

BIẾN ĐỔI CẤU TRÚC CHITOSAN VÀ ỨNG DỤNG TRONG BẮT KHUẨN, TÁCH KHUẨN, KHÁNG KHUẨN, XỬ LÝ MÔI TRƯỜNG



Ts. Võ Đức Thắng

College of Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan

Email: dtvo@mail.ntust.edu.tw; vdthangbk@gmail.com

Abstract

Lĩnh vực:

Hóa – Sinh – Vật liệu

Ngày đăng:

13/04/2022

Keywords: chitosan, hydrophobically modified chitosan, carboxymethyl chitosan, antibacterial activity

Chitosan, một dẫn xuất của chitin, đã và đang nhận được sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu. Bên cạnh các đặc tính tự nhiên của chitosan, các dẫn xuất dựa trên biến đổi các nhóm chức cũng đang được chú trọng. Thông qua phản ứng hóa học, các nhóm chức amino (-NH₂) và hydroxyl (-OH) có thể được chuyển đổi để tổng hợp hydrophobically modified chitosan (HMCS) và carboxymethyl chitosan (CMCS). Chúng tôi đã biến đổi cấu trúc của chitosan và nghiên cứu các ứng dụng của chúng trong việc bắt khuẩn, tách khuẩn trên dạng HMCS bột biển hay gắn HMCS trên các hạt nano sắt từ, khả năng kháng khuẩn của bề mặt được phủ HMCS và khả năng hấp phụ chất màu metyl da cam trên HMCS bột biển cũng đã được khảo sát. Ngoài ra, CMCS đã được gắn lên bề mặt sắt từ để tổng hợp nano bạc và ứng dụng trong kháng khuẩn.

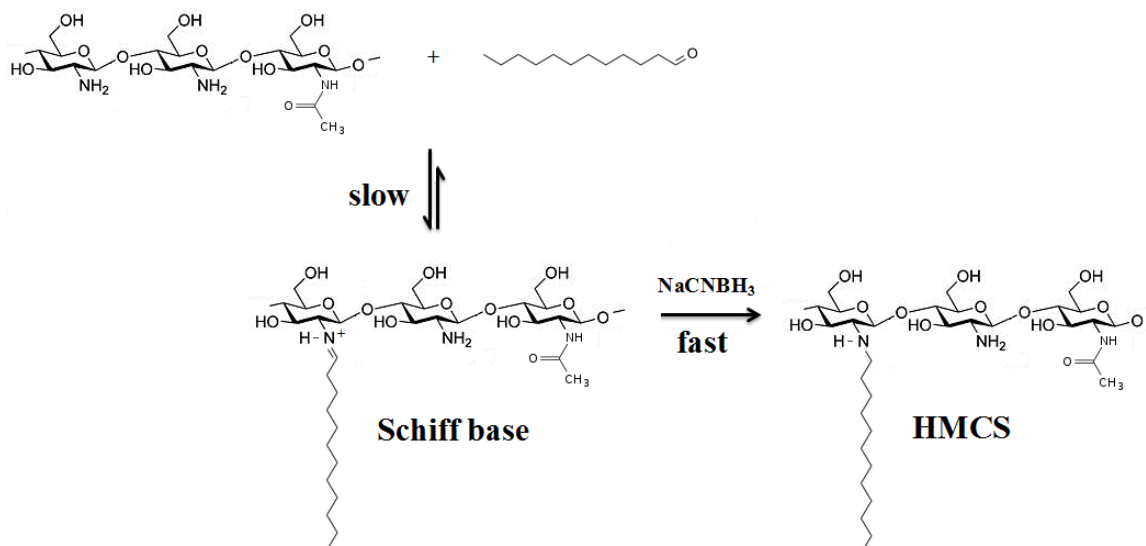
1. Giới thiệu

Chitin là một dạng polysaccharide tự nhiên có trong thành phần cấu tạo của vỏ tôm, cua, ghẹ, ... Chitosan (CS) là dẫn xuất thu được sau quá trình thủy phân nhóm chức acetyl ra khỏi cấu trúc của chitin (deacetylation). Chitosan đã và đang nhận được sự quan tâm nghiên cứu của nhiều nhà khoa học, cũng như được sử dụng khá nhiều trong các ứng dụng thực tế. Tuy nhiên, chitosan kém tan trong nước nên dẫn đến một số hạn chế trong ứng dụng. Nhiều nghiên cứu đã tiến hành biến đổi cấu trúc của chitosan để cải thiện và gia tăng khả năng ứng dụng của polymer sinh học này.

Chúng tôi đã biến đổi nhóm chức hydroxyl (-OH) và amino (-NH₂) để điều chế hai dẫn xuất

hydrophobically modified chitosan (HMCS) và carboxymethyl chitosan (CMCS) dùng trong các ứng dụng bắt khuẩn, tách khuẩn, kháng khuẩn, xử lý môi trường.

HMCS được điều chế thông qua phản ứng Shiff base, các chuỗi alkyl với 12 carbon đã được gắn vào các nhóm amino trong cấu trúc của chitosan (**Hình 1**). Các đuôi kỵ nước có vai trò như những thanh gươm chèn vào cấu trúc màng tế bào và neo giữ vi khuẩn, sau đó phá hủy màng tế bào và diệt khuẩn thông qua các tương tác trực tiếp. Ngoài ra, khi hòa tan HMCS trong môi trường acid, các chuỗi alkyl tương tác kỵ nước mạnh dẫn đến sự tăng độ nhớt đáng kể so với dung dịch chitosan. Sau quá trình khuấy trộn mạnh,

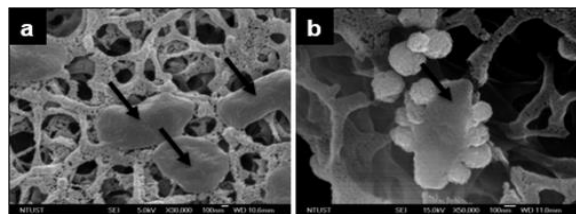
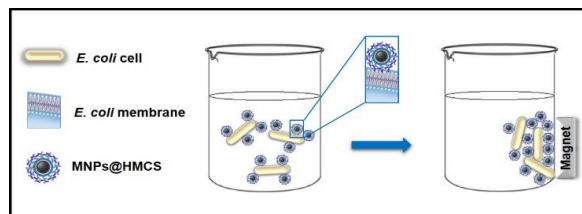


Hình 1. Điều chế HMCS thông qua phản ứng Schiff base.

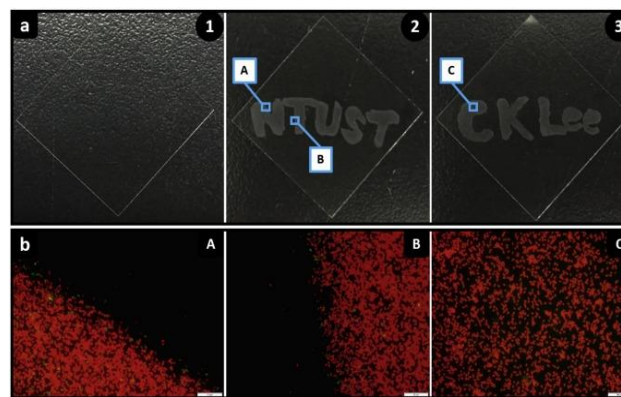
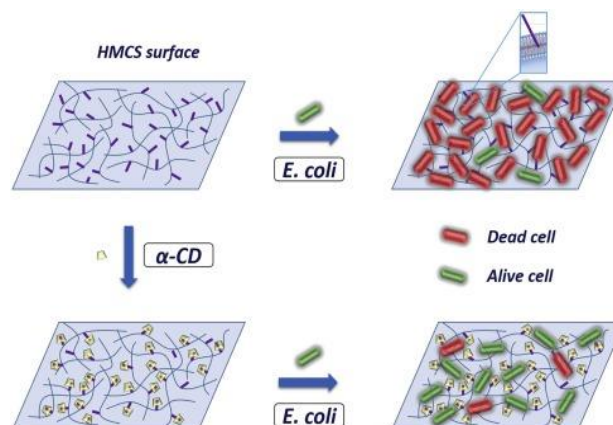
không khí được phân tán đều trong dung dịch HMCS tạo thành hệ bọt bền (foam). Thông qua quá trình sấy lạnh, bọt HMCS chuyển thành cấu trúc bọt biển (sponge) với độ xốp cao.

2. Hydrophobically Modified Chitosan Grafted Magnetic Nanoparticles for Bacteria Removal [1]

Trong nghiên cứu đầu tiên, chúng tôi đã gắn HMCS lên bề mặt các hạt nano sắt từ và ứng dụng tách khuẩn trong nước. Các đuôi kỵ nước chèn vào màng tế bào và neo giữ vi khuẩn. Sau đó, chúng tôi dùng nam châm để thu hồi các hạt nano sắt và tế bào vi khuẩn cũng bị tách ra khỏi nước (Hình 2).



Hình 1. Tương tác của HMCS trên bề mặt các hạt nano sắt từ và tế bào vi khuẩn.



Hình 3. Vi khuẩn được neo giữ và bị diệt trên bề mặt kính có phủ HMCS.

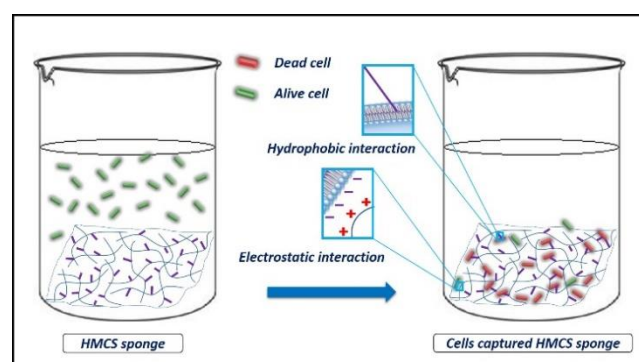
3. Cells capture and antimicrobial effect of hydrophobically modified chitosan coating on Escherichia coli [2]

Sau đó, chúng tôi đã dùng dung dịch HMCS phủ lên bề mặt kính và nghiên cứu khả năng bắt khuẩn,

kháng khuẩn. Các bề mặt được phủ với HMCS thể hiện rõ rệt khả năng tương tác, neo giữ và diệt các tế bào vi khuẩn do tác dụng tương tác của các đuôi kỵ nước trên bề mặt (Hình 3).

4. Hydrophobically modified chitosan sponge preparation and its application for bacteria removal and anionic dye removal [3,4]

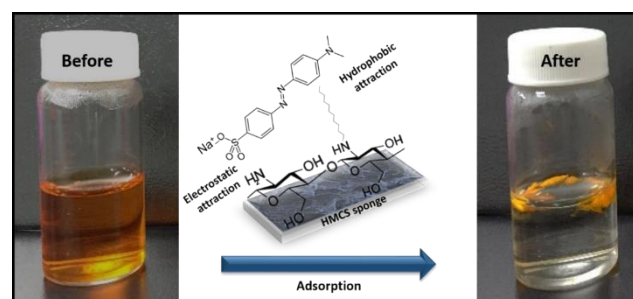
Ngoài ra, các bọt biển HMCS đã được sử dụng để nghiên cứu khả năng tách khuẩn (Hình 4) và thuốc nhuộm anion trong nước (Hình 5).



Hình 4. Bọt biển HMCS được sử dụng để tách khuẩn trong nước.

Trong một hướng nghiên cứu khác, CMCS được điều chế thông qua việc biến đổi các nhóm hydroxyl ($-OH$) thành các nhóm carboxyl ($-COOH$). Do tương tác giữa các nhóm carboxyl và amino, CMCS có thể tan dễ dàng trong nước với một khoảng pH rộng, cải thiện khả năng ứng dụng và tăng cường khả năng kháng khuẩn. Các tương tác làm xuất hiện các điện tích dương của $-NH_3^+$ và âm của $-COO^-$. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã gắn các chuỗi CMCS lên bề mặt các hạt nano sắt từ (MNPs@CMCS). Các ion bạc dưới dạng phức chất, $[Ag(NH_3)_2]^+$, đã được thêm vào dung dịch có các hạt MNPs@CMCS. Dựa trên tương tác tĩnh điện, các ion bạc được phân tán và neo giữ trong mạng lưới của CMCS. Sau đó, các ion bạc đã được khử để tạo ra các hạt nano bạc phân tán trên bề mặt các hạt nano sắt từ có gắn CMCS. Khả năng kháng khuẩn đã được cải thiện đáng kể dựa trên sự kết hợp của CMCS và các hạt nano bạc. Hơn thế nữa,

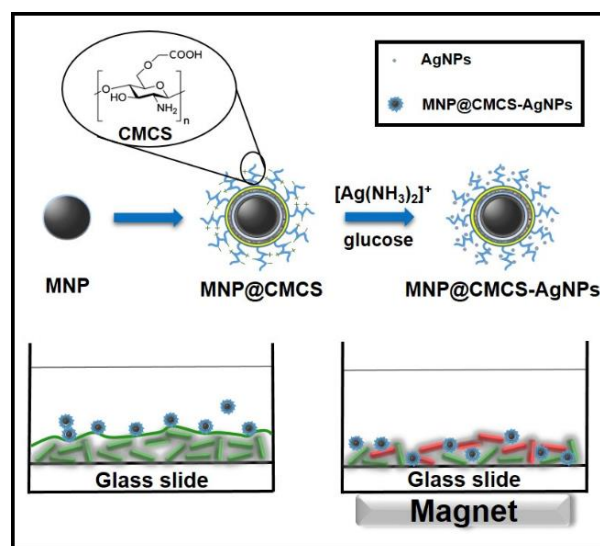
các hạt sắt từ có thể được đưa đến những nơi cần kháng khuẩn như biofilm bằng cách sử dụng nam châm hoặc thu hồi và tái sử dụng sau khi bổ sung nano bạc.



Hình 5. Bọt biển HMCS được sử dụng để thuốc nhuộm methyl da cam trong nước.

5. Silver deposited carboxymethyl chitosan-grafted magnetic nanoparticles as dual action deliverable antimicrobial materials [5]

Trong các nghiên cứu trên, chúng tôi đã điều chế các dẫn xuất của chitosan và nghiên cứu các tính chất cũng như ứng dụng để mở ra thêm các tiềm năng sử dụng cho polymer sinh học này. Các nghiên cứu về chitosan và các dẫn xuất của chitosan vẫn đang là một chủ đề được quan tâm khá nhiều từ các nhà khoa học. Chúng tôi cũng hy vọng các nghiên cứu này sẽ được đưa vào sử dụng trong tương lai gần.



Hình 6. Nano bạc được tổng hợp trên bề mặt các hạt nano sắt từ có gắn CMCS dùng trong kháng khuẩn.

6. Tài liệu tham khảo

1. Vo, D.-T.; Whiteley, C.G.; Lee, C.-K. Hydrophobically Modified Chitosan-Grafted Magnetic Nanoparticles for Bacteria Removal. *Industrial & Engineering Chemistry Research* **2015**, *54*, 9270-9277, doi:10.1021/acs.iecr.5b01335.
2. Vo, D.-T.; Lee, C.-K. Cells capture and antimicrobial effect of hydrophobically modified chitosan coating on Escherichia coli. *Carbohydrate Polymers* **2017**, *164*, 109-117, doi:<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.01.093>.
3. Vo, D.-T.; Lee, C.-K. Antimicrobial sponge prepared by hydrophobically modified chitosan for bacteria removal. *Carbohydrate Polymers* **2018**, *187*, 1-7, doi:<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.01.082>.
4. Vo, D.-T.; Lee, C.-K. Hydrophobically modified chitosan sponge preparation and its application for anionic dye removal. *Journal of Environmental Chemical Engineering* **2017**, *5*, 5688-5694, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.10.042>.
5. Vo, D.-T.; Sabrina, S.; Lee, C.-K. Silver deposited carboxymethyl chitosan-grafted magnetic nanoparticles as dual action deliverable antimicrobial materials. *Materials Science and Engineering: C* **2017**, *73*, 544-551, doi:<https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.12.066>.