

Khảo sát ảnh hưởng của glycerol đến tính chất màng alginate nhằm định hướng ứng dụng trong bao gói sinh học

Phạm Văn Thịnh^{1*}, Nguyễn Thị Phương Mai², Nguyễn Mạnh Không², Lê Hạnh Uyên², Nguyễn Song An Thái¹, Lê Hoàng Minh Nhật¹, Nguyễn Ngọc Hải¹

¹ Trường Đại học Công thương Thành phố Hồ Chí Minh

² Viện Ứng dụng Công nghệ và Phát triển bền vững, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: thinhpv@huit.edu.vn

Tóm tắt

Với mục tiêu hướng đến phát triển một loại màng bảo quản vừa có khả năng tăng thời gian bảo quản một số loại trái cây vừa an toàn với người tiêu dùng. Nghiên cứu này tiến hành khảo sát ảnh hưởng của nồng độ glycerol (7, 8, 9 và 10) % đến đặc tính của màng ăn được làm từ alginate 1 %. Các chỉ tiêu theo dõi tập trung vào việc đánh giá các chỉ tiêu quan trọng của màng như độ dày, độ mờ đục, tính chất cơ lý (module đàn hồi, độ giãn dài), tính thấm hơi nước qua màng và màu sắc. Kết quả cho thấy tỉ lệ alginate 1 % kết hợp với glycerol trong khoảng 9 % với độ dày 0,0157 mm, module đàn hồi 12 MPa và độ giãn dài 40,34 %, khả năng truyền hơi nước qua màng 0,14 ($\text{g} \times \text{cm}^{-1} \times \text{ngày}^{-1}$) và độ thấm hơi nước qua màng 0,033 ($\text{g} \times \text{m}^{-1} \times \text{s}^{-1} \times \text{Pa}^{-1}$) được xác định là điều kiện thích hợp nhất để tạo màng có sự cân bằng giữa độ bền cơ học, tính linh hoạt.

Nhận 17/09/2025

Được duyệt 20/11/2025

Công bố 01/12/2025

Từ khóa

Alginate, Glycerol, module, màng bảo quản

© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh những biện pháp bảo quản trái cây tươi sau thu hoạch đang chuyển dịch sang xu hướng an toàn và đảm bảo phát triển bền vững, màng bao ăn được nổi lên như một giải pháp đơn giản, an toàn và thân thiện môi trường để giảm mất khối lượng, chậm lão hóa và duy trì chất lượng cảm quan [1, 2]. Màng ăn được (edible coatings) là các lớp màng mỏng có thể ăn được, được phủ trực tiếp lên bề mặt thực phẩm, tạo ra một màng bán thấm đối với khí (O_2 , CO_2) và hơi nước. Chúng giúp giảm tốc độ hô hấp, mất nước, sự biến đổi màu và kết cấu, đồng thời có thể mang theo chất chống oxy hóa hoặc kháng khuẩn để kéo dài thời gian bảo quản và cải thiện chất lượng sản phẩm. Trong công nghiệp thực phẩm, alginate được sử dụng với nhiều dạng muối khác nhau, đều được xem là màng bao ăn được (edible film/coating). Các loại gồm: E400 – Alginic acid, E401 – Sodium alginate, E402 – Potassium alginate, E403 – Ammonium alginate, E404 – Calcium alginate, E405 – Propylene glycol alginate (PGA). Các dạng này được công nhận là phụ gia thực phẩm an toàn (GRAS) bởi FDA và EU, thường dùng để tạo màng bao, gel, chất làm đặc, nhũ hóa và ổn định trong thực phẩm. Trong đó alginate – polysaccharide được dùng nhiều vì nó dễ tạo gel, đa chức năng, an toàn, nguồn gốc tự nhiên, thân thiện môi trường, ứng dụng

rộng rãi trong cả thực phẩm và y sinh [3]. Alginate là một chất đồng trùng hợp nhị phân mạch thẳng bao gồm các gốc β -D-mannuronate (khối M) và α -L-guluronate (khối G) được liên kết với nhau tại vị trí (1,4) [4]. Tỷ lệ và sự sắp xếp của hai khối này (tỷ lệ M/G) quyết định các đặc tính vật lý của alginate [5]. Cấu trúc của nó cho phép các ion kim loại đa hóa trị (như Ca^{2+}) liên kết với các khối G, tạo ra một mạng lưới gel ba chiều theo "mô hình hộp trứng" (egg-box model), làm cho gel cứng lại [6].

Để tăng cường tính linh hoạt và giảm độ giòn cho màng hoặc gel alginate, người ta thường bổ sung glycerol. Glycerol hoạt động như một chất làm dẻo (plasticizer), các phân tử của nó sẽ chen vào giữa các chuỗi polymer alginate, làm giảm lực liên kết giữa chúng và tăng khả năng di chuyển của chuỗi, từ đó giúp sản phẩm cuối cùng mềm dẻo hơn và ít bị nứt gãy [7]. Tuy nhiên, bản chất ưa nước của alginate làm giảm khả năng cản hơi nước, và các tính chất cơ – lý của màng phụ thuộc mạnh vào nồng độ alginate cũng như mức glycerol đi kèm [4, 8]. Các nghiên cứu quốc tế đã được công bố trước đây cho thấy, lớp phủ alginate có thể làm giảm mất nước của trái đu đủ tươi cắt lát, hạ tốc độ hô hấp và kéo dài thời gian bảo quản của trái ớt, dưa tươi cắt miếng, đồng thời hiệu năng rào cản ẩm đạt tối ưu khi hàm lượng chất hóa dẻo ở mức vừa phải, và tăng mạnh khả năng truyền hơi nước ở nồng độ cao trái táo tươi cắt miếng [9].

Ở Việt Nam, nghiên cứu của Mai và cộng sự (2022) đã ứng dụng màng alginate/glycerol trong bảo quản táo cắt tươi và ghi nhận công thức alginate khoảng ~ 1 % (w/v) kết hợp glycerol giúp duy trì chất lượng trong bảo quản lạnh, củng cố tính thực tiễn của hệ alginate/glycerol cho chuỗi cung ứng nội địa [9]. Dẫu vậy, ảnh hưởng định lượng của nồng độ alginate tới độ dày, độ bền kéo – đứt, độ thấm hơi nước (WVP) và độ trong suốt của màng composite alginate/glycerol vẫn cần được làm rõ một cách có hệ thống để chế tạo màng theo từng nhóm trái cây và điều kiện bảo quản [10]. Nghiên cứu này đặt mục tiêu lượng hóa vai trò của nồng độ alginate đối với các đặc tính màng chủ chốt và định hướng trong việc bảo quản trái cây.

2. Nguyên vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu chính sử dụng để tạo màng ăn được bao gồm: Sodium Alginate (Shanghai Zhanyun, China) độ tinh khiết 99 %, Glycerol (Xilong, China) độ tinh khiết 99 %, Calcium chloride (Xilong, China) độ tinh khiết 96 %.

2.2. Phương pháp chuẩn bị màng

Cân alginate 1 % hòa tan trong nước 60 °C bằng máy khuấy từ gia nhiệt (Velp – Italia) với tốc độ 700 rpm đến khi hòa tan hoàn toàn. Sau đó calcium chloride 1 % w/w alginate được thêm vào để tạo liên kết ngang với alginate. Sau đó thêm chất hóa dẻo glycerol (7, 8, 9 và 10) % (w/w alginate) khuấy hỗn hợp trong 4 giờ ở nhiệt độ 45 °C. Đồng hóa siêu âm (Sonic - USA) với công suất 300 W trong 15 phút để đẩy bọt khí. Hỗn hợp sau đó cân 50 g dung dịch để lên tấm thủy tinh (25 × 25) cm trải đều bằng thanh gạt để độ dày được đồng nhất. Màng được sấy 40 °C (Memmert – Germany) đến khi độ ẩm < 5 %, sau đó màng ăn được sẽ đóng gói trong túi PE và bảo quản trong bình hút ẩm ở nhiệt độ phòng cho đến khi tiến hành phân tích.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Độ dày màng

Độ dày màng được đo bằng thước đo độ dày điện tử (Zhangzhou Green - China) độ nhạy 0,01 mm. Màng được đo giữ nguyên hiện trạng, thực hiện đo ở nhiệt độ phòng (19-20 °C). Giá trị trung bình của mười phép đo ngẫu nhiên trên mỗi tấm màng được sử dụng để tính toán.

2.3.2. Độ mờ đục

Độ mờ đục của màng đo theo phương pháp được báo cáo bởi Zhanli Liu [11]

Các mảnh màng được cắt hình chữ nhật (1 × 4) cm vào cuvet được đặt trong máy quang phổ UV-Vis và mẫu

trắng là cuvet thạch anh (Hellma - 10) mm. Độ mờ đục của màng được tính bằng công thức

$$Opacity = \frac{Abs_{600}}{\text{Độ dày màng (mm)}}$$

2.3.3. Tính chất cơ lý

Các thông số được đo bằng máy đo cơ lý vật liệu Zwick Roell - Singapore, bằng phương pháp ASTM D638. Màng được cắt theo hình chữ nhật với kích thước (10 × 2) cm.

Module đàn hồi (Young's Module)

Module đàn hồi được xác định từ đường cong ứng suất - biến dạng trong quá trình thử kéo. Đây là hệ số tỷ lệ biểu thị độ cứng của màng, tính bằng tỷ số giữa ứng suất và biến dạng trong vùng đàn hồi của vật liệu:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ : Ứng suất (MPa), với F là lực tác dụng (N), A là diện tích tiết diện mẫu (m²)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

ε : Biến dạng kéo, với ΔL là độ giãn dài, L_0 là chiều dài ban đầu của mẫu.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Trong đó: E: module đàn hồi (MPa);

Độ giãn dài (elongation): độ giãn dài được xác định bằng cách kéo mẫu thử màng cho đến khi đứt. Đây là tỉ lệ phần trăm của sự thay đổi chiều dài mẫu so với chiều dài ban đầu tại điểm đứt. Độ giãn dài phản ánh khả năng kéo giãn, tức tính dẻo của màng, được tính bằng công thức:

$$\varepsilon (\%) = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$$

Trong đó L_0 (mm) là chiều dài ban đầu và L_1 (mm) là chiều dài tại thời điểm đứt.

2.3.4. Độ truyền hơi nước

Phương pháp được mô tả theo tác giả Lavric (2021) [12]. Các hũ thủy tinh 100 mL (có đường kính 7 cm) chứa 10 mL nước cất. Màng được đặt trên nắp hũ được vặn nắp hũ đã được cắt với kích thước với đường kính 3 cm. Khối lượng sẽ cân sau 24 giờ để xác định độ truyền hơi nước qua màng và độ thấm hơi nước qua màng.

Độ truyền hơi nước qua màng, water vapor transmission rate (WVTR), được xác định theo ISO 2528:2018 ở 23 °C và độ ẩm 55 % RH (rate humidity):

$$WVTR = \frac{\Delta m}{A \times t} (g \cdot cm^{-1} \cdot day^{-1})$$

Trong đó: A là diện tích của thử nghiệm (cm^2), t là thời gian sau 24 giờ thử nghiệm và m là chênh lệch khối lượng của mẫu thử nghiệm (g).

2.3.5. Độ thấm hơi nước qua màng

Dựa trên WVTR, các giá trị thấm thấu hơi nước qua màng (Water Vapor Permeability – WVP) được xác định bởi công thức [12]:

$$WVP = \frac{WVTR}{S(R_1 - R_2)} (g \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-1})$$

Trong đó: WVTR là kết quả của công thức trên, S là áp suất hơi nước bão hòa ở nhiệt độ thử nghiệm (18.4 mmHg ở 21°C), R_1 là độ ẩm tương đối trong môi trường (55%), R_2 là độ ẩm tương đối trong ống nghiệm 0% .

2.3.6. Đo màu

Màu phim được đo bằng máy đo màu kỹ thuật số. Một tấm trắng tiêu chuẩn ($L^* = 95,44$, $a^* = -0,47$, $b^* = 2,51$) được sử dụng hiệu chuẩn thiết bị. Các màng được đặt trên một nền trắng tiêu chuẩn và các phép đo được thực hiện và ghi lại dưới dạng giá trị L_1^* , a_1^* , b_1^* . Mẫu đối chứng được sử dụng trong nghiên cứu là mẫu không bổ sung glycerol được ghi lại dưới giá trị L_2^* , a_2^* , b_2^* . Giá trị chênh lệch màu ΔE được tính toán theo các thông số chuẩn sử dụng phương trình sau

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}$$

Với L^* , a^* , b^* lần lượt là các tọa độ màu trong hệ màu CIELAB.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

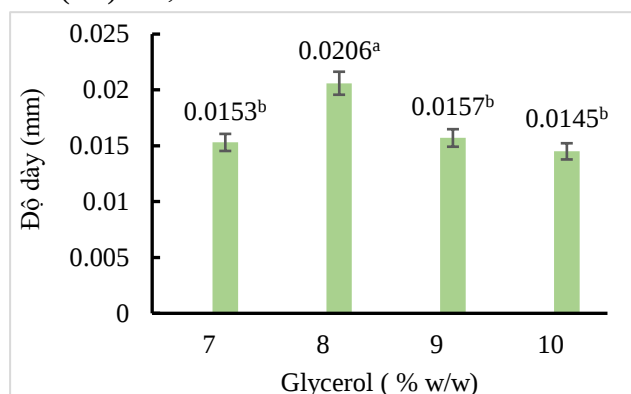
Tất cả các số liệu thu được sẽ được tính toán bằng phần mềm Excel và phân tích thống kê bằng phương pháp ANOVA bằng phần mềm JMP pro 17.0 (JMP Statistical Discovery, LLC). Sự khác biệt giữa các nghiệm thức thí nghiệm được xác định bằng pháp Turkey HSD với mức ý nghĩa 95% .

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng glycerol tới độ dày màng bảo quản

Dựa vào Hình 1 cho thấy glycerol có ảnh hưởng đến độ dày của màng ăn được từ alginate. Glycerol được biết đến là hợp chất trong suốt, dễ tan trong nước dẫn đến làm tăng độ nhớt của dung dịch và liên kết với nước. Do đó, bổ sung glycerol càng cao thì tốc độ bay hơi nước càng thấp vì một phần nước trong dung dịch màng ăn được liên kết với glycerol, do đó ảnh hưởng đến độ dày của màng [13]. Độ dày trung bình của các nồng độ glycerol (7, 8, 9 và 10) % lần lượt là $(0,015 \pm 0,002) \text{ mm}$, $(0,021 \pm 0,002) \text{ mm}$, $(0,016 \pm 0,001) \text{ mm}$, $(0,015 \pm 0,001) \text{ mm}$. Màng ăn được từ nồng độ alginate 1% -

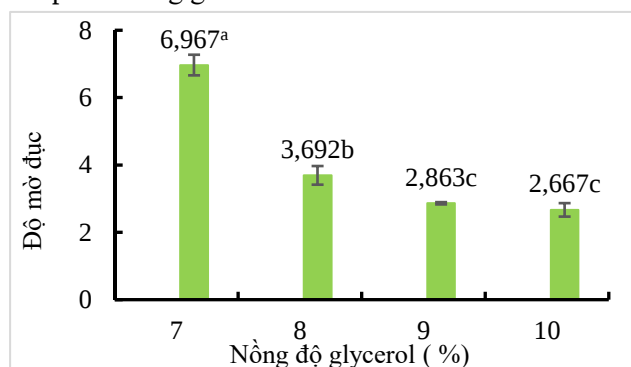
glycerol 8% đạt độ dày cao nhất là $(0,021 \pm 0,002) \text{ mm}$. Giá trị này thấp hơn so với kết quả được nghiên cứu từ tác giả Salma Khairunnisa, và cộng sự với giá trị giao động từ $(0,06 \pm 0,003) \text{ mm}$ đến $(0,098 \pm 0,002) \text{ mm}$ [14]. Giá trị độ dày của màng trong nghiên cứu này khá tốt vì nó đáp ứng được phương pháp tiêu chuẩn ASTM D6988 - 21 về việc quy định màng phải có độ dày dưới $0,25 \text{ mm}$ cũng như thấp hơn độ dày tiêu chuẩn tối đa của màng ăn được theo tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản (JIS) là $0,25 \text{ mm}$.



Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ glycerol tới độ dày màng của màng

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng glycerol tới độ đục màng bảo quản

Độ mờ đục của màng được biểu thị trên hình 2 cho thấy độ mờ đục giảm dần khi nồng độ glycerol tăng từ 7% lên 10% . Kết quả trên phù hợp với nghiên cứu của tác giả Adiansyah Syarifuddin và cộng sự [15]. Điều này cho thấy màng có khả năng duy trì độ trong suốt tốt và độ mờ đục thấp, phù hợp mong muốn với việc hiển thị sản phẩm đóng gói.



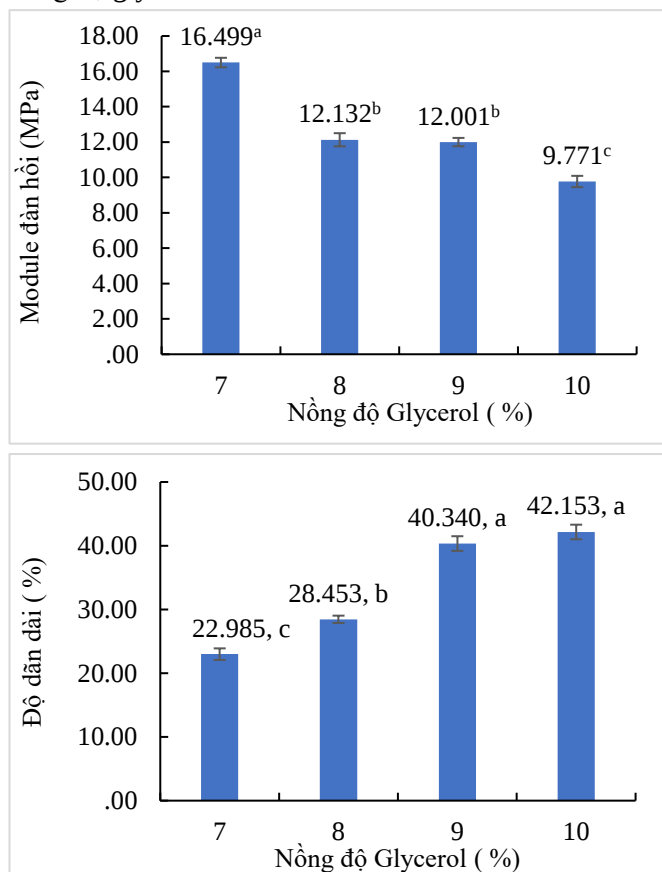
Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ glycerol tới độ đục của màng

Độ mờ đục giảm dần giữa các nồng độ glycerol có thể do hiệu ứng pha loãng theo tác giả Lucio Ballesteros-Martínez và cộng sự [16], dẫn đến giảm mật độ của polymer sinh học, giúp ánh sáng dễ dàng đi qua màng mà không bị tán xạ ánh sáng. Việc tăng nồng độ glycerol đã ảnh hưởng đến độ mờ đục của màng. Theo phân tích Turkey HSD, không có sự khác biệt về độ mờ

đục giữa glycerol 9 % và glycerol 10 % ($p < 0,05$) vì thể độ mờ đục của alginate 1 % - glycerol 9 % là $2,863 \pm 0,306$ là phù hợp về độ mờ đục của màng ăn được.

3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng glycerol tới độ bền cơ lý của màng bảo quản

Khi tăng nồng độ glycerol, young' modulus của màng có xu hướng giảm dần. Bản chất là chất hóa dẻo, glycerol chen vào giữa các chuỗi polymer alginate, phá vỡ liên kết hydro và làm tăng khoảng cách giữa các phân tử. Kết quả màng trở nên mềm hơn nhưng khả năng chịu lực kém hơn. Theo Yan và cộng sự (2024), khi nồng độ glycerol tăng, độ bền kéo và module đàn hồi của màng alginate giảm đáng kể, kèm theo sự tăng độ giãn dài khi đứt [17]. Module đàn hồi giảm do mạng liên kết hydro giữa các chuỗi alginate bị giảm hiệu lực, tương tự xu hướng từ 16,5 MPa xuống 9,77 MPa theo nồng độ glycerol 7 $\rightarrow$ 10 % w/w.



Hình 3. Ảnh hưởng của nồng độ glycerol tới module đàn hồi và độ giãn dài của màng

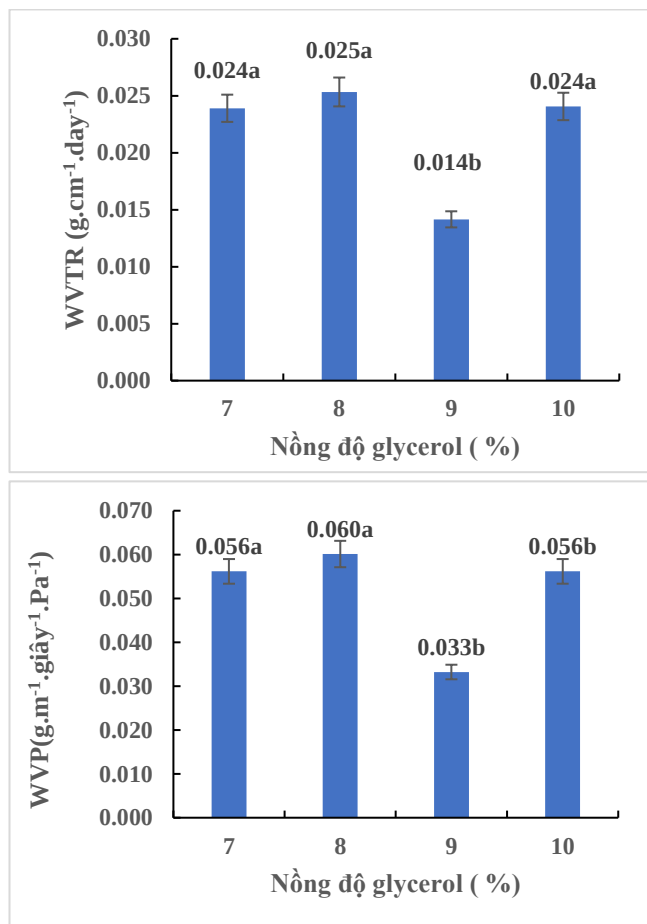
Khi tăng nồng độ glycerol từ 7 % lên 10 %, độ giãn dài của màng tăng rõ rệt: từ 22,98 % (ở nồng độ glycerol 7 %) lên 42,15 % (ở nồng độ glycerol 10 %). Độ giãn dài tăng mạnh nhất khi chuyển từ 8 % (28,45 %) lên 9 % (40,34 %), sau đó giá trị tại 10 % (42,15 %) không khác biệt có ý nghĩa so với 9 %, cho thấy xu hướng tăng đã chậm lại ở nồng độ glycerol cao. Xu hướng này phù hợp với nghiên cứu của tác giả Eslami và cộng sự (2023),

nghiên cứu chỉ ra rằng hiệu quả dẻo hóa của glycerol có thể đạt đến giới hạn khi nồng độ quá cao, dẫn đến hiện tượng tách pha hoặc di chuyển glycerol lên bề mặt màng [18]. Tác giả Al-Qatrani và cộng sự (2025) đã nghiên cứu thử nghiệm màng alginate 1 % với nồng độ glycerol 10 %, 30 % và 50 % cho thấy độ giãn dài của màng chỉ tăng từ 1,1 % (ở nồng độ glycerol 10 %) đến 1,7 % (ở nồng độ glycerol 50 %) .

3.4. Ảnh hưởng của hàm lượng glycerol tới độ thấm hơi nước qua màng bảo quản

Khả năng thấm hơi nước của màng cần được hạn chế tối đa, bởi đây là yếu tố then chốt quyết định hiệu quả trong việc kiểm soát sự dịch chuyển ẩm nói riêng và bảo quản thực phẩm nói chung. Cụ thể, màng được thiết kế để làm hàng rào giảm quá trình thoát ẩm, giúp duy trì độ tươi, hạn chế hiện tượng héo nhăn và kéo dài thời gian bảo quản. Do đó, tốc độ truyền hơi nước (WVTR) cao là đặc tính không mong muốn nhất của bao bì màng ăn được được biểu thị qua Hình 4.

Theo phân tích phương sai ANOVA cho thấy, glycerol có ảnh hưởng đến tốc độ truyền hơi nước và độ thấm thấu hơi nước qua màng. Đối với, độ truyền hơi nước qua màng (WVTR) ở nồng độ glycerol 7 % ($0,024a \pm 0,02$) tăng nhẹ $0,025a \pm 0,02$ ở nồng độ glycerol 8 %, nhưng khi tăng glycerol 9 % (w/w) thì tốc độ truyền hơi nước lại giảm mạnh xuống còn $0,014b \pm 0,004$. Tuy nhiên, khi tăng nồng độ glycerol lên 10 % thì giá trị WVTR lại tăng trở lại $0,024a \pm 0,02$. Độ thấm thấu hơi nước qua màng (WVP) cũng có sự tăng giảm tương tự như độ truyền hơi nước qua màng. Điều này chứng tỏ nồng độ alginate 1 % - glycerol 9 % đạt được đặc tính rào cản hơi nước hiệu quả nhất. Tại nồng độ này, các phân tử glycerol len lỏi vào giữa các chuỗi polymer, giúp lấp đầy các khoảng trống và tạo thành cấu trúc màng đặc, chặt chẽ hơn buộc các phân tử nước khó khăn trong việc xuyên qua màng. Tuy nhiên, khi nồng độ glycerol quá cao (glycerol 10 %) có hiệu ứng “quá hóa dẻo”, các phân tử glycerol dư thừa có tính hút ẩm mạnh sẽ tự liên kết với nhau, tạo thành các cụm hoặc kênh ưa nước trong màng. Những kênh này trở thành con đường dễ dàng cho hơi nước đi qua, dẫn đến việc tăng mạnh tính thấm của màng [7].



Hình 4. Ảnh hưởng của nồng độ glycerol tới độ truyền hơi nước và độ thấm hơi nước của màng

3.5. Ảnh hưởng của hàm lượng glycerol tới màu sắc của màng bảo quản

Theo kết quả khảo sát cho thấy không có sự khác biệt về màu sắc của màng alginate - glycerol đối với sự thay đổi không đáng kể nồng độ glycerol qua các giá trị L^* , a^* và b^* ($p > 0,05$). Với giá trị mẫu đối chứng L^*2 , a^*2 và b^*2 có kết quả đo tương ứng là 96,19; - 2,84; 0,09. Độ sáng L^*1 có giá trị dao động từ 85,02 đến $85,16 \pm 0,06$, có thể phản ánh được độ sáng của màng so với giá trị 100 (trắng sáng). Ngoài ra giá trị a^*1 , b^*1 đều cho ra kết quả âm tức là màu sắc của màng có xu hướng ngả sang màu xanh lá (a^* dao động từ - 3,04 đến - 3,07 $\pm 0,01$) và xu hướng ngả sang xanh dương nhiều hơn vàng (b^* dao động từ - 0,68 đến - 0,80 $\pm 0,03$). Chỉ số màu sắc mà mắt có thể nhận thấy được biểu thị

qua $\Delta E > 2$, bảng 1 cho thấy khi tăng nồng độ glycerol thì không có sự khác biệt có ý nghĩa với $p > 0,05$, chứng tỏ là glycerol không làm ảnh hưởng đến màu sắc và sự nhìn thấy khác biệt về màu sắc của mắt nhìn được. Kết quả chứng minh việc thay đổi không đáng kể nồng độ glycerol chỉ làm thay đổi cấu trúc màng chứ không ảnh hưởng đến màu sắc của màng.

Bảng 1. Ảnh hưởng của glycerol tới màu sắc của màng

Glycerol (%)	L^*	a^*	b^*	ΔE
0	96,19	- 2,84	0,09	
7	$85,10^a \pm 0,15$	$- 3,04^a \pm 0,03$	$- 0,80^a \pm 0,14$	$11,16^a \pm 0,12$
8	$85,03^a \pm 0,12$	$- 3,07^a \pm 0,02$	$- 0,68^a \pm 0,04$	$11,20^a \pm 0,13$
9	$85,02^a \pm 0,11$	$- 3,07^a \pm 0,02$	$- 0,70^a \pm 0,04$	$11,21^a \pm 0,10$
10	$85,16^a \pm 0,15$	$- 3,05^a \pm 0,03$	$- 0,75^a \pm 0,08$	$11,01^a \pm 0,13$

Ghi chú bảng: các giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các chữ a trong cùng một cột biểu thị sự không khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu khẳng định rằng glycerol đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện tính dẻo và duy trì độ trong suốt của màng alginate, đồng thời không ảnh hưởng đáng kể đến màu sắc. Tỷ lệ alginate 1 % kết hợp với glycerol trong khoảng 9 % với độ dày 0,0157 mm, module đàn hồi 12 MPa và độ giãn dài 40,34 %, khả năng truyền hơi nước qua màng 0,14 ($\text{g} \times \text{cm}^{-1} \times \text{ngày}^{-1}$) và độ thấm hơi nước qua màng 0,033 ($\text{g} \times \text{m}^{-1} \times \text{s}^{-1} \times \text{Pa}^{-1}$) được xác định là điều kiện thích hợp nhất để tạo màng có sự cân bằng giữa độ bền cơ học, tính linh hoạt. Nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc phát triển bao bì sinh học từ alginate/glycerol, góp phần nâng cao hiệu quả bảo quản trái cây tươi và thúc đẩy xu hướng tiêu dùng bền vững.

Lời cảm ơn: Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Viện Ứng dụng Công nghệ và Phát triển bền vững, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành và Trường Đại học Công thương Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ cơ sở vật chất, trang thiết bị cần thiết để thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. B. Ozturk, M. Yilmaz, and S. K. Guler, "Preharvest Biofilm Coating Treatments Affect the Storage Quality of Sweet Cherry Fruit by Maintaining Bioactive Components," *International Journal of Fruit Science*, vol. 24, no. 1, pp. 301–313, 2024, doi: 10.1080/15538362.2024.2397439
2. K. Prasad, A. K. Guarav, P. Preethi, and P. Neha, "Edible coating technology for extending market life of horticultural produce," *Acta Scientific Agriculture*, vol. 2, no. 5, pp. 55–64, 2018
3. Peteiro, "Alginate production from marine macroalgae, with emphasis on kelp farming," in *Alginates and their biomedical applications*, Springer, 2017, pp. 27–66.

4. L. C. Paixão, I. A. Lopes, A. K. D. Barros Filho, and A. A. Santana, “Alginate biofilms plasticized with hydrophilic and hydrophobic plasticizers for application in food packaging,” *J Appl Polym Sci*, vol. 136, no. 48, Dec. 2019, doi: 10.1002/app.48263.
5. X. Yang, H. Sui, H. Liang, J. Li, and B. Li, “Effects of M/G Ratios of Sodium Alginate on Physicochemical Stability and Calcium Release Behavior of Pickering Emulsion Stabilized by Calcium Carbonate,” *Front Nutr*, vol. 8, Jan. 2022, doi: 10.3389/fnut.2021.818290.
6. C. Hu, W. Lu, A. Mata, K. Nishinari, and Y. Fang, “Ions-induced gelation of alginate: Mechanisms and applications,” Apr. 30, 2021, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.02.086.
7. A. Ronghe, “Effect of Polyethylene Glycol, Glycerol and Sodium Chloride on Sodium Alginate and Gelatin blend-A molecular dynamics study,” 2018.
8. S. Schenk, M. Bucher, M. Herrenbauer, D. Schmid, and M. Schmid, “Challenges of Alginate-Based Cast Films in Plastic-Free Food Packaging Applications: An Overview,” Nov. 01, 2025, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/polym17223061.
9. T. N. M. Tran, P. Q. Huynh, C. D. Nguyen, T. G. Le, H. T. Le, and T. N. U. Nguyen, “Effects of alginate-based edible coatings enriched with extract *Sargassum polycystum* on quality attributes of fresh-cut apples,” *Ministry of Science and Technology, Vietnam*, vol. 64, no. 2, pp. 43–47, Feb. 2022, doi: 10.31276/VJST.64(2).43-47.
10. Q. B. Hoàng, T. T. Lê, Q. Trà, and N. T. N. Trịnh, “Ứng Dụng Công Nghệ Bao Màng Trong Bảo Quản Trái Cây Nhiệt Đới,” *Can Tho University Journal of Science*, vol. 58, no. 3, pp. 132–148, 2022, doi: 10.22144/ctu.jvn.2022.085.
11. Y. Sun, Z. Liu, L. Zhang, X. Wang, and L. Li, “Effects of plasticizer type and concentration on rheological, physico-mechanical and structural properties of chitosan/zein film,” *Int J Biol Macromol*, vol. 143, pp. 334–340, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.12.035.
12. G. Lavrič, A. Oberlintner, I. Filipova, U. Novak, B. Likozar, and U. Vrabič-Brodnjak, “Functional nanocellulose, alginate and chitosan nanocomposites designed as active film packaging materials,” *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 15, p. 2523, Aug. 2021, doi: 10.3390/POLYM13152523/S1.
13. A. Johan, W. Sagita, and E. Zubaidah, “The Influence of The Type and Concentration of Plasticizer toward The Physical Characteristic of Edible Film from Palm Fruit (*Arenga pinnata*),” vol. 5, no. 1, pp. 13–25, 2017.
14. S. Khairunnisa and I. Rostini, “The effect of glycerol concentration as a plasticizer on edible films made from alginate towards its physical characteristic,” vol. 112, no. September, pp. 130–141, 2018.
15. A. Syarifuddin, N. Haliza, N. Izzah, M. M. Tahir, and A. Dirpan, “Physical, Mechanical, Barrier, and Optical Properties of Sodium Alginate/Gum Arabic/Gluten Edible Films Plasticized with Glycerol and Sorbitol,” pp. 1–16, 2025.
16. L. Ballesteros-martínez, C. Pérez-cervera, and R. Andrade-pizarro, “Original article Effect of glycerol and sorbitol concentrations on mechanical, optical, and barrier properties of sweet potato starch film,” *NFS Journal*, vol. 20, no. June, pp. 1–9, 2020, doi: 10.1016/j.nfs.2020.06.002.
17. H. Yan, J. Wang, C. Du, Z. Li, H. Yuan, Z. Xu, Y. Tan, Hydrogen Bond-Mediated Strong Plasticization for High-Performance Alginate Plastics. *Adv. Mater.* 2024, 36, 2400648. <https://doi.org/10.1002/adma.202400648>
18. Z. Eslami, S. Elkoun, M. Robert, and K. Adjallé, “A Review of the Effect of Plasticizers on the Physical and Mechanical Properties of Alginate-Based Films,” Sep. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/molecules28186637.

Investigation of the effect of glycerol on the properties of alginate films in order to orient its application in biopackaging

Pham Van Thinh^{1*}, Nguyen Thi Phuong Mai², Nguyen Manh Khong², Le Hanh Uyen², Nguyen Song An Thai¹,
Le Hoang Minh Nhat¹, Nguyen Ngoc Hai¹

¹ Ho Chi Minh City University of Industry and Trade

² Institute of Applied Technology and Sustainable Development, Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh City

*Email: thinhpv@huit.edu.vn

Abstract

To develop a preservation film that is both capable of increasing the storage time of some fruits and is safe for consumers. This study investigated the effect of glycerol concentrations (7-8-9-10) % on the characteristics of edible membranes made from 1 % alginate. The monitoring criteria focus on the evaluation of important membrane parameters such as thickness, opacity, physical and mechanical properties (elastic modules, elongation), water vapour permeability through the membrane and colour. The results showed that the ratio of 1 % alginate combined with glycerol was in the range of 9 % with a thickness of 0.0157 mm, an elastic module of 12 MPa and an elongation of 40.34 %, an increased transvapor transmission of 0.14 ($\text{g} \times \text{cm}^{-1} \times \text{d}^{-1}$) and a transvapor permeability of 0.033 ($\text{g} \times \text{m}^{-1} \times \text{s}^{-1} \times \text{Pa}^{-1}$) were determined to be the most suitable conditions for membrane formation with a balance between mechanical strength, flexibility.

Keywords Alginate, Glycerol, Polysaccharide, Preservative Film