

Ứng dụng màng bao chủ động bổ sung dịch chiết bơ Hass trong bảo quản thịt bò mát

Trần Thị Tường Vi*, Đặng Thanh Thủy, Nguyễn Thị Vân Linh

Viện Ứng dụng Công nghệ và Phát triển bền vững Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

*tttvi@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Vật liệu xanh thân thiện với môi trường đã và đang được các nhà nghiên cứu quan tâm. Trong đó màng bọc sinh học từ các nguồn nguyên liệu tái tạo từ sinh khối ngày càng được phổ biến trong đời sống. Nghiên cứu này đã chế tạo thành công màng bao gói chủ động từ chitosan và gelatin bổ sung dịch trích thịt bơ Hass nhằm ứng dụng trong bảo quản thịt bò tươi. Ảnh hưởng của các nồng độ dịch trích bơ Hass (0, 5 và 10) % bổ sung vào màng đã được khảo sát. Kết quả FTIR cho thấy việc bổ sung dịch trích bơ Hass không làm thay đổi cấu trúc của màng. Bên cạnh đó màng bao chủ động được bổ sung 10 % dịch trích bơ Hass duy trì chất lượng thịt bò ổn định hơn khi so sánh với mẫu bổ sung 0 % dịch trích bơ Hass (GCF). Mẫu thịt bò được bảo quản ở nhiệt độ (4-5) °C bằng màng bọc bổ sung 10 % dịch trích bơ Hass (HGCF10) có khả năng ức chế vi khuẩn *Coliforms* và cải thiện cảm quan của mẫu lên đến 6 ngày. Tuy nhiên, sau 14 ngày bảo quản mẫu thịt bò mất ổn định về cảm quan cũng như sự gia tăng mật độ *Coliforms*

Nhận 03/05/2024

Được duyệt 27/07/2024

Công bố 28/08/2024

Từ khóa

Màng bọc chủ động, *Coliforms*, Chitosan, dịch chiết bơ Hass, gelatin, thịt bò.

© 2024 Journal of Science and Technology - NTTU

1 Đặt vấn đề

Trong lĩnh vực công nghệ thực phẩm, bảo quản thực phẩm đóng vai trò quan trọng trong việc giữ chất lượng sản phẩm thực phẩm, nhờ đó làm gia tăng hiệu quả kinh tế cũng như đóng vai trò quan trọng trong chuỗi cung ứng. Bao bì chủ động được đánh giá có tiềm năng cao trong các ứng dụng bảo quản thực phẩm [1]. Trong số các sản phẩm thực phẩm thì việc bảo quản các thực phẩm tươi như thịt tươi có ý nghĩa quan trọng. Thịt là nguồn cung cấp đạm quan trọng trong khẩu phần ăn của con người, nhưng thịt tươi lại là môi trường rất dễ để vi sinh phát triển gây hư hỏng và làm hạn sử dụng của sản phẩm rất ngắn (chỉ khoảng 3 ngày khi bảo quản lạnh) [2]. Do vậy, việc ứng dụng một kỹ thuật bao gói chủ động có khả năng kháng khuẩn nhằm ức chế sự phát triển của vi sinh trong thịt tươi vừa giữ được chất lượng

của thịt tươi lâu hơn vừa làm cải thiện giá trị kinh tế của sản phẩm.

Trong ứng dụng bao bì chủ động kháng khuẩn khi bảo quản thịt cho thấy có nhiều cơ chế trong việc tiêu diệt/ức chế hoạt động của các nhóm vi sinh phát triển ở thịt. Những vi sinh gây hư hỏng ở bề mặt thịt có thể bị ức chế bởi chính những thành phần tạo màng có khả năng kháng khuẩn (như chitosan, poly-l-lysine,...) [2, 3], hoặc từ những thành phần hoá học kháng khuẩn được tích hợp trong quá trình tạo màng (như phụ gia bảo quản, dịch chiết kháng khuẩn, tinh dầu,...) [4, 5]. Trong số những dịch chiết tự nhiên giàu khả năng kháng khuẩn ứng dụng trong màng bao chủ động thì dịch chiết từ quả bơ giàu tiềm năng nhưng chưa được quan tâm nhiều. Theo các nghiên cứu trước đó đã phát hiện ra rằng trong quả bơ rất giàu các thành phần dinh dưỡng cũng như sở hữu hoạt tính kháng oxy hóa [6] và gần đây là phát hiện ở khả

năng kháng khuẩn. Cụ thể, dịch chiết thịt bơ có khả năng tiêu diệt vi khuẩn *Mycobacterium tuberculosis* ở nồng độ tối thiểu là 24,00 µg/mL [7]. Ngoài ra, dịch chiết từ những phần phụ phẩm như hạt, lá và vỏ cũng có khả năng kháng lại vi khuẩn *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* và *Aspergillus flavus* [9]. Dịch chiết từ hạt bơ còn có khả năng kháng các chủng nấm như *Aspergillus niger* ($18 \pm 0,31$) mm và *Candida albicans* ($32 \pm 0,14$) mm [10]. Tuy nhiên, các công bố trước đó về các dịch chiết từ các phần khác nhau của quả bơ chỉ mới được phát hiện và chứng minh được khả năng kháng khuẩn, kháng nấm nhưng chưa ứng dụng khả năng này vào trong bảo quản sản phẩm thực phẩm.

Trên thế giới và tại Việt Nam, chưa có công trình công bố liên quan đến việc ứng dụng dịch chiết bột thịt bơ trong màng bao chủ động khi bảo quản thịt tươi như thịt bò. Vì vậy, trong nghiên cứu này nhóm nghiên cứu tập trung đánh giá khả năng ứng dụng của màng bao chủ động bổ sung dịch chiết bột thịt bơ Hass trong bảo quản thịt bò tươi. Kết quả đề tài sẽ mang đến tiềm năng sản xuất màng chủ động phân hủy được có hiệu quả cao trong bảo quản thực phẩm tươi.

2 Giải quyết vấn đề

2.1 Nguyên liệu

Dịch chiết bơ Hass: quả bơ Hass được cung cấp từ Lộc Nam Farm, xã Lộc Nam, huyện Bảo Lâm, tỉnh Lâm Đồng. Bơ sau khi tiếp nhận sẽ được đánh giá chất lượng nguyên liệu đầu vào. Vỏ bên ngoài của quả bơ có màu xanh đậm đến tím tùy theo giống bơ, có độ bóng sáng, không bị dập hay hư hỏng. Bơ sau khi đánh giá sẽ được bảo quản ở 8 °C để thuận tiện cho việc nghiên cứu. Quả bơ sau khi chín sẽ được đem đi lột vỏ và tách hạt. Phần thịt quả sẽ được cắt lát thành những lát mỏng có bề dày 0,2 cm. Sau đó, cho phần thịt bơ vào ngâm với dung dịch NaHCO₃ 0,5 % trong 30 phút và đem đi hấp trong 5 phút. Sau quá trình hấp, thịt bơ sẽ được làm nguội và xay mịn. Puree bơ sau khi xay sẽ được đem đi phối trộn với maltodextrin và tiến hành sấy ở nhiệt độ 90 °C bằng kỹ thuật sấy cửa sổ khúc xạ đến khi độ ẩm dưới 5 % được nghiền mịn tạo thành bột thịt bơ. Sau đó, bột thịt bơ sẽ đem đi tiến hành trích ly để thu dịch chiết sử dụng trong nghiên cứu

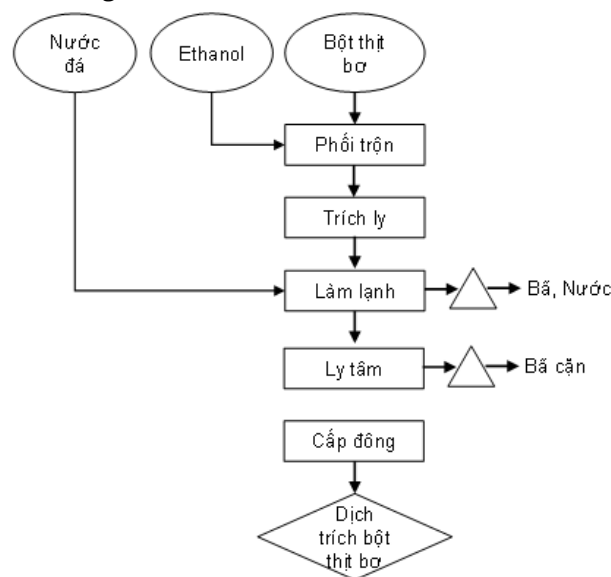
Chitosan: sử dụng loại thương mại, dạng vảy, có khối lượng phân tử trung bình (Medium Molecular Weight – MMW), xuất xứ Trung Quốc. Gelatin thương mại, dạng bột, có độ bloom 200, xuất xứ Trung Quốc.

2.2 Hóa chất

Hóa chất sử dụng trong nghiên cứu được thu mua từ Công ty Sigma-Aldrich (Mỹ) bao gồm 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (99 %), 2,2-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid (gốc tự do ABTS), acid galic (99 %), 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2- carboxylic acid (Trolox) (99 %), và thuốc thử Folin (99 %), ciprofloxacin (99 %)). Maltodextrin DE 16-20 được mua từ Công ty Merck (Đức). Methanol (99,7 %). Methanol (99,7 %), glycerol (99,5 %), natri bicarbonate (NaHCO₃, 99,8 %) có xuất xứ từ Trung Quốc. Môi trường vi sinh Violet Red Bile Lactose (VRBL) có nguồn từ Công ty Hi-Media (Ấn Độ). Các nguyên liệu khác như chitosan (MMW, dạng vảy), gelatin (độ bloom 200, dạng bột) có xuất xứ từ Trung Quốc.

2.3 Quy trình thu nhận dịch chiết từ bột thịt bơ

Quy trình thu nhận dịch chiết từ bột thịt bơ được thể hiện trong Hình 1.

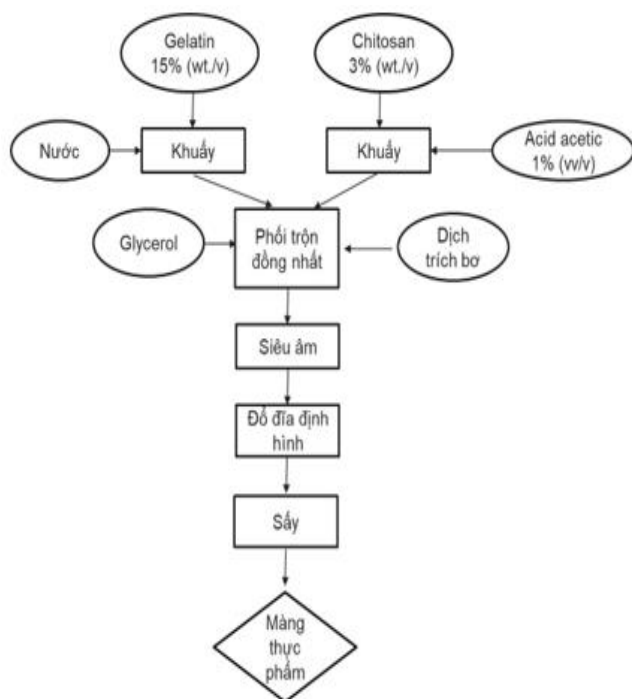


Hình 1 Sơ đồ quy trình công nghệ thu nhận dịch chiết bột thịt bơ.

Bột thịt bơ sau khi trải qua quá trình sấy đến độ ẩm quy định dưới 5 % được trích ly bằng dung môi ethanol. Sau khi định lượng, mẫu và dung môi, hỗn hợp được vortex trong vòng 30 giây và đem đi ủ trích ly. Kết thúc quá trình trích ly, dịch chiết được tách bỏ phần bã và ngâm trong nước đá 10 phút để ổn định các thành phần rồi ly tâm 4 500 vòng/phút trong 10 phút để hoàn toàn loại bỏ phần không tan, bã mịn nhằm thu được dịch chiết trong nhất. Dịch mẫu được ổn định trong tủ đông 10 phút và tiến hành thí nghiệm.

2.4 Quy trình tổng hợp màng bao chủ động

Quy trình tổng hợp màng bao chủ động bổ sung 10 % dịch chiết bơ được thể hiện trong Hình 2. Dung dịch gelatin 15 % (wt/v) và dung dịch chitosan 3 % (wt/v) được hoà tan theo tỉ lệ 90/10. Sau đó, khuấy đều hỗn hợp bằng bếp khuấy từ, thêm glycerol làm chất hóa dẻo, khuấy ở 70 °C trong 30 phút. Sau khi thu được dung dịch đồng nhất, tiến hành cho dịch chiết thịt bơ vào và khuấy đều hỗn hợp trong 30 phút. Đem hỗn hợp xử lý siêu âm trong (5-10) phút để loại bỏ bọt khí trước khi đổ ra đĩa tạo hình màng bọc. Đĩa chứa màng bọc được định hình bằng cách sấy ở 50 °C trong 12 giờ.



Hình 2 Sơ đồ quy trình tổng hợp màng bao chủ động.

2.5 Đánh giá tính chất của màng bao chủ động bổ sung dịch chiết bơ Hass

Trong nghiên cứu này, dịch chiết bơ Hass được bổ sung vào với những tỉ lệ khác nhau gồm 0 %, 5 % và 10 % so với tỉ lệ hỗn hợp tạo màng. Màng thu được đánh giá về ngoại quan và phân tích chỉ tiêu FT-IR.

2.6 Đánh giá ảnh hưởng của màng bao chủ động bổ sung dịch chiết bơ Hass đến chất lượng cảm quan và vi sinh của thịt bò tươi trong thời gian bảo quản

Trong nghiên cứu này, mẫu thịt bò được ghi nhận về hình ảnh và màu sắc trong quá trình bảo quản để phân tích ảnh hưởng của màng bao chủ động lên cảm quan của sản phẩm. Đối với chất lượng vi sinh, mẫu thịt bò được theo dõi thông qua chỉ số *Coliform* tổng số.

2.7 Các phương pháp phân tích

Trong nghiên cứu này, mẫu thịt bò được ghi nhận về mô tả ngoại quan và xác định màu sắc trong quá trình bảo quản để phân tích ảnh hưởng của màng bao chủ động lên cảm quan của sản phẩm. Đối với chất lượng vi sinh, mẫu thịt bò được theo dõi thông qua chỉ số *Coliform* tổng số.

Xác định màu sắc của thịt bò: màu sắc của thịt bò được xác định ở bề mặt, biểu thị bằng không gian màu CIELab với thiết bị đo màu cầm tay (NR110 Precision Colorimeter, China).

Xác định thành phần acid béo trong dịch chiết bột bơ Hass: sử dụng phương pháp GC-MS được gửi phân tích tại Trung tâm Dịch vụ Phân tích thí nghiệm Thành phố Hồ Chí Minh (CASE)

Xác định tổng số *Coliform*: tổng số *Coliform* được xác định bằng cách sử dụng môi trường chọn lọc VRBL. Dịch được pha loãng 10 lần với nước muối, sau đó được pha loãng dãy lên đến nồng độ mong muốn. 1 mL dịch của mỗi nồng độ pha loãng được bơm vào đĩa petri, sau đó 20 mL môi trường được thêm vào và lắc đều đĩa. Các đĩa được ủ ở 37 °C trong 24 giờ và đếm các khuẩn lạc mọc trên đĩa thạch.

2.8 Xử lý số liệu

Tất cả thí nghiệm được làm lặp 3 lần. Các giá trị biểu diễn là giá trị trung bình của 3 lần lặp. Tukey's Multiple Range test được áp dụng để xác định sự khác biệt có ý nghĩa giữa các giá trị trung bình ở mức ý nghĩa 5 %.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Chất lượng của dịch chiết bơ Hass trong nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, ethanol được sử dụng làm dung môi trích ly các hoạt chất sinh học từ bột thịt bơ Hass. Ethanol được chọn lựa vì có những đặc tính thuận lợi khiến nó phù hợp để ứng dụng trong thực phẩm nhờ tính an toàn, hiệu quả và được chấp nhận rộng rãi. Các tính chất của dịch chiết ethanol của bột thịt bơ trong nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 1. Kết quả cho thấy dịch chiết ethanol của bột thịt bơ Hass có giá trị sinh học cao, chứa nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học chẳng hạn như polyphenol và flavonoid, có khả năng chống oxy hóa và kháng khuẩn. Thành phần chất béo trong bơ Hass chiếm chủ yếu là các acid béo không bão hòa, tương tự như tài liệu đã công bố về thành phần béo trong quả bơ [11].

Bảng 1 Tính chất của dịch chiết bơ Hass

Các tính chất hóa lý của dịch chiết bơ Hass		
1	Hàm lượng chlorophyll tổng ($\mu\text{g}/100\text{ mL}$)	$621,00 \pm 11,70$
2	Hàm lượng carotenoid tổng ($\mu\text{g}/100\text{ mL}$)	$31,80 \pm 16,80$
3	Hàm lượng phenolic tổng (mgGAE/L)	$140,66 \pm 2,00$
4	Khả năng khử gốc tự do ABTS (mgTE/L)	26.49 ± 0.99
Thành phần các acid béo trong dịch chiết bơ Hass (g/ 100g dầu)		
1	C14:0 (Myristic acid)	0,12
2	C14:1 (Myristoleic acid)	0,03
3	C16:0 (Palmitic acid)	24,85
4	C16:1 (Palmitoleic acid)	10,98
5	C17:0 (Heptadecanoic acid)	0,02
6	C17:1 (cis-10-Heptadecanoic acid)	0,04
7	C18:0 (Stearic acid)	0,76
8	C18:1n9C (Oleic acid)	39,06
9	C18:2n6C (Linoleic acid)	15,72
10	C18:3n3 (α -Linolenic acid)	0,57
11	C20:0 (Arachidic acid)	0,07
12	C20:1 (Eicosenoic acid)	0,13
13	C20:4n6 (Arachidonic acid)	0,07
14	C21:0 (Heneicosanoic acid)	0,02
15	C22:0 (Behenic acid)	0,03
16	C23:0 (Tricosanoic acid)	0,03
17	C24:0 (Lignoceric acid)	0,05

Chiết xuất ethanol của bột thịt bơ được xác định giàu hàm lượng phenolic tổng số, sắc tố tự nhiên và các hợp chất tự nhiên khác có đặc tính chống oxy hóa. Các thành phần phenolic đã và đang được quan tâm nghiên cứu về khả năng kháng khuẩn, có sự tồn tại mối tương quan chặt chẽ giữa hoạt tính kháng khuẩn và hàm lượng phenolic [12]. Cùng với nghiên cứu về khả năng kháng khuẩn, năm 2021, một nhóm tác giả cũng tiến hành đánh giá quá trình bảo quản thịt [13]. Kết quả cho thấy, mặc dù có rất nhiều loại chất kháng khuẩn có nguồn gốc tự nhiên nhưng chủ yếu các chất chiết xuất có hàm lượng polyphenol cao được tập trung khảo sát.

Chiết xuất giàu hàm lượng polyphenol đã chứng minh khả năng kháng được cả vi sinh vật gây hư hỏng và vi sinh vật gây bệnh có mặt trong thực phẩm [13]. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về đặc tính kháng khuẩn của chiết xuất thực vật được thực hiện nhưng cơ chế kháng khuẩn chính xác từ những chiết xuất thực vật vẫn chưa

được rõ. Tuy vậy, kết quả thí nghiệm khả quan [14] đã chỉ ra rằng vi khuẩn Gram âm ít nhạy cảm với chiết xuất thực vật hơn vi khuẩn Gram dương. Theo kết quả nghiên cứu năm 2011, đường kính vòng kháng khuẩn của vi khuẩn Gram dương lớn hơn so với vi khuẩn Gram âm [15]. Một nghiên cứu gần đây sử dụng dịch chiết methanol của bột bơ cũng mang lại kết quả tương tự [16]. Nguyên nhân được báo cáo là do thành phần phenolic có khả năng phá hủy cấu trúc thành tế bào và tạo ra sự giải phóng tế bào thông qua sự tương tác của chúng với thành tế bào vi khuẩn [13]. Vi khuẩn Gram âm ít bị tác dụng bởi các hợp chất phenolic được cho là nhờ sự hiện diện của lớp màng ngoài kỵ nước chứa hàm lượng phospholipid cao hơn. Ngoài ra, các enzyme trong tế bào chất cũng có thể góp phần gây ra tình trạng kháng phenolic [17].

Bảng 1 thể hiện thành phần acid béo chủ yếu có trong thịt bơ Hass gồm myristic, palmitic, palmioleic, stearic, oleic, linoleic, α -linolenic acid,... Các thành phần này đều được xác định vừa có khả năng chống oxy hóa vừa có khả năng kháng khuẩn [18, 19]. Tóm lại, dịch chiết bơ Hass sở hữu các thành phần hoá học với khả năng kháng khuẩn phù hợp để bảo quản thực phẩm.

3.2 Tính chất của màng bao chủ động bổ sung tỉ lệ dịch chiết bơ Hass

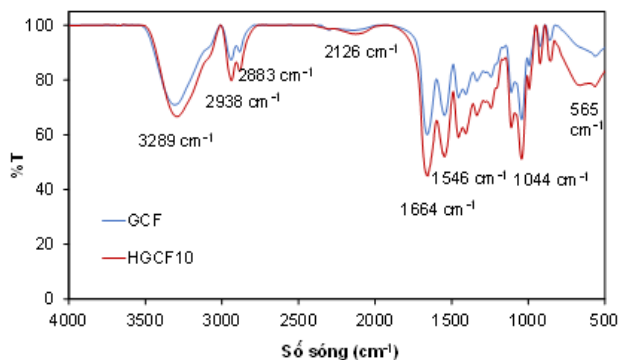


Hình 3 Màng bao chủ động gelatin/chitosan bổ sung 0 % dịch chiết bơ Hass (a), 5 % dịch chiết bơ Hass (b), và 10 % dịch chiết bơ Hass (c).

Hình ảnh của màng chitosan/gelatin được bổ sung 0 % dịch chiết thịt bơ (ký hiệu GCF), 5 % dịch chiết bơ Hass (ký hiệu HGCF5) và 10 % dịch chiết bơ Hass (ký hiệu HGCF10) được thể hiện ở Hình 3. Tất cả các màng sau khi định hình sấy khô đều cho cảm quan khá tốt, bề mặt không xuất hiện bọt khí, không gò gề, độ trong suốt của màng giảm dần từ màng chứa 0 % dịch chiết bơ Hass lên đến 10 % dịch chiết thịt bơ. Điều này được lí giải độ đục của màng do ảnh hưởng từ màu của dịch chiết bơ Hass, tuy nhiên về kết cấu và các tính chất khác của màng sẽ không có sự thay đổi đáng kể sẽ được chứng minh qua các phép phân tích bên dưới.

Phổ FTIR của màng bọc thực phẩm GCF và HGCF10 được hiển thị trong Hình 4. Màng bọc sau khi bổ sung

10 % dịch chiết bơ Hass cho thấy cường độ peak của nhóm chức -OH tại số sóng 3289 cm^{-1} tăng lên. Điều này được giải thích do sự tương tác mạnh mẽ giữa nhóm hydroxyl có trong chitosan, gelatin và hợp chất polyphenol trong dịch chiết bơ Hass. Vấn đề này cũng được chứng minh bởi các nghiên cứu trước đó [20]. Bên cạnh đó, dải dao động khác được phát hiện cũng ở số sóng $(3000\text{-}2850)\text{ cm}^{-1}$ đại diện cho C-H và nhóm CH_2 (amid-III). Hơn nữa, sự tương tác giữa hợp chất polyphenol với N-H trong chitosan làm ảnh hưởng tới cường độ peak của màng bọc HGCF10. Tuy nhiên, việc thêm dịch chiết bơ Hass không làm thay đổi cấu trúc của màng bọc.



Hình 4 Kết quả FTIR của màng bọc thực phẩm.

Ngoài ra, peak ở bước sóng $(1542\text{-}1656)\text{ cm}^{-1}$ chỉ ra nhóm carboxyl bao gồm -C=O và -COO . Dải dao động ở bước sóng $(1455\text{-}1242)\text{ cm}^{-1}$ chỉ ra sự tồn tại của nhóm -CH . Dải dao động ở bước sóng $(1112\text{-}1040)\text{ cm}^{-1}$ chỉ ra sự có mặt của nhóm -CN (amid III) hoặc -NH (amid II). Dải dao động ở dải $1026\text{-}855$ thể hiện một thành phần phenolic và dải dao động ở dải 654 đến 500 cm^{-1} chỉ ra sự hiện diện của -C-H trong vòng aromatic hoặc N-H ngoài mặt phẳng [21, 22].

3.3 Ảnh hưởng của màng bao chủ động bổ sung dịch chiết bơ Hass đến cảm quan của thịt bò

Kết quả về sự thay đổi cảm quan của thịt bò mát được thể hiện ở Bảng 2. Kết quả cho thấy đối với mẫu thịt bò mát không bọc màng, sau 3 ngày bảo quản ở bề mặt thịt đã xuất hiện lớp dịch nhầy, đàn hồi của thịt kém và sau 6 ngày bảo quản thì mẫu thịt bò đã mất độ đàn hồi, mất khả năng giữ nước và nhớt ở toàn bộ bề mặt. Trong khi đó, các mẫu bọc màng sau 6 ngày bảo quản bề mặt thịt vẫn ráo, tuy nhiên độ đàn hồi của thịt giảm. Mẫu thịt bọc màng GCF bắt đầu tiết nhớt ở bề mặt sau 9 ngày bảo quản, trong khi mẫu thịt bọc màng HGCF5 và HGCF10 sau 9 ngày bảo quản vẫn ráo ở bề mặt thịt và sau 14 ngày bảo quản bề mặt thịt có tiết dịch nhớt.

Trong quá trình bảo quản, các mẫu thịt bò mát không bọc màng và có bọc màng đều có xu hướng thay đổi độ sáng (giảm giá trị L^*) và giảm sắc đỏ (giảm giá trị a^*). Trong đó, ở cùng một thời điểm quan sát, độ sáng và sắc đỏ của thịt bò mát không bọc màng cũng thấp hơn rõ rệt so với các mẫu thịt bò mát có bọc màng. Mẫu bọc màng HGCF5 và HGCF10 không khác biệt rõ về màu sắc của thịt nhưng có độ sáng cao hơn so với mẫu thịt bọc màng GCF.

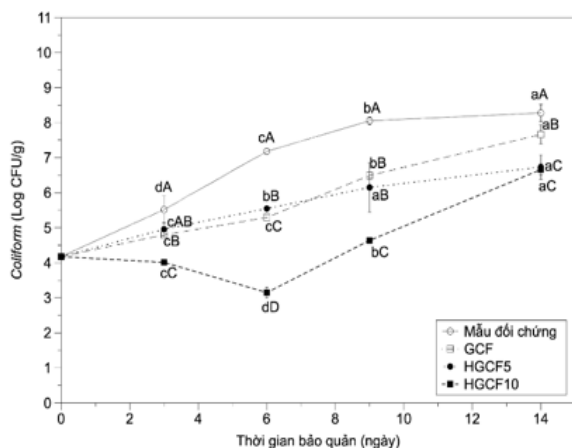
Nguyên nhân của sự thay đổi màu đỏ của thịt bò có thể do phản ứng oxy hoá các thành phần oxymyoglobin và deoxymyoglobin thành metmyoglobin xảy ra ở bề mặt thịt bò. Việc sử dụng màng bọc như GCF hoặc HGCF có vai trò bảo vệ sự tiếp xúc ở bề mặt thịt với môi trường bên ngoài như oxy sẽ có hiệu quả hạn chế phản ứng oxy hoá xảy ra. Điều này đã được chứng minh bởi nghiên cứu trước kia bảo quản thịt bằng màng chitosan/gelatin [23, 24].

Bảng 2 Sự thay đổi cảm quan của thịt bò khi bảo quản bởi những điều kiện khác nhau

Ngày bảo quản	Mẫu màng bao chủ động			
	Không sử dụng màng bao chủ động	0 % dịch chiết bơ	5 % dịch chiết bơ	10 % dịch chiết bơ
0	$L^* = 47,89 \pm 1,07$ $a^* = 21,83 \pm 1,04$ $b^* = 10,75 \pm 0,78$			
3	Có nhớt ở bề mặt, đàn hồi của thịt kém $L^* = 43,71 \pm 0,79$ $a^* = 16,73 \pm 0,08$ $b^* = 7,68 \pm 0,19$	Ráo bề mặt, còn đàn hồi $L^* = 40,79 \pm 1,38$ $a^* = 18,63 \pm 0,23$ $b^* = 9,78 \pm 0,07$	Ráo bề mặt, còn đàn hồi $L^* = 41,01 \pm 0,31$ $a^* = 18,69 \pm 0,48$ $b^* = 9,47 \pm 0,47$	Ráo bề mặt, đàn hồi tốt $L^* = 44,10 \pm 0,04$ $a^* = 18,83 \pm 0,14$ $b^* = 8,70 \pm 0,52$
6	Nhớt bề mặt, không đàn hồi $L^* = 39,18 \pm 1,37$ $a^* = 11,91 \pm 0,86$ $b^* = 2,90 \pm 0,25$	Ráo bề mặt, đàn hồi kém $L^* = 40,65 \pm 1,53$ $a^* = 17,00 \pm 0,50$ $b^* = 6,70 \pm 0,52$	Ráo bề mặt, đàn hồi kém $L^* = 42,38 \pm 0,66$ $a^* = 16,63 \pm 0,02$ $b^* = 7,10 \pm 1,02$	Ráo bề mặt, đàn hồi kém $L^* = 41,97 \pm 0,25$ $a^* = 14,92 \pm 0,70$ $b^* = 6,97 \pm 0,97$
9		Tiết nhớt, đàn hồi kém $L^* = 38,06 \pm 0,22$ $a^* = 13,17 \pm 0,62$ $b^* = 4,97 \pm 0,57$	Ráo bề mặt, đàn hồi kém $L^* = 41,22 \pm 0,91$ $a^* = 13,42 \pm 0,53$ $b^* = 7,14 \pm 0,02$	Ráo bề mặt, đàn hồi kém $L^* = 42,81 \pm 0,93$ $a^* = 11,49 \pm 0,32$ $b^* = 6,64 \pm 0,13$
14		Tiết nhớt, đàn hồi kém $L^* = 35,33 \pm 0,78$ $a^* = 8,48 \pm 0,05$ $b^* = 4,00 \pm 0,23$	Tiết nhớt, đàn hồi kém $L^* = 39,09 \pm 0,71$ $a^* = 10,0 \pm 0,89$ $b^* = 6,17 \pm 0,45$	Tiết nhớt, đàn hồi kém $L^* = 40,97 \pm 1,01$ $a^* = 11,46 \pm 0,02$ $b^* = 6,32 \pm 0,35$

Trong quá trình bảo quản, cấu trúc của thịt bò có xu hướng thay đổi làm mất tính năng giữ nước và giảm độ đàn hồi của thịt bò. Lượng nước giải phóng khỏi thịt bò sẽ gây ướt bề mặt và thuận tiện cho vi sinh vật phát triển. Trong nghiên cứu này màng GCF và HGCF có sự tương tác của các nhóm hydroxyl và nhóm NH_2 giữa gelatin và chitosan là có tác dụng hút nước bề mặt thịt bò dẫn đến cải thiện rõ rệt cảm quan bề mặt thịt bò.

3.4 Ảnh hưởng của màng bao chủ động bổ sung dịch chiết bột thịt bò đến tổng số *Coliforms* trong thịt bò
Sự thay đổi của mật độ *Coliforms* trên thịt bò tươi bảo quản sau 14 ngày với những điều kiện bao gói khác nhau được thể hiện ở Hình 5. Kết quả cho thấy mật độ *Coliforms* trong các mẫu thịt bò tương ứng với điều kiện bọc màng khác nhau đều có sự gia tăng trong suốt quá trình bảo quản. Sự tương tác giữa phương pháp đóng gói và thời gian bảo quản đã ảnh hưởng đáng kể đến mật độ *Coliforms*. Trong cùng một ngày quan sát, các mẫu thịt bò bọc màng khác nhau có sự khác biệt ý nghĩa, trong đó mức độ thấp dần của *Coliforms* lần lượt theo thứ tự mẫu không bọc màng, mẫu bọc màng GCF, mẫu bọc màng HGCF5 và cuối cùng là mẫu bọc màng HGCF10. Sau 6 ngày, mẫu thịt không bọc màng có giá trị *Coliforms* (log CFU/g) vượt quá 7,00 ($P < 0,05$), trong khi mẫu HGCF10 có xu hướng ức chế làm giảm mật độ *Coliforms*. Các mẫu HGCF5 và HGCF10 vẫn có mật độ *Coliforms* ở mức dưới 7,00 log CFU/g ngay cả sau 14 ngày bảo quản, trong đó mẫu HGCF10 kiểm soát *Coliforms* tốt hơn so với mẫu HGCF5 trong khoảng 9 ngày bảo quản. Kết quả cũng đã chứng minh rằng khi màng GCF có bổ sung chiết xuất của bột thịt bò sẽ tăng hiệu quả kiểm soát mật độ *Coliforms* ở thịt bò mát.



Hình 5 Sự thay đổi của Coliform tổng số ở thịt bò mát ở những điều kiện bao gói khác nhau.

Các nghiên cứu trước đây đã chứng minh rằng các phân tử chitosan có khả năng ngăn chặn sự phát triển của vi sinh vật bằng cách thay đổi các tính chất bề mặt của tế bào vi khuẩn, làm thay đổi tính thấm của màng tế bào [25], hoặc hạn chế sự vận chuyển chất dinh dưỡng trong tế bào [26]. Sự kết hợp giữa gelatin và chitosan đã được chứng minh là làm giảm khả năng thấm ẩm của lớp màng thông qua việc hình thành cấu trúc nhỏ do liên kết hydro, vì vậy đã làm tăng cường hoạt động kháng khuẩn của lớp màng bọc [27]. Theo một nghiên cứu gần đây trên các lát thịt heo, việc kết hợp gelatin vào chitosan đã được chứng minh là có tác dụng tăng cường đặc tính kháng khuẩn trong bảo quản lát thịt heo [28]. Ngoài ra, tác giả này còn giải thích rõ ràng về hiệu quả của màng chitosan/gelatin trong việc kiểm soát mật độ vi sinh vật so với các mẫu không được bọc màng. Trong nghiên cứu này, đặc biệt đáng chú ý ở kết quả màng HGCF10 đã giảm thành công mật độ *Coliforms* sau 6 ngày bảo quản. Kết quả chỉ ra rằng việc sử dụng màng chitosan/gelatin có bổ sung chiết xuất có hoạt tính sinh học từ bột bơ đã cải thiện đáng kể tác dụng ức chế và diệt khuẩn trong các mẫu thịt trong quá trình bảo quản. Những phát hiện của nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu trước đây về việc sử dụng các polymer hoạt tính dựa trên chitosan-gelatin có bổ sung các chiết xuất hoạt tính sinh học [29-31].

4 Kết luận và đề xuất

Chiết xuất ethanol của dịch chiết bơ Hass có giá trị sinh học cao chứa các hàm lượng phenolic, sắc tố tự nhiên, các thành phần chất béo và các hợp chất tự nhiên khác có đặc tính chống oxy hóa với khả năng kháng khuẩn. Việc bổ sung dịch chiết bơ Hass trên cấu trúc bề mặt ghồ ghề của màng GCF đã tạo ra được một lớp phủ trên bề mặt của màng. Điều thú vị là FTIR cho thấy sự tương tác giữa chitosan, gelatin và dịch chiết bơ Hass với nhóm chức $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{CN}$ trên màng HGCF10. Sự kết hợp giữa màng chitosan/gelatin với chiết xuất ethanol của dịch chiết bơ Hass, có giá trị sinh học và khả năng kháng khuẩn đáng kể, đã giúp HGCF10 ức chế thành công sự phát triển của *Coliforms* sau 6 ngày bảo quản, nhờ đó duy trì mật độ vi sinh vật vào ngày 14 ở mức tốt hơn về chỉ số *Coliforms* so với mật độ của các mẫu không được phủ vào ngày 6. Việc bổ sung dịch chiết bơ Hass cải thiện đáng kể khả năng bảo quản thịt bò mát. Tuy nhiên, khi thời gian bảo quản kéo dài, việc ứng dụng màng HGCF cho thấy ít hiệu quả trong việc

duy trì độ ổn định màu sắc của thịt trong thời gian bảo quản. Để hoàn thiện nghiên cứu, cần tăng cường độ ổn định cảm quan của sản phẩm thông qua nghiên cứu cải thiện các tính chất của màng như độ ổn định cao trong nước hoặc cấu trúc kỵ nước và độ bền cơ học, đồng thời kết hợp chất chống oxy hóa trong tương lai.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ NTTU, mã đề tài 2021.01.61/HĐ-KHCN.

Tài liệu tham khảo

1. Yildirim, S.; Röcker, B.; Pettersen, M. K.; Nilsen-Nygaard, J.; Ayhan, Z.; Rutkaite, R.; Radusin, T.; Suminska, P.; Marcos, B.; Coma, V. (2018). *Active Packaging Applications for Food. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 (1), 165-199.
2. Fang, Z.; Zhao, Y.; Warner, R. D.; Johnson, S. K. (2017). Active and Intelligent Packaging in Meat Industry. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 60-71.
3. Jamróz, E.; Kulawik, P.; Kopel, P. (2019). The Effect of Nanofillers on the Functional Properties of Biopolymer-Based Films: A Review. *Polymers*, 11 (4), 675.
4. Sung, S.-Y.; Sin, L. T.; Tee, T.-T.; Bee, S.-T.; Rahmat, A.; Rahman, W.; Tan, A.-C.; Vikhraman, M. (2013). Antimicrobial Agents for Food Packaging Applications. *Trends in Food Science & Technology*, 33 (2), 110-123.
5. Daniloski, D.; Gjorgjijoski, D.; Trajkovska Petkoska, A. (2020). Advances in Active Packaging: Perspectives in Packaging of Meat and Dairy Products. *Advanced Materials Letters*, 11 (5), 1-10.
6. Lye, H. S.; Ong, M. K.; Teh, L. K.; Chang, C. C.; Wei, L. K. (2020). Chapter 4 - Avocado. In *Valorization of Fruit Processing By-products*. Galanakis, C. M., Ed.; Academic Press, pp 67-93.
7. Lu, Y.-C.; Chang, H.-S.; Peng, C.-F.; Lin, C.-H.; Chen, I.-S. (2012). Secondary Metabolites from the Unripe Pulp of *Persea Americana* and Their Antimycobacterial Activities. *Food Chemistry*, 135 (4), 2904-2909.
8. Guzmán-Rodríguez, J. J.; López-Gómez, R.; Suárez-Rodríguez, L. M.; Salgado-Garciglia, R.; Rodríguez-Zapata, L. C.; Ochoa-Zarzosa, A.; López-Meza, J. E. (2013). Antibacterial Activity of Defensin PaDef from Avocado Fruit (*Persea Americana* Var. *Drymifolia*) Expressed in Endothelial Cells against *Escherichia Coli* and *Staphylococcus Aureus*. *BioMed Research International*, 2013, 1-9.
9. Nedd, G.; Kurup, R.; Ansari, A. A.; Holder, K. (2015). Antimicrobial properties of the fruit pulp of three local fruits: *Morinda Citrifolia*, *Persea Americana* AND *Musa Sapientum* IN GUYANA. 7.
10. Egbuonu, A.; Opara, I.; Onyeabo, C.; Uchenna, N. (2018). Proximate, Functional, Antinutrient and Antimicrobial Properties of Avocado Pear (*Persea Americana*) Seeds. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 8 (1), 00260.
11. Dreher PhD, M.; Davenport, A. (2013). Hass Avocado Composition and Potential Health Effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 738-750.
12. Chakraborty, M.; Mitra, A. (2008). The Antioxidant and Antimicrobial Properties of the Methanolic Extract from *Cocos Nucifera* Mesocarp. *Food Chemistry*, 107 (3), 994-999.
13. Efenberger-Szmechtyk, M.; Nowak, A.; Czyzowska, A. (2021). Plant Extracts Rich in Polyphenols: Antibacterial Agents and Natural Preservatives for Meat and Meat Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61 (1), 149-178.
14. Gyawali, R.; Hayek, S.; Ibrahim, S. A. (2015) Plant Extracts as Antimicrobials in Food Products: Mechanisms of Action, Extraction Methods, and Applications. *Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality*, 49, 49-62.

15. Rodríguez-Carpena, J. G.; Morcuende, D.; Estévez, M. (2011). Avocado By-Products as Inhibitors of Color Deterioration and Lipid and Protein Oxidation in Raw Porcine Patties Subjected to Chilled Storage. *Meat Science*, 89 (2), 166-173. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.013>.
16. Nguyen, T.-V.-L.; Nguyen, Q.-D.; Nguyen, N.-N.; Nguyen, T.-T.-D. (2021). Comparison of Phytochemical Contents, Antioxidant and Antibacterial Activities of Various Solvent Extracts Obtained from ‘Maluma’ Avocado Pulp Powder. *Molecules*, 26 (24), 7693.
17. Konaté, K.; Hilou, A.; Mavoungou, J. F.; Lepengué, A. N.; Souza, A.; Barro, N.; Datté, J. Y.; M'batchi, B.; Nacoulma, O. G. (2012). Antimicrobial Activity of Polyphenol-Rich Fractions from *Sida alba* L.(Malvaceae) against Co-Trimoxazol-Resistant Bacteria Strains. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 11, 1-6.
18. Del Toro-Equihua, M.; Velasco-Rodríguez, R.; López-Ascencio, R.; Vásquez, C. (2016). Effect of an Avocado Oil-Enhanced Diet (*Persea Americana*) on Sucrose-Induced Insulin Resistance in Wistar Rats. *Journal of Food and Drug Analysis*, 24 (2), 350-357.
19. Yanty, N. A. M.; Marikkar, J. M. N.; Long, K. (2011). Effect of Varietal Differences on Composition and Thermal Characteristics of Avocado Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88 (12), 1997-2003.
20. Samsi, M. S.; Kamari, A.; Din, S. M.; Lazar, G. (2019) Synthesis, Characterization and Application of Gelatin–Carboxymethyl Cellulose Blend Films for Preservation of Cherry Tomatoes and Grapes. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (6), 3099-3108.
21. Fan, L.; Yang, H.; Yang, J.; Peng, M.; Hu, J. (2016). Preparation and Characterization of Chitosan/Gelatin/PVA Hydrogel for Wound Dressings. *Carbohydrate Polymers*, 146, 427-434.
22. Li, H.; Wang, J.; Luo, Y.; Bai, B.; Cao, F. (2022). pH-Responsive Eco-Friendly Chitosan – Chlorella Hydrogel Beads for Water Retention and Controlled Release of Humic Acid. *Water*, 14 (8).
23. Cardoso, G. P.; Dutra, M. P.; Fontes, P. R.; Ramos, A. de L. S.; de Miranda Gomide, L. A.; Ramos, E. M. (2016). Selection of a Chitosan Gelatin-Based Edible Coating for Color Preservation of Beef in Retail Display. *Meat Science*, 114, 85-94.
24. Mancini, R.; Hunt, Mc. (2005). Current Research in Meat Color. *Meat Science*, 71 (1), 100-121.
25. Elsabee, M. Z.; Abdou, E. S. (2013). Chitosan Based Edible Films and Coatings: A Review. *Materials Science and Engineering: C*, 33 (4), 1819-1841.
26. Riaz Rajoka, M. S.; Mehwish, H. M.; Wu, Y.; Zhao, L.; Arfat, Y.; Majeed, K.; Anwaar, S. (2020). Chitin/Chitosan Derivatives and Their Interactions with Microorganisms: A Comprehensive Review and Future Perspectives. *Critical Reviews in Biotechnology*, 40 (3), 365-379.
27. Benbettaieb, N.; Kurek, M.; Bornaz, S.; Debeaufort, F. (2014). Barrier, Structural and Mechanical Properties of Bovine Gelatin–Chitosan Blend Films Related to Biopolymer Interactions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (12), 2409-2419.
28. Zhang, H.; Liang, Y.; Li, X.; Kang, H. (2020). Effect of Chitosan-Gelatin Coating Containing Nano-Encapsulated Tarragon Essential Oil on the Preservation of Pork Slices. *Meat Science*, 166, 108137.
29. De Souza, V. V. M. A.; Crippa, B. L.; De Almeida, J. M.; Iacuzio, R.; Setzer, W. N.; Sharifi-Rad, J.; Silva, N. C. C. (2020). Synergistic Antimicrobial Action and Effect of Active Chitosan-Gelatin Biopolymeric Films Containing Thymus Vulgaris, Ocimum Basilicum and Origanum Majorana Essential Oils against Escherichia Coli and Staphylococcus Aureus. *Cellular and Molecular Biology*, 66 (4), 214-223.
30. Liu, C.; Du, W.; Jiang, L.; Li, Y.; Liu, C.; Jian, X. (2023). Enhanced Antibacterial and Adhesive Properties of Chitosan/Gelatin Hydrogel Containing Berberine Hydrochloride and Prepolymerized Gallic Acid Exhibiting Aggregation-induced Emission. *Polymer Engineering and Science*, 63 (8), 2596-2612.
31. Hafsa, J.; ali Smach, M.; Khedher, M. R. B.; Charfeddine, B.; Limem, K.; Majdoub, H.; Rouatbi, S. (2016) Physical, Antioxidant and Antimicrobial Properties of Chitosan Films Containing Eucalyptus Globulus Essential Oil. *LWT - Food Science and Technology*, 68, 356-364.

Application of active packaging film incorporating Hass avocado extracts on the preservation of beef

Tran Thi Tuong Vi*, Dang Thanh Thuy, Nguyen Thi Van Linh

Institute of Applied Technology and Sustainable Development Nguyen Tat Thanh University

*tttvi@ntt.edu.vn

Abstract The green material has been of great interest to scientists in the field of green chemistry. Among the green materials, biodegradable active film from biomass is considered as one of the most potential materials thanks to its popularity in life. Therefore, active packaging films has been synthesized from chitosan, and gelatin incorporating Hass avocado extracts for beef preservation. The effect of different concentrations of extracts (0, 5, and 10) % added to the film was investigated. The FTIR results showed that the presence of Hass avocado extract did not change the film structure. However, the film containing 10 % extract demonstrated significant effectiveness in controlling microbial density, as compared to samples coated with the films containing 0 % Hass avocado extract (GCF). Beef samples coated with the film containing 10 % Hass avocado extract (HGCF10) and stored at the temperature of (4-5) °C can inhibit *Coliforms* bacteria and improve the sensory quality of the sample for up to 6 days of storage. However, beef stored for longer than 14 days developed a higher density of *Coliforms* and lost its sensory stability.

Keywords Chitosan, *Coliforms*, Hass avocado extracts, gelatin, active packaging film, beef.