

Bài báo khoa học

Đánh giá đặc tính sợi xơ dừa qua quá trình xử lý với các dung môi và nhiệt độ khác nhau

Đặng Trương Nhân¹, Nguyễn Vũ Việt Linh^{1*}, Trần Thanh Tâm^{2*}

¹ Khoa Khoa học ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh;
17130030@student.hcmute.edu.vn; linhnv@hcmute.edu.vn

² Trường Đại học Tài Nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh;
tttam@hcmunre.edu.vn

*Tác giả liên hệ: ttam@hcmunre.edu.vn; linhnv@hcmute.edu.vn; Tel.: +84-862386805
Ban Biên tập nhận bài: 3/2/2022; Ngày phản biện xong: 31/3/2022; Ngày đăng bài: 25/4/2022

Tóm tắt: Xơ dừa là một trong những vật liệu tự nhiên có thành phần cellulose cao và được nghiên cứu ứng dụng trong nhiều lĩnh vực theo xu hướng phát triển bền vững. Bài báo tập trung đánh giá sự thay đổi các đặc tính của sợi xơ dừa sau khi xử lý bằng các dung môi (H_2O , $NaOH$, $NaOH/H_2O_2$) và nhiệt độ xử lý khác nhau. Sự thay đổi về kích thước sợi, cơ tính và thành phần hóa của sợi xơ dừa được phân tích và đánh giá. Kích thước trung bình sợi giảm từ khoảng 300 μm còn khoảng 240 μm sau khi xử lý với các dung môi. Độ giãn dài của các mẫu xử lý bằng dung môi đều tăng từ 35% lên đến khoảng 50% ($NaOH/H_2O$ tại 80°C). Độ giãn dài lần độ bền kéo của sợi xơ dừa giảm khi nhiệt độ dung môi tăng từ 70°C lên 90°C. Cơ tính sợi đạt được tốt nhất khi xử lý bằng $NaOH$ ở 80°C ($\sigma \sim 200 MPa$). Sự có mặt của H_2O_2 làm giảm độ bền kéo của sợi xơ dừa. Thành phần hóa học của sợi xơ dừa được đánh giá bằng phổ FTIR cho thấy tác động của dung môi và nhiệt độ không đáng kể. Kết quả cho thấy cơ tính của sợi xơ dừa bị ảnh hưởng bởi các dung môi và nhiệt độ xử lý bề mặt sợi. Điều này tạo cơ sở nền cho các nghiên cứu ứng dụng sợi xơ dừa trong các lĩnh vực khác nhau.

Từ khóa: Sợi xơ dừa; Cơ tính; Xử lý bề mặt.

1. Mở đầu

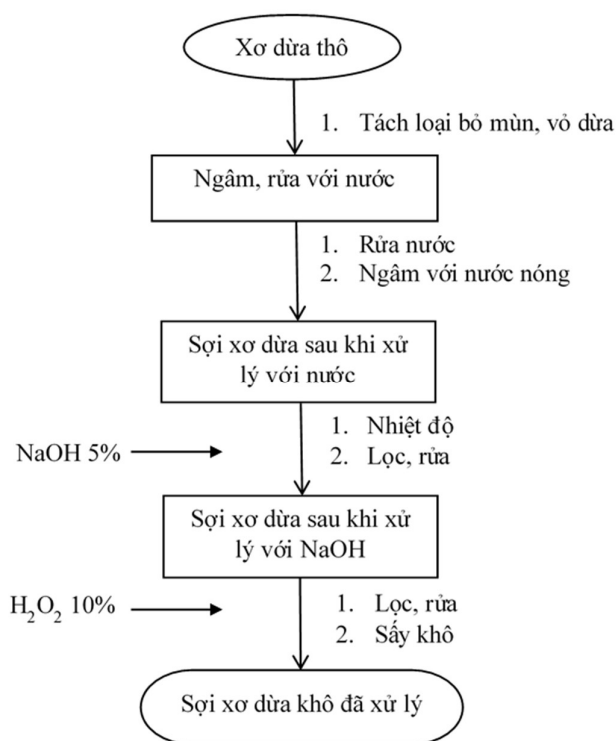
Trong những năm gần đây, xơ dừa được sử dụng làm vật liệu gia cường trong các sản phẩm composite trên nền nhựa nhiệt dẻo và nhựa nhiệt rắn. Thành phần hóa học trong sợi xơ dừa thiên nhiên gồm: cellulose 32–50%; hemicellulose 0,15–15%; lignin 30–46%; pectin 3–4% [1]. Sợi xơ dừa được dùng để thay thế cho sợi tổng hợp như sợi thủy tinh, aramid bởi các ưu điểm vượt trội như tính cách nhiệt, chịu mài mòn, dễ xử lý, ... [2]. Sản phẩm composite từ sợi xơ dừa có thể được ứng dụng trong chế tạo tấm lót, kệ hàng, tấm cửa, bảng điều khiển [2]. Nhiều nghiên cứu cũng đã dùng các loại sợi thiên nhiên như sợi xơ dừa, lanh, đay, lá dừa thay thế cho thép, các sợi tổng hợp để nhằm làm vật liệu gia cố cho bê tông trong xây dựng [3]. Với việc sử dụng sợi thiên nhiên để thay thế sắt, thép, sợi tổng hợp trong xây dựng nhằm cải thiện đặc tính những vật liệu trên chưa đáp ứng được, bao gồm giá thành rẻ, dễ sử dụng, dễ xử lý tẩy rửa, có khả năng hút ẩm và tính linh hoạt của chúng [3–4]. Ngoài những đặc điểm trên, sợi xơ dừa có khả năng phân hủy sinh học thân thiện với môi trường. Sợi xơ dừa được cấu tạo với thành phần chủ yếu là cellulose nên có khả năng phân hủy hoàn toàn trong môi trường sau vài năm [5].

Việc phát triển mạnh mẽ các ngành may mặc, mỹ phẩm, dệt, nhuộm, ... đã tác động tiêu cực đến môi trường nước bởi việc thải ra các chất có màu, thuốc nhuộm, ion kim loại nặng [4, 7]. Các chất này có khả năng gây độc hại đối với con người, sinh vật thủy sinh. [6] đã

nguyên cứu sợi dừa bằng phương pháp sàng, nghiền thành kích thước của 150 μm dạng hạt và dạng sợi có kích thước đồng nhất 2,0 cm để kiểm tra hấp thụ màu xanh methylene và thuốc nhuộm màu xanh lá cây malachite trong dung dịch thuốc nhuộm đơn. Kết quả là, dạng hạt của dừa có tỷ lệ phần trăm loại bỏ thuốc nhuộm màu xanh methylene và màu xanh lá cây malachite là 98,3% và 99,0% [6]. Ngoài các ứng dụng để xử lý nước thải, sợi xơ dừa với những tính chất ưu việt đã tạo nên những sản phẩm đa dạng, phong phú khác như: dây thừng, nệm bằng sợi xơ dừa, trang trí nội thất, thiết kế sân vườn, đan thảm phục vụ cho việc chống sỏi mòn đất ngoài ra với khả năng hút ẩm cao xơ dừa còn được dùng trong hệ thống tưới cây nông nghiệp....[8]. Việt Nam là nước có nguồn xơ dừa với sản lượng dồi dào và có nhiều tiềm năng ứng dụng sợi xơ dừa trong nhiều lĩnh vực. Trong quá trình xử lý với dung môi, các đặc tính của sợi xơ dừa ảnh hưởng nhiều đến kết quả nghiên cứu. Tuy nhiên, hiện tại chưa có nghiên cứu nào đánh giá và so sánh sự thay đổi các đặc tính của sợi xơ dừa qua các dung môi xử lý khác nhau. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá về cơ tính, thành phần hóa học, cấu trúc của sợi xơ dừa khi xử lý với các dung môi ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Quy trình thực nghiệm



Hình 1. Sơ đồ quy trình xử lý sợi xơ dừa.

Xơ dừa sau khi thu gom còn lẫn vỏ và mùn nên cần tách bỏ và rửa sạch với nước. Tiếp tục ngâm sợi xơ dừa với nước 80°C trong 2 giờ. Sau đó, sợi được để ráo nước trước khi cho vào tủ sấy ở nhiệt độ 50°C trong 6 giờ. Sợi xơ dừa (15g) thu được ở dạng khô được cho vào 500 ml dung dịch NaOH 5% và gia nhiệt đến các nhiệt độ khảo sát (70°C, 80°C và 90°C) trong 2 giờ. Sau khi xử lý với NaOH, sợi xơ dừa được lọc và rửa sạch đến khi đạt pH 7. Tiếp tục, sợi xơ dừa được xử lý với 500 ml dung dịch H₂O₂ 10%, ở nhiệt độ 70°C, 80°C và 90°C

trong 30 phút. Sau đó, sợi xơ dừa được đem đi lọc, rửa với nước cất đến khi pH 7. Cuối cùng, mẫu được sấy khô ở nhiệt độ 50°C trong vòng 6 giờ.

Bảng 1. Các điều kiện xử lý sợi xơ dừa.

Tên mẫu	Dung môi xử lý	Nhiệt độ xử lý (°C)
M	Nước	80
M1	Dung dịch NaOH 5%	70
M2	Dung dịch NaOH 5%	80
M3	Dung dịch NaOH 5%	90
M1H	Dung dịch NaOH 5%/ H ₂ O ₂ 10%	70
M2H	Dung dịch NaOH 5%/ H ₂ O ₂ 10%	80
M3H	Dung dịch NaOH 5%/ H ₂ O ₂ 10%	90

2.2. Phương pháp đánh giá nghiên cứu

2.2.1. Xác định độ ẩm sợi xơ dừa

Phương pháp này được thực hiện dựa trên phương pháp sấy khô theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1867:2001. Công thức xác định hàm lượng ẩm là:

$$M = \frac{m_1 - m_0}{m_1} * 100\% \quad (1)$$

Trong đó m_1 là khối lượng của mẫu thử trước khi sấy, tính bằng gam (g); m_0 là khối lượng mẫu thử sau khi sấy, tính bằng gam (g); M là độ ẩm của mẫu thử, biểu hiện theo phần trăm khối lượng (%kl).

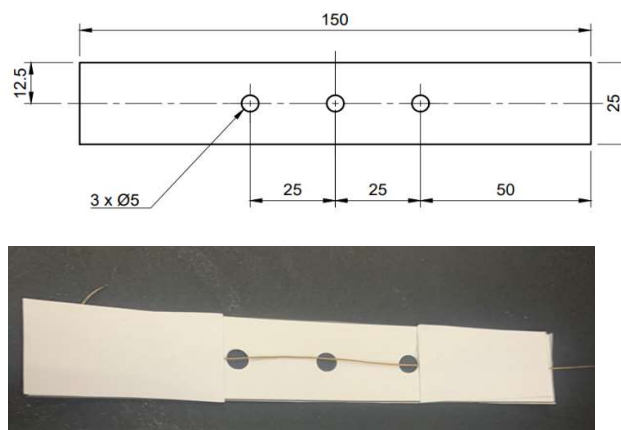
Cân mẫu sợi xơ dừa bằng cân 4 số lẻ và ghi nhận khối lượng với độ chính xác là ± 1 mg. Sau đó đem mẫu sợi xơ dừa sấy ở nhiệt độ 100°C. Sau khi sợi xơ dừa được sấy đến khối lượng không đổi thì kết thúc thí nghiệm. Lặp lại 3 lần thí nghiệm cho mỗi mẫu [9].

2.2.2. Phân tích kích thước, bề mặt sợi xơ dừa

Dùng kính hiển vi quang học (Olympus MX51) quan sát để nhận thấy sự thay đổi bề mặt của sợi qua các điều kiện xử lý khác nhau. Lấy ngẫu nhiên 10 sợi xơ dừa trong mỗi mẫu xử lý với các điều kiện khác nhau. Sau đó, thước kẹp điện tử Mitutoyo (Nhật Bản) được dùng đo 3 điểm trên mỗi sợi để xác định được kích thước trung bình. Độ chính xác: $\pm 3\mu\text{m}$.

2.2.3. Đánh giá cơ tính sợi

Cơ tính của sợi xơ dừa được đánh giá dựa theo tiêu chuẩn ASTM C1557-03 bằng thiết bị Shimadzu AGSX Series (Nhật Bản). Một sợi xơ dừa được cố định bằng keo epoxy ở hai đầu trên miếng giấy bìa cứng có đục lỗ ở giữa như Hình 2. Tổng chiều dài miếng bìa: 150 mm; bề rộng miếng bìa: 25 mm; khoảng cách giữa hai vị trí dán keo: 50 mm; khoảng cách giữa tâm các lỗ: 25 mm [10].



Hình 2. Mẫu đo độ bền kéo sợi theo tiêu chuẩn ASTM C1557-03.

2.2.4. Phân tích phổ FTIR

Phương pháp quang phổ hồng ngoại biến đổi (*Fourrier Transformation Infrared Spectroscopy – FTIR*) được sử dụng để kiểm tra thành phần hóa của các mẫu dưới dạng sợi như sau: chưa xử lý với hóa chất, xử lý với NaOH, xử lý với NaOH và H₂O₂. Mẫu được đo theo phương pháp truyền qua bằng thiết bị máy FT-IR 4600 (Jasco, Nhật Bản) trong vùng bước sóng 4000–400 cm⁻¹.

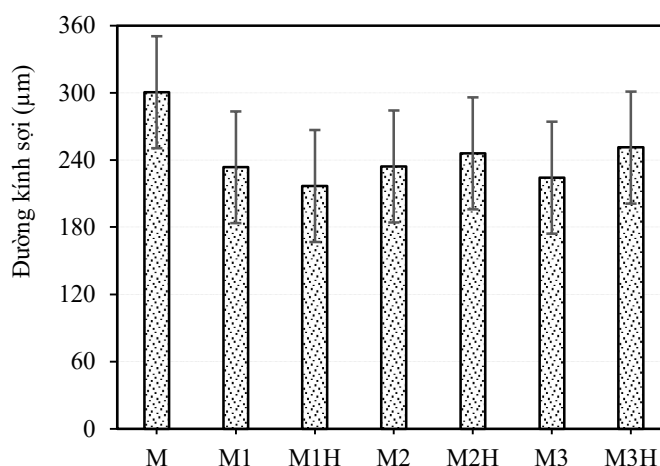
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá độ ẩm sợi

Sợi thiên nhiên có độ hút ẩm tương đối cao vì thành phần chủ yếu là: celluloses, hemicelluloses, lignin, pectin, sáp và các chất hòa tan trong nước [11]. Cellulose là một polysaccharide bán tinh thể được tạo thành từ các đơn vị D-glucopyranose được liên kết với nhau bằng các liên kết β-(1–4)–glucosidic và một lượng lớn nhóm hydroxyl trong cellulose mang lại đặc tính ưa nước sợi tự nhiên [12]. Hemicellulose được liên kết chặt chẽ với các sợi cellulose bởi các liên kết hydro. Polyme hemicellulosic được phân nhánh, hoàn toàn vô định hình và có trọng lượng phân tử thấp hơn đáng kể so với cellulose. Do cấu trúc mở của nó chứa nhiều nhóm hydroxyl và acetyl, hemicellulose hòa tan một phần trong nước và hút ẩm [13]. Lignin là các polyme vô định hình, rất phức tạp, chủ yếu là các đơn vị phenyl propane nhưng có sự thâm nhập ít nhất của các thành phần sợi tự nhiên [14]. Kết quả đo cho thấy độ ẩm của sợi xơ dừa nằm trong khoảng từ 12–16%, độ ẩm trung bình xấp xỉ 14 %. Vì vậy để giảm khả năng hút ẩm trong sợi xơ dừa cần giảm nhóm hydroxyl có trong sợi bằng các phương pháp xử lý hóa học nhằm làm thay đổi đặc tính bề mặt.

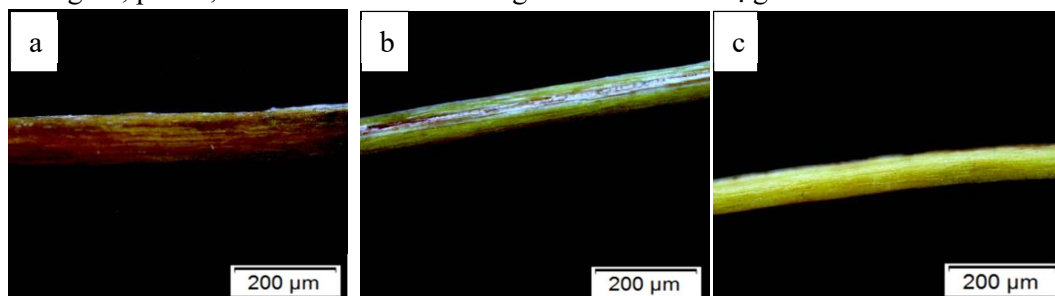
3.2. Kích thước, bề mặt sợi xơ dừa

Theo những nghiên cứu về đường kính sợi xơ dừa trước đó với giống dừa họ cọ, chi coco nucifera dừa này chủ yếu sống ở miền tây bắc Nam Mỹ nghiên cứu đã đưa ra kết quả với đường kính sợi xơ dừa có giá trị trung bình là 396 μm, đường kính lớn nhất là 512 μm, nhỏ nhất 307 μm [15]. Theo nghiên cứu của Tạp chí phát triển khoa học và công nghệ (tập 17, số K4–2014) đã khảo sát được đường kính trung bình của 1500 sợi xơ dừa là từ 50–600 μm và phân bố kích thước sợi nằm ở khoảng 100–300 μm là phổ biến [16]. Khảo sát của nhóm nghiên cứu này được thực hiện với nguồn xơ dừa ở Bến Tre–Việt Nam. Vì vậy với những môi trường, điều kiện trồng trọt, giống khác nhau sẽ cho ra các loại sợi xơ dừa khác nhau với kích thước đường kính sợi khác nhau.



Hình 3. Biểu đồ đường kính trung bình sợi xơ dừa đã qua xử lý.

Hình 3 cho thấy đường kính trung bình của sợi xơ dừa từ 215–300 μm , nằm trong vùng kích thước sợi phổ biến khảo sát trước đó [15–17]. Qua các quá trình xử lý với các dung dịch NaOH và H_2O_2 , kích thước sợi bị giảm so với sợi xơ dừa chỉ được rửa qua với H_2O (mẫu M). Điều này được giải thích là do NaOH, H_2O_2 đã giúp loại bỏ các phần vô định hình trong sợi như lignin, pectin, hemicellulose nên đường kính xơ dừa đã bị giảm kích thước.



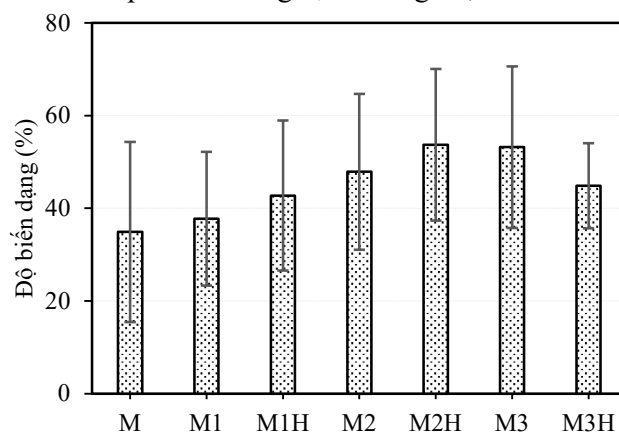
Hình 4. Ảnh kính hiển vi OM ở kích thước 200 μm : a) sợi thô; b) sợi xử lý với NaOH; c) sợi xử lý với NaOH/ H_2O_2 .

Hình 4a cho thấy sợi xơ dừa thô có màu nâu đen, bề mặt sợi thì sần sùi và có các đường vân. Mẫu sợi sau khi xử lý với NaOH có màu nâu, độ sần sùi trên bề mặt sợi giảm hơn so với mẫu thô (Hình 4b). Nguyên nhân là do một phần lignin, pectin, hemicellulose đã bị loại bỏ khỏi sợi khi xử lý với NaOH. Sau khi xử lý với hỗn hợp NaOH/ H_2O_2 , sợi xơ dừa có màu vàng nhạt, bề mặt nhẵn (Hình 4c). Hiện tượng này là do H_2O_2 là chất oxy hóa có khả năng tẩy mạnh nên sẽ xuất hiện sự thay đổi màu sắc của sợi và làm mờ đi các đường vân trên bề mặt sợi xơ dừa. Như vậy quá trình xử lý sợi với dung dịch NaOH, H_2O_2 đã gây bào mòn cấu trúc bề mặt sợi, cũng như thay đổi thành phần bên trong sợi dẫn đến kích thước sợi giảm, kích thước sợi trung bình sau khi xử lý là 234 μm .

3.3. Cơ tính sợi xơ dừa

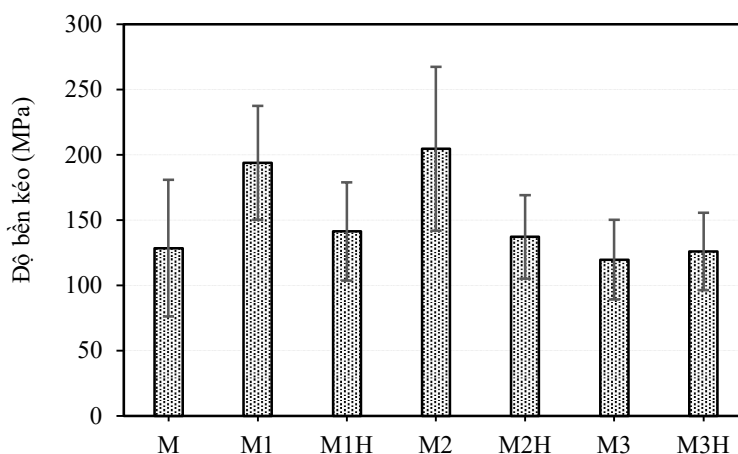
Cơ tính của sợi xơ dừa trước và sau khi xử lý với các dung môi trong điều kiện nhiệt độ khác nhau đã được xác định. Đối với độ biến dạng của sợi xơ dừa theo các nghiên cứu trước đó sợi xơ dừa chưa qua xử lý có độ biến dạng từ 15–40% [4]. Quan sát với biểu đồ trên nhận thấy được kết quả đo được ở mẫu sợi xơ dừa chỉ rửa qua nước (mẫu M) phù hợp với các nghiên cứu trước đó. Các mẫu đã qua xử lý NaOH và H_2O_2 có độ biến dạng đều tăng hơn so với mẫu M khoảng từ 2–20 %. Trong đó, mẫu M2H có độ biến dạng cao nhất, đạt 54 % (Hình

5). Như vậy, xử lý sợi xơ dừa với các dung dịch NaOH, H_2O_2 sẽ làm tăng bộ biến dạng của sợi, nhờ việc loại bỏ các thành phần có trong sợi như lignin, hemicellulose.



Hình 5. Biểu đồ độ biến dạng của sợi xơ dừa ở các điều kiện xử lý khác nhau.

Kết quả đo độ bền kéo cho thấy, sợi xơ dừa đã qua xử lý ở nhiệt độ $70^{\circ}C$, $80^{\circ}C$ (mẫu M1, M1H, M2, M2H) với dung dịch là NaOH và H_2O_2 cho kết quả với độ bền kéo tăng so với mẫu rửa với nước (M). Đặc biệt với mẫu M2 có độ bền kéo cao nhất, đạt trên 200 MPa. Tuy nhiên, sợi xơ dừa được xử lý ở điều kiện $90^{\circ}C$ với dung dịch NaOH và H_2O_2 thì độ bền kéo giảm từ 3–9 MPa theo mẫu tương ứng là M3H và M3 (Hình 6). Việc giảm độ bền kéo mẫu M3; M3H khi xử lý ở nhiệt độ $90^{\circ}C$ chứng tỏ rằng khi xử lý sợi ở nhiệt độ cao sẽ làm giảm độ bền kéo sợi. Nguyên nhân là khi xử lý sợi ở nhiệt độ quá cao có thể làm mất đi những thành phần có trong sợi không chỉ là lignin, pectin, hemicellulose mà còn có thể gây tác động đến cấu trúc phân tử trong vật liệu sợi. Vì vậy nên chọn lựa nhiệt độ xử lý sợi phù hợp để tránh giảm độ bền kéo của sợi.



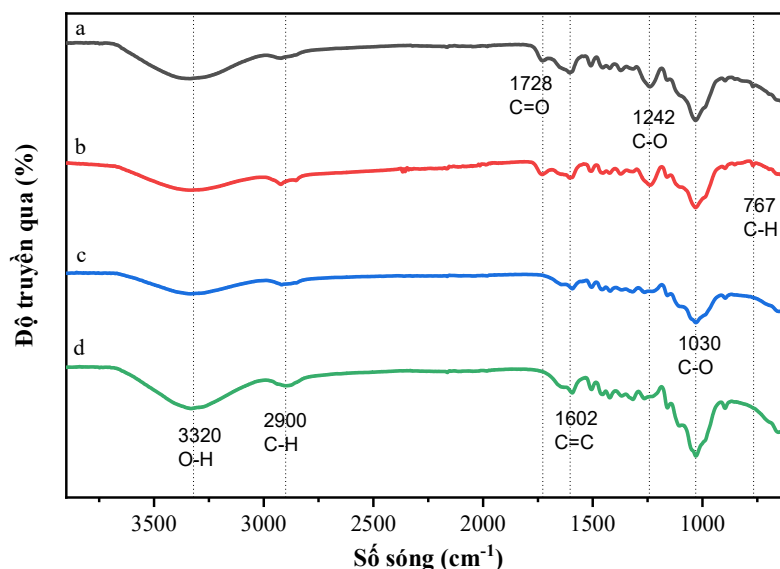
Hình 6. Biểu đồ độ bền kéo sợi xơ dừa ở các điều kiện xử lý khác nhau.

3.4. Đánh giá phổ FTIR sợi xơ dừa

Phổ FTIR của các sợi xơ dừa thể hiện đỉnh hấp thụ của nhóm O–H ở vị trí 3320 cm^{-1} , nhóm C–H khoảng $2900 \sim 3000\text{ cm}^{-1}$ và nhóm C–O–C ở 1030 cm^{-1} , các nhóm này đặc trưng cho thành phần cellulose, và tương tự nhau ở tất cả các mẫu (Hình 7). Điều này chứng tỏ cellulose vẫn giữ được cấu trúc hóa học qua các quá trình xử lý cơ học và hóa học [18]. Tuy nhiên tại vị trí đỉnh ở vùng $1613\text{--}1450\text{ cm}^{-1}$ cường độ peak của mẫu a giảm nhận thấy rõ ở đỉnh 1602 cm^{-1} vùng đỉnh này thuộc nhóm chức C=C đặc trưng cấu trúc lignin. Với đánh giá

trên cho thấy sợi xơ dừa thô khi xử lý với nước đã làm giảm lượng lignin trong thành sợi xơ dừa [19]. Đỉnh ở vị trí 1728 cm^{-1} đặc trưng cho các nhóm của thành phần hemicellulose, hoặc liên kết este trong nhóm carboxylic của acid ferrulic và acid p.coumeric của lignin [20]. Đỉnh này thể hiện rõ ở mẫu sợi xơ dừa thô (a), mẫu xử lý với H_2O (b), tuy nhiên đỉnh này biến mất sau khi xử lý với dung dịch NaOH và NaOH/ H_2O_2 . Chứng tỏ đã loại bỏ hemicellulose và lignin ra khỏi cấu trúc sợi. Đỉnh 1030 cm^{-1} đặc trưng cho nhóm C–O có trong cấu trúc của cellulose, cường độ đỉnh tăng khi mẫu sợi được xử lý với NaOH/ H_2O_2 so với mẫu xử lý bằng nước và dung dịch NaOH. Điều này cho thấy H_2O_2 có khả năng tách lignin và hemicellulose tiếp tục khỏi cấu trúc sợi nên làm cho cường độ đỉnh tại vị trí này tăng [21].

Ngoài ra, các đỉnh trong vùng số sóng từ $1830\text{--}730\text{ cm}^{-1}$ là vùng đặc trưng của lignin: đỉnh ở 1602 cm^{-1} đặc trưng cho dao động kéo giãn của C=C trong vòng thơm, đỉnh ở 1242 cm^{-1} đặc trưng cho dao động kéo giãn của liên kết ete giữa vòng thơm và nhóm anky (Hình 7). Trong phổ FTIR của các mẫu sợi, những đỉnh này đã giảm cường độ sau khi xử lý sợi bằng NaOH và NaOH/ H_2O_2 , chứng tỏ quá trình loại bỏ lignin ra khỏi sợi cellulose [18]. Hydro peroxit có xu hướng oxy hóa các nhóm hydroxyl từ cellulose trong bề mặt sợi thành các nhóm cacboxyl tạo cho sợi có thể cation mềm [22]. Quá trình oxy hóa này được xác nhận bởi phổ FTIR của các sợi được xử lý với H_2O_2 tại vị trí đỉnh ở 1728 cm^{-1} . Tín hiệu carbonyl ban đầu xuất hiện từ lignin và hemicellulose, sau khi xử lý, quan sát thấy sự hình thành các nhóm cacboxyl, mà dao động dọc trục của C=O tăng cường cực đại. Dải ở 1238 cm^{-1} trong phổ FTIR của sợi được xử lý H_2O_2 được tăng cường bởi sự hiện diện của các nhóm cacboxyl được hình thành, chứng tỏ sợi xơ dừa có nhiều cellulose trên bề mặt. Tóm lại, thành phần sợi xơ dừa có sự thay đổi khi xử lý với dung môi khác nhau trong điều kiện nhiệt độ khác nhau.



Hình 7. Phổ FTIR của a) Sợi xơ dừa thô; b) sợi xơ dừa đã xử lý với H_2O ; c) sợi xơ dừa đã xử lý với dung dịch NaOH; và d) sợi xơ dừa đã xử lý với dung dịch NaOH/ H_2O_2 .

4. Kết luận

Nghiên cứu này tập trung đánh giá các yếu tố đặc trưng của sợi xơ dừa trước và sau xử lý bằng các dung môi và ở nhiệt độ khác nhau. Đường kính trung bình của sợi xơ dừa được đánh giá nằm trong khoảng từ $215\text{--}300\text{ }\mu\text{m}$, độ ẩm trung bình của sợi là 14%. Sợi xơ dừa sau khi xử lý với dung dịch NaOH hoặc hỗn hợp dung dịch NaOH/ H_2O_2 có đường kính trung bình giảm, độ ẩm sợi cũng giảm. Kết quả đối với cơ tính của sợi đo được cho thấy đối với nhiệt độ 70°C và 80°C xử lý với dung dịch NaOH và H_2O_2 đều cho kết quả độ bền kéo cao hơn so với chưa xử lý đỉnh điểm với độ bền kéo 128MPa, độ biến dạng 34%; ở nhiệt độ 90°C

xử lý với dung dịch như trên cho kết quả độ bền kéo giảm nhỏ so với chưa xử lý, điều này cho thấy việc xử lý hóa chất, nhiệt độ thay đổi sẽ ảnh hưởng đến cơ tính của sợi xơ dừa. Kết quả phổ FTIR qua các quá trình xử lý sợi xơ dừa cho thấy việc sử dụng dung dịch NaOH, H₂O₂ sẽ làm giảm đi hàm lượng lignin, hemicellulose trong sợi, H₂O₂ có khả năng tẩy màu sợi xơ dừa từ nâu sang vàng. Nghiên cứu trên cần phát triển khảo sát theo hướng thay đổi nồng độ, thời gian xử lý sợi với dung NaOH, H₂O₂. Đánh giá thêm với việc xử lý sợi chỉ với dung dịch H₂O₂ có làm thay đổi thành phần hóa học bên trong sợi như lignin, hemicellulose hay không. Nhằm nghiên cứu sâu, rộng hơn để hiểu biết rõ về tính chất, đặc trưng của sợi xơ dừa nhằm đánh giá khả năng ứng dụng lĩnh vực phù hợp mà sợi xơ dừa có thể đáp ứng.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.T.T.; Điều tra, khảo sát, phân tích số liệu: Đ.T.N., N.V.V.L., T.T.T.; Viết bản thảo bài báo: Đ.T.N.; Chỉnh sửa bài báo: N.V.V.L., T.T.T.

Lời cảm ơn: Tác giả xin cảm ơn Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Thành Phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ cơ sở vật chất và thời gian để thực hiện nghiên cứu này.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Adeniyi, A.G.; Onifade, D.V.; Ighalo, J.O.; Adeoye, A.S. A review of coir fiber reinforced polymer composites. *Compos. Part B Eng.* **2019**, *176*, 107305. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESB.2019.107305>
2. Ayrlimis, N.; Jarusombuti, S.; Fueangvivat, V. et al. Coir Fiber Reinforced Polypropylene Composite Panel for Automotive Interior Applications. *Fibers Polym.* **2011**, *12*, 919–926. <https://doi.org/10.1007/s12221-011-0919-1>.
3. Majid, A.; Liu, A.; Sou, H.; Chouw, N. Mechanical and dynamic properties of coconut fibre reinforced concrete. *Constr. Build Mater.* **2012**, *30*, 814–825. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.068>.
4. Lalit, R.; Mayank, P.; Ankur, K. Natural fibers and biopolymers characterization: A future potential composite material. *Stroj. Cas.* **2018**, *68*, 33–50. <https://doi.org/10.2478/scjme-2018-0004>
5. Joly, F.X.; Coulis, M. Comparison of cellulose vs. plastic cigarette filter decomposition under distinct disposal environments. *Waste Manag.* **2017**, *72*, 349–353. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.023>
6. Removal of Methylene Blue and Malachite Green Dye Using Different Form of Coconut Fibre as Absorbent – ProQuest. <https://www.proquest.com/openview/e92f740f71fbbd890b93cfcdd7c366b9/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=2032177>. Accessed 12 Oct 2021
7. Mohanta, J.; Kumari, R.; Qaiyum, M.A. et al. Alkali assisted hydrophobic reinforcement of coconut fiber for enhanced removal of cationic dyes: equilibrium, kinetics, and thermodynamic insight. *Int. J. Phytorem.* **2021**, *23*, 1423–1431. <https://doi.org/10.1080/15226514.2021.1901850>.
8. Hiep hoi dua Ben Tre–15 công dụng tuyệt vời của xơ dừa mà bạn không ngờ. <http://hiephoiduabentre.com.vn/index.php?Module=Content&Action=view&id=8802&Itemid=276>. Accessed 12 Oct 2021
9. Thí nghiệm Công nghệ thực phẩm 4.
10. Paiva, M.C.; Ammar, I.; Campos, A.R. et al. Alfa fibres: Mechanical, morphological and interfacial characterization. *Compos. Sci. Technol.* **2007**, *67*(6), 1132–1138. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2006.05.019>
11. Verma, D.; Gope, P.; Shandilya, A. et al. Coir fibre reinforcement and application in polymer composites. *J. Mater. Environ. Sci.* **2012**, *4*(2), 263–276.

12. Chaker, A.; Mutjé, P.; Vilar, M.R.; Boufi, S. Agriculture crop residues as a source for the production of nanofibrillated cellulose with low energy demand. *Cellul* **2014**, *216(21)*, 4247–4259. <https://doi.org/10.1007/S10570-014-0454-5>.
13. Li, X.; Lope, A.E.; Ae, G.T.; Panigrahi, S. Chemical Treatments of Natural Fiber for Use in Natural Fiber–Reinforced Composites: A Review. *J. Environ. Polym. Degrad.* **2007**, *15(1)*, 25–33. <https://doi.org/10.1007/s10924-006-0042-3>
14. Alvarez, V.A.; Ruscekaite, R.A.; Anali', A. et al. Mechanical Properties and Water Absorption Behavior of Composites Made from a Biodegradable Matrix and Alkaline-Treated Sisal Fibers. *J. Compos. Mater.* **2003**, *37(17)*, 1575–1588. <https://doi.org/10.1177/002199803035180>.
15. Jústiz–Smith, N.G.; Virgo, G.J.; Buchanan, V.E. (2008) Potential of Jamaican banana, coconut coir and bagasse fibres as composite materials. *Mater. Charact.* **2008**, *59(9)*, 1273–1278. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2007.10.011>
16. Nguyen, V.Q.; Nguyen, L.V.V.; Pham, S.N. et al. Investigate coir fibers' properties produced by coconut fiber extracting machine in Ben Tre and research the treatment for fiber with NaOH solution. *Sci. Technol. Dev. J.* **2014**, *17*, 93–102. <https://doi.org/10.32508/stdj.v17i2.1363>.
17. Marković, G.; Marinović–Cincović, M.; Jovanović, V. et al. Polymer characterization (II). Polymer science: research advances, practical applications and educational aspects (A. Méndez–Vilas; A. Solano, Eds.), 2016, 397–403.
18. Wang, W.M.; Sheng, C.Z.; Yong, Y.J.; Peng, X.Z. Changes in composition, structure, and properties of jute fibers after chemical treatments. *Fibers Polym.* **2009**, *10*, 776–780. <https://doi.org/10.1007/s12221-009-0776-3>.
19. Asasutjarit, C.; Charoenvai, S.; Hirunlabh, J.; Khedari, J. Materials and mechanical properties of pretreated coir–based green composites. *Compos. Part B Eng.* **2009**, *40*, 633–637. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESB.2009.04.009>.
20. Alemdar, A.; Sain, M. Isolation and characterization of nanofibers from agricultural residues – Wheat straw and soy hulls. *Bioresour. Technol.* **2008**, *99*, 1664–1671. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2007.04.029>.
21. Thammawichai, W.; Poopakdee, N.; Suwanchawalit, C.; Suwatpipat, K. Synthesis and characterization of cellulose–microfibril reinforced epoxy composite. *ACDT – Proc 1st Asian Conf Def Technol.* 2015, 180–182.
22. Brígida, A.I.S.; Calado, V.M.A.; Gonçalves, L.R.B.; Coelho, M.A.Z. Effect of chemical treatments on properties of green coconut fiber. *Carbohydr. Polym.* **2010**, *79*, 832–838. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2009.10.005>.

Evaluating the properties of coconut fibres after the treatment in different solvents and temperatures

Dang Truong Nhan¹, Nguyen Vu Viet Linh^{1*}, Tran Thanh Tam^{2*}

¹ Faculty of Applied Sciences, Ho Chi Minh University of Technology and Education; 17130030@student.hcmute.edu.vn; linhnvv@hcmute.edu.vn

² Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment; ttam@hcmunre.edu.vn

Abstract: Coir fibre is a natural material with a high cellulose content that has been studied and applied in a variety of fields in line with the trend of sustainable development. This research looks at how the properties of coir fibre change after being treated with different solvents (H₂O, NaOH, NaOH/H₂O₂) and temperatures. The variations in fibre diameter, mechanical properties, and chemical composition of coir fibres were studied and evaluated. After solvent treatment, the average fibre size decreased from about 300 m to about 240 m. The solvent–treated samples' elongation at break increased from 35% to around 50%

(NaOH/H₂O at 80°C). As the solvent temperature rises from 70°C to 90°C, the elongation at break and tensile strength of coir fibres decreases. The best mechanical properties were obtained when the fibre was treated with NaOH at 80°C ($\sigma \sim 200$ MPa). The presence of H₂O₂ reduces coir fibre tensile strength. The chemical composition of coir fibre was determined using FTIR spectroscopy, which revealed that solvent and temperature had no effect. The results show that the solvents and the temperature of the fibre surface treatment affect the mechanical properties of coir fibres. This finding serves as the foundation for future research into the use of coir fibre in various fields.

Keywords: Coconut fiber; Mechanical; Surface treatment.