

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG GẠO MẮM VÀ TỐI ƯU HÓA TỶ LỆ NGUYÊN LIỆU TRONG SẢN XUẤT BÁNH MÌ KHÔNG GLUTEN

Lê Thị Kim Loan¹, Đàm Thị Kim Yến¹, Nguyễn Minh Thủy²

TÓM TẮT

Gạo Cẩm này mầm có hàm lượng GABA, protein, đường khử, đường tổng, hoạt tính enzyme amylase cao hơn gạo lứt chưa nảy mầm. Ngược lại, hàm lượng tinh bột của gạo mầm thấp hơn so với gạo lứt. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp bề mặt đáp ứng nhằm tối ưu hóa các điều kiện của quá trình sản xuất bánh mì không gluten từ nguồn nguyên liệu gạo Cẩm này mầm. Thể tích riêng, giá trị cảm quan về cấu trúc và độ cứng của sản phẩm là 3 bề mặt đáp ứng để đánh giá quá trình tối ưu. Kết quả giá trị tối ưu xác định khi tỷ lệ HPMC (Hydroxypropyl methylcellulose), nước, nấm men sử dụng là 1,7%, 72,6%, 3,2% và thời gian lên men là 30 phút sẽ tạo ra thành phẩm bánh mì có thể tích riêng cao (2,7 cm³/g), điểm cảm quan cao về cấu trúc (4,7) và độ cứng thấp (390 g).

Từ khóa: Bánh mì không gluten, chất lượng, gạo Cẩm này mầm, tối ưu hóa.

1. BÁT VẠN ĐỀ

Bệnh celiac là bệnh mãn tính ở người không có khả năng chịu được một số prolanin có chứa trình tự oligopeptide đặc biệt trong ngũ cốc. Bệnh gây ra bởi sự tiêu thụ gluten từ các nguồn thực ăn phổ biến hiện nay như lúa mì, lúa mạch và yến mạch [1]. Người bệnh khi ăn sản phẩm có gluten, hệ tế bào ruột kháng thể hủy diệt màng ruột non và do đó, cơ thể khó hấp thụ chất dinh dưỡng. Hiện nay, cách duy nhất để điều trị bệnh này là không sử dụng các loại thực phẩm chứa gluten [2].

Bánh mì không gluten là loại bánh được nghiên cứu nhằm đa dạng hóa sản phẩm bánh mì trên thị trường đặc biệt phục vụ cho đối tượng người bị bệnh celiac. Tuy nhiên, bánh có đặc điểm kèm là không nở, cứng và không giữ được độ tươi do thiếu khung gluten [3]. Để cải thiện các đặc điểm trên, người sản xuất phải lựa chọn kỹ các thành phần không gluten kết hợp với nhau để bắt chước mạng lưới khung gluten và cải thiện giá trị dinh dưỡng của bánh [4].

Quy trình sản xuất gạo mầm đã và đang được nghiên cứu để nâng cao giá trị dinh dưỡng cho sản phẩm [5]. Gạo Kao Dawk Mali 105 có màu nâu, thơm, có hàm lượng GABA cao hơn khi ngâm ở 25°C trong 24 giờ và 35°C trong 12 giờ. Gạo này mầm được sử dụng làm thực phẩm chức năng trong sản xuất bánh mì do chứa hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học cao như acid γ -aminobutyric, các chất chống oxy hóa như hợp chất phenolic, γ -oryzanol và vitamin E [6]. Lợi ích của các hợp chất này bao gồm điều chỉnh huyết áp và nhịp tim, giảm đau và lo lắng,

ức chế tăng sinh tế bào ung thư [7]. Tác dụng này tạo ra sự thay đổi các đặc tính lý học của bột nhào, cải thiện cấu trúc ruột bánh, tăng lượng khí trong quá trình lên men và làm chậm quá trình đóng bánh [8]. Lợi ích sử dụng bột gạo mầm liên quan đến hoạt động của α -amylase tạo thành phân tử dextrin có trọng lượng phân tử thấp, có thể ức chế sự thoái hóa amylopectin [9].

Gạo Cẩm Cai Lậy là loại gạo màu có hàm lượng các chất dinh dưỡng như chất khoáng (sắt, kẽm, phosphor), vitamin B₁ và chất xơ hòa tan cao hơn so với các loại gạo trắng. Đặc biệt trong lớp vỏ lụa của gạo Cẩm có hàm lượng anthocyanin cao [10]. Việc tiêu thụ gạo mầm đang gia tăng ở nhiều nước châu Á vì chất lượng được cải thiện và có chứa các hợp chất tăng cường sức khỏe cho con người. Sử dụng phương pháp bề mặt đáp ứng để tối ưu hóa các điều kiện của quá trình sản xuất bánh mì không gluten với nguồn nguyên liệu chính là gạo Cẩm này mầm là vấn đề quan trọng nhằm cải thiện và gia tăng chất lượng của bánh không gluten.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Lúa Cẩm được tách vỏ trấu, ngâm trong dung dịch cam gạo Cẩm với tỷ lệ 5%, ở pH 3, theo tỷ lệ gạo: nước là 1 : 2, trong thời gian 3 giờ. Sau đó, tiếp tục ủ ở 35°C trong 16 giờ. Sấy ở nhiệt độ 50°C đến độ ẩm \leq 13%, đóng gói chân không, bảo quản ở nhiệt độ 4°C [11]. Gạo mầm được dùng làm nguyên liệu chính để sản xuất bánh mì không gluten.

Gạo Cẩm này mầm được xay đến kích thước <105 μ m, kết hợp với bột đầu nành, bột bắp, bột khoai tây, đường, sữa tằm không đường, dầu, muối, maltodextrin, trung ở các tỷ lệ cố định và tỷ lệ HPMC, nước, nấm men thay đổi trong công đoạn

¹ Khoa Nông nghiệp và Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Tiền Giang

² Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ
Email: letkimloan@tgu.edu.vn

phối trộn. Sau đó, khối bột nhào được vô khuôn tạo hình, lên men trong thời gian 20 đến 40 phút và nướng bánh ở nhiệt độ 175°C. Bánh lấy ra khỏi lò, để ổn định trong 1 giờ và tiến hành xác định các chỉ tiêu cần thiết của thí nghiệm.

2.2. Phương pháp thí nghiệm

2.2.1. Phương pháp nghiên cứu

Xác định độ ẩm bằng phương pháp sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi; hàm lượng protein bằng phương pháp Kjeldahl; GABA được phân tích bằng thiết bị sắc ký lỏng hiệu năng cao HPLC (High Performance Liquid Chromatography); thể tích riêng của sản phẩm bằng cách đo thể tích [12] rồi chia cho khối lượng của bánh; độ cứng của sản phẩm bằng máy đo cấu trúc theo phương pháp AACC 74-09 dựa trên áp suất nén của dính [13].

Sản phẩm được đánh giá cảm quan về cấu trúc theo thang điểm mô tả định lượng QDA (Quantitative Descriptive Analysis). Thành lập hội đồng đánh giá cảm quan gồm 7 thành viên, có am hiểu chuyên môn về chất lượng thực phẩm. Chỉ tiêu cấu trúc được xây dựng theo thang điểm từ 1 đến 5 (giá trị cảm quan từ kém đến tốt).

2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm tối ưu hóa quy trình sản xuất gạo mầm được thiết kế thử nghiệm bằng mô hình Box-Behnken với 27 đơn vị thí nghiệm trong đó có 3 thí nghiệm trung tâm và 3 lần lặp lại với các biến được lựa chọn. Bốn nhân tố khảo sát được nghiên cứu ở 3 mức (-1, 0 và +1) bao gồm tỷ lệ HPMC (1,5%; 1,75% và 2%), tỷ lệ nước (70%, 80% và 90%), tỷ lệ nấm men (2%, 3% và 4%) và thời gian lên men (20 phút, 30 phút và 40 phút).

Phương trình tổng quát của một bề mặt đáp ứng Y phụ thuộc vào n yếu tố từ X_1 đến X_n như sau:

$$y = A_0 + \sum_{i=1}^n A_i x_i + \sum_{i=1}^n A_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n A_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

Trong đó A_0 là hằng số; A_i là các hệ số tuyến tính; A_{ii} là các hệ số bậc hai; A_{ij} là các hệ số tương tác.

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Thống kê bằng phần mềm Statgraphics Centurion XVI để phân tích phương sai ANOVA và kiểm định mức độ sai khác trung bình giữa các thí nghiệm thức ở mức ý nghĩa $\leq 5\%$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. So sánh thành phần hóa học và độ bền gel của nguyên liệu bột gạo lứt và gạo mầm

3.1.1. So sánh thành phần hóa học của gạo lứt và gạo mầm

Thành phần hóa học của bột gạo lứt và gạo mầm có ảnh hưởng rất lớn đến sự biến đổi chất lượng và thời gian bảo quản của sản phẩm (Bảng 1).

Bảng 1. Thành phần hóa học của bột gạo Cẩm và bột gạo Cẩm nảy mầm

Thành phần hóa học	Hàm lượng	
	Bột gạo Cẩm	Bột gạo Cẩm nảy mầm
Protein	9,2%	10,4%
Tinh bột	68,4%	60,3%
Đường khử	0,52%	5,4%
Đường tổng	1,5%	7,0%
Hoạt tính enzyme amylase	1,7 UI/g	64,2 UI/g
GABA	27,1 mg/kg	197,3 mg/kg

Giá trị trên bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại.

Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng cho thấy hàm lượng protein của gạo lứt Cẩm Cai Lậy là 9,2%, sau quá trình nảy mầm hàm lượng protein tăng lên 10,4%. Hàm lượng protein tăng trong quá trình nảy mầm có thể là do một số hợp chất sinh học được tổng hợp, cụ thể là các acid amin. Kết quả đạt được khá tương đồng với kết quả nghiên cứu của Wichamane và cộng sự (2012) [14], hàm lượng protein của gạo mầm Jasmine tăng từ 7,98% đến 8,34% là do một số enzyme chuyển hóa acid amin thành các hợp chất protein mới. Hàm lượng protein tăng cũng rất thuận lợi cho quá trình sản xuất bánh mì không gluten do hỗ trợ hình thành các mạng lưới liên kết và giữ vững cấu trúc của bánh.

Hàm lượng tinh bột trong gạo lứt ban đầu (68,4%) cao hơn so với gạo mầm (60,3%). Ngược lại, hàm lượng đường tổng và đường khử của gạo lứt (1,5% và 0,54%) thấp hơn gạo mầm (7,0% và 5,4%). Tinh bột là hợp chất dự trữ chính trong gạo ở nội nhũ. Hoạt tính của enzyme amylase trong gạo mầm tăng từ 1,7 UI/g lên 64,2 UI/g. Hoạt tính của các enzyme tăng một phần là do sự tái hoạt hóa của các enzyme nội tại từ sự phát triển của phôi và một phần từ sự tổng hợp các enzyme mới khi hạt bắt đầu nảy mầm. Ngay sau khi có sự hấp thụ nước của hạt, các enzyme sẽ tăng hoạt tính, phân hủy các hợp chất cao phân tử thành các chất đơn giản [15]. Enzyme amylase đóng vai trò quan trọng trong quá trình thủy phân tinh bột tạo thành năng lượng và đường có phân tử lượng thấp giúp cho cây con phát triển [16].

Hàm lượng đường tăng từ 4 - 9 lần sau khi gạo nảy mầm là do hoạt động của enzyme α - và β -amylase đã thủy phân tinh bột thành các carbohydrate có khối lượng phân tử nhỏ như maltose, glucose và dextrin. Kết quả làm tăng vị ngọt của gạo mầm [17].

Hàm lượng GABA trong gạo mầm được phân tích đạt 197,3 mg/kg, tăng 7,3 lần so với nguyên liệu gạo lứt. Sự thay đổi hàm lượng GABA chỉ ra rằng quá trình nảy mầm đã thành công khi tăng hợp chất có hoạt tính sinh học quý. Có nhiều kết quả tương tự về hàm lượng GABA tăng sau quá trình nảy mầm của gạo lứt [6], [18]. Tương tự với kết quả nghiên cứu của Watcharaparpaitoon và cộng sự (2010) [19], gạo mầm có hàm lượng GABA tăng 4 - 5 lần so với gạo trắng KDMI, 105 (16,48 mg/100 g). Chainat [14,50 mg/100 g].

3.1.2. So sánh độ bền gel của gạo lứt và gạo mầm

Độ bền gel ngăn liên hệ chặt với tình trạng cứng mềm và thường thấy rõ ở những giống có hàm lượng amylose cao [20]. Ngược lại, độ bền gel đại liên hệ chặt với tình trạng mềm cơm và thường thấy rõ ở những giống lúa gạo dẻo. Kết quả thể hiện ở hình 1 và Bảng 2 cho thấy độ dài gel của gạo chưa nảy mầm và nảy mầm khác nhau.



Hình 1. Độ bền gel của gạo Cẩm (trái) và gạo Cẩm nảy mầm (phải)

Theo thang đánh giá của IIRI [21], lúa chưa nảy mầm có độ bền gel (71 mm) thuộc phân nhóm mềm và lúa nảy mầm (92 mm) thuộc phân nhóm rất mềm. Nguyên nhân là do trong quá trình nảy mầm dưới tác dụng của các enzyme amylase đã chuyển hóa tinh bột cao phân tử thành các hợp chất dextrin thấp phân tử có độ nhớt cao nên gel dài hơn. Chiều dài gel của 2 loại gạo chưa nảy mầm và nảy mầm có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê mức 1%. Điều đo chứng tỏ gạo mầm có cấu trúc mềm hơn so với gạo lứt. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Banchuen và cộng sự (2010) [22], nhóm tác giả cho rằng quá trình nảy mầm kích hoạt các enzyme thủy phân tinh bột, các polysaccharide, protein thành oligosaccharide và các acid amin, sản phẩm có cấu trúc mềm và tăng mùi vị.

Trong quá trình nảy mầm một loạt chuyển hóa xảy ra, mang tế bào bị phá hủy bởi enzyme xylanase, acid phytic bị thủy phân bởi enzyme phytase [23].

Bảng 2. Độ bền gel của gạo Cẩm chưa nảy mầm và nảy mầm

Gạo	Độ bền gel	
	Độ dài gel (mm)	Phân nhóm
Chưa nảy mầm	71,00 ^b	Mềm
Nảy mầm	92,00 ^a	Rất mềm
F	**	
CV (%)	9,61	

Chú thích: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 1%.

Như vậy, kết quả phân tích cho thấy gạo mầm có hàm lượng protein, đường khử, đường tổng cao, hoạt tính enzyme amylase rất lớn, đồng thời có nhiều hợp chất sinh học quý như polyphenol, GABA. Do đó, việc sử dụng gạo mầm để làm bánh mì sẽ tận dụng được các thành phần hóa học và hệ enzyme của quá trình nảy mầm, giúp thay đổi trạng thái của bột nhào, tăng khả năng giữ khí, sự mềm dẻo và làm giảm sự hình thành acrylamide trong các sản phẩm bánh mì [24].

3.2. Tối ưu hóa quy trình sản xuất bánh mì không gluten từ nguồn nguyên liệu gạo mầm

3.2.1. Phương trình hồi quy về thể tích riêng, cấu trúc, độ cứng của sản phẩm

Kết quả trình bày ở bảng 3 cho thấy phân vùng sự biến đổi của thể tích riêng, cấu trúc và độ cứng có các giá trị khác biệt ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95,0%. Trong đó, thể tích riêng có 8 biến, độ cứng 8 biến, cấu trúc có 11 biến có giá trị p nhỏ hơn 0,05. Các biến này có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95,0%. Giá trị hệ số R^2 xác định và R^2 hiệu chỉnh đối với thể tích riêng, độ cứng và cấu trúc lần lượt là: 87,9%; 85,4%; 85,9% và 82,9% và 86,8% và 84,6%. Hệ số xác định cho biết có 87,9%, 85,9%, 86,8%, sự biến thiên của thể tích riêng, cấu trúc và độ cứng là do tác động của các biến trong của mô hình và có 12,1%, 14,1% và 13,2% là do các yếu tố bên ngoài (sai số ngẫu nhiên) không xác định bởi mô hình gây ra. Guan, X và cộng sự (2008) [25] cho rằng R^2 có giá trị lớn hơn 80% thể hiện mô hình phù hợp. Kết quả chứng tỏ các mô hình của bề mặt thể tích riêng, độ cứng và cấu trúc của sản phẩm bánh mì không gluten đều phù hợp.

Bảng 3. Kết quả phân tích các hệ số trong phương trình hồi quy của thể tích riêng, cấu trúc, độ cứng của sản phẩm

Nguồn	Thể tích riêng (cm ³ /g)		Độ cứng (g)		Cấu trúc	
	Giá trị p	Ý nghĩa	Giá trị p	Ý nghĩa	Giá trị p	Ý nghĩa
X ₁ : Nước	0,5826	Không chấp nhận	0,0001	Chấp nhận	0,0003	Chấp nhận
X ₂ : Nấm men	0,0000	Chấp nhận	0,8693	Không chấp nhận	0,2353	Không chấp nhận
X ₃ : HPMC	0,0423	Chấp nhận	0,0847	Không chấp nhận	0,1020	Không chấp nhận
X ₄ : Thời gian lên men	0,0000	Chấp nhận	0,1989	Không chấp nhận	0,0305	Chấp nhận
X ₁ X ₂	0,0423	Chấp nhận	0,0022	Chấp nhận	0,0005	Chấp nhận
X ₁ X ₃	0,5826	Không chấp nhận	0,0003	Chấp nhận	0,0000	Chấp nhận
X ₁ X ₄	0,1720	Không chấp nhận	0,0002	Chấp nhận	0,0035	Chấp nhận
X ₂ X ₃	0,0000	Chấp nhận	0,9416	Không chấp nhận	0,2680	Không chấp nhận
X ₂ X ₄	0,0003	Chấp nhận	0,0000	Chấp nhận	0,0000	Chấp nhận
X ₃ X ₄	0,0028	Chấp nhận	0,4896	Không chấp nhận	0,0420	Chấp nhận
X ₁ X ₂ X ₃	0,6340	Không chấp nhận	0,0755	Không chấp nhận	0,0420	Chấp nhận
X ₁ X ₂ X ₄	0,0000	Chấp nhận	0,0001	Chấp nhận	0,0000	Chấp nhận
X ₁ X ₃ X ₄	0,2361	Không chấp nhận	0,0021	Chấp nhận	0,0000	Chấp nhận
X ₂ X ₃ X ₄	0,3422	Không chấp nhận	0,0000	Chấp nhận	0,0000	Chấp nhận
	R ² = 87,9%; R ² _{hiệu chỉnh} = 85,4%		R ² = 85,9%; R ² _{hiệu chỉnh} = 82,9%		R ² = 86,8%; R ² _{hiệu chỉnh} = 84,6%	

Bảng 4. Hệ số hồi quy phương trình bậc II của các bé mặt thể tích riêng, độ cứng và cấu trúc

Hệ số	Ước tính của hệ số		
	Thể tích riêng	Độ cứng	Cấu trúc
Hằng số	-19,34	3113,90	1,6
X ₁ : Nước	0,23	-26,30	0,28
X ₂ : Nấm men	2,93	768,10	0,002
X ₃ : HPMC	5,67	-434,70	0,03
X ₄ : Thời gian lên men	0,26	-68,60	0,06
X ₁ X ₂	-0,002	0,28	1,6
X ₁ X ₃	-0,01	3,90	0,28
X ₁ X ₄	0,04	-16,20	0,002
X ₂ X ₃	-0,3	75,50	-0,43
X ₂ X ₄	0	0	0,43
X ₃ X ₄	0	0	-0,01
X ₁ X ₂ X ₃	-3,07	606,00	-353,3
X ₁ X ₂ X ₄	0,05	-13,10	0,14
X ₁ X ₃ X ₄	-0,006	-1,50	-0,008

Các hệ số hồi quy không có ý nghĩa, không đảm bảo độ tin cậy nên bị loại ra khỏi phương trình. Các biến đơn mặc dù không có ảnh hưởng (tên hàm mục tiêu (p > 0,05), nhưng có ảnh hưởng đến các biến tương tác nên được giữ lại trong mô hình để tiến hành tối ưu hóa. Dựa vào hệ số p và mức độ ý nghĩa tác động của các nhân tố thì hệ số hồi quy của các biến trong các mô hình bề mặt của bánh mì, được thể hiện ở bảng 4.

Sau khi loại bỏ các hệ số hồi quy không đảm bảo độ tin cậy ra khỏi mô hình, phương trình hồi quy của mô hình biểu diễn mối quan hệ giữa thể tích riêng (Y₁), độ cứng (Y₂), cấu trúc (Y₃) có dạng:

$$Y_1 = -19,34 + 0,23X_1 + 2,93X_2 + 5,67X_3 + 0,26X_4 - 0,002X_1^2 - 0,01X_1X_2 + 0,04X_1X_3 - 0,3X_2^2 - 3,07X_3^2 + 0,05X_3X_4 - 0,006X_4^2 \quad (2)$$

$$Y_2 = 3913,9 - 26,3X_1 + 768,1X_2 - 434,7X_3 - 68,6X_4 + 0,28X_1^2 + 3,9X_1X_2 - 16,2X_1X_3 + 75,5X_2^2 + 606X_3^2 - 13,1X_3X_4 - 1,5X_4^2 \quad (3)$$

$$Y_3 = 1,6 + 0,28X_1 + 0,002X_2 + 0,03X_3 + 0,06X_4 + 1,6X_1^2 + 0,28X_1X_2 + 0,002X_1X_3 - 0,43X_2^2 + 0,43X_2X_3 - 0,01X_2X_4 - 353,3X_3^2 + 0,14X_3X_4 - 0,008X_4^2 \quad (4)$$

thể hiện trong bảng 5. Trong đó, giá trị của các nhân tố đạt được trong quá trình tối ưu hóa từng bề mặt của thể tích riêng, giá trị cảm quan về cấu trúc và độ cứng của sản phẩm thì khác nhau. Để giá trị tối ưu của cấu trúc đạt 2,6 cm³/g thì tỷ lệ HPMC, nước,

3.2.2. Kết quả tối ưu hóa bề mặt đáp ứng

Kết quả tối ưu hóa các bề mặt trong quá trình sản xuất bánh mì không gluten từ nguồn nguyên liệu gạo mầm bằng phương pháp đáp ứng bề mặt được

nấm men và thời gian lên men cần sử dụng lần lượt là: 1,7%; 76,5%; 3,1%; 30 phút. Độ cứng đạt giá trị thấp nhất là 390 (g) khi tỷ lệ HPMC, nước, nấm men và thời gian lên men lần lượt là: 1,7%; 72,8%; 3,1%; 30 phút. Giá trị cảm quan về cấu trúc đạt 4,7/5 điểm khi tỷ lệ HPMC, nước, nấm men và thời gian lên men

thích hợp là: 1,7%; 74,6%; 3,2%; 30 phút. Tuy nhiên để sản phẩm đạt cả ba tiêu chí về thể tích riêng cao nhất, cấu trúc tốt nhất và độ cứng thấp nhất thì tỷ lệ HPMC, nước, nấm men sử dụng là 1,7%, 72,6%, 3,2% và thời gian lên men 30 phút.

Bảng 5. Tối ưu hóa các giá trị theo các bề mặt đáp ứng

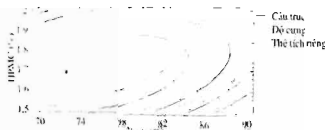
Nhân tố	Tối ưu hóa bề mặt của giá trị			Tối ưu hóa các thông số của 3 bề mặt
	Thể tích riêng (cm ³ /g)	Độ cứng (g)	Cấu trúc	
HPMC (%)	1,72	1,69	1,71	1,7
Nước (%)	76,5	72,8	74,6	72,6
Nấm men (%)	3,1	3,1	3,16	3,2
Thời gian (phút)	30	30	30	30
Kết quả tối ưu là của từng bề mặt	2,6	391,0	4,7	
Kết quả tối ưu của cả ba bề mặt	2,7	390,0	4,7	

Dựa trên các kết quả ở bảng 5 có thể khẳng định rằng chất lượng của bánh mì không gluten không phụ thuộc vào một yếu tố chính duy nhất mà phụ thuộc vào cả bốn yếu tố: tỷ lệ HPMC, nấm men, nước

và thời gian lên men đều ảnh hưởng đến đặc điểm của bánh mì. Đồ thị overlay của ba bề mặt dưới tác động của từng cặp nhân tố được thể hiện ở hình 2.



(a): Nước và nấm men (HPMC: 1,73%, thời gian lên men: 30 phút)



(b): Nước và HPMC (Nấm men: 3%, thời gian lên men: 30 phút)



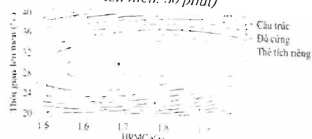
(c): Nước và thời gian lên men (Nấm men: 3%, HPMC: 1,73%)



(d): Nấm men và HPMC (Nước: 70%, thời gian lên men: 30 phút)



(e): Nấm men và thời gian lên men (Nước: 70%, HPMC: 1,73%)



(f): HPMC và thời gian lên men (Nước: 70%, nấm men: 3%)

Hình 2. Bề mặt đáp ứng của từng cặp yếu tố ảnh hưởng đến thể tích riêng, độ cứng, điểm đánh giá cảm quan về cấu trúc của sản phẩm

3.3. So sánh chất lượng của bánh mì làm từ gạo Cẩm và bánh mì làm từ gạo nếp mằm

Mẫu gạo trắng được làm từ nguyên liệu gạo Cẩm dựa trên quy trình sản xuất bánh mì không gluten của Lê Thị Kim Loan và cộng sự (2016) [26]. Cùng với mẫu E, được làm từ nguyên liệu gạo Cẩm này mẫu dựa trên quy trình sản xuất bánh mì không gluten với các thông số tối ưu đáp ứng ba bề mặt. Kết quả đánh giá 2 mẫu bánh mì theo phương pháp T-test được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6. Đánh giá cảm quan chất lượng sản phẩm của bánh mì làm từ gạo Cẩm và gạo nếp mằm

Mẫu	Thể tích riêng	Cấu trúc	Độ cứng
Gạo trắng	2,3 ^a	4,2 ^a	468,7 ^b
Gạo mằm	2,7 ^b	4,7 ^b	387,1 ^a
F	*	*	*

Sử dụng các thông số tối ưu (tỷ lệ nước: 72,6%; nấm men: 3,2%; HPMC: 1,7% và thời gian lên men 30 phút) từ mô hình Box Behnken cho kết quả như sau bề mặt thể tích riêng đạt 2,7cm³/g, cấu trúc 4,7, độ cứng 387,1 g. Kết quả kiểm chứng thực nghiệm này hoàn toàn phù hợp với các thông số dự đoán của mô hình. Sự tương quan giữa hai giá trị tính toán và thực nghiệm đã khẳng định tính chính xác của mô hình và sự tồn tại của điểm tối ưu trong điều kiện nghiên cứu.

Sử dụng phương pháp phân tích Paired sample T-test cho thấy mẫu bánh mì làm từ gạo nếp mằm và mẫu bánh mì làm từ gạo trắng có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 95% về các giá trị thể tích riêng, độ cứng, điểm đánh giá cảm quan về cấu trúc. Cấu trúc của mẫu gạo nếp mằm cao hơn gạo trắng là do quá trình này mằm, cấu trúc hạt trở nên mềm hơn, dễ ngấm ẩm không cứng. Thitima K và cộng sự (2012) [27] cho rằng gạo nếp mằm có cấu trúc mềm hơn so với gạo lứt do trong quá trình này mằm một loạt chuyển hóa xảy ra, màng tế bào bị phá hủy bởi xylanase, acid phytic được tìm thấy trong vỏ cám bị thủy phân bởi enzyme phytase. Veluppillai, S và cộng sự (2009) [28] nghiên cứu trên các giống lúa ở Sri Lanka cho thấy chính sự gia tăng protein, thay đổi cấu trúc tinh bột trong gạo nếp đã góp phần hình thành các lực liên kết trong khối bột, giữ cấu trúc của bánh, làm thể tích bánh được duy trì sau quá trình nướng, giảm độ cứng.

4. KẾT LUẬN

Gạo nếp mằm là sản phẩm có chất lượng tốt với các hợp chất sinh học quý như GABA, polyphenol. Đặc biệt trong gạo nếp mằm có hệ enzyme amylase rất lớn có tác dụng chuyển hóa tinh bột thành đường, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình lên men bánh mì. Tối ưu hóa các thành phần bổ sung vào trong quy trình sản xuất bánh mì không gluten cho thấy ở tỷ lệ HPMC, nước, nấm men sử dụng là 1,7%, 72,6%, 3,2% và thời gian lên men là 30 phút sẽ tạo ra sản phẩm có chất lượng tốt với thể tích riêng là 2,7 (cm³/g), giá trị cảm quan về cấu trúc 4,7 và độ cứng 390 (g). Đây là sản phẩm bánh mì không gluten mới, chất lượng cao phục vụ cho mọi đối tượng sử dụng, đặc biệt là những người bị bệnh celiac.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hardy M. Y., Tye-Din JA., Stewart J. A., Schnutz F., Dudek N. L., Hanchapola I., Purcell A. W., and Anderson R. P., 2015. Ingestion of oats and barley in patients with celiac disease mobilizes cross-reactive T cells activated by avenin peptides and immuno-dominant hordein peptides. Autoimmunity, 56, 56-65.
- Ronda, F., and Roos Y. H., 2011. Staling of fresh and frozen gluten free bread. Cereal Science, 53, 340-346.
- Gallagher, E., Gormley T., and Arendt E., 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. Food Engineering, 56, 2-3, 153-161.
- Mariotti M., Lucisano M., Ambrogina M., Perry K. W. N., 2009. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate and Psyllum flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. Food Research Inter., 42, 963-975.
- Sirisootaralak, P., Nakornpanom N. N., Koakietdumrongkul K., and Panumaswath Ch., 2015. Development of quick cooking germinated brown rice with convenient preparation and containing health benefits. Food Sci. Tech., 1-7.
- Cáceres, P., Martínez-Villaluenga C., Amigo L. and Frias J., 2014. Maximizing the phytochemical content and antioxidant activity of Ecuadorian brown rice sprouts through optimal germination conditions. Food Chem., 152, 407-414.

7. Oh C. and Oh S., 2004. Effects of germinated brown rice extracts with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis. *Med. Food*, 7, 19-23.
8. Charoenthakij P., Jangchud K., Jangchud A., Pinyawiwatkul W., and Tungtrakul P., 2010. Germination conditions affect selected quality of composite wheat-germinated brown rice flour and bread formulations. *J. Food Sci.*, 75, 312-318.
9. Gray J. A., and BeMiller J. N., 2003. Bread staling: molecular basis and control comprehensive. *Review in Food Science and Food Safety*, 2, 1-21.
10. Lê Hữu Hải, Huỳnh Thị Huế Trang và Đoàn Thị Ngọc Thanh, 2010. Chọn lọc lam thuần giống lúa than đặc sản. Đề tài cấp tỉnh Tiền Giang.
11. Lê Thị Kim Loan, Nguyễn Minh Thủy, 2019. Nghiên cứu quy trình sản xuất gạo cẩm này mầm với hàm lượng anthocyanin cao và chất lượng tốt. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 6, 103, 44-50.
12. Greene J. L., and Bovell-Benjamin A., 2004. Macroscopic and sensory evaluation of bread supplemented with sweet potato flour. *Food Science*, 69, 167-173.
13. AACC American Association of Cereal Chemists Approved Methods of the AACC. *Methods 44-15.02*, 10th ed., 2000, St Paul, MN, USA.
14. Wichamanee Y., and Teerarat I., 2012. Production of germinated Red Jasmine brown rice and its physicochemical properties. *Inter. Food Research*, 19, 4, 1649-1654.
15. Gallardo K., Job C., Groot S. P. C., Puype M., 2001. Proteomic analysis of arabidopsis seed germination and priming. *Plant Physiology*, 126, 2, 835-848.
16. Savitha G., and Chandra K., 2013. Evaluation of changes in α -amylase, β -amylase and protease during germination of cereals. *Agricultural Science and Research*, 3, 3, 55-62.
17. Lee Y. R., Kim J. Y., Woo K. S., Hwang I. G., Kim K. H., Kim K. J., Kim J. H., and Jeong H. S., 2007. Changes in the chemical and functional components of Korean rough rice before and after germination. *Food Sci. Biotechnol.*, 16, 1006-1010.
18. Tiansawang, K., Luangpituksa P., Varayanond W., and Hansawasdi, Ch., 2016. GABA (γ -aminobutyric acid) production, antioxidant activity in some germinated dietary seeds and the effect of cooking on their GABA content. *Food Sci. Technol.*, 36, 2, 124-129.
19. Watcharaparpaboon W., Laohakunjit N. and Kerchoechuen O., 2010. An improved process for high quality and nutrition of brown rice production. *Food Sci. Tech. Int.*, 16, 2, 147-162.
20. Nguyễn Ngọc Đệ, 2008. *Giao trình cây lúa*, Trường Đại học Cần Thơ.
21. IRRI, 1996. *SES (Standard evaluation system)*. The international rice research institute, Los Banos, Laguna, Philippine.
22. Banchuen J., Ooraikul P. T. B., Phisan W. and Piyarat S., 2010. Increasing the bio-active compounds contents by optimizing the germination conditions of Southern Thai Brown Rice. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 32, 3, 219-230.
23. Thitima K and Sirichai S., 2012. Influence of germination time on the GABA content and physical properties of germinated brown rice. *Asian Food and Agro-Industry, Thailand*.
24. Cauvain S.P., and Young L.S, 2006. *The Chorleywood Bread Process*. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK.
25. Guan, X., and Yao, H., 2008. Optimization of viscoszyme assisted extraction of oat bran protein using response surface methodology. *Food Chemistry*, 106, 345-351.
26. Lê Thị Kim Loan, Nguyễn Minh Thủy, Nguyễn Văn Thanh, 2016. Optimization of Formulation of Gluten-Free Rice Bread using Response Surface Methodology. *International Journal of Science and Research*, 7, 11, 1462 - 1468.
27. Thitima K. and Sirichai S., 2012. Influence of germination time on the GABA content and physical properties of germinated brown rice. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 5, 04, 270-283.
28. Veluppillai, S., Nithyanantharajah, K., Vasantharuba, S., Balakumar, S., & Arasaratnam, V., 2009. Biochemical Changes Associated with Germinating Rice Grains and Germination Improvement. *Rice Science*, 16, 3, 240-242.

ASSESSMENT GERMINATION RICE QUALITY AND OPTIMIZATION OF GLUTEN - FREE BREAD PREPARED FROM RAW MATERIALS

Le Thi Kim Loan¹, Dam Thi Kim Yen¹, Nguyen Minh Thuy²

¹*Faculty of Agriculture and Food Technology, Tien Giang University*

²*College of Agriculture, Can Tho University*

Summary

Germinated "Cam" rice had a higher content of GABA, protein, reducing sugar, total sugar and amylase activity than brown rice. In contrast, the starch content of germinated rice was lower than brown rice. The study used a response surface methodology to optimize the conditions of gluten-free bread production from germinated "cam" rice. Specific volume, sensory value of the structure and hardness of gluten - free bread are three responsive surfaces to evaluate the optimal process. Finally, 1.7% HPMC, 71.0% water, 3.2% yeast and 30 min of fermentation time were chosen as optimum levels to create a good quality product with the highest specific volume (2.6 cm³/g), highly sensory textural attributes (4.7) and the lowest hardness (390 g).

Keywords: *Gluten-free breads, germination rice, optimization, quality.*

Người phản biện: PGS.TS. Tôn Thất Minh

Ngày nhận bài: 27/9/2019

Ngày thông qua phản biện: 28/10/2019

Ngày duyệt đăng: 4/11/2019