

DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.085

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BAO MÀNG TRONG BẢO QUẢN TRÁI CÂY NHIỆT ĐỚI

Hoàng Quang Bình^{1*}, Nguyễn Quang Trà², Trịnh Ngọc Thảo Ngân² và Lê Trung Thiên²

¹Viện Kỹ thuật Công nghệ cao Nguyễn Tất Thành, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

²Khoa Công nghệ Hóa học và Thực phẩm, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Hoàng Quang Bình (email: hqbinh@ntt.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 27/12/2021

Ngày nhận bài sửa: 29/01/2022

Ngày duyệt đăng: 07/02/2022

Title:

Utilization of edible coating for preservation of tropical fruits

Từ khóa:

Bảo quản, sau thu hoạch, bao màng, màng sinh học, trái cây

Keywords:

Biofilm, coating, post harvest, tropical fruit, storage

ABSTRACT

The factors such as microorganisms, ripening, and respiration can deteriorate the quality and quantity of fresh fruit after harvest if it is not stored in a suitable condition. The edible coating technique is one of the effective solutions for post-harvest fruit preservation, its mechanism seems like a semi-permeable membrane covering the surface of the peel and control the exchange of water and gas between the environment and fruit, as well as prevent the attack of harmful microorganisms. Coating treatment can be applied to preserve many tropical fruits to prolong their shelf life, maintain good organoleptic quality as well as biological compounds. Within the scope of this article, the characteristics of biofilm as well as its effectiveness in postharvest fruit preservation had been described.

TÓM TẮT

Các yếu tố như vi sinh vật, quá trình chín sinh lý và hô hấp có thể làm giảm chất lượng của trái cây sau thu hoạch nếu không được bảo quản thích hợp. Kỹ thuật bao màng là một trong những giải pháp hiệu quả cho bảo quản trái cây sau thu hoạch, lớp màng bao phủ trên bề mặt vỏ trái cây có vai trò như một lớp màng bán thấm giúp kiểm soát sự trao đổi hơi nước, không khí giữa môi trường và trái cây, cũng như hạn chế sự tấn công của vi sinh vật gây hại. Xử lý bao màng có thể ứng dụng cho bảo quản nhiều loại trái cây nhiệt đới giúp kéo dài thời gian sử dụng, duy trì tốt chất lượng cảm quan cũng như các hợp chất sinh học cho trái cây sau thu hoạch. Trong phạm vi của bài viết này, đặc điểm của màng bao sinh học cũng như hiệu quả của nó trong bảo quản trái cây sau thu hoạch đã được đề cập.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thịt quả trái cây chứa các hợp chất như vitamin, chất vi lượng, chất chống oxy hóa, chất xơ; các hợp chất này giúp giảm các bệnh có liên qua đến đường ruột, viêm, ung thư, tim mạch, oxy hóa gốc tự do (Oguntibeju et al., 2013). Song song đó, trái cây tươi còn được người tiêu dùng ưa thích sử dụng

do khả năng tiện dụng với thời gian chế biến ít, hương vị thơm ngon, đa dạng. Hiện nay, trái cây xuất hiện hầu hết trong các sản phẩm thực phẩm như: cắt tươi, mứt, bánh ngọt, nước trái cây, sữa chua, kem. Như vậy, có thể nói trái cây đóng vai trò quan trọng trong cuộc sống của con người.

Lâu nay, một trong những mặt hạn chế lớn trong việc sử dụng trái cây tươi là nó rất dễ hỏng trong quá trình thu hoạch và sử dụng bởi các tác nhân như vi khuẩn, côn trùng, hô hấp, sự chín trái, thoát hơi nước và các va đập vật lý. Trái cây vẫn tiếp tục hô hấp ngay cả sau khi thu hoạch và xuyên suốt quá trình bảo quản, điều này dẫn đến sự biến đổi không mong muốn về chất lượng cảm quan, cũng như giá trị dinh dưỡng và sự hao hụt khối lượng của sản phẩm khi đến tay của người tiêu dùng (Ziv & Fallik, 2021). Hiện nay, có nhiều phương pháp bảo quản sau thu hoạch với nhiều cơ chế khác nhau nhằm gia tăng thời hạn sử dụng của trái cây như hiệu chỉnh nhiệt độ bảo quản, thay đổi nồng độ không khí, chiếu xạ, xử lý ozone, xử lý chitosan, xử lý tinh dầu. Công nghệ sử dụng các loại màng bao ăn được có nguồn gốc từ protein, polysaccharide, lipid bao phủ trái cây đã và đang nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học và doanh nghiệp do hiệu quả tốt trong bảo quản trái cây (Ziv & Fallik, 2021). Tuy nhiên, các bài viết đề cập về công nghệ này vẫn còn khá hạn chế trong nước. Bài viết này được thực hiện nhằm cung cấp cho người đọc thông tin tổng quan về đặc điểm, cách sử dụng của các loại màng bao ăn được, cũng như hiệu quả của phương pháp bao màng trong xử lý bảo quản sau thu hoạch trái cây.

2. ĐẶC ĐIỂM HÓA LÝ CỦA MÀNG BAO

2.1. Định nghĩa màng bao

Màng phủ là các lớp vật liệu mỏng được phủ lên bề mặt trái cây để bổ sung hoặc thay thế cho lớp phủ sáp bảo vệ tự nhiên. Lớp màng này có vai trò như một lớp màng bán thấm giúp kiểm soát quá trình truyền ẩm, trao đổi khí và hô hấp cũng như để giảm các rối loạn sinh lý, sinh hóa trên trái cây tươi. Ngoài ra, lớp phủ ăn được cho trái cây không ảnh hưởng đến chất lượng của chúng về mặt cảm quan cũng như trải nghiệm của người tiêu dùng trong thời gian sử dụng sản phẩm. Hiện nay, các vật liệu bao màng đã và đang được nghiên cứu rất nhiều và có nguồn gốc đa dạng. Theo nguồn gốc mà màng bao được chia ra làm ba nhóm gồm: (a) màng bao dựa trên polysaccharide: chitosan, tinh bột, alginate, cellulose, pullulan, carrageenan, ... ; (b) màng bao dựa trên protein: zein, gluten, đậu nành, đậu phộng, collagen, casein, whey protein, ... ; và (c) màng bao dựa trên lipid: sáp, dầu dừa (Dahll, 2013; Jung, 2014). Để gia tăng hiệu quả bảo quản thực phẩm, màng bao có thể được tạo thành bởi sự phối hợp giữa các loại vật liệu khác nhau hoặc tiến hành bao phủ nhiều lớp trên bề mặt thực phẩm. Phương pháp này giúp kết hợp các đặc tính có lợi của từng loại polymer để tạo ra một lớp màng đặc biệt. Một số màng bao được dùng

trong bao gói thực phẩm được trình bày trong Bảng 1.

2.2. Yêu cầu chung đối với màng bao

Một vật liệu được sử dụng để phủ trái cây không chứa chất độc hại, dị ứng và các thành phần không tiêu hóa. Ngoài ra, màng bao phải được sản xuất dễ dàng, thân thiện với môi trường và khả thi về mặt kinh tế khi ứng dụng trong thực tiễn bao gói sản phẩm. Bên cạnh, vật liệu phủ cần có các đặc tính cơ học tốt, bền, đặc biệt có đặc tính ngăn cản tốt đối với nước, độ ẩm, O₂, CO₂, ethylene, bám dính, bán thấm tốt cũng như khả năng chống lại sự xâm nhập của sâu bệnh, vi sinh vật có hại. Song song, màng bao cũng cần tương thích về mặt cảm quan đối với trái cây được sử dụng, có khả năng duy trì hoặc nâng cao tính thẩm mỹ và các thuộc tính cảm quan như màu sắc, độ bóng (Dhall, 2013).

2.3. Phương pháp bao màng trái cây

Do sự đa dạng về kích thước trái và hình dạng vỏ trái cây nên đã có nhiều phương pháp bao màng được nghiên cứu và sử dụng bao gồm: nhúng, chải, tàng sôi, quay, phun tĩnh điện (Hình 1) (Fritz et al., 2019; Jose et al., 2020).

Tuy nhiên, phương pháp nhúng và phương pháp phun được sử dụng phổ biến nhất do đặc thù không yêu cầu cao về máy móc, công nghệ, có thể tiến hành ở bất cứ đâu, trong bất cứ điều kiện môi trường nào mà chỉ cần đảm bảo một số yêu cầu cơ bản hơn so với hai phương pháp còn lại. Trong phương pháp nhúng, trái cây được nhúng ngập trong dung dịch trong khoảng thời gian cố định, sau đó được vớt ra và tiến hành làm khô. Độ dày, hình dáng, sự đồng nhất của lớp màng bao phụ thuộc vào nồng độ, độ nhớt của dung dịch tạo màng cũng như thời gian nhúng và phương pháp làm khô. Nhược điểm của phương pháp này là dung dịch ngâm cần được thay mới hoặc hiệu chỉnh thường xuyên để đảm bảo nồng độ của chất tạo màng, nhưng nhược điểm của phương pháp này là khả năng lây nhiễm chéo mầm bệnh khi có trái mắc bệnh rất dễ xảy ra dẫn đến hư hỏng toàn bộ lô sản phẩm (Fritz et al., 2019; Jose et al., 2020).

Phương pháp phun: Dung dịch tạo màng dưới sức ép của áp suất cao được phun qua vòi phun hoặc đĩa quay lên bề mặt trái. Phương pháp này giúp tạo lớp màng mỏng và đồng nhất trên bề mặt của sản phẩm cũng như tiết kiệm thể tích dung dịch tạo màng. Các yếu tố như độ nhớt và đặc tính bề mặt của dịch tạo màng, áp lực nén, đặc điểm đầu phun có thể ảnh hưởng đến hiệu quả của phương pháp. Phương pháp này giúp hạn chế sự nhiễm chéo giữa

các mẻ sản xuất. Tuy nhiên, chi phí lắp đặt và bảo trì hệ thống cao là một trong những khuyết điểm của phương pháp này. Trái cây sau khi xử lý nhúng/phun dung dịch tạo màng cần được làm khô. Thông thường, trái được để khô tự nhiên tại điều kiện nhiệt độ môi trường, không khí đối lưu. Để đẩy nhanh tốc độ hình thành lớp màng bao, nhà sản xuất có thể cấp nhiệt cho dòng không khí đi qua sản phẩm. Tuy nhiên, nhiệt độ không được quá cao tránh ảnh hưởng đến sinh lý trái (Fritz et al., 2019; Jose et al., 2020).

2.4. Lợi ích của xử lý bao màng trái cây

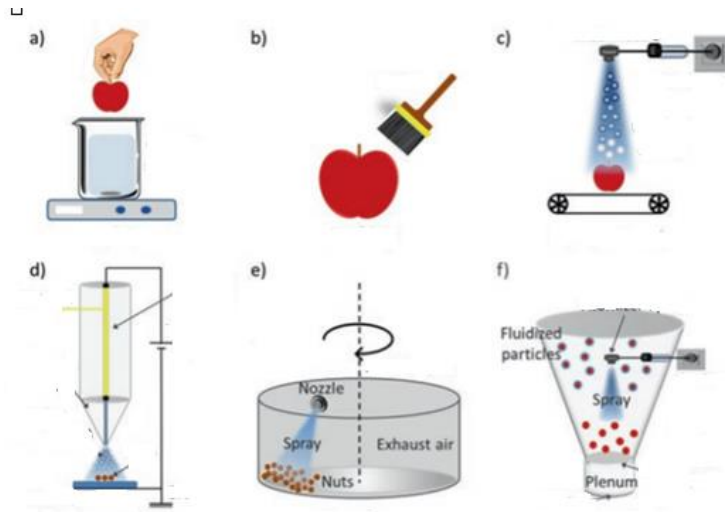
Theo Dhall (2013) thì xử lý bao màng giúp kéo

dài hạn sử dụng của trái cây thông qua các cơ chế như:

- Cải thiện độ bóng, hạn chế sự hóa nâu
- Giảm hao hụt khối lượng, duy trì độ cứng chắc
- Giảm tỷ lệ sinh ethylene
- Giảm tổng thương lạnh
- Hạn chế sự trao đổi khí
- Lưu giữ các hợp chất mùi thơm, sắc tố, chất kháng oxy hóa

Bảng 1. Đặc điểm một số loại màng bao được sử dụng trong bao màng trái cây (Tavassoli-Kafrani et al., 2020)

Màng bao	Ưu điểm	Khuyết điểm
Protein		
Zein	Đặc tính tạo màng tốt, ngăn cản ẩm và trao đổi khí tốt; chống thấm	Không tan trong nước, độ giòn cao
Gluten	Màng dẻo và bám dính	Không tan trong nước, gây dị ứng
Whey	Ngăn cản tốt O ₂ và CO ₂ , chống thấm dầu, trong suốt	Ngăn cản ẩm kém
Gelatine	Giá thành thấp, trong suốt, đặc tính cơ học tốt	Ngăn cản ẩm kém
Polysaccharide		
Chitosan	Ngăn cản tốt O ₂ và CO ₂ , kháng vi sinh vật, trong suốt và dẻo	Ảnh hưởng về vị sản phẩm nếu dùng ở nồng độ cao, thấm nước cao
Tinh bột	Không vị, trong suốt, có thể ngăn cản O ₂ và CO ₂	Thấm nước cao, đặc tính cơ học kém
Methylcellulose	Chống thấm dầu và nước, không mùi, trong suốt, không vị	Ngăn cản O ₂ không cao, giá thành cao
Alginate	Có thể ngăn cản O ₂ và CO ₂ , trong suốt, đặc tính tạo màng tốt	Thấm nước cao
Pectin	Ngăn cản tốt O ₂ và CO ₂	Ngăn cản sự bay hơi nước kém, đặc tính cơ học kém,
Pullulan	Ngăn cản tốt O ₂ và CO ₂ , Chống thấm dầu, đặc tính cơ học tốt	Độ hòa tan thấp trong nước
Lipid		
Sáp	Ngăn cản tốt ẩm	Ảnh hưởng đến đặc tính cảm quan của sản phẩm
Nhựa Sellac	Bề mặt sáng bóng, ngăn cản O ₂ , CO ₂ và ethanol.	Không phải là GRAS (chứng nhận an toàn thực phẩm)



Hình. 1. Các phương pháp bao màng phổ biến đang được sử dụng (A) nhúng, (B) chải, (C) phun, (D) phun electro, (E) thùng quay, (F) tầng sôi (Fritz et al., 2019)

3. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MÀNG BAO TRONG BẢO QUẢN TRÁI CÂY

3.1. Bơ

Ứng dụng công nghệ màng bao đã cho nhiều tín hiệu tốt về khả năng kéo dài chất lượng của quả bơ sau thu hoạch. Methyl cellulose 3% đã được Maftoonazad & Ramaswamy (2004) sử dụng trong bảo quản sau thu hoạch quả bơ. Màng bao giúp giảm sự hao hụt hàm lượng nước, tỷ lệ CO₂ tạo thành cũng như duy trì độ cứng, màu sắc cho quả bơ. Tại nhiệt độ 20°C thì quả bao màng có thể duy trì tốt chất lượng trong 10 ngày, cao hơn so với quả không bao màng (6 ngày).

Trong thử nghiệm *in vitro* trên thạch môi trường khoai tây, hỗn hợp chitosan 1%: tinh dầu xạ hương 1% (3:1) đã thể hiện tốt khả năng ức chế sự phát triển của nấm *Colletotrichum gloeosporioide* với đường kính tản nấm là 0 mm. Kết quả kiểm tra trên quả bơ cũng cho thấy hỗn hợp này giúp giảm tỷ lệ bệnh thán thư trên quả từ 90% (quả không bao màng) xuống 35% (quả bao màng) (Bill et al., 2014). Dịch trích lá chùm ngây có tiềm năng tốt trong ứng dụng bảo quản sau thu hoạch quả bơ. Các quả bơ được bao màng bằng hỗn hợp carboxymethyl cellulose (CMC) 1% và dịch trích chùm ngây 2% có sự hao hụt khối lượng 1,78%; tỷ lệ hô hấp 167,4 mg/kg/giờ; chỉ số oxy hóa chất béo 0,8-1,2 nmol/g; trong khi đó các chỉ số này ở quả bơ không bao màng có giá trị lần lượt là 4,7%; 290,0 mg/kg/giờ; 2,0-2,4 nmol/g (Tesfay & Magwaza, 2017).

3.2. Chôm chôm

Nhìn chung, thịt quả chôm chôm có vị ngọt, giòn. Trong quá trình bảo quản, vỏ quả chôm chôm dễ bị hóa nâu, dẫn đến giảm chất lượng sản phẩm. Để giải quyết vấn đề này, Yingsanga and Srinon (2018) đã đưa ra đề xuất xử lý quả chôm chôm bằng phương pháp bao màng với gel nha đam. Trong quá trình bảo quản tại nhiệt độ 25°C và RH (relative humidity) 60-70%, nghiên cứu không ghi nhận sự khác biệt thống kê ($p < 0,05$) về chỉ số hóa nâu của vỏ quả ở cả hai mẫu thí nghiệm có và không có bao màng. Tuy nhiên, mẫu xử lý với gel nha đam ở nồng độ 100%, giúp hạn chế sự hao hụt khối lượng nhiều hơn so với mẫu không bao màng. Trong một nghiên cứu khác, Saowakon et al. (2017) đã so sánh sự khác biệt giữa hai mẫu chôm chôm có và không có bao màng CMC (carboxymethyl cellulose) về độ hóa nâu của vỏ, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan, hàm lượng acid tổng số của thịt quả khi bảo quản mẫu tại điều kiện nhiệt độ 25°C và RH 85%. Phân tích thống kê ($p < 0,05$) biểu hiện khác biệt không có ý nghĩa về các chỉ tiêu trên ở cả hai mẫu chôm chôm thí nghiệm. Tuy nhiên, nghiên cứu đã phát hiện, các mẫu có xử lý bao màng có hàm lượng vitamin C cao hơn so với không xử lý.

3.3. Chuối

Các chất như shellac/gelatin (Soradech et al., 2016), tinh bột (Thakur et al., 2019), carrageenan (Dwivany et al., 2020), hỗn hợp chitosan/gum arabic/ZnO (La et al., 2021), hỗn hợp gum arabic/chitosan (Maqbool et al., 2021) đã có biểu hiện tốt trong bảo quản chuối. Bao màng giúp hàm

lượng nấm men và nấm mốc trên quả giảm 3 lần, hao hụt khối lượng giảm 1,5 lần so với quả không bao màng sau 30 ngày bảo quản tại 25°C (Soradech et al., 2016). Theo thời gian bảo quản, khối lượng, hàm lượng axit tổng số và độ cứng của chuỗi giảm dần, trong khi đó hàm lượng tổng chất rắn hòa tan tăng dần. Sự biến đổi này diễn ra càng mạnh ở các quả không bao màng (Maqbool et al., 2021). Kết quả nghiên cứu của La et al. (2021) và Dwivany et al. (2020) cũng cho thấy ứng dụng màng bao giúp hạn chế sự thay đổi màu sắc vỏ chuỗi (xanh lá cây sang vàng), giảm tỷ lệ đốm đen trên vỏ. Nhìn chung, xử lý màng bao giúp giảm tỷ lệ hao hụt khối lượng 1,5 -2,0 lần so với quả không bao màng.

3.4. Đu đủ

Đu đủ thuộc nhóm quả có đỉnh hô hấp, thời gian sử dụng sau thu hoạch ngắn. Quả đu đủ dễ bị hư hỏng bởi ảnh hưởng của *Colletotrichum gloeosporioides* (bệnh thán thư). Ứng dụng chitosan đã có biểu hiện tốt trong ngăn chặn sự phát triển không chỉ của nấm mốc, mà còn vi khuẩn coliform, nấm men, vi khuẩn ưa ẩm (Escamilla-García et al., 2018). Ngoài ra, kết hợp dung dịch chitosan 1% và tinh bột oxy hóa 3,5% đã giúp hạn chế sự hao hụt khối lượng, thay đổi màu sắc vỏ quả và độ cứng thịt quả. Điều ngạc nhiên là trong quá trình bảo quản thì hàm lượng vitamin C trong quả có xu hướng tăng dần theo thời gian bảo quản, trong đó, mẫu không bao màng có hàm lượng vitamin C cao hơn so với mẫu bao màng. Marpudi et al. (2011) đã sử dụng chitosan làm nguyên liệu để bảo quản đu đủ. Ngoài ra, tác động của gel nha đam, gel nha đam kết hợp dịch trích lá đu đủ đến khả năng bảo quản đu đủ cũng đã được đánh giá. Sau 10 ngày bảo quản tại 30 ± 3°C và RH 42-45%, tỷ lệ hao hụt khối lượng ở các mẫu bao màng 25-27%, mẫu không bao màng 31,99%; tỷ lệ trái bị hư hỏng lần lượt ở các mẫu đối chứng, mẫu bao màng chitosan, màng gel nha đam, màng gel nha đam bổ sung dịch trích lá đu đủ theo thứ tự là 100, 50, 40 và 30%. Tác động có lợi của gel nha đam trong bảo quản đu đủ tiếp tục được khẳng định qua nghiên cứu của Parven et al. (2020), mẫu thí nghiệm bao màng và không bao màng có tỷ lệ hao hụt khối lượng là 11,7 và 25,2%; hàm lượng tổng chất rắn hòa tan là 11,34 và 14,37%, tỷ lệ trái hư hỏng là 20-30 và 60-70% sau 12 ngày lưu giữ ở điều kiện 25 ± 2°C và RH 80-85%.

3.5. Nhãn

Nhãn thuộc nhóm trái không có đỉnh hô hấp, nghĩa là trái không tiếp tục chín sau khi thu hoạch. Thịt quả có vị ngọt, chứa nhiều vitamin C, khoáng và polyphenol. Tuy nhiên, thời gian sử dụng của quả

ngắn khoảng 3 ngày bảo quản tại nhiệt độ phòng. Sự hóa nâu của vỏ quả là một trong những nguyên nhân chính làm giảm chất lượng sản phẩm. Lin et al. (2017) đã phát hiện xử lý quả nhãn bằng phương pháp bao màng (chitosan 1,29% hoặc carrageenan 149%) kết hợp chiếu tia cực tím có biểu hiện tốt qua hạn chế sự hóa nâu của vỏ quả. Sau 5 ngày bảo quản tại 30°C, hoạt tính của enzyme polyphenol oxidase (PPO) và peroxidase (POD), có trong mẫu không bao màng và mẫu bao màng lần lượt là 178,8 và 142-154 U/g; 39,33 và 20-23 U/g. Công thức tối ưu của dịch màng bao này đã được tìm ra vào năm 2018 gồm công thức 1: chitosan 29%, glycerol 0,42%, dầu hướng dương 0,025%; và công thức 2: carrageenan 1,49%, glycerol 0,03%, dầu hướng dương 0,025% (Lin et al., 2018). Kết quả của Shi et al (2017) cũng đã cho thấy chitosan có kết hợp nano SiO₂ cho hiệu quả tốt trong ức chế enzyme PPO và POD. Ngoài ra, trong 10 ngày bảo quản tại nhiệt độ phòng RH 70-80%, các mẫu có xử bao màng và không bao màng có hàm lượng tổng chất rắn hòa tan 20-21 và 17-18%; hàm lượng acid tổng số là 0,12 và 0,08%.

3.6. Nhóm trái họ cam quýt

Cây ăn quả có múi là cây trồng có giá trị quan trọng ở Việt Nam. Cây ăn quả có múi không chỉ phát triển tốt cho sản lượng lớn tại vùng đồng bằng sông Cửu Long mà còn đa dạng về chủng loại cây trồng cam, bưởi, chanh, quýt, tắc. Nhiều nghiên cứu cho thấy nước ép của các loại quả này chứa nhiều các chất kháng oxy hóa có lợi cho sức khỏe như vitamin C, polyphenol, flavonoid. Nasrin et al. (2020) đã nhận thấy hỗn hợp dầu dừa và sáp ong (80:20) có biểu hiện tốt trong bảo quản quả chanh. Sau 18 ngày bảo quản tại 21 ± 2°C và RH 45-55%, mẫu không phủ màng và phủ màng có tỷ lệ hao hụt là 25-30 và 10-15%, hàm lượng vitamin C là 18,8 và 23,8 (mg/100g); tỷ lệ hư hỏng 6,25 và 3,13%. Maftoonazad & Ramaswamy (2019) đã phát hiện trong 32 ngày bảo quản tại nhiệt độ 10-25°C thì các mẫu được bao màng (pectin-sáp ong) vỏ quả vẫn duy trì được màu xanh, trong khi đó các mẫu không bao màng vỏ quả đã chuyển sang màu vàng xanh. Ở nhiệt độ 10-20°C thì mẫu có độ hao hụt khối lượng là 20-34% (không xử lý bao màng) và 12-17% (bao màng).

Won & Min (2018) cho thấy kết hợp dịch trích từ hạt vỏ bưởi 0,25% và sáp carnauba có khả năng ức chế tốt *Penicillium italicum* trên vỏ cam. Sau 7 ngày bảo quản tại 25°C, RH 80-85%, các mẫu có và không bao màng có tỷ lệ xuất hiện nấm bệnh là 20-40 và 100%. Ngoài ra, mẫu xử lý bao màng đã giúp

giảm sự hao hụt khối lượng, hàm lượng vitamin C. Maftoonazad and Ramaswamy (2019) đã nghiên cứu sử dụng carboxymethyl cellulose, chitosan ứng dụng để bảo quản cam, quýt, bưởi. Mẫu thí nghiệm được bảo quản qua hai giai đoạn: (1) 5-10°C trong 4 tuần tại RH 90-95%, (2) 20°C trong 5 ngày tại RH 80-85%. Kết quả phân tích cho thấy xử lý màng bao giúp tăng độ bóng cho cả ba loại quả; trong khi đó sự hao hụt về khối lượng, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan, hàm lượng acid tổng giữ các mẫu có và không bao màng lại không khác biệt thống kê ($p < 0,05$). Seehanam et al. (2010) đã sử dụng một số dung dịch tạo màng thương mại như citrashine (sáp shellac), fomesa (sáp), citrosol AK (sáp carnauba và nhựa thông), supershine-C (sáp), zivdar (sápshellac) và perfect shine (sáp carnauba) trong bảo quản quýt. Sau 13 ngày theo dõi tại nhiệt độ $23 \pm 3^\circ\text{C}$ và RH 51-61%, kết quả thể hiện tất cả mẫu bao màng có tỷ lệ hô hấp, sự hao hụt khối lượng thấp hơn so với mẫu không bao màng. Không có sự khác biệt về pH, axit tổng số, hàm lượng vitamin C giữa các mẫu.

3.7. Thanh long

Ở Việt Nam hiện có thanh long ruột trắng vỏ hồng và thanh long ruột đỏ vỏ đỏ là những giống phổ biến và được trồng với quy mô lớn tại các tỉnh Bình Thuận, Long An và Tiền Giang. Thịt quả thanh long chứa các hợp chất kháng oxy hóa như polyphenol, vitamin C, betacyanin. Trong quá trình bảo quản sau thu hoạch, chất lượng quả thanh long có thể bị suy giảm bởi tác động của tổn thương cơ học, tổn thương lạnh, hô hấp, vi sinh vật. Trong điều kiện nhiệt độ 10°C và 5°C và RH 90% thì thanh long có thể bảo quản trong 14 và 17 ngày (Jalgaonkar et al., 2020). Hỗn hợp gồm sáp cám gạo, shellac, glycerol, oleic, tween-80 và ammonium hydroxide có biểu hiện tốt trong bảo quản thanh long (Namsri et al., 2018). Sau 21 ngày bảo quản ở nhiệt độ 10°C, RH 90%, mẫu xử lý bao màng có hàm lượng chlorophyll trong cuốn quả cao hơn và hàm lượng betacyanin trong vỏ quả thấp hơn so với mẫu không bao màng. Một nghiên cứu khác cho thấy quả thanh long có thể duy trì được chất lượng tốt (giá trị cảm quan và vitamin C) trong 6 tuần khi bảo quản tại nhiệt độ 6-8°C và RH 50-60% bằng phương pháp bao màng chitosan 1,5%, bao gói LDPE (Phuong & Toàn, 2006).

Ali et al. (2013) đã xử lý quả bằng dung dịch chitosan 1% (kích thước hạt 600 nm) giúp duy trì hàm lượng polyphenol, lycopene, flavonoid, hoạt tính kháng oxy hóa trong thịt quả cao hơn so với quả không bao màng. Nguyen et al. (2020) đã ứng dụng xử lý nước nóng (50°C trong 5 phút) có hoặc không

có kết hợp với bao màng (chitosan 1% và κ -carrageenan 0,2%) giúp giảm tỷ lệ quả hư hỏng, thay đổi màu sắc cuống quả sau 30 ngày bảo quản ở nhiệt độ 10°C. Hỗn hợp màng bao gồm chitosan 1%, κ -carrageenan 0,2%, glycerol 0,75% có hiệu quả tốt trong duy trì chất lượng quả thanh long sau thu hoạch (Ali et al., 2021).

3.8. Ôi

Ôi thuộc nhóm quả có đỉnh hô hấp. Quả ôi chứa nhiều vitamin C. Các giống ôi phổ biến tại Việt Nam gồm có ôi xá lị, ôi lê Đài Loan, ôi Nữ Hoàng, ôi không hạt, ôi ruột đỏ Rubi. Murmu & Mishra (2018) đã đánh giá tác động của hỗn hợp màng bao (gum arabic 5%, sodium caseinate 1%) kết hợp với tinh dầu quế 2% hoặc tinh dầu sả 2% đến khả năng kéo dài thời gian sử dụng cho quả ôi. Sau 40 ngày bảo quản mẫu tại nhiệt độ $25 \pm 2^\circ\text{C}$ và RH 80% thì hàm lượng polyphenol, flavonoid, vitamin C của mẫu giảm dần theo thời gian bảo quản; ngược lại hoạt tính của enzyme polyphenol oxidase và peroxidase tăng dần. Trong đó, mẫu xử lý bao màng có sự biến đổi các thông số này ít hơn so với mẫu không bao màng, hay nói cách khác, xử lý bao màng giúp duy trì ổn định chất lượng của sản phẩm trong quá trình bảo quản. Nghiên cứu của Vishwasrao & Ananthanarayan (2016), sự khác biệt về đặc điểm hóa lý (hao hụt khối lượng, hàm lượng polyphenol, vitamin C, tổng chất rắn hòa tan, acid tổng số) giữa hai mẫu ôi xử lý và không xử lý bao màng. Sau 12 ngày bảo quản tại nhiệt độ $24 \pm 1^\circ\text{C}$ và RH $65 \pm 5\%$, mẫu được bao màng hydroxypropyl methyl cellulose 1% dầu cọ 0,3% đã giúp giảm sự hao hụt khối lượng, thay đổi màu sắc, thay đổi độ cứng cũng như hoạt động của enzyme peroxidase và polyphenol oxidase. Nghiên cứu cũng cho thấy trong cùng một điều kiện bảo quản, mẫu xử lý bao màng có thể sử dụng trong 12 ngày, trong khi đó mẫu không bao màng là 3 ngày.

Gel nha đam nồng độ 80% đã được ứng dụng như vật liệu màng bao để bảo quản quả ôi trong nghiên cứu của Rehman et al. (2020). Mẫu thí nghiệm sau 12 ngày bảo quản tại nhiệt độ $23 \pm 2^\circ\text{C}$ và RH 70-75% có độ sự hao hụt khối lượng là 3,93%, trong khi đó chỉ số này ở mẫu không bao màng là 8,95%. Ngoài ra, các kết quả phân tích cũng thể hiện bao màng giúp duy trì tốt hàm lượng ascorbic acid, flavonoid và polyphenol có trong quả ôi. Mẫu không bao màng có hiện tượng thối hỏng sau 9 ngày bảo quản, ngược lại các mẫu bao màng sau 12 ngày bảo quản chưa ghi nhận hiện tượng thối hỏng. Aquino et al. (2015) đã ghi nhận kết hợp chitosan 2%, tinh bột khoai mì 2% và dịch trích cây

Lippia gracilis Schauer 3% cho biểu hiện tốt trong hạn chế sự phát triển của vi khuẩn ưa ẩm, nấm men và nấm mốc. Bên cạnh, bao màng giúp kéo dài thời gian sử dụng của mẫu đến 10 ngày, trong khi đó mẫu không bao màng chỉ sử dụng được trong 7 ngày tại điều kiện 25°C, RH 86-89%.

3.9. Vải

Vải là trái cây cận nhiệt đới và thuộc nhóm không có đỉnh hô hấp. Màu sắc của quả nhanh chóng bị hóa nâu sau 1-2 ngày bảo quản tại nhiệt độ phòng, làm giảm chất lượng sản phẩm. Có nhiều yếu tố dẫn đến sự hóa nâu của quả vải như tổn thương cơ học, mất ẩm, oxy hóa polyphenol. Ali et al. (2019) đã thử nghiệm bao màng quả vải bằng dung dịch nha đam 50% để hạn chế sự biến đổi màu của quả vải trong quá trình bảo quản. Sau 8 ngày bảo quản tại 20 ± 1°C và RH 90%, mẫu bao màng có 50-75% bề mặt vỏ quả chuyển sang màu nâu, mẫu không bao màng là 100% vỏ quả hóa nâu. Bao màng giúp giảm khả năng hoạt động của enzyme polyphenol oxidase 1,37 lần và enzyme peroxidase 1,36 lần so với không bao màng. Nghiên cứu của Jiang et al. (2005) cho thấy chitosan có nhiều tiềm năng trong kéo dài thời gian sử dụng của quả vải. Hai mẫu thí nghiệm gồm các quả vải bao màng chitosan (2%) và quả không bao màng được bảo quản tại 2°C và RH 90-95% trong 20 ngày; sau đó, cả hai mẫu được chuyển sang bảo quản tại 25°C và RH 80-90% trong 18 giờ. Trong quá trình bảo quản tại 25°C, cả hai mẫu thí nghiệm vỏ quả vẫn duy trì được màu đỏ đạt chất lượng cảm quan tốt và hàm lượng anthocyanin khác biệt không đáng kể. Tuy nhiên, bao màng giúp giảm tỷ lệ hư hỏng từ 20-25% (mẫu không xử lý) xuống 5-10% (mẫu xử lý).

Nghiên cứu của Kumar et al. (2020) đã sử dụng trích vỏ quả lựu trong bảo quản quả vải. Cụ thể, dung dịch chitosan 2% và dung dịch pullulan 2% được trộn đều theo tỷ lệ 1:1; sau đó dịch trích vỏ lựu 5% được bổ sung vào hỗn hợp này và khuấy đều. Tiếp đó, quả vải được nhúng vào dung dịch màng bao và bảo quản tại nhiệt độ 4 ± 3°C và RH 90-95% trong 18 ngày. Trong cùng điều kiện bảo quản này, mẫu có và không có bao màng có tỷ lệ hao hụt khối lượng lần lượt là 10,41 và 12,60%, hàm lượng polyphenol lần lượt là 7,84 và 6,25 mg/g. Khác biệt không có sự đáng kể về hàm lượng tổng chất rắn hòa tan, axit tổng số, pH giữa hai mẫu thí nghiệm.

3.10. Xoài

Xoài thuộc nhóm trái có đỉnh hô hấp, trái chín nhanh sau khi thu hoạch nên gây khó khăn trong bảo quản và tiêu thụ. Bên cạnh các loại nguyên liệu truyền thống thường được ứng dụng để bao màng

như chitosan thì ngày nay có một số nguyên liệu mới cũng được ứng dụng trong bao màng quả xoài. Sự kết hợp giữa natri alginate và dịch trích tảo spirulina/nha đam/guar gum đã có biểu hiện tốt trong bảo quản xoài sau thu hoạch, thông qua khả năng giảm tốc độ hô hấp, hao hụt khối lượng, biến đổi màu sắc vỏ và thịt quả, cũng như duy trì tốt hàm lượng các hợp chất kháng oxy hóa (Rastegar & Atrash, 2021). Trong nghiên cứu của Ma et al. (2021) đã ghi nhận sau 17 ngày bảo quản tại nhiệt độ 25°C và RH 29% những quả xoài được phủ dung dịch nhựa shellac-tannic acid có độ hao hụt khối lượng 10-15%, tỷ lệ xuất hiện đốm đen 10-20%, hàm lượng vitamin C 0,1-0,15 (g/Kg). Trong khi đó, những quả xoài không phủ màng có giá trị tương ứng lần lượt là 40-45%, 80-90%, 0,03-0,05 (g/kg). Nghiên cứu của Amin et al. (2021) đã sử dụng tổ hợp chitosan, gel nha đam và sáp ong để bao màng quả xoài. Trong 21 ngày bảo quản tại 18°C và RH 70-80%, khối lượng quả và hàm lượng các chất kháng oxy hóa luôn có sự suy giảm, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan và pH tăng dần; sự biến đổi này diễn ra đặc biệt mạnh mẽ ở các quả không được bao màng. Tỷ lệ hư hỏng sau bảo quản khoảng 10% (quả bao màng) và khoảng 60% (quả không bao màng).

3.11. Sơ ri

Sơ ri được trồng nhiều tại các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long, đặc biệt tại tỉnh Tiền Giang. Thịt quả sơ ri chứa các hợp chất có hoạt tính kháng oxy hóa cao như polyphenol, vitamin C, anthocyanin, carotenoid (Delva & Goodrich-Schneider, 2013). Sơ ri thuộc nhóm trái có đỉnh hô hấp, trái chín nhanh sau khi thu hoạch khoảng 2-3 ngày tại nhiệt độ phòng (Vendramini & Trugo, 2000). Quoc et al. (2014) đã nghiên cứu ứng dụng hỗn hợp chứa dung dịch xanthan gum 1,4%; citric acid 1 g, glycerol 0,5 g và oleic acid 0,25 mL. Sơ ri sau khi rửa sạch với nước được nhúng vào dung dịch màng bao trong 1 phút và làm khô tại 30°C trong 2 giờ. Sau 6 ngày bảo quản tại 30°C và RH 70-80% thì sơ ri được bao màng có tỷ lệ hao hụt về khối lượng đạt 4-6%, trong khi đó những quả không bao màng đạt 12-14%. Bên cạnh đó, trong quá trình bảo quản, những quả không xử lý bao màng có hàm lượng acid tổng giảm nhanh và hàm lượng đường glucose tăng nhanh hơn so với quả bao màng.

Nghiên cứu ứng dụng màng bao được sản xuất từ phụ phẩm của rau quả (cam, chanh dây, dưa hấu, xà lách, cà rốt, cải bó xôi, khoai môn, dưa leo, khoai tây) đã giúp tăng thời gian sử dụng quả sơ ri từ 12 ngày (mẫu không bao màng) lên 16 ngày (mẫu bao màng) khi bảo quản quả tại 8-10°C và RH 40-44%

(Ferreira et al., 2016). Ngạc nhiên là dịch quả sơ ri có thể được sử dụng như chất bảo quản quả sơ ri tươi (Azeredo et al., 2012). Hỗn hợp dịch màng bao gồm dịch ép sơ ri, alginate, montmorillonite đã giúp giảm sự hao hụt khối lượng của sơ ri từ 11,13% xuống còn 4,36%; tỷ lệ hư hỏng giảm từ 43,3% xuống 16,7% sau 7 ngày bảo quản tại 6°C. Kết quả này tương ứng lần lượt với trái không bao màng và trái bao màng.

3.12. Các loại quả khác

Mãng cụt: Tác động của xử lý bao màng đến khả năng kéo dài thời gian bảo quản quả măng cụt đã được thực hiện bởi Castro et al. (2012). Trong 25 ngày bảo quản tại 13°C và RH 90-95%, tỷ lệ hao hụt khối lượng luôn tăng ở tất cả các mẫu thí nghiệm và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa mẫu không xử lý bao màng, mẫu bao màng sáp carnauba 14%, mẫu bao màng hỗn hợp lecithin 0,2% và CMC 2%. Các chỉ số phân tích khác như hàm lượng tổng chất rắn hòa tan, hàm lượng axit tổng số cũng có kết quả tương tự.

Sa pô chê: Khaliq et al. (2019) nhận thấy kết hợp sử dụng gel nha đam 100% và dịch trích cây *Fagonia cretica* 1% giúp giảm các biến đổi bất lợi xảy ra trong quá trình bảo quản sa pô chê. Sau 12

ngày, bảo quản tại 20 ± 1°C và RH 70-75%, quả không và có phủ màng lần lượt có tỷ lệ hao hụt khối lượng là 21,1 và 9,33%; tỷ lệ hư hỏng là 34,69 và 4,30%, hàm lượng vitamin C là 0,10 và 0,2 mg/g.

Dứa: Basumatary et al. (2019) trong quá trình bảo quản dứa ở nhiệt độ 25°C và RH 65% đã cho thấy những quả được phủ màng bao chitosan, nha đam, ZnO 1% có chất lượng tốt hơn so với những quả không phủ màng. Cụ thể, những quả không phủ màng xuất hiện những mùi khó chịu, thịt quả không có màu vàng sáng. Nghiên cứu cũng cho thấy tỷ lệ hao hụt khối lượng ở những quả phủ màng và không phủ là 11,4% và 16,6%.

Mận: Setiawan et al. (2019) đã đánh giá các tác động của các tỷ lệ phối trộn giữa natri alginate (2-3%) và tinh dầu lá trầu không (0-0,2%) đến khả năng bảo quản mận sau thu hoạch. Sau 15 ngày bảo quản tại 14°C, các mẫu được xử lý bao màng (alginate 2,5%-tinh dầu 0,1%) có sự hao hụt khối lượng và độ mềm thịt quả là ít nhất.

Bảng 3 cho thấy một thời gian dài bảo quản sau khi xử lý bao màng đã giúp hạn chế sự thay đổi màu sắc vỏ trái, nhăn bề mặt, tỉ lệ hư hỏng, nấm bệnh xuất hiện trên trái.

Bảng 2. Kết quả xử lý bao màng trong bảo quản sau thu hoạch một số trái cây nhiệt đới

Loại trái	Phương pháp bao	Bố trí thí nghiệm	Nhiệt độ bảo quản (°C)	RH (%)	Thời gian (ngày)	Tỷ lệ hư hỏng (%)	Hao hụt khối lượng (%)	TSS (%)	TA (%)	Tài liệu tham khảo
Thanh long (<i>Hylocereus undatus</i>)	Nhúng	Chitosan - κ-carrageenan	10	85 - 90	30	-	-	10-11 ^a 10-11 ^b	0,25 ^a 0,35 ^b	Nguyen et al. (2021)
	Nhúng	Chitosan	6-8	-	7	-	15,68 ^a 22,87 ^b	10,6 ^a 10,2 ^b	0,36 ^a 0,19 ^b	Phuong & Toàn, (2006).
	Nhúng	Chitosan (0-1,5%)	25±3	60-70	16	12-8 ^a 15-20 ^b	6-4 ^a 8-10 ^b	10 ^a 11 ^b	-	Nasrin et al. (2018)
Quýt (<i>Citrus reticulata</i>)	Chải	CMC 1,5%-chitosan 1%	Bảo quản luân chuyển nhiệt độ qua hai giai đoạn: (1) 5°C trong 4 tuần tại RH 90-95%; (2) 20°C trong 5 ngày tại RH 80-85%			-	4-5 ^a 5-6 ^b	~14 ^a ~15 ^b	0,5-1,0 ^a 0,5-1,0 ^b	Amon et al. (2014)
			Bảo quản luân chuyển nhiệt độ qua hai giai đoạn: (1) 5°C trong 4 tuần tại RH 90-95%; (2) 20°C trong 5 ngày tại RH 80-85%			-	~5,0 ^a ~4,0 ^b	~10 ^a ~10 ^b	0,5-1,0 ^a 0,5-1,0 ^b	Amon et al. (2014)
Cam (<i>Citrus sinensis</i> [L]. Osbeck)	Chải	CMC 1,5%-chitosan 1%	Bảo quản luân chuyển nhiệt độ qua hai giai đoạn: (1) 5°C trong 4 tuần tại RH 90-95%; (2) 20°C trong 5 ngày tại RH 80-85%			-	~2,0 ^a ~2,0 ^b	~11 ^a ~12 ^b	~2 ^a ~2 ^b	Amon et al. (2014)
Bưởi chùm (<i>Citrus</i>)	Chải	CMC 1,5%-chitosan 1%	Bảo quản luân chuyển nhiệt độ qua hai giai đoạn: (1) 10°C trong 4			-	~2,0 ^a ~2,0 ^b	~11 ^a ~12 ^b	~2 ^a ~2 ^b	Amon et al. (2014)



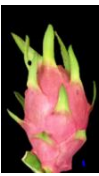

















Loại trái	Phương pháp bao	Bố trí thí nghiệm	Nhiệt độ bảo quản (°C)	RH (%)	Thời gian (ngày)	Tỷ lệ hư hỏng (%)	Hao hụt khối lượng (%)	TSS (%)	TA (%)	Tài liệu tham khảo
<i>paradisi</i> Macf.)			tuần tại RH 90-95%; (2) 20°C trong 5 ngày tại RH 80-85%							
Chanh (<i>Citrus limon var.</i>)	Chải	Dầu dừa và sáp ong	21 ± 2	50 ± 5	18	-	3* 25**	6,6* 7,7**	0,024* 0,019**	Nasrin et al. (2020)
Quả bơ (<i>Persea americana</i> Mill.)	Nhúng	Chitosan/ gel nha đam kết hợp tinh dầu xạ hương)	20	-	5	20-35 ^a 90 ^b	-	-	-	Bill et al. (2014)
	Nhúng	CMC 1% - Dịch trích lá chùm ngây 2%	5.5	93-97	21	-	1-2 ^a 4-6 ^b	-	-	Tesfay & Magwaza (2017)
Chôm chôm (<i>Nephellium lappaceum</i>)	Nhúng	CMC 0,5%	25	85	3	19,4 ^a 19,0 ^b	-	21,3 ^a 20,2 ^b	0,6 ^a 0,6 ^b	Saowakon et al. (2017)
	Nhúng	Gel nha đam 50%	25	60-70	5	35-40 ^a 35-40 ^b	-	~20 ^a ~20 ^b	-	ingsanga & Srinon, (2017)
Chuối (<i>Musa cavendishii</i>)	Nhúng	Shellac 6% và gelatin 6% (tỷ lệ 6:4)	25	-	30	-	5,26 ^a 7,95 ^b	9,58 ^a 20,45 ^b	0,76 ^a 0,46 ^b	Soradech et al. (2017)
	Phun	Tinh bột gạo (3%) - carrageenan (1,5%) -fatty acid ester của sucrose (2%) - glycerol (1%)	20 ± 2	52±3	10	-	2-3 ^a 4-5 ^b	15-20 ^a 15-20 ^b	~0,30 ^a ~0,25 ^b	Thakur et al. (2019)
	Nhúng	Carrageenan (1,5%)	20	-	13	-	15-20 ^a 30-35 ^b	10-12 ^a 10-12 ^b	-	Dwivany et al. (2020)
	Nhúng	Chitosan-gumarabic-ZnO 0,5%	35	54	17	-	15-17 ^a 22-25 ^b	-	~0,27 ^a ~0,22 ^b	La et al. (2021)
Đu đủ (<i>Carica papaya</i> L.)	Nhúng	Gel nha đam-agar	25 ± 2	-	12	11,7 ^a 25,2 ^b	20-25 ^a 60-70 ^b	11,34 ^a 14,37 ^b	0,40 ^a 0,41 ^b	Parven et al. (2020)
	Nhúng	Chitosan 2,5%	30 ± 3	42-55	10	-	27,40 ^a 31,99 ^b	8,8 ^a 11,1 ^b	0,15 ^a 0,12 ^b	Marpudi et al. (2011)
Nhãn (<i>Dimocarpus longan</i> Lour.)	Nhúng	Nano-silica: Tetraorthosilicate 30%, Chitosan 2%	Nhiệt độ phòng	70-80	10	-	0,03 ^a 0,07 ^b	20,5 ^a 17,5 ^b	0,12 ^a 0,09 ^b	Shi et al. (2013)
	Nhúng	Chitosan (0,5%, 1,0%, 2,0%)	2	90	40	15 ^a 60 ^b	5 ^a 11 ^b	21,7 ^a 18,9 ^b	0,12 ^a 0,08 ^b	Jiang & Li (2001)







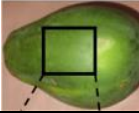

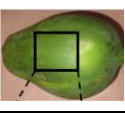





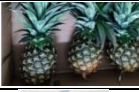







Loại trái	Phương pháp bao	Bố trí thí nghiệm	Nhiệt độ bảo quản (°C)	RH (%)	Thời gian (ngày)	Tỷ lệ hư hỏng (%)	Hao hụt khối lượng (%)	TSS (%)	TA (%)	Tài liệu tham khảo
Xoài (<i>Mangifera indica</i> L.)	Nhúng	Tinh dầu cam, chanh 1%, Chitosan 2%	5	-	11	-	8 ^a 16 ^b	8,4 ^a 7,67 ^b	0,5 ^a 0,65 ^b	Rico Rodríguez et al. (2015)
	Nhúng	Chitosan–Pullulan, dịch trích vỏ lựu	4	95	18	-	4,76 ^a 8,6 ^b	10,93 ^a 11,54 ^b	1,68 ^a 2,1 ^b	Kumar et al. (2021)
	Nhúng	Sáp ong (0,5, 1,5 và 2%), Chitosan (0,5, 1,5 và 2%)	22	65	30	-	12,92 ^a 18,07 ^b	12,42 ^a 17,43 ^{**}	0,11 ^a 0,04 ^{**}	Eshetu et al. (2019)
	Nhúng	Dịch nha đam (100%)	21 ± 1	55,2 ± 1,1	18	-	-	13,25 ^a 13,7 ^b	0,23 ^a 0,29 ^b	Dang et al. (2008)
	Nhúng	Zein - Gelatin	32 ± 1	70–75	18	10 90	7 ^a # ^b	15 ^a # ^b	2 ^a # ^b	Gol et al. (2014)
Ôi (<i>Psidium guajava</i> L.)	Nhúng	Dung dịch zein 10% - Axit tannic 4%	23 ± 2	88 ± 5	13	-	~4 ^a ~6 ^b	~9 ^a ~5,5 ^b	~1 ^a ~0,8 ^b	Santos et al. (2018)
	Nhúng	Hydroxypropyl methyl cellulose 1% - Dầu cọ 0,3%	24 ± 1	65± 5	12	-	~20 ^a # ^b	~25 ^a # ^b	1,2 ^a # ^b	Vishwasrao & Ananthanarayan, (2016)
Táo ta (<i>Zizyphus mauritiana</i> Lam.)	Nhúng	Sáp carnauba 16,67%, Glycerol monolaurate 0,5%	20	60–70	12	-	7 ^a 19 ^b	10 ^a 12 ^b	0,13 ^a 0,17 ^b	Chen & Yang, (2019)
Khế (<i>Averrhoa carambola</i> L.)	Nhúng	Chitosan-dầu cọ (1:1)	26-28	-	18	-	10-20 ^a ~50 ^b	-	-	Nurul Hanani et al. (2012)
Mận (<i>Syzygium samarangense</i>)	-	Alginate 2,5%-tinh dầu lá trà 0,1%	14	-	15	-	~8 ^a - ^b	5-6 ^a - ^b	5-6 ^a - ^b	Setiawan et al. (2019)
Mãng cụt (<i>Garcinia mangostana</i> L.)	Nhúng	Lecithin 0,2% - CMC 2% hoặc Sáp carnauba 14%	13	90–95	25	-	5-10 ^a 5-10 ^b	14-16 ^a 14-16 ^b	0,5-0,6 ^a 0,5-0,6 ^b	Castro et al. (2012)
Vài (<i>Litchi chinensis</i> Sonn.)	Nhúng	Chitosan 2%-Pullulan 2%	4 ± 3	40–45	9	-	10,41 ^a 12,60 ^b	20-25 ^a 20-25 ^b	0,8-1,0 ^a 0,8-1,0 ^b	Kumar, et al. (2020)

Loại trái	Phương pháp bao	Bố trí thí nghiệm	Nhiệt độ bảo quản (°C)	RH (%)	Thời gian (ngày)	Tỷ lệ hư hỏng (%)	Hao hụt khối lượng (%)	TSS (%)	TA (%)	Tài liệu tham khảo
	Nhúng	Gel nha đam	20	90	8	-	4,8 ^a 12-16 ^b	15-20 ^a 10-15 ^b	~0,24 ^a ~0,12 ^b	Ali et al. (2019)
Sơ ri (<i>Malpighia emarginata</i>)	Nhúng	Montmorillonite – Alginate-Puree sơ ri-Si rô bắp	6	-	7	16,7 ^a 43,3 ^b	4,36 ^a 11,13 ^b	7,13 ^a 8,70 ^b	-	Azeredo et al. (2012)
Thom (<i>Ananus comosus</i>)	Nhúng	Chitosan-Gel nha đam-ZnO 1%	25	65	15	0,33 1,33 ^b	11,40 ^a 16,60 ^b	11,5 ^a 14,4 ^b	~0,65 ^a ~0,60 ^b	Basumatary et al. (2021)

^a: mẫu xử lý bao màng, ^b: mẫu không xử lý bao màng, RH: Độ ẩm tương đối, TSS: Hàm lượng tổng chất rắn hòa tan, TA: Hàm lượng axit tổng số, ~: giá trị gần bằng, #: mẫu bị hư sau khi bảo quản, -: thông tin không được đề cập trong tài liệu tham khảo

Bảng 3. Hình minh họa một số loại trái cây trước và sau bảo quản dưới tác động của phương pháp bao màng

Loại trái	Bao màng		Không bao màng		Loại màng bao	Tài liệu tham khảo
	Trước bảo quản	Sau bảo quản	Trước bảo quản	Sau bảo quản		
Thanh long ruột trắng (<i>Hylocereus undatus</i>)					Chitosan - κ-carrageenan	Nguyen et al. (2021)
Ôi (<i>Psidium Chguajava L</i>)	-		-		Chitosan-tinh bột khoai mì	de Aquino et al. (2015)
Chôm chôm (<i>Nephellium lappaceum</i>)					Carboxymethyl-cellulose 0,5%	Saowakon et al. (2017)
Chuối (<i>Musa cavendishii Kluai Hom Thong</i>)					Shellac-gelatine-polyethyleneglycol	Soradech et al. (2017)
Táo ta (<i>Zizyphus mauritiana Lamk.</i>)					Sáp carnauba - Glycerol monolaurate	Chen et al. (2019)
Chanh (<i>Citrus limon</i>)	-		-		Dầu dừa-Sáp ong	Nasrin et al. (2020)

Loại trái	Bao màng		Không bao màng		Loại màng bao	Tài liệu tham khảo
	Trước bảo quản	Sau bảo quản	Trước bảo quản	Sau bảo quản		
Trái quýt (<i>Citrus reticulata Blanco</i>)	-		-		CMC-Chitosan	Arnon et al. (2015)
Mãng cầu ta (<i>Annona reticulata</i>)	-		-		Gel nha đam	Hasan et al. (2021)
Xoài (<i>Mangifera indica L.</i>)	-		-		Chitosan – Pullula	Kumar et al. (2021)
Đu đủ (<i>Carica papaya L.</i>)					Gel nha đam-Agar	Praven et al. (2020)
Vài (<i>Litchi Chinensis Sonn.</i>)					Chitosan-Pullulan	Kumar et al. (2020)
Dứa (<i>Ananus comosus</i>)					Chitosan-Gel nha đam-Zno	Basumatar y et al. (2021)
Sa pô chê (<i>Manilkara zapota L.</i>)					Nha đam-Dịch trích cây <i>Fagonia cretica</i>	Khaliq et al. (2019)

(-): Hình ảnh không được thể hiện trong báo cáo

3.13. Sản phẩm dung dịch màng bao thương mại

Hiện nay, trên thế giới đã xuất hiện nhiều chế phẩm bao màng thương mại dùng cho bảo quản trái cây (Bảng 5). Nhìn chung, các sản phẩm này đều có chứa thành phần là sáp và đa phần có nguồn gốc từ nước ngoài. Điều này cho thấy, sản xuất các chế

phẩm xử lý trái cây sau thu hoạch nói chung, chế phẩm bao màng sinh học nói riêng là lĩnh vực còn khá mới tại Việt Nam. Với sự phát triển ngày càng mạnh mẽ của ngành công nghiệp thực phẩm và nhu cầu sử dụng trái cây ngày càng cao của người tiêu dùng trong và ngoài nước; nghiên cứu và thương mại hóa các loại chế phẩm màng bao sinh học có nhiều tiềm năng phát triển tại thị trường Việt Nam.

Bảng 5. Các sản phẩm thương mại dùng cho bao màng trái cây

Tên thương mại	Thành phần	Nơi sản xuất	Mô tả công dụng
Semperfresh™	Sucrose Ester	Pace International, Mỹ	Kiểm soát hao hụt khối lượng, hô hấp, bảo quản màu trái cây Phù hợp cho bảo quản cherry và lê
Lustre Dry	Shellac	Pace International, Mỹ	Tăng độ sáng bóng cho vỏ quả Phù hợp cho bảo quản quả họ có múi
Natural Shine 505-OR	Carnauba	Pace International, Mỹ	Tăng độ bóng, kiểm soát sự mất nước Phù hợp cho bảo quản nhiều loại quả
Natural Shine® 320-OR	Sh zellac	Pace International, Mỹ	Kiểm soát sự mất nước, tăng thời gian sử dụng Phù hợp cho bảo quản quả táo
PacRite® Durafresh	Dầu khoáng	Pace International, Mỹ	Giảm sự nhăn của vỏ quả, bôi trơn giúp quả dễ di chuyển trên băng tải trong quá trình đóng gói Phù hợp cho quả có hạt cứng: đào
GREENGARD SCALD	Carnauba	Fomesa fruittech, Tây Ban Nha	Giảm hiện tượng bị bóng trên vỏ táo và lê
Greengard-LC	Carnauba	Fomesa fruittech, Tây Ban Nha	Phù hợp bảo quản trái họ có múi, dưa, đào, thơm,...
WATERWAX-SK	Shellac	Fomesa fruittech, Tây Ban Nha	Tăng độ bóng cho trái họ có múi. Giảm quá trình hô hấp của trái
DECCO LUSTRE 444 PINEAPPLE COATING ^c	microcrystalline wax	Deccoiberica, Tây Ban Nha	Hạn chế mất nước, hao hụt khối lượng, biến đổi màu sắc vỏ và thịt quả dưa
Naturcover ^c	-	Deccoiberica, Tây Ban Nha	Phù hợp cho bảo quản quả bơ, quả họ có múi
Citrashine ^d	Sáp Shellac	Citrashine (Pty) Ltd., Nam Phi	-
Sta-Fresh® 2981	Dầu thực vật	JBT Corporation, Lakeland, FL, USA	Tăng độ bóng và giữ màu sắc cho vỏ quả thơm
Endura-Fresh™ 6100	Carnauba	JBT Corporation, Lakeland, FL, USA	Tăng độ bóng, hạn chế sự mất nước. Phù hợp cho bảo quản đu đủ

(-): Thông tin không được thể hiện

4. MỘT SỐ VẤN ĐỀ TRONG SỬ DỤNG MÀNG BAO BẢO QUẢN TRÁI CÂY

Nhìn chung, phương pháp xử lý bao màng đã đem lại nhiều tác động có lợi trong kéo dài thời hạn sử dụng của trái cây sau khi thu hoạch. Tuy nhiên, theo kết quả tổng hợp của Dahll (2013), xử lý bao màng có một số ảnh hưởng bất lợi đến chất lượng trái cây:

(i) Ảnh hưởng cảm quan: Trường hợp màng bao quá dày, lớp màng này làm hạn chế sự trao đổi khí giữa môi trường bảo quản và quả. Điều này có thể dẫn đến xuất hiện một môi trường kỵ khí phía trong lớp màng bao dẫn đến xuất hiện các hợp chất không mong muốn như ethanol, acetaldehyde. Bên cạnh, trường hợp thành phần màng bao có chứa các hợp chất kháng nấm mốc (tinh dầu), chất chống hóa nâu (N-acetylcysteine và glutathione) có thể ảnh hưởng đến mùi của sản phẩm.

(ii) Một số thành phần tạo màng bao có nguồn gốc là protein thì không phù hợp cho những người ăn chay. Ngoài ra, bao màng có thể vô tình “bắt nốt” thuốc trừ sâu có trên bề mặt quả tạo nên mối nguy hại tiềm ẩn cho người tiêu dùng.

(iii) Dị ứng: Một số thành phần tạo màng bao có nguồn gốc từ sữa, đậu nành, da cá, đậu phộng và lúa mì. Những thành phần màng bao cần được thể hiện rõ trên nhãn các sản phẩm có xử lý bao màng.

5. KẾT LUẬN

Công nghệ bao màng đã chứng minh hiệu quả tốt trong duy trì chất lượng trái cây từ trang trại sản xuất đến người tiêu dùng. Màng bao được phủ trên bề mặt trái tạo thành lớp màng bán thấm giúp kiểm soát tốt sự trao đổi khí, bay hơi nước, qua đó giúp kéo dài thời gian sử dụng của trái tươi, giảm tỷ lệ tổn thất sau thu hoạch. Đặc biệt, các loại trái cây nhiệt

đổi, có những đặc điểm dễ bị hư hỏng như nhiều nước, vỏ mỏng,... Màng bao sinh học có thể được tạo thành từ nhiều loại vật liệu khác nhau nhưng chủ yếu có bản chất chính là protein, carbohydrate và lipid. Với sự phát triển của công nghệ, hiện nay nhiều nghiên cứu đã được thực hiện nhằm tối ưu hơn hiệu quả sử dụng phương pháp bao màng trong kéo

dài thời hạn sử dụng trái cây tươi như bổ sung thêm một số hợp chất có hoạt tính sinh học như kháng vi sinh vật, kháng oxy trong công thức tạo màng. Tùy theo từng loại quả cụ thể và loại màng bao cụ thể mà có hiệu quả bảo quản tương ứng. Trong tương lai, phương pháp này sẽ dần chiếm ưu thế trong lĩnh vực bảo quản sau thu hoạch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ali, A., Zahid, N., Manickam, S., Siddiqui, Y., Alderson, P. G., & Maqbool, M. (2013). Effectiveness of submicron chitosan dispersions in controlling anthracnose and maintaining quality of dragon fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 147-153. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2013.06.027
- Ali, S., Khan, A. S., Nawaz, A., Anjum, M. A., Naz, S., Ejaz, S., & Hussain, S. (2019). Aloe vera gel coating delays postharvest browning and maintains quality of harvested litchi fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 157. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2019.110960
- Amin, U., Khan, M. K. I., Khan, M. U., Akram, M. E., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., & Maan, A. A. (2021). Improvement of the Performance of Chitosan-Aloe vera Coatings by Adding Beeswax on Postharvest Quality of Mango Fruit. *Foods*, 10(10), 2240. Doi: 10.3390/foods10102240
- Arnon, H., Granit, R., Porat, R., & Poverenov, E. (2015). Development of polysaccharides-based edible coatings for citrus fruits: A layer-by-layer approach. *Food Chemistry*, 166, 465-472. Doi: 10.1016/j.foodchem.2014.06.061
- Arnon, H., Zaitsev, Y., Porat, R., & Poverenov, E. (2014). Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 21-26. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2013.08.007
- Azeredo, H. M., Miranda, K. W., Ribeiro, H. L., Rosa, M. F., & Nascimento, D. M. (2012). Nanoreinforced alginate-acerola puree coatings on acerola fruits. *Journal of Food Engineering*, 113(4), 505-510. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2012.08.006
- Basumatary, I. B., Mukherjee, A., Katiyar, V., Kumar, S., & Dutta, J. (2021). Chitosan-Based Antimicrobial Coating for Improving Postharvest Shelf Life of Pineapple. *Coatings*, 11(11), 1366. Doi: 10.3390/coatings11111366
- Bill, M., Sivakumar, D., Korsten, L., & Thompson, A. K. (2014). The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea americana* Mill.) against anthracnose during post-harvest storage. *Crop Protection*, 64, 159-167. Doi: 10.1016/j.cropro.2014.06.015
- Castro, M. F. P. M. D., Anjos, V. D. D. A., Rezende, A. C. B., Benato, E. A., & Valentini, S. R. D. T. (2012). Postharvest technologies for mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) conservation. *Food Science and Technology*, 32, 668-672. Doi: 10.1590/S0101-20612012005000103
- Chen, H., Sun, Z., & Yang, H. (2019). Effect of carnauba wax-based coating containing glycerol monolaurate on the quality maintenance and shelf-life of Indian jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) fruit during storage. *Scientia Horticulturae*, 244, 157-164. Doi: 10.1016/j.scienta.2018.09.039
- Chrysargyris, A., Nikou, A., & Tzortzakidis, N. (2016). Effectiveness of Aloe vera gel coating for maintaining tomato fruit quality. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 44(3), 203-217. Doi: 10.1080/01140671.2016.1181661.
- Dhall, R. K. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435-450. DOI:10.1080/10408398.2010.541568
- Dang, K. T., Singh, Z., & Swinny, E. E. (2008). Edible coatings influence fruit ripening, quality, and aroma biosynthesis in mango fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(4), 1361-1370. Doi: 10.1021/jf072208a
- de Aquino, A. B., Blank, A. F., & de Aquino Santana, L. C. L. (2015). Impact of edible chitosan-cassava starch coatings enriched with *Lippia gracilis* Schauer genotype mixtures on the shelf life of guavas (*Psidium guajava* L.) during storage at room temperature. *Food Chemistry*, 171, 108-116. Doi: 10.1016/j.foodchem.2014.08.077
- Delva, L. & Goodrich-Schneider, R. (2013). Antioxidant activity and antimicrobial properties of phenolic extracts from acerola (*Malpighia emarginata* DC) fruit. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(5), 1048-1056. Doi: 10.1111/ijfs.12061
- Dwivany, F. M., Aprilyandi, A. N., Suendo, V., & Sukriandi, N. (2020). Carrageenan Edible

- Coating Application Prolongs Cavendish Banana Shelf Life. *International Journal of Food Science*. Doi: 10.1155/2020/8861610
- 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. Doi: 10.3390/coatings8090318
- Eshetu, A., Ibrahim, A. M., Forsido, S. F., & Kuyu, C. G. (2019). Effect of beeswax and chitosan treatments on quality and shelf life of selected mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Heliyon*, 5(1), e01116. Doi: 10.1016/j.heliyon.2018.e01116.
- Ferreira, M. S., Fai, A. E. C., Andrade, C. T., Picciani, P. H., Azero, E. G., & Gonçalves, É. C. (2016). Edible films and coatings based on biodegradable residues applied to acerolas (*Malpighia puniceifolia* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(5), 1634-1642. Doi: 10.1002/jsfa.7265.
- Fritz, A. R. M., de Matos Fonseca, J., Trevisol, T. C., Fagundes, C., & Valencia, G. A. (2019). Active, eco-friendly and edible coatings in the post-harvest—a critical discussion. In Gutiérrez, T. J. (Ed.). *Polymers for Agri-Food Applications* (433-463). Switzerland: Springer International Publishing. Doi.org/10.1007/978-3-030-19416-1_22
- Gol, N. B., & Rao, T. R. (2014). Influence of zein and gelatin coatings on the postharvest quality and shelflife extension of mango (*Mangifera indica* L.). *Fruits*, 69(2), 101-115. Doi: 10.1051/fruits/2014002
- Hasan, M. U., Riaz, R., Malik, A. U., Khan, A. S., Anwar, R., Rehman, R. N. U., & Ali, S. (2021). Potential of Aloe vera gel coating for storage life extension and quality conservation of fruits and vegetables: An overview. *Journal of Food Biochemistry*, 45(4). Doi: 10.1111/jfbc.13640
- Jalgaonkar, K., Mahawar, M. K., Bibwe, B., & Kannaujia, P. (2020). Postharvest Profile, Processing and Waste Utilization of Dragon Fruit (*Hylocereus* Spp.): A Review. *Food Reviews International*, 1-27. Doi: 10.1080/87559129.2020.1742152
- Jiang, Y., & Li, Y. (2001). Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry*, 73(2), 139-143. Doi: 10.1016/s0308-8146(00)00246-6
- Jiang, Y., Li, J., & Jiang, W. (2005). Effects of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. *LWT-Food Science and Technology*, 38(7), 757-761. Doi: 10.1016/j.lwt.2004.09.004
- Jose, A., Pareek, S., & Radhakrishnan, E. K. (2020). Advances in Edible Fruit Coating Materials. In Jose, A. (Eds). *Advances in Agri-Food Biotechnology* (391-408). Springer, Singapore. Doi.org/10.1007/978-981-15-2874-3_15
- Jung, H. H. (2014). Edible films and coatings: a review. In Jung, H. Han (Ed.). *Innovations in Food Packaging* (213-255). Elsevier Publishing House.
- Khaliq, G., Ramzan, M., & Baloch, A. H. (2019). Effect of Aloe vera gel coating enriched with Fagonia indica plant extract on physicochemical and antioxidant activity of sapodilla fruit during postharvest storage. *Food Chemistry*, 286, 346-353. Doi: 10.1016/j.foodchem.2019.01.135
- Kumar, N., Neeraj, Pratibha, & Singla, M. (2020). Enhancement of storage life and quality maintenance of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit using chitosan: Pullulan blend antimicrobial edible coating. *International Journal of Fruit Science*, 20(3), 1662-1680. Doi: 10.1080/15538362.2020.1828224
- Kumar, N., Petkoska, A. T., AL-Hilifi, S. A., & Fawole, O. A. (2021). Effect of Chitosan–Pullulan Composite Edible Coating Functionalized with Pomegranate Peel Extract on the Shelf Life of Mango (*Mangifera indica*). *Coatings*, 11(7), 764. Doi: 10.3390/coatings11070764
- La, D. D., Nguyen-Tri, P., Le, K. H., Nguyen, P. T., Nguyen, M. D. B., Vo, A. T., ... & Nguyen, D. D. (2021). Effects of antibacterial ZnO nanoparticles on the performance of a chitosan/gum arabic edible coating for post-harvest banana preservation. *Progress in Organic Coatings*, 151, 106057. Doi: 10.1016/j.porgcoat.2020.106057
- Lin, M. G., Lasekan, O., Saari, N., & Khairunniza-Bejo, S. (2017). The effect of the application of edible coatings on or before ultraviolet treatment on postharvested longan fruits. *Journal of Food Quality*, 1, 1-11. Doi: 10.1155/2017/5454263
- Lin, M. G., Lasekan, O., Saari, N., & Khairunniza-Bejo, S. (2018). Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (*Dimocarpus longan*) fruits. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 490-497. Doi: 10.1080/19476337.2017.1414078
- Ma, J., Zhou, Z., Li, K., Li, K., Liu, L., Zhang, Xu, J., W., Du, L., & Zhang, H. (2021). Novel edible coating based on shellac and tannic acid for prolonging postharvest shelf life and improving overall quality of mango. *Food Chemistry*, 354, 129510. Doi: 10.1016/j.foodchem.2021.129510
- Maftoonazad, N., & Ramaswamy, H. S. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados

- using methyl cellulose-based coating. *LWT-Food Science and Technology*, 38(6), 617-624. Doi: 10.1016/j.lwt.2004.08.007
- Maftoonazad, N., & Ramaswamy, H. S. (2019). Application and evaluation of a pectin-based edible coating process for quality change kinetics and shelf-life extension of lime fruit (*Citrus aurantifolium*). *Coatings*, 9(5), 285. Doi: 10.3390/coatings9050285
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. S., & Marcotte, M. (2008). Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(6), 951-957. Doi: 10.1111/j.1365-2621.2006.01444.x
- Marpudi, S. L., Abirami, L. S. S., & Srividya, N. (2011). Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using Aloe vera based antimicrobial coating. *Indian Journal of Biotechnology*, 10, 83-89
- Murmu, S. B., & Mishra, H. N. (2018). The effect of edible coating based on Arabic gum, sodium caseinate and essential oil of cinnamon and lemon grass on guava. *Food Chemistry*, 245, 820-828. Doi: 10.1016/j.foodchem.2017.11.104
- Namsri, S., Pongprasert, N., & Srilaong, V. (2018). Effect of coating solution containing rice bran wax on postharvest quality of dragon fruit, *Asian Horticultural Congress* 1208, 385-392. Doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1208.53
- Nasrin, T. A. A., Islam, M. N., Rahman, M. A., Arfin, M. S., & Ullah, M. A. (2018). Evaluation of postharvest quality of edible coated mandarin at ambient storage. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*, 8(1), 18-25. Doi: 10.3329/ijarit.v8i1.38225
- Nasrin, T. A. A., Rahman, M. A., Arfin, M. S., Islam, M. N., & Ullah, M. A. (2020). Effect of novel coconut oil and beeswax edible coating on postharvest quality of lemon at ambient storage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 1-7. Doi: 10.1016/j.jafr.2019.100019
- Phuong, N. N. M., & Toàn, H. T. (2006). Khảo sát các điều kiện thích hợp tồn trữ trái thanh long. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 5, 131-140.
- Nguyen, H. T., Boonyarittongchai, P., Buanong, M., Supapvanich, S., & Wongs-Aree, C. (2020). Postharvest Hot Water Treatment Followed by Chitosan-and κ -Carrageenan-Based Composite Coating Induces the Disease Resistance and Preserves the Quality in Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*). *International Journal of Fruit Science*, 20(3), 2030-2044. Doi: 10.1080/15538362.2020.1851342
- Nguyen, T. H., Boonyarittongchai, P., Buanong, M., Supapvanich, S., & Wongs-Aree, C. (2021). Edible coating of chitosan ionically combined with κ -carrageenan maintains the bract and postharvest attributes of dragon fruit (*Hylocereus undatus*). *International Food Research Journal*, 28(4), 682-694.
- Nurul Hanani, M. Z., Zahrah, H., & Zaibunnisa, A. H. (2012). Effect of chitosan-palm stearin edible coating on the post harvest life of star fruits (*Averrhoa carambola* L.) stored at room temperature. *International Food Research Journal*, 19(4), 1433-1438.
- Oguntibeju, O. O., Truter, E. J., & Esterhuysen, A. J. (2013). The role of fruit and vegetable consumption in human health and disease prevention. *Diabetes Mellitus-Insights and Perspectives*, 3(2), 172-180. Doi: 10.5772/50109
- 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. *Scientia Horticulturae*, 265, 109228. Doi: 10.1016/j.scienta.2020.109228
- Perez-Gago, M. B., Serra, M., Alonso, M., Mateos, M., & Del Río, M. A. (2005). Effect of whey protein-and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 36(1), 77-85. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2004.10.009
- Quoc, L., Hoa, D., Ngoc, H., & Phi, T. (2015). Effect of Xanthan gum Solution on the Preservation of Acerola (*Malpighia glabra* L.). *Cercetari Agronomice in Moldova*, 48, 89-97. Doi: 10.1515/cerce-2015-0045
- Rastegar, S., & Atrash, S. (2021). Effect of alginate coating incorporated with Spirulina, Aloe vera and guar gum on physicochemical, respiration rate and color changes of mango fruits during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1), 265-275. Doi: 10.1007/s11694-020-00635-6
- Rehman, M. A., Asi, M. R., Hameed, A., & Bourquin, L. D. (2020). Effect of Postharvest Application of Aloe Vera Gel on Shelf Life, Activities of Anti-Oxidative Enzymes, and Quality of 'Gola' Guava Fruit. *Foods*, 9(10), 1361. Doi: 10.3390/foods9101361
- Rico Rodríguez, F., Gutiérrez Cortés, C., & Díaz Moreno, C. (2015). Influence of chitosan coatings with citric essential oil on the shelf-life of minimally processed mango (*Mangifera indica* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(2), 7679-7688. Doi: 10.3390/foods9101361
- Santos, T. M., Men de Sá Filho, M. S., Silva, E. D. O., da Silveira, M. R., de Miranda, M. R. A., Lopes, M. M., & Azeredo, H. M. (2018).

- Enhancing storage stability of guava with tannic acid-crosslinked zein coatings. *Food Chemistry*, 257, 252-258. Doi: 10.1016/j.foodchem.2018.03.021
- Saowakon, K., Deewatthanawong, R., & Khurnpoon, L. (2017). Effect of Carboxymethyl cellulose as edible coating on postharvest quality of rambutan fruit under ambient temperature. *International Journal of Agricultural Technology*, 13(7.1), 1449-1457.
- Seehanam, P., Boonyakiat, D., & Rattanapanone, N. (2010). Physiological and physicochemical responses of 'Sai Nam Phueng' tangerine to commercial coatings. *HortScience*, 45(4), 605-609. Doi: 10.21273/HORTSCI.45.4.605
- Setiawan, C., Utama, N., & Pradana, B. (2019). Combination of alginate based edible coating-betel essential oil in extending the shelf life of rose apple cv. Dalhari (*Syzygium samarangense*). *Advances in Horticultural Science*, 33(1), 33-38. Doi: 10.13128/ahs-22953
- Shi, S., Wang, W., Liu, L., Wu, S., Wei, Y., & Li, W. (2013). Effect of chitosan/nano-silica coating on the physicochemical characteristics of longan fruit under ambient temperature. *Journal of Food Engineering*, 118(1), 125-131. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.03.029
- Shi, S., Wang, W., Liu, L., Wu, S., Wei, Y., & Li, W. (2013). Effect of chitosan/nano-silica coating on the physicochemical characteristics of longan fruit under ambient temperature. *Journal of Food Engineering*, 118(1), 125-131. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.03.029
- Soradech, S., Nunthanid, J., Limmatvapirat, S., & Luangtana-anan, M. (2017). Utilization of shellac and gelatin composite film for coating to extend the shelf life of banana. *Food Control*, 73, 1310-1317. Doi: 10.1016/j.foodcont.2016.10.059
- Tavassoli-Kafrani, E., Gamage, M. V., Dumée, L. F., Kong, L., & Zhao, S. (2020). Edible films and coatings for shelflife extension of mango: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-29. Doi: 10.1080/10408398.2020.1853038
- Tesfay, S. Z., & Magwaza, L. S. (2017). Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Food Packaging and Shelf Life*, 11, 40-48. Doi: 10.1016/j.fpsl.2016.12.001
- Thakur, R., Pristijono, P., Bowyer, M., Singh, S. P., Scarlett, C. J., Stathopoulos, C. E., & Vuong, Q. V. (2019). A starch edible surface coating delays banana fruit ripening. *LWT*, 100, 341-347. Doi: 10.1016/j.lwt.2018.10.055
- Valero, D., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., & Serrano, M. (2013). Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 77, 1-6. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2012.10.011
- Vendramini, A. L., & Trugo, L. C. (2000). Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.) at three stages of maturity. *Food Chemistry*, 71(2), 195-198. Doi: 10.1016/S0308-8146(00)00152-7
- Vishwasrao, C., & Ananthanarayan, L. (2016). Postharvest shelf-life extension of pink guavas (*Psidium guajava* L.) using HPMC-based edible surface coatings. *Journal of Food Science and Technology*, 53(4), 1966-1974. Doi: 10.1007/s13197-015-2164-x
- Won, M. Y., & Min, S. C. (2018). Coating Satsuma mandarin using grapefruit seed extract-incorporated carnauba wax for its preservation. *Food science and biotechnology*, 27(6), 1649-1658. Doi: 10.1007/s10068-018-0327-z
- Yingsanga, P., & Srinon, T. (2017, September). *Shelf life extension of Rongrien'rambutan fruit, non-spinterned, using aloe vera gel*. In IV Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems 1210 (151-156). Doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1210.21
- Ziv, C., & Fallik, E. (2021). Postharvest Storage Techniques and Quality Evaluation of Fruits and Vegetables for Reducing Food Loss. *Agronomy*, 11(6). Doi: 10.3390/agronomy11061133.