



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003453

(51)⁷ **A61K 43/00; B22F 9/24**

(13) **Y**

(21) 2-2023-00348

(22) 22/07/2019

(67) 1-2019-03956

(45) 25/12/2023 429

(43) 25/01/2021 394

(73) Trần Đăng Khoa (VN)

37/61, phố Phạm Tuấn Tài, phường Cổ Nhuế 1, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Trần Đăng Khoa (VN); Trần Thị Trà My (VN); Nguyễn Khánh Minh (VN); Nguyễn Huy Hoàng (VN); Cao Ngân An (VN).

(54) **PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO HẠT NANO OXIT SẮT TỪ BẰNG DỊCH CHIẾT LÁ CÂY TRÀU KHÔNG**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp chế tạo hạt nano oxit sắt từ bằng dịch chiết của lá cây trầu không, trong đó phương pháp này bao gồm các bước a) chuẩn bị dịch chiết lá cây trầu không bằng cách rửa sạch lá bằng nước cất, rồi nghiền trong cối, hỗn hợp được bổ sung nước khử ion sau đó rung siêu âm 15 phút ở nhiệt độ phòng, sau đó lọc qua giấy lọc để thu dịch chiết; b) tổng hợp hạt nano oxit sắt từ bằng cách hòa dịch chiết lá cây trầu không thu được ở bước a) cùng với dung dịch $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1M với tỷ lệ 1:1 về thể tích, khuấy trên máy khuấy từ với tốc độ 600 vòng/phút trong thời gian 60 phút để quá trình khử diễn ra; để dung dịch ở nhiệt độ phòng trong 30 phút; c) sau đó ly tâm dung dịch 20 phút ở 15.000 vòng/phút; và d) sản phẩm được rửa 3 lần bằng nước khử ion và sau đó sấy khô chân không ở 40°C, sản phẩm bảo quản ở nhiệt độ phòng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực khoa học vật liệu, cụ thể là giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp chế tạo hạt nano oxit sắt từ bằng dịch chiết từ lá cây trầu không (*Piper betle* L.).

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Công nghệ nano là ngành công nghệ liên quan đến việc thiết kế, phân tích, chế tạo và ứng dụng các cấu trúc, thiết bị và hệ thống bằng việc điều khiển hình dáng, kích thước trên quy mô nanômét ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$). Ở kích thước nano, vật liệu sẽ có những tính năng đặc biệt mà vật liệu truyền thống không có được đó là do sự thu nhỏ kích thước và việc tăng diện tích mặt ngoài. Công nghệ nano đang trở thành một ngành công nghiệp phát triển bởi những ứng dụng cao của nó đối với đời sống. Các vật liệu có cấu trúc nano tác động hầu hết đến các ngành công nghiệp như máy tính, bán dẫn, dược phẩm, quốc phòng, y tế, v.v.. Trên thế giới đã có những sản phẩm như vải nano, sắt thép nano, thuốc nano chữa bệnh, y tế nano, kính nano, sơn nano, mực in nano, mỹ phẩm nano, vũ khí nano, v.v.. Tất cả những sản phẩm trên đều có những tính năng kỳ diệu, chưa từng có.

Hạt nano kim loại được xem là một khám phá mang tính đột phá của khoa học hiện đại. Khi kích thước giảm, tỷ số giữa bề mặt và thể tích tăng mạnh, hiệu ứng bề mặt chiếm ưu thế là điều kiện lý tưởng cho các vật liệu tổ hợp nano, các tương tác hóa học, xúc tác, các vật liệu dự trữ năng lượng, các thuốc chữa bệnh,...thể hiện tính chất đặc thù hoặc tăng khả năng hoạt động. Trong số các hạt nano kim loại được quan tâm sử dụng phải kể đến hạt nano oxit sắt từ do tính chất hóa lý phụ thuộc vào kích thước dẫn đến việc hạt nano sắt từ có tiềm năng lớn trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật, y sinh và môi trường.

Hạt nano từ là vật liệu từ ở kích thước nano. Vật liệu từ là vật liệu dưới tác dụng của từ trường có thể bị từ hóa, tức là có những tính chất từ đặc biệt. Bất cứ vật liệu nào đều có sự hưởng ứng với từ trường ngoài (H), thể hiện bằng độ từ hóa (từ độ - M). Tỷ số $\chi = M/H$ được gọi là độ cảm từ. Tùy thuộc vào giá trị, độ cảm từ có thể phân ra làm các loại vật liệu từ khác nhau. vật liệu từ tính ngụ ý là vật liệu sắt từ, ferri từ hoặc siêu thuận từ. Ngoài độ cảm từ, một số thông số khác cũng rất quan trọng trong việc xác định tính chất của vật liệu, ví dụ như: từ độ bão hòa M_s (từ độ đạt cực đại tại từ trường lớn), từ dư M_r (từ độ còn dư sau khi ngừng tác động của từ trường ngoài), lực kháng từ H_c (từ trường ngoài cần thiết để một hệ, sau khi đạt trạng thái bão hòa từ, bị khử từ). Nếu kích thước của hạt giảm đến một giá trị nào đó (thông thường từ vài cho đến vài chục nanomet), phụ thuộc vào từng vật liệu cụ thể, tính sắt từ và ferri từ biến mất, chuyển động nhiệt sẽ thắng thế và làm cho vật liệu trở thành vật liệu siêu thuận từ. Đối với vật liệu siêu thuận từ, từ dư và lực kháng từ bằng không. Điều đó có nghĩa là, khi ngừng tác động của từ trường ngoài, vật liệu sẽ không còn từ tính nữa, đây là một đặc điểm rất quan trọng khi dùng vật liệu này cho các ứng dụng y sinh học. Trong tự nhiên, sắt (Fe) là vật liệu có từ độ bão hòa lớn nhất tại nhiệt độ phòng, sắt không độc đối với cơ thể người và tính ổn định khi làm việc trong môi trường không khí nên các vật liệu như oxit sắt Fe_3O_4 được nghiên cứu rất nhiều để làm hạt nano từ tính. Đặc biệt, magnetite (Fe_3O_4) là một oxit sắt từ tính phổ biến có spinel nghịch đảo hình khối kết cấu. Các hợp chất thể hiện tính chất điện và từ duy nhất dựa trên việc chuyển giao các electron giữa Fe^{2+} và Fe^{3+} trong các vị trí bát diện.

Theo tính chất vật lý, hóa học, nhiệt và cơ học độc đáo của chúng, và cũng bởi có đặc điểm bề mặt phù hợp, hạt nano siêu thuận từ mang lại tiềm năng lớn trong nhiều ứng dụng y sinh, như liệu pháp tế bào, sửa chữa mô, cung cấp thuốc, cộng hưởng từ hình ảnh (MRI), tăng thân nhiệt cục bộ và tách enzyme, protein, tinh thể DNA. Một số ứng dụng cụ thể như khi các hạt từ tính tích lũy trong khối u các mô, chúng có thể đóng một vai trò quan trọng trong việc phát

hiện thông qua MRI hoặc hình ảnh hiển vi điện tử để xác định vị trí và đo lường ràng buộc hoặc là phương tiện vận chuyển thuốc cho một số loại thuốc chống ung thư.

Trong y sinh học, người ta thường xuyên phải tách một loại thực thể sinh học nào đó ra khỏi môi trường của chúng để làm tăng nồng độ khi phân tích hoặc cho các mục đích khác. Phân tách tế bào sử dụng các hạt nano từ tính là một trong những phương pháp thường được sử dụng. Các hạt từ tính được bao phủ bởi các chất hoạt hóa tương tự các phân tử trong hệ miễn dịch đã có thể tạo ra các liên kết với các tế bào hồng cầu, tế bào ung thư phổi, vi khuẩn, tế bào ung thư đường tiết niệu và thể golgi. Đối với các tế bào lớn, kích thước của các hạt từ tính đôi lúc cũng cần phải lớn, có thể đạt kích thước vài trăm nano mét. Quá trình phân tách được thực hiện nhờ một gradient từ trường ngoài. Từ trường ngoài tạo một lực hút các hạt từ tính có mang các tế bào được đánh dấu.

Một trong những nhược điểm quan trọng nhất của hóa trị liệu đó là tính không đặc hiệu. Khi vào trong cơ thể, thuốc chữa bệnh sẽ phân bố không tập trung nên các tế bào mạnh khỏe bị ảnh hưởng do tác dụng phụ của thuốc. Chính vì thế việc dùng các hạt từ tính như là hạt mang thuốc đến vị trí cần thiết trên cơ thể (thông thường dùng điều trị các khối u ung thư) đã được nghiên cứu, những ứng dụng này được gọi là dẫn truyền thuốc bằng hạt từ tính. Hạt nano từ tính có tính tương hợp sinh học được gắn kết với thuốc điều trị. Lúc này hạt nano có tác dụng như một hạt mang. Thông thường hệ thuốc/hạt tạo ra một chất lỏng từ và đi vào cơ thể thông qua hệ tuần hoàn. Khi các hạt đi vào mạch máu, người ta dùng một gradient từ trường ngoài rất mạnh để tập trung các hạt vào một vị trí nào đó trên cơ thể.

Phương pháp tăng thân nhiệt cục bộ các tế bào ung thư mà không ảnh hưởng đến các tế bào bình thường là một trong những ứng dụng quan trọng khác của hạt nano từ tính. Nguyên tắc hoạt động là các hạt nano từ tính có kích thước từ 20-100 nm được phân tán trong các mô mong muốn sau đó tác dụng một từ trường xoay chiều bên ngoài đủ lớn về cường độ và tần số để làm cho các hạt

nano hưởng ứng mà tạo ra nhiệt nung nóng những vùng xung quanh. Nhiệt độ khoảng 42 °C trong khoảng 30 phút có thể đủ để giết chết các tế bào ung thư. Ứng dụng của hạt nano từ trong tăng độ tương phản cho ảnh cộng hưởng từ. Các hạt nano siêu thuận từ tạo thành từ oxit sắt hoặc hợp chất chứa Gd thường được sử dụng như tác nhân làm tăng độ tương phản trong cộng hưởng từ. Sự có mặt của chúng làm nhiễu loạn từ trường địa phương nên làm thay đổi giá trị rất nhiều. Giá trị của cũng thay đổi nhưng ở mức độ yếu hơn. Dựa trên đặc tính của từng mô trong cơ thể, tùy loại mô mà độ hấp thụ hạt nano mạnh hay yếu. Ví dụ, hạt nano có kích thước 30 nm được bao phủ dextran có thể nhanh chóng đi vào gan và tì trong khi những cơ quan khác thì chậm hơn. Như vậy, mật độ hạt nano ở các cơ quan là khác nhau, dẫn đến sự nhiễu loạn từ trường địa phương cũng khác nhau làm tăng độ tương phản trong ảnh cộng hưởng từ do thời gian hồi phục bị thay đổi khi đi từ mô này đến mô khác. Những nghiên cứu của các nhà khoa học gần đây cho thấy hạt nano từ còn có khả năng kháng khuẩn. Cơ chế diệt khuẩn của hạt nano từ là tương tác với lớp màng tế bào của vi khuẩn, virus. Chính tương tác này phá hủy màng tế bào dẫn đến hạn chế phát triển, sinh sản của các tế bào vi khuẩn, điều này được coi là cơ chế chủ yếu đối với tác động kháng khuẩn của hạt nano từ. Ngoài ra, các hạt nano từ có kích thước nhỏ có thể thâm nhập vào trong tế bào vi khuẩn, gây độc làm ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng và phát triển ở vi khuẩn. Như vậy, chỉ cần một lượng rất thấp các hạt nano kim loại đã có thể xử lý được lượng vi khuẩn rất lớn trong rất nhiều môi trường khác nhau. Nhờ vào tính chất từ, hạt nano từ có thể thu hồi tái sử dụng.

Hiện nay có rất nhiều phương pháp tổng hợp hạt nano sắt từ bằng phương pháp từ vật lý đến hóa học. Một trong những phương pháp truyền thống phổ biến được nhiều nghiên cứu đề cập là sử dụng các tác nhân khử hóa học như hydrazine, sodium borohydride, axit ascorbic. Mặc dù thường tỏ ra hiệu quả, nhưng phương pháp này vẫn có những hạn chế lớn, bao gồm độc tính từ các tác nhân sử dụng cũng như khó khăn trong việc loại bỏ các tác nhân trên. Để tránh hoặc giảm thiểu ảnh hưởng của các tác nhân độc hại với môi trường và con

người, việc áp dụng định hướng tổng hợp xanh trong việc chế tạo hạt nano sắt từ được chú ý với hai tiêu chí luôn phải đảm bảo (vừa kinh tế, quá trình nhanh, thân thiện với môi trường). Trong số các phương pháp tổng hợp xanh, phương pháp tổng hợp hạt nano oxit sắt từ bằng các vi chất hữu cơ hoặc chiết xuất từ thực vật đang ngày càng cho thấy nhiều tiềm năng và ưu thế do đây là những tác nhân khử và giữ bền có giá thành thấp, hoạt tính hóa học cao, quy trình sử dụng đơn giản và thân thiện với môi trường. Nhiều thực vật có các thành phần có khả năng khử sinh học như axit sorbic, axit citric, euphol, polyhydroxy limonoid, axit ascorbic, axit retinoic, tannins và axit ellagic để điều chế nano kim loại. Ngoài ra, thành phần của thực vật thường hay chứa các hoạt chất giúp làm bền hóa hạt nano oxit sắt từ khi mới được hình thành như protein, axit amin, enzym, polysaccharit, tanin, saponin.... Trong nghiên cứu này, các tác giả giải pháp hữu ích sử dụng dịch chiết từ lá cây trầu không (*Piper betle* L.) để tổng hợp hạt nano oxit sắt từ. Sản phẩm hạt nano oxit sắt từ được phân tích hình thái, cấu trúc và đặc tính kháng khuẩn.

Cây Trầu không có tên khoa học là *Piper betle* L. hay *Piper sriboa* L., thuộc họ Hồ tiêu (Piperaceae), là một trong những loài thực vật nhiệt đới quan trọng ở khu vực châu Á, được trồng rộng rãi ở Ấn Độ, Sri Lanka, Malaysia, Thái Lan, Đài Loan và các quốc gia Đông Nam Á khác. Ở nước ta, trong y học cổ truyền Việt Nam, lá trầu được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như có tính kháng nấm gây hại, vi khuẩn, nhai trầu để chắc răng, chữa viêm mủ chân răng, nước sắc lá trầu để rửa hoặc đắp trị vết thương, bỏng, lở loét, mụn nhọt, chàm, lá trầu ngâm trong nước sôi dùng nhỏ mắt để chữa bệnh viêm kết mạc, v.v..

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là nhằm giải quyết các tồn tại nêu trên. Theo đó, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp chế tạo hạt nano oxit sắt từ

bằng dịch chiết lá cây trầu không (*Piper betle* L.), trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

a) chuẩn bị dịch chiết lá cây trầu không bằng cách rửa sạch lá bằng nước cất, rồi nghiền trong cối, hỗn hợp được bổ sung nước khử ion sau đó rung siêu âm 15 phút ở nhiệt độ phòng, sau đó lọc qua giấy lọc để thu dịch chiết

b) tổng hợp hạt nano oxit sắt từ bằng cách hòa dịch chiết lá cây trầu không thu được ở bước a) cùng với dung dịch $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1M với tỷ lệ 1:1 về thể tích, khuấy trên máy khuấy từ với tốc độ 600 vòng/phút trong thời gian 60 phút để quá trình khử diễn ra. Để dung dịch ở nhiệt độ phòng trong 30 phút.

c) sau đó ly tâm dung dịch 20 phút ở 15.000 vòng/phút.

d) sản phẩm được rửa 3 lần bằng nước khử ion và sau đó sấy khô chân không ở 40°C. Sản phẩm bảo quản ở nhiệt độ phòng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ phương pháp chế tạo hạt nano oxit sắt từ bằng dịch chiết lá cây trầu không

Hình 2 là ảnh chụp quá trình phản ứng khử, thay đổi màu của dung dịch trước và sau khi trộn

Hình 3 là biểu đồ phân bố kích thước hạt trong dung dịch

Hình 4 là ảnh chụp kết quả chụp FESEM

Hình 5 là ảnh chụp kết quả kháng khuẩn G(+) và G(-) của hạt nano oxit sắt từ

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây, giải pháp hữu ích mô tả chi tiết các phương án cụ thể, tuy nhiên, các phương án này chỉ nhằm mục đích mô tả chi tiết giải pháp hữu ích, chứ không nhằm mục đích hạn chế phạm vi yêu cầu bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp chế tạo hạt nano oxit sắt từ bằng dịch chiết lá cây trầu không, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

a) chuẩn bị dịch chiết lá cây trà không bằng cách rửa sạch lá bằng nước cất, rồi nghiền trong cối, hỗn hợp được bổ sung nước khử ion sau đó rung siêu âm 15 phút ở nhiệt độ phòng, sau đó lọc qua giấy lọc để thu dịch chiết

b) tổng hợp hạt nano oxit sắt từ bằng cách hòa dịch chiết lá cây trà không thu được ở bước a) cùng với dung dịch $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1M với tỷ lệ 1:1 về thể tích, khuấy trên máy khuấy từ với tốc độ 600 vòng/phút trong thời gian 60 phút để quá trình khử diễn ra. Để dung dịch ở nhiệt độ phòng trong 30 phút.

c) sau đó ly tâm dung dịch 20 phút ở 15.000 vòng/phút.

d) sản phẩm được rửa 3 lần bằng nước khử ion và sau đó sấy khô chân không ở 40°C . Sản phẩm bảo quản ở nhiệt độ phòng.

Các dụng cụ được sử dụng để tổng hợp hạt nano oxit sắt từ từ thực vật bằng cách tổng hợp xanh gồm:

- Cối nghiền mẫu
- Máy khuấy từ
- Bình thí nghiệm tam giác
- Máy ly tâm
- Tủ sấy chân không

Kết quả nghiên cứu khác nhau trên thế giới và Việt Nam cho thấy lá cây trà không có nhiều thành phần như lignin, hemicelluloza, hydroquinon, pectin, tannin có thể được sử dụng để khử ion kim loại. Cụ thể, tannin trong chiết xuất lá cây trà không có vai trò như một tác nhân khử điển hình. Việc tổng hợp hạt nano sắt từ bằng dịch chiết của cây trà không có ưu điểm hơn so với các phương pháp hóa lý khác là không bị ảnh hưởng bởi các độc tố có trong hóa chất sử dụng cho quá trình hóa khử, các thành phần bảo vệ bền vững hạt nano oxit sắt từ từ dịch chiết thực vật như peptit, axit sorbic, axit citric, axit ascorbic, các phenolic như chavibetol, chavibetol acetate 2, 4-allylpyrocatechol diacetate và những protein có trong chiết xuất từ lá cây trà không được tin rằng có thể liên kết với các hạt nano oxit sắt từ, từ đó đóng vai trò như những tác nhân tạo

phức khi kết hợp với hạt nano oxit sắt từ làm cho phức hợp bên ngoài hạt nano có hoạt tính chống oxy hóa và kháng khuẩn.

Phân tích quá trình phản ứng xảy

Kết quả cho thấy sau khi trộn với dịch chiết lá trà không, hỗn hợp dung dịch chuyển từ màu vàng tươi sang màu nâu đậm cho thấy quá trình khử hình thành hạt nano đã diễn ra (Hình 2).

Phân tích phân bố kích thước hạt nano oxit sắt từ

Kết quả phân tích sử dụng thiết bị đo phân bố kích thước hạt LB-550 cho thấy mật độ phân bố kích thước hạt nano oxit sắt từ trong dung dịch nằm trong khoảng từ 80-100nm (Hình 3).

Phân tích hình thái hạt nano oxit sắt từ sử dụng kính hiển vi điện tử FESEM

Kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường FESEM là một loại kính hiển vi điện tử có thể tạo ra ảnh với độ phân giải siêu cao của bề mặt mẫu vật bằng cách sử dụng một chùm điện tử hẹp quét trên bề mặt mẫu. Việc tạo ảnh của mẫu vật được thực hiện thông qua việc ghi nhận và phân tích các bức xạ phát ra từ tương tác của chùm điện tử với bề mặt mẫu vật.

Kết quả ở chụp FESEM ở hình 4 cho thấy kích thước hạt nano oxit sắt từ khoảng từ 80-100 nm, tương ứng kết quả đo với máy đo phân bố kích thước hạt LB-550. Hạt nano oxit sắt từ có hình dạng cầu.

Phân tích khả năng kháng khuẩn của hạt nano oxit sắt từ

Thực hiện cấy trải vi khuẩn lên trên bề mặt đĩa LB agar, sau đó nhỏ dung dịch hạt nano oxit sắt từ vào lỗ nhỏ. Đĩa LB agar này sau khi đưa đi nuôi qua đêm ở nhiệt độ 37° C vi khuẩn sẽ phát triển trên khắp bề mặt đĩa, dung dịch hạt nano oxit sắt từ sau khi nhỏ sẽ khuếch tán ra xung quanh. Các vi khuẩn trong phạm vi khuếch tán của hạt nano oxit sắt từ sẽ chịu sự tác động của nano oxit sắt từ, các nano oxit sắt từ sẽ tương tác với các nhóm peptidoglycan và ức chế khả năng vận chuyển oxy của chúng vào bên trong tế bào dẫn đến làm vi khuẩn dần chết đi.

Kết quả cho thấy hạt nano oxit sắt từ được tổng hợp bằng dịch chiết của cây trà không có khả năng kháng vi khuẩn G(+) và G(-).

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Lấy 50g gam lá cây trà không được rửa bằng nước cất 2 lần, sau đó được nghiền, bổ sung thêm 100ml nước khử ion, rung siêu âm 15 phút và lọc bằng giấy lọc để thu dịch chiết. Trộn 25ml $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1M và 25ml dịch chiết lá cây trà không. Phản ứng khử được diễn ra trong 60 phút.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Phương pháp chế tạo hạt nano oxit sắt từ bằng dịch chiết của lá cây trà không theo giải pháp hữu ích không phức tạp và yêu cầu máy móc đơn giản, không sử dụng các hóa chất độc hại, thân thiện môi trường chính vì vậy sản phẩm có thể được ứng dụng trong các lĩnh vực y sinh như phát hiện bệnh trong cảm biến sinh hoặc mang thuốc. Ngoài ra, hạt nano oxit sắt từ được tổng hợp bằng dịch chiết của lá cây trà không giả thiết tăng khả năng kháng khuẩn do liên kết với các phenolic có trong dịch chiết của lá cây trà không. Trong một số trường hợp hạt nano oxit sắt từ sau khi sử dụng có thể thu hồi lại bằng nam châm từ để tiếp tục sử dụng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

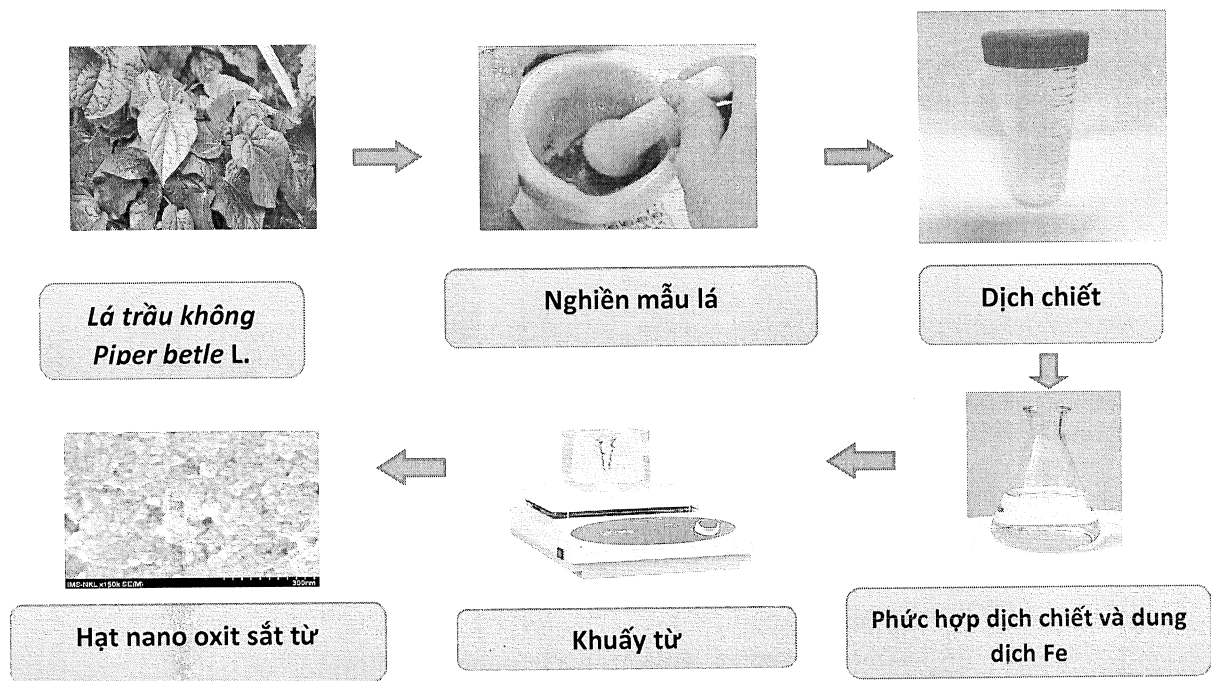
1. Phương pháp chế tạo hạt nano oxit sắt từ bằng dịch chiết của lá cây trầu không (*Piper betle* L.), trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

a) chuẩn bị dịch chiết lá cây trầu không bằng cách rửa sạch lá bằng nước cất, rồi nghiền trong cối, hỗn hợp được bổ sung nước khử ion sau đó rung siêu âm 15 phút ở nhiệt độ phòng, sau đó lọc qua giấy lọc để thu dịch chiết;

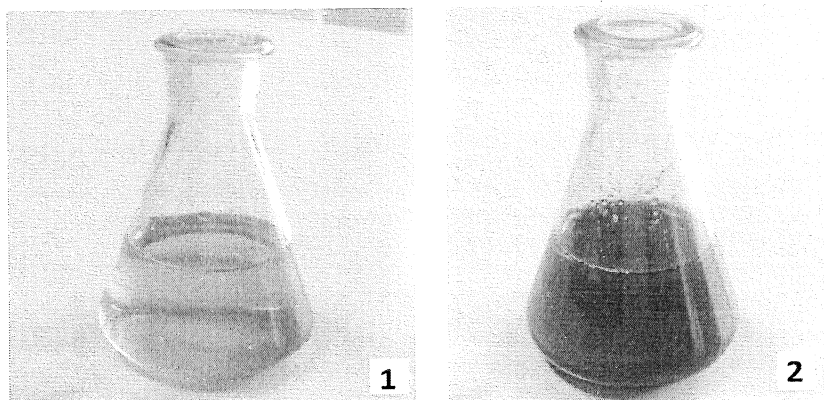
b) tổng hợp hạt nano oxit sắt từ bằng cách hòa dịch chiết lá cây trầu không thu được ở bước a) cùng với dung dịch $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1M với tỷ lệ 1:1 về thể tích, khuấy trên máy khuấy từ với tốc độ 600 vòng/phút trong thời gian 60 phút để quá trình khử diễn ra; để dung dịch ở nhiệt độ phòng trong 30 phút;

c) sau đó ly tâm dung dịch 20 phút ở 15.000 vòng/phút; và

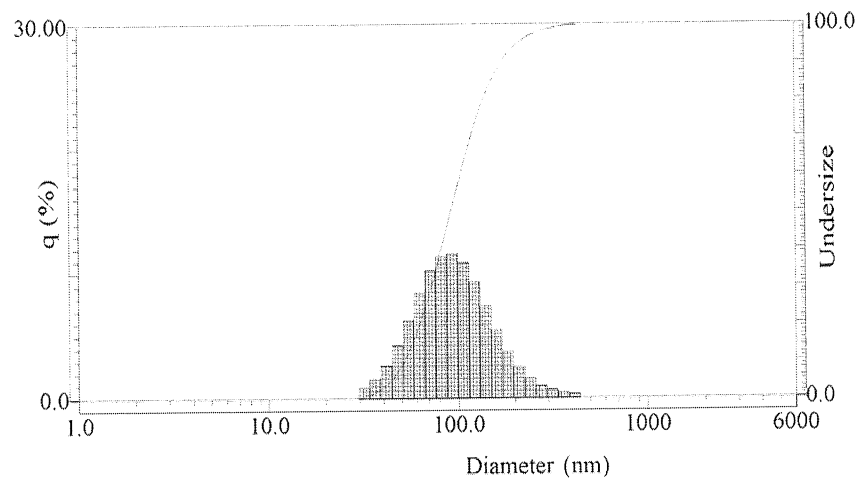
d) sản phẩm được rửa 3 lần bằng nước khử ion và sau đó sấy khô chân không ở 40°C , sản phẩm bảo quản ở nhiệt độ phòng.



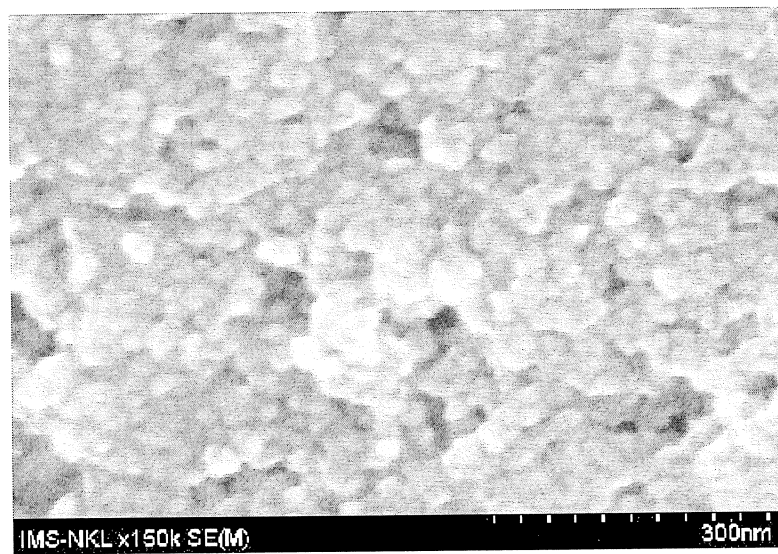
Hình 1



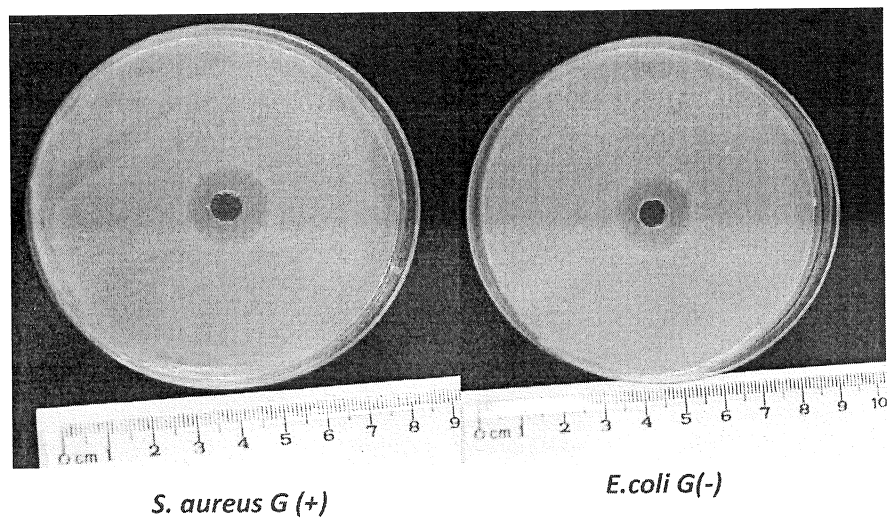
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5