

ẢNH HƯỞNG CỦA MÀNG BỌC NANOCHITOSAN NHẪM KÉO DÀI THỜI HẠN SỬ DỤNG CỦA TRỨNG GÀ TƯƠI

Lê Thanh Long^{1*}, Nguyễn Thị Thủy Tiên¹, Hoàng Thị Diệu Hương²

¹Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế;

²Công ty Cổ phần Dinh dưỡng NUTRICARE, Việt Nam.

*Tác giả liên hệ: lethanlong@huaf.edu.vn

Nhận bài: 18/10/2021

Hoàn thành phản biện: 13/11/2021

Chấp nhận bài: 21/12/2021

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của màng bọc nanochitosan với các nồng độ khác nhau đến chất lượng trứng gà tươi dựa vào các biến đổi cảm quan và chất lượng bên trong trứng trong 30 ngày ở nhiệt độ thường. Mẫu trứng bọc màng nanochitosan nồng độ 0,4% có khả năng duy trì hạng chất lượng ở mức A đến 15 ngày sau khi đẻ. Trong khi đó, mẫu trứng gà tươi không bọc màng biến đổi chất lượng rất nhanh từ hạng AA xuống hạng B chỉ sau 5 ngày bảo quản ở nhiệt độ thường. Đồng thời các chỉ tiêu chất lượng khác (HHKL, HU, YI, pH lòng trắng, biến đổi hàm lượng NH₃ trong trứng) đều có biến đổi lớn hơn so với trứng có xử lý bọc màng nanochitosan khi bảo quản ở nhiệt độ thường. Kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ màng bao nanochitosan có khả năng kéo dài thời gian bảo quản trứng gà tươi.

Từ khóa: Trứng gà, Nanochitosan, Màng bọc, Chỉ số độ Haugh, Chỉ số lòng đỏ

STUDY ON USING NANOCHITOSAN COATINGS FOR EXTENDING THE SHELF LIFE OF FRESH EGGS

Le Thanh Long^{1*}, Nguyen Thi Thuy Tien¹, Hoang Thi Dieu Huong²

¹University of Agriculture and Forestry, Hue University;

²NUTRICARE Company, Viet Nam.

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the effect of the various nanochitosan coatings on fresh eggs' quality based on the interior quality and sensory evaluation during 30 days of storage at room temperature. Fresh eggs were coated with nanochitosan 0,4% maintained their A-grade quality for 15 days. However, noncoated eggs rapidly changed from AA to B grades after 5 days at room temperature. Besides, other quality indicators of eggs were lower than noncoated eggs when stored at normal temperature. The results of the experiments demonstrated that nanochitosan coatings improved the shelf life of fresh eggs.

Keywords: Eggs, Nanochitosan, Coating, Haugh unit, Yolk index

1. MỞ ĐẦU

Trứng gà tươi là một loại thực phẩm giàu dinh dưỡng được sử dụng phổ biến trong các bữa ăn hằng ngày. Tuy nhiên, khi bảo quản đặc biệt ở điều kiện nóng ẩm, quá trình trao đổi khí và ẩm cùng với sự xâm nhập của vi sinh vật qua lỗ khí trên vỏ trứng gây hao hụt khối lượng và biến đổi các thành phần bên trong trứng. Do vậy, việc sử dụng các màng bọc trên bề mặt vỏ trứng

nhằm chống nhiễm khuẩn và hạn chế trao đổi khí, kéo dài thời gian bảo quản luôn được quan tâm nghiên cứu (Caner, 2005; Trần Thị Luyến và Lê Thanh Long, 2007; Lê Mỹ Hạnh và cs., 2020).

Chitosan, một polymer tự nhiên không độc hại, có khả năng tạo màng, hạn chế mất nước, kháng khuẩn, kháng nấm nên từ lâu được nhiều tác giả trong và ngoài nước nghiên cứu ứng dụng có kết quả tốt

trong bảo quản thực phẩm. Trên đối tượng trứng gà tươi, việc xử lý tạo màng bao chitosan trên bề mặt vỏ đã có tác dụng hạn chế đáng kể hao hụt khối lượng và biến đổi chất lượng bên trong trứng khi bảo quản ở nhiệt độ thường (Lee và cs., 1996; Bhale và cs., 2003; Caner, 2005; Trần Thị Luyến và Lê Thanh Long, 2007). Khác với chitosan, chitosan ở dạng nano (nanochitosan) có kích thước nanomet, được tạo ra bằng các phương pháp khác nhau, phân tán tốt trong nước, với diện tích và điện tích bề mặt lớn hơn nên có khả năng dính bám tạo màng, hoạt tính kháng khuẩn, kháng nấm vượt trội hơn nhiều so với chitosan (Zahid và cs., 2012; Lê Thanh Long và cs., 2019). Tuy nhiên, việc sử dụng màng bọc chitosan dưới dạng nano trong bảo quản trứng gà tươi thương phẩm ở nước ta là khá mới và chưa có công trình nào công bố đầy đủ. Các nghiên cứu chỉ mới dừng lại ở mức đánh giá thăm dò hiệu quả của việc bảo quản trứng bằng chế phẩm chitosan với những đánh giá cảm quan, hoá lý đơn giản chưa phù hợp với các tiêu chuẩn của trứng tươi thương phẩm (Trần Thị Luyến và Lê Thanh Long, 2007), (Nguyễn Thị Lan và Huỳnh Thái Nguyên, 2009), (Lê Mỹ Hạnh và cs., 2020).

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả đánh giá khả năng kéo dài thời gian bảo quản trứng gà tươi của màng bọc nanochitosan trên vỏ trứng dựa trên biến đổi các chỉ tiêu hoá lý và chất lượng trứng gà tươi thương phẩm.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Chitosan thương mại được sản xuất bởi Công ty Trách nhiệm Hữu hạn Hùng Tiến, Thành phố Cần Thơ. Chitosan có dạng

bột, màu trắng ngà; độ deacetyl (DD): 86 - 90%; nitơ tổng số: 8,5%; hàm lượng tro toàn phần: 0,09%; độ tan trong acid acetic 1%: > 99%; cặn tro không tan trong HCl: 0,1%. Sodium tripolyphosphates (STPP), acetic acid tinh khiết dùng cho thực phẩm. Trứng gà tươi, sạch (Hyline) trước 24 giờ sau khi đẻ, đồng đều về kích thước màu sắc và không có khuyết tật bên ngoài.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp chuẩn bị chế phẩm nanochitosan

Nanochitosan được chuẩn bị từ chitosan theo phương pháp gel ionic của Lê Thanh Long và cs. (2019) với một vài điều chỉnh. Dung dịch chitosan nồng độ 0,5% (w/v) được pha trong acid acetic 1% (v/v) và khuấy đến hoà tan trong 2 ngày ở nhiệt độ thường. Sau khi hòa tan, điều chỉnh pH của dung dịch chitosan bằng dung dịch NaOH 5N đến pH = 4,0. Nhỏ từ từ STPP 0,25% (w/v) vào dung dịch chitosan trong điều kiện khuấy từ tốc độ 1500 vòng/phút ở nhiệt độ phòng, với tỷ lệ chitosan:STPP là 6:1 để thu chế phẩm nanochitosan. Tiếp tục khuấy trong 1 giờ và bảo quản ở nơi thoáng mát.

2.2.2. Phương pháp tạo màng bọc trên vỏ trứng

Trứng sau khi phân loại, lựa chọn làm sạch được xếp trên các vỉ nhựa và tiến hành bọc màng bằng cách nhúng trong chế phẩm nanochitosan và làm khô tự nhiên. Thí nghiệm (TN) thực hiện với 6 công thức: đối chứng (ĐC) 0% nanochitosan bảo quản ở nhiệt độ phòng (25 - 30°C), bảo quản lạnh (BQL) 0% nanochitosan bảo quản ở 9 - 12°C và 4 công thức TN với các nồng độ nanochitosan: 0,1; 0,2; 0,3 và 0,4%, bảo quản ở nhiệt độ phòng (25 - 30°C). Sử dụng 5 quả trứng cho mỗi công thức để xác định

5 ngày 1 lần các chỉ tiêu HU, YI, pH lòng trắng, biến đổi hàm lượng NH_3 . Chỉ tiêu HHKL được xác định với 5 quả trứng cho mỗi công thức trong suốt 30 ngày theo dõi.

2.2.3. Phương pháp phân tích và xác định các chỉ tiêu

Xác định hao hụt khối lượng (HHKL) bằng phương pháp cân (độ chính xác 10^{-2}g) khối lượng từng quả trứng ở mỗi công thức trong quá trình bảo quản so với khối lượng ban đầu.

Xác định chỉ tiêu chất lượng lòng trắng trứng (Haugh Unit) (William và Owen, 1995): dùng dụng cụ đo độ Haugh (thước 3 chân) xác định chiều cao trung bình của lòng trắng đặc theo trọng lượng.



Hình 1. Dụng cụ đo độ Haugh

$$HU = 100\log(H + 7,57 - 1,7.W^{0,37})$$

Trong đó: HU: đơn vị đo độ Haugh; H: chiều cao lòng trắng đặc (mm); W: trọng lượng trứng (g)

Xác định chỉ tiêu chất lượng lòng đỏ trứng (Yolk Index): dùng dụng cụ đo độ Haugh xác định chiều cao lòng đỏ và thước Panmer xác định đường kính lòng đỏ.

$$YI = H/D$$

Trong đó: YI: đơn vị đo độ tươi lòng đỏ; H: chiều cao lòng đỏ (mm); D: đường kính lòng đỏ (g)

Xác định chỉ số pH lòng trắng trứng bằng thiết bị đo pH cầm tay.

Xác định hàm lượng NH_3 bằng phương pháp chưng cất lôi kéo hơi nước (AOAC, 1884).

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu thực nghiệm

Kết quả thí nghiệm được phân tích phương sai một nhân tố ANOVA (*Anova single factor*) và so sánh giữa các giá trị trung bình bằng phương pháp DUNCAN (*Duncan's Multiple Range Test*) trên phần mềm thống kê SAS, phiên bản 9.13.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của màng bọc nanochitosan đến biến đổi hao hụt khối lượng

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của màng bọc nanochitosan đến hao hụt khối lượng (HHKL) trứng theo thời gian bảo quản được trình bày ở Bảng 1. Từ kết quả thu được cho thấy tỷ lệ HHKL ở tất cả các mẫu đều tăng theo thời gian và dao động từ 4,33% đến 7,60% sau 30 ngày bảo quản. Tỷ lệ HHKL ở các mẫu ĐC và BQL ở hầu hết các thời điểm kiểm tra đều lớn hơn so với các mẫu bọc màng. Có thể thấy rằng màng bọc nanochitosan có nồng độ từ 0,1 - 0,4% đã có tác dụng đáng kể giảm HHKL trứng gà tươi khi bảo quản ở nhiệt độ thường. Sau 20 ngày bảo quản, trứng xử lý tạo màng bọc bằng dung dịch nanochitosan 0,3% và 0,4% có tác dụng hạn chế HHKL tốt hơn so mẫu xử lý bằng dung dịch nanochitosan 0,2% và 0,1% ($p < 0,05$).

Bảng 1. Tỷ lệ hao hụt khối lượng (HHKL) trứng (%) theo thời gian bảo quản bằng màng bọc nanochitosan

Nồng độ nanochitosan (%)	Thời gian bảo quản (ngày)					
	5	10	15	20	25	30
0 (Đối chứng)	0,92 ^{B,f}	1,79 ^{B,e}	2,81 ^{B,d}	4,20 ^{B,c}	5,34 ^{B,b}	6,33 ^{B,a}
0 (Bảo quản lạnh)	1,15 ^{A,f}	2,14 ^{A,e}	3,43 ^{A,d}	5,00 ^{A,c}	6,35 ^{A,b}	7,60 ^{A,a}
0,1	0,65 ^{C,f}	1,41 ^{C,e}	2,51 ^{BC,d}	3,48 ^{C,c}	4,46 ^{C,b}	5,49 ^{C,a}
0,2	0,63 ^{C,f}	1,38 ^{C,e}	2,27 ^{C,d}	3,23 ^{CD,c}	4,28 ^{C,b}	5,32 ^{C,a}
0,3	0,56 ^{C,f}	1,21 ^{C,e}	1,97 ^{DE,d}	2,68 ^{D,c}	3,47 ^{D,b}	4,44 ^{D,a}
0,4	0,54 ^{C,f}	1,15 ^{C,e}	1,86 ^{E,d}	2,59 ^{D,c}	3,34 ^{D,b}	4,33 ^{D,a}

Trong đó: A-E: Các giá trị trung bình HHKL theo cột có cùng chữ cái in hoa là không sai khác có ý nghĩa ($p > 0,05$).

- a-f: Các giá trị trung bình HHKL theo hàng có cùng chữ cái in thường là không sai khác có ý nghĩa ($p > 0,05$).

Đối với trứng gà tươi thương phẩm, tỷ lệ HHKL là một chỉ tiêu chất lượng khá quan trọng liên quan đến sự thoát khí CO₂ và hơi nước từ bên trong trứng ra ngoài môi trường trong quá trình bảo quản thông qua các lỗ khí ở vỏ trứng. Mặc dù không trực tiếp phản ánh chất lượng bên trong trứng, nhưng trong cùng một điều kiện bảo quản thông qua chỉ tiêu này có thể gián tiếp biết được mức độ biến đổi sinh hoá, vi sinh diễn ra bên trong trứng ảnh hưởng đến thời hạn bảo quản của trứng (William & Owen, 1995). Ở các mẫu bọc màng, chính màng nanochitosan hình thành trên bề mặt vỏ trứng với chức năng như một lớp bảo vệ có tác dụng bịt kín các lỗ khí, hạn chế sự thoát khí CO₂ và hơi nước. Do vậy, mức độ HHKL thấp hơn so với mẫu ĐC và BQL không bọc màng.

Khả năng hạn chế HHKL trứng gà tươi của màng bọc chitosan đã được một số tác giả đánh giá. Theo Lee và cs. (1996), sau 5 tuần bảo quản ở 20°C, tỷ lệ HHKL của trứng không bọc màng, bọc màng chitosan 1% và 2% lần lượt là 6,98%, 6,37% và 5,91%. Kết quả nghiên cứu của Bhale và cs. (2003) với bố trí tương tự cho thấy, sau 5 tuần bảo quản ở 25°C, HHKL trung bình tương ứng là 7,84%, 7,19% và 6,93%. Trong khi đó, HHKL trên trứng xử lý bọc màng chitosan 1% 1 lần và 3 lần ở nhiệt độ

22°C so với ĐC không bọc màng tương ứng là 5,91%, 5,75% và 9,29% (Suresh và cs., 2015). Những sai khác về HHKL của các tác trên với kết quả của chúng tôi có thể do sự khác biệt về loại và nồng độ chitosan, nhiệt độ, thời gian bảo quản và loại trứng sử dụng trong nghiên cứu. Mặc dù nồng độ xử lý thấp hơn nhưng với đặc điểm kích thước nanomet, màng bọc nanochitosan đã cho thấy khả năng dính bám và xâm nhập sâu hơn vào các lỗ khí ở vỏ trứng và tạo ra hiệu quả ngăn cản thoát khí tương đương với các màng bọc với dung dịch chitosan có khối lượng phân tử khác nhau (Bhale và cs., 2003; Kim và cs., 2007) hay có bổ sung phụ liệu (Trần Thị Luyến và Lê Thanh Long, 2007).

3.2. Ảnh hưởng của màng bọc nanochitosan đến biến đổi chỉ số HU

Chỉ số HU (Raymond Haugh, 1937) được sử dụng như là một chỉ tiêu chính để đánh giá chất lượng của lòng trắng trứng. Chỉ số HU càng cao chứng tỏ chất lượng lòng trắng trứng càng tốt. Do vậy, trong nhiều trường hợp chỉ số HU còn được gọi là chỉ số độ tươi của trứng và được dùng làm căn cứ để đánh giá xếp loại hạng chất lượng trứng tươi (Stephenson & Davis, 1996; USDA, 2000). Biến đổi chỉ số HU và hạng chất lượng trứng theo thời gian bảo quản bằng

màng bọc nanochitosan được thể hiện ở Bảng 2 và 3.

Qua kết quả phân tích ở Bảng 2 cho thấy, chỉ số HU giảm dần theo thời gian bảo quản. Trứng ở mẫu ĐC không bọc màng có chỉ số HU giảm nhanh hơn so với mẫu có bọc màng và mẫu BQL. Sau 20 ngày bảo quản ở nhiệt độ thường, chỉ số HU ở mẫu ĐC giảm từ 88,87 xuống còn 20,97 và không còn xác định được giá trị HU sau 25 ngày bảo quản. Trong khi ở mẫu bọc màng và BQL, chỉ số HU vẫn duy trì ở mức dao động từ 24,06 đến 57,89 sau 30 ngày bảo quản. Kết quả này là khá tương đồng với các kết quả nghiên cứu của Lee và cs. (1996), Bhale và cs. (2003), Suresh và cs. (2015). Theo cả 2 nhóm tác giả Lee và cs. (1996), Bhale và cs. (2003), màng bọc chitosan nồng độ 2% luôn giữ cho chỉ số HU giảm chậm hơn so với màng chitosan 1%

ở các thời điểm kiểm tra. So với ĐC không xử lý bọc màng với chỉ số HU xác định được tối đa sau 3 tuần, trứng xử lý bọc màng chitosan có chỉ số HU vẫn còn duy trì ở mức thấp nhất là 26,97 và cao nhất là 51,56 sau 5 tuần bảo quản. Trong khi đó, màng bọc chitosan 1% ở nhiệt độ bảo quản 22°C, chỉ số HU của lòng trắng trứng được duy trì ở mức 31,1 (xử lý bọc màng 1 lần) và 54,6 (xử lý bọc màng 3 lần) sau 5 tuần bảo quản (Suresh và cs., 2015). Các kết quả trên có thể lý giải là do màng bọc chitosan không chỉ giúp ngăn cản thoát CO₂ ra khỏi trứng, duy trì pH trung tính, làm chậm phản ứng phân giải bởi hệ enzyme của lòng trắng trứng, mà còn có tác dụng ngăn chặn sự xâm nhập của vi khuẩn qua các lỗ khí gây hư hỏng trứng (Caner, 2005; Trần Thị Luyến và Lê Thanh Long, 2007; Kim và cs., 2007; Suresh và cs., 2015).

Bảng 2. Biến đổi chỉ số HU theo thời gian bảo quản bằng màng bọc nanochitosan

Nồng độ nanochitosan (%)	Thời gian bảo quản (ngày)						
	0	5	10	15	20	25	30
0 (Đối chứng)	88,87 ^(*)	54,33 ^{D,a}	36,33 ^{D,ab}	35,58 ^{D,ab}	20,97 ^{D,b}	- ^(**)	-
0 (Bảo quản lạnh)	88,87	83,65 ^{A,a}	77,27 ^{A,b}	71,27 ^{A,c}	66,39 ^{A,d}	62,67 ^{A,d}	57,89 ^{A,e}
0,1	88,87	69,70 ^{C,a}	59,33 ^{C,b}	48,10 ^{C,c}	38,91 ^{C,d}	31,91 ^{D,d}	24,06 ^{D,e}
0,2	88,87	70,30 ^{C,a}	63,13 ^{C,a}	50,13 ^{C,b}	41,27 ^{C,bc}	35,89 ^{D,cd}	30,70 ^{CD,d}
0,3	88,87	74,78 ^{BC,a}	66,27 ^{BC,b}	58,11 ^{BC,c}	51,25 ^{B,d}	44,57 ^{C,e}	36,12 ^{BC,f}
0,4	88,87	76,76 ^{AB,a}	71,56 ^{AB,ab}	65,61 ^{AB,ab}	58,55 ^{AB,cd}	51,86 ^{B,d}	41,31 ^{B,e}

(*): Giá trị HU trung bình của 10 quả trứng ở thời điểm 0 ngày; (**): Không xác định do trứng đã bị vỡ hoặc giá trị HU < 10

Trong đó: A-D: Các giá trị trung bình chỉ số HU theo cột có cùng chữ cái in hoa là không sai khác có ý nghĩa (p > 0,05).

- a-e: Các giá trị trung bình chỉ số HU theo hàng có cùng chữ cái in thường là không sai khác có ý nghĩa (p > 0,05).

Bảng 3. Biến đổi hạng chất lượng trứng theo thời gian bảo quản bằng màng bọc nanochitosan

Nồng độ nanochitosan (%)	Thời gian bảo quản (ngày)						
	0	5	10	15	20	25	30
0 (Đối chứng)	AA ^(**)	B	B	B	C	- ^(*)	-
0 (Bảo quản lạnh)	AA	AA	AA	A	A	A	B
0,1	AA	A	B	B	B	B	C
0,2	AA	A	A	B	B	B	B
0,3	AA	AA	A	B	B	B	B
0,4	AA	AA	A	A	B	B	B

(*): Không xác định do trứng đã vỡ hoặc giá trị HU < 10

Trong đó: AA có HU trên 72; A có HU từ 60 đến 71; B có HU 31 đến 59; C có HU dưới 30 (USDA, 2000)

Trứng gà tươi được phân thành 4 hạng dựa vào chỉ số HU, AA (> 72), A (61 - 71), B (31 - 59) và C (< 30). Kết quả từ Bảng 3 cho thấy, sự thay đổi hạng chất lượng trứng có sự biến đổi đáng kể giữa các mẫu bọc màng và mẫu ĐC. Hạng chất lượng của trứng gà ở mẫu ĐC giảm nhanh hơn so với BQL và các mẫu bọc màng. Sau 5 ngày bảo quản, trứng ở mẫu ĐC đã giảm nhanh xuống hạng B và đạt hạng C sau 20 ngày. Trong khi đó, sau 10 ngày bảo quản trứng bọc màng nanochitosan 0,2 - 0,4% vẫn duy trì được hạng A và vẫn giữ chất lượng hạng B tương đương với mẫu BQL sau 30 ngày bảo quản. Đồng thời, với mẫu xử lý nanochitosan 0,4% trứng bảo quản sau 15 ngày vẫn giữ ở mức hạng A là hạng chất lượng trứng thương phẩm thấp nhất cho phép đưa vào mạng phân phối theo quy định của đa số thị trường nước ngoài (Stephenson & Davis, 1996). Kết quả này cho thấy xử lý màng nanochitosan 0,4% giữ cho trứng gà tươi duy trì hạng chất lượng ở mức thương phẩm (hạng A) tốt hơn so với các nồng độ thấp hơn và tương đương với kết quả xử lý

tạo màng bởi chitosan 1,5 - 2% có bổ sung Sodium Benzoate 0,05% hoặc Sorbitol 1% (Trần Thị Luyến và Lê Thanh Long, 2007) hay màng chitosan 2% với khối lượng phân tử khác nhau (Bhale và cs., 2003).

3.3. Ảnh hưởng của màng bọc nanochitosan đến sự biến đổi chỉ số YI

Chỉ số YI là một trong những chỉ tiêu quan trọng đánh giá mức độ biến đổi chất lượng của lòng đỏ trứng. Theo thời gian bảo quản, lòng trắng loãng ra, dây chằng và màng noãn hoàng yếu dần do tác dụng phân giải của enzyme và sự phân hủy do vi sinh vật, kết hợp với quá trình khuếch tán nước từ lòng trắng vào bên trong lòng đỏ, khiến lòng đỏ dần bị dẹt ra khi đặt trên một mặt phẳng (Stephenson & Davis, 1996). Chỉ số YI sẽ giảm dần theo thời gian bảo quản và thông qua mức độ biến đổi của chỉ số YI có thể đánh giá hiệu quả của các phương pháp bảo quản khác nhau. Biến đổi chỉ số YI của trứng theo thời gian bảo quản bằng màng bọc nanochitosan được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Biến đổi chỉ số YI theo thời gian bảo quản bằng màng bọc nanochitosan

Nồng độ nanochitosan (%)	Thời gian bảo quản (ngày)					
	5	10	15	20	25	30
0 (Đối chứng)	0,33 ^{BC,a}	0,29 ^{D,b}	0,25 ^{D,c}	0,22 ^{D,d}	0,19 ^{D,e}	— ^(*)
0 (Bảo quản lạnh)	0,40 ^{A,a}	0,39 ^{A,a}	0,39 ^{A,ab}	0,38 ^{A,ab}	0,37 ^{A,bc}	0,36 ^{A,c}
0,1	0,36 ^{B,a}	0,32 ^{C,b}	0,28 ^{CD,c}	0,26 ^{C,cd}	0,24 ^{C,d}	0,21 ^{C,e}
0,2	0,36 ^{B,a}	0,34 ^{BC,b}	0,29 ^{C,c}	0,27 ^{BC,d}	0,25 ^{BC,d}	0,22 ^{C,e}
0,3	0,37 ^{AB,a}	0,35 ^{B,b}	0,30 ^{BC,c}	0,28 ^{BC,cd}	0,26 ^{BC,de}	0,24 ^{B,e}
0,4	0,38 ^{AB,a}	0,36 ^{B,a}	0,32 ^{B,b}	0,29 ^{B,c}	0,27 ^{B,d}	0,25 ^{B,d}

(*): Không xác định do trứng đã bị vỡ hoặc giá trị YI < 0,1

Trong đó: Các giá trị trung bình chỉ số YI theo cột có cùng chữ cái in hoa là không sai khác có ý nghĩa ($p > 0,05$); Các giá trị trung bình chỉ số YI theo hàng có cùng chữ cái in thường là không sai khác có ý nghĩa ($p > 0,05$).

Kết quả từ Bảng 4 cho thấy, chỉ số YI ở tất cả các mẫu đều giảm dần theo thời gian bảo quản. Trong đó, giá trị YI ở mẫu ĐC giảm nhanh hơn so với mẫu BQL và mẫu xử lý bọc màng. Chỉ số YI ở mẫu BQL có xu hướng biến đổi chậm nhất. Ở các mẫu bọc màng, sau 30 ngày bảo quản chỉ số YI dao động từ 0,21 đến 0,25, tuy nhiên không có sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) về chỉ số YI giữa 2 mẫu xử lý nanochitosan 0,3% và 0,4%. Kết quả này cho thấy, màng

bọc nanochitosan đã có tác dụng hạn chế đáng kể về sự biến đổi lòng đỏ trứng so với mẫu không bọc màng bảo quản ở nhiệt độ thường. Trong đó, các màng bọc nanochitosan 0,3% và 0,4% có tác dụng làm chậm biến đổi chỉ số YI tốt hơn so với các mẫu xử lý bằng nanochitosan 0,2% và 0,1%.

Kết quả trên có thể giải thích là do tác động của các biến đổi hoá lý và vi sinh đến lòng đỏ trứng là khác nhau ở các thời điểm

bảo quản. Ở trong khoảng 10 ngày đầu bảo quản, biến đổi chỉ số YI chủ yếu liên quan đến sự giảm dần khối lượng lòng trắng đặc và quá trình khuếch tán nước từ lòng trắng vào bên trong lòng đỏ mà chưa chịu ảnh hưởng đáng kể của biến đổi do vi khuẩn gây ra. Ngược lại, sau 15 - 20 ngày bảo quản, khi vi khuẩn xâm nhập vào bên trong trứng quen dần với môi trường dinh dưỡng, hoạt động sống của chúng sẽ ảnh hưởng đáng kể đến biến đổi chất lượng lòng đỏ trứng. Vi khuẩn không chỉ phân huỷ trực tiếp lòng trắng trứng, làm loãng dần phần lòng trắng đặc mà còn tác động lên noãn hoàng khiến cấu trúc lòng đỏ trứng trở nên lỏng lẻo làm chỉ số YI giảm nhanh hơn so với thời gian 10 ngày đầu bảo quản (William & Owen, 1995; Stephenson & Davis, 1996). Như vậy, mặc dù có vài khác biệt về kích thước phân tử mạch chitosan, pH dung dịch xử lý hay nhiệt độ bảo quản, việc xử lý tạo màng nanochitosan trên vỏ trứng có thể đã góp phần ngăn cản xâm nhập vi khuẩn vào bên trong trứng làm chậm sự biến đổi chỉ số YI. Tác dụng này đã được chứng minh và lý giải bởi các tác giả Bhale và cs. (2003), Caner (2005), Trần Thị Luyến và Lê Thanh Long (2007), Kim và cs. (2007) và Suresh và cs. (2015).

3.4. Ảnh hưởng của màng bọc nanochitosan đến biến đổi chỉ số pH lòng trắng trứng

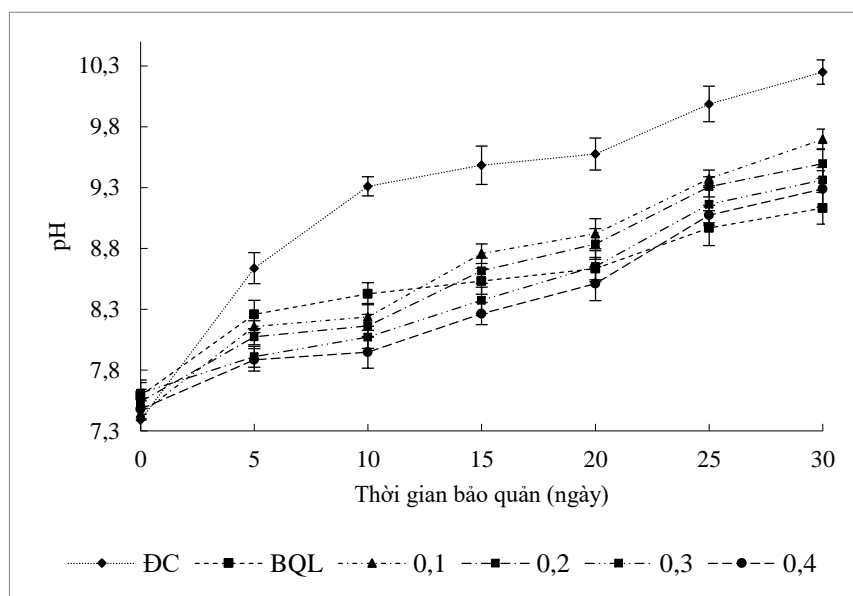
Trứng sau khi đẻ do quá trình thoát CO₂ qua các lỗ khí trên vỏ làm giảm lượng CO₂ hoà tan ở lòng trắng trứng cùng với sự có mặt càng nhiều sản phẩm có tính kiềm của quá trình phân huỷ protein làm cho pH lòng trắng trứng tăng lên (William & Owen, 1995). Thông qua sự biến đổi của pH lòng trắng trứng trong quá trình bảo quản có thể phân nào đánh giá ảnh hưởng của các màng bao khác nhau đến chất lượng trứng. Các mẫu trứng TN được tiến hành xác định pH ngay sau khi xác định chỉ số HU, YI. Biến đổi chỉ số pH của các công thức TN sau 30 ngày bảo quản được trình bày ở Hình 2.

Kết quả từ đồ thị Hình 2 cho thấy, chỉ số pH ở tất cả các mẫu tăng theo thời gian bảo quản và có sự khác biệt khá rõ về tốc độ biến động pH lòng trắng giữa mẫu ĐC và các mẫu BQL, xử lý bọc màng nanochitosan. Mẫu ĐC và BQL có pH tăng đột biến trong 5 ngày đầu và trong khi mẫu ĐC tiếp tục tăng nhanh thì pH lòng trắng trứng ở mẫu BQL có xu hướng tăng chậm hơn ở các thời điểm còn lại. Đối với các mẫu bọc màng, màng bao nanochitosan nồng độ 0,4% có tác dụng giảm sự tăng chỉ số pH hơn các mẫu xử lý màng bao nanochitosan nồng độ 0,1%, 0,2% và 0,3%.

Xu hướng biến đổi pH này cũng khá tương đồng với các kết quả nghiên cứu của Caner (2005), Trần Thị Luyến và Lê Thanh Long (2007), Suresh và cs. (2015), mặc dù các dung dịch chitosan bọc màng sử dụng trong các nghiên cứu kể trên có nồng độ khác nhau. Kết quả này có thể giải thích là do thời điểm 5 ngày đầu sau khi ra khỏi vật nuôi, CO₂ thoát ra chủ yếu là lượng khí CO₂ khá lớn có trong túi khí tích tụ trong vỏ trứng làm cho pH lòng trắng trứng đột biến ở mẫu không bọc màng (ĐC và BQL). Các màng bọc khác nhau có tác dụng trong việc ngăn cản sự thoát khí từ bên trong ra khỏi vỏ trứng, nhưng quá trình thoát CO₂ là không thể tránh khỏi khiến pH tăng lên. Sau thời gian 5 ngày đầu bảo quản, do áp lực khí bên trong túi khí giảm xuống, lượng khí CO₂ thoát ra vì thế cũng giảm dần. Thời gian bảo quản càng kéo dài, sự biến đổi chỉ số pH càng ít chịu tác động của sự giảm nồng độ CO₂ trong lòng trắng trứng. Sau khoảng 15 đến 25 ngày bảo quản, hầu hết các mẫu trứng ĐC đã có dấu hiệu loãng ra, quá trình phân giải và phân huỷ lòng trắng do enzyme và vi sinh vật làm tăng nhanh sự tích tụ các sản phẩm mang tính kiềm khiến pH tiếp tục tăng nhanh. Trong khi đó, tác dụng ngăn cản biến đổi bên trong trứng bởi màng bao chitosan không chỉ hạn chế thoát khí CO₂ mà còn làm chậm tích tụ sản phẩm phân huỷ lòng trắng trứng khiến pH tăng chậm so với mẫu ĐC. Ngoài ra, trong quá

trình bảo quản trứng, ovalbumin, một protein của lòng trắng trứng, có thể bị biến đổi từ trạng thái trung gian thành dạng bền

nhất S - ovalbumin. Sự tạo thành S - ovalbumin làm tăng pH của lòng trắng trứng (Alleoni & Antunes, 2004).



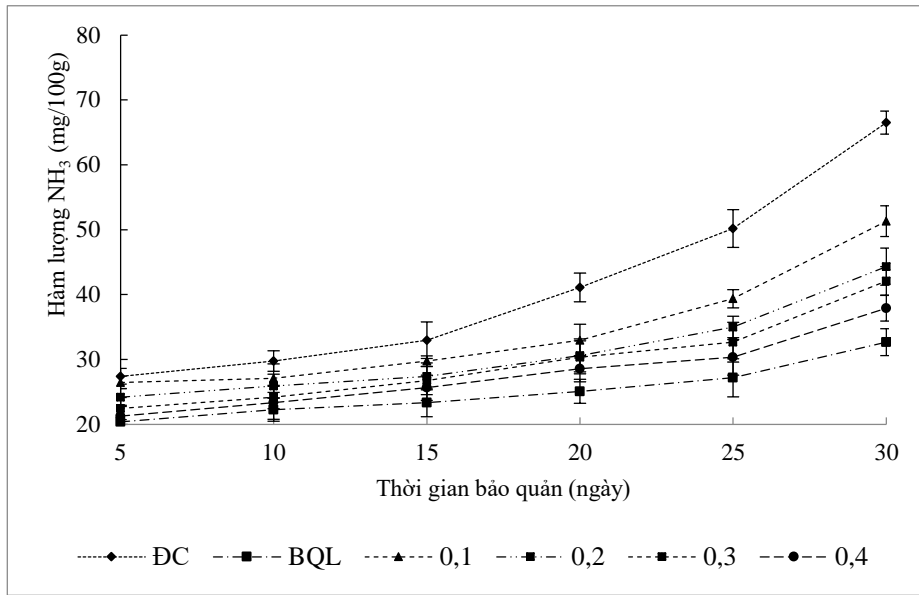
Hình 2. Biến đổi chỉ số pH theo thời gian bảo quản bằng màng nanochitosan

3.5. Ảnh hưởng của màng bọc nanochitosan đến biến đổi hàm lượng NH_3 có trong trứng

Trong quá trình bảo quản dưới tác dụng của enzyme và sự xâm nhập của vi sinh vật, protein và một số chất dinh dưỡng khác bên trong trứng bị phân hủy. Mức độ phân hủy có thể đánh giá thông qua lượng NH_3 có trong trứng tăng lên theo thời gian bảo quản. Các mẫu trứng của mỗi công thức TN sau khi tách vỏ để xác định các chỉ tiêu vật lý được nhập chung phần lòng bên trong và tiến hành xác định hàm lượng NH_3 . Biến đổi hàm lượng NH_3 có trong trứng theo thời gian bảo quản bằng màng nanochitosan được biểu diễn ở Hình 3.

Kết quả ở Hình 3 cho thấy, hàm lượng NH_3 ở tất cả các mẫu đều tăng theo thời gian với mức độ tăng chậm ở 15 ngày đầu và tăng nhanh ở khoảng thời gian từ 20 - 30 ngày bảo quản. Trong đó, hàm lượng NH_3 ở mẫu ĐC tăng nhanh hơn so với các mẫu còn lại. Ở các mẫu bọc màng, hàm lượng NH_3 có trong trứng ở mẫu xử lý bọc màng nanochitosan

0,4% thấp hơn so với các mẫu còn lại. Sau 30 ngày bảo quản, hàm lượng NH_3 đạt đến 66,50 mg/100g ruột trứng ở mẫu ĐC, trong khi ở nhóm bọc màng hàm lượng NH_3 dao động trong khoảng 37,92 - 51,33 mg/100g (giảm dần theo chiều tăng của nồng độ nanochitosan xử lý) và thấp nhất là 32,69 mg/100g ở mẫu BQL. Điều này có thể giải thích là do sau 20 ngày bảo quản trong trứng đã có những biến đổi phân giải sâu sắc thành phần protein trong trứng. Lúc này các thành phần các kháng thể tự nhiên đã giảm dần tác dụng và sự phân giải các thành phần có trong trứng bởi enzyme đã diễn ra, vi sinh vật xâm nhập từ bên ngoài đủ thời gian thích nghi với môi trường ở bên trong, phân hủy các sản phẩm của quá trình phân giải khiến nồng độ NH_3 của ruột trứng tăng nhanh dần so với 15 ngày đầu bảo quản. Việc xử lý tạo màng bằng dung dịch nanochitosan không chỉ ngăn cản thoát khí làm giảm HHKL, duy trì pH và làm chậm biến đổi lòng trắng trứng, mà còn có thể ngăn cản xâm nhập vi sinh vật khiến quá trình phân hủy bên trong diễn ra chậm lại.



Hình 3. Biến đổi hàm lượng NH₃ có trong trứng theo thời gian bảo quản bằng màng nanochitosan

Ảnh hưởng của màng bao chitosan đến biến đổi hàm lượng NH₃ có trong trứng gà tươi cũng đã được Nguyễn Thị Lan và Huỳnh Thái Nguyên (2009) đánh giá. Theo nhóm tác giả này, hàm lượng NH₃ trong trứng có bọc màng chitosan với nồng độ 1 - 1,6% thấp hơn đáng kể so với mẫu ĐC không xử lý bọc màng. Sau 30 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng, trứng xử lý chitosan 1,6%, hàm lượng NH₃ vẫn ở mức 0,021% trong khi ở mẫu ĐC hàm lượng NH₃ đã tăng lên đến mức 0,064%. Ngoài ra, các kết quả nghiên cứu của Kim và cs. (2007) và Suresh và cs. (2015) cũng cho thấy màng bao chitosan có khả năng ngăn cản xâm nhập vi khuẩn yếm khí và cả những vi khuẩn gây bệnh điển hình trên trứng như *Salmonella enteritidis*, *E. coli*. Điều này một lần nữa khẳng định hiệu quả ngăn cản xâm nhập vi khuẩn vào bên trong trứng của màng bao bằng các loại chitosan khác nhau khi bảo quản ở nhiệt độ thường.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ hiệu quả bảo quản trứng gà tươi bằng xử lý tạo màng bọc nanochitosan ở điều kiện thường (25 - 30°C). Xử lý tạo màng bao trứng gà tươi bằng chế phẩm nanochitosan với các nồng độ từ 0,1% đến 0,4% đã có tác dụng tích cực hạn chế biến đổi chất lượng thông qua các chỉ tiêu hao hụt khối lượng, độ tươi

lòng đỏ, chất lượng lòng trắng trứng, pH lòng trắng, hàm lượng NH₃ có trong trứng. Trong đó, chế phẩm nanochitosan ở nồng độ 0,4% cho hiệu quả bảo quản trứng tốt nhất. Kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở đề xuất phương pháp mới trong bảo quản trứng gà tươi thương phẩm ở các qui mô khác nhau bằng cách sử dụng màng bọc nanochitosan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

Lê Mỹ Hạnh, Vũ Thị Thuỳ Dung, Lê Mai Hương, Nguyễn Thị Mai Liên, Phạm Thị Phương và Lương Hùng Tiến. (2021). Nghiên cứu ảnh hưởng của màng bao chitosan khối lượng phân tử thấp kết hợp với nano bạc trên trứng gà tươi trong quá trình bảo quản. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên*, 225(1), 134 - 139.

Nguyễn Thị Lan và Huỳnh Thái Nguyên. (2009). Nguyên cứu ảnh hưởng màng bao chitosan đến một số tính chất hóa lý của trứng gà trong quá trình bảo quản. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng*, 5(34), 81 - 86.

Lê Thanh Long, Nguyễn Thị Kim Uyên, Nguyễn Thị Thuỳ Tiên và Lê Đại Vương. (2019). Khả năng kháng nấm *Aspergillus niger* N2 trên hành tím sau thu hoạch của nanochitosan được tạo ra bằng phương pháp gel ionic kết hợp sóng siêu âm. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp, Đại học Huế*, 3(2), 1349 - 1359.

- Trần Thị Luyến và Lê Thanh Long. (2007). Nghiên cứu bảo quản trứng gà tươi bằng màng bọc chitosan kết hợp bổ sung phụ liệu. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy sản*, 1, 3 - 11.
- 2. Tài liệu tiếng nước ngoài**
- AOAC. (1984). *Official methods of analysis, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.*
- Alleoni, A. & Antunes, A. (2004). Albumen foam stability and S-ovalbumin contents in eggs coated with whey protein concentrate. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6(2), 105 - 110.
- Bhale, S., No, H. K., Prinyawiwatkul, W., Farr, A. J., Nadarajah, K. & Meyers, S. P. (2003). Chitosan coating improves shelf life of eggs. *Journal of Food Science*, 68(7), 2378 - 2383.
- Caner, C. (2005). The effect of edible eggshell coatings on egg quality and consumer perception. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(11), 1897 - 1902.
- Kim, S. K., No, H. K., & Prinyawiwatkul, W. (2007). Effect of molecular weight, type of chitosan, and chitosan solution pH on the shelf-life and quality of coated eggs. *Journal of Food Science*, 72(1), 44 - 48.
- Lee, S. H., No, H. K. & Jeong, Y. H. (1996). Effect of chitosan coating on quality of egg during storage. *Journal of Korean Food Nutrition*, 25(2), 288 - 293.
- Zahid, N., Ali, A., Manickam, S., Siddiqui, Y. & Maqbool, M. (2012). Potential of chitosan-loaded nanoemulsions to control different *Colletotrichum* spp. and maintain quality of tropical fruits during cold storage. *Journal of Applied Microbiology*, 113(4), 925 - 939.
- Stephenson, H. P. & Davis, B. M (1996). Egg storage, egg quality and cooking responses. *Oonoonba Veterinary Laboratory, Townsville.*
- Suresh, P. V., Raj, K. R., Nidheesh, T., Gaurav, K. P., & Sakhare, P. Z. (2015). Application of chitosan for improvement of quality and shelf life of table eggs under tropical room conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6345 - 6354.
- USDA. (2000). Egg grading manual - US standards, grades, and weight classes for shell eggs, AMS.
- William, J. S. & Owen, J. C. (1995). Egg science and technology. *The AVI Publishing Company, Inc.*