

ĐIỀU CHẾ CaO TỪ NGUỒN NGUYÊN LIỆU PHẾ PHẨM VÀ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XÚC TÁC CHO PHẢN ỨNG TỔNG HỢP BIODIESEL

● TÔNG THỊ MINH THU - TÔNG THỊ KIM OANH

TÓM TẮT:

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã điều chế thành công xúc tác Canxi oxit (CaO) từ các nguồn nguyên liệu phế phẩm như: vỏ trứng gà, vỏ sò, san hô, xương heo. Xúc tác điều chế CaO được kiểm tra tính chất bằng các phương pháp phân tích hóa lý TGA, SEM, BET, FT-IR, XRD. Hoạt tính của xúc tác được kiểm tra thông qua phản ứng chuyển vị ester để tổng hợp nhiên liệu sinh học Biodiesel từ dầu ăn đã qua sử dụng và methanol. Kết quả cho thấy, hiệu suất thu hồi Biodiesel cao với xúc tác điều chế từ vỏ trứng gà là 90%, vỏ sò là 88%, san hô 85% và xương heo là 75%.

Từ khóa: biodiesel, nhiên liệu sinh học, xúc tác dị thể, dầu ăn phế thải.

1. Đặt vấn đề

Biodiesel là nguồn năng lượng sinh học đang có tiềm năng phát triển rất lớn, có thể thay thế cho nguồn nhiên liệu hóa thạch đang ngày càng cạn kiệt dần. Trên thế giới và cả Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu về tổng hợp, sản xuất biodiesel từ nguồn nguyên liệu có sẵn, như: dầu đậu nành, dầu hạt cao su, mỡ cá,... sử dụng các hệ xúc tác khác nhau và đã thu được kết quả khá tốt.[1, 2, 3] Việc tận dụng nguồn dầu ăn đã qua sử dụng làm nguyên liệu và các loại phế phẩm như: vỏ trứng gà, vỏ sò, san hô, xương heo,... làm xúc tác cho phản ứng tổng hợp biodiesel là có ý nghĩa thực tế rất lớn, không những đem lại hiệu quả kinh tế cao do nguồn nguyên liệu có trữ lượng tương đối lớn, chi phí đầu tư thấp, mà còn góp phần giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường

gây ra từ nguyên liệu này sau khi sử dụng. Đặc biệt ở các thành phố biển như thành phố Vũng Tàu, các nguồn nguyên liệu này đều sẵn có.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên vật liệu - hóa chất

Nguyên liệu dầu ăn phế thải để sử dụng tổng hợp Biodiesel được thu mua từ các nhà hàng, quán ăn ở thành phố Vũng Tàu.

Chất xúc tác CaO được điều chế từ vỏ trứng gia cầm, vỏ sò, xương heo, san hô,... các nguồn phế thải được thu mua ở thành phố Vũng Tàu.

Các hóa chất: ethanol 95%, Etyl Acetate 95%, Hexan 95%, Petroleum ether 60-90, Clorofom 95%, Aceton công nghiệp, TLC silicagel 60 F254, Silicagel 60 (0,063-0,2 mm). Tất cả đều có xuất xứ Trung Quốc.

2.2. Địa điểm tiến hành nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, các phương pháp phân tích hóa lý đặc trưng (SEM, BET, FT-IR, XRD) của xúc tác điều chế được thực hiện tại Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, địa chỉ số 1 Mạc Đĩnh Chi, Quận 1, TP. Hồ Chí Minh. Các thí nghiệm, phân tích, đo lường khác được thực hiện tại các phòng thí nghiệm Trường Đại học Bà Rịa Vũng Tàu, TP. Vũng Tàu.

2.3. Xử lý nguyên liệu dầu ăn phế thải

Dầu ăn phế thải đã qua sử dụng có cặn, màu đen, có chỉ số axit cao, vì thế cần phải được xử lý sơ bộ trước khi được sử dụng làm nguyên liệu cho phản ứng tổng hợp biodiesel. Quy trình xử lý được thực hiện qua các bước: Trước tiên, dầu ăn thải được lắng cặn ở nhiệt độ phòng trong khoảng 1,5 giờ, sau đó lọc loại bỏ cặn. Tiếp theo, dùng NaOH (hoặc KOH) để trung hòa lượng axit béo tự do trong dầu rồi rửa dầu bằng nước nhằm loại bỏ xà phòng và kiềm dư còn lại. Mẫu dầu sau đó được sấy khô ở nhiệt độ 120°C để đuổi hết nước. Tiếp tục xử lý màu của dầu bằng cách cho than hoạt tính vào khuấy đều, để yên cho than lắng và tiến hành lọc tách than. Cuối cùng để đảm bảo loại bỏ hoàn toàn hết nước trong dầu bằng cách cho Na₂SO₄ khan vào khuấy đều, để qua đêm để Na₂SO₄ hút hết nước còn lẫn trong dầu, sau đó lọc loại bỏ phần rắn thu được mẫu dầu thải sau khi xử lý và được sử dụng làm nguyên liệu cho phản ứng tổng hợp biodiesel.

2.4. Điều chế xúc tác CaO

2.4.1. Xác định hàm lượng CaCO₃ trong các mẫu phế phẩm

Trong tự nhiên, có rất nhiều các nguồn phế phẩm có chứa hàm lượng CaCO₃ rất cao như các loại vỏ của gia cầm, vỏ của các loài động vật 2 mảnh (nghêu, sò, ốc), các rạn san hô cũng có chứa CaCO₃ rất cao và một nguồn phế phẩm khác nữa là xương của các loài động vật,... Các nguồn nguyên liệu này được lựa chọn để khảo sát điều chế xúc tác CaO.

Để kiểm tra hàm lượng canxi cacbonat (CaCO₃) có trong các nguồn phế phẩm được khảo sát, chúng tôi sử dụng phương pháp như sau: [4] Cân m gam mẫu đã được làm sạch bề mặt và nghiền nhỏ. Cho

mẫu vào beaker thủy tinh và thêm dung dịch HCl 1M vào. Khi đó, hàm lượng CaCO₃ trong mẫu sẽ tan hoàn toàn trong dung dịch HCl theo phương trình phản ứng sau:

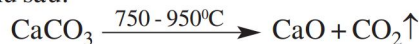


Quan sát trong beaker không còn hiện tượng sủi bọt khí thì tiến hành lọc phần không tan (có thể là các tạp chất không tan trong HCl) và mang đi sấy sau đó cân và thu được m₁. Hàm lượng CaCO₃ có trong nguyên liệu được tính theo công thức:

$$M = \frac{m - m_1}{m} * 100$$

2.4.2. Điều chế xúc tác CaO từ CaCO₃ có trong các mẫu phế phẩm

Xúc tác rắn CaO được điều chế từ các nguồn phế phẩm bằng cách rửa sạch vỏ trứng (VT), vỏ sò (VS), san hô (SH), xương heo (XH) bằng nước để loại bỏ các chất bám bám trên vỏ. Sau đó sấy khô hết nước và đem đi nung ở nhiệt độ 750 - 950°C, [5, 7, 8], với nhiệt độ này các dioxit cacbon sẽ được loại bỏ theo phản ứng hóa học không thuận nghịch như sau:

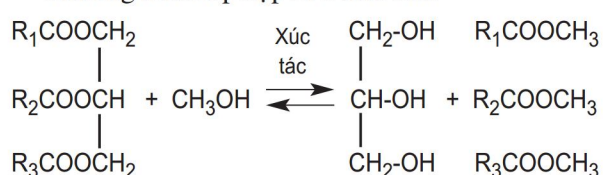


Nung xong tiến hành nghiền nát sản phẩm để thuận tiện làm xúc tác cho phản ứng tổng hợp Biodiesel. Sản phẩm xúc tác điều chế CaO được kiểm tra tính chất hóa lý bằng các phương pháp phân tích như: TGA, SEM, BET, FT-IR và XRD. [5]

2.5. Quy trình tổng hợp Biodiesel sử dụng xúc tác điều chế CaO

Đánh giá hoạt tính xúc tác của CaO được điều chế trong nghiên cứu này thông qua phản ứng tổng hợp Biodiesel (metyl este). Biodiesel (B.O) thu được bằng cách thực hiện phản ứng chuyển vị este từ nguồn dầu ăn phế thải (Triglyxerit) và rượu (MeOH).

Phương trình tổng hợp B.O như sau:



Với R₁, R₂, R₃ là các gốc hydrocacbon của axit béo trong dầu ăn thải đã xử lý.

Thiết bị phản ứng gồm bình cầu 3 cổ; máy

khuấy từ có thể điều chỉnh nhiệt độ; phễu chiết để nhỏ từ từ nguyên liệu vào bình phản ứng đã trộn sẵn methanol và xúc tác. Theo dõi độ chuyển hóa của phản ứng tổng hợp biodiesel bằng sắc ký giấy bản mỏng (TLC).

Hỗn hợp sản phẩm sau khi phản ứng kết thúc được để nguội, lọc xúc tác CaO. Sau đó loại bỏ dung môi methanol bằng cách sử dụng máy cô quay chân không. Sau khi cô quay thì cho vào phễu chiết rồi cho ethyl axetate vào để phân tách pha B.O và pha glycerin. Chiết lấy phần pha B.O đi cô quay chân không để loại bỏ ethyl axetate ta thu được sản phẩm B.O. Sau đó sản phẩm B.O được chạy cột sắc ký nhằm loại bỏ những tạp chất có trong sản phẩm rồi tách dung môi ra khỏi sản phẩm bằng máy cô quay chân không. Hiệu suất của phản ứng theo công thức:

$$H(\%) = \frac{msp}{mnl} * 100$$

Trong đó: msp là khối lượng sản phẩm biodiesel thu được, mnl là khối lượng dầu ăn phế thải đã xử lý được cho vào phản ứng.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Tính chất hóa lý của dầu ăn thải trước và sau khi xử lý

Kết quả phân tích các chỉ tiêu của dầu ăn thải trước và sau khi xử lý (Bảng 1).

Bảng 1. Tính chất hóa lý của dầu ăn thải trước và sau khi xử lý

Chỉ tiêu	Dầu ăn thải trước xử lý	Dầu ăn thải sau xử lý
Chỉ số axit	1,139	0,488
Chỉ số iốt, g _I /100g	65,82	63,79
Độ nhớt động học, 40°C	33,80	33,70
Tỷ trọng, g/cm ³	0,91	0,88
Cặn	Nhiều	Không cặn
Màu sắc	Vàng đen, hơi sẫm	Vàng sáng

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Kết quả cho thấy, dầu ăn phế thải ban đầu có màu vàng đen, hơi sẫm, chỉ số axit là 1,139, nhiều cặn. Sau khi xử lý thu được dầu có màu vàng sáng,

không còn cặn, chỉ số axit giảm xuống còn 0,488, các chỉ tiêu khác không chênh lệch nhiều so với ban đầu. Như vậy, dầu ăn thải đã đủ điều kiện để đem đi làm nguyên liệu phản ứng tổng hợp biodiesel.

3.2. Kết quả Khảo sát hàm lượng CaCO₃ trong các mẫu phế phẩm

Theo Thapon và Bourgeois (1994), vỏ trứng chiếm 11% tổng khối lượng của quả trứng và vỏ trứng có hàm lượng canxi cacbonat (94%), canxiphosphat (1%), magie cacbonat (1%) và các chất hữu cơ (4%).[5] Kết quả khảo sát hàm lượng CaCO₃ của các mẫu vỏ trứng, vỏ sò, san hô, xương heo trong nghiên cứu này được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Khảo sát hàm lượng CaCO₃ của các mẫu

Mẫu	Hàm lượng CaCO ₃ (%)
Vỏ trứng gà	94
San hô	92
Vỏ sò	89
Xương heo	70

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Kết quả cho thấy tất cả các mẫu khảo sát đều có hàm lượng CaCO₃ cao và hàm lượng CaCO₃ có trong vỏ trứng gà là cao nhất (94%), phù hợp với kết quả nghiên cứu trước đây.

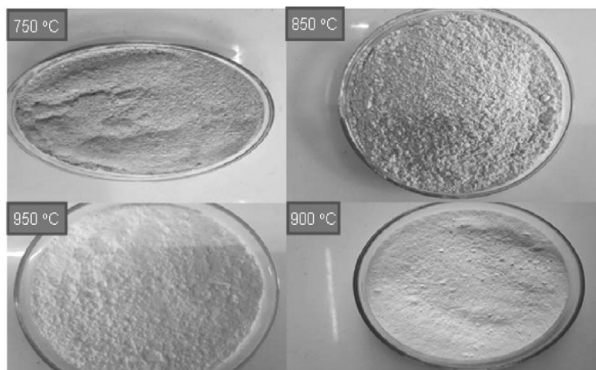
3.3. Khảo sát nhiệt độ phân hủy CaCO₃ thành CaO của các mẫu phế phẩm

Theo lý thuyết, CaCO₃ bắt đầu phân hủy và tạo thành CaO ở nhiệt độ khoảng 750°C, phân hủy mạnh ở nhiệt độ 850°C và phân hủy hoàn toàn ở khoảng 928°C.[3] Vì vậy, chúng tôi chọn khoảng nhiệt độ để tiến hành nung mẫu là 750, 850, 900 và 950°C, thời gian nung mẫu là 3h. Vỏ trứng gà được lựa chọn khảo sát trong thí nghiệm này. Kết quả được thể hiện như Hình 1.

Kết quả cho thấy, màu sắc của mẫu vỏ trứng sau khi nung ở các mốc nhiệt độ từ 750-950°C có sự thay đổi về rõ rệt.

Ở 750°C và 850°C, mẫu có màu xám đậm do CaCO₃ chỉ mới phân hủy một phần, các hạt có kích thước còn rất to và không thể nghiền thành dạng

Hình 1: Hình ảnh vỏ trứng được nung từ 750 - 950°C



Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

bột mịn. Tuy nhiên, ở 850°C, màu xám của mẫu đã nhạt đi do nhiệt độ nung cao hơn nên hàm lượng CaCO_3 bị nhiệt phân hủy thành CaO nhiều hơn làm cho mẫu có màu xám nhạt.

Ở 900°C, mẫu có màu xám trắng và sau khi nghiền thì mẫu có độ mịn cao hơn rất nhiều so với 2 nhiệt độ đầu tiên khảo sát.

Còn ở 950°C, mẫu có dạng bột mịn và có màu trắng sáng do CaCO_3 trong nguyên liệu nung đã phân hủy hoàn toàn thành CaO . Nếu xét về màu sắc và độ mịn thì mẫu nung ở 950°C tương đương so với mẫu CaO thương mại trên thị trường hiện nay.

Sau khi đánh giá các khoảng nhiệt độ nung mẫu, chúng tôi nhận thấy rằng nhiệt độ nung mẫu vỏ trứng gà ở 950°C trong 3h cho ra mẫu xúc tác có độ màu sáng và độ mịn cao. Để chọn được nhiệt độ nung mẫu phù hợp nhất cho việc điều chế xúc tác, chúng tôi tiến hành kiểm tra hoạt tính xúc tác cho phản ứng tổng hợp B.O của các mẫu được nung ở nhiệt độ khác nhau.

3.4. Đánh giá hoạt tính xúc tác của CaO điều chế ở điều kiện nhiệt độ nung khác nhau

Chúng tôi tiến hành đánh giá khả năng xúc tác cho phản ứng tổng hợp Biodiesel của 4 mẫu CaO điều chế được ở Mục 3.3. Trên cơ sở tham khảo của các công trình nghiên cứu về tổng hợp Biodiesel,[6,7,8,9] chúng tôi chọn điều kiện thử nghiệm phản ứng tổng hợp B.O trong nghiên cứu này là: Tỷ lệ MeOH /nguyên liệu là 10/1; Nhiệt độ phản ứng là 60°C; Thời gian phản ứng là 5 giờ; Hàm lượng xúc tác là 10%. Kết quả được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Hiệu suất thu hồi B.O theo nhiệt độ nung của vỏ trứng

Mẫu xúc tác	Hiệu suất B.O (%)
Vỏ trứng nung ở 750°C (VT-750)	78
Vỏ trứng nung ở 850°C (VT-850)	82
Vỏ trứng nung ở 900°C (VT-900)	85
Vỏ trứng nung ở 950°C (VT-950)	90

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 4. Khảo sát hiệu suất thu hồi B.O của các mẫu xúc tác

Mẫu xúc tác	Hiệu suất B.O (%)
Vỏ trứng nung ở 950°C (VT - 950)	90
Vỏ sò nung ở 950°C (VS - 950)	88
San hô nung ở 950°C (SH - 950)	85
Xương heo nung ở 950°C (XH - 950)	75

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Theo như kết quả được thể hiện trong Bảng 3, xúc tác VT - 950 cho hiệu suất thu hồi Biodiesel là cao nhất (90%). Điều này chứng tỏ nhiệt độ nung ở 950°C là phù hợp nhất để điều chế xúc tác CaO .

Để đánh giá hoạt tính xúc tác được điều chế từ vỏ sò, san hô, xương heo, chúng tôi tiến hành nung các mẫu vỏ sò (VS - 950), san hô (SH - 950) và xương heo (XH - 950) cùng ở mức nhiệt độ là 950°C trong 3h và các mẫu xúc tác này được kiểm tra hoạt tính của chúng trong phản ứng tổng hợp B.O ở cùng điều kiện phản ứng như trên và kết quả được thể hiện trong Bảng 4.

Theo như kết quả được thể hiện trong Bảng 4, các mẫu xúc tác được điều chế từ các nguồn phế phẩm vỏ trứng, vỏ sò, san hô, xương heo đều thể hiện hoạt tính xúc tác tốt trong phản ứng tổng hợp B.O cho hiệu suất (>75%). Trong đó, mẫu xúc tác điều chế từ vỏ trứng gà vẫn cho hiệu suất thu hồi B.O cao nhất (90%) so với tất cả các mẫu xúc tác khác ở cùng một điều kiện. Kết quả cho thấy tính hiệu quả của việc sử dụng mẫu xúc tác VT - 950 là hoàn toàn thuyết phục so với các mẫu xúc tác còn lại. Vì vậy, chúng tôi quyết định chọn vỏ trứng gà là

nguồn phế phẩm để sử dụng điều chế xúc tác CaO với điều kiện nung ở 950°C trong 3h (VT - 950).

3.5. Kiểm tra các tính chất hóa lý của xúc tác CaO được điều chế

Xúc tác (VT - 950) sau khi điều chế được kiểm tra các tính chất hóa lý bằng các phương pháp phân tích TGA, SEM, BET, FT - IR và XRD.

3.5.1. Phân tích TGA

Để so sánh khả năng phân hủy nhiệt CaCO₃ thành CaO của mẫu VT-950 và mẫu CaCO₃ công nghiệp, chúng tôi sử dụng phương pháp phân tích trọng lượng nhiệt (TGA).

Theo Fabio Seigi Murakami và cộng sự (2007), phân tích TGA của CaCO₃ công nghiệp được thể hiện như ở Hình 2. Kết quả cho thấy mẫu có độ ổn định nhiệt độ lên tới 600°C với tổn thất khối lượng (m) nhỏ khoảng m=2%. Sự phân hủy diễn ra nhanh ở phạm vi nhiệt độ từ khoảng 600 đến 800°C với khoảng m=42%. Điều này có thể lý giải do CaCO₃ bị phân hủy tạo thành CaO và giải phóng CO₂. [5]

Phân tích TGA của mẫu xúc tác VT-950 được điều chế trong nghiên cứu này được thể hiện ở Hình 3. Kết quả cho thấy, mẫu có độ ổn định nhiệt độ tới khoảng 530°C với tổn thất khối lượng khoảng Δm=4%. Quá trình phân hủy diễn ra nhanh ở khoảng nhiệt độ từ 530°C đến 800°C, với độ tổn thất khối lượng khoảng Δm= 43%.

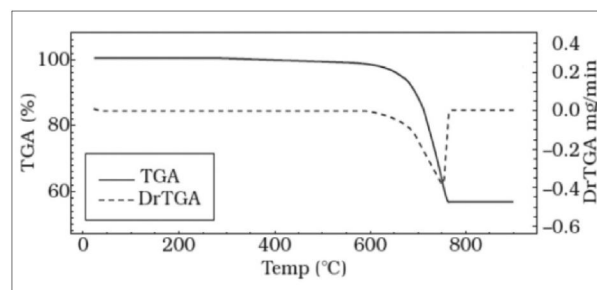
So sánh khả năng phân hủy nhiệt CaCO₃ thành CaO của mẫu VT-950 và mẫu CaCO₃ công nghiệp cho thấy, CaCO₃ của mẫu VT-950 có nhiệt độ bắt đầu phân hủy thấp hơn khoảng 70°C so với mẫu CaCO₃ công nghiệp, nhưng sự tổn thất về khối lượng CaCO₃ của mẫu VT-950 lại lớn hơn so với mẫu CaCO₃ công nghiệp. Điều này chứng tỏ CaCO₃ của mẫu VT-950 có thể phân hủy thành CaO tốt hơn so và sẽ thuận lợi cho quy trình điều chế xúc tác CaO. (Hình 3)

3.5.2. Phân tích SEM, BET

Chúng tôi tiến hành phân tích đặc trưng về hình thái bề mặt của mẫu xúc tác điều chế từ vỏ trứng (VT-950) bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét (SEM) và xác định diện tích bề mặt bằng phương pháp BET.

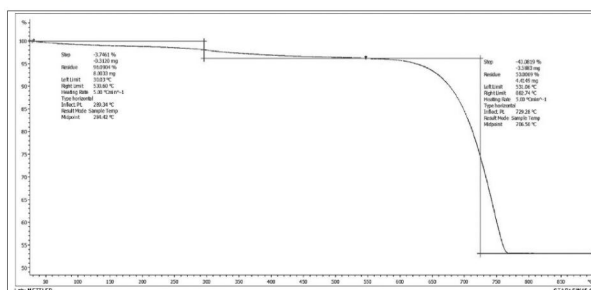
Kết quả phân tích SEM (Hình 4) của mẫu xúc

Hình 2: Đường cong TGA của CaCO₃ công nghiệp



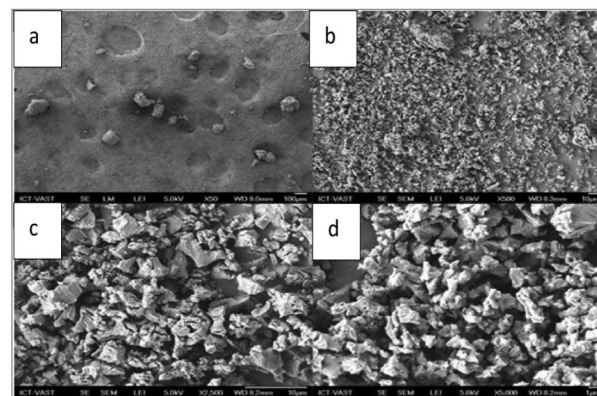
Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Hình 3: Đường cong TGA của CaCO₃ trong mẫu VT-950



Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Hình 4: Ảnh SEM của mẫu xúc tác CaO điều chế (VT-950)



(a, b, c, d tương ứng với độ phóng đại là 50, 500, 2500 và 5000 lần)

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

tác nung từ vỏ trứng ở 950°C cho thấy kích thước hạt vào khoảng 1.5 - 2 μm và kích thước lỗ vào khoảng 1 - 2 μm và xúc tác CaO đã điều chế có kích thước tương tự như kích thước của CaO thương mại.[7]

Kết quả phân tích BET của mẫu xúc tác nung từ vỏ trứng ở 950°C có diện tích bề mặt là 4.361 m²/g và có diện tích bề mặt lớn hơn so với diện tích bề mặt của mẫu CaO thương mại trên thị trường là 3.002 m²/g.[7]

Kết quả phân tích (SEM, BET) cho thấy mẫu xúc tác CaO điều chế (VT - 950) thể hiện tính chất tốt hơn so với mẫu xúc tác CaO thương mại. Điều này chứng tỏ VT - 950 có thể đóng vai trò như là xúc tác dị thể cho các phản ứng chuyển vị ester như phản ứng tổng hợp B.O.[3]

3.5.3. Phương pháp FT-IR

Kết quả phân tích quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR) của mẫu xúc tác VT-950 (Hình 5).

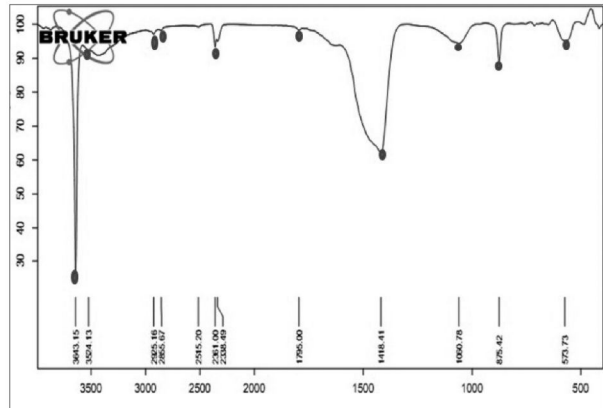
Quan sát Hình 5, ta có thể thấy ở peak 3643.15 cm⁻¹ là peak đặc trưng cho sự xuất hiện của Ca(OH)₂. Có thể trong quá trình bảo quản mẫu, hơi nước trong không khí tác dụng với CaO nên xuất hiện peak của Ca(OH)₂ ở vị trí này. Peak ở vị trí 1418.41, 1060.78 cm⁻¹ là peak đặc trưng của CaCO₃. Nguyên nhân hình thành CaCO₃ có thể một phần là do mẫu CaO bị vôi hóa, một phần cũng có thể CaCO₃ trong mẫu vỏ trứng chưa nhiệt phân hoàn toàn nên mới xuất hiện peak ở vị trí này. Tại peak 875.42cm⁻¹ xuất hiện peak đặc trưng của CaO, do CaCO₃ trong vỏ trứng gà nhiệt phân tạo thành. Các peak còn lại có thể là các peak của CO₂. [7, 8]

3.5.4. Phương pháp XRD

Quang phổ nhiễu xạ tia X (XRD) của mẫu xúc tác CaO được điều chế từ vỏ trứng (Hình 6).

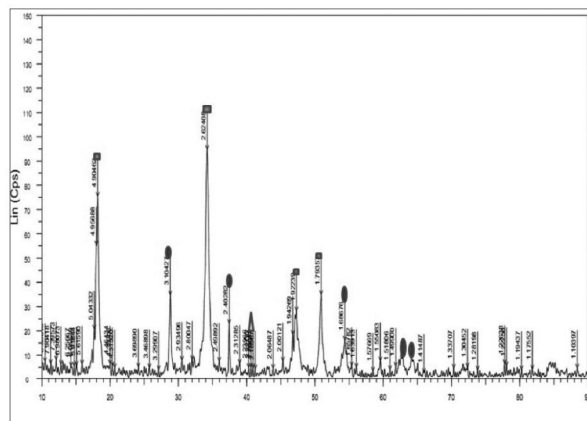
Theo như kết quả trên, phổ XRD của mẫu xúc tác điều chế từ vỏ trứng (VT-950) thì thành phần chủ yếu gồm có CaO, Ca(OH)₂ và CaCO₃. Các peak đặc trưng của CaO lần lượt xuất hiện trên hình với ký hiệu là hình elip. Cụ thể, peak xuất hiện ở vị trí: 28°, 32°, 38°, 54°, 63°, 64°. Peak đặc trưng của Ca(OH)₂ được ký hiệu bằng ô vuông, xuất hiện ở vị trí: 18°, 34°, 48°, 51°. Ca(OH)₂ xuất hiện là do trong môi trường bảo quản bị ẩm. Còn ký hiệu hình tam giác xuất hiện ở vị trí 41° là peak đặc trưng của CaCO₃ trong phổ, sự xuất hiện của peak CaCO₃ có thể do sự nhiệt phân chưa diễn ra hoàn toàn hoặc CaO hấp phụ CO₂ trong không khí tạo thành CaCO₃ nhưng chỉ chiếm một phần rất nhỏ. Qua kết

Hình 5: Hình ảnh phổ FT-IR của mẫu xúc tác VT-950



Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Hình 6: Phổ XRD của xúc tác VT-950



Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

quả của các nhóm chức xuất hiện trong phổ XRD, ta có thể thấy mẫu xúc tác Cao nung từ vỏ trứng gà có độ sạch cao và thành phần chính chủ yếu đó là CaO.[3, 7, 10]

3.6. So sánh hoạt tính của xúc tác CaO điều chế với xúc tác CaO thương mại

Để đánh giá hiệu quả của xúc tác CaO được điều chế so với xúc tác CaO thương mại và quy trình xử lý dầu ăn phế thải trong nghiên cứu này, chúng tôi thực hiện phản ứng tổng hợp B.O với cùng điều kiện phản ứng với xúc tác CaO thương mại và nguyên liệu dầu ăn thương mại. Kết quả được thể hiện trong Bảng 5.

Theo như kết quả được thể hiện trong Bảng 5, việc sử dụng dầu ăn thải đã qua xử lý và mẫu xúc

Bảng 5. Bảng so sánh kết quả

Nguyên liệu	Xúc tác	Hiệu suất B.O (%)
Dầu ăn thải	Mẫu xúc tác VT-950	90
Dầu ăn thương mại	Mẫu xúc tác VT-950	90
Dầu ăn thương mại	CaO thương mại	89

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

tác được điều chế (VT-950) cho hiệu suất thu hồi B.O là 90%, hiệu suất B.O là tương đồng so với việc sử dụng nguyên liệu dầu ăn và xúc tác CaO thương mại trên thị trường. Điều này cho thấy, việc sử dụng quy trình xử lý dầu ăn thải và xúc tác điều chế trong nghiên cứu này là hoàn toàn phù hợp cho phản ứng tổng hợp biodiesel.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã điều chế thành công xúc tác CaO từ các nguồn phế phẩm và ứng dụng làm xúc tác cho phản ứng tổng hợp nhiên liệu sinh học Biodiesel từ nguồn dầu ăn phế thải với hiệu suất lên đến 90% ở các điều kiện khảo sát. Kết quả của nghiên cứu này có thể được xem xét ứng dụng thực tiễn trong việc tận dụng các nguồn phế phẩm để sản xuất nhiên liệu, góp phần vào giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường hiện nay và nguy cơ thiếu hụt năng lượng truyền thống trong tương lai. Trong nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi sẽ thực hiện và tiếp tục công bố quy trình tối ưu hóa tổng hợp, tinh chế và đánh giá sản phẩm B.O thu được từ phản ứng chuyển vị ester của triglyxerit là nguồn nguyên liệu dầu ăn phế thải, sử dụng xúc tác CaO được điều chế trong nghiên cứu này ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- Okoro J.O and Tanure A.A. (2015). A review on the use of non-conventional heterogeneous catalysts for biodiesel synthesis. *International Journal of Petroleum Engineering*, 2 (4), 128-138.
- H.V.Lee et al. (2015). Advancement in heterogeneous base catalyzed technology: An efficient production of biodiesel fuels. *Journal Of Renewable And Sustainable Energy*, 7, 032701.
- K. Faungnawakij et al. (2012). Biodiesel production over Ca-based solid catalysts derived from industrial wastes. *Fuel*, 2, 239-2449.
- Lechtanski, V. L. (2000). *Inquiry-Based Experiments in Chemistry*. Oxford: New York, 159-165.
- Murakami et al. (2007), Physicochemical study CaCO₃ from eggshells, *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 27 (3), 658-662.
- K. Faungnawakij et al. (2012). Industrial eggshell wastes as the heterogeneous catalysts for microwave-assisted biodiesel production. *Catalysis Today*, 190, 112-116.
- Subramaniapillai Niju et al. (2014). Preparation of biodiesel from waste frying oil using a green and renewable solid catalyst derived from eggshell. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 41, 248-258.
- Yogesh C. Sharma et al. (2015). Synthesis of biodiesel from *Jatropha curcas* oil using waste eggshell and study of its fuel properties. *RSC Advances*, 5, 63596-63604.
- Said et al. (2015). Review of the production of biodiesel from waste cooking oil using solid catalysts. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 8, 1302-1311.
- Ying Tang et al. (2017). Application of modified CaO as an efficient heterogeneous catalyst for biodiesel Production. *Indian Journal of Chemical Technology*, 24, 192-197.