

Nghiên cứu chế tạo vật liệu composit trên cơ sở nhựa nền sinh học ứng dụng chế tạo chậu trồng cây

Nguyễn Thu Trang*, Trần Hùng Thuận, Trương Thị Nguyệt Ánh,
Chu Xuân Quang, Thái Thị Xuân Trang

Trung tâm Công nghệ Vật liệu, Viện Ứng dụng Công nghệ

Ngày nhận bài 20/3/2017; ngày chuyển phản biện 24/3/2017; ngày nhận phản biện 20/4/2017; ngày chấp nhận đăng 26/4/2017

Tóm tắt:

Bài viết trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo và thử nghiệm tính chất của composit từ nhựa phân hủy sinh học và sợi xơ dừa. Vật liệu composit được chế tạo theo phương pháp ép nóng trong khuôn với các tỷ lệ sợi khác nhau (từ 10-50%) và được xác định các đặc tính: Độ bền kéo, độ bền uốn, độ bền nén, khả năng hấp thụ nước và khả năng phân hủy trong môi trường giả lập. So sánh với nhựa nền sinh học, vật liệu với tỷ lệ sợi xơ dừa từ 10-30% có tính chất cơ lý tốt hơn mẫu vật liệu chứa 40 và 50%, trong đó mẫu 30% sợi cho thấy tính chất cơ lý hài hòa và tiềm năng phân hủy sinh học tốt.

Từ khóa: Composit, phân hủy sinh học, xơ dừa.

Chỉ số phân loại: 2.5

Đặt vấn đề

Hàng năm, một lượng lớn các loại bầu và túi ươm trồng cây được chế tạo từ các vật liệu có nguồn gốc dầu mỏ đã và đang được sử dụng trên toàn thế giới. Các vật liệu này có khối lượng phân tử rất lớn, có khả năng tồn tại trong môi trường hàng trăm năm do khả năng tương tác và phân hủy trong môi trường rất thấp [1, 2]. Mặc dù đã có những nghiên cứu cũng như chế tạo các loại bầu ươm trồng cây từ vật liệu tái chế nhưng thực tế chỉ có khoảng 2% các loại bầu ươm trồng này được xử lý tái chế hoặc tái sử dụng. Do đó một lượng rất lớn cacbon hóa thạch từ các túi trồng cây này được sử dụng và chôn lấp trong đất mỗi năm [3]. Nhằm góp phần giải quyết hàng ngàn tấn rác thải không phân hủy được tạo ra mỗi năm, các nhà khoa học đã nỗ lực nghiên cứu và phát triển các vật liệu có khả năng phân hủy sinh học khi chôn trực tiếp trong đất. Trong đó, than bùn, giấy và sợi xơ dừa là những vật liệu không phải nhựa được sử dụng phổ biến nhất để chế tạo các loại bầu ươm trồng cây có khả năng phân hủy sinh học. Tuy nhiên, các loại bầu từ những vật liệu này khi gặp nước rất dễ bị rách hoặc phá hủy. Thậm chí, các bầu ươm cây bằng sợi xơ dừa có khả năng hấp thụ ẩm cao, là môi trường cho các loại nấm mốc và sâu bệnh phát triển, gây ảnh hưởng tới sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng [3-5].

Gần đây, một số nghiên cứu chế tạo bầu ươm trồng cây từ nhựa sinh học có nguồn gốc từ các loại vật liệu như tinh bột, protein đậu nành, ngô... đã được tiến hành.

Tuy nhiên, so sánh với các loại nhựa thông thường, các loại nhựa sinh học này có tính chất cơ học và khả năng che chắn cho cây trồng cũng như khả năng gia công, ổn định nhiệt đều rất kém. Do đó gây ra các hạn chế khi ứng dụng sản xuất số lượng lớn. Các composit kết hợp nhựa sinh học và sợi tự nhiên hứa hẹn cải thiện các tính chất của nhựa sinh học ứng dụng trong chế tạo bầu ươm trồng cây đang là giải pháp tiềm năng, có tính khả thi cao, đã và đang được quan tâm nghiên cứu [6-10].

Tại Việt Nam, xơ dừa là loại sợi tự nhiên có sản lượng rất cao và hiện nay việc ứng dụng loại sợi này vẫn còn rất nhiều hạn chế, chủ yếu bị thải trực tiếp ra ngoài môi trường. Nhằm tận dụng loại vật liệu này, nhóm nghiên cứu đã tiến hành kết hợp giữa nhựa nền có nguồn gốc sinh học và sợi xơ dừa ở các tỷ lệ sợi khác nhau nhằm chế tạo vật liệu composit và thử các tính chất cơ lý khả năng hấp thụ nước và khả năng phân hủy của vật liệu. Từ đó tiến hành chế tạo bầu ươm, sử dụng trong ngành giống cây trồng.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Nguyên liệu: Nhựa phân hủy sinh học và xơ dừa (xuất xứ Việt Nam).

Phương pháp nghiên cứu: Sử dụng phương pháp ép nóng trong khuôn, theo đó sợi xơ dừa được xử lý loại tanin và lignin bằng phương pháp kiềm hóa. Tiếp theo, các mẫu vật liệu được làm khô để xác định khối lượng, sau đó ngâm trong nước ở nhiệt độ phòng trong thời gian 25 ngày. Tại

*Tác giả liên hệ: ntrrang1187@gmail.com

Preparation of composites based on bioplastic coir fiber for producing nursery containers

Thu Trang Nguyen*, Hung Thuan Tran,
Thi Nguyet Anh Tuong, Xuan Quang Chu,
Thi Xuan Trang Thai

Center for Materials Technology, Institute of Applied Technology

Received 20 March 2016; accepted 26 April 2017

Abstract:

In this study, the biopolymer from coir fiber was used to prepare biocomposite materials for making nursery containers. The flexural strength, tensile strength, and impact strength of composites were evaluated and compared to biodegradable polymers. Water absorption test was carried out by immersion of specimens in water at room temperature. The result showed that mechanical properties were improved by increasing the coir fiber content. The water absorption of composites decreased by increasing the coir fiber content from 10-30 wt.%. Biodegradation assessment by composting tests in aerobic environment demonstrated that the developed biocomposite materials degraded over 60% in 60 days. The result also suggested that the biocomposite containing 30 wt.% coir fiber revealed to be the most suitable materials for producing nursery containers.

Keywords: Biodegradation, coir fiber, composite.

Classification number: 2.5

mỗi thời điểm kiểm tra, loại bỏ nước bám trên bề mặt, cân khối lượng của mẫu và xác định độ hấp thụ nước của mẫu.

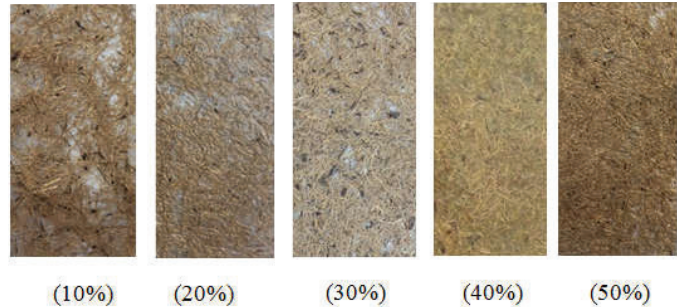
Tính chất vật liệu compozit nhựa sinh học và sợi xơ dừa được xác định theo các phương pháp cụ thể sau: Độ bền kéo (ASTM D638), độ bền uốn (ASTM D790), độ bền nén (ASTM D695), khả năng hấp thụ nước (ISO 62:2008).

Kết quả và thảo luận

Ảnh hưởng của tỷ lệ xơ dừa đến tính chất cơ lý của vật liệu compozit

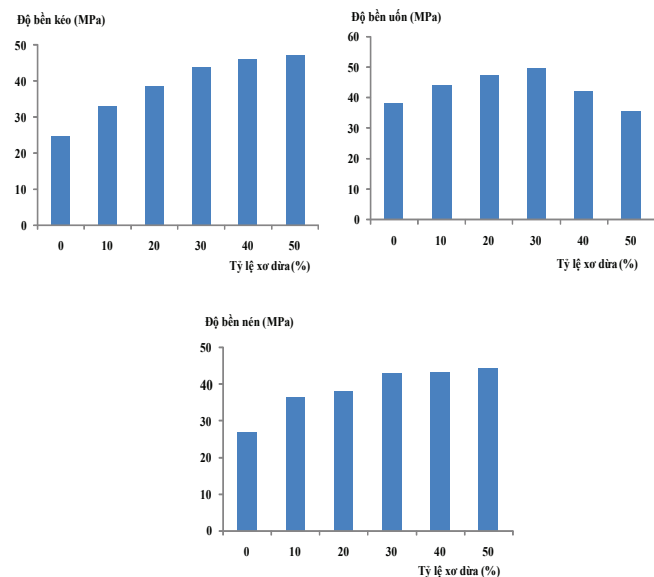
Tỷ lệ sợi gia cường có ảnh hưởng lớn tới tính chất của vật liệu compozit, đặc biệt là các tính chất cơ lý, từ đó quyết định khả năng ứng dụng của vật liệu trong chế tạo

các sản phẩm cụ thể [4, 5, 11]. Các tác giả đã nghiên cứu chế tạo các vật liệu compozit trên nền nhựa sinh học và xơ dừa ở các tỷ lệ sợi: 10, 20, 30, 40, 50% (hình 1) và so sánh các tính chất với nhựa nền ban đầu.



Hình 1. Các mẫu vật liệu compozit trên nền nhựa sinh học và sợi xơ dừa ở các tỷ lệ khác nhau: 10, 20, 30, 40 và 50%.

Kết quả xác định độ bền cơ lý bao gồm: Độ bền kéo, độ bền uốn và độ bền nén của các mẫu vật liệu chế tạo được thể hiện trên hình 2.



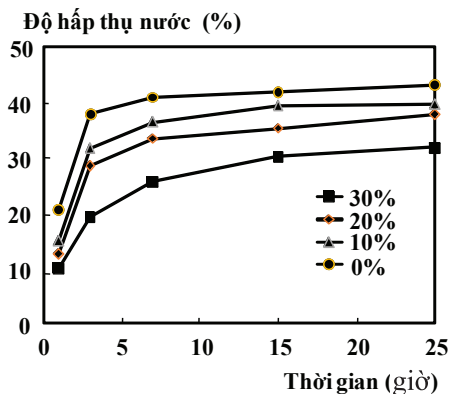
Hình 2. Độ bền kéo, độ bền uốn, độ bền nén của các mẫu vật liệu compozit gia cường sợi xơ dừa ở các tỷ lệ 0-50%.

Cả ba đồ thị của hình 2 đều cho thấy, ở các tỷ lệ sợi xơ dừa từ 10-30%, vật liệu compozit chế tạo được có độ bền cơ lý đều cao hơn so với mẫu vật liệu nhựa sinh học ban đầu, trong đó tỷ lệ sợi 30% có độ bền cao nhất. Đối với hai mẫu có tỷ lệ sợi lần lượt là 40 và 50%, độ bền uốn có xu hướng giảm trong khi đó độ bền nén cao hơn không nhiều so với mẫu 30% sợi xơ dừa. Điều này có thể giải thích là do khi mẫu nhựa nền được gia cường sợi xơ dừa làm tăng khả năng chịu ứng suất của vật liệu. Tuy nhiên, khi hàm

lượng sợi tăng lên, khả năng phân tán của sợi xơ dừa vào nhựa nền bị giảm đi. Điều này dẫn đến những điểm tập trung ứng suất do sự cụm lại của xơ dừa làm cho vật liệu dễ bị phá hủy [11].

Khả năng hấp thụ nước của vật liệu compozit trên nền nhựa sinh học và sợi xơ dừa

Theo các tài liệu nghiên cứu, sợi tự nhiên nói chung và sợi xơ dừa nói riêng có khả năng hấp thụ nước khá mạnh. Điều này là do những nhóm hydroxyl sẵn có trên bề mặt sợi tương tác với những phân tử nước qua liên kết hydro. Sự tương tác này không chỉ xảy ra ngay tại bề mặt sợi mà cả ở bên trong sợi. Khi được xử lý bằng kiềm làm giảm khả năng hấp thụ nước của sợi. Trong khi đó, nhựa nền sinh học có chứa sản phẩm từ tinh bột lại có khả năng hấp thụ ẩm rất cao, làm giảm mạnh cơ tính của nhựa nền dẫn tới thời gian sử dụng của bầu ươm giảm xuống. Khi kết hợp sợi xơ dừa và nhựa sinh học, khả năng hấp thụ nước của vật liệu có sự thay đổi. Hình 3 trình bày độ hấp thụ nước của các mẫu compozit với hàm lượng 10-30% so sánh với mẫu nhựa nền sinh học ban đầu trong thời gian 30 giờ.



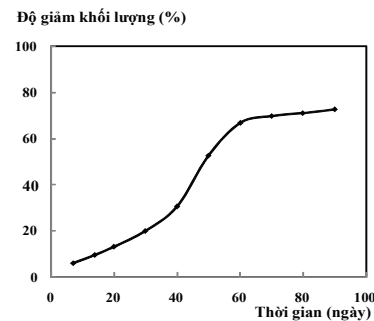
Hình 3. Độ hấp thụ nước của các mẫu compozit trên cơ sở nhựa sinh học và xơ dừa.

Sự hấp thụ nước của tất cả các mẫu thử nghiệm tăng lên nhanh so với mẫu ban đầu, sau đó tăng chậm dần và đạt đến cân bằng (định luật khuếch tán Fick) [12-14]. Độ hấp thụ nước của mẫu nhựa nền sinh học đạt giá trị cao nhất khoảng hơn 40%. Các mẫu compozit gia cường sợi xơ dừa đều có sự hấp thụ nước thấp và chậm hơn so với mẫu nhựa nền, điều này chứng tỏ rằng các mẫu này hấp thụ nước ít hơn và do đó độ kháng nước tốt hơn. Tuy vậy, cả nhựa nền và sợi xơ dừa đều có khả năng hấp thụ nước tự nhiên, hàm lượng nước hấp thụ tùy vào điều kiện môi trường. Kết hợp với kết quả độ bền cơ lý (độ bền kéo, độ bền uốn và độ bền nén) cho thấy, mẫu vật liệu chứa sợi xơ dừa cho độ bền cơ lý tốt, khả năng kháng nước trong một

thời gian cần thiết nhất định tốt hơn so với mẫu vật liệu chỉ chứa nhựa sinh học.

Khả năng phân hủy của vật liệu

Chúng tôi đã tiến hành đặt các mẫu thử nghiệm trong môi trường gia lập phòng thí nghiệm và xác định độ giảm khối lượng theo thời gian thử nghiệm.



Hình 4. Độ giảm khối lượng theo thời gian của mẫu vật liệu compozit từ nhựa nền và 30% sợi xơ dừa.

Hình 4 trình bày độ giảm khối lượng trung bình theo thời gian của mẫu vật liệu compozit chứa 30% sợi xơ dừa. Sự giảm khối lượng của vật liệu diễn ra nhanh trong 60 ngày đầu tiên và sự giảm này là do sự giảm khối lượng của nhựa sinh học. Trên đường cong phân hủy quan sát được, sự khác biệt rõ ràng giữa các thời điểm trong khoảng thời gian này. Có thể thấy, khi chôn ủ, nước đã xâm nhập vào vật liệu, gây ra sự thủy phân nhựa nền tạo ra các phân tử nhỏ (oligome và monome). Do đó tạo điều kiện cho các vi khuẩn tấn công và phá hủy vật liệu [12]. Giai đoạn từ 60 đến 90 ngày, khối lượng của vật liệu giảm đi rất chậm. Đây là giai đoạn cân bằng, sự thay đổi khối lượng không có đột biến đáng kể, do khối lượng còn lại chủ yếu là xơ dừa, sẽ chuyển thành mùn trong thời gian tiếp sau.

Kết luận

Các mẫu vật liệu compozit trên cơ sở nhựa nền sinh học gia cường sợi xơ dừa ở các tỷ lệ từ 10-50% đã được chế tạo bằng phương pháp ép nóng trong khuôn và thử nghiệm xác định tính chất cơ lý, khả năng hấp thụ nước và khả năng phân hủy trong môi trường gia lập.

Kết quả xác định tính chất cơ lý cho thấy, các mẫu vật liệu compozit chứa sợi xơ dừa đều có độ bền cao hơn mẫu nhựa sinh học ban đầu. Ở tỷ lệ sợi 30% có độ bền cơ lý tốt hơn so với mẫu nhựa chứa 10-20% sợi, trong khi đó so sánh với mẫu chứa 40-50% sợi, độ bền kéo và độ bền nén có giá trị tương đương trong khi đó độ bền uốn cao hơn.

Lựa chọn các mẫu vật liệu từ 10-30% nhằm thử nghiệm khả năng hấp thụ nước trong môi trường và so sánh với mẫu chỉ chứa nhựa nền. Mẫu vật liệu chứa sợi xơ dừa đều

có khả năng hấp thụ nước thấp hơn mẫu nhựa nền, trong đó mẫu chứa 30% sợi cho kết quả độ hấp thụ nước và tốc độ hấp thụ thấp nhất.

Tiền hành khảo sát khả năng phân hủy của vật liệu composit chứa 30% sợi xơ dừa trong môi trường giả lập cho thấy. Vật liệu có khả năng phân hủy tốt và đạt được độ giảm khối lượng cao nhất trong 60 ngày. Sau đó vật liệu giảm khối lượng chậm, điều này cho thấy, nhựa sinh học đã được phân hủy phần lớn trong thời gian 60 ngày. Phần khối lượng còn lại chủ yếu là xơ dừa, sẽ được vi sinh vật phân hủy thành mùn, tạo độ màu mỡ cho đất.



Hình 5. Bầu trồng cây được ứng dụng trong thực tế.

Như vậy, vật liệu chế tạo được có tính chất cơ lý phù hợp để chế tạo bầu ươm cây, có khả năng chống nước cao hơn so với nhựa nền sinh học và có khả năng phân hủy trong môi trường sau khi được chôn lấp. Mẫu vật liệu đã được sử dụng chế tạo bầu ươm và đang được thử nghiệm thực tế (hình 5).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Mohanty, Misra, Drzal (2002), "Sustainable Bio-Composites from renewable resources: Opportunities and challenges in the Green materials

world", *Journal of polymers and the environment*, **10**, p.112.

[2] S. Halim Hamid (2000), *Handbook of Polymer Degradation*, Second Edition, Taylor & Francis Group.

[3] James A. Schrader, Heidi A. Kratsch, William R. Graves (2016), *Bioplastic Container Cropping Systems: Green Technology for the Green Industry*, Sustainable Horticulture Research Consortium.

[4] M. J. Mohd Nor, S. Abdullah, N. Jamaluddin, R. Ismail, S. Mohamed Haris and A. Arifin (2007), "Study on the dynamic characteristic of coconut fibre reinforced composites", *Regional Conference on Engineering Mathematics, Mechanics, Manufacturing & Architecture (EM*ARC)*.

[5] Omar Faruk, Andrzej K. Bledzki, Hans-Peter Fink, Mohini Sain (2012), "Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000-2010", *Polymeric Biomaterials, Progress in Polymer Science*, **37(11)**, pp.1552-1596.

[6] Mosab Kaseem, Kotiba Hamad, and Fawaz Deri (2012), "Thermoplastic Starch Blends: A Review of Recent Works", *Polymer Science, Ser. A*, **54(2)**, pp.165-176.

[7] Waryat, M. Romli, A. Suryani, I. Yuliasih, S. Johan (2013), "Using of a Compatibilizer to Improve Morphological, Physical and Mechanical Properties of Biodegradable Plastic from Thermoplastic Starch/LLDPE Blends", *International Journal of Engineering & amp*, **13**, p.1.

[8] Prederick T. Wallenberger, Norman Weston (2004), *Nature fibers, plastics and composites*, Kluwer Academic Publishers, ISBN:1 4020 7643 6.

[9] D.R. Mulinari, C.A.R.P. Baptista, J.V.C. Souza, H.J.C. Voorwald (2011) "Mechanical Properties of Coconut Fibers Reinforced Polyester Composites", *ICM11*, pp.2074-2079.

[10] Chin-San Wu (2009), "Renewable resource-based composites of recycled natural fibers and maleated polylactide bioplastic: Characterization and biodegradability", *Polymer Degradation and Stability*, **94(7)**, pp.1076-1084.

[11] Nurul Munirah Abdullah and Ishak Ahmad (2013), "Potential of Using Polyester Reinforced Coconut Fiber Composites Derived from Recycling Polyethylene Terephthalate (PET) Waste", *Fibers and Polymers*, **14(4)**, pp.584-590.

[12] Enhui Sun, Hongying Huang, Fengwen Sun, Guofeng Wu, Zhizhou Chang (2017), "Degradable Nursery Containers made of Rice husk and Cornstarch Composites", *Degradable composite containers, BioResources*, **12(1)**, pp.785-798.

[13] M. Oliveira, C. Mota, Ana S. Abreu, J.M. Nobrega, A.V. Machado (2014), "Eco-friendly polymeric material for horticulture application", *XIV SLAP/ XII CIP*.

[14] E. Muñoz, J.A. García-Manrique (2015), "Water Absorption Behaviour and Its Effect on the Mechanical Properties of Flax Fibre Reinforced Bioepoxy Composites", *International Journal of Polymer Science*, **6**, pp.1-10.