

# NGHIÊN CỨU NHUỘM MÀU SỢI TRE BẰNG CHẤT MÀU TỰ NHIÊN CHIẾT TÁCH TỪ CỦ NÂU

STUDY ON THE ECO-FRIENDLY DYEING OF VIETNAMESE BAMBOO STRIPS WITH NATURAL COLORANTS EXTRACTED FROM RHIZOMA DIOSCOREA CIRRHOSA

Nguyễn Ngọc Thăng<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Thị Mỹ Linh<sup>2</sup>,  
Nguyễn Thị Thu Hằng<sup>2</sup>, Hoàng Thị Thanh Luyến<sup>3</sup>, Đỗ Thị Phương Mai<sup>4</sup>

## TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, sợi tre được nhuộm bằng chất màu chiết tách từ Củ nâu (*Rhizoma Dioscorea Cirrhosa*) theo phương pháp nhuộm tận trích. Các thông số nhuộm bao gồm nhiệt độ, pH và loại chất cầm màu được khảo sát để xác định đặc tính màu sắc của sợi tre sau nhuộm thông qua các phân tích màu sắc CIEL\*a\*b\* và phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR). Kết quả nghiên cứu xác định điều kiện nhuộm thích hợp cho sợi tre là nhiệt độ nóng (85 - 90°C), môi trường kiềm (pH = 9 - 10), thời gian nhuộm 60 phút và dung tỉ nhuộm 1:20. Cầm màu bằng các muối kim loại làm thay đổi ánh màu của sợi tre đã nhuộm.

**Từ khóa:** Sợi tre, củ nâu, nhuộm màu tự nhiên, cầm màu.

## ABSTRACT

In this study, Vietnamese bamboo strips were dyed using a natural colorant extracted from *Rhizoma Dioscorea Cirrhosa* by the exhaustion method. Various dyeing factors including temperature, pH and several mordant species were investigated to optimize the chromatic behaviour of dyed bamboo strips. The dyed bamboo strips were analyzed by the CIEL\*a\*b\* color space and FTIR analyses. The optimal dyeing conditions were defined as follows: high temperature (85 - 90°C), alkaline medium (pH = 9 - 10), dyeing time 60 min and liquor ratio 1:20. The results showed that salt-mordanting significantly changed the chromatic behaviour of dyed bamboo strips.

**Keywords:** Bamboo strip, *Rhizoma Dioscorea Cirrhosa*, Natural dyeing, Mordant.

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>3</sup>Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>4</sup>Trường Cao đẳng Nghệ thuật Hà Nội

\*Email: thang.nguyennngoc@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 22/10/2021

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 07/12/2021

Ngày chấp nhận đăng: 27/12/2021

## 1. GIỚI THIỆU

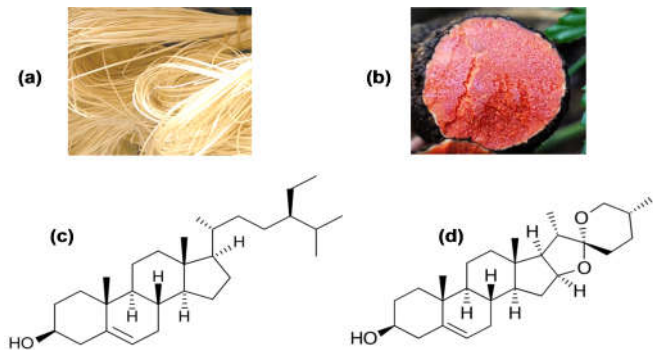
Ngày nay, sản xuất sạch hơn (SXSH) đã trở thành xu thế, chiến lược quan trọng ở nhiều nước trên thế giới để bảo đảm phát triển bền vững. Cùng với quá trình hội nhập quốc tế, Việt Nam đã xác định SXSH là một định hướng xuyên

suốt trong chiến lược phát triển kinh tế xã hội nước ta. SXSH mang lại lợi ích và hiệu quả lớn cho tất cả các ngành nghề khác nhau không những về kinh tế môi trường mà còn cho toàn xã hội [1, 2]. Việc áp dụng SXSH để phát triển sản xuất kinh doanh tại các làng nghề truyền thống cũng được chú trọng do các sản phẩm công mỹ nghệ nước ta ngày càng được ưa chuộng trên thị trường thế giới [3]. Các hiệp định thương mại với Mỹ, Nhật Bản và liên minh Châu Âu đã mở ra cơ hội cho các làng nghề Việt Nam đẩy mạnh xuất khẩu các mặt hàng thủ công mỹ nghệ nói chung và sản phẩm mây tre đan nói riêng [4]. Bên cạnh đó cũng đặt ra nhiều thách thức đòi hỏi các doanh nghiệp cần áp dụng các quy trình SXSH, 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 [1-5].

Một số nhóm giải pháp SXSH đã được đề xuất để áp dụng cho các làng nghề bao gồm quản lý nội vi, kiểm soát quá trình tốt hơn, thay đổi nguyên liệu đầu vào và thay đổi sản phẩm. Trong đó, các giải pháp đều chú trọng đến việc kiểm soát, hạn chế các hóa chất không an toàn trong sản xuất [6]. Với mặt hàng mây tre đan, để tăng tính thẩm mỹ và giá trị cho sản phẩm, các hóa chất và chất màu tổng hợp thường được sử dụng. Điều này đã làm giảm đi giá trị sinh thái vốn có của vật liệu tự nhiên này. Do đó, để đảm bảo tính thẩm mỹ, đa dạng về màu sắc và vẫn giữ được giá trị sinh thái vốn có của tre, các sản phẩm từ vật liệu này cần được xử lý bằng các hợp chất thân thiện môi trường và nhuộm màu bằng các chất màu tự nhiên. Trên thế giới, một số nghiên cứu nhuộm màu tự nhiên cho tre, gỗ đã được thực hiện [7, 8]. Trong một số nghiên cứu đã công bố của chúng tôi, việc nhuộm màu tự nhiên cho mây, tre để làm các sản phẩm thủ công mỹ nghệ là khả thi [9, 10]. Trong bài báo này, nhóm tác giả sẽ trình bày nghiên cứu nhuộm màu tự nhiên chiết tách từ Củ nâu cho sợi tre nhằm ứng dụng làm nguyên liệu cho sản xuất hàng thủ công mỹ nghệ sinh thái.

Củ nâu (tên khoa học *Rhizoma Dioscorea Cirrhosa*) thường được dùng để nhuộm vải bông, tơ tằm cho các ánh màu từ nâu nhạt đến nâu sẫm. Sau khi nhuộm, vải được nhúng bùn sẽ cho màu đen rất bền màu trong sử dụng. Thành phần hoá học chính của Củ nâu bao gồm steroidal

saponins (diosgenin), phytosterols (beta-sitosterol), alkaloids, tannin catechic, tinh bột... [11, 12]. Công thức cấu tạo của beta-sitosterol và diosgenin được biểu diễn trong hình 1. Trong nghiên cứu này, chất màu chiết từ Củ nâu trong các môi trường pH khác nhau, bằng phương pháp ninh chiết, được sử dụng để nhuộm màu cho sợi tre.



Hình 1. (a) Sợi tre, (b) Củ nâu và công thức cấu tạo của (c) beta-sitosterol và (d) diosgenin.

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

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 1a. Sợi tre có màu trắng ngà, dạng sợi dẹt và trọng lượng khoảng 800g/dm<sup>3</sup>. Củ nâu có nguồn gốc từ tỉnh Phú Thọ, khoảng 2 năm tuổi. 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 hóa chất Xilong, Trung Quốc. Các thí nghiệm và phân tích được thực hiện tại Trung tâm thí nghiệm Vật liệu Dệt may - Da giày, Phòng thí nghiệm Hóa dệt và Phòng thí nghiệm Công nghệ lọc hóa dầu & Vật liệu xúc tác hấp phụ, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

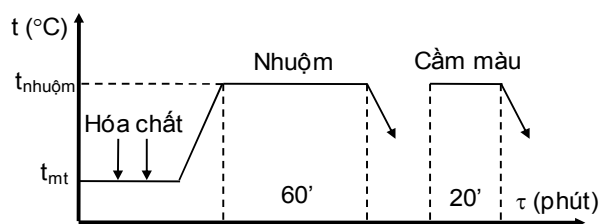
#### a) Chiết tách chất màu Củ nâu

Củ nâu được gọt bỏ vỏ, cắt thành các lát mỏng, giã nhuyễn, sau đó thêm vào các cốc chứa 200ml nước có các môi trường axit, kiềm và trung tính để đạt dung tỷ 1:20g/ml. 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. Các cốc được khuấy đều và chiết ở nhiệt độ 88 - 90°C, trong 60 phút. Dung dịch sau đó được đưa về nhiệt độ phòng và lọc qua lưới lọc để thu được dịch chiết, dùng cho quá trình nhuộm tiếp theo.

#### b) Nhuộm màu cho sợi tre

Sợi tre cắt thành các đoạn ngắn với kích thước 70mm 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 tặn trích trong máy nhuộm BATHS HH-S6. Các mẫu tre có khối lượng xác định được nhuộm bằng các dung dịch chất màu Củ nâu 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 1:20g/ml. Mẫu tre sau nhuộm được phơi khô gió. Các mẫu tre nhuộm màu Củ nâu (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.

#### c) Phương pháp đánh giá khả năng nhuộm màu

Sử dụng phương pháp đo màu quang phổ, phân tích ảnh hiển vi quang học và phổ FTIR của chất màu Củ nâu, 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.

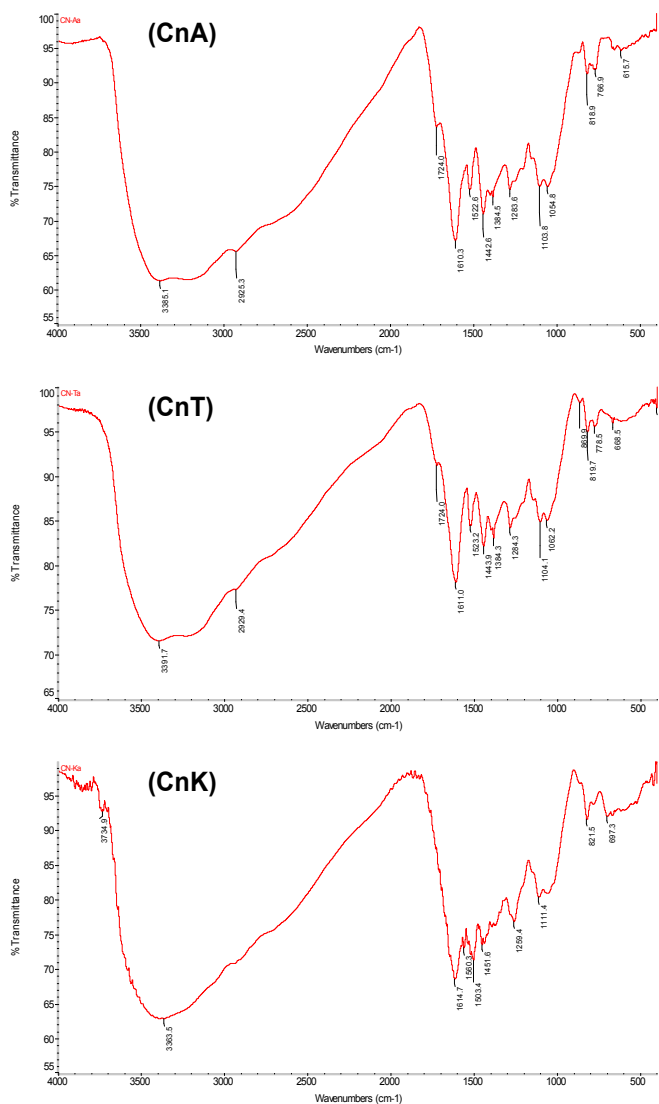
## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Đặc tính chất màu Củ nâu chiết trong các môi trường

Các dung dịch chất màu Củ nâu (Cn) chiết trong môi trường pH khác nhau sẽ có màu sắc và độ nhớt khác nhau. Dung dịch chiết có màu vàng nhạt trong môi trường axit (pH = 4 - 5), màu nâu đỏ trong môi trường trung tính và màu nâu đen trong môi trường kiềm (pH = 9 - 10). Dung dịch chiết trong môi trường axit khá trong, trong môi trường trung tính vẫn đục và trong môi trường kiềm có độ nhớt cao hơn. Độ nhớt cao của dung dịch chất màu chiết trong môi trường kiềm có thể do tinh bột, đường đơn, các hemixellulo trong củ nâu bị trương nở và thủy phân hoặc cũng có thể do thành phần tanin catechic trong củ nâu bị trương nở và tan ra trong môi trường kiềm. Trong môi trường axit, thành phần tanin catechic bị keo tụ, hiện tượng thường thấy với các dung dịch polyme.

Để xác định nhóm chức của các hợp chất có trong chất màu Củ nâu, dung dịch chất màu được cô đặc, sấy khô và đo phổ FTIR. Hình 3 biểu diễn phổ FTIR của chất màu Củ nâu chiết tách trong các môi trường axit, trung tính và

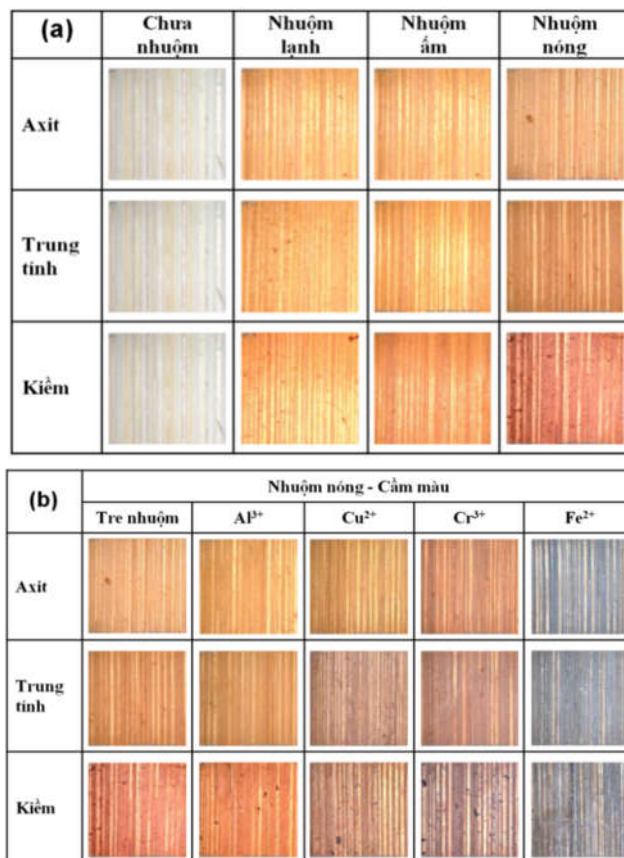
bazơ. Trong môi trường axit (CnA) và trung tính (CnT), phổ FTIR của chất màu Củ nâu đều có nhóm OH ở tần số 3385cm<sup>-1</sup> và 1384cm<sup>-1</sup>, nhóm anky ở tần số 2925cm<sup>-1</sup>, nhóm C=O trong este ở 1724cm<sup>-1</sup> và nhóm C-O trong este ở 1103cm<sup>-1</sup>, nhóm C-C trong mạch vòng ở 1610cm<sup>-1</sup> và 1283cm<sup>-1</sup>, nhóm N-H trong protein ở 1610cm<sup>-1</sup>, nhóm C-O trong ete ở 1103cm<sup>-1</sup> và 1054cm<sup>-1</sup> [11, 12]. Điều này chứng tỏ sự có mặt của các chất steroidal saponin như diosgenin, chất phytosterol như beta-sitosterol; tannin catechic, protein trong chất màu chiết tách từ Củ nâu. Trong môi trường kiềm (CnK), phổ FTIR xuất hiện một số peak mới tại tần số dao động 3734cm<sup>-1</sup> (hydrocacbon mạch dài), 1503cm<sup>-1</sup> (nhóm N-H trong amin), đồng thời mất đi peak ở 1724cm<sup>-1</sup> (nhóm cacbonyl). Điều này cho thấy có thể trong môi trường kiềm, một số nhóm chức đã phản ứng với NaOH và một số phân tử đã bị thủy phân. 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.



Hình 3. Phổ FTIR của chất màu chiết từ Củ nâu trong các môi trường: axit (CnA), trung tính (CnT), kiềm (CnK)

### 3.2. Nhuộm và cảm màu sợi tre bằng chất màu chiết từ Củ nâu

Các mẫu tre nhuộm màu chiết từ Củ nâu (TNh-Cn) theo các phương án thí nghiệm được chụp ảnh bằng kính hiển vi quang học và phân tích phổ FTIR. Ảnh chụp các mẫu tre nhuộm màu Củ nâu ở điều kiện nhuộm lạnh, ấm và nóng; trong các môi trường axit (TNhA-Cn), trung tính (TNhT-Cn) và kiềm (TNhK-Cn); và cảm màu bằng muối chứa các ion kim loại Al<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup> và Fe<sup>2+</sup> được trình bày trong hình 4.



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

Hình 4a cho thấy các mẫu tre sau nhuộm có màu nâu đỏ đậm dần theo sự tăng của nhiệt độ nhuộm và theo giá trị pH. Sau khi nhuộm, các mẫu tre được cảm màu bằng Al<sup>3+</sup> cho màu sáng hơn, bằng Cu<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup> cho màu sẫm hơn, đặc biệt cảm màu bằng Fe<sup>2+</sup> cho màu nâu đen sẫm (hình 4b). Sự biến đổi màu sắc khi cảm mẫu là do các ion kim loại đã tạo phức với các hợp chất mang màu trong Củ nâu. Sự thay đổi màu theo các loại chất cảm màu cho ta có thêm sự lựa chọn trong việc phối màu sản phẩm từ tre. Việc chọn lựa các chất cảm màu cũng như lượng dùng của chúng đã được tác giả chọn lựa để đảm bảo an toàn sức khỏe cho người sử dụng sản phẩm.

Để đánh giá sự thay đổi màu sắc của các mẫu tre nhuộm màu Củ nâu, phương pháp đo màu quang phổ được thực hiện theo hệ không gian màu CIE Lab thu được các thông số màu L\*, a\* và b\*. 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 1.

Bảng 1. Bảng thông số đo màu các mẫu tre nhuộm màu Củ nâu, cấm màu bằng các ion kim loại ( $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  và  $Fe^{2+}$ ) trong điều kiện nhuộm nóng

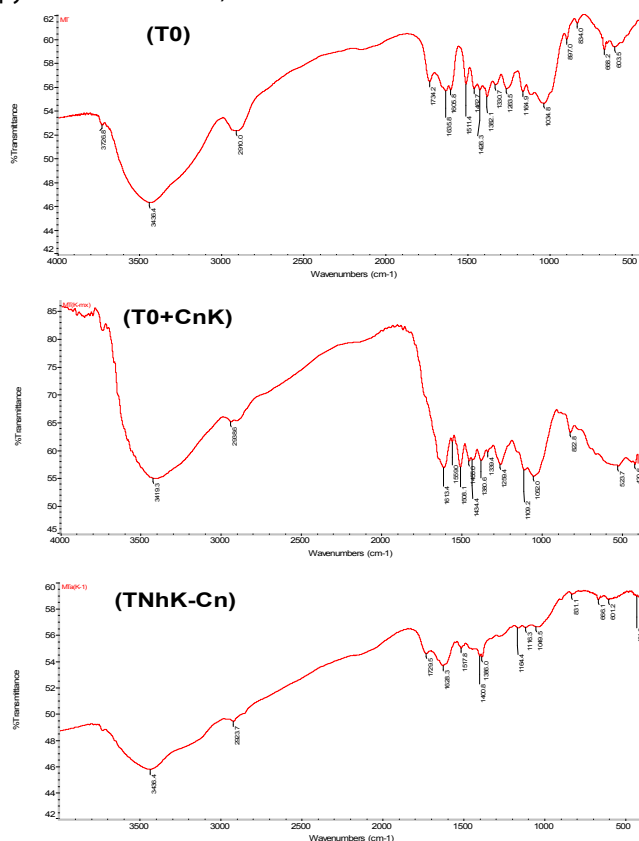
Mẫu tre	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
T0	62,83	16,40	35,58				
TNhA-Cn	66,08	15,29	33,64	3,25	-1,11	-1,94	3,94
TNhA-Cn-Al	59,91	13,98	29,93	-2,92	-2,42	-5,65	6,80
TNhA-Cn-Cu	54,71	11,83	30,47	-8,12	-4,57	-5,11	10,62
TNhA-Cn-Cr	40,19	11,07	20,52	-22,64	-5,33	-15,06	27,71
TNhA-Cn-Fe	35,14	1,20	7,99	-27,69	-15,20	-27,59	41,94
TNhT-Cn	57,73	19,07	30,58	-5,10	2,68	-5,00	7,63
TNhT-Cn-Al	63,08	15,69	32,74	0,25	-0,71	-2,84	2,94
TNhT-Cn-Cu	45,08	14,68	26,14	-17,75	-1,72	-9,44	20,18
TNhT-Cn-Cr	37,69	13,04	17,95	-25,14	-3,36	-17,63	30,89
TNhT-Cn-Fe	30,90	1,44	5,72	-31,93	-14,96	-29,86	46,20
TNhK-Cn	41,85	22,63	19,12	-20,98	6,24	-16,46	27,40
TNhK-Cn-Al	48,57	19,80	26,00	-14,26	3,41	-9,58	17,51
TNhK-Cn-Cu	35,50	15,16	18,11	-27,33	-1,24	-17,47	32,46
TNhK-Cn-Cr	29,30	14,08	13,75	-33,53	-2,32	-21,83	40,08
TNhK-Cn-Fe	25,32	1,91	4,44	-37,51	-14,49	-31,14	50,86

Mẫu tre ban đầu (T0) có độ sáng ( $L^* = 62,83$ ) và có ánh vàng đỏ ( $a^* = 16,40$ ,  $b^* = 35,58$ ). Mẫu tre nhuộm màu có độ sáng giảm dần, ánh đỏ tăng và ánh vàng giảm 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 với  $\Delta E^* = 27,4$ .

Các mẫu tre sau nhuộm được cấm màu cho độ sáng giảm dần theo thứ tự các chất cấm màu  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ . Tuy nhiên, mẫu tre nhuộm trong môi trường trung tính và cấm màu bằng  $Al^{3+}$  cho độ sáng tăng nhẹ. Mẫu tre cấm màu bằng  $Fe^{2+}$  có độ sáng giảm mạnh nhất ( $\Delta L^* = -27 \div -37$ ) chứng tỏ ion  $Fe^{2+}$  tạo phức với chất màu Củ nâu làm giảm độ linh động của e trong chất màu, giảm khả năng phản xạ ánh sáng. Độ sai lệch màu so với mẫu chuẩn  $\Delta E^*$  của các mẫu tre nhuộm và cấm màu tăng mạnh theo thứ tự cấm màu với  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  và  $Fe^{2+}$ , đồng thời giá trị  $a^*$  và  $b^*$  giảm dần về gốc tọa độ cho thấy màu xỉn và đậm dần. 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 CIELab. 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 đậm nhất. Để xác định liên kết giữa chất màu Củ nâu và vật liệu tre, phân tích FTIR được thực hiện với các mẫu tre chưa nhuộm (T0), mẫu T0 trộn cơ học với bột màu Củ nâu chiết trong môi trường kiềm (T0+CnK) và mẫu tre nhuộm màu Củ nâu trong

môi trường kiềm (TNhK-Cn). Hình 5 trình bày phổ FTIR của mẫu tre T0 cho thấy xuất hiện khá nhiều peak chứng tỏ 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 thơm 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 Củ nâu chiết trong môi trường kiềm (T0+CnK), và mẫu tre nhuộm màu Củ nâu trong môi trường kiềm (TNhK-Cn) ở điều kiện nhuộm nóng

Phổ FTIR của mẫu trộn cơ học T0+CnK cho thấy các peak ở số sóng  $3734$ ,  $1613$ ,  $1559$ ,  $1508$ ,  $1455$ ,  $1109$ ,  $822\text{cm}^{-1}$  trùng khớp với các peak này trên phổ FTIR của mẫu chất màu Củ nâu chiết trong môi trường kiềm CnK (hình 3). Các peak ở số sóng  $1434$ ,  $1380$ ,  $1259$ ,  $1052\text{cm}^{-1}$  của mẫu T0+CnK là do các peak tương ứng  $1426$ ,  $1382$ ,  $1263$ ,  $1034\text{cm}^{-1}$  trên phổ FTIR của mẫu tre T0 dịch chuyển.

Phổ FTIR của mẫu nhuộm màu TNhK-Cn cho thấy các peak ở số sóng  $3436$ ,  $1729$ ,  $1517$ ,  $1386$ ,  $1164$ ,  $1049$ ,  $831$ ,  $666$ ,  $601\text{cm}^{-1}$  trùng khớp với các peak này trên phổ FTIR của mẫu tre T0. Các peak ở vị trí  $2923\text{cm}^{-1}$  và  $1628\text{cm}^{-1}$  có thể là do các peak  $2910\text{cm}^{-1}$ ,  $1635\text{cm}^{-1}$  của tre và peak  $1614\text{cm}^{-1}$  của chất màu Củ nâu bị dịch chuyển. Thêm nữa, cường độ các peak này trong phổ FTIR của mẫu TNhK-Cn tăng lên chứng tỏ chất màu Củ nâu đã được hấp phụ tốt lên vật liệu tre, cho màu

đậm. Kết quả phân tích cho thấy không có liên kết hóa học nào được hình thành giữa các chất màu Củ nâu với xellulo của vật liệu tre.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã khảo sát ảnh hưởng của các điều kiện nhuộm và cầm màu cho sợi tre bằng chất màu chiết tách từ Củ nâu đến đặc tính màu sắc của sản phẩm. Các điều kiện nhuộm được nghiên cứu bao gồm nhiệt độ nhuộm (lạnh, ấm, nóng), pH (axit, trung tính, kiềm) và các hóa chất cầm màu (muối phenol nhôm kali, đồng sunphat, kalibicromat và sắt (II) sunphat). Kết quả phân tích ảnh chụp bằng kính hiển vi quang học, đo màu quang phổ và phân tích phổ FTIR đã xác định hực kiện nhuộm thích hợp cho sợi tre bằng chất màu Củ nâu là nhiệt độ nóng (85 - 90°C), môi trường kiềm (pH = 9 - 10), thời gian nhuộm 60 phút và dung tỷ nhuộm 1:20g/ml. Cầm màu sợi tre sau nhuộm bằng các muối kim loại đã tạo ra nhiều gam màu, phù hợp để phối ghép màu hiệu quả trên các sản phẩm từ sợi tre.

*annatto seeds*. Journal of Science and Technology - Industrial University of HCMC, 49(01), 125-132.

[11]. *Initial results in research and use of natural medicinal herbs in Vietnam*. Vietnam Chemical Industry Journal, 01 (2006).

[12]. Yang T.T., et al., 2018. *Condensed tannin from Dioscorea cirrhosa tuber as an eco-friendly and durable flame retardant for silk textile*. Industrial Crops and Products, 115, 16-25.

#### AUTHORS INFORMATION

Nguyen Ngoc Thang<sup>1</sup>, Nguyen Thi My Linh<sup>2</sup>,

Nguyen Thi Thu Hang<sup>2</sup>, Hoang Thi Thanh Luyen<sup>3</sup>, Do Thi Phuong Mai<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Hanoi University of Science and Technology

<sup>2</sup>Industrial University of Ho Chi Minh City

<sup>3</sup>Hanoi University of Industry

<sup>4</sup>Hanoi College of Art

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Freeman H.M., et al., 1995. *Cleaner technologies and cleaner products for sustainable development*. Springer.

[2]. Decision No. 889/QĐ-TTg of the Prime Minister dated June 24, 2020: *Approving the National Action Program on sustainable production and consumption for the period 2021 - 2030*.

[3]. *Nam 2020, xuất khẩu may, tre, coi, tham tang manh* (<http://www.bifa.vn/>)

[4]. *Hiep dinh EVFTA: Co hoi mo ra cho cac lang nghe, 2020* (<http://tapchithongtindoivn.gov.vn>)

[5]. *Giai phap phat trien nganh may tre dan xuất khẩu, 2017* (<http://dangcongsan.vn>)

[6]. *Tiep can san xuất sach hon voi lang nghe, 2012* (<http://www.scp.gov.vn/>)

[7]. Wang Z.G., et al., 2009. *Advances and Expectation Trend of Bamboo and Rattan Cane Dyeing*. J.Northwest Forest. Univ., 2, 32.

[8]. Suh J.S., et al., 2015. *Manufacture of Rainbow-colored Veneer by Natural Dyeing*. J. Korea Furn. Soc., 26, 286-290.

[9]. Nguyen Ngoc Thang, 2016. *Effect of dyeing conditions on the color of Vietnamese rattan fibers dyed with natural pigments extracted from dyed cashew nuts and brown roots*. Vietnam Mechanical Engineering Journal, (10/2016), 83-88.

[10]. Nguyen Ngoc Thang, 2021. *Investigation of eco-friendly dyeing technique for vietnamese bamboo strips using a natural colorant extracted from*