

# NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO AG NANO/TiO<sub>2</sub> BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHIẾU XẠ CHÙM TIA ĐIỆN TỬ LÀM XÚC TÁC QUANG PHÂN HỦY RHODAMINE B TRONG NƯỚC

Nguyễn Thị Kim Lan<sup>\*</sup>, Nguyễn Thành Được, Nguyễn Ngọc Duy, Cao Văn Chung, Nguyễn Quốc Hiền

*Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ*

*\*Email: lktnguyen345@gmail.com*

**Tóm tắt:** Ô nhiễm môi trường đang là vấn đề nghiêm trọng đe dọa đời sống nhân loại nói chung và Việt Nam nói riêng. Nghiên cứu xử lý triệt để các hợp chất hữu cơ trong môi trường bị ô nhiễm luôn là mối quan tâm hàng đầu của mỗi quốc gia. Bạc nano gắn lên TiO<sub>2</sub> (Ag nano/TiO<sub>2</sub>) với nồng độ Ag khác nhau đạt được bằng phương pháp chiếu xạ chùm tia điện tử được thử nghiệm làm xúc tác quang hoá để phân hủy chất hữu cơ trong nước. Các tính chất đặc trưng của Ag nano/TiO<sub>2</sub> được khảo sát bằng ảnh chụp hiển vi điện tử truyền qua (TEM), phổ nhiễu xạ tia X (XRD) và đo diện tích bề mặt (BET). Ag nano tạo thành có kích thước hạt trong khoảng 2-30 nm. Hiệu quả xúc tác quang hoá phân hủy Rhodamine B (RhB) của vật liệu Ag nano/TiO<sub>2</sub> theo nồng độ Ag cũng được khảo sát. Hiệu quả xúc tác quang hoá phân hủy Rhodamine B (RhB) của vật liệu Ag nano/TiO<sub>2</sub> cao hơn so với TiO<sub>2</sub> dưới ánh sáng khả kiến.

**Từ khóa:** *Xúc tác quang hoá, Ag nano, TiO<sub>2</sub>, chiếu xạ electron beam*

## I. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, giải quyết ô nhiễm môi trường là vấn đề hàng đầu đặt ra cho toàn thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Trong số các chất độc hại thải ra môi trường, đáng chú ý là những hợp chất hữu cơ bền, khó bị phân hủy sinh học, lan truyền và tồn dư một thời gian dài trong môi trường. Trong đó, Rhodamine b (RhB) là một trong những chất hữu cơ được sử dụng phổ biến làm phẩm nhuộm trong ngành sinh học, đánh dấu dòng chảy, dệt nhuộm... Do vậy, việc nghiên cứu xử lý triệt để các hợp chất hữu cơ trong môi trường bị ô nhiễm luôn là mối quan tâm hàng đầu của mỗi quốc gia và đặc biệt có ý nghĩa quan trọng đối với cuộc sống hiện tại và tương lai của con người. Để xử lý các hợp chất ô nhiễm hữu cơ, người ta kết hợp nhiều phương pháp khác nhau như hấp thụ, sinh học, chiếu xạ, oxy hóa,... tùy thuộc vào dạng tồn tại của từng chất gây ô nhiễm [1-3]. Trong đó, oxy hóa các chất hữu cơ sử dụng vật liệu xúc tác quang hóa là phương pháp có nhiều ưu điểm như sử dụng năng lượng thấp, chất xúc tác không đổi về lượng và chất sau phản ứng hóa học, hiệu quả kinh tế, không gây độc... đang thu hút sự quan tâm nghiên cứu của các nhà khoa học [3-8]. Quá trình xúc tác quang hóa là phản ứng hóa học xảy ra khi chất xúc tác bị kích thích bởi ánh sáng thích hợp và chất xúc tác không đổi về lượng và chất sau phản ứng [5]. Nhiều oxit kim loại khác nhau như ZnO, TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>,... được ứng dụng làm chất xúc tác quang hóa để phân hủy các chất hữu cơ. Trong đó, TiO<sub>2</sub> được xem là vật liệu quang xúc tác hiệu quả nhất do có độ bền hóa lý, hoạt tính xúc tác cao, giá thành thấp, an toàn với môi trường, dễ sản xuất và xúc tác phân hủy nhiều loại chất hữu cơ ô nhiễm trong nước [9-12]. TiO<sub>2</sub> có cấu trúc đặc trưng gồm vùng dẫn và vùng hóa trị được phân tách bởi một dải năng lượng gọi là vùng cấm (E<sub>g</sub>). Khi TiO<sub>2</sub> bị kích thích bởi nguồn sáng có năng lượng lớn hơn hoặc bằng năng lượng E<sub>g</sub> thì điện tử (e<sup>-</sup>) từ vùng hóa trị nhảy lên vùng dẫn và để lại lỗ trống ở vùng hóa trị. Các e<sup>-</sup> và lỗ trống di chuyển đến bề mặt xúc tác có thể oxy hóa các chất hữu cơ hấp phụ trên bề mặt [6, 9, 13-16]. Tuy nhiên, TiO<sub>2</sub> cũng có một số hạn chế khi ứng dụng thực tế như năng lượng vùng cấm cao (E<sub>g</sub> = 3,2 eV) và chỉ bị kích thích bởi tia tử ngoại để chuyển e<sup>-</sup> từ dải hóa trị đến dải dẫn. Ngoài ra, e<sup>-</sup>

và lỗ trống tạo thành có thể tái kết hợp trong thời gian ngắn làm giảm hiệu quả xúc tác [8]. Vì vậy, nghiên cứu làm tăng hiệu quả xúc tác quang hóa của  $\text{TiO}_2$  khi chiếu sáng khả kiến cũng như hạn chế quá trình tái kết hợp của  $e^-$  và lỗ trống là cần thiết.

Trong nghiên cứu của Li và cs, chất màu metylen xanh bị phân hủy 80-100% khi sử dụng Ag- $\text{TiO}_2$  làm xúc tác quang hóa dưới ánh sáng khả kiến trong khi chỉ 24% metylen xanh bị cắt mạch quang hóa khi sử dụng  $\text{TiO}_2$  [8]. Tác giả Hou và cs đã nghiên cứu gắn Ag nano lên màng  $\text{TiO}_2$  bằng phương pháp chiếu xạ EB. Kết quả cho thấy, màng  $\text{TiO}_2$  có gắn Ag nano làm tăng hiệu quả xúc tác cắt mạch metylen cam 2,28 lần so với màng  $\text{TiO}_2$  [7]. Ngoài ra, trong nghiên cứu của tác giả Schuler và cộng sự,  $\text{TiO}_2$  nano có kích thước hạt 10 nm có hiệu quả xúc tác quang hóa dưới ánh sáng UV làm phân hủy chất màu RhB và khi có sự hiện diện của Ag nano thì hiệu quả xúc tác quang hóa tăng thêm 20% [3].  $\text{TiO}_2$  sử dụng trong các nghiên cứu thường được chế tạo từ tiền chất titanium isopropoxide [4,15] hoặc từ  $\text{TiO}_2$  thương mại. Nhiều nghiên cứu sử dụng  $\text{TiO}_2$  thương mại cho thấy quá trình gắn các kim loại quý (Ag, Au, Pt) hay phi kim (C, N) lên  $\text{TiO}_2$  đơn giản, giảm thời gian chế tạo vật liệu đồng thời đạt hiệu quả quang xúc tác cao [1, 3, 5, 6, 11, 14]. Đã có một số nghiên cứu sử dụng  $\text{TiO}_2$  làm vật liệu xúc tác quang hóa phân hủy chất hữu cơ trong nước, tuy nhiên nghiên cứu gắn Ag nano lên  $\text{TiO}_2$  bằng phương pháp chiếu xạ làm vật liệu xúc tác quang hóa phân hủy chất hữu cơ còn hạn chế. Viet cùng cs đã nghiên cứu gắn Ag nano lên  $\text{TiO}_2$  nanotube bằng phương pháp chiếu xạ gamma, kết quả cho thấy vật liệu nanocomposit Ag/ $\text{TiO}_2$  loại bỏ được 95,4% chất màu metylen xanh dưới ánh sáng mặt trời giả lập và có thể tái sử dụng xúc tác được 5 lần [13]. Trong công trình nghiên cứu của Nhu và cs cho thấy Ag nano gắn lên  $\text{TiO}_2$  bằng phương pháp chiếu xạ gamma phân hủy 86% chất màu RhB ở nồng độ Ag sử dụng là 1,5% [14]. Vật liệu Ag nano/ $\text{TiO}_2$  được chế tạo có thể phân hủy chất hữu cơ trong nước ở vùng ánh sáng khả kiến, điều này làm cho quy trình xử lý nước thải đơn giản, ít tốn chi phí nhiên liệu.

## II. THÍ NGHIỆM

### 1. Vật liệu

$\text{TiO}_2$  (kích thước hạt < 25 nm, 100% anatase, Sigma), Hydroxyethylcellulose (HEC-Merk),  $\text{AgNO}_3$  (Trung Quốc), RhodamineB (RhB - Merk), nước cất 1 lần.

### 2. Phương pháp

- Tổng hợp vật liệu Ag nano/ $\text{TiO}_2$ : phân tán đều 10 g  $\text{TiO}_2$  trong 50 ml nước, khuấy từ trong 30 phút. Cho  $\text{AgNO}_3$  vào hệ phân tán để đạt nồng độ  $\text{Ag}^+$  khác nhau 0,5% -3% so với  $\text{TiO}_2$ . Sau đó, cho hỗn hợp  $\text{Ag}^+$ / $\text{TiO}_2$  vào 50 ml dung dịch HEC 2% và khuấy từ trong 30 phút. Chiếu xạ mẫu trong khoảng liều xạ từ 10-55 kGy được thực hiện trên máy gia tốc chùm tia điện tử (EB) UELR-10-15S2 tại Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ. Mẫu sau chiếu xạ được rửa qua nước cất và ly tâm 2 lần, sấy khô ở 60 °C và nghiền bi để thu được bột Ag nano/ $\text{TiO}_2$ .

- Khảo sát tính chất đặc trưng của bột Ag nano/ $\text{TiO}_2$ : pha tinh thể của Ag nano/ $\text{TiO}_2$  được khảo sát bằng phổ nhiễu xạ tia X (XRD) trên máy D8 - Bruker,  $2\theta = 20^\circ$ - $80^\circ$ , bức xạ  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda = 0,154$  nm). Hình dạng và kích thước hạt Ag nano được khảo sát bằng ảnh chụp kính hiển vi điện tử truyền qua TEM (TEM-1400, JEOL, Nhật Bản). Diện tích bề mặt (BET) của vật liệu được đo trên máy Quantachrome NOVA 1000e trong vùng áp suất tương đối P/P0 từ 0,05-0,35, nhiệt out gas 160 °C trong 2h, hấp phụ đẳng nhiệt  $\text{N}_2$  ở 77K.

- Hoạt tính xúc tác của Ag nano/ $\text{TiO}_2$ : Hàm lượng xúc tác là 0,1g trong 100 ml dung dịch màu RhB nồng độ 10mg/L. Hỗn hợp phản ứng được khuấy trong tối 30 phút ở tốc độ 200 vòng/phút để đạt cân bằng hấp phụ giải hấp trên bề mặt xúc tác. Sau đó, hỗn hợp được chiếu sáng

trực tiếp bằng đèn led trắng loại 50W ( $\lambda \geq 400$  nm) và khuấy với tốc độ như trên. Phản ứng được tiến hành trong 7 giờ. Hỗn hợp phản ứng được đặt cách nguồn sáng khoảng 10 cm. Sau mỗi khoảng thời gian chiếu sáng 30 phút, lấy 4 ml dung dịch phản ứng ly tâm tốc độ 6000 vòng/phút trong 5 phút để tách xúc tác Ag nano/TiO<sub>2</sub> và dung dịch màu. Dung dịch màu sau ly tâm được đo UV-Vis ở bước sóng 553 nm trên máy Jasco-V630, Nhật, thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

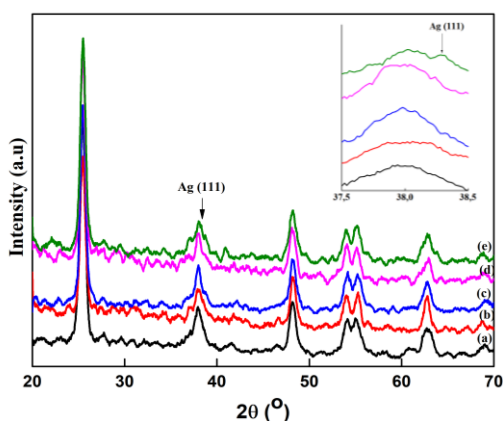
Thuốc nhuộm Rhodamine B (RhB) được sử dụng rộng rãi như chất chỉ thị ô nhiễm hữu cơ trong nước. Hoạt tính xúc tác của Ag nano/TiO<sub>2</sub> theo nồng độ Ag được đánh giá bởi tốc độ suy giảm nồng độ RhB theo phương trình:

Hiệu suất phân huỷ RhB (DE, %) =  $(C_0 - C) / C_0 \times 100$ , với  $C_0$  và  $C$  lần lượt là nồng độ RhB trong dung dịch tại thời điểm ban đầu và thời điểm lấy mẫu đo hấp thụ quang học.

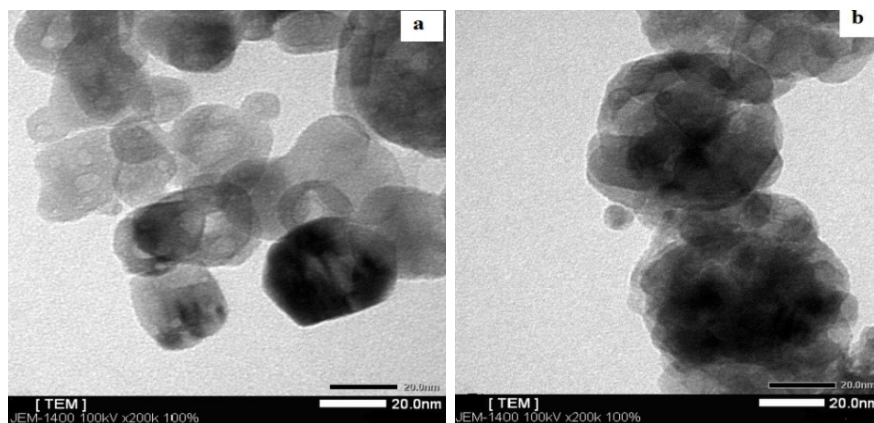
### III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

#### 1. Đặt trưng tính chất của vật liệu xúc tác quang hoá Ag nano/TiO<sub>2</sub>

Giản đồ XRD của Ag nano/TiO<sub>2</sub> với nồng độ Ag khác nhau được trình bày trong hình 1 cho thấy đều thể hiện các đỉnh đặc trưng như TiO<sub>2</sub>, điều này chứng tỏ cấu trúc tinh thể TiO<sub>2</sub> không bị phá hủy bởi quá trình chiếu xạ EB. TiO<sub>2</sub> có cấu trúc tinh thể pha anatase chiếm ưu thế với các đỉnh đặc trưng ở  $2\theta = 25,5^\circ, 36,9^\circ, 48,0^\circ, 55,4^\circ, 62,1^\circ, 68,1^\circ$  và  $71,0^\circ$  [17]. Ở nồng độ Ag lớn hơn 2%, phổ nhiễu xạ có thêm peak ở vị trí  $2\theta = 38,3^\circ$  tương ứng với mặt phẳng (111) tinh thể lập phương tâm mặt của Ag<sup>0</sup> [13]. Cường độ peak của Ag nano thấp có thể là do nồng độ thấp của Ag trong vật liệu xúc tác.



Hình 1: Giản đồ XRD của (a) TiO<sub>2</sub>, (b) Ag 0,5%/TiO<sub>2</sub>, (c) Ag 1%/TiO<sub>2</sub>, (d) Ag 2%/TiO<sub>2</sub>, (e) Ag 3%/TiO<sub>2</sub>



Hình 2: Ảnh TEM (a) TiO<sub>2</sub> và (b) xúc tác quang hoá Ag nano 3%/TiO<sub>2</sub>

Ảnh TEM của  $\text{TiO}_2$  và Ag nano 3%/ $\text{TiO}_2$  được thể hiện trong hình 2(a) và (b). Kết quả cho thấy kích thước trung bình của  $\text{TiO}_2$  trong khoảng 10-40 nm. Kích thước hạt  $\text{TiO}_2$  không thấy có sự thay đổi đáng kể sau quá trình gắn hạt Ag nano. Kết quả hình 2 (b) cho thấy kích thước hạt Ag nano trong khoảng 2-30 nm.

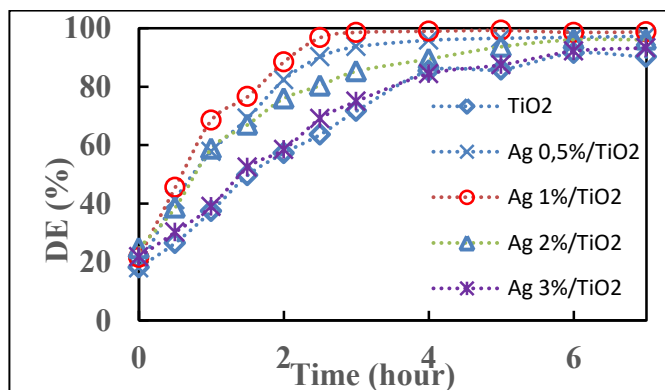
Bảng 1: diện tích bề mặt BET của  $\text{TiO}_2$  và Ag nano/ $\text{TiO}_2$

| Xúc tác                      | Diện tích bề mặt BET |
|------------------------------|----------------------|
| $\text{TiO}_2$               | 51,258               |
| Ag nano 0,5%/ $\text{TiO}_2$ | 57,050               |
| Ag nano 1%/ $\text{TiO}_2$   | 68,597               |
| Ag nano 2%/ $\text{TiO}_2$   | 59,812               |
| Ag nano 3%/ $\text{TiO}_2$   | 59,712               |

Diện tích bề mặt của xúc tác là thông số quan trọng ảnh hưởng đến hoạt tính xúc tác của vật liệu [9]. Diện tích bề mặt của  $\text{TiO}_2$  và  $\text{TiO}_2$  gắn Ag nano với hàm lượng Ag khác nhau được khảo sát bằng phương pháp hấp phụ khí  $\text{N}_2$  chỉ ra trong bảng 1. Kết quả cho thấy diện tích bề mặt của các mẫu Ag nano/ $\text{TiO}_2$  với nồng độ Ag nano từ 0,5% đến 3% đều tăng so với  $\text{TiO}_2$ . Diện tích bề mặt tăng khi nồng độ Ag tăng đến 1% sau đó diện tích bề mặt giảm khi nồng độ Ag tăng đến 2% và 3%. Có thể kết luận rằng nồng độ Ag 1% là phù hợp để làm tăng diện tích bề mặt của xúc tác quang hoá Ag nano/ $\text{TiO}_2$  hiệu quả. Điều này được thể hiện qua hiệu suất phân huỷ chất màu RhB của vật liệu xúc tác  $\text{TiO}_2$  có và không có gắn Ag nano.

## 2. Hoạt tính xúc tác của Ag nano/ $\text{TiO}_2$ khi chiếu ánh sáng khả kiến

Hiệu suất phân huỷ RhB của xúc tác quang hoá  $\text{TiO}_2$  và Ag nano/ $\text{TiO}_2$  với nồng độ Ag khác nhau được thể hiện trong hình 3. Dưới ánh sáng khả kiến, hiệu suất phân huỷ RhB của các xúc tác quang hoá Ag nano/ $\text{TiO}_2$  đều cao hơn so với  $\text{TiO}_2$ . Điều này chứng tỏ  $\text{TiO}_2$  gắn Ag nano làm tăng hiệu quả quang xúc tác phân huỷ chất màu RhB. Hiệu quả xúc tác phụ thuộc vào hàm lượng bạc nano trong vật liệu và hiệu quả cao nhất đạt được với vật liệu quang xúc tác chứa 1% bạc nano. Tuy nhiên, hiệu quả quang xúc tác giảm khi nồng độ Ag tăng đến 3%. Từ kết quả này có thể kết luận rằng, nồng độ Ag 1% là phù hợp để đạt hiệu suất phân huỷ RhB cao nhất. Trong công trình nghiên cứu của Deliang chen và cộng sự [18] cho thấy  $\text{TiO}_2$  (Degusa-P25) gắn Ag nano nồng độ 1% được tổng hợp bằng phương pháp khử quang học (UV-Vis) cũng cho thấy hoạt tính xúc tác quang hoá phân huỷ RhB đạt hiệu quả cao nhất.



Hình 3: Hiệu suất phân huỷ quang hoá RhB của  $\text{TiO}_2$  và Ag nano/ $\text{TiO}_2$  với nồng độ Ag khác nhau dưới ánh sáng khả kiến.

Ảnh hưởng của hàm lượng kim loại Ag đến hiệu năng quang xúc tác của vật liệu Ag nano/ $\text{TiO}_2$  có thể là do khả năng tái kết hợp của cặp  $e^- +$  lỗ trống và tán xạ ánh sáng. Đối với

quang xúc tác có nồng độ Ag thấp (Ag nano 0,5%/TiO<sub>2</sub>), hiệu suất quang xúc tác không cao vì số lượng giao diện Ag-TiO<sub>2</sub> không đủ lớn làm hạn chế khả năng hấp thụ ánh sáng. Ngược lại, quang xúc tác có mật độ Ag cao (Ag nano 2%/TiO<sub>2</sub> hoặc Ag nano 3%/TiO<sub>2</sub>) làm cho các vùng plasmon trường gần cảm ứng ánh sáng liền kề quá gần nhau và dễ dàng trùng lặp lẫn nhau tạo điều kiện cho sự tái kết hợp của cặp e<sup>-</sup> + lỗ trống dẫn đến hiệu quả quang xúc tác thấp. Ngoài ra, sự hấp thụ ánh sáng khả kiến của TiO<sub>2</sub> bị giảm do sự tán xạ và hấp thụ ánh sáng của lớp vỏ Ag từ đó làm giảm hoạt tính ánh sáng khả kiến vì hiệu ứng che chắn của lớp Ag đối với xúc tác có nồng độ Ag lớn hơn 1%. Vật liệu quang xúc tác Ag nano/TiO<sub>2</sub> với nồng độ Ag phù hợp (1%) không chỉ hấp thụ được đủ ánh sáng do hiệu ứng cộng hưởng plasmon bề mặt của Ag nano mà còn có hiệu quả phân tách cặp e<sup>-</sup> + lỗ trống dẫn đến hiệu quả quang xúc tác tăng đáng kể.

#### IV. KẾT LUẬN

Đã chế tạo được vật liệu quang xúc tác Ag nano/TiO<sub>2</sub> bằng phương pháp chiếu xạ EB. Kết quả cho thấy kích thước hạt Ag nano/TiO<sub>2</sub> trong khoảng 2-30 nm. Hoạt tính xúc tác của vật liệu phụ thuộc vào nồng độ Ag nano và vật liệu có nồng độ Ag 1% có hoạt tính xúc tác cao nhất đối với mức độ phân hủy hợp chất RhB. Dưới ánh sáng khả kiến, hoạt tính quang xúc tác của vật liệu Ag nano 1%/TiO<sub>2</sub> tăng khoảng 33% so với TiO<sub>2</sub> sau khoảng thời gian chiếu sáng 2,5 giờ.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. R. Molinari, C. Lavorato, P. Argurio. "Recent progress of photocatalytic membrane reactors in watertreatment and in synthesis of organic compounds: A review", *Catalysis Today*, 281, 144-164, 2017.
- [2]. C. M. Teh, A. R. Mohamed. "Roles of titanium dioxide and ion-doped titanium dioxide on photocatalytic degradation of organic pollutants (phenolic compounds and dyes) in aqueous solutions: A review", *Journal of Alloys and Compounds*, 509, 1648-1660, 2011.
- [3]. E. Schuler, A-K. Gustavsson, S. Hertenberger, K. Sattler. "Solar photocatalytic and electrokinetic studies of TiO<sub>2</sub>/Ag nanoparticle suspensions", *Solar Energy*, 96, 220-226, 2013.
- [4]. M. K. Seery, R. Gearge, P. Floris, S. C. Pillai. "Doped titanium dioxide nanomaterials for enhanced visible light photocatalysis", *Journal of Photochemistry Photobiology A*, 189, 258-263, 2007.
- [5]. S. Oros-Ruiz, R. Zanella, B. Prado. "Photocatalytic degradation of trimethoprim by metallic nanoparticle supported on TiO<sub>2</sub>-P25", *Journal of Hazardous Materials*, 263, 28-35, 2013.
- [6]. S Saha, J.M. Wang, A. Pal. "Nano silver impregnation on commercial TiO<sub>2</sub> and a comparative photocatalytic account to degrade malachite green", *Separation and Purification Technology*, 89, 147-159, 2012.
- [7]. X-G. Hou, A-D. Liu. "Modification of photocatalytic TiO<sub>2</sub> thin films by electron beam irradiation", *Radiation Physics and Chemistry*, 77, 345-351, 2008.
- [8]. Y. Li, M. Ma, W. Chen, L. Li, M. Zen. "Preparation of Ag-doped TiO<sub>2</sub> nanoparticles by a miniemulsion method and their photoactivity in visible light illuminations", *Materials Chemistry and Physics*, 129, 501-505, 2011.
- [9]. M. Nasiriana, M. Mehrvar. "Modification of TiO<sub>2</sub> to enhance photocatalytic degradation of organics in aqueous solutions", *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4, 4072-4082, 2016.
- [10]. C. J. Lin, W. T. Yang. "Ordered mesostructured Cu-doped TiO<sub>2</sub> spheres as active visible-light-driven photocatalysts for degradation of paracetamol", *Chemical Engineering Journal*, 237, 131-137, 2014.

- [11]. E. S. Elmolla, M. Chaudhuri. "Photocatalytic degradation of amoxicillin, ampicillin and cefaclor antibiotics in aqueous solution using UV/TiO<sub>2</sub> and UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> photocatalysis", *Desalination*, 252, 46-52, 2010.
- [12]. L. Rimoldi, D. Meroni, E. Falletta, A. M. Ferretti, A. Gervasini, G. Cappelletti, S. Ardizzone. "The role played by different TiO<sub>2</sub> features on the photocatalytic degradation of paracetamol", *Applied Surface Science*, 424, 198-205, 2017.
- [13]. P. V. Viet, T. T. Sang, N. Q. Hien, C. M. Thi, L. V. Hieu. "Synthesis of a silver/TiO<sub>2</sub> nanotube nanocomposite by gamma irradiation for enhanced photocatalytic activity under sunlight", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B, 429, 14-18, 2018.
- [14]. V. T. T. Nhu, H. N. A. Tuan, N. Q. Hien, D. Q. Minh. "Synthesis of Ag nano/TiO<sub>2</sub> by  $\gamma$ -irradiation and optimisation of photocatalytic degradation of Rhodamine B", *International Journal Nanotechnology*, 15, Nos. 1/2/3, 2018.
- [15]. C. G. Aba-Guevara, I. E. Medina-Ramírez, A. Hernández-Ramírez, J. Jáuregui-Rincón, J. A. Lozano-Álvarez, J. L. Rodríguez-López. "Comparison of two synthesis methods on the preparation of Fe, N-Co-doped TiO<sub>2</sub> materials for degradation of pharmaceutical compounds under visible light", *Ceramics International*, 43, 5068-5079, 2017.
- [16]. L. Yang, L. E. Yu, M. B. Ray. "Degradation of paracetamol in aqueous solutions by TiO<sub>2</sub> photocatalysis", *Water Research*, 42, 3480-3488, 2008.
- [17]. W. Su, S.S. Wei, S.Q. Hu, J.X. Tang. "Preparation of TiO<sub>2</sub>/Ag colloids with ultraviolet resistance and antibacterial property using short chain polyethylene glycol", *Journal of Hazardous Materials*, 172, 716-720, 2009.
- [18]. D. Chen, Q. Chen, L. Ge, L. Yin, B. Fan, H. Wang, H. Lu, H. Xu, R. Zhang, G. Shao. "Synthesis and Ag-loading-density-dependent photocatalytic activity of Ag@TiO<sub>2</sub> hybrid nanocrystals", *Applied Surface Science*, 284, 921-929, 2013.

## SYNTHESIS OF AG NANO/TIO<sub>2</sub> BY ELECTRON BEAM IRRADIATION FOR PHOTO-DEGRADATION OF RHODAMINE B COMPOUND IN WATER

Nguyen Thi Kim Lan<sup>\*</sup>, Nguyen Thanh Duoc, Nguyen Ngoc Duy, Cao Van Chung, Nguyen Quoc Hien

*Research and Development Center for Radiation Technology*

<sup>\*</sup>*Email: lktnguyen345@gmail.com*

**Abstract:** Environmental pollution is a top-ranking concern for the world in general and Vietnam in particular. Study of thorough treatment of organic compounds in the polluted environment is always prime concern of each country. Silver nano doped on TiO<sub>2</sub> (Ag nano/TiO<sub>2</sub>) with different Ag nano concentrations was synthesized by electron beam irradiation method. The characteristics of Ag nano/TiO<sub>2</sub> were investigated by transmission electron microscopy (TEM), X-ray diffraction (XRD) and Brunauer-Emmett-Teller measurement (BET). The size of Ag nanoparticles is in the range of 2-30 nm. The photocatalytic effect of Rhodamine B (RhB) decomposition of Ag nano/TiO<sub>2</sub> materials with Ag nano content was also investigated. The photocatalyst effect of Rhodamine B (RhB) decomposition of Ag nano/TiO<sub>2</sub> material is higher than that of TiO<sub>2</sub> under visible light.

**Keywords:** Photocatalytic, Ag nano, TiO<sub>2</sub>, electron beam irradiation