

Vật liệu mới làm từ tơ nhện và gỗ có thể thay thế nhựa

Đạt được cả khả năng chịu lực và độ đàn hồi là một thách thức lớn trong kỹ thuật vật liệu, bởi tăng sức mạnh nghĩa là giảm bớt độ mềm dẻo và ngược lại. Trong một công bố mới đây trên Tạp chí Science Advances, lấy cảm hứng từ thiên nhiên, các nhà khoa học đến từ Đại học Aalto (Phần Lan) đã thành công trong việc vượt qua thử thách nêu trên, tạo ra một vật liệu mới kết hợp giữa tơ nhện và bột gỗ, có những tính năng tương tự như nhựa, nhưng lại có khả năng phân hủy sinh học nên hoàn toàn thân thiện với môi trường.

Vật liệu mới từ tơ nhện và gỗ có thể giúp giải bài toán về rác thải nhựa

Theo báo cáo của Liên hợp quốc, mỗi năm trên toàn thế giới sử dụng khoảng 500 tỷ chai nhựa, hơn 500 tỷ túi nilông. Lượng rác thải nhựa hiện nay đã đủ để phủ kín bốn lần diện tích bề mặt Trái đất, trong đó có khoảng 13 triệu tấn đã thải trực tiếp ra các đại dương. Theo một báo cáo tại Hội nghị Davos (Thụy Sĩ, năm 2019) ước tính đến năm 2050 lượng rác thải nhựa dưới biển sẽ nhiều hơn cá (tính theo trọng lượng); và phải mất hàng trăm, thậm chí hàng ngàn năm, các chất thải từ nhựa và nilông mới bị phân hủy. Chính vì thế, nhiều quốc gia trên thế giới đã tính đến việc hạn chế, cấm sử dụng đồ nhựa dùng một lần. Ngày 27/3/2019, Nghị viện châu Âu đã bỏ phiếu thông qua dự luật cấm đồ nhựa dùng một lần, trong đó nêu rõ đến năm 2021 que cắm bóng bay, hộp đựng đồ ăn thức uống, dao kéo, ống hút, que khuấy, tăm bông... bằng nhựa sẽ bị cấm sử dụng ở EU. Kế hoạch cấm đồ nhựa sẽ tiêu tốn của EU từ 259 đến 695 triệu Euro mỗi năm nhưng EU vẫn quyết tâm làm vì một môi trường sạch hơn.

Để giải quyết vấn nạn nêu trên, bên cạnh việc nâng cao ý thức bảo vệ môi trường của mỗi người, cùng trách nhiệm của chính quyền, các

cơ quan chức năng trong việc lựa chọn công nghệ xử lý rác thải nhựa, còn cần sự vào cuộc của các nhà khoa học để sớm tìm ra giải pháp thay thế nhựa. Tuy nhiên, công tác nghiên cứu nhằm tìm ra vật liệu thay thế nhựa, đáp ứng hiệu quả yêu cầu của ngành công nghiệp sản xuất bao bì đang gặp rất nhiều khó khăn, do phải đáp ứng nhiều tiêu chuẩn khắt khe trong các ngành khác nhau. Trở ngại lớn nhất là các vật liệu mới quá giòn so với sự mềm dẻo, tiện dụng của các sản phẩm từ nhựa.

Cùng trong nỗ lực nêu trên, một tia hy vọng mới hứa hẹn nhiều tiềm năng đã được Pezhman Mohammadi và các cộng sự công bố trên Tạp chí Science Advances vào tháng 9/2019. Các nhà khoa học đến từ Đại học Aalto (Phần Lan) cho biết đã tìm ra phương pháp chế tạo một loại vật liệu có độ bền và khả năng đàn hồi tương đương với nhựa, nhưng lại có thể phân hủy sinh học nên hoàn toàn thân thiện với môi trường.

Đột phá trong việc kết hợp 2 nguyên liệu sinh học mang tính cách mạng

Trong nghiên cứu của mình, Pezhman Mohammadi và các cộng sự đã kết hợp 2 nguyên liệu sinh học đầy triển vọng là protein tái tổ hợp tương tự tơ nhện (spidroin) và nano cellulose để tạo

ra nano composite với độ bền, độ cứng, cũng như khả năng đàn hồi cao.

Cho đến nay, tơ nhện vẫn được tôn vinh là “đứa thần của khoa học vật liệu” khi bàn đến một loại nguyên liệu có tính đàn hồi cao trong tự nhiên, bởi nó nhẹ, thân thiện với môi trường và siêu bền, thậm chí những tính năng nổi trội của thép cũng bị lu mờ trước nguyên liệu này. Chính vì vậy, trong những năm gần đây việc sử dụng ADN tái tổ hợp và các hệ thống biểu hiện vi sinh vật để sản xuất vật liệu có cấu trúc tương tự tơ nhện mở ra nhiều tiềm năng ứng dụng. Cùng với sự phát triển của công nghệ phân tử, các protein có thể được thiết kế thành các cấu trúc mới, tạo ra nhiều dạng vật liệu bền vững cho tương lai, như trình tự protein spidroin đang được ứng dụng rộng rãi để chế tạo các thiết bị phục vụ lĩnh vực y sinh.

Nano cellulose là cellulose đã được thu nhỏ và tái cấu trúc ở cấp độ nano. Cellulose - loại nguyên liệu tự nhiên phổ biến nhất trên trái đất, là thành phần chủ yếu của thành tế bào thực vật, tạo nên màu xanh cho hầu hết thực vật trên Trái đất. Khi kết hợp với nước, nó trương lên, tạo thành khung xương vững chắc, giúp cây đứng vững. Về cấu tạo, cellulose là sự kết hợp của các phân tử glucose lên kết



Tơ nhện được tôn vinh là “đũa thần của khoa học vật liệu”.

với nhau tạo thành một chuỗi dài. Khi thu nhỏ chuỗi cellulose ở cấp độ nano, sau đó tái cấu trúc thành các sợi polyme với đường kính vài nanomet, chiều dài vài micromet hoặc đan các sợi ấy thành một mạng tinh thể, sẽ tạo ra nano cellulose. Nano cellulose là một loại vật liệu siêu bền, siêu nhẹ, có khả năng dẫn điện, với tiềm năng ứng dụng to lớn để chế tạo vật liệu nhờ cường độ lên tới 836 MPa và mô đun kéo là 65,7 GPa. Thậm chí nó còn được giới khoa học đánh giá là siêu vật liệu mang tính cách mạng, có tiềm năng thay đổi thế giới trong tương lai gần. Tuy nhiên, hạn chế của vật liệu này là độ giòn cao và phương pháp sản xuất không liên tục khiến nó chưa được phát triển và ứng dụng rộng rãi trong sản xuất và đời sống.

Điểm đặc biệt trong nghiên cứu của Pezhman Mohammadi và cộng sự là đã kết hợp thành công tơ nhện và nano cellulose - 2 polyme sinh học có khả năng trở thành vật liệu bền vững trong tương lai. Trải qua rất nhiều nghiên cứu, thử nghiệm, họ nhận thấy 2 polyme này có các tính chất bổ trợ lẫn nhau, thích hợp để kết hợp trong các vật liệu composite, trong đó nano cellulose sẽ là thành phần gia cố, còn tơ nhện là ma trận độ bền cho vật liệu mới. Sau khi phá vỡ và thu nhỏ cấu trúc của bột gỗ từ cây bạch dương, tạo thành các sợi nano cellulose, họ đã sắp xếp chúng thành một khối

cứng, rồi bổ sung vào mạng lưới này một ma trận kết dính dạng tơ nhện mềm. Thách thức lớn nhất trong quá trình “lắp ráp” 2 nguyên liệu sinh học này là việc cân bằng cấu trúc và tính chất của các vật liệu đầu vào, đòi hỏi sự kiểm soát chặt chẽ từ quy mô phân tử đến hệ keo. Để giải quyết vấn đề đặt ra, các nhà khoa học của Đại học Aalto đã sử dụng các protein tái tổ hợp với kiến trúc triblock kết hợp tơ nhện để biến đổi cấu trúc của các môđun nano cellulose. Các dòng liên kết của sợi nano cellulose và protein triblock cho phép quá trình sản xuất sợi tổng hợp diễn ra liên tục. Sự kết hợp đó liên quan đến việc tách pha protein thành các polyme đồng trùng hợp, với sự biến đổi hình dạng từ các cấu trúc bất định thành các tấm β . Quá trình này giúp tăng độ bám dính cho ma trận độ bền, tạo thành vật liệu composite mới có độ cứng cao, nhưng đáng ngạc nhiên là độ dẻo dai cũng tăng lên đáng kể.

Giáo sư Markus Linder của Đại học Aalto cho biết, nguyên liệu sinh học đã và đang thu hút sự quan tâm ngày càng tăng của các nhà khoa học vật liệu. Tuy nhiên, thách thức đặt ra trong quá trình nghiên cứu, chế tạo composite sinh học là làm thế nào để vật liệu mới có độ cứng, sức mạnh cao nhưng vẫn giữ được tính dẻo dai và khả năng đàn hồi tốt. Chính vì vậy, vật liệu mà Pezhman Mohammadi và các cộng sự phát triển được coi

là một bước đột phá nhờ các tính năng vượt trội so với hầu hết các vật liệu tổng hợp và tự nhiên hiện nay, với độ bền và độ cứng cao, kết hợp độ dẻo dai tăng. Một điểm đáng được nhắc đến của nghiên cứu là, mặc dù có thể sử dụng tơ tằm hoặc tơ nhện làm nguyên liệu đầu vào, nhưng các nhà khoa học đã tự tạo ra chúng từ các vi khuẩn chứa ADN tổng hợp (được tìm thấy trên nhện), rồi nhân bản ADN này để sản xuất các phân tử protein có cấu trúc hóa học cũng như tính chất vật lý tương tự tơ nhện. Việc chủ động về các nguyên liệu đầu vào đóng vai trò quan trọng, là yếu tố quyết định thành bại trong quá trình đưa một vật liệu mới vào ứng dụng rộng rãi.

Tạp chí Science Advances đã mô tả về vật liệu mới như sau: chất lượng của vật liệu tương tự như nhựa, rất chắc chắn và có khả năng đàn hồi tốt, đặc biệt là có thể phân hủy sinh học, giúp nó hoàn toàn thân thiện với môi trường, mở ra tiềm năng ứng dụng như một sự thay thế hoàn hảo cho nhựa, hay các vật liệu sinh học tổng hợp, thậm chí cả trong việc chế tạo các dụng cụ y tế, sợi phẫu thuật, trong ngành dệt may, sản xuất bao bì, hay các vật liệu tổng hợp tương tự dùng trong lĩnh vực xây dựng. Có thể thấy, khả năng thiết kế linh hoạt của công nghệ protein đã hỗ trợ đắc lực cho các nhà khoa học trong quá trình chọn lọc những tính chất cần thiết của nguyên liệu sinh học đầu vào, giúp tạo ra các vật liệu sinh học tổng hợp hoàn toàn mới, với tiềm năng ứng dụng to lớn, rộng rãi ✍

Lê Cao Chiến

(theo <https://advances.sciencemag.org>)