

# NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP DUNG MÔI SINH HỌC TỪ NGUYÊN LIỆU MỠ THẢI TRÊN XÚC TÁC BAZƠ RẮN, ỨNG DỤNG CHO QUÁ TRÌNH TẨY SƠN

**ThS. Phạm Văn Phong**

*Công ty Tư vấn Quản lý Dự án khí*

**TS. Vũ Đổ Hồng Dương**

*Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"*

**ThS. Nguyễn Thị Quỳnh Hoa, GS.TS. Đinh Thị Ngọc**

*Đại học Bách khoa Hà Nội*

## Tóm tắt

*Dung môi sinh học là sản phẩm thân thiện với môi trường, nhưng khả năng ứng dụng thấp do có giá thành cao, khả năng hòa tan kém hơn so với dung môi dầu khoáng, có tính chất thời vụ phụ thuộc vào năng suất cây trồng lấy dầu [2, 10, 14, 21]. Trong bài viết này, nhóm tác giả giới thiệu quá trình tổng hợp dung môi sinh học đa năng từ nguồn nguyên liệu tái tạo như dầu mỡ động thực vật thải (nguyên liệu thể hệ II và III) thông qua phản ứng trao đổi ester trên xúc tác dị thể bazơ rắn NaOH/zeolite NaY. Qua nghiên cứu này, nhóm tác giả chế tạo thành công chất tẩy sơn hiệu quả cho những công trình cố định như công trình dầu khí... với kỹ thuật quét dung môi lên bề mặt. Hiệu quả tẩy sơn trên bề mặt rắn của dung môi tổng hợp đạt gần 100%.*

## 1. Thực nghiệm

Nhóm tác giả đã chọn ethyl ester có nguồn gốc tự nhiên, thu được từ quá trình chuyển hóa mỡ động vật thải (mỡ cá, mỡ bò) bằng phản ứng trao đổi ester và xúc tác NaOH/zeolite NaY là loại xúc tác bazơ rắn để tổng hợp dung môi sinh học.

### 1.1. Tổng hợp và đặc trưng xúc tác dị thể bazơ rắn NaOH/zeolite NaY

#### 1.1.1. Tổng hợp chất mang zeolite NaY

Quá trình tổng hợp zeolite được tiến hành trong lọ teflon dung tích 100ml. Gel tổng hợp có thành phần  $6\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3:9\text{Na}_2\text{O}:249\text{H}_2\text{O}$ , pH của gel thu được đạt từ 13 - 14. Gel được già hóa ở nhiệt độ 50°C trong 24 giờ trước khi kết tinh ở nhiệt độ 100°C trong 48 giờ. Bột zeolite NaY được lọc chân không và rửa với nước cất cho đến khi pH bằng 9 - 10. Sau đó, tinh thể được sấy ở nhiệt độ 100°C trong 16 giờ thu được chất mang zeolite NaY. Zeolite NaY được xác định các đặc trưng hóa lý bằng các phương pháp phân tích hóa lý hiện đại như: XRD, SEM, EDX...

#### 1.1.2. Tổng hợp xúc tác NaOH/zeolite NaY

Hòa tan một lượng chính xác NaOH trong một lượng nước nhất định, sau đó ngâm tẩm chất mang zeolite NaY trong dung dịch NaOH đó với một lượng tính toán trước. Quá trình ngâm tẩm diễn ra ở nhiệt độ thường trong 24

giờ để đảm bảo lượng NaOH di chuyển vào các mao quản và phân tán trên khắp bề mặt của zeolite NaY. Hỗn hợp sau khi ngâm tẩm được tách nước và sấy khô ở nhiệt độ 100°C trong vòng 10 giờ, sau đó nung ở nhiệt độ 350°C trong 4 giờ trước khi đưa đi tạo hạt.

#### 1.1.3. Tạo hạt xúc tác NaOH/zeolite NaY

Xúc tác NaOH/zeolite NaY được trộn với 7% chất kết dính tạo hạt là thủy tinh lỏng, sau đó đem sấy ở nhiệt độ 120°C trong 2 giờ để tách nước, tiếp theo nung lại xúc tác ở nhiệt độ 350°C trong 3 giờ. Giã và rây lấy hạt có kích thước 0,25mm (kích thước hạt này đã được khảo sát và lựa chọn là tối ưu ở một công trình khác). Xúc tác sau tạo hạt có độ xốp và độ cứng cao, đủ điều kiện để sử dụng trong quá trình tổng hợp ethyl ester. Độ bền cơ học của xúc tác tương đối cao (khoảng  $21,8.10^6\text{N/m}^2$ ).

#### 1.1.4. Nghiên cứu độ bền của chất mang và xúc tác

Độ bền của xúc tác NaOH/zeolite NaY được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD) tại các nhiệt độ nung khác nhau. Trên phổ XRD chúng ta thấy xúc tác bền nhiệt, chưa bị sập khung.

## 1.2. Xử lý nguyên liệu mỡ bò và mỡ cá thải

- Lắng: Quá trình lắng được tiến hành trong cốc dung tích 1.000ml. Cốc được gia nhiệt liên tục bằng

phương pháp đun cách thủy, để yên trong khoảng thời gian 1 - 1,5 giờ.

- Lọc: Để thúc đẩy quá trình lọc diễn ra nhanh chóng, tránh mỡ bị đông, nhóm nghiên cứu lọc tạp chất cơ học có trong mỡ bằng phễu Buchner với sự hỗ trợ của bơm hút chân không. Sau thời gian để lắng, mỡ bò được đổ từ từ vào phễu Buchner có lót giấy lọc. Dùng máy hút chân không để quá trình lọc diễn ra nhanh hơn.

- Xử lý màu, mùi và tách acid béo tự do: Cho 700ml mỡ vào bình cầu ba cổ dung tích 1.000ml. Một cổ được nối với vòi phun hơi nước từ thiết bị tạo hơi và một cổ được lắp với sinh hàn nằm ngang để ngưng tụ toàn bộ lượng hơi nước bay ra khỏi bình, sinh hàn có lắp nhiệt kế có thang chia đến 400°C. Do sơ đồ làm việc ở nhiệt độ cao, nên cần điều chỉnh tốc độ sục hơi nước bằng kẹp đinh vít sao cho vừa phải để sinh hàn có thể ngưng tụ được toàn bộ hơi nước và các tạp chất cùng thoát ra. Toàn bộ hệ thống được lắp đặt trên giá đỡ cố định và chắc chắn. Tiến hành sục hơi nước quá nhiệt ở nhiệt độ 220°C trong 2 giờ. Khi đó, các acid béo tự do, các chất chứa màu và gây mùi khó chịu được cất cuốn theo hơi nước quá nhiệt. Sau khi sục hơi nước, mỡ được chưng ở nhiệt độ 120°C để loại bỏ hoàn toàn lượng nước còn lại. Mỡ bò và mỡ cá thải sau xử lý đều đáp ứng các chỉ tiêu cho một phản ứng trao đổi

ester sử dụng xúc tác kiềm và có thể đưa vào quy trình phản ứng.

**1.3. Chuyển hóa mỡ bò và mỡ cá thải thành các ethyl ester sử dụng xúc tác NaOH/zeolite NaY**

Quá trình trao đổi ester theo phương pháp pha lỏng gián đoạn được tiến hành trong bình cầu ba cổ. Sơ đồ phản ứng được minh họa ở Hình 2.

Trong bình cầu ba cổ, nhóm tác giả cắm thêm 1 nhiệt kế để theo dõi nhiệt độ, cắm sinh hàn để hơi ethanol bay lên ngưng tụ trở lại thiết bị phản ứng, cổ còn lại để nạp xúc tác. Sau khi lắp xong sơ đồ thiết bị, cho 5g xúc tác vào bình phản ứng, sau đó cho thêm 65ml ethanol, đậy kín cổ bình để tránh hơi ethanol bay ra ngoài. Tiến hành khuấy trộn gia nhiệt 10 phút để hoạt hóa xúc tác, cho 100ml mỡ cá và mỡ bò thải đã xử lý vào bình phản ứng, nâng nhiệt độ lên nhiệt độ cần khảo sát và bắt đầu tính thời gian phản ứng.

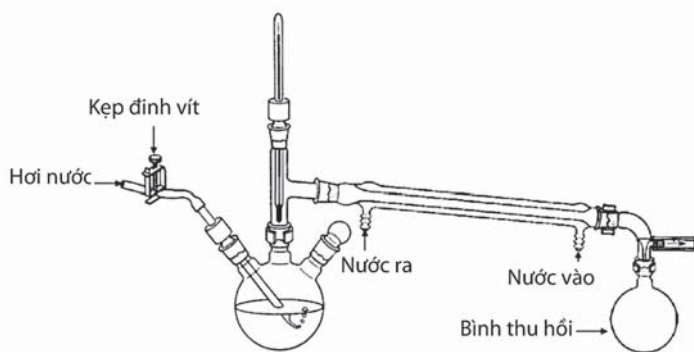
Sau phản ứng, để nguội, lọc tách xúc tác, cho thêm chất trợ lắng là glycerine (tỷ lệ 30% so với khối lượng mỡ) khuấy trộn trong 5 phút. Đưa toàn bộ hỗn hợp sang phễu chiết và phân thành 2 lớp: lớp trên chủ yếu là ethyl ester; lớp dưới chứa glycerine đã đưa vào, glycerine tạo ra trong phản ứng trao đổi ester, ethanol dư sau phản ứng, và phòng tạo ra trong quá trình phản ứng, một ít ethyl ester bị cuốn theo. Lớp trên được rửa bằng nước nóng (nếu có sự hình thành nhũ bền giữa ethyl ester và nước thì phá nhũ bằng dung dịch nước muối nóng 10%), sau đó tách nước ở nhiệt độ 120°C. Sử dụng cân phân tích để xác định lượng ethyl ester thu được.

**1.4. Pha chế dung môi tẩy sơn từ các tiền chất**

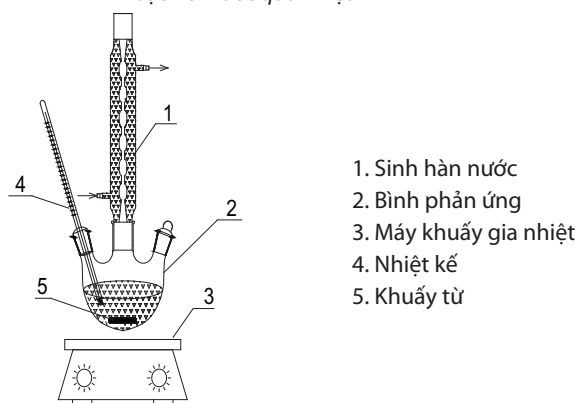
Các tiền chất để pha chế dung môi sinh học bao gồm: các ethyl ester từ mỡ cá và mỡ bò thải đã tổng hợp, ethyl lactate được tổng hợp trong một nghiên cứu khác và các phụ gia từ nguyên liệu dầu thông. Quá trình pha trộn được tiến hành trong cốc có mỏ loại 200ml. Tốc độ khuấy trộn hỗn hợp pha chế là 250 vòng/phút trong thời gian 10 phút.

**1.4.1. Thử nghiệm theo phương pháp ngâm mẫu**

Các tấm sắt có kích thước 4 x 4cm, được vệ sinh sạch bề mặt và để khô. Mỗi tấm được đánh số thứ tự và cân trên cân phân tích. Sử dụng sơn alkyd để sơn phủ 5 lớp lên bề mặt các miếng sắt, để khô sau 6 giờ và tiếp tục sơn thêm 1 lớp. Mẫu được để khô



Hình 1. Sơ đồ xử lý mỡ bò, mỡ cá thải bằng phương pháp sục hơi nước quá nhiệt



Hình 2. Sơ đồ thiết bị phản ứng tổng hợp ethyl ester từ mỡ cá và mỡ bò thải

tự nhiên trong tủ hút khoảng 6 tháng. Cân khối lượng của từng tấm sắt sau khi sơn để xác định lượng sơn bám trên bề mặt mỗi tấm.

Ngâm các tấm sắt này vào trong cốc có mỏ loại 200ml chứa dung môi đã pha để tẩy trong thời gian 1 giờ 30 phút. Trong khi ngâm mẫu, tiến hành lắc nhẹ để thúc đẩy quá trình hòa tan sơn trên bề mặt. Sau đó đem sấy khô và cân lại để xác định lượng sơn đã hòa tan vào dung môi.

1.4.2. Thử nghiệm theo phương pháp quét chất tẩy sơn lên bề mặt mẫu

Chuẩn bị những miếng sắt đã được sơn với kích thước lớn hơn, khoảng 10 x 10cm. Pha chế hỗn hợp tẩy sơn gồm ethyl ester 100ml (85%) và ethyl lactate 18ml (15%) có thành phần tối ưu đã xác định ở trên. Cho thêm phụ gia là một chất hoạt động bề mặt từ dầu thông để thúc đẩy quá trình tẩy sơn tại bề mặt phân chia pha giữa dung môi tẩy sơn và sơn cần tẩy.

Dùng chổi quét chất tẩy sơn lên bề mặt, sau đó dựng đứng miếng sắt, cứ 30 phút quét lại 1 lần và quét từ 2 - 3 lần. Dùng miếng sắt khác gạt nhẹ lượng sơn bong ra trên bề mặt mẫu, rửa sạch, đem sấy khô và để trong tủ hút khoảng 6 tháng. Khi thử nghiệm, dùng dung môi sinh học quét lên bề mặt mẫu, sau đó cân lại để xác định lượng sơn đã bong ra.

2. Kết quả và thảo luận

2.1. Kết quả chế tạo xúc tác NaOH/zeolite NaY

2.1.1. Điều chế chất mang zeolite NaY

Chất mang zeolite NaY được điều chế theo phương pháp kết tinh thủy nhiệt trong điều kiện tối ưu và được phân tích đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X, ảnh hiển vi điện tử quét (SEM).

Quan sát kết quả thu được có thể thấy mẫu zeolite NaY tổng hợp xuất hiện các peak đặc trưng của zeolite Y ở các góc 2θ = 6°20, 10°20... (theo Database of Zeolite Structure) với cường độ mạnh, đường nền thấp chứng tỏ các mẫu zeolite tổng hợp được là zeolite Y và có độ tinh thể cao. Từ ảnh SEM, có thể thấy các hạt tinh thể thu được có cấu trúc lập phương phù hợp với cấu trúc tinh thể của zeolite NaY và có kích thước khá đồng đều.

2.1.2. Kết quả tổng hợp xúc tác NaOH/zeolite NaY

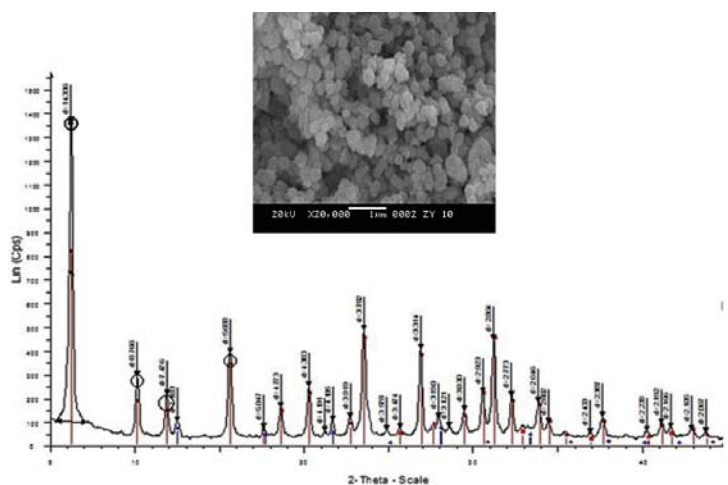
- Giảm độ nhiễu xạ tia X

Từ giản đồ nhiễu xạ tia X cho thấy, zeolite NaY

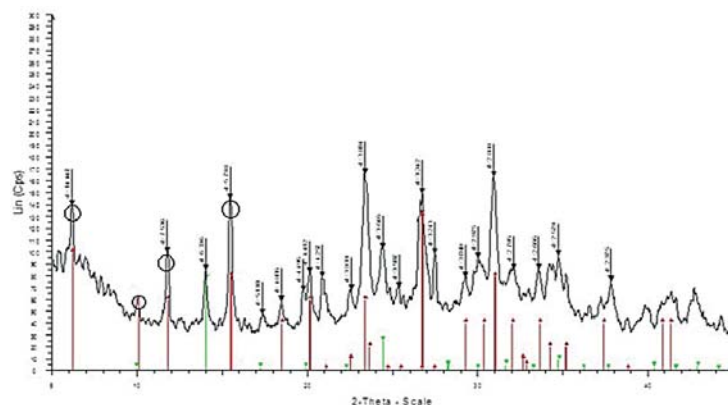
sau khi được tẩy và nung tại nhiệt độ 350°C vẫn giữ được các peak đặc trưng, như các peak tại góc 2θ = 6°20, 10°20... Tuy nhiên, cường độ các peak có giảm đi, đường nền dâng cao hơn, bởi trong quá trình tẩy NaOH sẽ làm giảm độ tinh thể của zeolite, xúc tác thu được có nhiều thành phần vô định hình của NaOH hơn. Bên cạnh đó, trong quá trình chế tạo xúc tác, do NaOH được nung ở trạng thái nóng chảy nên đã làm thay đổi một phần cấu trúc của xúc tác. Do đó, các peak của zeolite cũng bị thay đổi theo.

- Ảnh SEM của xúc tác

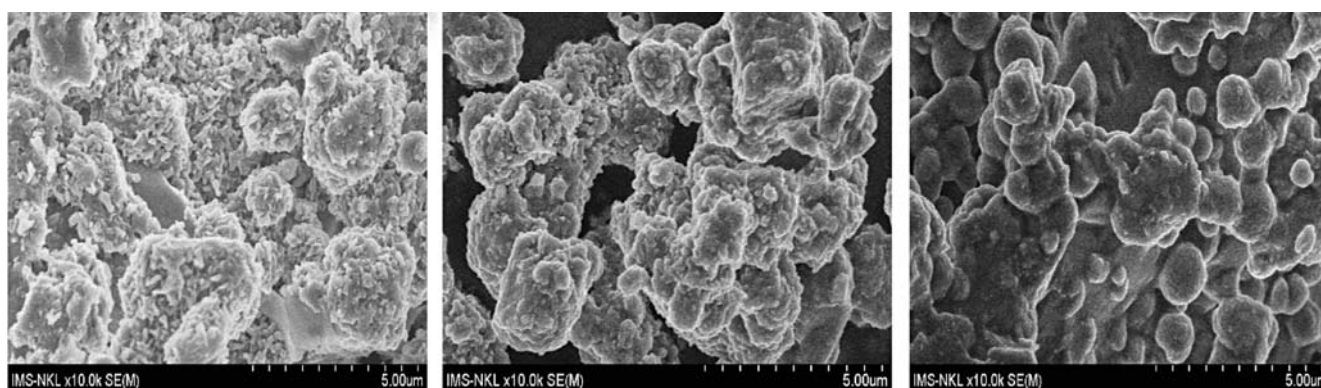
Để khảo sát sự phân bố của pha hoạt tính của xúc tác trên chất mang zeolite NaY, nhóm tác giả đã chụp ảnh SEM của xúc tác (Hình 5). Kết quả cho thấy với hàm lượng 30% NaOH, thành phần hoạt tính của xúc tác đã bao phủ hoàn toàn trên bề mặt chất mang, không còn nhìn thấy các hạt tinh thể của zeolite NaY. Trong khi đó, mẫu chứa 25% NaOH xuất hiện một số chỗ trên bề mặt tinh thể của zeolite NaY chưa được che phủ bởi pha hoạt tính. Khi hàm lượng NaOH được nâng lên đến 35%, hoàn toàn không còn nhận thấy cấu trúc tinh thể ban đầu nữa, thay



Hình 3. Giản đồ nhiễu xạ tia X và ảnh SEM của zeolite NaY



Hình 4. Giản đồ nhiễu xạ tia X của xúc tác NaOH/zeolite NaY



**Hình 5.** Ảnh SEM của các mẫu zeolite được ngâm tẩm với hàm lượng NaOH khác nhau (a) 25% NaOH/zeolite NaY; (b) 30% NaOH/zeolite NaY; (c) 35% NaOH/zeolite NaY

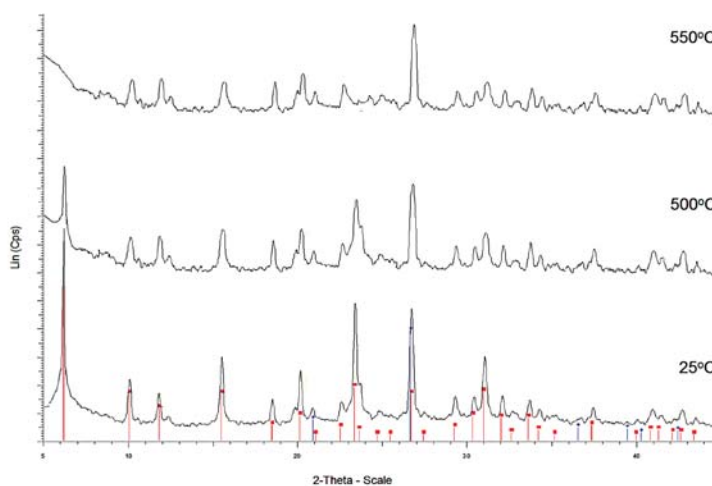
vào đó là các đám NaOH. Hiện tượng này do lượng NaOH quá nhiều, tạo thành nhiều lớp trên bề mặt chất mang và trên các lớp NaOH đã được tạo thành từ trước. Do không được liên kết chặt chẽ với bề mặt tinh thể zeolite NaY, nên lượng NaOH dư này rất dễ bong ra trong lần phản ứng đầu tiên (giống xúc tác đồng thể), gây ra hiện tượng xà phòng hóa, làm giảm chất lượng sản phẩm và tốn kém hóa chất.

Kết hợp phân tích phổ XRD và ảnh SEM với quá trình khảo sát khả năng tái sử dụng của xúc tác, mẫu xúc tác 30% NaOH/zeolite NaY được lựa chọn cho phản ứng chuyển hóa mỡ động vật thải thành ethyl ester.

**2.1.3. Nghiên cứu độ bền của xúc tác NaOH/zeolite NaY**

Hình 6 thể hiện phổ XRD tại các nhiệt độ nung khác nhau của mẫu xúc tác 30% NaOH/zeolite NaY đã được lựa chọn. Kết quả cho thấy khi nung chất mang có tẩm 30% NaOH đến nhiệt độ 500°C thì các peak đặc trưng cho zeolite Y vẫn còn với cường độ peak giảm, nhưng các peak khác vẫn sắc nhọn và đường nền vẫn phẳng, chứng tỏ ở nhiệt độ này mẫu chất mang vẫn bảo toàn được cấu trúc và bền nhiệt. Khi tiếp tục nung xúc tác lên nhiệt độ 550°C, các peak đặc trưng mất dần, đường nền vô định hình dâng cao, peak đặc trưng ở góc hẹp biến mất. Điều này cho thấy khi tẩm NaOH lên chất mang thì độ bền nhiệt của chất mang giảm. Tuy nhiên, xúc tác vẫn bền nhiệt đến nhiệt độ 500°C, hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu làm xúc tác cho phản ứng ở pha lỏng trong nghiên cứu này.

Kết quả trên cho thấy, chất mang và xúc tác có độ bền rất cao, cao hơn nhiều so với nhiệt độ phản ứng trao đổi ester trong pha lỏng nên đảm bảo chắc chắn xúc tác sẽ



**Hình 6.** Xác định độ bền nhiệt của xúc tác 30%NaOH/zeolite NaY bằng giản đồ nhiễu xạ tia X của xúc tác ở nhiệt độ phòng (25°C) và sau khi được nung đến 500°C và 550°C

không bị biến đổi cấu trúc và vỡ vụn trong quá trình diễn ra phản ứng.

**2.2. Xác định các tính chất nguyên liệu đầu vào trước và sau xử lý với hơi nước quá nhiệt**

Mỡ cá và mỡ bò thải đều được xử lý bằng phương pháp sục hơi nước quá nhiệt tại nhiệt độ hơi nước tối ưu đã được nghiên cứu là 220°C. Kết quả trong Bảng 1 chỉ ra sau khi xử lý, các thông số đặc trưng của mỡ cá và mỡ bò đều tốt lên, thích hợp để đưa vào phản ứng tổng hợp ethyl ester làm tiền chất chế tạo dung môi sinh học.

**2.3. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tổng hợp các ethyl ester từ mỡ cá và mỡ bò thải**

Hiện tại có rất ít công trình tổng hợp ethyl ester, mà chủ yếu chỉ tổng hợp methyl ester. Nguyên nhân do việc tách sản phẩm trong quá trình tổng hợp ethyl ester khó khăn hơn nhiều so với methyl ester. Ethanol khó trộn

lẫn với glycerine ở nhiệt độ thường. Nhưng trong điều kiện của phản ứng, nhiệt độ cao, có khuấy trộn sẽ thúc đẩy quá trình truyền khối, dẫn đến ethanol tạo với dầu nhũ tương bền trong suốt quá trình phản ứng, gây khó khăn cho việc tách glycerine và hiệu suất glycerine thu được rất thấp, làm sạch ethyl ester là khó khăn. Nhóm tác giả đã tìm ra phương pháp sử dụng chất trợ lắng để tách ethyl ester tối ưu, khắc phục hoàn toàn nhược điểm trên.

Việc dùng methanol để tổng hợp methyl ester sẽ gây hại đến sức khỏe người lao động (có thể gây mù mắt), nhất là khi methanol không tách hoàn toàn khỏi methyl ester. Vì vậy, để tổng hợp được các ethyl ester đảm bảo an toàn trong quá trình làm việc và sử dụng, nhóm tác giả đã sử dụng rượu ethylic để tạo ethyl ester thay vì rượu methylic độc hại.

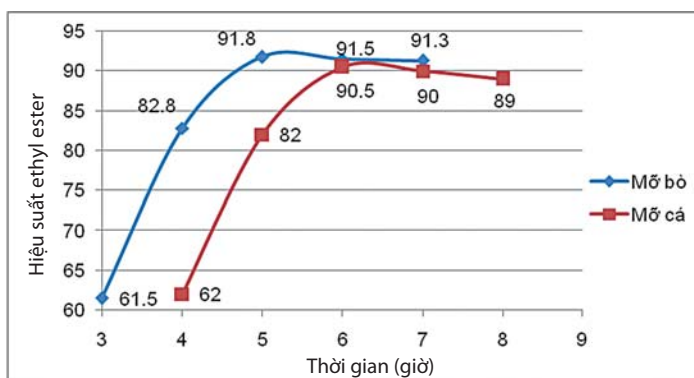
2.3.1. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng

Thời gian phản ứng ảnh hưởng lớn đến hiệu suất tạo ethyl ester. Để khảo sát thời gian phản ứng của quá trình tổng hợp ethyl ester với xúc tác 30% NaOH/zeolite NaY, nhóm tác giả đã cố định các điều kiện phản ứng tổng hợp các ethyl ester như: hàm lượng xúc tác 30g, xúc tác dạng hạt với chất kết dính tạo hạt là thủy tinh lỏng có hàm lượng 7%, kích thước hạt 0,25mm, 300g mỡ đã xử lý, 195g ethanol (E100), nhiệt độ phản ứng 75°C. Thay đổi thời gian phản ứng từ 4 - 8 giờ, thu được kết quả như đồ thị Hình 7.

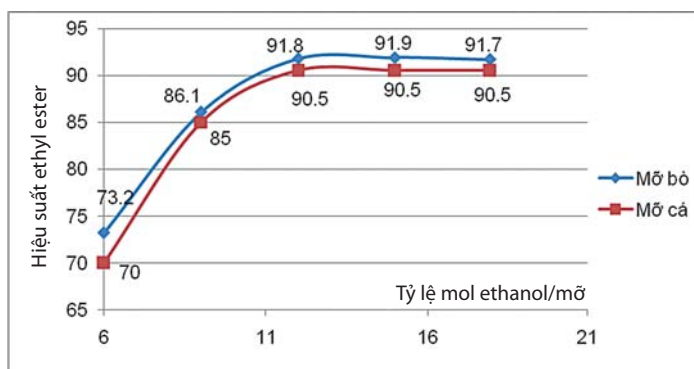
Theo kết quả Hình 7, khi thời gian phản ứng tăng từ 4 - 6 giờ với mỡ cá và 3 - 5 giờ với mỡ bò thì hiệu suất phản ứng tăng nhanh. Tuy nhiên, khi thời gian phản ứng là 6 - 7 giờ với mỡ cá và 5 - 6 giờ với mỡ bò thì hiệu suất phản ứng chênh lệch không nhiều. Hiện tượng này được lý giải do mỡ nguyên liệu và các ethyl ester không tan lẫn vào nhau nên xảy ra phản ứng một cách mạnh mẽ, phải khuấy trộn và cần có thời gian để các phân tử triglyceride và ethanol tiếp xúc với nhau. Mặt khác quá trình ester hóa triglyceride xảy ra qua các giai đoạn tạo thành diglyceridte và monoglyceridte nên cần có thời gian đủ dài mới thu được hiệu suất cao. Tuy

Bảng 1. Các chỉ số cơ bản của mỡ cá và mỡ bò thải trước và sau xử lý

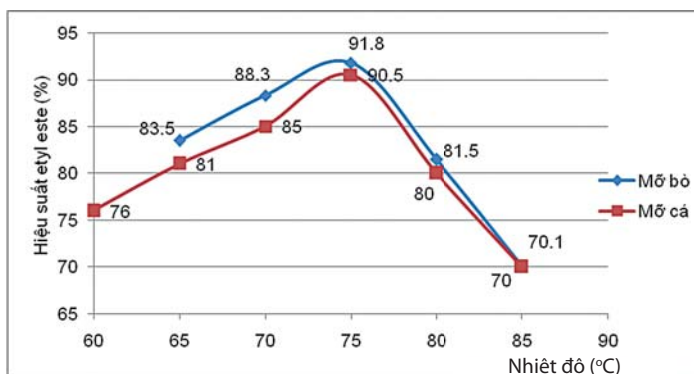
TT	Các chỉ tiêu	Mỡ bò		Mỡ cá	
		Chưa xử lý	Đã xử lý	Chưa xử lý	Đã xử lý
1	Tỷ trọng tại 15,5°C	0,9056	0,9011	0,908	0,88
2	Điểm chảy (°C)	44	45	29	30
3	Chỉ số acid (mg/g)	6,3	0,7	5,4	0,5
4	Chỉ số xà phòng (mg/g)	191	190	198,8	196
5	Chỉ số iodine (g/g)	40,5	39,8	78,5	82
6	Hàm lượng nước (mg/kg)	703	206	800	200
7	Tạp chất cơ học (mg/kg)	1428	324	1324	300
8	Màu (cảm quan)	Nâu đậm	Vàng nhạt đến trắng	Vàng	Vàng nhạt
9	Mùi (cảm quan)	Hôi	Rất ít hôi	Tanh, hôi	Ít tanh



Hình 7. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng tới hiệu suất tạo ethyl ester



Hình 8. Ảnh hưởng của tỷ lệ mol ethanol/mỡ tới hiệu suất tạo ethyl ester



Hình 9. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến hiệu suất ethyl ester

nhiên, nếu thời gian phản ứng quá dài thì phản ứng gần đạt đến điểm dừng; hiệu suất tăng không đáng kể, thậm chí có thể giảm do tạo sản phẩm phụ hay phân hủy sản phẩm chính và tiêu hao nhiều năng lượng. Như vậy, thời gian phản ứng tối ưu cho phản ứng tổng hợp các ethyl ester từ mỡ cá là 6 giờ và mỡ bò là 5 giờ.

### 2.3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ mol ethanol/mỡ

Với phản ứng trao đổi ester, tỷ lệ mol ethanol/mỡ theo lý thuyết là 3:1. Nhưng do đây là phản ứng thuận nghịch nên cần tăng lượng ethanol để phản ứng chuyển dịch theo chiều thuận tạo nhiều ethyl ester (tuy nhiên, nếu sử dụng ethanol quá nhiều sẽ tốn năng lượng để thực hiện quá trình thu hồi ethanol). Nhóm tác giả đã khảo sát phản ứng với các tỷ lệ mol ethanol/mỡ khác nhau nhưng vẫn giữ nguyên các điều kiện: 300g mỡ, 30g xúc tác 30% NaOH/zeolite NaY, xúc tác dạng hạt với kích thước 0,25mm, nhiệt độ phản ứng 75°C, thời gian phản ứng 6 giờ với mỡ cá và 5 giờ với mỡ bò. Kết quả thu được ở Hình 8.

Theo kết quả thực nghiệm, hiệu suất tạo ethyl ester tăng đáng kể khi lượng ethanol tăng. Khi tỷ lệ mol ethanol/mỡ là 12:1 thì hiệu suất tạo ethyl ester sẽ đạt mức tối đa. Tuy nhiên, nếu tỷ lệ mol ethanol/mỡ cao hơn nữa thì không những hiệu suất của phản ứng không tăng mà còn tiêu tốn nhiệt năng để chưng tách thu hồi ethanol.

### 2.3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng

Hình 9 cho thấy khi tăng nhiệt độ từ 60°C lên 75°C, hiệu suất thu các ethyl ester tăng nhanh, nếu nhiệt độ cao hơn (80 - 85°C) thì hiệu suất phản ứng giảm mạnh. Hiện tượng này do nhiệt độ phản ứng thấp (thấp hơn 75°C), sự chuyển động và tiếp xúc giữa các cấu tử phản ứng và xúc tác chậm, tốc độ phản ứng xảy ra chậm, dẫn đến hiệu suất tạo các ethyl ester thấp. Khi nhiệt độ tăng, tốc độ phản ứng tăng nhanh do các phân tử chất phản ứng và xúc tác

**Bảng 2.** Một số chỉ tiêu kỹ thuật chính của các ethyl ester

Chỉ tiêu	Ethyl ester từ mỡ cá	Ethyl ester từ mỡ bò
Áp suất hơi bão hòa (mmHg)	0,8	0,9
Độ nhớt ở 40°C (cSt)	5,1	5,3
Điểm chảy (°C)	2	14
Điểm chớp cháy cốc kín (°C)	164	167
Tỷ trọng	0,8867	0,8786
Độ tan trong nước (ppm)	vết	vết
Tính ăn mòn	1A	1A
Trị số kauri-butanol	60	67
Độ bay hơi (%)	1,2	0,9

va chạm rất mạnh, tuy nhiên chỉ trong một giới hạn nhất định. Nếu nhiệt độ phản ứng tăng cao (trên 75°C) sẽ thuận lợi cho quá trình xà phòng hóa, tốc độ bay hơi của ethanol tăng mạnh (nhiệt độ sôi của ethanol là 78°C), làm giảm tốc độ phản ứng thuận. Hai yếu tố này làm hiệu suất tạo các ethyl ester giảm mạnh. Do đó, nhiệt độ tối ưu của phản ứng là 75°C.

Sau nhiều quy trình khảo sát, nhóm tác giả đã xác định được một bộ thông số tối ưu cho quá trình tổng hợp các ethyl ester trong pha lỏng gián đoạn với nguyên liệu mỡ cá và mỡ bò thải, sử dụng hệ xúc tác dị thể bazơ rắn 30% NaOH/zeolite NaY như sau: nhiệt độ phản ứng 75°C; thời gian phản ứng với mỡ bò là 5 giờ, với mỡ cá là 6 giờ; hàm lượng xúc tác chiếm 5% khối lượng mỡ và tỷ lệ mol ethanol/mỡ là 12:1.

Nhóm nghiên cứu tiến hành đo một số chỉ tiêu chính của các loại ethyl ester tổng hợp (Bảng 2).

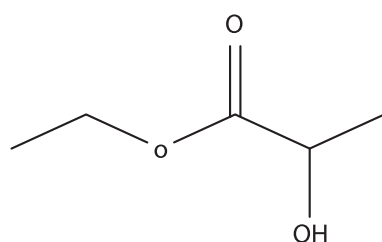
Bảng 2 cho thấy các ethyl ester tổng hợp được có đặc điểm sau:

- Nhiệt độ chớp cháy cao, an toàn cháy nổ. Độ nhớt nằm trong giới hạn cần thiết cho dung môi. Ethyl ester không gây ăn mòn (ăn mòn ở mức độ 1A) nên thích hợp làm dung môi.
- Trị số kauri-butanol thu được thấp hơn các hydrocarbon thơm (như benzene, toluene, xylene) trong dung môi khoáng có nguồn gốc từ dầu mỏ, nhưng lại cao hơn so với n-pentane, n-hexane. Để nâng cao độ hòa tan của ethyl ester trong thành phần cấu thành dung môi sinh học, nhóm tác giả đã pha thêm ethyl lactate (có trị số kauri-butanol > 1.000) và một số phụ gia khác để cải thiện độ hòa tan và một số tính chất khác của dung môi sinh học.

### 2.4. Kết quả pha chế dung môi sinh học đa năng thử nghiệm cho mục đích tẩy sơn

Do ethyl ester tổng hợp được có độ nhớt cao, tỷ trọng khá lớn, độ bay hơi kém và độ hòa tan chưa cao... nên cần pha chế thêm một chất lỏng thứ hai nhằm cải thiện đáng kể các tính chất của dung môi tạo thành. Yêu cầu của chất lỏng đó phải có tỷ trọng thấp, nhiệt độ chớp cháy cao, độ bay hơi cao và có khả năng hòa tan tốt các chất nhựa và chất màu. Do 2 loại ethyl ester tổng hợp từ mỡ cá và mỡ bò thải có tính chất tương tự nên nhóm tác giả chỉ sử dụng ethyl ester mỡ bò để khảo sát pha chế tìm thành phần tối ưu cho dung môi sinh học. Trong quá trình nghiên cứu, nhóm tác giả đã tìm ra thành phần thứ 2 là ethyl lactate (đã được nghiên cứu tổng hợp trong một

ngiên cứu khác). Khi pha chế ethyl lactate với ethyl ester sẽ tạo ra một dung môi có khả năng hòa tan các hợp chất dầu và polymer trong sơn, đồng thời tạo ra một dung môi có độ nhớt vừa phải, có nhiệt độ chớp cháy cao, độ bay hơi vừa phải phù hợp làm dung môi sinh học cho các mục đích tẩy sơn. Ethyl lactate ở nhiệt độ phòng là chất lỏng không màu, có mùi êm dịu, sôi ở 153°C (ở 760mmHg). Ethyl lactate có thể hòa tan nước, alcol, ketone, ester, hydrocarbon, ether và dầu. Giới hạn thấp nhất phát hiện thấy mùi là 0,89mg/m<sup>3</sup> và giới hạn gây khó chịu là 65mg/m<sup>3</sup>. Công thức cấu tạo như sau:



Từ các tiền chất tổng hợp được là các ethyl ester và ethyl lactate, nhóm tác giả chế tạo được dung môi sinh học bằng cách phối trộn các thành phần trên với phụ gia theo tỷ lệ tối ưu chọn được khi khảo sát. Dung môi sinh học đã chế tạo sử dụng cho mục đích tẩy sơn, do vậy cần phải nghiên cứu tác động của dung môi này trên từng loại bề mặt sơn cụ thể để tìm ra thành phần tối ưu cho mỗi đối tượng cần tẩy sạch.

Ethyl ester là thành phần có mạch carbon dài, độ bay hơi thấp nên rất an toàn khi sử dụng, tuy nhiên độ hòa tan chưa cao như mong muốn. Trong khi đó, ethyl lactate có mạch ngắn, độ bay hơi và độ hòa tan rất cao. Việc kết hợp ethyl lactate vào ethyl ester sẽ tạo thành một tổ hợp dung môi lý tưởng làm tăng tính hòa tan chung của dung môi sinh học thu được mà vẫn đảm bảo tính an toàn nhờ độ bay hơi không quá cao.

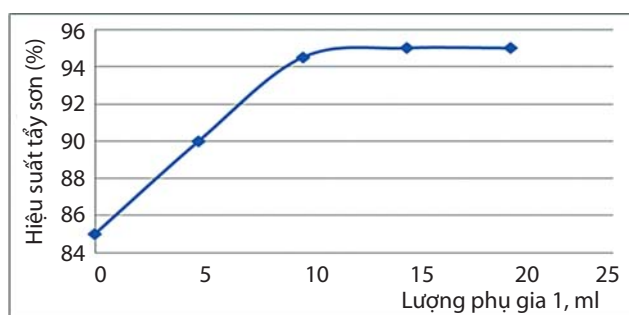
Để tìm thành phần tối ưu của dung môi sinh học sử dụng để tẩy sơn và tẩy mực in, cần phải khảo sát để tìm ra tỷ lệ thích hợp. Trong bài viết này, nhóm tác giả chỉ đưa ra kết quả nghiên cứu trong tẩy sơn, còn các nghiên cứu ứng dụng khác của dung môi sinh học như tẩy mực in trên bao bì polymer nhằm tái sử dụng, tái sinh loại bao bì này, nhất là đối với công nghiệp sản xuất phân đạm urea hoặc tẩy dầu mỡ trong các loại máy móc công nghiệp sẽ được đề cập đến ở công trình nghiên cứu khác.

2.4.1. Khả năng tẩy sơn của dung môi sinh học trên bề mặt kim loại theo phương pháp ngâm mẫu

- Ảnh hưởng của thành phần ethyl ester và ethyl lactate đến hiệu suất tẩy sơn:

**Bảng 3.** Ảnh hưởng của thành phần ethyl ester và ethyl lactate đến hiệu suất tẩy sơn trên bề mặt

Mẫu	Ethyl ester (%)	Ethyl lactate (%)	Hiệu suất tẩy sơn (%)
1	100	0	20
2	95	5	45
3	90	10	70
<b>4</b>	<b>85</b>	<b>15</b>	<b>85</b>
5	80	20	85
6	50	50	85
7	30	70	60
8	0	100	45



**Hình 10.** Ảnh hưởng của lượng phụ gia 1 đến hiệu suất tẩy sơn

Quá trình tẩy sơn được tiến hành ở nhiệt độ thường như mô tả trong phần thực nghiệm. Kết quả được đưa ra ở Bảng 3.

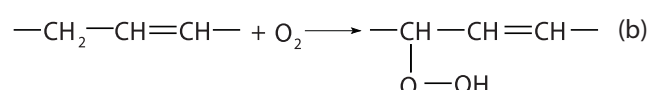
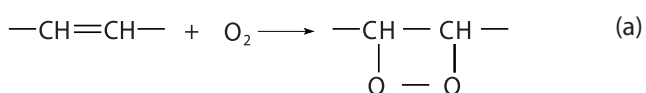
Bảng 3 và quá trình thử nghiệm cho thấy, khi chưa cho ethyl lactate (mẫu 1) vào thì lớp sơn trên bề mặt mẫu thử chỉ bị hòa tan một phần nhỏ, hiệu quả tẩy sơn thấp (20%). Khi thêm ethyl lactate, lớp sơn bắt đầu mềm và trương nở, phần lớn lượng sơn trên bề mặt được hòa tan. Do đó ethyl lactate khi được kết hợp với ethyl ester làm tăng độ trương nở và độ hòa tan của polymer là thành phần chính trong sơn.

Bảng 3 còn cho thấy mẫu 4 có thành phần 85% ethyl ester, 15% ethyl lactate cho hiệu quả tẩy sơn cao nhất là 85%. Mặc dù vậy, hiệu suất tẩy sơn vẫn chưa đạt tối đa do thành phần của sơn chủ yếu gồm chất tạo màng, chất màu, phụ gia. Trong chất tạo màng có nhựa alkyd là thành phần khó tẩy nhất. Hỗn hợp gồm ethyl lactate và ethyl ester chỉ có khả năng hòa tan và làm trương nở một phần nhựa và bột màu, còn lại một phần nhựa qua thời gian sử dụng dưới tác dụng của oxy trong không khí trở nên rất cứng và bám dính chặt vào bề mặt mẫu rất khó tẩy. Do đó, cần tìm phụ gia trợ giúp dung môi thấm sâu vào lớp nhựa này. Qua một số khảo sát, nhóm tác giả tìm được phụ gia 1 là chất hoạt động bề mặt được chế tạo từ dầu thông.

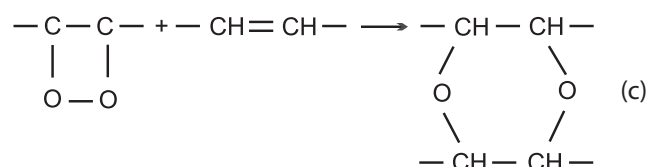
Từ đồ thị Hình 10 cho thấy, khi cho 10ml phụ gia 1, hiệu suất tẩy sơn tăng từ 85 - 95% và giá trị đó ổn định ngay cả khi cho 20ml phụ gia. Điều này có thể giải thích như sau: Trong thành phần nhựa alkyd (có trong màng sơn) có dầu thảo mộc (chứa các acid béo đơn chức) biến tính, các acid béo này có chứa liên kết đôi như oleic acid, linoleic acid, linolenic acid...

Các dầu thảo mộc biến tính trong quá trình sử dụng tiếp xúc với oxy trong không khí tạo liên kết oxy liên phân tử giữa các acid béo với nhau làm cho màng sơn ngày càng rắn chắc. Trong quá trình này xảy ra các phản ứng (a), (b) và (c) như sau:

+ Oxy có 2 cách kết hợp với liên kết đôi trong acid béo:



Hình thành liên kết oxy liên phân tử:

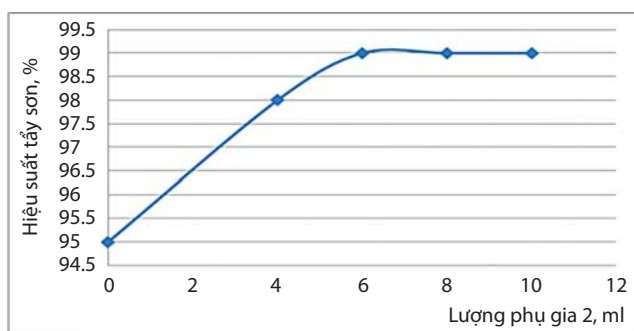


Liên kết oxy trong liên phân tử càng nhiều thì màng sơn càng rắn chắc, chịu mài mòn tốt hơn. Phụ gia 1 là chất hoạt động bề mặt có hoạt tính cao và đóng vai trò quan trọng trong việc phá vỡ liên kết oxy, liên phân tử C. Khi liên kết oxy liên phân tử bị phá vỡ, ethyl ester và ethyl lactate sẽ hòa tan nhanh chóng thành phần dầu thảo mộc, do đó làm tăng hiệu quả tẩy sơn lên 95%.

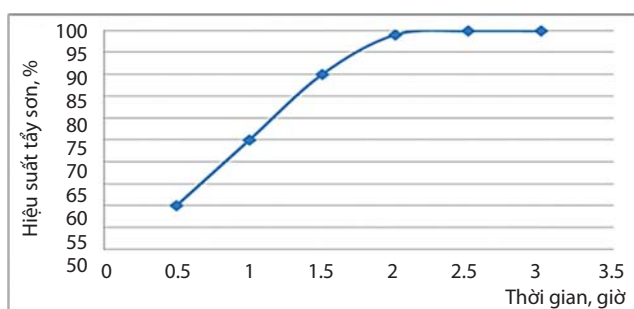
Như vậy, phụ gia 1 vẫn chưa thể hòa tan hết những phần sơn còn lại. Theo quan sát, lượng sơn còn sót đã mềm ra nhưng vẫn bám dính lên bề mặt mẫu, do đó cần tìm thêm phụ gia có khả năng mạnh hơn để tẩy nốt lượng sơn này.

- Ảnh hưởng của lượng phụ gia 2 đến hiệu suất tẩy sơn:

Để có hiệu quả hòa tan cao, nhóm tác giả tiếp tục thêm vào thành phần phụ gia 2 là chất hoạt động bề mặt từ dầu thông đã được biến tính bằng phương pháp sulphate hóa. Kết quả, khi cho thêm phụ gia 2 có hoạt tính và độ phân cực cao, hiệu suất tẩy sơn đạt đến 99% (Hình 11), do phụ gia 2 có tác dụng trợ giúp làm tan các thành phần nhựa đã trương nở còn bám dính chặt trên



Hình 11. Ảnh hưởng của lượng phụ gia 2 đến hiệu suất tẩy sơn



Hình 12. Ảnh hưởng của thời gian ngâm mẫu đến hiệu suất tẩy sơn

bề mặt mẫu sơn. Lượng tối ưu của phụ gia 2 là 6ml. Tuy nhiên vẫn còn khoảng 1% sơn chưa được tẩy hết do một phần nhỏ sơn đi vào các khuyết tật trên bề mặt kim loại mà dung môi chưa tẩy được. Do đó, cần tăng thời gian ngâm mẫu để dung môi có thể thấm sâu hơn và tẩy hết lượng sơn này.

- Ảnh hưởng của thời gian ngâm mẫu đến hiệu suất tẩy sơn:

Kết quả Hình 12 cho thấy, thời gian ngâm mẫu càng dài thì hiệu quả tẩy sơn càng cao, tuy nhiên sau 2 giờ ngâm mẫu trở lên hiệu quả tẩy sơn không tăng thêm. Do đó, nhóm tác giả chọn thời gian ngâm mẫu trong 2 giờ để tẩy sơn trên bề mặt.

Từ các kết quả khảo sát trên, nhóm tác giả rút ra thành phần tối ưu của dung môi sinh học ứng dụng trong tẩy sơn theo phương pháp ngâm mẫu, trong đó lượng các chất phụ gia được chuyển đổi sang % thể tích (Bảng 4).

Khi đó lượng sơn trên bề mặt đã được loại bỏ hầu như hoàn toàn. Để làm sạch bề mặt sơn cũ, phương pháp tẩy sơn bằng dung môi sinh học tối ưu hơn nhiều so với các phương pháp truyền thống khác như dùng giấy ráp đánh bằng phương pháp cơ học, phương pháp bắn cát...

#### 2.4.2. Nghiên cứu khả năng tẩy sơn của dung môi sinh học trên bề mặt kim loại theo phương pháp quét chất tẩy sơn lên mẫu

Phương pháp ngâm mẫu chỉ ứng dụng được trong

phạm vi rất hẹp. Đa đa số những chi tiết máy móc hoặc những công trình cố định như các thiết bị dầu khí, thiết bị trong các nhà máy, giàn khoan, các cây cầu... không thể áp dụng phương pháp ngâm mẫu hoặc đôi khi chỉ cần tẩy cục bộ tại một vùng nhất định thì phải sử dụng phương pháp quét dung môi lên bề mặt sơn.

Nhóm tác giả đã dùng dung môi sinh học có thành phần tối ưu như Bảng 4 để quét lên bề mặt mẫu sơn, sau đó dựng đứng mẫu. Kết quả là hiệu suất tẩy sơn chỉ đạt 65%. Nguyên nhân là do dung môi sinh học đã tổng hợp có độ nhớt thấp, độ bám dính kém nên khi quét và dựng đứng mẫu thì phần lớn dung môi tẩy sơn bị trôi đi, chỉ hình thành một lớp mỏng trên bề mặt. Chính sự hình thành lớp mỏng này làm tăng khả năng bay hơi của dung môi, nên dung môi bị thất thoát nhanh.

Từ đó nhóm tác giả cho thêm phụ gia để làm tăng độ nhớt và độ bám dính của dung môi trên bề mặt, giúp hình thành lớp dung môi đặc trên bề mặt mẫu để không bị trôi

**Bảng 4.** Thành phần của dung môi sinh học để tẩy sơn theo phương pháp ngâm

Đơn vị	Ethyl ester	Ethyl lactate	Phụ gia 1	Phụ gia 2
ml	100,0	18,0	10,0	6,0
% thể tích	74,6	13,4	7,5	4,5

**Bảng 5.** Ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia 3 đến hiệu suất tẩy sơn

Lượng phụ gia 3 (ml)	0	5	10	15	20	25
Hiệu suất tẩy sơn (%)	65	87	93	100	100	95

**Bảng 6.** Thành phần của chất tẩy sơn hoạt tính cao

Đơn vị	Ethyl ester	Ethyl lactate	Phụ gia 1	Phụ gia 2	Phụ gia 3 (chất tạo đặc)
ml	100	18,0	10,0	6	15
% thể tích	67	12,3	6,7	4	10

**Bảng 7.** Các chỉ tiêu kỹ thuật của dung môi sinh học sau khi đã pha chế từ các thành phần

Chỉ tiêu	Phương pháp thử	Giá trị của dung môi tẩy sơn
Độ nhớt ở 40°C (cSt)	ASTM D 445	5,7
Tỷ trọng ở 20°C, so với nước ở 4°C	ASTM D 3142	0,954
Nhiệt độ chớp cháy cốc kín (°C)	ASTM D 93	138
Ăn mòn tấm đồng	ASTM D 130	loại 1A
Độ tan trong nước (%)		25
Điểm sôi (°C)	ASTM D 86	275
Độ phân hủy sinh học sau 28 ngày, (%)	ASTM E 1367	98%
Chỉ số acid, mg KOH/g	ASTM D 664	0,15
Điểm vẫn đục (°C)	ASTM D 2500	3
Độ bay hơi sau 24 giờ (%)	ASTM D 5191	0,05
Thành phần cất phân đoạn ở 90% thể tích (°C)	ASTM D 1160	343
Trị số kauri-butanol	ASTM D 1133	302

khi bề mặt mẫu ở trạng thái nghiêng hoặc dựng đứng. Nhóm tác giả đã tìm ra phụ gia 3. Đó là HEC (hydroxyethyl cellulose) trong ethanol, một chất tạo đặc rất hiệu quả, có khả năng phân hủy sinh học cao, không độc hại, không phản ứng với các thành phần trong dung môi và không làm ảnh hưởng đến chất lượng của dung môi.

Khi pha phụ gia 3 vào dung môi sinh học, sẽ thu được một hỗn hợp tẩy sơn hoạt tính cao ở thể đặc sệt. Tiến hành khảo sát hàm lượng phụ gia 3 đến hiệu quả tẩy sơn, dùng hỗn hợp có thành phần: 100ml ethyl ester (74,6%), 18ml ethyl lactate (13,4%), 10ml phụ gia 1 (7,5%), 6ml phụ gia 2 (4,5%). Qua một loạt các thí nghiệm khảo sát, đã tìm được lượng phụ gia 3 tối ưu là 15ml.

Dung môi chứa phụ gia 3 được gọi là chất tẩy sơn hoạt tính cao. Khi dùng chất tẩy sơn quét lên bề mặt mẫu, sau 4 lần quét (trong 2 giờ) nhóm tác giả quan sát thấy toàn bộ lớp sơn trên bề mặt mẫu bị rộp, sùi lên, chỉ cần lau nhẹ là toàn bộ lớp sơn trên bề mặt bong ra thành mảng

lớn. Kết quả cho thấy hiệu quả của chất tẩy sơn có chứa phụ gia 3 rất cao. Sau khi tìm ra thành phần tối ưu, nhóm tác giả đã chuyển đổi tỷ lệ sang % thể tích để tiện cho quá trình pha chế dung môi ở bất kỳ thể tích nào. Kết quả thể hiện ở Bảng 6.

**2.4.3. Các chỉ tiêu kỹ thuật của dung môi sinh học đã tổng hợp**

Sau khi đã xác định được thành phần tối ưu của dung môi sinh học trong các trường hợp trên, nhóm tác giả xác định các chỉ tiêu kỹ thuật chính của dung môi đã tổng hợp (Bảng 7).

**3. Kết luận**

1. Chế tạo thành công hệ xúc tác 30% NaOH/zeolite NaY bằng phương pháp ngâm tẩm dung dịch NaOH trên chất mang zeolite NaY. Quá trình ngâm tẩm không những bảo toàn phần lớn cấu trúc tinh thể của zeolite, mà còn tăng mạnh tính bazơ cho xúc tác. Giai đoạn xử lý nung tại nhiệt độ 350°C giúp các phân tử NaOH nóng chảy và di chuyển

sâu vào các lỗ xốp, bám dính chặt lên bề mặt chất mang, do đó giảm lượng pha hoạt tính thất thoát sau mỗi lần phản ứng. Xúc tác cũng được tạo hạt sử dụng chất kết dính thủy tinh lỏng 7%, kích thước hạt tối ưu thu được là 0,25mm giúp tăng khả năng lắng tách pha nhanh, đảm bảo số lần tái sử dụng hợp lý.

2. Xử lý lắng, lọc 2 loại nguyên liệu là mỡ bò và mỡ cá thải, sau đó xử lý giảm độ acid, màu, mùi bằng phương pháp sục hơi nước quá nhiệt ở điều kiện: 220°C trong 2 giờ. Nguyên liệu sau xử lý có chỉ số acid giảm xuống dưới 0,5 và không tăng lên trong quá trình bảo quản, đảm bảo cho quá trình tổng hợp tiền chất ethyl ester cho dung môi thuận lợi.

3. Chuyển hóa thành công mỡ bò và mỡ cá thải sau xử lý thành các ethyl ester làm tiền chất chính để pha chế dung môi sinh học, sử dụng hệ xúc tác dị thể bazơ rắn 30% NaOH/zeolite NaY. Các điều kiện phản ứng tối ưu thu được: nhiệt độ 75°C, thời gian phản ứng 5 giờ với nguyên liệu mỡ bò và 6 giờ với mỡ cá, tỷ lệ mol ethanol/mỡ là 12:1, hàm lượng xúc tác 5% khối lượng. Hiệu suất thu ethyl ester đạt hơn 90% đã chứng tỏ hiệu quả cao của quá trình phản ứng trao đổi ester.

4. Pha chế và khảo sát để tìm thành phần tối ưu cho dung môi sinh học với mục đích tẩy sơn trên bề mặt kim loại. Với dung môi tẩy sơn theo kiểu ngâm mẫu, thành phần tối ưu thu được là: 74,6% ethyl ester; 13,4% ethyl lactate; 7,5% phụ gia 1; 4,5% phụ gia 2. Hiệu quả tẩy sơn đạt gần 100%.

5. Chế tạo thành công chất tẩy sơn có sử dụng chất tạo đặc HEC. Sản phẩm này sử dụng để tẩy sơn trên những công trình cố định như cầu đường, các công trình dầu khí, các bộ phận cục bộ của máy móc... với kỹ thuật quét dung môi lên bề mặt. Thành phần thể tích tối ưu thu được cho dung môi tẩy sơn theo phương pháp quét bề mặt như sau: 67% ethyl ester; 12,3% ethyl lactate; 6,7% phụ gia 1; 4% phụ gia 2 và 10% phụ gia 3 (là chất tạo đặc HEC). Cả hai hệ dung môi vừa có khả năng tẩy sạch, vừa có thể ứng dụng cho nhiều kiểu bề mặt. Hiệu suất tẩy sơn đạt gần 100%.

6. Xác định một số chỉ tiêu kỹ thuật chủ yếu của dung môi sinh học, các thông số thu được đều nằm trong giới hạn cho phép của dung môi ứng dụng trong tẩy sơn và nhiều mục đích khác.

#### Tài liệu tham khảo

1. Ian Smallwood. *Handbook of organic solvent properties - Vol 1*. John Wiley. 1996

2. Jerome M.Elliott, Kirk L.Parkin. *Lipase-mediated acyl-exchange reactions with butteroil in anhydrous media*. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1991; 68(3): p. 171 - 175.

3. Kevin J.Harrington, Catherine D'Arcy-Evans. *Transesterification in situ of sunflower seed oil*. Industrial and Engineering Chemistry, Product Research Development. 1985; 24(2): p.314 - 318.

4. Hideki Fukuda, Akihiko Kondo, Hideo Noda. *Biodiesel fuel production by tranesterification of oils*. Journal of Bioscience and Bioengineering. 2001; 92(5): p. 405 - 416.

5. Hideki Fukuda. *Review biodiesel fuel production by transferring oils*. Journal of Bioscience and Bioengineering. 2001.

6. O.E.Ikwuagwu, I.C.Ononogbu, O.U.Njoku. *Production of biodiesel using rubber seed oil*. Industrial Crops and Products. 2000; 12(1): p. 57 - 62.

7. George V.Dyroff. *Product Details Manual on Vapor Degreasing (ASTM Manual Series)*. 1989.

8. J.A.Kinats. *Production of biodiesel from multiple feedstocks and properties of biodiesels and biodiesel/diesel blends (Final report)*. National Renewable Energy Laboratory (NREL). 2003.

9. Jacqueline S.Bennett, Kaitlyn L.Charles, Matthew R.Miner, Caitlin F.Heuberger, Elijah J.Spina, Michael F.Bartels, Taylor Foreman. *Ethyl lactate as a tunable solvent for the synthesis of aryl aldimines*, Green Chemistry. 2009; 11(2): p. 166 - 168.

10. James E.Opre. *Environmentally friendly ink cleaning preparing*. United States Patent No. 6284720 B1. 2001.

11. John Burke. *Solubility Parameter: Theory and Application*. The American Institute for Conservation. 1984.

12. Krister Holmberg. *Handbook of Applied Surface and Colloid Chemistry*. 2004.

13. Lion Corporation Chemicals Division. *Anionic surfactants*. 2002.

14. Gerald P.McNeill, Shoichi Shimizu, Tsuneko Yamane. *High-yield enzymatic glycerolysis of fats and oils*. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1991; 68(1): p. 1 - 5.

15. David M. Flower, Grand Rapids, Mich. *Detergent and method for producing the same*. United States Patent No. 5429765. 1995.

16. Michael S. graboski, Robert L. McCormick. Combustion of fat and vegetable oil derived fuel in diesel engines. *Progress in Energy and Combustion Science*. 1998; 24(2): p.125 - 164.
17. Mike Lancaster. *Green Chemistry*. Royal Society of Chemistry. 2002.
18. L.H.Posorske, G.K.LeFebvre, C.A.Miller, T.T.Hansen, B.L.Glenvig. *Process considerations of continuous fat modification with an immobilized lipase*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1988; 65(6); p.922 - 926.
19. W.Herbst, K.Hunger. *Paints coatings and solvents*. Wiley. 1997.
20. Weissermel, K.Arpe. *Industrial organic chemistry*. VCH Verlagsgesellschaft, 2<sup>nd</sup> ED, Weinheim. 1993: p. 396.
21. William Nelson. *Green Solvents for Chemistry: Perspectives and Practice*. Oxford University Press, USA. 2003.
21. Yizhak Marcus. *The properties of solvents*. Wiley. 1999.
22. Zeno W.Wicks, JR.Frank, N.Jones, S.Peter Pappas. *Organic coating*. Wiley, Interscience. 1999.
23. Dieter Stoye, Werner Freitag. *Paints, coatings and solvents*. Wiley, VCH. 1998.
24. Lin Lin, Saritporn Vittayapadung, Shen Xiangqian, Dong Mingdong. *Opportunities and challenges for biodiesel fuel*. *Applied Energy*. 2011; 88: p. 1020 - 1031.
25. Rafael A.Soldi, Luiz P.Ramos, Maria Aparecida F.Cesar-Oliveira. *Soybean oil and beef tallow alcoholysis by acid heterogeneous catalysis*. *Applied Catalysis*. 2009; 361: p. 42 - 48.
26. Serge Comini, Guy Fleche, Patrick Fuertes, Rodolphe Tamion. *Method for preparing a lactic acid ester composition and use thereof as solvent*. United States Patent No. 7342050 B2. 2008.
27. Yaohui Feng, Aiqing Zhang, Jianxin Li, Benqiao He. *A continuous process for biodiesel production in a fixed bed reactor packed with cation-exchange resin as heterogeneous catalyst*. *Bioresource Technology*. 2011; 102(3): p. 3607 - 3609.
28. Dieter Stoye, Werner Freitag. *Paints, coatings and solvents*. Wiley, VCH. 1998.

## Synthesis of a bio-solvent from waste tallow over a heterogeneous catalyst and its application for paint removal

**Pham Van Phong**

*Petrovietnam Gas Projects Management Consulting Company*

**Vu Do Hong Duong**

*Vietsovpetro*

**Nguyen Thi Quynh Hoa, Dinh Thi Ngo**

*Hanoi University of Science and Technology*

### Summary

***In this article, the authors present the process of preparing an environmentally friendly bio-solvent system which consists of ethyl ester as a main component derived from waste tallow such as beef tallow and catfish oil. The transesterification was carried out in a batch reactor using the heterogeneous base catalyst 30% NaOH/NaY to produce ethyl esters. The ethyl esters, ethyl lactate and some additives were blended and tested for paint removal capacity. Lots of component ratios had been tested until the removal performance reached 100%.***