

TỔNG HỢP NHỰA EPOXY HÓA DẦU ĐẬU NÀNH VÀ PHÂN TÍCH TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA MÀNG EPOXY ESTE

Huỳnh Lê Huy Cường*, Nguyễn Ngọc Phương

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

*Email: cuonghlh@hufi.edu.vn

Ngày nhận bài: 10/6/2022; Ngày chấp nhận đăng: 27/02/2023

TÓM TẮT

Nhựa epoxy DER 671X75 được biến tính bằng axit béo của dầu đậu nành để cải thiện độ dẻo dai của nhựa epoxy. Các axit béo của dầu đậu nành được tách ra bằng phương pháp xà phòng hóa trong dung dịch natri hydroxit và axit hóa bằng axit sunfuric. Các axit béo được chiết xuất và nhựa epoxy dầu đậu nành được đặc trưng bởi phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR). Kết quả cho thấy ảnh hưởng của điều kiện xà phòng hóa và axit hóa đến tính chất của axit béo. Nhựa epoxy este được tổng hợp từ nhựa epoxy DER 671X75 và axit béo của dầu đậu nành với tỷ lệ nhựa epoxy và axit béo là 1:2 (khối lượng), nhiệt độ phản ứng 220 °C và thời gian phản ứng 6 giờ cho mức độ phản ứng cao nhất. Nhựa epoxy este có khả năng tạo màng và các tính chất cơ học của màng phủ epoxy đã được tăng lên.

Từ khóa: Dầu đậu nành, epoxy hóa, epoxy este, axit béo, nhựa epoxy DER 671X75.

1. MỞ ĐẦU

Nhựa epoxy với những ưu điểm tốt về độ bền hóa học, khả năng chịu tác động môi trường tốt, được ứng dụng nhiều trong các công trình và ngành công nghiệp. Tuy vậy, do có nhiều vòng thơm trong cấu trúc nên nhựa epoxy giòn và kém dẻo dai. Để cải thiện độ kém dẻo dai của nhựa epoxy, đã có nhiều công trình nghiên cứu trên cơ sở biến tính thành phần mạch chính của nhựa epoxy hay sử dụng các chất đóng rắn khác nhau [1-6].

Trong nghiên cứu của JingJing Si và cộng sự (2020), dầu đậu nành epoxy hóa đã được biến tính. Kết quả cho thấy, nhiệt độ thủy tinh hóa (T_g) giảm. Kết quả phân tích FTIR cho thấy dầu đậu nành epoxy hóa đã phản ứng với chất đóng rắn để tạo thành mạng không gian và tăng khả năng tương thích tốt với nhựa đường [1]. Trong nghiên cứu của Soo-Jin Park và cộng sự (2004), các tác giả cũng đã tổng hợp dầu đậu nành epoxy hóa (ESO) có hàm lượng ESO từ 0 đến 20%. Độ bền uốn của màng epoxy được tăng lên đến 100%, làm tăng tính mềm dẻo của nhựa epoxy [2]. Kết quả nghiên cứu của Ammar và cộng sự (2020), các tỷ lệ khác nhau của nhựa epoxy (E) và dầu đậu nành epoxy hóa (ESO) đã được đưa vào hỗn hợp polyme acrylic - silicone với sự hiện diện của polyisocyanate (NCO) làm chất đóng rắn. Các kết quả thu được cho thấy khả năng kết hợp E và ESO ở tỷ lệ 9:1 thì polyme epoxy/chất đóng rắn ở mức đóng rắn tối ưu, độ ẩm tốt hơn, đặc tính vật lý - cơ học tốt, ổn định nhiệt và khả năng chống ăn mòn được tăng cường đáng kể [3].

Dầu đậu nành là nguồn nguyên liệu rất phổ biến ở Việt Nam. Dầu đậu nành được sử dụng rộng rãi để biến tính nhựa epoxy do trong dầu đậu nành có lượng lớn các liên kết đôi C=C. Đặc biệt dầu đậu nành tương thích với cấu trúc mạch epoxy mà không ảnh hưởng đến đặc tính vật liệu [4-6]. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Thủy và cộng sự, các tác giả nghiên cứu động học của phản ứng epoxy hóa dầu đậu nành sử dụng xúc tác trên cơ sở muối wonfram. Quá trình epoxy hóa đã đạt 91% chuyển hóa nối đôi; 87,66% hiệu suất epoxy hóa và hệ xúc tác có độ

chọn lọc 0,96. Sản phẩm nhận được sau 1 giờ phản ứng ở 60 °C có hàm lượng nhóm oxiran đạt 6,68%. Hằng số tốc độ của phản ứng (K) thực hiện tại các nhiệt độ nằm trong khoảng 0,45-1,16×10⁻² L.mol⁻¹.s⁻¹ và năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 44,26 KJ.mol⁻¹[6].

Trong công trình nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành tách axit béo dầu đậu nành và dùng axit béo dầu đậu nành để biến tính cho nhựa epoxy DER 671X75. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tách axit béo dầu đậu nành. Tổng hợp nhựa epoxy este từ dầu đậu nành epoxy hóa và đánh giá tính chất cơ lý của màng nhựa epoxy este.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hóa chất

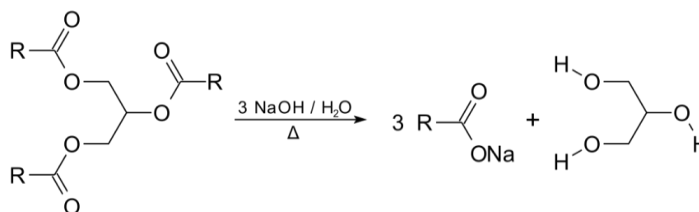
Nhựa epoxy DER 671X75 (Dow Chemicals): đương lượng epoxy (EEW) 430 - 480 g/eq, hàm lượng nhóm epoxy 9 - 10%, độ nhớt ở 25 °C 7500 - 11500 mPa.s, hàm lượng rắn 74 - 76%, khối lượng riêng ở 25 °C 1,09 g/cm³. Dầu đậu nành (Simply, 100% tinh chất, có chỉ số iod (wijs) 124 - 139, Việt Nam). Natri hydroxit (98%, Trung Quốc). Axit sulfuric (98%, Trung Quốc). Kali hydroxit (99%, Trung Quốc). Phenolphthalein (99,5% Trung Quốc). Xylen (99,5% Trung Quốc).

2.2. Chuẩn bị mẫu

2.2.1. Phương pháp tách axit béo dầu đậu nành

Tách axit béo dầu đậu nành gồm hai giai đoạn: xà phòng hóa và axit hóa [4-6].

Xà phòng hóa để thu được muối natri của axit stearic, sản phẩm trung gian để tạo ra axit béo, nguyên liệu để biến tính nhựa epoxy (Hình 1).



Hình 1. Phản ứng xà phòng hóa dầu đậu nành

Tiến hành cân 50 gam dầu đậu nành cho vào cốc 250 mL, gia nhiệt dầu đến 80 °C rồi cho từ từ 30 mL dung dịch NaOH 30%, tỷ lệ dầu đậu nành:dung dịch NaOH 30% là 1:3,8. Duy trì nhiệt độ phản ứng ở 80 °C và khuấy hỗn hợp tốc độ 500 vòng/phút trong 4 giờ đến khi hỗn hợp trở thành dạng sệt và pH 8 - 9 thì ngừng khuấy. Cho dung dịch NaOH 30% vào dầu từ từ để đảm bảo phản ứng hoàn toàn, tránh để dư lượng dung dịch NaOH. Xà phòng sau khi tạo thành sẽ được lưu mẫu 24 giờ để đảm bảo phản ứng xảy ra hoàn toàn. Tính hiệu suất phản ứng H (%) theo công thức:

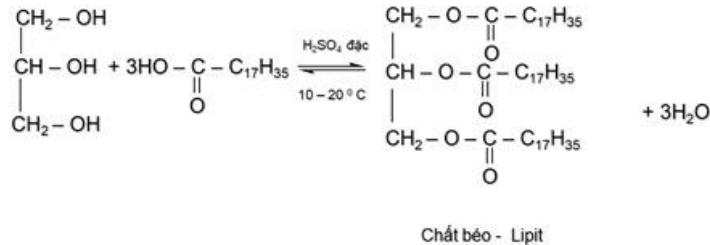
$$H(\%) = \frac{m_{tt}}{m_{lt}} \times 100\% \quad (1)$$

Trong đó:

m_{lt} : là khối lượng xà phòng tính theo lý thuyết (gam);

m_{tt} : là khối lượng xà phòng thực tế thu được (gam);

Sau quá trình xà phòng hóa, sản phẩm được axit hóa bằng dung dịch H_2SO_4 20% với tỷ lệ mol giữa $NaOH:H_2SO_4 = 1:0,6$. Nhiệt độ phản ứng là $80\text{ }^\circ\text{C}$. Sau khi xà phòng tan hoàn toàn và tách lớp axit béo (theo phản ứng Hình 2), thì lắng tách để thu axit béo. Rửa sạch axit béo bằng nước cất và cô cạn bay hơi nước ở nhiệt độ $60\text{ }^\circ\text{C}$.



Hình 2. Phản ứng tách axit béo

2.2.2. Xác định chỉ số axit

Cân 1,0 gam mẫu thử (dầu đậu nành, axit béo tách được sau quá trình xà phòng hóa) cho vào bình tam giác. Dùng pipet lấy 10 mL dung dịch axeton cho vào phần mẫu thử và nhỏ vài giọt chỉ thị màu phenolphthalein. Trên buret cho dung dịch KOH 0,1M. Tiến hành chuẩn độ cho đến khi mẫu thử chuyển sang màu hồng nhạt bền trong 30 giây. Đọc thể tích dung dịch KOH tiêu tốn và tính chỉ số axit (CA) theo công thức.

$$\text{Chỉ số axit: } CA = \frac{V_{\text{KOH}} \times C \times 56,1}{m} \quad (2)$$

Trong đó:

V_{KOH} : Thể tích dung dịch KOH tiêu tốn (mL);

C: Nồng độ chính xác dung dịch KOH (M);

m: Khối lượng mẫu thử (gam);

CA: chỉ số axit (mg KOH/g);

2.2.3. Phương pháp tổng hợp nhựa epoxy hóa dầu đậu nành (nhựa epoxy este)

Để phân tán axit béo dầu đậu nành vào nhựa epoxy DER 671X75 đã sử dụng máy khuấy cơ IKA- RW 20 (Đức) và lắp đặt hệ thống tổng hợp nhựa. Lần lượt cho nhựa epoxy và axit béo theo tỉ lệ 2:1 (khối lượng). Gia nhiệt và duy trì nhiệt độ hỗn hợp phản ứng trong khoảng $160 - 180\text{ }^\circ\text{C}$ và tốc độ khuấy $800 - 1000$ vòng/phút. Cho xylene vào phễu chiết quả lê và nhỏ từ từ để tách nước ra khỏi hỗn hợp phản ứng. Ổn định phản ứng trong 4 - 6 giờ. Tiến hành chuẩn chỉ số axit của hỗn hợp 15 phút/lần, đến khi chỉ số axit của hỗn hợp đạt dưới 10 mg KOH/g thì dừng phản ứng.

2.2.4. Chuẩn bị mẫu phân tích

Khảo sát nồng độ dung dịch NaOH ảnh hưởng hiệu suất xà phòng hóa:

Khảo sát quá trình xà phòng hóa theo các nồng độ dung dịch NaOH khác nhau từ 10%, 20% và 30%, ở nhiệt độ phản ứng $60\text{ }^\circ\text{C}$.

Khảo sát nhiệt độ ảnh hưởng đến quá trình xà phòng hóa:

Phản ứng xà phòng hóa với dung dịch NaOH 30%, khối lượng dầu đậu nành 50 gam, nhiệt độ phản ứng lần lượt là 60 °C, 80 °C và 100 °C.

Khảo sát nồng độ dung dịch H₂SO₄ ảnh hưởng đến quá trình axit hóa:

Phản ứng với nhiệt độ 80 °C, thời gian phản ứng 4 giờ, mẫu xà phòng nồng độ dung dịch NaOH 30%, thay đổi nồng độ dung dịch H₂SO₄ lần lượt là 10% và 20%.

Khảo sát nhiệt độ ảnh hưởng đến quá trình axit hóa:

Phản ứng với dung dịch H₂SO₄ 20%, khối lượng dầu đậu nành 50 gam, mẫu xà phòng nồng độ dung dịch NaOH 30%, nhiệt độ phản ứng lần lượt là 60 °C, 80 °C và 100 °C.

2.2.5. Chuẩn bị các mẫu màng polyme

Nhựa epoxy este tổng hợp được lưu mẫu 24 giờ để đảm bảo phản ứng diễn ra hoàn toàn. Cần bảo quản nhựa kín khí để tránh nhựa bị oxi hóa làm sẫm màu nhựa. Chuẩn bị tấm thép, dùng giấy nhám chà bề mặt sau đó lau sạch bằng axeton. Pha loãng nhựa epoxy este cùng với dung môi xylen theo tỉ lệ 1:1 (khối lượng). Thêm lượng chất làm khô coban vào với tỉ lệ 0,02% khối lượng so với nhựa. Màng polyme epoxy este được gia công trên thép bằng phương pháp quét.

2.3. Phương pháp phân tích và xác định tính chất cơ lý của màng phủ

Đánh giá định tính nhóm chức trong axit béo và nhựa epoxy biến tính bằng phổ FTIR. Độ bền uốn của màng được xác định theo tiêu chuẩn ISO 1519:2002, trên dụng cụ Erichsen, model 266. Độ bền va đập được xác định theo tiêu chuẩn ISO 6272 trên dụng cụ Erichsen, model 304. Độ bám dính được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D3359 trên dụng cụ Erichsen, model 295. Bề dày màng sơn khô được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D1005 trên dụng cụ Erichsen, model 296.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch NaOH đến quá trình xà phòng hóa

Khảo sát quá trình xà phòng hóa theo các nồng độ dung dịch NaOH là 10%, 20% và 30%. Khối lượng mẫu là 50 gam, khảo sát lần lượt với dung dịch NaOH nồng độ khác nhau, nhiệt độ phản ứng 60 °C. Kết quả thu được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch NaOH đến quá trình xà phòng hóa

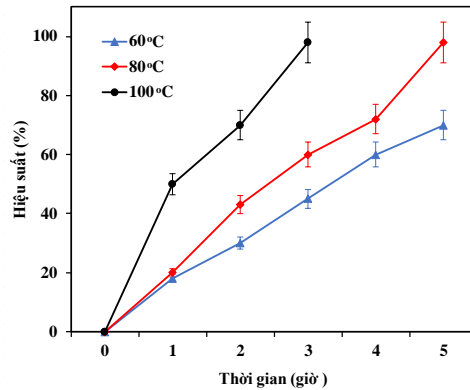
Mẫu	Nhiệt độ, °C	Thời gian, giờ	Chỉ số axit CA (mg KOH/g)
NaOH 10%	80	4	126,22
NaOH 20%	80	2,5	148,10
NaOH 30%	80	2	213,18

Kết quả từ Bảng 1 cho thấy ảnh hưởng của nồng độ dung dịch NaOH và thời gian phản ứng đến quá trình xà phòng hóa. Với dung dịch NaOH 10% và thời gian phản ứng 4 giờ, chỉ số axit CA thu được đạt 126,22 (mg KOH/g). Với thời gian phản ứng 2,5 giờ và nồng độ dung dịch NaOH 20% thì chỉ số axit CA đạt 148,10 (mg KOH/g). Với dung dịch NaOH 30% và thời gian phản ứng là 2 giờ thì chỉ số axit đạt 213,18 (mg KOH/g). Như vậy, nồng độ

dung dịch NaOH và thời gian phản ứng ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình xà phòng hóa. Từ kết quả Bảng 1, dung dịch NaOH 30% cho hiệu quả của quá trình xà phòng hóa tốt nhất trong các mẫu khảo sát.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình xà phòng hóa

Phản ứng xà phòng hóa dầu đậu nành với dung dịch NaOH 30% ở nhiệt độ 60 °C, 80 °C và 100 °C. Kết quả xác định hiệu suất của phản ứng xà phòng hóa dầu đậu nành theo thời gian được trình bày ở Hình 3.



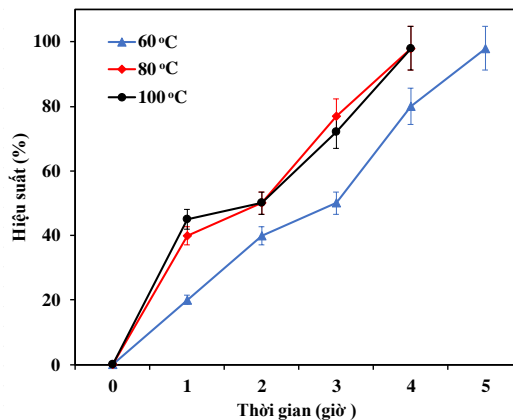
Hình 3. Đồ thị biểu diễn sự ảnh hưởng nhiệt độ đến hiệu suất của quá trình xà phòng hóa

Qua kết quả khảo sát từ Hình 3 cho thấy, lượng xà phòng được tạo ra phụ thuộc vào nhiệt độ quá trình phản ứng, nhiệt độ phản ứng thấp, hiệu suất phản ứng thấp, thời gian xà phòng hóa kéo dài. Càng tăng nhiệt độ, phản ứng xà phòng hóa diễn ra càng nhanh và hiệu suất xà phòng hóa tăng.

Như vậy, để đạt hiệu suất cao quá trình xà phòng hóa, chọn nhiệt độ quá trình là 100 °C và nồng độ dung dịch NaOH là 30%, phản ứng trong 2 giờ.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình axit hóa

Phản ứng với dung dịch H₂SO₄ 20%, khối lượng dầu đậu nành 50 gam, mẫu xà phòng nồng độ dung NaOH 30%, nhiệt độ phản ứng lần lượt là 60 °C, 80 °C và 100 °C. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất của quá trình axit hóa được trình bày ở Hình 4.



Hình 4. Đồ thị biểu diễn sự ảnh hưởng nhiệt độ đến hiệu suất quá trình axit hóa

Kết quả từ Hình 4 cho thấy khi tăng nhiệt độ phản ứng sẽ đẩy nhanh quá trình phản ứng. Hiệu suất của phản ứng axit hóa khi nhiệt độ phản ứng là 80 °C, 100 °C là cao nhất và cao hơn hiệu suất phản ứng ở nhiệt độ 60 °C. Nhiệt độ phản ứng là 100 °C, thì hiệu suất của phản ứng axit hóa cao nhất. Tuy nhiên, không có sự thay đổi đáng kể so với hiệu suất phản ứng ở nhiệt độ 80 °C. Xét về mặt hiệu quả năng lượng nhiệt thì nhiệt độ phản ứng càng thấp càng có lợi. Do vậy, chọn nhiệt độ quá trình axit hóa là 80 °C phù hợp và mang lại hiệu quả cao cho quá trình axit hóa.

Kết quả cũng cho thấy để hiệu suất quá trình axit hóa xảy ra cao trên 90%, thì thời gian axit hóa kéo dài 4 giờ.

3.4. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch H₂SO₄ đến quá trình axit hóa

Từ kết quả ở các mục 3.2 và 3.3 đã chọn được điều kiện phản ứng giai đoạn axit hóa là nhiệt độ 80 °C, thời gian phản ứng 4 giờ. Nồng độ dung dịch H₂SO₄ dùng để axit hóa sẽ được nghiên cứu ở 10% và 20% khối lượng. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ dung dịch H₂SO₄ đến chỉ số axit CA của axit tạo thành được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch H₂SO₄ đến quá trình axit hóa

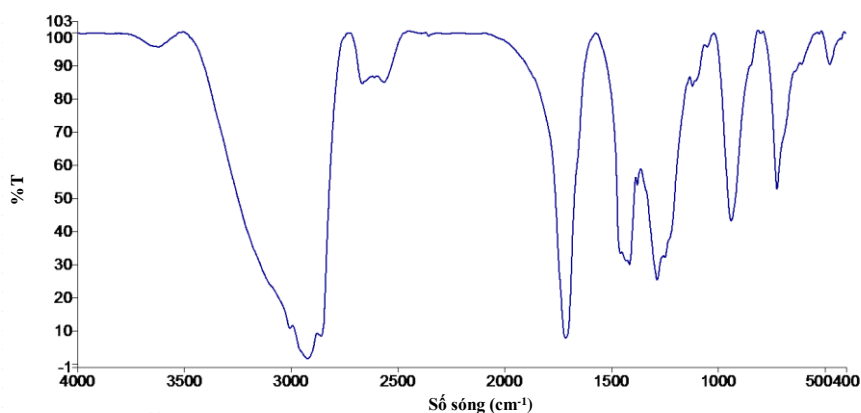
Mẫu	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	Chỉ số axit CA (mg KOH/g)
H ₂ SO ₄ 10%	80	4	56,2
H ₂ SO ₄ 20%	80	4	38,28

Từ kết quả Bảng 2, cho thấy dung dịch H₂SO₄ 20% có nồng độ cao hơn dung dịch H₂SO₄ 10% nên khả năng phản ứng với xà phòng mạnh hơn và phản ứng axit hóa xảy ra với hiệu suất cao hơn. Kết quả thu được axit béo có chỉ số axit cao.

Như vậy, từ các kết quả nghiên cứu ở mục 3.1, 3.2, 3.3 và 3.4 cho thấy các điều kiện thích hợp để tách axit béo của dầu đậu nành là: giai đoạn xà phòng hóa nhiệt độ 60 °C, thời gian 2 giờ, nồng độ dung dịch NaOH là 30%; giai đoạn axit hóa ở nhiệt độ 80 °C, thời gian phản ứng 4 giờ, nồng độ dung dịch H₂SO₄ là 20%.

3.5. Phổ hồng ngoại của mẫu axit béo dầu đậu nành

Kết quả phân tích phổ hồng ngoại (FTIR) của axit béo dầu đậu nành được trình bày ở Hình 5.



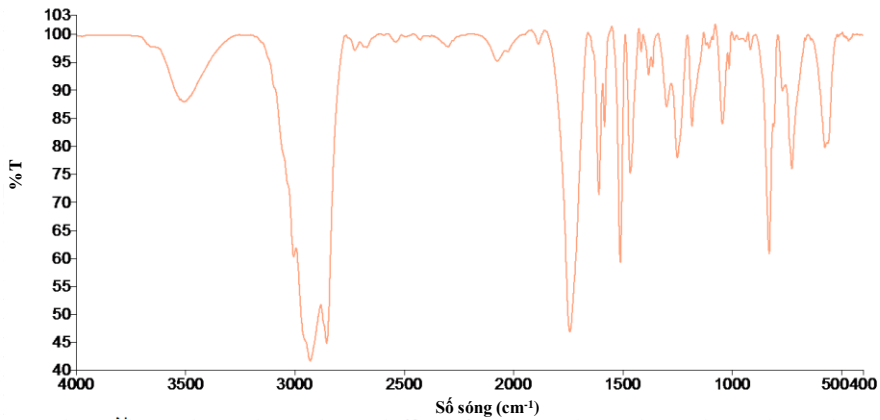
Hình 5. Phổ FTIR của axit béo dầu đậu nành

Từ Hình 5 nhận thấy, phổ FTIR của axit béo dầu đậu nành có những dải hấp thụ mạnh ở bước sóng 400 - 4000 cm^{-1} . Đỉnh hấp thụ ở 1715,48 cm^{-1} cho thấy sự xuất hiện của các liên kết C=O. Vị trí đỉnh ở 3008,38 cm^{-1} biểu diễn sự xuất hiện của liên kết C-H không bão hòa. Đỉnh ở 2921,53 cm^{-1} đặc trưng cho dao động C-H của nhóm alkyl. Đỉnh hấp thụ ở 723,42 cm^{-1} là đặc trưng dao động hóa trị của nhóm CH_2 .

So sánh kết quả đo phổ FTIR của dầu đậu nành trong nghiên cứu [2]. Phổ FTIR tồn tại các đỉnh hấp thụ đặc trưng cho liên kết C-H không bão hòa và liên kết C=O. Đỉnh hấp thụ ở 1415,16 cm^{-1} đặc trưng dao động của liên kết C-O-H. Sự dao động bất đối xứng C-O-C ở vị trí đỉnh ở 1248,92 cm^{-1} và 1285,24 cm^{-1} [2].

3.6. Ảnh hưởng của điều kiện phản ứng đến tính chất của nhựa epoxy hóa dầu đậu nành

Tỷ lệ phản ứng giữa nhựa epoxy DER 671X75 và axit béo dầu đậu nành là 1:2 (khối lượng). Phản ứng tiến hành ở nhiệt độ 220 $^{\circ}\text{C}$, trong thời gian 6 giờ, thu được nhựa epoxy este có chỉ số axit CA đạt 10 (mg KOH/g). Kết quả đo FTIR của nhựa epoxy este được trình bày ở Hình 6.



Hình 6. Phổ FTIR của nhựa epoxy este

Từ kết quả Hình 6 nhận thấy, phổ FTIR của mẫu nhựa epoxy hóa dầu đậu nành xuất hiện các đỉnh ở vị trí 1742,42 cm^{-1} và 915,79 cm^{-1} cho thấy phản ứng este hóa của axit béo và nhựa epoxy. Vị trí đỉnh xuất hiện ở 829,33 cm^{-1} cho thấy vẫn còn sự xuất hiện của nhóm epoxy. Nhóm hydroxyl (-OH) ở vị trí đỉnh 3509,47 cm^{-1} . Các nhóm hydroxyl (-OH) tăng cường độ bám dính cho nhựa epoxy este. Chỉ số axit của nhựa epoxy hóa dầu đậu nành đạt 10 (mg KOH/g) mẫu nhựa. Chỉ số axit thấp, cho thấy phản ứng este hóa nhựa epoxy dầu đậu nành xảy ra gần như hoàn toàn.

3.7. Tính chất cơ lý của màng epoxy hóa dầu đậu nành

Tính chất cơ lý của màng nhựa epoxy hóa dầu đậu nành được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Tính chất cơ lý của của màng epoxy và màng epoxy hóa dầu đậu nành

Ký hiệu mẫu	Độ bền va đập (kG.cm)	Độ bám dính	Độ bền uốn, mm	Độ cứng bút chì	Độ dày màng, μm
Màng epoxy DER 671X75	5	4 B	3	1 H	26,3
Màng epoxy hóa dầu đậu nành	80	5 B	2	2 H	35,02

Kết quả từ Bảng 3 cho thấy màng epoxy hóa dầu đậu nành cải thiện tốt tính chất cơ lý của màng epoxy. Màng epoxy DER 671X75 bản chất có vòng thơm cứng giòn, kém dẻo dai nên độ bền va đập thấp, chỉ đạt 5 kG.cm. Độ bền va đập của màng polyme được xác định ở độ cao (cm) tương ứng với quả tạ khối lượng 1,0 kG và đập mà không làm rách màng. Độ bền uốn của màng polyme được xác định bằng cách uốn cong màng qua trục có đường kính khác nhau. Độ bền uốn của màng tương ứng với đường kính trục nhỏ nhất (mm) mà không làm rách màng. Độ cứng bút chì của màng tương ứng với độ cứng của đầu bút chì không làm rách màng. Độ bám dính của màng tương ứng với phần màng còn giữ lại sau thử nghiệm.

Các tính chất cơ lý của màng epoxy hóa dầu đậu nành cho thấy màng epoxy DER 671X75 đã được cải thiện tốt tính dẻo dai của màng. Độ bền va đập tăng lên 80 kG.cm, độ bám dính đạt 5 B, độ bền uốn 2 mm, độ cứng bút chì 2 H. Màng epoxy hóa dầu đậu nành được biến tính với axit béo của dầu đậu nành nên trong thành phần cấu trúc hóa học có thêm gốc hydrocacbon của axit béo, làm tăng độ dẻo dai của màng epoxy.

4. KẾT LUẬN

Axit béo dầu đậu nành được tách ra bằng phương pháp xà phòng hóa. Giai đoạn xà phòng hóa axit béo dầu đậu nành sử dụng dung dịch NaOH nồng độ 30%, nhiệt độ 100 °C, thời gian phản ứng là 2 giờ. Giai đoạn axit hóa sử dụng dung dịch H₂SO₄ 20%, nhiệt độ 80 °C, thời gian phản ứng 4 giờ. Nhựa epoxy hóa dầu đậu nành được tổng hợp với tỷ lệ nhựa: axit là 1:2, nhiệt độ phản ứng 220 °C, thời gian phản ứng 6 giờ cho hiệu suất phản ứng cao nhất. Màng polyme epoxy este (màng epoxy hóa dầu đậu nành) có độ bền cơ lý cao, đã cải thiện và nâng cao tính dẻo dai của nhựa epoxy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. JingJing Si, Yang Li, Junyan Wang, Arsene Rodrigue Niyigena, Xin Yu, Ruiling Jiang - Improving the compatibility of cold-mixed epoxy asphalt based on the epoxidized soybean oil. *Construction and Building Materials* **243** (20) (2020) 118235. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118235>.
2. Soo-Jin Park, Fan-Long Jin, Jae-Rock Lee - Thermal and mechanical properties of tetrafunctional epoxy resin toughened with epoxidized soybean oil. *Materials Science and Engineering: A*, **374** (1–2) (2004) 109-114. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2004.01.002>.
3. Ammar S., Iling A.W.M., Ramesh K., Ramesh S. - Development of fully organic coating system modified with epoxidized soybean oil with superior corrosion protection performance. *Progress in Organic Coatings* **140** (2020) 105523. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.105523>.
4. Ashish Pratap Singh, G. Gunasekaran, C. Suryanarayana, R. Balaji Naik - Fatty acid based waterborne air-drying epoxy ester resin for coating applications. *Progress in Organic Coatings* **87** (2015) 95-105. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2015.05.012>.
5. Đào Công Minh - Nghiên cứu biến tính epoxy bằng dầu thực vật Việt Nam để chế tạo sơn điện di và sơn phủ cách điện khô nhanh bên nhiệt ẩm. Luận án phó tiến sĩ khoa hóa học, Thư viện quốc gia Việt Nam, Hà Nội (1996).
6. Nguyễn Thị Thủy, Vũ Minh Đức, Nguyễn Thanh Liêm - Nghiên cứu nhiệt động học của phản ứng epoxy hóa dầu đậu nành sử dụng hệ xúc tác muối wonfram. Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ **32** (1) (2016) 86-93.

ABSTRACT

SYNTHESIS OF EPOXIDATION SOYBEAN OIL RESIN AND ANALYZE MECHANICAL PROPERTIES OF EPOXY ESTER COATING FILM

Huynh Le Huy Cuong*, Nguyen Ngoc Phuong
Ho Chi Minh City University of Food Industry (HUPI)

*Email: *cuonglh@hufi.edu.vn*

Epoxy resin DER 671X75 was modified with fatty acids of soybean oil to improve the toughness of epoxy resin. Fatty acids of soybean oil were separated by saponification with sodium hydroxide solution and acidification with acid sulfuric. Extracted fatty acids and the epoxidized soybean oil resin were characterized by Fourier Transform Infrared Spectrometry (FTIR). The results showed the effects of saponification and acidification conditions on the properties of fatty acids. Epoxy ester resin is synthesized from epoxy resin DER 671X75 and fatty acids of soybean oil with a ratio mass of epoxy resin and fatty acids is 1:2 (wt/wt), reaction temperature of 220 °C, and reaction time with 6 hours for the highest reaction level. Epoxy ester resin was able to form coatings film, and mechanical properties of epoxy polymer coatings film were increased.

Keywords: Soybean oil, epoxidation, epoxy ester, fatty acids, epoxy resin DER 671X75.