

ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN THỦY NHIỆT ĐẾN ĐẶC TRƯNG QUANG HỌC CỦA HẠT CACBON NANO

Lê Vũ Trường Sơn^{1*}, Lê Văn Thanh Sơn¹, Đinh Thanh Khấn¹, Nguyễn Quý Tuấn¹,
Phan Liễu¹, Trịnh Ngọc Đạt¹, Đặng Ngọc Toàn^{2,3}, Lê Vũ Thái Sơn⁴, Ngô Khoa Quang⁵

¹Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng

²Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ cao, Trường Đại học Duy Tân

³Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Duy Tân

⁴Trường Phổ thông cao đẳng FPT Polytechnic – Đà Nẵng

⁵Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: lvtson_kl@ued.udn.vn

Ngày nhận bài: 29/11/2021; ngày hoàn thành phản biện: 30/11/2021; ngày duyệt đăng: 4/4/2022

TÓM TẮT

Thời gian gần đây, việc tổng hợp, xác định đặc điểm và ứng dụng của hạt cacbon nano (CNPs) đang nhận được nhiều chú ý. Trong nghiên cứu này, chúng tôi nghiên cứu sự ảnh hưởng của thời gian thủy nhiệt đến đặc trưng quang học của CNPs được chế tạo từ hạt đậu nành bằng phương pháp thủy nhiệt. Cấu trúc, hình thái và tính chất quang của CNPs được nghiên cứu thông qua các phép đo nhiễu xạ tia X, chụp ảnh kính hiển vi điện tử truyền qua, và quang phổ huỳnh quang. Kết quả CNPs thu được có cường độ phát quang thay đổi theo thời gian thủy nhiệt và đạt giá trị lớn nhất ứng với 36 giờ. CNPs phát quang trong vùng xanh lam (Blue) đến vùng xanh lá (Green) với dải huỳnh quang rộng khoảng từ 380 đến 650 nm. Phổ phát quang phụ thuộc vào bước sóng kích thích. Hiệu suất lượng tử đạt giá trị lần lượt là 5,4%, 8,1%, 13,5%, 10,8%, và 8,1% tương ứng với các thời gian thủy nhiệt là 9, 24, 36, 48, và 72 giờ.

Từ khóa: Vật liệu phát quang, hạt cacbon nano, phương pháp thủy nhiệt, thời gian thủy nhiệt, hiệu suất lượng tử.

1. MỞ ĐẦU

Trong những thập kỷ gần đây, có rất nhiều các nghiên cứu tập trung vào các vật liệu cacbon mới xuất hiện. Với các đặc tính nổi bật về lí hóa, các vật liệu này thực sự đã tạo ra được sự chú ý của các nhóm nghiên cứu trên thế giới [1-6]. Một số các ứng dụng tiềm năng của nhóm vật liệu này có thể kể đến như chụp ảnh sinh học, pin mặt

trời, cảm biến ion, hấp phụ, siêu tụ điện và xúc tác quang [1-6]. Trong đó, vật liệu hạt cacbon nano (CNPs) đặc biệt được chú ý bởi các tính chất ưu việt [7-11]. Do độc tính thấp cộng với tính phát quang tương tự với vật liệu hạt nano bán dẫn (có chứa ion kim loại nặng cadmium, selen, tellurium hoặc chì) đã làm cho CNPs trở thành một trong các vật liệu hứa hẹn với nhiều ứng dụng tiềm năng [11]. Quá trình tổng hợp CNPs cũng tương đối dễ dàng, chi phí thấp [7-10]. Rất nhiều nghiên cứu đã được thực hiện với các nguồn cacbon khác nhau, từ các phân tử đơn giản như glucose, fructose hoặc sucrose, đến các polymer phức tạp như tinh bột, cellulose, hay các nguyên liệu có nguồn gốc từ sinh khối như nước cam, nước chuối, sữa, tóc người [12-18].

Thủy nhiệt là phương pháp được sử dụng rộng rãi để tổng hợp CNPs vì thực hiện đơn giản và dễ dàng mà không cần thêm bất kỳ hóa chất hoặc sử dụng thiết bị phức tạp nào [19]. Tuy nhiên, chỉ có một số báo cáo được công bố đánh giá ảnh hưởng của thời gian thủy nhiệt đến các đặc tính quang học của CNPs [20-21]. Hơn nữa, trong nghiên cứu trước đây, nhóm tác giả Chengzhou Zhu đã thành công trong việc áp dụng phương pháp thủy nhiệt để chế tạo hạt CNPs từ hạt đậu nành [22]. Đây chính là cơ sở để chúng tôi tiến hành nội dung nghiên cứu này. Cụ thể, chúng tôi đã thực hiện khảo sát sự ảnh hưởng của thời gian thủy nhiệt đến đặc trưng quang học của CNPs được chế tạo từ hạt đậu nành. Nhiệt độ tối ưu được chúng tôi lựa chọn để khảo sát yếu tố thời gian thủy nhiệt đến tính chất quang học là 200°C. Các khoảng thời gian thủy nhiệt gồm có 9, 24, 36, 48 và 72 giờ. Cấu trúc, hình thái và tính chất quang của CNPs được nghiên cứu thông qua các phép đo nhiễu xạ tia X, chụp ảnh kính hiển vi điện tử truyền qua, và quang phổ huỳnh quang.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Vật liệu và hóa chất

Hạt đậu nành được mua tại siêu thị Vinmart tại địa phương. Nước cất hai lần được sử dụng làm dung môi trong nghiên cứu. Các hóa chất H₂SO₄ (độ tinh khiết ≥ 98,0% được cung cấp bởi hãng Sigma-Aldrich), Quinine Sulfate (Merck) được sử dụng để xác định hiệu suất lượng tử của CNPs thu được.

2.2. Quy trình và phương pháp chế tạo

CNPs được chế tạo bằng phương pháp thủy nhiệt. Ban đầu, hạt đậu nành được rửa sạch bằng nước cất hai lần, rửa siêu âm trong 30 phút ở nhiệt độ phòng và làm khô trong tủ sấy trong 10 giờ ở nhiệt độ 50°C. Sau đó, hạt đậu nành được nghiền thành bột bằng máy nghiền hãng RETSCH MM 400 trong thời 30 phút với tần số nghiền là 15 Hz. Sản phẩm là 3 g bột đậu nành được khuấy đều trong 75 ml nước cất hai lần và cho vào bình Teflon để thủy nhiệt ở nhiệt độ 200°C. Các thời gian thủy nhiệt gồm có 9, 24, 36, 48 và 72 giờ. Sau quá trình thủy nhiệt, dung dịch được để nguội tự nhiên đến nhiệt độ

phòng. Tiếp đến, chúng tôi dùng giấy lọc để loại bỏ hạt có kích thước lớn bằng màng lọc 0,22 μm . Cuối cùng dung dịch được ly tâm với tốc độ 14000 vòng/phút trong thời gian 30 phút và bảo quản ở nhiệt độ phòng để sử dụng.



Hình 1. Quy trình chế tạo dung dịch carbon nano.

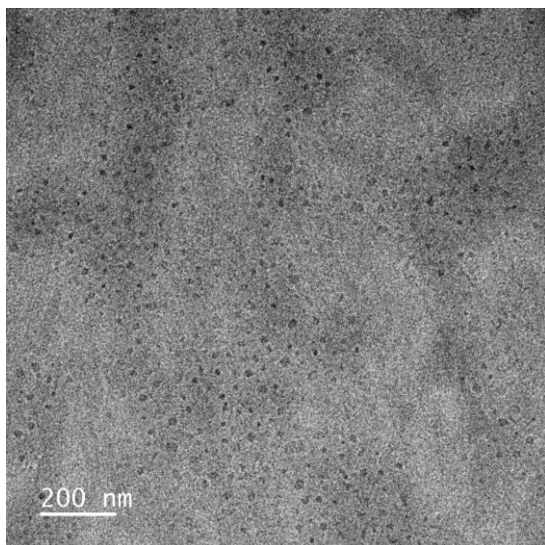
2.3. Thiết bị và phương pháp đo đạc

Chúng tôi đã sử dụng một số thiết bị như tủ sấy MEMMERT UNB 500 – Đức, máy ly tâm lạnh MIKRO 200R hãng Hettich – Đức, máy nghiền RETSCH MM 400 – Đức để chế tạo vật liệu. Cấu trúc của vật liệu được nghiên cứu bằng phương pháp nhiễu xạ tia X trên máy nhiễu xạ D8-Advance Eco của hãng Bruker – Đức sử dụng nguồn phát Cu-K α ($\lambda = 1,54056 \text{ \AA}$). Kích thước của CNPs được xác định bằng phương pháp chụp ảnh trên kính hiển vi điện tử truyền qua JEOL Jem-1010 của hãng JEOL – Nhật Bản với điện áp gia tốc là 80 kV. Các tính chất quang của vật liệu được nghiên cứu thông qua phổ phát quang và phổ kích thích thu được từ máy FL3-22 của hãng Horiba – Nhật Bản.

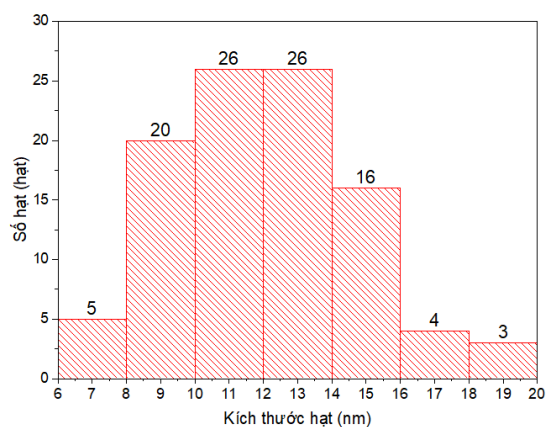
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hình thái và cấu trúc

Ảnh chụp từ kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) của mẫu CNPs với thời gian thủy nhiệt 36 giờ được trình bày ở hình 2. Từ ảnh TEM, chúng ta có thể thấy kích thước các CNPs khá đồng đều. Sử dụng phần mềm phân tích kích thước hạt ImageJ, biểu đồ phân bố kích thước của các CNPs đã được xác định và được trình bày trong hình 3. Dựa trên số liệu thống kê từ biểu đồ phân bố kích thước, đường kính trung bình của các CNPs được xác định là $12,25 \pm 2,98 \text{ nm}$.

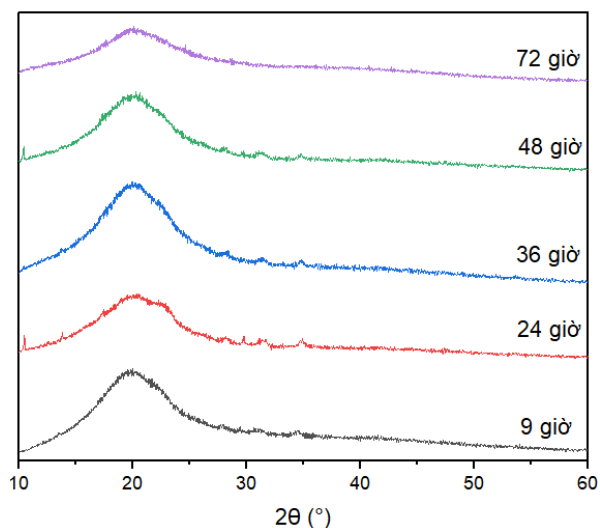


Hình 2. Hình ảnh TEM của mẫu CNPs với thời gian thủy nhiệt 36 giờ.



Hình 3. Biểu đồ phân bố kích thước hạt của mẫu CNPs với thời gian thủy nhiệt 36 giờ.

Giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) của các mẫu CNPs với các thời gian thủy nhiệt khác nhau được thể hiện trong hình 4. Giản đồ XRD của tất cả các mẫu CNPs gồm một đỉnh rộng xung quanh góc $2\theta = 20^\circ$. Đây là đỉnh đặc trưng cho vật liệu cacbon vô định hình [23]. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với giản đồ XRD của CNPs đã được công bố trước đây [13, 15, 17, 18].

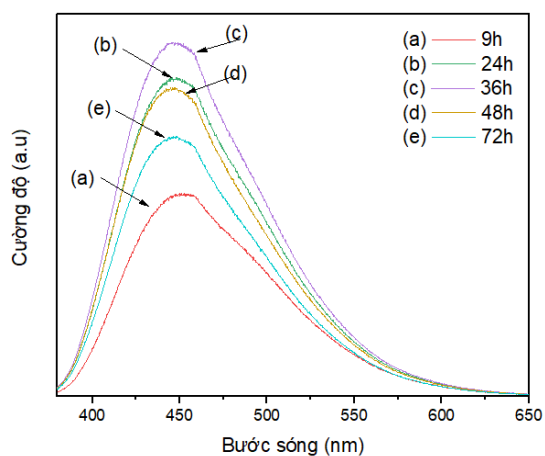


Hình 4. Giản đồ nhiễu xạ tia X của CNPs ở các thời gian thủy nhiệt khác nhau.

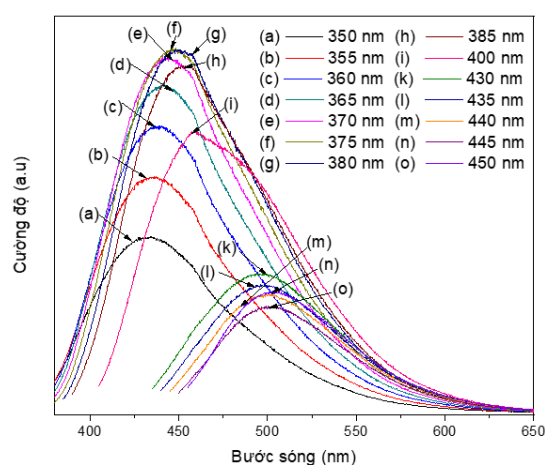
3.2. Đặc trưng quang học

Dưới ánh sáng phòng thí nghiệm, dung dịch CNPs có màu nâu nhạt trong khi được chiếu bởi đèn tử ngoại (UV) với bước sóng 375 nm, dung dịch CNPs có màu

xanh lam (blue) (hình 1). Các đặc trưng quang học của CNPs hoàn toàn bị ảnh hưởng bởi các điều kiện tổng hợp: thời gian thủy nhiệt, nhiệt độ thủy nhiệt và tỉ lệ tiền chất với dung môi [24]. Kết quả đo phổ phát quang thể hiện trên hình 5 cho thấy thời gian thủy nhiệt có ảnh hưởng đáng kể đến cường độ phát quang của CNPs. Cường độ phát quang tăng khi thời gian thủy nhiệt tăng. Sau đó, cường độ phát quang giảm khi thời gian thủy nhiệt trên 36 giờ. CNPs ở các thời gian thủy nhiệt khác nhau phát ra ánh sáng có cùng bước sóng, nhưng cường độ khác nhau và cường độ phát quang tối ưu đạt được sau 36 giờ thủy nhiệt. Kết quả này phù hợp công bố trước đây [24]. Nhận định ban đầu cho thấy, việc kéo dài thời gian thủy nhiệt đã dẫn đến tăng mật độ hạt cacbon trong dung môi và làm tăng cường độ phát quang [25]. Thời gian thủy nhiệt quá lâu dẫn đến hiện tượng dập tắt huỳnh quang [25]. Với hiện tượng này, chúng tôi sẽ đánh giá trên cơ sở kết quả khảo sát hiệu suất lượng tử như được trình bày bên dưới.

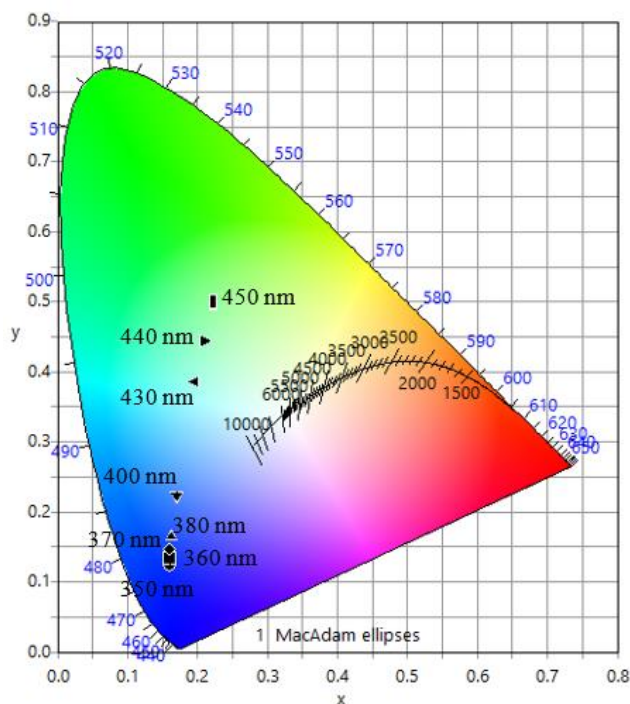


Hình 5. Phổ phát quang của CNPs ở các thời gian thủy nhiệt khác nhau.



Hình 6. Phổ phát quang của CNPs với thời gian thủy nhiệt 36 giờ khi được kích thích bởi các bước sóng khác nhau.

Để mô tả thêm các đặc tính quang học, chúng tôi đã tiến hành đo phổ phát quang (PL) ở các bước sóng kích thích khác nhau, kết quả được mô tả trên hình 6. Quan sát hình 6 ta thấy, phổ PL của CNPs phụ thuộc vào bước sóng kích thích và điều kiện này tương tự như đặc trưng phát quang của các vật liệu CNPs đã công bố trước đây [15-17]. Ta có thể thấy rằng, cường độ PL tăng dần với bước sóng kích thích từ 350 đến 380 nm và sau đó giảm xuống khi được kích thích ở các bước sóng lớn hơn. Vật liệu CNPs có hai vùng cực đại phát quang tại vị trí ~ 440 nm (xanh lam – Blue) và ~ 500 nm (xanh lá – Green). Phổ PL cho thấy các đỉnh phát xạ đặc trưng dịch chuyển đến vị trí bước sóng dài (dịch chuyển đỏ) từ 425 nm (đường màu đen) đến 500 nm (đường màu tím nhạt) với bước sóng kích thích từ 350 đến 450 nm. Theo các công bố trước đây, hiện tượng này có thể được giải thích là do sự phân bố kích thước không đồng đều của lõi cacbon và nhiều trạng thái lai hóa tồn tại trên các hạt cacbon [12-18].



Hình 7. Tọa độ màu của CNPs (36 giờ) khi được kích thích ở một số bước sóng khác nhau.

Ngoài ra, chúng tôi còn sử dụng tọa độ màu để thể hiện rõ màu sắc của CNPs khi được kích thích ở các bước sóng khác nhau. Màu sắc của CNPs có xu hướng thay đổi từ màu xanh lam sang màu xanh lá khi ta tăng giá trị của bước sóng kích thích. Kết quả này hứa hẹn ứng dụng triển vọng trong việc tạo ra vật liệu thay đổi màu sắc phát quang bằng cách thay đổi bước sóng kích thích [26]. Tính chất này rất phù hợp cho việc ứng dụng trong sản xuất đèn LED [27].

3.3. Hiệu suất lượng tử

Hiệu suất lượng tử (QY) là một thông số quan trọng để mô tả đặc tính của vật liệu nano phát quang. Trong đó, quy trình tính toán được chúng tôi thực hiện theo tài liệu tham khảo với quinine sulfate là dung dịch chuẩn [28]. Để tính toán QY, chúng tôi đã pha loãng quinine sulfate và CNPs ở ba nồng độ khác nhau với điều kiện tất cả đều có độ hấp thụ nhỏ hơn 0,1 tại bước sóng 380 nm. Quinine sulfate được hòa tan trong 0,1 M dung dịch H_2SO_4 (chiết suất n_x là 1,33) và CNPs được hòa tan trong nước cất hai lần (chiết suất n_y là 1,33). Quang phổ huỳnh quang của dung dịch quinine sulfate và CNPs được ghi lại ở cùng một bước sóng kích thích 380 nm. Sau đó, chúng tôi vẽ đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa cường độ phát quang và giá trị độ hấp thụ để xác định hệ số góc m_x và m_y . QY được tính theo công thức:

$$\Phi_y = \Phi_x \left(\frac{m_y}{m_x} \right) \left(\frac{n_y^2}{n_x^2} \right)$$

Trong đó, Trong đó Φ_y là hiệu suất lượng tử của CNPs, Φ_x là hiệu suất lượng tử của dung dịch quinine sulfate; m_y và m_x lần lượt là hệ số góc của đường phụ thuộc của cường độ phát quang vào độ hấp thụ ở bước sóng 380 nm của dung dịch CNPs và quinine sulfate; η_y là chiết suất của nước cất hai lần và η_x là chiết suất của dung dịch H_2SO_4 ($\eta_y = \eta_x = 1,33$).

Bảng 1. Hiệu suất lượng tử của CNPs ở các thời gian thủy nhiệt khác nhau.

Thời gian thủy nhiệt (giờ)	Hiệu suất lượng tử (%)
9	5,4
24	8,1
36	13,5
48	10,8
72	7,3

Kết quả tính toán QY của CNPs được trình bày trong bảng 1 và cho thấy sự ảnh hưởng của thời gian thủy nhiệt đến QY của CNPs. QY của CNPs tăng khi ta tăng thời gian thủy nhiệt và đạt giá trị cao nhất là 13,5% với thời gian thủy nhiệt 36 giờ. Khi tăng thời gian thủy nhiệt, số lượng các nhóm chức được hình thành trên bề mặt lõi cacbon sẽ tăng tỉ lệ [29]. Như chúng ta biết tính chất quang của CNPs được quyết định bởi sự hình thành của các nhóm chức trên bề mặt và điều này hoàn toàn phù hợp với kết quả chúng tôi tính toán được. Cụ thể, QY đạt giá trị cao nhất tương ứng với thời gian thủy nhiệt là 36 giờ. Tuy nhiên, việc tiếp tục tăng thời gian thủy nhiệt có thể dẫn đến quá trình cacbon hóa các nhóm chức trên bề mặt, dẫn đến làm giảm QY [29].

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này chúng tôi đã tổng hợp thành công vật liệu CNPs với tiền chất là hạt đậu nành bằng phương pháp thủy nhiệt. Kết quả khảo sát cho thấy, vật liệu CNPs phát quang trong vùng xanh lam và xanh lá dưới tia UV, và phụ thuộc vào bước sóng kích thích. Kết quả thực nghiệm cho thấy thời gian thủy nhiệt đóng vai trò quan trọng và ảnh hưởng trực tiếp đến cường độ phát quang cũng như hiệu suất lượng tử của vật liệu CNPs. Vật liệu CNPs khi được thủy nhiệt ở 200°C trong thời gian 36 giờ cho cường độ phát quang mạnh nhất và hiệu suất lượng tử lớn nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ray SC, Saha A, Jana NR, Sarkar R (2009). Fluorescent Carbon Nanoparticles: Synthesis, Characterization, and Bioimaging Application. *J Phys Chem C*, 113, 43, 18546–51.
- [2]. Lee TY, Alegeonkar PS, Yoo JW (2007). Fabrication of Dye Sensitized Solar Cell Using TiO_2 Coated Carbon Nanotubes. *Thin Solid Films*, 23, 515.

- [3]. Guo Y, Zhang L, Zhang S, Yang Y, Chen X, Zhang M (2012). Fluorescent carbon nanoparticles for the fluorescent detection of metal ions. *Biosens Bioelectron*, 63, 61–71.
- [4]. Pan B, Xing B (2008). Adsorption Mechanisms of Organic Chemicals on Carbon Nanotubes. *Environ Sci Technol*, 42, 24, 9005–13.
- [5]. Zhi M, Xiang C, Li J, Li M, Wu N (2012). Nanostructured carbon–metal oxide composite electrodes for supercapacitors: a review. *Nanoscale*, 5, 1, 72–88.
- [6]. Li H, He X, Liu Y, Huang H, Lian S, Lee S-T, et al (2011). One-step ultrasonic synthesis of water-soluble carbon nanoparticles with excellent photoluminescent properties. *Carbon*, 49, 2, 605–9.
- [7]. Wang S, Sun W, Yang D, Yang F (2020). Soybean-derived blue photoluminescent carbon dots. *Beilstein J. Nanotechnol*, 11, 606–619.
- [8]. Ding H, Li X-H, Chen X-B, et al (2020). Surface states of carbon dots and their influences on luminescence. *Pure Appl. Chem*, 127, 231101-231120.
- [9]. Singh V, Mishra AK (2016). Green and cost-effective fluorescent carbon nanoparticles for the selective and sensitive detection of iron (III) ions in aqueous solution: Mechanistic insights and cell line imaging studies. *Sens Actuators B Chem*, 227, 467–74.
- [10]. Qu S, Shen D, Liu X, Jing P, Zhang L, Ji W, et al (2014). Highly Luminescent Carbon-Nanoparticle-Based Materials: Factors Influencing Photoluminescence Quantum Yield. *Part Part Syst Charact*, 31, 11, 1175–82.
- [11]. Cao L, Sahu S, Anilkumar P, Bunker CE, Xu J, Fernando KAS, et al (2011). Carbon Nanoparticles as Visible-Light Photocatalysts for Efficient CO₂ Conversion and Beyond. *J Am Chem Soc*, 133, 13, 4754–7.
- [12]. Sevilla M, Fuertes AB (2009). Chemical and Structural Properties of Carbonaceous Products Obtained by Hydrothermal Carbonization of Saccharides. *Chem – Eur J*, 15, 16, 4195–203.
- [13]. Chin S, Mohd Yazid SNA, Pang S, Ng S (2012). Facile synthesis of fluorescent carbon nanodots from starch nanoparticles. *Mater Lett*, 85, 50–52.
- [14]. Sevilla M, Fuertes AB (2009). The production of carbon materials by hydrothermal carbonization of cellulose. *Carbon*, 47, 9, 2281–9.
- [15]. Sahu S, Behera B, Maiti TK, Mohapatra S (2012). Simple one-step synthesis of highly luminescent carbon dots from orange juice: application as excellent bio-imaging agents. *Chem Commun*, 48, 70, 8835–7.
- [16]. De B, Karak N (2013). A green and facile approach for the synthesis of water soluble fluorescent carbon dots from banana juice. *RSC Adv*, 3, 22, 8286–90.
- [17]. Han S, Zhang H, Zhang J, Xie Y, Liu L, Wang H, et al (2014). Fabrication, gradient extraction and surface polarity-dependent photoluminescence of cow milk-derived carbon dots. *RSC Adv*, 4, 101, 58084–9.
- [18]. Sun D, Ban R, Zhang P-H, Wu G-H, Zhang J-R, Zhu J-J (2013). Hair fiber as a precursor for synthesizing of sulfur- and nitrogen-co-doped carbon dots with tunable luminescence properties. *Carbon*, 64, 424–34.

- [19]. Ogi T, Aishima K, Permatasari FA, Iskandar F, Tanabe E, Okuyama K (2016). Kinetics of nitrogen-doped carbon dot formation via hydrothermal synthesis. *New J Chem*, 40, 6, 5555–61.
- [20]. Hou J, Wang W, Zhou T, Wang B, Li H, Ding L (2016). Synthesis and formation mechanistic investigation of nitrogen-doped carbon dots with high quantum yields and yellowish-green fluorescence. *Nanoscale*, 8, 21, 11185–93.
- [21]. Yang J, Chen W, Liu X, Zhang Y, Bai Y (2017). Hydrothermal synthesis and photoluminescent mechanistic investigation of highly fluorescent nitrogen doped carbon dots from amino acids. *Mater Res Bull*, 89, 26–32.
- [22]. Chengzhou Z, Junfeng Z, Shaojun D (2012). Bifunctional fluorescent carbon nanodots: green synthesis via soy milk and application as metal-free electrocatalysts for oxygen reduction. *Chem. Commun*, 48, 9367–9369.
- [23]. Hara M, Yoshida T, Takagaki A, Takata T, Kondo JN, Hayashi S, et al (2004). A Carbon Material as a Strong Protonic Acid. *Angew Chem Int Ed*, 43, 22, 2955–8.
- [24]. Wu Q, Li W, Wu P, Li J, Liu S, Jin C, et al (2015). Effect of reaction temperature on properties of carbon nanodots and their visible-light photocatalytic degradation of tetracycline. *RSC Adv*, 5, 92, 75711–21.
- [25]. Zulfajri M, Gedda G, Chang C-J, Chang Y-P, Huang GG (2019). Cranberry Beans Derived Carbon Dots as a Potential Fluorescence Sensor for Selective Detection of Fe³⁺ Ions in Aqueous Solution. *ACS Omega*, 4, 13, 15382–92.
- [26]. Zheng J, Wang Y, Zhang F, Yang Y, Liu X, Guo K, et al (2017). Microwave-assisted hydrothermal synthesis of solid-state carbon dots with intensive emission for white light-emitting devices. *J Mater Chem C*, 5, 32, 8105–11.
- [27]. He P, Shi Y, Meng T, Yuan T, Li Y, Li X, et al (2020). Recent advances in white light-emitting diodes of carbon quantum dots. *Nanoscale*, 12, 8, 4826–32.
- [28]. Williams ATR, Winfield SA, Miller JN (1983). Relative fluorescence quantum yields using a computer-controlled luminescence spectrometer. *Analyst*, 108, 1290, 1067–71.
- [29]. Yi Z, Li X, Zhang H, Ji X, Sun W, Yu Y, et al (2021). High quantum yield photoluminescent N-doped carbon dots for switch sensing and imaging. *Talanta*, 222, 121663.

EFFECT OF HYDROTHERMAL TIME ON OPTICAL PROPERTIES OF CARBON NANOPARTICLES

Le Vu Truong Son^{1*}, Le Van Thanh Son¹, Đinh Thanh Khan¹, Nguyen Quy Tuan¹, Phan Lien¹,
Trinh Ngoc Dat¹, Dang Ngoc Toan^{2,3}, Le Vu Thai Son⁴, Ngo Khoa Quang⁵

¹University of Education, Danang University

²Institute of Research and Development, Duy Tan University

³Faculty of Natural Sciences, Duy Tan University

⁴FPT Polytechnic

⁵University of Sciences, Hue University

*Email: lvtson_kl@ued.udn.vn

ABSTRACT

Recently, carbon nanoparticles (CNPs) synthesized from natural materials have attracted extensive attentions. In this study, we investigated the effect of the hydrothermal time on the optical properties of CNPs synthesized from soybeans by hydrothermal treatment. The structure, morphology and optical properties of CNPs were studied through measurements of X-ray diffraction, transmission electron microscopy imaging and fluorescence spectroscopy. The luminescence intensity of obtained CNPs varies with the hydrothermal time and reaches the maximum value corresponding to the hydrothermal time of 36 hours. CNPs fluoresce in a wide fluorescence band from 380 to 650 nm. The luminescence spectra depends on the excitation wavelength. The photoluminescence quantum yields of CNPs are 5.4, 8.1, 13.5, 10.8, and 8.1 % for the hydrothermal times of 9, 24, 36, 48 and 72 hours, respectively.

Keywords: Carbon nanoparticles; Hydrothermal method; Hydrothermal time; Photoluminescent materials; Quantum Yield.



Lê Vũ Trường Sơn sinh ngày 31/12/1994 tại Quảng Nam. Ông tốt nghiệp Cử nhân Vật lý tại trường Đại học Sư phạm – Đại học Đà Nẵng năm 2016. Năm 2019, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Lý luận và phương pháp dạy bộ môn Vật lý tại trường Đại học Sư phạm – Đại học Đà Nẵng. Hiện ông là giảng viên Khoa Vật lý, trường Đại học Sư phạm - Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu.



Lê Văn Thanh Sơn sinh ngày 11/02/1968 tại Huế. Năm 1995, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Quang học tại trường Đại học Khoa học – Đại học Huế. Hiện ông là giảng viên Khoa Vật lý, trường Đại học Sư phạm - Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu.



Đinh Thanh Khấn sinh ngày 00/03/1986 tại Quảng Nam. Ông nhận học vị Tiến sĩ ngành Vật lý tại Đại học Osaka – Nhật Bản năm 2014. Hiện ông là giảng viên tại trường Đại học Sư phạm – Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu.



Nguyễn Quý Tuấn sinh ngày 10/10/1984 tại Quảng Nam. Ông nhận học vị Tiến sĩ ngành Khoa học Vật liệu – Công nghệ Nano tại Viện Khoa học và Công nghệ tiên tiến Nhật Bản (JAIST) năm 2014. Hiện ông là giảng viên tại trường Đại học Sư phạm – Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu.



Phan Liễn sinh ngày 10/08/1985 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2010, ông tốt nghiệp cử nhân Sư phạm Vật lý tại Trường Đại học Sư phạm, Đại Học Đà Nẵng. Hiện nay, ông công tác tại Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu.



Trịnh Ngọc Đạt sinh ngày 03/11/1990 tại Đà Nẵng. Năm 2013, ông tốt nghiệp Kỹ sư ngành Điện tử - Viễn thông tại Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng. Hiện đang là học viên cao học Ngành Kỹ thuật điện tử tại Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng, và đang công tác tại Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu.



Đặng Ngọc Toàn sinh ngày 21/07/1985 tại Phú Yên. Ông nhận học vị Tiến sỹ ngành Vật lý chất rắn tại Liên bang Nga năm 2013 và được bổ nhiệm PGS vào năm 2018. Hiện ông là giảng viên, nghiên cứu viên tại trường Đại học Duy Tân, Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu từ, Vật liệu đa chức năng, Vật lý chất rắn trong điều kiện áp suất cao.



Lê Vũ Thái Sơn sinh ngày 31/12/1994 tại Quảng Nam. Ông tốt nghiệp Cử nhân Vật lý học tại trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng năm 2016. Năm 2018, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Lý luận và phương pháp dạy học bộ môn Vật lý tại Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng. Hiện ông là Giảng viên bộ môn Vật lý, trường Phổ thông Cao đẳng FPT Polytechnic.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu.



Ngô Khoa Quang, sinh ngày 16/09/1984 tại Thành phố Huế. Năm 2006, ông tốt nghiệp Cử nhân ngành Vật lý tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Năm 2009, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Quang học tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Năm 2014, ông tốt nghiệp tiến sĩ chuyên ngành Khoa học Vật liệu tại Viện khoa học và Công nghệ tiên tiến Nhật Bản (JAIST). Hiện nay, ông giảng dạy tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hiệu ứng Quang phi tuyến, Cộng hưởng plasmon bề mặt, Vật liệu hạt cacbon nano.