MÀNG COMPOSITE SINH HỌC TRÊN CƠ SỞ POLYVINYL ALCOHOL, BACTERIAL CELLULOSE VÀ CHITOSAN

● NGUYỄN THỊ THU THẢO - NGUYỄN NGỌC TOÀN - ĐOÀN NGỌC GIANG - TRƯƠNG THANH NGỌC - HUỲNH THÀNH CÔNG

TÓM TẮT:

Bài viết nghiên cứu màng composite sinh học được chế tạo bằng phương pháp đổ khuôn với các tỷ lệ cellulose vi khuẩn (Bacterial Cellulose - BC), polyvinyl alcohol (PVA) và chitosan khác nhau, với các phương pháp phân tích như: phổ hồng ngoại (FT-IR), kính hiển vi điện tử quét (SEM), tính chất nhiệt (TGA) và tính chất cơ. Kết quả đo tính chất cơ học (độ bền kéo và độ giãn dài tại thời điểm đứt) của màng composite sinh học với tỷ lệ PVA/chitosan/BC = 8/2/1.5 có độ bền kéo tốt nhất là 53.0 Mpa, đã cải thiện so với độ bền kéo của PVA là 29.7 MPa. Tuy nhiên, độ giãn dài tại thời điểm đứt với cùng tỷ lệ đạt 103%, giảm so với độ giãn dài tại thời điểm đứt của PVA là 180%.

Từ khóa: Bacterial cellulose, polyvinyl alcohol, biocomposites, chitosan.

1. Đặt vấn đề

Trong nhiều thập kỷ qua, vật liệu composite với những đặc tính ưu việt đã được quan tâm, nghiên cứu, phát triển và ứng dụng để thay thế nhiều loại vật liệu khác như kim loại, gỗ [1-4]. Tuy nhiên, hầu hết các vật liệu composite được tổng hợp từ các thành phần có nguồn gốc từ dầu mỏ và không có khả năng phân hủy. Đây là một thách thức lớn đối với môi trường. Chính vì vậy, việc nghiên cứu tìm ra một loại vật liệu mới, có khả năng phân hủy, thân thiện với môi trường màvẫn đảm bảo các tính năng cơ lý nhằm thay thế các vật liệu nhựa truyền thống đang là một nhu cầu cấp thiết. Do vậy, vật liệu composite có nguồn gốc tự nhiên được chú ý nhiều hơn cả.

Sự kết hợp của polyvinyl alcohol (PVA), cellulose vi khuẩn (Bacterial Cellulose - BC) và chitosan sẽ tạo nên một loại vật liệu composite có nguồn gốc tự nhiên có thể thay thế vật liệu composite truyền thống.

BC là sản phẩm của một số loài vi khuẩn, đặc biệt là vi khuẩn Acetobacter xylinum [6-7], có cấu trúc rất giống cellulose thực vật nhưng có các tính chất độc đáo hơn như độ tinh khiết cao, đường kính sợi nhỏ, độ polymer hóa lớn, độ bền cơ học cao và khả năng tương hợp sinh học mạnh mẽ [5-12]. Với các ưu điểm trên, cùng với khả năng phân hủy sinh học, BC được đánh giá là chất gia cường tiềm năng cho vật liệu composite sinh học và được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như giấy, công nghiệp thực phẩm, y học,...[13-15]

Polyvinyl alcohol là một loại polymer tổng hợp, tan được trong nước và có khả năng phân hủy sinh học. PVA được sử dụng làm vật liệu nền vì nó có tính bền, tính dẻo và tính đàn hồi cao, không gây độc hại [16-20]. PVA thu được bằng phản ứng thủy phân polyvinyl axetat [21-22].

Chitosan là dẫn xuất của chitin [23], là một polysaccharide tự nhiên có khả năng phân hủy sinh học và tạo màng mỏng tốt kèm theo khả năng kháng khuẩn [24-25].

Trên cơ sở các tính chất đặc biệt của PVA, BC và chitosan hy vọng sự kết hợp của chúng sẽ tạo nên một loại vật liệu mới có tính chất tốt hơn so với vật liệu thành phần. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành nghiên cứu tổng hợp và đánh giá một số tính chất của màng composite sinh học (biocomposite) từ BC trên nền nhựa PVA kết hợp với chitosan. Sự kết hợp này có thể sẽ tạo nên một loại vật liệu mới có tính chất tốt hơn so với vật liệu thành phần nhằm đáp ứng nhu cầu của con người đồng thời hạn chế tình trạng ô nhiễm môi trường.

2. Thực nghiệm

2.1. Nguyên liệu

- PVA 217 có độ thủy phân 86-90%, Singapore.
- Chitosan có khối lượng phân tử trung bình 102.860 g/mol, độ đề axetyl trên 90%, Trung Quốc.
- Chủng vi khuẩn Acetobacter xylinum được cung cấp và thực hiện quá trình nuôi cấy tại Phòng Thí nghiệm vi sinh - Trường Đại học Nguyễn Tất Thành.

2.2. Phương pháp phân tích

Phổ hồng ngoại (FT-IR) được đo trên thiết bị Bruker Tensor 27- Đức tại Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Điều kiện phân tích: Phổ hồng ngoại đo trong vùng tần số 4000-400 cm^{-1}, 25°C, 1 atm.

Phân tích nhiệt trọng lượng (TGA) được đo trên thiết bị TGA Q500 theo phương pháp ASTM D1131 tại Trung tâm hỗ trợ và phát triển doanh nghiệp TP. Hồ Chí Minh. Điều kiện phân tích: Khoảng nhiệt độ nghiên cứu: từ 0 đến 700°C; Tốc độ tăng nhiệt độ: 10°C/phút; Môi trường: nitơ.

Phân tích độ bền cơ học của vật liệu được đánh giá qua độ bền kéo (TS) và độ giãn dài tại thời điểm đứt (E). Thử nghiệm được thực hiện tại Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng 3 theo phương pháp ASTM D 882 - 12. Điều kiện phân tích: Kích thước mẫu: 1 in x 1 in, màng mỏng có độ dày < 0,04 in; Tốc độ kiểm tra: 20 in/phút; Hàm kẹp tác động bằng khí nén có thể điều chỉnh cung cấp áp suất khí đầu vào để đảm bảo mẫu có thể được kẹp chặt trong suốt quá trình kiểm tra, đồng thời ngăn hiện tượng đứt sớm.

Phân tích cấu trúc bề mặt của vật liệu bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) trên thiết bị Hitachi S-4800 tại Phòng Thí nghiệm Siêu cấu trúc, Viện Vệ sinh dịch tễ Trung ương, Hà Nội. Điều kiện phân tích: độ phóng đại từ 5-20 lần.

2.3. Phương pháp tổng hợp

2.3.1. Tổng hợp BC

Chủng vi khuẩn Acetobacter xylinum được nuôi cấy trong môi trường nước dừa già có chứa glucose 20g; $(NH4)_2SO_4$ 0,5g; $(NH4)_2HPO_4$ 0,3g; Pepton 10g; Acid acetic 5 mL; Nước dừa già 1000 mL. Môi trường được điều chỉnh đến pH 4.5 và hấp vô trùng ở 121°C, 1 atm, 15 phút.

Lấy vi khuẩn từ ống gốc cho vào 50 ml môi trường nuôi cấy, rồi cho vào máy lắc ở nhiệt độ 30°C trong 72 giờ, điều chỉnh pH bằng acid acetic về khoảng pH 6.0-6.5. Sau khi hoạt hóa lần 1, tiếp tục hoạt hóa lần 2 bằng cách cho giống vào môi trường nhân giống mới theo tỷ lệ giống là 1/10, tiếp tục nuôi cấy trong máy lắc ở nhiệt độ 30°C trong 72 giờ, pH 6.0-6.5.

Quá trình lên men Acetobacter xylinum thu BC trong điều kiện nuôi cấy tĩnh. Đổ môi trường nuôi cấy vào một khay nhựa để lên men. Cho giống vào môi trường lên men theo tỷ lệ giống là 1/10, môi trường được điều chỉnh về pH 4.5 và đậy lại. Quá trình lên men kéo dài 7 ngày ở nhiệt độ phòng. Tránh khuấy động môi trường vì sẽ ảnh hưởng đến lớp BC hình thành. Thu được BC thô. Rửa BC thô bằng nước. Tiếp theo, ngâm BC thô trong NaOH 3% ở 60°C trong 3 giờ, rồi ngâm trong NaOH 3% ở nhiệt độ phòng đến khi màng trắng. Sau đó xử lý BC trong dung dịch HCl 1% để trung hòa NaOH cho tới pH 7.0, rồi ép loại bỏ nước, thu được BC sạch.

2.3.2. Tổng hợp màng biocomposite từ PVA, BC và chitosan

Xay nhuyễn BC sạch thu được, đem khuấy siêu âm với nước cất ở 80°C trong 30 phút. Siêu âm nhằm giúp BC được đánh tơi và phân tán tốt hơn trong quá trình khuấy tạo màng. Cho PVA và nước vào cốc, khuấy đều đồng thời gia nhiệt đến 80°C cho đến khi PVA tan hoàn toàn. Chitosan được nghiền nhỏ, sau đó hòa tan vào dung dịch acid lactic 1 % cho đến khi chitosan tan hoàn toàn.

Màng biocomposite được chế tạo bằng phương pháp đổ khuôn (casting). Phối trộn 3 nguyên liệu gồm PVA, BC, chitosan với nhau theo các tỷ lệ khác nhau (Bảng 1). Hỗn hợp được khuấy đều ở 80°C trong 60 phút. Quá trình này được khuấy bằng tay và khuấy theo một chiều cố định, tránh tạo bọt làm ảnh hưởng đến chất lượng màng. Đổ hỗn hợp vào khuôn bằng polypropylen kích thước 15×15 cm để tạo màng và để khô ở nhiệt độ phòng. Sau khoảng 24 đến 48 giờ, màng biocomposite được lấy ra khỏi khuôn, đem sấy ở 50°C trong 3 giờ. Sau khi sấy cho sản phẩm vào bình hút ẩm để phân tích các tính chất và cấu trúc của màng.

Bảng 1. Thành phần và tỷ lệ nguyên liệu tổng hợp màng biocomposite từ PVA, BC và chitosan

Mẫu	Thành phần nguyên liệu (%)		
	PVA	BC	Chitosan
PVA	100	-	-
BC	-	100	-
PB-0	80	0	20
PB-0.5	80	0.5	20
PB-1	80	1	20
PB-1.5	80	1.5	20
PB-2	80	2	20

3. Kết quả

3.1. Kết quả phân tích phổ FT-IR

- Kết quả phân tích phổ FT-IR của PVA, BC và các màng biocomposite thể hiện ở Bảng 2.

- Phổ FT-IR của BC: Mũi hấp thu tại 3421,15 cm^{-1} đặc trưng cho nhóm -OH. Mũi hấp thu tại 2923,72 cm^{-1} đặc trưng cho nhóm-CH. Các mũi hấp thu từ 1058,08-1035,49 cm^{-1} đặc trưng cho dao động của nhóm -C-O.

- Phổ FT-IR của PVA: Mũi hấp thu tại 3266.93 cm^{-1} đặc trưng cho nhóm -OH. Mũi hấp thu tại 2916.11 cm^{-1} đặc trưng cho nhóm -CH. Mũi hấp thu tại 1711.71 cm^{-1} đặc trưng cho nhóm -C=O. PVA được tổng hợp bằng cách thủy phân nhóm ester của poly (vinyl acetate), do đó, sự xuất hiện của nhóm -C=O chứng tỏ PVA chưa thủy phân hoàn toàn nên còn tồn tại các mắc xích vinyl acetate. Các mũi hấp thu từ 1088.33-1021.61 cm^{-1} đặc trưng cho nhóm -C-O. Mũi hấp thu tại 842.72 cm^{-1} đặc trưng cho dao động của nhóm $-CH_2$.

Phổ FT-IR của các màng biocomposite ở các tỉ lệ khác cho thấy: Mũi hấp thu đặc trưng cho nhóm -OH dịch chuyển từ 3275.58 -3267.12cm^{-1}. Dao động biến dạng của nhóm -CH dịch chuyển từ 2916.33-2916.04cm^{-1}. Sự dịch chuyển của nhóm -CH có thể kéo theo sự dịch chuyển của mũi đặc trưng cho dao động lập thể isotactic từ 842.72cm^{-1} của PVA sang 846.56 cm^{-1}, 848.03 cm^{-1}, 842.66cm^{-1}, 844.17cm^{-1} lần lượt ở các màng biocomposite với các tỷ lệ khác nhau. Sự dịch chuyển này cho thấy, có sự thay đổi về hình thái hoặc mức độ kết tinh của PVA khi cấu trúc lập thể isotactic bị biến đổi. Ngoài ra, các dao động của nhóm -C-O cũng đã dịch chuyển từ 1080.59 - 1021.61cm^{-1} (PB-0), 1020.70cm^{-1} (PB-0.5), từ 1084.35 - 1019.78cm^{-1} (PB-1), từ 1083.51 - 1018.89cm-1 (PB-1.5), từ 1080.96 - 1020.28cm^{-1} (PB-2). Đặc biệt, với các màng biocomposite còn xuất hiện mũi -C=O đặc trưng của PVA ở tần số 1712.77cm^{-1} (PB-0), 1725.90cm^{-1} (PB-0.5), 1729.25cm^{-1} (PB-1), 1712.02cm^{-1} (PB-1.5), 1712.53cm^{-1} (PB-2). (Bảng 2)

So với phổ FT-IR của PVA và BC, phổ FT-IR của các màng biocomposite với các tỷ lệ phối trộn khác nhau đều có sự dịch chuyển các mũi hấp thu đặc trưng của nhóm -OH, -CH, -C=O, -C-O, -CH2. Kết quả này chứng tỏ 3 thành phần PVA, chitosan và BC đã có sự hình thành liên kết hydro liên phân tử và nội phân tử giữa các thành phần và có sự tương hợp một phần.

3.2. Kết quả phân tích SEM

Kết quả phân tích hình thái cấu trúc bề mặt SEM của PVA, BC và các màng biocomposite thể hiện ở Hình 1.

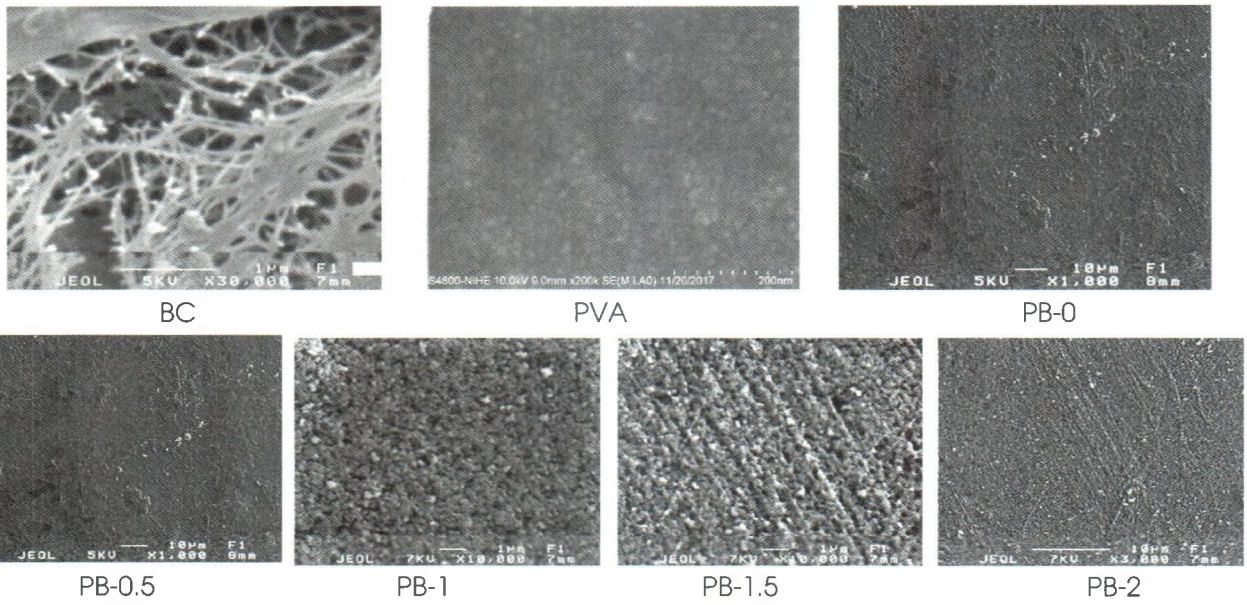
Hình SEM của BC cho thấy bề mặt của BC đặc trưng bởi mạng lưới dày đặc gồm các sợi cellulose nằm liền kề, đan xen, chồng lấp và liên kết chặt chẽ với nhau theo những hướng ngẫu nhiên. Sợi BC mảnh, đồng nhất, rất thích hợp làm chất gia cường trong việc tạo màng biocomposite.

Hình SEM của PVA cho thấy bề mặt của màng PVA khá trơn láng. Tuy nhiên, có sự hiện diện của một số chấm trắng nhỏ, có thể do PVA chưa tan hoàn toàn.

Bảng 2. Kết quả phân tích phổ FT-IR của PVA, BC và màng biocomposite

Mẫu	Tần số hấp thu (cm-1)				
	-OH	-CH	-C=O	–C–O	-λCH2
BC	3421.15	2923.7	-	1058.08-1035.49	-
PVA	3266.93	2916.11	1711.7	1088.33-1021.61	842.72
PB-0	3267.63	2916.04	1712.7	1080.59-1020.99	846.56
PB-0.5	3268.65	2916.33	1725.9	1020.70	848.03
PB-1	3244.58	2918.20	1729.2	1084.35-1019.78	842.66
PB-1.5	3244.64	2916.50	1712.0	1083.51-1018.89	844.17
PB-2	3275.58	2916.33	1712.5	1080.96- 1020.28	842.97

Hình 1: Hình SEM của PVA, BC và màng biocomposite



Hình SEM các màng biocomposite cho thấy bề mặt các màng không láng phẳng bằng bề mặt của PVA, có thể là do các pha thành phần phân tán tốt vào nhau nhưng không đồng đều dẫn đến các khuyết điểm trên màng. Thêm vào đó, những hạt trắng xuất hiện trên màng có thể là nguyên nhân của tạp chất bụi bẩn, hoặc bọt khí trong quá trình khuấy trộn hỗn hợp PVA, BC và chitosan.

Ngoài ra, kết quả chụp SEM còn cho thấy, hỗn hợp PVA và chitosan có khả năng tương tác tốt và phân tán vào mạng lưới sợi cellulose làm đầy các lỗ hở của BC. Điều này chứng tỏ PVA, chitosan và BC tương tác và bám dính vào nhau khá tốt. PVA đã phân tán vào mạng lưới sợi cellulose và làm đầy các lỗ hở của BC, BC được bao bọc bởi lớp PVA và chitosan hình thành nên cấu trúc của màng composite tương đối đồng nhất.

3.3. Kết quả phân tích TGA

- Giản đồ TGA (Hình 2) của PVA và các màng biocomposite cho thấy:

- Từ nhiệt độ phòng đến 225°C, các màng bắt đầu giảm dần trọng lượng, đây là quá trình mất nước vật lý hấp thụ trong màng, do PVA, chitosan và BC đều có khả năng hấp thụ nước. Trọng lượng mất đi của các màng trong khoảng nhiệt độ này lần lượt là 8,35% (PVA), 10,87% (PB-0), 11,36% (PB-0.5), 11,47% (PB-1), 11,04% (PB-1.5), 10,87% (PB-2).

Từ 225°C đến 425°C, trọng lượng các màng có sự giảm mạnh, lúc này PVA và chitosan bắt đầu bị phân hủy và một phần BC bị phân hủy. Trọng lượng mất đi của các màng lần lượt là 61.88% (PVA), 57,25% (PB-0), 62,71% (PB-0.5), 63,02% (PB-1), 60,59% (PB-1.5), 56,64% (PB-2).

Từ 425°C đến 500°C, PVA bắt đầu phân hủy hoàn mạnh thành các hydrocarbon thấp phân tử. PVA mất 24.35%, các màng biocomposite mất khoảng 13-17% khối lượng.

Từ 500°C trở đi, PVA hầu như bị phân hủy hoàn toàn, khối lượng tro còn lại khoảng 5,09%. Tuy nhiên, các màng biocomposite vẫn chưa bị phân hủy hoàn toàn và tiếp tục giảm trọng lượng, chitosan và BC tiếp tục phân hủy trong khoảng nhiệt độ này.

Các màng biocomposite bị phân hủy hoàn toàn ở nhiệt độ gần 700°C với độ giảm trọng lượng lần lượt khoảng 5,624% (PB-0), 3,56% (PB-0.5), 2% (PB-1), 3,09% (PB-1.5), 56.64% (PB-2). Trọng lượng tro còn lại chiếm khoảng 6.61-10,79%.

Như vậy, sự có mặt của chitosan và BC làm cho độ bền nhiệt của màng biocomposite được cải thiện so với độ bền nhiệt của PVA. Trong đó, với tỷ lệ PVA/Chi/BC = 8/2/2 có độ bền nhiệt tốt nhất. (Hình 2)

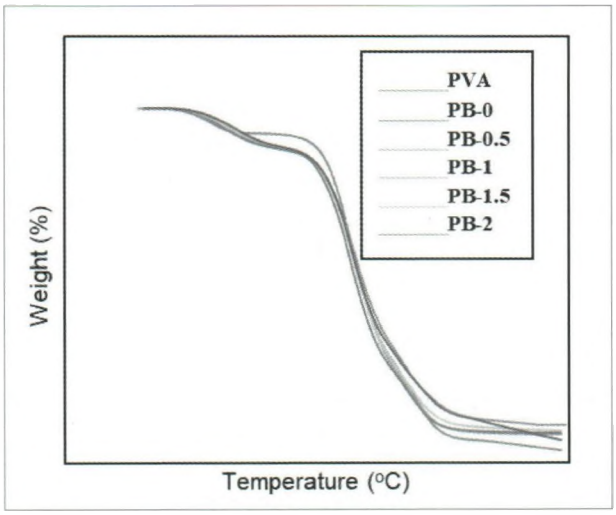
3.3. Kết quả đo tính chất cơ học cùa màng biocomposite

Độ bền cơ học được đánh giá qua độ bền kéo (TS) và độ giãn dài tại thời điểm đứt (E) theo phương pháp ASTM D 882-12.

Kết quả đo TS và E được thể hiện ở Bảng 3.

Nhìn chung, các màng biocomposite với các tỷ lệ BC từ 0 - 2% đều có TS cao hơn so với TS của

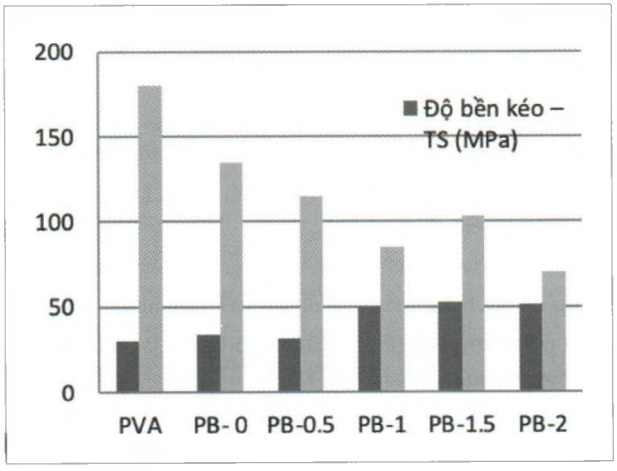
Hình 2: Giản đồ TGA của PVA và màng biocomposite



Bảng 3. Kết quả đo độ bền kéo (TS) và độ giãn dài (E) của PVA và các màng biocomposite

Chỉ tiêu		TS (MPa)	E (%)
Mẫu	PVA	29.7	180
	PB-0	33.5	135
	PP-0.5	31.8	115
	PB-1	50.0	85
	PB-1.5	53.0	103
	PB-2	51.6	70

Hình 3: Đồ thị độ bền kéo đứt -TS (MPa) và độ giãn dài tại thời điểm đứt -E (%) của PVA và màng biocomposite



màng biocomposite tăng dần từ 33.5 MPa đến 53.0 MPa (PB-1.5). Kết quả cho thấy PVA, chitosan và BC có sự tương tác tốt, PVA và chitosan đã phân tán đều vào mạng lưới sợi cellulose và làm đầy các lỗ hở của BC, giúp tăng TS của vật liệu. Tuy nhiên, khi tăng tỷ lệ BC lên đến 2% thì mẫu PB-2 có TS giảm còn 51.6 Mpa, nhưng vẫn cao hơn TS của PVA. Do hàm lượng cellulose gia cường tăng cao, BC phân bố không đều, vì vậy, cấu trúc màng sẽ bắt đầu có sự kết bó làm giảm sự tương tác giữa 2 pha, dẫn đến sự tách pha cục bộ giữa BC, chitosan và PVA nền. Đây là nguyên nhân làm ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu.

E của các màng biocomposite với các tỷ lệ BC khác nhau đều giảm so với PVA. Nguyên nhân là do PVA, chitosan và BC tương hợp và liên kết chặt chẽ với nhau làm cho cấu trúc mạch PVA trở nên kém linh động hơn do chướng ngại lập thể của sự hiện diện các sợi cellulose và chitosan đan xen vào.

Như vậy, kết luận màng biocomposite với tỷ lệ PVA/chitosan/BC = 8/2/1.5 có TS tốt nhất, do sự liên kết chặt chẽ của liên kết hydro nội phân tử, liên phân tử và sự phân tán tốt vào cấu trúc BC.

4. Kết luận

- Nghiên cứu đã tổng hợp BC từ chủng vi khuẩn Acetobacter xylinum trong môi trường nước dừa già.

- Nghiên cứu đã tổng hợp màng biocomposite từ PVA, BC và chitosan với các tỉ lệ BC khác nhau bằng phương pháp casting.

- Phân tích FT-IR cho thấy, xuất hiện các nhóm chức đặc trưng của màng biocomposite như -OH, -CO, -C=O, -CH,... và có sự dịch chuyển các tần số hấp thu. Kết qủa này chứng tỏ đã có sự tương hợp giữa 3 thành phần PVA, BC và chitosan.

- Phân tích SEM cho thấy màng biocomposite với tỷ lệ PVA/chitosan/BC = 8/2/1.5 có cấu trúc tương đối đồng đều so với các tỷ lệ còn lại.

- Phân tích TGA của màng biocomposite cho thấy, các màng có độ bền nhiệt tốt hơn so với PVA. Ở nhiệt độ 700°C, các màng biocomposite và PVA hầu như đã bị phân hủy hoàn toàn, riêng màng biocomposite ở tỷ lệ PVA/chitosan/BC = 8/2/2 có độ bền nhiệt tốt nhất, gần 800°C.

Kết quả đo tính chất cơ học (độ bền kéo và độ giãn dài tại thời điểm đứt) của màng biocomposite với tỷ lệ PVA/chitosan/BC = 8/2/1.5 có độ bền kéo tốt nhất là 53.0 Mpa, đã cải thiện so với độ bền kéo của PVA là 29.7 MPa. Tuy nhiên, độ giãn dài tại thời điểm đứt với cùng tỷ lệ đạt 103%, giảm so với độ giãn dài tại thời điểm đứt của PVA là 180% ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. P. Jayakaran, G. Nirmala. (2019). Synthesis and Analysic of Graphene Nano Conposite. *Composite Materials,* 3(1), 43-48.

2. Md. Nazrul Islam, M.A. Gaful. (2019). Development and Characterization (Thermo-Mechanical and Morphological of Completely Biodegradable Composites of Polypropylene (PP) Reinforced Short Natural Fiber Jute. *Composite Materials,* 3, 22-29.

3. Maria Kashtalyan (Editor). (2021). *Advanced Composite Materials.* USA: Springer, ISSN: 0929-189X.

4. S. V. Joshi, L. T. Drzal, A.K. Mohanty, S. Arora. (2003). Are natural ?ber composites environmentally superior to glass ?ber reinforced composites? *Elsevier,* 35, 371-376.

5. Bielecki, S., Krystynowicz, A. Turkiewicz, M. Kalinowska, H. (2001). Bacterial cellulose, Institute of Technical Biochemistry. *Technical Chemistry of Lodz, Stefanowskiego,* 27, 145-151.

6. Đinh Thị Kim Dung, Nguyễn Thị Thùy Vân, Trần Như Quỳnh (2012). Nghiên cứu vi khuẩn Acetobacter xylinum tạo màng bacterial cellulose ứng dụng trong điều trị bỏng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ,* 50(4), 453-462.

7. Phan Thị Thu Hồng, Lương Thị Mỹ Ngân, Vũ Tiến Trung, Phạm Thành Hổ, Hà Thúc Huy và Hà Thúc Chí Nhân (2015). Sử dụng cellulose tổng hợp từ vi khuẩn Acetobacter xylinum để chế tạo vật liệu nhựa composite sinh học trên nền nhựa polyvinyl alcohol. *Science & Technology Development,* 18, 114-124.

8. Susana C. M. Fernandes, et. al. (2009). Novel transparent nanocomposite ?lms based on chitosan and bacterial cellulose. *Green Chemistry,* 11, 2023-2029.

9. Watanabe K., T.M., Morinaga Y., Yoshinaga F. (1998). Structure features and properties of Bacterial cellulose produced in agitated culture. *Cellulose,* 5, 187-200.

10. Sherif M.A.S. Keshk (2014). Bacterial Cellulose Production and its Industrial Applications. *J. Bioproces Biotechniq,* 4, 2-10.

11. Alexandre F. Leitão, Jõao P. Silva, Fernando D. and Miguel G. (2013). Production and Characterization of a New Bacterial Cellulose/Poly(Vinyl Acohol) Nanocomposite. *Materials,* 6, 1956-1966.

12. Alexandre F. Leitão, Swati Gupta, João P. Silva, Iiya Reviakine, Miguel Gama (2013). Hemocompatibility study of a bacterial cellulose/polyvinyl alcohol nanocomposite. *Elsevier,* 111, 493-502.

13. Nguyễn Thúy Hương (2008). Một số ứng dụng của cellulose vi khuẩn (bacterial cellulose-BC) trong lĩnh vực thực phẩm. *Tạp chí Sinh học,* 30(1), 62-69.

14. Faezah Esa, Siti Masrinda Tasirin, Norliza Abd Rahman (2014). Overview of bacterial cellulose production and application. *Elsevier,* 2, 113-119.

15. Iguchi, M., Yamanaka, S., Budhiono, A. (2000). Bacterial cellulose - a masterpiece of natures arts. *Journal of materials Science,* 35, 261-270.

16. S. K. Saxena (2004). Polyvinyl alcohol (pva). *Chemical and Technical Assessment* (CTA), 61, 911-914.

17. Boon Khoon Tan, et. al. (2015). A Review of Natural Fiber Reinforced Poly (Vinyl Alcohol) Based Composites: Application and Opportunity. *Polymers,* 7, 2205-2222.

18. W. Yang, et. al. (2017). Polyvinyl alcohol/chitosan hydrogels with enhanced antioxidant and antibacterial properties induced by lignin nanoparticles. *Carbohydrate Polymers,* 181, 275-284.

19. Jie Zhang, et. al. (2017). Liquefied Chitin/Polyvinyl Alcohol Based Blend Membranes: Preparation, Characterization and Antibacterial Activity. *Carbohydrate Polymers,* 180, 175-181.

20. B. Sreedhar, M. Sairam (2005). Thermal, mechanical, and surface characterization of starch - poly (vinyl alcohol) blends and borax-crosslinked films. *Journal of Applied Polymer Science,* 96, 1313-1322.

21. Finch C.A. (1973). *Poly (vinyl alcohol): Properties and Applicatio.* New York: Wiley.

22. Nguyễn Văn Khôi (2007). *Polymer ưa nước hóa học và ứng dụng.* NXB Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.

23. Ramona-Daniela Pavaloiu, et. al. (2014). Composite films of poly (vinyl alcohol) - Chitosan-bacterial cellulose for drug controlled release. *International Journal of Biological Macromolecules,* 68, 117-124.

24. C.K.S. Pillai, Willi Paul, Chandra P. Sharma (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science,* 34, 641-678.

25. M Angélica M. Rocha, Manuel A. Coimbra and Cláudia Nunes (2017). Applications of chitosan and their derivatives in beverages: a critical review. *Current Opinion in Food Science,* 15, 61-69.

Ngày nhận bài: 8/7/2022
Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 26/7/2022
Ngày chấp nhận đăng bài: 16/8/2022

Thông tin tác giả:
1. NGUYỄN THỊ THU THẢO[1]
2. NGUYỄN NGỌC TOÀN[2]
3. ĐOÀN NGỌC GIANG[1]
4. TRƯƠNG THANH NGỌC[1]
5. HUỲNH THÀNH CÔNG[1]
[1]Viện Khoa học Vật liệu Ứng dụng, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
[2]Viện Y tế Công cộng Thành phố Hồ Chí Minh

A STUDY ON BIOCOMPOSITE FILMS MADE FROM POLYVINYL ALCOHOL (PVA), BACTERIAL CELLULOSE (BC) AND CHITOSAN

● NGUYEN THI THU THAO[1]
● NGUYEN NGOC TOAN[2]
● DOAN NGOC GIANG[1]
● TRUONG THANH NGOC[1]
● HUYNH THANH CONG[1]
[1]Institute of Applied Materials Science,
Vietnam Academy of Science and Technology
[2]Institute of Public Health Ho Chi Minh City

ABSTRACT:

This study researches different biocomposite films which are made from polyvinyl alcohol (PVA), bacterial cellulose (BC) and chitosan by using the casting method. The structure and the thermal stability of these films are assessed by scanning electron microscopy (SEM), fourier transform infrared (FT-IR), and thermogravimetry analysis (TGA). The tensile strength value of the film with the 8:2:1.5 ratio of PVA to chitosan to BC is the highest (53.0 MPa), compared with that of PVA (29.7 MPa). Meanwhile, the elongation at break of the PVA-chitosan-BC based film is at 103%, lower than that of PVA (180%).

Keywords: bacterial cellulose, polyvinyl alcohol, biocomposites, chitosan.