



DOI:10.22144/ctu.jsi.2021.015

CÁC PHƯƠNG PHÁP TẠO MÀNG BẢO QUẢN TRÁI CÂY HỌ CAM QUÝT

Lê Thanh Phước*, Nguyễn Thúy Vi và Tôn Nữ Liên Hương

Bộ môn Hóa học, Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Lê Thanh Phước (email: ltphuoc@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 23/02/2021

Ngày nhận bài sửa: 12/03/2021

Ngày duyệt đăng: 28/04/2021

Title:

Coating methods for preserving Citrus spp. (Rutaceae) fruits: A review

Từ khóa:

Bảo quản cam quýt (*Citrus* spp., Rutaceae), màng polymer sinh học, màng polymer tổng hợp, các chất kháng nấm tổng hợp, các chất kháng nấm tự nhiên

Keywords:

Anti-fungal natural products, Citrus spp. (Rutaceae), fungicide, natural polymer, postharvest preservation, synthetic polymers

ABSTRACT

Citrus spp. (Rutaceae) play a very important role in human food components. After harvesting, the fruits are often physiological disorders, weight loss, susceptible to fungal diseases, enable damage and reduced quality, which greatly affects the economic value of the fruits. The diseases that occur with citrus fruits are mainly caused by pathogenic fungi on trees, including *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Colletotrichum* spp., *Lasiodiplodia* spp., *Phomopsis* spp., *Alternaria* spp. and *Phytophthora* spp., etc. As a result, coating methods using synthetic or natural polymers are often applied to prevent the onset of pathogens. In addition to enhancing the fruit's resistance to infection, safe antifungal agents may be added to the coating of the fruit, which are approved as generally recognized as safe (GRAS) or natural edible plant extracts. In this article, the published coating methods to effective postharvest preservation of Citrus spp. fruits are categorized and presented.

TÓM TẮT

Cam quýt (*Citrus* spp., Rutaceae) là họ cây ăn trái có vai trò rất quan trọng trong thành phần thực phẩm của con người. Sau khi thu hoạch, trái cây thường bị thay đổi sinh lý, mất khối lượng, dễ nhiễm bệnh làm hư hỏng cũng như làm giảm chất lượng của trái ảnh hưởng rất lớn đến kinh tế. Các bệnh xảy ra với trái cam quýt chủ yếu là do các loại nấm bệnh trên cây gây ra như: *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Phomopsis*, *Alternaria* và *Phytophthora*. Do vậy để bảo quản trái, các loại màng polymer sinh học hoặc tổng hợp để bao phủ trái thường được sử dụng nhằm ngăn cản sự tấn công của nấm bệnh, ngoài ra để tăng cường khả năng chống nhiễm bệnh của trái, có thể bổ sung vào màng bao phủ trái các chất kháng nấm bệnh an toàn được cho phép là các hóa chất tổng hợp hoặc chiết xuất từ tự nhiên có thể ăn được. Bài viết này trình bày các công trình bảo quản trái bằng phương pháp tạo màng đã được nghiên cứu và ứng dụng cho đến nay để đảm bảo chất lượng quả cam sau thu hoạch.

1. GIỚI THIỆU

Chi Cam chanh (*Citrus*) là một chi thực vật xanh quanh năm, có hoa trong họ Cửu lý hương (*Rutaceae*), có nguồn gốc từ khu vực nhiệt

đới và cận nhiệt đới ở Đông Nam châu Á, châu Âu, châu Úc và châu Mỹ. Cam quýt (*Rutaceae*) là họ trái cây có vai trò rất quan trọng trong thành phần thực phẩm, chúng chứa vitamin C, carotene, flavonoid, pectine, calcium, potassium, ... cũng là nguồn cung

cấp chất xơ tan và không tan cần thiết để tăng cường hoạt động của đường tiêu hóa cũng như nâng cao sức đề kháng của cơ thể (Milind, 2008; Waleed, 2019). Ở Việt Nam có rất nhiều loại trái cây thuộc họ Cam quýt như: cam, chanh, quýt và bưởi, và trong những giống lai ghép, tên loài phụ hay tên ghép với địa phương. Sau khi thu hoạch trái cây thường bị thay đổi sinh lý, mất khối lượng, khô nứt bề mặt, dễ nhiễm bệnh làm hư hao cũng như làm giảm chất lượng của trái, ảnh hưởng rất lớn đến giá trị kinh tế. Các bệnh xảy ra với trái cam quýt như: bệnh thán thư, bệnh thối trái, bệnh mốc xanh, ... chủ yếu là do các loại nấm bệnh trên cây gây ra như: *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Phomopsis*, *Alternaria* và *Phytophthora* (Elhadi, 2011). Do vậy, để kéo dài thời gian bảo quản trái, các loại màng polymer sinh học (chitosan) hoặc tổng hợp (sáp, carboxymethyl cellulose, ...) thường hay được sử dụng để bao phủ trái nhằm ngăn cản sự tấn công của mầm bệnh. Ngoài ra để tăng cường khả năng chống nhiễm bệnh của trái, có thể bổ sung vào màng bao phủ trái các chất kháng nấm bệnh an toàn được cho phép là các hóa chất tổng hợp cho phép sử dụng trong thực phẩm hoặc chiết xuất từ tự nhiên có thể ăn được.

Bài viết này nhằm tổng kết và phân loại các phương pháp bảo quản trái Cam quýt đã được nghiên cứu, áp dụng hiệu quả và được công bố cho đến gần đây. Mặt khác từ những kinh nghiệm của các phương pháp có được cũng định hướng cho việc nghiên cứu bảo quản trái cây tốt hơn trong tương lai.

2. PHƯƠNG PHÁP TẠO MÀNG BẢO QUẢN CAM QUÝT

Sự hiện diện của sáp trên bề mặt là cơ chế bảo vệ tự nhiên của trái chống lại sự mất nước và gây hại của côn trùng và các vi sinh gây bệnh. Quá trình rửa, vệ sinh bảo quản đã làm giảm lớp sáp này. Sự bao phủ bề mặt với sáp hay các chất kỵ nước đã được dùng từ rất lâu để cải thiện quá trình bảo quản và làm tăng thị hiếu của người tiêu dùng. Các dạng sáp bảo vệ thường dùng bao gồm các alcohol béo mạch dài, nhựa tổng hợp, chitosan và các dẫn xuất khác của carbohydrate là các chất tạo màng, cùng các chất trợ giúp tạo màng như chất nhũ hóa, chất thấm ướt. Các sáp thường dùng là sáp carnauba, shellac, candelilla, sáp ong, sáp paraffin và dầu thực vật. Màng bao được tạo ra bằng cách phun, tạo sương, hoặc nhúng trên bề mặt trái bằng không khí nóng hoặc lạnh (Shafiur, 2020).

Rất nhiều loại nguyên liệu có thể dùng để phối chế vật liệu tạo màng bao cho trái, như các loại màng

polymer sinh học hoặc tổng hợp,... Nói chung, tất cả các màng bao sử dụng phải thỏa mãn được các chỉ tiêu về an toàn thực phẩm như nắm rõ mục đích sử dụng, an toàn (Generally recognized as safe, GRAS), không vượt quá liều lượng cho phép theo GMP.

2.1. Vật liệu tạo màng bảo quản

Chất tạo màng trên cơ sở polysaccharide: Polysaccharide là thành phần phổ biến nhất trong các màng bảo quản trái và cũng có nhiều công thức đã được thương mại hóa. Polysaccharide thể hiện tính chất ngăn cản khí rất hiệu quả, tuy chúng có tính thấm nước và cho hơi nước thâm nhập cao hơn so với các loại màng tạo thành từ chất dẻo tổng hợp. Tuy nhiên, nhờ tính chất chống ẩm và ngăn khí thẩm thấu, các màng polysaccharide bảo vệ chống sự mất nước và làm giảm quá trình hô hấp, làm chậm quá trình chín của trái và kéo dài thời gian bảo quản. Polysaccharide áp dụng để tạo màng có thể thu được từ thực vật (cellulose và các dẫn xuất của chúng, pectin, tinh bột), dịch chiết rong biển (alginate, carrageenan) và vỏ các loài giáp xác (chitosan) và các chất nhầy. Cellulose là polymer tự nhiên có nhiều nhất. Nó có dạng tinh thể, tạo sợi và không tan trong nước. Nhiều loại màng thương mại có chứa cellulose. Các dẫn xuất của cellulose như methylcellulose (MC), hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) và các carboxymethylcellulose ion (CMC) hầu hết tan trong nước, là các chất tìm thấy phổ biến trong các màng bảo quản trái, đặc biệt trong các sản phẩm thương mại, chúng giảm lượng oxy hấp thụ mà không làm tăng lượng carbon dioxide trong khí quyển nội của trái, ngăn cản quá trình hô hấp yếm khí. Các dẫn xuất này có thể tạo màng rất tốt và cho hơi nước, khí xâm nhập với mức độ khác nhau.

Chitin-Chitosan: là polymer chứa liên kết β -1,4- của 2-acetamido-2-deoxy-D-glucan. Chitosan là sản phẩm deacetyl hóa một phần của chitin có tính chất tăng cường hệ bảo vệ của cây và ức chế sự phát triển của nấm bệnh (Walker-Simmons, 1984; Stossel 1984).

Polymer chitosan methyl hóa cho sản phẩm chịu tác động của CO₂ gấp hai lần, làm cho trái lâu chín, nhưng có độ ngăn cản bay hơi nước thấp hơn màng lipid. Hoạt tính kháng khuẩn tăng lên với sự tăng điện tích (pH < 6) và độ tan của chitosan (Chung 2003).

Lipid: Lipid bao gồm các loại hợp chất kỵ nước, thường là các ester trung hòa của glycerol và các acid béo. Trong số các lipid thường được dùng có

sáp là các ester của alcohol mạch dài và các acid béo. Do bản chất giòn, các lipid thường được tạo ma trận với các polysaccharide, tạo nên vật liệu kép, có thể thêm các polymer ưa nước làm cho màng ngăn cản sự bay hơi nước bề mặt rất hiệu quả (Donhowe, 1992), vì dầu không ngăn cản được sự bay hơi của khí và nước như sáp ở trạng thái rắn. Khi lớp phủ chứa đến 75% lipid rắn có hiệu quả bảo quản trái rất tốt, nhưng dưới 25% sẽ có sự xâm nhập hay thoát chất (nước, khí) trên bề mặt trái (Martin-Polo, 1992).

Dầu: Dầu khoáng, dầu paraffin, dầu hạt nho, monoglyceride acetyl hóa, dầu thực vật (dầu đậu phộng, dầu bắp, dầu đậu nành) cũng được dùng riêng hay kết hợp với các thành phần khác để tạo màng bảo quản trái.

Sáp: Sáp paraffin, sáp ong, sáp carnauba, sáp polyethylene, từ lâu đã được dùng riêng hay kết hợp với các thành phần khác để bảo quản trái. Sáp được phun lên bề mặt trái dưới dạng nhũ tương.

2.2. Phương pháp phối chế màng bảo quản trái

Nhiều loại hợp chất khác nhau có thể được dùng để phối chế màng bảo quản trái. Polysaccharide, protein và lipid là các loại vật liệu tạo màng phổ biến, chúng có thể dùng riêng lẻ hay kết hợp. Những thành phần khác tuy lượng nhỏ nhưng rất cần thiết như chất hóa dẻo, chất nhũ hóa, chất hoạt động bề mặt để chế tạo và củng cố màng (Baldwin, 1995). Sự hiện diện phong phú của các loại màng bảo quản trái và tính chất của màng liên quan rất nhiều đến độ bay hơi nước, oxy, carbon dioxide và lipid chuyển vào trái. Cấu trúc cơ học và ái lực của màng với vỏ trái là những yếu tố quan trọng cần khảo sát. Để chất lượng màng tạo thành là tốt nhất, cần thiết là màng phải gắn chặt lên vỏ trái. Mức độ gắn kết phụ thuộc vào thành phần hóa học, ái lực tĩnh điện giữa màng và bề mặt vỏ trái. Sự bám dính càng cao càng kéo dài thời gian bảo quản. Tuy vậy, khi màng áp dụng chúng phải tạo màng đồng nhất. Để cải thiện độ bám dính lớp màng cần các chất hoạt động bề mặt để tạo khả năng thấm ướt và kết dính (Olga, 2010).

2.2.1. Màng sáp

Phương pháp cổ điển là dùng sáp để bao phủ trái nhằm mục đích ngăn cản sự mất nước làm cho trái không bị co ngót và bị hư, đôi khi các chất màu cũng được thêm vào làm cho màu sắc của trái trông hấp dẫn hơn (Shafiqur, 2020).

Một loại sáp thương mại với công thức đặc biệt chứa 18% chất rắn với các phụ gia thực phẩm như: shellac (E904), polyethylene oxide (E914), chất

điều chỉnh và dung môi (các acid béo, ammonium hydroxide, casein, dimethyl polysiloxane và nước khử ion). Sáu mươi gam mỗi muối (sodium carbonate và bicarbonate, potassium carbonate và bicarbonate, ammonium bicarbonate, và potassium sorbate) được hòa tan trong 1 L dung dịch để được nồng độ sau cùng là 6% được sử dụng để bảo quản các loại cam ‘Comune’ Clementines, ‘Tarocco’ và ‘Valencia late’. Kết quả cho thấy rằng tỉ lệ mắc bệnh của trái rất thấp (nhỏ hơn 1%) và mô hình này khá hiệu quả và dễ áp dụng để bảo quản trái, không đòi hỏi thêm thiết bị (Bayogan et al., 2018; Khamis et al., 2018).

2.2.2. Màng chitosan

Sự thất thoát rất lớn về kinh tế đối với trái cây sau thu hoạch bởi các loại nấm trong suốt quá trình vận chuyển, lưu trữ, được giảm thiểu đáng kể bằng cách sử dụng thuốc trừ nấm tổng hợp. Tuy nhiên, sự quan tâm của cộng đồng về dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm và môi trường, do đó rất cần thiết để tìm ra các phương pháp khác an toàn hơn để kiểm soát quá trình hư hại của trái cây sau thu hoạch nhằm thay thế các loại thuốc trừ nấm tổng hợp. Chitin và dẫn xuất chitosan của nó là nguồn polymer sinh học dồi dào, có khả năng tái sinh cao được ứng dụng rộng rãi trong bảo quản nhiều loại trái cây sau thu hoạch trong số đó có cam quýt. Do chitin và dẫn xuất chitosan của nó có hoạt tính kháng khuẩn rất lớn và có khả năng phân hủy sinh học. Chúng có hiệu quả ức chế các bệnh sau khi thu hoạch của trái do ức chế trực tiếp sự phát triển của bào tử nấm, sự kéo dài ống mầm, hệ sợi nấm và gián tiếp cảm ứng hệ enzyme bảo vệ của trái (Zhang et al., 2011). Oligochitosan cũng được khảo sát như là một loại vaccine thực vật, nhằm ngăn ngừa bệnh cho cây trồng và các sản phẩm nông nghiệp (Heng et al., 2010). Thật vậy trong thí nghiệm nhằm nghiên cứu ảnh hưởng của chitosan trên bệnh mốc xanh và chất lượng của cam đã được tiến hành. Theo đó, trái được làm trầy rồi xử lý với chitosan ở các nồng độ khác nhau 24 giờ trước khi chủng nấm bệnh *Penicillium digitatum*. Kết quả cho thấy rằng mốc xanh giảm đáng kể sau khi được xử lý với chitosan và hoạt tính của chitinase và glucanase được tăng cường trên trái được tạo màng bao chitosan. Nhìn chung, màng bao chitosan có ảnh hưởng lớn trên tính kháng nấm của nó chống lại các loại bệnh và tăng cường hệ sinh hóa bảo vệ trong các trái được tạo màng. Hơn nữa các phẩm chất của trái như độ chắc, màu sắc bề mặt, hàm lượng nước của trái, chất rắn tan toàn bộ không bị ảnh hưởng bởi chitosan trong suốt quá trình bảo quản (Guilli et al., 2016).

Màng bao chitosan cũng được dùng để bảo quản chanh. Chanh được xử lý với chitosan theo ba nồng độ khác nhau (1%; 1,5% và 2%), và được bọc trong bao gói polyethylene có đục lỗ, và bảo quản ở nhiệt độ môi trường (33°C). Kết quả cho thấy sau 30 ngày chanh được bảo quản với chitosan nồng độ 1,5% có sự mất khối lượng cũng như sự thay đổi màu sắc không đáng kể so với các nồng độ chitosan 1 và 2% (Nguyễn Thị Bích Thủy và ctv., 2008). Kết quả thí nghiệm tương tự như trên, việc sử dụng màng bao chitosan để bảo quản cam Hà Giang cũng cho thấy sau 35 ngày được bảo quản với chitosan nồng độ 2% có sự hao hụt khối lượng, độ cứng của trái biến đổi chậm nhất, các chỉ tiêu sinh hóa như hàm lượng acid tổng số, hàm lượng chất khô tổng số tồn tại ít nhất trong tất cả các mẫu thí nghiệm (Nguyễn Thị Hạnh và ctv., 2020). Song song việc sử dụng màng bao chitosan 1.5% để bảo quản cam đường Canh cho thấy sau 70 ngày cam vẫn còn chất lượng tốt (Nguyễn Quang Tùng và ctv., 2019).

2.2.3. Màng kết hợp giữa chitosan và các polymer khác

Sự quan tâm nhiều của cộng đồng về các màng bảo quản trái cây có thể phân hủy sinh học và ăn được nhằm thay thế các loại sập tổng hợp để giữ chất lượng của trái cây sau thu hoạch, một loại màng hai lớp có thể ăn được trên cơ sở polysaccharide là carboxymethylcellulose (CMC) và chitosan đã được phát triển để bảo quản các loại cam quýt khác nhau, cho thấy hiệu quả tương đương màng polyethylene thương mại. Hơn nữa màng hai lớp CMC/chitosan còn làm tăng độ chắc của trái, tuy vậy không hiệu quả trên độ giảm khối lượng (Arnon et al., 2014). Trong nghiên cứu dùng riêng rẽ hoặc kết hợp với chitosan (2% w/v) và rhamnolipid (2% w/v) tạo màng bảo quản có thể ăn được cho cam ngọt đã giữ cho cam tươi trong vòng 8 tuần ở 25°C, màu xanh chlorophyll của cam vẫn bền vững, các chỉ tiêu chất lượng của cam vẫn không đổi. Sự kết hợp chitosan-rhamnolipid làm tăng hoạt tính của các enzyme superoxide dismutase, catalase và peroxidase, cũng như ức chế sự hình thành các gốc tự do superoxide và sự phát triển của vi khuẩn ưa nhiệt trung bình, nấm men và nấm mốc (Adetunji et al., 2018). Cũng có nghiên cứu sử dụng chitosan phân tử lượng thấp (low molecular weight chitosan) LMWC, Mw = 15 kDa) và chitosan phân tử lượng cao (high molecular weight chitosan) (HMWC, Mw = 357 kDa) tạo màng bảo quản hiệu quả và giữ chất lượng của cam quýt tốt: độ chắc, hàm lượng citric acid, hàm lượng nước. Màng 0.1% LMWC làm chậm sự hư hao của trái ở 15°C trong 56 ngày so với đối chứng và giảm hư trên 20% so với thuốc trừ nấm TBZ. Ở nồng độ

0.2% LMWC có hiệu quả cao trong việc ức chế sự phát triển của mốc xanh gây ra bởi *Penicillium digitatum* và *Penicillium italicum* (Chien et al., 2007).

2.2.4. Màng kết hợp giữa chitosan và dịch chiết thực vật kháng nấm

Một phương pháp bảo quản màng chitosan (1.5%) được thêm dịch chiết trái Sung (*Ficus hirta* Vahl.) đảm bảo chất lượng của cam Newhall lưu trữ trong thời gian dài lên đến 120 ngày bảo quản lạnh so với đối chứng, có tốc độ phân hủy và mất khối lượng thấp, làm chậm quá trình chín và giữ được đặc tính cảm quan của trái tốt. Trái có chất lượng cao hơn do bị ức chế trong quá trình hô hấp, giảm sự tích lũy của malondialdehyde, củng cố hoạt tính của enzyme bảo vệ như: superoxide dismutase, peroxidase, chitinase và 1,3-glucanase (Chen et al., 2018).

Màng trên cơ sở chitosan kết hợp với dịch chiết riêng rẽ của cây sồi (*Quercus robur*), hoa bia (*Humulus lupulus*) và Tảo nâu (*Laminaria hyperborea*) được đánh giá và so sánh tương quan giữa cấu trúc, tính chất hóa lý và tính chất kháng khuẩn, cho thấy màng kết hợp chitosan với dịch chiết của cây sồi hoặc hoa bia cho khả năng kháng khuẩn *Bacillus subtilis* như nhau (Bajić et al., 2019).

Màng trên cơ sở chitosan của *Mucor rouxii* kết hợp với các dịch chiết của hạt giống cải xoong (*Lepidium sativum*), lá olive, vỏ lựu (*Punica granatum*) và vỏ quả đậu senna (senna pods) được phối chế và đánh giá tính chất kháng nấm gây mốc xanh (*Penicillium* spp.) *in vitro* trên trái. Kết quả cho thấy tất cả các dịch chiết đều có khả năng kháng nấm; mạnh nhất là dịch chiết hạt cải xoong, thứ hai là dịch chiết vỏ lựu. Việc sử dụng riêng rẽ mỗi dịch chiết làm giảm đáng kể sự phát triển và khả năng sống sót của nấm. Sự kết hợp với chitosan của cả hai loại dịch chiết hạt cải xoong và vỏ lựu tạo màng bảo quản rất tốt cho cam, ngăn cản sự phát triển của mốc xanh sau 2 tuần lưu trữ (Tayel et al., 2015).

Nhũ tương chitosan kết hợp CMC tạo màng phối chế với nano bạc trong dịch chiết ethanol của thảo dược có khả năng kháng khuẩn và kháng nấm như cây thù lù cạnh - *Physalis angulata* đã được triển khai bước đầu, kết quả cho thấy trái được tạo màng bảo quản thì còn tốt đến 30 ngày ở điều kiện phòng. Những chỉ tiêu chất lượng như hàm lượng vitamin C, độ hao hụt khối lượng quả đều ổn định, hơn nữa cảm quang màu sắc và độ cứng của quả không thay đổi đáng kể; ngược lại các mẫu không xử lý màng bao mau hư hỏng. Chitosan (2%) cũng được kết hợp

với các chiết xuất tự nhiên của olive (4%), lá Hương thảo (4%) và sả (3%) để tạo màng bảo quản cam Navel. Trái được trữ lạnh 12 tuần ở 5°C trong 2 mùa liên tục 2015 và 2016 và được đánh giá để xác định những biến đổi chất lượng mỗi 3 tuần. Kết quả cho thấy tất cả các xử lý đều có giảm sự hao hụt khối lượng, làm chậm quá trình phân hủy, biến đổi khối lượng nước của trái, tổng lượng chất rắn tan, độ acid, carotene và vitamin C so với trái không xử lý, đặc biệt tốt với mẫu chứa dịch chiết Hương thảo (Thanaa et al., 2017).

2.2.5. Màng kết hợp giữa chitosan và vi sinh

Sự kết hợp giữa chitosan và *Pichia membranaefaciens* được sử dụng để kiểm soát bệnh thán thư (*Colletotrichum gloeosporioides*) trên trái cam quýt cho thấy tỉ lệ nhiễm bệnh và tổn thương trái giảm đáng kể. Quá trình xử lý có thể giám sát các dạng oxy hoạt động để cảm ứng hệ thống bảo vệ màng tế bào khỏi bị hư hại, làm tăng hoạt tính của phenylalanine ammonialyase, tích lũy lignin, làm giảm hoạt tính của các enzyme liên hệ với thành tế bào và giữ cho các hợp chất liên hệ với thành tế bào (pectin, cellulose: polygalacturonase, pectin methylesterase, cellulase) giữ được tính toàn vẹn của tế bào vỏ trái để chống lại bệnh thán thư (Zhao et al., 2018).

Việc áp dụng nội bào tử *Bacillus subtilis* ABS-S14 một loại dịch chiết thô từ môi trường nuôi cấy kháng sinh lipopeptide vòng và chitosan cho thấy màng làm giảm đáng kể hư hao trái cam do bệnh mốc xanh gây ra bởi *Penicillium digitatum* (Waewthongrak et al., 2015).

Nấm ký sinh *Verticillium lecanii* và chitosan đều có khả năng là làm giảm đáng kể hư hao trái cam do bệnh mốc xanh gây ra bởi *Penicillium digitatum* trong việc bảo quản cam (Benhamou et al., 2004).

2.3. Màng polymer tổng hợp kết hợp với phụ gia kháng nấm cho phép (GRAS)

Polymer tổng hợp cũng được áp dụng rộng rãi trong việc tạo màng bảo vệ cam quýt sau thu hoạch chứa hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) với lipid ăn được và các phụ gia thực phẩm GRAS với tính kháng nấm. Công thức phối chế với nhũ tương bền chứa hàm lượng chất rắn (6-12%), lipid (sáp ong và shellac) tổng số (60%) thành phần kháng nấm (natri benzoate hoặc kali sorbate riêng rẽ hoặc trộn với natri propionate) (0.05-4.5%). Kết quả chứng tỏ màng có thể chống lại các loại mốc xanh trên cam ‘Valencia’, quýt ‘Ortanique’ và ‘Clemenules’ gây nên bởi trái được chủng *Penicillium digitatum* and

Penicillium italicum trong 7 ngày lưu trữ ở 20°C và lên đến 60 ngày ở 5°C (Palou et al., 2014).

Sự kết hợp giữa hydroxypropyl methylcellulose, sáp ong và các muối kháng nấm cho phép (GRAS) như: ammonium carbonate, potassium sorbate, potassium carbonate, sodium methylparaben, sodium ethylparaben, sodium benzoate và potassium silicate để bảo quản cam ‘Valencia’, với tỷ lệ tối ưu cho thấy sự nhiễm bệnh thán thư trên trái giảm rất nhiều (70%), các tính chất hóa lý và cảm quan của trái vẫn giữ tốt, tuy vậy màng không giữ được sự hao hụt khối lượng (Martínez-Blay et al., 2020).

3. KẾT LUẬN

Việc bảo quản trái từ lúc thu hoạch đến người tiêu dùng là một vấn đề lý thú được quan tâm từ rất sớm, từ người canh tác, thu hoạch, bảo quản, vận chuyển phân phối đến người tiêu dùng và có sự liên hệ của nhiều lĩnh vực khác nhau như nông học, hóa học, sinh học, thực phẩm, kinh tế, ... để trái được bảo quản tốt nhất, ít hư hao nhất và đạt chất lượng cao nhất tới khâu cuối cùng trong quá trình bảo quản là đến người tiêu dùng. Nhìn chung, để đáp ứng tốt các yêu cầu về an toàn thực phẩm cũng như thị hiếu của người tiêu dùng theo hướng ‘hữu cơ’ và các chỉ tiêu an toàn thực phẩm, khuynh hướng hiện tại và sắp tới là bảo quản trái bằng phương pháp tạo màng ăn được với việc sử dụng màng sinh học và các dịch chiết thực vật tự nhiên có khả năng kháng nấm và kháng khuẩn mạnh là rất cần thiết. Trong đó, sử dụng các nguồn polymer tự nhiên chitosan, polymer tổng hợp, các chất kháng nấm cho phép và các dịch chiết tự nhiên từ thực vật có vai trò các chất kháng nấm mạnh là một khuynh hướng đã và đang được ứng dụng hiệu quả trong bảo quản trái cây nói chung và họ cam quýt nói riêng.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo là kết quả từ nghiên cứu khoa học cấp Bộ ‘‘Ứng dụng và phát triển một số công nghệ sơ chế, bảo quản và chế biến một số sản phẩm từ cam sành Đồng bằng Sông Cửu Long’’ (mã số: CT2020.01.TCT.05) thuộc Chương trình khoa học và công nghệ Bộ Giáo dục và Đào tạo ‘‘Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ tiên tiến trong bảo quản, chế biến nông thủy sản vùng Đồng bằng Sông Cửu Long’’.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adetunji, C. O., Adejumo, I. O., Afolabi, I. S., Adetunji, J. B., & Ajisejiri, E. S. (2018). Prolonging the shelf life of ‘‘Agege

- Sweet” orange with chitosan–rhamnolipid coating. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59(5), 687–697.
- 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.
- Bajić, M., Ročnik, T., Oberlintner, A., Scognamiglio, F., Novak, U., & Likozar, B. (2019). Natural plant extracts as active components in chitosan-based films: A comparative study. *Food Packaging and Shelf Life*, 21, 100365.
- Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M. O., & Baker, R. A. (1995). Edible Coatings for Lightly Processed Fruits and Vegetables. *HortScience*, 30(1), 35–38.
- Bayogan, E. V., & Secretaria, L. B. (2018). Some postharvest characteristics of chitosan-treated pummelo [*Citrus maxima* (Burm. Ex Rumph) Merr “Magallanes”] fruit. *Acta Horticulturae*, 1213, 145–152.
- Benhamou, N. (2004). Potential of the Mycoparasite, *Verticillium lecanii*, to Protect Citrus Fruit Against *Penicillium digitatum*, the Causal Agent of Green Mold: A Comparison with the Effect of Chitosan. *Phytopathology*, 94(7), 693–705.
- Chen, C., Cai, N., Chen, J., Peng, X., & Wan, C. (2018). Chitosan-Based Coating Enriched with Hairy Fig (*Ficus hirta* Vahl.) Fruit Extract for “Newhall” Navel Orange Preservation. *Coatings*, 8(12), 445.
- Chien, P. J., Sheu, F., & Lin, H. R. (2007). Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry*, 100(3), 1160–1164.
- Chung, Y. C., Wang, H. L., Chen, Y. M., Li, S. L. (2003). Effect of abiotic factors on the antibacterial activity of chitosan against waterborne pathogens. *Bioresour. Technol.*, 88, 179–184.
- Donhowe, I. G., Fennema, O. (1992). The effect of relative humidity gradient on water vapor, permeance of lipid and lipidhydrocolloid bilayer films. *JAOCs*, 69, 1081.
- Elhadi, M. Yahia (2011). *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. Vol. 2: *Acai to Citrus* (pp. 437-505). Woodhead Publishing.
- Guilli, E. M., Hamza, A., Clément, C., Ibriz, M., & Ait, B. E. (2016). Effectiveness of Postharvest Treatment with Chitosan to Control Citrus Green Mold. *Agriculture*, 6(2), 12.
- Heng, Y., Zhao, X., & Du, Y. (2010). Oligochitosan: A plant diseases vaccine—A review. *Carbohydrate Polymers*, 82(1), 1–8.
- Khamis, Y., Angela, L., Franco, N., Antonio, I. (2012). Activity of salts incorporated in wax in controlling postharvest diseases of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 65, 39–43.
- Martin-Polo, M., Voilley, A., Blond, G., Colas, B., Mesnier, M., and Floquet, N. (1992). Hydrophobic films and their efficiency against moisture transfer. 2. Influence of the physical state. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(3), 413–418.
- Martínez-Blay, V., Pérez-Gago, M. B., de la Fuente, B., Carbó, R., & Palou, L. (2020). Edible coatings formulated with antifungal GRAS salts to control citrus anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and preserve postharvest fruit quality. *Coatings*, 10(8), 730.
- Milind S. Ladaniya (2008). *Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation*; Academic Press.
- Nguyễn Thị Bích Thủy, Nguyễn Thị Thu Nga, Đỗ Thị Thu Thủy (2008). Ảnh hưởng của nồng độ chitosan đến chất lượng và thời gian bảo quản chanh. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 1(1), 70-75.
- Nguyễn Thị Hạnh & Nguyễn Văn Hùng. (2020). Ảnh hưởng của nồng độ chitosan đến chất lượng và thời gian bảo quản cam Hà giang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 41, 16-19.
- Nguyễn Quang Tùng, Nguyễn Văn Lợi, Nguyễn Minh Thăng & Nguyễn Xuân Cảnh. (2019). Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ chitosan đến chất lượng và thời gian bảo quản quả cam đường Canh. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 51, 51-56.
- Olga M. B., Robert S. F. (2010). *Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing (Food Preservation Technology): Use of Edible Coatings for Fresh-Cut Fruits and Vegetables* (pp. 285-312). CRC Press.
- Palou, L., Pérez-Gago, M. B., & Valencia-Chamorro, S. A. (2014). Edible composite coatings formulated with antifungal Gras compounds: a novel approach for postharvest preservation of fresh citrus fruit. *Acta Horticulturae*, (1053), 143–149.
- Shafiur, R. M. (2020). *Handbook of Food Preservation, 3rd edition: Surface Treatments and Edible Coatings in Food Preservation* (pp. 507-528). CRC Press.
- Stossel and J. L. Leuba (1984). Effect of chitosan, chitin and some aminosugars on growth of various soilborne phytopathogenic fungi. *Phytopathol. Z.*, 111, 82.
- Tayel, A. A., Moussa, S. H., Salem, M. F., Mazrou, K. E., and El-Tras, W. F. (2015). Control of citrus molds using bioactive coatings incorporated with fungal chitosan/plant extracts

- composite. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(4), 1306–1312.
- Thanaa, S. M. M., Naglaa, M. A., Yassin, and Fatma, K. M. S. (2017). Influence of Postharvest Application with Chitosan and some Natural Plant Extracts on Storage Life and Quality Attributes of Navel Orange Fruits during Cold Storage. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 6(02), 330-339.
- Walker-Simmons, D. Jin, C. A. West, L. Hadwiger, and C. A. Rayan (1984). Comparison of proteinase inhibitor-inducing activities and phytoalexin elicitor activities of a pure fungal endopolygalacturonase, pectic fragments, and chitosans. *Plant Physiol.*, 76, 833.
- Waleed F. A. (2019). Nutritional Benefits of Citrus Fruit. *American Journal of Biomedical Science & Research*, 3(4): 303-305.
- Zhang, H., Li, R., and Liu, W. (2011). Effects of Chitin and Its Derivative Chitosan on Postharvest Decay of Fruits: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(2): 917–934.
- Zhao, Y., Deng, L., Zhou, Y., Yao S., & Zeng, K. (2018). Chitosan and *Pichia membranaefaciens* control anthracnose by maintaining cell structural integrity of citrus fruit. *Biological Control*, 124: 92–99.
- Zhao, Y., Deng, L., Zhou, Y., Ming, J., Yao, S., & Zeng, K. (2018). Wound healing in citrus fruit is promoted by chitosan and *Pichia membranaefaciens* as a resistance mechanism against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Postharvest Biology and Technology*, 145: 134–143.