

CHIẾT XUẤT GLUTEN TỪ BỘT LÚA MÌ CHO SẢN XUẤT BAO BÌ ĂN ĐƯỢC

Nguyễn Kim Đông*, Nguyễn Văn Bá, Đặng Ngọc Quý, Lâm Thị Kim Ngân

Trường Đại học Tây Đô, 68 Lộ Hậu Thạnh Mỹ (Trần Chiên), P. Lê Bình, Q. Cái Răng, Cần Thơ, Việt Nam

* Tác giả liên hệ Nguyễn Kim Đông <nkdong@tdu.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 12-04-2019; Ngày chấp nhận đăng: 03-7-2019)

Tóm tắt. Hai loại bột lúa mì được sử dụng là C1 (hàm lượng gluten cao) và C2 (hàm lượng gluten thấp) dùng để chiết xuất gluten và sử dụng gluten để chế tạo màng ăn được. Hàm lượng gluten khô và gluten ướt của bột C1 cao hơn so với của bột C2. Loại dung môi chiết xuất lần lượt là nước, nước/etanol (1:1, v.v), nước muối NaCl 2% và thời gian chiết xuất là 7, 14 và 21 phút. Lượng glycerol sử dụng để tạo màng lần lượt là 3, 4, 5, 6 và 7 g cho quá trình tạo màng. Kết quả cho thấy dung dịch nước muối 2% với thời gian rửa là 21 phút cho gluten với độ tinh khiết cao nhất. Độ bền kéo giảm từ 1,630 đến 0,628 g/mm² và độ giãn dài tăng từ 4,32 đến 22,14% với sự gia tăng lượng glycerol. Màng chế tạo từ loại bột mì C1 có độ bền xuyên thủng cao hơn từ C2. Khi lượng glycerol tăng thì độ bền xuyên thủng của màng giảm, trong khi đó tốc độ truyền hơi nước tăng lên. Độ hòa tan trong nước và HCl của màng chế tạo từ bột lúa mì C1 thấp hơn so với màng chế tạo từ C2. Hàm lượng gluten có ảnh hưởng đáng kể đến các tính chất của màng như độ thấm hơi nước, độ bền kéo và độ giãn dài, độ bền xuyên thủng, độ hòa tan trong HCl và độ hòa tan trong nước.

Từ khóa: màng ăn được, glycerol, gluten, bột mì

Extraction of gluten from wheat flour for manufacturing edible film

Nguyen Kim Dong*, Nguyen Van Ba, Dang Ngoc Quy, Lam Thi Kim Ngan

Tay Do University, 68 Lo Hau Thanh My St., Le Binh Ward, Cai Rang Dist., Can Tho, Vietnam

* Correspondence to Nguyen Kim Dong <nkdong@tdu.edu.vn>

(Received: 12 April 2019; Accepted: 03 July 2019)

Abstract. Two types of wheat flour C1 (high-content gluten) and C2 (low-content gluten) were used for gluten extraction, and the gluten was used to fabricate edible films. The dry and wet gluten content of C1 is higher than that of C2. The extraction solvents are water, water/ethanol (1:1, v/v), and 2% NaCl solution. The extraction time is 7, 14, and 21 minutes. The quantity of glycerol used for film formation is 3, 4, 5, 6, and 7 g. The results show that the 2% NaCl solution with a wash time of 21 minutes provides gluten with the highest purity. The tensile strength decreases from 1.630 to 0.628 g/mm², and the elongation increases from 4.32 to 22.14% with the increasing quantity of glycerol. The film fabricated from C1 has a higher puncture strength than that from C2. When the glycerol quantity increases, the puncture strength decreases, while the rate of evaporation increases. The film fabricated from C1 has lower water and HCl solubility than that fabricated from C2. The gluten content has a significant

influence on the tensile strength, elongation, water vapor permeability, puncture strength, and solubility in the HCl solution and water of the membrane fabricated from wheat flour.

Keywords: edible film, glycerol, gluten, wheat

1 Mở đầu

Trong những năm qua, màng bọc thực phẩm được sử dụng khá phổ biến ở các nhà hàng, siêu thị hay các hộ gia đình. Phần lớn các màng bọc thực phẩm được sản xuất từ các hợp chất polyme. Tuy nhiên, việc sử dụng polyme tổng hợp dùng làm bao bì thực phẩm góp phần làm gia tăng chất thải gây ô nhiễm môi trường [1]. Chính vì vậy việc phát triển các loại màng làm bao bì thực phẩm dễ phân hủy và ăn được đã được phát triển và nghiên cứu ở nhiều nước trên thế giới. Màng thực phẩm ăn được được sử dụng nhằm giảm tổn thất độ ẩm, hạn chế sự hấp thụ oxy, ít di chuyển hàm lượng lipid, cải thiện các tính chất cơ học, chống hư hỏng vật lý, hoặc thay thế cho bao bì thương mại [2]. Chính vì vậy, nhiều nghiên cứu gần đây về lĩnh vực bao bì và màng bảo quản thực phẩm tập trung vào chế tạo các loại bao bì ăn được. Chúng được sản xuất từ các protein thực vật và động vật như gluten lúa mì, ngô zein, đậu nành, hạt bông, albumin, gelatin, collagen và casein [3]. Trong đó protein gluten lúa mì được sử dụng rộng rãi cho màng ăn được [4]. Bên cạnh đó, lúa mì là nguồn nguyên liệu dễ tìm và có trữ lượng lớn. Tuy nhiên, hiện nay trong nước chưa thấy có bất cứ nghiên cứu nào về chiết xuất, tinh chế và ứng dụng gluten để sản xuất màng thực phẩm ăn được. Vì vậy, nghiên cứu chiết xuất và tinh chế gluten từ bột lúa mì và ứng dụng gluten sản xuất màng thực phẩm dùng làm bao bì ăn được cho thực phẩm là rất cần thiết. Nghiên cứu này chủ yếu khảo sát các phương pháp chiết xuất và tinh chế gluten theo thời gian rửa và trong 3 loại dung môi khác nhau là dung dịch NaCl, nước cất và etanol. Một số tính chất vật lý và hóa học của màng gluten như độ bền kéo, độ giãn dài, tỷ lệ

thấm nước của màng và độ hòa tan của màng trong nước và HCL cũng được phân tích trong nghiên cứu này.

2 Phương pháp

2.1 Khảo sát loại dung môi và thời gian rửa

Thí nghiệm được tiến hành với các nguyên liệu bột mì thu mua từ Công ty trách nhiệm hữu hạn bột mì Đại Phong, khu công nghiệp Trà Nóc, Bình Thủy, Cần Thơ và các loại dung môi như nước cất, etanol 96% và NaCl 99,5% (Merck). Cân 100 g bột mì cho vào cốc sau đó cho thêm 55 mL dung môi chiết xuất lần lượt là nước, nước/etanol (1:1, v/v) và dung dịch NaCl 2%. Tiến hành trộn đều khối bột bằng tay đến khi khối bột có cấu trúc mịn. Sau đó cho khối bột đã trộn vào khăn lọc mỏng và đem rửa bằng máy bơm đã điều chỉnh lưu lượng nước. Khối bột được rửa trong 7, 14 và 21 phút. Sau khi rửa xong, phần bột trôi đi và phần gluten còn dính lại trên vải lọc. Kiểm tra tinh bột còn sót lại trong gluten bằng dung dịch iot. Xác định khối lượng gluten ướt và gluten khô sau khi sấy [5].

2.2 Khảo sát ảnh hưởng của bột nguyên liệu và lượng glycerol

Cân 15 g gluten khô và hòa tan trong dung dịch etanol 96% (72 mL) và glycerol 95% (3, 4, 5, 6, 7 g), khuấy trong 10 phút trên máy khuấy từ gia nhiệt và từ từ thêm 48 mL nước cất và 12 mL dung dịch ammonia hydroxid 6 N. Glycerol được thêm vào làm chất hóa dẻo. Tốc độ gia nhiệt được điều chỉnh sao cho nhiệt độ của dung dịch là 75 ± 1 °C vào cuối quá trình chuẩn bị. Chuẩn bị các đĩa Petri và sấy khô ở 60 °C trong 12 giờ. Cho 20 mL dung

dịch cuối cho vào đĩa Petri và tiến hành sấy ở 35 °C trong 15 giờ. Cuối cùng, thu được các tấm màng gluten, tiến hành bảo quản chúng trong túi PE ở nhiệt độ thường [6]

2.3 Phân tích các chỉ tiêu

Độ bền kéo và độ giãn dài

Độ bền kéo (TS) và giá trị độ giãn dài (E) của các màng được xác định bằng cách sử dụng thiết bị đo cấu trúc và phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn [7]. Chính thiết bị lực kéo với đơn vị là gam. Mẫu đo có độ dày 1 mm và chiều rộng 40 mm. Lực kéo được ghi lại cho các màng thử nghiệm. Độ bền kéo được tính theo công thức:

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

trong đó F là lực kéo cực đại (g); A là tiết diện của màng (mm^2)

Độ giãn dài được tính theo công thức

$$\text{Độ giãn dài (\%)} = \frac{\text{Khoảng cách mẫu được kéo dài}}{\text{Chiều dài ban đầu của mẫu}} \times 100$$

Độ thấm hơi nước

Độ thấm hơi nước (WVP) được thử nghiệm bằng phương pháp thay đổi khối lượng dựa trên tiêu chuẩn [8]. Cho 30 mL nước cất vào cốc rồi đặt màng ở phía trên cốc nước, cố định bằng một chiếc vòng làm bằng vật liệu chống thấm. Cốc mẫu được cân để xác định khối lượng ban đầu rồi đặt trong một buồng kín. Silicagel được sử dụng để kiểm soát độ ẩm tương đối. Các mẫu được cân 1 lần/giờ trong suốt 8 giờ. Việc thử nghiệm WVP được lặp lại 3 lần, và WVP đã được tính toán như sau:

$$WVP = \frac{x \times \Delta W}{A \times \Delta t \times (P_2 - P_1)}$$

trong đó ΔW là khối lượng nước bị mất (g); Δt là thời gian thí nghiệm (ngày); A là diện tích tiếp xúc của màng (m^2); x là chiều dày của màng (mm); $P_2 - P_1$ là chênh lệch áp suất hơi trên và dưới màng (kPa)

Độ bền xuyên thủng

Thử nghiệm sự xuyên thủng màng bằng cách sử dụng máy phân tích kết cấu (TAXT2I). Các mẫu có đường kính 20 mm được cố định trên bàn để mẫu của thiết bị. Đầu dò hình trụ có đường kính 3 mm được di chuyển vuông góc đến bề mặt màng với tốc độ không đổi 1 mm/giây cho đến khi đầu dò đi qua bộ màng kết quả đo mẫu thể hiện trên màn hình thiết bị.

Độ hòa tan trong nước và dung dịch HCl

Tỷ lệ khô ban đầu của mỗi màng được xác định ở 105 °C trong 24 giờ. Hai đĩa màng (đường kính 2 cm) đã được cắt, cân và ngâm trong 50 mL nước cất và 0,1 N HCl và từ từ khuấy trong 24 giờ ở 25 °C. Các màng sau đó đã được lấy ra và sấy khô (105 °C, 24 giờ) để xác định khối lượng chất khô không hòa tan trong nước.

$$\text{Độ hòa tan} = \frac{(M_0 - M_1) \times 100}{M_0}$$

trong đó M_0 là khối lượng ban đầu của màng; M_1 là khối lượng cuối cùng của màng.

Xử lý số liệu: Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm thống kê SPSS 16.0. Phân tích phương sai cho sự khác biệt giữa các trung bình của nghiệm thức với mức ý nghĩa là 0,05.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Ảnh hưởng của dung môi và thời gian rửa

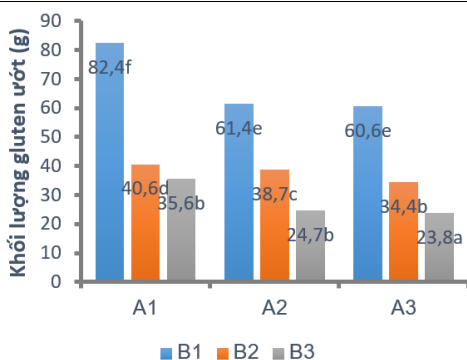
Trong quá trình chiết xuất, dung môi và thời gian rửa là hai nhân tố ảnh hưởng đến khả năng chiết xuất gluten trong bột mì nhiều nhất. Dung môi giúp cho quá trình chiết xuất được diễn ra bằng cách tạo màng gluten trong bột mì. Mặt khác, quá trình rửa giúp cho gluten tách khỏi tinh bột một cách dễ dàng nhưng phụ thuộc vào thời gian. Khi thời gian càng tăng thì lượng tinh bột được tách ra càng nhiều đến khi không còn tinh bột còn sót trên khối gluten.

Gluten ướt

Bảng 1 và Hình 1 cho thấy khối lượng gluten ướt thu được có sự khác nhau khi chiết xuất bằng dung môi và thời gian rửa khác nhau. Khối lượng gluten dao động từ 23,8 đến 82,4 g và giữa các nghiệm thức có khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Khối lượng gluten ướt thu được thấp nhất là 23,8 g khi chiết xuất bằng etanol với thời gian rửa là 21 phút. Nguyên nhân là do etanol làm cho protein kết tủa và gliadin tan trong dung môi, trong khi đó gliadin là thành phần chính cấu tạo nên gluten. Khối lượng gluten ướt thu được cao nhất là 82,4 g khi chiết xuất bằng nước cất trong thời gian 7 phút. Do việc rửa chỉ trong thời gian 7 phút nên lượng tinh bột còn sót nhiều trên khối bột dẫn đến hàm lượng gluten ướt còn cao ở mức 82,4 g. Tuy nhiên, việc kiểm tra lượng tinh bột còn sót lại cũng chỉ mang tính chất định tính và kết quả thể hiện như trong Bảng 1. Nếu rửa trong thời gian 21 phút với 2 loại dung môi nước cất và nước muối (2%) thì lượng tinh bột sót lại trong phần gluten ướt thu được trên vải lọc là không đáng kể.

Bảng 1. Kết quả kiểm tra tinh bột còn sót

Loại dung môi	7 phút	14 phút	21 phút
Nước cất	Nhiều	Ít	Không còn
Nước muối (2%)	Nhiều	Ít	Không còn
Nước/etanol (1:1)	Nhiều	Nhiều	Ít



Hình 1. Khối lượng gluten ướt

Chú thích: A1: nước cất; A2: muối (2%); A3: nước/etanol (1:1); B1: 7 phút; B2: 14 phút; B3: 21 phút; Các số liệu trong hình là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại; Các giá trị có mẫu tự giống nhau không khác biệt về mặt ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy đến 95%.

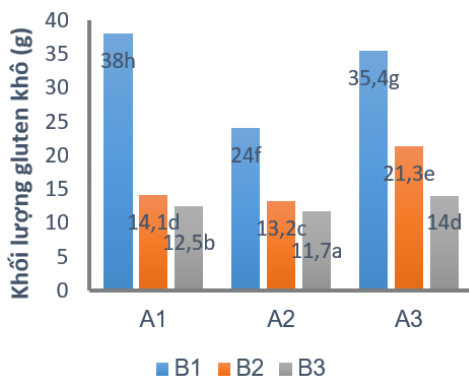
Kết quả ở Hình 1 cũng cho thấy gluten ướt thu được ở thời gian 21 phút với nước cất và nước muối (2%) có sự khác nhau, nhưng sự khác biệt không có ý nghĩa về thống kê ($p > 0,05$). Tuy nhiên, cũng ở thời gian 21 phút nhưng với nước muối (2%) thì gluten ướt chiết xuất cao hơn khi chiết xuất bằng nước cất. Vì ở trong nước muối (2%), một số lipid và protein hòa tan. Như vậy, kết quả thí nghiệm cho thấy việc chiết xuất gluten ướt bằng dung dịch nước muối (2%) ở thời gian 21 phút cho hàm lượng gluten cao nhất.

Xét tương quan hồi quy đa biến, ta có phương trình tương quan $Y_{\text{gluten ướt}} = -10,198 \times X_{\text{loại dung môi}} - 22,004 \times X_{\text{thời gian rửa}} + 85,493$. Giá trị $R = 0,919$ cho thấy loại dung môi và thời gian rửa có mối tương quan chặt chẽ đối với hàm lượng gluten ướt. Giá trị $R^2 = 0,844$ cho thấy ảnh hưởng của loại dung môi và thời gian rửa là 84,4%, còn lại là do các yếu tố khác. Bên cạnh đó, giá trị $a_1 = -10,198$ và $a_2 = -22,004$, cả hai giá trị đều là số âm nên thời gian rửa và loại dung môi tỷ lệ nghịch với hàm lượng gluten ướt.

Gluten khô

Hình 2 cho thấy rằng khối lượng gluten dao động từ 11,7 đến 38 g và giữa các nghiệm thức có khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Sau khi sấy, khối lượng gluten khô thu được thấp nhất là 11,7 g khi chiết bằng dung dịch NaCl 2% và rửa trong thời gian 21 phút. Điều này là do dung môi đã hòa tan một số lipid và globulin (một loại protein tan trong nước muối trung tính) trong quá trình rửa. Vì vậy, khi chiết bằng dung dịch NaCl 2% và rửa 21 phút, gluten thu được có độ tinh khiết cao nhất.

Xét tương quan hồi quy đa biến, ta có phương trình tương quan $Y_{\text{gluten khô}} = -12,557 \times X_{\text{loại dung môi}} - 1,529 \times X_{\text{thời gian rửa}} + 30,988$. Giá trị $R = 0,857$ cho thấy loại dung môi và thời gian rửa có mối tương quan chặt chẽ đối với hàm lượng gluten ướt. Giá trị $R^2 = 0,734$ cho thấy ảnh hưởng của loại dung môi và thời gian rửa là 73,4%, còn lại là do các yếu tố khác. Bên cạnh đó thời gian rửa và loại dung môi tỷ lệ nghịch với hàm lượng gluten khô.



Hình 2. Khối lượng gluten khô

Chú thích: A1: nước cất; A2: muối (2%) A3: nước: etanol (1:1) B1: 7 phút; B2: 14 phút; B3: 21 phút; Các số liệu trong hình là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại; Các giá trị có mẫu tự giống nhau không khác biệt về mặt ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy đến 95%.

3.2 Ảnh hưởng của glycerol và gluten đến tính chất của màng

Độ bền kéo (TS) và độ giãn dài (E)

Vật liệu bao gói thực phẩm phải có cường độ chịu kéo cao để bảo vệ thực phẩm trong quá trình vận chuyển và bảo quản. Kết quả thí nghiệm cho thấy giá trị cường độ chịu kéo của các nghiệm thức dao động từ 1,630 đến 0,628 g/mm², khác biệt về ý nghĩa thống kê ở $p < 0,001$. Theo số liệu ở Bảng 2, nghiệm thức có TS cao nhất là của loại bột C1 với khối lượng glycerol sử dụng là 3 g (có ý nghĩa về mặt thống kê với $p < 0,05$). Độ bền kéo của các màng được chế tạo từ bột C1 cao hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với bột C2 ở tất cả các mức glycerol được sử dụng.

Bảng 2. Kết quả độ bền kéo và độ giãn dài

Màng gluten	TS (g/mm ²)	E (%)
C1D1	1,630 ± 0,0005 ⁱ	4,32 ± 0,030 ^a
C1D2	1,234 ± 0,0006 ^j	5,31 ± 0,025 ^b
C1D3	1,003 ± 0,0007 ^f	7,12 ± 0,035 ^e
C1D4	0,893 ± 0,0006 ^e	11,24 ± 0,021 ^s
C1D5	0,798 ± 0,0007 ^d	17,48 ± 0,021 ⁱ
C2D1	1,233 ± 0,0009 ^h	5,60 ± 0,031 ^d
C2D2	1,005 ± 0,0008 ^s	5,54 ± 0,031 ^c
C2D3	0,789 ± 0,0006 ^c	9,24 ± 0,025 ^f
C2D4	0,770 ± 0,0005 ^b	14,10 ± 0,021 ^h
C2D5	0,628 ± 0,0007 ^a	22,14 ± 0,035 ^k

Ghi chú: Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại; Các giá trị có mẫu tự giống nhau không khác biệt về mặt ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy đến 95%; C1D1: bột mì gluten cao + 3 g glycerol; C2D1: bột mì gluten thấp + 3 g glycerol; C1D2: bột mì gluten cao + 4 g glycerol; C2D2: bột mì gluten thấp + 4 g glycerol; C1D3: bột mì gluten cao + 5 g glycerol; C2D3: bột mì gluten thấp + 5 g glycerol; C1D4: bột mì gluten cao + 6 g glycerol; C2D4: bột mì gluten thấp + 6 g glycerol; C1D5: bột mì gluten cao + 7 g glycerol; C2D5: bột mì gluten thấp + 7 g glycerol.

Trong khi độ giãn dài của màng được chuẩn bị từ bột C2 cao hơn đáng kể, so với bột C1 ở tất cả các mức glycerol được sử dụng. Theo số liệu Bảng 2, E tăng theo khối lượng glycerol được sử dụng và có giá trị trong khoảng 4,32–22,14%, khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$. Trong đó nghiệm thức C2D5 cho giá trị cao nhất 22,14%. Tất cả các màng có khối lượng glycerol thấp có độ bền kéo cao hơn và độ giãn dài thấp hơn so với màng có khối lượng glycerol cao. Theo báo cáo của Parris và cs. [9], độ bền kéo của màng ăn được alginate giảm theo cấp số nhân khi tăng natri lactat. Trong quá trình sấy khô dung dịch tạo màng, ethanol và ammonia hydroxid bốc hơi, cho phép hình thành liên kết giữa các chuỗi protein. Trong giai đoạn này, sự tiếp xúc của các chuỗi protein gây ra bởi nồng độ gluten cao có thể hình thành các liên kết ngang như vậy trong quá trình hình thành màng; quá trình trùng hợp xảy ra thông qua liên kết disulfid giữa các phân tử kỵ nước và hydro. Glycerol đóng vai trò là chất hóa dẻo, giúp cho các chất trong màng liên kết tốt với nhau và giúp màng có được độ dẻo thích hợp.

Hồi quy tuyến tính đơn biến biểu diễn mối quan hệ giữa glycerol – độ bền kéo, glycerol – độ giãn dài trong quá trình sản xuất màng

Phương pháp thống kê cho thấy có sự tương quan giữa các biến này với nhau. Ta có phương trình hồi quy là

$$Y_{TS} = -6,9 \times X_{glycerol} + 60,64$$

$$Y_E = 3,694 \times X_{glycerol} + 874$$

Phương trình hồi quy thể hiện mối tương quan giữa glycerol và độ bền kéo cho thấy có mối tương quan chặt chẽ ($R = 0,866$). Hệ số hồi quy a là $-6,9$, cho thấy mối quan hệ này là nghịch biến: khối lượng glycerol càng tăng thì độ bền kéo giảm. $R^2 = 0,750$ cho nên khối lượng glycerol ảnh hưởng đến độ bền kéo là 75% còn 25% bị ảnh hưởng bởi các nhân tố khác. Tương tự phương trình hồi quy giữa glycerol và độ giãn dài có hệ số hồi quy a là $3,694$, cho thấy mối tương quan đồng biến: khi tăng glycerol thì độ giãn dài tăng.

Tốc độ thấm hơi nước

Tốc độ thấm hơi nước nên càng thấp càng tốt vì màng hoặc lớp phủ ăn được sẽ làm chậm quá trình chuyển ẩm giữa thực phẩm và môi trường, hoặc giữa hai thành phần của một sản phẩm thực phẩm không đồng nhất. Các màng được làm từ bột C2 sử dụng lượng glycerol cao, cho thấy giá trị WVP ($82 \text{ g/m}^2/\text{ngày}$) cao hơn so với màng được làm từ bột C1, khác biệt có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 95%. Giá trị WVP của màng thấp hơn ở khối lượng glycerol sử dụng thấp.

Glycerol là chất hóa dẻo và được thêm vào màng để giảm độ giòn, tăng độ dẻo dai và khả năng chống va đập. Thông thường, việc bổ sung glycerol làm tăng tính thấm của khí, hơi nước và chất tan và làm giảm độ bền kéo của lớp màng. Đối với các màng có khối lượng glycerol sử dụng khác nhau, giá trị WVP của màng từ bột C2 cao hơn so với màng từ bột C1. Tương tự có thể được quan sát thấy trong công trình của Gontard và cs. [10] và Sobral và cs. [11] báo cáo độ thấm hơi nước tăng lên với sự gia tăng lượng chất hóa dẻo.

Phương trình biểu diễn mối quan hệ giữa độ thấm hơi nước (Y) và khối lượng glycerol (X)

Ta có phương trình hồi quy là $Y_{\text{Thấm hơi nước}} = 4,805 \times X_{\text{Glycerol}} + 58,782$ với hệ số tương quan $R = 0,945$ cho thấy có mối tương quan chặt chẽ, hệ số hồi quy a là $4,805$ và $R^2 = 0,893$; vì vậy, lượng glycerol ảnh hưởng đến độ thấm hơi nước đến 89,3% còn 10,7% bị ảnh hưởng bởi các nhân tố khác.

Bảng 3. Kết quả độ thấm nước WVP và xuyên thủng

Màng gluten	WVP ($\text{g/m}^2/\text{ngày}$)	Độ bền xuyên thủng (g)
C1D1	$60,13 \pm 0,021^a$	$119,00 \pm 0,030^k$
C1D2	$68,19 \pm 0,021^c$	$110,01 \pm 0,036^i$
C1D3	$75,21 \pm 0,217^e$	$79,01 \pm 0,031^f$
C1D4	$76,33 \pm 0,025^f$	$60,02 \pm 0,044^d$
C1D5	$80,22 \pm 0,025^i$	$41,01 \pm 0,060^b$
C2D1	$62,15 \pm 0,026^b$	$108,01 \pm 0,040^h$
C2D2	$71,11 \pm 0,042^d$	$89,02 \pm 0,021^g$
C2D3	$77,44 \pm 0,057^g$	$76,02 \pm 0,025^e$
C2D4	$79,18 \pm 0,021^h$	$56,99 \pm 0,031^c$
C2D5	$82,00 \pm 0,036^k$	$38,01 \pm 0,031^a$

Độ bền xuyên thủng

Màng làm từ bột mì có gluten cao (C1) về chỉ tiêu độ bền xuyên thủng cao hơn so với màng làm từ bột gluten thấp (C2). Khi khối lượng glycerol tăng thì độ bền xuyên thủng giảm. Các màng được làm từ khối lượng glycerol thấp có độ bền xuyên thủng cao hơn so với khối lượng glycerol cao. Độ bền xuyên thủng của màng làm từ bột C1 là $41,01-119 \text{ g}$ và từ bột C2 là $38,01-108,01 \text{ g}$, khác biệt có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 95%.

Ảnh hưởng của chất hóa dẻo lên độ bền xuyên thủng được biết đến và giải thích của sự giảm độ bền xuyên thủng được tìm thấy trong tài liệu [10, 12] đã quan sát thấy sự giảm tuyến tính của độ bền xuyên thủng trong các màng gluten từ 1,9 đến 0,3 N, từ 16 đến 33 g glycerol/100 g chất khô. Theo khoa học polymer cổ điển, các chất hóa dẻo làm suy yếu các lực phân tử giữa các chuỗi đại phân tử lân cận, làm tăng thể tích tự do [13]. Do đó, sự gia tăng nồng độ chất hóa dẻo làm giảm độ bền xuyên thủng do sự tương tác giữa các phân tử giảm và làm tăng độ bền xuyên thủng do sự gia tăng tính di động của các vi phân tử.

Mối tương quan hồi quy đơn biến giữa độ bền xuyên thủng và khối lượng glycerol trong quá trình sản xuất màng

Phương pháp thống kê cho thấy có ảnh hưởng giữa của khối lượng glycerol lên chỉ tiêu độ bền xuyên thủng. Phương trình hồi quy có dạng $Y_{\text{xuyên thủng}} = -18,900 \times X_{\text{glycerol}} + 134,411$ với hệ số tương quan $R = 0,978$, cho thấy có mối tương quan chặt chẽ, hệ số hồi quy a là $-18,900$ và $R^2 = 0,957$. Vì vậy, khối lượng glycerol ảnh hưởng đến độ bền xuyên thủng là 95,7% còn 4,3% bị ảnh hưởng bởi các nhân tố khác.

Độ hòa tan trong nước

Khả năng chịu nước là một đặc tính quan trọng của màng ăn được, đặc biệt đối với các ứng dụng trong thực phẩm. Đối với tất cả các màng được thử nghiệm, độ hòa tan trong nước cao hơn ở khối lượng glycerol cao được sử dụng. Độ hòa tan trong nước là 60,01–83,03%, khác biệt có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy là 95%. Fakhouri và Palmu [14] đã nghiên cứu khả năng hòa tan của gluten lúa mì và màng cellulosa axetat trong nước và báo cáo các giá trị trong khoảng từ 22,7 đến 100%. Các màng được chế tạo với glycerol ở mức 7% cho thấy khả năng hòa tan trong nước của màng làm từ bột C2 cao hơn màng làm từ bột C1. Tăng lượng chất hóa dẻo, đặc biệt là glycerol, làm tăng độ ẩm và WVP của màng. Điều này có lẽ là do chất hóa dẻo làm gián đoạn tương tác giữa các phân tử giữa các phân tử polymer. Bên cạnh đó, sự gia tăng nồng độ chất hóa dẻo làm tăng độ ẩm của màng vì tính chất thủy hóa cao của chất hóa dẻo cũng góp phần làm giảm lực giữa các đại phân tử lân cận [11].

Độ hòa tan trong HCl

Độ hòa tan của màng trong HCl tăng khi khối lượng glycerol được sử dụng tăng lên. Các màng gluten của bột C1 cho thấy giá trị độ hòa tan trong HCl 0,1 N thấp hơn khi so sánh với các màng được làm từ bột C2. Độ hòa tan trong HCl là 39,99–59,01%, khác biệt có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy

95%. Fakhouri và Palmu [14] đã báo cáo độ hòa tan của gluten lúa mì và màng cellulose acetate trong HCl từ 30,5 đến 100%.

Mối tương quan hồi quy tuyến tính giữa khối lượng glycerol và độ hòa tan trong nước, khối lượng glycerol và độ hòa tan trong HCl trong quá trình sản xuất màng

Phương pháp thống kê cho thấy có sự tương quan giữa độ hòa tan trong nước, độ hòa tan trong HCl và khối lượng glycerol. Ta có phương trình hồi quy:

$$Y_{\text{tan HCl}} = 3,984 \times X_{\text{glycerol}} + 37,295$$

$$Y_{\text{tan H}_2\text{O}} = 4,555 \times X_{\text{glycerol}} + 60,651$$

Phương trình hồi quy tuyến tính giữa độ hòa tan trong HCl và khối lượng glycerol với hệ số tương quan $R = 0,975$ cho thấy có mối tương quan chặt chẽ, hệ số hồi quy a là 3,984, $R^2 = 0,950$; vì vậy, khối lượng glycerol ảnh hưởng đến độ hòa tan trong nước, độ hòa tan trong HCl đến 95% còn 5% bị ảnh hưởng bởi các nhân tố khác. Tương tự, phương trình hồi quy tuyến tính giữa độ hòa tan trong nước và khối lượng glycerol có hệ số hồi quy 4,555, cho thấy mối tương quan đồng biến tức glycerol tăng thì độ hòa tan trong nước tăng.

Bảng 4. Kết quả độ hòa tan trong HCl, tan trong nước

Màng gluten	Tan trong HCl (%)	Tan trong nước (%)
C1D1	39,99 ± 0,031 ^a	60,01 ± 0,021 ^a
C1D2	44,41 ± 0,031 ^c	67,02 ± 0,026 ^b
C1D3	48,99 ± 0,040 ^e	75,01 ± 0,031 ^e
C1D4	52,03 ± 0,036 ^g	79,02 ± 0,025 ^g
C1D5	55,03 ± 0,031 ⁱ	81,04 ± 0,036 ⁱ
C2D1	42,02 ± 0,021 ^b	69,02 ± 0,021 ^c
C2D2	45,98 ± 0,021 ^d	71,02 ± 0,021 ^d
C2D3	50,99 ± 0,021 ^f	77,98 ± 0,021 ^f
C2D4	54,00 ± 0,035 ^h	80,03 ± 0,026 ^h
C2D5	59,01 ± 0,031 ^k	83,03 ± 0,031 ^k

4 Kết luận

Trong quá trình chế tạo màng gluten, loại dung môi tốt nhất là dung dịch NaCl 2% với thời gian rửa 21 phút. Khối lượng glycerol 3, 4, 5, 6 và 7 g đã được sử dụng trong quá trình tạo màng. Độ bền kéo giảm từ 1,630 đến 0,628 g/mm² và độ giãn dài tăng từ 4,32 đến 22,14% với sự gia tăng khối lượng glycerol. Màng được làm từ loại bột mì C1 có độ bền xuyên thủng cao hơn C2. Khi khối lượng glycerol tăng thì độ bền xuyên thủng của màng giảm, trong khi đó độ thấm hơi nước tăng lên. Độ hòa tan trong nước và HCl của lớp màng chế tạo từ bột lúa mì C1 thấp hơn so với màng chế tạo từ C2.

Tài liệu tham khảo

1. Malathi AN, Santhosh KS, Nidoni U. Recent trends of biodegradable polymer: biodegradable films for food packaging and application of nanotechnology in biodegradable food packaging. *Current Trends in Technology and Science*. 2014;3(2):73-79.
2. Bourtoom T. Edible protein films: properties enhancement. *International Food Research Journal*. 2009;16:1-9.
3. Tharanathan RN. Biodegradable films and composite coatings: Past, present and future. *Trends in Food Science Technology*. 2003;14:71-78.
4. Guo X, Lu Y, Cui H, Jia X, Bai H, Ma Y. Factors Affecting the Physical Properties of Edible Composite Film Prepared. 2012;17(4):3794-3804.
5. The Grain and Feed Trade Association. Method 34:1-Gafta. Determination of wet gluten in wheat flour – Hand washing [internet]; 2014. Available from: https://www.gafta.com/write/MediaUploads/Contracts/2014/method_26.1_2014.pdf.
6. Jirukkakul N. The study of edible film production from unripened banana flour and ripened banana puree. *International Food Research Journal*. 2016;23(1):95-101.
7. ASTM D882-97. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. 1997.
8. ASTM E96-2000. Standard test method for water vapor transmission of materials. 2000.
9. Parris N, Coffin DR, Joubran RF, Pessen H. Composition Factors Affecting the Water Vapor Permeability and Tensile Properties of Hydrophilic Films. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 1995;43(6):1432-1435.
10. Gontard N, Guilbert S, Cuq JL. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *Journal of Food Science*. 1993;58(1):206-211.
11. Sobral P, Menegalli F, Hubinger M, Roques M. Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. *Food Hydrocolloids*. 2001;15(4-6):423-432.
12. Bourtoom T. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 2008;30(1S):149-165.
13. Jastrzebski ZD. The nature and properties of engineering materials. 3rd ed. New York: John Wiley and Sons; 1987.
14. Fakhouri FM, Palmu T. Characterization of composite biofilms of wheat gluten and cellulose acetate phthalate. *Journal of Chemical Engineering*. 2004;21(2):261-264.