

# Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose đến đặc tính hóa lý của chế phẩm tạo màng và khả năng bảo quản quả chanh leo tím

Nguyễn Sáng\*, Phạm Anh Tuấn, Lê Hà Hải, Trần Thị Thu Hoài

Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch, 60 Trung Kinh, phường Trung Hòa, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 6/8/2024; ngày chuyển phản biện 9/8/2024; ngày nhận phản biện 30/8/2024; ngày chấp nhận đăng 4/9/2024

## **Tóm tắt:**

Quả chanh leo sau thu hoạch là loại quả hô hấp mạnh, dễ bị mất nước làm biến đổi trạng thái dẫn đến vỏ quả nhăn nheo, giảm chất lượng cảm quan và hư hỏng nhanh trong thời gian 5-7 ngày ở điều kiện môi trường. Mục đích của nghiên cứu nhằm khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ các thành phần chính tạo chế phẩm phủ màng (MW-CMC) từ 3 nguyên liệu: sáp ong (1, 1,5, 2, 2,5, 3%), sáp cọ (0,3, 0,6, 0,9, 1,2, 1,5%) và nano carboxymethyl (0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2%) đến đặc tính hóa lý của chế phẩm và khả năng bảo quản quả chanh leo tím trồng tại tỉnh Sơn La ở nhiệt độ  $5\pm 1^\circ\text{C}$ , độ ẩm RH  $90\pm 2\%$  trong 48 ngày. Kết quả xác định tỷ lệ thành phần phù hợp của sáp ong trong khoảng 1,5-2,5%, sáp cọ 0,6-1,2% và carboxymethyl 0,4-0,8%. Đặc tính hóa lý của chế phẩm MW-CMC ổn định với pH 7,8-8,2, độ nhớt 10,31-61,59 cp, điện thế zeta tối thiểu  $|\zeta| > 54,1$  mV, kích thước hạt khoảng 9,2-11,8  $\mu\text{m}$  và mật độ hạt 2,9-3,2 triệu hạt/ml. Kết quả khảo sát và thử nghiệm bảo quản quả chanh leo tím cho thấy: Cường độ hô hấp đạt đỉnh 14,12-23,08 ml  $\text{CO}_2/\text{kg.h}$  vào ngày 15 đến ngày 18, tương ứng cường độ sản sinh khí ethylene 191,25-205,67  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ ; tỷ lệ hao hụt khối lượng 1,92-3,42%; chất lượng cảm quan được duy trì đến ngày thứ 48 đạt 17,42 điểm.

**Từ khóa:** bảo quản, carboxymethyl cellulose, chế phẩm tạo màng, quả chanh leo, sáp cọ, sáp ong.

**Chỉ số phân loại:** 2.10, 4.7

## Research on the effect of the ratio of beeswax, carnauba wax, and carboxymethyl cellulose on the physicochemical properties of film-forming preparation and the ability to preserve purple passion fruits

Sang Nguyen\*, Anh Tuan Pham, Ha Hai Le, Thi Thu Hoai Tran

Vietnam Institute of Agricultural Engineering and Post-Harvest Technology, 60 Trung Kinh Street, Trung Hoa Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

Received 6 August 2024; revised 30 August 2024; accepted 4 September 2024

## **Abstract:**

The post-harvest passion fruit is a climacteric fruit prone to water loss, which leads to changes in its state, results in wrinkled skin, decreased sensory quality, and rapid spoilage within 5 to 7 days under environmental conditions. This research aims to investigate the effect of the ratios of the main components in the coating formulation (MW - CMC) from three materials: beeswax (1, 1.5, 2, 2.5, and 3%), carnauba wax (0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5%), and nano carboxymethyl (0.4, 0.6, 0.8, 1.0, and 1.2%) on the physicochemical properties of the film coating composition and ability to preserve purple passion fruit grown in Son La province, at a temperature of  $5\pm 1^\circ\text{C}$  and relative humidity (RH)  $90\pm 2\%$  for 48 days. The experimental results determined the appropriate component ratios of beeswax within 1.5 to 2.5%, carnauba wax from 0.6 to 1.2%, and carboxymethyl from 0.4 to 0.8%. The physicochemical properties of the film coating MW-CMC were stable with a pH from 7.8 to 8.2, viscosity from 10.31-61.59 cp, minimum zeta potential  $|\zeta| > 54.1$  mV, particle size about 9.2 to 11.8  $\mu\text{m}$ , and particle density of 2.9 to 3.2 million particles/ml. The experimental preservation on purple passion fruit results showed that respiration intensity peaked from 14.12-23.08 ml  $\text{CO}_2/\text{kg.h}$  on the 15<sup>th</sup> to 18<sup>th</sup> day with a corresponding ethylene production rate from 191.25-205.67  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ ; weight loss ratio from 1.92-3.42%; the sensory quality was maintained until the 48<sup>th</sup> day, achieving a score of 17.42 points.

**Keywords:** beeswax, carboxymethyl cellulose, carnauba wax, film-forming preparation, preserve, purple passion fruit.

**Classification numbers:** 2.10, 4.7

\*Tác giả liên hệ: Email: nguyensang78vn@gmail.com

## 1. Đặt vấn đề

Chanh leo là loại quả chín sau thu hoạch, cường độ hô hấp và mức sản sinh khí ethylene phụ thuộc vào độ chín và nhiệt độ bảo quản. Một số nghiên cứu cho thấy, cường độ hô hấp trong khoảng nhiệt độ 5-25°C khoảng 29-349 mg CO<sub>2</sub>/kg.h [1]. Khi giảm nhiệt độ từ 20 xuống 10°C, cường độ hô hấp giảm gần 50% [2]. Mức sản sinh khí ethylene cũng tăng theo nhiệt độ bảo quản và phụ thuộc vào độ chín sau thu hoạch 221,26-505,35 μl C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg.h (20°C). Hao hụt khối lượng theo nhiệt độ và thời gian bảo quản tương ứng 26,84% (20°C, 30 ngày) và 8,8% (8°C, 21 ngày) [3, 4].

Chế phẩm phủ màng là một kỹ thuật tiên tiến để kéo dài thời gian bảo quản rau quả, nhờ tạo ra môi trường vi khí hậu (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, độ ẩm) nhằm ức chế cường độ hô hấp, sản sinh khí ethylene, ngăn cản sự mất nước và những tác động gây hại khác như ánh sáng, vi sinh vật [5]. Đặc tính rào cản của lớp phủ màng được xác định bằng khả năng thấm hơi nước, thấm khí O<sub>2</sub> và CO<sub>2</sub>. Tính năng của lớp màng phủ phụ thuộc vào đặc tính vật lý và hóa lý của nó và các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm rau quả như: ngăn chặn sự hư hỏng do quá trình ôxy hóa, mức độ ôxy cần phải được kiểm soát nhằm giảm tốc độ hô hấp và sự sản sinh ethylene trong rau quả [6, 7]. Chế phẩm dạng nhũ tương thường được điều chế từ 3 thành phần chính, gồm pha dầu, pha nước và chất ổn định nhũ tương. Pha dầu trong quá trình tạo nhũ tương thường có nguồn gốc từ các chất béo trung tính như triacylglycerol, diacylglycerol, monoacylglycerol, tinh dầu, dầu khoáng, axit béo và các loại khác được phẩm dinh dưỡng [8, 9].

Một số nghiên cứu đã công bố về bảo quản quả chanh leo tím, cụ thể bằng màng PLA/PBAT (acid lacticpoly với butylene màng blend adipate-co-terephthalate) ở nhiệt độ 20°C và 70-75% RH trong 21 ngày. Kết quả tỷ lệ hao hụt khối lượng 15%, độ cứng 15N, đường tổng 6,3%, axit tổng số 28 g/kg, Vitamin C 12,5 mg/100 g (mức tồn thất 33,5%) [10]. Nghiên cứu bảo quản quả chanh leo tím bằng màng phủ chitosan trong thời gian bảo quản 12 ngày ở nhiệt độ 28°C, độ ẩm 85% cho thấy, tỷ lệ hao hụt khối lượng thấp nhất là 20% và có hiệu quả duy trì hàm lượng vitamin C tốt nhất (6,1 mg/100 g), cao gấp 1,12 lần so với đối chứng (5,4 mg/100 g) [11]. Nghiên cứu bảo quản quả chanh leo tím bằng xử lý 1 μl/l 1-MCP kết hợp với chitosan 1% (w/v) trong thời gian bảo quản 25 ngày ở 4°C cho thấy, hạn chế cường độ hô hấp và hao hụt khối lượng (13,11%) [12]. Nghiên cứu bảo quản chanh leo tím bằng phủ màng chitosan (2%) ở nhiệt độ 8±1°C trong 25 ngày cho thấy, hao hụt khối lượng ít nhất 19,53%, vitamin C 19,81 mg/100 g (mức tồn thất 30%) [13].

Để khai thác và sử dụng có hiệu quả một số vật liệu tiềm năng nhằm tạo ra chế phẩm bảo quản rau quả có nguồn gốc tự nhiên và thân thiện môi trường như sáp ong có đặc tính tương đối kỵ nước và có khả năng ngăn việc mất nước, giữ được các hợp chất dễ bay hơi [14, 15]. Sáp ong có khả năng làm giảm cường độ hô hấp của trái cây, nên có khả năng giảm hao hụt

khối lượng và tăng thời hạn bảo quản trái cây [16, 17]. Trong khi CMC là dẫn xuất cellulose với các nhóm carboxymethyl (-CH<sub>2</sub>-COOH) dạng natri monochloroacetate ClCH<sub>2</sub>COONa tạo nên khung cellulose là chất điều chỉnh độ nhớt, tạo đặc và ổn định nhũ tương [18, 19]. Tuy vậy, độ ổn định và tính năng của chế phẩm tạo màng dạng nhũ tương phụ thuộc vào đặc tính hóa lý với các thông số kỹ thuật chính (độ nhớt, pH, điện thế zeta, kích thước và mật độ hạt). Trong đó, thành phần và tỷ lệ các thành phần tạo nên chế phẩm có tính quyết định đến đặc tính hóa lý.

Trong phạm vi nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ sáp ong, sáp cọ và CMC đến đặc tính hóa lý của chế phẩm, khả năng tạo rào cản khí và âm có ảnh hưởng đến quá trình bảo quản quả chanh leo tím.

## 2. Nguyên vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên vật liệu

#### 2.1.1. Nguyên liệu nghiên cứu

Quả chanh leo tím (*Passiflora edulis Sims*) trồng tại Mộc Châu, Sơn La (vĩ độ 20°51' B, kinh độ 104°37' Đ, độ cao 1050 m so với mực nước biển). Cây chanh leo 2 năm tuổi, được thu hoạch ở độ chín 3, tương ứng màu tím của vỏ chiếm 75% bề mặt quả. Quy cách quả có kích thước đồng đều, không sâu bệnh, không bị tổn thương cơ học. Chanh leo được thu hái tại thời điểm tháng 5/2023, vào buổi sáng (7:00-8:00 giờ), mỗi quả được gói bằng lớp giấy bán và đóng trong thùng xốp, vận chuyển về Bộ môn Công nghệ Bảo quản nông sản - Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ Sau thu hoạch trong thời gian không quá 10 giờ, mẫu được bảo quản mát 10±1°C, độ ẩm 90±2°C để tiến hành thí nghiệm và phân tích.

Sáp ong (bee wax): Màu trắng sáng tự nhiên, nhiệt độ nóng chảy từ 61 đến 65°C, chỉ số ester là 77,08 mg/g, axit 18,83 mg/g và xà phòng hóa 95,91 mg/g (Science Union Thái Lan).

Sáp cọ (carnauba wax): Màu vàng sáng tự nhiên, nhiệt độ nóng chảy từ 81 đến 86°C, chỉ số axit 2,6 mg/KOH/g, xà phòng hóa 78-88 mg KOH/g, tinh khiết 99% (Science Union Thái Lan).

Carboxymethyl cellulose sodium salt (CMC): Trọng lượng 500 g/hộp, C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>NaO<sub>8</sub>, thể dạng bột trắng kem, độ pH (1% dung dịch) từ 6,5 đến 8, độ nhớt (1% dung dịch; 20°C ở dạng khô) 250-350 cps (Oxford, Ấn Độ).

#### 2.1.2. Hóa chất sử dụng

Sử dụng sơ chế xử lý nguyên liệu: Acid propionic (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) 99,5% của Đức.

Hóa chất phụ gia sử dụng điều chế chế phẩm tạo màng gồm: axit palmitic - CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub>COOH 98% và axit oleic - C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub> (MWt 282,47 g/mol) của Merck (Đức); ammonium hydroxide (NH<sub>4</sub>OH) 30,3% của Baker (Mỹ); silicon antifoaming (w/w 30% Silicon), 500 ml của Oxford (Ấn Độ).

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Phương pháp tạo chế phẩm

Định lượng tỷ lệ sáp ong và sáp cọ theo kế hoạch thực nghiệm phối trộn với 100 ml nước cất → Gia nhiệt đến  $90 \pm 1^\circ\text{C}$ , khuấy đều 10 phút (duy trì nhiệt độ trong suốt quá trình tạo chế phẩm) → Bổ sung CMC theo tỷ lệ thực nghiệm, khuấy đều 5 phút → Bổ sung chất phụ gia gồm acid Palmitic 1%, acid oleic 6%, ammonium hydroxide 0,64%, chất chống bọt 0,4% và khuấy đều 5 phút → Đồng hóa với tốc độ 21500 v/ph trong thời gian 20 phút → Chế phẩm CMC.

### 2.2.2. Phương pháp xử lý nguyên liệu chanh leo

Lựa chọn các quả có kích thước và ngoại hình đồng đều, làm sạch sơ bộ bằng nước, tiếp theo được xử lý nấm bệnh bằng dung dịch axit propionic 0,45% trong thời gian 3 phút [20], để ráo nước trước khi tiến hành phủ màng theo kế hoạch thực nghiệm. Các thí nghiệm được chuẩn bị mẫu với cùng khối lượng  $1500 \pm 10$  g/mẫu, tương ứng mỗi thí nghiệm. Tiến hành phủ màng bằng sử dụng chổi sợi lông để nhúng chế phẩm và quét đều trên bề mặt quả, sau đó quả được làm ráo 30 phút ở nhiệt độ phòng. Tiếp theo, xếp quả vào hộp nhựa chuyên dụng (9 lít/hộp/mẫu) và bảo quản ở điều kiện lạnh để tiến hành theo dõi đo đạc theo chu kỳ các thông số công nghệ theo kế hoạch thực nghiệm.

### 2.2.3. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

Tiến hành thực nghiệm tạo chế phẩm MW-CMC và khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần (sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose) đến đặc tính hóa lý, khả năng bảo quản quả chanh leo tím:

**Thực nghiệm 1:** Gồm 5 thí nghiệm (TN<sub>11</sub>, TN<sub>12</sub>, TN<sub>13</sub>, TN<sub>14</sub>, TN<sub>15</sub>) tương ứng 5 mức tỷ lệ sáp ong (1, 1,5, 2, 2,5 và 3%) tính theo tỷ lệ khối lượng/100 ml nước cất phối trộn tạo chế phẩm theo quy trình tạo chế phẩm (mục 2.2.1), các thí nghiệm ở cùng điều kiện tỷ lệ sáp cọ 0,9% và CMC 0,8%.

**Thực nghiệm 2:** Gồm 5 thí nghiệm (TN<sub>21</sub>, TN<sub>22</sub>, TN<sub>23</sub>, TN<sub>24</sub>, TN<sub>25</sub>) tương ứng 5 mức tỷ lệ sáp cọ (0,3, 0,6, 0,9, 1,2 và 1,5%) ở cùng điều kiện như thực nghiệm 1, với cùng tỷ lệ sáp ong được lựa chọn tỷ lệ phù hợp (thực nghiệm 1) và CMC 0,8%.

**Thực nghiệm 3:** Gồm 5 thí nghiệm (TN<sub>31</sub>, TN<sub>32</sub>, TN<sub>33</sub>, TN<sub>34</sub>, TN<sub>35</sub>) tương ứng 5 mức tỷ lệ CMC (0,4, 0,6, 0,8, 1,0 và 1,2%) ở cùng điều kiện như thực nghiệm 1, với cùng tỷ lệ sáp ong và sáp cọ đã được lựa chọn tỷ lệ phù hợp (thực nghiệm 1 và thực nghiệm 2).

Mục tiêu của 3 nhóm thực nghiệm được đánh giá đặc tính hóa lý của chế phẩm tạo màng MW-CMC với các chỉ tiêu: độ nhớt (cp), pH, điện thế zeta (mV), kích thước thức hạt ( $\mu\text{m}$ ),

mật độ hạt (triệu/ml). Khả năng bảo quản quả chanh leo gồm các chỉ tiêu: cường độ hô hấp ( $\text{ml CO}_2/\text{kg.h}$ ), mức sản sinh khí ethylen ( $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ ), tỷ lệ hao hụt khối lượng (%) và chất lượng cảm quan (điểm) ở cùng điều kiện nhiệt độ bảo quản  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  và độ ẩm RH  $90 \pm 2\%$ .

### 2.2.4. Xác định đo điện thế zeta, kích thước và mật độ hạt

Phương pháp đo: Sử dụng thiết bị Litesizer 500.

Phương pháp chuẩn bị mẫu: Mẫu được phân tán bằng siêu âm trong 8 giờ ở điều kiện  $25^\circ\text{C}$  sau đó dùng micropipet bơm vào cuvet 1 ml rồi tiến hành đo tự động trên thiết bị Litesizer 500.

### 2.2.5. Chụp ảnh SEM (Scanning Electronic Microscopy)

Bảng kính hiển vi điện tử quét phân giải cao Hitachi S-4800 (Nhật Bản) độ phóng đại có thể thay đổi từ 10 đến 100.000 lần. Mẫu chế phẩm được phân tán bằng siêu âm trong 8 giờ ở điều kiện  $25^\circ\text{C}$ , tiếp sau dùng micropipet bơm lên tấm lưới Pt và làm khô mẫu rồi tiến hành chụp FE-SEM ở các điều kiện phóng đại, thang đo khác nhau thu lại ảnh và lưu kết quả ở dạng ảnh.

### 2.2.6. Xác định cường độ hô hấp và sản sinh khí ethylene

Phương pháp đo và tính toán theo [21]: Sử dụng hộp nhựa kín đựng mẫu hiệu Lock & Lock, dung tích 9 lít có gắn các đầu siptom để rút mẫu khí. Máy đo nồng độ khí  $\text{O}_2$  và  $\text{CO}_2$  tương ứng dải đo  $\text{O}_2$  (0,001-100%) và  $\text{CO}_2$  (0,1-100%) hiệu analyzer 6600, ILLINOIS (Mỹ); máy đo khí ethylene hiệu FELIX-F-960 (Mỹ) phạm vi dải đo 0-1000 ppm.

$$R_{\text{CO}_2} = \frac{(Y_{\text{CO}_2}^c - Y_{\text{CO}_2}^d) V}{100 \cdot W (t_c - t_d)} \quad (1)$$

$$R_{\text{C}_2\text{H}_4} = \frac{(Y_{\text{C}_2\text{H}_4}^c - Y_{\text{C}_2\text{H}_4}^d) V}{100 \cdot W (t_c - t_d)} \quad (2)$$

trong đó:  $R_{\text{CO}_2}$  là cường độ hô hấp tính theo  $\text{CO}_2$  ( $\text{ml CO}_2/\text{kg.h}$ );  $R_{\text{C}_2\text{H}_4}$  là cường độ sản sinh khí  $\text{C}_2\text{H}_4$  ( $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ );  $Y_{\text{CO}_2}^c$ ,  $Y_{\text{CO}_2}^d$  là nồng độ khí  $\text{CO}_2$  thời điểm đầu và cuối (%);  $Y_{\text{C}_2\text{H}_4}^c$ ,  $Y_{\text{C}_2\text{H}_4}^d$  là nồng độ khí  $\text{C}_2\text{H}_4$  thời điểm đầu và cuối (ppm);  $W$  là khối lượng quả (kg);  $V$  là thể tích không khí chiếm chỗ trong bình đo mẫu (ml);  $t_c$ : thời gian cuối;  $t_d$ : thời gian đầu.

### 2.2.7. Phương pháp xác định tỷ lệ hao hụt khối lượng

Tính theo công thức: Tỷ lệ hao hụt =  $\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$

trong đó:  $m_1$  là khối lượng mẫu quả chanh leo ban đầu (g);  $m_2$  là khối lượng mẫu chanh leo trong quá trình bảo quản (g).

### 2.2.8. Đánh giá chất lượng cảm quan quả chanh leo

Dựa trên cơ sở các TCVN 3215:1979 và TCVN 3216:1979 bằng lập hội đồng chấm điểm: Hội đồng gồm 5 người là nghiên cứu viên và kỹ thuật viên cùng nghiên cứu sinh của Bộ môn Bảo quản nông sản thực phẩm, Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ Sau thu hoạch. Tiến hành các bước thống nhất thuật ngữ mô tả, huấn luyện hội đồng với 4 chỉ tiêu đánh giá gồm màu sắc và trạng thái vỏ quả, mùi và vị thịt của quả chanh leo. Các chỉ tiêu được đánh giá riêng rẽ bằng mô tả đối với màu sắc, trạng thái và thử nếm với mùi và vị theo thang 5 điểm, điểm cao nhất là 5, điểm thấp nhất là 1. Với đặc tính của quả chanh leo dễ bị mất nước dẫn đến biến đổi trạng thái do nhân vỏ, mặt khác cường độ hô hấp lớn dẫn đến tốc độ già hóa nhanh làm biến đổi màu sắc vỏ quả, trong khi ức chế cường độ hô hấp thấp quá còn gây nên hiện tượng yếm khí dẫn đến biến đổi mùi vị thịt quả làm giảm chất lượng cảm quan. Nguyên tắc chấm điểm dựa trên hệ số quan trọng theo mức độ ưu tiên (HSQT): Trạng thái (1,2), màu sắc (1,0), mùi (0,9) và vị (0,9). Mức xếp loại theo tổng điểm: tốt (18,2-20), khá (15,2-18,1), trung bình (11,2-15,1), kém (7,2-11,1), hỏng <7,2.

### 2.2.9. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu

Số liệu thu thập được xử lý theo phương pháp thống kê bằng chương trình thống kê trong Excel 2016 và phương pháp phân tích phương sai ANOVA, sự khác biệt giữa các giá trị dùng kiểm định Duncan ( $p < 0,05$ ) bằng chương trình SPSS 18.

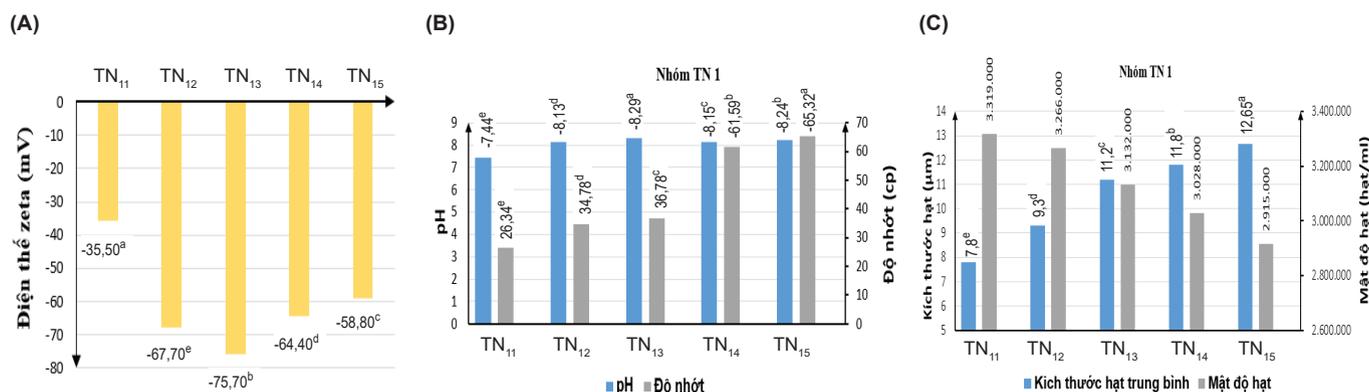
## 3. Kết quả và bàn luận

### 3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose đến đặc tính hóa lý và cấu trúc của chế phẩm phủ màng sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose

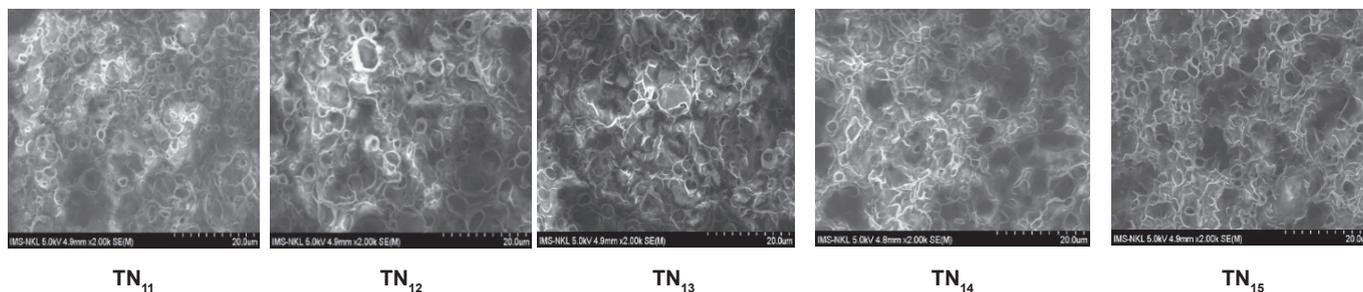
#### 3.1.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần sáp ong đến đặc tính hóa lý và cấu trúc của chế phẩm

Tổng hợp số liệu phân tích mẫu (TN<sub>11</sub>, TN<sub>12</sub>, TN<sub>13</sub>, TN<sub>14</sub>, TN<sub>15</sub>) tương ứng tỷ lệ sáp ong (1, 1,5, 2, 2,5 và 3%) với các tỷ lệ sáp cọ (0,9%) và CMC (0,8%) thể hiện tại hình 1.

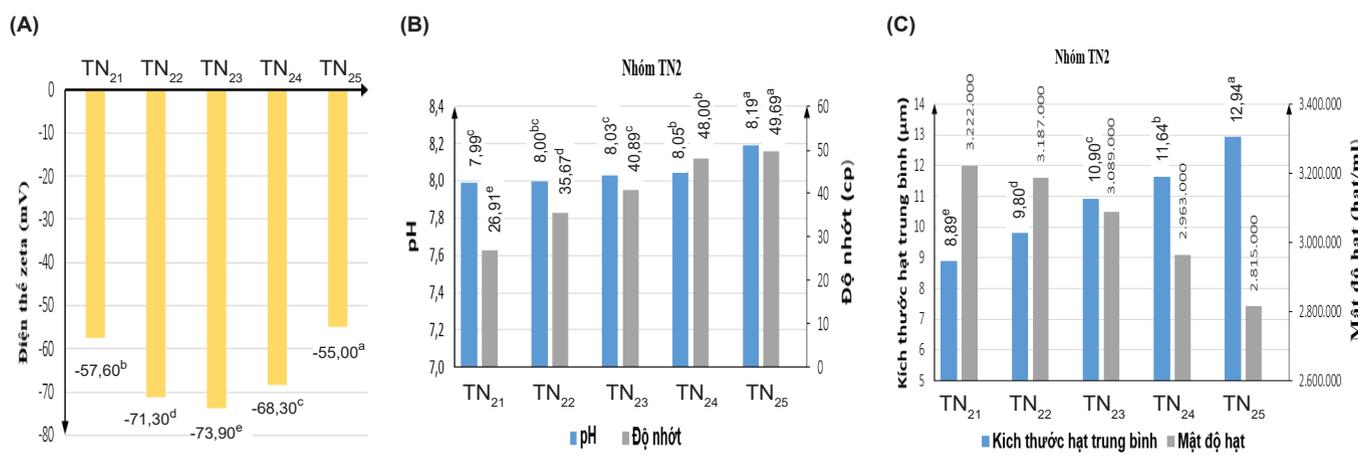
Quan sát hình 1A tất cả 5 mẫu thí nghiệm đều có độ ổn định khá tốt do có giá trị điện thế zeta  $|\zeta| \geq 35,5$  mV (so với mức tối thiểu  $|\zeta| \geq 20$  mV để đảm bảo độ ổn định). Trong đó, mẫu TN<sub>13</sub> (2%) có độ ổn định cao nhất với điện thế zeta -75,7 mV và mẫu TN<sub>11</sub> (1%) có độ ổn định thấp nhất (-35,5 mV). Khi tỷ lệ sáp ong tăng từ 1 đến 2% thì giá trị điện thế zeta tăng -5,5 đến -75,7 mV, ngược lại khi tỷ lệ sáp ong tăng từ 2 đến 3% thì điện thế Zeta có xu hướng giảm từ -75,7 xuống -58,8 mV. Điều này có thể lý giải với tỷ lệ sáp ong khoảng 2% là lượng vừa đủ để ổn định hệ gel đồng nhất và bền vững, trong khi với các mẫu có tỷ lệ sáp ong >2% hoặc <2% dẫn đến lượng sáp ong dư thừa hoặc thiếu làm giảm khả năng liên kết với các cấu tử tạo gel màng. Mặt khác quan sát hình 1B cho thấy, độ nhớt tỷ lệ thuận với tỷ lệ sáp ong và ổn định trong khoảng pH 7,4-8,2. Khi tỷ lệ sáp ong tăng từ 1 đến 2% thì độ nhớt duy trì mức tương đối thấp từ 26,34 đến 36,78 cp; trong khi tiếp tục tăng tỷ lệ sáp ong lên 2,5-3% thì độ nhớt tăng nhanh lên 61,59 đến 65,32 cp, điều này chứng tỏ lượng sáp ong trong hỗn hợp dư có thể tạo đặc làm tăng độ nhớt.



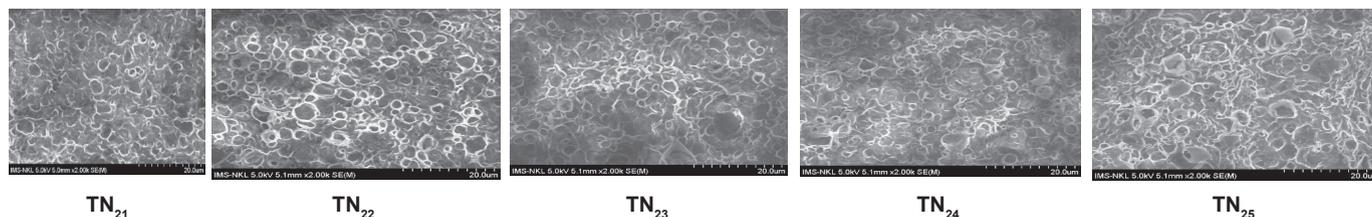
Hình 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ sáp ong đến đặc tính hóa lý của chế phẩm sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose. (A) Điện thế zeta (mV); (B) pH và độ nhớt; (C) Kích thước và mật độ hạt. Các công thức khác nhau trong cùng một đại lượng xác định có các chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức tin cậy  $p \leq 0,05$ . TN1: thực nghiệm 1.



Hình 2. Ảnh kính hiển vi điện tử quét của các mẫu chế phẩm MW-CMC với tỷ lệ sáp ong (1, 1,5, 2, 2,5 và 3%).



**Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ sáp cọ đến đặc tính hóa lý của chế phẩm sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose. (A)** Điện thế zeta (mV); **(B)** pH và độ nhớt; **(C)** Kích thước và mật độ hạt. Các công thức khác nhau trong cùng một đại lượng xác định có các chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức tin cậy  $p \leq 0,05$ . TN2: thực nghiệm 2.



**Hình 4. Ảnh kính hiển vi điện tử quét của mẫu chế phẩm sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose với tỷ lệ sáp cọ (0,3, 0,6, 0,9, 1,2 và 1,5%).**

Quan sát hình ảnh SEM (hình 2) tương ứng mẫu 5 thí nghiệm cho thấy cấu trúc vật liệu dạng hạt tựa cầu với kích thước đồng đều và có khoang rỗng. Mặt khác, quan sát hình 1C theo số liệu xác định bằng máy phân tích hạt thì kích thước hạt trung bình trong khoảng 7,8-12,65 μm, tương ứng mật độ hạt 2,9-3,3 triệu hạt/ml.

### 3.1.2. Ảnh hưởng của nồng độ sáp cọ đến đặc tính hóa lý và cấu trúc của chế phẩm

Tổng hợp số liệu phân tích mẫu (TN<sub>21</sub>, TN<sub>22</sub>, TN<sub>23</sub>, TN<sub>24</sub>, TN<sub>25</sub>) tương ứng tỷ lệ sáp cọ (0,3, 0,6, 0,9, 1,2 và 1,5%) với tỷ lệ sáp ong (2%) và CMC (0,8%) thể hiện tại hình 3.

Quan sát hình 3A cho thấy, cả 5 mẫu thí nghiệm đều có độ ổn định cao với giá trị điện thế zeta  $|\zeta| \geq 55$  mV. Trong đó, mẫu TN<sub>23</sub> (0,9%) có độ ổn định cao nhất (-73,9 mV) và mẫu TN<sub>25</sub> (1,5%) có độ ổn định thấp nhất (-55 mV). Trong khoảng tỷ lệ sáp cọ 0,6-1,2% tương ứng điện thế Zeta từ -71,3 đến -68,3 mV là miền có tính ổn định cao hơn so với các mức tỷ lệ sáp cọ <0,6% và >1,2%. Điều này có thể lý giải tương tự như đối với tỷ lệ sáp ong. Mặt khác quan sát hình 3B cho thấy, tỷ lệ sáp cọ có ảnh hưởng tỷ lệ thuận với độ nhớt, khi tăng tỷ lệ sáp cọ 0,3-1,5% thì độ nhớt tăng từ 26,91 đến 49,69 cp và ổn định trong khoảng pH 7,9-8,19.

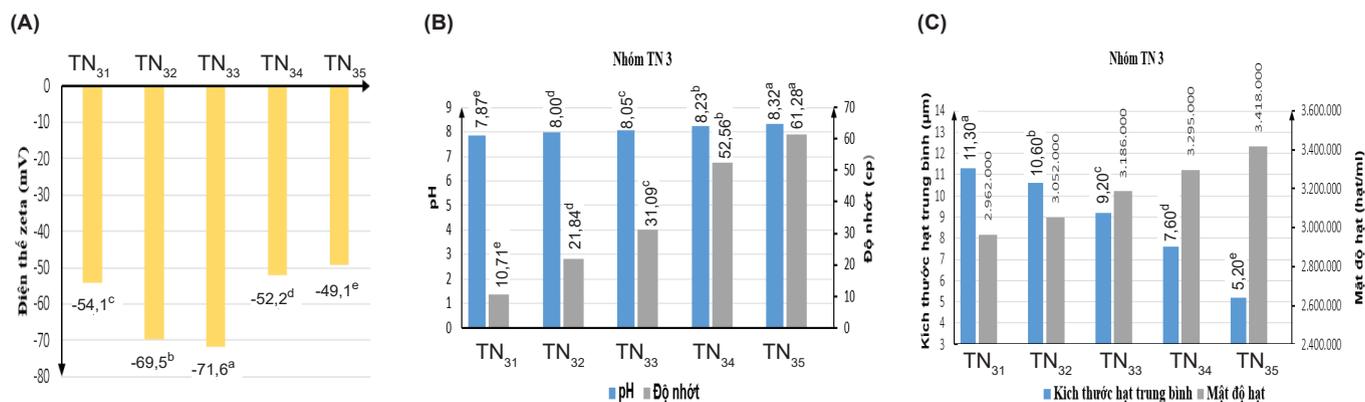
Quan sát ảnh SEM (hình 4) cho thấy, cấu trúc thể vật liệu dạng hạt tựa cầu với kích thước đồng đều và có khoang rỗng. Kích thước và phân bố mật độ hạt theo xác định bằng máy phân

tích hạt được thể hiện tại hình 3C trong khoảng 8,8-12,9 μm, tương ứng mật độ hạt 2,8-3,2 triệu hạt/ml so với quan sát trên hình ảnh SEM là có sự tương đồng và tương đối đồng đều.

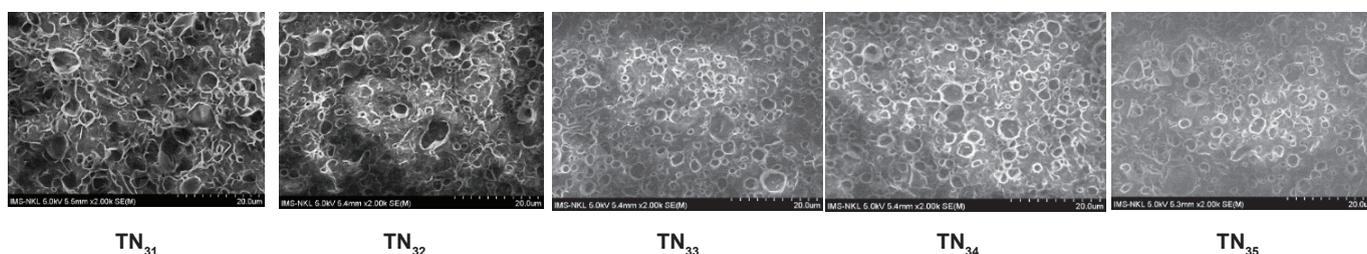
### 3.1.3. Ảnh hưởng của nồng độ carboxymethyl cellulose đến đặc tính hóa lý và cấu trúc của chế phẩm

Tổng hợp số liệu phân tích mẫu (TN<sub>31</sub>, TN<sub>32</sub>, TN<sub>33</sub>, TN<sub>34</sub>, TN<sub>35</sub>) tương ứng tỷ lệ CMC (0,4, 0,6, 0,8, 1,0 và 1,2%) với các tỷ lệ sáp ong (2%) và sáp cọ (0,9%) thể hiện tại hình 5.

Quan sát hình 5A tương tự như đối với sáp ong và sáp cọ cho thấy, cả 5 mẫu thí nghiệm đều có độ ổn định cao với giá trị điện thế zeta  $|\zeta| \geq 49,1$  mV. Trong đó, các mẫu TN<sub>32</sub> và TN<sub>33</sub> có độ ổn định cao hơn cả (-69,5 và -71,6 mV), trong khi các mẫu còn lại có độ ổn định thấp hơn nhiều (-54,1, -52,2 và -49,1 mV) tương ứng các mẫu thí nghiệm TN<sub>31</sub>, TN<sub>34</sub>, TN<sub>35</sub>. Qua đo cho thấy, tỷ lệ CMC  $\leq 0,8\%$  thì chế phẩm có tính ổn định cao hơn đáng kể so với các mẫu có tỷ lệ CMC >0,8%. Mặt khác, quan sát hình 5B cho thấy tỷ lệ CMC có ảnh hưởng mạnh đến độ nhớt, với tỷ lệ CMC 0,4-0,8% thì độ nhớt tăng từ 10,71 đến 31,09 cp, trong khi tăng tỷ lệ CMC (1,0-1,2%) thì độ nhớt tăng mạnh từ 52,56 đến 61,28 cp và ổn định trong khoảng pH 7,8-8,3. Điều này là phù hợp với sự phân tán của các hạt nano CMC lên bề mặt và các khoang rỗng được tạo ra từ các hạt sáp ong và sáp cọ (kích thước μm) tạo khung cellulose liên kết với các hạt sáp ong và sáp cọ có tác dụng như chất điều chỉnh độ nhớt, tạo đặc và ổn định nhũ tương [18, 19].



**Hình 5.** Ảnh hưởng của tỷ lệ carboxymethyl cellulose đến đặc tính hóa lý của chế phẩm sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose. (A) Điện thế zeta (mV); (B) pH và độ nhớt; (C) Kích thước và mật độ hạt. Các công thức khác nhau trong cùng một đại lượng xác định có các chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức tin cậy  $p \leq 0,05$ . TN3: thực nghiệm 3.



**Hình 6.** Ảnh kính hiển vi điện tử quét của chế phẩm tạo màng chế phẩm sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose với carboxymethyl cellulose (0,4, 0,6, 0,8, 1 và 1,2%).

Quan sát ảnh SEM (hình 6) cho thấy, cấu trúc thể vật liệu dạng hạt tựa cầu với kích thước đồng đều và có khoang rỗng. Kích thước và phân bố mật độ hạt theo xác định bằng máy phân tích hạt được thể hiện tại hình 5C trong khoảng 5,2-11,3 µm, tương ứng mật độ hạt 2,9-3,4 triệu hạt/ml so với quan sát trên hình ảnh SEM là có sự tương đồng và tương đối đồng đều.

Từ kết quả khảo sát sơ bộ trên cho thấy, đặc tính hóa lý của chế phẩm tạo màng MW-CMC có tính ổn định khá cao tương ứng tỷ lệ sáp ong (1,5-2,5%), sáp cọ (0,6-1,2%) và CMC (0,4-0,8%). Trong đó, các mẫu thí nghiệm có tỷ lệ sáp ong (2%), sáp cọ (0,9%) và CMC (0,6%) thể hiện tính ổn định cao nhất: điện thế Zeta từ -69,5 đến -75,7 mV, pH 8-8,2, độ nhớt 21,84-40,89 cp, kích thước hạt trung bình 10,6-11,2 µm và mật độ hạt 3,0-3,1 triệu hạt/ml.

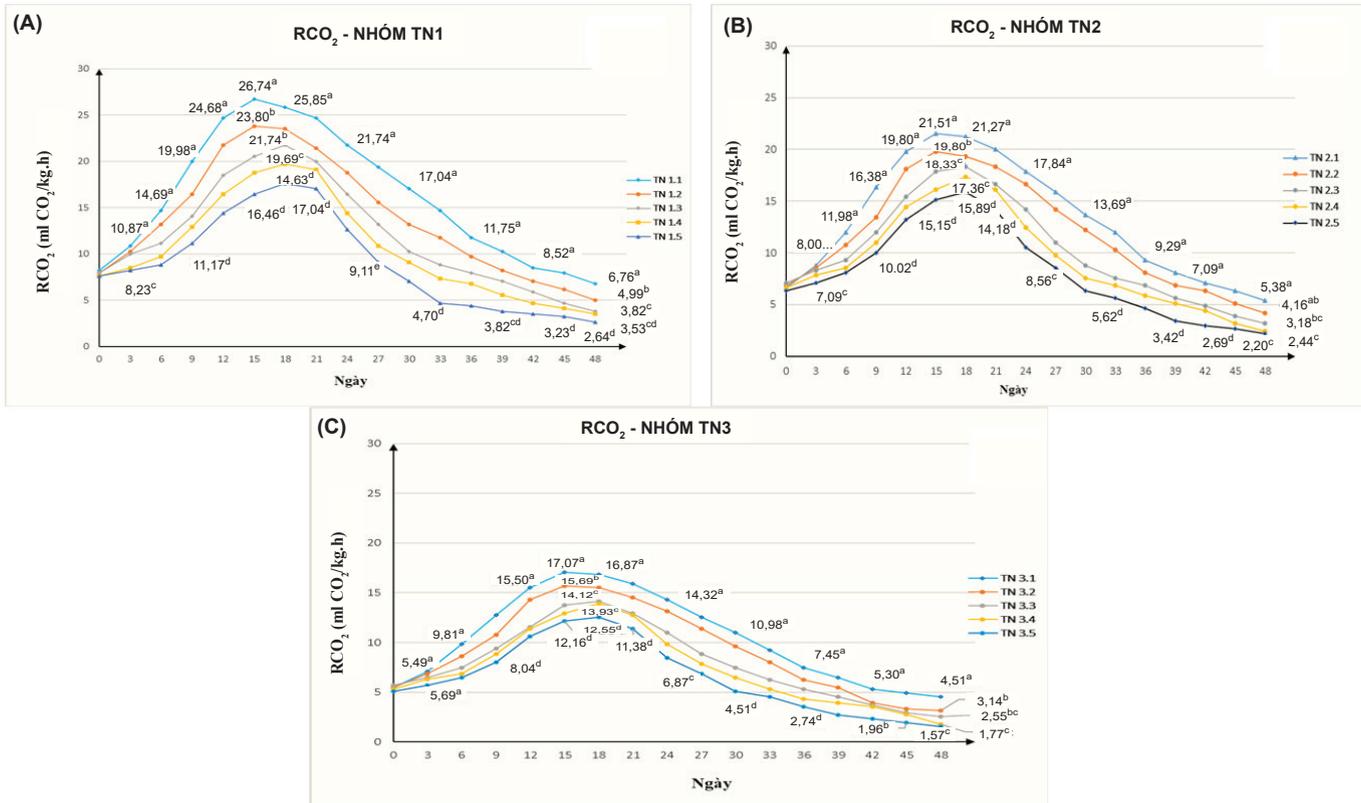
### 3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose đến sự biến đổi sinh lý và chất lượng cảm quan của quả chanh leo trong quá trình bảo quản

#### 3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose đến cường độ hô hấp

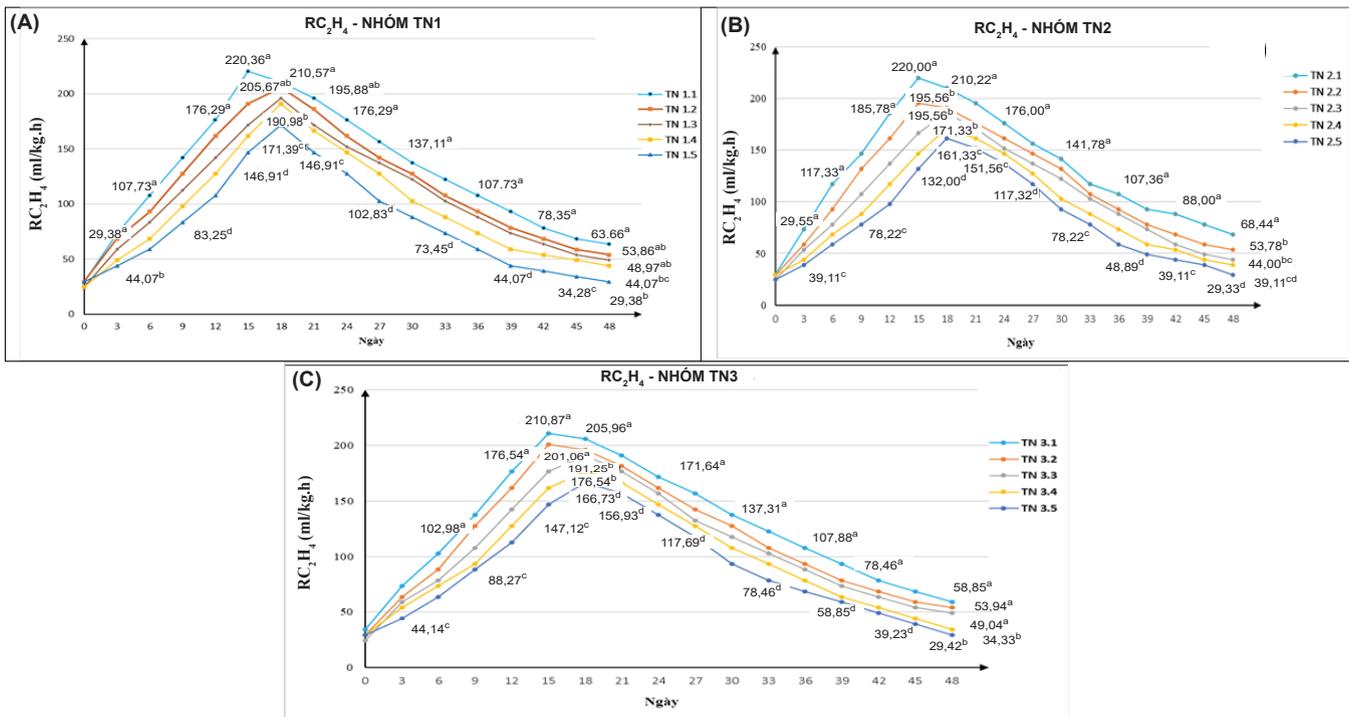
Quan sát hình 7 biểu diễn quan hệ giữa cường độ hô hấp với các biến độc lập gồm tỷ lệ thành phần sáp ong (1, 1,5, 2, 2,5 và 3%), sáp cọ (0,3, 0,6, 0,9, 1,2 và 1,5%) và CMC (0,4, 0,6, 0,8, 1 và 1,2%) ở cùng điều kiện chung cố định 2 yếu tố còn lại tại tâm cho thấy:

Cường độ hô hấp của quả chanh leo sau phủ màng tỷ lệ nghịch với tỷ lệ sáp ong, sáp cọ và CMC, khi tăng tỷ lệ của 1 trong 3 thành phần thì cường độ hô hấp đều giảm và ngược lại, mật khác thời điểm đạt đỉnh cường độ hô hấp của mỗi thí nghiệm là khác nhau, đối với các thí nghiệm có khả năng ức chế hô hấp mạnh hơn tức cường độ hô hấp thấp hơn, thì thời điểm đạt đỉnh kéo dài ngày hơn và ngược lại. Cụ thể, khi tăng tỷ lệ sáp ong từ 1 đến 3% tương ứng 5 thí nghiệm (TN<sub>11</sub>, TN<sub>12</sub>, TN<sub>13</sub>, TN<sub>14</sub>, TN<sub>15</sub>) thì đỉnh cường độ hô hấp đạt (26,74, 23,8, 21,74, 19,69 và 17,63 ml CO<sub>2</sub>/kg.h). Tương tự khi tăng sáp cọ (0,3-1,5%) và CMC (0,4-1,2%) tương ứng (TN<sub>21</sub>, TN<sub>22</sub>, TN<sub>23</sub>, TN<sub>24</sub>, TN<sub>25</sub>) đạt đỉnh (21,51, 19,8, 18,53, 17,36 và 15,89 ml CO<sub>2</sub>/kg.h) và (TN<sub>31</sub>, TN<sub>32</sub>, TN<sub>33</sub>, TN<sub>34</sub>, TN<sub>35</sub>) đạt đỉnh (17,07, 15,69, 14,12, 13,92 và 12,55 ml CO<sub>2</sub>/kg.h) với thời điểm đạt đỉnh cường độ hô hấp của 3 nhóm thí nghiệm từ ngày 15 đến ngày 18. Từ kết quả thực nghiệm này cho thấy, sáp ong, sáp cọ và CMC đều có tác động tương hỗ lẫn nhau để tạo nên rào cản khí, ức chế quá trình hô hấp của quả chanh leo.

Từ kết quả khảo sát thể hiện trong khoảng miền biến thiên tỷ lệ sáp ong (1,5-2,5%), sáp cọ (0,6-1,2%) và CMC (0,4-0,8%) thì đỉnh cường độ hô hấp lớn nhất là 23,08 ml CO<sub>2</sub>/kg.h (TN<sub>12</sub>) và thấp nhất 14,12 ml CO<sub>2</sub>/kg.h (TN<sub>33</sub>) so với công bố của R.E. Paull và cs (2004) [1], mức cường độ hô hấp của quả chanh leo 29-349 mg CO<sub>2</sub>/kg.h ở nhiệt độ từ 5-25°C đã có xu hướng giảm đáng kể.



Hình 7. Ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần sáp ong (A), sáp cọ (B) và carboxymethyl cellulose (C) đến cường độ hô hấp. Các công thức khác nhau trong cùng một đại lượng xác định có các chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức tin cậy p≤0,05. TN1: thực nghiệm 1; TN2: thực nghiệm 2; TN3: thực nghiệm 3.



Hình 8. Ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần sáp ong (A), sáp cọ (B) và carboxymethyl cellulose (C) đến cường độ sản sinh khí ethylene. Các công thức khác nhau trong cùng một đại lượng xác định có các chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức tin cậy p≤0,05. TN1: thực nghiệm 1; TN2: thực nghiệm 2; TN3: thực nghiệm 3.

### 3.2.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ sấp ong, sấp cọ và carboxymethyl cellulose đến sản sinh khí ethylene

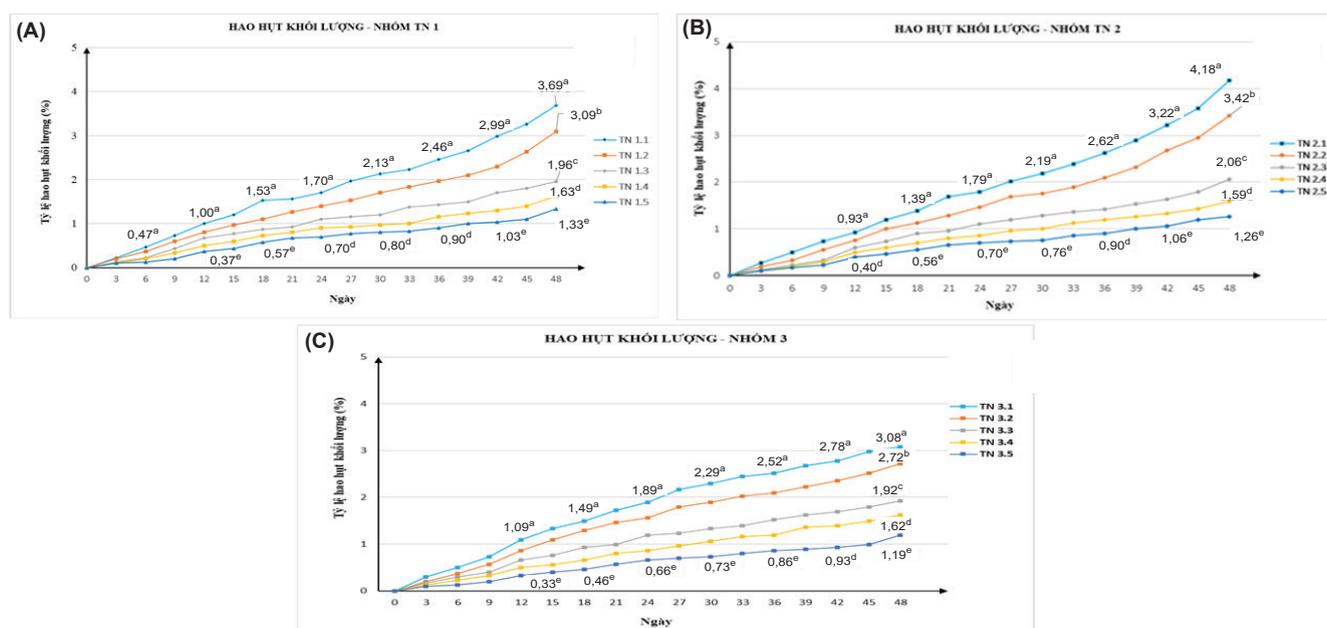
Tương tự quan sát hình 8 biểu diễn quan hệ giữa cường độ sản sinh khí ethylene với các biến độc lập gồm tỷ lệ thành phần sấp ong (1, 1,5, 2, 2,5 và 3%), sấp cọ (0,3, 0,6, 0,9, 1,2 và 1,5%) và CMC (0,4, 0,6, 0,8, 1 và 1,2%) ở cùng điều kiện chung cố định 2 yếu tố còn lại tại tâm cho thấy:

Quy luật biến thiên cường độ sản sinh khí ethylene cũng như cường độ hô hấp là tỷ lệ nghịch với tỷ lệ thành phần sấp ong, sấp cọ và CMC và thời điểm đạt đỉnh cường độ sản sinh khí ethylene sớm hơn với các thí nghiệm có tỷ lệ thành phần thấp hơn và ngược lại. Cụ thể khi tăng tỷ lệ sấp ong từ 1 đến 3% tương ứng 5 thí nghiệm (TN<sub>11</sub>, TN<sub>12</sub>, TN<sub>13</sub>, TN<sub>14</sub>, TN<sub>15</sub>) thì đỉnh cường độ sản sinh khí ethylene đạt (220,36, 205,67, 195,88, 190,98 và 171,39  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ ). Tương tự, khi tăng tỷ lệ sấp cọ (0,3-1,5%) và CMC (0,4-1,2%) tương ứng (TN<sub>21</sub>, TN<sub>22</sub>, TN<sub>23</sub>, TN<sub>24</sub>, TN<sub>25</sub>) đạt đỉnh (220,0, 195,56, 185,78, 171,11 và 161,33  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ ) và (TN<sub>31</sub>, TN<sub>32</sub>, TN<sub>33</sub>, TN<sub>34</sub>, TN<sub>35</sub>) đạt đỉnh (210,87, 201,06, 191,25, 176,54 và 166,73  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ ) với thời điểm đạt đỉnh của cả 3 nhóm thí nghiệm từ khoảng ngày 15 đến ngày 18. Từ kết quả thực nghiệm này cho thấy, sấp ong, sấp cọ và CMC là có tác động tương hỗ lẫn nhau để tạo nên rào cản khí và ức chế quá trình sản sinh khí ethylene. Tương ứng miền phù hợp của tỷ lệ thành phần sấp ong (1,5-2,5%), sấp cọ (0,6-1,2%) và CMC (0,4-0,8%) cho thấy đỉnh cường độ khí ethylene lớn nhất là 205,67  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$  (TN<sub>12</sub>) và thấp nhất 191,25  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$  (TN<sub>33</sub>).

### 3.2.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ sấp ong, sấp cọ và carboxymethyl cellulose đến hao hụt khối lượng

Quan sát hình 9 biểu diễn quan hệ của tỷ lệ hao hụt khối lượng với sự biến thiên của các biến độc lập gồm tỷ lệ sấp ong (1, 1,5, 2, 2,5 và 3%), sấp cọ (0,3, 0,6, 0,9, 1,2 và 1,5%) và CMC (0,4, 0,6, 0,8, 1 và 1,2%) ở cùng điều kiện chung cố định 2 yếu tố còn lại tại tâm cho thấy:

Tỷ lệ hao hụt khối lượng của quả chanh leo trong quá trình bảo quản tỷ lệ nghịch với tỷ lệ thành phần của sấp ong, sấp cọ và CMC, khi tăng tỷ lệ của 1 trong 3 thành phần thì tỷ lệ hao hụt khối lượng đều có xu hướng giảm trong suốt quá trình bảo quản và ngược lại. Cụ thể, khi tăng tỷ lệ sấp ong từ 1 đến 3% tương ứng 5 thí nghiệm (TN<sub>11</sub>, TN<sub>12</sub>, TN<sub>13</sub>, TN<sub>14</sub>, TN<sub>15</sub>) thì tỷ lệ hao hụt khối lượng tính đến ngày thứ 48 là (3,69, 3,09, 1,96, 1,63 và 1,33%). Tương tự, khi tăng tỷ lệ sấp cọ (0,3-1,5%) và CMC (0,4-1,2%) tương ứng (TN<sub>21</sub>, TN<sub>22</sub>, TN<sub>23</sub>, TN<sub>24</sub>, TN<sub>25</sub>) tỷ lệ hao hụt khối lượng (4,18, 3,42, 2,06, 1,59 và 1,26%) và (TN<sub>31</sub>, TN<sub>32</sub>, TN<sub>33</sub>, TN<sub>34</sub>, TN<sub>35</sub>) là (3,08, 2,72, 1,92, 1,62 và 1,19%). Từ kết quả thực nghiệm cho thấy, sấp ong và sấp cọ đều có khả năng tại rào cản nước, trong đó khả năng ngăn nước của sấp cọ cao hơn sấp ong, trong khi CMC dạng nano lại có tác động tương hỗ và có ảnh hưởng đáng kể về khả năng ngăn cản sự thâm nước nhờ đặc tính hóa lý và cấu trúc khi liên kết với các hạt sấp ong và sấp cọ. Trong đó, với miền phù hợp của sấp ong (1,5-2,5%), sấp cọ (0,6-1,2%) và CMC (0,4-0,8%) cho thấy mức hao hụt khối lượng thấp nhất là 1,92% (TN<sub>33</sub>) và cao nhất 3,42% (TN<sub>22</sub>).



Hình 9. Ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần sấp ong (A), sấp cọ (B) và CMC (C) đến hao hụt khối lượng. Các công thức khác nhau trong cùng một đại lượng xác định có các chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức tin cậy  $p \leq 0,05$ . TN1: thực nghiệm 1; TN2: thực nghiệm 2; TN3: thực nghiệm 3.

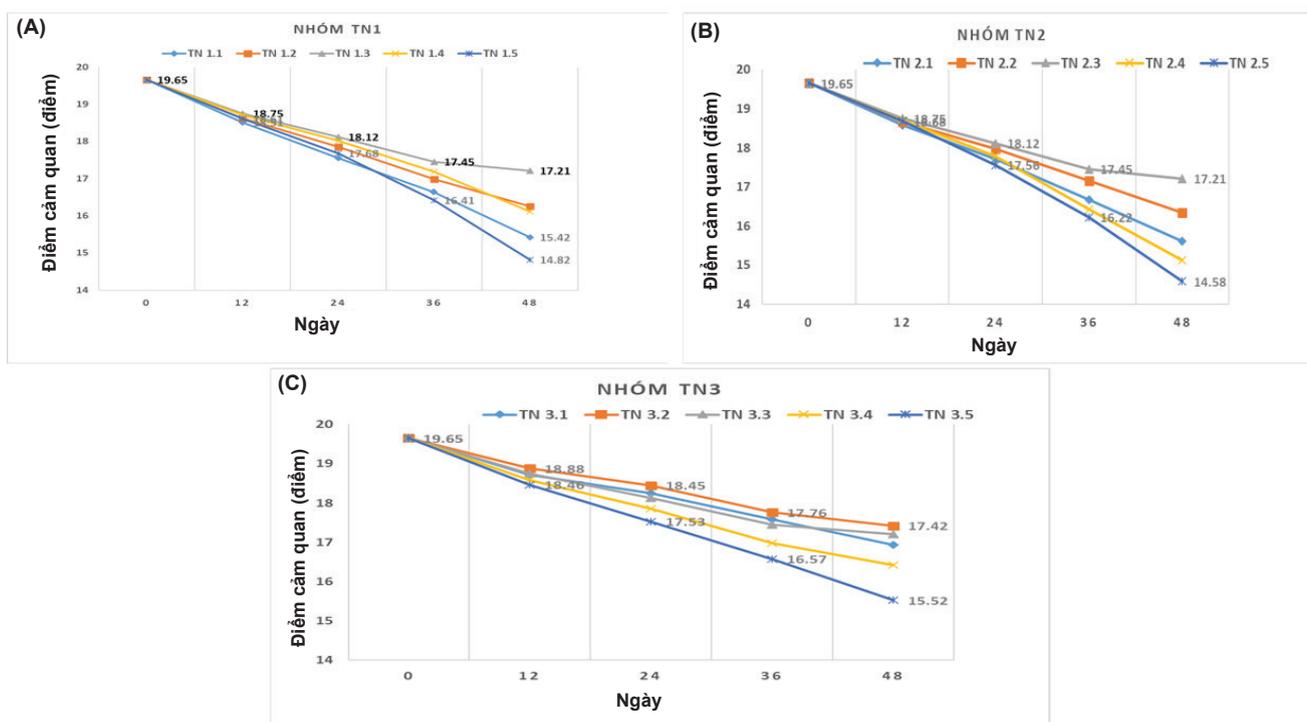
### 3.2.4. Ảnh hưởng của tỷ lệ sáp ong, sáp cọ và carboxymethyl cellulose đến chất lượng cảm quan

Quan sát hình 10 biểu diễn quan hệ của chất lượng cảm quan với sự biến thiên của các biến độc lập gồm tỷ lệ sáp ong (1, 1,5, 2, 2,5 và 3%), sáp cọ (0,3, 0,6, 0,9, 1,2 và 1,5%) và CMC (0,4, 0,6, 0,8, 1 và 1,2%) ở cùng điều kiện chung cố định 2 yếu tố còn lại tại tâm cho thấy:

Chất lượng cảm quan của quả chanh leo trong quá trình bảo quản có ảnh hưởng đáng kể của tỷ lệ thành phần sáp ong, sáp cọ và CMC. Tại hình 10A và 10B cho thấy, sáp ong và sáp cọ có quy luật khá tương đồng, khi tăng tỷ lệ sáp ong từ 1 đến 2% và tỷ lệ sáp cọ từ 0,3 đến 0,9%, tương ứng 2 nhóm thí nghiệm (TN<sub>11</sub>, TN<sub>12</sub>, TN<sub>13</sub>) và (TN<sub>21</sub>, TN<sub>22</sub>, TN<sub>23</sub>) thì chất lượng cảm quan đều có xu hướng duy trì ở mức cao hơn so với các thí nghiệm tăng nồng độ sáp ong từ 2 đến 3% (TN<sub>13</sub>, TN<sub>14</sub>, TN<sub>15</sub>) và nồng độ sáp cọ tăng từ 0,9 đến 1,5% (TN<sub>23</sub>, TN<sub>24</sub>, TN<sub>25</sub>). Cụ thể, chất lượng cảm quan duy trì ở mức cao nhất tại các thí nghiệm trung tâm (TN<sub>13</sub>, TN<sub>23</sub>) đến ngày 48 đạt 17,21 điểm. Điều này có thể lý giải rằng, sáp ong và sáp cọ là 2 thành phần chính đóng vai trò vật liệu nền là lớp rào cản khí và hơi nước, ở các mức tỷ lệ thành phần thấp quá chưa đủ mật độ để tạo lớp ngăn cản khí và ẩm dẫn đến bề mặt quả bị co ngót do mất nước tự nhiên và sự mất nước do quá trình hô hấp với cường độ mạnh hơn. Ngược lại, khi tăng tỷ lệ sáp ong và sáp cọ cao hơn có thể tạo ra lớp rào cản khí và ẩm cao bền vững hơn dẫn đến quá trình hô hấp yếm khí dưới mức giới hạn để các phản ứng sinh hóa xảy ra để duy trì quá trình trao đổi chất và nuôi sống tế bào, từ đó

gây ra sự biến đổi về màu sắc và mùi vị làm giảm chất lượng cảm quan. Trong khi quan sát hình 10C cho thấy, khi tăng tỷ lệ CMC từ 0,4 (TN<sub>31</sub>) đến 0,6% (TN<sub>32</sub>) thì chất lượng cảm quan duy trì ở mức cao nhất là 17,42 điểm (ngày 48), mặt khác khi tiếp tục tăng tỷ lệ CMC từ 0,6 đến 1,2% (TN<sub>33</sub>, TN<sub>34</sub>, TN<sub>35</sub>) thì chất lượng cảm quan giảm mạnh. Điều này là phù hợp với cấu trúc và tính năng của vật liệu nano CMC, với tỷ lệ CMC thấp trong khoảng (0,4-0,6%) là mật độ vừa đủ để liên kết với các hạt sáp ong và sáp cọ tạo nên lớp màng mỏng dạng khung cellulose vững chắc mà vẫn duy trì được khả năng trao đổi khí và ẩm, ngược lại khi tăng tỷ lệ CMC có thể làm thay đổi trạng thái đồng đặc và độ nhớt của chế phẩm dẫn đến làm tăng độ dày lớp màng phủ, đồng nghĩa với khả năng tạo rào cản khí và ẩm cao hơn, tuy rằng có thể hạn chế hao hụt khối lượng nhưng chất lượng cảm quan suy giảm do hô hấp yếm khí.

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần tạo chế phẩm MW-CMC và thử nghiệm bảo quản quả chanh leo ở điều kiện (5±1°C và độ ẩm RH 90±2%) cho thấy, tỷ lệ thành phần sáp ong (1,5-2,5%), sáp cọ (0,6-1,2%) và CMC (0,4-0,8%) là phù hợp với: Cường độ hô hấp đạt đỉnh 14,12-23,08 ml CO<sub>2</sub>/kg.h trong thời điểm từ ngày 15 đến ngày 18, tương ứng cường độ khí ethylene 191,25-205,67 μl C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg.h; tỷ lệ hao hụt khối lượng 1,92-3,42%. Khả năng duy trì chất lượng cảm quan tốt nhất đến ngày 48 đạt 17,42 điểm. Đánh giá so sánh với một số kết quả nghiên cứu đã công bố cường độ hô hấp và sản sinh khí ethylene giảm khi nhiệt độ bảo quản thấp hơn, mặt khác tỷ lệ hao hụt khối lượng tăng theo thời gian bảo quản và phụ thuộc



Hình 10. Ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần sáp ong (A), sáp cọ (B) và carboxymethyl cellulose (C) đến chất lượng cảm quan. TN1: thực nghiệm 1; TN2: thực nghiệm 2; TN3: thực nghiệm 3.

vào nhiệt độ bảo quản và phương pháp ức chế quá trình hô hấp. Cụ thể, ở nhiệt độ 5-25°C, cường độ hô hấp khoảng 29-349 mg CO<sub>2</sub>/kg.h [1]. Trong khi nghiên cứu xác định cường độ sản sinh khí ethylene và hao hụt khối lượng theo nhiệt độ và thời gian bảo quản quả chanh leo tím 221,26-505,35 μl C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg.h (20°C), hao hụt khối lượng 8,8% (8°C, 21 ngày) và 26,84% (20°C, 30 ngày) [3, 4]. Mặt khác, nghiên cứu khác bảo quản quả chanh leo tím bằng xử lý 1 μl/l 1-MCP kết hợp với chitosan 1% (w/v) trong thời gian 25 ngày ở 4°C thì hao hụt khối lượng là 13,11% [12]. Tiếp theo nghiên cứu bảo quản quả chanh leo tím bằng phủ màng chitosan ở nhiệt độ 8±1°C trong 25 ngày, hao hụt khối lượng ít nhất là 19,53% [13]. Kết quả bước đầu cho thấy, chế phẩm MW-CMC là có khả năng ứng dụng hiệu quả trong bảo quản quả chanh leo tím với thời gian kéo dài hơn và tỷ lệ hao hụt thấp hơn, cần tiếp tục nghiên cứu và tối ưu hóa tỷ lệ thành phần của chế phẩm để cải thiện chức năng nhằm nâng cao hiệu quả bảo quản.

#### 4. Kết luận

Tỷ lệ thành phần chế phẩm MW-CMC ổn định trong khoảng sấp ong 1,5-2,5%, sấp cò 0,6-1,2% và CMC 0,4-0,8%. Đặc tính hóa lý của chế phẩm ổn định với pH 7,8-8,2, độ nhớt 10,31-61,59 cp, điện thế zeta tối thiểu  $|\zeta| > 54,1$  mV, kích thước hạt 9,2-11,8 μm tương ứng mật độ hạt 2,9-3,2 triệu hạt/ml. Kết quả thử nghiệm bảo quản quả chanh leo tím ở điều kiện lạnh (5±1°C và độ ẩm RH 90±2%) cho thấy: Cường độ hô hấp đạt đỉnh 14,12-23,08 ml CO<sub>2</sub>/kg.h vào ngày 15 đến ngày 18, tương ứng cường độ sản sinh khí ethylene 191,25-205,67 μl C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg.h; tỷ lệ hao hụt khối lượng 1,92-3,42%; khả năng duy trì chất lượng cảm quan tốt nhất đến ngày 48 đạt 17,42 điểm.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] R.E. Paull, C.C. Chen (2004), *The Commercial Storage of Fruits Vegetables and Florist and Nursery Stocks*, United States Department of Agriculture, 792pp.

[2] W.C. Schotsmans, S.E. Nicholson, S. Pinnamaneni, et al. (2008), "Quality changes of purple passion fruit (*Passiflora edulis*) during storage", *Acta Horticulturae*, **773**, pp.239-244, DOI: 10.17660/actahortic.2008.773.

[3] A. Pongener, V. Sagar, R. Pal, et al. (2014), "Physiological and quality changes during postharvest ripening of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims)", *Fruits*, **69**(1), pp.19-30, DOI: 10.1051/fruits/2013097.

[4] K. Kishore, K.A. Pathak, R. Shukla, et al. (2011), "Effect of storage temperature on physico-chemical and sensory attributes of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims)", *J. Food Sci. Technol.*, **48**, pp.484-488, DOI: 10.1007/s13197-010-0189-8.

[5] S.M.K. Hasan, G. Ferrentino, M. Scampicchio (2019), "Nanoemulsion as advanced edible coatings to preserve the quality of fresh-cut fruits and vegetables: A review", *Int. J. Food Sci. Technol.*, pp.1-10, DOI: 10.1111/ijfs.14273.

[6] S.A.V. Chamorro, L. Palou, M.A.D. Rio, et al. (2011), "Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables: A review", *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **51**(9), pp.872-900, DOI: 10.1080/10408398.2010.485705.

[7] M.L.Z. Zaragoza, R.G. Reza, N.M. Munoz, et al. (2018), "Nanosystems in edible coatings: A novel strategy for food preservation", *Int. J. Mol. Sci.*, **19**(705), pp.1-24, DOI: 10.3390/ijms19030705.

[8] A. Gonçalves, N. Nikmaram, S. Roohinejad, et al. (2018), "Production, properties, and applications of solid self-emulsifying delivery systems (S-SEDS) in the food and pharmaceutical industries", *Colloids Surf. A Physicochem. Eng. Aspects*, **538**, pp.108-126, DOI: 10.1016/j.colsurfa.2017.10.076.

[9] M. Kumar, R.S. Bishnoi, A.K. Shukla, et al. (2019), "Techniques for formulation of nanoemulsion drug delivery system: A review", *Prev. Nutr. Food Sci.*, **24**(3), pp.225-234, DOI: 10.3746/pnf.2019.24.3.225.

[10] R. Zhang, W. Lan, J. Ding, et al. (2019), "Effect of PLA/PBAT antibacterial film on storage quality of passion fruit during the shelf-life", *Molecules*, **24**(18), DOI: 10.3390/molecules24183378.

[11] L.I. Xingyan, H. Lijin, L. Hanmei, et al. (2023), "Effect of chitosan coating with different molecular weights on the storage quality of postharvest passion fruit (*Passiflora edulis* Sims)", *Shipin Gongye Ke-ji*, **44**(22), pp.319-326, DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2023020261.

[12] M. You, X. Duan, X. Li, et al. (2022), "Effect of 1-methylcyclopropene combined with chitosan-coated film on storage quality of passion fruit", *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, **27**, DOI: 10.1016/j.scp.2022.100679.

[13] J.J. Mohamed, J.J. Prem, S. Saraswathy, et al. (2022), "Influence of edible coatings to enhance the postharvest quality of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) under cold storage conditions", *Biological Forum - An International Journal*, **14**(3), pp.118-122.

[14] E.A. Baldwin, R. Hagenmaier, J. Bai (2011), *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, CRC Press, 392pp.

[15] B. Bugarski, J. Milanovic, S. Levic, et al. (2008), "Carnauba wax as a carrier for aroma encapsulation", *XVI The International Conference on Bioencapsulation, Dublin, Ireland*.

[16] M.L.N. Tarazaga, A. Massa, M.B.P. Gago (2011), "Effect of beeswax content on hydroxypropyl methylcellulose-based edible film properties and postharvest quality of coated plums (Cv. Angeleno)", *LWT-Food Science and Technology*, **44**(10), pp.2328-2334, DOI: 10.1016/j.lwt.2011.03.011.

[17] M.N. Shahid, N.A. Abbasi (2011), "Effect of bee wax coatings on physiological changes in fruits of sweet orange CV. 'blood red'", *Sarhad Journal of Agriculture*, **27**(3), pp.385-394.

[18] Codex Alimentarius Commission (2016), "Sodium carboxymethyl cellulose (Cellulose gum)", *FAO*, <https://www.cspinet.org/article/carboxymethyl-cellulose-cmc-cellulose-gum-sodium-carboxymethyl-cellulose-cmc>, accessed 31 December 2021.

[19] R. Ergun, J. Guo, B.H. Keese (2016), "Cellulose", *Encyclopedia of Food and Health*, pp.694-702, DOI: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00127-6.

[20] N. Sang, L.H. Hai (2020), "Effect of propionic acid on fruit decay and postharvest quality of Vietnamese purple passion fruit during low temperature storage", *III Asian Horticultural Congress-AHC2020*, pp.463-470, DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1312.66.

[21] P.A. Tuan, V.T. Nga, N.T.M. Nguyet, et al. (2019), "Preservative technology for some Vietnamese fruits and vegetables by using controlled atmosphere (CA) and modified atmosphere packaging (MAP)", *Gases in Agro-Food Processes*, Academic Press, 368pp.