Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ – Khoa học Tự nhiên, 6(1):1732-1741

Open Access Full Text Article

Bài nghiên cứu

Sử dụng sợi bã củ nghệ làm pha gia cường trong vật liệu composite với nhựa epoxy

Nguyễn Trung Độ*, Đặng Thị Tú Anh, Đào Thị Băng Tâm, Lưu Kiến Quốc, Lê Hồn Nhiên, Hà Thúc Chí Nhân

Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Bài báo trình bày nghiên cứu ứng dụng sợi của bã củ nghệ (*Curcuma longa*) nhằm giải quyết vấn đề ô nhiễm của phụ phẩm sau khi tinh chế tinh bột và nâng cao giá trị kinh tế của cây nghệ. Nghiên cứu tận dụng phế phẩm bã nghệ trong chế tạo vật liệu composite nhựa epoxy, ứng dụng trong ngành xây dựng, trang trí nội thất cũng như biến phụ phẩm rắn này thành một nguồn vật liệu có khả năng tái sử dụng. Sợi bã củ nghệ được xử lý với dung dịch NaOH nhằm loại bỏ lignin và maleic anhydride (MA), được sử dụng như chất trợ tương hợp giữa hai pha của vật liệu, giúp cải thiện các tính chất của vật liệu composite. Các đặc tính hóa lý của vật liệu composite được xác định bằng các phương pháp phân tích: Quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR), nhiễu xạ tia X (XRD), kính điện vi điện tử quét (SEM), và phân tích nhiệt trọng lượng (TGA). Các mẫu vật liệu composite được phân tích thêm các tính chất cơ lý như độ bền va đập, độ bền uốn và độ bền kéo. Kết quả thu được độ bền kéo và độ bền uốn của vật liệu composite từ bả củ nghệ đạt giá trị lần lượt là 30,29 MPa và 133,11 MPa, cao hơn độ bền kéo và độ bền uốn của epoxy. Với hàm lượng cao (60%) của sợi bã củ nghệ, vật liệu composite sợi bã nghệ tự nhiên / nhựa epoxy là một sản phẩm mới, có tiềm năng ứng dụng thực tế và góp phần bảo vệ môi trường.

Từ khoá: bã củ nghệ (Curcuma longa), nhựa giả gỗ, composite

GIỚI THIỆU

Thế giới đang phải đối mặt với nhiều vấn đề như: ô nhiễm môi trường, vấn nạn chặt phá rừng, sự cạn kiệt dần các nguồn tài nguyên…, nguyên nhân chính là do sự phát triển của nền kinh tế không bền vững và sự bùng nổ dân số. Vì vậy, việc phát triển các loại vật liệu thân thiện với môi trường từ các nguồn phế phẩm nông nghiệp có sẵn, đang mở ra nhiều cơ hội. Với lợi thế là đất nước nông nghiệp, việc sử dụng nguồn phế phẩm có sẵn này biến chúng thành nguồn tài nguyên tái sinh và mang lại lợi ích kép cả về kinh tế lẫn môi trường.

Từ xa xưa, củ nghệ được biết đến với công dụng làm thuốc và chủ yếu là làm thực phẩm[1]. Ngày nay, sau khi tách chiết hoạt chất sinh học, bao gồm tinh dầu nghệ, curcumin và tinh bột nghệ, một lượng lớn phụ phẩm bã củ nghệ bị bỏ phí và gây ô nhiễm môi trường. Bài báo này trình bày việc tận dụng các phụ phẩm của củ nghệ sau khi tách chiết các hợp chất thiên nhiên. Trong quy trình chiết xuất, củ nghệ xay nhuyễn được ép lấy dung dịch nước nghệ, lớp huyền phù nghệ và lớp tinh bột nghệ. Nước nghệ được chưng cất lôi cuốn hơi nước để thu tinh dầu nghệ, lớp huyền phù nghệ được xử lý tách chiết hoạt chất curcumin, và lớp tinh bột nghệ được sấy khô để sản xuất tinh bột nghệ[2]. Một lượng đáng kể bã củ nghệ, hiện chưa có phương pháp xử lý hiệu quả và bị vứt bỏ ra môi trường.

Do nhu cầu ngày càng quan tâm đến vấn đề sức khoẻ đặc biệt là các bệnh liên quan đến đường tiêu hoá, sản phẩm tinh bột nghệ và curcumin ngày càng được quan tâm và sử dụng. Theo qui trình trên, từ 30 kg củ nghệ cho ra được 1 kg tinh bột nghệ và khoảng 100 g curcumin, dẫn đến hệ quả là lượng bã nghệ thải ra môi trường khá nhiều. Trong khi đó, hàm lượng cellulose trong củ nghệ chiếm khoảng 50–60%, nhiều gấp bốn lần các thành phần khác như lignin, hemicellulose và tro[3]. Chính vì vậy, phế phẩm bã củ nghệ nên được xử lý tái chế làm thành phần sinh khối trong vật liệu composite nhựa / sợi tự nhiên, hay còn gọi là vật liệu nhựa giả gỗ.

Composite sợi tự nhiên là vật liệu được tạo thành từ sợi thực vật (từ gỗ hoặc các loại thực vật như trấu, bã mía, bã nghệ, bã cà phê…) và các polymer nhiệt dẻo (PE, PP…) hoặc polymer nhiệt rắn (epoxy). Sợi thực vật có nhiều ưu điểm nổi trội của so với các sợi gia cường truyền thống như thân thiện môi trường, sẵn có, giá thành rẻ, khả năng chống mối mọt, kích thước ổn định, không bị cong vênh do thời tiết, khí hậu, dễ tạo màu, trang trí sản phẩm, có khả năng phân hủy sinh học, vật liệu có thể tái chế sau sử dụng…[4], composite sợi tự nhiên đang từng bước đi vào thực tế và trong tương lai có khả năng thay thế nhiều vật

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Trung Độ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Email: ntdo@hcmus.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 10-8-2021
- Ngày chấp nhận: 27-12-2021
- Ngày đăng: 05-01-2022

DOI : 10.32508/stdjns.v5i4.1115

Check for updates

Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

VNU-HCM Press

Trích dẫn bài báo này: Độ N T, Anh D T T, Tâm D T B, Quốc L K, Nhiên L H, Nhân H T C. **Sử dụng sợi bã củ nghệ làm pha gia cường trong vật liệu composite với nhựa epoxy**. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.;* 6(1):1732-1741.

liệu composite từ sợi tổng hợp. Đặc biệt, nhựa epoxy là polymer nhiệt rắn có tính chất cứng, chịu lực tốt, khả năng kháng nước và ánh sáng cực tím tốt. Nhựa epoxy được sử dụng phổ biến như chất keo kết dính trong các vật dụng bằng gỗ trong trang trí nội thất. Composite của nhựa epoxy với sợi thủy tinh / sợi carbon là vật liệu rất thông dụng trong chế tạo lớp vỏ xe, tàu, thùng nhựa…[5]. Với các tính chất đó, epoxy có thể kết hợp với thành phần cellulose từ bã củ nghệ để tạo những vật có cơ tính tốt về độ bền va đập và độ bền uốn để ứng dụng trong xây dựng hoặc trang trí nội thất do có độ bóng cao và màu sắc đặc trưng. Với khả năng tương hợp và tiềm năng ứng dụng thực tế rõ ràng, nhựa epoxy để chế tạo composite sợi tự nhiên / nhựa epoxy bã nghệ được chọn để nghiên cứu trong bài báo này.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Hóa chất sử dụng

Củ nghệ (*Curcuma longa*) (Quảng Ngãi, Việt Nam) và các hóa chất như nước cất 1 lần, acetone (98%, Chemsol, Việt Nam), ethanol (99%, Chemsol, Việt Nam), maleic anhydride (99%, Merck, Đức), NaOH rắn (Xilong, Trung Quốc), acid HCl (36–38%, Xilong, Trung Quốc), epoxy resin (YD128S, Kukdo, Hàn Quốc), và triethylenetetramine (Tosoh, Nhật Bản).

Thiết bị và dụng cụ

Các dụng cụ và thiết bị: cân phân tích điện tử (độ chính xác 0,001, Ohaus, Thuỵ Sĩ), cân phân tích độ ẩm (AND, Nhật Bản), máy khuấy cơ JJ-1 (Jiangsu Zhengji, Trung Quốc), thiết bị chế tạo mẫu composite (Chareo Tut, Đài Loan). Một số dụng cụ thuỷ tinh như becher (100, 250 và 500 mL), nhiệt kế 100^{o}C và một số dụng cụ khác.

Phương pháp phân tích

Sự thay đổi trong cấu trúc của bã củ nghệ trước và sau xử lý được đánh giá trên phương pháp phân tích phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR) từ đó đánh giá mức độ hiệu quả của quá trình xử lý bã củ nghệ. Bã củ nghệ thô, bã củ nghệ được xử lý và bã củ nghệ biến tính đã được trộn lẫn với bột KBr, sau đó hỗn hợp được ép thành viên. Tất cả các phổ quét thực hiện trong vùng số sóng từ 4000–400 cm^{-1} trên máy Nicolet iS 50 (Thermo, Mỹ).

Độ bền kéo được khảo sát dựa trên tiêu chuẩn ASTM D638 (kích thước mẫu theo type – A), với kết quả đo là giá trị trung bình của 5 lần đo lặp lại. Thiết bị đo kéo Universal Testing Machine YM-H 4202 với tốc độ kéo 5 mm/phút.

Độ bền uốn của các mẫu composite được đánh giá theo tiêu chuẩn ISO 178:2010 phương pháp 3 điểm uốn (khoảng cách giữa hai gối đỡ là 70 mm) trên thiết bị Testing Machine YM-H 4202 với tốc độ uốn là 5 mm/phút. Mẫu có kích thước 80 x 10 x 4 mm^3, kết quả đo là trung bình của 5 lần đo lặp lại.

Phương pháp đo va đập Izod có khắc notch dựa trên tiêu chuẩn ASTM D256 được sử dụng để khảo sát độ bền va đập của các mẫu composite. Kích thước mẫu 75 x 10 x 4 mm^3, khắc notch (góc 45^o, độ sâu 2 mm) với kết quả đo là giá trị trung bình của 5 lần đo lặp lại. Độ bền va đập được khảo sát trên thiết bị đo va đập Tester Machine.

Phương pháp đánh giá khả năng hấp thụ nước của các mẫu composite được dựa trên tiêu chuẩn ASTM D1348. Mẫu composite được sấy ở nhiệt độ 100^{o}C để loại bỏ hơi nước còn trong mẫu, sau đó ngâm ngập trong nước cất ở nhiệt độ 25^{o}C. Mẫu được lấy ra khỏi cốc ngâm bằng nhíp, lau sạch nước dính trên bề mặt bằng khăn giấy mịn và ghi nhận sự tăng khối lượng mỗi 24 giờ cho đến khi khối lượng mẫu tăng không đáng kể và đạt cân bằng thì kết thúc khảo sát.

Phương pháp phân tích kính hiển vi điện tử quét (SEM) được thực hiện trên thiết bị TM3000 (Hitachi, Nhật Bản), độ phóng đại 500 lần với hiệu điện thế 15 kV. Nhằm đánh giá tương tác liên diện giữa pha phân tán bã nghệ với nhựa nền epoxy trong các mẫu composite khác nhau.

Phương pháp phân tích nhiệt (TGA) nhằm phân tích tính chất nhiệt của mẫu epoxy, bã nghệ và mẫu composite có sử dụng bã nghệ đã xử lý và biến tính được thực hiện trên máy Q500 (TA Instruments, Mỹ). Khối lượng mỗi mẫu khoảng 10 mg, được đo trong môi trường khí trơ (N_2), trong khoảng nhiệt độ 25–800^{o}C với tốc độ gia nhiệt 10^{o}C/phút.

Quy trình chiết xuất củ nghệ

Nguyên liệu củ nghệ được rửa trong nước, cắt nhỏ và nghiền thành bột nghệ thô. Máy nén ép được sử dụng để ép bột nghệ thô thành dung dịch nghệ và bã nghệ. Dung dịch nghệ được chuyển qua quá trình chiết xuất các hợp chất thiên nhiên (tinh dầu nghệ, curcumin và tinh bột nghệ). Bã nghệ thường bị thải bỏ. Do bã củ nghệ là nguồn sinh khối chứa nhiều sợi carbohydrate tự nhiên, nên trong nghiên cứu này, bã nghệ được tận dụng làm vật liệu sợi tự nhiên trong composite với nhựa epoxy.

Quy trình xử lý bã củ nghệ

Bã củ nghệ thô được rửa 2 lần với nước cất để loại bỏ tạp chất. Tiếp theo, bã được rửa với ethanol để loại các hợp chất hữu cơ tiểu phân tử và rửa lại với

nước cất và sấy đến khi loại bỏ được hết ethanol. Sau khi sấy khô, bã được xử lý bằng dung dịch NaOH 0,5 M ở nhiệt độ 80^{o}C trong vòng 4 giờ và được rửa lại bằng nước cất đến pH 7. Bã được tiếp tục xử lý bằng dung dịch HCl 1% ở 50°C trong 2 giờ, và sau đó rửa lại bằng nước cất đến pH 7. Sấy khô, thu được bã củ nghệ đã xử lý (bcnxl). Dung dịch NaOH 0,5 M và HCl 1% nhằm loại bỏ các hợp chất hữu cơ tiểu phân tử, tạp chất, hemicellulose và lignin.

Biến tính bã nghệ đã xử lý

Bã nghệ đã xử lý (xl) và maleic anhydride (MA) (đóng vai trò như chất trợ tương hợp, giúp cải thiện tương tác liên diện giữa nhựa nền epoxy và chất độn là sợi bã nghệ) được cân sao cho hàm lượng MA bằng 1% so với khối lượng bcnxl[6,7]. Hòa tan MA vào bình cầu chứa acetone. Cho lượng bcnxl vào bình cầu chứa dung dịch MA. Hỗn hợp được đun hoàn lưu ở 50^{o}C trong 5 giờ. Hỗn hợp được lọc và sấy ở 80^{o}C trong vòng 8 giờ để loại bỏ hoàn toàn dung môi acetone, và thu được bã củ nghệ đã biến tính MA (bcnxl, MA 1%).

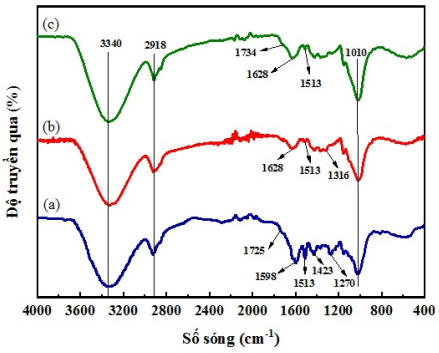
Quy trình tạo mẫu composite nhựa giả gỗ

Cân nhựa epoxy và chất đóng rắn triethylenetetramine (TETA) theo tỉ lệ 9:1. Cân bã củ nghệ đã xử lý (bcnxl) lần lượt là 50%, 60% và 70% (theo khối lượng composite). Sau đó cho bcnxl vào nhựa epoxy được pha loãng bằng 20% dung môi acetone và trộn đều trong máy trộn cơ học. Tiếp đến, cho chất đóng rắn TETA vào hỗn hợp và trộn đều trong 10–12 phút. Các mẫu composite nhựa bã củ nghệ có các tỷ lệ thành phần khác nhau được thể hiện trong Bảng 1. Sau đó, cho hỗn hợp đã trộn vào khuôn để ép định hình ở 100^{o}C dưới lực ép 12 tấn trong vòng 1 giờ, mẫu được ủ nhiệt trong vòng 7 giờ. Cuối cùng, thu được mẫu composite nhựa giả gỗ. Tiến hành đo cơ lý các mẫu composite có hàm lượng bcnxl thay đổi từ 50% đến 70% (theo khối lượng) để chọn ra mẫu có tính chất cơ lý tối ưu nhất. Các mẫu vật liệu được ký hiệu như sau: vật liệu nhựa epoxy trắng (epoxy), vật liệu composite nhựa epoxy với bã nghệ thô (a:b), với a:b là tỉ lệ của bã củ nghệ thô và nhựa epoxy, vật liệu composite nhựa epoxy với bã nghệ đã xử lý NaOH/HCl (bcnxl (a:b), với a:b là tỉ lệ của bcnxl và nhựa epoxy), vật liệu composite nhựa epoxy với bã củ nghệ đã xử lý và biến tính MA 1% (xl, MA 1% (a:b), với a:b là tỉ lệ của bã nghệ và nhựa epoxy).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Phân tích bằng quang phổ hồng ngoại (FT-IR)

Kết quả phổ hồng ngoại FT-IR cho thấy tại số sóng khoảng 3340 cm^{-1}, dải hấp thụ mở rộng đặc trưng cho dao động kéo dãn của nối hydroxyl (O–H) trong cellulose, hemicellulose, liginin được quan sát thấy trong tất cả các phổ. Mũi 2919 cm^{-1} đặc trưng cho dao động kéo dãn của nối C–H bão hòa trong cellulose, hemicellulose. Dải đặc trưng của dao động nhóm C–O–C được quan sát thấy trong tất cả bốn phổ tại 1010 cm^{-1}. Ở dải phổ của mẫu bã nghệ chưa xử lý (NC), có mũi tại 1725 cm^{-1} do dao động của nối C=O của hemicellulose. Nhưng đối với bã đã xử lý (NaOH/HCl trong Hình 1), không còn sự hiện diện rõ ràng của mũi tại 1725 cm^{-1}. Điều này có thể được quy cho việc xử lý hóa học đã loại bỏ được một phần hemicellulose trong bã nghệ. Tiếp theo, mũi 1270 cm^{-1} là dao động đặc trưng của O–CH_3 trong hợp chất lignin của mẫu thô. Nhưng trong kết quả phổ của bã nghệ đã xử lý, cường độ mũi này không có được quan sát rõ ràng và trùng vào vùng dao động trải dài của các dao động khác, điều này chứng tỏ việc xử lý có tác dụng trong việc loại bỏ thành phần lignin trong bã nghệ. Ở dải phổ NC, tại số sóng 1598 cm^{-1} đặc trưng cho dao động kéo dãn của nối C=C liên hợp nhưng ở bã đã xử lý, nhận thấy có sự dịch chuyển số sóng (1628 cm^{-1}) cũng như cường độ và hình dạng của mũi có sự thay đổi rõ rệt. Điều này có thể được xem như việc xử lý hóa học đã có hiệu quả làm giảm hàm lượng lignin trong bã nghệ. Hai mũi ở vùng 1513 cm^{-1} và 1423 cm^{-1} đặc trưng cho nối C=C của vòng benzene trong cấu trúc của lignin. So với dải phổ NC, sự thay đổi quang phổ rõ rệt của bã sau khi đã xử lý hóa học cho thấy việc xử lý đã loại bỏ được lượng lớn lignin khỏi cấu trúc vi sợi cellulose. Trong khi đó, các mũi đặc trưng của cellulose đều không có sự thay đổi nào trong suốt quá trình điều chế. Đối với quang phổ của mẫu sau khi biến tính hàm lượng MA 1% (MA trong Hình 1), có sự thay đổi tại một vài mũi. Khi so sánh



Hình 1: Phổ hồng ngoại FT-IR của các mẫu bã nghệ (a) chưa xử lý (thô), (b) bã nghệ đã xử lý NaOH/HCl và (c) bã nghệ đã xử lý và biến tính MA 1%

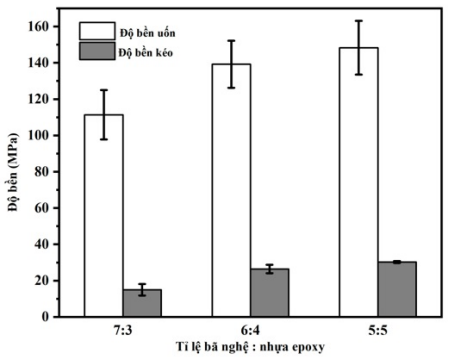
Bảng 1: Tỷ lệ các thành phần trong nhựa bã củ nghệ (theo khối lượng)

Tỷ lệ (theo khối lượng)	Thành phần (g)			
	Bã nghệ (thô, bcnxl hoặc bc-nxl, MA 1%)	Epoxy	TETA	Acetone
bcnxl (7:3)	180	70,20	7,03	14,05
bcnxl (6:4)	180	109,23	11,05	22,00
bcnxl (5:5)	180	163,60	16,4	30,05
thô (6:4)	180	109,23	11,05	22,00
bcnxl, 1% MA (6:4)	180	109,23	11,05	22,00
Epoxy	0	90	10	0

với bã đã xử lý hóa học nhận thấy đối với phổ MA có sự xuất hiện trở lại của mũi tại số sóng 1734 cm^{-1} (dịch chuyển số sóng so với mũi NC và NaOH/HCl) đặc trưng cho dao động của nối C=O nhóm chứa MA được mở vòng khi phản ứng hoá học với nhóm OH trên mạch cellulose. Kết quả này tương tự như trong những báo cáo của G. S. Chauhan [8] và A. C. Wibowo [9].

Ảnh hưởng của hàm lượng bã củ nghệ đã xử lý đến tính chất cơ lý của vật liệu composite

Đ ộ bền kéo



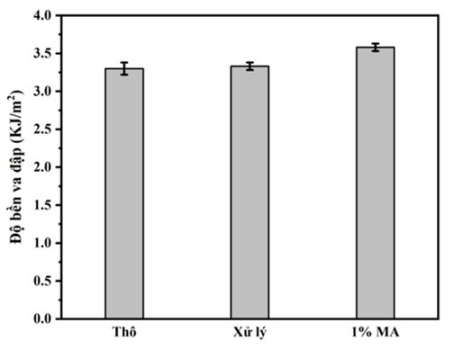
Hình 2: Ảnh hưởng của tỉ lệ bã nghệ / nhựa epoxy đến độ bền uốn, độ bền kéo của các vật liệu composite với tỉ lệ bã nghệ:epoxy khác nhau (7:3, 6:4, 5:5)

Biểu đồ Hình 2 thể hiện kết quả đo độ bền kéo theo tỉ lệ bã nghệ / nhựa epoxy của mẫu composite cho thấy khi hàm lượng bã củ nghệ giảm, độ bền kéo của composite bã nghệ / nhựa epoxy có xu hướng tăng. Mẫu composite tỉ lệ 7:3 có giá trị độ bền kéo thấp nhất, 14,98 MPa. Mẫu 5:5 có giá trị độ bền kéo cao nhất, 30,29 MPa cho kết quả gấp đôi mẫu 7:3. Mẫu 6:4 có giá trị độ bền kéo là 26,42 MPa, thấp hơn mẫu 5:5 là 4 MPa.

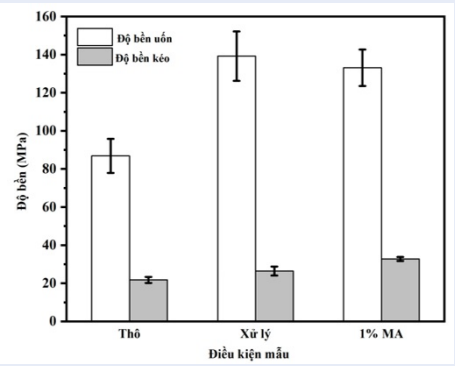
Điều này cho thấy khi tăng hàm lượng chất độn thì bề mặt tiếp xúc giữa nhựa epoxy và bã củ nghệ trở nên kém hơn, đây là nơi tập trung ứng suất nên dễ hình thành và phát triển vết nứt khi có lực tác dụng vào làm cho độ bền kéo của vật liệu giảm. Mặt khác, khi tăng hàm lượng nhựa thì sự thấm ướt của nhựa lên bề mặt chất độn tốt hơn làm tăng khả năng phân tán giữa nhựa và chất độn. Dẫn đến khả năng truyền ứng suất khi mẫu composite chịu tác dụng của lực kéo tăng. Thêm vào đó, hàm lượng chất độn cao gây cản trở quá trình đóng rắn và sự liên tục của pha nền. Cho nên nếu không có sự tương tác đóng rắn tốt với pha chất độn thì gây ra sự suy giảm tính chất của vật liệu [10]. Do đó đối với mẫu compostie có hàm lượng chất độn 70%, có giá trị độ bền kéo thấp nhất. Với mẫu composite tỉ lệ 6:4, việc tăng nhựa nền dẫn đến tăng độ bền kéo kết quả cho thấy độ bền kéo tăng gần gấp đôi so với tỉ lệ 7:3. Điều này có thể do khi tăng lượng nhựa thì khả năng thấm ướt tăng dẫn đến tương tác liên diện tăng. Hàm lượng chất độn thấp nên ít gây cản trở quá trình đóng rắn của nhựa nền với chất đóng rắn kết quả là tính chất kéo của vật liệu composite 6:4 tăng. Khi giảm hàm lượng chất độn xuống 50%, khả năng thấm ướt của nhựa lên chất độn tăng dẫn đến bề mặt tiếp xúc kém của bã nghệ và nhựa nền giảm nên ít gây cản trở quá trình đóng rắn của nhựa nền.

Đ ộ bền va đập

Sự ảnh hưởng của tỉ lệ bã củ nghệ đến độ bền va đập cho các mẫu composite đo theo chuẩn Izod có khắc nốt theo chuẩn ASTM D256 được thể hiện trong Hình 3. Kết quả cho thấy sự ảnh hưởng của hàm lượng bã nghệ lên độ bền va đập không được thể hiện rõ ràng, và các giá trị mẫu đo gần như ở trong vùng sai số của phép đo. Các mẫu có giá trị độ bền va đập là 3,25–3,35 kJ/m^2. Và với mục tiêu tăng hàm lượng chất độn bã nghệ nhằm làm tăng tính thân thiện môi



Hình 3: Ảnh hưởng của tỉ lệ bã nghệ / nhựa epoxy đến giá trị độ bền va đập của các vật liệu composite với tỉ lệ bã nghệ:epoxy khác nhau (7:3, 6:4, 5:5)



Hình 4: Ảnh hưởng của việc xử lý và biến tính đến độ bền uốn (cột xanh dương), độ bền kéo (cột xanh lá) của các mẫu composite có cùng tỉ lệ bã nghệ:epoxy (6:4) và bã nghệ được xử lý khác nhau (bã nghệ thô, chưa xử lý, bã nghệ xử lý NaOH/HCl, và bã nghệ xử lý biến tính với MA 1%)

trường và giảm giá thành sản phẩm khi tận dụng được nhiều phụ phẩm từ nghệ, mẫu composite có tỉ lệ 6:4 được chọn cho các phần khảo sát các tính chất khác.

Ảnh hưởng của việc xử lý và biến tính bã nghệ đến tính chất cơ lý của vật liệu composite

Độ bền kéo

Ảnh hưởng của việc xử lý và biến tính đến độ bền kéo của composite được thể hiện ở Hình 4. Mẫu composite xử lý, biến tính hàm lượng MA 1% có độ bền kéo cao nhất là 32,75 MPa, cao hơn 6,33 MPa so với mẫu xử lý, và tăng 10,97 MPa so với mẫu thô. Quá trình xử lý giúp loại bỏ phần lớn lignin, hemicellulose làm tăng khả năng tiếp cận của cellulose với nhựa nền. Thêm vào đó, quá trình xử lý làm tăng độ nhám bề mặt chất độn dẫn đến sự thấm ướt nhựa nền lên chất độn tốt hơn [11], tăng cường tương tác cơ học giữa vật liệu nền và chất độn dẫn đến bám dính cơ học gia tăng. Khi thêm MA vào bã nghệ đã xử lý, MA dễ tạo được liên kết ester và liên kết hydrogen với các nhóm OH trên bề mặt bã nghệ. Mặt khác, MA cũng tạo được liên kết hóa học với nhựa epoxy dẫn đến khả năng truyền ứng suất đồng đều giữa các pha với nhau, do đó độ bền kéo của composite tăng.

Độ bền uốn

Hình 4 cho thấy độ bền uốn của mẫu xử lý có giá trị cao nhất là 139,21 MPa, cao hơn mẫu thô khoảng 53 MPa. Độ bền uốn giữa mẫu xử lý và mẫu biến tính không chênh lệch nhau nhiều. Chúng gần bằng nhau có thể do do giá trị ở trong khoảng sai số trùng nhau. Xu hướng ứng xử của đặc tính độ bền kéo với mẫu được xử lý và biến tính MA khác với mẫu cùng loại khi đo độ bền uốn có thể là do định hướng của dạng sợi chất độn trong pha nền với phương tạo lực đo khác nhau, như trong trường hợp đo uốn thì phương liên kết là phương ngang còn phương tác dụng lực uốn là phương vuông góc nên việc tác dụng lực và sự phản hồi ứng suất của vật liệu không thể hiện sự rõ ràng trong khả năng cải thiện liên kết giữa thành phần chất độn và pha nền.

Độ bền va đập

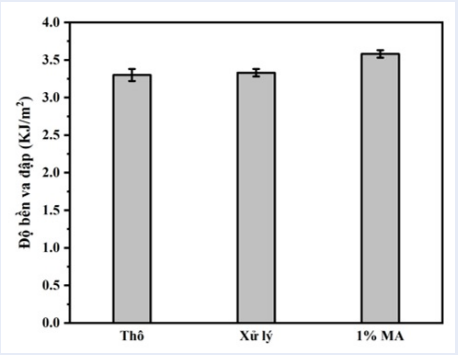
Hình 5 cho thấy kết quả độ bền va đập khắc notch của các mẫu composite 6:4 sử dụng bã nghệ thô, xử lý và biến tính. Đối với việc biến tính bã nghệ bằng MA hàm lượng 1% cho kết quả độ bền va đập là 3,58 kJ/m^2 tăng lên 0,25 kJ/m^2 so với mẫu xử lý và cao hơn mẫu thô 0,28 kJ/m^2. Điều đó cho thấy việc biến tính có hiệu quả làm tăng độ bền va đập của mẫu composite. Nguyên nhân có thể do MA đóng vai trò là chất tương hợp tăng cường liên kết giữa nhựa epoxy và chất độn. Một đầu của MA liên kết với các nhóm OH của cellulose, đầu còn lại tạo liên kết hóa học với nhựa nền epoxy. Chính vì vậy, vùng ranh giới phân chia pha nhựa và chất độn trở nên bền vững nhờ cầu nối MA, giúp tăng khả năng truyền ứng suất từ nhựa sang chất độn kết quả làm tăng độ bền va đập của mẫu composite.

So sánh độ bền uốn và độ bền va đập của mẫu 6:4 biến tính MA với mẫu trắng epoxy

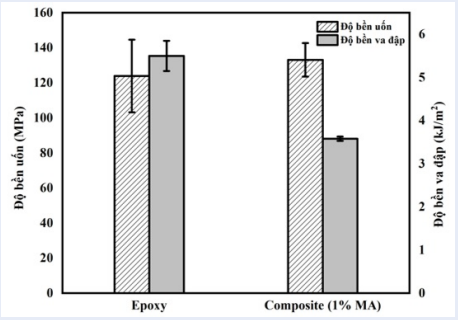
Độ bền uốn của nhựa epoxy và mẫu composite được thể hiện trong Hình 6. Độ bền uốn của nhựa nền epoxy có xu hướng thể hiện giá trị thấp hơn vật liệu composite. Nguyên nhân có thể do khi thêm cellulose vào nhựa epoxy để tạo vật liệu composite thì bã nghệ

Bảng 2: Một số đặc trưng về tính chất cơ lý của nhựa nền epoxy và composite bã nghệ / nhựa epoxy

Tính chất cơ lý	Nhựa nền epoxy	Composite bã nghệ / epoxy
Độ bền uốn (MPa)	123,94 (± 20,69)	133,11 (± 9,58)
Độ bền va đập (kJ/m^2)	5,50 (± 0,35)	3,58 (± 0,05)



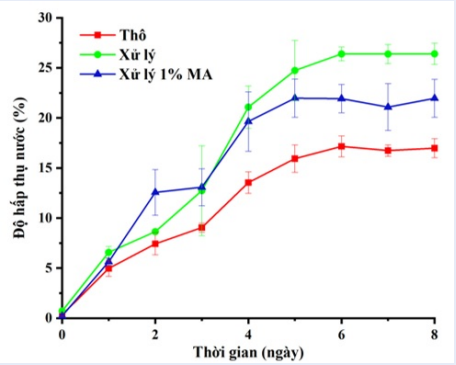
Hình 5: Ảnh hưởng của việc xử lý và biến tính đến độ bền va đập của các mẫu composite có cùng tỉ lệ bã nghệ: epoxy (6:4) và bã nghệ được xử lý khác nhau (bã nghệ thô, chưa xử lý, bã nghệ xử lý NaOH/HCl, và bã nghệ xử lý biến tính với MA 1%)



Hình 6: So sánh độ bền uốn và độ bền va đập của mẫu nhựa epoxy (epoxy) và mẫu composite với tỉ lệ bã nghệ:epoxy là 6:4 (6:4 xl, 1% MA)

phân tán vào nhựa nền và phần nào đóng vai trò như là chất gia cường làm tăng khả năng chịu tác động lực tương tác lên cấu trúc phân tử của nhựa nền. Kết quả khi tác dụng lực uốn vào mẫu composite thì độ bền uốn có giá trị cao hơn mẫu trắng epoxy như đã thể hiện ở Hình 6. Điều đó cho thấy vật liệu composite có thể cải thiện được độ chịu lực theo phương uốn của nhựa nền epoxy trắng. Kết quả độ bền va đập khắc notch ở Hình 6 cho thấy độ bền va đập giảm khi thêm chất độn vào nhựa nền epoxy (giảm 1,92 kJ/m^2). Điều này có thể do khi thêm bã nghệ vào làm xuất hiện bề mặt tiếp xúc giữa epoxy và bã nghệ, làm cản trở phần nào khả năng đóng rắn và tính liên tục của nhựa nền. Đồng thời với phương tạo lực cộng với xung lực tương tác có động năng cao dễ dàng phá vỡ các vùng tương tác liên diện của pha cellulose và nhựa nền hơn so với các phương pháp đo tĩnh liên tục khác. Kết quả độ bền va đập của mẫu composite nhựa giả gỗ giảm so với mẫu trắng epoxy (Bảng 2). Tiêu chuẩn TCVN 7753:2007 quy định độ bền uốn của các loại ván sợi có độ dày từ 2,5 mm đến 4,0 mm không được nhỏ hơn 34 MPa. Đối chiếu với kết quả thu được, có thể thấy vật liệu composite epoxy / sợi bã nghệ có tính chất cơ lý thoả mãn được tiêu chuẩn trước khi được ứng dụng.

Khả năng hấp thụ nước của các mẫu composite



Hình 7: Độ hấp thụ nước theo thời gian của các composite của epoxy với các loại bã nghệ khác nhau

Kết quả độ hấp thụ nước của vật liệu composite mẫu thô, mẫu xử lý và mẫu biến tính được mô tả trong Hình 7. Trong thành phần composite nhựa giả gỗ, bã nghệ là pha phân tán; pha liên tục là nhựa epoxy đóng rắn, hai thành phần vật liệu này là hai pha khác nhau. Bã nghệ là vật liệu có tính ưa nước còn nhựa epoxy mang tính trơ với nước. Do vậy, độ hút nước của vật liệu phụ thuộc chính vào bản chất pha phân tán là chất độn. Phần lớn các phân tử nước ban đầu hấp thụ, khuếch tán và chiếm chỗ các lỗ xốp trong vật liệu cho đến khi đạt bão hòa (sau 6 ngày). Còn lại một phần nhỏ các phân tử nước hấp thụ vào chất độn không bị bao bọc bởi lớp nhựa nền. Ngoài ra, nước còn thẩm thấu qua bề mặt và mặt cắt của vật liệu. Hình 7 cho

thấy lượng nước hấp thụ tăng nhanh trong 4 ngày đầu, từ ngày thứ 4 đến ngày thứ 6 độ hấp thụ nước tăng chậm lại, sau ngày thứ 6 thì độ hấp thụ nước gần như bão hòa. Nguyên nhân có thể là do trong 4 ngày đầu tiên, số lượng lỗ trống trong vật liệu nhiều nên nước dễ đi vào vật liệu. Càng về những ngày sau, composite càng hút ít nước và gần như đạt trạng thái cân bằng do các lỗ trống đã được lấp đầy bởi quá trình hydrate hóa trước đó dẫn đến không còn nhiều khoảng trống để nước có thể hấp thụ vào composite.

Vì vậy, khi thời gian ngâm càng lâu thì độ hấp thụ nước càng giảm. Mẫu thô có độ hấp thụ nước thấp nhất là 16,98% (ngày thứ 8), mẫu composite biến tính là 21,96% và cao nhất là mẫu xử lý với độ hấp thụ nước là 26,40% (ngày thứ 8). Điều này có thể do mẫu thô chưa loại bỏ lignin và hemicellulose, hai hợp chất này tạo liên kết chặt chẽ bao bọc cellulose làm cản trở cellulose tiếp xúc với nước nên khả năng thẩm thấu nước vào trong vật liệu thấp hơn so với mẫu xử lý và mẫu biến tính. Mẫu sau khi xử lý đã loại bỏ phần lớn các thành phần lignin và hemicellulose làm phơi bày các nhóm OH trên các mạch cellulose dẫn đến nước sẽ dễ hấp thụ vào mẫu xử lý hơn. Khi thêm MA hàm lượng 1% vào bã đã xử lý thì độ hấp thụ nước ít hơn mẫu composite xử lý, điều đó cho thấy MA đã làm tốt nhiệm vụ là cầu nối liên kết giữa nhóm OH của cellulose và nhóm epoxy nhựa nền, từ đó giúp cho nhựa và chất độn liên kết chặt chẽ hơn với nhau cũng như nhựa bao bọc chất độn tốt hơn, xuất hiện ít mật độ khoảng trống (free volume) trong cấu trúc của vật liệu[12]. Do đó, mẫu biến tính có độ hấp thụ nước ít hơn so với mẫu xử lý. Vì vậy khi so sánh kết quả đo độ ẩm giữa composite biến tính và mẫu thô, thì mẫu thô có độ hấp thụ nước thấp nhất so với các mẫu composite còn lại. Tiêu chuẩn TCVN 7753:2007 cho các loại ván sợi quy định độ hút ẩm của ván là 8–12%, tuy nhiên vật liệu composite từ epoxy và sợi bã nghệ cho độ hút ẩm 21,96%. Từ đó có thể thấy chưa thể cải thiện khả năng kháng ẩm của vật liệu composit epoxy / sợi bã nghệ khi so với các sản phẩm có trên thị trường.

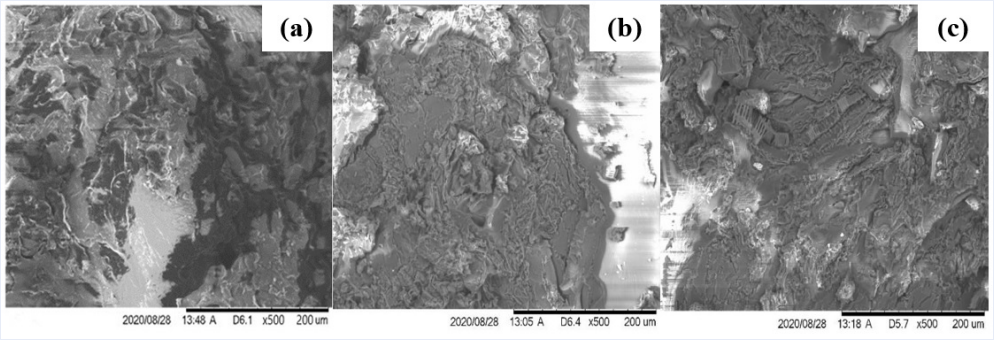
Phân tích bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM)

Bề mặt cắt phá hủy của các mẫu composite bã nghệ thô, xử lý và biến tính với hàm lượng bã nghệ 60% khối lượng sau khi đo tính chất cơ lý được kiểm tra bằng phương pháp SEM nhằm phân tích khả năng phân bố các thành phần pha của bã nghệ và nhựa epoxy (Hình 8). Dựa vào kết quả ảnh SEM với độ phóng đại 500 lần với thang đo 200 μm (Hình 8) có thể thấy được hình thái bề mặt của các mẫu composite có sự khác nhau rõ rệt. Mẫu composite bã nghệ thô (Hình 8a) cho thấy bề mặt cắt của mẫu composite sử dụng chất độn chưa xử lý có cấu trúc gồ ghề có xuất hiện nhiều vùng có độ tương phản màu sắc khác nhau, cho thấy sự phân tán không đồng đều giữa chất độn và nhựa nền. Trên bề mặt ảnh chụp có thể quan sát được có sự kết tụ của các hạt chất độn và sự tập trung nhựa nền, xuất hiện những vết nứt khoảng trắng và khoảng trống trên bề mặt phá hủy của mẫu điều này có thể là do bã nghệ chưa xử lý thì cellulose được bao bọc bởi hemicellulose và lignin nên nhóm hydroxyl hoạt động của cellulose cũng bị cản trở làm giảm sự bám dính và thấm ướt giữa chất độn và nhựa nền. Nguyên nhân có thể do bã nghệ thô có thành phần lignin và hemicellulose, hai hợp chất này tạo liên kết chặt chẽ bao bọc cellulose làm cản trở các nhóm OH trên bề mặt cellulose tạo tương tác liên diện với nhựa nền dẫn đến sự tương tác kém giữa nhựa nền epoxy và chất độn kết quả mẫu dễ bị phá hủy khi có ngoại lực tác dụng vào. Quan sát ảnh chụp SEM trong Hình 8b, bề mặt cắt của mẫu composite sử dụng thành phần chất độn xử lý vẫn có sự phân tán không đồng đều giữa chất độn và nhựa nền. Tuy nhiên, số lượng và kích thước các lỗ trống, khoảng trống giảm, ít xuất hiện sự kết tụ của các hạt chất độn nhưng vẫn còn sự tập trung nhựa nền. Điều này có thể là do quá trình xử lý giúp loại bỏ các tạp chất ra khỏi cellulose, phơi bày ra nhiều nhóm OH hoạt tính trên bề mặt sợi làm tăng khả năng bám dính với nhựa nền.

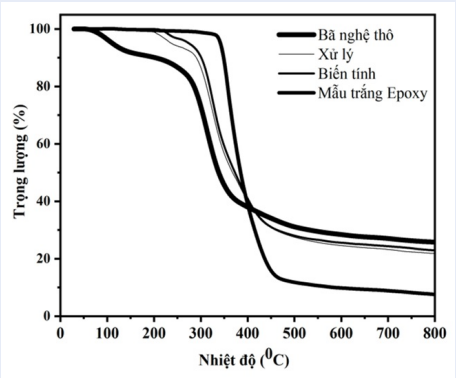
Mẫu composite bã nghệ biến tính hàm lượng MA 1%(Hình 8c) cho hình thái tại bề mặt cắt được cải thiện tốt nhất. Số lượng và kích thước khe hở tại liên diện giảm xuống đáng kể so với mẫu thô và mẫu xử lý. Thêm vào đó, bề mặt phá hủy mẫu bớt gồ ghề, có sự đồng đều nhất so với mẫu thô và mẫu xử lý. Điều này có thể do sự ảnh hưởng của quá trình xử lý và biến tính bã nghệ bằng MA. MA có khả năng tạo liên kết hóa học và liên kết vật lý với nhựa nền và sợi, đóng vai trò như là một cầu nối hóa học giúp cải thiện sự thấm ướt của nhựa nền lên bã nghệ cũng như làm tăng sự kết dính giữa nhựa và sợi tại liên diện. MA cũng có thể làm giảm tính phân cực trên bề mặt sợi cellulose giúp sợi phân tán và tương thích tốt trong nền nhựa. Chính sự phân tán tốt của các thành phần tạo thuận lợi cho quá trình kết nối liên pha, qua đó làm tăng sự truyền tải ứng suất liên pha, dẫn đến tính chất cơ lý của mẫu composite bã nghệ biến tính tăng.

Phân tích nhiệt trọng lượng (TGA)

Kết quả phân tích nhiệt trọng lượng (TGA) của các mẫu vật liệu được trình bày trong Hình 9. Quá trình phân hủy nhiệt của mẫu trắng epoxy trong môi trường



Hình 8: Ảnh SEM của các mẫu bã nghệ / nhựa epoxy composite: (a) Composite của bã nghệ thô; (b) Composite của bã nghệ đã xử lý; (c) Composite của bã nghệ đã xử lý và biến tính MA 1%.



Hình 9: Giản đồ phân tích nhiệt trọng lượng (TGA) của các mẫu composite chứa bã nghệ thô, bã nghệ đã xử lý NaOH/HCl, bã nghệ đã xử lý biến tính MA 1% và mẫu trắng nhựa nền epoxy

khí N_2 diễn ra trong một giai đoạn. Giai đoạn giảm cấp nhiệt diễn ra mạnh, ở 310–570°C với độ mất khối lượng là 89% và sau đó là quá trình oxy hóa than rắn ở 570 –800°C với lượng tro còn lại khoảng 7,6%. Epoxy có nhiệt độ bắt đầu phân hủy cao có thể do trong cấu trúc mạch phân tử epoxy có các vòng thơm bền nhiệt. Theo giản đồ TGA Hình 9, quá trình phân hủy nhiệt của bã nghệ thô có hai giai đoạn: giai đoạn thứ nhất là quá trình phân hủy nhiệt xảy ra ở 61–175°C. Sự giảm khối lượng trong giai đoạn 1 do sự bay hơi nước, các tạp chất có trọng lượng phân tử thấp và có thể là sự phân hủy của một phần của hemicellulose trong bã nghệ với độ mất khối lượng khoảng 9,08%. Giai đoạn thứ hai quá trình phân hủy nhiệt ở 175–448°C. Sự giảm khối lượng đột ngột (56,53%) trong giai đoạn này là quá trình phân hủy của các thành phần trong bã nghệ là hemicellulose, cellulose và lignin. Trong khoảng nhiệt độ 448–800°C, lượng lignin còn lại tiếp tục bị phân hủy và xảy ra quá trình oxy hóa lớp than rắn với độ mất khối lượng không đáng kể, lượng tro còn lại ở 800°C cao là 25,87%. Nguyên nhân có thể do lignin và hemicellulose sau khi phân hủy để lại thành lớp than bao bọc bên ngoài sợi cellulose, đóng vai trò như một tác nhân chống cháy pha rắn hạn chế sự tiếp xúc giữa sợi và nguồn nhiệt làm chậm quá trình cháy. Quá trình phân hủy nhiệt của mẫu composite bã nghệ xử lý xảy ra theo 2 giai đoạn: giai đoạn 1 là quá trình phân hủy nhiệt của hemicellulose ở khoảng 170–240°C với độ mất khối lượng là 6,10%. Mặc dù việc xử lý đã loại bỏ lượng lớn lignin trong bã nghệ nhưng nhiệt độ bắt đầu phân hủy của mẫu composite bã nghệ xử lý lại cao hơn so với bã nghệ thô, nguyên nhân có thể do mẫu composite có thành phần nhựa nền epoxy bền nhiệt. Quá trình phân hủy trong giai đoạn 2 ở 250 –510°C với độ mất khối lượng là 66,63% ứng với quá trình phân hủy của nhựa nền epoxy (310–510°C), các thành phần hemicellulose, lignin còn lại sau khi xử lý và cellulose trong bã nghệ. Khoảng 510– 800°C là quá trình oxy hóa lớp than rắn với độ mất khối lượng không đáng kể, lượng tro còn lại ở 800°C là 21,84%. Quá trình phân hủy nhiệt của mẫu composite bã nghệ biến tính trải qua 2 giai đoạn phân hủy: giai đoạn 1 là quá trình phân hủy xảy ra trong khoảng 180–255°C do sự mất khối lượng của hemicellulose còn lại trong bã nghệ. Hình 9 cho thấy mẫu composite biến tính có nhiệt độ bắt đầu phân hủy cao hơn bã nghệ thô và mẫu composite xử lý và có độ mất khối lượng ít hơn (3,34%). Điều này có thể do MA tạo được liên kết hóa học và vật lý với cả nhựa nền và sợi, do đó phải cần nhiều năng lượng nhiệt để cắt đứt liên kết nên làm tăng độ bền nhiệt của mẫu composite. Giai đoạn 2 xảy ra quá trình phân hủy nhiệt ở khoảng 255–490°C là sự mất khối lượng chủ yếu của epoxy và cellulose với độ mất khối lượng là 68,30%. Ở 490–800°C là quá trình oxy hóa lớp than rắn với độ mất khối lượng không đáng kể, lượng tro còn lại

là 22,93%. Từ kết quả TGA trong Hình 9 cho thấy, khi tăng hàm lượng chất độn trong mẫu composite thì nhiệt độ bắt đầu phân hủy của mẫu composite thấp hơn so với mẫu trắng epoxy. Nhưng đến quá trình hình thành lớp than rắn, lượng tro còn lại của mẫu composite nhiều hơn mẫu trắng epoxy do lignin còn lại trong bã nghệ là một chất làm chậm quá trình cháy.

KẾT LUẬN

Quá trình xử lý với dung dịch NaOH 0,5 M và HCl 1% đã làm tăng hàm lượng cellulose trong bã củ nghệ, giúp tăng tính chất cơ lý của vật liệu composite bã nghệ / nhựa epoxy. Việc biến tính bã nghệ đã xử lý với MA 1% đã làm tăng tương tác liên diện giữa 2 pha trong vật liệu composite. Mẫu composite chứa bã nghệ xử lý biến tính với hàm lượng MA 1% có tính chất cơ lý (độ bền kéo và độ bền va đập) tốt nhất. Việc thêm thành phần bã nghệ vào nhựa nền epoxy cũng làm cho vật liệu composite có độ bền nhiệt thấp hơn so với mẫu trắng epoxy. Với hàm lượng bã nghệ đã xử lý biến tính lên đến 60% khối lượng, vật liệu composite bã nghệ / nhựa epoxy vẫn đảm bảo được các tính chất cơ lý mong muốn. Mặc dù vật liệu composite có độ hút ẩm tăng và độ bền nhiệt giảm, vật liệu chứa thành phần phân hủy sinh học tối đa (60%) và hàm lượng epoxy tối thiểu (40%), giúp hạn chế lượng chất thải bã nghệ và phát triển ứng dụng thân thiện môi trường[13].

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cám ơn Đại học Quốc gia TP HCM đã tài trợ Đề tài C – Mã số đề tài C 2020-18-22.

DANH MỤC VIẾT TẮT

FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy): Phổ biến đổi hồng ngoại Fourier
PE (polyetylene): Nhựa PE
PP (Polypropylene): Nhựa PP
SEM (Scanning Electron Microscopy): Kính hiển vi điện tử quét
TGA (Thermal Gravimetric Analysis): phân tích nhiệt trọng lượng
XRD (X-ray Diffraction): Nhiễu xạ tia X

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Chúng tôi cam kết không có bất kỳ xung đột lợi ích nào giữa các thành viên trong nhóm nghiên cứu.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nguyễn Trung Độ: Thống kê các mẫu, tổng hợp các phép đo và biên soạn bản thảo
Đặng Thị Tú Anh: Chế tạo mẫu, đo mẫu, kiểm tra các kết quả
Đào Thị Băng Tâm: Đo đạc và phân tích kết quả
Lưu Kiến Quốc: Thực nghiệm nghiên cứu tách chiết bã nghệ từ củ nghệ
Lê Hồn Nhiên: Phân tích, đánh giá kết quả, chỉnh sửa bản thảo
Hà Thúc Chí Nhân: Định hướng, tư vấn hướng dẫn và chỉnh sửa bản thảo

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yashavanth HS, et al. Turmeric and its principle polyphenol curcumin as a nontoxic gastroprotective agent: recent update, Polyphenols: Prevention and Treatment of Human Disease, second edition, Academic Press. 2018;27:319–325. Available from: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813008-7.00027-8.
2. thị Hoàng Oanh P. Nghiên cứu quy trình tách chiết, tổng hợp dẫn xuất và xác định tính chất, hoạt tính của tinh và và curcumin từ cây nghệ vàng (Curcuma longa.) Bình Dương, Luận án tiến sĩ kĩ thuật, Trường ĐH Bách Khoa - Đại học Quốc Gia TP. HCM. 2014;.
3. Ilangovan M, et al. Curcuman longa L. plant residue as a sourse for natural cellulose fibers with antimicrobial activity, Industrial Crops and Products. 2018;112:556–560. Available from: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.042.
4. Đình Lâm N, Hội NT. Chế tạo và xác định tính chất cơ lý của vật liệu composite trên nền epoxy/amine gia cường sợi xơ dừa. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng. 2015;11:99–102.
5. Đoàn Thị Thu Loan. Gia công Composite, Nhà xuất bản Bách Khoa, Hà Nội, Tp. Hà Nội. 2015;p. 9–119.
6. Yang HS. Effect of campatibilizing agents on rice-husk flour reinforced polypropylene composites, Composite Structures. 2007;77:45–55. Available from: https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2005.06.005.
7. Nguyen DM. Effective synergistic effect of treatment and modification on spent coffee grounds for sustainable biobased composites, Waste and Biomass Valorization. 2021;PMID: 34745389. Available from: https://doi.org/10.1007/s12649-021-01566-z.
8. Chauhan GS, Guleria LK, Misra BN. Polymers from renewable resources. II. A study in the radio chemical grafting of poly(styrene-alt-maleic anhydride) onto cellulose extracted from pine needles. Journal of Polymer Science. 1999;37:1763–1769. Available from: https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0518(19990615)37:12<1763::AID-POLA5>3.0.CO;2-S.
9. Wibowo AC, et al. A solvent free graft copolymerization of maleic anhydride onto cellulose acetate butyrate bioplastic by reactive extrusion. Macromolecular Materials and Engineering. 2006;291:90–95. Available from: https://doi.org/10.1002/mame.200500171.
10. Li X, Tabil LG, Panigrahi S. Chemical treatments of natural fiber for use in natural fiber-reinforced composites: A Review. Journal of Polymers and the Environment. 2007;15:25–33. Available from: https://doi.org/10.1007/s10924-006-0042-3.
11. Zhang L, Hu Y. Novel lignocellulosic hybrid particleboard composites made from rice straws and coir fibers, Materials & Design. 2014;55:19–26. Available from: https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.09.066.
12. Syed MA. Investigation on physico-mechanical properties, water, thermal and chemical ageing of unsaturated polyester/turmeric spent composites. Polymer-Plastics Technology and Engineering. 2010;49:555–559. Available from: https://doi.org/10.1080/03602550903533974.
13. Syed MA. Development of environmentally friendly high-density polyethylene and turmeric spent composites: physicomechanical, thermal, and morphological studies. Wiley InterSience. 2010;118:1204–1210. Available from: https://doi.org/10.1002/app.32330.

Science & Technology Development Journal – Natural Sciences, 6(1):1732-1741

Open Access Full Text Article

Research article

Use of turmeric fibers as reinforcement phase in composite materials with epoxy resin

Nguyen Trung Do*, Dang Thi Tu Anh, Dao Thi Bang Tam, Luu Kien Quoc, Le Hon Nhien, Ha Thuc Chi Nhan

Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

This paper presents a study on the application of fibers of turmeric residue (Curcuma longa) to solve the pollution problem of by-products after starch refining and improve the economic value of turmeric. The investigation uses turmeric by-products into fabricating composite based on epoxy resin to apply in the construction field, interior decoration as well as turning this by-product into a source of renewable materials. Turmeric pulp fibers are treated by NaOH solution to remove lignin, while maleic anhydride (MA) is used as a compatibility agent between the two phases of the material, helping to improve the properties of the composite. The physicochemical properties of the composite materials were determined by analytical methods: Fourier transforms infrared spectroscopy (FT-IR), X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), and Thermogravimetric analysis (TGA). Composite material samples were further analyzed for physical and mechanical properties such as impact strength, flexural strength, and tensile strength. The results obtained the tensile strength and flexural strength of composite materials from turmeric baits reached values of 30,29 MPa and 133,11 MPa, respectively, higher than the tensile strength and flexural strength of epoxy. With a high content (60%) of turmeric residue, natural tumeric fiber / epoxy resin composite material is a new product with potential for practical applications and contributes to environmental protection.

Key words: Curcuma longa turmeric, wood-imitation plastic, composite

University of Science, VNU-HCM, Vietnam

Correspondence

Nguyen Trung Do, University of Science, VNU-HCM, Vietnam

Email: ntdo@hcmus.edu.vn

History

- Received: 10-8-2021
- Accepted: 27-12-2021
- Published: 03-2-2022

DOI : 10.32508/stdjns.v6i1.1114

Check for updates

Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

VNU-HCM Press

Cite this article : Do N T, Anh D T T, Tam D T B, Quoc L K, Nhien L H, Nhan H T C. **Use of turmeric fibers as reinforcement phase in composite materials with epoxy resin**. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.;* 6(1):1732-1741.