

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MÀNG BAO XANTHAN GUM ĐẾN SỰ THAY ĐỔI MỘT SỐ CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG CỦA QUẢ ĐU ĐỦ (*Carica papaya* L.) SAU THU HOẠCH

Nguyễn Minh Trọng¹, Nguyễn Lê Yến Nhi¹,
Quách Văn Cao Thi¹, Nguyễn Trung Trục^{1,*}

¹Khoa Khoa học Sinh học ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

*Email: trucnt@vlute.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá tác động của màng bao từ xanthan gum (XG) lên một số chỉ tiêu chất lượng của quả đu đủ (*Carica papaya* L.) trong quá trình bảo quản sau thu hoạch. Nghiên cứu đã thực hiện khảo sát màng bao XG ở các nồng độ 0,5%; 0,75%; 1,0% (w/v) cùng các phụ gia ổn định cấu trúc màng gồm: Tween 80, CaCl₂ và glycerol. Kết quả cho thấy, ở nồng độ 0,5% XG giúp làm giảm sự tăng nhanh về màu sắc của vỏ quả, duy trì độ cứng của quả, giảm hao hụt khối lượng, duy trì hàm lượng axit tổng số và làm chậm sự gia tăng hàm lượng tổng chất khô hoà tan, giúp kéo dài thời gian bảo quản của đu đủ lên thêm 3 ngày so với mẫu đối chứng ở điều kiện nhiệt độ phòng. Bên cạnh đó, hàm lượng phenolic cao hơn 1,7 lần và hàm lượng vitamin C cao hơn 1,5 lần so với mẫu đối chứng. Đồng thời, màng bao chứa 0,5% XG cho hiệu quả tốt trong việc làm giảm 33,33% tỉ lệ nhiễm bệnh và mức độ tổn thương do bệnh thấp hơn 1,6 lần so với mẫu đối chứng sau 9 ngày bảo quản. Nghiên cứu này cho thấy tiềm năng của màng bao XG trong việc duy trì chất lượng của trái đu đủ sau thu hoạch.

Từ khóa: Đu đủ, phenolic, xanthan gum, sau thu hoạch.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đu đủ (*Carica papaya* L.) là một trong những loại quả được ưa chuộng trên thế giới vì giá thành hợp lý, hàm lượng calo thấp, giàu vitamin A, B, C, khoáng chất, chất xơ, phenolic axit, flavonoid, alcaloid, saponin, tanin, carotenoid và khả năng miễn dịch, hỗ trợ hoạt động chống ung thư, đại tháo đường và sốt xuất huyết [1]. Do vậy, đu đủ trở thành loại trái cây quan trọng về mặt kinh tế, chủ yếu được trồng ở các quốc gia vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới [2].

Ở Việt Nam, diện tích trồng đu đủ là 8.733 ha và đạt sản lượng 124.092,15 tấn trong năm 2022 [3]. Tuy nhiên, đu đủ là loại trái cây có hô hấp đột phát, đặc trưng bởi quá trình trao đổi chất mạnh, chín nhanh và dễ mắc bệnh làm giảm thời gian bảo quản [4]. Các yếu tố trên làm hạn chế tiềm năng xuất khẩu và giảm giá trị kinh tế của quả đu đủ [5].

Ngày nay, nhu cầu về thực phẩm chất lượng cao, công nghệ chế biến an toàn để kéo dài thời gian bảo quản thực phẩm tươi sống cũng như hạn chế tác động xấu của chất bảo quản đến môi trường là vấn đề được quan tâm. Việc phát triển các hợp chất bảo quản trái cây có nguồn gốc từ thiên nhiên vừa đảm bảo an toàn, vừa duy trì được chất lượng của trái cây sau thu hoạch là một hướng triển vọng. Màng bao từ polyme sinh học, đặc biệt là polysaccharide, protein và hydrocolloid ngày càng được ưa chuộng và ứng dụng phổ biến trong sản xuất lớp phủ thực phẩm nhờ đặc tính ăn được và khả năng tương thích sinh học cao [6]. XG là một polysaccharide có nguồn gốc từ vi khuẩn *Xanthomonas campestris* và được xem là an toàn cho con người. XG được Cơ quan Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ (FDA) phê duyệt là một loại polyme an toàn trong ngành công nghiệp thực phẩm. Nhờ đặc tính tạo độ nhớt cao và khả năng tương tác tốt với các thành phần khác, XG có

thể hấp phụ các hạt vô cơ và hình thành các nhũ tương ổn định mà không làm giảm sức căng bề mặt [7]. Ngoài ra, XG có khả năng tạo ra các tương tác liên kết hydro nội phân tử và liên phân tử trong dung dịch nước giúp thiết lập một rào cản giữa bề mặt trái cây và không khí, từ đó làm giảm quá trình thoát hơi nước, trao đổi khí và ngăn chặn hoạt động của các hợp chất oxy hóa mạnh (ROS), duy trì các đặc tính hóa lý, cảm quan, độ cứng, màu sắc và làm chậm tốc độ hô hấp cũng như sản sinh ra ethylene trong quá trình bảo quản [8]. Các nghiên cứu trước đây cho thấy, màng bao XG có hiệu quả duy trì chất lượng và kéo dài thời gian bảo quản sau thu hoạch đối với ổi [9], xoài và dưa lưới [7, 10], nho và táo fuji [11, 12]. Tuy nhiên, hiện tại chưa có nghiên cứu nào đánh giá về ảnh hưởng của màng bao XG trên đu đủ sau thu hoạch. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát ảnh hưởng của màng bao XG đến sự thay đổi một số chỉ tiêu chất lượng của đu đủ sau thu hoạch.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Đu đủ ruột đỏ Đài Loan (*Carica papaya* L. cv. Tainung No. 2) được thu mua ở giai đoạn thương mại (145 ± 5 ngày sau trổ hoa) tại vườn ở ấp Mỹ Ái, xã Mỹ Khánh, huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ. Quả đu đủ được lựa chọn có khối lượng quả dao động từ 650 - 800 g, màu vỏ chuyển sang xanh nhạt, trên quả xuất hiện các vết đốm hoặc sọc vàng nhạt, mủ đầu cuống của quả cắt có độ trong, không đục, phần cuống quả được cắt ngắn trong khoảng 1 cm. Số lượng đu đủ sử dụng trong thí nghiệm là 300 quả (240 quả dùng để phá mẫu phân tích chỉ tiêu, 60 quả dùng để bố trí theo dõi màu sắc và hao hụt khối lượng). Sau khi thu hoạch, từng quả được bọc trong túi xốp lưới chuyên dụng, sau đó đặt vào các rổ nhựa vuông $61 \times 42 \times 31$ cm để hạn chế va đập trong quá trình vận chuyển về phòng thí nghiệm thuộc Khoa Khoa học Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long. Thời gian vận chuyển kéo dài khoảng 2 giờ trong điều kiện nhiệt độ môi trường dao động $30 \pm 2^\circ\text{C}$ và độ ẩm tương đối khoảng $75 \pm 5\%$ để tiến hành thí nghiệm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Chuẩn bị màng bao: Bột XG (Ingreda, Việt Nam) được hòa tan với nước theo tỉ lệ lần lượt 0,5%; 0,75%; 1,0% (w/v), hỗn hợp được khuấy tan ở nhiệt độ 60°C , sau đó dung dịch màng bao được làm nguội tự nhiên ở nhiệt độ phòng ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) và bổ sung các thành phần tween 80 (0,2%), CaCl_2 (0,1%) và glycerol (2%) để làm bền cấu trúc gel. Sau đó, dung dịch được giữ ổn định 10 phút trước khi bao màng.

Chuẩn bị đu đủ: Đu đủ được rửa sạch bằng nước và được ngâm khử khuẩn trong dung dịch nước chlorine 100 ppm trong vòng 5 phút. Sau đó, rửa lại bằng nước sạch và để ráo tự nhiên ở nhiệt độ phòng trong 2 giờ.

Bao màng và lấy mẫu: Đu đủ được nhúng vào dung dịch bao màng trong 10 giây, tiếp theo đu đủ được đặt lên giá phơi để làm khô màng bao trong 2 giờ ở nhiệt độ phòng ($28 \pm 2^\circ\text{C}$, 65%). Thí nghiệm được bố trí với 4 nghiệm thức (NT) gồm: Đối chứng, 0,5% XG, 0,75% XG và 1% XG, mỗi nghiệm thức được bố trí lặp lại 3 lần (20 quả/lần). Riêng chỉ tiêu màu sắc và hao hụt khối lượng được bố trí 15 quả/NT để theo dõi trong suốt quá trình bảo quản. Sau khi màng bao khô, đu đủ được bao lại bằng túi lưới xốp trắng 22×9 cm và được bảo quản ở điều kiện nhiệt độ phòng $28 \pm 2^\circ\text{C}$ trong 12 ngày. Các chỉ tiêu chất lượng được lấy mẫu (4 quả ở 1 lần lặp) và phân tích ở ngày 0, 3, 6, 9, 12 của quá trình tồn trữ.

2.2.2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

Sự thay đổi màu sắc: Sự thay đổi màu sắc của quả đu đủ trong suốt quá trình bảo quản được xác định bằng máy đo màu Hunter Lab (Model MH-C800 4500L, Mỹ). Mỗi quả được đo tại ba vị trí khác nhau trên bề mặt để đảm bảo tính đại diện, sau đó lấy giá trị trung bình cho từng chỉ số màu. Các thông số màu sắc gồm: L^* (độ sáng), a^* (màu đỏ - lục), b^* (màu vàng - xanh lam) được ghi nhận. Tổng độ sai biệt màu sắc (ΔE) được tính toán theo phương pháp của Raybaudi-Massillia và cs (2008) [13].

Tổn thất khối lượng (%): Khối lượng của mẫu được đo vào các ngày 0, 3, 6, 9, 12 của quá trình

bảo quản và cùng với ngày phân tích chỉ tiêu bằng cân kỹ thuật Onelab JA4000C có độ chính xác 0,01 g trong phòng thí nghiệm.

Độ cứng của quả (N): Độ cứng của thịt quả được đo tại vị trí trung tâm của trái sau khi loại bỏ vỏ 1 mm, với vận tốc của đầu đo 10 mm/phút, khoảng cách đâm xuyên là 10 mm và đường kính đầu đo là 5 mm bằng thiết bị đo cấu trúc thực phẩm TMS-PRO (TMS-PRO, Food Technology Corporation, Mỹ). Giá trị của lực đâm xuyên được ghi nhận và biểu thị là Newton (N).

Xác định hàm lượng axit tổng số (%): Độ axit có thể chuẩn độ được xác định bằng phương pháp AOAC như mô tả của Ranganna (2007) [14]. Sử dụng 1 mL dịch mẫu, pha với 4 mL nước cất, sau đó được chuẩn độ bằng NaOH 0,1 N và sử dụng phenolphthalein 1% làm chất chỉ thị. Kết quả thu được được biểu thị bằng phần trăm đối với axit malic.

Xác định hàm lượng chất khô hoà tan (Bx): Tổng hàm lượng chất khô hòa tan của mỗi mẫu vào ngày phân tích 0, 3, 6, 9, 12 được xác định dựa vào khúc xạ kế cầm tay (0 - 33 Brix. ATAGO, Nhật Bản).

Hàm lượng phenolic (mg GAE/g): Hàm lượng phenolic được xác định bằng thuốc thử Folin-Ciocalteu theo phương pháp của Singleton (1999) [15] có hiệu chỉnh. Hỗn hợp phản ứng gồm: 50 μ L dung dịch chiết (sử dụng dung môi cho mẫu blank), 250 μ L thuốc thử Folin-Ciocalteu, 750 μ L sodium carbonate 7,5% và 2 mL nước cất. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được trộn đều và ủ 30 phút ở nhiệt độ 40°C trong bể điều nhiệt. Độ hấp thụ của mẫu được đo ở bước sóng 750 nm bằng máy quang phổ (BioSpectrometer Basic, Đức). Hàm lượng phenolic được xác định dựa vào đường chuẩn của axit gallic tương đương trong cùng điều kiện.

Hàm lượng vitamin C (mg/g): Hàm lượng vitamin C được xác định theo mô tả của Roe và cs (1948) [16]. Cân 0,5 g thịt quả đủ xay nhuyễn vào eppendorf chứa 1,5 mL HPO_3 5%. Tiến hành vortex và ly tâm lạnh ở 4°C 10.000 vòng/phút trong 5 phút. Dùng micropipette hút 100 μ L dịch mẫu và 300 μ L HPO_3 5% vào ống nghiệm, sau đó bổ sung 600 μ L 2,6-dichlorophenol-indophenol

0,02% và để yên từ 2 - 3 phút, tiếp tục bổ sung 800 μ L thiourea 2% và 600 μ L DNP 2%. Sau mỗi lần cho hóa chất vào đều vortex để mẫu được đồng nhất, mẫu được giữ ở điều kiện tối và lạnh. Sau 1 giờ, tiến hành bổ sung 1.000 μ L H_2SO_4 85%. Sau mỗi lần cho hóa chất vào đều vortex để mẫu được đồng nhất, mẫu được giữ ở điều kiện tối. Ủ mẫu blank và sample ở nhiệt độ phòng trong thời gian 30 phút và giữ mẫu ở điều kiện tối. Sau 30 phút, tiến hành đo độ hấp thụ được xác định bằng máy đo quang phổ BioSpectrometer Basic do Đức sản xuất ở bước sóng 540 nm.

Tỷ lệ nhiễm bệnh (%): Tỷ lệ nhiễm bệnh được xác định bằng cách quan sát trực tiếp các dấu hiệu hư hỏng hoặc nhiễm bệnh trên bề mặt quả, bao gồm: Vết thối, nấm mốc, rỉ dịch, đổi màu hoặc mùi bất thường. Một quả được xem là nhiễm bệnh khi xuất hiện ít nhất một trong các dấu hiệu nêu trên. Tính tỷ lệ nhiễm bệnh bằng tỷ lệ giữa số trái bị nhiễm bệnh trên tổng số trái thí nghiệm.

Mức độ tổn thương do bệnh: Mức độ nghiêm trọng của bệnh được chấm điểm ở các khoảng thời gian 3 ngày theo phương pháp của Ademe và cs (2013) [17]. Mức độ nghiêm trọng của bệnh được đánh giá bằng thang điểm từ 1 - 5 dựa vào tỷ lệ (%) bề mặt quả bị nhiễm bệnh. Trong đó: 1 là không có dấu hiệu của bệnh, 2 là từ 1 - 25%, 3 là từ 26 - 50%, 4 là từ 51 - 75% và 5 là > 76%.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu thống kê

Tất cả các kết quả nghiệm thức được phân tích bằng phần mềm Statgraphics Centurion (phiên bản 19-X64). Phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) với kiểm định LSD được sử dụng để xác định sự khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa các trung bình.

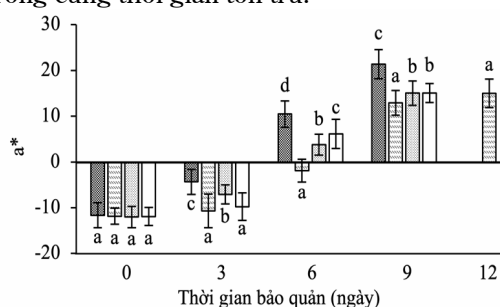
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của màng bao XG đến sự thay đổi màu sắc

Màu sắc của vỏ quả là một trong những chỉ số để xác định độ chín của đu đủ. Trong quá trình chín, màu vỏ có xu hướng chuyển từ xanh lục sang xanh lục nhạt, vàng lục đến vàng lục nhạt và cuối cùng là vàng đậm, được quan sát vào các ngày 3, 6, 9, 12 sau bảo quản (Hình 1). Quá trình này có liên quan đến sự phân hủy diệp lục trên vỏ quả [18].

Trong hệ màu Lab, giá trị a^* thể hiện sắc tố trên trục xanh – đỏ, với a^* âm chỉ màu xanh lục và a^* dương chỉ màu đỏ/vàng. Sự tăng giá trị a^* phản ánh quá trình chuyển màu từ xanh sang vàng khi quả chín. Theo đó, đu đủ đối chứng có sự tăng nhanh giá trị a^* từ -11,64 - 21,34 sau 9 ngày bảo quản và chuyển sang màu vàng bắt đầu từ ngày thứ 6, trong khi đó các NT có bao màng giá trị này có mức tăng chậm hơn đối chứng và màu vàng biểu hiện rõ nhất ở ngày thứ 9. Bên cạnh đó, giá trị a^* của NT 0,5% XG cho thấy, khả năng làm chậm quá trình biểu hiện màu của đu đủ so với các NT còn lại ở các ngày 6 và 9 ($p < 0,05$). Đồng thời, XG ở nồng độ 0,5% cũng được chứng minh là hiệu quả trong việc duy trì màu sắc của quả lê cắt tươi [19] và ổi “Gola” [20] do sự hình thành lớp phủ không quá dày, hạn chế tối đa được quá trình suy giảm màu sắc theo chiều hướng tiêu cực trên quả do hô hấp yếm khí gây ra [21]. Tương tự, trong thí nghiệm này, màng bao XG ở 0,5% đã giúp kéo dài được thời gian bảo quản đu đủ đến 12 ngày, trong khi các NT còn lại đều hư hỏng sau 9 ngày bảo quản.

Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Escamilla và cs (2018) [22], khi thực hiện bảo quản đu đủ bằng chitosan, theo đó giá trị a^* của đu đủ không xử lý bao màng tăng nhanh chóng ở ngày 5 của quá trình bảo quản. Kết quả thí nghiệm cho thấy, việc sử dụng màng bao XG có thể kéo dài thời gian chín cũng như làm chậm sự biểu hiện màu vàng của vỏ quả. NT 0,5% XG tỏ ra hiệu quả hơn so với các NT 0,75% XG và 1% XG trong cùng thời gian tồn trữ.



Hình 1. Sự thay đổi giá trị a^* của vỏ quả đu đủ trong quá trình bảo quản

■ Đối chứng □ 0,5% XG □ 0,75% XG □ 1,00% XG

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một nhóm ở một ngày thể hiện sự khác biệt ý nghĩa 5% với kiểm định LSD.

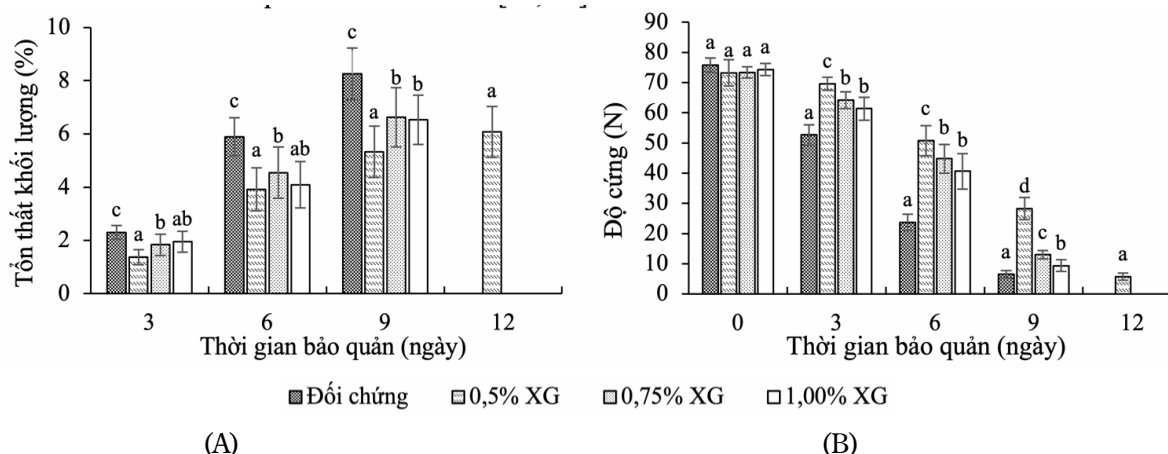
3.2. Ảnh hưởng của màng bao XG đến sự thay đổi khối lượng và độ cứng

Trong quá trình bảo quản, tỉ lệ phần trăm khối lượng mất đi của đu đủ tăng lên khi thời gian bảo quản tăng (Hình 2A). Kết quả thí nghiệm cho thấy, sự khác biệt đáng kể ($p < 0,05$) về tỉ lệ phần trăm khối lượng mất đi của đu đủ đối chứng và các NT xử lý bao màng trong quá trình bảo quản có liên quan đến nồng độ lớp phủ XG. Tỉ lệ giảm khối lượng của mẫu đối chứng đạt cao nhất trong suốt thời gian bảo quản (lần lượt là $2,30 \pm 0,26\%$; $5,89 \pm 0,71\%$; $8,26 \pm 0,97\%$ tương ứng với các ngày thứ 3, 6, 9) và tỉ lệ phần trăm hao hụt khối lượng thấp nhất ở NT 0,5% XG ($1,37 \pm 0,28\%$; $3,92 \pm 0,81\%$; $5,33 \pm 0,97\%$; $6,08 \pm 0,96\%$ tương ứng với các ngày 3, 6, 9, 12). Mẫu đu đủ đối chứng không xử lý bao màng hư hỏng hoàn toàn sau 9 ngày bảo quản. Trong khi đó, với NT 0,5% XG lại lưu giữ được đến ngày 12 của quá trình bảo quản. Riêng các NT bao màng ở nồng độ 0,75% và 1,00% XG đều bị úng và hư hỏng sau 12 ngày bảo quản. Sự giảm khối lượng quả trong quá trình bảo quản chủ yếu do chênh lệch áp suất hơi giữa mô quả và không khí bên ngoài, gây thoát hơi nước qua lớp vỏ dẫn đến thịt quả mềm, lão hóa và các phản ứng trao đổi chất suy giảm [23]. Trong nghiên cứu này, màng bao XG nồng độ 0,5% giống như màng bán thấm chống lại oxy, CO_2 và độ ẩm nên có thể hạn chế được hô hấp, bốc hơi nước và phản ứng oxy hóa. Hiệu quả của màng bao XG cũng được tìm thấy trong nhiều nghiên cứu trên nhiều loại trái cây khác nhau như: Đu đủ ở Nigeria của Adetunji và cs (2014) [23], quả táo tàu (*Ziziphus mauritiana* L.) của Naveed và cs (2024) [24] và quả nho của Golly và cs (2019) [12]. Kết quả thí nghiệm cho thấy, màng bao XG có tác dụng làm giảm hao hụt khối lượng trong quá trình bảo quản của quả đu đủ. Nồng độ XG 0,5% cho kết quả bảo quản tốt nhất.

Độ cứng là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá mức độ chín của quả trong suốt quá trình bảo quản. Sự mềm đi của quả thường bắt nguồn từ các biến đổi sinh lý và sinh hóa như: Tinh bột chuyển hóa thành đường, hương vị và các hợp chất thơm dễ bay hơi được hình thành, đồng thời diễn ra những thay đổi trong trao đổi chất và cấu trúc thành tế bào. Những yếu tố này góp phần làm

giảm độ cứng của quả trong quá trình lưu trữ [25]. Kết quả nghiên cứu sự thay đổi độ cứng của quả đu đủ trong quá trình bảo quản được thể hiện ở hình 2B. Kết quả thí nghiệm cho thấy, độ cứng của quả có xu hướng giảm theo thời gian bảo quản tăng lên. Độ cứng của đu đủ ở NT đối chứng có sự thay đổi nhanh đáng kể ($p < 0,05$) so với đu đủ ở các NT có xử lý bao màng XG. Ở ngày thứ 9 của quá trình bảo quản, độ cứng của mẫu đối chứng giảm mạnh từ 75,83 N xuống còn 6,53 N, trong khi độ cứng của mẫu đu đủ bao màng XG có tốc độ giảm chậm hơn. Cụ thể, NT 0,5% XG giảm từ 73,24 N xuống 28,25 N; NT 0,75% XG giảm từ 73,35 N xuống 13,02 N và NT 1% XG giảm từ 74,32 N xuống 9,36 N. Kết quả này cho thấy, màng bao XG có hiệu quả duy trì độ cứng của đu đủ trong suốt quá trình tồn trữ ($p < 0,05$). Nguyên nhân có thể được giải thích, do độ phủ lớp màng bao ở nồng độ 0,75% và 1,00% tạo ra một lớp phủ kín cản trở sự thoát hơi nước dẫn đến hô hấp yếm khí làm giảm

chất lượng và mất dần đi độ cứng của quả [21]. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với kết quả nghiên cứu trên quả ổi của Gad và Zagzog (2017) [26], trên lê cắt tươi của Sharma và Rao (2015) [19] và trên quả xoài của Kumar và cs (2023) [7]. Kết quả phân tích có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các NT. XG có hiệu quả trong việc hạn chế làm mềm thịt quả và kéo dài độ cứng của đu đủ theo thời gian bảo quản. Đồng thời, sự mềm đi của đu đủ theo thời gian bảo quản là kết quả của quá trình biến đổi và phân hủy polysaccharides thành tế bào (pectin, cellulose và hemicellulose) bằng các enzyme nội sinh trong quả. Trong đó, hoạt tính của các enzyme pectin methylesterase, polygalacturonase, α -mannosidase, β -galactosidase, β -1-4-glucanase và xylanase tăng lên làm thay đổi hàm lượng của các polysaccharides trong thành tế bào như: Pectin, cellulose và hemicellulose dẫn đến quả nhanh mềm hơn [27, 28].



Hình 2. (A): Tồn thất khối lượng của đu đủ trong quá trình bảo quản; (B) Sự thay đổi độ cứng (N) của quả đu đủ theo thời gian bảo quản

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một nhóm ở một ngày thể hiện sự khác biệt ý nghĩa 5% với kiểm định LSD.

3.3. Ảnh hưởng của màng bao XG đến tổng chất khô hòa tan và hàm lượng axit tổng số

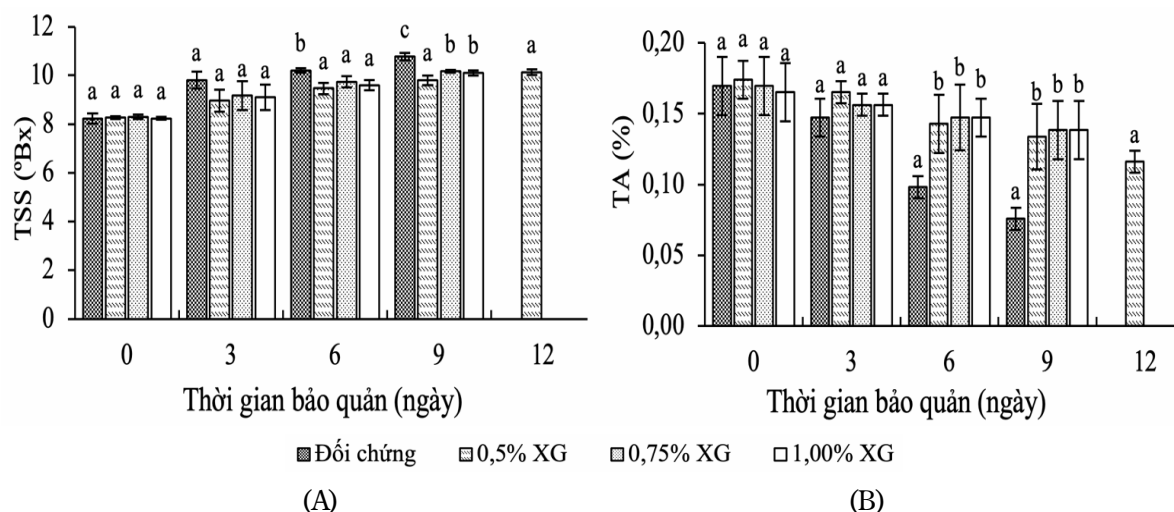
Hàm lượng tổng chất khô hòa tan (TSS) là một trong những yếu tố thiết yếu tạo nên hương vị của trái cây. Kết quả thí nghiệm (Hình 3A) cho thấy, TSS của đu đủ có xu hướng tăng dần trong quá trình bảo quản và có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các điều kiện xử lý khác nhau. Hàm lượng TSS ở đu đủ tăng liên tục do đặc

tính hô hấp đột phát, khiến quá trình chín và biến đổi sinh hóa tiếp tục sau thu hoạch [4]. Trong đó, NT đối chứng tăng nhanh hơn so với các mẫu xử lý bao màng XG. Điều này được thấy rõ ở sự thay đổi độ cứng của quả trong 9 ngày bảo quản (Hình 2B). Sự mềm đi nhanh chóng ở NT đối chứng cho thấy, quá trình chín diễn ra ở NT không bao màng nhanh hơn, đồng thời sự thủy phân tinh bột và thành tế bào tăng dẫn đến hàm lượng đường và

các hợp chất hoà tan bên trong quả tăng lên. Ở ngày thứ 9 của quá trình bảo quản, TSS của mẫu đối chứng đạt cao nhất $10,77 \pm 0,15$ Bx, trong khi đó các mẫu xử lý XG lần lượt là $9,80 \pm 0,20$ Bx (0,5% XG), $10,17 \pm 0,06$ Bx (0,75% XG) và $10,10 \pm 0,10$ Bx (1% XG). Tuy nhiên, NT 0,5% XG có khả năng làm chậm quá trình gia tăng hàm lượng chất khô hoà tan bên trong quả đủ có thể do hoạt tính enzyme thủy phân thành tế bào thấp hơn các NT còn lại. Hiệu quả kéo dài thời gian bảo quản của XG cũng được tìm thấy tương tự trên quả xương rồng tai thỏ của Allegra và cs (2022) [29]. Việc sử dụng màng bao XG trong bảo quản đủ đủ giúp làm chậm sự gia tăng TSS bằng cách giảm tốc độ hô hấp, ức chế sản sinh khí ethylene, hạn chế phân hủy thành tế bào và tinh bột, từ đó làm chậm quá trình chín của quả [30].

Trong nghiên cứu này, hàm lượng axit tổng số (TA) của đu đủ (Hình 3B) không thay đổi đáng kể giữa các điều kiện xử lý, nhưng nhìn chung có xu hướng giảm dần theo thời gian bảo quản. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Lata và cs (2018) [31]; dos Passos Braga và cs (2020) [32] về ứng dụng các lớp phủ sinh

học trên bảo quản đu đủ. Cụ thể, NT đối chứng có tốc độ giảm TA nhanh nhất sau 9 ngày bảo quản từ 0,17% xuống 0,08%, trong khi các mẫu còn lại lần lượt giảm từ 0,17% xuống 0,13% ở NT 0,5% XG (0,50% XG), 0,17% xuống 0,14% ở NT 0,75% XG (0,75% XG) và 0,17% xuống 0,14% ở NT 1% XG (1,00% XG). Hàm lượng TA ở NT đối chứng có sự thay đổi khác biệt ($p < 0,05$) được tìm thấy ở ngày 6 và 9 của quá trình bảo quản so với các NT xử lý bao màng. Tuy nhiên, ở các NT xử lý bao màng gần như không có sự khác biệt về khả năng lưu giữ hàm lượng TA trong quả theo thời gian bảo quản ở các mốc thời gian ngày 3, 6, 9 ngoại trừ NT 0,5% XG có khả năng duy trì hạn chế hư hỏng sau 12 ngày bảo quản. Sự sụt giảm hàm lượng axit tổng số của đu đủ ở NT đối chứng nhiều hơn các NT bao màng XG có thể được giải thích, là do màng bao XG đã làm chậm quá trình chín của quả dẫn đến quá trình thủy phân axit hữu cơ giảm trong phản ứng khử carboxyl pyruvat xảy ra trong quá trình chín, sau đó axit hữu cơ bị oxy hóa ở tốc độ chậm do hô hấp giảm. Những phát hiện tương tự cũng đã được báo cáo bởi Jain và Mukherjee (2011) [33].



Hình 3. (A): Sự thay đổi hàm lượng chất khô hòa tan của đu đủ trong quá trình bảo quản; (B): Sự thay đổi hàm lượng TA của đu đủ trong quá trình bảo quản

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một nhóm ở một ngày thể hiện sự khác biệt ý nghĩa 5% với kiểm định LSD.

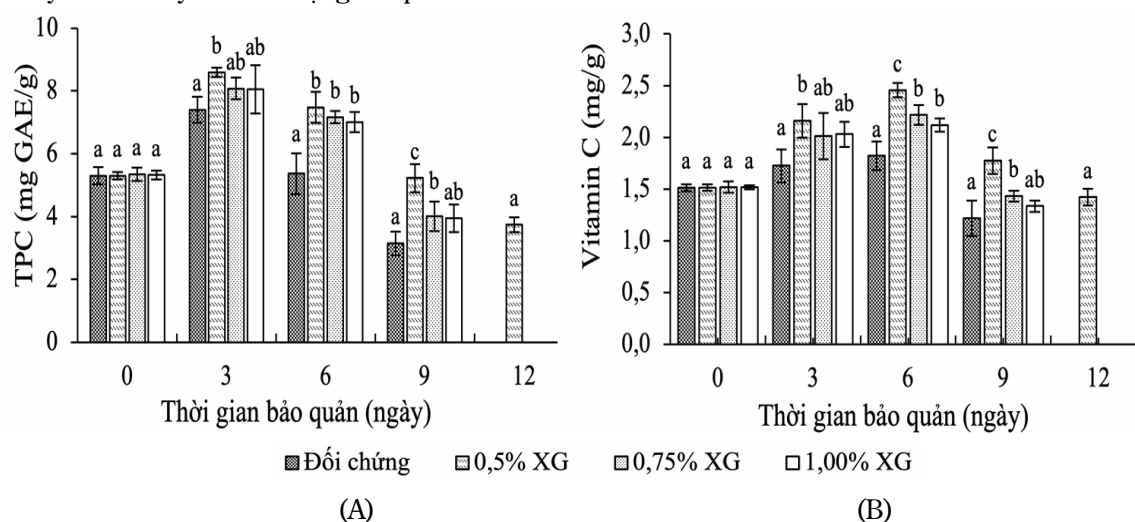
3.4. Ảnh hưởng của XG đến hàm lượng Phenolic (TPC) và vitamin C

Hình 4A cho thấy, hàm lượng phenolic trong

vỏ quả đu đủ có sự thay đổi khác nhau trong quá trình bảo quản. Trong đó, NT đối chứng có sự suy giảm hàm lượng TPC nhiều nhất so với các NT

được xử lý bao màng. Sau 9 ngày bảo quản, NT 0,5% XG lưu giữ hàm lượng TPC tốt hơn ($5,22 \pm 0,45$ mg GAE/g) so với các NT đối chứng ($3,15 \pm 0,38$ mg GAE/g), NT 0,75% XG ($4,01 \pm 0,48$ mg GAE/g) và NT 1% XG ($3,94 \pm 0,44$ mg GAE/g). Do đó, việc phủ lớp màng bảo vệ trên bề mặt vỏ quả đã góp phần làm giảm sự thoát hơi nước quá mức cũng như các tác nhân oxy hóa làm quả nhanh chín, từ đó hạn chế sự thất thoát hàm lượng TPC trên vỏ quả [7]. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Morais và cs (2015) [34], theo đó hàm lượng phenolic ở vỏ quả lúc xanh chứa nhiều hơn vỏ quả khi chín. Đồng thời, việc thất thoát hàm lượng phenolic trong quá trình bảo quản của trái cây được bao màng có sự liên quan mật thiết đến sự gia tăng hoạt tính của enzyme phenylalanine ammonia-lyase (PAL). Trong đó, PAL là một enzyme chính trong quá trình tổng hợp phenolic thông qua con đường phenylpropanoid [35]. XG cũng được chứng minh là có hiệu quả trong việc gia tăng hoạt tính PAL trong quá trình bảo quản trên quả dâu tây của Gautam và cs (2024) [36] và trên quả lê cắt tươi của Sharma và Rao (2015) [19]. Bên cạnh đó, ngoài khả năng duy trì độ cứng và hạn chế hao hụt khối lượng, màng bao XG còn thúc đẩy tổng hợp hợp chất phenolic, giúp bảo vệ trái cây khỏi tác nhân oxy hóa và duy trì chất lượng sản phẩm.

Nghiên cứu cho thấy, các mẫu đu đủ được xử lý bằng lớp phủ XG đều duy trì hàm lượng vitamin C cao hơn so với mẫu không xử lý. Đặc biệt, vào cuối kỳ bảo quản, đu đủ được bao XG ở nồng độ 0,5% duy trì hàm lượng vitamin C cao nhất (Hình 4B). Về mặt sinh lý, đu đủ là loại quả có đặc tính hô hấp đột biến, nghĩa là khi bước vào giai đoạn chín, tốc độ hô hấp tăng nhanh chóng. Sự gia tăng này làm phát sinh các hợp chất oxy hoá mạnh (ROS) và các gốc tự do, dẫn đến tình trạng stress oxy hóa, từ đó vitamin C bị sử dụng như một cơ chế phòng vệ tự nhiên để trung hòa các gốc tự do [37]. Ở NT đối chứng, quá trình suy giảm vitamin C diễn ra mạnh hơn, khả năng là do sự tiếp xúc trực tiếp với oxy và ánh sáng, hai tác nhân gây oxy hóa. Trong khi đó, đu đủ ở NT được bao màng có khả năng hạn chế sự tiếp xúc này, nhờ đó làm chậm quá trình lão hóa tự nhiên và giảm tổn thất về mặt dinh dưỡng. Đồng thời, hàm lượng vitamin C được duy trì tốt hơn trong các NT bao màng còn cho thấy vai trò hỗ trợ của lớp phủ trong việc ổn định cấu trúc mô tế bào và củng cố hệ thống chống oxy hóa nội sinh của trái cây. Điều này góp phần bảo vệ chất lượng sản phẩm trong suốt thời gian bảo quản mà không làm suy giảm giá trị dinh dưỡng, phù hợp với kết luận của Khaliq và cs (2016) [38]; Chukwuka và cs (2013) [39].



Hình 4. (A): Sự thay đổi hàm lượng phenolic (A) của vỏ đu đủ trong quá trình bảo quản;

(B): Sự thay đổi hàm lượng vitamin C của vỏ đu đủ trong quá trình bảo quản

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng một nhóm ở một ngày thể hiện sự khác biệt ý nghĩa 5% với kiểm định LSD.

3.5. Ảnh hưởng của màng bao XG đến tỉ lệ nhiễm bệnh và mức độ tổn thương trên đu đủ

Việc kiểm soát bệnh sau thu hoạch là một trong những yếu tố quan trọng trong việc bảo quản trái cây. Kết quả bảng 1 cho thấy, các NT đều bị nhiễm bệnh do nấm gây ra từ ngày 6 trở đi trong quá trình bảo quản. Vết bệnh xuất hiện ban đầu là các vết đen tròn nhỏ trên bề mặt vỏ quả, sau đó các vết đen này có xu hướng lan rộng ra theo thời gian bảo quản tăng lên. NT đối chứng xuất hiện dấu hiệu bệnh kể từ ngày thứ 3 và tăng nhanh từ $14,29 \pm 1,71\%$ lên 100% trong thời gian từ ngày 3 - 9. Trong khi đó, các NT bao màng XG có tốc độ phát hiện bệnh và phát triển bệnh chậm hơn, đến ngày 6 của quá trình bảo quản, các vết bệnh này mới xuất hiện ra ngoài bề mặt vỏ. Bên cạnh đó, ở các NT xử lý nhúng màng XG thì nồng độ XG 0,5% tỏ ra hiệu quả hơn so với các mẫu còn lại khi có thể bảo quản đu đủ đến 12 ngày ở nhiệt độ phòng ($p < 0,05$).

Bên cạnh đó, tỉ lệ nhiễm bệnh trên đu đủ bao màng thấp hơn đối chứng và NT 0,5% XG có tỉ lệ nhiễm bệnh thấp nhất so với các NT còn lại. Điều này có thể thấy, màng bao chứa 0,5% XG đã giúp cho đu đủ kéo dài được thời gian bảo quản cũng như làm chậm quá trình chuyển đổi các giá trị TA, TSS, độ cứng và hao hụt khối lượng, từ đó góp phần bảo vệ các hợp chất phenolic của trái cây trong quá trình bảo quản, giữ nguyên đặc tính chống oxy hóa và giảm thiểu thiệt hại do oxy hóa [20]. Lớp phủ này cũng không quá kín để tạo ra môi trường hô hấp yếm khí gây căng thẳng do stress oxy hóa quá mức [21]. Từ đó, cũng giúp hạn chế sự xâm nhập và lây nhiễm của nấm bệnh, cũng như duy trì được rào chắn bảo vệ từ bên trong của quả [40]. Các kết quả này cũng được tìm thấy khi sử dụng màng bao XG trên quả ổi của Gull và cs (2024) [20], xoài của Prasad và cs (2022) [41] và táo tàu (*Ziziphus mauritiana* L.) của Naveed và cs (2024) [24].

Bảng 1. Tỉ lệ nhiễm bệnh (%) của đu đủ trong quá trình bảo quản

NT	Thời gian bảo quản (ngày)				
	0	3	6	9	12
Đối chứng	0,00 ^a	$14,29 \pm 1,71^b$	$47,62 \pm 2,44^c$	100,00 ^b	100,00 ^b
0,5% XG	0,00 ^a	0,00 ^a	$14,29 \pm 2,08^a$	$42,86 \pm 2,41^a$	$66,67 \pm 2,30^a$
0,75% XG	0,00 ^a	0,00 ^a	$47,62 \pm 2,44^c$	$80,95 \pm 1,92^c$	100,00 ^b
1,0% XG	0,00 ^a	0,00 ^a	$28,57 \pm 2,41^b$	$76,19 \pm 2,08^b$	100,00 ^b

Ghi chú: Giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các ký tự khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt ý nghĩa 5% với kiểm định LSD.

Cùng với tỉ lệ nhiễm bệnh trên quả, mức độ tổn thương do bệnh cũng thể hiện ra ở các tỉ lệ khác nhau ở các NT khác nhau. Các tổn thương quan sát được trên bề mặt vỏ quả cũng biểu hiện cho mức độ nghiêm trọng của bệnh lý sau thu hoạch gây ra và hiệu quả của việc xử lý bảo quản. Kết quả ở bảng 2 cho thấy, mức độ tổn thương của đu đủ trong các NT có sự khác nhau. Sự khác biệt đáng kể ($p < 0,05$) mức độ nghiêm trọng do bệnh được quan sát ở mẫu đối chứng vào ngày thứ 6 và 9 của quá trình bảo quản. Trong đó, NT đối chứng bắt đầu xuất hiện các vết lõm màu đen trên vỏ quả từ ngày thứ 3, các NT còn lại xuất hiện trễ hơn ở ngày thứ 6. Ở ngày thứ 9 của quá trình bảo quản,

giá trị tổn thương của NT đối chứng đạt cao nhất là $3,5 \pm 0,85$, trong khi các NT 0,5% XG là $1,57 \pm 0,75$, 0,75% XG là $2,33 \pm 1,02$ và 1% XG là $2,14 \pm 0,79$. Nhìn chung, cùng với sự trì hoãn sự xuất hiện của bệnh, mức độ tổn thương của quả cũng biểu hiện chậm hơn ở các NT bao màng. Tuy nhiên, khi mức độ tổn thương lớn hơn 2 thì không thích hợp để xuất khẩu và sử dụng [42].

Ở các NT bao màng 0,75% XG và 1,00% XG cho thấy, mức độ tổn thương của quả tăng chậm từ ngày 0 - 6, nhưng từ ngày 9 - 12 tỉ lệ tổn thương do bệnh tăng đáng kể. Điều này có thể được giải thích, do màng bao XG ở 2 nồng độ này tạo ra một lớp phủ kín hơn so với nồng độ 0,5%, sau 9 ngày

bảo quản tạo điều kiện thuận lợi cho sự xâm nhiễm của bệnh, tức là nấm phát triển và bào tử nảy mầm. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Parven và cs (2020) [43], khi sử dụng màng bao gel lô hội trong bảo quản đu đủ ở

Bangladesh. Bên cạnh đó, lớp phủ quá kín còn có thể gây ra hiện tượng hô hấp yếm khí tạo ra ethanol và acetaldehyde gây ra mùi lạ dẫn đến giảm chất lượng quả và tăng nhanh hư hỏng [27].

Bảng 2. Mức độ tổn thương do bệnh của quả đu đủ trong quá trình bảo quản

NT	Thời gian bảo quản (ngày)				
	0	3	6	9	12
Đối chứng	1,00 ^a	1,19 ± 0,36 ^b	2,00 ± 0,89 ^c	3,50 ± 0,85 ^c	–
0,5% XG	1,00 ^a	1,00 ^a	1,24 ± 0,44 ^a	1,57 ± 0,75 ^a	2,19 ± 1,03 ^a
0,75% XG	1,00 ^a	1,00 ^a	1,67 ± 0,73 ^b	2,33 ± 1,02 ^b	3,10 ± 0,80 ^b
1,0% XG	1,00 ^a	1,00 ^a	1,47 ± 0,60 ^a	2,14 ± 0,79 ^{ab}	3,00 ± 0,77 ^b

Ghi chú: –: Không thu thập số liệu do hư hỏng. Giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Các ký tự khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt ý nghĩa 5% với kiểm định LSD.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Màng bao từ XG có hiệu quả trong việc lưu trữ và kéo dài thời gian bảo quản của quả đu đủ trong điều kiện nhiệt độ phòng, duy trì được các đặc tính lý hóa của đu đủ được phủ màng so với đu đủ không phủ. NT 0,5% XG là NT cho kết quả tốt nhất trong các NT bao màng và so với NT đối chứng ở mức ý nghĩa 95%. Nhờ lớp phủ XG, độ cứng của đu đủ được duy trì, giảm hao hụt khối lượng, làm chậm sự thay đổi màu sắc, duy trì hàm lượng TSS và TA, giảm tỉ lệ bệnh và mức độ tổn thương do bệnh gây ra trên đu đủ sau thu hoạch. Đồng thời, giúp duy trì sự suy giảm các chỉ tiêu chống oxy hóa như phenolic và vitamin C của quả trong thời gian bảo quản.

Cần tiếp tục nghiên cứu mở rộng hiệu quả màng bao XG trên các giống đu đủ khác và điều kiện bảo quản khác nhau để làm cơ sở phục vụ ứng dụng thực tiễn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Daagama, A., Orafa, P. & Igbua, F. (2020). Nutritional potentials and uses of pawpaw (*Carica papaya*): A review. *Eur. J. Nutr. Food Saf*, 12, 52 - 66.
- Wu, Q., Li, Z., Chen, X., Yun, Z., Li, T. & Jiang, Y. (2019). Comparative metabolites profiling of harvested papaya (*Carica papaya* L.) peel in response to chilling stress. *J Sci Food Agric*, 99(15): 6868 - 6881.
- Faostat, F. (2019). Food and agriculture

data. *Crop Statistics*. Available online: <http://www.fao.org/faostat> (accessed on 14 August 2024).

- de Vasconcellos Santos Batista, D., Reis, R. C., Almeida, J. M., Rezende, B., Bragança, C. A. D. & da Silva, F. (2020). Edible coatings in post-harvest papaya: Impact on physical-chemical and sensory characteristics. *J Food Sci Technol*, 57, 274 - 281.

- Tan, G. H., Ali, A. & Siddiqui, Y. (2023). Major fungal postharvest diseases of papaya: Current and prospective diagnosis methods. *Crop Prot*, 174, 106399.

- Joshy, K., Jose, J., Li, T., Thomas, M., Shankregowda, A. M., Sreekumaran, S., Kalarikkal, N. & Thomas, S. (2020). Application of novel zinc oxide reinforced xanthan gum hybrid system for edible coatings. *Int J Biol Macromol*, 151, 806 - 813.

- Kumar, N., Pratibha, Upadhyay, A., Trajkovska Petkoska, A., Gniewosz, M. & Kieliszek, M. (2023). Extending the shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruits by using edible coating based on xanthan gum and pomegranate peel extract. *Int J Food Microbiol*, 17(2): 1300 - 1308.

- Bajaj, K., Kumar, A., Gill, P., Jawandha, S. & Kaur, N. (2024). Xanthan gum coatings augmented with lemongrass oil preserve postharvest quality and antioxidant defence

system of Kinnow fruit under low-temperature storage. *Int J Biol Macromol*, 262, 129776.

9. Garcia-Betanzos, C., Hernández-Sánchez, H., Quintanar-Guerrero, D., Galindo-Pérez, M. & Zambrano-Zaragoza, M. (2018). Influence of solid lipid nanoparticle/xanthan gum coatings on compositional and enzymatic changes in guava (*Psidium guajava* L.) during ripening. *Acta Horti*, 1194, 289 - 295.

10. Zambrano-Zaragoza, M. L., Quintanar-Guerrero, D., Del Real, A., Piñon-Segundo, E. & Zambrano-Zaragoza, J. F. (2017). The release kinetics of β -carotene nanocapsules/xanthan gum coating and quality changes in fresh-cut melon (cantaloupe). *Carbohydr Polym*, 157, 1874 - 1882.

11. Zambrano-Zaragoza, M., Mercado-Silva, E., Gutiérrez-Cortez, E., Cornejo-Villegas, M. & Quintanar-Guerrero, D. (2014). The effect of nano-coatings with α -tocopherol and xanthan gum on shelf-life and browning index of fresh-cut "Red Delicious" apples. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 22, 188 - 196.

12. Golly, M. K., Ma, H., Sarpong, F., Dotse, B. P., Oteng-Darko, P. & Dong, Y. (2019). Shelf-life extension of grape (Pinot noir) by xanthan gum enriched with ascorbic and citric acid during cold temperature storage. *J Food Sci Technol*, 56, 4867 - 4878.

13. Raybaudi-Massilia, R. M., Mosqueda-Melgar, J. & Martín-Belloso, O. (2008). Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *Int J Food Microbiol*, 121(3), 313 - 327.

14. Ranganna, S. (2007). Handbook of analysis and quality control for fruits and vegetable products. *Tata McGrawhill*.

15. Singleton, V. L. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymol*, 299, 152 - 178.

16. Roe, J. H., Mills, M. B., Oesterling, M. J. & Damron, C. M. (1948). The determination of diketo l-gulonic acid, dehydro-l-ascorbic acid and l-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2, 4-

dinitrophenylhydrazine method. *J Biol. Chem*, 174, 201 - 208.

17. Ademe, A., Ayalew, A. & Woldetsadik, K. (2013). Evaluation of antifungal activity of plant extracts against papaya anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). *J Plant Pathol Microbiol*, 4(10): 1 - 4.

18. Hamzah, H. M., Osman, A., Tan, C. P. & Ghazali, F. M. (2013). Carrageenan as an alternative coating for papaya (*Carica papaya* L. cv. Eksotika). *Postharvest Biol. Technol*, 75, 142 - 146.

19. Sharma, S. & Rao, T. R. (2015). Xanthan gum based edible coating enriched with cinnamic acid prevents browning and extends the shelf-life of fresh-cut pears. *LWT-Food Sci. Technol*, 62(1): 791 - 800.

20. Gull, S., Ejaz, S., Ali, S., Ali, M. M., Sardar, H., Azam, M., Deng, H., Yousef, A. F., Alrefaei, A. F. & Almutairi, M. H. (2024). Xanthan gum-based edible coating effectively preserve postharvest quality of 'Gola'guava fruits by regulating physiological and biochemical processes. *BMC Plant Biol*, 24(1): 450 - 469.

21. Mohammadi, M., Rastegar, S. & Rohani, A. (2024). Enhancing Mexican lime (*Citrus aurantifolia* cv.) shelf life with innovative edible coatings: Xanthan gum edible coating enriched with *Spirulina platensis* and pomegranate seed oils. *BMC Plant Biol*, 24(1): 906 - 922.

22. Escamilla-García, M., Rodríguez-Hernández, M. J., Hernández-Hernández, H. M., Delgado-Sánchez, L. F., García-Almendárez, B. E., Amaro-Reyes, A. & Regalado-González, C. (2018). Effect of an edible coating based on chitosan and oxidized starch on shelf life of *Carica papaya* L. and its physicochemical and antimicrobial properties. *Coatings*, 8(9): 318 - 332.

23. Adetunji, C. O., Ogundare, M. O., Ogunkunle, A. T. J., & Adetunji, J. B. (2014). Effects of edible coatings from xanthum gum produced from *Xanthomonas campestris* pammel on the shelf life of *Carica papaya* linn fruits. *Asian J. Agric. Biol*, 2(1): 8-13.

24. Naveed, F., Nawaz, A., Ali, S. & Ejaz, S.

- (2024). Xanthan gum coating delays ripening and softening of jujube fruit by reducing oxidative stress and suppressing cell wall polysaccharides disassembly. *Postharvest Biol. Technol.*, 209, 112689.
25. Goulao, L. F. & Oliveira, C. M. (2008). Cell wall modifications during fruit ripening: When a fruit is not the fruit. *Trends Food Sci. Technol.*, 19(1): 4 - 25.
26. Gad, M. M. & Zagzog, O. A. (2017). Mixing xanthan gum and chitosan nano particles to form new coating for maintaining storage life and quality of elamamoura guava fruits. *Int. J. Curr. Microbiol.*, 6(11): 1582 - 1591.
27. Chen, S. & Nussinovitch, A. (2000). The role of xanthan gum in traditional coatings of easy peelers. *Food Hydrocoll.*, 14(4): 319 - 326.
28. Paull, R. E., Gross, K. & Qiu, Y. (1999). Changes in papaya cell walls during fruit ripening. *Postharvest Biol. Technol.*, 16(1): 79 - 89.
29. Allegra, A., Inglese, P., Gullo, G. & Sortino, G. (2022). Use of xanthan gum as edible coating to prolong shelf life of cactus pear fruit. *Acta Hort.*, 1343, 317 - 322.
30. Monzón-Ortega, K., Salvador-Figueroa, M., Gálvez-López, D., Rosas-Quijano, R., Ovando-Medina, I. & Vázquez-Ovando, A. (2018). Characterization of Aloe vera-chitosan composite films and their use for reducing the disease caused by fungi in papaya Maradol. *J Food Sci. Technol.*, 55, 4747 - 4757.
31. Lata, D., Aftab, M., Homa, F., Ahmad, M. S. & Siddiqui, M. W. (2018). Effect of eco-safe compounds on postharvest quality preservation of papaya (*Carica papaya* L.). *Acta Physiol. Plant.*, 40, 1 - 8.
32. dos Passos Braga, S., Magnani, M., Madruga, M. S., de Souza Galvão, M., de Medeiros, L. L., Batista, A. U. D., Dias, R. T. A., Fernandes, L. R., de Medeiros, E. S. & de Souza, E. L. (2020). Characterization of edible coatings formulated with chitosan and Mentha essential oils and their use to preserve papaya (*Carica papaya* L.). *Innov Food Sci Emerg Technol.*, 65, 102472.
33. Jain, S. K. & Mukherjee, S. (2011). Enhancing keeping quality of fruits in mango cv. Langra. *Ind J Hort.*, 68(1), 142 - 144.
34. Morais, D. R., Rotta, E. M., Sargi, S. C., Schmidt, E. M., Bonafe, E. G., Eberlin, M. N., Sawaya, A. C. & Visentainer, J. V. (2015). Antioxidant activity, phenolics and UPLC-ESI (-) MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. *Food Res Int.*, 77, 392 - 399.
35. Yoshikawa, M., Luo, W., Tanaka, G., Konishi, Y., Matsuura, H. & Takahashi, K. (2018). Wounding stress induces phenylalanine ammonia lyases, leading to the accumulation of phenylpropanoids in the model liverwort *Marchantia polymorpha*. *Phytochemistry*, 155, 30 - 36.
36. Gautam, A., Gill, P. P. S., Singh, N., Jawandha, S. K., Arora, R. & Singh, A. (2024). Composite coating of xanthan gum with sodium nitroprusside alleviates the quality deterioration in strawberry fruit. *Food Hydrocolloids*, 155, 110208.
37. Jones, W. W. & Kubota, H. (1940). Some chemical and respirational changes in the papaya fruit during ripening and the effects of cold storage on these changes. *Plant Physiol.*, 15(4), 711 - 717.
38. Khaliq, G., Mohamed, M. T. M., Ghazali, H. M., Ding, P. & Ali, A. (2016). Influence of gum arabic coating enriched with calcium chloride on physiological, biochemical and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit stored under low temperature stress. *Postharvest Biol. Technol.*, 111, 362 - 369.
39. Chukwuka, K., Iwuagwu, M. & Uka, U. (2013). Evaluation of nutritional components of *Carica papaya* L. at different stages of ripening. *J. Pharm. Biol. Sci.*, 6(4), 13 - 16.
40. Rong-yu, Z. & Yao-wen, H. (2003). Influence of hydroxypropyl methylcellulose edible coating on fresh-keeping and storability of tomato. *J Zhejiang Univ Sci.*, 4(1): 109 - 113.
41. Prasad, K., Sharma, R. R., Asrey, R., Sethi, S., Srivastav, M., Singh, D. & Arora, A. (2022).

Hydrocolloid edible coatings extend shelf life, reduce postharvest decay and maintain keeping quality of mango fruits (*Mangifera indica* L.) under ambient storage. *J Food Biochem*, 46(12): e14481.

42. Ayón-Reyna, L. E., González-Robles, A., Rendón-Maldonado, J. G., Báez-Flores, M. E., López-López, M. E. & Vega-García, M. O. (2017). Application of a hydrothermal-calcium chloride

treatment to inhibit postharvest anthracnose development in papaya. *Postharvest Biol. Technol*, 124, 85 - 90.

43. Parven, A., Sarker, M. R., Megharaj, M. & Meftaul, I. M. (2020). Prolonging the shelf life of Papaya (*Carica papaya* L.) using Aloe vera gel at ambient temperature. *Sci. Horti*, 265, 109228.

STUDY ON THE EFFECT OF XANTHAN GUM COATING ON THE CHANGES IN
SOME QUALITY PARAMETERS OF PAPAYA (*Carica papaya* L.) DURING
POSTHARVEST STORAGE

Nguyen Minh Trong¹, Nguyen Le Yen Nhi¹,

Quach Van Cao Thi¹, Nguyen Trung Truc¹

¹Vinh Long University of Technology Education

Abstract

This study was conducted to evaluate the impact of xanthan gum (XG)-based edible coatings on several quality parameters of papaya fruit (*Carica papaya* L.) during postharvest storage. The study investigated XG coatings at concentrations of 0.5%, 0.75%, 1.0% (w/v), along with structural stabilizing additives including Tween 80, CaCl₂ and glycerol. Results showed that the 0.5% XG concentration effectively reduced the rapid change in peel color, maintained fruit firmness, minimized weight loss, preserved total acidity and delayed the increase in total soluble solids, thereby extending the shelf life of papaya by 3 days compared to the control under ambient conditions. Additionally, the antioxidant activity on the fruit peel was enhanced, with total phenolic content 1.7 times higher and vitamin C content 1.5 times higher than the control. Furthermore, the 0.5% XG coating significantly reduced disease incidence by 33.33% and lowered the severity of disease symptoms by 1.6 times after 9 days of storage. This study highlights the potential of XG-based coatings in maintaining fruit quality during postharvest handling.

Keywords: *Carica papaya* L., phenolic, postharvest, Xanthan gum, vitamin C.

Ngày nhận bài: 3/4/2025

Ngày chuyển phản biện: 10/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 12/5/2025

Ngày duyệt đăng: 22/5/2025