



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0037534

(51)⁷ B01J 13/00; A61L 24/00; B01D 17/02; (13) B
C08L 5/08; C08J 9/28; C08K 3/30; C08L
1/02; A61L 15/22; C08B 15/00

(21) 1-2019-03612

(22) 07/12/2017

(86) PCT/SG2017/050604 07/12/2017

(87) WO 2018/106190 14/06/2018

(30) 62/432,244 09/12/2016 US

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/09/2019 378A

(73) National University of Singapore (SG)

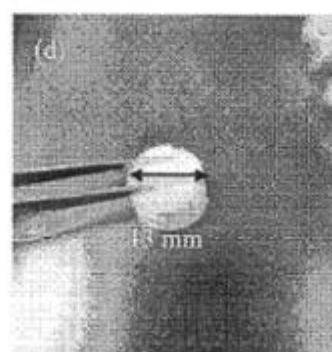
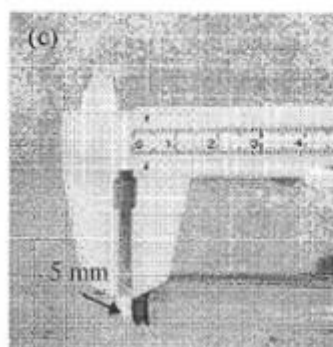
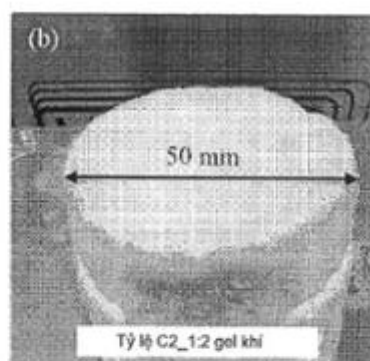
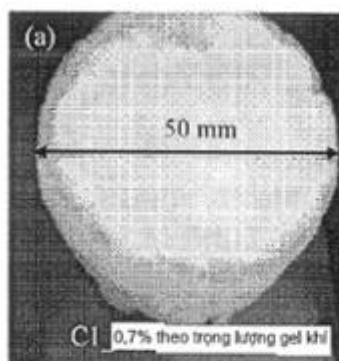
21 Lower Kent Ridge Road, Singapore 119077, Singapore

(72) DUONG Hai Minh (AU); PHAN-THIEN, Nhan (US); Bowen GU (SG); Mark Pyne
PENNEFATHER (SG); NGUYEN Thanh Xuan (AU).

(74) Công ty cổ phần tư vấn Trung Thực (TRUNG THUC.,JSC)

(54) GEL KHÍ POLYSACARIT, CƠ CẤU BAO GỒM GEL KHÍ POLYSACARIT VÀ
PHƯƠNG PHÁP TẠO RA GEL KHÍ POLYSACARIT

(57) Sáng chế đề cập đến gel khí polysacarit bao gồm các sợi xenluloza bông. Sáng chế còn đề cập đến cơ cấu bao gồm gel khí polysacarit và phương pháp tạo ra gel khí polysacarit, phương pháp bao gồm các bước: trộn các sợi xenluloza bông và chất tạo liên kết ngang để tạo ra hỗn hợp; nghiền bằng sóng âm hỗn hợp; đóng băng hỗn hợp đã nghiền bằng sóng âm; và sấy lạnh hỗn hợp đóng băng để tạo ra gel khí này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới gel khí polysacarit, cơ cấu bao gồm gel khí polysacarit và phương pháp tạo ra gel khí polysacarit.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các cơ cấu kiểm soát xuất huyết được sử dụng một cách rộng rãi để ngăn xuất huyết trong các lĩnh vực sơ cứu dân sự và quân sự. Các chấn thương gây xuất huyết chia thành hai loại: (i) các vết thương xuất huyết nén được như xuất huyết mao mạch, tĩnh mạch, động mạch ngoài; và (ii) các vết thương không nén được như xuất huyết dưới da hoặc bên trong tĩnh mạch và động mạch. Phương pháp thường dùng nhất để ngăn xuất huyết là che phủ vết thương bằng băng gạc, sau đó bằng cách tác động áp lực trực tiếp, nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc hình thành cục máu đông. Không may, các băng gạc bó vết thương này thường quá rắn và cứng để lắp vừa vào trong các khoang vết thương nhỏ và hẹp của nạn nhân. Ngoài ra, các băng gạc này không phù hợp với các hình thái học mô bất thường của vết thương. Phương pháp khác để tạo điều kiện thuận lợi cho việc đóng vảy của vết thương là sử dụng các sản phẩm cầm máu trên cơ sở hạt và bột, do các sản phẩm này có thể phù hợp với các hình thái học mô bất thường của khoang vết thương. Tuy nhiên, nhược điểm đáng kể của các sản phẩm này là ở chỗ chúng chỉ có thể được triển khai trong các tình huống bình tĩnh.

Các sản phẩm kiểm soát xuất huyết hiện có bao gồm QuickClot Combat Gauze và XSTAT 30 do RevMedx sản xuất. Các cơ cấu XSTAT 30 có thể phân phối các lực nén bên trong khoang vết thương trong khi các công nghệ kiểm soát xuất huyết thường chỉ có thể tác động lực nén bên ngoài. Các cơ cấu XSTAT bao gồm bơm tiêm nạp đầy các viên nang xấp loại nhỏ. Bơm tiêm được lắp vào trong vết thương tròn của nạn nhân. Sau đó, các bột xấp gốc xenluloza được bơm vào trong vết thương nơi mà chúng giãn nở và hấp thu máu một cách nhanh chóng. Do sự giãn nở nhanh chóng của các viên nang, áp lực cầm máu được sinh ra khiến ngăn được dòng máu bên trong vết thương. Tuy nhiên, các cơ cấu XSTAT vẫn có một số hạn chế. Ví dụ, tốc độ giãn nở của các bột xấp gốc xenluloza là thấp và các bột này chỉ đạt đến chiều dài đầy đủ sau 15 giây giãn nở. Hơn nữa, các bột xấp gốc xenluloza

được làm từ bột gỗ có thể không hấp thu máu rất nhanh. Các hạn chế này khiến cho các cơ cấu XSTAT không có hiệu quả để xuyên sâu vào trong khoang vết thương không đều.

Do sự không thích hợp của các phương pháp kiểm soát xuất huyết khác nhau hiện có trong lĩnh vực kỹ thuật này nên có nhu cầu đối với cơ cấu kiểm soát xuất huyết.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là khắc phục các nhược điểm nêu trên, và/hoặc đề xuất cơ cấu cải tiến dùng làm cơ cấu kiểm soát xuất huyết.

Theo các thuật ngữ chung, sáng chế đề xuất gel khí mà cứng về mặt cơ học, giãn nở nhanh và kỵ nước ở mức cao. Gel khí có thể được sử dụng cho một số ứng dụng, kể cả làm cơ cấu kiểm soát xuất huyết hoặc hấp thu dầu. Khi được dùng làm cơ cấu kiểm soát xuất huyết, gel khí có thể được dùng một cách an toàn để điều trị y tế trên người. Gel khí hấp thụ mức độ cao có thể được nén và phun vào trong vết thương đang xuất huyết. Gel khí có thể chống lại áp lực máu thâm thu bên trong khoang vết thương, nhờ đó ngăn không cho tiếp tục mất máu. Gel khí còn có thể thúc đẩy hình thành vảy máu và làm lành mô qua việc sử dụng các chất phụ gia, và loại bỏ máu thừa tích tụ trong khoang vết thương. Do vậy, gel khí có thể tạo ra lớp rào cản vật lý tạm thời đối với dòng máu, mà có thể dành thời gian cho bệnh nhân sử dụng gel khí để tiếp nhận chăm sóc phẫu thuật.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất gel khí polysacarit bao gồm các sợi xenluloza bông. Cụ thể là, gel khí có thể nén được.

Gel khí có thể bao gồm lượng sợi xenluloza bông thích hợp. Ví dụ, gel khí có thể bao gồm các sợi xenluloza bông với lượng nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1,5% theo trọng lượng. Cụ thể là, gel khí có thể bao gồm các sợi xenluloza bông với lượng nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1,5% theo trọng lượng, nằm trong khoảng từ 0,7% đến 1,2% theo trọng lượng, nằm trong khoảng từ 0,8% đến 1,1% theo trọng lượng, nằm trong khoảng từ 0,9% đến 1,0% theo trọng lượng. Thậm chí cụ thể hơn, gel khí có thể bao gồm các sợi xenluloza bông với lượng là 0,7% theo trọng lượng.

Gel khí có thể còn bao gồm các sợi xenluloza giấy. Gel khí có thể bao gồm lượng sợi xenluloza giấy thích hợp bất kỳ theo các mục đích của sáng chế. Theo khía cạnh cụ thể, gel khí có thể bao gồm lượng sợi xenluloza bông và sợi xenluloza giấy thích hợp. Ví dụ, tỷ lệ trọng lượng giữa sợi xenluloza bông và sợi xenluloza giấy có trong gel khí có thể nằm trong

khoảng từ 1:1 đến 1:6. Cụ thể là, các sợi xenluloza bông và các sợi xenluloza giấy có thể có trong gel khí theo tỷ lệ trọng lượng nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:6, từ 1:1 đến 1,5, từ 1:1 đến 1,4, từ 1:1 đến 1,3, từ 1:1 đến 1,2. Thậm chí cụ thể hơn, tỷ lệ trọng lượng có thể là 1:2.

Theo khía cạnh cụ thể, gel khí có thể bao gồm ít nhất một chất tạo liên kết ngang. Chất tạo liên kết ngang có thể là chất tạo liên kết ngang thích hợp bất kỳ. Ví dụ, chất tạo liên kết ngang có thể là nhựa bèn ướt. Cụ thể là, chất tạo liên kết ngang có thể là polyamit-epicloruahydrin (PAE), như Kymene 557H.

Gel khí có thể còn bao gồm ít nhất một chất phụ gia. ít nhất một chất phụ gia có thể là chất phụ gia thích hợp bất kỳ. Ví dụ, chất phụ gia có thể là chất đánh dấu phóng xạ, như bari sunfat. Ví dụ khác về chất phụ gia thích hợp là chitosan.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất cơ cấu bao gồm gel khí theo khía cạnh thứ nhất. Cơ cấu có thể là cơ cấu thích hợp bất kỳ như cơ cấu kiểm soát xuất huyết hoặc cơ cấu hấp thu dầu.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra gel khí polysacarit theo khía cạnh thứ nhất, phương pháp bao gồm:

- trộn các sợi xenluloza bông và chất tạo liên kết ngang để tạo ra hỗn hợp;
- nghiền bằng sóng âm hỗn hợp;
- đóng băng hỗn hợp đã nghiền bằng sóng âm; và
- sấy đông hỗn hợp đóng băng để tạo ra gel khí.

Bước trộn, nghiền bằng sóng âm, đóng băng và sấy đông có thể ở các điều kiện thích hợp.

Theo khía cạnh cụ thể, bước trộn có thể còn bao gồm việc trộn ít nhất một chất phụ gia. Ít nhất một chất phụ gia có thể được như được mô tả trên đây.

Bước trộn có thể còn bao gồm việc trộn các sợi xenluloza giấy. Lượng sợi xenluloza giấy thích hợp bất kỳ có thể được trộn trong bước trộn. Cụ thể là, bước trộn có thể bao gồm việc trộn các sợi xenluloza bông và các sợi xenluloza giấy theo tỷ lệ trọng lượng nằm trong khoảng từ 1:1: đến 1:6. Cụ thể là, các sợi xenluloza bông và các sợi xenluloza giấy có thể được trộn theo tỷ lệ trọng lượng 1:1 đến 1:6, từ 1:1 đến 1,5, từ 1:1 đến 1,4, từ 1:1 đến 1,3, từ 1:1 đến 1,2. Thậm chí cụ thể hơn, tỷ lệ trọng lượng có thể là 1:2.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước nén gel khí sau bước sấy đông.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để có thể được hiểu một cách đầy đủ và dễ dàng đưa vào thực hiện trong thực tế, sáng chế sẽ được mô tả qua các phương án thực hiện chỉ làm ví dụ minh họa mà không giới hạn sáng chế, phần mô tả này có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trên các hình vẽ:

Fig.1 là phương trình hóa học thể hiện sự hình thành liên kết ngang giữa các sợi xenluloza và KymeneTM;

Fig.2 là các ảnh chụp thể hiện (a) gel khí bông tinh khiết có các sợi bông với lượng 0,7% theo trọng lượng, (b) gel khí xenluloza bông-giấy có xenluloza–bông với lượng 0,7% theo trọng lượng và tỷ lệ xenluloza–bông là 1:2, (c) viên gel khí có chiều cao 5mm, (d) viên gel khí có đường kính là 13mm;

Fig.3 là ảnh chụp thể hiện quy trình nén gel khí theo một phương án thực hiện của sáng chế thành các hạt;

Fig.4 là các đồ thị thể hiện (a) tỷ lệ thể tích-giãn nở, (b) thời gian giãn nở và (c) áp suất thủy tĩnh của các gel khí bông tinh khiết có các sợi bông với lượng% theo trọng lượng khác nhau of;

Fig.5 là các ảnh trên kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FESEM Field Emission Scanning Electron Microscope) của các gel khí bông tinh khiết có các sợi bông với lượng (a) 0,5% theo trọng lượng, (b) 0,7% theo trọng lượng và (c) 1,0% theo trọng lượng;

Fig.6 là hình vẽ biểu đồ thể hiện hiệu ứng của các tỷ lệ xenluloza-bông giấy khác nhau theo hiệu quả cầm máu của các viên gel khí;

Fig.7 là hình vẽ biểu đồ thể hiện hiệu ứng của các mật độ chitosan khác nhau theo hiệu quả cầm máu của các viên gel khí;

Fig.8 là hình vẽ biểu đồ thể hiện các hiệu ứng của số lượng viên gel khí bông tinh khiết với lượng 0,7% theo trọng lượng theo áp suất thủy tĩnh. Đường nét đứt thể hiện yêu cầu áp suất thủy tĩnh thấp nhất của yêu cầu cầm máu;

Fig.9 là các ảnh chụp thể hiện (a) gel khí CC1-1 cỡ lớn, (b) ảnh chụp của gel khí CC1-1 đang mang trọng lượng trên đỉnh của nó, và (c) gel khí CC1-1 bọc MTMS mà không hấp thụ các giọt nước nằm trên bề mặt của nó;

Fig.10 là ảnh chụp thể hiện các góc tiếp xúc của các gel khí PC bọc MTMS với các mật độ khác nhau: (a) PC25, (b) PC50, (c) PC75 của các sợi bông và các gel khí CC

bọc MTMS có cùng các sợi với lượng 0,50% theo trọng lượng với các tỷ lệ bông-xenluloza khác nhau: (d) CC1-1, (e) CC1-2 và (f) CC1-4;

Fig.11 là các ảnh FESEM của các gel khí PC có các mật độ khác nhau bao gồm (a) PC25, (b) PC50, (c) PC75 và các gel khí CC có các tỷ lệ xenluloza bông-giấy khác nhau bao gồm (d) CC1-1, (e) CC1-2, (f) CC1-4;

Fig.12 là các ảnh thể hiện quy trình hấp thu dầu của gel khí CC1-1 theo thời gian thí nghiệm;

Fig.13 là hình vẽ đồ thị thể hiện các khả năng hấp thu dầu trên máy của (a) các gel khí PC có các mật độ sợi bông khác nhau (nằm trong khoảng từ 0,25% đến 0,75% theo trọng lượng), (b) các gel khí CC có các tỷ lệ xenluloza bông-giấy khác nhau (nằm trong khoảng từ 1-1 đến 1-4) và (c) các động năng hấp thụ của gel khí PC50 và các gel khí CC có các tỷ lệ xenluloza bông-giấy khác nhau (biểu đồ nhỏ kèm theo là kết quả hấp thụ trong 30 giây đầu tiên có các đường điều chỉnh);

Fig.14 là các biểu đồ thể hiện khả năng hấp thụ dung môi khác nhau của (a) gel khí CC1-1 và (b) khả năng hấp thụ đánh dấu bằng tỷ trọng chất lỏng; và

Fig.15 là các biểu đồ thể hiện chu trình chưng cất của (a) gel khí PC50 và (b) gel khí CC1-1 để hấp thụ etanol.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến gel khí polysacarit có tốc độ giãn nở và các đặc tính hấp thụ được cải thiện, nhờ đó làm cho gel khí hữu ích trong một vài ứng dụng như để dùng trong kiểm soát xuất huyết, cách nhiệt, hấp thu nước hoặc hấp thu dầu.

Gel khí theo sáng chế có một vài ưu điểm. Ví dụ, khi được dùng trong cơ cấu kiểm soát xuất huyết, gel khí, ưa nước ở mức cao, có thể hấp thu và loại bỏ lượng máu dư lớn trong khoang vết thương do sự tồn tại của lượng lỗ rỗng lớn trong gel khí, mà có tác động như các ngăn chứa chất lưu bên trong vật liệu. Hơn nữa, do gel khí bao gồm các sợi xenluloza bông vốn ưa nước, gel khí có thể giữ nước với độ ổn định cao. Đồng thời, do gel khí bao gồm các sợi xenluloza, gel khí là tương thích sinh học và có khả năng thoái biến sinh học. Chi phí cho việc làm gel khí cũng được giảm trên quan điểm các vật liệu cần để làm gel khí là rẻ và sẵn có với lượng lớn. Ưu điểm khác của gel khí là ở chỗ gel khí theo sáng chế nén

được. Do vậy, khi sử dụng, các gel khí có thể giãn nở được và tác động áp lực lên vết thương mà trên đó gel khí được sử dụng, làm cho sản phẩm này đặc biệt có ích để xử lý cầm máu.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất gel khí polysacarit bao gồm các sợi xenluloza bông. Nhằm các mục đích của sáng chế, gel khí được tạo ra như cấu trúc rắn có độ xốp cao và tỷ trọng thấp trong đó thành phần chất lỏng được thay thế bằng khí. Cụ thể là, gel khí polysacarit bao gồm mạng ngẫu nhiên của các sợi xenluloza bông có các chiều dài ngắn mà tạo ra cấu trúc sợi đem lại độ liên khối cơ học cho gel khí.

Gel khí có thể bao gồm lượng sợi xenluloza bông thích hợp. Ví dụ, gel khí có thể bao gồm với lượng nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1,5% theo trọng lượng các sợi xenluloza bông. Cụ thể là, gel khí có thể bao gồm các sợi xenluloza bông với lượng nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1,5% theo trọng lượng, nằm trong khoảng từ 0,7% đến 1,2% theo trọng lượng, nằm trong khoảng từ 0,8% đến 1,1% theo trọng lượng, nằm trong khoảng từ 0,9% đến 1,0% theo trọng lượng. Thậm chí cụ thể hơn, gel khí có thể bao gồm các sợi xenluloza bông với lượng 0,7% theo trọng lượng. Lượng % theo trọng lượng là mật độ ban đầu của các sợi xenluloza bông trong dung dịch bông với nước được dùng trong việc chuẩn bị gel nước. Do vậy, lượng 0,7% theo trọng lượng biểu thị lượng sợi xenluloza bông khô trong 100mL nước hoặc khoảng 100 g nước.

Các sợi xenluloza bông có thể là bông thích hợp bất kỳ. Cụ thể là, bông có thể là vật liệu trên cơ sở xenluloza thích hợp bất kỳ có cả cấu trúc vô định hình và bán tinh thể. Ví dụ, các sợi xenluloza bông có thể bao gồm nhưng không bị giới hạn ở, bông vùng cao (*Gossypium hirsutum*), bông Nam Mỹ (*Gossypium barbadense*), bông Ấn độ (*Gossypium arboreum*), bông Levant (*Gossypium herbaceum*), hoặc hỗn hợp của chúng.

Cụ thể hơn, gel khí có thể nén được. Theo khía cạnh cụ thể, gel khí có thể được nén thành viên hoặc cấu trúc chèn nhờ ứng dụng lực cơ học. Nhằm các mục đích của sáng chế, khả năng nén được đem lại cho gel khí khả năng phục hồi hình dạng nguyên bản một cách nhanh chóng sau khi giải nén mà không làm hư hại kết cấu.

Gel khí có thể còn bao gồm các sợi xenluloza giấy. Do vậy, gel khí có thể bao gồm hỗn hợp của bông xenluloza và các sợi xenluloza giấy. Gel khí có thể bao gồm lượng sợi xenluloza bông thích hợp và các sợi xenluloza giấy. Theo khía cạnh cụ thể, tỷ lệ trọng lượng giữa các sợi xenluloza bông và các sợi xenluloza giấy có trong gel khí có thể nằm

trong khoảng từ 1:1 đến 1:6. Cụ thể là, các sợi xenluloza bông và các sợi xenluloza giấy có thể có trong gel khí theo tỷ lệ trọng lượng nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:6, từ 1:1 đến 1,5, từ 1:1 đến 1,4, từ 1:1 đến 1,3, từ 1:1 đến 1,2. Thậm chí cụ thể hơn, tỷ lệ trọng lượng có thể là 1:2.

Các sợi xenluloza giấy có thể được từ nguồn thích hợp bất kỳ. Ví dụ, các sợi xenluloza giấy có thể được chiết xuất từ vật liệu tái chế như, song không bị giới hạn ở, giấy loại, như giấy cao cấp ví dụ, giấy máy tính, giấy trắng, bìa đục lỗ, và các loại giấy tương tự, cũng như các loại giấy khác ví dụ, giấy màu, bìa uốn sóng, giấy báo, giấy tạp chí, danh bạ điện thoại, quyển danh mục, phong bì, giấy cuộn, giấy gói, túi giấy, và các loại giấy tương tự.

Các sợi xenluloza bông có thể dài hơn và dày hơn so với các sợi xenluloza giấy. Do vậy, các sợi xenluloza bông tác dụng như giá đỡ để tạo ra độ bền và ổn định cơ học, trong khi các sợi xenluloza giấy nâng cao tính hiệu quả của gel khí trong việc hấp thu các chất lưu.

Theo khía cạnh cụ thể, gel khí có thể bao gồm ít nhất một chất tạo liên kết ngang. Chất tạo liên kết ngang có trong gel khí cho phép tạo liên kết ngang giữa các sợi xenluloza bông.

Chất tạo liên kết ngang có thể là chất tạo liên kết ngang thích hợp bất kỳ. Ví dụ, chất tạo liên kết ngang có thể là nhựa bền ướt. Cụ thể là, chất tạo liên kết ngang có thể là urê-focmalđehit (UF-Urea-Formaldehyde), melamin focmalđehit (MF- Melamine-Formaldehyde) và polyamit-epicloruahyđrin (PAE- PolyAmide-Epichlorohydrin). Thậm chí cụ thể hơn, chất tạo liên kết ngang có thể là PAE như Kymene 557H. Kymene được làm bằng các nhóm amoni bậc bốn mà tạo ra các liên kết este giữa các sợi xenluloza bông khi gel khí được làm khô và lưu hóa. Cụ thể là, việc tạo ra liên kết este giữa các nhóm azetidinium và các nhóm xenluloza cacboxyl làm nổi hiệu ứng liên kết ngang. Việc tạo ra liên kết este có thể nâng cao độ bền của các sợi xenluloza bông và do đó tăng độ liên kết cấu của gel khí và kết cấu gel khí linh hoạt hơn. Fig.1 là phương trình hóa học thể hiện sự hình thành liên kết ngang giữa các sợi xenluloza bông và Kymene.

Gel khí có thể còn bao gồm ít nhất một chất phụ gia. Ít nhất một chất phụ gia có thể là chất phụ gia thích hợp bất kỳ. Ví dụ, chất phụ gia có thể là chất đánh dấu phóng xạ, như bari sunfat. Việc bổ sung chất đánh dấu phóng xạ có thể có lợi do nó cho phép chất phụ gia,

và do đó là gel khí, trở nên chắn sóng radio và dò được dưới các máy quét tia X. Cụ thể là, khi gel khí được sử dụng trong việc xử lý cầm máu, gel khí có thể nhìn được và do đó có thể được loại bỏ hoàn toàn ra khỏi bệnh nhân.

Ví dụ khác về chất phụ gia thích hợp là chitosan. Chitosan bao gồm D-glucosamin và N-acetyl-D-glucosamin được phân bố ngẫu nhiên theo các chuỗi polyme của nó. Nó còn chứa số lượng lớn các nhóm hydroxyl. Chitosan có khả năng thoái biến sinh học và tương thích sinh học có thể có nguồn gốc từ các vỏ chitin của tôm và các loài giáp xác khác có bổ sung chất nền kiềm như natri hydroxit. Cụ thể là, chitosan có thể tăng tốc việc đông vảy máu, mà điều này làm giảm sự mất máu và khả năng choáng hoặc tử vong. Nó ít có khả năng gây dị ứng và có các đặc tính kháng khuẩn tự nhiên. Chitosan cũng có thể giảm cơn đau bằng cách phong tỏa các đầu dây thần kinh của bệnh nhân. Do vậy, chitosan có thể có các đặc tính y học có ích mà có thể nâng cao tính hiệu quả của gel khí khi được dùng trong việc xử lý cầm máu.

Khía cạnh thứ hai theo sáng chế đề xuất cơ cấu bao gồm gel khí theo khía cạnh thứ nhất. Cơ cấu có thể là cơ cấu thích hợp bất kỳ như cơ cấu kiểm soát xuất huyết hoặc cơ cấu hấp thu nước hoặc dầu. Gel khí theo sáng chế có thể giãn nở từ 8 lần đến 15 lần thể tích của nó trong vài giây và có áp suất giãn nở đáng kể, nhờ đó là cho nó có ích để dùng trong cơ cấu kiểm soát xuất huyết hoặc cơ cấu hấp thu nước hoặc dầu.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra gel khí polysaccharit theo khía cạnh thứ nhất, phương pháp bao gồm:

- trộn các sợi xenluloza bông và chất tạo liên kết ngang để tạo ra hỗn hợp;
- nghiền bằng sóng âm hỗn hợp;
- đóng băng hỗn hợp đã nghiền bằng sóng âm; và
- sấy đông hỗn hợp đóng băng để tạo ra gel khí.

Bước trộn, nghiền bằng sóng âm, đóng băng và sấy đông có thể được ở các điều kiện thích hợp.

Bước trộn

Bước trộn có thể bao gồm việc trộn các sợi xenluloza bông trong dung môi thích hợp, như nước khử ion hóa. Các sợi xenluloza bông có thể là loại như được mô tả trên đây. Lượng sợi xenluloza bông thích hợp có thể được trộn. Ví dụ, lượng sợi xenluloza bông có thể là như nêu trên. Như nêu trên, lượng % theo trọng lượng là mật độ ban đầu của các sợi

xenluloza bông trong dung dịch bông với dung môi được dùng trong việc chuẩn bị gel nước để tạo ra gel khí.

Các sợi xenluloza bông có thể có chiều dài sợi trung bình nằm trong khoảng từ 3mm đến 7mm. Cụ thể là, các sợi xenluloza bông có thể có chiều dài sợi trung bình là 5mm. Nếu các sợi xenluloza bông dài hơn, phương pháp có thể còn bao gồm bước giảm chiều dài sợi của các sợi xenluloza bông trước khi trộn. Phương pháp thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng để giảm chiều dài sợi. Ví dụ, việc giảm chiều dài sợi có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều phương pháp trong số: pha trộn cơ học, siêu thanh.

Theo khía cạnh cụ thể, bước trộn có thể còn bao gồm việc trộn ít nhất một chất phụ gia. Ít nhất một chất phụ gia có thể được như được mô tả trên đây. Lượng chất phụ gia thích hợp có thể được trộn. Ví dụ, khi chất phụ gia là chất đánh dấu phóng xạ, lượng chất phụ gia bổ sung có thể nằm trong khoảng từ 0,1% đến 0,5% theo trọng lượng trên cơ sở mật độ ban đầu của chất phụ gia trong hỗn hợp được dùng trong việc chuẩn bị gel nước để tạo ra gel khí. Cụ thể là, chất phụ gia có thể là bari sunfat và lượng được bổ sung vào có thể là 0,1% theo trọng lượng.

Chất tạo liên kết ngang có thể được như được mô tả trên đây. Lượng chất tạo liên kết ngang thích hợp có thể được bổ sung trong bước trộn. Ví dụ, lượng chất tạo liên kết ngang được bổ sung có thể nằm trong khoảng từ 1% đến 3% theo trọng lượng trên cơ sở mật độ ban đầu của chất phụ gia trong hỗn hợp được dùng trong việc chuẩn bị gel nước để tạo ra gel khí. Cụ thể là, chất tạo liên kết ngang có thể là Kymene và lượng được bổ sung vào có thể là 2,5% theo trọng lượng.

Bước trộn có thể còn bao gồm việc trộn các sợi xenluloza giấy. Lượng sợi xenluloza giấy thích hợp bất kỳ có thể được trộn trong bước trộn. Cụ thể là, bước trộn có thể bao gồm việc trộn các sợi xenluloza bông và các sợi xenluloza giấy theo tỷ lệ trọng lượng nằm trong khoảng từ 1:1: đến 1:6. Cụ thể là, các sợi xenluloza bông và các sợi xenluloza giấy có thể được trộn theo tỷ lệ trọng lượng nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:6, từ 1:1 đến 1,5, từ 1:1 đến 1,4, từ 1:1 đến 1,3, từ 1:1 đến 1,2. Thậm chí cụ thể hơn, tỷ lệ trọng lượng có thể là 1:2.

Các sợi xenluloza giấy có thể có chiều dài sợi trung bình nằm trong khoảng từ 0,3 đến 5,0mm. Nếu các sợi xenluloza giấy dài hơn, phương pháp có thể còn bao gồm bước giảm chiều dài sợi của các sợi xenluloza giấy trước khi bước trộn. Phương pháp thích hợp

bất kỳ có thể được sử dụng để giảm chiều dài sợi. Ví dụ, việc giảm chiều dài sợi có thể được thực hiện bằng một hoặc nhiều phương pháp trong số: pha trộn cơ học và siêu thanh.

Bước trộn có thể được thực hiện trong khoảng thời gian thích hợp. Ví dụ, khoảng thời gian dành cho bước trộn có thể được ít nhất là một giờ. Cụ thể là, khoảng thời gian dành cho bước trộn có thể nằm trong khoảng từ 1 giờ đến 48 giờ, từ 5 giờ đến 36 giờ, 10 giờ đến 24 giờ, 15 giờ đến 20 giờ. Thậm chí cụ thể hơn, bước trộn có thể là 24 giờ.

Bước trộn có thể được thực hiện ở nhiệt độ thích hợp. Ví dụ, nhiệt độ mà ở đó bước trộn được thực hiện có thể nằm trong khoảng từ 15°C đến 35°C. Cụ thể là, bước trộn có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 18°C đến 32°C, từ 20°C đến 30°C, từ 22°C đến 28°C, từ 25°C đến 27°C. Thậm chí cụ thể hơn, bước trộn có thể được thực hiện ở 25°C.

Bước trộn có thể bao gồm việc khuấy. Cụ thể là, bước trộn có thể bao gồm việc khuấy trên bộ khuấy từ. Bộ khuấy từ có thể khuấy ở tốc độ thích hợp. Theo khía cạnh cụ thể, bộ khuấy từ có thể khuấy ở tốc độ nằm trong khoảng từ 2000 vòng/phút đến 5000 vòng/phút (rpm). Cụ thể là, tốc độ khuấy có thể là 4000 vòng/phút.

Nghiền bằng sóng âm

Bước nghiền bằng sóng âm hỗn hợp thu được từ bước trộn có thể được nghiền bằng sóng âm ở các điều kiện thích hợp khiến cho các sợi xenluloza bông và, nếu được áp dụng, các sợi xenluloza giấy có thể được phân tán đều hơn bên trong hỗn hợp. Việc nghiền bằng sóng âm có thể được trong khoảng thời gian thích hợp ở công suất nghiền siêu âm định trước và có thể được lặp lại trong số chu trình định trước.

Ví dụ, việc nghiền bằng sóng âm có thể được thực hiện trong ít nhất là 5 phút. Cụ thể là, việc nghiền bằng sóng âm có thể được thực hiện nằm trong khoảng từ 5 phút đến 15 phút, từ 7-12 phút, từ 8-10 phút. Thậm chí cụ thể hơn, việc nghiền bằng sóng âm có thể được thực hiện trong khoảng 10 phút.

Ví dụ, việc nghiền bằng sóng âm có thể được thực hiện trong ít nhất 1 chu trình. Cụ thể là, việc nghiền bằng sóng âm có thể được thực hiện trong khoảng từ 1 chu trình đến 10 chu trình, từ 2 chu trình đến 8 chu trình, từ 3 chu trình đến 6 chu trình, từ 4 chu trình đến 5 chu trình. Thậm chí cụ thể hơn, việc nghiền bằng sóng âm có thể được thực hiện trong 6 chu trình.

Ví dụ, việc nghiền bằng sóng âm có thể được thực hiện ở công suất nghiền bằng sóng siêu âm ít nhất là 200W. Cụ thể là, việc nghiền bằng sóng âm có thể được thực hiện ở

công suất nghiền bằng sóng siêu âm nằm trong khoảng từ 200W đến 600W, từ 300W đến 500W, từ 350W đến 450W, từ 375W đến 400W. Thậm chí cụ thể hơn, việc nghiền bằng sóng âm có thể được thực hiện ở 400W.

Đóng băng

Hỗn hợp đã nghiền bằng sóng âm có thể được cho đóng băng ở các điều kiện thích hợp. Ví dụ, việc đóng băng có thể được ở nhiệt độ thích hợp và trong khoảng thời gian định trước để cho phép dung môi, như nước, hóa rắn.

Ví dụ, việc đóng băng có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ -100°C đến -5°C . Cụ thể là, việc đóng băng có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ -90°C đến -10°C , từ -80°C đến -20°C , từ -70°C đến -30°C , từ -60°C đến -40°C , từ -55°C đến -50°C . Cụ thể là, việc đóng băng có thể được thực hiện ở -12°C .

Ví dụ, việc đóng băng có thể được thực hiện trong ít nhất là 2 giờ. Cụ thể là, việc đóng băng có thể được thực hiện trong thời gian nằm trong khoảng từ 2 giờ đến 48 giờ, từ 5 giờ đến 40 giờ, từ 10 giờ đến 36 giờ, từ 15 giờ đến 30 giờ, từ 20 giờ đến 28 giờ, từ 24 giờ đến 26 giờ. Cụ thể là, việc đóng băng có thể được thực hiện trong 24 giờ.

Sấy đông

Hỗn hợp đóng băng có thể được cho sấy đông ở các điều kiện thích hợp. Ví dụ, việc sấy đông có thể được trong khoảng thời gian định trước để tạo ra gel khí. bước sấy đông loại bỏ dung môi ra khỏi hỗn hợp và tạo ra không gian rỗng trong gel khí thu được. Do vậy, gel khí tạo ra từ phương pháp bao gồm không khí với lượng nằm trong khoảng từ 95% đến 99% theo trọng lượng. Bước sấy đông có thể được trong ít nhất là 5 giờ. Cụ thể là, bước sấy đông có thể được thực hiện trong khoảng thời gian từ 5 giờ đến 96 giờ, từ 10 giờ đến 90 giờ, từ 12 giờ đến 84 giờ, từ 15 giờ đến 72 giờ, từ 24 giờ đến 60 giờ, từ 30 giờ đến 48 giờ, từ 35 giờ đến 40 giờ. Cụ thể là, bước sấy đông có thể được thực hiện trong 72 giờ.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước nén gel khí sau bước sấy đông. Bước nén có thể được thực hiện nhờ phương pháp thích hợp bất kỳ. Ví dụ, bước nén có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bơm tiêm có cỡ thích hợp để tạo ra các viên gel khí.

Trọng lượng của gel khí thu được từ phương pháp theo sáng chế gần bằng tổng trọng lượng của các sợi xenluloza và chất tạo liên kết ngang đầu vào.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được minh họa nhờ các ví dụ thực hiện không mang tính giới hạn dưới đây.

Ví dụ 1

Trong ví dụ này, ba thông số thực hiện bao gồm thời gian giãn nở thể tích, tỷ số giãn nở và áp suất thủy tĩnh, liên quan đến ứng dụng của gel khí theo sáng chế như tác nhân cầm máu được xác định. Các hiệu ứng của các thành phần khác nhau của các sợi bông, các sợi xenluloza và chitosan đến hiệu quả của các gel khí được so sánh với các cơ cấu XSTAT thương mại.

Các vật liệu

Các sợi xenluloza giấy tái chế có nguồn từ Insul-Dek Engineering Pte Ltd (Xingapo). Nhựa bền ướt Kymene 557H thu được từ Ashland (Đài loan). Tất cả dung dịch được sản xuất bằng cách sử dụng nước được khử ion hóa (DI nước). Các sợi bông được mua sẵn có từ siêu thị địa phương (Xingapo). Bột chitosan có nguồn từ Sigma-Aldrich Chemical Co.

Sản xuất các gel khí bông tinh khiết (các gel khí C1)

Các gel khí bông tinh khiết có tên là các gel khí C1 được sản xuất từ các sợi bông bán sẵn. Ban đầu, các sợi bông được pha trộn một cách cơ học bằng cách sử dụng máy trộn Tefal 400W và đưa đi xử lý siêu thanh để giảm chiều dài sợi. Các sợi bông có chiều dài nằm trong khoảng từ 0,5m đến 5,0mm và đường kính từ 15,45 μ m đến 16,53 μ m. Sau đó, 0,5g sợi bông đã trộn được bổ sung trong 100mL nước khử ion hóa (DI Deionized) ở nhiệt độ trong phòng. Sau đó, chất tạo liên kết ngang Kymene được bổ sung với lượng 2,5% theo trọng lượng của trọng lượng khô của sợi bông đã trộn. hỗn hợp thu được được khuấy trong 24 giờ ở tốc độ 4000 vòng/phút trong máy trộn để đạt được sự đồng nhất. Cuối cùng, chất quánh được giữ lạnh ở nhiệt độ -12°C trong 24 giờ để hóa đá huyền phù, và sau đó sấy lạnh trong 72 giờ để tạo ra các gel khí C1. Các gel khí C1 được lưu hóa ở 120°C trong 3 giờ nữa để kích hoạt mối liên kết ngang của Kymene và tăng bền cơ học cho các gel khí C1 thu được có các sợi bông với lượng 0,5% theo trọng lượng.

Quy trình trên được lặp lại để thu được các gel khí bao gồm các sợi bông với lượng 0,7% theo trọng lượng và 1,0% theo trọng lượng, ngoại trừ rằng 0,7g và 1,0g sợi bông đã trộn được bổ sung thay cho 0,5 g.

Fig.2(a) thể hiện các gel khí bông tinh khiết C1 nhận được có các sợi bông với lượng 0,7 % theo trọng lượng.

Sản xuất các gel khí xenluloza-bông (Các gel khí C2)

Các gel khí xenluloza bông-giấy có các tỷ lệ xenluloza bông-giấy khác nhau, được gọi là các gel khí C2 được tạo ra. Các sợi xenluloza giấy tái chế có chiều dài nằm trong khoảng từ 0,3mm đến 5,0mm và đường kính nằm trong khoảng từ 13µm đến 15µm. Các tỷ lệ xenluloza bông-giấy lần lượt được cố định ở 1:2, 1:4 và 1:6. 200mL nước DI được bổ sung vào hỗn hợp sợi và chúng được pha trộn bằng cách sử dụng máy trộn Tefal 400W. Sau đó, Kymene (33,3µL trên 100 g nước) được bổ sung vào huyền phù nêu trên và được đi qua bước xử lý nghiền bằng sóng âm que dò (Công nghệ siêu âm Hielscher) trong 5 phút ở công suất 140W. Trong khi pha trộn cơ học và nghiền bằng sóng âm, hỗn hợp sợi đạt được sự đồng nhất mức độ lớn. Sau đó, chất quánh sợi thu được được đặt trong tủ lạnh ở nhiệt độ -18°C và sau đó được đưa đi sấy lạnh ở nhiệt độ -98°C trong khoảng thời gian từ 2 ngày đến 4 ngày để thu được các gel khí C2. Các gel khí C2 được lưu hóa ở 120°C trong 3 giờ nữa để tạo liên kết ngang của Kymene và tăng bền cơ học cho các gel khí nhận được. Fig.2(b) thể hiện gel khí xenluloza-bông C2 có xenluloza giấy và các sợi bông với lượng 0,7 % theo trọng lượng và tỷ lệ xenluloza-bông là 1:2.

Sản xuất các gel khí xenluloza bông bọc chitosan (C3 các gel khí)

Gel khí có bông-xenluloza với lượng 0,7 % theo trọng lượng có tỷ lệ xenluloza giấy-bông cố định là 1:2 được chọn để điều tra thêm về các hiệu ứng của các mật độ chitosan khác nhau đến hiệu quả của các gel khí xenluloza bông-giấy bọc chitosan, được gọi là các gel khí C3. Để sản xuất gel khí C3 có chitosan với lượng 0,5% theo trọng lượng, đầu tiên, dung dịch chitosan được chuẩn bị. Bằng cách sử dụng bộ khuấy từ, 2,0g axit axetic được bổ sung vào 100mL nước DI và được giữ trong bể nước đá. Sau đó, 1,0g bột chitosan được bổ sung chậm vào trong dung dịch axit axetic loãng đến khi dung dịch này có màu hơi vàng sáng. Tiếp theo, 0,467g sợi bông và 0,93g sợi xenluloza được bổ sung vào trong 100mL nước DI. Để tạo ra chất quánh, dung dịch được nghiền bằng sóng âm 5 lần, mỗi lần cách nhau 3 phút. Dung dịch chitosan và 2,1 g Kymene được bổ sung vào trong dung dịch quánh xenluloza-bông bằng cách sử dụng ống pipet. Dung dịch được nghiền bằng sóng âm 5 lần, mỗi lần cách nhau 3 phút và được đặt trong tủ đá 24 giờ để tạo ra gel ướt.

Quy trình nêu trên được lặp lại để thu được các gel khí bao gồm chitosan với lượng 1,0% theo trọng lượng và 1,5% theo trọng lượng, thay cho 0,5% theo trọng lượng.

Để nhận được các gel khí C3 thành phẩm, gel ướt được sấy lạnh trong 72 giờ, và cuối cùng lưu hóa ở 120°C trong 3 giờ.

Cuối cùng, các gel khí C1, c2 và C3 thu được được nén bằng cách sử dụng bơm tiêm y tế loại 15ml có đường kính là 15mm để tạo ra các viên gel khí như được thể hiện trên Fig.2(c) và Fig.2(d). Fig.3 thể hiện cách nén gel khí thành các viên.

Các đặc tính của các viên gel khí C1, c2 và C3 đã nén được chuẩn bị được tóm tắt lại trong Bảng 1.

Các viên gel khí	Tỷ số giãn nở	Thời gian giãn nở (s)	Áp suất thủy tĩnh (mmH ₂ O)	Áp suất thủy tĩnh (mmHg)
<i>Các gel khí bông tinh khiết (Các gel khí C1)</i>				
C1_0,5% theo trọng lượng	18,6	15,9	120	8,8
C1_0,7% theo trọng lượng	15,7	20,8	109	8,0
C1_1,0% theo trọng lượng	15,5	21,0	104	7,7
<i>Các gel khí bông tinh khiết (Các gel khí C2)</i>				
Tỷ lệ C2_1:2	14,8	7,0	98	7,2
Tỷ lệ C2_1:4	10,8	8,2	94	7,0
Tỷ lệ C2_1:6	10,0	11,7	92	6,8
<i>Gel khí xenluloza bông-giấy bọc chitosan (C3)</i>				
C3_chi_0,5% theo trọng lượng	16,0	4,5	155	11,5
C3_chi_1,5% theo trọng lượng	11,8	5,2	143	10,6
C3_chi_1,5% theo trọng lượng	12,2	30,0	146	10,8

Bảng 1: Tóm tắt hiệu quả của gel khí C1, c2 và C3 trong nước DI. Độ lệch tiêu chuẩn lớn nhất của dữ liệu là 1,0%.

Tính chất

Hình thái học mẫu được điều tra bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM Scanning Electron Microscope, JSM-6010 của Nhật Bản). Trước khi thử nghiệm, các mẫu được phun bằng vàng lớp mỏng qua máy phun JEOL (JFC-1200) ở cường độ 20 mA trong 30 giây để nâng cao độ dẫn điện của mẫu.

Thời gian giãn nở và tỷ số giãn nở thể tích được đo bằng cách sử dụng cùng thử nghiệm, song bằng các phương pháp đo khác nhau. Đối với các thử nghiệm giãn nở, đầu tiên gel khí được nén để tạo ra viên có độ dày khoảng 5mm. Sau đó, nó được đặt vào trong đĩa petri chứa 2/3 nước DI.

Thời gian giãn nở được đo từ thời điểm gel khí tiếp xúc nước đến khi nó đạt đến giãn nở hoàn toàn. Sự giãn nở hoàn toàn của gel khí có thể được quan sát do làm mờ gel khí trên toàn bộ chiều dài của nó do sự bão hòa bởi nước. Sự giãn nở hoàn toàn cũng có thể được quan sát nhờ điểm mà sự giãn nở tiếp là không đáng kể. Tỷ số giãn nở được đo bằng cách lấy tỷ số giữa chiều dài giãn nở hoàn toàn và chiều dài nén ban đầu của gel khí.

Tỷ số giãn nở = $(\text{Chiều dài cuối cùng } (L_f) - \text{Chiều dài ban đầu } (L_i)) / \text{Chiều dài ban đầu } (L_i)$

Áp kế ống hình chữ U nạp đầy nước DI được dùng để đo áp suất thủy tĩnh được tạo ra do các viên gel khí nén. Đầu tiên, áp kế được nạp đầy đến tràn bằng nước DI. Gel khí hybrid được nén vào trong bơm tiêm bằng cách sử dụng cần đẩy và sau đó bơm tiêm được lắp lên trên một đầu của áp kế. Tia không khí nhỏ được bơm vào trong đầu kia của áp kế để kích thích sự hấp thu. Chênh lệch chiều cao cuối cùng giữa các đầu của áp kế là áp suất thủy tĩnh được tạo bởi gel khí theo mmH₂O, mà sau đó được chuyển đổi thành Hg.

Các kết quả và tranh luận

(a) Hiệu quả của các gel khí C1 có các mật độ sợi bông khác nhau

Fig.4 so sánh tỷ số giãn nở thể tích, thời gian giãn nở và áp suất thủy tĩnh của các gel khí C1 có các mật độ bông khác nhau. Khi mật độ sợi bông của các viên gel khí C1 tăng, tỷ số giãn nở thể tích và áp suất thủy tĩnh của chúng giảm. Điều này xảy ra do gel khí C1 có mật độ sợi bông càng lớn có cấu trúc chặt hơn như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.5(a) đến Fig. 5(c).

Thời gian giãn nở của các viên gel khí C1 có mật độ sợi bông càng lớn cũng lớn hơn do các sợi bông nén chặt hơn cần nhiều thời gian hơn để giãn nở lại. Bảng 1 thể hiện viên gel khí bông tinh khiết có các sợi bông với lượng 0,5% theo trọng lượng (được gọi là C1_0,5% theo trọng lượng viên gel khí) thể hiện tỷ số giãn nở lớn nhất là 18,56, thời gian giãn nở nhanh nhất là 15,85 giây, và áp suất thủy tĩnh lớn nhất là 8,8mmHg. Hiệu quả giãn nở của các viên gel khí C1_0,5% theo trọng lượng và C1_0,7% theo trọng lượng là rất cạnh tranh so với hiệu quả của các bột xốp XSTAT thương mại. Tuy nhiên, đối với quy trình nén các viên gel khí, các viên gel khí C1_0,7% theo trọng lượng có thể có thể được xử lý một cách dễ dàng hơn và phân rã kém hơn so với các hạt C1_0,5% theo trọng lượng dùng làm tác nhân cầm máu. Do đó, các viên gel khí C1_0,7 % theo trọng lượng được chọn để điều tra các đặc tính khác như nêu dưới đây.

(b) Hiệu quả của các gel khí C2 có các tỷ lệ xenluloza-bông giấy khác nhau

Mặc dù thời gian giãn nở của các viên gel khí C1-0,7% theo trọng lượng là dưới 16 giây, trị số này có thể được cải thiện với sự bổ sung các sợi xenluloza. Trong khi phần trăm theo trọng lượng của các sợi trong các viên gel khí C2 được giữ không đổi ở 0,7% theo trọng lượng, các tỷ lệ xenluloza bông-giấy được thay đổi thành 1:2, 1:4 và 1:6. Bảng 1 thể hiện việc bổ sung các sợi xenluloza từ giấy trong các viên gel khí C2 có thể giảm đáng kể thời gian giãn nở. Ví dụ, các viên gel khí xenluloza bông-giấy có tỷ lệ 1:2, được gọi là các viên gel khí “Tỷ lệ C2_1:2” trong Bảng 1, có thể giảm thời gian giãn nở từ 20,8 giây còn 7,0 giây. Sở dĩ như vậy là do chiều dài sợi xenluloza và đường kính nhỏ hơn so với chiều dài sợi bông trong các viên gel khí C2 và do đó các sợi xenluloza cần ít thời gian để giãn nở. Ngoài ra, các sợi xenluloza từ giấy có cấu trúc vô định hình mà hấp thụ nước nhanh hơn so với cấu trúc bán tinh thể của các sợi bông.

So sánh với viên gel khí C1_0,7% theo trọng lượng mà không có các sợi xenluloza giấy, viên gel khí tỷ lệ C2_1:2 trên Fig.6 thể hiện sự cải thiện gấp ba lần theo thời gian giãn nở, nhưng tỷ số giãn nở và áp suất thủy tĩnh của nó hơi giảm. So sánh với thời gian giãn nở 15 giây của các bột xốp gốc xenluloza XSTAT, có thể thấy tất cả các viên gel khí C2 giãn nở nhanh hơn nhiều với thời gian giãn nở nằm trong khoảng từ 7,0 giây đến 11,7 giây. Các gel khí C2 còn thể hiện độ liên khối kết cấu tốt mà không bị phân rã. Do tỷ lệ các viên gel khí C2_1:2 thể hiện hiệu quả tốt nhất trong số ba loại viên gel khí C2 được điều tra trong

Bảng 1, các hạt loại này được chọn để điều tra thêm các hiệu ứng của các mật độ chitosan khác nhau theo tỷ số giãn nở thể tích, thời gian giãn nở và áp suất thủy tĩnh của chúng.

(c) Hiệu quả của các gel khí C3 có các mật độ chitosan khác nhau

Fig.7 thể hiện chitosan với lượng 0,5% theo trọng lượng được bổ sung trong tỷ lệ các viên gel khí C2_1:2 có thể giảm thêm thời gian giãn nở từ 7,0 giây xuống còn 4,5 giây, tăng tỷ số giãn nở lên đến 16,0 và áp suất thủy tĩnh lên đến 11,5mmHg. Điều này có thể được giải thích do chitosan có số lượng lớn các nhóm hydroxyl trong cấu trúc của nó mà có thể cải thiện các đặc tính ưa nước của các viên gel khí C3. So sánh các thông số này với các thông số của các bột xốp gốc xenluloza XSTAT, các viên gel khí C3_chi_0,5% theo trọng lượng có thể giảm thời gian giãn nở gấp ba lần với tỷ số giãn nở tương tự. Điều đó có nghĩa là các viên gel khí C3_chi_0,5% theo trọng lượng có thể ngừng rò rỉ chất lỏng nghiêm trọng như vết thương do súng nhanh gấp ba lần so với các bột xốp thương mại.

Đã được báo cáo rằng áp suất thủy tĩnh nằm trong khoảng từ 10mmHg đến 62mmHg ở chân bị thương. Nếu giả sử yêu cầu áp suất thủy tĩnh để ngăn vết thương do súng là 21mmHg, các cơ cấu cầm máu khả thi chỉ cần hai viên gel khí C3_chi_0,5% theo trọng lượng.

(d) Các hiệu ứng của số lượng viên gel khí theo áp suất thủy tĩnh

Số lượng các viên gel khí C1_0,7% theo trọng lượng được đặt ngẫu nhiên đồng thời trong áp kế ống hình chữ U nạp đầy nước DI để đo áp suất thủy tĩnh được tạo bởi các hạt này. Fig.8 thể hiện các hiệu ứng của số lượng viên gel khí C1_0,7% theo trọng lượng theo áp suất thủy tĩnh. Như được thấy trên Fig.8, sáu viên gel khí bông C1 có thể tạo ra áp suất thủy tĩnh là 22,1mmHg, mà lớn hơn so với yêu cầu áp suất thủy tĩnh thấp nhất (như được thể hiện bằng đường nét đứt trên Fig.8) của yêu cầu cầm máu. Điều này được hiểu rằng cơ cấu cầm máu bằng cách chỉ sử dụng sáu viên gel khí C1 có thể dừng sự rò rỉ chất lỏng một cách có hiệu quả. Các viên gel khí nén theo sáng chế có thể dừng xuất huyết nhanh hơn nhiều và có hiệu quả trong vài giây. Chi phí cho cơ cấu cầm máu với cùng thể tích bằng cách sử dụng các viên gel khí bông hybrid trong trường hợp này cũng rẻ hơn nhiều so với chi phí của các cơ cấu XSTAT.

(e) So sánh hình thái học

Ngoài ra các thử nghiệm nêu trên, các thử nghiệm Brunauer-Emmett-Teller (BET) được thực hiện trên các gel khí C1_0,5% theo trọng lượng và tỷ lệ C2_1:2. Các kết quả như

được thể hiện trên Bảng 2. Tóm lại, gel khí xenluloza bông-giấy có diện tích bề mặt và thể tích rỗng lớn hơn so với gel khí bông, trong khi có cỡ rỗng trung bình thấp hơn. Điều này cho thấy rằng gel khí bông có các lỗ rỗng to hơn và do đó thể hiện sự kém hơn về mặt hấp thụ chất lưu, tỷ số giãn nở, tốc độ và áp lực. Do số lượng các vi sợi ngắn hơn càng cao nên số lượng các lỗ cỡ nhỏ hơn càng lớn gel khí xenluloza bông-giấy.

Các thông số	Xenluloza bông tinh khiết 0,5% theo trọng lượng (C1_0,5% theo trọng lượng)	Xenluloza giấy-bông 0,7% theo trọng lượng (Tỷ lệ C2_1:2)
Diện tích bề mặt (m ² /g)	19,829	43,934
Thể tích lỗ rỗng(CC/g)	0,011	0,023
Cỡ trung bình lỗ rỗng (Å)	10,85	10,35

Bảng 2: Hình thái học của các gel khí xenluloza bông và xenluloza bông-giấy

Kết luận

Các viên gel khí xenluloza giấy-bông (C2) có hiệu quả tốt hơn về mặt tỷ số giãn nở thể tích và áp suất thủy tĩnh so với các viên gel khí bông tinh khiết (C1). Sự thay đổi thành phần tỷ lệ (nghĩa là lượng sợi bông:sợi xenluloza) có thể ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả của các viên gel khí C2. Cụ thể là, các viên gel khí C3 có thể được sử dụng làm các tác nhân cầm máu và thể hiện sự cải thiện hơn nhiều so với các bột xốp gốc xenluloza XSTAT, đặc biệt là về mặt thời gian giãn nở thể tích, với mức giảm từ 15 giây còn dưới 5 giây, thậm chí vẫn duy trì được độ liên khối kết cấu của các viên gel khí C3.

Trong khi cả gel khí bông tinh khiết lẫn gel khí xenluloza bông-giấy có các cấu trúc tương tự, gel khí bông có cỡ lỗ rỗng lớn hơn tương đối. Các lỗ rỗng càng lớn thì càng chậm trong việc hút nước vào trong cấu trúc lỗ rỗng của gel khí qua tác động mao dẫn. Các gel khí xenluloza bông-giấy có hiệu quả hơn nhiều trong việc hấp thụ nước và giãn nở do có các lỗ rỗng nhỏ hơn trong cấu trúc của chúng. Mặc dù không phải là mao quản trung bình, song các lỗ rỗng có hiệu quả hơn nhiều trong việc hấp thụ và giữ nước và các chất lưu. Gel khí xenluloza bông-giấy cũng được nén chặt hơn do lượng phần trăm theo trọng lượng của xenluloza cao hơn.

Ví dụ 2

Gel khí theo sáng chế được thử nghiệm dùng làm chất hấp thụ dầu.

Các vật liệu

Các sợi xenluloza tái chế từ giấy loại và polyamit-epicloruahydrin (PAE, Kymene 557H) lần lượt thu được từ Insul-Dek Engineering Pte. Ltd. (Xingapo) và Ashland (Đài loan). Các tấm bông bao gồm các sợi bông được mua từ Fairprice Supermarket (Xingapo). Dầu máy (5w40) và dầu máy Singer được mua từ thị trường thương mại. Metyltrimetoxysilan (MTMS) cấp phân tích, etanol, axeton, hexan và đicloruametan thu được từ Sigma-Aldrich (Xingapo). Tất cả các hóa chất được sử dụng mà không tinh chế thêm.

Tổng hợp các gel khí bông tinh khiết (PC) và xenluloza bông-giấy (CC)

Các tấm bông được cắt thành các dải nhỏ (0,5cm x 4cm) và sau đó được trộn với các sợi xenluloza giấy tái chế từ giấy loại trong 200mL nước được khử ion hóa. Các tỷ lệ khối lượng bông so với xenluloza được cố định ở 1:0 (bông tinh khiết), 1:1, 1:2 và 1:4 và mật độ khối lượng sợi so với nước trong dịch phân tán trong nước lần lượt được kiểm soát như 0,25% theo trọng lượng, 0,5% theo trọng lượng và 0,75% theo trọng lượng. Sau đó, dịch phân tán hỗn hợp được đồng nhất hóa bằng cách sử dụng máy xay sinh tố (Tefal 400W) trong 15 phút. Sau đó, 66,6 μ L dung dịch PAE được bổ sung vào trong dịch phân tán, rồi cho đi qua bước xử lý nghiền bằng sóng âm (công nghệ siêu âm Hielscher) ở công suất 140W trong 5 phút. Dịch phân tán đồng nhất được đông lạnh ở nhiệt độ -18°C trong 24 giờ và sau đó được làm khô trong chân không ở nhiệt độ -98°C trong 96 giờ để nhận được các gel khí nguyên khối. Trong khi đóng băng, cả hai sợi xenluloza bông và sợi xenluloza giấy bị ép do giãn nở thể tích từ nước thành nước đá. Cuối cùng, các gel khí này được lưu hóa ở 120°C trong 3 giờ nữa.

Chức hóa kỵ nước của các gel khí

Để nhận được các gel khí kỵ nước để hấp thụ dầu, các gel khí nhận được được đặt trong khoang thủy tinh với bốn lọ nhỏ polytetrafloruaetylen, mỗi lọ chứa 1,5mL MTMS và được làm nóng ở 70°C trong 12 giờ để trải qua quy trình xilan hóa. Quy trình xilan hóa được thực hiện trên cơ sở phản ứng giữa các nhóm hydroxyl và các nhóm alkoxy trong MTMS. Các gel khí PC được chuẩn bị bằng cách sử dụng phương pháp tương tự mà không bổ sung các sợi xenluloza. Các gel khí PC có các mật độ sợi so với nước khác nhau và các

gel khí CC có các tỷ lệ khối lượng bông so với xenluloza khác nhau được tóm tắt trong Bảng 3, trong đó các thông số thay đổi được đánh dấu bằng nét đậm.

Các gel khí	Mật độ (% theo trọng lượng)	Tỷ lệ khối lượng của xenluloza bông- giấy	Tỷ trọng (mg cm ⁻³)	Độ xốp (%)
PC25	0,25	1:0	5,13±0,29	99,66
PC50	0,50	1:0	6,85±0,33	99,54
PC75	0,75	1:0	8,22±0,49	99,45
CC1-1	0,50	1:1	8,50±0,33	99,43
CC1-2	0,50	1:2	6,40±0,08	99,57
CC1-4	0,50	1:4	6,19±0,33	99,59

Bảng 3: Các đặc tính của các gel khí bông tinh khiết (PC) và xenluloza bông- giấy (CC) có các mật độ bông khác nhau và các tỷ lệ khối lượng xenluloza bông- giấy khác nhau.

Các tính chất

Hình thái học mẫu được điều tra bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM Scanning Electron Microscope, JSM-6010 của Nhật Bản). Trước khi thử nghiệm, các mẫu được phun bằng vàng lớp mỏng qua máy phun JEOL (JFC-1200) ở cường độ 20 mA trong 30 giây để nâng cao độ dẫn điện của mẫu.

Trọng lượng mẫu được đo bằng cân vi lượng kỹ thuật số với độ chính xác 0,01 mg. Việc đo các góc tiếp xúc nước được thực hiện bằng cách sử dụng hệ bơm tiêm (máy đo góc VCA Optima, do AST Products Inc. Mỹ sản xuất) với mỗi giọt 0,5μL. Tỷ trọng khối của các mẫu nhận được bằng cách đo khối lượng và thể tích của các gel khí có dạng hình trụ. Độ xốp, ϕ có thể được tính toán bằng:

$$\phi = 100 \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_c} \right) \quad \text{Phương trình (1)}$$

Trong đó ρ_a là tỷ trọng của gel khí và ρ_c (1,5 g cm⁻³) là tỷ trọng đối với cả xenluloza giấy và các sợi bông do chúng xử lý tỷ trọng tương tự.

Các thử nghiệm hấp thụ nước và dầu cân bằng cũng được thực hiện. Mỗi mẫu (~10 mg) được ngâm trong dầu hoặc nước nhất định trong 30 phút để đạt sự cân bằng và sau đó được xả trong 20 phút nữa để xác định trọng lượng. Khả năng hấp thụ có thể được tính toán bằng:

$$Q_r = \frac{m_x - m_d}{m_d} \quad \text{Phương trình (2)}$$

trong đó Q_r (g g^{-1}) là khả năng hấp thụ, m_d (g) và m_w (g) lần lượt là trọng lượng gel khí trước và sau khi hấp thụ dầu. Phạm vi sai số kể cả độ lệch tiêu chuẩn được xác định bằng cách phân tích biến số (Analysis of Variance) trong phần mềm “Originlab”.

Để xác định các động năng hấp thụ dầu, các mẫu có cỡ giống nhau (dạng hình trụ có đường kính 6 cm và chiều cao 3 cm) được ngâm trong dầu máy Singer ở các thời điểm khác nhau để đo sự thay đổi trọng lượng của mẫu. hằng số động năng, k_1 được xác định bởi:

$$\ln \frac{Q_m}{Q_m - Q_t} = k_1 t \quad \text{Phương trình (3)}$$

trong đó Q_m là khả năng hấp thụ bão hòa (g g^{-1}), Q_t là khả năng hấp thụ (g g^{-1}) tại thời điểm t (s).

Đối với thử nghiệm chu trình hấp thụ chưng cất, sau khi hấp thụ ethanol, các gel khí được đặt vào trong bình nhỏ và được làm nóng ở 100°C với thiết bị ngưng để gom ethanol tái chế. Đối với thử nghiệm chu trình hấp thụ ép, sau khi hấp thụ ethanol, gel khí được ép còn một phần tự chiều cao ban đầu để xả ethanol.

Kết quả và tranh luận

Các gel khí PC và CC có được khả năng xử lý tốt. Các cỡ và hình dạng khác nhau của các gel khí khai triển có thể được kiểm soát bằng khuôn. Fig.9(a) thể hiện gel khí CC cỡ lớn có độ dày 1-cm, 0,50% theo trọng lượng và tỷ lệ bông-xenluloza là 1-1 có thể được sản xuất bằng cách sử dụng khay cỡ A4. Khả năng xử lý tốt của gel khí CC được thể hiện với sự thay đổi chiều cao nhỏ hơn 80% khi đặt trên cốc có mỏ bằng thủy tinh 100mL nặng ~53 g, mà gấp gần 100 lần trọng lượng của gel khí (Fig.9(b)). Fig.9(c) thể hiện gel khí CC bọc MTMS không hấp thụ các giọt nước nhỏ (được nhuộm mực xanh) đặt trên bề mặt đỉnh của nó, nhằm xác minh tính kỵ nước của nó.

Các kết quả của các thử nghiệm góc tiếp xúc nước của các gel khí PC và CC khác nhau được thể hiện trên Fig.10. góc tiếp xúc lớn trên 130° của tất cả các gel khí PC và các

gel khí CC biểu thị các đặc tính kỵ nước. Góc tiếp xúc hơi giảm nếu rang mật độ bông. Điều này xảy ra bởi vì quy trình xilan hóa đồng nhất có thể kém hiệu quả hơn. So sánh với PC gel khí 0,50% theo trọng lượng, các gel khí CC có cùng 0,50% theo trọng lượng có góc tiếp xúc lớn hơn lên đến $142,8^\circ$. Lượng sợi xenluloza càng cao bổ sung càng nhiều nhóm hydroxyl tiếp xúc với hơi MTMS, mà được thay thế bởi các nhóm alkoxy và do đó làm cho bề mặt của gel khí CC kỵ nước hơn. Việc tăng thêm lượng xenluloza cũng làm giảm góc tiếp xúc nước, do lớp bọc có hiệu quả kém hơn.

Các gel khí PC và các gel khí CC cho thấy các lỗ rỗng lớn có đường kính lớn hơn $50\mu\text{m}$ ước tính từ các ảnh SEM trên Fig.11. Đối với các gel khí PC, việc tăng mật độ sợi bông dẫn đến sự hình thành cấu trúc chặt hơn như thấy trên các hình từ Fig.11(a) đến Fig.11(c). Đối với các gel khí CC được thể hiện trên các hình từ Fig.11(d) đến Fig.11 (f), việc tăng lượng sợi xenluloza cũng dẫn đến sự hình thành cấu trúc chặt hơn. Điều này có thể được giải thích rằng các sợi xenluloza có thể được phân tán tốt hơn so với các sợi bông.

Fig.12 thể hiện quy trình hấp thụ dầu máy (được nhuộm bằng cách sử dụng màu đỏ Sudan) bằng cách sử dụng gel khí CC1-1 có cỡ gel khí $2 \times 2 \times 0,5 \text{ cm}$. Ban đầu, gel khí nổi trên dầu và sau đó chìm dần xuống khi hấp thụ dầu. Việc hấp thụ được hoàn thành trong 180 giây. Ngoài ra, các gel khí CC có thể được tạo hình thành các viên nhỏ để xử lý và loại bỏ dầu ra khỏi nước. Trên quan điểm về cỡ thì các viên gel khí là có lợi do chúng có thể giảm không gian lưu trữ, cũng như làm cho việc vận chuyển các gel khí dễ dàng hơn nhiều.

Fig.13 thể hiện các khả năng hấp thụ dầu máy của các gel khí PC và CC. Các mẫu các mật độ sợi khác nhau thể hiện một cách rõ ràng các hiệu quả hấp thụ khác nhau như được phân tích bởi thử nghiệm F bằng cách sử dụng phân tích phương sai một yếu tố. Như được thấy trên Fig.13(a), gel khí PC có mật độ thấp là 0,25% theo trọng lượng có khả năng hấp thụ cao nhất trên 100 g g^{-1} , lớn hơn nhiều so với các chất hấp thụ thương mại. Việc tăng mật độ sợi bông từ 0,25% theo trọng lượng đến 0,75% theo trọng lượng làm giảm khả năng hấp thụ của các gel khí PC do tỷ trọng tăng và độ xốp giảm như liệt kê trong Bảng 3. Đối với các gel khí CC như được thể hiện trên Fig.13(b), cả hai gel khí CC1-1 và CC1-2 thể hiện tính hấp thụ dầu cạnh tranh so với các gel khí PC có cùng mật độ sợi là 0,50% theo trọng lượng. Điều quan trọng cũng cần lưu ý rằng trong khoảng thời gian xả để loại bỏ dầu đã hấp thụ, các gel khí CC thể hiện sự thay đổi hình dạng nhỏ trong khi gel khí PC mất tới 80% thể tích ban đầu của nó. Điều này thể hiện rằng gel khí hợp phần có độ ổn định cơ học

tốt hơn so với gel khí bông tinh khiết. Nếu tăng thêm lượng sợi xenluloza giấy, khả năng hấp thụ sẽ bị giảm cho dù tỷ trọng của nó nhỏ hơn. Sở dĩ như vậy là do cấu trúc chặt như được thể hiện trên Fig.11(f) có thể ngăn chặn sự khuếch tán dầu và bẫy không khí bên trong các gel khí. Hơn nữa, tỷ lệ phần trăm lượng sợi xenluloza giấy càng cao, quy trình xilan hóa càng kém hiệu quả do càng nhiều nhóm hydroxy tiếp xúc trong khi lượng MTMS dùng để phủ bị cố định.

Thật thú vị khi thấy rằng mặc dù khả năng hấp thụ nước của các gel khí PC là cao, song lại thấp hơn nhiều so với khả năng hấp thụ dầu máy, không phụ thuộc vào tỷ trọng lớn hơn của nước. Cả các gel khí bông và các gel khí xenluloza bông-giấy đều phình ra trong các thử nghiệm hấp thụ nước. Tuy nhiên chỉ các gel khí bông phình ra trong các thử nghiệm hấp thụ dầu. Ngoài ra, thấy rằng trong quy trình xả sau thử nghiệm khả năng hấp thụ nước, các gel khí bông đã chuẩn bị trải qua sự co ngót nhìn thấy được (thay đổi ~60% thể tích) một khi được lấy ra khỏi nước. Trong khi đó, sự co ngót thể tích này nhỏ hơn nhiều trong các thử nghiệm hấp thụ dầu. Sở dĩ như vậy có thể do dầu máy có độ nhớt cao nếu so với nước. Tuy nhiên, mức chênh lệch này nhỏ hơn nhiều trong các gel khí CC, cho thấy độ bền cơ học của chúng được cải thiện.

Các kết quả động năng hấp thụ được thể hiện trên Fig.13(c). Gel khí PC50 có tốc độ hấp thụ cao nhất nếu so với các gel khí CC. Tuy nhiên, gel khí CC1-4 có khả năng hấp thụ thấp nhất và động năng hấp thụ chậm, có thể là do tính kỵ nước kém nhất của nó. Các hằng số động năng hấp thụ ban đầu nhận được bằng cách điều chỉnh các kết quả theo phương trình giả bậc một nổi tiếng 3. Hằng số động năng của các gel khí PC50, CC1-1, CC1-2, và CC1-4 lần lượt là 0,217, 0,094, 0,143 và 0,189.

Ngoài thử nghiệm dầu máy, các gel khí cũng được thử nghiệm với các dung môi hữu cơ khác. Như có thể thấy trên Fig.14, gel khí CC1-1 thể hiện khả năng hấp thụ cao nhất đối với dicloruametan và thấp nhất đối với hexan. Nói chung, khả năng hấp thụ tăng với tỷ trọng dung môi. Tuy nhiên, khả năng hấp thụ đối với axeton là cao hơn so với etanol mà không phụ thuộc vào tỷ trọng lân cận của chúng (Fig.14(b)). Các khả năng hấp thụ của các gel khí PC và các gel khí CC là cao hơn so với của các polyme liên hợp, màng sợi nano, graphit tróc vẩy, gel khí cacbon và cạnh tranh với CNT bột xốp và graphen. Tỷ lệ hấp thụ lý thuyết cũng được vẽ đồ thị trên cơ sở dung môi tỷ trọng và mẫu độ xốp ($\text{độ xốp} \times \rho_{\text{chất}}$

lông/ $\rho_{\text{gel khí}}$). Các khả năng hấp thụ hiện tại của gel khí CC1-1 đối với các dung môi khác nhau gần như là tuyến tính của khả năng hấp thụ theo lý thuyết.

Quan trọng hơn, các chất lỏng được hấp thụ có thể được tái gom thông qua việc chưng cất. Fig.15 thể hiện các chu trình hấp thụ-chưng cất etanol. Cả PC50 và gel khí CC1-1 đều bị co ngót chút ít trong khi quy trình chưng cất do lực mao dẫn trong khi chuyển tiếp pha lỏng-hơi. Sau 5 chu trình thu hồi chất lỏng, các gel khí PC50 và CC1-1 lần lượt tạo ra các khả năng hấp thụ là 38 g g^{-1} và 40 g g^{-1} . Gel khí CC1-1 thể hiện hiệu quả hơi tốt hơn bởi vì các hiệu ứng tăng cường của hai loại sợi bông và sợi xenluloza khác nhau.

Kết luận

Tóm lại, các gel khí hỗn hợp xenluloza bông-giấy đã được chuẩn bị bằng cách sử dụng bông thương mại và các sợi xenluloza từ giấy loại. Các gel khí được chức hóa có tính kỵ nước thể hiện sự hấp thụ chất ô nhiễm tốt với $72,3 \text{ g g}^{-1}$ trong dầu máy và $94,3 \text{ g g}^{-1}$ đối với dicloruametan. Gel khí hỗn hợp xenluloza bông-giấy thể hiện hiệu quả hơi tốt hơn bởi vì các hiệu ứng hiệp đồng của hai loại sợi bông và sợi xenluloza

Mặc dù phần mô tả nêu trên đã mô tả các phương án làm ví dụ, song người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng các thay đổi có thể được thực hiện mà không tách rời khỏi phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Gel khí polysacarit bao gồm các sợi xenluloza bông và sợi xenluloza giấy, trong đó sợi xenluloza bông và sợi xenluloza giấy chứa trong gel khí theo tỷ lệ trọng lượng 1:1 đến 1:6.
2. Gel khí theo điểm 1, trong đó gel khí nén được.
3. Gel khí theo điểm 1, trong đó gel khí được tạo nên từ hydrogel chứa sợi xenluloza bông với lượng nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1,5% theo trọng lượng.
4. Gel khí theo điểm 1, trong đó gel khí còn bao gồm ít nhất một chất phụ gia.
5. Gel khí theo điểm 4, trong đó chất phụ gia chứa chitosan.
6. Gel khí theo điểm 1, trong đó gel khí bao gồm ít nhất một chất tạo liên kết ngang.
7. Gel khí theo điểm 6, trong đó ít nhất một chất tạo liên kết ngang chứa nhựa bèn ướt.
8. Cơ cấu kiểm soát xuất huyết bao gồm gel khí theo điểm 1.
9. Phương pháp tạo ra gel khí theo điểm 1, phương pháp bao gồm các bước:
 - trộn sợi xenluloza bông và sợi xenluloza giấy theo tỷ lệ trọng lượng 1:1 đến 1:6 và chất tạo liên kết ngang để tạo ra hỗn hợp;
 - nghiền bằng sóng âm hỗn hợp;
 - đóng băng hỗn hợp đã nghiền bằng sóng âm; và
 - sấy đông hỗn hợp đóng băng để tạo ra gel khí.
10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước trộn còn bao gồm việc trộn ít nhất một chất phụ gia.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó ít nhất một chất phụ gia là chitosan.
12. Phương pháp theo điểm 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước nén gel khí sau bước sấy đông.

Fig.1

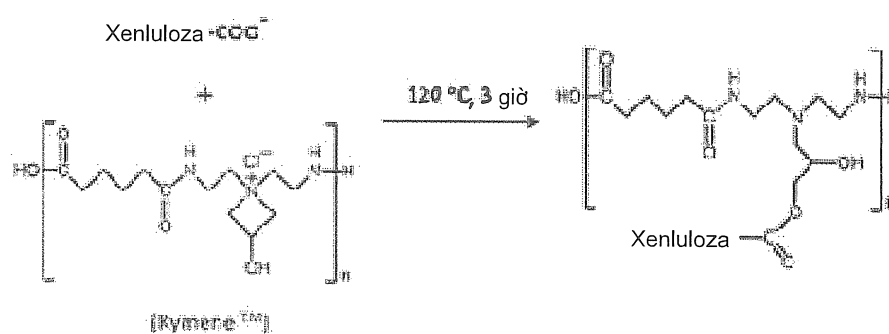


Fig.2

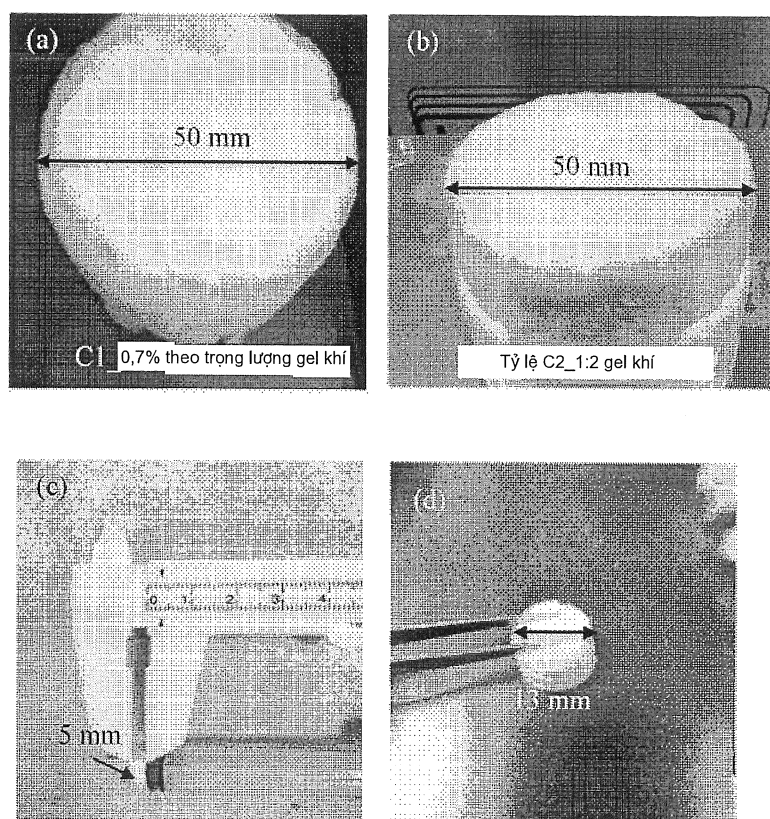


Fig.3

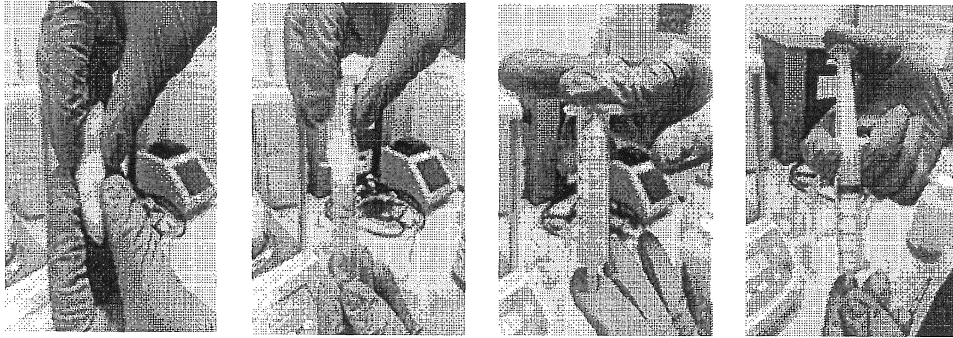


Fig.4

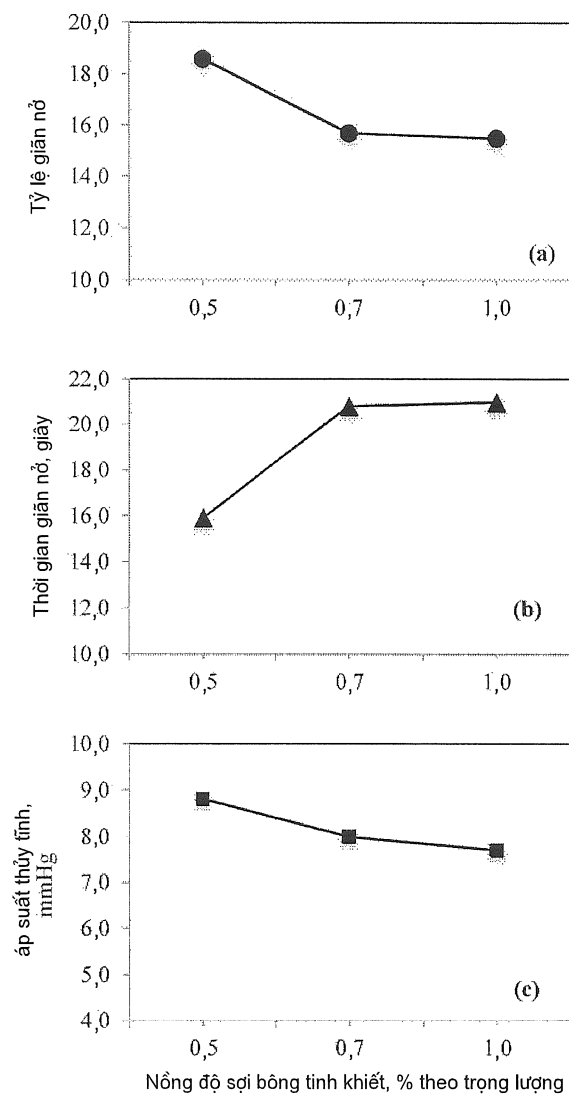


Fig.5

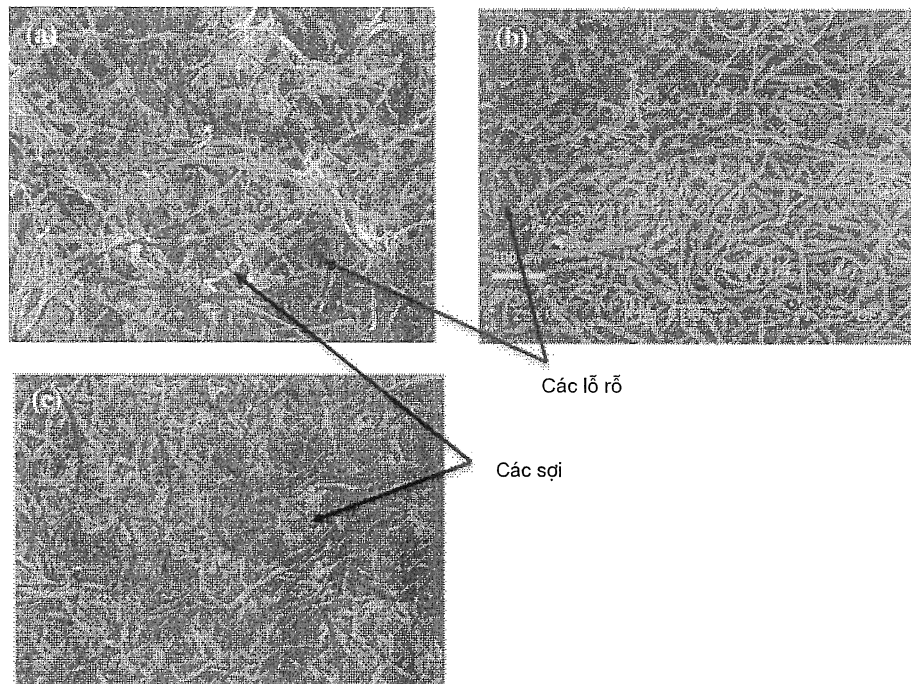


Fig.6

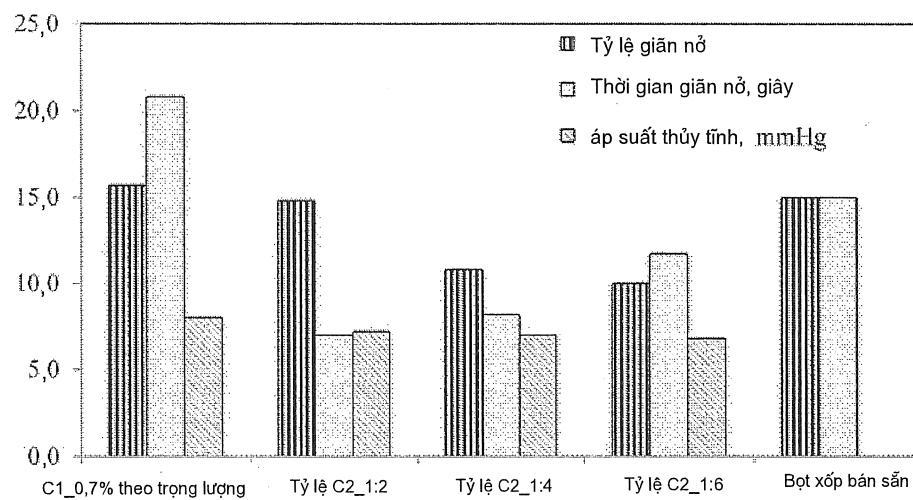


Fig.7

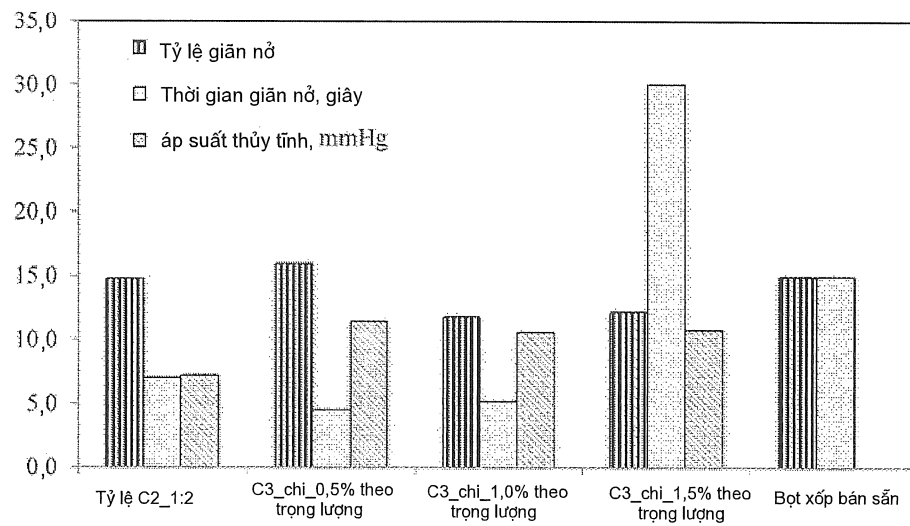


Fig.8

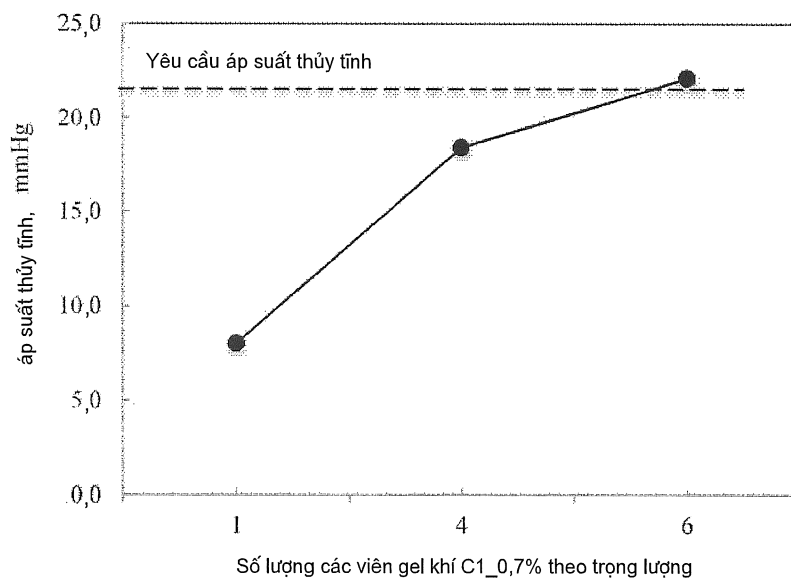


Fig.9

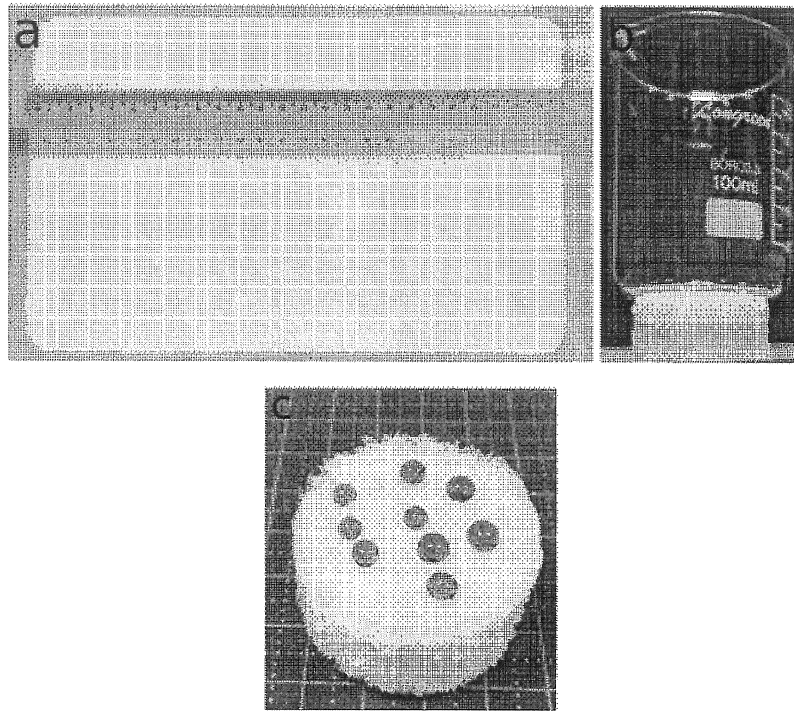


Fig.10

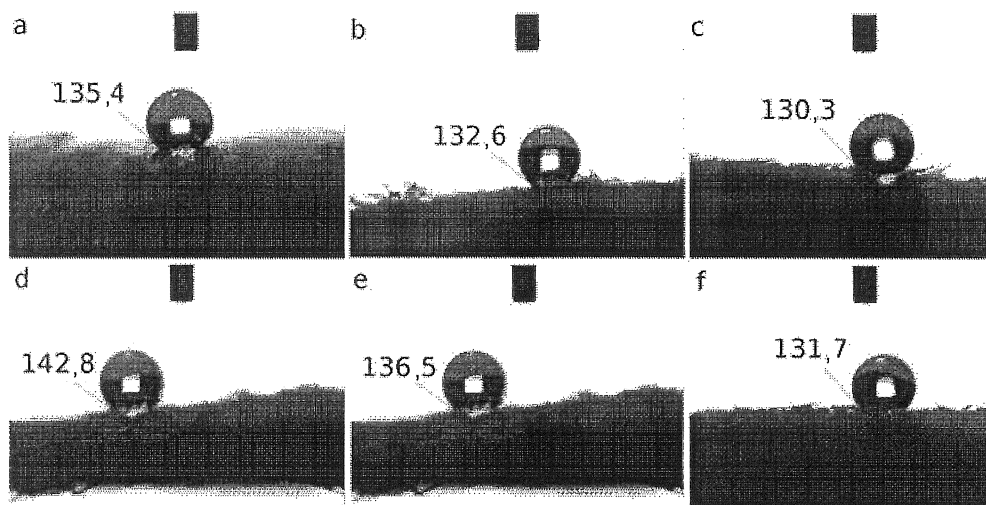


Fig.11

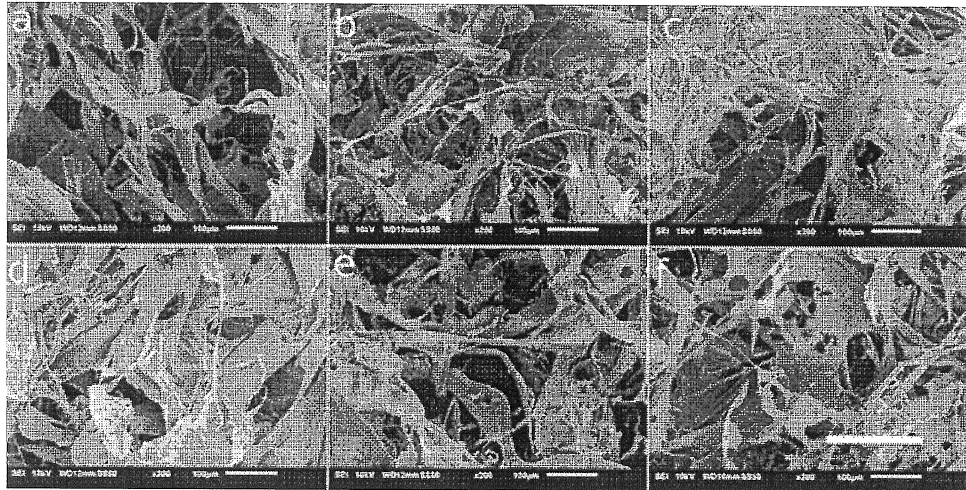
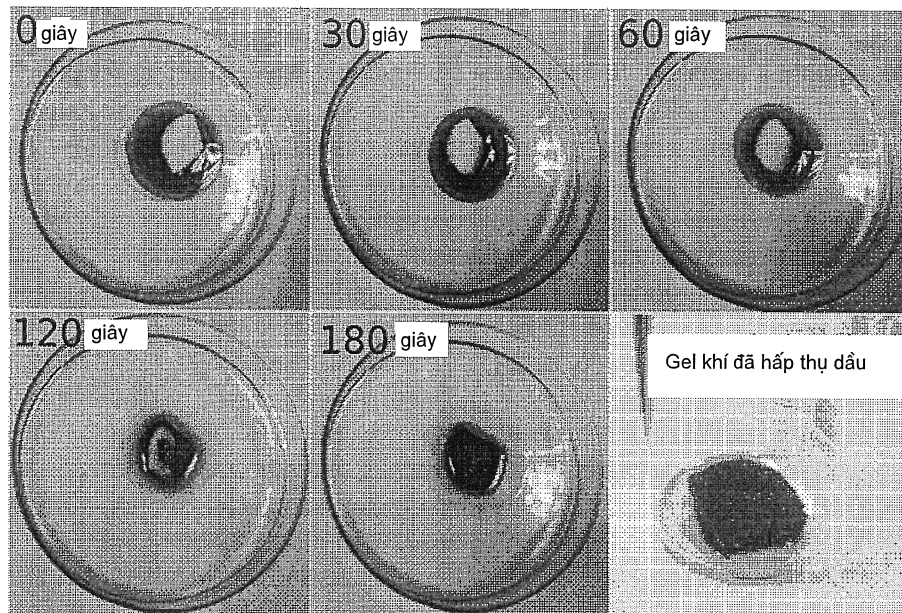


Fig.12



7/8

Fig.13

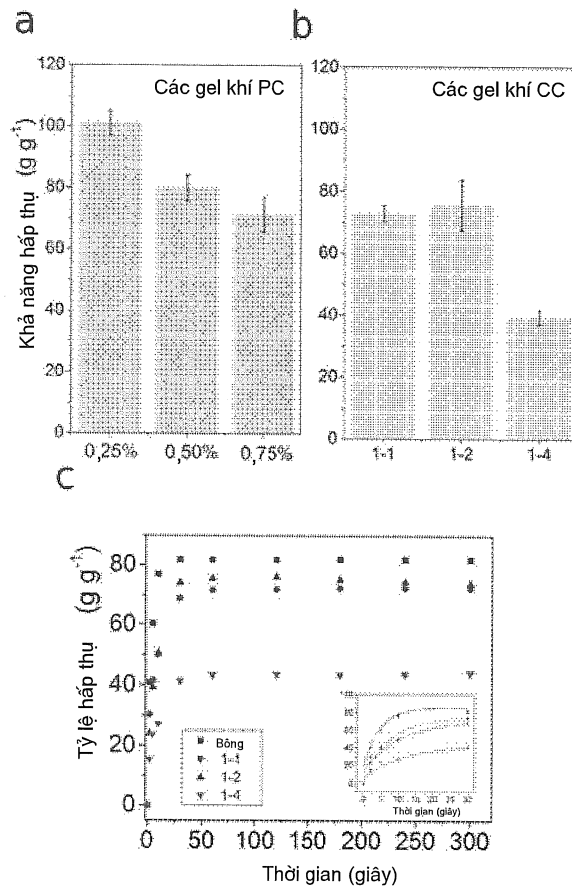


Fig.14

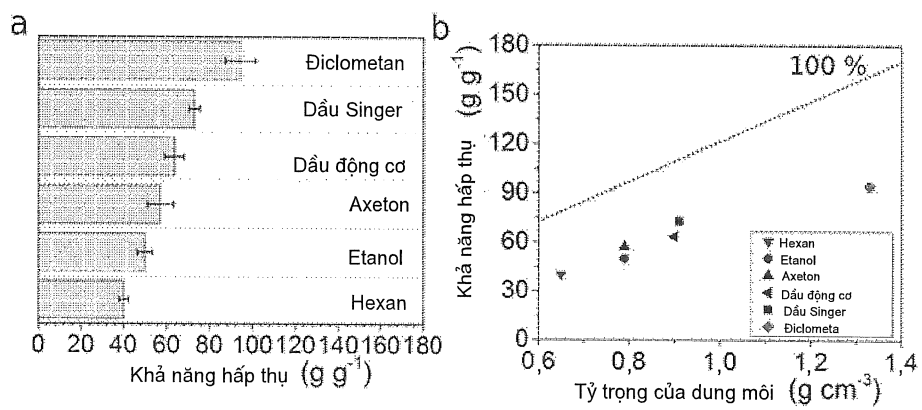


Fig.15

