ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ THỦY NHIỆT ĐẾN HIỆU SUẤT LƯỢNG TỬ CỦA DUNG DỊCH CACBON NANO CHẾ TẠO TỪ LÁ LỐT

Lê Vũ Trường Sơn[1*], Trần Thị Nguyên Thảo[1], Vũ Trịnh Huyền Anh[1], Đoàn Văn Dương[1], Cao Nữ Thùy Linh[2], Ngô Khoa Quang[3*]

[1]Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng

[2]Viện Nghiên cứu và Đào tạo Việt Anh, Đại học Đà Nẵng

[3]Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: lvtson_kl@ued.udn.vn, nkquang@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/02/2023; ngày hoàn thành phản biện: 13/3/2023; ngày duyệt đăng: 8/6/2023

TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu sự ảnh hưởng của nhiệt độ thủy nhiệt đến hiệu suất lượng tử của hạt cacbon nano (CNPs) được chế tạo từ lá lốt bằng phương pháp thủy nhiệt. Hình thái, cấu trúc và hiệu suất lượng tử của CNPs được đánh giá thông qua các phép đo chụp ảnh kính hiển vi điện tử truyền qua, nhiễu xạ tia X và quang phổ huỳnh quang. Áp dụng phương pháp so sánh với dung dịch chuẩn là quinine sulfate có hiệu suất lượng tử 54%. Kết quả tính toán hiệu suất lượng tử của CNPs có giá trị được lần lượt là 3,02%, 5,06% và 6,71% tương ứng với các nhiệt độ thủy nhiệt là 180°C, 200°C và 220°C.

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

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, vật liệu huỳnh quang ở kích thước nano đã thu hút nhiều sự quan tâm của rất nhiều nhóm nghiên cứu trên thế giới và được xem là ứng viên tiềm năng thay thế các đầu dò nhuộm huỳnh quang truyền thống [1]. Đặc biệt, vật liệu nano huỳnh quang trong những năm gần đây đang được tập trung nghiên cứu và phát triển khá nhanh do nhu cầu ứng dụng trong cảm biến hóa học, sinh học và các lĩnh vực liên quan khác [1,2]. So với thuốc nhuộm huỳnh quang truyền thống, vật liệu nano huỳnh quang có hiệu ứng kích thước lượng tử và các hiệu ứng độc đáo khác khi ở nano, có thể khắc phục nhiều khuyết điểm của loại thuốc nhuộm truyền thống (độ ổn định thấp, cường độ huỳnh quang yếu, hiệu suất lượng tử thấp và bị tẩy trắng) [1]. Vì vậy, vật liệu nano huỳnh quang đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong vật lý, sinh học và

hóa học [3]. Nằm trong nhóm vật liệu nano huỳnh quang, hạt cacbon nano (CNPs) đã trở thành tâm điểm của sự chú ý do các đặc tính phát quang độc đáo [4].

Kể từ khi được phát hiện vào năm 2004, một loạt các kỹ thuật tổng hợp đã được phát triển để chế tạo CNPs. Các phương pháp tổng hợp thường được phân loại thành từ trên xuống và từ dưới lên [5]. Đối với phương pháp từ trên xuống, hạt CNPs được hình thành thông qua các quy trình cắt hóa học hoặc vật lý từ các vật liệu nano có kích thước lớn hơn CNPs, bao gồm phóng điện hồ quang, sử dụng laser công suất lớn, phương pháp điện hóa, hoặc phương pháp oxy hóa sử dụng axit [6-9]. Các nguồn tiền chất phổ biến cho phương pháp này là ống nano cacbon và than chì. Một số hạn chế của phương pháp tiếp cận từ trên xuống để tổng hợp CNPs là yêu cầu về vật liệu và thiết bị đắt tiền, điều kiện phản ứng cần đảm bảo và thời gian tổng hợp thường kéo dài [10]. Trong các phương pháp tiếp cận từ dưới lên, CNPs được tổng hợp từ các tiền chất là các phân tử thích hợp trong các điều kiện nhất định, ví dụ như nhiệt phân, vi sóng, siêu âm, và mốt số các phương pháp khác [11,12]. Nằm trong nhóm kỹ thuật chế tạo hạt nano từ dưới lên, phương pháp thủy nhiệt thường được ưu tiên lựa chọn do kỹ thuật đơn giản, thân thiện với môi trường và đặc biệt rất phù hợp với các tiền chất có nguồn gốc từ sinh khối. Các kỹ thuật từ dưới lên chủ yếu sử dụng phương pháp thủy nhiệt với dung môi nước được coi là thuận lợi vì nó không biến chứng, có thể tái tạo và chi phí thấp [13,14]. Trong số các phương pháp này, chúng tôi đã chọn phương pháp thủy nhiệt để chế tạo CNPs, đây được xem là phương pháp đơn giản và hiệu quả trong số các phương pháp đã nêu trên. Đây là kỹ thuật chế tạo sử dụng nước ở áp suất và nhiệt độ cao nhằm tạo ra sự phân hủy nhiệt hóa (thermochemical degradation) các vật liệu có nguồn gốc từ sinh khối (biomass). Một số công bố trước đây cho thấy, tính chất quang nói chung, giá hiệu suất lượng tử và kích thước của hạt CNPs nói riêng có thể được thay đổi một cách đáng kể khi chế tạo bằng phương pháp thủy nhiệt [15-19].

Flavonoids là một hợp chất tự nhiên thường được tìm thấy trong trái cây, rau và các loại thực phẩm có nguồn gốc thực vật khác. Chúng được biết đến với đặc tính chống oxy hóa và có nhiều lợi ích cho sức khỏe cũng như khả năng chống ung thư, kháng khuẩn và kháng vi-rút [20]. Nghiên cứu của tác giả Azizah Ugusman cho thấy hàm lượng flavonoids có trong cây lá lốt có giá trị ~ 57,5 mg CAE/g DW [21]. Dù là loài thực vật khá phổ biến tại Việt Nam nhưng hàm lượng flavonoids có trong lốt là khá cao khi so sánh với một số loại thực vật khác như muồng lá khế (cassia occidentalis, ~ 35,3 CAE/g DW), màn màn vàng (cleome viscosa, ~ 36,2 CAE/g DW), hay mimosa (mimosa hamata, ~ 40,3 mg CAE/g DW) [20]. Gần đây, nghiên cứu của Jing Xu cũng chỉ ra rằng, chiết xuất flavonoids từ lá bạch quả (ginkgo biloba) có thể được dùng để chế tạo CNPs và được ứng dụng trong phát hiện ion Pb^{2+} với giới hạn đến 55 pM [22]. Vì vậy, việc tổng hợp CNPs từ nguồn nguyên liệu tự nhiên này (lá lốt) cũng như đánh giá hiệu suất lượng tử sản phẩm chế tạo cần được làm rõ, tạo cơ sở cho những nghiên cứu tiếp theo nhằm chức năng hóa vật liệu cho những ứng dụng liên quan đến sinh học và hóa học.

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu về hình thái học cũng như cấu trúc vật liệu CNPs. Sử dụng lá lốt làm nguyên liệu ban đầu, chúng tôi đã quan sát thấy sự thay đổi rõ ràng hiệu suất lượng tử khi các mẫu được xử lý nhiệt ở nhiệt độ 180, 200 và 220°C. Bằng cách sử dụng Quinine sulfat làm tham chiếu, chúng tôi nhận thấy có sự gia tăng đáng kể hiệu suất lượng tử cùng với sự thay đổi nhiệt độ thủy nhiệt. Kết quả của nghiên cứu này sẽ là cơ sở để đánh giá các thông số quang và định hướng cho các ứng dụng trong tương lai của CNPs tổng hợp từ lá lốt.

2. THỰC NGHIỆM

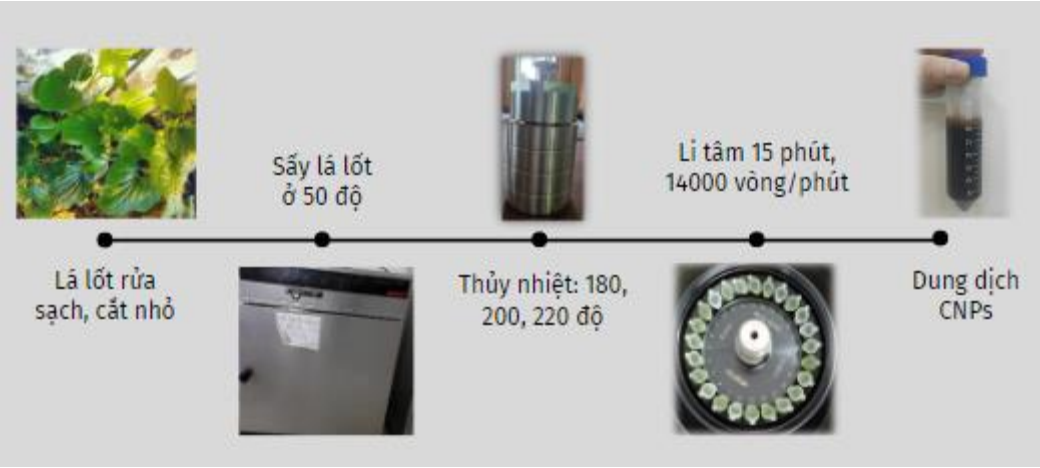
2.1. Vật liệu và hóa chất

Lá lốt được chúng tôi rửa sạch trước khi cho vào bình thủy nhiệt. Nước cất hai lần được sử dụng làm dung môi trong nghiên cứu này. Các hóa chất H_2SO_4 (Sigma-Aldrich), Quinine Sulfate (AnalaR NORMAPUR) được sử dụng để xác định hiệu suất lượng tử của CNPs thu được.

2.2. Thiết bị và phương pháp đo đạc

Chúng tôi đã sử dụng tủ sấy MEMMERT UNB 500 – Đức để tổng hợp mẫu bằng phương pháp thủy nhiệt. 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-Kα (λ = 1,54056 Å). 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 hấp thụ thu được từ máy FL3-22 của hãng Horiba – Nhật Bản.

2.3. Quy trình và phương pháp chế tạo

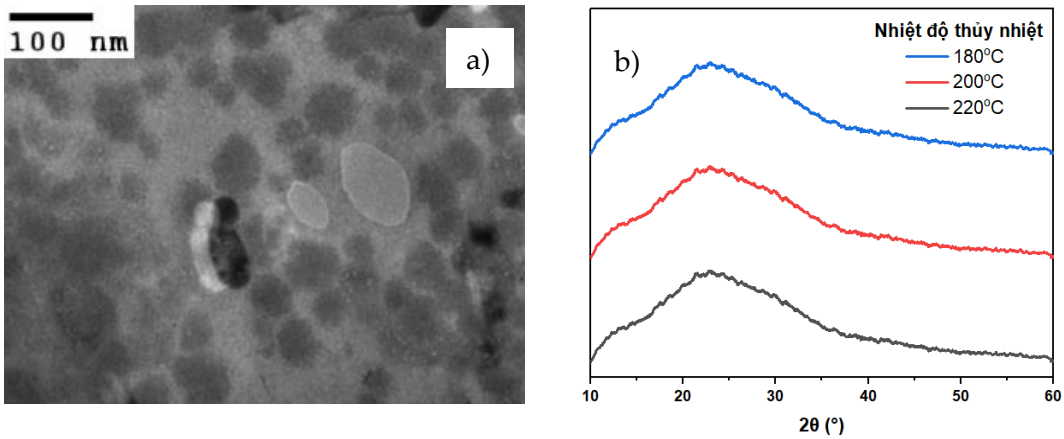


Hình 1. Quy trình chế tạo dung dịch CNPs từ lá lốt bằng phương pháp thủy nhiệt.

Lá lốt sau khi chọn lọc lại được rửa sạch bằng nước cất 2 lần. Sau đó, lá lốt được thái nhỏ và sấy khô ở nhiệt độ 50°C trong thời gian 24 tiếng. Chúng tôi, tiến hành cho 5g lá lốt, 80ml nước cất 2 lần vào teflon và tiến hành thủy nhiệt trong thời gian 4 tiếng ở các nhiệt độ 180°C, 200°C, 220°C. Bình thủy nhiệt sau đó được để nguội đến nhiệt độ phòng. Dung dịch màu nâu sẫm thu được sau quá trình thủy nhiệt được cho qua giấy lọc thô trước khi tiến hành lọc tinh với đầu lọc (syringe) 0,22 μm và ly tâm với tốc độ 14000 vòng/phút trong 15 phút để thu được dung dịch chứa hạt CNPs.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hình thái và cấu trúc



Hình 2. (a) Ảnh TEM của dung dịch CNPs được thủy nhiệt ở 220°C với thanh định cỡ 100 nm. (b) Giản đồ nhiễu xạ tia X của dung dịch CNPs thu được khi thủy nhiệt ở các nhiệt độ 180°C, 200°C, 220°C.

Ảnh chụp từ kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) của mẫu CNPs được trình bày ở hình 2a. Từ ảnh TEM, chúng ta có thể thấy kích thước các CNPs khá đồng đều và có giá trị khoảng vài chục nanomet. Bước đầu cho thấy đã chế tạo thành công vật liệu có kích thước nano. Để nghiên cứu cấu trúc vật liệu đã chế tạo được, chúng tôi tiến hành đo nhiễu xạ tia X (XRD).

Giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) của các mẫu CNPs được thủy nhiệt ở các nhiệt độ khác nhau thể hiện trong hình 2b. Kết quả cho thấy tất cả các mẫu CNPs đều cho đỉnh rộng có giá trị 2θ lân cận 23,5°. 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 như bã đậu nành, thuốc lá, vỏ cây liễu, cây rau mùi, vỏ dưa hấu, hạt kê, rau cải chân vịt [15-19, 23-25].

3.2. Hiệu suất lượng tử

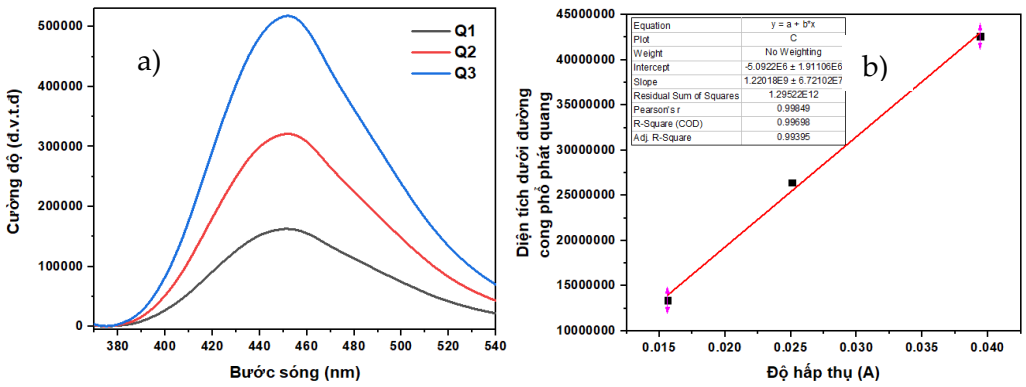
Quinine sulfate dạng bột được hòa tan trong H_2SO_4 0,1 M (chiết suất 1,33) trong khi CNPs được hòa tan trong nước cất 2 lần (chiết suất 1,33). Trong quá trình tính toán hiệu suất lượng tử, 3 giá trị nồng độ khác nhau của dung dịch quinine sulfate và dung dịch CNPs được chuẩn bị sao cho độ hấp thụ có giá trị nhỏ hơn 0,1 tại bước sóng 350 nm và được chú thích ở bảng 1. Quang phổ huỳnh quang của dung dịch quinine sulfate và CNPs được ghi lại ở cùng một bước sóng kích thích 350 nm với độ rộng khe kích thích là 1 nm và độ rộng khe phát xạ là 2 nm. Dựa trên kết quả đo phổ phát quang thu được 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. Hiệu suất lượng tử khi đó được tính theo công thức [26]:

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

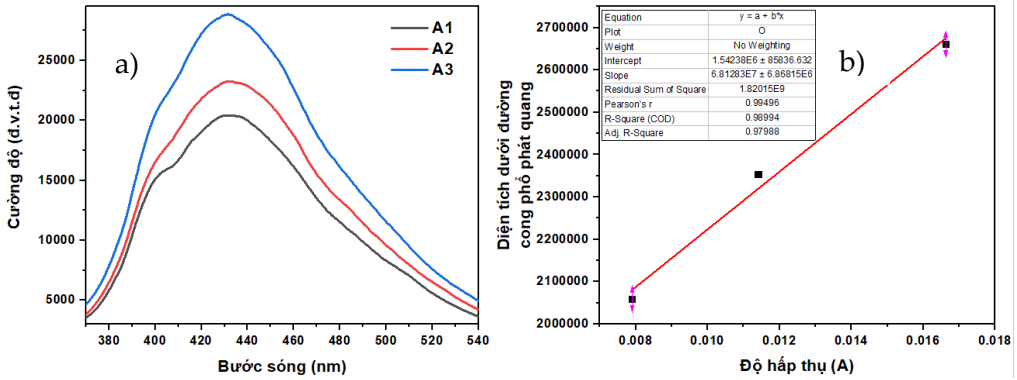
Trong đó, Φ_y là hiệu suất lượng tử của CNPs, Φ_x là hiệu suất lượng tử của dung dịch quinine sulfate; m_y và m_x lần lượt là hệ số góc của đường phụ thuộc của cường độ phát quang vào độ hấp thụ ở bước sóng 350 nm của dung dịch CNPs và quinine sulfate; η_y là chiết suất của nước cất hai lần và η_x là chiết suất của dung dịch H_2SO_4 ($\eta_y = \eta_x$ = 1,33).

Bảng 1. Số liệu độ hấp thụ và diện tích dưới đường cong phổ phát quang của dung dịch CNPs và Quinine sulfate.

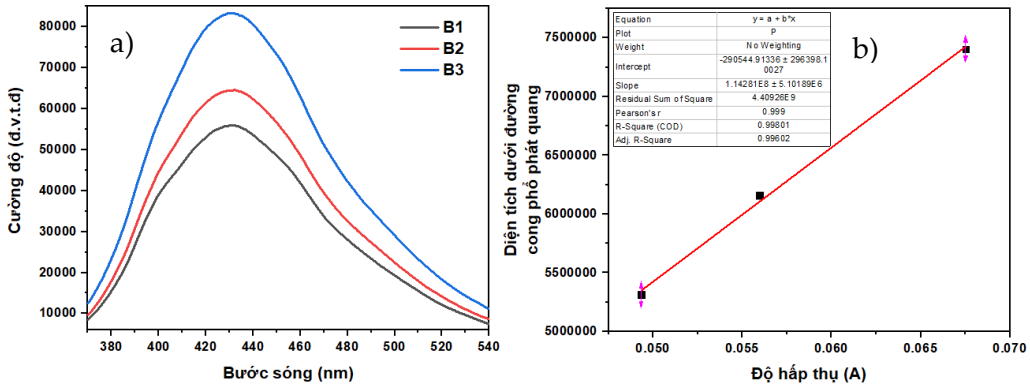
Dung dịch Quinine sulfate			Dung dịch cacbon nano			
Kí hiệu	Độ hấp thụ	Diện tích dưới đường cong phổ phát quang	Nhiệt độ thủy nhiệt	Kí hiệu	Độ hấp thụ	Diện tích dưới đường cong phổ phát quang
				A1	0.00789	2059340
Q1	0.01562	13408500	**180°C**	**A2**	0.0114	2353900
				A3	0.01662	2660820
				B1	0.04934	5313480
Q2	0.02508	26437600	**200°C**	**B2**	0.05597	6159000
				B3	0.06752	7406250
				C1	0.05557	8419340
Q3	0.0394	42616000	**220°C**	**C2**	0.06774	10024900
				C3	0.07368	11224600



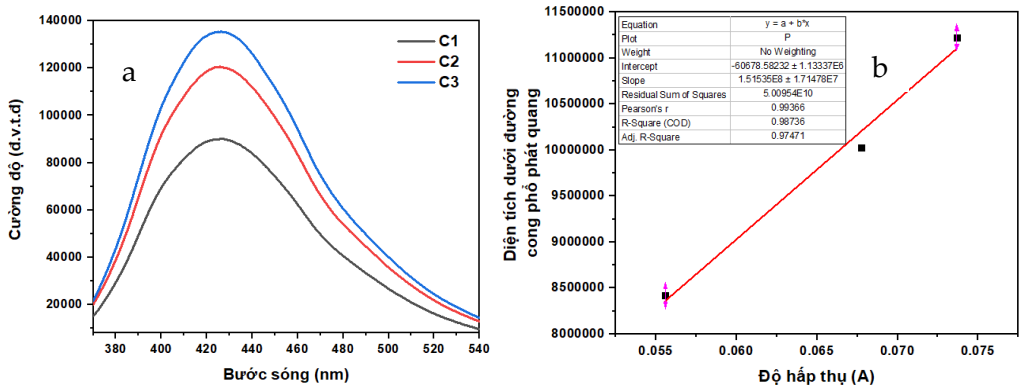
Hình 3. (a) Phổ phát quang của dung dịch quinine sulfate ở các giá trị nồng độ khác nhau. (b) Đường chuẩn mô tả mối liên hệ giữa độ hấp thụ và diện tích dưới đường cong phổ phát quang của dung dịch quinine sulfate.



Hình 4. (a) Phổ phát quang của dung dịch CNPs được thủy nhiệt ở **180°C** với các giá trị nồng độ khác nhau. (b) Đường chuẩn mô tả mối liên hệ giữa độ hấp thụ và diện tích dưới đường cong phổ phát quang của dung dịch CNPs được thủy nhiệt ở **180°C**.



Hình 5. (a) Phổ phát quang của dung dịch CNPs được thủy nhiệt ở **200°C** với các giá trị nồng độ khác nhau. (b) Đường chuẩn mô tả mối liên hệ giữa độ hấp thụ và diện tích dưới đường cong phổ phát quang của dung dịch CNPs được thủy nhiệt ở **200°C**.



Hình 6. (a) Phổ phát quang của dung dịch CNPs được thủy nhiệt ở **220°C** với các giá trị nồng độ khác nhau. (b) Đường chuẩn mô tả mối liên hệ giữa độ hấp thụ và diện tích dưới đường cong phổ phát quang của dung dịch CNPs được thủy nhiệt ở **220°C**.

Thay lần lượt các giá trị thu được từ các đồ thị được thể hiện ở các hình 3b, 4b, 5b, 6b, chúng ta xác định hiệu suất lượng tử của dung dịch CNPs được thủy nhiệt ở các nhiệt độ:

Nhiệt độ **180°C:**

$$\Phi_y = 54\%(\frac{68128300}{1220180000})(\frac{1,33^2}{1,33^2}) = 3,02\%$$

Nhiệt độ **200°C:**

$$\Phi_y = 54\%(\frac{114000000}{1220180000})(\frac{1,33^2}{1,33^2}) = 5,06\%$$

Nhiệt độ **220°C:**

$$\Phi_y = 54\%(\frac{152000000}{1220180000})(\frac{1,33^2}{1,33^2}) = 6,71\%$$

Khi tăng nhiệt độ lên khoảng 11,12% (từ 180°C lên 200°C) thì hiệu suất lượng tăng 67,55% (từ 3,02% lên 5,06%) và tiếp tục tăng nhiệt độ lên khoảng 22,24% (từ 180°C lên 220°C) thì hiệu suất lượng tăng 122,19% (từ 3,02% lên 6,71%). Kết quả cho thấy hiệu suất lượng tử CNPs được tổng hợp từ lá lốt bằng phương pháp thủy nhiệt tỷ lệ thuận với nhiệt độ thủy nhiệt. Hiệu suất lượng tử của dung dịch CNPs được chế tạo từ lá lốt có giá trị cao nhất đạt được là 6,71%. So sánh với các kết quả tính toán hiệu suất lượng tử từ các tiền chất khác đã được công bố như: sữa đậu nành (QY = 2,6%), thuốc lá (QY = 3,2%), vỏ cây liễu (QY = 6,0%), cây rau mùi (QY = 6,48%), vỏ dưa hấu (QY = 7,1%), hay hạt kê (QY = 5,67%) ta thấy rằng giá trị hiệu suất lượng tử của dung dịch CNPs thu được với tiền chất lá lốt có giá trị khá cao dù chưa được thụ động hóa bề mặt [15-19,23,24].

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này chúng tôi đã tổng hợp thành công vật liệu CNPs với tiền chất là lá lốt bằng phương pháp thủy nhiệt. Kết quả thực nghiệm cho thấy nhiệt độ thủy nhiệt ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất lượng tử của vật liệu CNPs. Hiệu suất lượng tử của vật liệu CNPs đạt giá trị cao nhất 6,71% tại nhiệt độ 220^{o}C. Đây được xem là giá trị khá cao khi so sánh với CNPs được tổng hợp từ tự nhiên không mà không qua quá trình thụ động hóa bề mặt. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, CNPs có thể được tổng hợp bằng cách cacbon hoá nguồn nguyên liệu tự nhiên khi sử dụng phương pháp thủy nhiệt, đây được xem như một giải pháp tiếp cận thân thiện với môi trường. Dựa trên kết quả đã đạt được, các nghiên cứu tiếp theo sẽ được thực hiện để đánh giá các đặc tính hóa lý của vật liệu này và xem xét các ứng dụng trong các lĩnh vực phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. D. Xiao, H. Qi, Y. Teng, D. Pierre, P. Takunda Kutoka, and D. Liu (2021). Advances and Challenges of Fluorescent Nanomaterials for Synthesis and Biomedical Applications. *Nanoscale Research Letters*, 16, 167.

[2]. V. Harish, D. Tewari, M. Gaur, A.B. Yadav, S. Swaroop, M. Bechelany, A. Barhoum (2022). Review on Nanoparticles and Nanostructured Materials: Bioimaging, Biosensing, Drug Delivery, Tissue Engineering, Antimicrobial, and Agro-Food. *Nanomaterials*, 12, 457.

[3]. U. Resch-Genger, M. Grabolle, S. Cavaliere-Jaricot, R. Nitschke, and T. Nann (2008). Quantum dots versus organic dyes as fluorescentlabels. *Nature Methods*, 5, 9, 763–775.

[4]. H. J. Li, X. Wei, Y. Q. Xu et al (2015). Determination of aspirin using functionalized cadmium-tellurium quantum dots as a fluorescence probe. *Analytical Letters*, 48, 7, 1117–1127.

[5]. Hsu PC, Chang HT (2012). Synthesis of high-quality carbon nanodots from hydrophilic compounds: role of functional groups. *Chem Commun*, 48, 33, 3984.

[6]. X. Xu, R. Ray, Y. Gu, H.J. Ploehn, L. Gearheart, K. Raker, W.A. Scrivens (2004). Electrophoretic Analysis and Purification of Fluorescent Single-Walled Carbon Nanotube Fragments. *J. Am. Chem. Soc*, 126, 12736–12737.

[7]. Y. Sun, B. Zhou, Y. Lin, W. Wang, K.A.S. Fernando, P. Pathak, M.J. Meziani, B.A. Harruff, X. Wang, H. Wang, et al (2006). Quantum-Sized Carbon Dots for Bright and Colorful Photoluminescence. *J. Am. Chem. Soc*, 128, 7756-7757.

[8]. M. Liu, Y. Xu, F. Niu, J.J. Gooding, J. Liu (2016). Carbon quantum dots directly generated from electrochemical oxidation of graphite electrodes in alkaline alcohols and the applications for specific ferric ion detection and cell imaging. *Analyst*, 141, 2657–2664.

[9]. A. Sciortino, A. Cayuela, M.L. Soriano, F.M. Gelardi, M. Cannas, M. Valcarcel, F. Messina (2017). Different natures of surface electronic transitions of carbon nanoparticles. *Phys. Chem*, 19, 22670–22677.

[10]. Sharma A, Das J (2019). Small molecules derived carbon dots: synthesis and applications in sensing, catalysis, imaging, and biomedicine. *J Nanobiotech*, 17.

[11]. Lim SY, Shen W, Gao Z (2015). Carbon quantum dots and their applications. *Chem. Soc. Rev*, 44, 362.

[12]. Sharon M, Sharon M (2015). Graphene Science and Industry. *Wiley Scrivener*, USA.

[13]. Sahu S, Behera B, Maiti TK, Mohapatra S (2012). Simple onestep synthesis of highly luminescent carbon dots from orange juice: application as excellent bio-imaging agents. *Chem Comm*, 48, 8835–8837.

[14]. Titirici MM, Antonietti M, Baccile N (2008). Hydrothermal carbon from biomass: a comparison of the local structure from poly-to monosaccharides and pentoses/hexoses. *Green Chem*, 10, 1204–1212.

[15]. C. Zhu, J. Zhai, and S. Dong (2012). Bifunctional fluorescent Carbondots: green synthesis via soy milk and application as metal-free electrocatalysts for oxygen reduction. *Chem. Commun*, 48, 9367–9369.

[16]. Y. Sha, J. Lou, S. Bai, D. Wu, B. Liu, and Y. Ling (2013). Hydrothermal synthesis of nitrogen containing Carbondots as the high-efficient sensor for copper (II) ions. *Mater. Res. Bull*, 48, 1728–1731.

[17]. X. Qin, W. Lu, A. M. Asiri, A. O. Al-Youbi, and X. Sun (2013). Green, low-cost synthesis of photoluminescent carbon dots by hydrothermal treatment of willow bark and their application as an effective photocatalyst for fabricating Au nanoparticles–reduced graphene oxide nanocomposites for glucose detection. *Catal. Sci. Technol*, 3, 1027–1035.

[18]. A. Sachdev and P. Gopinath (2015). Green synthesis of multifunctional carbon dots from coriander leaves and their potential application as antioxidants, sensors and bioimaging agents. *The Analyst*, 140, 4260-4269.

[19]. J. Zhou, Z. Sheng, H. Han, M. Zou, and C. Li (2012). Facile synthesis of fluorescent carbon dots using watermelon peel as a carbon source. *Mater. Lett*, 66, 222-224.

[20]. A. Ullah, S. Munir, S. L. Badshah, N. Khan, L. Ghani, B. G. Poulson, A-H. Emwas, M. Jaremko (2020). Important flavonoids and their role as a therapeutic agent. *Molecules*, 25, 5243.

[21]. A. Ugusman, Z. Zakaria, C. K. Hui, N. A. M. M. Nordin, Z. A. Mahdy (2012). Flavonoids of Piper sarmentosum and its cytoprotective effects against oxidative stress. *EXCLI journal*, 11, 705.

[22]. J. Xu, X. Jie, F. Xie, H. Yang, W. Wei, Z. Xia (2018). Flavonoid moiety-incorporated carbon dots for ultrasensitive and highly selective fluorescence detection and removal of Pb^{2+}. *Nano Research*, 11, 3648-3657.

[23]. M. Hara, T. Yoshida, A. Takagaki, T. Takata, J. N. Kondo, S. Hayashi, K. Domen (2004). A Carbon Material as a Strong Protonic Acid. *Angew.Chem*, 43, 2955-2958.

[24]. Nguyễn Tấn Hoàng Vũ, Lê Thị Diệu Hiền, Lê Xuân Diễm Ngọc, Hồ Thị Thu Hương, Ngô Khoa Quang (2018). Xác định hiệu suất lượng tử của dung dịch carbon nano chế tạo từ hạt kê. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Khoa học – Đại học Huế*, 13, 1, 87-94.

[25]. Trần Thị Thanh Nhàn, Phan Thị Kim Uyên, Nguyễn Quý Tuấn, Ngô Khoa Quang, Đặng Ngọc Toàn, Đoàn Văn Dương, Trịnh Ngọc Đạt, Phan Liễn, Đinh Thanh Khẩn, Lê Văn Thanh Sơn, Lê Vũ Trường Sơn (2021). Chế tạo hạt cacbon nanô theo hướng tiếp cận xanh bằng phương pháp thủy nhiệt. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, 19, 9, 64-68.

[26]. Williams ATR, Winfield SA, Miller JN (1983). Relative fluorescence quantum yields using a computer-controlled luminescence spectrometer. *Analyst*, 108, 1290, 1067–71.

EFFECT OF REACTION TEMPERATURE ON QUANTUM YIELD OF CARBON NANOPARTICLES DERIVED FROM PIPER LOLOT

Le Vu Truong Son[1*], Tran Thi Nguyen Thao[1], Vu Trinh Huyen Anh[1], Doan Van Duong[1], Cao Nu Thuy Linh[2], Ngo Khoa Quang[3*]

[1] The University of Danang – University of Education

[2] Institute for Research & Executive Education – The University of Danang

[3] University of Sciences, Hue University

*Email: lvtson_kl@ued.udn.vn, nkquang@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

In this study, we investigate the impact of hydrothermal temperature on the quantum yield of carbon nanoparticles (CNPs) prepared from piper lolot using the hydrothermal method. The morphology, structure, and quantum yield of the CNPs were investigated by using various measurements, such as transmission electron microscopy, X-ray diffraction, and photoluminescence. We used the comparison method with a standard quinine sulfate solution that has a quantum yield of 54%. The calculated quantum yield values of 3.02%, 5.06%, and 6.71% correspond to the hydrothermal temperatures of 180°C, 200°C, and 220°C, respectively.

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

Lê Vũ Trường Sơn sinh ngày 31/12/1994 tại Quảng Nam. Ông tốt nghiệp Cử nhân Vật lí 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 lí tại trường Đại học Sư phạm – Đại học Đà Nẵng. Hiện nay, ông giảng dạy tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu.

Trần Thị Nguyên Thảo sinh ngày 27/03/2001 tại Đà Nẵng. Hiện cô đang là sinh viên ngành Sư phạm Vật lý, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu.

Vũ Trịnh Huyền Anh sinh ngày 19/12/2001 tại Thanh Hóa. Hiện cô đang là sinh viên ngành Sư phạm Vật lí, Trường Đại học Sư phạm, ĐH Đà Nẵng.

Đoàn Văn Dương sinh ngày 03/02/1990 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2012, ông tốt nghiệp Cử nhân ngành Sư phạm Hóa Học tại trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng. Năm 2014, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành hóa Hữu cơ tại trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng. Hiện nay, ông giảng dạy tại trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu, Hóa Lí, Hóa Hữu cơ.

Cao Nữ Thùy Linh sinh ngày 24/08/1994 tại Bình Định. Năm 2016, bà tốt nghiệp cử nhân Sư phạm Vật lý tại Trường Đại học Sư phạm TP. Hồ Chí Minh. Năm 2019, bà tốt nghiệp Thạc sĩ chuyên ngành Phương pháp Lý luận và dạy học Bộ môn Vật lý tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng. Hiện nay, bà công tác tại Viện Nghiên cứu và Đào tạo Việt Anh, Đại học Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Khoa học Vật liệu, Giáo dục STEM.

Ngô Khoa Quang sinh ngày 16/09/1984 tại Thành phố Huế. Năm 2006, ông tốt nghiệp Cử nhân ngành Vật lí 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.