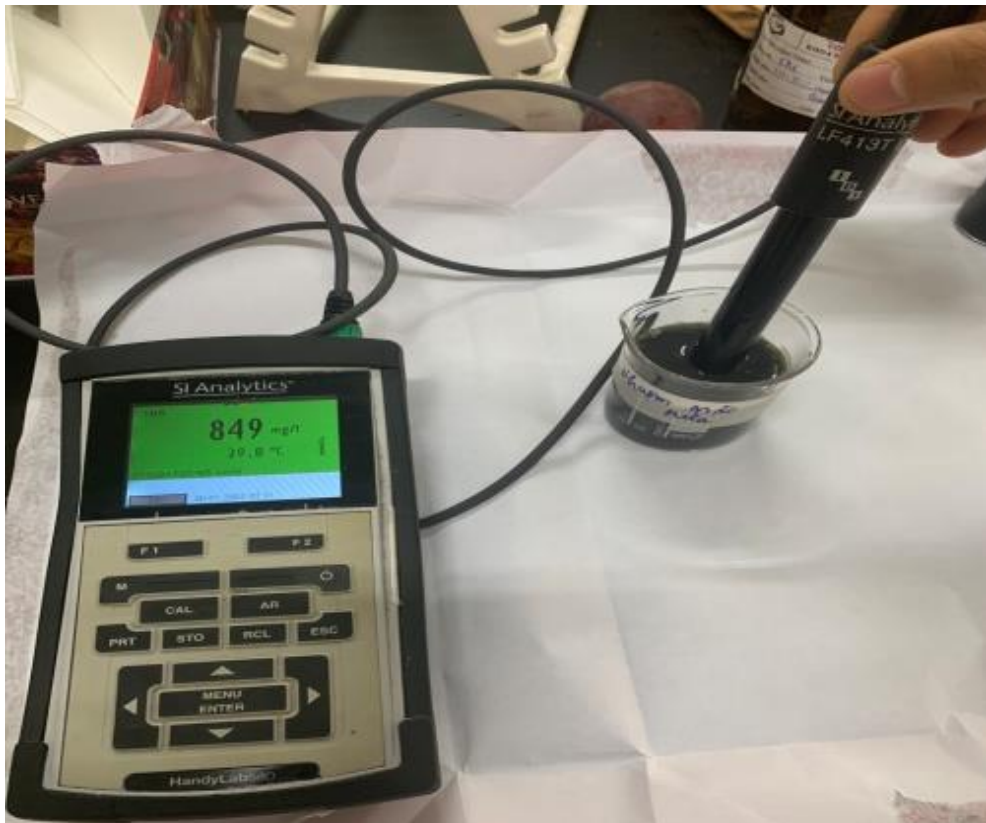
#### 2.2.9.12. Xác định mức độ ô nhiễm của nước thải sau quá trình xử lý vải bông

Các thông số nước thải, nhu cầu oxy sinh học (BOD) được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D888-18 trên thiết bị đo DO HQ30d với Sensor đo DO có cánh khuấy HACH (Mỹ) thể hiện trên Hình 2.21, nhu cầu oxy hóa học (COD) được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D8084-17, tổng chất rắn hòa tan (TDS) được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D5907-18 trên thiết bị máy đo đa chỉ tiêu nước Handy lab 680 EK SI ANALYTICS (Đức) thể hiện trên Hình 2.22, tổng chất rắn lơ lửng (TSS) được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D3977-97(2017), giá trị pH được đo trên thiết bị Mettler Toledo (Thụy sĩ). Để đo COD, nước thải

xử lý từ dung dịch chiết tách từ quả mả nửa nước thải thuốc xử lý hoạt tính và nước thải hỗn hợp xử lý đều được giữ trong lọ sau đó đưa vào lò ở 150 °C. Sau 2 giờ, lọ được lấy ra và làm mát ở nhiệt độ phòng. Giá trị COD của mẫu được xác định bằng máy quang phổ UV bằng cách so sánh với kết quả tham chiếu.

Để xác định giá trị BOD, nước cất và nước cất hỗn hợp nước thải được lấy vào hai bình riêng biệt và giữ chúng trong tủ ấm ở 20 °C trong 5 ngày. Sau đó, giá trị BOD được xác định bằng cách so sánh oxy hòa tan của mẫu tinh khiết và mẫu không tinh khiết.

Để được TSS và TDS, tiến hành sấy khô và cân một mảnh giấy lọc và cốc thủy tinh sạch. Sau đó, giấy lọc được sấy khô và cân lại. Ở đây, sự thay đổi khối lượng của giấy lọc là tổng chất rắn lơ lửng. Tương tự, nước đã lọc được cho vào cốc thủy tinh sạch đã khô và cho vào tủ sấy để làm bay hơi nước. Sau khi làm nguội, cân cốc để xác định TDS.



Hình 2.21. Thiết bị đo DO HQ30d với Sensor đo DO có cánh khuấy (HACH - Mỹ)



*Hình 2.22. Thiết bị máy đo đa chỉ tiêu nước Handy lab 680  
(EK SI ANALYTICS - Đức)*

### CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Hàm lượng một số hợp chất có trong quả mặc nưa và khả năng kháng khuẩn của dịch chiết từ quả mặc nưa

Bảng 3.1 trình bày kết quả xác định thành phần các hợp chất hữu cơ chủ yếu có trong cao chiết từ quả mặc nưa như saponin, tannin, hydroquinone theo các phương pháp phân lập bằng chiết và HPLC. Trong đó, hàm lượng tannin trong cao chiết từ quả mặc nưa khá cao, đạt 32,1 %. Hàm lượng saponin trong cao chiết từ quả mặc nưa tương đối cao, đạt 16,3 %. Hàm lượng hydroquinone trong cao chiết từ quả mặc nưa là 5,1 %.

*Bảng 3.1. Thành phần các chất có trong cao chiết từ quả mặc nưa khô*

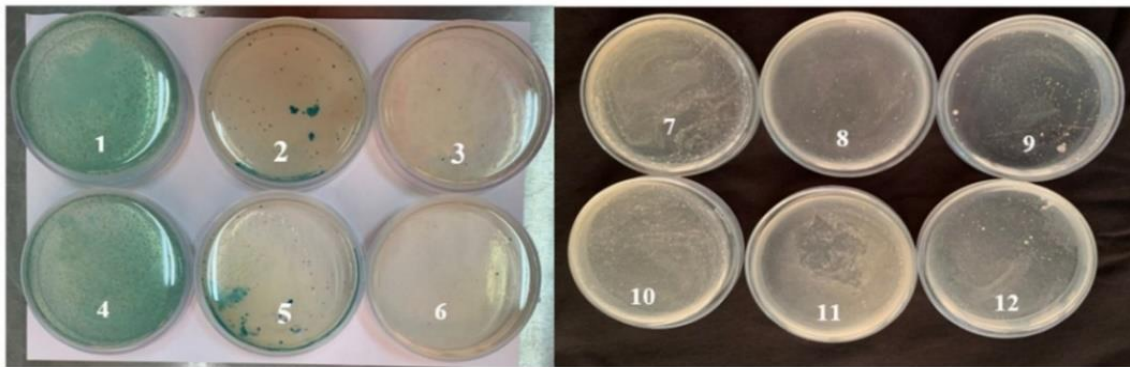
Stt	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị tính	Hàm lượng
1	Tannin	%	32,1
2	Hydroquinone	%	5,1
3	Saponin	%	16,3

Từ kết quả xác định hàm lượng tannin trong cao chiết từ quả mặc nưa khô, với hàm ẩm của quả là 68,89 %, có thể ngoại suy được hàm lượng tannin trong dịch chiết quả mặc nưa tươi là khoảng 9,98 %. Có thể thấy hàm lượng tannin trong dịch chiết từ quả mặc nưa trong nghiên cứu này tương đương với các kết quả đã được công bố trước đây như nghiên cứu của GS. Đỗ Tất Lợi hàm lượng tannin trung bình có trong quả mặc nưa ở Việt Nam khoảng 10 % [98], hay nghiên cứu của Phạm Thị Hồng Phượng kết quả chụp phổ LC-MS của dịch chiết từ quả mặc nưa Việt Nam cho thấy trong thành phần của dịch trích ly từ quả mặc nưa có các hợp chất tannin thủy phân (pyrogallol (M=126)), tannin ngưng tụ (Flavan-3,4-diol (Leucoanthocyanidin-M=242) [99]. Trong khi đó hàm lượng tannin có trong quả mặc nưa của Thái Lan là 12 – 15 % [100]. Một số loại quả tự thuộc họ Diospyros có hàm lượng tannin tương đối cao như nghiên cứu của Maitera khi chiết suất 100 gam quả khô *Diospyros Mespiliformis* thuộc họ *Ebenaceae* ở Châu Phi bằng acetone thu được 13,52 gam tannin [101], hay hàm lượng tannin trong quả *Diospyros decandra*, *Diospyros rhodocalyx*, *Diospyros gracilis* lần lượt là 27,6 %, 21,8 %, 21,1 % [102].



Theo nghiên cứu của Valenzuela Antonio và cộng sự, hydroquinone được sử dụng như một chất chống oxy hóa, đưa vào thuốc diệt cỏ và dùng làm thuốc nhuộm [103]. Rattanachak Nontaporn chứng minh hydroquinone ức chế và tiêu diệt cả vi khuẩn gram dương và gram âm, bao gồm *S. aureus*, *E. cloacae*, *E. coli*, *K. pneumoniae* [104]. Saponin có đặc điểm chung là khi hòa tan trong nước sẽ có tác dụng giảm sức căng bề mặt của dung dịch và tạo nhiều bọt [105]. Do đó saponin như một chất hoạt động bề mặt được sử dụng trong quá trình xử lý vải bông mà không cần phải bổ sung chất hoạt động bề mặt như quá trình nhuộm vải bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính. Vì có sẵn trong quả mặc nưa nên saponin góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Tannin tách chiết từ quả mặc nưa được đánh giá khả năng kháng khuẩn với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* (Bảng 3.2, các Hình 3.1, 3.2).



*Escherichia coli*

*Staphylococcus aureus*

Hình 3.1. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dịch chiết quả mặc nưa tươi và mẫu đối chứng



*Escherichia coli*

*Staphylococcus aureus*

Hình 3.2. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dịch chiết quả mặc nưa khô và mẫu đối chứng

Bảng 3.2. Khả năng kháng khuẩn của tannin và dịch chiết từ dịch chiết quả mặc nưa

Chỉ tiêu		Kết quả	
Tannin (nồng độ 2 % theo khối lượng)	<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,8 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$2,0 \times 10^4$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>88,90</b>
	<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,8 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,8 \times 10^4$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>90,50</b>
Cao chiết từ quả mặc nưa khô (nồng độ 2 % theo khối lượng)	<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,9 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,4 \times 10^3$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>99,99</b>
	<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,8 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,4 \times 10^3$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>99,99</b>
Dịch chiết từ quả mặc nưa khô (nồng độ 2 % theo thể tích)	<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,5 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,3 \times 10^3$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>81,62</b>
	<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,4 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,2 \times 10^3$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>82,36</b>
Dịch chiết từ quả mặc nưa tươi (nồng độ 2 % theo thể tích)	<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,9 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,6 \times 10^3$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>96,65</b>
	<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,9 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,2 \times 10^3$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>92,29</b>

Khả năng tiêu diệt vi khuẩn của tannin chiết tách từ quả mặc nưa đối với vi khuẩn *E. coli* có tỷ lệ suy giảm (bị tiêu diệt) là 88,90 % và *S. aureus* có tỷ lệ suy giảm là 90,50 %, của cao chiết từ quả mặc nưa khô đối với hai chủng vi khuẩn là 99,9 %. Trong khi đó dịch chiết từ quả mặc nưa khô có khả năng tiêu diệt đối với hai chủng vi khuẩn này là 81,62 % và 82,36 %, dịch chiết từ quả mặc nưa tươi có khả năng tiêu diệt đối với hai chủng vi khuẩn này là 96,65 % và 92,29 %. Có thể thấy trong quả mặc nưa ngoài tannin có khả năng kháng khuẩn

thì hydroquinine hay diospyros và một số các hợp chất hữu cơ khác cũng có khả năng tiêu diệt vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus*.

Cao tổng chiết tách từ quả mặc nưa có khả năng kháng khuẩn tốt nhất. Điều này có thể do khả năng kháng khuẩn kết hợp của nhiều hợp chất hữu cơ như tannin, hydroquinon, polyphenol, alkaloid, sterol,... trong cao tổng [106, 107]. Với cùng một tỷ lệ nguyên liệu đầu vào, dịch chiết từ quả mặc nưa khô có khả năng kháng khuẩn kém hơn so với dịch chiết từ quả mặc nưa tươi vì trong quá trình sấy, dưới tác động của nhiệt độ và sự bay hơi của nước, một lượng các hợp chất hữu cơ nhạy nhiệt có thể bị phân hủy và thất thoát, đồng thời các hợp chất hữu cơ cũng có thể bị chuyển hóa trong thời gian dài tiếp xúc với nhiệt. Hợp chất diospyros trong quả có thể bị oxi hóa, góp phần làm giảm hoạt tính kháng khuẩn của dịch chiết từ quả mặc nưa khô.




### **3.2. Lựa chọn dịch chiết từ quả mặc nưa để xử lý vải bông đáp ứng yêu cầu kháng khuẩn**

Bảng 3.3 trình bày sự thay đổi màu sắc của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa tươi, dịch chiết từ quả mặc nưa khô so với vải bông chưa xử lý. Có thể phân biệt được sự thay đổi màu của hai mẫu vải bông xử lý bằng hai dịch chiết trên thông qua các chỉ số  $L^*$ ,  $\Delta E^*$  và K/S. Từ kết quả trong Bảng 3.3, có thể thấy dịch chiết từ quả mặc nưa tươi có khả năng xử lý màu cho vải bông tốt hơn nhiều so với dịch chiết từ quả mặc nưa khô, thể hiện theo giá trị  $L^*$ . Giá trị  $L^*$  của vải bông xử lý bằng dịch chiết quả mặc nưa khô có giá trị 74,36, màu nhạt hơn so với dịch chiết từ quả mặc nưa tươi có giá trị 20,02. Độ lệch màu  $\Delta E^*$  vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa khô là 6,23, chênh lệch rất lớn so với giá trị  $\Delta E^*$  của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa tươi ( $\Delta E^* = 25,09$ ).

Giá trị K/S của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa khô và từ quả mặc nưa tươi lần lượt đạt 0,45 và 18,52. Giá trị này cho thấy các hợp chất có trong dịch chiết từ quả mặc nưa tươi trong quá trình xử lý vải bông đã được hấp phụ lên vải bông lớn hơn rất nhiều so với các chất có trong dịch chiết từ quả mặc nưa khô. Điều này còn được thể hiện trên ảnh mẫu vải sau xử lý, mẫu vải bông sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa khô có màu nhạt hơn rất nhiều so với mẫu vải xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa tươi.



Bảng 3.3. Sự thay đổi màu sắc của vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa khô và mặc nưa tươi

Vải bông	L*	a*	b*	C*	H*	$\Delta E^*$	K/S	Ảnh mẫu vải
Không xử lý	90,00 $\pm 0,02$	1,11 $\pm 0,01$	7,60 $\pm 0,01$	7,69 $\pm 0,01$	81,70 $\pm 0,02$	0	0,07	
Xử lý bằng dịch chiết quả mặc nưa khô	74,36 $\pm 0,02$	2,41 $\pm 0,01$	9,90 $\pm 0,01$	10,19 $\pm 0,01$	76,92 $\pm 0,02$	6,23 $\pm 0,01$	0,45	
Xử lý bằng dịch chiết quả mặc nưa tươi	20,02 $\pm 0,02$	3,36 $\pm 0,01$	4,46 $\pm 0,01$	5,58 $\pm 0,01$	52,96 $\pm 0,02$	25,09 $\pm 0,01$	18,52	

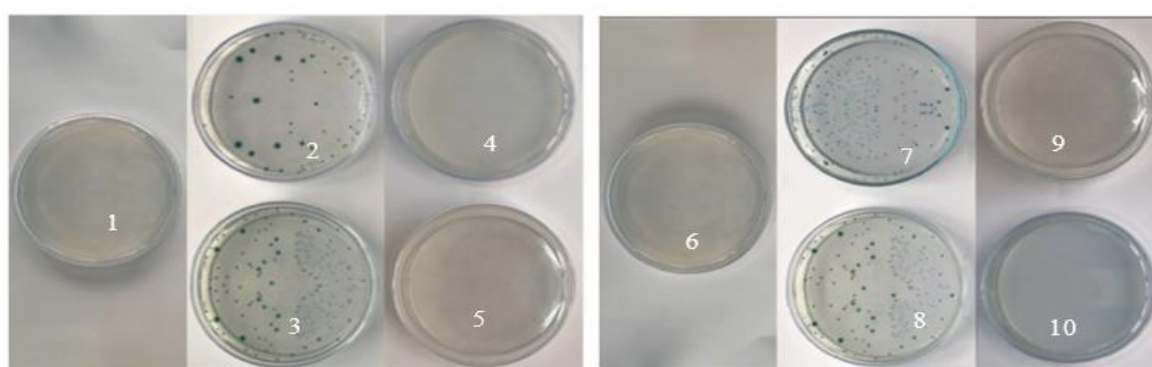
Từ kết quả trong Bảng 3.2, có thể thấy tỷ lệ suy giảm của các chủng vi khuẩn *E. coli* *S. aureus* của dịch chiết từ quả mặc nưa tươi cao hơn dịch chiết từ quả mặc nưa khô. Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn *E. coli* và vi khuẩn *S. aureus* của dịch chiết từ quả mặc nưa tươi là 96,65 % và 92,29 % trong khi đó khả năng suy giảm này đối với dịch chiết từ quả mặc nưa khô là 81,62 % và 82,36 %, khi so sánh khả năng tiêu diệt vi khuẩn của hai dịch chiết này đối với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* thì khả năng tiêu diệt vi khuẩn của dịch chiết từ quả mặc nưa tươi lớn hơn dịch chiết từ quả mặc nưa khô là 15,55 % và 10,76 %. Có thể thấy các hợp chất có khả năng kháng khuẩn trong dịch chiết từ quả mặc nưa khô như tannin, hydroquinone, diospyros và một số hợp chất hữu cơ kháng khuẩn khác bị biến đổi hoặc suy giảm một phần trong quá trình làm khô quả, làm giảm khả năng kháng khuẩn của dung dịch xử lý. Trong khi đó, dịch chiết từ quả mặc nưa tươi vẫn đạt khả năng diệt khuẩn đối với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* trên 90 %.

Các Hình 3.3, 3.4 và Bảng 3.4, trình bày khả năng tiêu diệt vi khuẩn của vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa tươi và vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa khô ở đối với 2 chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus*. Từ kết quả trong Bảng 3.4, tỷ lệ suy giảm của các vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa tươi đều đạt 99,9 % trong khi tỷ lệ suy giảm này đối với vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa khô là 18,60 % và 22,30 %. Có thể thấy, khả năng tiêu diệt vi khuẩn của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa tươi lớn hơn đáng kể so với vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa khô. Điều này có thể do quả khô có kết cấu cứng hơn

so với quả tươi, làm cho các hợp chất có khả năng kháng khuẩn như tannin, hydroquinone, diospyros và một số hợp chất hữu cơ kháng khuẩn khác khó tách ra hơn, do đó, chúng được hấp phụ rất ít hoặc không hấp phụ lên vải bông trong quá trình xử lý, làm cho khả năng kháng khuẩn của vải bông sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nửa khô giảm mạnh. Vì vậy, với khả năng lên màu và khả năng kháng khuẩn tốt, dịch chiết từ quả mặc nửa tươi được lựa chọn để xử lý kháng khuẩn cho vải bông.

*Bảng 3.4. Khả năng kháng khuẩn của vải bông xử lý bởi dịch chiết quả mặc nửa*

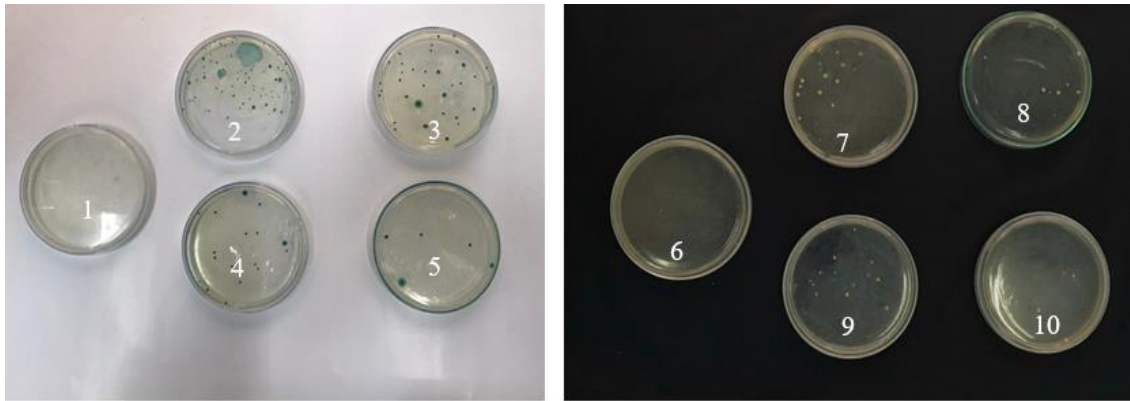
Chỉ tiêu		Kết quả	
Vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nửa khô	<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,6 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,3 \times 10^3$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>18,60</b>
	<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,3 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,1 \times 10^3$
		<b>% Suy giảm</b>	$1,6 \times 10^5$
Vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nửa tươi	<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,8 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,0 \times 10^2$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>99,9</b>
	<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,9 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,0 \times 10^2$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>99,9</b>



*Escherichia coli*

*Staphylococcus aureus*

*Hình 3.3. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dung dịch huyền phù của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nửa tươi và mẫu đối chứng*

*Escherichia coli**Staphylococcus aureus*

Hình 3.4. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dung dịch huyền phù của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa khô và mẫu đối chứng

### 3.3. Tối ưu hóa quy trình công nghệ

#### 3.3.1. Tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa

Tiến hành quy hoạch hóa thực nghiệm và tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa căn cứ vào tính toán 2 hàm mục tiêu  $Y_1$  (%): Tỷ lệ vi khuẩn *S. aureus* bị tiêu diệt và  $Y_2$  (%): Tỷ lệ vi khuẩn *E. coli* bị tiêu diệt với các biến thí nghiệm là theo 3 biến số: nhiệt độ  $X_1$  (°C), thời gian  $X_2$  (phút), tỷ lệ dịch chiết từ quả mặc nưa so với nước  $X_3$  (tt/tt).

Bảng 3.5. Phân tích phương sai ANOVA cho các hàm mục tiêu

Yếu tố	Tỷ lệ vi khuẩn <i>S. aureus</i> bị tiêu diệt		Tỷ lệ vi khuẩn <i>E. coli</i> bị tiêu diệt	
	Giá trị F	Giá trị p	Giá trị F	Giá trị p
Mô hình	73,94	0,000	107,49	0,000
Tuyến tính	85,70	0,000	127,11	0,000
$X_1$ (°C)	150,20	0,000	229,75	0,000
$X_2$ (phút)	0,87	0,367	1,39	0,259
$X_3$ (tt/tt)	120,22	0,000	171,12	0,000
Bình phương hiệu chỉnh	28,94	0,000	41,99	0,000
$(X_1)^2$ (°C)	71,21	0,000	107,10	0,000
$(X_2)^2$ (phút)	0,04	0,835	0,02	0,895
$(X_3)^2$ (tt/tt)	19,26	0,001	22,20	0,000

Phân tích phương sai ANOVA trong Bảng 3.5 cho thấy hệ số hồi quy ( $R^2$ ) phù hợp với 2 hàm mục tiêu  $Y_1$ ,  $Y_2$  theo phương trình bậc hai, lần lượt là 96,94 % và 97,88 %. Hệ số  $R^2$  điều chỉnh của  $Y_1$ ,  $Y_2$  lần lượt là 95,63 % và 96,69 %. Các giá trị này xấp xỉ 100 %, cho thấy mô hình được chọn có tính

tương thích cao với giá trị tính toán theo thực nghiệm. Số liệu trong Bảng 3.6 khẳng định mô hình này có tính tương thích cao với thực nghiệm còn bởi giá trị chuẩn Fisher của mô hình với 2 hàm mục tiêu là khá cao ( $F = 107,49$  với  $Y_1$  và  $F = 73,94$  với  $Y_2$ ). Mô hình có ý nghĩa thống kê với giá trị  $p < 0,05$ .

Các hệ số của phương trình bậc 2 với các phân tích ANOVA tương ứng được liệt kê trong Bảng 3.6.

*Bảng 3.6. Hệ số của phương trình bậc 2 tương ứng với các hàm mục tiêu và phân tích phương sai ANOVA tương ứng*

Điều kiện	Tỷ lệ vi khuẩn <i>S. aureus</i> bị tiêu diệt					Tỷ lệ vi khuẩn <i>E. coli</i> bị tiêu diệt				
	Hệ số	Sai số tiêu chuẩn	Giá trị T	Giá trị P	Phân tích phương sai	Hệ số	Sai số tiêu chuẩn	Giá trị T	Giá trị p	Phân tích phương sai
Hằng số	71,17	2,77	25,2	0,000		70,62	2,23	31,62	0,000	
$X_1$ (°C)	-40,76	3,33	-12,26	0,000	1,08	-40,68	2,68	-15,16	0,000	1,08
$X_2$ (phút)	3,22	3,46	0,93	0,367	1,00	3,29	2,79	1,18	0,259	1,00
$X_3$ (tt/tt)	34,53	3,15	10,96	0,000	1,40	33,24	2,54	13,08	0,000	1,40
$(X_1)^2$ (°C)	-44,42	5,26	-8,44	0,000	1,16	-43,96	4,25	-10,35	0,000	1,16
$(X_2)^2$ (phút)	-1,00	4,72	-0,21	0,835	1,17	-0,51	3,81	-0,14	0,895	1,17
$(X_3)^2$ (tt/tt)	-22,12	5,04	-4,39	0,001	1,44	-19,16	4,07	-4,71	0,000	1,44

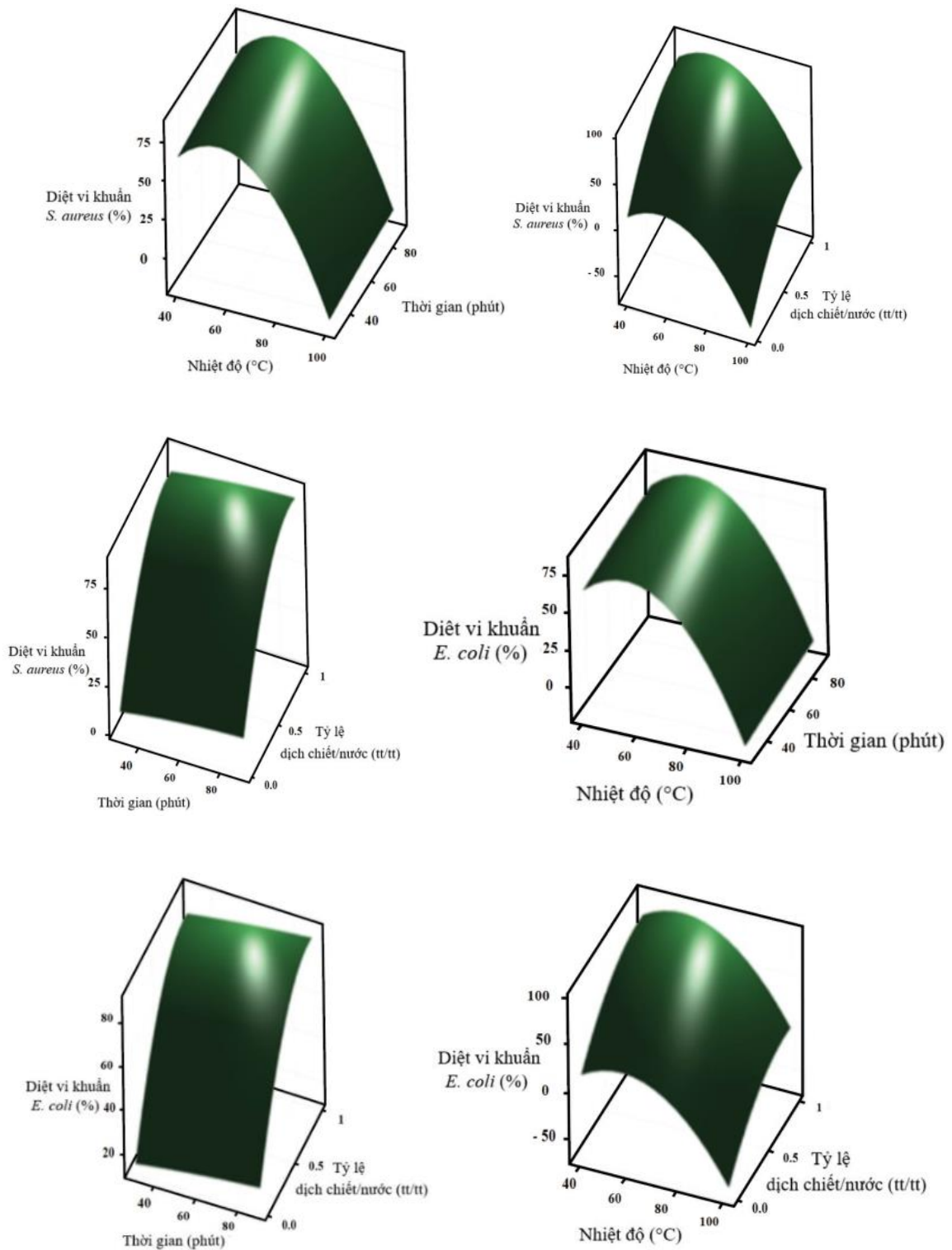
Sau khi loại bỏ các hệ số không có ý nghĩa (giá trị  $p > 0,05$ ), các phương trình hồi quy bậc 2 tương ứng với các hàm mục tiêu  $Y_1$ ,  $Y_2$  theo các biến/các yếu tố công nghệ  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  lần lượt là:

$$Y_1 (\%) = -144,3 + 5,551X_1 + 0,241X_2 + 160,9X_3 - 0,04936(X_1)^2 - 0,00111(X_2)^2 - 90,3(X_3)^2 \quad (3.1)$$

$$Y_2 (\%) = -136,3 + 5,482X_1 + 0,178X_2 + 146,2X_3 - 0,04884(X_1)^2 - 0,00057(X_2)^2 - 78,2(X_3)^2 \quad (3.2)$$

Từ các phương trình  $Y_1$  và  $Y_2$ , có thể thấy, ảnh hưởng của các hiệu ứng tuyến tính (nhiệt độ, thời gian và tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước) đến các hàm mục tiêu là lớn nhất với các hiệu ứng tương tác dương, trong đó ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ được sắp xếp theo thứ tự tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước > nhiệt độ > thời gian, tương ứng với các hệ số của chúng trong các phương trình hồi quy  $Y_1$  và  $Y_2$ . Các hiệu ứng bình phương (thời gian x thời gian, nhiệt độ x nhiệt độ, tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước x tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước) thể hiện các hiệu ứng tương tác âm lên các hàm mục tiêu  $Y_1$  và  $Y_2$ , tương ứng với các hệ số của chúng trong các phương trình hồi quy.

Đồ thị bề mặt đáp ứng phản ánh sự phụ thuộc của các hàm mục tiêu vào các biến công nghệ khảo sát được trình bày trên Hình 3.5.



Hình 3.5. Đồ thị bề mặt đáp ứng phản ánh sự phụ thuộc của các hàm mục tiêu vào các biến công nghệ

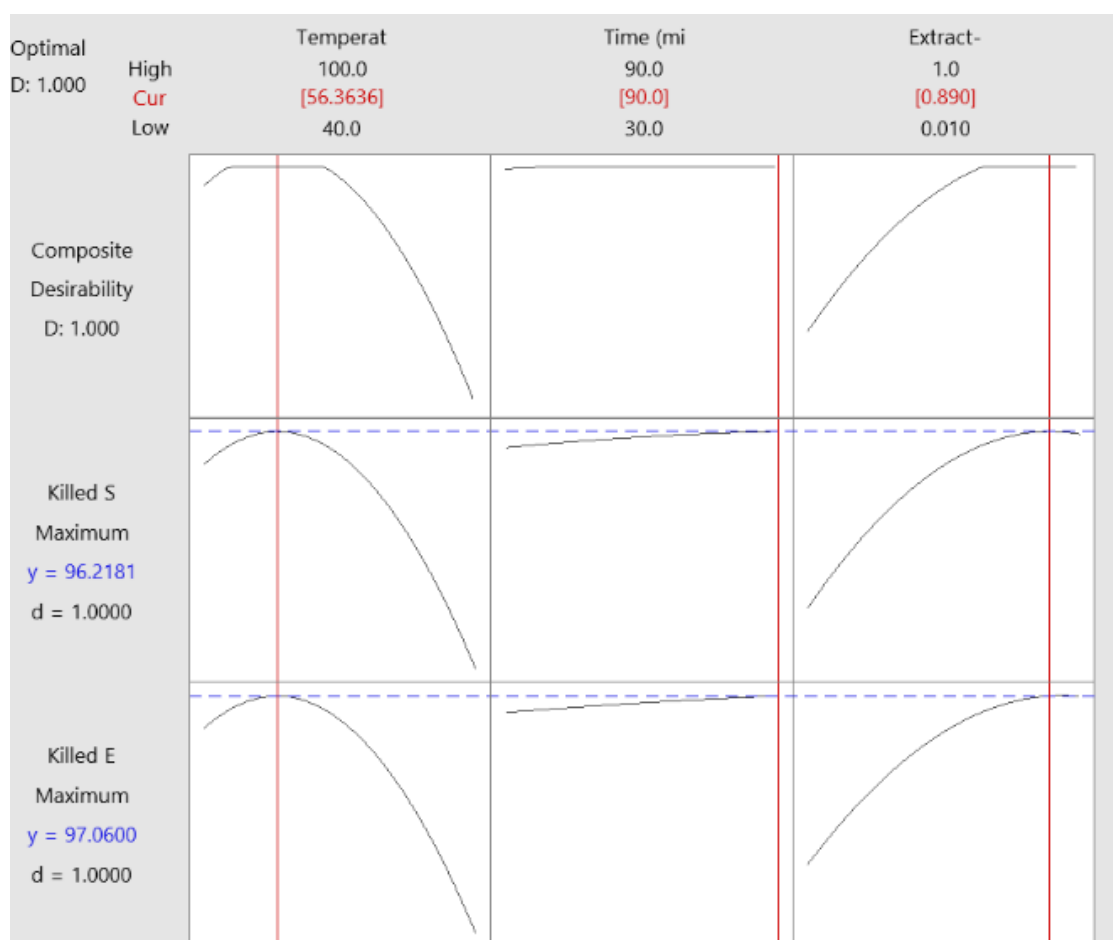
Quá trình tối ưu hoá được thực hiện để các hàm mục tiêu đạt giá trị lớn nhất bằng sử dụng thống kê DOE theo phương pháp bề mặt đáp ứng với mức

ưu tiên là 5. Một bộ thông số công nghệ tối ưu đã được xác định và các hàm mục tiêu tương ứng được trình bày trong Bảng 3.7 và trên Hình 3.6. Mức độ đáp ứng của bộ thông số tối ưu này so với lý thuyết là 1.

Bảng 3.7. Điều kiện công nghệ tối ưu và các giá trị lý thuyết và thực nghiệm của hàm mục tiêu ở điều kiện tối ưu

Điều kiện tối ưu			Hàm mục tiêu	Kết quả	
Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	Tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước (tt/tt)		Lý thuyết	Thực nghiệm
56,5	90	0,89	Tỷ lệ vi khuẩn <i>S. aureus</i> bị tiêu diệt (%)	96,22	99,9
			Tỷ lệ vi khuẩn <i>E. coli</i> bị tiêu diệt (%)	97,06	99,9

Như vậy, điều kiện tối ưu cho quy trình xử lý vải bông kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nưa là: Nhiệt độ 56,5 °C, thời gian 90 phút và tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước 89/100 (tt/tt). Kết quả phân tích cho thấy vải bông được xử lý có khả năng tiêu diệt 99,9 % các vi khuẩn *E. coli*, *S. aureus*.



Hình 3.6. Mức mong muốn của các hàm mục tiêu ở điều kiện tối ưu

Từ kết quả giải bài toán tối ưu hóa quy trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, đơn công nghệ và quy trình công nghệ xử lý vải bông kháng khuẩn như sau:

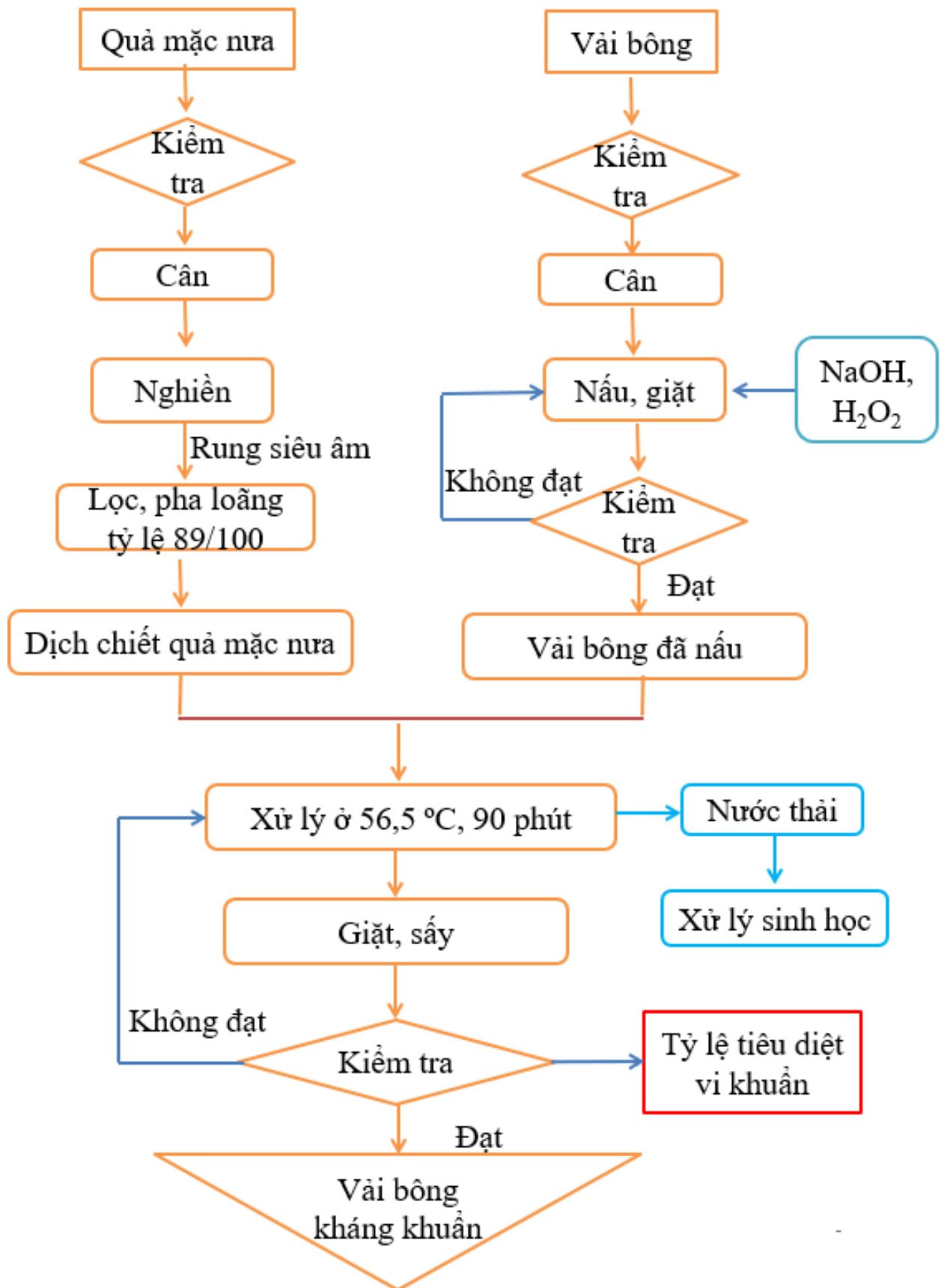
- Đơn công nghệ:

- + Vải bông dệt thoi: M (kg)
- + NaOH: a (gam)
- + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: b (ml)
- + Quả mặc nưa: M (kg)
- + Khối lượng quả mặc nưa/nước (kl/tt): 1/2
- + Tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước (tt/tt): 89/100
- + Nhiệt độ xử lý: 56,5 (°C)
- + Thời gian xử lý: 90 (phút)
- + Độ pH: 4,5
- + Dung tỷ: 1/20 (tỷ lệ vải so với dung dịch: kl/tt)

Sơ đồ quy trình quy trình xử lý vải bông kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nưa được thực hiện theo sơ đồ trên Hình 3.7. Trong đó, thực hiện theo các giai đoạn sau:

- + Giai đoạn 1: Vải bông có khối lượng M (gam) được xử lý bằng NaOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ở nhiệt độ 80 °C trong thời gian 60 phút để loại bỏ tạp chất.
- + Giai đoạn 2: M (gam) quả mặc nưa rửa sạch, nghiền với nước theo tỷ lệ khối lượng/thể tích là 1/2, quả mặc nưa sau nghiền được rung siêu âm, kết thúc quá trình rung siêu âm lọc loại bỏ bã. Dịch chiết sau lọc pha với nước theo tỷ lệ thể tích/thể tích 89/100 được dịch chiết xử lý kháng khuẩn cho vải bông.
- + Giai đoạn 3: Tiến hành xử lý kháng khuẩn cho vải bông, ở điều kiện nhiệt độ môi trường (30 °C), dịch chiết từ quả mặc nưa được cấp từ từ vào thiết bị xử lý trong thời gian 5 phút. Kết thúc quá trình cấp dịch, nâng nhiệt độ của dung dịch xử lý trong thiết bị lên 56,5 °C (2 °C/phút). Khi nhiệt độ dung dịch xử lý đạt 56,5 °C, tiếp tục xử lý vải bông trong thời gian 90 phút ở nhiệt độ này. Sau quá trình xử lý vải bông, xả dung dịch khỏi thiết bị, tiến hành giặt lạnh vải bông đã xử lý bằng nước lạnh sau đó vắt và sấy vải bông.





Hình 3.7. Sơ đồ quy trình xử lý vải bông kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nưa



### 3.3.2. Tối ưu hóa tỷ lệ thành phần hỗn hợp xử lý vải bông

Các Bảng 3,8 – 3,9 trình bày kết quả xác định thế Zeta của 15 mẫu hỗn hợp lỏng xử lý vải bông theo sự thay đổi tỷ lệ dịch chiết mặc nưa với nước (A), hàm lượng zeolite/Ag-Zn (B), hàm lượng tannin (C) theo mô hình Box-Behnken.

Có thể thấy, các mẫu hỗn hợp có giá trị thế Zeta ổn định cao, đều nhỏ hơn -40 mV. Kết quả phân tích phương sai ANOVA của mô hình bậc hai đã được áp dụng để tối ưu hóa tỷ lệ thành phần hỗn hợp xử lý vải bông. Theo đó, tỷ lệ dịch chiết mặc nưa với nước (A), hàm lượng zeolite/Ag-Zn (B), hàm lượng tannin (C) là các yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đối với hàm mục tiêu là thế Zeta của hỗn hợp xử lý cho vải bông ( $p < 0,05$ ).

*Bảng 3.8. Kết quả xác định thế Zeta của 15 mẫu vải bông theo quy hoạch hóa thực nghiệm*

Stt	Tỷ lệ hỗn hợp chiết/nước (tt/tt), A	Zeolite Ag-Zn (%), B	Hàm lượng tannin (%), C	Thế Zeta (mV) $\pm 0,2 Y$
1	0,87	0,05	0,1	-42,7
2	0,91	0,05	0,1	-42,7
3	0,87	0,15	0,1	-40,7
4	0,91	0,15	0,1	-41,0
5	0,87	0,1	0,05	-42,7
6	0,91	0,1	0,05	-42,3
7	0,87	0,1	0,15	-41,6
8	0,91	0,1	0,15	-42,8
9	0,89	0,05	0,05	-42,9
10	0,89	0,15	0,05	-41,8
11	0,89	0,05	0,15	-42,3
12	0,89	0,15	0,15	-42,7
13	0,89	0,1	0,1	-43,5
14	0,89	0,1	0,1	-43,0
15	0,89	0,1	0,1	-42,8

Giá trị chuẩn Fisher (giá trị F) khá cao cho thấy hàm mục tiêu là phù hợp với mô hình bậc hai. Ngoài ra, giá trị hồi quy ( $R^2$ ) của mô hình này là 0,945, trong khi giá trị hồi quy điều chỉnh là 0,846, giá trị p của mức độ phù hợp là 0,217, cao hơn nhiều so với giá trị 0,05. Sau khi loại bỏ các yếu tố không ảnh hưởng đến thế Zeta của hỗn hợp xử lý vải bông ( $p > 0,05$ ), phương trình thế Zeta của hỗn hợp xử lý vải bông theo các biến trên như sau:

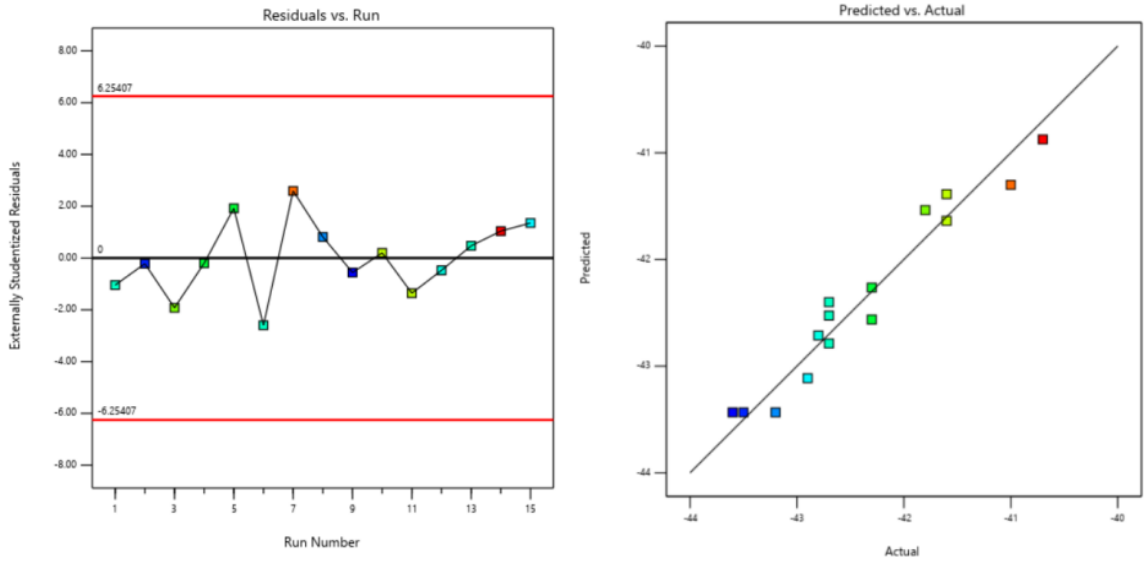
$$\text{Thế Zeta (mV)} = -43,4333 + 0,6875B + 0,729167A^2 + 0,929167 B^2 \quad (3.3)$$

Bảng 3.9. Phân tích ANOVA của mô hình bậc hai theo điện thế Zeta (mV)

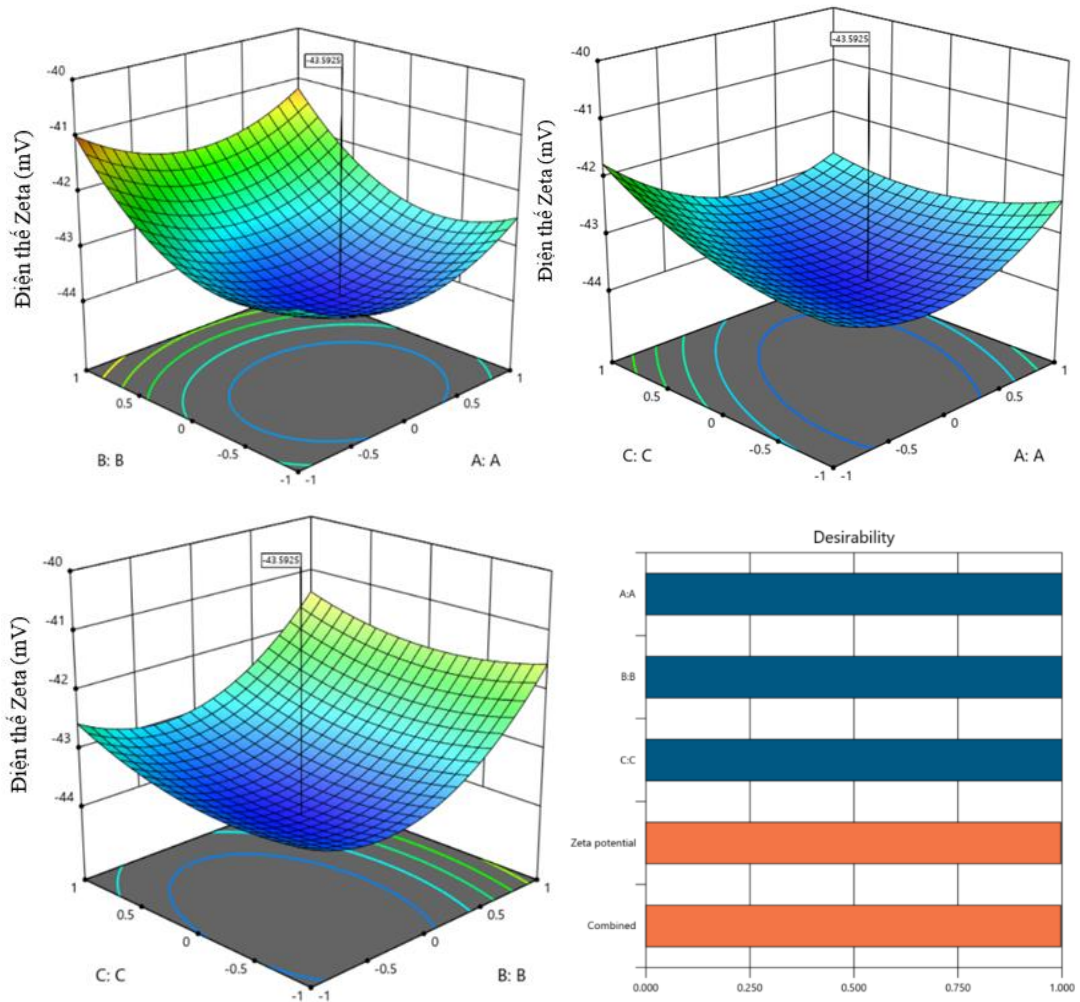
Yếu tố	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị P
Model	9,88	9	1,1	9,56	0,0114
A-A	0,1512	1	0,1512	1,32	0,3030
B-B	3,78	1	3,78	32,93	0,0023
C-C	0,245	1	0,245	2,13	0,2039
AB	0,0225	1	0,0225	0,1959	0,6765
AC	0,640	1	0,640	5,57	0,0647
BC	0,040	1	0,040	0,3483	0,5807
A <sup>2</sup>	1,96	1	1,96	17,10	0,009
B <sup>2</sup>	3,19	1	3,19	27,76	0,0033
C <sup>2</sup>	0,4631	1	0,4631	4,03	0,1009
Phần dư	0,5742	5	0,114		
Mức độ phù hợp	0,4875	3	0,162	3,75	0,2176
Sai số thuần	0,0867	2	0,043		
Tổng tương quan	10,46	14			
Giá trị hồi quy R <sup>2</sup>	0,9451				
Giá trị hồi quy điều chỉnh R <sup>2</sup>	0,8462				
Độ chính xác	9,2463				

Hình 3.8 phản ánh sự phân bố các giá trị thế Zeta của 15 mẫu vải bông được xử lý/thí nghiệm so với dự báo (đường trung tâm). Các giá trị này tập trung gần đường trung tâm, chứng tỏ sự phù hợp thế Zeta của hỗn hợp xử lý các mẫu vải bông thí nghiệm so với dự báo.

Khi thế Zeta đạt giá trị âm, các phân tử trong hỗn hợp xử lý như diospyros, tannin, hydroquinone, zeolite/Ag-Zn và các hợp chất hữu cơ khác có trong dịch chiết từ quả mặc nửa sẽ đi sâu vào các mao quản, lớp rãnh giữa của bông, phân bố đều trên bề mặt của bông làm tăng khả năng bám dính của hỗn hợp xử lý kháng khuẩn lên vải bông. Vì vậy, quá trình tối ưu hóa được thực hiện bằng phần mềm Design Expert 23.1.0 với mục tiêu tìm ra giá trị thế Zeta âm nhất trong vùng khảo sát các biến độc lập. Mức quan trọng của thế Zeta với mức ưu tiên là 5.



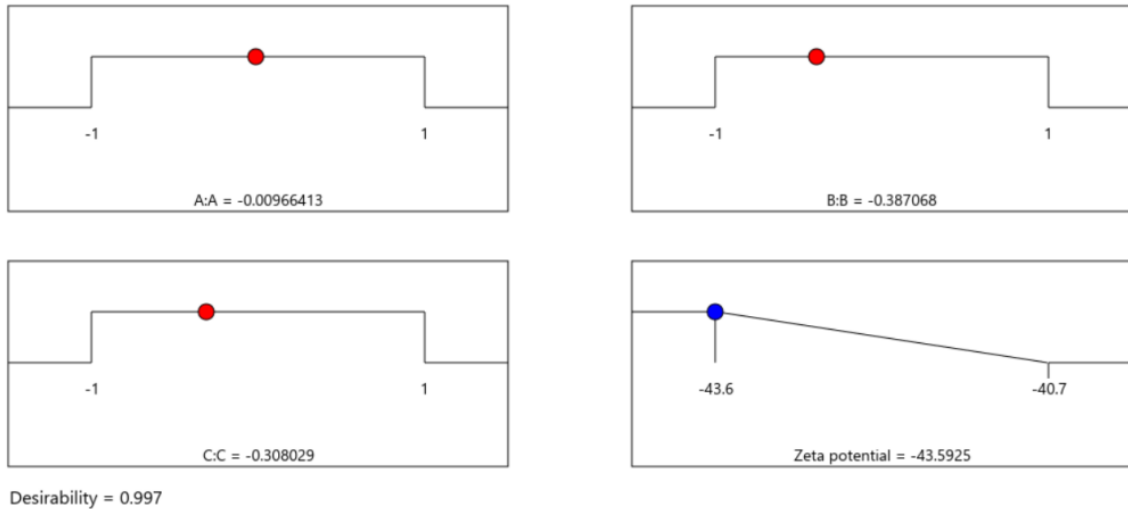
Hình 3.8. Đồ thị phân phối các giá trị thế Zeta thực tế so với giá trị dự báo



Hình 3.9. Bề mặt đáp ứng thể hiện tác động tương tác đôi của các biến công nghệ lên thế Zeta của hỗn hợp xử lý vải bông và mức độ mong muốn của thế Zeta

Hình 3.9 thể hiện các bề mặt đáp ứng tác động tương tác đôi của các biến công nghệ (tỷ lệ dịch chiết từ quả mướp dưa/nước, hàm lượng zeolite/Ag-Zn,

tannin) lên thế Zeta của hỗn hợp xử lý vải bông. Vùng màu xanh da trời là vùng tối ưu. Các vùng màu xanh da trời nhạt, xanh lục và vàng là các vùng mà giá trị tối ưu giảm dần.



Hình 3.10. Biểu đồ đường dốc của hàm mục tiêu tối ưu

Điều kiện tối ưu được thể hiện trên Hình 3.10 với giá trị dự báo thế Zeta của hỗn hợp xử lý ở điều kiện tối ưu là -43,59 mV. Điều kiện tối ưu bao gồm tỷ lệ dịch chiết mặc nửa với nước (A) là 89/100 (tt/tt), hàm lượng zeolite/Ag-Zn (B) là 0,083 %, hàm lượng tannin (C) là 0,085 %.

Bảng 3.10. Thế Zeta của hỗn hợp xử lý vải bông

Stt	Điều kiện tối ưu			Thực nghiệm	Dự đoán	RSD (%)
	Tỷ lệ dịch chiết mặc nửa so với nước (tt/tt)	Zeolite/Ag-Zn (%)	Tannin (%)	Thế Zeta (mV)	Thế Zeta (mV)	
1	89/100	0,083	0,085	-43,0	-43,59	1,35
2	89/100	0,083	0,085	-43,5	-43,59	0,23
3	89/100	0,083	0,085	-42,8	-43,59	1,81

Để kiểm tra tính phù hợp của kết quả dự đoán và kết quả thí nghiệm thực tế, 3 thí nghiệm đã được thực hiện lặp ở điều kiện tối ưu. Kết quả thu được trong Bảng 3.10 cho thấy thế Zeta thực tế của hỗn hợp xử lý vải bông ở điều kiện tối ưu dao động từ - 42,8 mV đến - 43,5 mV, giá trị độ lệch chuẩn (RSD) của các thí nghiệm nhỏ hơn 2 %. Như vậy, có sự phù hợp tốt của hàm tính toán thế Zeta theo các yếu tố phản ánh tỷ lệ thành phần hỗn hợp xử lý vải bông theo dự báo và theo thực nghiệm.

Từ kết quả giải bài toán tối ưu tỷ lệ thành phần hỗn hợp xử lý vải bông, đơn công nghệ và quy trình công nghệ xử lý vải bông kháng khuẩn như sau:

- Đơn công nghệ:

- + Vải bông dệt thoi: M (kg)
- + NaOH: a (gam)
- + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: b (ml)
- + Quả mặc nưa: M (kg)
- + Khối lượng quả mặc nưa/nước (kl/tt): 1/2
- + Tỷ lệ dịch chiết quả mặc nưa/nước (tt/tt): 89/100
- + Zeolite Ag/Zn: 0,083 % (so với khối lượng vải bông)
- + Tannin: 0,085 % (so với khối lượng vải bông)
- + Nhiệt độ xử lý: 56,5 (°C)
- + Thời gian xử lý: 90 (phút)
- + Độ pH: 4,5

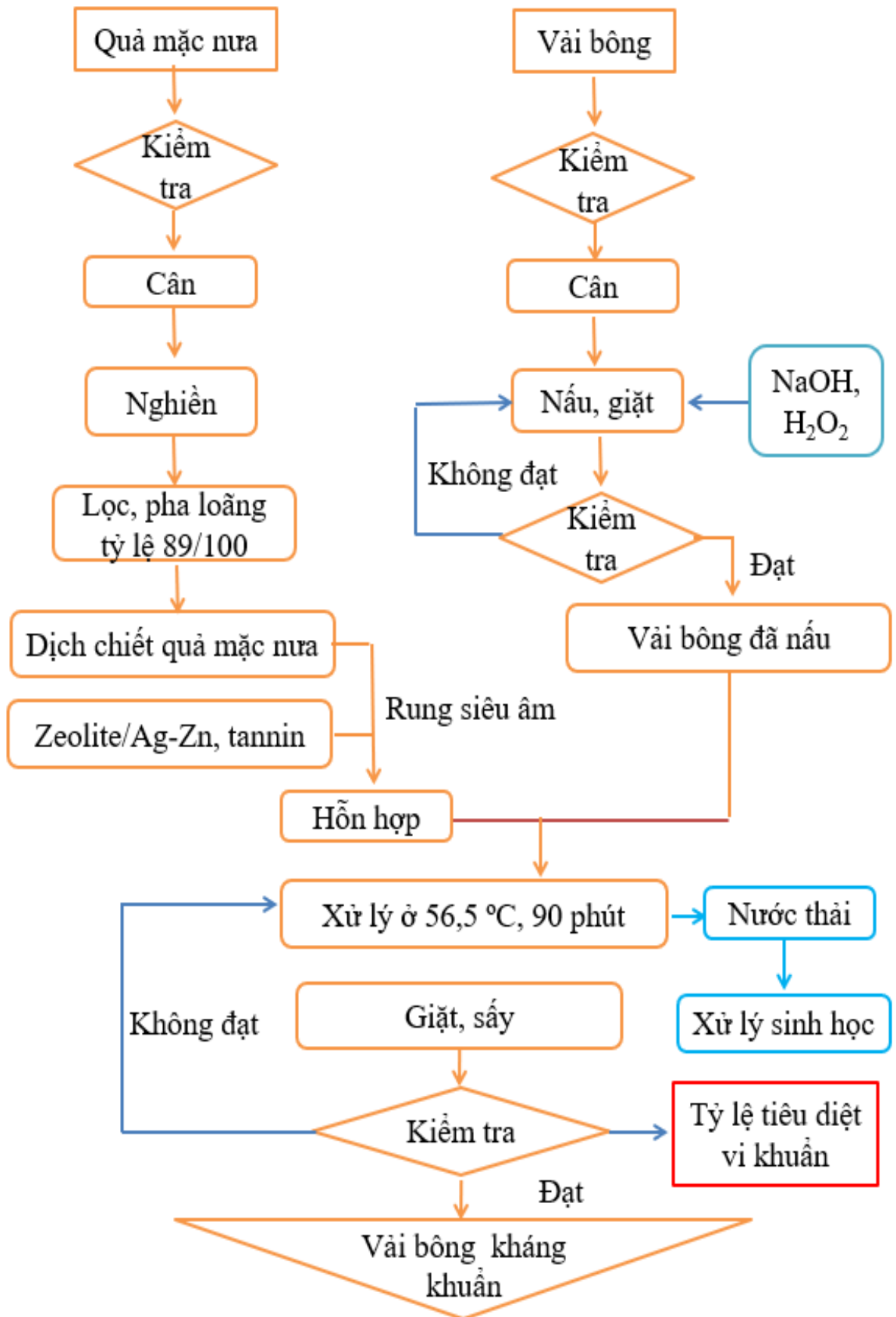
Dung tỷ: 1/20 (tỷ lệ vải so với dung dịch: kl/tt)

Sơ đồ quy trình xử lý vải bông kháng khuẩn bằng hỗn hợp (dịch chiết từ quả mặc nưa, zeolite/Ag-Zn, tannin) có tỷ lệ thành phần tối ưu được thực hiện theo sơ đồ trên Hình 3.11. Trong đó, thực hiện theo các giai đoạn sau:

+ Giai đoạn 1: Vải bông có khối lượng M (gam) được xử lý bằng NaOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ở nhiệt độ 80 °C trong thời gian 60 phút để loại bỏ tạp chất.

+ Giai đoạn 2: M (gam) quả mặc nưa rửa sạch, nghiền xới nước theo tỷ lệ khối lượng/thể tích là 1/2, sau đó lọc loại bỏ bã. Dịch chiết sau lọc pha với nước theo tỷ lệ thể tích/thể tích là 89/100 được dịch chiết xử lý. Zeolite/Ag-Zn (0,083 %) và tannin (0,085 %) được đưa vào dịch chiết xử lý tạo thành hỗn hợp, hỗn hợp sau đó được rung siêu âm, kết thúc quá trình rung siêu âm thu được hỗn hợp xử lý vải bông có tỷ lệ thành phần tối ưu.

+ Giai đoạn 3: Tiến hành xử lý kháng khuẩn cho vải bông, ở điều kiện nhiệt độ môi trường (30 °C), hỗn hợp xử lý vải bông được cấp từ từ vào thiết bị xử lý trong thời gian 5 phút. Kết thúc quá trình cấp dịch, nâng nhiệt độ của hỗn hợp xử lý trong thiết bị lên 56,5 °C (2 °C/phút). Khi nhiệt độ hỗn hợp xử lý đạt 56,5 °C, tiếp tục xử lý vải bông trong thời gian 90 phút. Sau quá trình xử lý vải bông, xả hỗn hợp khỏi thiết bị, tiến hành giặt lạnh vải bông đã xử lý bằng nước lạnh, sau đó vắt và sấy vải bông.






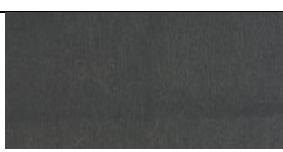
Hình 3.11. Sơ đồ quy trình xử lý vải bông kháng khuẩn bằng hỗn hợp

### 3.4. Đặc trưng, tính chất của vải bông kháng khuẩn

#### 3.4.1. Khả năng nhuộm màu của vải bông

Bảng 3.11 trình bày sự thay đổi màu sắc của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, thuốc nhuộm hoạt tính và hỗn hợp xử lý có tỷ lệ thành phần tối ưu so với vải bông trước xử lý. Có thể phân biệt được sự thay đổi màu của 3 mẫu vải bông xử lý thông qua các chỉ số  $L^*$ ,  $\Delta E^*$  và K/S.

*Bảng 3.11. Sự thay đổi màu sắc của vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, thuốc nhuộm hoạt tính và xử lý bằng hỗn hợp*

Vải bông	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$H^*$	$\Delta E^*$	K/S	Ảnh mẫu vải
Không xử lý	90,00 $\pm 0,02$	1,11 $\pm 0,01$	7,60 $\pm 0,01$	7,69 $\pm 0,01$	81,70 $\pm 0,02$	0	0,07	
Xử lý bằng dịch chiết quả mặc nưa	20,02 $\pm 0,02$	3,36 $\pm 0,01$	4,46 $\pm 0,01$	5,58 $\pm 0,01$	52,96 $\pm 0,02$	25,09 $\pm 0,01$	18,52	
Nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính	20,68 $\pm 0,02$	3,56 $\pm 0,01$	7,78 $\pm 0,01$	5,96 $\pm 0,01$	53,32 $\pm 0,02$	21,52 $\pm 0,01$	19,36	
Xử lý bằng hỗn hợp	26,78 $\pm 0,02$	2,56 $\pm 0,01$	4,85 $\pm 0,01$	5,49 $\pm 0,01$	62,21 $\pm 0,02$	22,51 $\pm 0,01$	16,09	

Dịch chiết từ quả mặc nưa, thuốc nhuộm hoạt tính và hỗn hợp xử lý có khả năng nhuộm màu cho vải bông được thể hiện bằng giá trị  $L^*$  lần lượt là 20,02; 20,68 và 26,78, từ giá trị  $L^*$  của mẫu vải bông nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính và mẫu vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa có màu sắc tương đương nhau, màu sắc của mẫu vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu có độ đậm màu giảm không đáng kể, sự giảm màu sắc này có thể do zeolite/Ag-Zn trong hỗn hợp đã thay thế một phần chất mang mỳ diospyros có trong dịch chiết của quả mặc nưa. Sự thay đổi màu sắc này cũng đúng với thực nghiệm khi sử dụng chất cầm màu (muối của kim loại nặng) đối với thuốc nhuộm tổng hợp thì độ đậm màu của mẫu vải sau nhuộm bị giảm. Độ lệch màu  $\Delta E^*$  của 3 mẫu vải bông đạt 25,09; 21,52 và 22,5, có thể thấy sự chênh lệch màu sắc của dịch chiết từ nguyên liệu tự nhiên, thuốc nhuộm tổng hợp và dịch chiết từ nguyên liệu tự nhiên bổ sung phụ gia kháng khuẩn thể hiện ở giá trị

$\Delta E^*$ . Khả năng lên màu K/S của mẫu vải bông không xử lý, mẫu vải bông xử lý bằng dịch chiết quả mặc nưa, mẫu vải bông nhuộm bằng thuốc nhuộm hoạt tính và mẫu vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu có giá trị lần lượt đạt 0,07; 18,52; 19,36 và 16,09. Khả năng lên màu của dung dịch nhuộm, dung dịch xử lý vải bông khác nhau có thể do thành phần hóa học khác nhau, kích thước phân tử của hợp chất hóa học khác nhau ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ lên vải bông.

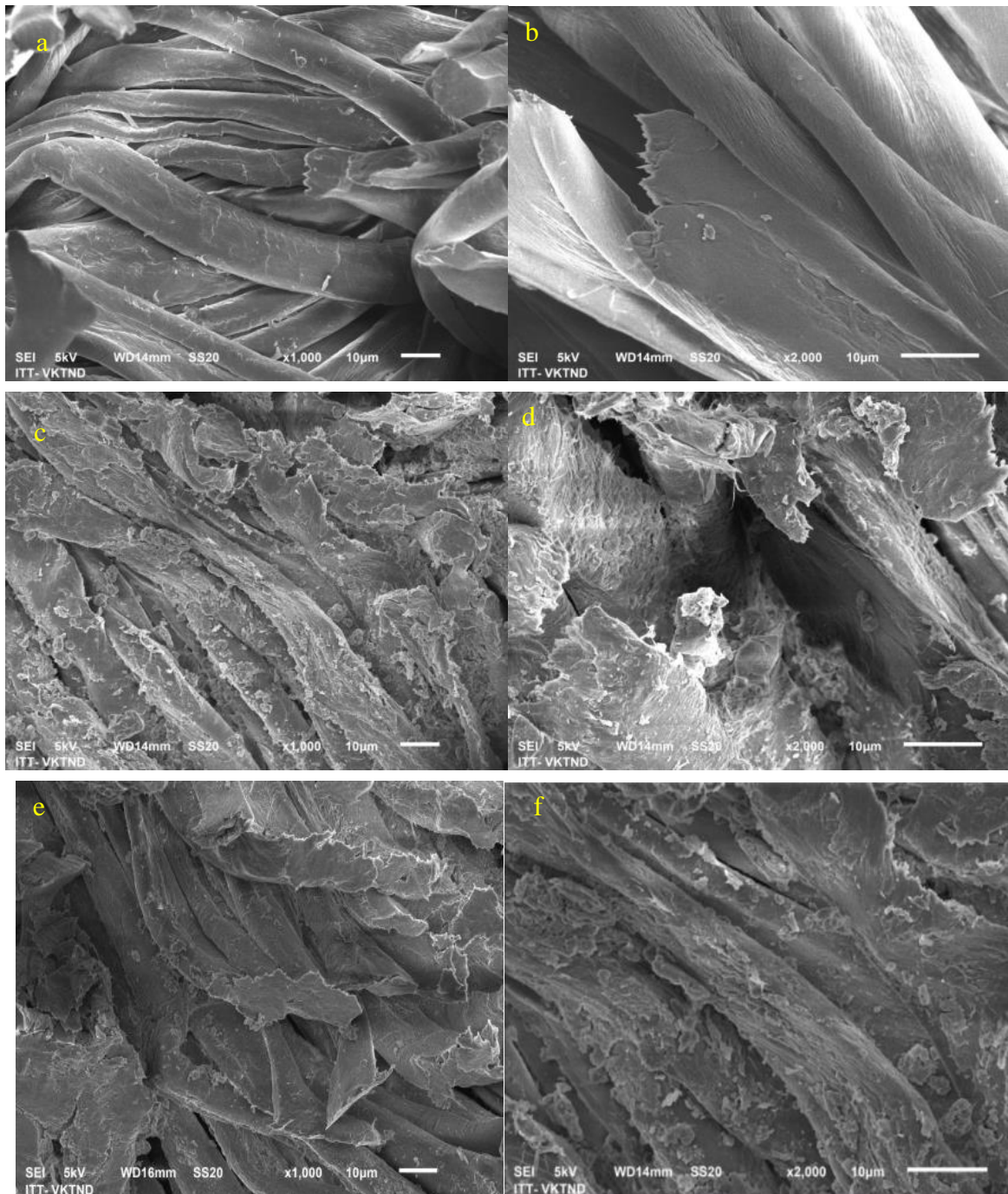
### **3.4.2. Hình thái cấu trúc của vải bông kháng khuẩn**

Ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) chụp bề mặt cắt ngang của vải bông trước khi xử lý, sau khi xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, vải bông xử lý bởi hỗn hợp chiết tách từ quả mặc nưa và các chất kháng khuẩn ở cùng độ phóng đại 1000 lần và 2000 lần được trình bày trên Hình 3.12.

Có thể thấy rõ sự khác biệt đáng kể về hình thái của 3 loại mẫu: Mẫu vải bông trước xử lý có bề mặt nhẵn, trong khi vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và mẫu vải bông xử lý bằng hỗn hợp có bề mặt nhám. Sự thay đổi bề mặt vải bông sau xử lý và vải bông sau xử lý bằng hỗn hợp là do các hợp chất mang màu như diospyros, các tác nhân kháng khuẩn như tannin, saponin, hydroquinone, các hợp chất hữu cơ khác có trong dịch chiết quả mặc nưa và các chất phụ gia kháng khuẩn zeolite/Ag-Zn và tannin đã được hấp phụ vào trong cấu trúc và bám trên bề mặt sợi bông [108]. Chúng có thể tương tác, liên kết với các đại phân tử cellulose, thấm sâu vào các mao dẫn của bông, dẫn đến sự thay đổi cấu trúc của sợi, vải bông.

Quan sát ảnh SEM của vải bông xử lý kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp (dịch chiết từ quả mặc nưa tt/tt, zeolite/Ag-Zn, tannin) có tỷ lệ thành phần tối ưu, có thể thấy bông sau xử lý kháng khuẩn xuất hiện lớp màng mỏng nằm trên bề mặt của bông. Sự thay đổi này là do các hợp chất hữu cơ có trong quả mặc nưa và các chất phụ gia đã đi sâu vào trong cấu trúc của bông như các mao quản của lớp thành xơ cũng như lớp rãnh giữa và nằm phủ đều trên bề mặt của bông...





*Hình 3.12. Ảnh SEM của vải bông trước khi xử lý (a, b), sau xử lý bằng dịch chiết quả mặc nưa (c, d) và vải bông xử lý bằng hỗn hợp (e, f), độ phóng đại 1000 lần và 2000 lần*

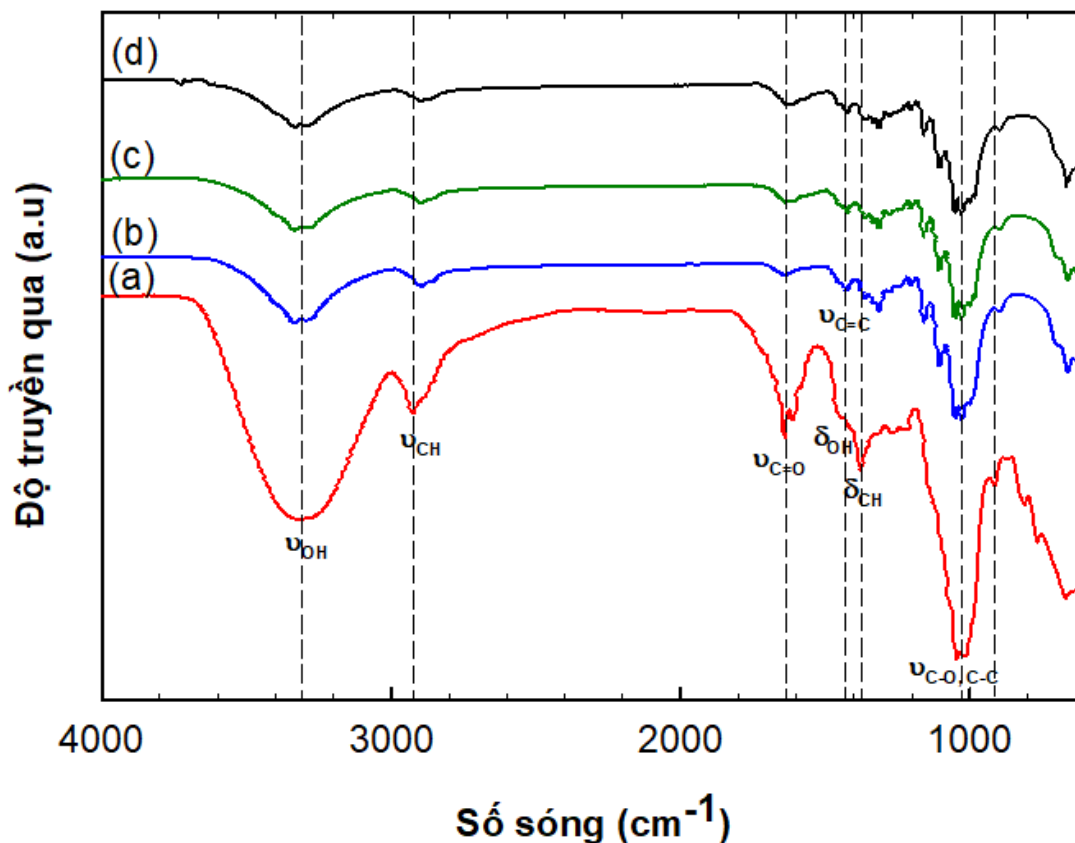
### **3.4.3. Phổ hồng ngoại của vải bông kháng khuẩn**

Hình 3.13 trình bày phổ hồng ngoại (IR) của dịch chiết quả mặc nưa trong nước (a), vải bông trước xử lý (b), vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa trong nước (c) và vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu (d). Có thể thấy các vân phổ đặc trưng cho dao động của một số nhóm chức hữu cơ trong phổ IR của dịch chiết từ quả mặc nưa trong nước như

dao động của nhóm O-H trong tannin, hydroquinone và saponin ở số sóng  $3316\text{ cm}^{-1}$ , dao động của liên kết C=O trong nhóm COOH trong tannin và dao động của liên kết C=C trong vòng thơm ở  $1641\text{ cm}^{-1}$  và  $1609\text{ cm}^{-1}$ . Ngoài ra, dao động của các liên kết C-H và C-O, C-C còn xuất hiện ở  $2924\text{ cm}^{-1}$ ,  $1379\text{ cm}^{-1}$ ,  $1046\text{ cm}^{-1}$ . Phổ IR của vải bông cũng thể hiện các vân phổ hấp thụ đặc trưng của các liên kết O-H, C-H, C-C trong cellulose [109].

Sau khi xử lý với dịch chiết từ quả mận nưa, cường độ của các vân phổ đặc trưng cho các liên kết O-H, C=O thay đổi nhẹ. Ví dụ, dao động biến dạng của các nhóm O-H trên phổ IR của mẫu vải bông xử lý ở  $1631\text{ cm}^{-1}$  do sự trùng lặp, chồng chéo (overlap) dao động biến dạng của liên kết O-H trong cellulose với dao động hóa trị của liên kết C=O trong dịch chiết từ quả mận nưa. Điều này cho thấy dịch chiết từ quả mận nưa đã có trên bề mặt và bên trong vải bông sau khi xử lý [110].

Trên các phổ IR của hỗn hợp xử lý vải bông và vải bông xử lý bởi hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu (chiết mận nưa với nước 89/100 (tt/tt), hàm lượng zeolite/Ag-Zn (B) 0,083 %, hàm lượng tannin 0,085 %) đều xuất hiện các dao động của các nhóm liên kết O-H, C-O, C=O, C-H và C-C trong hỗn hợp xử lý có tỷ lệ thành phần tối ưu và cellulose với các vân phổ đặc trưng nằm trong khoảng từ  $4000$  đến  $400\text{ cm}^{-1}$  [111]. Quá trình xử lý không làm thay đổi các nhóm chức trong cấu trúc đại phân tử cellulose của vải bông. Không quan sát được các vân phổ đặc trưng cho dao động của các phân tử hỗn hợp xử lý do sự trùng lặp, chồng lấn (overlap) với dao động của các nhóm chức của cellulose [112]. Tuy nhiên, dao động hóa trị đặc trưng cho liên kết C-O-C ở khoảng  $1250\text{ cm}^{-1}$  trên phổ IR của mẫu vải bông xử lý với dịch chiết quả mận nưa (Hình 3.13c) và vải bông xử lý với hỗn hợp (Hình 3.13d) xuất hiện với cường độ mạnh hơn đáng kể khi so sánh với mẫu vải bông chưa xử lý. Như vậy, dịch chiết từ quả mận nưa tươi và hỗn hợp xử lý vải bông đã tạo màu và tương tác, liên kết với các đại phân tử cellulose của sợi/vải bông.



Hình 3.13. Phổ IR của dịch chiết quả mặc nưa (a), vải bông chưa xử lý (b), vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa (c) và vải bông được xử lý bởi hỗn hợp (d)

#### 3.4.4. Khả năng chống tia cực tím (UV) của vải bông kháng khuẩn

Bảng 3.12 trình bày kết quả xác định khả năng chống tia UV của các mẫu vải bông trước xử lý, xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu. Có thể thấy vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp có chỉ số UPF đạt 54,08 và 52,20, trong khi, mẫu vải bông ban đầu có chỉ số UPF đạt 10,25. Phần trăm độ truyền qua của bức xạ UV-A (315 nm đến 400 nm) và UV-B (290 nm đến 315 nm) của vải bông xử lý lần lượt là 0,08 %, 0,05 %, của vải bông xử lý bằng hỗn hợp 1,98 %, 1,28 % và của vải bông chưa xử lý là 12,46 %, 8,54 %. Như vậy, khả năng chống tia UV của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp tăng đáng kể so với vải bông chưa xử lý (chênh lệch 81,05 % và 80,36 %). Điều này có thể giải thích bởi dịch chiết từ quả mặc nưa và hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu chứa các hợp chất diospyros và polyphenol có thể hấp thụ bức xạ tia UV [113] nên nó có khả năng chống tia UV tốt (giá trị UPF cao và tỷ lệ truyền tia UV-A, UV-B thấp).

Tannin, thành phần chính trong dịch chiết được lưu giữ trên sợi bông/vải có thể hoạt động như một tấm chắn (barrier) tia UV [114]. Ngoài ra, cấu trúc xốp của zeolite/Ag-Zn kết hợp các hợp chất hữu cơ như polyphenol, tannin trong hỗn hợp ở bề mặt của vải bông có thể hấp thụ tia UV như một chất ổn định quang cho các đại phân tử cellulose trong sợi/vải bông [115, 116].

*Bảng 3.12. Khả năng chống tia UV của vải bông*

<b>Mẫu vải bông</b>	<b>UPF</b>	<b>UV-A Truyền qua (%)</b>	<b>UV-B Truyền qua (%)</b>
Trước xử lý	10,25	12,46	8,54
Xử lý bằng dịch chiết quả mặc nưa	54,08	0,08	0,05
Xử lý bằng hỗn hợp	52,2	1,98	1,28

Theo công bố của Wilson đối với sản phẩm dệt may khi chỉ số UPF có giá trị từ 25 – 39 thì khả năng chống tia UV của sản phẩm là tốt, khi chỉ số UPF có giá trị từ 40 – 50 thì khả năng chống tia UV của sản phẩm là rất tốt. Có thể thấy giá trị UPF của vải bông xử lý kháng khuẩn bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu giảm nhẹ so với vải bông xử lý kháng khuẩn bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, nhưng cả hai loại vải bông kháng khuẩn này đều có khả năng chống tia UV rất tốt (giá trị UPF > 50) đảm bảo theo quy chuẩn đối với sản phẩm dệt may theo tiêu chuẩn ASTM 6544 [117].

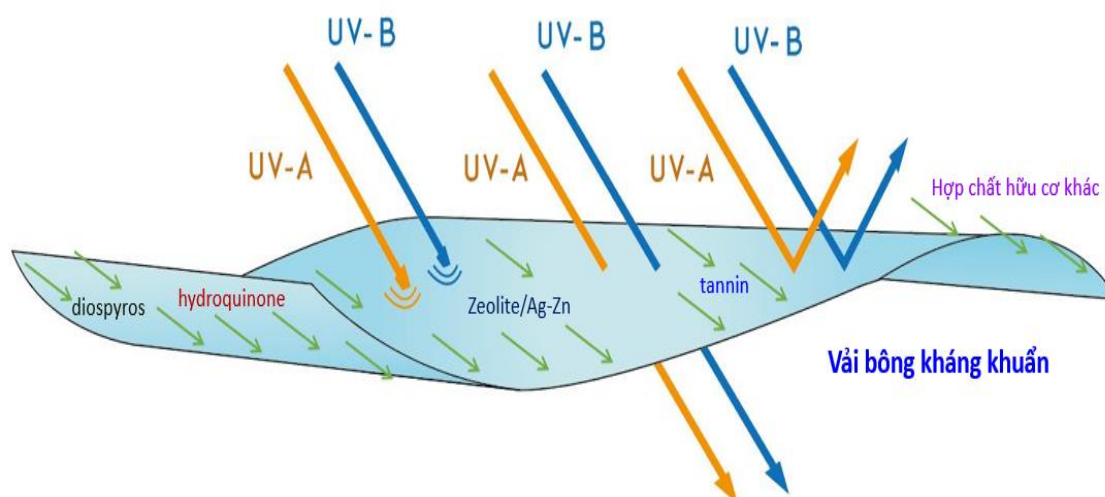
Khả năng bảo vệ con người khỏi bức xạ tia cực tím UV của hàng dệt may phụ thuộc vào nhiều yếu tố, cụ thể là thành phần hóa học của sợi và độ xốp, độ dày và khối lượng trên một đơn vị diện tích của sản phẩm dệt may. Hơn nữa, sự có mặt của các hợp chất hữu cơ từ tự nhiên hoặc các sản phẩm hoàn thiện khác có khả năng hấp thụ bức xạ UV, chuyển đổi nó thành nhiệt và có thể làm giảm sự truyền nhiệt hoặc truyền qua của tia UV qua các lớp vải nền [118, 119].

Đánh giá sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khả năng chống tia UV của mẫu vải bông trước xử lý, mẫu vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và mẫu vải bông xử lý bằng hỗn hợp được thể hiện trong Bảng 3.13. Có thể thấy giá trị p của các cặp mẫu đều nhỏ hơn 0,05, vì vậy, khả năng chống tia UV của mẫu vải bông trước xử lý, mẫu vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và mẫu vải bông xử lý bằng hỗn hợp khác biệt có ý nghĩa thống kê.

*Bảng 3.13. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về khả năng chống tia UV*

Cặp giá trị mẫu vải bông trước xử lý, xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa và xử lý bằng hỗn hợp	Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị Q	Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị p	Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê
Trước xử lý - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa	647,0200	0,0010053	** p<0,01
Trước xử lý- Xử lý bằng hỗn hợp	619,2674	0,0010053	** p<0,01
Xử lý bằng hỗn hợp - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa	27,7526	0,0010053	** p<0,01

Khả năng chống tia UV của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu được minh họa trên Hình 3.14.



*Hình 3.14. Minh họa khả năng chống tia UV của vải bông xử lý kháng khuẩn*

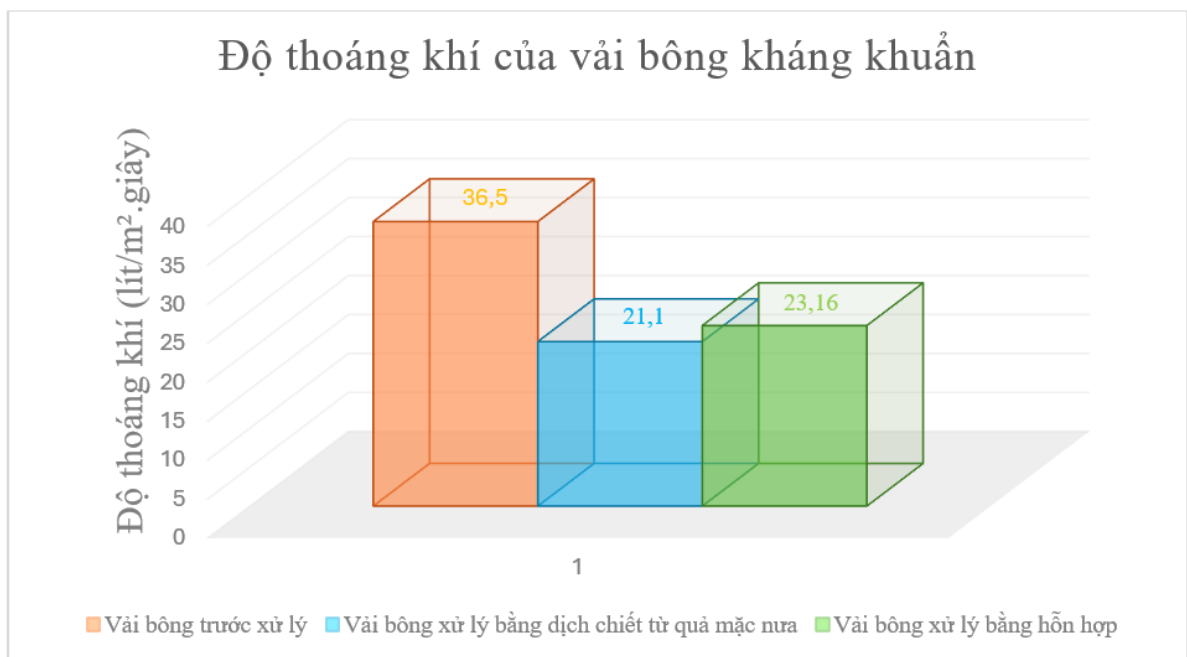
### **3.4.5. Độ thoáng khí của vải bông kháng khuẩn**

Kết quả trên Hình 3.15 cho thấy độ thoáng khí của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa là 21,1 lít/m<sup>2</sup>.giây, vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu là 23,16 lít/m<sup>2</sup>.giây, thấp hơn so với độ thoáng khí của vải bông trước xử lý 36,5 lít/m<sup>2</sup>.giây. Độ thoáng khí của mẫu vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa và vải bông xử lý bởi hỗn hợp giảm tương đối (lần lượt là 42,19 %, giảm 36,55 %) có thể là do các phân tử có kích thước nhỏ của dịch chiết từ quả mận nưa, tannin, zeolite/Ag-Zn đi sâu vào các mao quản của bông, vào vùng xen kẽ giữa các bông và lấp đầy khe hở của bông, dẫn đến cấu trúc của bông chặt chẽ hơn (như đã trình bày ở kết quả phân tích ảnh SEM như đã trình bày ở mục 3.4.2), đã ngăn cản sự thoát khí nên làm giảm độ thoáng khí của vải bông [120]. Tuy



nhiên, vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp vẫn đáp ứng yêu cầu về độ thoáng khí [121, 122].

Nguyên nhân tăng độ thoáng khí của vải bông xử lý bằng hỗn hợp so với vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa có thể do zeolite/Ag-Zn đi sâu vào trong mao quản và phủ đều trên bề mặt vải bông làm giảm sự hình thành lớp màng của hợp chất hữu cơ trên bề mặt vải bông. Lớp màng này không phủ kín các khe trống trong cấu trúc vải nên độ thoáng khí của vải bông xử lý bằng hỗn hợp tăng nhẹ so với mẫu vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa.

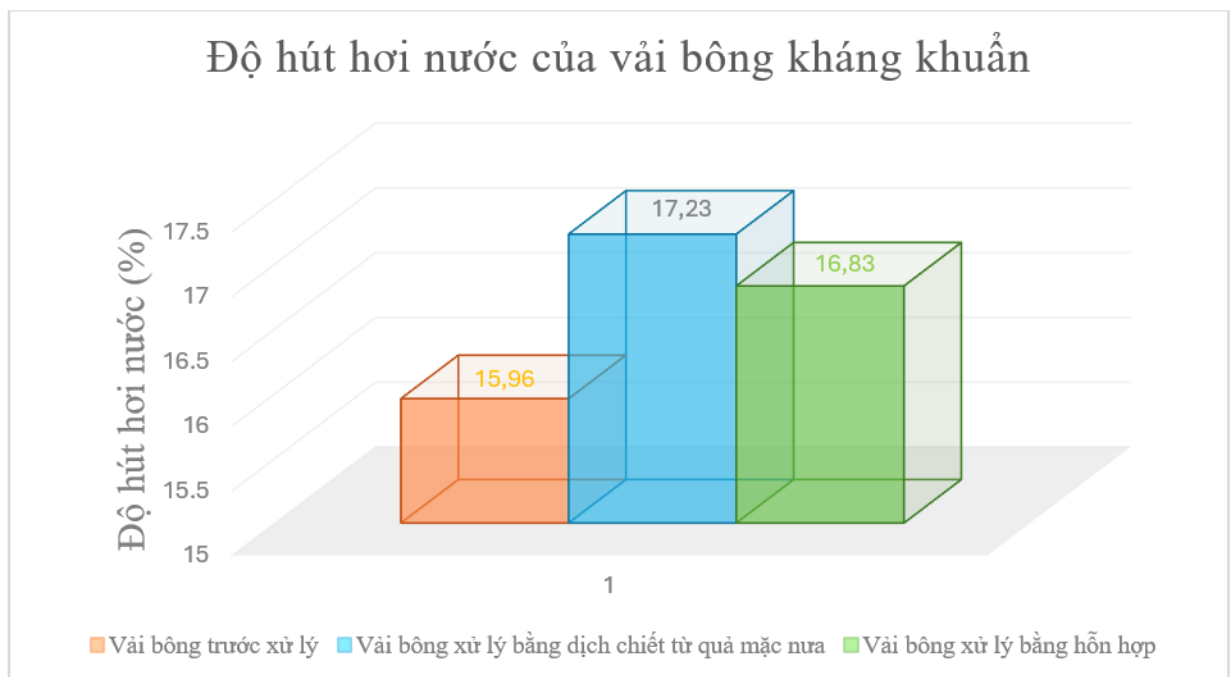


Hình 3.15. Độ thoáng khí của vải bông kháng khuẩn

#### 3.4.6. Độ hút hơi nước của vải bông kháng khuẩn

Hình 3.16 trình bày kết quả xác định độ hút hơi nước của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu và vải bông trước xử lý lần lượt là 17,23 %, 16,83 % và 15,96 %. Có thể thấy, độ hút hơi nước của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp tăng nhẹ (5,27 %, 5,17 %) so với độ hút hơi nước của vải bông không xử lý. Điều này được giải thích bởi các phân tử saponin, tannin, hydroquinone (các chất phân cực, khá ưa nước) đưa vào vải bông dễ tương tác với nước, do đó, các sợi bông bị trương nở nên hút nước mạnh hơn, làm cho vải bông sau xử lý có độ hút hơi nước cao hơn so với vải bông trước xử lý [123, 124]. Khi cho zeolite/Ag-Zn vào hỗn hợp xử lý làm giảm khả năng hút hơi nước của vải bông [125].

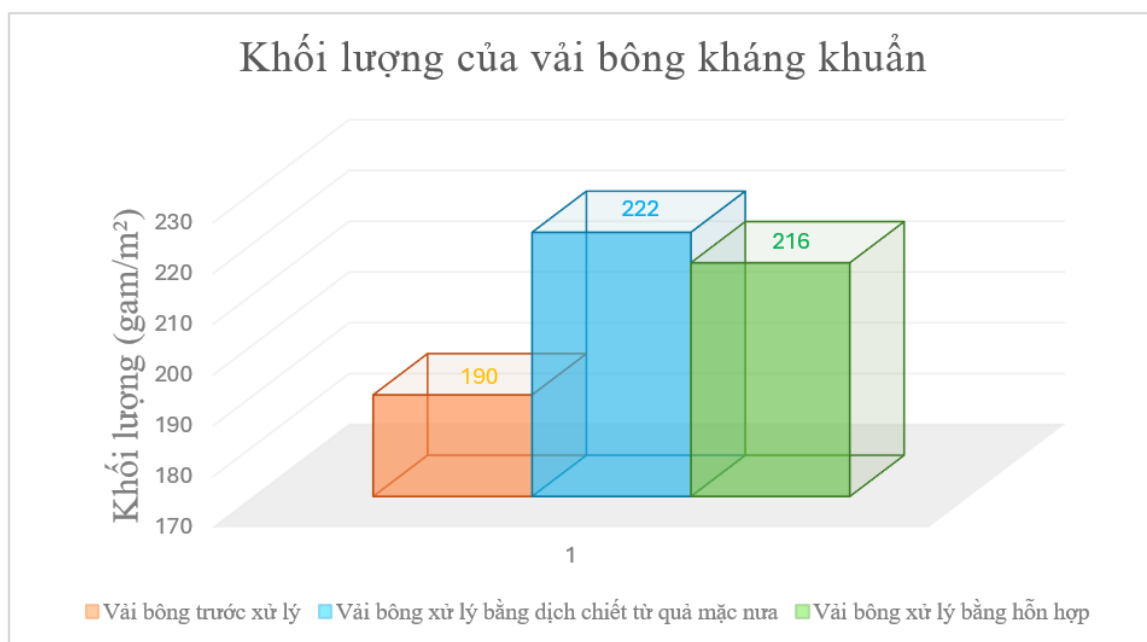
Khả năng hút hơi nước của vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu giảm nhẹ so với vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa, có thể do zeolite/Ag-Zn trong hỗn hợp không chứa các nhóm ưa nước, khi xử lý vải bông zeolite/Ag-Zn đã đi sâu vào trong lớp rãnh giữa, các mao quản của bông, làm giảm các hợp chất có chứa các nhóm ưa nước (OH, COOH) như tannin, diospyros, hydroquinone... liên kết với bông vì vậy vải bông xử lý bằng hỗn hợp có độ hút hơi nước giảm nhẹ so với vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa.



*Hình 3.16. Độ hút hơi nước của vải bông kháng khuẩn*

### **3.4.7. Khối lượng của vải bông kháng khuẩn**

Kết quả trên Hình 3.17 cho thấy khối lượng của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu là 222 g/m<sup>2</sup> và 216 g/m<sup>2</sup>, trong khi khối lượng của vải bông trước xử lý là 190 g/m<sup>2</sup>. Như vậy, khối lượng của vải bông kháng khuẩn tăng 14,42 % và 12,04 % so với khối lượng của vải bông trước xử lý. Điều này có thể giải thích bởi các phân tử saponin, tannin, hydroquinone, zeolit/Ag-Zn đã thấm sâu vào các mao quản bông, vào vùng xen kẽ giữa cấu trúc của bông và lấp đầy khe hở của vải bông. Ngoài ra, chúng cũng tương tác hoặc liên kết với các đại phân tử cellulose trong bông. Do đó, khối lượng của vải bông tăng tương đối, khả năng tạo màng giảm dẫn đến giảm khối lượng vải bông.



*Hình 3.17. Khối lượng của vải bông kháng khuẩn*

#### **3.4.8. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của vải bông kháng khuẩn**

Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của vải bông trước và sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu theo hướng dọc và hướng ngang được thể hiện theo các số liệu trong các Bảng 3.14 và Bảng 3.15. Có thể thấy, độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt theo hướng dọc và theo hướng ngang của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa và xử lý bằng hỗn hợp lớn hơn so với vải bông trước xử lý. Cụ thể, theo hướng dọc, độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của vải bông xử lý bởi dịch chiết từ quả mận nưa tăng tương ứng 22,3 % và 19,5 %, của vải bông xử lý bằng hỗn hợp tăng tương ứng 16,8 % và 17,2 % so với mẫu vải bông trước xử lý. Theo hướng ngang, độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa tăng tương ứng 29,1 % và 25,8 %, của vải bông xử lý bằng hỗn hợp tăng tương ứng 17,6 % và 18 % so với mẫu vải bông trước xử lý. Như vậy, độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt theo hướng dọc và theo hướng ngang của hai mẫu vải bông kháng khuẩn đều tăng trên 15 % (tăng tính chất cơ học cho vải bông sau xử lý).

Sự tăng độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của mẫu vải bông kháng khuẩn có thể do tannin trong dịch chiết từ quả mận nưa liên kết, tương tác với các nhóm OH của vải bông thông qua các liên kết hydro và Van der Waals, dẫn tới làm tăng độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của vải bông [126]. Ngoài ra, các hợp chất hữu cơ trong dịch chiết từ quả mận nưa và zeolite/Ag-Zn đi



vào trong và giữa các sợi bông làm cho cấu trúc của vải bông chặt chẽ hơn cũng là một nguyên nhân làm tăng tính chất cơ học của vải bông sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp theo cả hướng dọc và hướng ngang của vải bông.

*Bảng 3.14. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt theo hướng dọc của các mẫu vải bông kháng khuẩn*

Vải bông	Độ bền kéo đứt (Nm)					Độ giãn dài khi đứt (mm)				
	Hướng dọc					Hướng dọc				
	L1	L2	L3	TB	Tăng (%)	L1	L2	L3	TB	Tăng (%)
Trước xử lý	519	519	518	519	0	56,16	56,16	56,38	56,23	0
Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	668	667	668	668	22,3	69,89	69,88	67,90	69,89	19,5
Xử lý bằng hỗn hợp	625	624	624	624	16,8	67,91	67,92	67,90	67,91	17,2

*Bảng 3.15. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt theo hướng ngang của các mẫu vải bông kháng khuẩn*

Vải bông	Độ bền kéo đứt (Nm)					Độ giãn dài khi đứt (mm)				
	Hướng ngang					Hướng ngang				
	L1	L2	L3	TB	Tăng (%)	L1	L2	L3	TB	Tăng (%)
Trước xử lý	309	308	309	309	0	33,50	33,39	33,50	33,45	0
Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	436	435	436	436	29,1	45,09	45,18	45,12	45,23	25,8
Xử lý bằng hỗn hợp	365	374	375	375	17,6	40,80	40,78	40,79	40,79	18

Đánh giá sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của độ bền kéo đứt theo hướng dọc, hướng ngang, độ giãn dài khi đứt theo hướng dọc, hướng ngang của mẫu vải bông trước xử lý, mẫu vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và mẫu vải bông xử lý bằng hỗn hợp được thể hiện trong các Bảng 3.16 – 3.19. Có thể thấy giá trị p của các cặp mẫu đều nhỏ hơn 0,05, vì vậy, độ bền đứt theo hướng dọc, hướng ngang, độ giãn dài khi đứt theo hướng dọc, hướng ngang của mẫu vải bông trước xử lý, mẫu vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và mẫu vải bông xử lý bằng hỗn hợp có ý nghĩa thống kê.

*Bảng 3.16. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về độ bền kéo đứt theo hướng dọc của các mẫu vải bông*

<b>Cặp giá trị mẫu vải bông trước xử lý, xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và xử lý bằng hỗn hợp</b>	<b>Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị Q</b>	<b>Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị p</b>	<b>Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê</b>
Trước xử lý - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	447,0000	0,0010053	** p<0,01
Trước xử lý- Xử lý bằng bằng hỗn hợp	317,0000	0,0010053	** p<0,01
Xử lý bằng bằng hỗn hợp - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	130,0000	0,0010053	** p<0,01

*Bảng 3.17. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về độ giãn dài khi đứt theo hướng dọc của các mẫu vải bông*

<b>Cặp giá trị mẫu vải bông trước xử lý, xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và xử lý bằng hỗn hợp</b>	<b>Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị Q</b>	<b>Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị p</b>	<b>Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê</b>
Trước xử lý - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	127,1116	0,0010053	** p<0,01
Trước xử lý- Xử lý bằng bằng hỗn hợp	110,0796	0,0010053	** p<0,01
Xử lý bằng bằng hỗn hợp - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	17,0320	0,0010053	** p<0,01

*Bảng 3.18. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về độ bền kéo đứt theo hướng ngang của các mẫu vải bông*

<b>Cặp giá trị mẫu vải bông trước xử lý, xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và xử lý bằng hỗn hợp</b>	<b>Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị Q</b>	<b>Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị p</b>	<b>Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê</b>
Trước xử lý - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	68,4296	0,0010053	** p<0,01
Trước xử lý- Xử lý bằng bằng hỗn hợp	33,7658	0,0010053	** p<0,01
Xử lý bằng bằng hỗn hợp - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	34,6638	0,0010053	** p<0,01

*Bảng 3.19. Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giãn dài khi đứt theo hướng ngang của các mẫu vải bông*

<b>Cấp giá trị mẫu vải bông</b>	<b>Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị Q</b>	<b>Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giá trị p</b>	<b>Kết quả sự khác biệt có ý nghĩa thống kê</b>
Trước xử lý - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	443,3103	0,0010053	** p<0,01
Trước xử lý- Xử lý bằng hỗn hợp	278,3989	0,0010053	** p<0,01
Xử lý bằng hỗn hợp - Xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	164,9114	0,0010053	** p<0,01

### **3.4.9. Độ bền màu của vải bông kháng khuẩn**

Độ bền màu với giặt của cả 2 mẫu vải bông sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu sau 1, 10, 20, 30 số lần giặt lần lượt đạt cấp 5, cấp 4, cấp 3 - 4 và cấp 3 thể hiện trong Bảng 3.20.

*Bảng 3.20. Độ bền màu với giặt của vải bông kháng khuẩn*

<b>Chỉ tiêu</b>	<b>Đơn vị</b>	<b>Số lần giặt</b>			
		<b>1</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
Độ bền màu giặt của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa	Cấp	5	4	3-4	3
Độ bền màu của vải bông xử lý bằng hỗn hợp	Cấp	5	4	3-4	3

Có thể thấy, cả 2 mẫu vải bông kháng khuẩn có độ bền màu với giặt khá tốt. Sau 30 lần giặt, độ bền màu của 2 loại vải bông kháng khuẩn giảm 2 cấp. Điều này có thể giải thích bởi trong quá trình giặt, dung dịch xà phòng đã loại bỏ một phần chất màu diospyros, tannin trên vải bông, rửa trôi các hợp chất hữu cơ bám trên bề mặt vải bông nên làm giảm độ bền màu của vải bông. Tuy nhiên, xà phòng không làm ảnh hưởng nhiều đến các hợp chất hữu cơ, zeolite/Ag-Zn ở sâu bên trong sợi bông, do đó, mẫu vải bông kháng khuẩn sau 30 số lần giặt vẫn có độ bền màu đạt cấp 3.

Vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu có độ bền màu với ma sát ở cấp độ 4, 3 và độ bền màu với ánh sáng ở cấp độ 7, 6 được thể hiện trong Bảng 3.21. Vải bông kháng khuẩn có độ bền màu với ma sát ở mức khá, trong khi độ bền màu với ánh

sáng ở mức cao. Điều này có thể giải thích bởi diospyros trong dịch chiết và trong hỗn hợp đưa vào vải bông dễ bị oxy hóa bởi oxy không khí và bức xạ ánh sáng làm cho màu sắc của vải bông có thể đậm màu hơn [127]. Độ bền màu với ma sát của vải bông xử lý ở mức khá, có thể là ảnh hưởng mạnh của lực ma sát của thiết bị thử nghiệm và dung môi xăng trắng đã giảm tương tác giữa các phân tử có xử lý và bông [127].

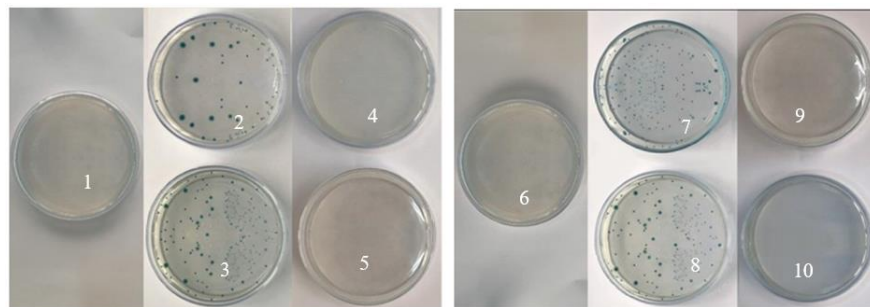
*Bảng 3.21. Độ bền màu của vải bông xử lý với ma sát và ánh sáng*

Chỉ tiêu	Đơn vị	Độ bền màu với ma sát	Độ bền màu với ánh sáng
Vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa	Cấp	4/5	7/8
Vải bông xử lý bằng hỗn hợp	Cấp	3/5	6/8

### **3.4.10. Khả năng kháng khuẩn của vải bông sau xử lý**

#### **3.4.10.1. Khả năng kháng khuẩn của vải bông sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu**

Kết quả thử nghiệm khả năng kháng khuẩn của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa, vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu trên các Hình 3.18 và trong Bảng 3.22 cho thấy tỷ lệ các vi khuẩn *S. aureus* và *E. coli* bị tiêu diệt đạt 99,9 % và 99,99 %. Khả năng kháng khuẩn tốt của vải bông xử lý là do các tác nhân kháng khuẩn như zeolite/Ag-Zn và tannin, flavonoids trong hỗn hợp xử lý được hấp phụ trên vải bông. Các tác nhân này trung hòa enzyme, phá vỡ thành tế bào và ức chế sự phát triển của các vi khuẩn [128]. Đặc biệt, zeolite/Ag-Zn ổn định với ánh sáng và không bị phân hủy nên là thành phần chính duy trì hoạt tính kháng khuẩn cho vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu. Vì vậy vải bông kháng khuẩn nêu trên có tiềm năng ứng dụng cao trong lĩnh vực dệt may và lĩnh vực y tế...



*Staphylococcus aureus*

*Escherichia coli*

*Hình 3.18. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dung dịch huyền phù của vải bông xử lý bằng hỗn hợp và mẫu đối chứng*

Bảng 3.22. Khả năng kháng khuẩn của vải bông

Chỉ tiêu			Kết quả
Vải bông xử lý bởi dịch chiết từ quả mặc nưa ở điều kiện tối ưu	<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,8 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,0 \times 10^2$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>99,90</b>
	<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,9 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,0 \times 10^2$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>99,90</b>
Vải bông xử lý bởi hỗn hợp với tỷ lệ tối ưu	<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,8 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,0 \times 10^2$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>99,99</b>
	<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,8 \times 10^5$
		24 giờ, CFU/mẫu	$1,0 \times 10^2$
		<b>% Suy giảm</b>	<b>99,99</b>

Trong điều kiện nhiệt độ  $34 \pm 2$  °C, độ ẩm  $75 \pm 2$  %, khả năng kháng khuẩn theo thời gian của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* giảm dần theo thời gian (Bảng 3.23).

Bảng 3.23. Khả năng kháng khuẩn theo thời gian của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa

Chỉ tiêu		Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn theo tiêu chuẩn AATCC TM100 – 2019						
		Nhiệt độ $34 \pm 2$ °C, độ ẩm $75 \pm 2$ %						
		24 (giờ)	120 (giờ)	240 (giờ)	360 (giờ)	480 (giờ)	600 (giờ)	720 (giờ)
<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$
	24 giờ, CFU/mẫu	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$
	<b>% Suy giảm</b>	<b>99,99</b>	<b>93,55</b>	<b>81,79</b>	<b>71,25</b>	<b>65,82</b>	<b>52,24</b>	<b>30,92</b>
<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$
	24 giờ, CFU/mẫu	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$
	<b>% Suy giảm</b>	<b>99,99</b>	<b>92,96</b>	<b>81,56</b>	<b>71,78</b>	<b>65,52</b>	<b>52,05</b>	<b>30,65</b>

Sau 24 giờ, khả năng kháng khuẩn với hai chủng vi khuẩn đạt giá trị cao là 99,90 %. Sau 120 giờ, 240 giờ, 360 giờ, 480 giờ, 600 giờ, 720 giờ khả năng kháng khuẩn của vải bông giảm dần. Sau 720 giờ khả năng kháng khuẩn theo thời gian của vải bông nhuộm bằng dịch chiết từ quả mặc nưa với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* giảm 69,08 % và 69,35 % trong Bảng 3.23. Điều này có thể giải thích các thành phần kháng khuẩn trong vải xử lý như flavonoids,

tannin có thể bị phân hủy theo thời gian, do tác động của nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, dẫn đến suy giảm khả năng kháng khuẩn của vải.

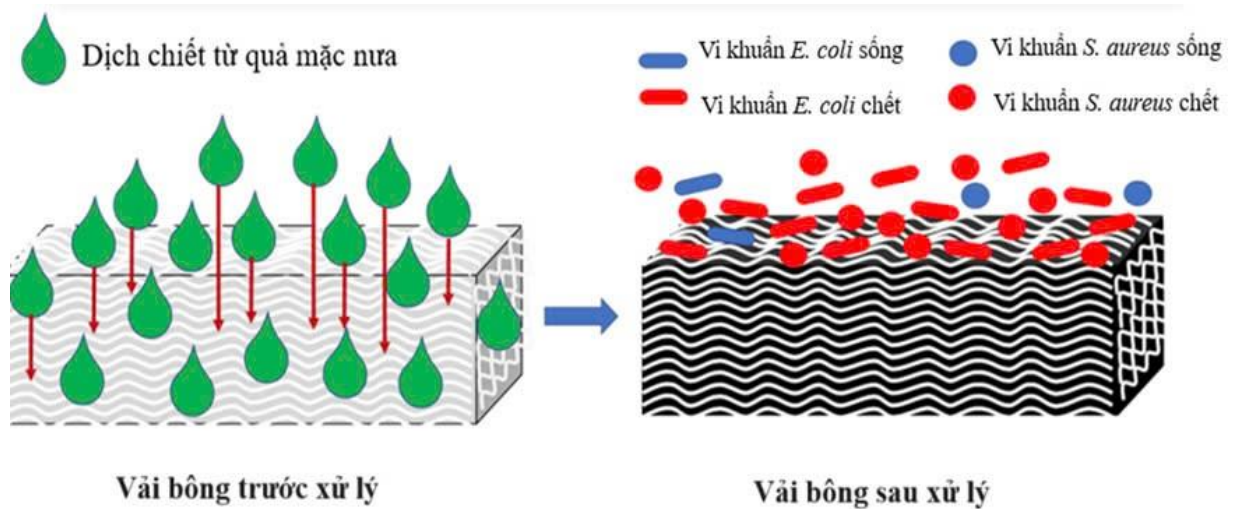
Trong điều kiện nhiệt độ  $34 \pm 2$  °C, độ ẩm  $75 \pm 2$  %, khả năng kháng khuẩn theo thời gian của vải bông xử bằng hỗn hợp từ quả mướp đắng và chất kháng khuẩn với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* không thay đổi nhiều theo thời gian (Bảng 3.24). Sau 24 giờ, 120 giờ và 240, khả năng kháng khuẩn với hai chủng vi khuẩn đạt giá trị cao là 99,99 %. Sau 360 giờ, 480 giờ, 600 giờ, 720 giờ, khả năng kháng khuẩn của vải bông với hai chủng vi khuẩn suy giảm không đáng kể. Sau 720 giờ, khả năng kháng khuẩn theo thời gian của vải bông xử lý bằng hỗn hợp từ quả mướp đắng và chất kháng khuẩn với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus*, giảm tương ứng 3,31 % và 3,21 % (Bảng 3.24). Điều này có thể giải thích thành phần zeolite/Ag-Zn, tannin trong hợp chất kháng khuẩn kết hợp với flavonoids, tannin trong quả mướp đắng sau khi nhuộm cho vải bông cùng tham gia kháng khuẩn. Trong đó zeolite/Ag-Zn, tannin vô hiệu hóa enzyme, phá vỡ thành tế bào, ngăn cản sự sinh trưởng của vi khuẩn [129].

*Bảng 3.24. Khả năng kháng khuẩn theo thời gian của vải bông xử lý bằng hỗn hợp quả mướp đắng kết hợp với các chất kháng khuẩn zeolite mang Ag-Zn, tannin*

Chỉ tiêu		Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn theo tiêu chuẩn AATCC TM100 – 2019						
		Nhiệt độ $34 \pm 2$ °C, độ ẩm $75 \pm 2$ %						
		24 (giờ)	120 (giờ)	240 (giờ)	360 (giờ)	480 (giờ)	600 (giờ)	720 (giờ)
<i>E. coli</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$
	24 giờ, CFU/mẫu	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$
	% Suy giảm	<b>99,99</b>	<b>99,99</b>	<b>99,99</b>	<b>99,05</b>	<b>98,32</b>	<b>97,45</b>	<b>96,68</b>
<i>S. aureus</i>	0 giờ, CFU/mẫu	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$
	24 giờ, CFU/mẫu	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$
	% Suy giảm	<b>99,99</b>	<b>99,99</b>	<b>99,99</b>	<b>99,18</b>	<b>98,56</b>	<b>97,67</b>	<b>96,78</b>

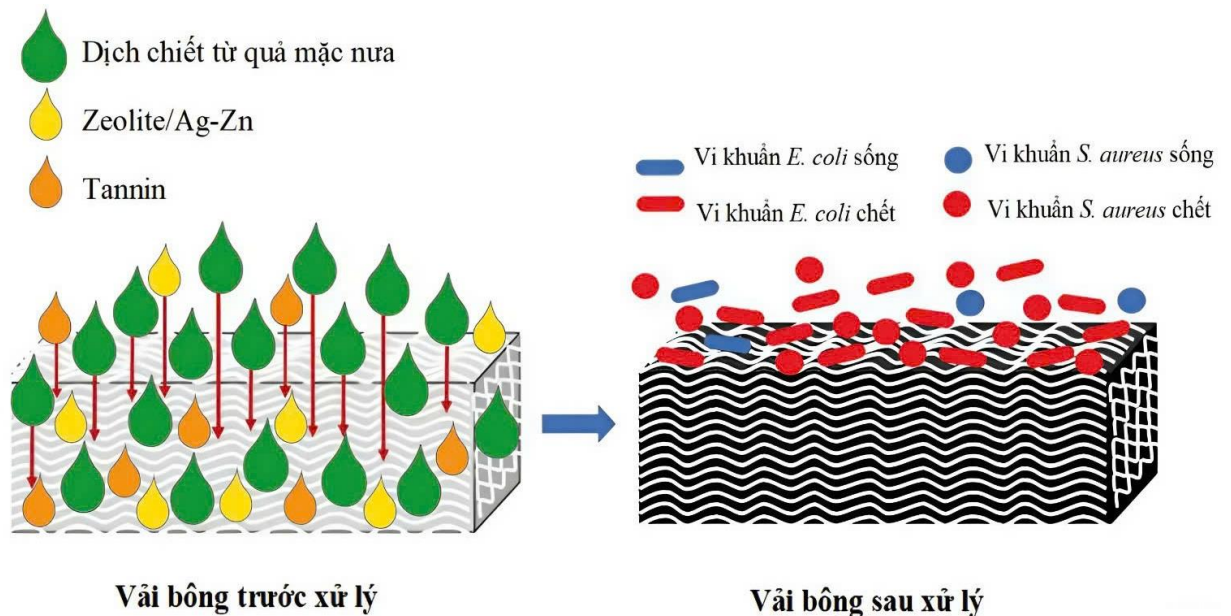
Như vậy, để tăng khả năng kháng khuẩn và độ bền kháng khuẩn cho vải bông, ngoài dịch chiết từ quả mướp đắng cần bổ sung thêm zeolite/Ag-Zn và tannin vào dung dịch để tạo hỗn hợp xử lý kháng khuẩn cho vải bông là cần thiết.

Khả năng diệt khuẩn của vải bông trước và sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mướp đắng được minh họa trên Hình 3.19.



Hình 3.19. Minh họa khả năng diệt khuẩn của vải bông trước và sau xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa

Khả năng diệt khuẩn của vải bông trước và sau xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu (dịch chiết từ quả mận nưa, zeolite/Ag-Zn, tannin) được minh họa trên Hình 3.20.



Hình 3.20. Minh họa khả năng diệt khuẩn của vải bông trước và sau xử lý bằng hỗn hợp

#### 3.4.10.2. Khả năng kháng khuẩn của vải bông sau giặt

Kết quả đánh giá hiệu quả kháng khuẩn đối với vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* của vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mận nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu sau các chu trình giặt được trình bày trong Bảng 3.25 và trên Hình 3.21.

- Sau 10 lần giặt với dung dịch xà phòng, hiệu quả kháng khuẩn của vải bông đối với 2 chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* như sau:

+ Vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa: Tỷ lệ các vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* bị tiêu diệt là 71,35 %, 71,44 %, giảm tương ứng là 28,64 %, 28,55 % so với vải bông xử lý trước khi giặt.

+ Vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu: Tỷ lệ các vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* tiêu diệt là 95,05 %, 95,12 %, giảm tương ứng là 4,94 %, 4,87 % so với vải bông xử lý bằng hỗn hợp trước khi giặt.

- Sau 20 lần giặt với dung dịch xà phòng, hiệu quả kháng khuẩn của vải bông đối với 2 chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* như sau:

+ Vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa: Tỷ lệ các vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* bị tiêu diệt là 56,65 %, 56,79 %, giảm tương ứng là 43,34 %, 43,20 % so với vải bông xử lý trước khi giặt.

+ Vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu: Tỷ lệ các vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* bị tiêu diệt là 90,27 %, 90,88 %, giảm tương ứng là 9,72 %, 9,11 % so với vải bông xử lý bằng hỗn hợp trước khi giặt.

- Sau 30 lần giặt với dung dịch xà phòng, hiệu quả kháng khuẩn của vải bông đối với 2 chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* như sau:

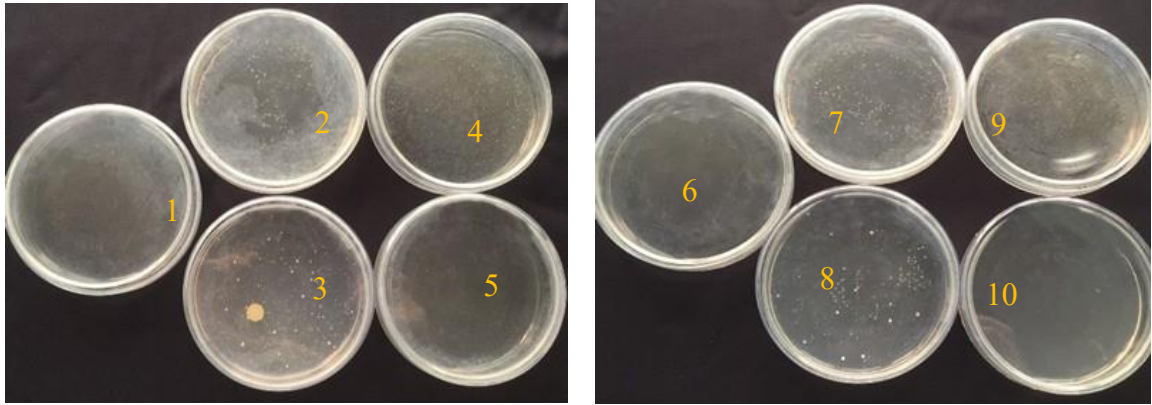
+ Vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa: Tỷ lệ các vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* bị tiêu diệt là 30,33 %, 30,45 %, giảm tương ứng là 69,67 %, 69,55 % so với vải bông xử lý trước khi giặt.

+ Vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu: Tỷ lệ các vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* bị tiêu diệt là 85,36 %, 85,78 %, giảm tương ứng là 14,63 %, 14,21 % so với vải bông xử lý bằng hỗn hợp trước khi giặt.

Như vậy, khi tăng số lần giặt, khả năng tiêu diệt đối với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* của vải bông xử lý giảm dần. Sự giảm hiệu quả kháng khuẩn theo thời gian có thể là do trong quá trình giặt vải bông kháng khuẩn, dung dịch xà phòng đã phản ứng hoặc tương tác với các chất hữu cơ xử lý trên vải bông, làm rửa trôi hoặc mất hoạt tính của các chất này, dẫn đến hiệu quả kháng khuẩn của vải giảm dần. Khả năng kháng khuẩn của vải bông kháng khuẩn đối với vi khuẩn *S. aureus* cao hơn *E. coli* vì *E. coli* là vi khuẩn gram âm, có thêm lớp bảo vệ phospholipid chứa lipopolysaccharide tích điện âm, bảo vệ vi khuẩn gram âm chống lại sự tác động của polyphenol [130].



Từ kết quả phân tích khả năng kháng khuẩn của 2 loại vải bông nói trên sau 30 lần giặt, có thể ứng dụng vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mướp nhai cho sản phẩm dùng một lần như khẩu trang y tế, bông tắm... Vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu có thể ứng dụng cho sản phẩm sử dụng nhiều lần như trang phục trong lĩnh vực y tế, các loại khăn bông...



*Staphylococcus aureus*

*Escherichia coli*

Hình 3.21. Ảnh bề mặt của đĩa thạch chứa dung dịch huyền phù của vải bông xử lý bằng hỗn hợp sau 30 lần giặt và mẫu đối chứng

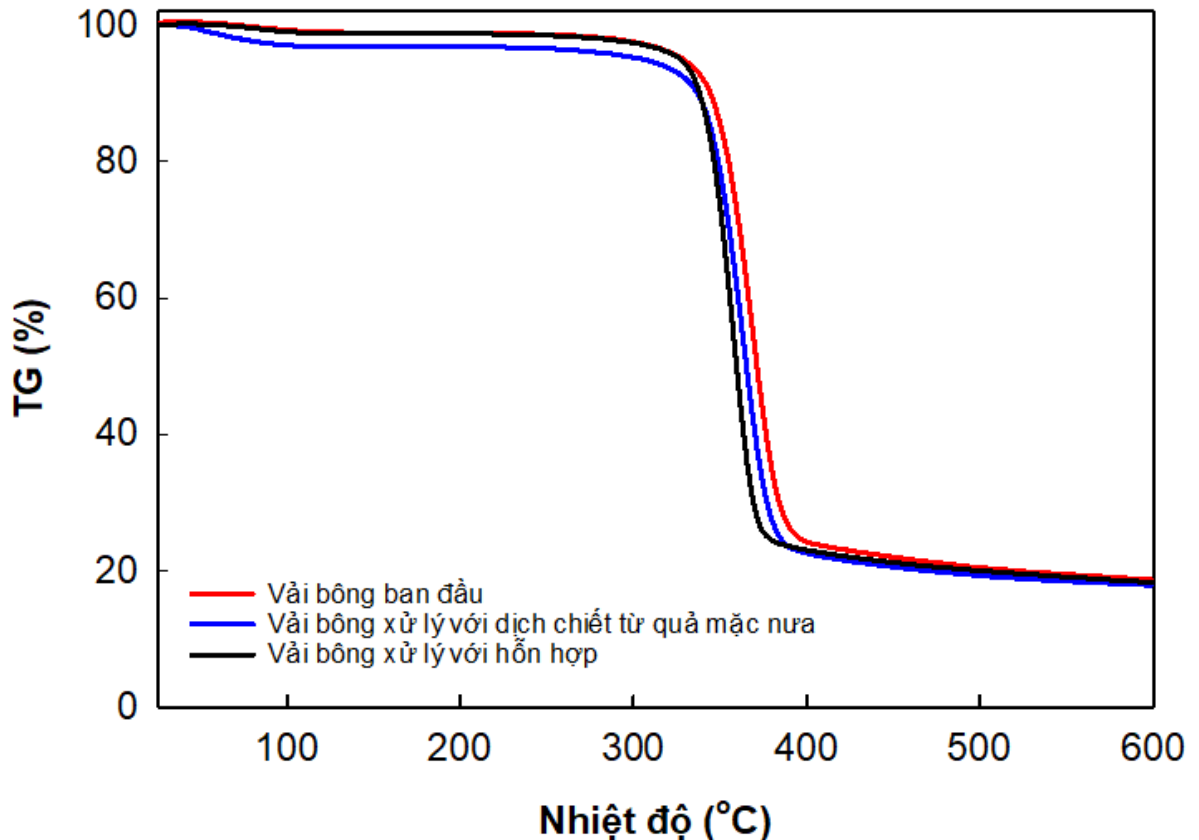
Bảng 3.25. Tỷ lệ suy giảm vi khuẩn (%) của vải bông theo số lần giặt

Số lần giặt		10	20	30
Tỷ lệ suy giảm vi khuẩn (%) của vải bông xử lý bằng dịch chiết quả mướp nhai	<i>E. coli</i>	71,35	56,65	30,33
	<i>S. aureus</i>	71,44	56,79	30,45
Tỷ lệ suy giảm vi khuẩn (%) của vải bông xử lý bằng hỗn hợp	<i>E. coli</i>	95,05	90,27	85,36
	<i>S. aureus</i>	95,12	90,88	85,78

#### 3.4.11. Độ bền nhiệt của vải bông kháng khuẩn

Các Hình 3.22, 3.23, trình bày giản đồ phân tích nhiệt - khối lượng (TGA) và vi phân đường TG (DrTG) của mẫu vải bông trước xử lý, vải bông xử lý bởi dịch chiết từ quả mướp nhai và mẫu vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu. Có thể thấy, ở nhiệt độ thấp hơn 100 °C, vải bông trước xử lý có khối lượng tổn hao 1,22 % là do hơi ẩm trong mẫu bay hơi. Mẫu vải hấp thụ ẩm bởi sợi bông là các đại phân tử cellulose ưa nước và dễ bị hydrat hóa [131]. Khi mẫu được gia nhiệt liên tục đến 300 °C, khối lượng mẫu gần như không thay đổi. Tuy nhiên, khi tăng nhiệt độ trên 300 °C, mẫu bị phân hủy mạnh với nhiệt độ bắt đầu phân hủy là 347,7 °C. Từ giản đồ DrTG, có thể thấy mẫu vải bông trước xử lý chỉ bị phân hủy theo một giai đoạn với nhiệt độ phân hủy cực đại là 368,7 °C. Sự giảm khối lượng của mẫu trong giai đoạn này (suy

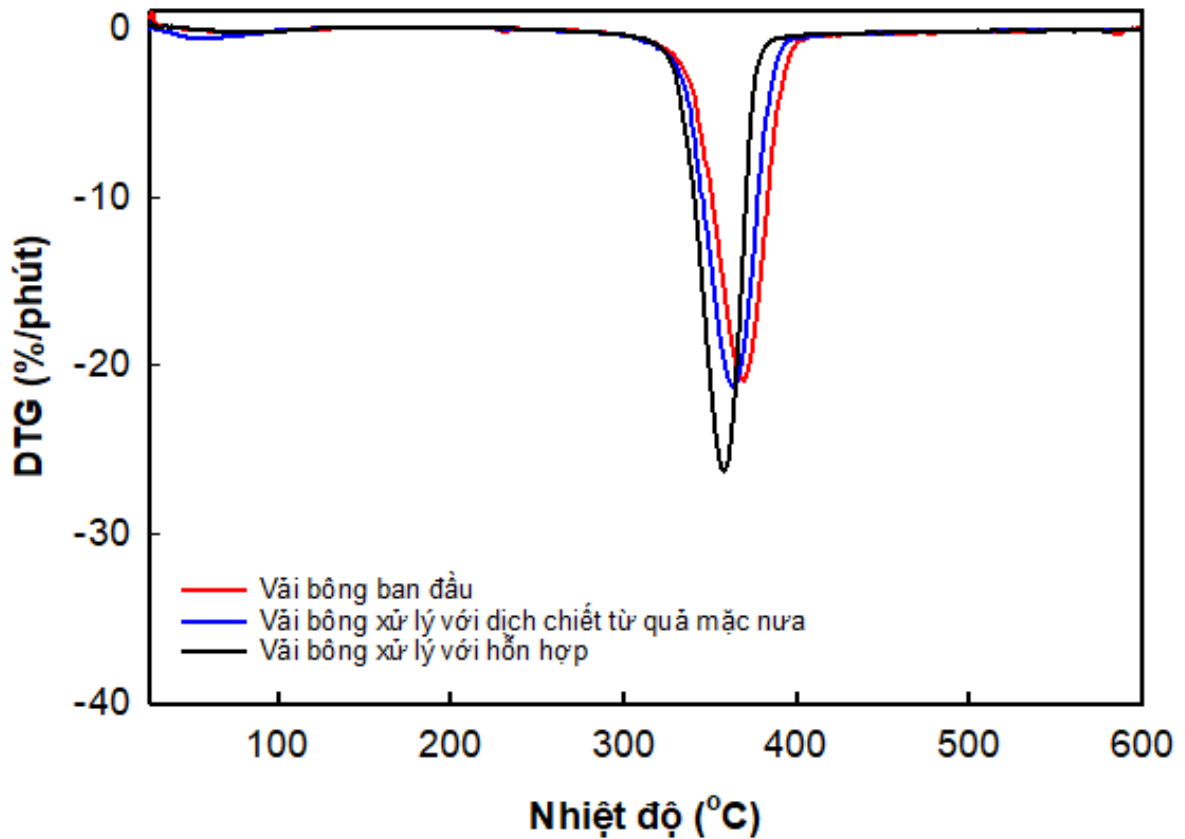
giảm 80,51 % khối lượng) chủ yếu là do sự phá vỡ các liên kết C-C trong cấu trúc cellulose của bông tạo thành các hợp chất có khối lượng phân tử thấp hơn (dễ bay hơi) và muội than (phần rắn) [132]. Dư lượng than của mẫu là 18,27 % ở 600 °C là do các chuỗi hydrocarbon trong các đại phân tử cellulose bị phân hủy trong quá trình gia nhiệt ở nhiệt độ cao [133].



Hình 3.22. Giảm độ TG của vải bông trước xử lý, vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mướp dưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp

Dựa vào các Hình 3.22, 3.23, có thể thấy vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mướp dưa bị phân hủy theo hai giai đoạn. Ở giai đoạn đầu, từ nhiệt độ phòng đến 100 °C, khối lượng mẫu bị tổn hao 3,1 % là do ẩm và các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi được xử lý lên vải bông bị bay hơi. Khi tăng nhiệt độ lên 300 °C, khối lượng của mẫu cũng không thay đổi, tương tự như mẫu vải bông không xử lý. Điều này cho thấy cả vải bông và vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mướp dưa đều có khả năng chịu nhiệt cao. Khi nhiệt độ tăng liên tục từ 300 °C đến 600 °C, mẫu vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mướp dưa bị phân hủy mạnh. Nhiệt độ bắt đầu phân hủy và nhiệt độ phân hủy cực đại của mẫu lần lượt là 343,0 °C và 363,2 °C. Các giá trị này chênh lệch không đáng kể so với mẫu vải bông trước xử lý. Dư lượng than của mẫu vải bông xử lý ở nhiệt độ

600 °C là 17,88 %, thấp hơn so với mẫu vải bông trước xử lý. Sự khác biệt này có thể là do sự phân hủy của các hợp chất hữu cơ xử lý trên vải bông ở nhiệt độ cao.



Hình 3.23. Giảm đồ DTG của vải bông trước xử lý, vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp

Vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu cũng bị phân hủy theo 2 giai đoạn trên Hình 3.22, 3.23. Ở giai đoạn đầu, từ nhiệt độ phòng đến 100 °C, khối lượng mẫu bị tổn hao là do nước và các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi trên vải bông bị bay hơi. Khi tăng nhiệt độ lên 300 °C, khối lượng của mẫu không thay đổi, tương tự như mẫu vải bông xử lý. Điều này cho thấy vải bông kháng khuẩn này có khả năng chịu nhiệt cao. Khi nhiệt độ tăng liên tục từ 300 °C đến 600 °C, mẫu vải bông bị phân hủy mạnh. Nhiệt độ bắt đầu phân hủy và nhiệt độ phân hủy cực đại của mẫu lần lượt là 357,9 °C và 373,3 °C. Các giá trị này chênh lệch không đáng kể so với mẫu vải bông trước xử lý. Dư lượng than của mẫu vải bông kháng khuẩn ở nhiệt độ 600 °C là 18,29 %, thấp hơn so với mẫu vải bông trước xử lý. Sự khác biệt này có thể là do sự phân hủy của các hợp chất hữu cơ trên vải bông ở nhiệt độ cao, hàm lượng

zeolite/Ag-Zn, tannin có tỷ lệ sử dụng thấp và phân bố đều trong vải bông. Từ kết quả phân tích độ bền nhiệt, có thể thấy 2 loại vải bông kháng khuẩn tương đối bền ở nhiệt độ thường và dưới 100 °C. Từ 100 °C đến 300 °C, chúng bị phân hủy từ từ, chỉ khi nhiệt độ trên 300 °C, 2 loại vải bông kháng khuẩn trên mới bị phân hủy mạnh. Do đó, không nên ứng dụng thực tế 2 loại vải này trong môi trường có nhiệt độ lớn hơn 100 °C.

### **3.4.12. Hàm lượng formaldehyde và một số amine thơm của vải bông kháng khuẩn**

#### **3.4.12.1. Hàm lượng formaldehyde trong vải bông kháng khuẩn**

Kết quả trong Bảng 3.26, cho thấy không có formaldehyde trong vải bông xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu. Theo quy chuẩn quốc gia Việt Nam QCVN 01:2017/BCT, mức giới hạn hàm lượng formaldehyde trong sản phẩm dệt may không được vượt quá các giá trị quy định như sản phẩm dệt may cho trẻ em dưới 36 tháng tuổi (mức giới hạn tối đa 30 mg/kg), sản phẩm dệt may tiếp xúc trực tiếp với da (mức giới hạn tối đa 75 mg/kg), sản phẩm dệt may không tiếp xúc trực tiếp với da (mức giới hạn tối đa 300 mg/kg). Sau 3 lần thử nghiệm, vải bông kháng khuẩn này an toàn và đáp ứng được yêu cầu đối với sản phẩm dệt may cho các đối tượng khác nhau, trong đó có trẻ em.

*Bảng 3.26. Hàm lượng formaldehyde trong vải bông kháng khuẩn*

Stt	Hóa chất	Tiêu chuẩn	Kết quả		
			Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3
1	Formaldehyde (mg/kg)	ISO 14184-1: 2011	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3
			Không	Không	Không

#### **3.4.12.2. Hàm lượng một số amine thơm của vải bông kháng khuẩn**

Các amine thơm bị cấm theo quy định trong quy chuẩn quốc gia Việt Nam QCVN 01:2017/BCT đối với sản phẩm dệt may. Kết quả trong Bảng 3.27, cho thấy sau 3 lần thử nghiệm đối với vải bông kháng khuẩn được xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu, không có các amine thơm bị cấm. Điều đó cho thấy vải bông xử lý bằng hỗn hợp trên đảm bảo an toàn, đáp ứng yêu cầu chất lượng theo quy chuẩn quốc gia Việt Nam QCVN 01:2017/BCT.

Bảng 3.27. Các amine thơm bị cấm không có trong vải bông kháng khuẩn

Xác định hợp chất	Hợp chất		Tiêu chuẩn	Kết quả		
	Phân loại	Mã		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3
Xác định chất màu azo (mg/kg)	4-Amineobiphenyl	92-67-1	EN 14262-1:2012	Không	Không	Không
	Benzidin	92-87-5		Không	Không	Không
	4-Chloro-o-toluidine	95-69-2		Không	Không	Không
	2-Naphtylaminee	91-59-8		Không	Không	Không
	p-Chloroaniline	106-47-8		Không	Không	Không
	2,4- Xylidine	95-68-1		Không	Không	Không
	4,4'- Diamineodiphenylmetan	101-77-9		Không	Không	Không
	3,3'-Diclobenzidine	91-94-1		Không	Không	Không
	3,3'-Dimethoxybenzidine	119-90-4		Không	Không	Không
	3,3'-diclobiphenyl-4,4'-ylendiamine	91-94-1		Không	Không	Không
	3,3'-Dimetylbenzidine	119-93-7		Không	Không	Không
	p-Cresidine	120-71-8		Không	Không	Không
	4,4'-Metylen-bis (2-clo-anilin)	101-14-4		Không	Không	Không
	4,4'-Oxydianiline	101-80-4		Không	Không	Không
	4,4'-Thiodianiline	139-65-1		Không	Không	Không
	o-Toluidine	95-53-4		Không	Không	Không
	2-4-Toluyldiaminee	95-80-7		Không	Không	Không
	2,4,5-Trimetylanilin	137-17-7		Không	Không	Không
	o-Amineoazotoluene	97-56-3		Không	Không	Không
	2-Amineo-4-nitrotolune	99-55-8		Không	Không	Không
o-Anisidine(2-methoxyanilin)	90-04-0	Không	Không	Không		
4-Amineoazobenzen	60-09-3	Không	Không	Không		
2,4-Xylidine	87-62-7	Không	Không	Không		
2,6-Xylidine	87-62-7	Không	Không	Không		

Từ kết quả phân tích hàm lượng formaldehyde và một số amine thơm trên vải bông kháng khuẩn, có thể thấy vải bông trong nghiên cứu này đạt yêu cầu về tính an toàn đối với người sử dụng, thân thiện với môi trường.

### 3.5. Đánh giá mức độ ô nhiễm của nước thải sau quá trình xử lý vải bông

Từ kết quả phân tích các chỉ số nước thải như nhu cầu oxy sinh học (BOD), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn hòa tan (TDS), tổng chất rắn lơ lửng (TSS) và pH sau quá trình xử lý bởi thuốc nhuộm hoạt tính (Remazol Deep Black - RGB), dịch chiết từ quả mặc nưa và hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu (Bảng 3.28), ta thấy:

- Chỉ số BOD: Đạt giá trị là 1258 mg/l, 586 mg/l và 580 mg/l, tăng tương ứng 25,16 lần, 11,72 lần và 11,6 lần so với chỉ số tiêu chuẩn là 50 mg/l.
- Chỉ số COD: Đạt giá trị 1768 mg/l, 1809 mg/l và 1780 mg/l, tăng tương ứng 8,93 lần, 9,45 lần và 8,9 lần so với chỉ số tiêu chuẩn là 200 mg/l.
- Chỉ số TDS: Đạt giá trị là 2350 mg/l, 1960 mg/l và 1900 mg/l, tăng tương ứng 1,12 lần, giảm tương ứng 0,93 lần và 0,90 lần so với chỉ số tiêu chuẩn là 2100 mg/l.
- Chỉ số TSS: Đạt giá trị là 279 mg/l, 146 mg/l và 140 mg/l, tăng tương ứng 1,86 lần, giảm tương ứng 0,97 lần và 0,93 lần so với chỉ số tiêu chuẩn là 150 mg/l.
- Chỉ số pH: Đạt giá trị là 9,6; 6 và 6, vượt quá giới hạn cho phép 1,07 lần và nằm trong giới hạn pH cho phép so với chỉ số tiêu chuẩn là 5,5 – 9.

Như vậy, giá trị BOD<sub>5</sub> (nhu cầu oxy sinh hóa mẫu nước thải được xác định sau 5 ngày ủ) của nước thải sau quá trình xử lý vải bông bởi dịch chiết từ quả mặc nưa và hỗn hợp xử lý vải bông thấp hơn đáng kể so với xử lý bởi thuốc nhuộm hoạt tính. Tỷ lệ BOD/COD (B/C) của nước thải vải bông sau xử lý bởi thuốc nhuộm hoạt tính, bởi dịch chiết từ quả mặc nưa và hỗn hợp xử lý vải bông có giá trị lần lượt là 0,32, 0,32 và 0,70. Với các giá trị B/C nêu trên, nước thải sau quá trình xử lý vải bông bởi dịch chiết từ quả mặc nưa và hỗn hợp xử lý vải bông sẽ dễ dàng xử lý hơn so với nước thải sau xử lý bởi thuốc nhuộm hoạt tính [134, 135]. Điều này có thể giải thích bởi xử lý vải bông bằng thuốc nhuộm tổng hợp, thành phần COD cao là do lượng thuốc xử lý tận trích chưa hết lên vải và cấu tạo mạch vòng của thuốc nhuộm hoạt tính dẫn tới vi sinh khó phân hủy thuốc xử lý tổng hợp hơn. Ngoài ra, dịch chiết từ quả mặc nưa và hỗn hợp xử lý vải bông có chỉ số COD cao chủ yếu là các chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học, dẫn tới chỉ số BOD<sub>5</sub> cao [136].

Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) của nước thải sau quá trình xử lý vải bông bởi dịch chiết từ quả mặc nưa và hỗn hợp xử lý vải bông thấp hơn so với nước thải sau vải

bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính, giá trị TSS lần lượt là 146, 140 và 279 mg/l. Điều này được giải thích bởi dịch chiết từ quả mặc nưa và hỗn hợp xử lý vải bông hòa tan tốt hơn thuốc nhuộm hoạt tính. Mặt khác, hàm lượng đáng kể các chất rắn lơ lửng trong nước thải sau xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, xử lý bằng hỗn hợp có thành phần tối ưu đã bị giảm do các tác động siêu âm, cơ hóa và oxy hóa [137]. Giá trị tổng chất rắn hòa tan (TDS) trong nước thải sau xử lý vải bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính cao hơn so với nước thải sau xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa là 16,6 %, cao hơn hỗn hợp xử lý vải bông là 19,1 %. Điều này được giải thích là do trong quá trình xử lý hoàn tất vải xử lý bằng thuốc nhuộm hoạt tính, một lượng lớn muối như  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  và các chất phụ trợ đã được sử dụng [138].

Nước thải sau xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, hỗn hợp xử lý vải bông chủ yếu là các hợp chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học, vì vậy, quá trình xử lý sinh học nước thải sau xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa, hỗn hợp xử lý vải bông thường được sử dụng vì vận hành đơn giản, linh hoạt, chi phí thấp do khả năng loại bỏ COD tốt, thân thiện với môi trường [139-141]. Đối với nước thải sau xử lý vải bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính, do thuốc xử lý tổng hợp này là hợp chất hữu cơ khó bị phân hủy vi sinh vật, mặt khác, trong quá trình xử lý nước thải chứa thuốc nhuộm hoạt tính, cần bổ sung một số hóa chất, dẫn đến xử lý nước thải thuốc nhuộm hoạt tính phức tạp và làm tăng chi phí [142-145].

Kết quả phân tích mức độ ô nhiễm của nước thải (các thông số BOD, COD, TDS, TSS, và pH), cho thấy để giảm ô nhiễm nước thải sau quá trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và xử lý vải bông bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu, NCS dự kiến sẽ áp dụng phương pháp xử lý sinh học cho 2 loại nước thải này vì đơn giản, chi phí thấp do tác nhân sinh học dễ kiếm, không gây ô nhiễm thứ cấp với môi trường nước.

*Bảng 3.28. Các thông số nước thải sau xử lý bằng thuốc nhuộm hoạt tính, dịch chiết từ quả mặc nưa và xử lý bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu*

Các thông số nước thải xử lý	Thuốc nhuộm hoạt tính (mg/l)	Dung dịch xử lý từ quả mặc nưa (mg/l)	Hỗn hợp xử lý vải bông (mg/l)	DOE (mg/l)
BOD <sub>5</sub>	1258	586	580	50
COD	1786	1809	1780	200
TDS	2350	1960	1900	2100
TSS	279	146	140	150
pH	9.5	6	6	5,5 - 9

## KẾT LUẬN

1. Đã tách chiết và xác định được hàm lượng các chất tannin, hydroquinone và saponin trong dịch chiết quả mặc nưa. Cao chiết từ quả mặc nưa khô chứa 32,1 % tannin, 5,1 % hydroquinone và 16,3 % saponin.
2. Bằng phương pháp quy hoạch hóa thực nghiệm và tối ưu hóa, đã xác định được điều kiện tối ưu cho xử lý vải bông bằng dịch chiết quả mặc nưa để vải bông có khả năng kháng khuẩn cao: Nhiệt độ 56,5 °C, thời gian 90 phút, tỷ lệ dịch chiết mặc nưa với nước là 89/100 (tt/tt). Đã xác định được tỷ lệ thành phần tối ưu của hỗn hợp xử lý vải bông kháng khuẩn: tỷ lệ dịch chiết mặc nưa với nước là 89/100 (tt/tt), hàm lượng zeolite/Ag-Zn là 0,083 %, hàm lượng tannin là 0,085 %.
3. Vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và vải bông xử lý bằng hỗn hợp (dịch chiết quả mặc nưa, zeolite/Ag-Zn và tannin) với tỷ lệ thành phần tối ưu đều có khả năng tiêu diệt 2 chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* đạt 99,99 %. Khi tăng thời gian tiếp xúc với vi khuẩn, khả năng kháng khuẩn của vải bông xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa giảm đáng kể trong khi vải bông xử lý bằng hỗn hợp vẫn duy trì khả năng kháng khuẩn tốt.
4. Sau 30 lần giặt, khả năng kháng khuẩn đối với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* của vải bông xử lý bằng hỗn hợp giảm lần lượt 14,63 % và 14,21 %.
5. Nhờ hiệu quả sử dụng đồng thời hỗn hợp dịch chiết từ quả mặc nưa với zeolite/Ag-Zn và tannin, vải bông xử lý có độ bền màu cao, khả năng chống tia UV tốt (đạt giá trị 52,2 và 54,08); có độ bền đứt và độ giãn dài khi đứt theo hướng dọc tăng 16,8 %, 17,2 %, theo hướng ngang tăng 17,6 %, 18 %; kháng 2 chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. aureus* tốt, có độ bền nhiệt cao hơn so với vải bông chưa xử lý; vải không có formaldehyde và các amine thơm bị cấm; đạt yêu cầu về tính an toàn đối với người sử dụng. Quá trình sản xuất thân thiện với môi trường, góp phần vào xu hướng sản xuất xanh trong ngành dệt may.
6. Các chỉ số ô nhiễm nước thải (TDS, TSS, và pH) sau quá trình xử lý vải bông bằng dịch chiết từ quả mặc nưa và xử lý vải bông bằng hỗn hợp có tỷ lệ thành phần tối ưu đều dưới mức cho phép, nước thải có thể xử lý bằng vi sinh vì tỉ lệ BOD/COD nhằm đáp ứng Quy chuẩn quốc gia Việt Nam QCVN 13-MT:2015/BTNMT.



**DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. **Nguyen, T. T.**, Nguyen, C. T., Vo, Q. A., Pham, P. T. H., Thai, H. (2024). Factors affecting dyeing and antibacterial behavior of cotton fabrics dyed with extract of *Diospyros mollis* Griff. *Cellulose*, 31(2), 1329-1352. (SCIE, Q1, IF (2024) = 5,9).
2. **Trong Tuan Nguyen**, Thuy Chinh Nguyen, Thi Thu Trang Nguyen, Ha Nguyen Manh, Hoang Thai (2024), Comparative Study on Characteristics and Antibacterial Capacity of Cotton Fabrics Dyed with Reactive Dye and *Diospyros Mollis* Extract, *ChemistryOpen*, doi.org/10.1002/open.202400130 (SCIE, Q2, IF (2024) = 2,3).
3. **Nguyen Trong Tuan**, Nguyen Thuy Chinh, Nguyen Thi Kim Anh, Nguyen Thi Thu Trang, Trinh Hoang Nghia, Vo An Quan, Vu Manh Hai, Thai Hoang, Assessment of Properties and Antibacterial Ability of Cotton Fabrics Dyed with Optimal Green Dye from *Diospyros Mollis* (Griff) Fruits, Tannin, and Zeolite Ag – Zn, *Vietnam Journal of Science and Technology*. (SCOPUS, Q4) (Đã được chấp nhận đăng, ngày 23/8/2024).

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Văn Lân, 2011, *Vật liệu dệt*, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh.
- [2]. Ioelovich, M., & Leykin, A. (2006). Microcrystalline cellulose: nano-structure formation. *Cellulose chemistry and technology*, 40(5), 313-317.
- [3]. French, A. D., & Kim, H. J. (2018). Cotton fiber structure. *Cotton fiber: physics, chemistry and biology*, 13-39.
- [4]. Coffey, D. G., Bell, D. A., & Henderson, A. (1995). *Cellulose and cellulose derivatives* (Vol. 5, pp. 123-153). Marcel Dekker Inc.: New York, NY, USA.
- [5]. Zhao, H., Kwak, J. H., Zhang, Z. C., Brown, H. M., Arey, B. W., & Holladay, J. E. (2007). Studying cellulose fiber structure by SEM, XRD, NMR and acid hydrolysis. *Carbohydrate polymers*, 68(2), 235-241.
- [6]. Ioelovich, M., & Leykin, A. (2008). Structural investigations of various cotton fibers and cotton celluloses. *BioResources*, 3(1), 170-177.
- [7]. Peter, Z. (2021). Order in cellulose: Historical review of crystal structure research on cellulose. *Carbohydrate polymers*, 254, 117417.
- [8]. Hoàng Thị Lĩnh, 2013, *Xử lý hoàn tất sản phẩm dệt may*, Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [9]. Ciolacu, D., Ciolacu, F., & Popa, V. I. (2011). Amorphous cellulose-structure and characterization. *Cellulose chemistry and technology*, 45(1), 13.
- [10]. Gungor Turkmen, B., Celik, P., Sehit, H., & Bedez Ute, T. (2024). Investigation of the effects of hollow yarn structure and woven fabric construction on fabric performance: mechanical properties. *The Journal of The Textile Institute*, 115(3), 490-503.
- [11]. Dejene, B. K., & Gudayu, A. D. (2024). Exploring the potential of 3D woven and knitted spacer fabrics in technical textiles: A critical review. *Journal of Industrial Textiles*, 54, 15280837241253614.
- [12]. Kato, H., Okino, N., Kijitori, H., Izawa, Y., Wada, Y., Maki, M., ... & Yano, T. (2023). Analysis of biofilm and bacterial communities in the towel environment with daily use. *Scientific Reports*, 13(1), 7611.

- [13]. Granados, A., Pleixats, R., & Vallribera, A. (2021). Recent advances on antimicrobial and anti-inflammatory cotton fabrics containing nanostructures. *Molecules*, 26(10), 3008.
- [14]. Mamatha, G., Varada Rajulu, A., & Madhukar, K. (2020). In situ generation of bimetallic nanoparticles in cotton fabric using aloe vera leaf extract, as a reducing agent. *Journal of Natural Fibers*, 17(8), 1121-1129.
- [15]. Paszkiewicz, M., Gołabiewska, A., Rajska, Ł., Kowal, E., Sajdak, A., & Zaleska-Medynska, A. (2016). The antibacterial and antifungal textile properties functionalized by bimetallic nanoparticles of Ag/Cu with different structures. *Journal of Nanomaterials*, 2016.
- [16]. Das, M. P., & Rebecca, L. J. (2017). Evaluation of antibacterial efficacy of biogenic zinc oxide nanoparticles on cotton fabrics. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(12), 2553-2557.
- [17]. Ramasamy, F. (2019). A review on the investigation of biologically active natural compounds on cotton fabrics as an antibacterial textile finishing. *International Research Journal of Science and Technology*, 1(1), 49-55.
- [18]. Cao, Y., Gu, J., Wang, S., Zhang, Z., Yu, H., Li, J., & Chen, S. (2020). Guanidine-functionalized cotton fabrics for achieving permanent antibacterial activity without compromising their physicochemical properties and cytocompatibility. *Cellulose*, 27, 6027-6036.
- [19]. Ghaima, K. K., Hashim, N. M., & Ali, S. A. (2013). Antibacterial and antioxidant activities of ethyl acetate extract of nettle (*Urtica dioica*) and dandelion (*Taraxacum officinale*). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(5), 096-099.
- [20]. Ketema, A., & Worku, A. (2020). Antibacterial finishing of cotton fabric using stinging nettle (*Urtica dioica* L.) plant leaf extract. *Journal of Chemistry*, 2020, 1-10.
- [21]. Wu, Y., Yang, S., Fu, F., Zhang, J., Li, J., Ma, T., Liu, X & Yao, J. (2022). Amineo acid-mediated loading of Ag NPs and tannic acid onto cotton fabrics: increased antibacterial activity and decreased cytotoxicity. *Applied Surface Science*, 576, 151821.
- [22]. Zhao T, Chen Q. (2016). Halogenated phenols and polybiguanides as antimicrobial textile finishes. *In: Antimicrobial Textiles. Elsevier*, pp 141–153.
- [23]. Li, S., Lin, X., Liu, Y., Li, R., Ren, X., & Huang, T. S. (2019). Phosphorus-nitrogen-silicon-based assembly multilayer coating for the preparation of flame retardant and antimicrobial cotton fabric. *Cellulose*, 26, 4213-4223.

- [24]. Zhou, C. E., Kan, C. W., Yuen, C. W. M., Matinlinna, J. P., Tsoi, J. K. H., & Zhang, Q. (2016). Plasma treatment applied in the pad-dry-cure process for making rechargeable antimicrobial cotton fabric that inhibits *Staphylococcus aureus*. *Textile research journal*, 86(20), 2202-2215.
- [25]. Hanh, T. T., Van Phu, D., Thu, N. T., & Hien, N. Q. (2014). Gamma irradiation of cotton fabrics in AgNO<sub>3</sub> solution for preparation of antibacterial fabrics. *Carbohydrate polymers*, 101, 1243-1248.
- [26]. Lưu Thị Tho, 2016, “*Nghiên cứu sử dụng chitosan Việt Nam như chất kháng khuẩn cho vải bông*”, Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Hà Nội.
- [27]. Huong, B. M., & Hue, T. T. K. (2019). Antibacterial finishing on cotton 100% and CVC fabrics with tannin from piper betle extract. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 57(6), 693-702.
- [28]. Nguyen, T. A., Thi Hong, D. N., Nguyen Thi, T., & Tran Dang, K. (2023). Evaluation on dyeable, antibacterial and antioxidant properties of cotton fabric dyed with spent coffee grounds. *The Journal of The Textile Institute*, 1-8.
- [29]. Linh, N. T. T., Diep, T. C., Vy, T. T., Dat, N. M., Trinh, D. N., Thinh, D. B., Viet, N. D, Hai, N. D, Huong, L. M, Tinh, N. T, Phong, M. T & Hieu, N. H. (2022). Cotton fabric coated with graphene-based silver nanoparticles: synthesis, modification, and antibacterial activity. *Cellulose*, 29(11), 6405-6424.
- [30]. Shahriari Khalaji, M., & Lugoloobi, I. (2020). Biomedical application of cotton and its derivatives. *Cotton science and processing technology: gene, ginning, garment and green recycling*, 393-416.
- [31]. Khoso, N. A., Ahmed, A., Deb, H., Tian, S., Jiao, X., Gong, X. Y., & Wang, J. (2019). Controlled template-free in-situ polymerization of PEDOT for enhanced thermoelectric performance on textile substrate. *Organic Electronics*, 75, 105368.
- [32]. Ding, Y., Invernale, M. A., & Sotzing, G. A. (2010). Conductivity trends of PEDOT-PSS impregnated fabric and the effect of conductivity on electrochromic textile. *ACS applied materials & interfaces*, 2(6), 1588-1593.
- [33]. Hou, S., Lv, Z., Wu, H., Cai, X., Chu, Z., & Zou, D. (2012). Flexible conductive threads for wearable dye-sensitized solar cells. *Journal of Materials Chemistry*, 22(14), 6549-6552.
- [34]. Dhivya, S., Padma, V.V., & Santhini, E. (2015). *Wound dressings a review*. *Biomedicine (Taipei)*. 5, 22–22.

- [35]. Hashemikia, S., Hemmatinejad, N., Ahmadi, E., & Montazer, M. (2016). Antibacterial and anti-inflammatory drug delivery properties on cotton fabric using betamethasone-loaded mesoporous silica particles stabilized with chitosan and silicone softener. *Drug delivery*, 23(8), 2946-2955.
- [36]. Puoci, F., Saturnino, C., Trovato, V., Iacopetta, D., Piperopoulos, E., Triolo, C., Bonomo, M, G, Drommi, D., Parisi, O. L., Minole, C., Sinicropi, M. S., Rosace, G., & Plutino, M. R. (2020). Sol–Gel Treatment of Textiles for the Entrapping of an Antioxidant/Anti-Inflammatory Molecule: Functional Coating Morphological Characterization and Drug Release Evaluation. *Applied Sciences*, 10(7), 2287.
- [37]. Costa, S. M., Pacheco, L., Antunes, W., Vieira, R., Bem, N., Teixeira, P., Figueiro, R., & Ferreira, D. P. (2021). Antibacterial and biodegradable electrospun filtering membranes for facemasks: An attempt to reduce disposable masks use. *Applied Sciences*, 12(1), 67.
- [38]. Wang, W. Y., Chiou, J. C., Yip, J., Yung, K. F., & Kan, C. W. (2020). Development of durable antibacterial textile fabrics for potential application in healthcare environment. *Coatings*, 10(6), 520.
- [39]. Gustiani, S., Sukmawati, A., & Kasipah, C. (2023, May). Antimicrobial effect of Miswak on cotton fabric for antiseptic disposable underwear. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2720, No. 1). AIP Publishing.
- [40]. Li, Y., Zhao, H., Li, T., Shang, D., Wu, L., Guan, N., & Wu, S. (2023). Quaternary ammonium salts functionalized cotton fibers with highly effective and durable antibacterial performances for daily healthcare textile applications. *Industrial Crops and Products*, 202, 117100.
- [41]. Andra, S., Balu, S. K., Jeevanandam, J., & Muthalagu, M. (2021). Emerging nanomaterials for antibacterial textile fabrication. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 394, 1355-1382.
- [42]. Pourmadadi, M., Omrani, Z., Abbasi, R., Mirshafiei, M., & Yazdian, F. (2024). Poly (Tannic Acid) based nanocomposite as a promising potential in biomedical applications. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 95, 105568.
- [43]. Chandra, H., Bishnoi, P., Yadav, A., Patni, B., Mishra, A. P., & Nautiyal, A. R. (2017). Antimicrobial resistance and the alternative resources with special emphasis on plant-based antimicrobials a review. *Plants*, 6(2), 16.

- [44]. Özçelik, B., Kartal, M., & Orhan, I. (2011). Cytotoxicity, antiviral and antimicrobial activities of alkaloids, flavonoidss, and phenolic acids. *Pharmaceutical biology*, 49(4), 396-402.
- [45]. Barbieri, R., Coppo, E., Marchese, A., Daglia, M., Sobarzo-Sánchez, E., Nabavi, S. F., & Nabavi, S. M. (2017). Phytochemicals for human disease: An update on plant-derived compounds antibacterial activity. *Microbiological research*, 196, 44-68.
- [46]. Fialova, S., Rendekova, K., Mucaji, P., & Slobodnikova, L. (2017). Plant natural agents: Polyphenols, alkaloids and essential oils as perspective solution of microbial resistance. *Current Organic Chemistry*, 21(18), 1875-1884.
- [47]. Khameneh, B., Iranshahy, M., Soheili, V., & Fazly Bazzaz, B. S. (2019). Review on plant antimicrobials: a mechanistic viewpoint. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 8, 1-28.
- [48]. Adamczak, A., Ożarowski, M., & Karpiński, T. M. (2019). Antibacterial activity of some flavonoidss and organic acids widely distributed in plants. *Journal of clinical medicine*, 9(1), 109.
- [49]. Zaki, A. M., Troisi, A., & Carbone, P. (2016). Unexpected like-charge self-assembly of a biguanide-based antimicrobial polyelectrolyte. *The Journal of Physical Chemistry Letters*, 7(19), 3730-3735.
- [50]. Cao, Y., Gu, J., Wang, S., Zhang, Z., Yu, H., Li, J., & Chen, S. (2020). Guanidine-functionalized cotton fabrics for achieving permanent antibacterial activity without compromising their physicochemical properties and cytocompatibility. *Cellulose*, 27, 6027-6036.
- [51]. Gokarneshan, N., Nagarajan, V. B., & Viswanath, S. R. (2017). Developments in antimicrobial textiles-some insights on current research trends. *Biomed. J. Sci Tech. Res*, 1, 230-233.
- [52]. Lee, S. H., & Jun, B. H. (2019). Silver nanoparticles: synthesis and application for nanomedicine. *International journal of molecular sciences*, 20(4), 865.
- [53]. Wijnhoven, S. W., Peijnenburg, W. J., Herberts, C. A., Hagens, W. I., Oomen, A. G., Heugens, E. H., Roszek, B., Bisschops, J., Gosens, I., Gosens, D. V. D., Dekkers, S., De Jong, W. H., Zijverden, M. V., Sips, A. J. A. M., & Geertsma, R. E. (2009). Nano-silver—a review of available data and knowledge gaps in human and environmental risk assessment. *Nanotoxicology*, 3(2), 109-138.

- [54]. Salleh, A., Naomi, R., Utami, N. D., Mohammad, A. W., Mahmoudi, E., Mustafa, N., & Fauzi, M. B. (2020). The potential of silver nanoparticles for antiviral and antibacterial applications: A mechanism of action. *Nanomaterials*, 10(8), 1566.
- [55]. Sánchez-López, P., Hernández-Hernández, K. A., Fuentes Moyado, S., Cadena Nava, R. D., & Smolentseva, E. (2024). Antimicrobial and Virus Adsorption Properties of Y-Zeolite Exchanged with Silver and Zinc Cations. *ACS omega*.
- [56]. Nguyen, X. T., Dao, P. H., Nguyen, T. C., Nguyen, A. H., Pham, M. Q., Do, H. N., Do, C. T., Nguyen, V. Q., & Thai, H. (2024). Assessing the Antifouling Effectiveness of the Novel Organic Coating for Adherent Species in the Seawater of the coastal area of Ha Long City, Quang Ninh Province (Vietnam). *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 24(2), 195-204.
- [57]. Singh, S. K., Tummala, S. K., Kosaraju, S., & Haider, J. (2024). Editorial for the Special Issue on Multidisciplinary Composites. *Journal of Composites Science*, 8(5), 166.
- [58]. Chatterjee, A. K., Chakraborty, R., & Basu, T. (2014). Mechanism of antibacterial activity of copper nanoparticles. *Nanotechnology*, 25(13), 135101.
- [59]. Hosokawa, S., Kobayashi, K., Koura, A., Shimojo, F., Tezuka, Y., Adachi, J. I., Onodera, Y., Kohara, S., Tajiri, H., Chokkalingam, A., & Wakihara, T. (2023). Atomic and electronic structures of an Ag-containing 4A zeolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 359, 112662.
- [60]. Sk, M. S., Mia, R., Hoque, E., Ahmed, B., Amine, M. J. I., Kabir, S. M. M., & Mahmud, S. (2022). Antimicrobial performance of silver–copper–zeolite microparticle-treated organic cotton fabric using versatile methods. *Surface Innovations*, 11(4), 223-230.
- [61]. Guerrero-Arguero, I., Khan, S. R., Henry, B. M., Garcia-Vilanova, A., Chiem, K., Ye, C., Shrestha, S., Knight, D., Cristner, M., Hill, S., Waldman, W. J., Dutta, P. K., Torrelles, J. B., Sobrido, L. M., & Nagy, A. M. (2023). Mitigation of SARS-CoV-2 by using transition metal Nanozeolites and quaternary ammonium compounds as antiviral agents in suspensions and soft fabric materials. *International journal of nanomedicine*, 2307-2324.

- [62]. Pietsch, F., O'Neill, A. J., Ivask, A., Jenssen, H., Inkinen, J., Kahru, A., Ahonen, M., & Schreiber, F. (2020). Selection of resistance by antimicrobial coatings in the healthcare setting. *Journal of Hospital Infection*, 106(1), 115-125.
- [63]. Reddy, P. V. L., Kavitha, B., Reddy, P. A. K., & Kim, K. H. (2017). TiO<sub>2</sub>-based photocatalytic disinfection of microbes in aqueous media: a review. *Environmental research*, 154, 296-303.
- [64]. Manjunath, K., Yadav, L. S. R., Jayalakshmi, T., Reddy, V., Rajanaika, H., & Nagaraju, G. (2018). Ionic liquid assisted hydrothermal synthesis of TiO<sub>2</sub> nanoparticles: photocatalytic and antibacterial activity. *Journal of materials research and technology*, 7(1), 7-13.
- [65]. Kwaśniewska, D., Chen, Y. L., & Wieczorek, D. (2020). Biological activity of quaternary ammonium salts and their derivatives. *Pathogens*, 9(6), 459.
- [66]. Obłąk, E., Futoma-Kołoch, B., & Wieczysłowska, A. (2021). Biological activity of quaternary ammonium salts and resistance of microorganisms to these compounds. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37(2), 22.
- [67]. Ferdes, M. (2018). Antimicrobial compounds from plants. Fighting Antimicrobial Resistance. *IAPC-OBP, Zagreb*, 243-271.
- [68]. Liao, Y., Li, Z., Zhou, Q., Sheng, M., Qu, Q., Shi, Y., Yang, J., Lv, L., Dai, X. X., & Shi, X. (2021). Saponin surfactants used in drug delivery systems: A new application for natural medicine components. *International journal of pharmaceutics*, 603, 120709.
- [69]. Farha, A. K., Yang, Q. Q., Kim, G., Li, H. B., Zhu, F., Liu, H. Y., Gan, R. Y., & Corke, H. (2020). Tannins as an alternative to antibiotics. *Food Bioscience*, 38, 100751.
- [70]. Borsub, L., Thebtaranonth, Y., Ruchirawat, S., & Sadavongvivad, C. (1976). *A new diglucoside from the anthelmintic berries of diospyros mollis*.
- [71]. Ma, C., He, N., Zhao, Y., Xia, D., Wei, J., & Kang, W. (2019). Antimicrobial mechanism of hydroquinone. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 189, 1291-1303.
- [72]. Salguero, C. P. (2010). A Thai herbal: traditional recipes for health and harmony. *ReadHowYouWant.com*.
- [73]. Sadun, E. H., & Vajrasthira, S. (1954). The effect of maklua (*diospyros mollis*) in the treatment of human hookworm. *The Journal of parasitology*, 40(1), 49-53.



- [74]. Suwama, T., Watanabe, K., Monthakantirat, O., Luecha, P., Noguchi, H., Watanabe, K., & Umehara, K. (2018). Naphthalene glycosides in the Thai medicinal plant *diospyros mollis*. *Journal of natural medicines*, 72, 220-229.
- [75]. Bechtold, T., Pham, T., & Manian, A. P. (2023). *Textile Coloration with Natural Dyes and Pigments*. Handbook of Natural Colorants, 517-541.
- [76]. Phạm Thị Hồng Phượng, 2016, *Nghiên cứu quy trình trích ly các hợp chất màu tự nhiên từ vỏ quả măng cụt và quả mặc nưa ứng dụng cho xử lý vải tơ tằm*, Luận án Tiến sĩ Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Hà Nội.
- [77]. Jintasirikul, A. (1996). *Chemical investigation of diospyros mollis, Griff (Ebenaceae); chemical constituents of the black heartwood*. The final chapter. *J Sci Soc Thailand*, 22, 111-116.
- [77]. Yoshihira, K., Tezuka, M., Kanchanepee, P., & Natori, S. (1971). Naphthoquinone Derivatives from the Ebenaceae. I. diospyros and the Related Naphthoquinones from diospyros mollis GRIFF. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 19(11), 2271-2277.
- [79]. Nematollahi, A., Amineimoghadamfarouj, N., & Wiart, C. (2012). Reviews on 1, 4-naphthoquinones from diospyros L. *Journal of Asian natural products research*, 14(1), 80-88.
- [80]. Yoshihira, K., Natori, S., & Kanchanepee, P. (1967). The structure of diospyros, the principle from the fruit of diospyros mollis. *Tetrahedron Letters*, 8(48), 4857-4860.
- [81]. Mongkolsuk, S. (1965). 3-Methylnaphthalene-1, 8-diol from Diopyros mollis. *J. Chem. Soc.*, 1965, 1533.
- [82]. Chen, T. V., Nghia, N. T., Nhat Truong, L. V., & Khanh Linh, N. H. (2024). Ethnomedicinal, Phytochemical, and Pharmacological Properties of diospyros mollis Griff.: A Review. *Natural Product Communications*, 19(2), 1934578X241233459.
- [83]. Maki, J., Kondo, A., & Yanagisawa, T. (1983). Effects of alcoholic extract from Ma-Klua (*Diospyros mollis*) on adults and larvae of the dwarf tapeworm, *Hymenolepis nana* in mice and on the infectivity of the eggs. *Parasitology*, 87(1), 103-111.
- [84]. Neamsuvan, O., Tuwaemaengae, T., Bensulong, F., Asae, A., & Mosamae, K. (2012). A survey of folk remedies for gastrointestinal tract diseases from Thailand's three southern border provinces. *Journal of ethnopharmacology*, 144(1), 11-21.

- [85]. Atjanasuppat, K., Wongkham, W., Meepowpan, P., Kittakoop, P., Sobhon, P., Bartlett, A., & Whitfield, P. J. (2009). In vitro screening for anthelmintic and antitumour activity of ethnomedicinal plants from Thailand. *Journal of ethnopharmacology*, 123(3), 475-482.
- [86]. Mokkhasmit D, Harinasuta T. Studies on the anthelmintic activity of Maklua. *Bull Dept Sci Thailand*. 1960;2:153-179.
- [87]. Chitichotpanya, P., Vuthiganond, N., Chutasen, P., & Inprasit, T. (2023). Green production of simultaneous coloration and functional finishing on hemp textiles through dyeing with diospyros mollis Griff. extract. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 33(2), 108-119.
- [88]. Thi, H. P. P., Thi, L. H., Tran, T., & Thi, T. L. N. (2016). Research on dyeing process for polyamide with aqueous extracted from the fruits of diospyros mollis. *J Environ Sci Eng B*, 5, 385-389.
- [89]. Phuong, P. T. H., Le Vo Son, Q. U. A. N., Le Thi Kim, P. H. U. N. G., Linh, H. T., & Kien, T. T. (2020). Extraction of natural dye from diospyros mollis (griff.) fruits by many different solvents and application of dyed on silk fabric. *Journal of Science and Technology-IUH*, 44(02).
- [90]. Nitayaphat, W., & Jintakosol, T. (2024). Dyeing of Pineapple Leaf Fibers Using Various Natural Dye Extracts and Mordants. *Journal of Natural Fibers*, 21(1), 2313867.
- [91]. Chitichotpanya, P., Vuthiganond, N., Inprasit, T., & Chutasen, P. (2024). Bioactive and Multifunctional Wool Textiles Finishing with Diospyros mollis Griff. Extract. *Journal of Current Science and Technology*, 14(1).
- [92]. Hội đồng Dược điển Việt Nam, Trung tâm Dược điển – Dược thư Việt Nam, 2019. *Dược điển Việt Nam*, Nhà Xuất bản Y học, Hà Nội.
- [93]. Nguyễn Văn Dự, Nguyễn Đăng Bình, 2011, *Quy hoạch thực nghiệm trong kỹ thuật*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật Hà Nội, Hà Nội.
- [94]. Nguyễn Minh Tuyên, Phạm Văn Thiêm, Đỗ Duy Phi, Phạm Quang Trung, Nguyễn Xuân Nguyên, Lưu Ngọc Vinh, 2023, *Kỹ thuật hóa học, thực phẩm, dược phẩm, môi trường, dầu khí và ứng dụng*, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [95]. Nguyễn Minh Tuyên, Phạm Văn Thiêm, 2018, *Kỹ thuật hệ thống công nghệ hóa học*, Nhà xuất bản Bách khoa Hà Nội, Hà Nội.

- [96]. Danaei, M. R. M. M., Dehghankhold, M., Ataei, S., Hasanzadeh Davarani, F., Javanmard, R., Dokhani, A., Khorasani, S., & Mozafari, M. R. (2018). Impact of particle size and polydispersity index on the clinical applications of lipidic nanocarrier systems. *Pharmaceutics*, 10(2), 57.
- [97]. Alsharif, J. M., Taha, M. R., & Khan, T. A. (2017). Physical dispersion of nanocarbons in composites a review. *Jurnal Teknologi*, 79(5).
- [98]. Đỗ Tất Lợi, 2004, *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*, Nhà xuất bản Y học Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh, trang 177-178.
- [99]. Phuong, P. T. H., Le Vo Son, Q. U. A. N., Le Thi Kim, P. H. U. N. G., LINH, H. T., & KIEN, T. T. (2020). Extraction of natural dye from diospyros mollis (griff.) fruits by many different solvents and application of dyed on silk fabric. *Journal of Science and Technology-IUH*, 44(02).
- [100]. Pham, T., & Bechtold, T. (2023). Natural dyes in Eastern Asia (Vietnam and neighboring countries). *Handbook of natural colorants*, 75-87.
- [101]. Maitera, O. N., Louis, H., Oyebanji, O. O., & Anumah, A. O. (2018). Investigation of tannin content in Diospyros mespiliformis extract using various extraction solvents. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*, 7(1), 55-59.
- [102]. Nakatsubo, F., Enokita, K., Murakami, K., Yonemori, K., Sugiura, A., Utsunomiya, N., & Subhadrabandhu, S. (2002). Chemical structures of the condensed tannins in the fruits of Diospyros species. *Journal of Wood Science*, 48, 414-418.
- [103]. Valenzuela, A., Ballesteros, D., Gan, C., Lorca, G., Langa, E., & Pino-Otín, M. R. (2024). Hydroquinone Ecotoxicity: Unveiling Risks in Soil and River Ecosystems with Insights into Microbial Resilience. *Toxics*, 12(2), 115.
- [104]. Rattanachak, N., Weawsiangsang, S., Jongjitvimol, T., Baldock, R. A., & Jongjitwimol, J. (2022). Hydroquinone possesses antibacterial activity, and at half the MIC, induces the overexpression of RND-type efflux pumps using Multiplex Digital PCR in Pseudomonas aeruginosa. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 7(8), 156.
- [105]. Cardon, D. (2007). Natural dyes. *Sources, tradition, technology and science*, 268.
- [106]. Haider, R., Mehdi, A., Zehra, A., Das, G. K., & Ahmed, Z. (2024). Antibacterial Activity of Naturally Occurring Compounds from Selected Plants. *International Journal of Scientific Multidisciplinary Research*, 2(4), 337-362.

- [107]. Patyra, E., Osiński, Z., & Kwiatek, K. (2024). The Identification and Quantification of 21 Antibacterial Substances by LC-MS/MS in Natural and Organic Liquid Fertilizer Samples. *Molecules*, 29(7), 1644
- [108]. Lemita, N., Deghboudj, S., Rokbi, M., Rekbi, F. M. L., & Halimi, R. (2022). Characterization and analysis of novel natural cellulosic fiber extracted from *Strelitzia reginae* plant. *Journal of Composite Materials*, 56(1), 99-114.
- [109]. Zhou, J., Duan, Z., Lu, B., Liu, X., Yang, H., & Deng, B. (2023). Preparation of structural colors on cotton fabrics with hydrophobicity and high color fastness through chemical bonds between polyphenolic hydroxyl groups and polysiloxanes. *Cellulose*, 30(10), 6639-6653.
- [110]. Repon, R., Tauhidul Islam, M., Al Mamun, A., & Abdur Rashid, M. (2018). Comparative study on natural and reactive dye for cotton coloration. *Journal of applied research and technology*, 16(3), 160-169.
- [111]. Masudur Rahman, A. N. M., Zhang, X., Qin, X., Smriti, S. A., Khadem, A. H., Ul Hasan, T., Das, S. R., & Sharmin, F. A. (2023). Fabrication of novel cellulosic okra woven fabric and evaluation of its mechanical and coloration properties: an agricultural waste turning into valuable material. *Cellulose*, 30(12), 8001-8022.
- [112]. Bharadwaj, K. K., Rabha, B., Pati, S., Choudhury, B. K., Sarkar, T., Gogoi, S. K., Kakati, N., Baishya, D., Kari, Z. A., & Edinur, H. A. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles using *diospyros malabarica* fruit extract and assessments of their antimicrobial, anticancer and catalytic reduction of 4-nitrophenol (4-NP). *Nanomaterials*, 11(8), 1999.
- [113]. da Silva, M. G., de Barros, M. A. S., de Almeida, R. T. R., Pilau, E. J., Pinto, E., Soares, G., & Santos, J. G. (2018). Cleaner production of antimicrobial and anti-UV cotton materials through dyeing with eucalyptus leaves extract. *Journal of Cleaner Production*, 199, 807-816.
- [114]. Islam, M. T., Repon, M. R., Liman, M. L. R., Hossain, M. M., & Al Mam5un, M. A. (2021). Functional modification of cellulose by chitosan and gamma radiation for higher grafting of UV protective natural chromophores. *Radiation Physics and Chemistry*, 183, 109426.
- [115]. Sarkar, A. K. (2004). An evaluation of UV protection imparted by cotton fabrics dyed with natural colorants. *BMC dermatology*, 4, 1-8.

- [116]. El-Naggar, M. E., Khattab, T. A., Abdelrahman, M. S., Aldalbahi, A., & Hatshan, M. R. (2023). Correction: Development of antimicrobial, UV blocked and photocatalytic self-cleanable cotton fibers decorated with silver nanoparticles using silver carbamate and plasma activation. *Cellulose*, 30(1), 665-666.
- [117]. Wilson, C. A. (2014). Communication of Ultraviolet'Protection': Do Current Indicators Effectively Encourage General use of Fabrics and Garments to Enhance Health. *Proceedings of The 89th Textile Institute World Conference*.
- [118]. Grifoni, D., Bacci, L., Di Lonardo, S., Pinelli, P., Scardigli, A., Camilli, F., Sabatini, F., Zipoli, G., & Romani, A. (2014). UV protective properties of cotton and flax fabrics dyed with multifunctional plant extracts. *Dyes and pigments*, 105, 89-96.
- [119]. da Silva, M. G., de Barros, M. A. S., de Almeida, R. T. R., Pilau, E. J., Pinto, E., Soares, G., & Santos, J. G. (2018). Cleaner production of antimicrobial and anti-UV cotton materials through dyeing with eucalyptus leaves extract. *Journal of Cleaner Production*, 199, 807-816.
- [120]. Wu, J., Li, J., Wang, Z., Yu, M., Jiang, H., Li, L., & Zhang, B. (2015). Designing breathable superhydrophobic cotton fabrics. *RSC Advances*, 5(35), 27752-27758.
- [121]. Das, A., Kothari, V. K., & Sadachar, A. (2007). Comfort characteristics of fabrics made of compact yarns. *Fibers and Polymers*, 8, 116-122.
- [122]. Özdemir, H. (2017). Thermal comfort properties of clothing fabrics woven with polyester/cotton blend yarns. *Autex Research Journal*, 17(2), 135-141.
- [123]. Vuthiganond, N., Nakpathom, M., & Mongkholrattanasit, R. (2018). Metal-free dyeing of cotton fabric using mangrove bark polyphenols via azoic dyeing. *Fibers and Polymers*, 19, 2524-2532.
- [124]. Regti, A., El Ayouchia, H. B., Laamari, M. R., Stiriba, S. E., Anane, H., & El Haddad, M. (2016). Experimental and theoretical study using DFT method for the competitive adsorption of two cationic dyes from wastewaters. *Applied Surface Science*, 390, 311-319.
- [125]. Jamdagni, R. P., Bhattacharya, S., & Kumar, N. (2015). Characterisation of water vapour transmission behaviour of woven fabrics. *ACC J*, 21, 54-62.
- [126]. Suominen, E., Savila, S., Sillanpää, M., Damlin, P., & Karonen, M. (2023). Affinity of Tannins to Cellulose: A Chromatographic Tool for Revealing Structure-Activity Patterns. *Molecules*, 28(14), 5370.

- [127]. Sharma, S., & Anand, N. (1997). Natural products. Approaches to Design and Synthesis of Antiparasitic Drugs, first ed., *Elsevier Science*, 25, 347-383.
- [128]. Salleh, A., Naomi, R., Utami, N. D., Mohammad, A. W., Mahmoudi, E., Mustafa, N., & Fauzi, M. B. (2020). The potential of silver nanoparticles for antiviral and antibacterial applications: A mechanism of action. *Nanomaterials*, 10(8), 1566.
- [129]. Salleh, A., Naomi, R., Utami, N. D., Mohammad, A. W., Mahmoudi, E., Mustafa, N., & Fauzi, M. B. (2020). The potential of silver nanoparticles for antiviral and antibacterial applications: A mechanism of action. *Nanomaterials*, 10(8), 1566.
- [130]. Papo, N., & Shai, Y. (2005). A molecular mechanism for lipopolysaccharide protection of Gram-negative bacteria from antimicrobial peptides. *Journal of Biological Chemistry*, 280(11), 10378-10387.
- [131]. Lemita, N., Deghboudj, S., Rokbi, M., Rekbi, F. M. L., & Halimi, R. (2022). Characterization and analysis of novel natural cellulosic fiber extracted from *Strelitzia reginae* plant. *Journal of Composite Materials*, 56(1), 99-114.
- [132]. Nam, S., Condon, B. D., Liu, Y., & He, Q. (2017). Natural resistance of raw cotton fiber to heat evidenced by the suppressed depolymerization of cellulose. *Polymer Degradation and Stability*, 138, 133-141.
- [133]. Suominen, E., Savila, S., Sillanpää, M., Damlin, P., & Karonen, M. (2023). Affinity of Tannins to Cellulose: A Chromatographic Tool for Revealing Structure-Activity Patterns. *Molecules*, 28(14), 5370.
- [134]. Lee, A. H., & Nikraz, H. (2014). BOD: COD ratio as an indicator for pollutants leaching from landfill. *Journal of Clean Energy Technologies*, 2, 263-266.
- [135]. Al-Rosyid, L. M., Titah, H. S., Santoso, I. B., & Mangkoedihardjo, S. (2021). Review on BOD/COD Ratio Toxicity to *Daphnia magna*, *Artemia salina* and *Brachydanio rerio*. *Nature Environment and Pollution Technology*, 20(4), 1741-1748.
- [136]. Sela, S. K., Nayab-Ul-Hossain, A. K. M., Hussain, S. Z., & Hasan, N. (2020). Utilization of prawn to reduce the value of BOD and COD of textile wastewater. *Cleaner Engineering and Technology*, 1, 100021.
- [137]. Bakar, N. A., Othman, N., Yunus, Z. M., Daud, Z., Norisman, N. S., & Hisham, M. H. (2020, May). *Physico-chemical water quality parameters analysis on textile*. In IOP conference series: earth and environmental science (Vol. 498, No. 1, p. 012077). IOP Publishing.

- [138]. Kishor, R., Purchase, D., Saratale, G. D., Saratale, R. G., Ferreira, L. F. R., Bilal, M., Chandra, R., & Bharagava, R. N. (2021). Ecotoxicological and health concerns of persistent coloring pollutants of textile industry wastewater and treatment approaches for environmental safety. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(2), 105012.
- [139]. Bhatia, D., Sharma, N. R., Singh, J., & Kanwar, R. S. (2017). Biological methods for textile dye removal from wastewater: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 47(19), 1836-1876.
- [140]. Ewuzie, U., Saliu, O. D., Dulta, K., Ogunniyi, S., Bajeh, A. O., Iwuozor, K. O., & Ighalo, J. O. (2022). A review on treatment technologies for printing and dyeing wastewater (PDW). *Journal of Water Process Engineering*, 50, 103273.
- [141]. Giannakis, S., Lin, K. Y. A., & Ghanbari, F. (2021). A review of the recent advances on the treatment of industrial wastewaters by Sulfate Radical-based Advanced Oxidation Processes (SR-AOPs). *Chemical Engineering Journal*, 406, 127083.
- [142]. Liu, X., & Wang, J. (2024). Decolorization and degradation of various dyes and dye-containing wastewater treatment by electron beam radiation technology: An overview. *Chemosphere*, 141255.
- [143]. Marimuthu, S., Antonisamy, A. J., Malayandi, S., Rajendran, K., Tsai, P. C., Pugazhendhi, A., & Ponnusamy, V. K. (2020). Silver nanoparticles in dye effluent treatment: A review on synthesis, treatment methods, mechanisms, photocatalytic degradation, toxic effects and mitigation of toxicity. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 205, 111823.
- [144]. Slama, H. B., Chenari Bouket, A., Pourhassan, Z., Alenezi, F. N., Silini, A., Cherif-Silini, H., Oszako, T., Luptakova, L., Golinska, P., & Belbahri, L. (2021). Diversity of synthetic dyes from textile industries, discharge impacts and treatment methods. *Applied Sciences*, 11(14), 6255.
- [145]. Mehmood, Z., Khurshid, H., Khurshid, Z., Aamir, M., & Khan, M. (2024). Enhanced Removal of Dyes from Wastewater through Photocatalysis. *International Journal of Research Publication and Reviews*.

## PHỤ LỤC



VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM  
 VIỆN HÓA HỌC CÁC HỢP CHẤT THIÊN NHIÊN  
 PHÒNG PHÂN TÍCH HÓA HỌC  
 (DEPARTMENT OF CHEMICAL ANALYSIS)

Nhà 1H, số 18 Hoàng Quốc Việt,  
 Cầu Giấy, Hà Nội  
 Điện thoại: 0243.756.6023;  
 Email: pthh@inpc.vast.vn

## PHIẾU KẾT QUẢ PHÂN TÍCH

**Khách hàng (Customer):** Nguyễn Trọng Tuấn – Trường ĐH Công nghiệp Hà Nội

**Địa chỉ (Address):** số 298 đường Cầu Diễn, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội.

**Tên mẫu (Sample name):** Cao chiết từ quả mặc nưa. **Số lượng:** 01 mẫu

**Mô tả (Description):** Mẫu dạng cao khô, đựng bình cầu thủy tinh 500 mL

**Chỉ tiêu phân tích (Parameter):** theo danh sách kết quả phân tích

**Ngày nhận mẫu (Date of received):** 06 / 10 / 2021

**Bảng Kết quả phân tích (Results):**

STT No.	Chỉ tiêu phân tích (Parameter)	Đơn vị tính (Unit) <sup>a</sup>	Phương pháp thử (Testing method) <sup>b</sup>	Kết quả (Result)
1.	Hàm lượng Saponin	%	PTN/ ĐDVN	16,30
2.	Tách tannin trong mẫu cao tổng, xác định khối lượng tannin phân tách	%	PTN	32,1
3.	Tách hydroquinin trong mẫu cao tổng, xác định khối lượng phân đoạn chứa hydroquinin	%	PTN	5,1
4.	Xác định hàm lượng hydroquinin trong mẫu phân tách	mg/100 g	HPLC/ ĐDVN	115,4
5.	Hàm lượng hydroquinin trong mẫu cao tổng	mg/100 g	HPLC/ ĐDVN	16,5
6.	Khối lượng mẫu cao tổng	g	PTN	9,4928

Ghi chú: <sup>a</sup> Đơn vị tính theo trạng thái mẫu của đơn vị cung cấp mẫu; <sup>b</sup> Phương pháp của phòng thí nghiệm xây dựng dựa trên cơ sở tham khảo Dược điển Việt Nam; <sup>c</sup> KPH: Không phát hiện.

Hà Nội, ngày 22 tháng 10 năm 2021

Xác nhận chữ ký của đơn vị  
 (Ký tên, đóng dấu)



**Đỗ Hữu Nghị**

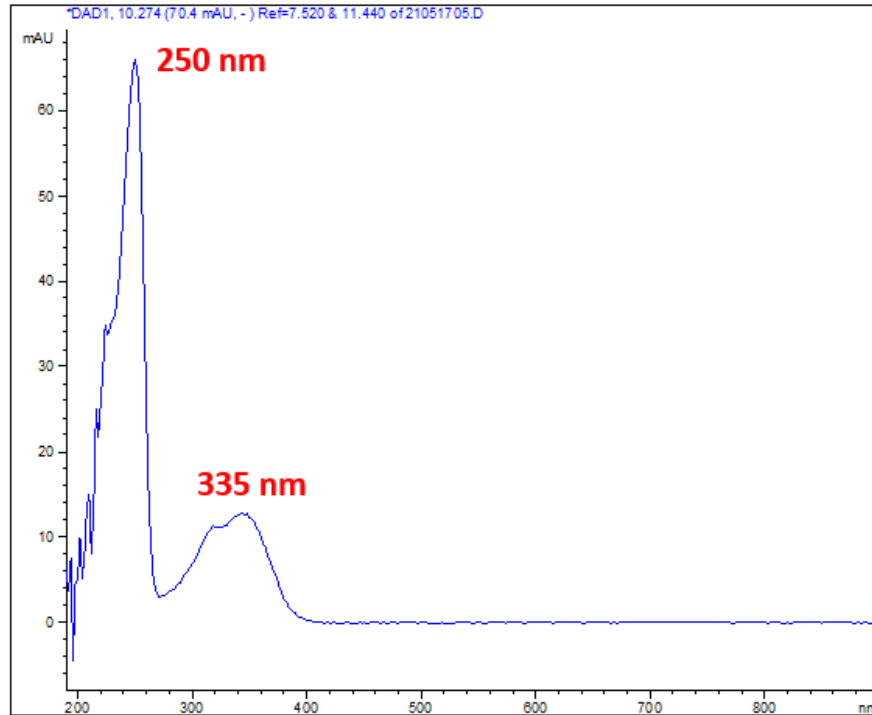
Phòng Phân tích hóa học  
 (Ký, ghi rõ họ tên)

**Nguyễn Phi Hùng**

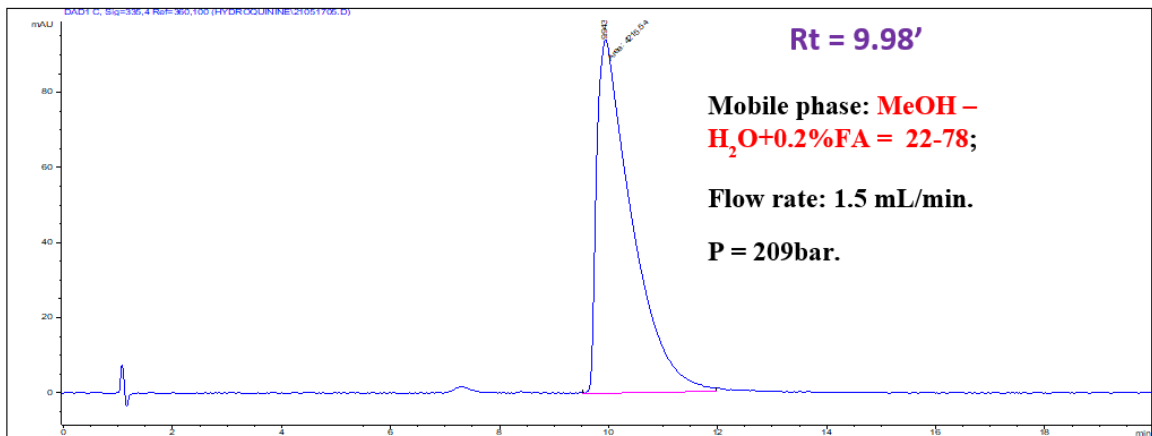
Ghi chú: Kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu chỉ có giá trị đối với mẫu thử nghiệm; Không nhận mọi khiếu nại trong trường hợp không có mẫu lưu hoặc hết hạn sử dụng của thuốc thử. Phòng phân tích hóa học chịu trách nhiệm về độ chính xác của kết quả phân tích.

Phụ lục 1. Kết quả phân tích hàm lượng tannin, saponin và hydroquinone

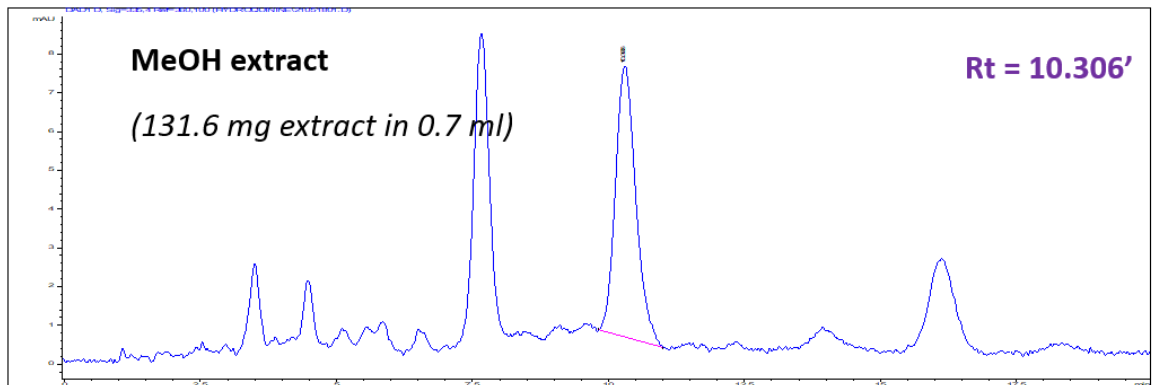




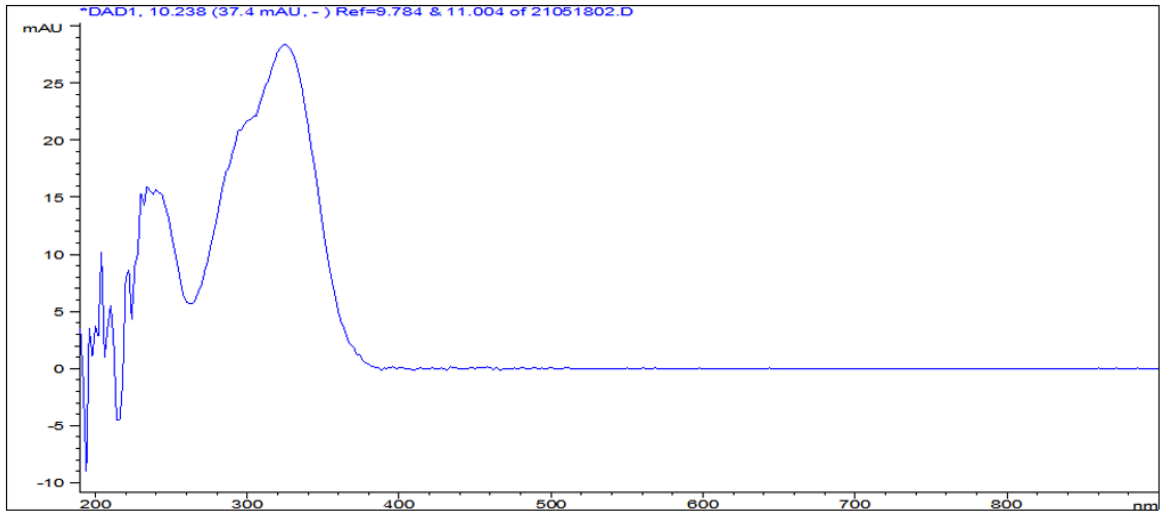
*Phụ lục 2. Định lượng Hydroquinone trong cao chiết quả mặc nưa*



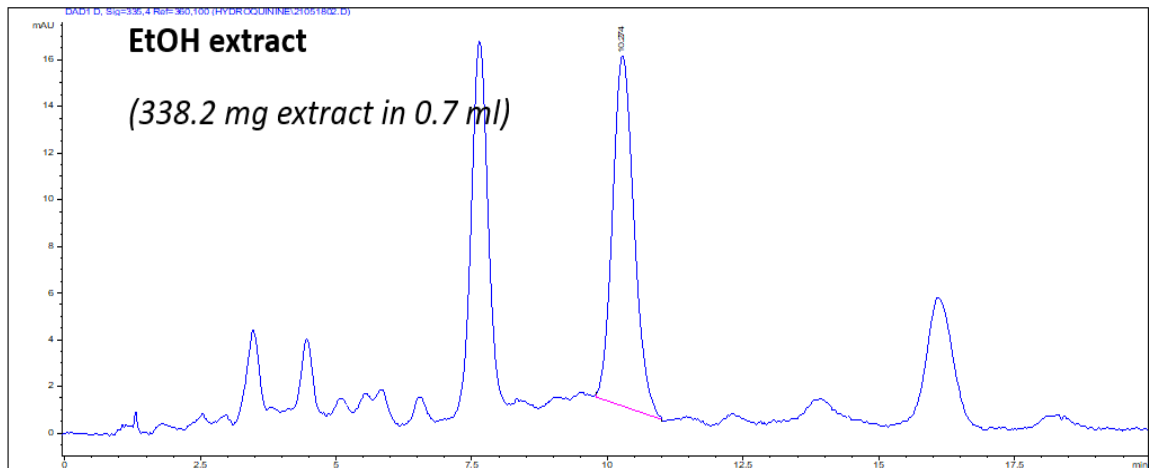
*Phụ lục 3. Sắc ký đồ HPLC chuẩn hydroquinone*



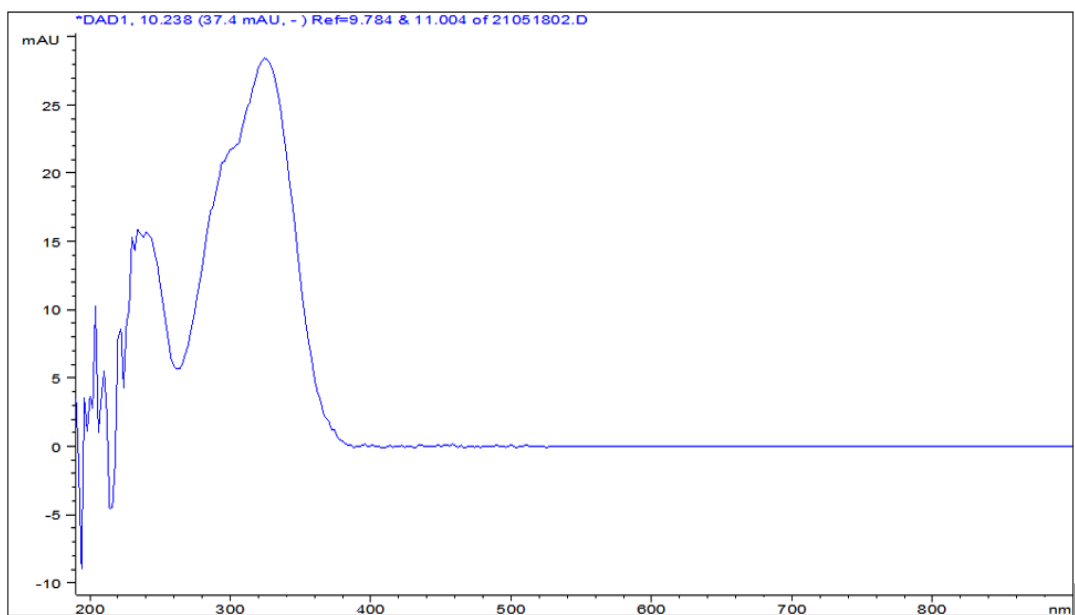
*Phụ lục 4. Sắc ký đồ HPLC chuẩn MeOH*



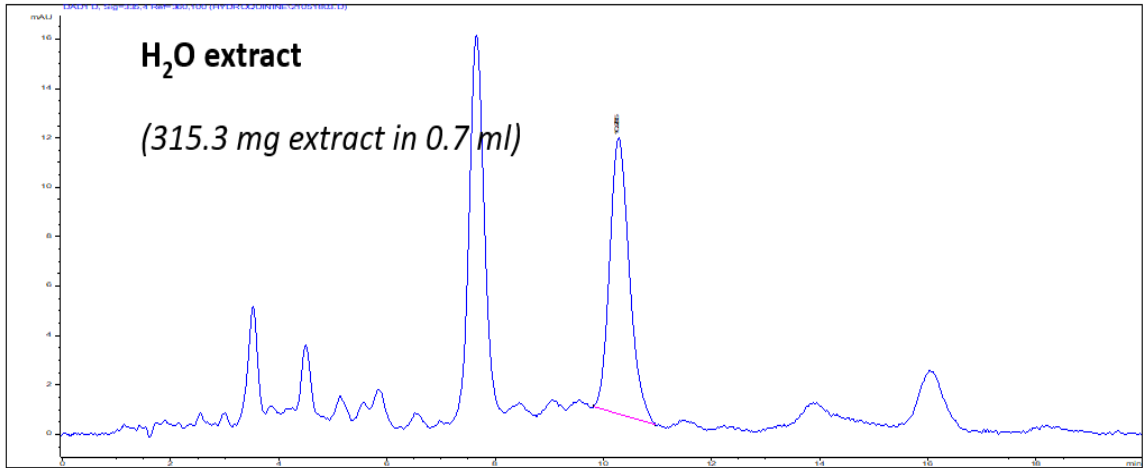
*Phụ lục 5. Sắc ký đồ HPLC của dịch chiết DM trong MeOH*



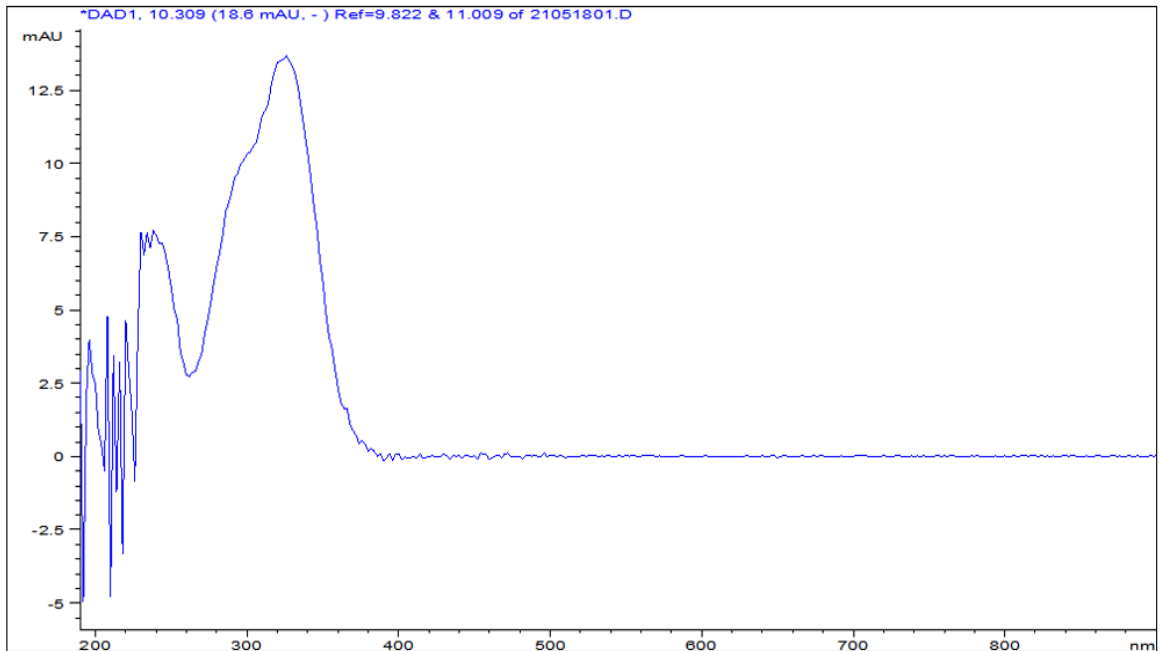
*Phụ lục 6. Sắc ký đồ HPLC chuẩn EtOH*



*Phụ lục 7. Sắc ký đồ HPLC của dịch chiết DM trong EtOH*



*Phụ lục 8. Sắc ký đồ HPLC chuẩn nước*



*Phụ lục 9. Sắc ký đồ HPLC của dịch chiết DM trong nước*



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
 trungtamthiNghiem@gmail.com  
 Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 92-12-11-21/TNDT-22  
 Ngày phát hành: 17-11-2021

Tên khách hàng: TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Ngày nhận mẫu: 12-11-2021

Ngày thực hiện: Từ 12-11-2021 đến 17-11-2021

Mẫu được cung cấp và nhận dạng bởi khách hàng

Tên Mẫu:

Mẫu 1: M0	Mẫu 7: M6	Mẫu 13: M12	Mẫu 19: M18
Mẫu 2: M1	Mẫu 8: M7	Mẫu 14: M13	Mẫu 20: M19
Mẫu 3: M2	Mẫu 9: M8	Mẫu 15: M14	Mẫu 21: M20
Mẫu 4: M3	Mẫu 10: M9	Mẫu 16: M15	Mẫu 22: M21
Mẫu 5: M4	Mẫu 11: M10	Mẫu 17: M16	
Mẫu 6: M5	Mẫu 12: M11	Mẫu 18: M17	

Mẫu kiểm tra:



Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.

Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may

Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 1/8

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 10. Mẫu vải bông kháng khuẩn*





Address: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
 trungtamthienghiem@gmail.com  
 Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 92-12-11-21/TNDT-22  
 Ngày phát hành: 17-11-2021

Mẫu 9	Mẫu 10	Mẫu 11	Mẫu 12
Mẫu 13	Mẫu 14	Mẫu 15	Mẫu 16
Mẫu 17	Mẫu 18	Mẫu 19	Mẫu 20
Mẫu 21	Mẫu 22		

Kết quả thí nghiệm: xem nội dung trang sau

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
 Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
 Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 2/8

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 11. Mẫu vải bông kháng khuẩn*



Address: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
 trungtamthiNghiem@gmail.com  
 Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 92-12-11-21/TNDT-22

Ngày phát hành: 17-11-2021

TT	Chỉ tiêu			Phương pháp thử	Mẫu 1	Mẫu 2
1	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$> 1,8 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$
			% Suy giảm (R)		0	22,22
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$> 1,8 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$
			% Suy giảm (R)		0	11,11
				<b>Mẫu 3</b>	<b>Mẫu 4</b>	
2	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$1,2 \times 10^5$	$9,8 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		33,33	45,56
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$1,2 \times 10^5$	$9,5 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		33,33	47,22

(xem tiếp kết quả trang sau)

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
 Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
 Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 3/8

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 12. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*





Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
Fax: (84-24) 3 862 2867  
Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
trungtamthiNghiem@gmail.com  
Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 92-12-11-21/TNĐT-22

Ngày phát hành: 17-11-2021

TT	Chỉ tiêu			Phương pháp thử	Mẫu 5	Mẫu 6
3	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$8,8 \times 10^4$	$5,7 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>51,11</b>	<b>68,33</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$8,7 \times 10^4$	$5,6 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>51,77</b>	<b>68,89</b>
				<b>Mẫu 7</b>	<b>Mẫu 8</b>	
4	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>90,79</b>	<b>90,79</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>90,99</b>	<b>90,99</b>

(xem tiếp kết quả trang sau)

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 4/8

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 13. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
Fax: (84-24) 3 862 2867  
Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
trungtamthiNghiem@gmail.com  
Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 92-12-11-21/TNĐT-22  
Ngày phát hành: 17-11-2021

TT	Chỉ tiêu			Phương pháp thử	Mẫu 9	Mẫu 10
5	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		4,3 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>76,32</b>	<b>83,33</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		4,3 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>76,44</b>	<b>83,56</b>
				<b>Mẫu 11</b>	<b>Mẫu 12</b>	
6	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		1,6 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>90,79</b>	<b>86,59</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		1,6 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>90,99</b>	<b>86,42</b>

(xem tiếp kết quả trang sau)

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 5/8

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 14. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*





Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@vientdntmay.org.vn  
 trungtamthienghiem@gmail.com  
 Website: www.vientdntmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 92-12-11-21/TNDDT-22

Ngày phát hành: 17-11-2021

TT	Chỉ tiêu			Phương pháp thử	Mẫu 13	Mẫu 14
7	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		7,8 x 10 <sup>4</sup>	1,3 x 10 <sup>5</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>56,76</b>	<b>25,46</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		7,8 x 10 <sup>4</sup>	1,3 x 10 <sup>5</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>56,63</b>	<b>25,55</b>
				<b>Mẫu 15</b>	<b>Mẫu 16</b>	
8	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		> 1,8 x 10 <sup>5</sup>	3,0 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>0</b>	<b>83,25</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		> 1,8 x 10 <sup>5</sup>	3,0 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>0</b>	<b>83,56</b>

(xem tiếp kết quả trang sau)

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
 Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
 Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 6/8

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 15. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
Fax: (84-24) 3 862 2867  
Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
trungtamthienghiem@gmail.com  
viendetmay@gmail.com  
Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 92-12-11-21/TNDT-22  
Ngày phát hành: 17-11-2021

TT	Chỉ tiêu			Phương pháp thử	Mẫu 17	Mẫu 18
9	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$2,2 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>87,50</b>	<b>89,30</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$2,2 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>87,80</b>	<b>89,56</b>
				<b>Mẫu 19</b>	<b>Mẫu 20</b>	
10	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>90,79</b>	<b>90,79</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>90,99</b>	<b>90,99</b>

(xem tiếp kết quả trang sau)

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTIN Dệt may  
Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 7/8

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 16. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
 trungtamthiNghiemDetMay@gmail.com  
 Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 92-12-11-21/TNĐT-22  
 Ngày phát hành: 17-11-2021

TT	Chỉ tiêu		Phương pháp thử	Mẫu 21	Mẫu 22
11	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu	1,6 x 10 <sup>4</sup>	1,6 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)	<b>90,79</b>	<b>90,79</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu	1,6 x 10 <sup>4</sup>	1,6 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)	<b>90,99</b>	<b>90,99</b>

Ghi chú: Mẫu thử: 1g mẫu với các miếng đường kính 4,8cm.  
 Nhiệt độ ủ: 37<sup>0</sup>C; Môi trường dinh dưỡng: thạch agar.  
 CFU/ml : số đơn vị khuẩn lạc.  
 % R = 100 (B-A) / B , trong đó:  
 A: số vi khuẩn còn lại sau thời gian tiếp xúc 24 giờ.  
 B: số vi khuẩn tại thời điểm ban đầu (thời gian tiếp xúc "0").

THỪA ỦY QUYỀN CHỦ TỊCH H.Đ.Q.T



K/T GIÁM ĐỐC TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM  
 PHÓ GIÁM ĐỐC  
 ThS. Nguyễn Kiều Đông

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
 Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
 Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.  
 Trang 8/8

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 17. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*





Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
Fax: (84-24) 3 862 2867  
Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
trungtamthiNghiem@gmail.com  
Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 01-01-12-21/TNPV-12  
Ngày phát hành: 6-12-2021

Tên khách hàng: TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Ngày nhận mẫu: 29-11-2021

Ngày thực hiện: Từ 29-11-2021 đến 6-12-2021

Mẫu được cung cấp và nhận dạng bởi khách hàng

Tên Mẫu:

Mẫu 1: M22

Mẫu 5: M26

Mẫu 9: M30

Mẫu 2: M23

Mẫu 6: M27

Mẫu 10: M31

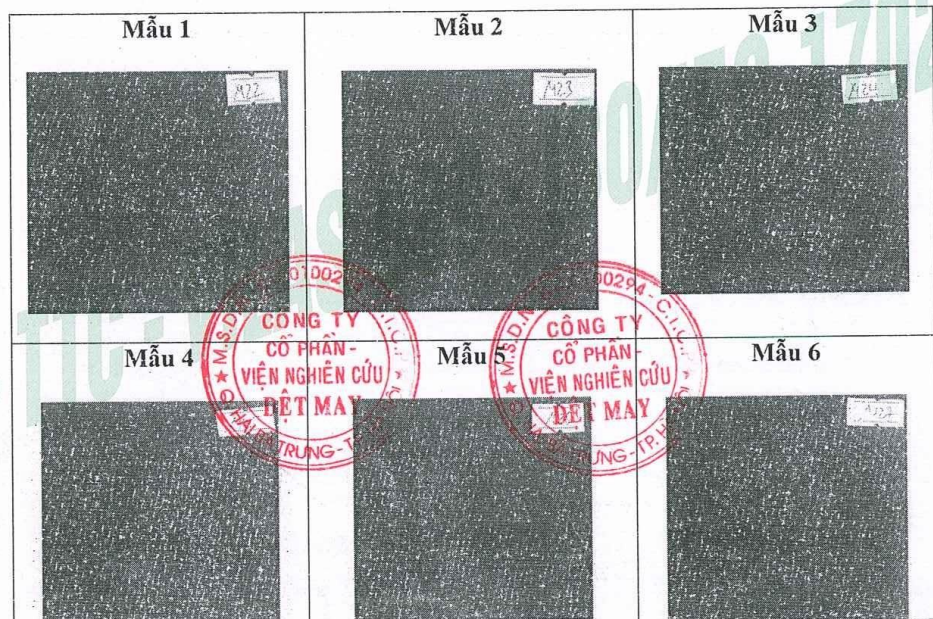
Mẫu 3: M24

Mẫu 7: M28

Mẫu 4: M25

Mẫu 8: M29

Mẫu kiểm tra:



Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 1/5

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 18. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
 trungtamthienghiem@gmail.com  
 Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 01-01-12-21/TNPV-12  
 Ngày phát hành: 6-12-2021

Tên khách hàng: TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Ngày nhận mẫu: 29-11-2021

Ngày thực hiện: Từ 29-11-2021 đến 6-12-2021

Mẫu được cung cấp và nhận dạng bởi khách hàng

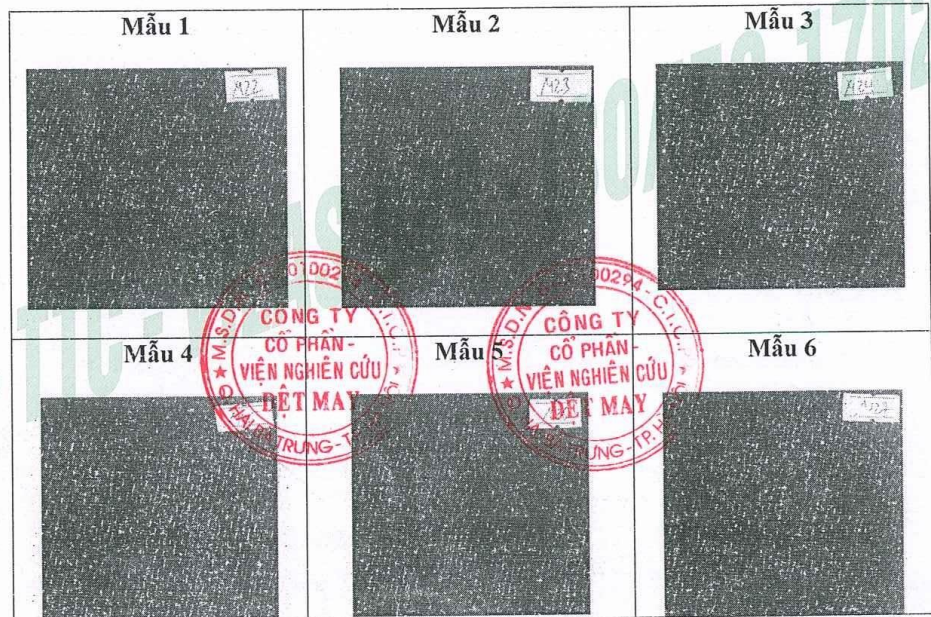
Tên Mẫu:

Mẫu 1: M22  
 Mẫu 2: M23  
 Mẫu 3: M24  
 Mẫu 4: M25

Mẫu 5: M26  
 Mẫu 6: M27  
 Mẫu 7: M28  
 Mẫu 8: M29

Mẫu 9: M30  
 Mẫu 10: M31

Mẫu kiểm tra:



Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.

Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may

Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 1/5

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 19. Mẫu vải bông kháng khuẩn*





Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
Fax: (84-24) 3 862 2867  
Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
trungtamthiNghiem@gmail.com  
Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 01-01-12-21/TNPV-12  
Ngày phát hành: 6-12-2021

TT	Chỉ tiêu			Phương pháp thử	Mẫu 1	Mẫu 2
1	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		< 1,0 x 10 <sup>2</sup>	< 1,0 x 10 <sup>2</sup>
			% Suy giảm (R)		99,99	99,99
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		< 1,0 x 10 <sup>2</sup>	< 1,0 x 10 <sup>2</sup>
			% Suy giảm (R)		99,99	99,99
				<b>Mẫu 3</b>	<b>Mẫu 4</b>	
2	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		< 1,0 x 10 <sup>2</sup>	< 1,0 x 10 <sup>2</sup>
			% Suy giảm (R)		99,99	99,99
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		< 1,0 x 10 <sup>2</sup>	< 1,0 x 10 <sup>2</sup>
			% Suy giảm (R)		99,99	99,99

(xem tiếp kết quả trang sau)

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 3/5

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 20. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
Fax: (84-24) 3 862 2867  
Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
trungtamthiNghiem@gmail.com  
Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 01-01-12-21/TNPV-12

Ngày phát hành: 6-12-2021

TT	Chỉ tiêu			Phương pháp thử	Mẫu 5	Mẫu 6
3	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$
			% Suy giảm (R)		<b>99,99</b>	<b>99,99</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$
			% Suy giảm (R)		<b>99,99</b>	<b>99,99</b>
				<b>Mẫu 7</b>	<b>Mẫu 8</b>	
4	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$
			% Suy giảm (R)		<b>99,99</b>	<b>99,99</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$
			% Suy giảm (R)		<b>99,99</b>	<b>99,99</b>

(xem tiếp kết quả trang sau)

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 4/5

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 21. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
 trungtamthiNghiem@gmail.com  
 Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 01-01-12-21/TNPV-12  
 Ngày phát hành: 6-12-2021

TT	Chỉ tiêu		Phương pháp thử	Mẫu 9	Mẫu 10
5	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu	< 1,0 x 10 <sup>2</sup>	< 1,0 x 10 <sup>2</sup>
			% Suy giảm (R)	99,99	99,99
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu	< 1,0 x 10 <sup>2</sup>	< 1,0 x 10 <sup>2</sup>
			% Suy giảm (R)	99,99	99,99

Ghi chú: Mẫu thử: 1g mẫu với các miếng đường kính 4,8cm.  
 Nhiệt độ ủ: 37<sup>0</sup>C; Môi trường dinh dưỡng: thạch agar.  
 CFU/ml : số đơn vị khuẩn lạc.  
 % R = 100 (B-A) / B , trong đó:  
 A: số vi khuẩn còn lại sau thời gian tiếp xúc 24 giờ.  
 B: số vi khuẩn tại thời điểm ban đầu (thời gian tiếp xúc "0").

THỪA ỦY QUYỀN CHỦ TỊCH H.Đ.Q.T



K/T GIÁM ĐỐC TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM  
 PHÓ GIÁM ĐỐC  
 ThS. Nguyễn Kiều Đông

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
 Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
 Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.  
 Trang 5/5

TTTN/BM-7.8-001/1

Phụ lục 22. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông





Address: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel: (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
 trungtamthiNghiem@gmail.com  
 Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 124-28-12-21/TNĐT-12  
 Ngày phát hành: 28-12-2021

Tên khách hàng: TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Ngày nhận mẫu: 12-11-2021

Ngày thực hiện: Từ 28-12-2021 đến 30-12-2021

Mẫu được cung cấp và nhận dạng bởi khách hàng

Tên Mẫu:

Mẫu 1: M32

Mẫu 4: M35

Mẫu 7: M38

Mẫu 10: M41

Mẫu 2: M33

Mẫu 5: M36

Mẫu 8: M39

Mẫu 11: M42

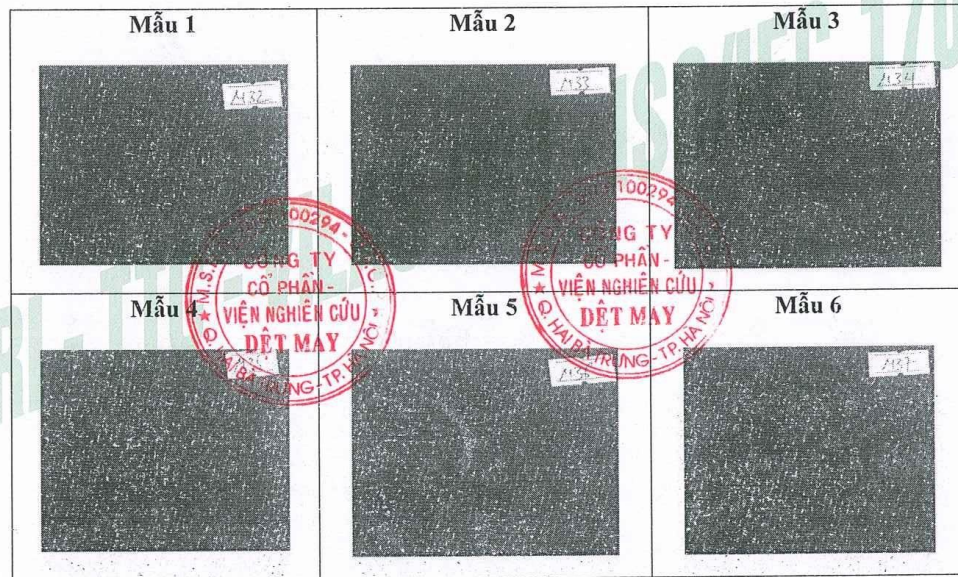
Mẫu 3: M34

Mẫu 6: M37

Mẫu 9: M40

Mẫu 12: M43

Mẫu kiểm tra:



Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
 Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
 Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 1/5

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 23. Mẫu vải bông kháng khuẩn*



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
 trungtamthiNghiem@gmail.com  
 Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 124-28-12-21/TNĐT-12  
 Ngày phát hành: 28-12-2021

Mẫu 7	Mẫu 8	Mẫu 9
Mẫu 10	Mẫu 11	Mẫu 12

Kết quả thí nghiệm: xem nội dung trang sau

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
 Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTIN Dệt may  
 Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 2/5

TTIN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 24. Mẫu vải bông kháng khuẩn*





Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
 Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
 Fax: (84-24) 3 862 2867  
 Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
 trungtamthiNghiem@gmail.com  
 Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 124-28-12-21/TNĐT-12  
 Ngày phát hành: 28-12-2021

TT	Chỉ tiêu			Phương pháp thử	Mẫu 1	Mẫu 2
1	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		5,1 x 10 <sup>4</sup>	7,8 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>71,35</b>	<b>56,65</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		5,1 x 10 <sup>4</sup>	7,8 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>71,44</b>	<b>56,79</b>
				<b>Mẫu 3</b>	<b>Mẫu 4</b>	
2	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		1,2 x 10 <sup>5</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>30,33</b>	<b>99,99</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu		1,2 x 10 <sup>5</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>
			% Suy giảm (R)		<b>30,45</b>	<b>99,99</b>

(xem tiếp kết quả trang sau)

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
 Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
 Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 3/5

TTTN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 25. Mẫu vải bông kháng khuẩn*



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
Fax: (84-24) 3 862 2867  
Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
trungtamthiNghiem@gmail.com  
Website: www.viendetmay.org.vn

## CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY

VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)

### TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY

TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 124-28-12-21/TNĐT-12

Ngày phát hành: 28-12-2021

TT	Chỉ tiêu			Phương pháp thử	Mẫu 5	Mẫu 6
3	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$6,4 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>96,43</b>	<b>91,20</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$6,4 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$
			% Suy giảm (R)		<b>96,85</b>	<b>91,66</b>
				<b>Mẫu 7</b>	<b>Mẫu 8</b>	
4	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	AATCC 100-2019	$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$<1,0 \times 10^2$	$8,5 \times 10^3$
			% Suy giảm (R)		<b>99,99</b>	<b>95,29</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu		$1,8 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
			24 giờ (A), CFU/mẫu		$<1,0 \times 10^2$	$8,5 \times 10^3$
			% Suy giảm (R)		<b>99,99</b>	<b>95,36</b>

(xem tiếp kết quả trang sau)

Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTTN Dệt may  
Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 4/5

TTTN/BM-7.8-001/1

Phụ lục 26. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông



Add: 478 Minh Khai, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam  
Tel : (84-24) 2 215 6167 / 6 681 5577  
Fax: (84-24) 3 862 2867  
Email: lab\_tri@viendetmay.org.vn  
trungtamthiNghiem@gmail.com  
Website: www.viendetmay.org.vn

**CÔNG TY CỔ PHẦN - VIỆN NGHIÊN CỨU DỆT MAY**  
**VIETNAM TEXTILE RESEARCH INSTITUTE., JSC (VTRI)**

**TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM DỆT MAY**  
**TEXTILE TESTING CENTRE (TTC)**



## PHIẾU BÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Số TN: 124-28-12-21/TNĐT-12  
Ngày phát hành: 28-12-2021

TT	Chỉ tiêu		Phương pháp thử	Mẫu 9	Mẫu 10
5	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu	1,8 x 10 <sup>4</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu	89,90	99,99
			24 giờ (A), CFU/mẫu	1,6 x 10 <sup>4</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>
			% Suy giảm (R)	<b>90,95</b>	<b>99,99</b>
			<b>Mẫu 11</b>	<b>Mẫu 12</b>	
6	Khả năng kháng khuẩn - Tỷ lệ suy giảm của vi khuẩn	Escherichia coli ATCC 25922	0 giờ (B), CFU/mẫu	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu	4,2 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)	<b>97,68</b>	<b>93,22</b>
		Staphylococcus aureus ATCC 6538	0 giờ (B), CFU/mẫu	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
			24 giờ (A), CFU/mẫu	3,8 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
			% Suy giảm (R)	<b>97,88</b>	<b>93,39</b>

Ghi chú:  
Mẫu thử: 1g mẫu với các miếng đường kính 4,8cm.  
Nhiệt độ ủ: 37°C; Môi trường dinh dưỡng: thạch agar.  
CFU/ml : số đơn vị khuẩn lạc.  
% R = 100 (B-A) / B , trong đó:  
A: số vi khuẩn còn lại sau thời gian tiếp xúc 24 giờ.  
B: số vi khuẩn tại thời điểm ban đầu (thời gian tiếp xúc "0").

THỪA Ủ QUYỀN CHỦ TỊCH H.Đ.Q.T



K/T GIÁM ĐỐC TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM

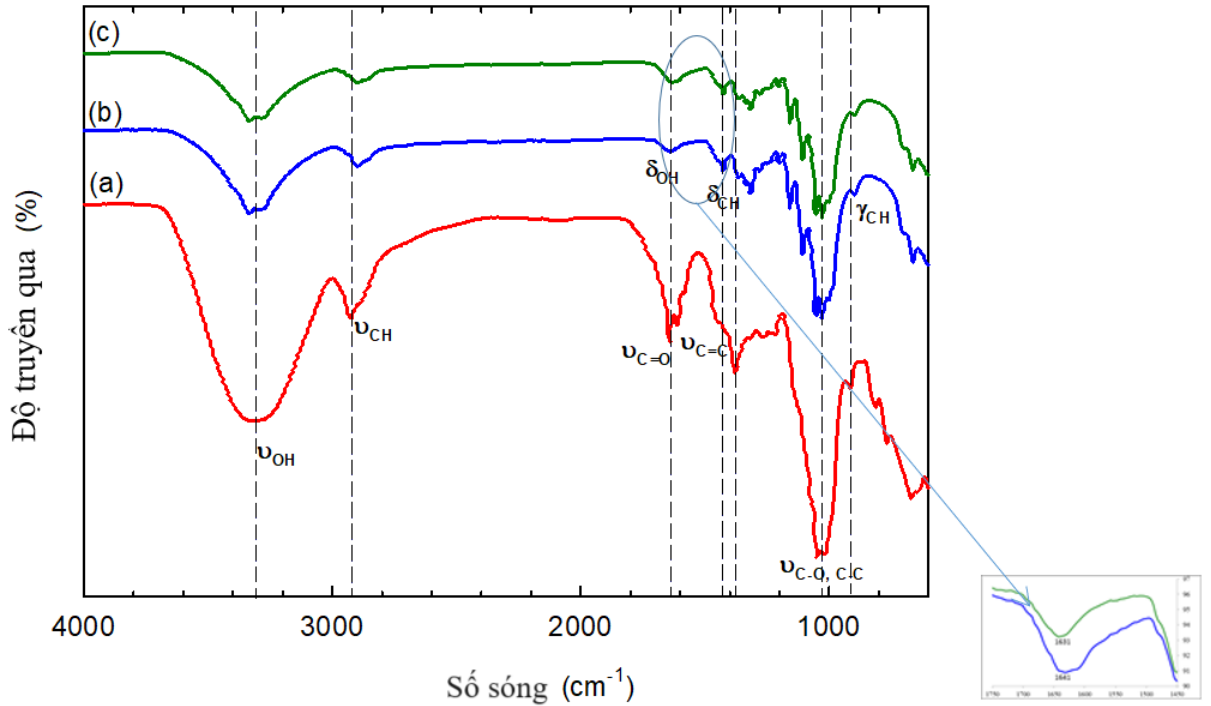
Kết quả thử nghiệm chỉ đại diện cho mẫu do khách hàng cung cấp: (20 x 20)cm/mẫu.  
Không được sao chép một phần bản kết quả này nếu không được sự đồng ý bằng văn bản của TTCN Dệt may.  
Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của khách hàng.

Trang 5/5

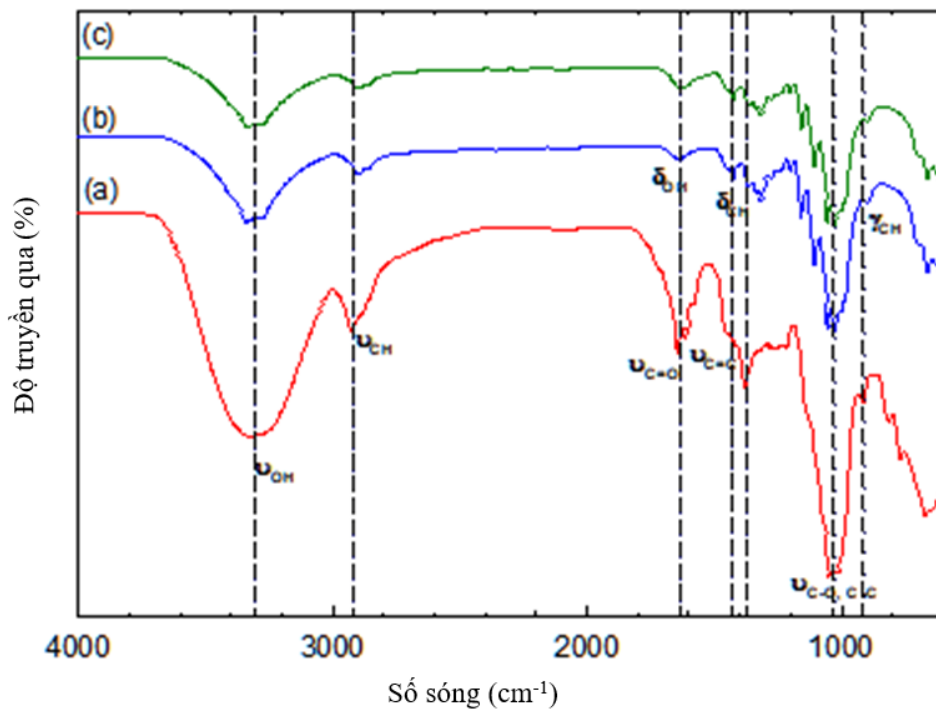
TTCN/BM-7.8-001/1

*Phụ lục 27. Kết quả kháng khuẩn của mẫu vải bông*





Phụ lục 28. Phổ hồng ngoại của dịch chiết quả mặc nưa (a), vải bông chưa xử lý (b) và vải bông được xử lý bằng dịch chiết từ quả mặc nưa (c)



Phụ lục 29. Phổ hồng ngoại của hỗn hợp xử lý vải bông (a), vải bông trước xử lý (b) và vải bông được xử lý bởi hỗn hợp (c)