

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ DUNG DỊCH $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
ĐẾN HÌNH THÁI, CẤU TRÚC CỦA VẬT LIỆU NANO Co_3O_4
ĐƯỢC TỔNG HỢP BẰNG PHƯƠNG PHÁP KHUÔN MỀM**

**Lê Lâm Sơn^{1*}, Huỳnh Hoàng Anh², Trần Thị Thanh Nhân¹,
Lê Trung Hiếu¹, Trần Thị Văn Thi¹**

¹Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

²Khoa Hóa học, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế

*Email: lelamson1804@gmail.com

Ngày nhận bài: 23/11/2018; ngày hoàn thành phản biện: 29/11/2018; ngày duyệt đăng: 10/12/2018

TÓM TẮT

Trong bài báo này, vật liệu nano Co_3O_4 được tổng hợp bằng phương pháp “khuôn mềm” (soft-template) sử dụng glucomannan (GM) làm chất định hướng cấu trúc. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ đến hình thái, cấu trúc của vật liệu nano Co_3O_4 dạng tấm đã được nghiên cứu. Các đặc trưng của vật liệu được nghiên cứu bằng các phương pháp: kính hiển vi điện tử quét (SEM), kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM), nhiễu xạ tia X (XRD), phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX), và phổ hồng ngoại (FT-IR).

Từ khóa: glucomannan, nano Co_3O_4 dạng tấm, phương pháp khuôn mềm.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, các loại nano oxit kim loại chuyển tiếp đã và đang nhận được sự quan tâm nghiên cứu của các nhà khoa học trong và ngoài nước bởi những ứng dụng của chúng, như hoạt tính xúc tác, từ tính cao... [4; 9]. Trong đó, vật liệu nano Co_3O_4 nhận được nhiều quan tâm nghiên cứu, với nhiều ứng dụng như làm vật liệu cảm biến khí, phim điện tử, xúc tác dị thể và vật liệu từ tính [3; 4; 9]. Có nhiều phương pháp tổng hợp vật liệu nano Co_3O_4 như: tổng hợp sol-gel, tổng hợp sử dụng chất hoạt động bề mặt [2], phân hủy nhiệt [6], phương pháp kết tủa [9]... Trong các phương pháp đó, sử dụng chất định hướng cấu trúc là phương pháp đang ngày càng được chú ý, có thể kiểm soát được cấu trúc và hình thái hạt do sự giới hạn của cấu trúc không gian 3 chiều.

Việc sử dụng polyme tổng hợp làm chất định hướng cấu trúc rất phổ biến, trong khi đó sử dụng polyme tự nhiên còn tương đối hạn chế, như chitosan, tinh bột

biến tính và xenlulose[7]. Nhờ sự tương tác giữa các hạt nano và chất nền, các vật liệu nano trong mạng lưới polymer thường tạo ra phức ổn định.

Glucomannan là polysaccharide, phần lớn có cấu tạo mạch thẳng, được tạo nên từ các đơn vị cấu trúc là D-glucose và D-mannose, liên kết với nhau bởi liên kết β -1,4-glycoside. Do sự có mặt của nhiều nhóm hydroxyl (-OH), glucomannan có khả năng tạo phức kiểu chelate với nhiều ion kim loại, đặc biệt là các kim loại nặng. Vì vậy, nó có thể được sử dụng để hấp thụ nhiều ion kim loại, tách và phân tích chúng. Tuy nhiên, việc sử dụng glucomannan làm chất định hướng cấu trúc trong tổng hợp vật liệu nano chưa được nghiên cứu nhiều ở cả trong và ngoài nước.

Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi sử dụng phương pháp “khuôn mềm” với chất định hướng cấu trúc là glucomannan để tổng hợp nano Co_3O_4 dạng tấm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hóa chất

Bột glucomannan thương mại (Công ty New Food, Mỹ), Cobalt (II) nitrate hexahydrate ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Sigma-Aldrich), Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 96°, Việt Nam).

2.2. Các phương pháp đặc trưng vật liệu

Phương pháp phổ hồng ngoại (IR) được dùng để xác định cấu trúc phân tử của chất nghiên cứu, dựa vào các tần số đặc trưng trên phổ đồ của các nhóm chức trong phân tử. Phổ tán xạ năng lượng tia X (EDX) là một kỹ thuật phân tích, dùng để phân tích nguyên tố trên bề mặt của vật liệu. Các quá trình hóa lý xảy ra khi nung mẫu được nghiên cứu bằng phương pháp phân tích nhiệt TG-DTA. Cấu trúc tinh thể, hình thái, và kích thước của vật liệu được đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD), kính hiển vi điện tử quét (SEM) và kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM).

2.3. Phương pháp tổng hợp vật liệu

Co_3O_4 được điều chế bằng phương pháp “khuôn mềm” sử dụng glucomannan làm chất định hướng cấu trúc.

Ngâm 1,5 g glucomannan trong 30 mL dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ / ethanol 96° có nồng độ x M trong thời gian 24 giờ. Lọc và sấy mẫu ở 50 °C trong 15 giờ, thu được $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ dạng xốp (tiền chất).

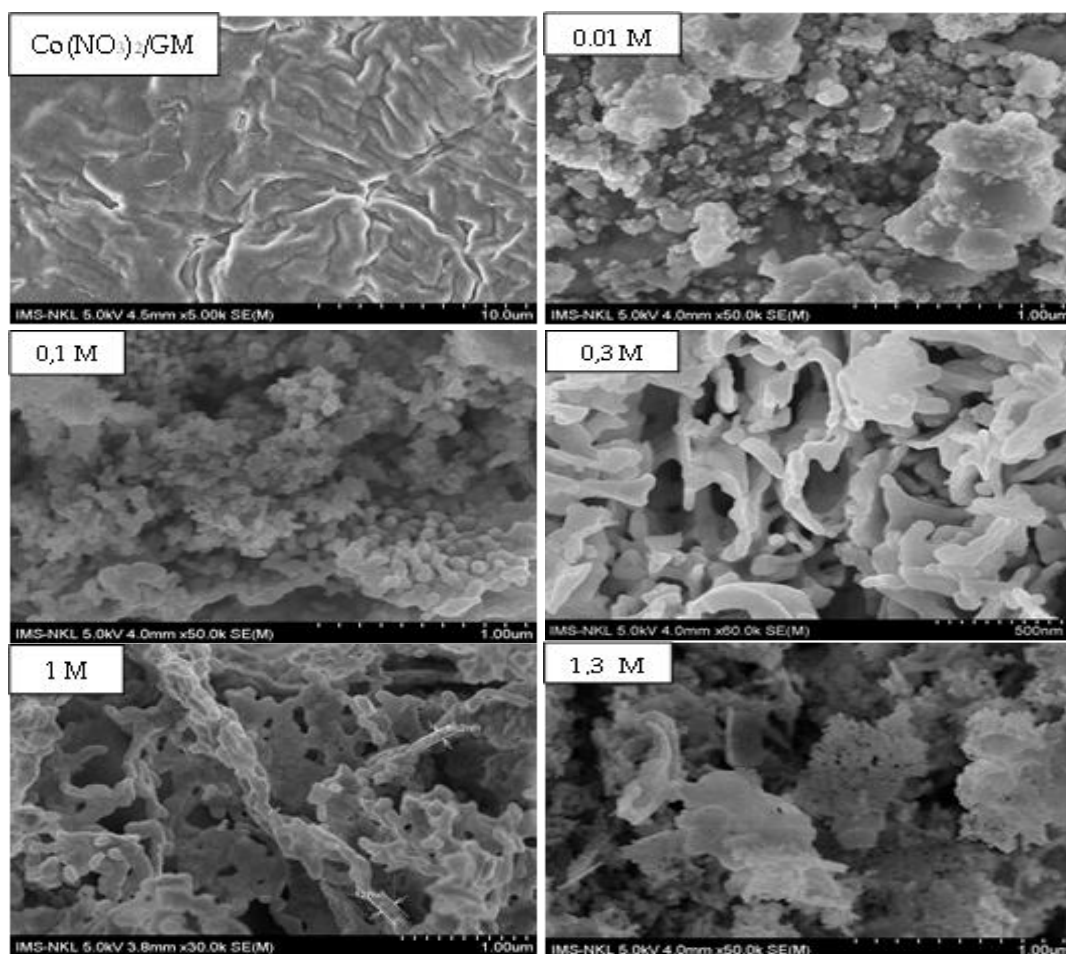
Chương trình nhiệt độ nung: từ nhiệt độ phòng nung mẫu trong không khí đến 600 °C (tốc độ 2 °C/phút), giữ trong 6 giờ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ban đầu

Để khảo sát ảnh hưởng của nồng độ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ lên hình thái và cấu trúc của vật liệu, chúng tôi cố định các thông số nhiệt độ nung, tốc độ nâng nhiệt, thời gian nung: nung ở nhiệt độ 600°C trong 6 giờ, tốc độ nâng nhiệt là $2^\circ\text{C}/\text{phút}$. Nồng độ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ pha trong ethanol 96° được thay đổi với các giá trị: 0,01; 0,1; 0,3; 1,0; 1,3 M.

Hình thái của mẫu tiền chất (precursor) được tổng hợp với nồng độ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 1,0 M và các mẫu vật liệu được thể hiện qua đặc trưng SEM ở hình 1.



Hình 1. Ảnh SEM của mẫu $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ và các mẫu vật liệu được tổng hợp từ các dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ có nồng độ ban đầu khác nhau.

Kết quả cho thấy, hình thái của các mẫu vật liệu tổng hợp ở các nồng độ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ khác nhau là không giống nhau và có sự khác biệt so với mẫu tiền chất.

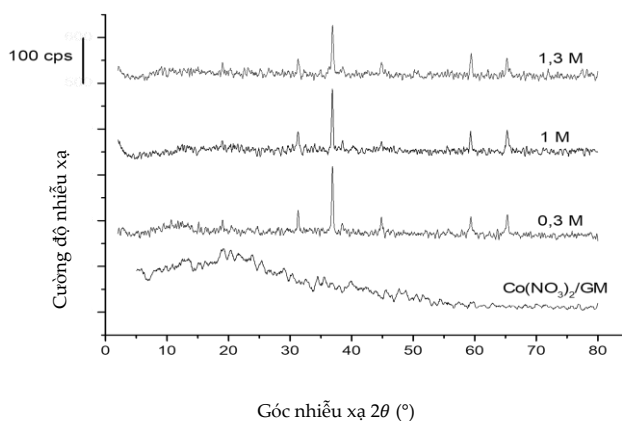
+ Ở nồng độ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ bằng 0,01 và 0,1 M: hình thành mẫu nano oxit coban chủ yếu ở dạng hạt với kích thước bé hơn 100 nm và xen lẫn dạng tấm. Tuy nhiên, kích thước hạt không đồng đều và có sự kết tụ. Dạng hạt này khá giống với ảnh SEM của

vật liệu Co_3O_4 được tổng hợp theo phương pháp sol – gel của nhóm tác giả Lưu Minh Đại và cộng sự (2010)[1].

+ Ở nồng độ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ bằng 0,3 và 1,0 M: vật liệu thu được có dạng tấm với kích thước nano khá đồng đều, rõ rệt nhất ở 1,0 M với độ dày của tấm khoảng 90 nm.

+ Ở nồng độ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ bằng 1,3 M: vật liệu thu được tồn tại ở dạng tấm với kích thước >100 nm.

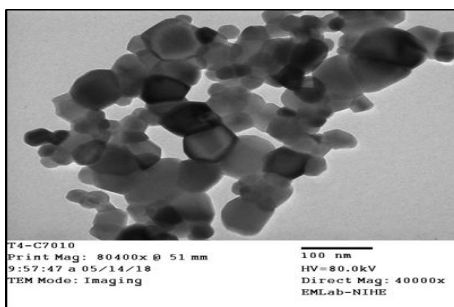
Tiến hành nghiên cứu cấu trúc của các mẫu nano oxit coban dạng tấm được tổng hợp từ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ có nồng độ ban đầu lần lượt là 0,3; 1,0; 1,3 M và so sánh với mẫu tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ trước khi nung bằng phương pháp nhiễu xạ tia X. Kết quả được trình bày ở hình 2.



Hình 2. Giản đồ nhiễu xạ tia X của mẫu $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ và các mẫu vật liệu được tổng hợp từ các dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ có nồng độ khác nhau.

Giản đồ nhiễu xạ tia X cho thấy tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ có dạng vô định hình. Trong khi đó, các mẫu vật liệu tổng hợp được có dạng tinh thể, với các peak nhiễu xạ của mẫu thể hiện ở góc $2\theta > 10$, đặc trưng cho vật liệu vi mao quản. Các peak nhiễu xạ thể hiện ở các góc 2θ bằng 19° ; $31,3^\circ$; 37° ; $38,5^\circ$; 45° ; $59,3^\circ$; 65° , hoàn toàn tương tự với các peak của chuẩn nano oxit Co_3O_4 đã được công bố bởi Ủy ban Liên tịch về Chuẩn nhiễu xạ bột (Joint Committee of Powder Diffraction Standards, JCPDS), card no. 71-0816 [1]. Các peak nhiễu xạ có cường độ mạnh, nhọn, sắc nét chứng tỏ dạng Co_3O_4 hình thành có độ tinh thể cao. Trong 3 mẫu này, mẫu Co_3O_4 đi từ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 1,0 M có cường độ các peak cao và nhọn nhất, thể hiện mức độ tinh thể cao nhất.

Mẫu Co_3O_4 đã được tổng hợp từ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 1,0 M được tiếp tục đặc trưng bằng ảnh TEM, kết quả được trình bày ở hình 3.



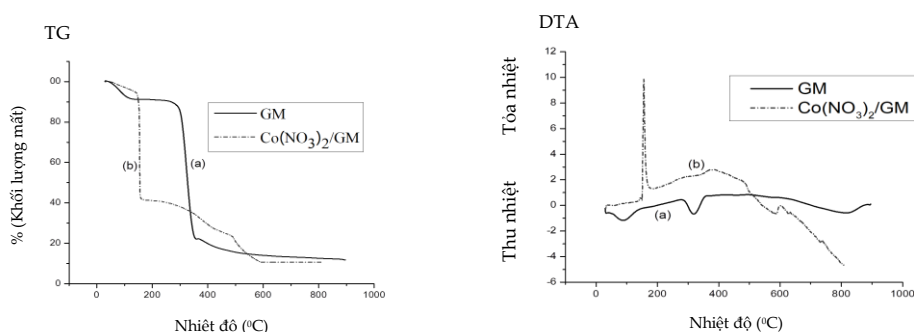
Hình 3. Ảnh TEM của vật liệu Co_3O_4 tổng hợp từ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 1,0 M.

Kết quả ảnh TEM trên hình 3 cho thấy vật liệu tổng hợp từ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 1,0 M có dạng tấm, được hình thành từ các hạt nano có kích thước khoảng 30 – 50 nm. Các hạt tinh thể nano Co_3O_4 khá đồng đều nhau và có dạng hình khối lập phương. Sau khi nung, sự phân hủy nhiệt của GM đã tạo nên những mao quản có kích thước từ rất nhỏ (vài nm) đến vài chục nm. Kết quả này khá giống với vật liệu được tổng hợp theo phương pháp nhiệt phân hủy của nhóm tác giả Salavati và cộng sự (2014)[6].

Từ cấu trúc dạng lớp của mẫu tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ hấp phụ trên nền dạng sợi của GM, khi nung ở nhiệt độ cao, cấu trúc tiền chất bị phân hủy và chuyển thành hình thái dạng lớp - các tấm nano. Kết hợp các kết quả hình ảnh SEM, TEM cũng như giản đồ nhiễu xạ tia X, cho thấy sản phẩm Co_3O_4 có dạng tấm (2D) kết cấu từ các hạt nano (30 – 50 nm). Các chuỗi GM trong cấu trúc của tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ sau khi bị phân hủy nhiệt, đã để lại cấu trúc xốp với các hốc, các vi mao quản, mao quản trung bình và đại mao quản đan xen lẫn nhau với kích thước vài đến vài chục nm giữa các tấm nano Co_3O_4 . Khi dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ban đầu có nồng độ ở 0,3 và 1,0 M thì sản phẩm hình thành có dạng tấm rõ nét nhất.

3.2. Phân tích nhiệt (TG-DTA)

Sự biến đổi theo nhiệt độ nung của mẫu tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ được nghiên cứu bằng phân tích nhiệt TG – DTA. Kết quả được trình bày ở hình 4.



Hình 4. Giản đồ phân tích nhiệt của: (a) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$; (b) GM.

Kết quả phân tích nhiệt trong khoảng từ nhiệt độ phòng đến 900°C với mẫu GM cho thấy ở lân cận 100°C , có sự giảm khối lượng do quá trình mất nước vật lý, từ khoảng 325°C thì cấu trúc GM bắt đầu bị phân hủy, quá trình thu nhiệt xảy ra mạnh, đến 400°C cấu trúc bị phân hủy hoàn toàn.

Đối với mẫu tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$:

+ Ở lân cận 100°C , có sự giảm khối lượng do quá trình mất nước vật lý.

+ Ở lân cận 155°C , đã bắt đầu xảy ra quá trình phân hủy vật liệu, đây là quá trình bắt đầu phân hủy $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, quá trình tỏa nhiệt mạnh dẫn đến một phần GM cũng bị phân hủy theo.

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ khan bị phân hủy ở rất thấp (74°C), thế nhưng, khi ở trạng thái bị hấp phụ trên bề mặt của GM, nhiệt độ phân hủy của muối này cao hơn. Điều này một lần nữa thể hiện trạng thái hấp phụ hóa học cân bằng của $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ trên các chuỗi GM.

+ Từ $300 - 500^\circ\text{C}$, quá trình phân hủy GM tiếp tục xảy ra, thể hiện qua hiện tượng mất khối lượng xảy ra chậm.

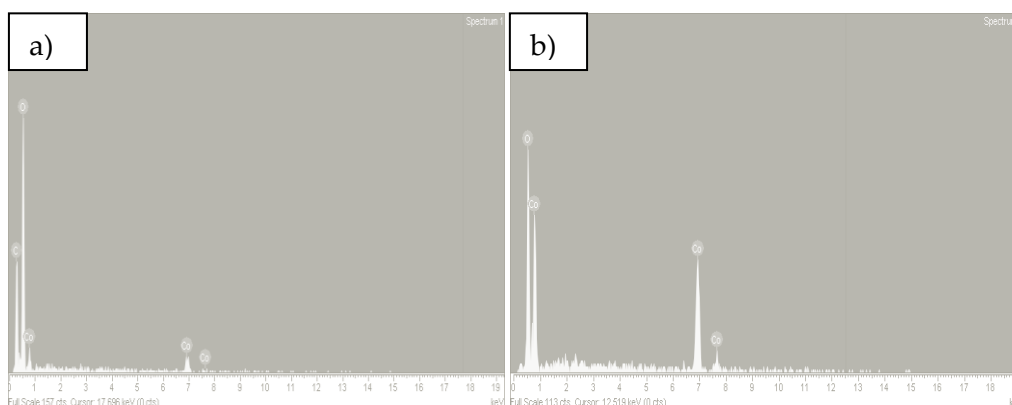
+ Từ $500 - 600^\circ\text{C}$, khối lượng mẫu gần như không thay đổi, quá trình phân hủy GM không còn xảy ra.

+ Từ $600 - 900^\circ\text{C}$: không có sự biến đổi cấu trúc, vật liệu Co_3O_4 nhận được ổn định và bền nhiệt trong khoảng nhiệt độ này.

Sự khác biệt về nhiệt độ phân hủy của hai mẫu $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ và GM thể hiện sự tương tác giữa $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ và GM trong mẫu tiền chất là sự hấp phụ hóa học.

3.3. Phổ tán xạ năng lượng tia X (EDX)

Để kiểm tra sự có mặt của Co và O có mặt trong Co_3O_4 , tiến hành chụp EDX tại 3 điểm khác nhau trên bề mặt của mẫu thu được, ghi nhận kết quả ở hình 5.



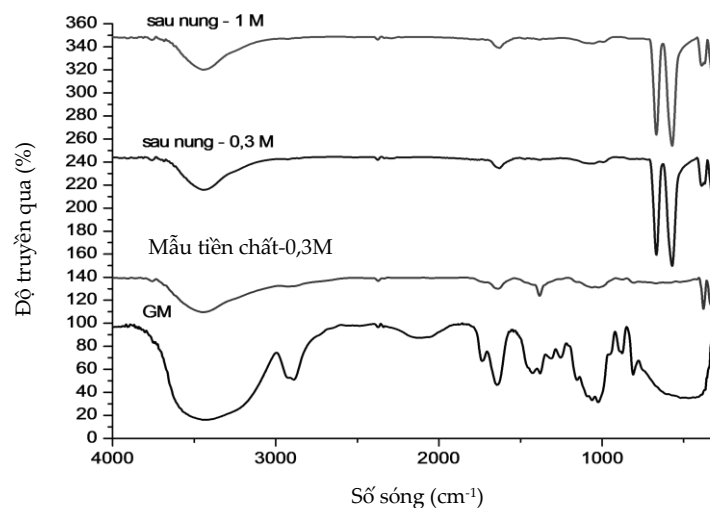
Hình 5. a) Phổ EDX của tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$; b) Phổ EDX của vật liệu được tổng hợp ứng với nồng độ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 1,0 M.

Phổ EDX trên hình (b) của Co_3O_4 chỉ chứa peak của nguyên tố oxy và cobalt, ngoài ra không xuất hiện các peak hấp thụ khác, điều này chứng tỏ sản phẩm thu được chủ yếu là Co_3O_4 .

So sánh với phổ EDX trên hình (a) của tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$, cho thấy có chứa peak của các nguyên tố C, Co, O. Sự khác biệt này chứng tỏ sau khi nung, ở nhiệt độ cao, carbon đã bị loại bỏ gần như hoàn toàn ra khỏi mẫu.

3.4. Phổ hồng ngoại

Khảo sát và so sánh phổ hồng ngoại của GM ban đầu, của vật liệu tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ và mẫu Co_3O_4 . Nhiệt độ nung là 600°C ; tốc độ gia nhiệt bằng $2^\circ\text{C}/\text{phút}$, nồng độ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ bằng 0,3 M và 1 M. Kết quả được trình bày ở hình 6.



Hình 6. Phổ hồng ngoại của GM, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ và Co_3O_4 .

GM có peak dao động ở số sóng 3444 cm^{-1} và 2924 cm^{-1} đặc trưng cho dao động của nhóm $-\text{OH}$ và liên kết C-H của nhóm methyl trong GM. Các peak dao động ở số sóng 1734 , 1645 , 1060 cm^{-1} đặc trưng cho các nhóm C=O, C-O và C-O-H. Peak 877 , 810 cm^{-1} đặc trưng cho dao động các đơn vị mannose của GM. Kết quả này tương tự với phổ của GM đã được công bố của nhóm tác giả Lei và cộng sự (2017) [5].

Mẫu tiền chất $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ có peak hấp thụ mạnh ở số sóng khoảng 400 cm^{-1} đặc trưng cho dao động của Co-O gần giống trong mẫu Co_3O_4 của công bố [4; 6]. Ngoài ra, các dải hấp thụ ở số sóng trên 400 cm^{-1} đều giảm cường độ hấp thụ: vẫn còn các peak của GM ở số sóng 3446 và 2927 cm^{-1} với cường độ yếu hơn..

Phổ IR của Co_3O_4 xuất hiện 2 peak hấp thụ với cường độ mạnh ở số sóng $667 - 665$ và $570 - 567\text{ cm}^{-1}$, mẫu $\text{Co}(\text{NO}_3)_2/\text{GM}$ cũng như GM sau tinh chế không có hai peak này. Dao động mạnh ở số sóng $667 - 665\text{ cm}^{-1}$ đặc trưng cho liên kết $\text{Co}^{2+}-\text{O}$, và peak ở

số sóng $570 - 567 \text{ cm}^{-1}$ đặc trưng cho dao động của liên kết $\text{Co}^{3+} - \text{O}$ [4; 6; 8]. Peak 3446 cm^{-1} còn tồn tại nhưng có cường độ giảm hẳn (do trên Co_3O_4 vẫn còn các nhóm O-H của nước và $-\text{OH}$ bề mặt), riêng peak 2927 cm^{-1} đặc trưng cho liên kết $-\text{CH}$ của GM thì hoàn toàn không còn nữa. Các kết quả trên cho thấy Co_3O_4 tổng hợp từ dung dịch có các nồng độ Co^{2+} ban đầu bằng 0,3 M và 1 M sau khi nung đều tạo thành Co_3O_4 .

4. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã tổng hợp được nano Co_3O_4 với chất định hướng cấu trúc là glucomannan. Nồng độ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ thích hợp là 0,3 và 1,0 M. Vật liệu Co_3O_4 có hình dạng tấm nano với độ dày khoảng 90 nm, kết cấu từ các hạt nano Co_3O_4 có kích thước khoảng 30 – 50 nm. Giản đồ nhiễu xạ tia X có đầy đủ bộ các peak chuẩn với cường độ mạnh theo card no. 71-0816 (JCPDS) đặc trưng pha tinh thể nano tấm với cấu trúc cubic (thuộc nhóm không gian $F43m$). Không xuất hiện pha tinh thể nào khác trong giới hạn phát hiện của XRD.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lưu Minh Đại (2010). Tổng hợp Co_3O_4 kích thước nanomet bằng phương pháp đốt cháy gel, *Tạp chí hóa học*, Tập 48, số 6, pp. 683 - 686.
- [2]. El Baydi M., Poillerat G., Rehspringer J.-L., Gautier J.L., Koenig J.-F., Chartier P. (1994). A sol-gel route for the preparation of Co_3O_4 catalyst for oxygen electrocatalysis in alkaline medium, *Journal of Solid State Chemistry*, Vol. 109, pp. 281-288.
- [3]. Jagadeesh R.V., Stemmler T., Surkus A.E., Bauer M., Pohl M.M., Radnik J., Junge K., Junge H., Bruckner A., Beller M. (2015). Cobalt-based nanocatalysts for green oxidation and hydrogenation processes, *Nat Protoc*, Vol. 10, pp. 916-26.
- [4]. Kant Sharma R., Gautam P., Kumar A., Mandal K.D. (2017). Synthesis of Sphere-Like Nano-crystalline Co_3O_4 Spinel via a Simple Homogeneous Precipitation Method, *Materials Today: Proceedings*, Vol. 4, pp. 5667-5671.
- [5]. Lei J., Zhou L., Tang Y., Luo Y., Duan T., Zhu W. (2017). High-strength konjac glucomannan/silver nanowires composite films with antibacterial properties, *Materials*, Vol. 10, pp. 524.
- [6]. Salavati-Niasari M., Khansari A. (2014). Synthesis and characterization of Co_3O_4 nanoparticles by a simple method, *Comptes Rendus Chimie*, Vol. 17, pp. 352-358.
- [7]. Tian D., Hu W., Zheng Z., Liu H., Xie H.Q. (2006), Study on in situ synthesis of konjac glucomannan/silver nanocomposites via photochemical reduction, *Journal of applied polymer science*, 100 (2), pp. 1323-1327.
- [8]. Wei R., Zhou X., Zhou T., Hu J., Ho J.C. (2017). Co_3O_4 Nanosheets with In-Plane Pores and Highly Active {112} Exposed Facets for High Performance Lithium Storage, *The Journal of Physical Chemistry C*, Vol. 121, pp. 19002-19009.

- [9]. Zhou L., Xu J., Miao H., Wang F., Li X. (2005). Catalytic oxidation of cyclohexane to cyclohexanol and cyclohexanone over Co_3O_4 nanocrystals with molecular oxygen, *Applied Catalysis A: General*, Vol. 292, pp. 223-228.

STUDY THE EFFECT OF CONCENTRATION OF $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ SOLUTION ON MORPHOLOGY, STRUCTURE OF Co_3O_4 NANO MATERIALS SYNTHESIZED BY SOFT-TEMPLATE METHOD

Le Lam Son^{1*}, Huynh Hoang Anh², Tran Thị Thanh Nhan¹,
Le Trung Hieu¹, Tran Thi Van Thi¹

¹Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University

¹Faculty of Chemistry, University of Education, Hue University

*Email: lelamson1804@gmail.com

ABSTRACT

In this paper, Co_3O_4 nano materials were synthesized by soft-template method using glucomannan (GM) as a template. The effect of concentration of $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ solutions on morphology, structure of Co_3O_4 nanosheet materials have been studied. Characteristics of materials were analyzed by the following methods: scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM), X-rays diffraction (XRD), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) and fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR).

Keywords: glucomannan, Co_3O_4 nanosheets, soft-template method.



Lê Lâm Sơn sinh ngày 18-4-1984. Ông nhận bằng Cử nhân Hóa học năm 2006 tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế và nhận học vị Thạc sỹ Hóa học năm 2009 tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế. Từ năm 2009 đến nay, ông là Giảng viên Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa học các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học, vật liệu biopolymer.



Lê Trung Hiếu sinh ngày 06-9-1987. Ông nhận bằng Cử nhân Hóa học năm 2009 tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế và nhận học vị Thạc sỹ Hóa học năm 2011 tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Từ năm 2011 đến nay, ông là Giảng viên Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa học các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học, phân tích hợp chất hữu cơ.



Trần Thị Văn Thi sinh ngày 10-10-1962. Bà nhận bằng Cử nhân Hóa học năm 1984 và bằng Thạc sỹ Hóa học năm 1997 tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Năm 2002, bà nhận học vị Tiến sỹ Hóa hữu cơ tại Khoa Hóa, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội. Bà nhận học hàm Phó giáo sư năm 2006.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa học hữu cơ cho thực phẩm, hóa dược, hóa nông nghiệp, Vật liệu xúc tác cho phản ứng hữu cơ.



Huỳnh Hoàng Anh sinh ngày 16/11/1994 tại Nha Trang. Năm 2016, cô tốt nghiệp cử nhân ngành Hóa học tại Trường Đại học Sư phạm Huế. Năm 2018, cô tốt nghiệp thạc sỹ chuyên ngành Hóa hữu cơ tại Đại học Sư phạm Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu hữu cơ.



Trần Thị Thanh Nhân sinh ngày 01/6/1998 tại Thừa Thiên Huế. Hiện nay, cô là sinh viên năm 03 ngành Hóa học, Trường Đại học Khoa học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu hữu cơ.