ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG CỦA VẬT LIỆU CHUYỂN PHA GỐC ANKYL CACBONAT VÀO BẢO QUẢN THỰC PHẨM TRONG QUÁ TRÌNH VẬN CHUYỂN

Đến tòa soạn 12-08-2022

Nguyễn Ngọc Tùng *, Nguyễn Thị Hoài Thu, Trịnh Tuấn Hưng,
Bùi Quang Minh, Nguyễn Quang Trung
Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
Vương Trường Xuân
Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên
Email: tungnguyen.vast@gmail.com

SUMMARY

EVALUATING THE APPLICABILITY OF ALKYL CARBONATE-BASED PHASE CHANGE MATERIAL IN FOODSTUFFS PRESERVATION DURING TRANSPORTATION

This paper reports on the applicability of novel alkyl carbonate-based phase change material (PCM) in the preservation of foodstuffs during transportation, which could subject the foodstuffs to extreme thermal stress due to poor insulation and solar exposure. In particular, this study evaluated the changes in several quantifiable properties of cherry tomatoes (Lycopersicon lycopersicum var. cerasiforme) during short-term storage – including total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), sugar-acid ratio, pH, total lycopene, and total carotenoids – after their exposure to normal truck's cargo box conditions during transportation, with or without the novel PCM acting as additional thermal insulation. Experimental results showed that the novel PCM did effectively reduced the impact of temperature fluctuations on quality of cherry tomatoes, therefore showed great potential in preservation of foodstuffs during transportation.

Keywords: *phase change material, alkyl carbonate, foodstuffs transportation, cherry tomato.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Con người, cũng như các loài động vật khác, đều cần tiêu thụ một lượng thực phẩm nhất định mỗi ngày nhằm cung cấp đủ năng lượng và chất dinh dưỡng cho hoạt động bình thường của cơ thể. Tuy nhiên, phần lớn các loại thực phẩm chưa qua chế biến đều có thời gian bảo quản tương đối ngắn, và dễ bị hư hỏng dưới tác động của những yếu tố nội sinh (quá trình chín tự nhiên của quả…), cũng như những yếu tố môi trường bất lợi khác (bao gồm: nhiệt độ, độ ẩm không khí, thành phần không khí…) (Kenar 2012).

Bởi vậy, ngay từ xa xưa, bảo quản thực phẩm đã là một vấn đề được con người hết sức quan tâm. Bảo quản thực phẩm được định nghĩa là quá trình cất giữ hoặc xử lý các loại thực phẩm nhằm cho phép chúng có thể tồn trữ lâu hơn, không bị thối hỏng, đồng thời duy trì được giá trị thành phần dinh dưỡng cũng như hương vị phù hợp (Khuyên 2007). Ngược lại, khi không được bảo quản đúng cách thì thực phẩm có thể chịu hư hại cả về mặt số lượng cũng như chất lượng, làm giảm hiệu quả kinh tế của quá trình sản xuất và cung ứng thực phẩm, đồng thời tạo thành mối nguy cơ đối với sức khoẻ con người

(ví dụ: thiếu dinh dưỡng, ngộ độc…) (Sean 2015).

Đặc biệt, tại những quốc gia đang phát triển như Việt Nam, quá trình bảo quản thực phẩm vẫn chưa được thực sự xem trọng. Nhiều loại thực phẩm tươi sống như thịt cá, rau củ chưa qua chế biến… thường được vận chuyển từ vùng này sang vùng khác mà không được che chắn đầy đủ hay giữ lạnh, bởi vậy chất lượng của chúng rất dễ chịu ảnh hưởng do tác động của các yếu tố môi trường – mà đặc biệt là sự thay đổi về mặt nhiệt độ.

Cụ thể hơn, hiện nay nhiều loại sản phẩm rau củ tươi tại Việt Nam vẫn đang được vận chuyển một cách đơn giản bên trong các thùng xe chở hàng với điều kiện thông gió và cách nhiệt kém, đồng thời không trang bị hệ thống làm mát. Trong quá trình di chuyển, đặc biệt là vào thời gian buổi trưa và buổi chiều, nhiệt độ bên trong thùng xe chở hàng có thể tăng lên rất cao do tác động của nhiệt năng từ ánh sáng Mặt Trời, gây ảnh hưởng tiêu cực đến chất lượng thực phẩm (John 2014).

Do đặc điểm kinh tế – xã hội tại Việt Nam nói chung, và các quốc gia đang phát triển nói riêng, việc nâng cấp hệ thống xe hàng vận chuyển thực phẩm là thiếu khả thi – ít nhất là trong ngắn hạn. Bởi vậy, cần thiết phải có những giải pháp thay thế khác nhằm giải quyết vấn đề này, từ đó giúp cải thiện chất lượng bảo quản thực phẩm trong quá trình vận chuyển. Một trong những giải pháp tiềm năng được đưa ra chính là ứng dụng vật liệu chuyển pha với vai trò vật liệu cách nhiệt và ổn định nhiệt độ (Kant 2015).

Vật liệu chuyển pha là một nhóm các vật liệu sở hữu ẩn nhiệt chuyển pha cao, và quá trình chuyển pha diễn ra trong khoảng nhiệt độ tương đối hẹp, bởi vậy cho phép duy trì nhiệt độ tương đối ổn định trong suốt quá trình chuyển pha của chúng. Bởi vậy, hiện nay vật liệu chuyển pha đã và đang được ứng dụng tương đối rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là trong cách nhiệt và ổn định nhiệt độ của các công trình kiến trúc (Kinga 2014).

Tại các quốc gia trên thế giới, nhóm vật liệu chuyển pha được sử dụng nhiều nhất hiện nay là sáp paraphin C18 (thành phần chính là n-octadecan) có nguồn gốc dầu mỏ - một loại vật liệu không tái tạo và thiếu thân thiện môi trường. Tuy nhiên, sáp paraphin C18 cũng sở hữu nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ đông đặc tương đối thấp, do đó không phù hợp ứng dụng trong điều kiện môi trường tại Việt Nam (Mofijur 2019). Nhằm giải quyết vấn đề này, nhóm nghiên cứu đã tiến hành tổng hợp một nhóm vật liệu chuyển pha mới trên cơ sở các nguồn nguyên liệu và quy trình thân thiện môi trường, với tính chất chuyển pha phù hợp hơn với điều kiện nhiệt độ tại Việt Nam. Nhóm vật liệu này có bản chất hoá học là hỗn hợp của các di-alkyl cacbonat béo, với nhiệt độ chuyển pha dao động trong khoảng 29 – 32^{o}C cùng ẩn nhiệt chuyển pha tương đối cao (ΔH = 142 kJ/kg) (Tùng 2022).

Trong nghiên cứu này, vật liệu chuyển pha gốc di-alkyl cacbonat béo sẽ được ứng dụng với vai trò vật liệu cách nhiệt và ổn định nhiệt độ cho các thùng xốp đựng thực phẩm, nhằm đánh giá hiệu quả của nó trong việc tăng cường khả năng bảo quản của thực phẩm trong quá trình vận chuyển. Cụ thể, đối tượng nghiên cứu được lựa chọn là cà chua bi (*Lycopersicon lycopersicum* var. *Cerasiforme*), với các thông số tính chất có thể định lượng được phân tích bao gồm tổng hàm lượng chất khô (TSS), tổng axit chuẩn độ (TA), tỷ lệ đường - axit, độ pH, tổng lycopene (TL), và tổng các hợp chất carotenoid (TC). Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc sử dụng vật liệu chuyển pha với vai trò cách nhiệt và ổn định nhiệt độ đã giúp tăng thời gian bảo quản của cà chua bi, thể hiện thông qua so sánh sự thay đổi về mặt giá trị của các thông số chất lượng được khảo sát.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

- Vật liệu chuyển pha trên cơ sở hỗn hợp của các di-alkyl cacbonat béo, với nhiệt độ chuyển pha dao động trong khoảng 29 – 32 ^{o}C cùng ẩn nhiệt chuyển pha ΔH = 142 kJ/kg. Vật liệu chuyển pha được chứa trong túi tráng nhôm hàn nhiệt có kích thước 110 × 81 mm, sao cho khối lượng vật liệu chuyển pha trong mỗi túi đạt khoảng 30 g. Túi chứa vật liệu chuyển pha

được đảm bảo hoàn toàn kín, không cho phép vật liệu chuyển pha bên trong tiếp xúc trực tiếp với đối tượng cần bảo quản.

- Cà chua bi (*Lycopersicon lycopersicum* var. *Cerasiforme*) chín đỏ được hái trực tiếp từ trên cây ngay trước khi sử dụng trong các thử nghiệm.

- Hộp xốp PS có kích thước 250 × 180 × 150 mm thường được sử dụng trong vận chuyển thực phẩm, gắn hoặc không gắn thêm các túi chứa vật liệu chuyển pha. Các túi chứa vật liệu chuyển pha được gắn trực tiếp vào phần thành hộp bên trong (nếu có), và không xếp chồng lên nhau.

2.2. Phương pháp thực nghiệm

Quá trình thực nghiệm được tiến hành trên ba nhóm mẫu được bảo quản trong ba điều kiện khác nhau:

- Nhóm 1: mẫu cà chua bi đặt trong thùng xốp không gắn thêm vật liệu chuyển pha, được bảo quản liên tục năm ngày tại điều kiện nhiệt độ phòng (nhiệt độ 25 ^{o}C, độ ẩm tương đối 65%, hạn chế tiếp xúc với ánh nắng Mặt Trời).

- Nhóm 2: mẫu cà chua bi đặt trong thùng xốp không gắn thêm vật liệu chuyển pha, ngày đầu tiên được bảo quản trên thùng xe hàng di chuyển dưới điều kiện trời nắng, từ ngày thứ hai đến ngày thứ năm được bảo quản tại điều kiện nhiệt độ phòng tương đương Nhóm 1.

- Nhóm 3: mẫu cà chua bi đặt trong thùng xốp gắn thêm vật liệu chuyển pha, ngày đầu tiên được bảo quản trên thùng xe hàng di chuyển dưới điều kiện trời nắng, từ ngày thứ hai đến ngày thứ năm được bảo quản tại điều kiện nhiệt độ phòng tương đương Nhóm 1.

Cuối mỗi ngày, năm mẫu cà chua bi ngẫu nhiên được lấy ra khỏi thùng xốp để phân tích. Các mẫu cà chua bi thuộc mỗi nhóm sẽ được đồng nhất bằng máy xay thực phẩm, sau đó được cho lọc qua giấy lọc nhằm thu được phần nước không chứa cặn.

Phần nước không chứa cặn này sau đó được pha loãng theo phương pháp định mức (nếu cần thiết), rồi được sử dụng để phân tích các chỉ tiêu liên quan.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Phân tích tổng hàm lượng chất khô (TSS)

Tổng hàm lượng chất khô trong mẫu nước ép từ cà chua bi được đánh giá thông qua thang đo độ brix (^{o}Brix) sử dụng thiết bị khúc xạ kế đo độ Brix cầm tay RHB – 18 ATC.

Quá trình đo độ Brix của các mẫu được tiến hành theo hai bước cụ thể như sau:

- Bước 1: nhỏ khoảng 2 – 3 giọt mẫu nước ép lên trên bề mặt lăng kính của thiết bị khúc xạ kế, rồi đậy nắp của lăng kính lại và di chuyển nhẹ nhàng thiết bị để mẫu nước ép phân bố đều trên bề mặt lăng kính.

- Bước 2: Tiến hành quan sát thông qua thị kính và đọc giá trị độ Brix hiển thị trên lăng kính.

2.3.2. Phân tích tổng axit chuẩn độ (TA)

Tổng hàm lượng axit chuẩn độ trong mẫu nước ép từ cà chua bi được đánh giá thông qua phương pháp chuẩn độ axit – bazơ.

Cụ thể, mẫu nước ép được chuẩn độ bằng dung dịch NaOH nồng độ 0,1 M đến pH = 8,1 (xác định trên thiết bị đo độ pH/ORP/nhiệt độ để bàn Hanna HI 2211-02) thì dừng lại. Tổng hàm lượng axit chuẩn độ trong mẫu nước ép được tính toán dựa trên thể tích dung dịch NaOH nồng độ 0,1 M tiêu tốn, biểu thị thông qua giá trị hàm lượng tương đương của axit citric tính theo thể tích (v/v).

2.3.3. Phân tích độ pH

Độ pH của mẫu nước ép từ cà chua bi được xác định trên thiết bị đo độ pH/ORP/nhiệt độ để bàn Hanna HI 2211-02 tại điều kiện nhiệt độ phòng (nhiệt độ 25 ^{o}C, độ ẩm tương đối 65%).

2.3.4. Phân tích tổng lycopene (TL) và tổng các hợp chất carotenoid (TC)

Tổng hàm lượng sắc tố lycopene và các hợp chất carotenoid được trong mẫu cà chua bi được đánh giá thông qua phương pháp đo quang phổ hấp thụ tại bước sóng 502 nm trên thiết bị đo quang phổ UV/Vis EMC-61PCS-UV.

Mẫu đo quang phổ UV/Vis được chuyển bị bằng cách chiết 1 g thịt quả cà chua bi đã đồng nhất trong 14 mL dung dịch hỗn hợp hexan/axeton (tỷ lệ 3:2 v/v) sử dụng phương

pháp ly tâm trong ống Eppendorf, tại điều kiện tốc độ ly tâm tương đối 10.000 vòng/phút, thời gian 10 phút, và nhiệt độ khoảng 4 ºC.

Sau khi chiết, tiến hành gạn lấy phần dung dịch chiết nổi phía trên, và định mức đến thể tích 25 mL trước khi đem đo UV/Vis. Tổng hàm lượng sắc tố lycopene và các hợp chất carotenoid được trong mẫu cà chua bi được tính toán dựa trên cường độ hấp thụ của mẫu dịch chiết tương ứng tại bước sóng 502 nm, và biểu thị bằng đơn vị mg/100g khối lượng mẫu tươi

Bảng 1. Kết quả phân tích các thông số kỹ thuật có thể định lượng của mẫu cà chua bi thuộc những nhóm khảo sát khác nhau

Chỉ tiêu	**Giá trị ban đầu**	**Ngày**								
		Nhóm 1			**Nhóm 2**			**Nhóm 3**		
		1	**3**	**5**	**1**	**3**	**5**	**1**	**3**	**5**
Tổng hàm lượng chất khô (TSS) (ºBrix)	3,98	4,04	4,16	4,26	4,24	4,48	4,90	4,18	4,38	4,50
Tổng axit chuẩn độ (TA) (%)	0,42	0,41	0,39	0,36	0,39	0,32	0,26	0,39	0,36	0,31
TSS:TA	9,48	9,85	10,67	11,83	10,87	14,00	18,85	10,72	12,17	14,52
Độ pH	3,82	3,84	3,89	4,01	3,90	4,31	4,50	3,88	4,03	4,08
Tổng lycopene (TL) (mg/100g khối lượng mẫu tươi)	0,12	0,15	0,28	0,33	0,36	0,47	0,58	0,34	0,39	0,43
Tổng các hợp chất carotenoid (TC) (mg/100g khối lượng mẫu tươi)	0,18	0,21	0,37	0,43	0,42	0,79	1,13	0,37	0,41	0,52

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích tổng hàm lượng chất khô (TSS)

Từ những kết quả phân tích thể hiện trong **Bảng 1**, có thể nhận thấy sự thay đổi về mặt giá trị tổng hàm lượng chất khô hoà tan (TSS) trong tất cả các mẫu nước ép thuộc ba nhóm đối tượng khảo sát, mà cụ thể là sự tăng dần của giá trị TSS theo thời gian bảo quản.

Hiện tượng này có thể giải thích là do trong suốt quá trình bảo quản, bên trong quả cà chua bi vẫn sẽ tiếp tục xảy ra các biến đổi sinh hoá, gây ảnh hưởng đến thành phần các chất khô hoà tan có trong thịt quả. Cụ thể, thông qua phản ứng chuyển hoá cacbohydrat cùng phản ứng sinh tổng hợp bên trong tế bào thịt quả, các hợp chất polysaccarit như pectin sẽ bị thuỷ phân thành những mắt xích oligosaccarit ngắn hơn và dễ tan hơn, khiến cho giá trị TSS của mẫu được phân tích tăng lên. Đây được gọi là quá trình chín của quả sau thu hoạch (Žnidarčič 2010, Munhuewyi 2012).

Nhìn chung, nhiệt độ là một yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ chín sau thu hoạch của các loại quả sau thu hoạch – cụ thể, khi nhiệt độ bảo quản tăng lên thì quả cũng sẽ thường nhanh chín hơn (Munhuewyi 2012, Islam 2012). Điều này có thể giúp giải thích sự khác biệt giữa giá trị TSS

của các nhóm mẫu cà chua bi sau thời gian bảo quản khác nhau.

Cụ thể, các mẫu thuộc Nhóm 1 được bảo quản liên tục tại điều kiện nhiệt độ phòng, bởi vậy sự gia tăng giá trị TSS của chúng cũng là thấp nhất. Ngược lại, giá trị TSS của các mẫu thuộc Nhóm 2 và Nhóm 3 tăng nhanh sau 5 ngày bảo quản, cho thấy được việc tiếp xúc với điều kiện nhiệt độ cao trong thời gian ngắn đã khiến cho quả cà chua bi chín nhanh hơn, làm rút ngắn thời gian bảo quản.

Đáng chú ý, quá trình chín của cà chua bi diễn ra chậm hơn khi được bảo quản trong thùng xốp gắn vật liệu chuyển pha, cho thấy hiệu quả của nhóm vật liệu này trong việc cách nhiệt và ổn định nhiệt độ (Tùng 2022), từ đó giúp gia tăng hiệu quả bảo quản trong quá trình vận chuyển của cà chua bi.

3.2. Kết quả phân tích tổng axit chuẩn độ (TA) và độ pH

Từ những kết quả phân tích thể hiện trong **Bảng 1**, có thể nhận thấy sự thay đổi về mặt giá trị tổng hàm lượng axit chuẩn độ (TA) trong tất các mẫu nước ép thuộc ba nhóm đối tượng khảo sát, mà cụ thể là sự giảm dần của giá trị TA theo thời gian bảo quản.

Điều này có thể giải thích là do trong các quá trình biến đổi sinh hoá bên trong tế bào thịt quả, thành phần axit đã bị sử dụng dưới tác dụng của các loại enzyme nội sinh, khiến cho giá trị TA giảm dần theo mức độ chín sau thu hoạch của quả. Đồng thời, đây cũng là một quá trình phụ thuộc vào nhiệt độ bảo quản (Nirupama 2010, Endalew 2020), bởi vậy những kết quả trên đã giúp chứng minh được hiệu quả cách nhiệt và ổn định nhiệt độ của vật liệu chuyển pha. Đáng chú ý, sự giảm của hàm lượng axit này diễn ra tương đối mạnh, do vậy vượt qua được ảnh hưởng của hiệu ứng cô đặc khi hàm lượng axit trong thịt quả giảm xuống trong suốt quá trình bảo quản.

Kết quả trên cũng một lần nữa được xác nhận thông qua kết quả phân tích độ pH, cũng như kết quả so sánh sự biến đổi của tỷ lệ TSS:TA theo thời gian bảo quản của mẫu cà chua bi thuộc những nhóm khác nhau, như thể hiện trong **Bảng 1**. Cụ thể, khi thành phần axit trong tế bào thịt quả giảm xuống, thì độ pH của nước ép thu được cũng sẽ tăng lên tương ứng. Quá trình này diễn ra song song với quá trình chuyển hoá cacbohydrat tạo oligosaccarit, bởi vậy dẫn tới tỷ lệ TSS:TA tăng dần theo thời gian bảo quản, cũng như độ chín sau thu hoạch của các mẫu cà chua bi.

3.3. Kết quả phân tích tổng lycopene (TL) và tổng các hợp chất carotenoid (TC)

Từ những kết quả phân tích thể hiện trong **Bảng 1**, có thể thấy được rằng cả hàm lượng tổng lycopene (TL) và tổng các hợp chất carotenoid (TC) trong mẫu cà chua bi thuộc các nhóm khác nhau đều sẽ tăng dần theo thời gian bảo quản.

Nguyên nhân dẫn đến hiện tượng này cũng là do quá trình chuyển hoá sinh học diễn ra bên trong tế bào thịt quả đã kích thích sự hình thành lycopene và các hợp chất carotenoid. Đồng thời, quá trình chuyển hoá bào quan từ lục lạp (chloroplast) sang sắc lạp (chromoplast) cũng khiến cho các thành phần sắc tố như lycopene và các hợp chất carotenoid tích luỹ nhiều hơn trong tế bào thịt quả (Abiso 2015, Fagundes 2015). Nhiệt độ môi trường bảo quản được xác định là một yếu tố quan trọng gây ảnh hưởng đến sự hình thành và tích luỹ của lycopene cũng như các hợp chất carotenoid (Javanmardi 2006), bởi vậy không đáng ngạc nhiên khi hàm lượng TL và TC có trong mẫu cà chua bi thuộc Nhóm 1 lại thấp hơn nhiều so với trong mẫu thuộc Nhóm 2 và Nhóm 3.

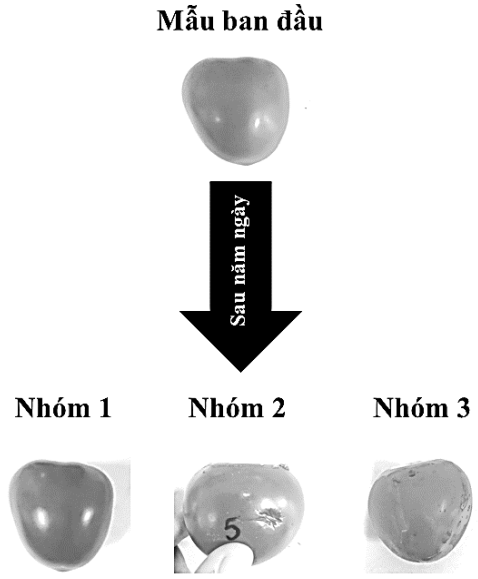
Tuy nhiên, cũng đáng chú ý rằng mặc dù giá trị TC của mẫu cà chua bi thuộc Nhóm 2 cao hơn đáng kể so với của mẫu thuộc Nhóm 3, thì giá trị TL của các mẫu thuộc hai nhóm này lại gần như tương đương nhau. Điều này có thể giải thích là do mặc dù nhiệt độ bảo quản có tạo thành ảnh hưởng đến sự chuyển hoá của các sắc tố carotenoid nói chung, riêng với lycopene thì nhiệt độ chuyển hoá phù hợp nhất của nó là nằm trong khoảng 12 – 32 ^{o}C (Fagundes 2015). Bởi vậy, việc nhiệt độ tăng lên quá cao trong trường hợp mẫu thuộc Nhóm 2 sẽ chủ yếu gây ra ảnh hưởng gián tiếp đến sự sinh tổng hợp lycopene thông qua kích thích quả chín sau thu hoạch, mà không phải ảnh hưởng trực tiếp đến bản thân sự sinh tổng hợp lycopene khi so sánh với mẫu thuộc Nhóm 3.

3.4. Kết quả đánh giá chỉ tiêu cảm quan và màu sắc

Bên cạnh việc đánh giá thông qua các thông số có thể định lượng một cách khách quan, thì mức độ chín sau thu hoạch của quả cà chua bi cũng có thể được đánh giá thông qua các chỉ tiêu cảm quan và màu sắc, như trình bày trong **Hình 1**.

Cụ thể, đối với các mẫu cà chua bi thuộc Nhóm 1, không phát hiện sự suy giảm đáng kể nào về độ chắc của quả, đồng thời màu sắc của quả cũng thay đổi không quá mức rõ ràng. Ngược lại, đối với các mẫu cà chua bi thuộc Nhóm 2 và Nhóm 3, có thể cảm nhận rõ ràng được rằng quả trở nên mềm hơn sau năm ngày bảo quản, đồng thời màu sắc bên ngoài của quả cũng thay đổi đáng kể. Đặc biệt, một số mẫu cà chua bi thuộc Nhóm 2 đã xuất hiện dầu hiệu bị hư hỏng.

Những kết quả trên là tương đồng với kết quả phân tích các thông số có thể định lượng một cách khách quan, cho thấy rằng việc sử dụng vật liệu chuyển pha đã giúp làm hạn chế quá trình chín sau thu hoạch của quả cà chua bi được kích thích bởi sự thay đổi về mặt nhiệt độ trong quá trình vận chuyển, từ đó giúp kéo dài thời gian bảo quản cho các mẫu cà chua bi.



Hình 1. So sánh về mặt hình thái của mẫu cà chua bi ban đầu (đại diện), và các mẫu cà chua bi sau năm ngày bảo quản tại các điều kiện khác nhau (đại diện)

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá được ảnh hưởng của các yếu tố điều kiện bảo quản lên quá trình chín sau thu hoạch của mẫu quả cà chua bi (*Lycopersicon lycopersicum* var. *Cerasiforme*) thông qua phân tích các thông số có thể định lượng bao gồm tổng hàm lượng chất khô (TSS), tổng axit chuẩn độ (TA), tỷ lệ đường – axit (TSS:TA), độ pH, tổng lycopene (TL), và tổng các hợp chất carotenoid (TC); cũng như thông qua đánh giá các yếu tố cảm quan và màu sắc bên ngoài.

Kết quả phân tích cho thấy đã có sự biến đổi theo thời gian đối với toàn bộ các thông số được khảo sát trên mẫu quả cà chua bi thuộc những nhóm điều kiện bảo quản khác nhau, gây ra bởi hiện tượng chín sau thu hoạch của quả cà chua bi – mà cụ thể hơn là gây ra bởi những quá trình chuyển hoá bên trong tế bào thịt quả. Đồng thời, điều kiện nhiệt độ bảo quản cũng được chứng minh là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình chín sau thu hoạch của quả cà chua bi – khi nhiệt độ bảo quản càng cao, dù cho chỉ mang tính tạm thời, cũng khiến cho quả cà chua bi chín nhanh hơn, rút ngắn thời gian bảo quản. Kết quả trên là tương đồng với nhiều công bố quốc tế khác liên quan đến vấn đề này.

Ngoài ra, việc sử dụng vật liệu chuyển pha cũng được chứng minh là đóng vai trò giúp làm hạn chế quá trình chín sau thu hoạch của quả cà chua bi được kích thích bởi sự thay đổi về mặt nhiệt độ trong quá trình vận chuyển, từ đó giúp kéo dài thời gian bảo quản cho các mẫu cà chua bi. Điều này đặc biệt có ý nghĩa đối với những quốc gia đang phát triển với điều kiện thời tiết nắng nóng thường xuyên như tại Việt Nam, đồng thời cho thấy tiềm năng ứng dụng của vật liệu chuyển pha trong lĩnh vực bảo quản thực phẩm nói chung.

Lời cảm ơn. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn sự tài trợ của Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam để thực hiện đề tài mã số: TĐPCCC.02/21-23.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Abiso E., Satheesh N., Hailu A., Effect of storage methods and ripening stages on

postharvest quality of tomato (Lycopersicom esculentum Mill) cv. Chali, Annals Food Sci.Technol., 6 (1), 127-137 (2015).
2. Endalew E., Postharvest Loss Assessment of Tomato (Lycopersicon esculentum Mill)(Galilea Cultivar) along the Postharvest Supply Chain, Northwest Ethiopia, Master Thesis Bahir Dar University, Ethiopia (2020).
3. Fagundes C., Moraes K., Pérez-Gago M.B., L. Palou, M. Maraschin, A. Monteiro, Effect of active modified atmosphere and cold storage on the postharvest quality of cherry tomatoes, Postharvest Biol. Technol., 109, 73-81 (2015).
4. Islam M.P., Morimoto T., Hatou K., Storage behavior of tomato inside a zero energy cool chamber, Agric. Eng. Int.: CIGR, 14 (4), 209-217 (2012).
5. Javanmardi J., Kubota C., Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage, Postharvest Biol. Technol., 41 (2), 151-155 (2006).
6. John M.R., Chapter one - Introduction to Transporter Container Sanitation, Traceability and Temperature Controls, Guide to Food Safety and Quality During Transportation, 1-26 (2014).
7. Kant K., Shukla A., Sharma A., Ternary mixture of fatty acids as phase change materials for thermal energy storage applications, Energy Reports, 2, 274-279 (2016).
8. Kenar J.A., Thermal characteristics of oleochemical carbonate binary mixtures for potential latent heat storage, European Journal of Lipid Science and Technology, 114 (1), 63-70 (2012).
9. Khuyên Trần Như, Anh Hoàng Xuân, Giáo trình công nghệ bảo quản và chế biến lương thực, Nhà xuất bản Hà Nội, Hà Nội (2007).
10. Kinga P., Krzysztof P., Phase change materials for thermal energy storage, Progress in Materials Science, 65, 67-123 (2014).
11. Mofijur M., Mahlia T.M.I., Silitonga A.S., Ong H.C., Silakhori M., Hasan M.H., Putra N., Rahman S.M.A., Phase Change Materials (PCM) for Solar Energy Usages and Storage: An Overview, Energies, 12 (16) (2019).
12. Munhuewyi K., Postharvest Losses and Changes in Quality of Vegetables from Retail to Consumer: a Case Study of Tomato, Cabbage and Carrot, Master thesis, Stellenbosch: Stellenbosch University (2012).
13. Nirupama P., Neeta B.G., Rao T.V.R., Effect of post harvest treatments on physicochemical characteristics and shelf life of tomato (Lycopersicon Esculentum Mill.) fruits during storage, Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci., 9 (5), 470-479 (2010).
14. Sean T.H., James H.B., Joseph R.B., Tatiana P.F., Trevor S.F. Norman M.S., Jeffrey C.N., Jordan G.O., Food spoilage, storage, and transport: Implications for a sustainable future, BioScience, 65 (8), 758-768 (2015).
15. Tùng Nguyễn Ngọc, Hưng Trịnh Tuấn, Tạo Hoàng Minh, Nhân Lê Văn, Minh Bùi Quang, Trung Nguyễn Quang, Experimental investigation into the room thermoregulation efficiency in tropical climate of novel green phase change material eutectic mixture, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2022).
16. Žnidarčič D., Ban D., Oplanić M., Karić L., Požrl T., Influence of postharvest temperatures on physicochemical quality of tomatoes (Lycopersicon esculentum Mill), J. Food Agric. Environ., 8 (1), 21-25 (2010).