

Điều chế nhựa nhiệt dẻo từ lông gà bằng phương pháp trùng hợp ghép

Lông gà tự nhiên, mặc dù có sẵn với số lượng lớn và giá rẻ nhưng do các đặc tính nhựa dẻo kém nên không thể sử dụng trực tiếp để phát triển các sản phẩm nhựa nhiệt dẻo. Trong một nghiên cứu gần đây của Giáo sư Yiqi Yang cùng các cộng sự thuộc Đại học Nebraska (Hoa Kỳ), lông gà được trùng hợp ghép với methyl acrylate để điều chế nhựa nhiệt dẻo giá rẻ và có khả năng phân hủy sinh học tốt. Lông gà trùng hợp ghép với poly (methyl acrylate) có tính nhựa dẻo tốt và độ bền kéo cao được coi là một ứng cử viên tiềm năng thay thế cho các loại nhựa nhiệt dẻo điều chế từ dầu mỏ hiện nay.

Giới thiệu

Nhựa nhiệt dẻo là một trong những đóng góp quan trọng nhất của hóa học cho cuộc sống hiện đại. Về bản chất, nhựa nhiệt dẻo là polymer, nó trở nên mềm dẻo khi được nung nóng đến một nhiệt độ nhất định và trở lại dạng rắn sau khi làm lạnh. Nhựa nhiệt dẻo rất đa dạng và có nhiều ứng dụng quan trọng trong cuộc sống, có thể lấy ví dụ tiêu biểu như nhựa Acrylonitrin butadien styren (ABS), nhựa polyetylen (PE), nhựa polyvinyl chlorua (PVC), nhựa polystyrene (PS), nhựa polypropylene (PP), nhựa poly methyl methacrylate (PMMA).

Nhựa nhiệt dẻo có nhiều ưu điểm như dễ tái chế, dễ tạo khuôn các hình dạng khác nhau. Hiện nay, nhựa nhiệt dẻo chủ yếu được điều chế từ dầu mỏ. Mặc dù sản phẩm nhựa nhiệt dẻo từ dầu mỏ có nhiều ưu điểm, nhưng cũng có không ít nhược điểm như khả năng phân hủy sinh học kém, giá cả biến động cùng giá dầu thô và nguồn nguyên liệu này ngày càng cạn kiệt. Theo đánh giá của các chuyên gia, với tốc độ khai thác ngày càng tăng như hiện nay thì lượng dầu mỏ chỉ đủ dùng cho 30-40 năm nữa[1]. Do đó, phát triển các loại nhựa nhiệt

dẻo từ các nguồn nguyên liệu tái sinh với giá rẻ và thân thiện với môi trường là một trong những yêu cầu bức thiết của ngành công nghiệp polymer trong thời gian tới.

Để thay thế nhựa nhiệt dẻo sản xuất từ dầu mỏ có hai hướng đi chính. Hướng thứ nhất là điều chế, tách chiết các monomer từ nguồn nguyên liệu tái sinh như ngô, lúa mì, dầu thực vật, sau đó sử dụng các monomer này để trùng hợp tạo thành polymer nhiệt dẻo. Hướng thứ hai là biến tính các polymer tự nhiên như keratine, cellulose, glucose để tạo ra vật liệu có các tính chất cơ lý gần giống như nhựa nhiệt dẻo[2]. Mặc dù cả hai hướng đều được quan tâm như nhau, nhưng phương pháp sản xuất nhựa nhiệt dẻo từ polymer tự nhiên tỏ ra nhiều ưu điểm hơn khi tạo ra được nguồn polymer giá rẻ và có khả năng phân hủy sinh học cao. Nhược điểm chính của các polymer tạo ra từ nguồn polymer tự nhiên là vẫn chưa đạt được tính năng cơ lý như các loại nhựa nhiệt dẻo sản xuất từ dầu mỏ.

Tại Hoa Kỳ, theo ước tính một năm có khoảng 3-4 tỷ pound lông gà được thải ra từ ngành công nghiệp gia cầm[3]. Lông gà có chứa 80% keratine, một loại

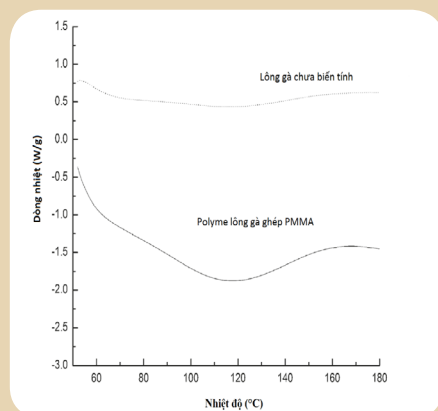
polypepit quan trọng có trong lông, tóc, móng tay người và sừng động vật. Có thể nói lông gà là nguồn polymer tự nhiên khổng lồ có khả năng phân hủy sinh học lớn. Mặc dù vậy, có rất ít ứng dụng lông gà trong công nghiệp và hầu hết lông gà được vứt bỏ như một chất thải rắn.

Nhựa nhiệt dẻo điều chế từ lông gà

Nhóm nghiên cứu từ Đại học Nebraska (Hoa Kỳ) đã đem đến nhiều hy vọng cho ngành công nghiệp polymer khi giới thiệu một công trình điều chế nhựa nhiệt dẻo từ lông gà bằng phương pháp trùng hợp ghép. Phương pháp trùng hợp ghép là một phương pháp phổ biến điều chế nhựa nhiệt dẻo, dùng để ghép nối thêm một hoặc nhiều polymer khác vào mạch chính của polymer gốc, do đó polymer mới sẽ có dạng nhánh cây, dạng cái lược, dạng chữ H hay dạng hình sao. Phương pháp trùng hợp ghép cho phép thay đổi đặc tính cơ học của polymer ban đầu. Giáo sư Yiqi Yang (Đại học Nebraska) đã sử dụng phương pháp này để biến tính lông gà, tạo thành một loại polymer mới có tính chất gần giống nhựa nhiệt dẻo[4].

Trong công trình của mình,

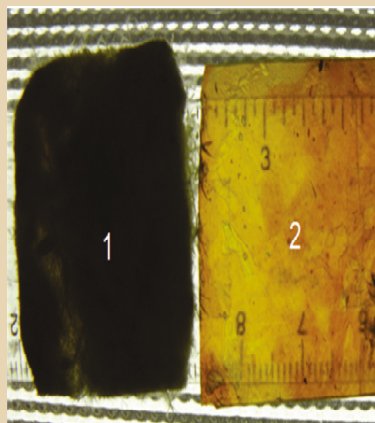
Giáo sư Yiqi Yang đã sử dụng methyl acrylate (MA) để trùng hợp ghép vào lông gà. Trước khi ghép, lông gà được hòa tan trong axit clohydric (HCl) và pH được điều chỉnh đến giá trị thích hợp. Hệ oxy hóa khử $K_2S_2O_8/NaHSO_3$ được sử dụng làm chất khơi mào cho quá trình trùng hợp MA. Hỗn hợp dung dịch chất khơi mào và MA monomer được khuấy trộn mạnh trong khoảng 10-20 phút, sử dụng 1 máy khuấy cơ học 1.000 vòng/phút trong môi trường khí nitơ. Cuối cùng, paradioxy benzene dùng làm chất cắt mạch polymer. Sản phẩm thu được cuối cùng chính là polymer lông gà ghép poly methyl metha acrylate (PMMA).



Hình 1: phổ DSC của lông gà chưa biến tính và lông gà ghép với PMMA

Polyme lông gà ghép PMMA có tính chất cơ nhiệt hoàn toàn khác biệt so với lông gà chưa qua biến tính. Trên hình 1 là phổ phân tích nhiệt vi phân quét (Differential scanning calorimetry), trong đó lông gà chưa biến tính không thể hiện được pic hấp thụ nhiệt, đồng nghĩa với tính chất nhiệt dẻo rất kém. Ngược lại, polymer lông gà ghép với PMMA có một pic hấp thụ nhiệt khá rộng ở khoảng 120°C, tương ứng với nhiệt độ nóng chảy của loại polymer mới.

Khi được nung nóng đến khoảng 120°C, lông gà ghép PMMA sẽ mềm dẻo, dễ tạo khuôn và cứng lại khi nhiệt độ giảm xuống dần dần.



Hình 2: ảnh chụp lớp màng điều chế từ lông gà chưa biến tính (1), lông gà ghép với PMMA (2)

Hình 2 thể hiện ảnh chụp của lông gà chưa biến tính (1) và lông gà ghép với PMMA (2) sau khi được ép khuôn. Do tính nhiệt dẻo kém, lông gà chưa biến tính bị cháy đen sau khi ép khuôn ở nhiệt độ cao. Ngược lại, lông gà đã biến tính nóng chảy khi bị ép khuôn ở nhiệt độ cao và sau đó trở thành một lớp màng nhựa trong suốt sau khi nhiệt độ giảm từ từ.

Tính chất cơ lý của polymer lông gà ghép PMMA cũng được kiểm tra bằng việc đo độ bền kéo và suất Young của màng nhựa mới. Độ bền kéo của nhựa nhiệt dẻo biến đổi rất đa dạng, từ 17 MPa (LDPE) đến khoảng 152 MPa (PAI) và suất Young từ 2 GPa (nylon) đến 120 GPa (Aramid). Màng phim lông gà ghép PMMA có độ bền kéo khoảng 50 MPa (tương đương với ABS và PVC, vượt hơn HDPE) và suất Young ở khoảng 4,4 GPa (tương ứng với nylon, sợi polyester)[5]. Các thí nghiệm về tính chất cơ lý cho thấy, polymer điều chế từ lông gà

có tính chất tương đương với các loại polymer nhiệt dẻo khác, từ đó cho thấy tiềm năng to lớn trong việc thay thế polymer từ dầu mỏ.

*
**

Biến lông gà thành nhựa nhiệt dẻo là một việc tưởng như chỉ có trong những câu chuyện khoa học viễn tưởng thì nay đã trở thành sự thật qua những nghiên cứu mang tính đột phá của các nhà khoa học thuộc Đại học Nebraska. Mặc dù mới chỉ là những nghiên cứu bước đầu nhưng tiềm năng của loại polymer mới trong việc thay thế các polymer truyền thống sản xuất từ dầu mỏ là rất lớn. Ước mơ về một thế giới xanh hơn với một thể hệ vật liệu mới không sản xuất từ nguyên liệu hóa thạch mà từ những nguyên liệu thân thiện với môi trường chắc chắn sẽ trở thành hiện thực trong tương lai không xa ■

Mai Lâm (tổng hợp)

Tài liệu tham khảo

- [1] UKERC. The global oil depletion Report, 10.2009.
- [2] Mathers R. How well can renewable resources mimic commodity monomers and polymers, *J. Polym. Sci., Part A*. **2012**, 50, 1-15.
- [3] Huda S.; Yang Y. Feather fiber reinforced light-weight composites with good acoustic properties. *J. Polym. Environ.* **2009**, 17, 131-142.
- [4] Yang. Y et.al. Graft polymerization of native chicken feathers for thermoplastic applications. *J. Agric. Food. Chem.* **2011**, 59, 1729-1738.
- [5] Ward I.; Sweeney J. Mechanical Properties of Solid Polymers, *John Wiley & sons, Ltd*. **2013**.