

# NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ NHUỘM SỢI TRE BẰNG CHẤT MÀU TỰ NHIÊN CHIẾT XUẤT TỪ HẠT ĐIỀU NHUỘM

NGUYỄN NGỌC THẮNG

*Viện Dệt may, Da giày và Thời trang - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội  
thang.nguyennhoc@hust.edu.vn*

**Tóm tắt.** Bài báo trình bày quy trình chiết tách chất màu từ hạt điều nhuộm trong các môi trường pH khác nhau để nhuộm cho sợi tre dùng làm các sản phẩm thủ công mỹ nghệ. Ảnh hưởng của điều kiện nhuộm gồm nhiệt độ, pH môi trường và các chất cầm màu đến đặc tính màu sắc của sợi tre được khảo sát. Điều kiện nhuộm thích hợp cho sợi tre là nhiệt độ nóng (85-90 °C), môi trường kiềm (pH = 9-10), modun nhuộm 1:20 và thời gian nhuộm 60 phút. Phương pháp phân tích phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR) đã được sử dụng để giải thích khả năng liên kết của chất màu với vật liệu tre. Màu sắc của sợi tre đã nhuộm màu bị biến ánh tạo các gam màu mới khi cầm màu bằng các muối phen nhôm kali, đồng sunphat, kalibicromat và sắt (II) sunphat.

**Từ khóa.** Hạt điều nhuộm, sợi tre, nhuộm màu tự nhiên, cầm màu.

## INVESTIGATION OF ECO-FRIENDLY DYEING TECHNIQUE FOR VIETNAMESE BAMBOO STRIPS USING A NATURAL COLORANT EXTRACTED FROM ANNATTO SEEDS

**Abstract.** In this paper, dyeing of Vietnamese bamboo strips using a natural colorant derived from Vietnam annatto seeds have been studied. The annatto colorant extracted using boiling water in various pH was dyed on bamboo strips by exhaustion. The effects of various dyeing factors including temperature, pH and various mordant species on the chromatic behaviour of bamboo strips were investigated and optimized. The optimal dyeing conditions were high temperature (85-90 °C), alkaline medium (pH = 9-10), liquor ratio 1:20 and dyeing time 60 min. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) was also conducted to get insight into the bonding mechanism between the extracted colorant and bamboo material. The chromatic behaviour of dyed bamboo strips was changed using different mordants such as aluminum potassium sulfate, copper sulphate, potassium dichromate and ferrous sulfate via post-treatment method.

**Keywords.** Bixa Orellana, bamboo strip, dyeing, mordant.

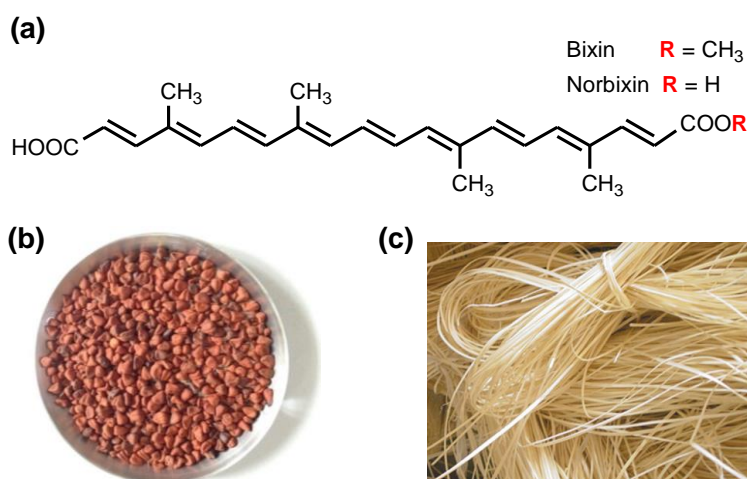
### 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, Việt Nam đang là một trong những quốc gia xuất khẩu hàng mây tre đan lớn nhất thế giới, với tổng doanh thu trung bình hơn 200 triệu USD/năm, chiếm khoảng 14% tổng kim ngạch xuất khẩu hàng thủ công mỹ nghệ trong cả nước [1-3]. Các sản phẩm mây tre đan của nước ta đã có mặt trên 130 quốc gia và vùng lãnh thổ với các thị trường chính là các nước EU (31,44% tỷ trọng), Mỹ (19,5% tỷ trọng), Nhật Bản (9,3% tỷ trọng). Năm 2019, Việt Nam và Liên minh châu Âu (EU) đã ký Hiệp định thương mại tự do Việt Nam - EU (EVFTA) mở ra cơ hội cho các làng nghề Việt Nam đẩy mạnh xuất khẩu các mặt hàng hàng thủ công mỹ nghệ nói chung và sản phẩm mây tre đan nói riêng [4]. Bên cạnh những thuận lợi này, các làng nghề và các doanh nghiệp xuất khẩu hàng thủ công mỹ nghệ cũng đang phải đối mặt với nhiều thách thức như thiếu nguồn nguyên liệu, thiếu liên kết, quy mô sản xuất nhỏ, mẫu mã chưa đa dạng, độc đáo [5]. Để có thể giữ vững và tăng trưởng xuất khẩu mặt hàng này trong thị trường cạnh tranh ngày càng khốc liệt cần có sự đổi mới về mẫu mã sản phẩm, công nghệ và phương thức quản lý sản xuất theo xu hướng phát triển bền vững, thân thiện với môi trường [5, 6].

Thực tế đã chứng minh, nhiều doanh nghiệp dệt may của Nhật Bản đã có thể sống sót và cạnh tranh với các hàng Trung Quốc giá rẻ nhờ tạo ra những sản phẩm mới thân thiện với môi trường. Họ đã sử dụng các loại thuốc nhuộm tự nhiên, các chất hoàn tất vải sợi không gây ô nhiễm môi trường để tạo ra các sản phẩm dệt may sinh thái. Đây là một xu hướng tất yếu trong tương lai khi các vấn đề môi trường sinh thái ngày càng được quan tâm [6-8].

Tre là một vật liệu tự nhiên, có giá trị sinh thái cao, rất thân thiện với môi trường [9]. Tuy nhiên, trong quá trình sản xuất sợi tre và các mặt hàng từ nó, nhiều sản phẩm đã được xử lý, nhuộm màu bằng các hóa chất và chất màu tổng hợp để tăng tính thẩm mỹ và giá trị cho sản phẩm. Điều này đã làm mất đi giá trị sinh thái vốn có của vật liệu này, đặc biệt là các sản phẩm tiếp xúc trực tiếp với cơ thể con người như các sản phẩm chứa đựng các thực phẩm tươi sống hoặc đồ nội thất. Các sản phẩm này sẽ giữ được giá trị sinh thái vốn có của tre khi được xử lý và nhuộm màu bằng các chất màu tự nhiên và các hợp chất không hoặc ít gây hại đến môi trường.

Hiện nay, các công trình nghiên cứu trên thế giới và trong nước tập trung về khả năng nhuộm màu tự nhiên của các vật liệu dệt [8]. Trên thế giới, một số nghiên cứu nhuộm màu tự nhiên cho tre, gỗ cũng đã được triển khai [10, 11]. Trong nước, chưa có công trình nghiên cứu nào công bố nhuộm màu tự nhiên cho sợi tre để làm các sản phẩm thủ công mỹ nghệ. Do vậy, trong nghiên cứu này, tác giả sẽ trình bày kỹ thuật nhuộm màu tự nhiên chiết tách từ hạt điều nhuộm cho sợi tre Việt Nam để ứng dụng làm nguyên liệu cho một số sản phẩm nội thất sinh thái. Hạt điều nhuộm (tên khoa học *Bixin Orellana L.*) chứa chất màu annatto có màu vàng đỏ, đang được sử dụng rộng rãi trong thực phẩm và mỹ phẩm vì đặc tính chống oxy hóa và hoạt tính sinh học cao [12]. Thành phần hóa học chính trong chất màu annatto là bixin (chiếm 80% khối lượng), còn lại 20% bao gồm norbixin, đường, tinh dầu, sáp và các hợp chất dễ bay hơi. Công thức cấu tạo của bixin và norbixin được biểu diễn trong hình 1. Để chiết tách chất màu annatto có thể sử dụng phương pháp ninh chiết, Soxhlet, sóng siêu âm (ultrasound-assisted), dung dịch lỏng siêu tới hạn với khí CO<sub>2</sub> (supercritical fluid extraction), hệ vi phân tán lỏng-lỏng (dispersive liquid-liquid microextraction), vi sóng (microwave extraction), enzym (enzymatic extraction) với các dung môi khác nhau [12-14]. Trong nghiên cứu này, chất màu từ hạt điều nhuộm Việt Nam được chiết tách bằng phương pháp ninh chiết trong các môi trường pH khác nhau và sử dụng để nhuộm màu cho sợi tre.



Hình 1. (a) Công thức cấu tạo của bixin và norbixin, (b) Hạt điều nhuộm và (c) Sợi tre.

## 2 THỰC NGHIỆM

### 2.1 Vật liệu và hóa chất

Sợi tre được cung cấp bởi công ty TNHH mỹ nghệ Hoa Sơn, Hà Nội. Sợi tre đã được xử lý làm sạch và sấy để chống nấm mốc, hình 1c. Các chỉ tiêu kỹ thuật của sợi tre được trình bày trong bảng 1. Hạt điều nhuộm, loại dùng cho tạo màu thực phẩm, được cung cấp bởi công ty TNHH sản xuất và thương mại Hậu Sanh, Việt Nam. Các hóa chất sử dụng trong nghiên cứu bao gồm axit axetic, natri hydroxit, muối phèn nhôm kali, đồng sunphat, kalibicromat và sắt (II) sunphat được cung cấp bởi công ty Xilong, Trung Quốc. Các thí nghiệm và phân tích được thực hiện tại Trung tâm thí nghiệm Vật liệu Dệt may - Da giày, PTN Hóa dệt và PTN Công nghệ lọc hóa dầu & Vật liệu xúc tác hấp phụ, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

### 2.2 Quy trình thực nghiệm

#### a. Chiết tách chất màu

Chất màu annatto được chiết theo phương pháp ninh chiết trong nước, ở nhiệt độ sôi, trong 60 phút với các pH khác nhau. Môi trường chiết có tính axit (pH = 4-5) được tạo bởi dung dịch axit axetic 1M và có tính kiềm (pH = 9-10) được tạo bởi dung dịch NaOH 1M.

Hạt điều nhuộm được thêm vào các cốc chứa 200 ml nước có các môi trường axit, kiềm và trung tính để đạt dung tỷ 1:20 g/ml. Các cốc được khuấy đều và chiết ở nhiệt độ sôi, trong 60 phút. Dung dịch sau đó được đưa về nhiệt độ phòng và lọc qua lưới lọc để thu được dịch chiết annatto, dùng cho quá trình nhuộm tiếp theo.

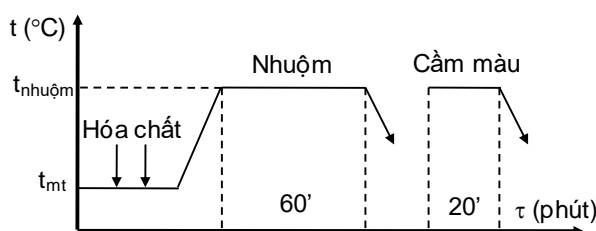
Bảng 1. Bảng thông số kỹ thuật của sợi tre.

Thông số	Số liệu
Hình dạng	Dạng sợi dệt
Màu sắc	Trắng ngà
Trọng lượng, g/dm <sup>3</sup>	~ 800

*b. Nhuộm màu cho sợi tre*

Sợi tre cắt thành các đoạn ngắn với kích thước 70 mm được luộc trong nước sôi ba lần, mỗi lần luộc trong 20 phút để loại bỏ các hóa chất tồn dư. Sau đó mẫu tre được rửa sạch, để khô gió và sấy ở nhiệt độ 70 °C trong 24 giờ. Mẫu tre sau xử lý sơ bộ (T0) được nhuộm theo phương pháp tận trích trong máy nhuộm BATHS HH-S6. Các mẫu tre có khối lượng xác định được nhuộm bằng các dung dịch chất màu annatto đã chiết ở các pH khác nhau.

Quy trình nhuộm màu cho sợi tre cũng được khảo sát trong các môi trường axit (pH = 4-5), kiềm (pH = 9-10) và trung tính, theo phương pháp nhuộm lạnh (25-30 °C), nhuộm ấm (65-70 °C) và nhuộm nóng (85-90 °C), trong thời gian 60 phút, với dung tỷ nhuộm 1:20 g/ml. pH của dung dịch nhuộm được điều chỉnh bằng dung dịch axit axetic 1M hoặc NaOH 1M. Mẫu tre sau nhuộm được phơi khô gió. Các mẫu tre nhuộm màu annatto (TNh) được tiếp tục cầm màu bằng các dung dịch muối phèn nhôm kali, đồng sunphat, kalibicromat và sắt (II) sunphat. Kỹ thuật cầm màu được thực hiện bằng cách ngâm trực tiếp mẫu vào dung dịch chất cầm màu có nồng độ 1%, trong 20 phút, ở nhiệt độ tương ứng với nhiệt độ nhuộm mẫu tre đó. Các mẫu sau đó được phơi khô gió và sấy ở nhiệt độ 70 °C trong 24 giờ. Quy trình nhuộm và cầm màu sợi tre được biểu diễn trong hình 2.



Hình 2. Quy trình nhuộm và cầm màu cho sợi tre.

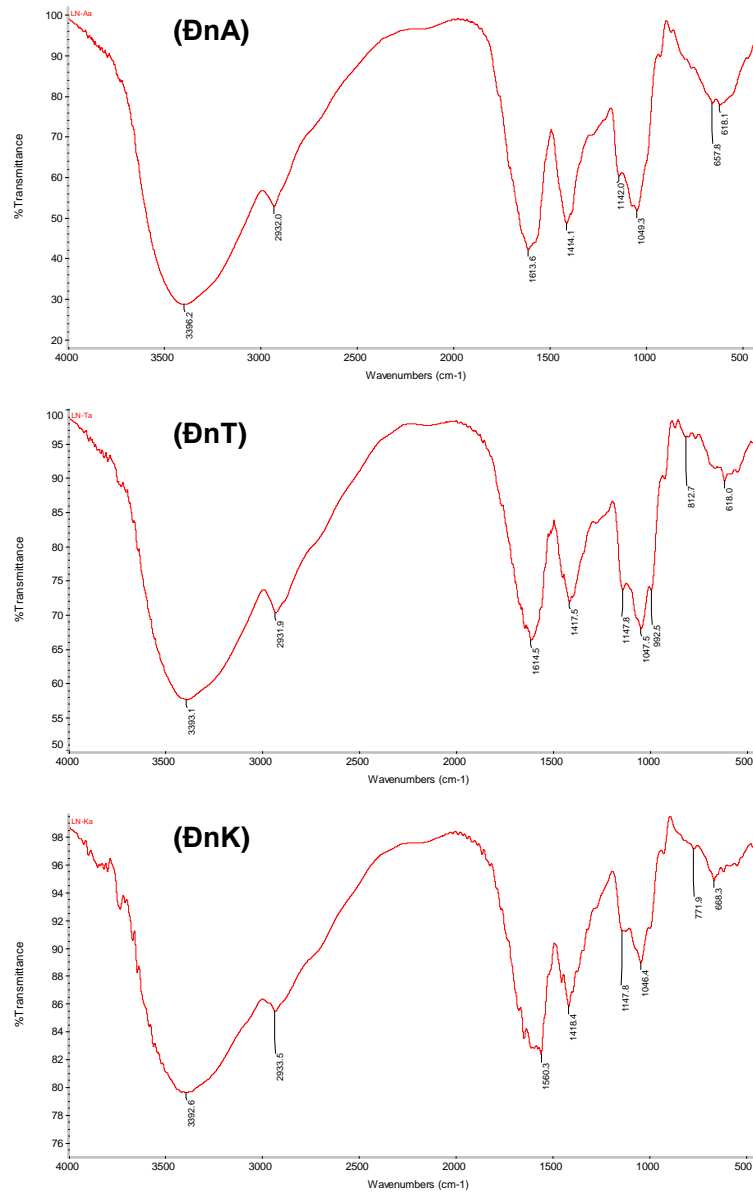
**2.3 Các phương pháp phân tích**

Sử dụng phương pháp đo màu quang phổ, phân tích ảnh hiển vi quang học và phổ FTIR của chất màu annatto, các mẫu tre nhuộm màu và cầm màu để đánh giá khả năng nhuộm màu của vật liệu này. Đo màu quang phổ được thực hiện trên thiết bị MiniScan XE Plus của hãng Hunterlab với nguồn sáng D65, góc quan sát 10° theo tiêu chuẩn ISO 105-J01: 1997. Phổ FTIR của các mẫu thí nghiệm được đo bằng máy Nicolet 6700 của hãng Thermo, USA. Ảnh hiển vi quang học được chụp bằng thiết bị A.KRÜSS Optronic MBL2100 trinocular microscope, Đức.

**3 KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN**

**3.1 Đặc tính chất màu chiết trong các môi trường**

Các dung dịch chất màu từ hạt điều nhuộm (Đn) thu được bằng phương pháp ninh chiết trong môi trường nước với các giá trị pH khác nhau sẽ có ảnh màu khác nhau. Dung dịch chiết khá trong và có màu vàng nhạt trong môi trường axit (pH = 4-5), màu vàng đậm và vẫn đục trong môi trường trung tính (pH = 7), màu da cam và vẫn đục trong môi trường kiềm (pH = 9-10). Hạt điều nhuộm sau khi chiết tách trong môi trường kiềm chuyển sang màu đen, không còn lớp áo màu đỏ nâu ban đầu, chứng tỏ chất màu đã được tách hiệu quả hơn trong môi trường này. Với môi trường trung tính và axit cho thấy hạt điều nhuộm sau chiết vẫn chứa chất màu do hạt vẫn có màu nâu đỏ. Việc chuyển màu trong các môi trường pH khác nhau thường xảy ra ở một số chất màu tự nhiên, cho thấy các nhóm chức trong phân tử của chúng có khả năng phản ứng với axit và kiềm để làm thay đổi khả năng phản xạ ánh sáng của các phân tử chất màu.



Hình 3. Phổ FTIR của chất màu chiết từ hạt điều nhuộm trong các môi trường: axit (ĐnA), trung tính (ĐnT) và kiềm (ĐnK).

Để xác định nhóm chức của các hợp chất có trong chất màu hạt điều nhuộm, dung dịch chất màu annatto được cô đặc, sấy khô và phân tích phổ FTIR. Hình 3 biểu diễn phổ FTIR của chất màu hạt điều nhuộm chiết tách trong các môi trường axit, trung tính và bazơ. Tuy chất màu được chiết trong các môi trường pH khác nhau nhưng phổ FTIR có các peak tương đối giống nhau. Các phổ FTIR của chất màu annatto cho thấy số sóng đặc trưng cho nhóm OH ở 3392 (3393; 3396) cm<sup>-1</sup>, nhóm C-H trong mạch hydrocarbon no ở 2933 (2931; 2932) cm<sup>-1</sup>, nhóm C-C ở 1614 cm<sup>-1</sup>, nhóm C-O trong các axit cacboxylic hoặc este ở 1046 (1047; 1049) cm<sup>-1</sup>, nhóm C=C trong hợp chất anken ở 992 cm<sup>-1</sup>. Điều này chứng tỏ sự có mặt của các hợp chất mang màu bixin và norbixin trong chất màu điều nhuộm [12-14]. Tuy nhiên, phổ FTIR của chất màu điều nhuộm chiết trong môi trường kiềm có xuất hiện peak ở 1724 cm<sup>-1</sup> (nhóm C=O trong axit cacboxylic) khá rõ ràng, có thể do nhóm este trong bixin đã bị thủy phân tạo ra nhóm chức COO<sup>-</sup>. Do chất màu chiết từ hạt điều nhuộm trong các môi trường là hỗn hợp của nhiều hợp chất hữu cơ mang màu, trong đó hợp chất bixin và norbixin chiếm tỷ lệ lớn, nên phổ FTIR chỉ cho phép xác định các nhóm chức có thể có trong hỗn hợp chất màu chiết tách được. Việc xác định các nhóm chức có trong hỗn hợp chất màu chiết tách sẽ cho phép xác định các liên kết có thể xảy ra khi nhuộm chúng cho sợi tre.

### 3.2 Nhuộm và cầm màu sợi tre bằng chất màu chiết từ hạt điều nhuộm

Các mẫu tre nhuộm màu chiết từ hạt điều nhuộm (TNh-Đn) theo các phương án thí nghiệm đã trình bày ở trên, được chụp ảnh bằng kính hiển vi quang học và phân tích phổ FTIR. Ảnh chụp các mẫu tre nhuộm màu điều nhuộm ở điều kiện nhuộm lạnh, ấm và nóng; trong các môi trường axit (TNhA-Đn), trung tính (TNhT-Đn) và kiềm (TNhK-Đn); và cầm màu bằng muối chứa các ion kim loại  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  và  $Fe^{2+}$  được trình bày trong Hình 4.

(a)	Chưa nhuộm	Nhuộm lạnh	Nhuộm ấm	Nhuộm nóng
	Axit			
Trung tính				
Kiềm				

(b)	Nhuộm nóng - Cầm màu				
	Không CM	$Al^{3+}$	$Cu^{2+}$	$Cr^{3+}$	$Fe^{2+}$
Axit					
Trung tính					
Kiềm					

Hình 4. Sự biến đổi màu của mẫu tre nhuộm màu chiết từ hạt điều nhuộm theo (a) các điều kiện nhuộm và (b) các chất cầm màu khác nhau.

Hình 4a cho thấy các mẫu tre đều có khả năng nhuộm màu trong các điều kiện nhuộm và môi trường nhuộm khác nhau. Từ bảng màu cho thấy, màu của các mẫu tre nhuộm với chất màu annatto đậm dần theo sự tăng của nhiệt độ nhuộm và sự tăng của giá trị pH. Sau khi nhuộm, các mẫu tre được cầm màu bằng muối chứa các ion kim loại  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  và  $Fe^{2+}$ . Phân tích ảnh chụp trong Hình 4b cho thấy mẫu tre cầm màu bằng  $Al^{3+}$  có màu sáng nhất và bằng  $Fe^{2+}$  cho màu sẫm nhất. Sự thay đổi màu theo các loại chất cầm màu cho ta thêm lựa chọn trong việc phối màu sản phẩm từ tre nhuộm màu tự nhiên.

Một điểm đáng chú ý là khi nhuộm màu cho tre trong môi trường axit chỉ thu được màu vàng nhạt, còn trong môi trường kiềm cho màu da cam tươi và đậm. Khi cầm màu bằng  $Cr^{3+}$  hoặc  $Fe^{2+}$  thì màu tre nhuộm trong môi trường axit vẫn chuyển sang màu nâu đỏ khá tương đồng với các mẫu tre được cầm màu sau khi nhuộm trong môi trường trung tính hay kiềm.

Để đánh giá sự thay đổi màu sắc của các mẫu tre nhuộm màu điều nhuộm, phương pháp đo màu quang phổ được thực hiện theo hệ không gian màu CIELab thu được các thông số màu  $L^*$ ,  $a^*$  và  $b^*$ . Hệ không gian màu CIELab được xây dựng dựa trên khả năng cảm nhận màu của mắt người. Do vậy, tất cả những màu mà mắt người có thể nhìn thấy được đều được biểu diễn thông qua các giá trị  $L^*$ ,  $a^*$  và  $b^*$ . Thông số  $L^*$  đặc trưng cho độ sáng, sáng hơn (+L) và tối hơn (-L);  $a^*$  thông số màu đỏ - lục, ngả đỏ (+a) và ngả lục (-a);  $b^*$  thông số màu vàng - lam, ngả vàng (+b) và ngả lam (-b). Tất cả các màu có cùng độ sáng  $L$  nằm trên cùng một mặt phẳng có 2 trục tọa độ vuông góc  $a^*$  và  $b^*$ . Độ sáng  $L$  của màu thay đổi theo trục dọc. Sự khác biệt màu sắc ( $\Delta E$ ) giữa các mẫu được tính theo công thức:  $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5}$ . Kết quả phân

tích và so sánh với mẫu tre ban đầu thông qua các giá trị  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  và  $\Delta E^*$  được thể hiện trong bảng 2.

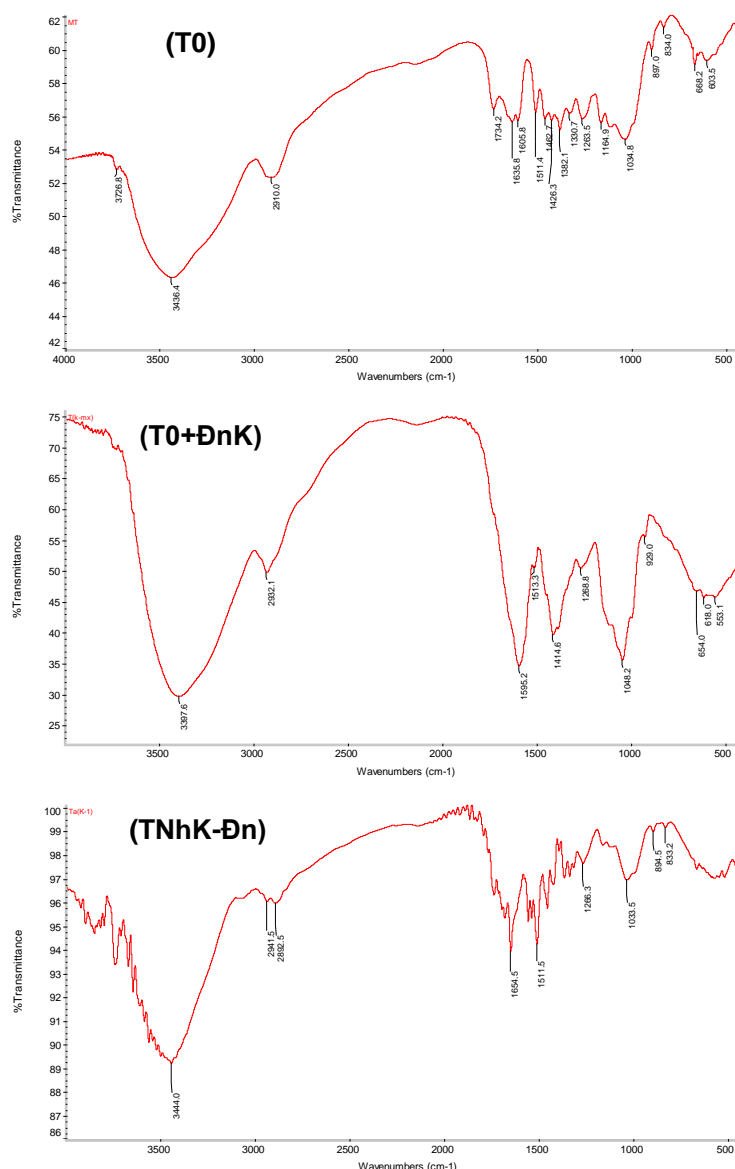
Bảng 2. Bảng thông số đo màu các mẫu tre nhuộm màu điều nhuộm, cầm màu bằng các ion kim loại ( $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  và  $Fe^{2+}$ ) trong điều kiện nhuộm nóng.

Mẫu tre	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
T0	62,83	16,40	35,58				
TNhA-Đn	69,83	10,51	42,14	7,00	-5,89	6,56	11,30
TNhA-Đn-Al	68,48	10,40	39,29	5,65	-5,99	3,71	9,04
TNhA-Đn-Cu	66,69	7,45	37,00	3,86	-8,95	1,42	9,85
TNhA-Đn-Cr	61,07	9,20	34,41	-1,76	-7,20	-1,17	7,50
TNhA-Đn-Fe	48,74	5,61	20,67	-14,09	-10,79	-14,91	23,18
TNhT-Đn	66,22	21,04	48,29	3,39	4,65	12,71	14,00
TNhT-Đn-Al	68,20	18,47	42,74	5,37	2,08	7,16	9,19
TNhT-Đn-Cu	63,49	13,66	37,82	0,66	-2,74	2,24	3,60
TNhT-Đn-Cr	63,87	11,97	38,75	1,04	-4,43	3,17	5,54
TNhT-Đn-Fe	50,68	9,83	25,72	-12,15	-6,57	-9,86	16,97
TNhK-Đn	62,20	29,47	54,12	-0,63	13,08	18,54	22,7
TNhK-Đn-Al	61,74	28,16	45,00	-1,09	11,77	9,42	15,11
TNhK-Đn-Cu	57,44	22,82	41,91	-5,39	6,43	6,33	10,51
TNhK-Đn-Cr	55,30	18,82	40,72	-7,53	2,43	5,14	9,434
TNhK-Đn-Fe	46,71	17,76	29,54	-16,12	1,37	-6,04	17,27

Kết quả đo màu trình bày trong bảng 2 cho thấy mẫu tre ban đầu (T0) có độ sáng ( $L^* = 62,83$ ) và có ánh vàng đỏ ( $a^* = 16,40$ ,  $b^* = 35,58$ ). Sau khi nhuộm màu annatto trong 3 môi trường, các mẫu tre có độ sáng giảm dần, ánh đỏ và vàng tăng mạnh từ môi trường nhuộm axit đến môi trường kiềm. Sự khác biệt màu sắc tổng thể hiện rõ qua giá trị  $\Delta E$  chứng tỏ nhuộm màu tre trong môi trường kiềm cho màu đậm nhất. Khi cầm màu các mẫu tre sau nhuộm cho thấy độ sáng của màu các mẫu tre nhuộm màu chiết tách từ hạt điều nhuộm giảm dần theo thứ tự các chất cầm màu  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$  và đúng quy luật trong các môi trường nhuộm. Mẫu cầm màu bằng  $Fe^{2+}$  có độ sáng giảm mạnh nhất ( $\Delta L^* = -12 \div -16$ ) chứng tỏ ion  $Fe^{2+}$  tạo phức với chất màu annatto làm giảm khả năng phản xạ ánh sáng, mẫu nhuộm sẫm màu. Tuy nhiên, giá trị về độ sai lệch màu so với mẫu chuẩn  $\Delta E^*$  lại biến thiên không theo quy luật như  $\Delta L^*$ . Trong môi trường axit và trung tính, độ sai lệch màu lớn nhất có được với chất cầm màu là  $Fe^{2+}$  (lần lượt là 23,18 và 16,97). Nhưng trong môi trường kiềm, mẫu nhuộm không cầm màu lại cho độ sai lệch màu lớn nhất  $\Delta E^* = 22,7$  mặc dù độ sáng là lớn nhất ( $L^* = 62,2$ ) chứng tỏ màu nhuộm rất tươi và sẫm màu. Thêm nữa, các giá trị  $a^*$  và  $b^*$  đều dương (+) nên màu của mẫu phân bố trong khu vực đỏ-vàng trong không gian màu CIE Lab. Theo thứ tự cầm màu với  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  và  $Fe^{2+}$ , giá trị  $a^*$  và  $b^*$  giảm dần về góc tọa độ cho thấy màu xỉn dần. Giá trị  $b^*$  lớn hơn nhiều giá trị  $a^*$  cho biết màu nhuộm có ánh vàng nhiều hơn ánh đỏ.

Từ các phân tích ảnh chụp và đo màu ta thấy mẫu tre nhuộm nóng, trong môi trường kiềm cho màu tươi và sẫm màu nhất. Do vậy, phân tích FTIR đánh giá khả năng liên kết giữa chất màu điều nhuộm và vật liệu tre được tiến hành. Hình 5 trình bày phổ FTIR của mẫu tre chưa nhuộm T0, mẫu T0 trộn cơ học với bột màu annatto chiết trong môi trường kiềm (T0+ĐnK) và mẫu tre nhuộm màu annatto trong môi trường kiềm (TNhK-Đn).

Phổ FTIR của mẫu tre T0 có số lượng peak khá nhiều cho thấy trong vật liệu này chứa nhiều hợp chất với nhiều nhóm chức khác nhau. Các peak đặc trưng bao gồm: số sóng  $3436\text{ cm}^{-1}$  (nhóm OH trong xellulo),  $2910$  và  $1382\text{ cm}^{-1}$  (nhóm C-H trong mạch hydrocacbon no),  $1734$  và  $1635\text{ cm}^{-1}$  (nhóm cacbonyl C=O),  $1606\text{ cm}^{-1}$  (nhóm C-C trong mạch vòng pyranoza của xellulo),  $1511\text{ cm}^{-1}$  (nhóm C-C trong vòng thom của lignin),  $1263\text{ cm}^{-1}$  (nhóm C-O của rượu, este hoặc nhóm C-N trong hợp chất axit amin),  $1165$  và  $1034\text{ cm}^{-1}$  (nhóm C-O-C trong vòng pyranoza của xellulo).



Hình 5. Phổ FTIR của mẫu tre không nhuộm (T0), mẫu tre trộn với bột màu annatto chiết trong môi trường kiềm (T0+ĐnK), và mẫu tre nhuộm màu annatto trong môi trường kiềm (TNhK-Đn) ở điều kiện nhuộm nóng.

Phổ FTIR của mẫu trộn cơ học T0+ĐnK cho thấy các peak ở số sóng 3397, 2932, 1595, 1414, 1048 cm<sup>-1</sup> tương đối trùng khớp với các peak tương ứng 3392, 2933, 1560, 1418, 1046 cm<sup>-1</sup> trên phổ FTIR của mẫu chất màu annatto chiết trong môi trường kiềm ĐnK (Hình 3). Các peak ở số sóng 1513, 1268, 654 cm<sup>-1</sup> của mẫu T0+ĐnK là do các peak tương ứng 1511, 1263, 668 cm<sup>-1</sup> trên phổ FTIR của mẫu tre T0 dịch chuyển.

Phổ FTIR của mẫu nhuộm màu TNhK-Đn cho thấy các peak ở số sóng 1654, 1511, 1266, 1033, 894, 833 cm<sup>-1</sup> là do sự dịch chuyển của các peak tương ứng 1635, 1511, 1263, 1034, 897, 834 cm<sup>-1</sup> trên phổ FTIR của mẫu tre T0. Ở vị trí 2800 - 3000 cm<sup>-1</sup> xuất hiện peak đôi 2941 cm<sup>-1</sup> và 2892 cm<sup>-1</sup> đặc trưng nhóm anky trong mạch hydrocarbon no. Tuy nhiên, tại số sóng 3444 cm<sup>-1</sup> đặc trưng cho dao động của nhóm OH, peak rộng và cường độ giảm mạnh cho thấy số nhóm OH trong phân tử xellulo của vật liệu tre có thể đã tham gia liên kết với các nhóm cacboxyl của hợp chất bixin có trong chất màu chiết tách từ hạt điều nhuộm.

Từ kết quả phân tích màu sắc và phổ FTIR của mẫu tre nhuộm màu annatto trong môi trường kiềm ở điều kiện nhuộm nóng cho thấy chất màu annatto chiết từ hạt điều nhuộm đã hấp phụ tốt lên trên bề mặt sợi tre và có thể thực hiện các liên kết hóa lý với vật liệu này, tạo cho sợi tre có màu vàng cam tươi sáng.

#### 4 KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của các điều kiện nhuộm và cầm màu cho sợi tre Việt Nam bằng chất màu chiết tách từ hạt điều nhuộm đến đặc tính màu sắc của sản phẩm nhuộm được khảo sát. Các điều kiện nhuộm được nghiên cứu bao gồm nhiệt độ nhuộm, pH môi trường, và các loại hóa chất cầm màu. Kết quả phân tích ảnh chụp bằng kính hiển vi quang học, đo màu và phổ FTIR cho thấy kiện nhuộm thích hợp cho sợi tre với chất màu chiết từ hạt điều nhuộm là nhiệt độ nóng (85-90 °C) với dung tỷ nhuộm 1:20 g/ml, trong môi trường kiềm (pH = 9-10) và thời gian nhuộm 60 phút. Sợi tre sau nhuộm được cầm màu bằng các muối phèn nhôm kali, đồng sunphat, kalibicromat và sắt (II) sunphat tạo ra nhiều gam màu, thích hợp cho việc phối ghép màu hiệu quả trên các sản phẩm từ sợi tre.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Xuất khẩu mây tre tăng trưởng mạnh, 2020 (<https://thoibaokinhdanh.vn>)
- [2] Xuất khẩu mây, tre, cói, thâm đạt mức cao kỷ lục, 2018 (<http://socongthuong.binhduong.gov.vn>)
- [3] Trần Thị Sen, 2013. Xuất khẩu mây tre đan của Việt Nam. Luận văn tốt nghiệp.
- [4] Hiệp định EVFTA: Cơ hội mở ra cho các làng nghề, 2020 (<http://tapchithongtindoi.ngoi.vn>)
- [5] Giải pháp phát triển ngành mây tre đan xuất khẩu, 2017 (<http://dangcongsan.vn>)
- [6] Freeman, H.M., et al. Cleaner technologies and cleaner products for sustainable development. Springer, 1995
- [7] Berkowitch, J.E. Trends in Japanese textile technology. DIANE Publishing, 2000
- [8] Nambela, L., Haule, L.V., and Mgani, Q. A review on source, chemistry, green synthesis and application of textile colorants. J. Clean. Prod., (2020) 246, 119036 (1-14).
- [9] Kozłowski, Ryszard M., and Maria Mackiewicz-Talarczyk, eds. Handbook of natural fibres. Woodhead Publishing, 2020.
- [10] Wang, Z.G., et al. Advances and Expectation Trend of Bamboo and Rattan Cane Dyeing. J. Northwest Forest. Univ., 2 (2009) 32
- [11] Suh, J.S., et al. Manufacture of Rainbow-colored Veneer by Natural Dyeing. J. Korea Furn. Soc., 26 (2015) 286-290
- [12] Scotter, M. The chemistry and analysis of annatto food colouring: a review. Food Addit. Contam., 26(8) (2009) 1123-1145.
- [13] Nguyen Ngoc Thang, et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction of natural pigment from Vietnam annatto seeds using ethyl acetate solvent. Vietnam Mech. Eng. J., 10 (2016) 20-25.
- [14] Đỗ Thị Phương Mai, Nguyễn Ngọc Thắng. Tối ưu hóa quá trình chiết tách chất màu từ hạt điều nhuộm bằng dung môi metanol với sự trợ giúp của sóng siêu âm. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, 10 (2016), 42-47.

*Ngày nhận bài: 10/08/2020*

*Ngày chấp nhận đăng: 15/01/2021*