

ĐẶC TÍNH CỦA MÀNG ĂN ĐƯỢC TỪ TINH BỘT KHOAI MÌ KẾT HỢP DỊCH NHA ĐAM VÀ ỨNG DỤNG TRONG BẢO QUẢN XOÀI SAU THU HOẠCH

Trần Thị Ngọc Châu¹, Lê Ngọc Ý Nhi¹,
Lê Ngọc Phương Vy¹, Đào Thị Mỹ Linh^{2,*}

¹Trường THPT Trần Phú, Thành phố Hồ Chí Minh

²Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: linhdtm@huit.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/8/2024; Ngày nhận bài sửa: 18/9/2024; Ngày chấp nhận đăng: 27/9/2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của màng được tạo ra từ sự kết hợp dịch nha đam và tinh bột khoai mì đến khả năng bảo quản xoài Cát Chu. Công thức màng được khảo sát với tỉ lệ nha đam bổ sung lần lượt là 0, 25, 50, 75% (v/v) thông qua việc đánh giá tính chất màng như độ dày, độ thấm hơi nước, độ trương nở, độ hòa tan, độ truyền suốt. Sau đó, nghiên cứu bảo quản xoài được thực hiện với công thức màng tốt nhất. Kết quả nghiên cứu cho thấy, màng tinh bột kết hợp 50% dịch nha đam (50 AV) có độ dày 0,188 mm, độ thấm hơi nước (WVP) 2,364 g.h⁻¹.m⁻², độ trương nở 89,44%, độ hòa tan 51,32%, độ truyền suốt 2,44% được lựa chọn để bảo quản xoài. Sau 10 ngày bảo quản, quả xoài có tỉ lệ hao hụt khối lượng là 10,47%, hàm lượng acid ascorbic là 82,10 mg.100 g⁻¹, chất rắn hòa tan là 23 °Bx. Những thay đổi về hình thái trong quá trình chín được theo dõi về mặt thị giác như các khuyết điểm, đốm đen, màu sắc vỏ của quả xoài 50 AV ít hơn quả xoài đối chứng trong suốt thời gian thử nghiệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng của việc ứng dụng màng bao thực phẩm gốc tinh bột có chứa nha đam là giải pháp bảo quản xoài Cát Chu sau thu hoạch có chi phí thấp, dễ thực hiện và mang hiệu quả cao.

Từ khóa: Bảo quản xoài, màng ăn được, nha đam, tinh bột.

1. MỞ ĐẦU

Trong số các mặt hàng thực phẩm trên toàn cầu, trái cây và rau củ được báo cáo có mức tổn thất sau thu hoạch cao nhất, dao động từ khoảng 28 - 55% tổng sản lượng và chiếm khoảng 750 tỉ đô la Mỹ mỗi năm [1]. Tại Việt Nam mức độ tổn thất trái cây và rau quả có thể lên đến 45%, cao hơn mức trung bình của Châu Á, gây ra những tổn thất nặng nề cho nền kinh tế và người nông dân [2]. Để giải quyết vấn đề này, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để phát triển các công nghệ hướng đến mục tiêu giảm thiểu tổn thất sau thu hoạch. Hiện nay, xoài Cát Chu của Việt Nam đã đáp ứng đủ các tiêu chuẩn chất lượng để xuất khẩu sang Nhật Bản. Đây là loại quả chứa chất dinh dưỡng thiết yếu như chất xơ, vitamin A, vitamin C, amino acid, khoáng chất và nhiều chất có hoạt tính sinh học như mangiferin, polyphenol, carotenoid và flavonoid tốt cho sức khỏe. Tuy nhiên, quả xoài là loại trái cây hô hấp có quá trình trao đổi chất sinh lý mạnh sau khi thu hoạch, dễ bị nhiễm khuẩn trong quá trình bảo quản và thường bị thối sau 7 - 9 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng [3]. Nhiều phương pháp sau thu hoạch khác nhau đã được áp dụng để bảo quản xoài như bảo quản lạnh, xử lý thủy nhiệt, tia cực tím, màng ăn được [4].

Trong các phương pháp được sử dụng hiện nay, bảo quản xoài bằng màng ăn được có nguồn gốc tự nhiên đem lại nhiều ưu điểm. Màng ăn được là một lớp vật liệu mỏng được phủ lên bề mặt sản phẩm bằng phương pháp nhúng, phun hay quét. Nhờ đó có thể tạo thành một lớp cản oxy, cản ẩm và sự xâm nhập của vi sinh vật từ bên ngoài [5]. Các nghiên cứu đã chứng minh rằng màng ăn được góp phần kéo dài thời hạn sử dụng của trái cây và rau quả tươi bằng cách hạn chế sự trao đổi khí giữa quả và môi

trường bên ngoài, hạn chế được quá trình hấp thụ khí oxy làm giảm cường độ hô hấp và sự sản sinh ethylene nên có thể trì hoãn được sự chín của quả [5, 6].

Màng ăn được có thể được làm từ nhiều loại vật liệu, gồm carbohydrate, protein, lipid hoặc hỗn hợp nhiều thành phần. Trong số các carbohydrate, tinh bột là nguyên liệu có nhiều tiềm năng ứng dụng cho màng ăn được nhờ các ưu điểm như sẵn có, giá cả hợp lý, khả năng phân hủy sinh học cao, an toàn cho sức khỏe và khả năng tạo màng tốt [7]. Mặc dù màng ăn được có nguồn gốc từ tinh bột có tính ưa nước làm cho màng có độ hòa tan trong nước cao và khả năng cản hơi nước kém nhưng chúng tạo thành rào cản khí hiệu quả [8, 9].

Một số nghiên cứu đã được thực hiện nhằm cải thiện các tính chất lý hóa và quang học của màng ăn được từ tinh bột bằng cách sử dụng dịch nha đam. Kết quả là màng từ tinh bột và nha đam có các giá trị độ tan trong nước và độ thấm hơi nước thấp hơn so với màng không kết hợp nha đam. Bên cạnh đó, màng ăn được kết hợp nha đam còn có khả năng kháng nấm và hạn chế sự giảm khối lượng của quả trong quá trình bảo quản [10].

Việt Nam là một trong những quốc gia hàng đầu thế giới về sản xuất và xuất khẩu khoai mì. Hàm lượng tinh bột trong khoai mì dao động từ 72,79% đến 84,23% [11] điều này tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình sản xuất tinh bột. Bên cạnh đó, thành phần dịch nha đam chứa các hợp chất polyphenol được chứng minh có khả năng kháng khuẩn cũng như kháng nấm hiệu quả. Vì vậy, xuất phát từ các vấn đề đã nêu trên, nghiên cứu sử dụng tinh bột khoai mì làm vật liệu nền, kết hợp với dịch nha đam và các phụ gia thích hợp nhằm đánh giá các tính chất lý hóa của màng ăn được đồng thời xác định khả năng kháng nấm và hiệu quả bảo quản của màng trên xoài.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Tinh bột khoai mì được mua từ Công ty Cổ phần bột thực phẩm Tài Ký, Việt Nam (độ ẩm $\leq 14\%$, hàm lượng tro tổng $\leq 0,2\%$).

Lá nha đam (AV) được thu mua tại cửa hàng Co.op Food, Tân Phú. Lá AV được chọn là những lá tươi, không hư hỏng, khối lượng mỗi lá khoảng 400 - 600 g.

Xoài Cát Chu được thu mua tại chợ Thống Nhất, quận Tân Phú, TP. Hồ Chí Minh. Các quả được chọn còn tươi, độ chín và kích thước đồng đều, khối lượng mỗi quả khoảng từ 300 - 350 g, không hư hỏng.

Các hóa chất khác bao gồm pectin, môi trường DRBC (dichloran rose bengal chloramphenicol) (Himedia, Ấn Độ), sorbitol (Nhật Bản), glycerol, acid gallic, Folin-Ciocalteu, iodine (Trung Quốc).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị dịch AV

Lá AV tươi được rửa sạch bằng nước cất. Phần lớp vỏ màu xanh được loại bỏ và phần gel bên trong được cắt thành từng miếng nhỏ, nghiền thành dung dịch keo. Thực hiện lọc qua khăn sữa và rây 0,25 mm để loại bỏ phần thịt, thu được dịch AV [12]. Một số tính chất của dịch nha đam được đánh giá như độ nhớt, pH, hàm lượng polyphenol tổng và khả năng kháng nấm.

2.2.2. Tạo màng ăn được

Hỗn hợp tinh bột khoai mì và pectin được bổ sung nước, thực hiện hồ hóa ở 80 °C, khuấy liên tục trong 20 phút. Sau đó bổ sung 10 mL sorbitol và glycerol, tiếp tục hồ hóa thêm 10 phút. Để nguội dung dịch đến 45 °C, sau đó thêm dịch AV vào hỗn hợp với các tỉ lệ khác nhau 0, 25, 50 và 75% (v/v), khuấy cho đồng nhất. Bốn nghiệm thức dung dịch tạo màng được chuẩn bị để thực hiện các khảo sát bao gồm 0 AV (không bổ sung dịch nha đam), 25 AV (bổ sung 25% dịch nha đam), 50 AV (bổ sung 50% dịch nha đam) và 75 AV (bổ sung 75% dịch nha đam). Sau khi tạo được dịch màng, 15 g dịch được đổ vào đĩa petri $\phi 90$ và để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng trong 72 giờ. Khuôn màng sau khô được bảo ở độ ẩm tương đối 52% trong bình hút ẩm, lớp màng sau khi khô được bóc ra và sử dụng để đánh giá tính chất màng [13].

2.2.3. Đánh giá hiệu quả bảo quản xoài của màng

Xoài được bảo quản bởi màng ăn được bằng phương pháp nhúng. Xoài được lựa chọn có độ chín đồng đều và không có khuyết tật. Xoài được rửa sạch và khử trùng bằng dung dịch sodium chloride 0,85%. Xoài được nhúng trong dịch màng sau đó để ở điều kiện thường trong 3 giờ và bảo quản ở nhiệt độ mát 24 °C trong 10 ngày. Trong thời gian bảo quản, kiểm tra bằng mắt được thực hiện ở ngày 5 và ngày 10 để xác định hình dạng quả và màu sắc. Song song đó, sự sụt giảm khối lượng quả, sự thay đổi tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TSS) và vitamin C cũng được theo dõi [13].

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Xác định độ nhớt, pH, chất rắn hòa tan

Độ nhớt được xác định bằng máy đo độ nhớt Brookfield Ametek (DV-1 viscometer).

Giá trị pH được xác định bằng máy đo pH/nhiệt độ để bàn Hanna HI2210-02.

Chất rắn hòa tan được xác định bằng khúc xạ kế cầm tay Atago ATC-1E (Atago, Nhật Bản).

2.3.2. Xác định hàm lượng polyphenol tổng

Các hợp chất phenolic của dịch AV được xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu. Đầu tiên, 1,0 mL dịch AV 10% (v/v) được trộn với 2,5 mL Folin-Ciocalteu. Hỗn hợp này được ủ ở nhiệt độ phòng trong 5 phút, sau đó tiếp tục thêm 2,0 mL sodium carbonate 7%. Hỗn hợp được tiếp tục ủ ở 50 °C trong 5 phút trước khi đo bằng máy quang phổ (Shimadzu UV - vis 1601, Nhật Bản) ở bước sóng 760 nm. Kết quả được biểu thị dưới dạng đương lượng của acid gallic trên 100 mL dịch AV (mg GA.100 mL⁻¹ AV) [14].

2.3.3. Xác định khả năng kháng Aspergillus niger

Thí nghiệm được thực hiện trên đĩa petri ϕ 90. Dịch AV (2% v/v) được trộn và đồng nhất với hỗn hợp môi trường DRBC đã khử trùng trước đó. Sau đó, cấy chấm điểm nấm mốc vào giữa đĩa petri. Đĩa petri đối chứng chỉ chứa môi trường DRBC mà không bổ sung dịch AV được thực hiện tương tự. Theo dõi sự phát triển của nấm trong 7 ngày. Sự ức chế tăng trưởng sợi nấm (mycelial growth inhibition, MGI) được tính toán theo phương trình 1 [15]:

$$MGI = \frac{DC-DO}{DC} \cdot 100 \quad (1)$$

Trong đó, DC (mm) là đường kính trung bình của nấm mốc trên các đĩa đối chứng và DO (mm) là đường kính trung bình của nấm mốc trong các đĩa chứa thành phần hoạt tính.

2.3.4. Xác định độ dày màng

Sử dụng thước đo độ dày điện tử 547-300 A có độ chính xác 0,01 mm. Độ dày màng được xác định trên năm vị trí ngẫu nhiên trên mỗi mẫu màng và tính giá trị trung bình.

2.3.5. Xác định độ thấm hơi nước (WVP)

Đậy kín màng lên đĩa petri chứa 20 g CaCl₂ khan, cân khối lượng của màng và đĩa petri. Các đĩa petri được đặt trong bình hút ẩm để ở nhiệt độ phòng. Sau 24 giờ, màng được cân xác định khối lượng thay đổi 8 lần sau mỗi giờ. WVP (g.h⁻¹.m⁻²) được tính theo phương trình 2 [16]:

$$WVP = \frac{x}{A} \quad (2)$$

với x là lượng nước thấm qua màng (g.h⁻¹), A là diện tích của màng (m²).

2.3.6. Xác định độ trương nở của màng

Mỗi mẫu màng được cắt thành 3 hình vuông (2,0 cm x 2,0 cm) và cân khối lượng (m₁), sau đó được chuyển vào các ống nghiệm chứa đầy 50 mL nước cất. Sau 24 giờ ngâm, mẫu được lấy ra khỏi

nước, dùng giấy thấm lau sạch nước thừa trên bề mặt màng và cân (m_2). Độ trương nở (%) được tính bằng phương trình 3 [17]:

$$\text{Độ trương nở} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\% \quad (3)$$

2.3.7. Xác định độ hòa tan trong nước

Mỗi mẫu màng được cắt miếng hình vuông (2,0 cm x 2,0 cm), sấy khô đến khối lượng không đổi ở 105 °C và cân khối lượng ban đầu. Sau đó, màng được ngâm trong các ống nghiệm chứa 50 mL nước cất. Sau 6 giờ ngâm trong nước, mẫu được sấy khô đến khối lượng không đổi ở 105 °C và cân lại khối lượng. Độ hòa tan trong nước được tính theo phương trình 4 [14]: $TSM = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (4)$

Trong đó, m_1 là khối lượng ban đầu của mẫu khô (g); m_2 là khối lượng mẫu khô sau khi thử độ hòa tan (g).

2.3.8. Xác định tính chất quang học của màng thông qua độ truyền suốt

Mỗi mẫu màng được cắt miếng hình chữ nhật (1,0 cm x 3,0 cm) và đo bằng máy quang phổ (Shimadzu UV – vis 1601, Nhật Bản). Độ truyền suốt được xác định theo phương trình 5 [13]:

$$\text{Transparency} = \log \left(\frac{\%T_{600}}{a} \right) \quad (5)$$

Trong đó, $\%T_{600}$ là % truyền qua ở 600 nm và a là độ dày màng (mm).

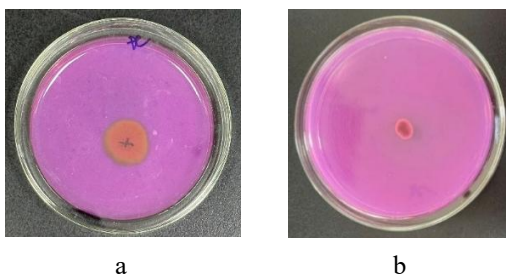
2.3.9. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm được lặp lại 3 lần, số liệu được ghi nhận và xử lý bằng phần mềm Excel và Statgraphics Plus cho Windows 5.1 để thực hiện phân tích thống kê dữ liệu thông qua phân tích phương sai (ANOVA). Sự khác biệt nhỏ nhất có ý nghĩa của Fisher (LSD) được sử dụng ở mức độ tin cậy 95%. Đồ thị được vẽ bằng phần mềm Origin 8.5.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng polyphenol tổng và khả năng kháng nấm của dịch AV

Hàm lượng polyphenol tổng của dịch AV được đánh giá thông qua giá trị mg GA.100 mL⁻¹. Dịch chiết AV chứa các hợp chất phenolic và các hợp chất có hoạt tính sinh học như flavonoid, terpenoid và lectin [18]. Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng tổng các hợp chất phenolic trong dịch AV là 9,29 mg GA.100 mL⁻¹. Sự hiện diện các hợp chất phenolic liên quan đến khả năng bảo quản thực phẩm của màng kết hợp AV. Các hợp chất polyphenolic là nguồn cần thiết cho các tác nhân oxy hóa, loại bỏ gốc tự do, bảo vệ các tổn thương của tế bào.



Hình 1. Nấm *Aspergillus niger* sau 7 ngày nuôi cấy trên môi trường DRBC (a) và môi trường DRBC bổ sung 2% dịch nha đam (b)

Dịch AV chứa các chất có hoạt tính sinh học nhất định nên có khả năng kháng nấm. Tốc độ tăng trưởng của nấm giảm khi có AV trong môi trường dinh dưỡng, điều này cho thấy tác dụng ức chế của nó đối với sự phát triển của nấm (Hình 1). Sau 7 ngày theo dõi, môi trường chứa dịch AV xuất hiện vòng kháng nấm có đường kính trung bình DO là $5,70 \pm 0,97$ mm (Bảng 1). Tuy nhiên, nấm phát triển

Đặc tính của màng ăn được từ tinh bột khoai mì kết hợp dịch nha đam và ứng dụng trong bảo quản xoài ...

trong môi trường dinh dưỡng có DC là $23,26 \pm 2,7$ mm, từ đó tính được hiệu quả kháng nấm đạt 75,56%. Các nghiên cứu trước đây cũng đã chứng minh dịch AV có thể làm giảm sự nảy mầm và phát triển của sợi nấm cũng như sự tồn tại của bào tử nấm *Aspergillus flavus*, *Fusarium oxysporum*, *Bipolaris spicifera* và *Curvularia hawaiiensis* [14]. Những kết quả này chỉ ra hoạt tính kháng nấm của gel AV và tiềm năng của nó khi ứng dụng trong các công thức màng phủ trái cây.

Bảng 1. Tính chất và khả năng kháng nấm của dịch nha đam

pH	Độ nhớt (cP)	Hàm lượng polyphenol tổng (mg GA.100 mL ⁻¹)	Đường kính kháng nấm (mm)	
			Không có dịch chiết	Có dịch chiết
$4,52 \pm 0,01$	$10,03 \pm 2,6$	$9,29 \pm 0,35$	$23,26 \pm 2,7$	$5,70 \pm 0,97$

3.2. Ảnh hưởng của dịch AV đến tính chất vật lý của màng

Việc bổ sung dịch AV làm thay đổi độ nhớt và pH của dịch phủ màng (Bảng 2). Quan sát thấy độ pH tăng nhẹ từ 3,41 đến 3,51, trong khi đó độ nhớt của dịch phủ giảm từ 1486,3 cP xuống 196,8 cP khi tăng hàm lượng AV trong dung dịch màng. Nguyên nhân độ nhớt giảm khi tăng tỉ lệ dịch nha đam là do nha đam chứa nhiều hệ enzyme trong đó có amylase có tác dụng thủy phân tinh bột làm giảm độ nhớt của dịch màng [19].

Bảng 2. Giá trị pH và độ nhớt của dung dịch AV và dịch phủ quả

Loại dung dịch	pH	Độ nhớt (cP)
Dịch nha đam	$4,52 \pm 0,01^e$	$10,03 \pm 2,6^a$
0 AV	$3,41 \pm 0,01^a$	$1486,3 \pm 6,1^e$
25 AV	$3,43 \pm 0,01^b$	$427,5 \pm 7,2^d$
50 AV	$3,45 \pm 0,01^c$	$325,2 \pm 5,8^c$
75 AV	$3,51 \pm 0,01^d$	$196,8 \pm 6,7^b$

abcde Các chữ cái giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Các giá trị trung bình thể hiện tính chất vật lý của màng được thể hiện trong Bảng 3. Độ dày màng là thông số quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến độ bền cơ học, tính thấm hơi nước, độ truyền ánh sáng, độ trương của màng. Quan sát thấy việc bổ sung dịch AV làm tăng độ dày của màng từ 0,146 mm đến 0,218 mm với sự gia tăng thể tích dịch AV. Lớp màng có thể được coi là màng thực phẩm vì nó có độ dày $< 0,25$ mm [20]. Việc bổ sung lượng dịch chiết AV vào dung dịch tạo màng đã làm tăng hàm lượng chất rắn hòa tan trong màng, làm tăng độ dày [14, 20].

Bảng 3. Tính chất màng có tỉ lệ dịch nha đam khác nhau

Loại màng	Độ dày (mm)	WVP (g.h ⁻¹ .m ⁻²)	Độ hòa tan (%)	Độ trương nở (%)	Độ truyền suốt (%)
0 AV	$0,146 \pm 0,015^a$	$4,414 \pm 1,840^b$	$66,82 \pm 4,18^c$	$90,07 \pm 0,23^b$	$2,75 \pm 0,07^d$
25 AV	$0,152 \pm 0,015^a$	$3,187 \pm 0,182^{ab}$	$56,21 \pm 7,23^b$	$89,76 \pm 0,77^b$	$2,64 \pm 0,08^c$
50 AV	$0,188 \pm 0,019^b$	$2,364 \pm 0,969^a$	$51,32 \pm 5,65^b$	$89,44 \pm 0,43^b$	$2,44 \pm 0,04^b$
75 AV	$0,218 \pm 0,024^c$	$1,940 \pm 0,520^a$	$34,73 \pm 1,78^a$	$83,53 \pm 0,90^a$	$2,03 \pm 0,02^a$

abcd Các chữ cái giống nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Độ thấm hơi nước của màng ở Bảng 3 cho thấy việc bổ sung AV có thể làm giảm WVP từ 4,414 g.h⁻¹.m⁻² xuống 1,940 g.h⁻¹.m⁻². Dịch AV có mặt trong màng tinh bột làm tăng tương tác giữa các thành phần AV và các phân tử tinh bột, làm giảm khả năng sử dụng các nhóm ưa nước trong tinh bột tương tác với nước và cuối cùng là làm giảm WVP của màng [10]. Các kết quả tương tự cũng được công bố trong nghiên cứu của Toro và cộng sự, bổ sung AV vào màng tinh bột làm giảm tính thấm hơi nước của màng [15]. Ngoài ra, Pinzon và cộng sự cũng nhận thấy gel AV có thể làm giảm giá trị WSP của màng

tinh bột chitosan [12].

Độ hòa tan trong nước của màng ăn được cho thấy tính toàn vẹn của màng trong môi trường nước, giá trị độ hòa tan cao cho thấy khả năng chống nước thấp. Bảng 3 thể hiện các giá trị độ hòa tan trong nước ở nhiệt độ phòng đối với các màng khác nhau. Độ hòa tan của màng giảm khi tăng hàm lượng AV. Điều này có thể giải thích là do dịch AV chứa các thành phần như polysaccharides và hợp chất phenolic bị giữ trong mạng lưới tinh bột, tạo thành vùng kỵ nước làm tăng tương tác tinh bột-glycerol, do đó làm giảm độ tan. [21, 22] Màng có hàm lượng AV thấp có thể ứng dụng làm màng gói kẹo, vì chúng dễ tan. Ngược lại màng có hàm lượng AV cao có thể ứng dụng để bảo quản thực phẩm có hàm lượng nước cao [21].

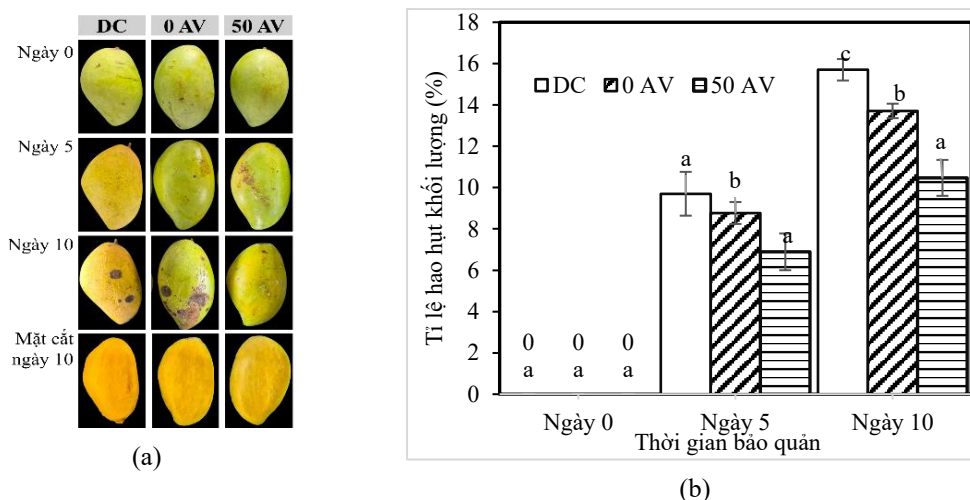
Độ trương nở thấp sẽ giúp màng ăn được không có sự thay đổi khi sử dụng cho thực phẩm có hàm lượng nước cao. Màng ăn được có độ trương nở thấp đóng vai trò là một rào cản có chọn lọc để ức chế sự chuyển khí, nước hơi và vật liệu hòa tan trong quá trình bảo vệ cơ học sản phẩm thực phẩm. Kết quả cho thấy độ trương nở của màng có sự giảm nhẹ khi tăng hàm lượng AV. Có thể giải thích do các nhóm hydroxyl của tinh bột tương tác với dịch AV thông qua liên kết hydrogen, làm tăng sự tương tác giữa tinh bột và AV. Việc hình thành các liên kết này ngăn chặn các phân tử nước tương tác với tinh bột và giảm độ trương nở [23].

Giá trị độ truyền suốt của màng thay đổi khi kết hợp với dịch AV. Theo kết quả Bảng 3, việc kết hợp dịch AV làm giá trị độ truyền suốt của màng giảm từ 2,76% đến 2,03% khi tăng hàm lượng (v/v) dịch chiết AV. Sự thay đổi độ truyền suốt do bổ sung AV có thể do dịch nha đam sử dụng trong thí nghiệm này có chứa anthraquinone trong lớp nhựa (nằm giữa phần vỏ và phần thịt nha đam phía bên trong). Anthraquinone là các hợp chất nhạy cảm với không khí và ánh sáng, do đó xảy ra quá trình oxy hóa làm dịch màng có màu sẫm hơn [24]. Độ truyền suốt của màng giảm có thể hạn chế sự hư hỏng của thực phẩm do phản ứng oxy hóa quang [14].

3.3 Khả năng bảo quản xoài của màng

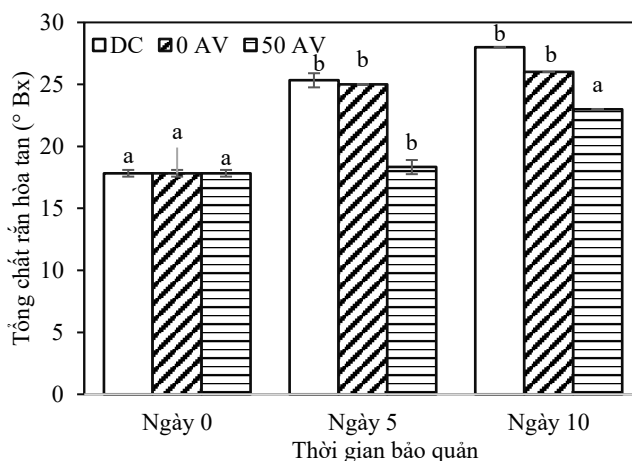
Hình thái bên ngoài là yếu tố quan trọng để đánh giá chất lượng của sản phẩm. Vỏ của quả xoài đang phát triển có lục lạc chứa sắc tố diệp lục màu xanh lá. Carotenoid là sắc tố có màu vàng và cam, có lượng tương đối lớn trong vỏ và phần giữa của quả xoài chín. Trong quá trình chín và trưởng thành của xoài có sự chuyển đổi lục lạc chứa diệp lục thành carotenoid [25]. Hình 2 (a) cho thấy có sự khác biệt đáng kể về độ chín của xoài được phủ màng với xoài đối chứng (không phủ màng), xoài được phủ dịch 50 AV giữ được tính toàn vẹn của quả khi được lưu trữ đến 10 ngày ở 24 °C. Ngược lại, với mẫu xoài đối chứng (DC) có xu hướng chuyển sang màu vàng, xuất hiện các đốm đen sau 10 ngày bảo quản, quả được phủ màng không chứa dịch AV (0 AV) vẫn duy trì được màu xanh, nhưng cũng xuất hiện các đốm đen trên vỏ quả và phần thịt đã xuất hiện dấu hiệu chín. Việc quả phủ màng chứa 50% dịch AV (50 AV) vẫn duy trì về mặt cảm quan là do khả năng hình thành rào cản và hoạt động kháng khuẩn và chống oxy hóa của màng [26].

Đánh giá mức độ hao hụt khối lượng của mẫu xoài DC, 0 AV, 50 AV được thể hiện trong Hình 2 (b). Tỷ lệ hao hụt khối lượng của quả tăng lên theo thời gian bảo quản cho tất cả các nghiệm thức. Tuy nhiên, mức độ giảm khối lượng của mẫu đối chứng là 15,7%, cao hơn so với các nghiệm thức khác. Mẫu phủ 50 AV có tỷ lệ hao hụt khối lượng thấp nhất (10,46%) sau 10 ngày bảo quản ở 24 °C. Theo nghiên cứu của Marwa và Mohamed cho thấy quả tầm bóp (*physalis*) phủ AV có giá trị hao hụt khối lượng thấp nhất là 15,44%, trong khi đó, tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu đối chứng đến 26,80% sau 10 ngày [10]. Hiện tượng hao hụt khối lượng khi trái cây chín là một quá trình tự nhiên xảy ra trong suốt quá trình chín của trái cây (do ba yếu tố hô hấp, thoát hơi nước và chuyển hóa chất hữu cơ). Vì vậy, yếu tố cần thiết khi bảo quản trái cây là giảm độ hao hụt khối lượng quả để làm chậm quá trình chín. Theo Morillon và cộng sự, nguyên nhân chính làm giảm khối lượng của quả là do sự di chuyển nước từ quả ra môi trường trong quá trình bảo quản. Cơ chế thiết yếu làm giảm khối lượng là sự bay hơi nước của quả. Cơ chế này dựa trên đặc tính hút ẩm của màng, màng cần có khả năng hút ẩm kém để hình thành rào cản khuếch tán nước giữa quả và môi trường để tránh sự truyền nước ra bên ngoài [27]. Từ kết quả trước đó, nhận thấy màng 50 AV có WVP thấp hơn nên có thể đây là nguyên nhân làm giảm tỷ lệ hao hụt khối lượng của quả được phủ màng.



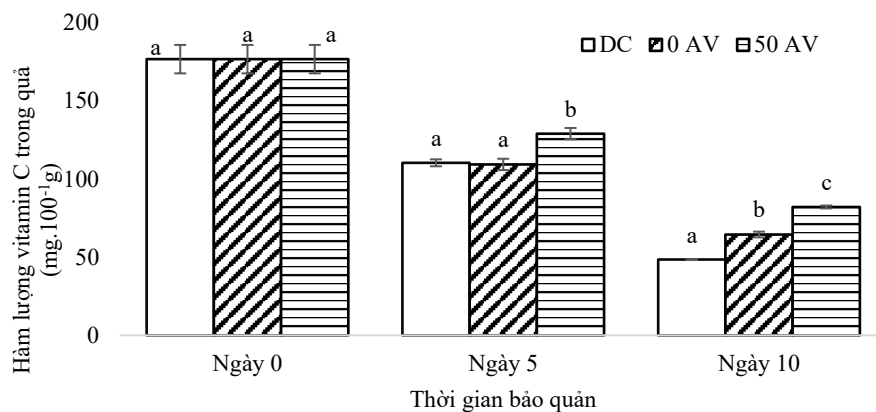
Hình 2. (a) Hình ảnh thực tế và (b) sự hao hụt khối lượng theo thời gian bảo quản. DC (mẫu đối chứng xoài không phủ), 0 AV (mẫu phủ màng không chứa dịch AV), 50 AV (mẫu phủ màng chứa 50% dịch AV v/v)

Sự biến động về chất rắn hòa tan và hàm lượng nước là do các phản ứng trao đổi chất xảy ra trong quá trình chín của quả. Do đó, việc đánh giá tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TSS) trong thời gian bảo quản rất quan trọng để xác định chất lượng và độ chín của quả để phục vụ chế biến. Kết quả khảo sát TSS của các mẫu xoài theo thời gian bảo quản trình bày trong Hình 3 cho thấy có sự khác biệt đáng kể giữa tất cả các mẫu được thử nghiệm. Thời gian bảo quản tỉ lệ thuận với tổng hàm lượng chất rắn hòa tan. Việc sử dụng màng 50 AV giúp tăng cường khả năng bảo vệ quả xoài, có thể làm giảm sự thay đổi TSS, tăng 5,17 °Bx vào ngày thứ 10. Mẫu 0 AV do có màng tinh bột bao phủ nên phần nào hạn chế sự thay đổi TSS, tăng 8,17 °Bx vào ngày thứ 10. Mặt khác, mẫu DC ghi nhận tỉ lệ TSS cao nhất trong tất cả các giai đoạn bảo quản. TSS lần lượt là 25,3 °Bx và 28 °Bx sau 5 và 10 ngày (tăng 10,17 °Bx vào ngày thứ 10). Kết quả thu được cũng tương tự công bố của Sharmin và cộng sự, TSS của quả đu đủ phủ AV có ít thay đổi nhất trong khi đó quả đối chứng ghi nhận kết quả thay đổi là cao nhất [28]. Sự gia tăng TSS xảy ra khi quả chín do quá trình chuyển hóa sinh học của sucrose thành glucose tăng lên, kèm theo sự mất nước của quả [29]. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng màng ăn được có thể kiểm soát hơi nước và các khí khác, chẳng hạn như độ thấm O₂ và CO₂ từ quả ra bên ngoài. Các khí này chủ yếu là sản phẩm của quá trình phân hủy đường trong quá trình bảo quản và việc sử dụng màng ăn được có thể làm chậm quá trình phân hủy, dẫn đến giá trị TSS tăng ít hơn đối với quả được phủ màng [30].



Hình 3. Tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (°Bx) của các mẫu theo thời gian bảo quản. DC (mẫu đối chứng không phủ màng), 0 AV (mẫu phủ màng không chứa dịch AV), 50 AV (mẫu phủ màng chứa 50% dịch AV v/v) trong thời gian bảo quản.

Quả xoài được phủ AV có hàm lượng vitamin C cao hơn quả xoài DC. Hàm lượng vitamin C ngày đầu tiên là 176,66 mg.100 g⁻¹, sau 10 ngày bảo quản hàm lượng vitamin C ghi nhận ở các mẫu DC, 0 AV và 50 AV lần lượt là 48,4; 64,5 và 82,1 mg.100 g⁻¹ (Hình 4). Hàm lượng vitamin C giảm theo thời gian bảo quản là do quá trình oxy hóa acid ascorbic thành acid dehydroascorbic bởi enzyme ascorbic oxidase. Màng AV có hiệu quả trong việc giảm thất thoát acid ascorbic trong điều kiện bảo quản [28]



Hình 4. Hàm lượng vitamin C (mg.100g⁻¹) của các mẫu theo thời gian bảo quản. DC (mẫu đối chứng xoài không phủ), 0 AV (mẫu phủ màng không chứa dịch AV), 50 AV (mẫu phủ màng chứa 50% dịch AV v/v).

Như vậy, qua các kết quả thu được trong quá trình bảo quản cho thấy màng tinh bột/AV có hiệu quả ngăn cản sự thoát hơi nước từ xoài. Thêm vào đó, các nghiên cứu đã chứng minh dịch chiết AV chứa các chất chống oxy hóa và kháng nấm, vì vậy có thể mở ra hướng nghiên cứu màng bao trên trái cây cắt lát tiện dùng có thời gian bảo quản dài hơn [10, 28, 30].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu được thực hiện nhằm kiểm tra tính hiệu quả trong bảo quản xoài Cát Chu của màng được tạo ra từ polymer có nguồn gốc thiên nhiên kết hợp với dịch nha đam. Trong nghiên cứu này, màng ăn được có hàm lượng 50% nha đam, 3,5% tinh bột sắn, 1,5% pectin, 2,5% glycerol và 2% sorbitol cho thấy tiềm năng trong việc bảo quản quả xoài trong 10 ngày. Độ dày của màng và màng ăn được thường nhỏ hơn 0,25 mm, màng thu được trong nghiên cứu này đều < 0,25 mm, vì vậy màng AV ăn được có thể ứng dụng làm màng bao thực phẩm. Màng AV tạo ra rào cản giúp giảm hao hụt khối lượng, giảm sự thay đổi hàm lượng chất rắn hòa tan và hàm lượng vitamin C. Bên cạnh đó, hình thái vỏ quả vẫn giữ được tính toàn vẹn sau 10 ngày nên nghiên cứu có thể kéo dài thời gian để chứng minh tiềm năng của AV trong việc bảo quản trái cây.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] E. M. Karoney, T. Molelekoa, M. Bill, N. Siyoum, and L. Korsten, "Global research network analysis of fresh produce postharvest technology: Innovative trends for loss reduction," *Postharvest Biology and Technology*, vol. 208, pp. 112-642, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112642>.
- [2] T. T. T. Tiên, P. M. Hạnh, T. C. Hiếu, and L. T. T. Nhi, "Khảo sát khả năng bảo quản trái cây của màng cellulose vi khuẩn tằm chitosan," *Kỷ yếu Hội nghị Công nghệ Sinh học Toàn quốc*, pp. 326-332, 2020.
- [3] B. Xu and S. Wu, "Preservation of mango fruit quality using fucoidan coatings," *LWT*, vol. 143, pp. 111-150, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111150>
- [4] Moreno-Hernández C.L., Zambrano-Zaragoza M.L., González-Estrada R.R., Velázquez-Estrada R.M., Sánchez-Burgos J.A., and Gutierrez, "Recent advances for postharvest protection and

- preservation of mango fruit: A review.” *Food Research* vol. 8, pp. 322-332, 2024, doi: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(2\).105](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(2).105)
- [5] V. Falguera, J. P. Quintero, A. Jiménez, J. A. Muñoz, and A. Ibarz, “Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use.” *Trends in Food Science & Technology* vol. 22, pp. 292-303, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>
- [6] C. Mellinas, A. Valdés, M. Ramos, N. Burgos, M. del C. Garrigós, A. Jiménez, “Active edible films: Current state and future trends,” *Journal of Applied Polymer Science* vol. 133, pp. 42631, 2016, doi: <https://doi.org/10.1002/app.42631>
- [7] U. Shah U, F. Naqash F, A. Gani A, and F.A. Masoodi, “Art and science behind modified starch edible films and coatings: A Review,” *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 15, pp. 568-580, 2016, doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12197>
- [8] C.A. Campos, L.N. Gerschenson, and S.K. Flores, “Development of edible films and coatings with antimicrobial activity,” *Food and Bioprocess Technology*, vol. 4, pp. 849-875, 2010, doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0434-1>
- [9] A. Jiménez, M. J. Fabra, P. Talens, and A. Chiralt, “Edible and Biodegradable Starch Films: A Review,” *Food and Bioprocess Technology*, vol. 5, pp. 2058–2076, 2012, doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0835-4>
- [10] M. R. Ali and M. E. Abdel-Aziz, “Application of edible film and coating based on aloe vera gel for preservation of physicochemical properties of physalis peruviana L. fruits,” *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 11, pp. 1-6, 2021, doi: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.1574>
- [11] C. Koko, B. Kouame, E. Assidjo, and G. Amani, “Characterization and utilization of fermented cassava flour in breadmaking and placali preparation,” *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 8, pp. 2478-2493, 2014, doi: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.11>
- [12] M.I. Pinzon, O.R. Garcia, and C.C. Villa, “The influence of Aloe vera gel incorporation on the physicochemical and mechanical properties of banana starch-chitosan edible films,” *Journal of the Science of Food and Agriculture* vol. 98, pp. 4042-4049, 2018, doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8915>
- [13] N. T. Q. Mai, Đ. T. M. Linh, N. T. M. Cát, T. T. M. Ngọc, and T. N. T. Nhi, “Nghiên cứu đặc tính của màng ăn được từ tinh bột khoai mì và pectin kết hợp cao chiết lá trà không,” *Kỹ yếu Hội nghị Công nghệ Sinh học Toàn quốc*, pp. 651–657, 2022.
- [14] V.D. Medeiros Silva, M.C. Coutinho Maced, C.G. Rodrigues, A. Neris dos Santos, A.C. de Freitas e Loyola, and C.A. Fante, “Biodegradable edible films of ripe banana peel and starch enriched with extract of *Eriobotrya japonica* leaves,” *Food Bioscience*, vol. 38, pp. 100750, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100750>
- [15] R. Ortega-Toro, S. Collazo-Bigliardi, J. Roselló, P. Santamarina, and A Chiralt, “Antifungal starch-based edible films containing aloe vera,” *Food Hydrocolloids* vol. 72, pp. 1-10, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.05.023>
- [16] ASTM E 95-96, “Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials,” Annual Books of ASTM Standards vol. 552, pp. 785-792, 1995.
- [17] R. Suriyatem, R.A. Auras, and P. Rachtanapun, “Improvement of mechanical properties and thermal stability of biodegradable rice starch-based films blended with carboxymethyl chitosan.” *Industrial Crops and Products* vol. 122, pp. 37-48, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.047>
- [18] M. D. Boudreau and F. A. Beland, “An evaluation of the biological and toxicological properties of *Aloe barbadensis* (miller), *Aloe vera*,”. *Journal of Environmental Science and Health, Part C* vol. 24, pp. 103-154, 2006, doi: <https://doi.org/10.1080/10590500600614303>
- [19] A.L. Ferry, J. Hort, J.R. Mitchell, S. Lagarrigue, anh B.V. Pamies, “Effect of amylase activity on starch paste viscosity and its implications for flavor perception,” *Journal of Texture Studies*, vol. 35, pp. 551-524, 2024, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2004.35503.x>

- [20] M.W. Apriliyani, P. Purwadi, A. Manab, M.W. Apriliyanti, and A.D. Ikhwan, "Characteristics of moisture content, swelling, opacity and transparency with addition chitosan as edible films/coating base on casein," *Advance Journal of Food Science and Technology*, vol. 18, pp. 9-14, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.19026/ajfst.18.6041>
- [21] T.J.Gutiérrez and K. Álvarez, "Physico-chemical properties and in vitro digestibility of edible films made from plantain flour with added Aloe vera gel," *Journal of Functional Foods*, vol. 26 pp. 750-762, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.08.054>
- [22] H.Almasi, B.Ghanbarzadeh, and A.A. Entezami, "Physicochemical properties of starch-CMC-nanoclay biodegradable films," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 46, pp. 1-5, 2010, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2009.10.001>
- [23] Vessa Kola, "Plant Extracts as Additives in Biodegradable Films and Coatings in Active Food Packaging: Effects and Applications," *Universidade do Algarve (Portugal) ProQuest Dissertations & Theses*, 2020.
- [24] S. Khoshgozaran-Abras, M.H. Azizi, Z. Hamidy, and N. Bagheripoor-Fallah, "Mechanical, physicochemical and color properties of chitosan based-films as a function of Aloe vera gel incorporation," *Carbohydrate Polymers*, vol. 87, pp. 2058-2062, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.10.020>
- [25] E.M. Yahia, J. de J. Ornelas-Paz, J.K. Brecht, P. García-Solís, and M. E. Maldonado Celis, "The contribution of mango fruit (*Mangifera indica* L.) to human nutrition and health," *Arabian Journal of Chemistry*, vol. 16, pp. 1-27, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104860>
- [26] N.T.Thuong, P.T.B Trần, "Ảnh hưởng của quá trình tiền xử lý và phủ màng bằng chitosan đến hiệu quả bảo quản Xoài Tứ quý sau thu hoạch. Tạp chí Khoa học và Công nghệ," *Đại học Nguyễn Tất Thành* vol. 7, pp. 7-81, 2023, doi: <https://doi.org/10.55401/5jk5nr66>
- [27] V. Morillon, F. Debeaufort, G. Blond, M. Capelle, and A. Voilley, "Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: A review," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 42, pp. 67-89, 2002, doi: <https://doi.org/10.1080/10408690290825466>
- [28] M.R. Sharmin, M.N. Islam, and M.A. Alim, "Shelf-life enhancement of papaya with aloe vera gel coating at ambient temperature," *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, vol. 13, pp. 131-136, 2015, doi: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.211230>
- [29] C.T. Filgueiras, F.M. Fakhouri, V.A. Santos Garcia, J.I. Velasco, G.F. Nogueira, L.R. Silva, and R.A. Oliveira, "Effect of adding red propolis to edible biodegradable protein films for coating grapes: Shelf life and sensory analysis," *Polymers (Basel)*, vol. 16, pp. 888, 2024, doi: <https://doi.org/10.3390/polym16070888>
- [30] J.P. Arrubla Vélez, G.E. Guerrero Álvarez, M.C. Vargas Soto, N. Cardona Hurtado, M.I. Pinzón, and C.C. Villa, "Aloe vera gel edible coating for shelf life and antioxidant proprieties preservation of andean blackberry," *Processes* vol. 9, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/pr9060999>

ABSTRACT

CHARACTERISTICS OF TAPIOCA-STARCH EDIBLE FILMS WITH ALOE VERA EXTRACT TO PRESERVE MANGOES

Tran Thi Ngoc Chau¹, Le Ngoc Y Nhi¹, Le Ngoc Phuong Vy¹, Dao Thi My Linh^{2,*}

¹*Tran Phu High School, Ho Chi Minh City*

²*Ho Chi Minh City University of Industry and Trade*

*Email: linhdtm@huit.edu.vn

This study was conducted to evaluate the effects of aloe vera gel (AV) with starch coating on the preservation efficiency of "Cat Chu" mango. The food coating solutions were prepared with different percentages of aloe vera juice including 0, 25, 50, and 75% (v/v), to evaluate the physicochemical

properties such as thickness, water vapor permeability (WVP), swelling, water solubility and transparency of edible films. Then, The optimal edible film formulation was used to preserve mango. The results showed that starch films mixed with 50% aloe vera juice (50 AV) with a film thickness of 0,188 mm, WVP of 2.364 g.h⁻¹.m⁻², swelling of 89,44%, water solubility of 51,32% and transparency of 2,44% were selected for preservation of mango. After 10 days of storage, the mango coated with starch films containing 50% aloe vera (50 AV) had a weight loss rate of 10,47%, the acid ascorbic content was 82,10 mg.100 g⁻¹, the soluble solid content was 23 °Bx. Morphological changes during fruit ripening were visually monitored as imperfections, black spots, and changes in the skin, which showed the mango 50AV less variation than the control mango over the experimental time. Therefore, the application of starch-based edible films containing Aloe vera as a method for the post-harvest preservation of Cat Chu mango represents a cost-effective and practical strategy.

Keywords: Mango preservation, edible coating, aloe vera, starch.