

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIETNAM ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Tập 58, số 6E_{1,2}, tháng 12 - 2020

ISSN(Print) 0866-7144
ISSN(Online) 2572-8288

TẠP CHÍ HÓA HỌC
VIETNAM JOURNAL OF CHEMISTRY

TẠP CHÍ HÓA HỌC

VIETNAM JOURNAL OF CHEMISTRY

TẠP CHÍ HÓA HỌC

Tổng Biên tập

GS. TSKH. Trần Văn Sung *Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam*

Phó Tổng Biên tập

GS. TSKH. Trần Vinh Diệu *Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Việt Nam*

Hội đồng biên tập

GS. TS. Nguyễn Việt Bắc *Viện Hóa học-Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự, Việt Nam (VN)*

PGS. TS. Phạm Văn Cương *Viện Hóa sinh biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

PGS. TS. Lưu Minh Đại *Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

GS. TSKH. Trịnh Xuân Giản *Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

GS. TS. Lê Xuân Hiền *Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

PGS. TS. Vũ Đình Hoàng *Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, VN*

GS. TSKH. Nguyễn Đức Hùng *Viện Hóa học-Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự, VN*

GS. TS. Lê Quốc Hùng *Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

GS. TS. Nguyễn Cửu Khoa *Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

GS. TS. Nguyễn Văn Khôi *Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

PGS. TS. Phan Văn Kiêm *Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

GS. TSKH. Lưu Cẩm Lộc *Viện Công nghệ Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

GS. VS. Châu Văn Minh *Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

GS. VS. Đặng Vũ Minh *Liên hiệp Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam, VN*

GS. TS. Nguyễn Kim Phi Hùng *Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế*

GS. TSKH. Phan Tông Sơn *Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG Hà Nội*

GS. TSKH. Đặng Như Tài *Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG Hà Nội*

GS. TSKH. Ngô Thị Thuần *Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG Hà Nội*

PGS. TS. Vũ Quốc Trung *Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, VN*

GS. TSKH. Đặng Ứng Văn *Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN*

GS. TSKH. Phạm Ho Kim *Khoa Dược, Đại học Chung Nam, Hàn Quốc*

GS. TS. Toru Fujii *Khoa Cơ học Vật liệu, Đại học Doshisa, Kyoto, Nhật Bản*

GS. TS. Alhassios Giannis *Trường Đại học Leipzig, Đức*

GS. TS. Paul Erik Hansen *Trường Đại học Roskilde, Đan Mạch*

GS. TS. Masaki Kawano *Viện Nghiên cứu khoa học Tokyo, Nhật Bản*

GS. TS. Sudipa Roy *Trường Đại học Swatshyde, Vương Quốc Anh*

GS. TS. Oliver Schmitz *Trường Đại học Duisburg-Essen, Đức*

GS. TS. SonBinh Nguyen *Trường Đại học Northwestern, Mỹ*

GS. TS. Bart Van der Bruggen *Trường Đại học Katholieke, Vương quốc Bỉ*

GS. TS. Giang Vo Thanh *Trường Đại học Part-Sud, Pháp*

PGS. TS. Hong-Jie Zhang *Trường Đại học Baptist Hồng Kông*

GS. TS. Ludger Wessjohann *Trường Đại học Halle, Đức*

Tác giả gửi bài đang chờ y:

Tạp chí Hóa học đang công trình nghiên cứu có giá trị khoa học và thực tiễn trong các lĩnh vực hóa học, công nghệ hóa học, hóa sinh, hóa môi trường, sinh thái và tài nguyên sinh vật, y, dược, sinh được, công nghệ vật liệu, công nghệ nano, công nghệ sinh học ... của các nhà khoa học trong và ngoài nước. Tập chí được xuất bản

định kỳ hàng năm. Tập chí chỉ có thể đăng những bài không dài quá 5 trang in, kể cả hình vẽ, bảng số liệu và tài liệu tham khảo, trừ những hợp ngoại lệ do Hội đồng Biên tập yêu cầu. Trong mỗi bài có không quá 5 hình vẽ. Những công trình công bố dưới dạng *Thông báo ngắn* sẽ được rút ngắn thời gian chờ đăng.

Bản thảo gửi đến Tòa soạn cần được đánh máy rõ ràng, hình vẽ đất dùng chữ, ký hiệu và công thức phải viết rõ ràng và chính xác. Tài liệu tham khảo, nếu là tập chí cần ghi theo thứ tự: tên tác giả, tên bài, *tên tập chí, năm, tập, số, trang*; nếu là sách: tên tác giả, tên sách, trang, nhà xuất bản, lần xuất bản, năm xuất bản; nếu là báo cáo hội nghị: tên tác giả, tên báo cáo, hội nghị và tuyến tập, trang, năm; nếu là đề tài (hoặc luận văn, luận án): tên tác giả, tên đề tài/luận án, luận văn, nơi báo vệ, năm; trong mọi trường hợp phải ghi đầy đủ thông tin của tác giả, tên đề tài/luận án, nơi báo vệ, năm; trong mọi trường hợp phải ghi đầy đủ nội dung của bài (từ 250 đến 300 từ), có thể dài hết trang thì nhất của bài báo. Các bài đều phải có đầu đề tiếng Anh của bài viết bằng tiếng Việt phải nêu được đầy đủ nội dung của bài (từ 250 đến 300 từ), có thể dài hết trang thì nhất của bài báo. Các bài đều phải có đầu đề tiếng Anh của bài viết bằng tiếng Anh.

Do sự hạn chế của khuôn khổ, Tập chí chỉ có thể đăng những bài không dài quá 5 trang in, kể cả hình vẽ, bảng số liệu và tài liệu tham khảo, trừ những hợp ngoại lệ do Hội đồng Biên tập yêu cầu. Trong mỗi bài có không quá 5 hình vẽ. Những công trình công bố dưới dạng *Thông báo ngắn* sẽ được rút ngắn thời gian chờ đăng.

Tên tác giả Việt Nam cần viết đầy đủ theo thứ tự họ, tên đệm và tên (không viết tắt), tác giả nước ngoài cần viết tắt tên, có dấu chấm sau từ viết tắt, họ cần viết đầy đủ, phải viết tên tắt cả tác giả, không sử dụng ký hiệu... hoặc "và cộng sự et al."

Đề tiện liên lạc, người viết cần ghi rõ địa chỉ cơ quan, địa chỉ email, số điện thoại cơ quan và số điện thoại liên hệ vào phía dưới góc trái của

bản thảo. Tập chí xuất bản mỗi năm một tập 6 số bằng tiếng Anh.

Bài không đăng không trả lại bản thảo.

Thư kí Tòa soạn: Đoàn Thị Yên Oanh

Tòa soạn Tập chí Hóa học
Tầng 3, nhà A16, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
Số 18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Điện thoại: +84 24 3 791 7412
E-mail: tchh@vjs.ac.vn; tchh62@vjs.ac.vn
Website: www.vjc.wiley-vch.de

© 2020 Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi & Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Hoạt tính kháng khuẩn của vật liệu nano lai Fe₃O₄@Ag được chế tạo bằng phương pháp nuôi mầm

Nguyễn Thị Ngọc Linh^{1,2*}, Ngô Đại Quang³, Lê Thế Tâm⁴, Ngô Thanh Dung⁵, Lê Thị Thanh Tâm⁵, Nguyễn Hoa Du⁴, Phạm Hồng Nam⁶, Nguyễn Hữu Quân⁷, Lê Trọng Lưu^{2,5*}

¹Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên, 20 Lương Ngọc Quyến, Thành phố Thái Nguyên 24000, Việt Nam

²Học Viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội 10000, Việt Nam

³Tập đoàn hóa chất Việt Nam, số 2 Phạm Ngũ Lão, Hoàn Kiếm, Hà Nội 10000, Việt Nam

⁴Đại học Vinh, 182 Lê Duẩn, Thành phố Vinh, Nghệ An 43000, Việt Nam

⁵Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội 10000, Việt Nam

⁶Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội 10000, Việt Nam

⁷Trường Đại học Sư phạm Thái Nguyên, 20 Lương Ngọc Quyến, Thành phố Thái Nguyên 24000, Việt Nam

Đến Tòa soạn 15-6-2020; Chấp nhận đăng 20-12-2020

Abstract

In this work, Fe₃O₄@Ag hybrid nanomaterials with core-shell structure were prepared by reducing Ag⁺ on the surface of Fe₃O₄ nanoparticles (NPs) using seeded - growth method in organic solvents. TEM images indicated the as-synthesized nanoparticles were spherical in shape and fairly uniform in size, with the average diameter of 15,8 nm. As a result, after encapsulated by poly (maleic anhydride-alt-1-octadecen) (PMAO), surface of Fe₃O₄@Ag becomes hydrophilic and well-dispersed in water. The hybridization of Ag NPs and Fe₃O₄ NPs showed more noticeable bactericidal activity than that of Ag-NPs. The antibacterial activity of Fe₃O₄-Ag hybrid nanomaterials showed potent inhibitory activity against both Gram-positive and Gram-negative pathogens.

Keywords. Hybrid nanoparticles, antibacterial, Fe₃O₄@Ag, Gram-positive, Gram-negative.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, sự xuất hiện các chủng vi khuẩn mới kháng thuốc đã trở thành một vấn đề nghiêm trọng trong chăm sóc sức khỏe cộng đồng.^[1] Do đó, việc tìm ra các vật liệu mới có khả năng tiêu diệt các chủng vi khuẩn kháng thuốc là vấn đề cấp thiết hiện nay. Các nghiên cứu gần đây cho thấy các hạt nano Ag, Au, CuO, TiO₂ và ZnO đều có hoạt tính kháng khuẩn,^[2-4] trong đó Ag NPs được chứng minh là chất kháng khuẩn mạnh, chúng có khả năng chống lại các loài vi khuẩn, vi rút và các vi sinh vật nhân thực khác.^[5] Ưu điểm của nano Ag trong vai trò kháng khuẩn là khả năng tiêu diệt mạnh các vi khuẩn gây bệnh trong khi các chủng vi khuẩn này không có khả năng kháng lại bạc.

Để cải thiện khả năng kháng khuẩn của Ag NPs,

hiện nay các nghiên cứu tập trung vào hệ nano lai giữa Ag với các ferit từ. Đặc tính nổi bật của các hạt nano lai ferit từ - bạc so với Ag NPs đơn lẻ có cùng kích thước là hoạt tính kháng khuẩn trong cấu trúc lai được tăng cường do đó sẽ nâng cao hiệu quả điều trị cũng như giảm thiểu tình trạng kháng kháng sinh.^[6]

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng phương pháp nuôi mầm để chế tạo hệ nano lai Fe₃O₄@Ag cấu trúc core-shell đáp ứng từ tốt và có hoạt tính kháng khuẩn mạnh. Các hạt nano Fe₃O₄@Ag có khả năng kháng khuẩn cao chống lại các chủng vi khuẩn *Escherichia coli* (*E. coli*) và *Sarcina lutea* (*S. lutea*).

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Các hóa chất được dùng trong quá trình chế tạo vật liệu là hóa chất tinh khiết của hãng Sigma - Aldrich: sắt (III) axetylaxetonat ($\text{Fe}(\text{acac})_3$), axit oleic (OA), oleylamin (OLA), 1-octadecanol (OCD-ol), 1-octadecen (ODE), etanol, hexan, cloroform và poly (maleic anhydride-alt-1-octadecen) (PMAO).

Môi trường LB (Luria Bertani) được sử dụng để nuôi cấy vi khuẩn. Các chủng vi khuẩn *Escherichia coli* (*E. coli*) - Gram âm và *Sarcina lutea* (*S. lutea*) - Gram dương do khoa Vi sinh - Viện kiểm nghiệm thuốc Trung ương cung cấp được sử dụng để thử hoạt tính kháng khuẩn.

2.2. Tổng hợp vật liệu

2.2.1. Hạt nano Fe_3O_4

Hạt nano Fe_3O_4 được tổng hợp bằng phương pháp phân hủy nhiệt theo nghiên cứu trước của nhóm chúng tôi.^[7] Nồng độ các chất $\text{Fe}(\text{acac})_3$, OCD-ol, OLA và OA lần lượt là 673 mM, 300 mM, 744 mM và 744 mM. Phản ứng được thực hiện trong bình cầu ba cổ chứa 40 mL ODE. Khấy hỗn hợp phản ứng ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau đó tăng dần nhiệt độ lên 100 °C và giữ trong 30 phút. Tiếp tục tăng nhiệt độ lên 200 °C, hồi lưu trong 30 phút. Cuối cùng tăng nhiệt độ lên 295 °C duy trì trong 60 phút, sau đó làm nguội sản phẩm đến nhiệt độ phòng. Toàn bộ quá trình được thực hiện trong điều kiện sạch khí nitơ liên tục.

Sau khi tổng hợp, vật liệu được thu hồi và rửa sạch theo quy trình: lấy 1 mL dung dịch mẫu trộn đều với 1 mL etanol sau đó ly tâm ở 10.000-12.000 (vòng/phút) trong 10 phút. Thu hồi phần kết tủa và phân tán trong 1 mL *n*-hexan, kết tủa lại bằng etanol, sau đó sử dụng thanh từ để thu hạt nano. Quy trình rửa mẫu được lặp lại từ 3-5 lần.

2.2.2. Hệ nano lai $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$

Các hạt nano lai $\text{Fe}_3\text{O}_4/Ag$ được tổng hợp bằng phương pháp nuôi mầm^[8] với quy trình: Hòa tan 6 mL OLA và 0,3 g OCD-ol trong 40 mL ODE trong bình cầu 3 cổ. Cho thêm 0,1 g Fe_3O_4 phân tán trước trong 5 mL *n*-hexan (mục 2.2.1). Tiếp tục cho bạc nitrat với lượng mẫu được khảo sát là 0,1; 0,5 và 1,0 g tương ứng với ký hiệu mẫu $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag0,1$; $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag0,5$ và $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$. Hỗn hợp phản ứng được khuấy ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau đó tăng nhiệt độ lên 80 °C, giữ trong 30 phút. Tiếp tục tăng nhiệt độ đến 200 °C, hồi lưu trong 60 phút. Toàn bộ quá trình được thực hiện trong điều kiện cấp khí nitơ liên tục. Các hạt nano lai $\text{Fe}_3\text{O}_4/Ag$ sau khi tổng hợp được rửa sạch tương tự như mục 2.2.1.

Hạt nano Ag (đối chứng) được tổng hợp tương tự nhưng không sử dụng hạt mầm Fe_3O_4 .

2.3. Chuyển pha các hạt nano sang môi trường nước

Quy trình chuyển pha hạt nano bằng PMAO được thực hiện như đã công bố.^[9] Phân tán 50 mg hạt nano trong 1 mL cloroform, rung siêu âm 3-5 phút để các hạt phân tán đều (dung dịch A). Cho 1 g PMAO vào 10 mL cloroform, rung siêu âm 3-5 phút để hòa tan hết PMAO (dung dịch B). Cho từ từ dung dịch A vào dung dịch B và rung siêu âm 5-10 phút đảm bảo dung dịch được trộn đều, không lắng cặn. Sản phẩm thu được để ở nhiệt độ phòng và khuấy từ đến khi cloroform bay hết. Sau đó thêm 12 mL dung dịch NaOH 1M, tiếp tục khuấy ta thu được các mẫu có khả năng phân tán trong nước. Sản phẩm sau khi chuyển pha được rửa sạch bằng nước cất.

2.4. Các phương pháp đặc trưng vật liệu

Hình thái và kích thước hạt được xác định bằng phương pháp hiển vi điện tử truyền qua (TEM) trên thiết bị JEM 1010. Phân tích cấu trúc pha của vật liệu trên thiết bị nhiễu xạ kế tia X - SIEMENS D5005 sử dụng bức xạ CuK_α ($\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$). Phổ UV-Vis của vật liệu được ghi trên máy quang phổ Jasco V-670. Tính chất từ của vật liệu được đo ở nhiệt độ phòng trên hệ từ kế mẫu rung (VSM).

2.5. Phương pháp đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của vật liệu

Hạt nano sau khi chuyển pha được đánh giá hoạt tính kháng khuẩn với hai chủng vi khuẩn *E. coli* và *S. lutea* bằng phương pháp khuếch tán giếng thạch:

Chuẩn bị các đĩa petri chứa môi trường LB đặc. Hút 30 μL dịch nuôi mỗi loại vi khuẩn trong môi trường LB lỏng (đã được hoạt hóa bằng nuôi từ 4-8 giờ trong môi trường LB lỏng ở 28 °C) lên đĩa môi trường LB đặc và trải đều trên mặt thạch. Dùng khoan nút chai vô trùng có đường kính 1 cm đục 5 giếng trên đĩa thạch và nhỏ 100 μL dung dịch hạt nano vào 4 giếng ở các nồng độ 0,1; 0,3; 0,5 và 1,0 mg/mL, giếng đối chứng bổ sung nước cất khử trùng. Đặt các đĩa petri đã bổ sung dung dịch hạt nano vào tủ lạnh 4 °C khoảng 1-2 h cho dung dịch nano khuếch tán đều vào môi trường và đặt vào tủ ấm nuôi ở 30 °C, từ 18-24 h. Đo đường kính vòng kháng khuẩn, chụp hình và ghi lại kết quả. Mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần.

Đường kính vòng kháng khuẩn (D) được xác định theo công thức: $D = D_2 - D_1$ (mm), trong đó: D_2

là đường kính vòng kháng khuẩn tính từ tâm đục lỗ (mm); D_1 là đường kính đục lỗ thạch (mm).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc trưng tính chất vật liệu

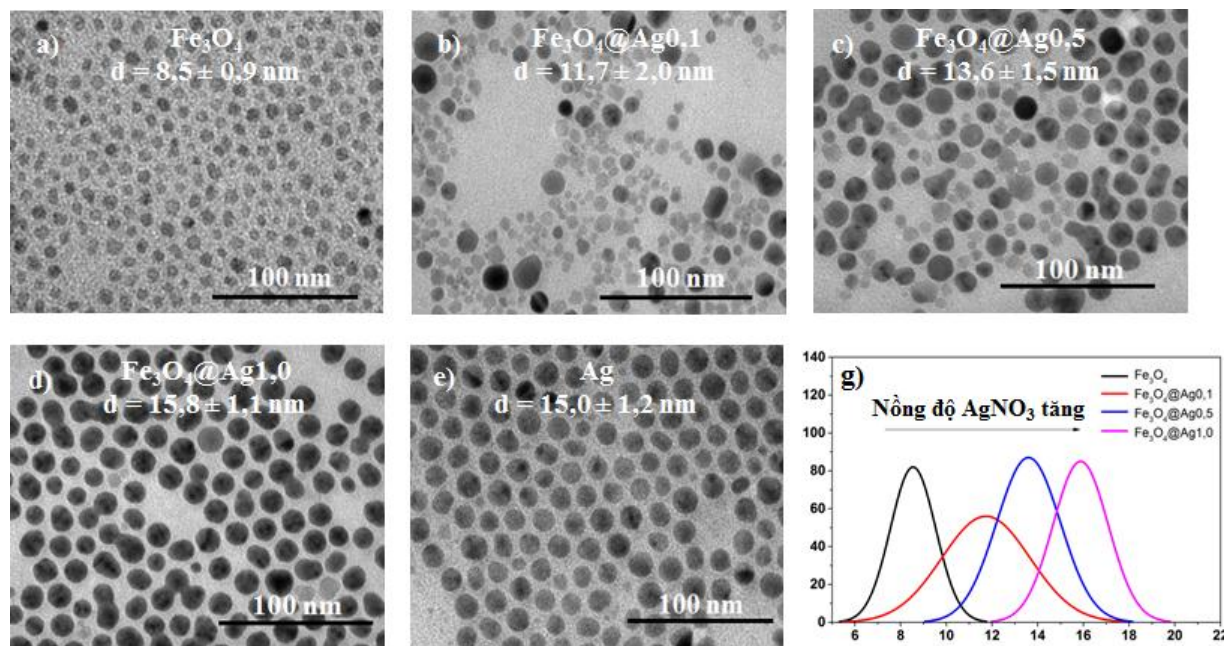
Hình 1 trình bày ảnh TEM của các vật liệu Fe_3O_4 , $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$ và Ag. Kết quả cho thấy vật liệu Fe_3O_4 thu được có dạng hạt, hình cầu, đồng đều, kích thước hạt $8,5 \pm 0,9$ nm, biên hạt rõ ràng và không có sự kết đám (hình 1a). Các hạt Fe_3O_4 được sử dụng làm hạt mầm cho sự hình thành cấu trúc lai $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$ theo phương pháp nuôi mầm. Hình thái học của hệ lai $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$ được trình bày trên hình 1a, b và c.

Nhận thấy mẫu $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag_{0,1}$ (hình 1b), ảnh TEM xuất hiện những hạt cầu nhỏ, có màu nhạt, cùng với các hạt cầu lớn, màu đậm hơn. Các hạt nano nhỏ này là Fe_3O_4 NPs không được phủ hoặc được phủ một lớp vỏ Ag rất mỏng, kích thước thay đổi không nhiều so với ban đầu. Các hạt lớn kích thước $11,7 \pm 2$ nm là hạt lai có cấu trúc lõi - vỏ, với lõi là Fe_3O_4 NPs và lớp vỏ là Ag. Tuy nhiên, lớp vỏ này được hình thành với độ dày không đều có thể do nồng độ AgNO_3 trong tiền chất sử dụng còn thấp. Vật liệu thu được không tồn tại các hạt nano Ag tự do, bởi vì chúng được tách ra bằng nam châm. Mẫu

$\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag_{0,5}$ (hình 1c), được hình thành đồng đều hơn, tuy nhiên vẫn còn một lượng nhỏ các hạt Fe_3O_4 chưa được bọc vỏ Ag. Quan sát mẫu $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag_{1,0}$ (hình 1d) cho thấy các hạt lai thu được tương đối đồng đều, không còn các hạt Fe_3O_4 tự do, kích thước hạt lai đạt $15,8 \pm 1,1$ nm.

Như vậy, sự hình thành cấu trúc $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$ phụ thuộc vào nồng độ AgNO_3 sử dụng trong quá trình tổng hợp (hình 1g). Điều này có thể được giải thích bằng mô hình La Mer.^[10] Trong phản ứng trung gian tạo lớp vỏ Ag, các nguyên tử Ag sinh ra sẽ lắng đọng trên bề mặt Fe_3O_4 NPs. Khi trên lõi Fe_3O_4 đã có sự xuất hiện của các nguyên tử Ag thì những vị trí đó trở nên hoạt động và một lượng lớn Ag bị lắng đọng tiếp theo hình thành lớp vỏ Ag liên tục. Tuy nhiên khi lượng tiền chất của Ag thấp, lúc này trên lõi sẽ có những vị trí hoạt động có nhiều Ag và những vị trí trống, khi đó hiệu ứng Ostwald bắt đầu cạnh tranh và chiếm ưu thế hơn phản ứng lắng đọng dẫn đến quá trình hình thành vỏ Ag diễn ra không đồng đều.^[11]

Các hạt nano Ag tổng hợp trong điều kiện tương tự (không có hạt mầm Fe_3O_4) có kích thước $15,0 \pm 1,2$ nm, tương đương với kích thước hạt lai $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag_{1,0}$ (hình 1e). Do mẫu $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag_{1,0}$ có độ đồng đều cao nên chúng tôi sử dụng để nghiên cứu các tính chất tiếp theo của hệ lai.

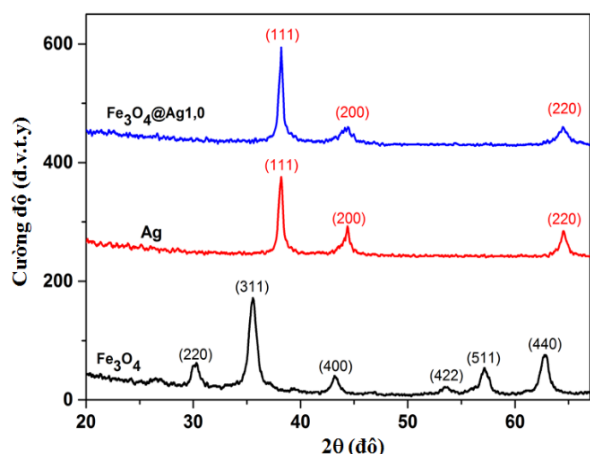


Hình 1: Ảnh TEM của các hạt nano Fe_3O_4 , Ag và $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$

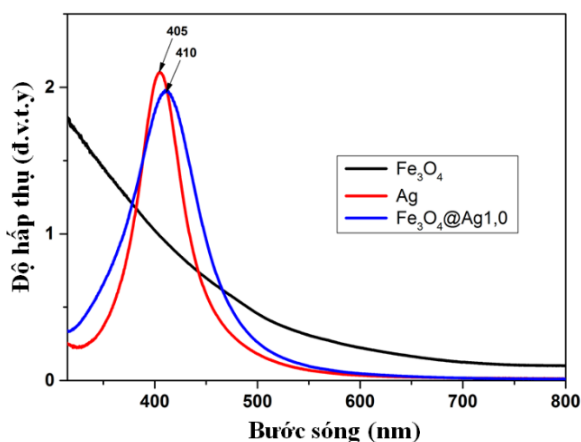
Sự hình thành cấu trúc lai $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$ cũng được chứng minh bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (hình 2). Kết quả phân tích cho thấy Fe_3O_4 NPs có các

đỉnh nhiễu xạ đặc trưng cho cấu trúc spinel của Fe_3O_4 , gồm các pic điển hình tương ứng với các mặt phẳng mạng (220), (311), (400), (511) và (440) tại

các vị trí $30,0^\circ$; $35,0^\circ$; $43,0^\circ$; $57,0^\circ$ và $62,5^\circ$ (JCPDS 19-0629). Với mẫu $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$ không quan sát thấy các pic của Fe_3O_4 , chỉ xuất hiện các pic đặc trưng cho Ag cấu trúc lập phương tâm mặt tại các vị trí $2\theta = 38,21^\circ$; $43,61^\circ$ và $64,21^\circ$ tương ứng với mặt phẳng mạng tinh thể (111), (200) và (220) (JCPDS 004-0783).^[12] Điều này có thể giải thích là do hạt Fe_3O_4 đã được bọc hoàn toàn bởi lớp vỏ Ag như quan sát ảnh TEM hình 1d.



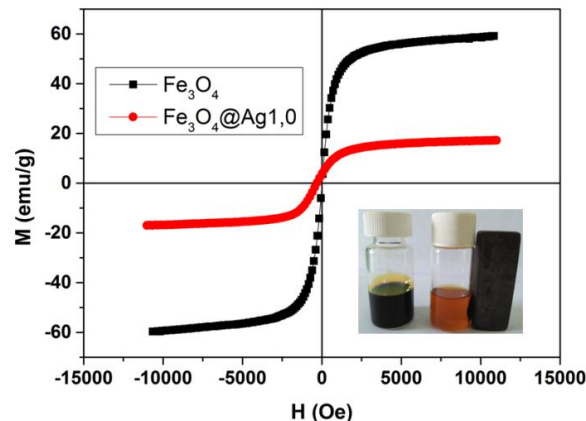
Hình 2: Giảm nhiễu xạ tia X của hạt nano Fe_3O_4 và $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$



Hình 3: Phổ UV-Vis của dung dịch các hạt nano Fe_3O_4 , Ag và $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$ trong hexan

Để xác nhận sự hình thành cấu trúc lai chúng tôi tiến hành đo phổ UV-Vis của vật liệu chế tạo được (hình 3). Kết quả cho thấy trong vùng bước sóng 300-800 nm, Fe_3O_4 NPs không xuất hiện đỉnh hấp thụ. Điều này hoàn toàn hợp lý vì Fe_3O_4 NPs không có hiệu ứng plasmon bề mặt hay các cơ chế quang học khác. Với Ag NPs, do hiệu ứng plasmon bề mặt nên trên phổ hấp thụ xuất hiện một đỉnh tại vị trí 405 nm, với độ bán rộng của đỉnh hấp thụ plasmon khá hẹp. Với mẫu $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$, xuất hiện vị trí cực đại SPR ở bước sóng 410 nm. Như vậy, sự hình thành cấu trúc lai giữa Ag và Fe_3O_4 dẫn đến sự mở rộng và

dịch chuyển đáng kể đỉnh SPR so với các hạt nano Ag riêng lẻ. Sự tăng cường tính chất cộng hưởng plasmon bề mặt của các hạt lai được giải thích dựa vào sự thay đổi tính chất điện tử bề mặt của các thành phần trong hệ lai.



Hình 4: Đường cong từ trễ của các hạt nano Fe_3O_4 và $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$; ảnh lồng bên trong là dung dịch hạt lai $\text{Fe}_3\text{O}_4/Au$ rỗng trong hexan khi không có và có nam châm

Tính chất từ của vật liệu được kiểm tra trên hệ từ kế mẫu rung (VSM) với từ trường tối đa 10 kOe. Kết quả hình 4 cho thấy, các mẫu đều đạt tới trạng thái bão hòa, giá trị từ độ bão hòa M_s tại 300 K của các mẫu Fe_3O_4 và $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$ lần lượt là 58,7 emu/g và 17,3 emu/g. Như vậy, từ độ bão hòa của mẫu lai thấp hơn mẫu hạt từ gần 3,4 lần. Điều này có thể giải thích là từ độ bão hòa được xác định theo đơn vị emu/g, trong khi thành phần của mẫu lai chỉ có một phần nhỏ là các hạt nano từ. Tuy nhiên, khả năng đáp ứng từ của mẫu lai vẫn tương đối tốt.

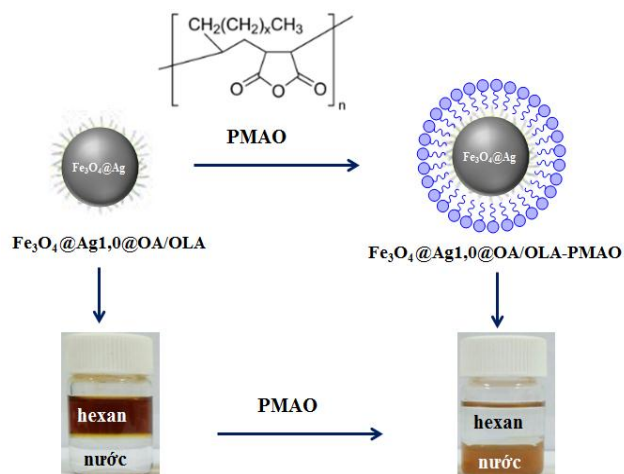
3.2. Quá trình chuyển pha hạt nano bằng PMAO

Vật liệu sau khi chế tạo bị bao phủ một lớp chất hoạt động bề mặt OA và OLA do đó chúng phân tán được trong dung môi không phân cực. Để ứng dụng trong y - sinh thì chúng phải phân tán trong nước. Do đó mẫu $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$ sau khi tổng hợp được chuyển pha bằng PMAO (hình 5). Kết quả cho thấy hạt nano lai trước khi bọc PMAO phân tán rất tốt trong *n*-hexan và không phân tán trong nước. Sau khi bọc PMAO bề mặt của các hạt nano lai trở nên ưa nước và phân tán tốt trong nước. Kết quả này cũng xảy ra tương tự khi chúng tôi sử dụng PMAO để bọc các hạt Fe_3O_4 và Ag tự do.

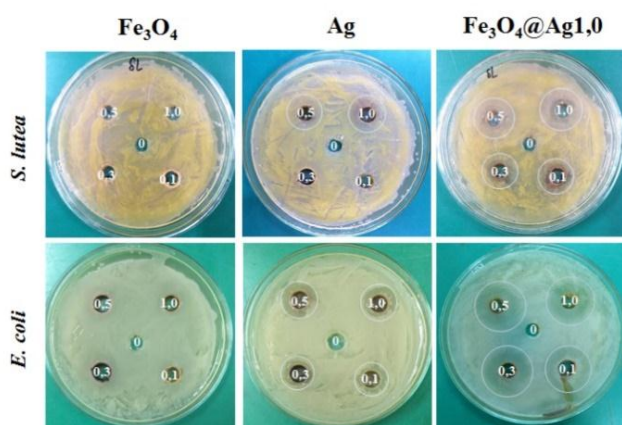
3.3. Hoạt tính kháng khuẩn của vật liệu

Kết quả nghiên cứu hoạt tính kháng khuẩn của vật liệu được trình bày trên hình 6 và bảng 1. Kết quả

cho thấy, vật liệu Fe_3O_4 không có tác dụng kháng khuẩn. Vật liệu Ag thể hiện hoạt tính kháng khuẩn phụ thuộc vào nồng độ: với nồng độ hạt 0,1 và 0,3 mg/mL, Ag NPs chỉ thể hiện hoạt tính kháng khuẩn với *E. coli*, không thể hiện hoạt tính kháng khuẩn với *S. lutea*. Ở nồng độ mẫu cao hơn (0,5 và 1,0 mg/mL), Ag NPs thể hiện hoạt tính kháng khuẩn với cả *E. coli* và *S. lutea*, kích thước vòng kháng khuẩn trong hai trường hợp này tương đương nhau (1,4-1,6 cm). Với vật liệu $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$ thể hiện hoạt tính kháng khuẩn trong phạm vi nồng độ khảo sát với cả *E. coli* và *S. lutea*. Kích thước vòng kháng khuẩn thu được với *E. coli* (2,4-2,8 cm) cao hơn *S. lutea* (1,4-2,2 cm). Kết quả này cho thấy khả năng ức chế vi khuẩn *E. coli* của hệ lai $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$ mạnh hơn *S. lutea*. Khi nồng độ hạt lại tăng 0,1-1,0 mg/mL, kích thước vòng kháng khuẩn tăng nhẹ điều này có thể được giải thích bằng sự tăng số lượng các tâm hoạt động, tuy nhiên do ảnh hưởng của lớp vỏ bọc PMAO nên khả năng khuếch tán của chúng ra môi trường bị cản trở.



Hình 5: Quá trình chuyển pha và bọc hạt nano $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$ bằng PMAO



Hình 6: Hoạt tính kháng khuẩn của vật liệu Fe_3O_4 , Ag và $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$

Bảng 1: Kích thước vòng kháng khuẩn của vật liệu Fe_3O_4 , Ag và $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$

Vi khuẩn	Nồng độ (mg/mL)	Kích thước vòng kháng khuẩn (cm)		
		Fe_3O_4	Ag	$\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag1,0$
<i>S. lutea</i>	0	0	0	0
	0,1	0	0	1,4
	0,3	0	0	1,4
	0,5	0	1,4	2,0
	1,0	0	1,6	2,2
<i>E. coli</i>	0	0	0	0
	0,1	0	1,2	2,4
	0,3	0	1,2	2,8
	0,5	0	1,6	2,8
	1,0	0	1,5	2,6

4. KẾT LUẬN

Hệ nano lai cấu trúc core - shell $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$ với kích thước hạt 15,8 nm được tổng hợp thành công trong dung môi hữu cơ bằng phương pháp nuôi mầm. Vật liệu chế tạo được đáp ứng từ tốt, có độ bền và ổn định cao sau khi chuyển pha bằng PMAO. Vật liệu nano lai $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$ là một chất kháng khuẩn hiệu quả với cả vi khuẩn Gram dương và Gram âm, hoạt tính kháng khuẩn của chúng được tăng cường so với Ag NPs đơn lẻ. Nghiên cứu này mở đường cho việc ứng dụng các hạt nano lai $\text{Fe}_3\text{O}_4@Ag$ trong khử khuẩn như xử lý nguồn nước nhiễm khuẩn, có thể thu hồi và tái sử dụng vật liệu nhờ từ trường ngoài.

Lời cảm ơn. Công trình này được thực hiện với sự hỗ trợ về kinh phí của đề tài cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo mã số B2020-TDV-04 (N.H.D) và đề tài nghiên cứu cơ bản mã số 103.02-2017.334.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. S. Liao, Y. Zhang, X. Pan et al. Antibacterial activity and mechanism of silver nanoparticles against multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*, *Int. J. Nanomedicine*, **2019**, *14*, 1469-1487.
2. J. T. Seil, and T. J. Webster. Antimicrobial applications of nanotechnology: methods and literature. *Int. J. Nanomedicine*, **2012**, *7*, 2767-2781.
3. K. S. Siddiqi, A. Rahman, Tajuddin and A. Husen. Properties of zinc oxide nanoparticles and their activity against microbes. *Nanoscale Res. Lett.*, **2018**, *13*, 141-153.
4. H. N. P. Antonio, P. R. Filho, M. M. Bertolini et al. Antibacterial photocatalytic activity of different crystalline TiO_2 phases in oral multispecies biofilm. *Dent. Mater.*, **2018**, *34*, 182-195.
5. J. Kusnetsov, E. Vanainen, N. Elomaa et al. Copper and silver ions more effective against legionellae than against mycobacteria in a hospital warm water

- system, *Water Res.*, **2001**, 35, 4217-4225.
6. S. Venkateswarlu, B. N. Kumar, N. V. V. Jyothi et al. A novel green synthesis of Fe₃O₄-Ag core shell recyclable nanoparticles using vitis vinifera stem extract and its enhanced antibacterial performance. *Phys. B Condens. Matter.*, **2015**, 457, 30-35.
 7. L. T. Lu, N. T. Dung, N. T. K. Thanh et al. Synthesis of magnetic cobalt ferrite nanoparticles with controlled morphology, monodispersity and composition: The influence of solvent, surfactant, reductant and synthetic conditions, *Nanoscale*, **2015**, 7, 19596-19610.
 8. J. Jiang, H. Gu, J. Y. Ying et al. Bifunctional Fe₃O₄-Ag heterodimer nanoparticles for two-photon fluorescence imaging and magnetic manipulation, *Adv. Mater.*, **2008**, 20, 4403-4407.
 9. N. T. Dung, L. T. Lu, N. T. K. Thanh et al. High magnetisation, monodisperse and water-dispersible CoFe@Pt core/shell nanoparticles, *Nanoscale*, **2017**, 9, 8952-8961.
 10. V. K. Lamer and R. H. Dinegar. Theory, production and mechanism of formation of monodispersed hydrosols, *J. Am. Chem. Soc.*, **1950**, 72, 4847-4854.
 11. N. T. T. Trang, T. T. Thuy, K. Higashimine. Magnetic-plasmonic FePt@Ag core-shell nanoparticles and their magnetic and sers properties, *Plasmonics*, **2013**, 8, 1177-1184.
 12. L. M. Tung, N. X. Cong, L. A. Tuan et al. Synthesis, characterizations of superparamagnetic Fe₃O₄-Ag hybrid nanoparticles and their application for highly effective bacteria inactivation, *J. Nanosci. Nanotechnol.*, **2016**, 16, 5902-5912.

Liên hệ: Nguyễn Thị Ngọc Linh

Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên
20 Lương Ngọc Quyến, Thành phố Thái Nguyên 24000, Việt Nam
E-mail: linhntn@tnus.edu.vn
Điện thoại: +84- 984792522.

MỤC LỤC
TABLE OF CONTENTS

	<i>Trang</i>
1 Đánh giá rủi ro sức khỏe do phơi nhiễm bụi PM _{2.5} trong khoảng thời gian ngắn ở Hà Nội, Việt Nam. Human health risk assessment related to PM _{2.5} exposure: Short - term study in Hanoi, Viet Nam. <i>Nguyễn Thị Phương Mai, Nguyễn Thị Huệ, Vũ Văn Tú, Phạm Hải Long, Bùi Thị Hiếu</i>	1
2 Chất lượng môi trường trầm tích khu vực cửa sông Bạch Đằng (Hải Phòng). Sediment environment quality in Bach Dang estuary (Hai Phong). <i>Lê Văn Nam, Lê Xuân Sinh, Cao Thị Thu Trang, Dương Thanh Nghị, Nguyễn Thị Mai Lưu</i>	6
3 Chế tạo hệ ba điện cực sử dụng điện cực so sánh thay thế tích hợp với bình phản ứng mini ứng dụng trong cảm biến sinh học. Fabrication of a three-electrode system using a quasi-reference electrode integrated with a microchamber applied in biosensors. <i>Trần Thị Luyến, Mai Anh Tuấn</i>	11
4 Phân tích đồng thời các chất kích thích sinh trưởng thực vật cytokinin trong rau xanh. Simultaneous analysis of Cytokinins in vegetables. <i>Lê Văn Nhân, Nguyễn Ngọc Tùng, Nguyễn Quang Trung</i>	16
5 Ảnh hưởng của GA3 đến sự phát triển sinh khối của một số loại rau xanh. Effect of GA3 on the biomass development of vegetables. <i>Lê Văn Nhân, Nguyễn Ngọc Tùng, Nguyễn Quang Trung</i>	21
6 Bước đầu nghiên cứu hiện trạng hóa chất diệt côn trùng trong bụi không khí tại khu vực nội đô của Hà Nội. Preliminary study on the occurrence of insecticides in the air particulate matter in the urban area of Hanoi. <i>Dương Thị Hạnh, Trịnh Thu Hà, Nguyễn Ngọc Long</i>	25
7 Chất da cam trong môi trường và thực phẩm ở vùng nông thôn A Lưới miền Trung Việt Nam. Agent orange/dioxin in environment and foods in A Luoi rural area of Central Viet Nam. <i>Lê Thị Hải Lê</i>	31
8 Tổng hợp trực tiếp nano đồng trên cacbon hoạt tính từ mùn cưa và ứng dụng xử lý xanh metylen. <i>In situ</i> synthesis of nano copper supported on activated carbon from sawdust and its application for methylene blue degradation. <i>Nguyễn Thị Tuyết Mai, Nguyễn Tuấn Hiệp, Bùi Thị Hồng Vân, Trương Thị Hải Linh, Nguyễn Ngọc Hưng, Nguyễn Lê Huy</i>	36

- 9 Tinh sạch, nhận dạng và đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ lên hoạt tính lumbrokinase từ giun quế *Perionyx excavatus*. 41
Purification, identification and evaluation for effects of temperature on lumbrokinase from *Perionyx excavatus*.
Đỗ Thị Tuyên, Nguyễn Thị Thu Hương, Lê Thanh Hoàng, Nguyễn Thị Linh, Nguyễn Thị Trung
- 10 Nghiên cứu xây dựng phương pháp phân tích đồng thời 18 hợp chất bảo vệ thực vật nhóm Pyrethroids trong nước bằng thiết bị sắc ký khí ghép nối khối phổ. 47
Method validation and simultaneous quantification of eighteen pyrethroids in water by GC-MS/MS.
Nguyễn Thanh Thảo, Nguyễn Thị Phở, Lê Quang Hường, Bùi Quang Minh
- 11 Nghiên cứu điều kiện thủy phân thích hợp dịch gạo lứt nảy mầm bằng enzyme nội tại để sản xuất đồ uống lên men ít cồn. 52
Research on hydrolysis conditions of germinated brown rice solution by internal enzyme for production of fermented low alcohol beverage.
Luu Anh Vãn, Nguyễn Thanh Hằng, Nguyễn Trường Giang, Đỗ Tuấn Anh
- 12 Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải ao nuôi tôm sú bằng mô hình hồ sinh học sử dụng các loài tảo bản địa. 58
Study on the treatment of shrimp farm wastewater by facultative pond using existing algae community.
Lê Hữu Quỳnh Anh, Đinh Thị Nga, Phan Đình Tuấn
- 13 Nghiên cứu quy trình phân tích các hợp chất Cypermethrin và Fenvalerate trong nước trên thiết bị GCMS. 63
Study the process of analyzing Cypermethrin and Fenvalerate compounds in water on GCMS.
Nguyễn Thanh Thảo, Phạm Thúy Nga, Nguyễn Xuân Nam, Nguyễn Ích Tuấn, Lê Quang Hường
- 14 Hàm lượng một số kim loại nặng trong hào đá (*Saccostrea glomerata*), ngao (*Meretrix lyrata*) và sò lông (*Andara subcrenata*) tại vùng biển ven bờ Quảng Ninh, Hà Tĩnh. 69
Content of some heavy metals in *Saccostrea glomerata*, *Meretrix lyrata* and *Andara subcrenat* in coastal areas of Quang Ninh, Ha Tinh.
Nguyễn Thanh Thảo, Giáp Ngọc Sáng, Trịnh Thị Thủy, Nguyễn Thị Phở, Lê Quang Hường
- 15 Xác định, đánh giá khả năng tích lũy và làm giàu sinh học của một số kim loại trong rau bằng thiết bị khối phổ plasma cao tần cảm ứng. 74
Determination, evaluation of bioaccumulation and bioaccumulation factor of some metals in vegetables by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
Nguyễn Thanh Thảo, Nguyễn Thị Phở, Lê Quang Hường, Nguyễn Ngọc Tùng
- 16 Sinh trưởng và tích lũy lipid của chủng tảo silic *Pleurosigma* sp. phân lập tại Thừa Thiên Huế. 79
Growth and lipid accumulation in *Pleurosigma* sp. Strain isolated from Thua Thien Hue province.
Nguyễn Thị Thu Liên, Lê Thị Tuyết Nhân, Lương Quang Đốc, Lê Đình Cường, Ngô Thị Diễm My, Đoàn Thị Oanh, Lê Thị Phương Quỳnh, Dương Thị Thủy
- 17 Nghiên cứu chế tạo mô hình khối u dạng 3D ứng dụng thử nghiệm thuốc. 86

- Fabrication of 3D cancer spheroid for drug testing.
Nguyễn Ngọc Tùng, Nguyễn Thành Dương
- 18 Nghiên cứu cải thiện điều kiện bảo quản thực phẩm tại nhiệt độ phòng thông qua ứng dụng vật liệu chuyển pha tổng hợp theo quy trình thân thiện môi trường. 91
 Investigate the improvement of storage condition for food stuff at room temperature utilizing phase change material synthesized by an environmentally-friendly process.
Nguyễn Ngọc Tùng, Trịnh Tuấn Hưng, Nguyễn Quang Trung
- 19 Nghiên cứu tổng hợp trực tiếp tổ hợp vật liệu chuyển pha gốc alkyl cacbonat, định hướng ứng dụng trong cách nhiệt xe chuyên chở thực phẩm. 96
 Direct synthesis of alkyl carbonate based phase change material mixture for improving the insulation of food stuff transporting trucks.
Nguyễn Ngọc Tùng, Nguyễn Quang Trung
- 20 Phân tích đặc trưng vật liệu và thành phần khí phân hủy nhiệt của vải chống cháy tráng phủ polyuretan. 102
 Characterization and smoke emissions analysis of polyurethane-coated fire resistant fabric.
Nguyễn Ngọc Tùng, Nguyễn Quang Trung, Bùi Quang Minh
- 21 Phân tích độ bền cháy và thành phần khí sinh ra khi cháy của vật liệu trên cơ sở vải cotton/polyeste tráng phủ polyuretan. 107
 Flame-retardant reliability and smoke emissions analysis of material based on polyurethane-coated cotton/polyester fabric.
Nguyễn Ngọc Tùng, Trịnh Tuấn Hưng, Nguyễn Quang Trung
- 22 Nghiên cứu khả năng ức chế nấm *Colletotrichum* và vi khuẩn *Xanthomonas axopodis* gây bệnh thán thư và loét trên cam vinh của hợp chất đồng (II) oleat. 113
 Study on the inhibitory activity of copper (II) oleate against *Colletotrichum* spp. and *Xanthomonas axonopodis* causes anthracnose and canker disease in Vinh orange crops.
Lê Thế Tâm, Lê Đăng Quang, Bùi Thu Trang, Hoàng Đức Nghĩa, Nguyễn Thị Thanh Hương, Nguyễn Hoa Du, Hồ Đình Quang, Nguyễn Thị Hiền, Hồ Tú Cường
- 23 Nghiên cứu quy trình sản xuất trà túi lọc bần. 120
 Study on the processing of mangrove apple teabag (*Sonneratia caseolaris* L.).
Nguyễn Thị Hiền, Nguyễn Kim Phụng, Nguyễn Thị Hồng Thảo, Dương Ngọc Bích
- 24 Chế tạo cảm biến biến tính niken/graphene để phân tích phẩm màu thực phẩm. 126
 Electrochemical synthesis of reduced graphene oxide - nickel nanocomposites modified electrode for food dye detection.
Trần Quang Thuận, Phùng Thị Tính, Nguyễn Quang Trung
- 25 Tổng hợp vật liệu ZnO/GO nanocomposit xúc tác quang hóa. 131
 Synthesis of ZnO decorated graphene oxide nanocomposite for enhanced photocatalytic properties.
Phùng Thị Tính, Trần Quang Thuận, Hoàng Thế Anh, Nguyễn Quang Trung
- 26 Ảnh hưởng của màng phủ alginate đến khả năng bảo quản và chất lượng của quả nhãn. 136
 Effects of alginate treatment on the storability and quality properties of longan fruit.
Trần Thị Ngọc Mai, Nguyễn Thái Ngọc Uyên
- 27 Đánh giá ô nhiễm microplastic trong môi trường cửa sông Bạch Đằng thuộc hệ thống sông Hồng Việt Nam. 140

- Assessment of microplastic pollution in Bach Dang river mouth environment belongs to the Red River System.
- Dương Thanh Nghị, Đinh Hải Ngọc, Kiều Lê Thủy Chung, Emilie Strady, Bùi Thị Mai Huyền, Lê Đức Cường, Nguyễn Hữu Thắng, Dương Thị Lịm*
- 28 Chất lượng môi trường nước biển tại các trạm quan trắc ven bờ miền Bắc Việt Nam năm 2019. 147
- Water environment quality at coastal monitoring stations of the Northern Vietnam in 2019.
- Dương Thanh Nghị, Lê Văn Nam, Phạm Thị Kha, Lê Xuân Sinh, Đinh Hải Ngọc, Cao Thị Thu Trang*
- 29 Phát triển phương pháp xác định đồng thời đa dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong đất bằng sắc kí lỏng ghép khối phổ ba tứ cực. 153
- Development of a method for the analysis of multi-residue pesticides in soil using high performance liquid chromatography - tandem mass spectrometry.
- Đào Hải Yến, Nguyễn Ngọc Tùng*
- 30 Nghiên cứu tổng hợp và tính chất quang xúc tác của MIL-53(Fe) trong vùng ánh sáng nhìn thấy. 158
- Study on synthesis and photocatalyst property of MIL-53(Fe) under visible irradiation.
- Trần Văn Châu, Đặng Thị Minh Huệ, Nguyễn Thị Tuyết Mai, Trần Thị Luyến, Huỳnh Đăng Chính*
- 31 Ứng dụng tính chất cộng hưởng plasmon bề mặt của nano đồng trong phân tích và xử lý Rhodamin B. 162
- Application of surface plasmon resonance properties of copper nanoparticles for analysis and degradation Rhodamine B dye.
- Nguyễn Thị Giang, Đặng Thị Lan, Văn Thị Xiêm, Phạm Văn Hải, Nguyễn Thị Tuyết Mai*
- 32 Điều chế và hoạt tính quang xúc tác phân hủy methylene blue của zeolitic imidazolate framework-8. 167
- Preparation and photocatalytic activities for decomposition of methylene blue of zeolitic imidazolate framework-8.
- Phạm Đình Dũ, Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Hữu Nghị*
- 33 Hoạt tính kháng khuẩn của vật liệu nano lai Fe₃O₄@Ag được chế tạo bằng phương pháp nuôi mầm. 172
- Seeded growth synthesis and antibacterial properties of Fe₃O₄@Ag hybrid nanomaterials.
- Nguyễn Thị Ngọc Linh, Ngô Đại Quang, Lê Thế Tâm, Ngô Thanh Dung, Lê Thị Thanh Tâm, Nguyễn Hoa Du, Phạm Hồng Nam, Nguyễn Hữu Quân, Lê Trọng Lưu*
- 34 Xây dựng quy trình phân tích định lượng canthin-6-one và 9,10-dimethoxycathin-6-one bằng HPLC. 178
- Development of a HPLC method for simultaneous quantification of canthin-6-one and 9,10-dimethoxycathin-6-one.
- Đỗ Thị Ngọc Lan, Nguyễn Quang Trung, Nguyễn Tiến Đạt*
- 35 Một số flavonoid từ trà hoa vàng (*Camellia flava*). 184
- Flavonoids from *Camellia flava*.
- Đặng Viêt Hậu, Nguyễn Thị Hồng Anh, Nguyễn Tiến Đạt*

- 36 Nghiên cứu ứng dụng điện cực biến tính bằng ZIF-67/graphene oxide dạng khử điện hóa để phân tích đồng thời acetaminophen và caffeine. 189
 Simultaneous voltametric determination of acetaminophen and caffeine using an ZIF-67/electrochemically reduced graphene oxide-modified glassy carbon electrode.
Đinh Quang Khiếu, Huỳnh Trường Ngo, Nguyễn Mậu Thành
- 37 Chế tạo vật liệu tổ hợp graphene/Mn₃O₄ bằng phương pháp hóa siêu âm kết hợp plasma ứng dụng cho quang xúc tác phân hủy thuốc nhuộm da cam trong nước. 196
 Fabrication of graphene/Mn₃O₄ composites by plasma-assisted sonochemical method and its application in photocatalytic decomposition of orange dye in water.
Nguyễn Long Tuyên, Phạm Quốc Triệu, Nguyễn Ngọc Đình, Hà Xuân Linh, Phan Ngọc Hồng, Phan Ngọc Minh, Đặng Văn Thành
- 38 Nghiên cứu chế tạo Liposome vận chuyển Murrayafoline A ứng dụng hỗ trợ điều trị ung thư. 201
 Preparation of liposomes encapsulated Murrayafoline A for cancer therapy.
Phạm Thế Dân, Nguyễn Ngọc Tùng, Nguyễn Thành Dương
- 39 Đánh giá tác động của giãn cách xã hội đến chất lượng nước tại sông Nhuê, sông Đáy, sông Tô Lịch. 206
 Assessment the impact of social isolation on water quality in Nhue, Day and To Lich rivers.
Nguyễn Quang Trung, Hoàng Thế Anh
- 40 Nghiên cứu ảnh hưởng của hoạt chất 20-hydroxyecdysone đến chu kỳ lột xác và xác định dư lượng trong cua bùn (*Scylla olivacea*). 211
 Study the effect of active ingredient 20-hydroxyecdysone on molting stimulant and determine residue in mud crabs (*Scylla olivacea*).
Nguyễn Thị Phương Lan, Lê Quang Hường, Nguyễn Quang Trung
- 41 Phân tích các chất diệt cỏ họ glyphosate bằng phương pháp LC-MS/MS. 216
 Phần 2. Phân tích mẫu ngũ cốc.
 Analysis of glyphosate herbicides by LC-MS/MS.
 Part 2. Cereal samples.
Mai Thị Nga Linh, Vũ Cẩm Tú, Bùi Văn Hợi, Vũ Thị Hồng Ân, Chu Đình Bình
- 42 Tiềm năng sử dụng vỏ trấu như một chất ức chế enzyme gây bệnh gút và kháng cỏ tự nhiên. 222
 Potential use of rice husk as an antihyperuricemic and allelochemical source.
Trương Ngọc Minh, Đặng Việt Hậu, Nguyễn Quang Trung, Lê Trường Giang
- 43 Determination of pharmaceutical multi-residues in hospital wastewater by UPLC-MS/MS. 227
Bui Van Hoi, Vu Cam Tu, Phung Thi Lan Anh, Nguyen Thi Thao, Nguyen Phuong Thanh, Chu Dinh Binh
- 44 Preliminary study on the occurrence of fungicides and herbicides in the air particulate matter in a residential area of Hanoi. 233
Tran Dung Nguyen, Trinh Thu Ha, Vu Le Minh, Duong Thi Hanh
- 45 Secondary metabolites and their antioxidant properties of *Polyscias fruticosa* (L.) Harms. 239
Nguyen Thuy Linh, Le Thi My Chau, Nguyen Thi Minh Tu

46	Nitrogen containing compounds from <i>Moringa oleifera</i> leaves.	246
	<i>Tran Van Hien, Nguyen Quang Trung, Nguyen Tien Dat</i>	
47	Synthesis of nanopowder Y_2O_3 by the gel-combustion method and investigation of arsenic adsorption from aqueous solution.	249
	<i>Nguyen Thi Ha Chi, Doan Trung Dung, Pham Ngoc Chuc, Nguyen Quang Bac, Duong Thi Lim, Dao Ngoc Nhiem</i>	
48	$Fe_2O_3 - Mn_2O_3/rGO$: Application in the photocatalytic degradation of parathion in water.	253
	<i>Nguyen Vu Ngoc Mai, Dao Ngoc Nhiem, Duong Thi Lim, Tran Dai Lam, Nguyen Quang Trung</i>	
49	Cytotoxic compounds from the leaves of <i>Helicteres hirsuta</i> L.	259
	<i>Nguyen Thanh Tra, Ba Thi Cham, Nguyen Thi Thu Ha, Le Thi Tu Anh, Le Thi Hai Yen</i>	
50	<i>In vitro</i> alpha glucosidase and acetylcholinesterase enzyme inhibitory from leaves of <i>Diospyros fleuryana</i> .	264
	<i>Nguyen Thi Thu Ha, Nguyen Van Tuyen, Ba Thi Cham, Nguyen Thanh Tra, Le Thi Tu Anh, Pham Van Cuong</i>	
51	Assessment of dioxin and furan level in serum blood of labor in contaminated site during three continuous months working.	270
	<i>Nguyen Van Thuong, Vu Duc Nam, Le Minh Thuy, Le Thi Thao Nguyen, Nguyen Quang Trung, Duong Phi Long, Le Thai Ha</i>	
52	A study of the phosphate ions adsorption capacity of coal slag, fly ash, and alum soil based on adsorption isotherms.	274
	<i>Nguyen Hoang Lam, Trinh Ngoc Ai, Nguyen Thi Thuy Linh, Huynh Thi Kim Phuong, Nguyen Thanh Huy, Tao Gia Phu</i>	
53	Development of direct extraction procedure for glyphosate, glufosinate and their metabolites analysis in surface water by LC-MS/MS method.	284
	<i>Vu Cam Tu, Le Phuong Thu, Bui Van Hoi, Mai Thi Nga Linh, Phung Thi Lan Anh, Chu Nguyen Hoang Anh, Nguyen Le Hoang Yen, Vu Toan Khanh, Tran Manh Quan, Chu Dinh Binh</i>	
54	The relationship between some flavour precursor compounds and aroma quality of orthodox black tea (<i>Camellia sinensis</i>).	291
	<i>Hoang Quoc Tuan, Pham Ngoc Hung, Nguyen Thi Minh Tu</i>	
55	Preliminary assessment of some heavy metals in some fishes and crustaceans in coastal zone of Tien Hai district, Thai Binh province.	295
	<i>Le Nhu Da, Le Thi Phuong Quynh, Hoang Thi Thu Ha, Duong Thi Thuy, Phung Vu Phong</i>	
56	Determination of toxic metals in functional foods form urmeric by inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS).	300
	<i>Nguyen Quang Trung, Pham Thi Tra, Le Quang Huong</i>	
57	Effect of retrogradation on the formation of slowly digestible sweet potato starch.	303
	<i>Phung Thi Thanh Truc, Duong Hong Quan, An Duy Tuyen, Hoang Minh Tri, Vu Thu Trang, Luong Hong Nga</i>	
58	Occurrence of trace mycotoxin contaminants in bottled drinking water in Hanoi, Vietnam.	309
	<i>Nguyen Quang Trung, Sadao Matsuawa, Truong Ngoc Minh, Nguyen Mai Anh</i>	

59	Effects of soybean milk concentration on the formation of chemical bonds between soybean protein molecules and qualities of tofu.	316
	<i>Nguyen Quang Duc, Nguyen Thi Thu Hoa, Nguyen Duc Doan, Luong Hong Nga, Nguyen Xuan Phuong</i>	
60	Control the formation of isomaltooligosaccharide from sweet potato by high performance liquid chromatography with refractive index detector (HPLC-RI).	320
	<i>Duong Hong Quan, Hoang Minh Tri, Nguyen Thi Hong Gam, Nguyen Ngoc Hoa, Nguyen Thi Truc Lam, Nguyen Thi Van Anh, Luong Hong Nga, Vu Thu Trang</i>	
61	Concentrations some of heavy metals in market rice grain and their potential health risks to the population of Hanoi, Viet Nam.	326
	<i>Pham Quoc Trung, Nguyen Ngoc Tung, Dao Hai Yen</i>	
62	Analytical method for brominated flame retardants in indoor dust.	331
	<i>Trinh Thu Ha, Hoang Quoc Anh, Le Truong Giang, Pham Quoc Trung, Truong Anh Dung, Nguyen Van Tuyen, Duong Thi Hanh</i>	