

CHẾ TẠO MÀNG BỌC THỰC PHẨM ĐA NĂNG THAY THẾ TÚI NILON TỪ VẬT LIỆU 3D-NANO-CELLULOSE VÀ BERBERIN

Nguyễn Xuân Thành^{1*}, Trần Thị Lan Dung², Phạm Thùy Dung², Nguyễn Hải Đăng²

¹Viện Nghiên cứu Khoa học và Ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2

²Trường THPT Nguyễn Khuyến, Thành phố Nam Định

TÓM TẮT

Nghiên cứu sử dụng vật liệu từ polyme và chất kháng khuẩn sinh học để tạo ra sản phẩm bao bì thực phẩm là giải pháp thân thiện với môi trường và là lựa chọn cho sự phát triển bền vững. Chế tạo ra màng 3DNC-B đa năng và thân thiện với môi trường từ vật liệu 3D-nano-cellulose (3DNC) và berberin (B) dùng để bọc và bảo quản thực phẩm là hướng nghiên cứu mới cần được ưu tiên đầu tư và thực hiện. 3DNC tạo ra bởi *Acetobacter xylinum* trong môi trường chuẩn (MTC), nước dừa (MTD) và nước vo gạo (MTG). 3DNC được hấp phụ berberin cho các đặc tính phù hợp dùng làm màng bọc và bảo quản thực phẩm. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài của màng 3DNC-MTC và màng 3DNC-MTD cao hơn màng 3DNC-MTG. Hình ảnh FE-SEM cho thấy hệ sợi của màng 3DNC-MTC và 3DNC-MTD đan xen dày hơn so với màng 3DNC-MTG. Thử nghiệm dùng màng 3DNC-B bọc thực phẩm (thịt lợn) cho kết quả là màng 3DNC-MTC-B và 3DNC-MTD-B có giá trị pH thấp hơn so với 3DNC-MTG-B. Các màng 3DNC có tiềm năng ứng dụng trong bao gói và bảo quản thực phẩm thay thế túi nilon.

Từ khóa: Berberin; bọc thực phẩm; đa năng; vật liệu; 3D-nano-cellulose (3DNC)

Ngày nhận bài: 24/01/2019; Ngày hoàn thiện: 21/3/2019; Ngày duyệt đăng: 16/4/2019

FABRICATION OF MULTIFUNCTIONAL MEMBRANES FOR FOOD PACKAGING TO REPLACE THE NYLON BAGS FROM 3D-NANO-CELLULOSE MATERIAL AND BERBERIN

Nguyen Xuan Thanh^{1*}, Tran Thi Lan Dung², Pham Thuy Dung², Nguyen Hai Dang²

¹Institute of Scientific Research and Applications (ISA) - Hanoi Pedagogical University 2

²Nguyen Khuyen High School, Nam Dinh City

ABSTRACT

Study on the use of biopolymers and antimicrobial agents to fabricate the food packaging films is an eco-friendly solution and an option for sustainable development. Fabrication of multifunctional and eco-friendly 3DNC-B films from 3D-nano-cellulose material (3DNC) and berberin (B) for used to preserve food is a new research subject to prioritize investment and implementation. 3DNC is produced by *Acetobacter xylinum* in the standard medium (SM), coconut medium (CM) and rice medium (RM). 3DNC is adsorbed berberin having suitable properties for covering and protecting food. The tensile strength and elongation of 3DNC-SM and 3DNC-CM membranes are higher than the 3DNC-RM membranes. FE-SEM images showed that the fiber system of 3DNC-SM and 3DNC-CM membranes interleaves thicker than the fiber system of 3DNC-RM membranes. Testing using 3DNC-B covered the pork results in 3DNC-SM-B and 3DNC-CM-B membranes with pH values were lower than 3DNC-RM-B membranes. 3DNC membranes have potential applications in food packaging and preservation to replace the nylon bags.

Keywords: Berberine; food packaging; material; multifunctional; 3D-nano-cellulose (3DNC)

Received: 24/01/2019; Revised: 21/3/2019; Approved: 16/4/2019

* Corresponding author: Tel: 0912 478845; Email: nguyensexuanthanh@hpu2.edu.vn

MỞ ĐẦU

An toàn vệ sinh thực phẩm ở Việt Nam là vấn đề cấp bách, đang gây nhiều bức xúc cho xã hội. Các loại thực phẩm được chế biến, bảo quản và vận chuyển hầu hết trong điều kiện không an toàn. Thực phẩm chủ yếu chỉ được đựng và bao gói bằng các màng polyme có nguồn gốc dầu mỏ. Các loại màng này có nhược điểm là gây tổn thất chất dinh dưỡng trong quá trình bảo quản và không tiêu diệt các vi sinh vật gây hại trong thực phẩm hay xâm nhập từ bên ngoài. Hơn nữa, các màng này thường chứa các chất độc và không có khả năng tự phân hủy, nên lại là nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường. Ngoài ra, việc bảo quản thực phẩm thường lạm dụng quá mức các chất hóa học và đặc biệt là việc sử dụng các chất kháng sinh trong y học vào bảo quản, chế biến thực phẩm, đây là một nguyên nhân dẫn đến tình trạng phát tán nhanh tính kháng thuốc, là nguy cơ lớn đối với sức khỏe con người [1], [2], [3], [4]. Gần đây, đã có nhiều công trình nghiên cứu, tìm kiếm, các loại chất bảo quản có nguồn gốc sinh học và vật liệu thay thế các polyme dầu mỏ, giảm thiểu ô nhiễm môi trường [3], [5], [6], [7]. Sử dụng các chất kháng khuẩn có nguồn gốc sinh học trong bảo quản, chế biến thực phẩm đang được quan tâm nhiều [4], [8]. Trong số các polyme phân hủy sinh học, cellulose (3D-nano-cellulose: 3DNC) là vật liệu được tổng hợp từ vi khuẩn, một loại polyme được sản xuất từ quá trình lên men vi sinh vật [9], [10], [11]. Vì thế, 3DNC được xem là lựa chọn hàng đầu trong số các polyme sinh học có khả năng thay thế các polyme từ dầu mỏ. 3DNC có thể được sản xuất trên nhiều loại chất nền khác nhau [12], [13], [14], [15], [16], không chứa hemicellulose hoặc lignin nên có sức căng và độ bền cao; khả năng giữ và thấm hút nước cao, có tính xốp chọn lọc, có cấu trúc mạng sợi siêu mịn và tinh khiết cao. 3DNC là vật liệu rắn, hình sợi, màu trắng, không có mùi vị, không tan trong nhiều dung môi hữu cơ, không tan trong nước, hình dạng và kích

thước tùy theo dụng cụ lên men [17], [18], [19]. 3DNC còn có khả năng hấp phụ một số chất chức năng như: Lactoferrin tạo loại bao bì kháng khuẩn có thể ăn được [20]; curcumin có vai trò như cảm biến dán trên bao bì để giám sát thời gian thực của sự hư hỏng tôm [21] và có tính chống ung thư [22]; một số hoạt chất kháng khuẩn như axit sorbic [23], [24],... Hơn nữa, 3DNC còn được sử dụng như là một thành phần trong thực phẩm [18], [19] và như là cơ chất vận tải và phân phối được chất [10], [11], [12], [13], [14], [15]. Sử dụng 3DNC - một polyme sinh học kết hợp với berberin - hoạt chất được chiết từ cây Hoàng đằng, có tác dụng kháng khuẩn, kháng nấm và hoạt tính kháng sinh chống viêm - chất diệt khuẩn nguồn gốc sinh học (được mệnh danh là kháng sinh thực vật) [25], [26], [27] có thể chế tạo màng bọc và bảo quản thực phẩm đa năng. Các loại chất bảo quản thực phẩm có nguồn gốc sinh học đang dần thay thế các chất bảo quản hóa học và chất kháng sinh. Nghiên cứu nhằm chế tạo màng bọc thực phẩm đa năng (kháng khuẩn và có thể ăn được) thân thiện với môi trường (tự hủy sinh học) thay thế túi nilon từ vật liệu 3D-nano-cellulose và berberin.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu và trang thiết bị

Berberin (98%; Sigma-Aldrich, Mỹ); cao nấm men (Sigma-Aldrich, Mỹ); pepton (ECHA, European Union); các hóa chất khác đạt tiêu chuẩn dùng trong phân tích. Máy khuấy từ gia nhiệt (IKA, Đức); nồi hấp khử trùng (HV-110/HIRAIAMA, Nhật Bản); buồng cấy vô trùng (Haraeus, Đức); cân phân tích (Sartorius, Thụy Sĩ); máy đo quang phổ UV-Vis 2450 (Shimadzu, Nhật Bản); kính hiển vi điện tử quét FESEM (Hitachi S-4800, Nhật Bản); thiết bị đo cơ lý vạn năng (ZWICK, Đức); máy lắc tròn tốc độ chậm (Orbital Shakergallenkump, Anh); tủ sấy, tủ ẩm (Binder, Đức), một số dụng cụ nghiên cứu khác.

Chủng vi khuẩn: Vi khuẩn *Acetobacter*

xylinum được phân lập [11], [12], [14], [15] và nuôi cấy tại phòng sạch Vi sinh – Động vật, Viện Nghiên cứu Khoa học và Ứng dụng - Trường ĐHSP Hà Nội 2.

Môi trường nuôi cấy [9], [11], [12], [13], [14], [15]: Môi trường chuẩn (MTC) gồm glucose (20 g), pepton (5 g), diamoni photphat (2,7 g), cao nấm men (5 g), axit citric (1,15 g), nước cất 2 lần (1000 ml); môi trường nước dừa già (MTD) gồm glucose (20 g), pepton (10 g), diamoni photphat (0,5 g), amoni sulfat (0,5 g), nước dừa già (1000 ml); môi trường nước vo gạo (MTG) gồm glucose (20 g), pepton (10 g), diamoni photphat (0,5 g), amoni sulfat (0,5 g), nước vo gạo (1000 ml).

Phương pháp tạo màng 3DNC và 3DNC-B thân thiện với môi trường

Lên men thu màng 3DNC từ 3 môi trường gồm các bước [15]: Chuẩn bị môi trường; hấp khử trùng môi trường ở 113 °C trong 15 phút; lấy môi trường ra khử trùng bằng tia UV trong 15 phút rồi để nguội; bổ sung 10% dịch giống và lắc cho giống phân bố đều trong dung dịch; chuyển dịch sang dụng cụ nuôi cấy theo kích thước nghiên cứu, dùng gạc vô trùng bịt miệng dụng cụ, đặt tĩnh trong 7-10 ngày ở 28 °C; thu màng 3DNC thô và xử lý tinh sạch 3DNC trước khi cho hấp phụ với berberin.

Màng 3DNC hấp phụ berberin (3DNC-B) [10], [21]: 3DNC tạo ra từ các môi trường nuôi cấy (3DNC-MTC, 3DNC-MTD, 3DNC-MTG) ở độ dày 0,5 cm được xử lý tinh sạch trước khi cho hấp phụ berberin (ở nồng độ dung dịch berberin 100 mg/l, nhiệt độ 40 °C, thời gian 2 giờ) thu được các màng 3DNC hấp phụ berberin (3DNC-MTC-B, 3DNC-MTD-B, 3DNC-MTG-B) dùng để đánh giá một số đặc tính của màng ứng dụng cho bọc thực phẩm.

Phương pháp đánh giá đặc tính của màng 3DNC-B thành phẩm ứng dụng cho bọc thực phẩm

- Xác định khả năng hấp phụ berberin của màng 3DNC và tỷ lệ giải phóng berberin của 3DNC-B

Sau khi tinh sạch, màng 3DNC được hấp phụ berberin với nồng độ 100 mg/L, ở nhiệt độ 40 °C, trong thời gian 2 giờ. Kiểm tra lượng berberin hấp phụ vào màng 3DNC bằng máy UV-VIS 2540 ở bước sóng 345 nm [27]. Màng 3DNC sau khi hấp phụ đem sấy khô đến khối lượng không đổi ở điều kiện nhiệt độ 60 °C.

- Xác định độ bền cơ học của màng 3DNC và màng 3DNC-B

Đo độ bền kéo đứt và độ giãn dài của màng được đánh giá dựa trên phương pháp ASTM D882 và sử dụng thiết bị đo cơ lý vạn năng (ZWICK, Đức) tại Viện Kỹ thuật Nhiệt đới - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Độ bền kéo đứt là đặc tính chịu được lực kéo đứt vật liệu (Lực cực đại trên một đơn vị diện tích mặt cắt ngang ban đầu trong chiều dài đo); còn được gọi là ứng suất kéo cực đại; được biểu thị bằng megapascals (MPa). Độ giãn dài là biến dạng dài (sự tăng chiều dài) của mẫu thử; được tính bằng % chiều dài mẫu thử ban đầu (đơn vị mm).

- Xác định cấu trúc bề mặt của màng 3DNC và màng 3DNC-B

Cấu trúc bề mặt của màng 3DNC và màng 3DNC-B được xác định bằng kính hiển vi điện tử quét trường phát xạ FE-SEM tại Viện Khoa học Vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam: Mẫu được sấy ở 40 °C trong thời gian 20 phút, sau đó phủ một lớp platin mỏng và đặt vào buồng soi mẫu của thiết bị. Sử dụng kính hiển vi điện tử FE-SEM Hitachi S-4800 có độ phóng đại $M = 20-800000\times$, độ phân giải $\delta = 1,0$ nm, điện áp gia tốc $U = 10$ kV.

- Xác định khả năng bảo vệ thực phẩm của màng 3DNC và màng 3DNC-B

Vi sinh vật là nguyên nhân chính gây hư hỏng của hầu hết các loại thực phẩm. Các hợp chất dễ bay hơi như amoniac được biết đến như là sản phẩm từ quá trình phá hủy thực phẩm của vi sinh vật và cũng là nguyên nhân làm tăng giá trị pH [21]. Khả năng bảo vệ thực phẩm

được xác định bằng việc dùng màng 3DNC-B bọc thực phẩm và theo dõi sự biến đổi pH của thực phẩm. Thịt lợn tươi sống được lựa chọn để tiến hành thí nghiệm. Bọc mỗi miếng thịt có khối lượng 100 g trong mỗi tấm màng, để ở nhiệt độ phòng. Sau mỗi thời gian 6 tiếng, tiến hành đo pH của thịt, xác định mùi vị, màu sắc và chất lượng thịt. Mẫu 1: Bọc bằng màng nilon; mẫu 2: Bọc bằng màng 3DNC-MTC; mẫu 3: Bọc bằng màng 3DNC-MTD; mẫu 4: Bọc bằng màng 3DNC-MTG; mẫu 5: Bọc bằng màng 3DNC-MTC-B; mẫu 6: Bọc bằng màng 3DNC-MTD-B; mẫu 7: Bọc bằng màng 3DNC-MTG-B.

Xử lý thống kê

Các số liệu được phân tích, xử lý thông qua phần mềm Excel 2010 và được biểu diễn dưới dạng số trung bình \pm độ lệch chuẩn. Kiểm định giả thiết về giá trị trung bình của hai mẫu bằng cách sử dụng test thống kê. Những khác biệt được coi là có ý nghĩa thống kê khi giá trị $p < 0,05$.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Khả năng hấp phụ berberin của màng 3DNC và tỷ lệ giải phóng berberin của màng 3DNC-B

Pha dầy dung dịch berberin có nồng độ từ 1 – 6 $\mu\text{g}/\text{mL}$ và sử dụng máy UV-VIS đo ở bước sóng 345 nm để xây dựng đường chuẩn berberin kết quả thu được đường chuẩn: y ($\mu\text{g}/\text{ml}$) = $0,1263x - 0,089$ ($R^2 = 0,9981$) (1). Trong đó: y là nồng độ berberin và x là mật độ quang (OD).

Bảng 1. Lượng berberin hấp phụ vào các loại màng 3DNC (mg/dm^2) ($n = 3$)

Các loại màng	3DNC-MTC	3DNC-MTG	3DNC-MTD
$\bar{X} \pm \text{SD}$	$2,40 \pm 0,05$	$2,41 \pm 0,03$	$2,38 \pm 0,01$

Bảng 2. Lượng berberin giải phóng từ các loại màng 3DNC (mg/dm^2)

Thời gian	3DNC-MTC	3DNC-MTG	3DNC-MTD
1 giờ	$0,728 \pm 0,001$	$0,721 \pm 0,002$	$0,736 \pm 0,003$
2 giờ	$0,728 \pm 0,002$	$0,721 \pm 0,001$	$0,736 \pm 0,002$
3 giờ	$0,728 \pm 0,001$	$0,721 \pm 0,001$	$0,736 \pm 0,003$

Bảng 3. Kết quả xác định độ bền cơ học của các loại màng 3DNC ($n = 3$)

Chỉ số	3DNC-MTC	3DNC-MTD	3DNC-MTG
Độ bền kéo đứt (MPa)	$61,38 \pm 2,95$	$52,07 \pm 1,73$	$22,70 \pm 0,39$
Độ giãn dài (%)	$3,20 \pm 0,70$	$3,24 \pm 0,54$	$2,53 \pm 0,14$

Các loại màng 3DNC cho hấp phụ berberin ở nồng độ 100 mg/L , trong điều kiện 40 °C, sau 2 giờ và tỷ lệ kích thước 1 dm^2 màng với độ dày 0,5 cm trong 1 lít dung dịch. Dựa vào kết quả đo OD ban đầu, sau hấp phụ và phương trình đường chuẩn (1) thu được lượng berberin hấp phụ cho từng loại màng 3DNC ở bảng 1.

Số liệu ở bảng 1 cho thấy không có sự khác biệt rõ rệt về khả năng hấp phụ berberin của các loại màng 3DNC. Như vậy, trên các loại màng 3DNC đều có lượng berberin gần như nhau và dao động quanh khoảng 2,4 mg/dm^2 . Để xác định xem lượng berberin trong màng 3DNC thành phẩm có bị hòa tan trong nước không, tiến hành ngâm 3 loại màng nghiên cứu với diện tích 1 dm^2 trong 1 lít nước ở nhiệt độ 25 °C trong thời gian từ 1 đến 3 giờ, mỗi giờ hút mẫu đo OD 1 lần và thay vào phương trình đường chuẩn (1) tính lượng berberin giải phóng. Kết quả lần thu được thể hiện ở bảng 2 ($n = 3$).

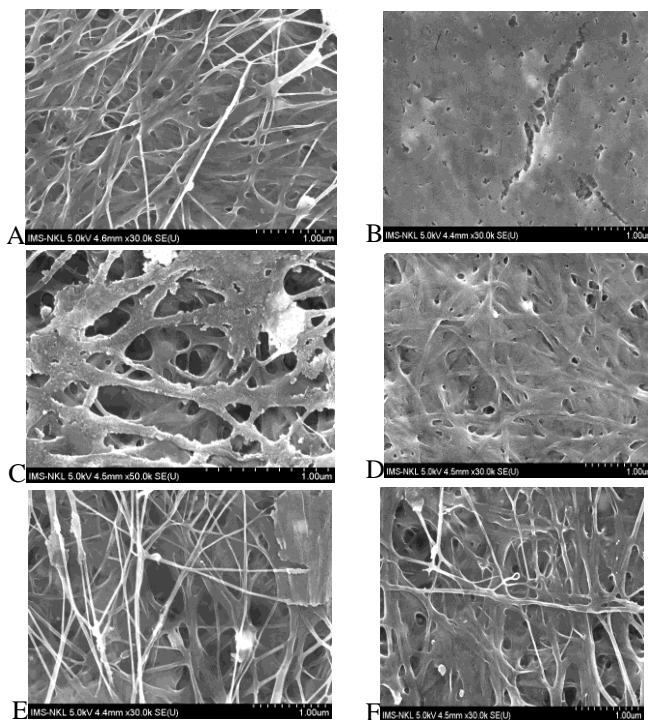
Kết quả ở bảng 2 cho thấy có lượng berberin của màng 3DNC thành phẩm tan trong nước ở nhiệt độ phòng, tuy nhiên chỉ tan trong giờ đầu tiên còn những giờ sau không tan thêm được nữa.

Độ bền cơ học của màng 3DNC và màng 3DNC-B

Xác định các chỉ số về độ bền cơ học của màng gồm độ bền kéo đứt và độ giãn dài theo phương pháp phân tích ASTM D882. Kết quả thu được trình bày ở bảng 3.

Kết quả ở bảng 3 cho thấy độ bền kéo đứt của màng 3DNC-MTG là thấp nhất nhưng ổn định ($SD = 0,39$). Các màng 3DNC-MTC và 3DNC-MTD có độ bền kéo đứt lớn hơn. Về độ kéo giãn màng thì màng 3DNC-MTG có giá trị thấp nhất. Kết quả đo này cho thấy: Để sử dụng làm màng bọc thực phẩm thì màng 3DNC-MTC và màng 3DNC-MTD có độ bền tốt hơn màng 3DNC-MTG.

Cấu trúc bề mặt của màng 3DNC và màng 3DNC-B



Hình 1. Ảnh FE-SEM các loại màng 3DNC-MTC, 3DNC-MTD, 3DNC-MTG (A, C, E) trước và sau hấp phụ berberin (B, D, F)

Cấu trúc các loại màng 3DNC và màng 3DNC-B được xác định bằng kính hiển vi điện tử quét trường phát xạ FE-SEM. Kết quả chụp FE-SEM được trình bày trên hình 1. Kết quả chụp SEM cho thấy cấu trúc các loại màng phản ánh phù hợp với độ bền kéo đứt của màng, hệ sợi của màng 3DNC-MTC và 3DNC-MTD đan xen dày hơn so với màng 3DNC-MTG. Các loại màng hấp phụ berberin cho thấy berberin được hấp thụ vào bằng cách bao quanh các hệ sợi làm cho ta thấy cấu trúc

hệ sợi dày và to hơn. Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu khác [11], [15].

Khả năng bảo vệ thực phẩm của màng 3DNC-B

Xác định khả năng bảo vệ thực phẩm bằng việc dùng màng 3DNC hấp phụ berberin bọc thực phẩm và theo dõi sự biến đổi pH của thực phẩm. Để đánh giá khả năng bọc thực phẩm của các màng 3DNC-B, tiến hành dùng 3 loại màng 3DNC-B để bọc thịt lợn tươi sống và đối chứng là mẫu bọc bằng nilon. Mỗi miếng thịt ban đầu 100 g, sau các thời gian 6, 12, 18, 24 giờ, tiến hành lấy 10 g ở mỗi mẫu đi nghiền và hòa với 100 mL nước cất để đo pH của thịt bảo quản. Thí nghiệm được tiến hành ở hai điều kiện là nhiệt độ phòng ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) và điều kiện bảo quản lạnh ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Kết quả được trình bày ở bảng 4 cho thấy có sự thay đổi rõ rệt giữa màng có hấp phụ berberin so với màng không hấp phụ berberin trong bảo quản thực phẩm. Cụ thể, sử dụng cả 3 loại màng 3DNC hấp phụ berberin thì bảo quản trong điều kiện nhiệt độ phòng sau 24 giờ thì giá trị pH của thịt cũng chỉ tương đương với giá trị pH của các màng 3DNC không hấp phụ berberin trong điều kiện bảo quản lạnh. Giá trị pH của thịt được bọc bằng màng 3DNC thường có giá trị thấp hơn khá nhiều so với bọc bằng nilon ở cùng nhiệt độ và thời gian. Có được điều này có thể do màng 3DNC có độ thoáng khí nhất định nên đảm bảo duy trì cho thực phẩm tươi lâu hơn. Các loại màng 3DNC hấp phụ berberin thì màng 3DNC-MTC-B và 3DNC-MTD-B ở một số thời điểm và điều kiện nhất định có giá trị pH thấp hơn so với 3DNC-MTG-B, điều này phù hợp với kết quả chụp FE-SEM và độ bền cơ học của màng. Vì vậy, các màng 3DNC đã có khả năng bảo vệ thực phẩm tốt hơn so với nilon, tuy nhiên nếu được hấp thụ berberin vào thì tăng khả năng bảo vệ thực phẩm lên đáng kể.

Bảng 4. Kết quả giá trị pH của các mẫu thí nghiệm theo thời gian (n = 3)

Lô thí nghiệm	Sau 6 giờ		Sau 12 giờ		Sau 18 giờ		Sau 24 giờ	
	25°C	4°C	25°C	4°C	25°C	4°C	25°C	4°C
3DNC-MTC	6,2 ± 0,2	5,9 ± 0,1	7,1 ± 0,1	6,0 ± 0,1	7,4 ± 0,2	6,2 ± 0,1	7,6 ± 0,2	6,4 ± 0,1
3DNC-MTD	6,2 ± 0,1	5,9 ± 0,1	7,2 ± 0,2	6,0 ± 0,1	7,4 ± 0,2	6,2 ± 0,1	7,6 ± 0,2	6,4 ± 0,2
3DNC-MTG	6,2 ± 0,2	5,9 ± 0,1	7,1 ± 0,2	6,0 ± 0,2	7,5 ± 0,1	6,2 ± 0,1	7,6 ± 0,1	6,5 ± 0,1
Nilon	6,2 ± 0,1	5,9 ± 0,2	7,5 ± 0,2	6,5 ± 0,2	7,8 ± 0,3	7,0 ± 0,2	7,8 ± 0,2	7,4 ± 0,2
3DNC-MTC-B	6,0 ± 0,1	5,9 ± 0,1	6,1 ± 0,1	6,0 ± 0,1	6,3 ± 0,1	6,0 ± 0,1	6,4 ± 0,2	6,1 ± 0,1
3DNC-MTD-B	6,0 ± 0,1	5,9 ± 0,1	6,1 ± 0,2	6,0 ± 0,1	6,3 ± 0,1	6,0 ± 0,1	6,4 ± 0,1	6,1 ± 0,1
3DNC-MTG-B	6,0 ± 0,2	5,9 ± 0,1	6,1 ± 0,2	6,0 ± 0,2	6,3 ± 0,2	6,1 ± 0,2	6,4 ± 0,2	6,2 ± 0,3

KẾT LUẬN

Màng 3DNC được tạo ra từ vi khuẩn *A. xylinum* ở các nguồn dinh dưỡng khác nhau (cao nấm men, nước dừa già, nước vo gạo) được hấp phụ berberin đều có các tính chất phù hợp cho sử dụng làm màng bọc và bảo thực phẩm thay thế cho túi nilon, an toàn và thân thiện với môi trường. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài của màng 3DNC-MTC và màng 3DNC-MTD cao hơn màng 3DNC-MTG. Kết quả chụp SEM cho thấy hệ sợi của màng 3DNC-MTC và 3DNC-MTD đan xen dày hơn so với màng 3DNC-MTG. Sử dụng màng bao bọc bảo quản thực phẩm (thịt lợn) thì màng 3DNC-MTC-B và 3DNC-MTD-B có giá trị pH thấp hơn so với 3DNC-MTG-B. Các màng 3DNC có tiềm năng ứng dụng trong bao gói và bảo quản thực phẩm thay thế túi nilon.

LỜI CẢM ƠN

Kết quả nghiên cứu này được thực hiện tại Viện Nghiên cứu Khoa học và Ứng dụng – Trường ĐHTN Hà Nội 2. Xin trân trọng cảm ơn các thành viên của nhóm nghiên cứu Kỹ thuật sinh y dược học tại Viện (BIPERG, ISA, HPU2) đã hỗ trợ thực hiện các nội dung nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Ngọc Lân, “Túi ni lông tự phân hủy sinh học”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Bộ Công thương*, 14, tr. 4-5, 2013.
- [2]. Hoàng Thị Bảo Thoa, “Xu hướng tiêu dùng xanh trên thế giới và hàm ý đối với Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Kinh tế và Kinh doanh*, 32(1), tr. 66-72, 2016.
- [3]. Lê Thị Minh Thủy, “Nghiên cứu phối trộn

Chitosan-Gelatin làm màng bao thực phẩm bao gói bảo quản phi lê cá ngừ đại dương”, *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ*, 1, tr. 147-153, 2008.

- [4]. Trần Thanh Thủy, Hoa Thị Minh Tú, Phạm Thị Thu Phương, Nguyễn Quốc Việt, Bùi Thị Thanh Mai, Trần Đình Mẫn, Lê Thanh Bình, “Tác dụng kháng khuẩn của màng Poly(lactic Acid-Nisin)”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 51(6), tr. 729-735, 2013.

- [5]. Trần Thị Luyến, Lê Thanh Long, “Nghiên cứu bảo quản trứng gà tươi bằng màng bọc chitosan kết hợp phụ gia”, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 1, tr. 3-11, 2007.

- [6]. Phạm Thị Hà Vân, Nguyễn Thị Thúy Liễu, Lê Sĩ Ngọc, Nguyễn Hoàng Thảo Ly, “Nghiên cứu ứng dụng màng chitosan-nano bạc trong bảo quản nhằm nâng cao chất lượng thanh long sau thu hoạch”, *Tạp chí Khoa học (KHTN&CN) - Trường ĐHTN TPHCM*, 14(3), tr. 47-56, 2017.

- [7]. S. Bandyopadhyay, N. Saha, U. V. Brodnjak, P. Saha, “Bacterial cellulose based greener packaging material: a bioadhesive polymeric film”, *Materials Research Express*, 5(11), pp. 1-11, 2018.

- [8]. Nguyễn Thúy Hương, Trần Thị Tường An, “Thu nhận Bacteriocin bằng phương pháp lên men bởi tế bào *Lactococcus lactis* cố định trên chất mang cellulose vi khuẩn và ứng dụng trong bảo quản thịt tươi sơ chế tối thiểu”, *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 11(9), tr. 100-109, 2008.

- [9]. S. Hestrin, M. Schramm, “Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose”, *Biochem J.*, 58(2), pp. 345-352, 1954.

- [10]. L. Huang, X. Chen, Nguyen Xuan Thanh, H. Tang, L. Zhang, G. Yang, “Nano-cellulose 3D-networks as controlled-release drug carriers”, *Journal of Materials Chemistry B (Materials for biology and medicine)*, 1, pp. 2976-2984, 2013.

- [11]. Nguyen Xuan Thanh, “Isolation of *Acetobacter xylinum* from Kombucha and application of cellulose material produced by bacteria from some culture media for drug carrier”, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 8(1), pp. 1044-1049, 2019.

- [12]. Nguyễn Xuân Thành, “Đánh giá sinh khả dụng *in vivo* của famotidine từ vật liệu mạng lưới 3D-nano-cellulose nạp famotidine được tạo ra từ *Acetobacter xylinum* trong một số môi trường nuôi cấy”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Y Dược*, 34(2), tr. 19-25, 2018.
- [13]. Nguyễn Xuân Thành, “Đánh giá sự giải phóng curcumin của vật liệu cellulose vi khuẩn nạp curcumin định hướng dùng qua đường uống”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ (Chuyên san Khoa học Nông nghiệp – Lâm nghiệp – Y dược) - Đại học Thái Nguyên*, 184(08), tr. 17-21, 2018.
- [14]. Nguyễn Xuân Thành, “Đánh giá sự hấp thụ famotidine của cellulose được tạo ra từ *Acetobacter xylinum* trong một số môi trường nuôi cấy”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ (Chuyên san Khoa học Nông nghiệp – Lâm nghiệp – Y dược) - Đại học Thái Nguyên*, 180(04), tr. 199-204, 2018.
- [15]. Nguyễn Xuân Thành, “Nghiên cứu một số đặc tính của mạng lưới 3D-nano-cellulose nạp curcumin được sản xuất từ vi khuẩn *Acetobacter xylinum*”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ (Chuyên san Khoa học Nông nghiệp – Lâm nghiệp – Y dược) - Đại học Thái Nguyên*, 184(08), tr. 83-88, 2018.
- [16]. M. U. Islam, M. W. Ullah, S. Khan, N. Shah, J. K. Park, “Strategies for cost-effective and enhanced production of bacterial cellulose”, *Int. J. Biol. Macromol.*, 102, pp. 1166-1173, 2017.
- [17]. Đinh Thị Kim Nhung, Nguyễn Thị Thùy Vân, Trần Như Quỳnh, “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), tr. 453-462, 2012.
- [18]. Z. Shi, Y. Zhang, G. O. Phillips, G. Yang, “Utilization of bacterial cellulose in food”, *Food Hydrocolloids*, 35, pp. 539-545, 2014.
- [19]. H. Ullah, H. A. Santos, T. Khan, “Applications of bacterial cellulose in food, cosmetics and drug delivery”, *Cellulose*, 23(4), pp. 2291-2314, 2016.
- [20]. J. Padrão, S. Gonçalves, J. P. Silva, V. Sencadas, S. Lanceros-Méndez, A. C. Pinheiro, A. A. Vicente, L. R. Rodrigues, F. Dourado, “Bacterial cellulose-lactoferrin as an antimicrobial edible packaging”, *Food Hydrocolloids*, 58, pp. 126-140, 2016.
- [21]. B. Kuswandi, Jayus, T. S. Larasati, A. Abdullah, L. Y. Heng, “Real-time monitoring of shrimp spoilage using on-package sticker sensor based on natural dye of curcumin”, *Food Analytical Methods*, 5(4), pp. 881-889, 2012.
- [22]. C. Subtaweesin, W. Woraharn, S. Taokaew, N. Chiaoprakobkij, A. Sereemasun, M. Phisalaphong, “Characteristics of curcumin-loaded bacterial cellulose films and anticancer properties against malignant melanoma skin cancer cells”, *Applied Sciences*, 8(7), pp. 1-15, 2018.
- [23]. L. M. Dobre, A. Stoica-Guzun, M. Stroescu, I. M. Jipa, T. Dobre, M. Ferdeş, S. Ciumpiliac, “Modelling of sorbic acid diffusion through bacterial cellulose-based antimicrobial films”, *Chemical Papers*, 66, pp. 144-151, 2012.
- [24]. I. M. Jipa, A. Stoica-Guzun, M. Stroescu, “Controlled release of sorbic acid from bacterial cellulose based mono and multilayer antimicrobial films”, *LWT - Food Science and Technology*, 47(2), pp. 400-406, 2012.
- [25]. Nguyễn Kim Cẩn, “Nghiên cứu những cây chứa berberin trên thế giới và trong nước”, *Tạp chí Dược liệu*, 5(5), tr. 129-138, 2000.
- [26]. Vũ Bình Dương, Nguyễn Trọng Điệp, Nguyễn Thị Thuỳ, Hoàng Văn Lương, “Nghiên cứu bào chế viên nén berberin giải phóng tại đích đại tràng”, *Tạp chí Y - Dược học Quân sự*, 8, tr. 7-13, 2010.
- [27]. Nguyen Xuan Thanh, L. Huang, L. Liu, A. M. E. Abdalla, M. Gauthier, G. Yang, “Chitosan-coated nano-liposomes for the oral delivery of berberine hydrochloride”, *Journal of Materials Chemistry B (Materials for biology and medicine)*, 2, pp. 7149-7159, 2014.

