



DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.15.2.2026.1754>

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN CHẾ BIẾN VÀ BAO BÌ BẢO QUẢN ĐẾN CHẤT LƯỢNG BÁNH MÌ KHÔNG GLUTEN BỔ SUNG BỘT SA KÊ

Trần Thị Minh Thư*, Nguyễn Ngọc Tài,
Trần Thị Hồng Thắm và Trần Quốc Vũ Vương

Khoa Công nghệ sinh học – Công nghệ hóa học – Công nghệ thực phẩm,
Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ, Email: tmtthu@ctu.edu.vn

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 03/02/2025; Ngày nhận chỉnh sửa: 15/4/2025; Ngày duyệt đăng: 19/4/2025

Tóm tắt

Bánh mì không gluten được chế biến từ các nguyên liệu bột không gluten như bột sa kê, bột gạo, tinh bột bắp, tinh bột khoai tây, bột đậu nành, đường, men, bơ, sữa tươi, muối, nước, dầu ăn, xanthan gum và maltodextrin. Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu gồm bột sa kê (0, 10, 15 và 20%), xanthan gum (0, 0.5, 0.7 và 0.9%), bơ (0, 15, 20 và 25%) và nấm men (1.5, 3 và 4.5 %) (tính trên khối lượng bột mì) cùng với và thời gian lên men lần 1 (30 phút, 60 phút và 90 phút) đến một số chỉ tiêu chất lượng bánh đã được khảo sát. Kết quả cho thấy khi bổ sung 15% bột sa kê, 0.7% xanthan gum, 20% bơ, 3% men và lên men trong 60 phút sản phẩm có độ ẩm khoảng 31.31%, độ cứng 1.96 N, độ sáng L^* của vỏ và ruột là 50.83 và 59.51, độ vàng của vỏ và ruột là 20.27 và 5.17, hàm lượng xơ 1.92%, khoáng 0.42% và được người tiêu dùng đánh giá cao nhất. Bánh mì không gluten bổ sung bột sa kê được bảo quản trong bao bì polypropylene (PP) trong thời gian 2 ngày thì chất lượng bánh vẫn tương đối ổn định, sự phát triển của vi sinh vật ở mức độ cho phép.

Từ khóa: Bánh mì không gluten, bảo quản, bột sa kê, polypropylene.

Trích dẫn: Trần, T. M. T., Nguyễn, N. T., Trần, T. H. T., & Trần, Q. V. V. (2026). Nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện chế biến và bao bì bảo quản đến chất lượng bánh mì không gluten bổ sung bột sa kê. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 15(2), 92-105. <https://doi.org/10.52714/dthu.15.2.2026.1754>

Copyright © 2026 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

STUDYING THE EFFECTS OF PROCESSING AND PACKAGING ON THE QUALITY OF GLUTEN-FREE BREAD SUPPLEMENTED WITH BREADFRUIT FLOUR

**Tran Thi Minh Thu*, Nguyen Ngoc Tai,
Tran Thi Hong Tham, and Tran Quoc Vu Vuong¹**

¹ *Faculty of Biotechnology – Chemical engineering – Food technology,
Can Tho University of Technology, Vietnam*

**Corresponding author, Email: ttmthu@ctu.edu.vn*

Article history

Received: 03/02/2025; Received in revised form: 15/4/2025; Accepted: 19/4/2025

Abstract

This study developed a gluten-free bread recipe using breadfruit flour, rice flour, corn starch, potato starch, soybean flour, sugar, yeast, butter, fresh milk, salt, water, cooking oil, xanthan gum, and maltodextrin. The effects of ingredient ratios—including breadfruit flour (0, 10, 15, and 20%), xanthan gum (0, 0.5, 0.7, and 0.9%), butter (0, 15, 20, and 25%), and yeast (1.5, 3, and 4.5%) (calculated based on rice flour weight)—along with first fermentation times (30, 60, and 90 minutes) on various quality parameters of the bread were investigated. Results showed that the optimal formulation included 15% breadfruit flour, 0.7% xanthan gum, 20% butter, 3% yeast, and a 60-minute fermentation time. This combination yielded bread with approximately 31.31% moisture, a hardness of 1.96 N, crust and crumb lightness (L^*) values of 50.83 and 59.51, crust and crumb yellowness (b^*) values of 20.27 and 5.17, fiber and mineral contents of 1.92% and 0.42%, respectively. This formulation also received the highest consumer acceptability. The breadfruit-enriched gluten-free bread still maintained acceptable quality and microbial safety after stored in polypropylene (PP) packaging for up to two days.

Keywords: *Breadfruit flour, gluten-free bread, polypropylene, storage.*

1. Đặt vấn đề

Trái sa kê (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg) cung cấp nguồn năng lượng và dinh dưỡng cao gồm chất xơ, khoáng, protein (Liu & cs., 2020) tốt cho hệ tiêu hóa nên được coi là một thực phẩm có giá trị trên thế giới (Mehta & cs., 2023, Badrie & Broomes, 2010). Tuy nhiên loại trái này nhanh chín và dễ hư hỏng nên thường được chế biến thành bột để tăng thời hạn sử dụng và đa dạng hóa các sản phẩm. Bột sa kê có thành phần protein hoàn chỉnh nhưng không chứa gluten và có chỉ số đường huyết thấp (Mukherjee & cs., 2023) nên trở thành nguồn thay thế cho các loại tinh bột khác trong nhiều loại thực phẩm không gluten và thuần chay như các sản phẩm mì, bún và bánh nướng (Jones & cs., 2019; Mehta & cs., 2023).

Xu hướng gia tăng số lượng người được chẩn đoán mắc bệnh celiac và dị ứng thực phẩm liên quan đến gluten trong bột mì khiến người tiêu dùng ngày càng quan tâm đến các sản phẩm không gluten, đặc biệt là bánh mì. Nhiều nguyên liệu đã được ứng dụng để thay thế bột mì trong các công thức bánh mì không gluten (Le & Nguyen, 2019); tuy nhiên các chất phụ gia như xanthan gum và hydroxylpropylmethyl cellulose (HPMC) cần bổ sung để hỗ trợ tạo cấu trúc bánh mì. Các chất ‘keo’ này có tác dụng giữ khí trong khối bột, làm cho bánh nở và không bị xẹp, tạo lớp vỏ giòn và giảm sự thoái hóa tinh bột khi bảo quản ở nhiệt độ thấp (Crockett & cs., 2011; Naji-Tabasi & Mohebbi, 2015).

Trong nghiên cứu này, bánh mì ngọt được chế biến từ bột gạo, tinh bột khoai tây, tinh bột bắp và bột đậu nành cùng với bột sa kê nhằm đa dạng hóa sản phẩm không gluten từ loại bột giàu dinh dưỡng này. Nghiên cứu đánh giá tỷ lệ phối trộn bột sa kê, bơ, xanthan gum, nấm men và thời gian lên men ảnh hưởng đến các giá trị chất lượng như độ màu (độ sáng và độ vàng, hệ màu Lab), cấu trúc (độ cứng), độ ẩm, thành phần xơ và chất khoáng. Ngoài ra, sản phẩm còn được khảo sát điều kiện bảo quản bằng bao bì polyethylene (PE) và polypropylene (PP) – là những loại bao bì bảo quản bánh phổ biến tại thị trường Việt Nam - trong thời gian 3 ngày để khảo sát sự thay đổi chất lượng dinh dưỡng và vi sinh nhằm tìm ra loại bao bì thích hợp.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Bột sa kê được chuẩn bị theo nghiên cứu của Trần & cs. (2022); bột gạo, tinh bột bắp, tinh bột khoai tây, bột đậu nành, nấm men, đường, muối, dầu ăn, trứng, sữa, bơ nhạt, maltodextrin, xanthan gum, bao bì PE và PP mua tại cửa hàng nguyên vật liệu, hóa chất và bao bì tại Cần Thơ.

Hóa chất phân tích: aceton, hydro peroxide, acid chlohydric, sodium hydroxide, acid sunfuric, petroleum ether, acid nitric có xuất xứ Trung Quốc. Các thí nghiệm được thực hiện tại phòng thí nghiệm Khoa Công nghệ sinh hóa – thực phẩm, trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Quy trình chế biến bánh mì không gluten bổ sung bột sa kê

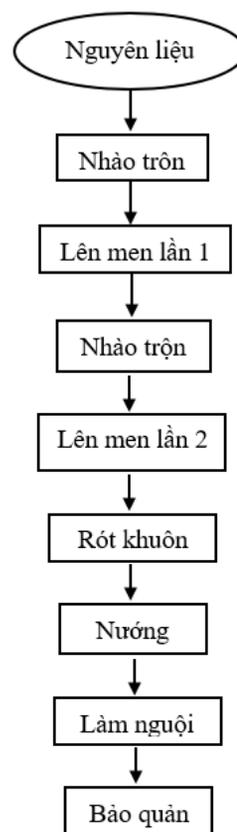
Quy trình chế biến được phát triển từ quy trình bánh mì ngọt không gluten của Le & Nguyen (2019) (Hình 1) với thành phần nguyên liệu được trình bày trong Bảng 1:

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu chế biến bánh mì không gluten bổ sung bột sa kê

Nguyên liệu	Khối lượng (g)	Nguyên liệu	Khối lượng (g)
Bột gạo	64,9	Dầu ăn	6
Tinh bột khoai tây,	10,2	Trứng	12
Bột đậu nành	4,9	Sữa tươi	25
Maltodextrin	10,4	Bột sa kê	

Nguyên liệu	Khối lượng (g)	Nguyên liệu	Khối lượng (g)
Muối	1,25	Xanthan gum	
Đường	10	Men	Theo tỷ lệ khảo sát
Tinh bột bắp	20,3	Bơ lạt	
Nước	100		

Tóm tắt quy trình: 50% khối lượng bột gạo được hồ hóa với 50% nước sôi, làm nguội đến 38 °C; nấm men hoạt hóa 15 phút với nước ấm 35 °C; bột sa kê, 50% bột gạo, bơ lạt cùng với các nguyên liệu khác được trộn đều rồi trộn với bột hồ hóa và nấm men bằng máy trộn Bear cầm tay trong 10 phút; ủ lần 1. Sau đó trộn đều 5 phút trước khi ủ lần 2 trong 30 phút. Bột hoàn thành được rót khuôn (5x15x5cm) và nướng 180°C trong 25 ± 5 phút.



Hình 1. Quy trình chế biến bánh mì ngọt không gluten từ bột sa kê

2.2.2. Bố trí thí nghiệm

a. Khảo sát ảnh hưởng của các tỷ lệ nguyên liệu đến chất lượng sản phẩm

- Ảnh hưởng của tỷ lệ bột sa kê: Bột sa kê được bổ sung vào hỗn hợp bột nhào ở các tỷ lệ 0% (0g, đối chứng, ĐC), 10% (6,49g), 15% (9,74g), 20% (12,98g) (tính trên tỷ lệ bột gạo). Khảo sát các chỉ tiêu chất lượng như độ ẩm, chất khoáng, hàm lượng lipid, chất xơ, độ cứng; màu sắc và đánh giá cảm quan.

- Ảnh hưởng của tỷ lệ phụ gia xanthan gum bổ sung (tính trên khối lượng nguyên liệu): phụ gia được bổ sung với các tỷ lệ 0% (0g, ĐC), 0,5% (1,35g), 0,7% (1,9g), 0,9% (2,43g) với tỷ lệ bột sa kê tối ưu ở thí nghiệm trên.

- Ảnh hưởng của tỷ lệ bơ: bơ sử dụng với các tỷ lệ 0g (ĐC), 15g, 20g và 25g và tỷ lệ bột sa kê, xanthan gum tối ưu ở thí nghiệm trên.

- Ảnh hưởng của tỷ lệ men bổ sung và thời gian lên men: hỗn hợp được chuẩn bị theo tỷ lệ tối ưu ở hai thí nghiệm trên và được phối trộn với các tỷ lệ men 1,5g, 3g, 4,5g, ủ lần 1

trong các khoảng thời gian lần lượt là 30 phút, 60 phút và 90 phút; sau đó ủ lần 2 thêm 30 phút.

Các chỉ tiêu chất lượng được đánh giá gồm: độ ẩm, chất khoáng, hàm lượng lipid, chất xơ, độ cứng; màu sắc và đánh giá cảm quan.

b. Khảo sát ảnh hưởng của loại bao bì và thời gian bảo quản đến chất lượng sản phẩm

Bánh thành phẩm được chế biến theo các điều kiện tối ưu và bảo quản bằng các loại bao bì PP và PE kích thước 15 x 25 x 0.005 cm; mỗi ổ bánh (khoảng 220 ± 5 g) được để vào một túi, hàn kín miệng và bảo quản ở 25 độ C. Mẫu được lấy độc lập để phân tích các chỉ tiêu độ ẩm, cấu trúc, màu, và sinh vật hiếu khí tổng số, nấm men và nấm mốc trong 3 ngày (ngày 0, 1 và 2).

2.2.3. Các phương pháp phân tích

Độ ẩm (cân sấy ẩm, Hàn Quốc), chất khoáng (nung đến khối lượng không đổi, lò nung, Mỹ), hàm lượng lipid (Soxhlet, Đức), chất xơ (chiết xuất bằng acid loãng và kiềm loãng), độ cứng (TMS pro, Mỹ) sử dụng đầu dò hình trụ tròn 3 cm theo Demirkesen & cs., (2010); màu sắc (hệ màu Lab, colorlite sph870, Đức) và đánh giá cảm quan (phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79).

2.2.4. Xử lý số liệu

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên và lặp lại 3 lần, số liệu được phân tích và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và Statgraphics XV, kiểm định phương sai theo ANOVA và so sánh sự khác biệt theo Fisher's Least Significant Difference (LSD) ở mức ý nghĩa 5%.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu đến chất lượng sản phẩm

Việc chế biến bánh mì không gluten là một thách thức công nghệ do bột không gluten sẽ không tạo được khối bột nhào kết dính và đàn hồi, dẫn đến việc phối trộn các nguyên liệu này để thay thế hoàn toàn bột mì là rất khó khăn vì các loại bột này rất khác nhau về thành phần tinh bột và protein (Wang & cs., 2017). Do đó việc nghiên cứu tỷ lệ nguyên liệu bổ sung trong quy trình chế biến là rất cần thiết.

3.1.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột sa kê

a. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột sa kê đến độ ẩm, hàm lượng khoáng, lipid và chất xơ của sản phẩm

Kết quả phân tích độ ẩm, tỷ lệ khoáng và chất xơ được trình bày trong bảng 2. Hàm lượng khoáng và xơ trong sản phẩm tăng khi tăng tỷ lệ bột sa kê bổ sung từ 0 đến 20% (khoáng tăng từ 0,19% đến 0,49%, xơ từ 1,31% đến 2,14%). Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu trước đây về sự gia tăng hàm lượng dinh dưỡng trong các sản phẩm bánh nướng không gluten bổ sung bột sa kê (Bakare & cs., 2016; Malomo & cs., 2011), từ đó cho thấy tiềm năng của loại nguyên liệu này trong chế biến các sản phẩm thực phẩm.

Bảng 2. Độ ẩm, hàm lượng khoáng và chất xơ của sản phẩm ở các tỷ lệ bột sa kê bổ sung

Bột sa kê (%)	Độ ẩm (%)	Chất khoáng (%)	Chất xơ (%)	Chất béo (%)
0	30,26±1,5 ^a	0,19±0,05 ^a	1,31±0,24 ^a	4,17±0,89 ^a
10	31,31±2,3 ^b	0,37±0,07 ^b	1,69±0,33 ^a	4,21±0,92 ^b
15	33,83±2,8 ^c	0,42±0,01 ^c	1,95±0,35 ^a	4,30±0,67 ^b
20	34,38±1,9 ^d	0,49±0,03 ^d	2,14±0,18 ^a	4,31±0,79 ^b
	P<0,05	P<0,05	P<0,05	P<0,05

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

Bột sa kê có hàm lượng protein tương đối thấp nhưng lượng carbohydrate cao hơn bột mì (Ajatta & cs., 2016), thành phần tinh bột của bột sa kê có khả năng hút nước mạnh trong

quá trình nhào trộn đã được báo cáo trước đây (Malomo & cs., 2011). Độ ẩm trong bánh mì dao động khoảng 30,26 – 34,38% khi thay đổi lượng bột sa kê bổ sung từ 0 đến 20%. Sự liên kết chặt chẽ giữa tinh bột và nước trong khối bột nhào làm cho ẩm trong sản phẩm khó thoát ra ngoài trong quá trình nướng (Akingbala & Arinola, 2022), điều này cũng ảnh hưởng đến cấu trúc và chất lượng bánh. Vì thành phần lipid trong bột sa kê không cao (0,8 – 1,93%) (Badrie & Broomes, 2010) nên khi bổ sung ở các tỷ lệ khảo sát, lipid trong bánh mì không tăng nhiều (4,21 – 4,31%) so với bánh đối chứng (4,17%).

b. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột sa kê đến cấu trúc và màu của sản phẩm

Kết quả đo độ cứng và độ sáng L* và màu vàng b* của sản phẩm được trình bày trong bảng 3. Khi bổ sung bột sa kê, bánh có độ cứng lớn hơn bánh đối chứng và độ cứng tăng dần khi bổ sung với tỷ lệ cao hơn (tăng từ 1,36 đến 2,25 lần). Sự gia tăng độ cứng của bánh mì không gluten khi bổ sung bột sa kê được cho là có liên quan đến thành phần carbohydrate trong bột sa kê; vì bột sa kê không phù hợp để tạo gel trong quá trình nhào trộn – yếu tố để ổn định khung và giữ khí trong khối bột – làm cho ruột bánh bị khô cứng (Akingbala & Arinola, 2022; Clark & Aramouni, 2018).

Bảng 3. Độ cứng, độ sáng L* và độ vàng b* của sản phẩm bổ sung các tỷ lệ bột sa kê khác nhau

Bột sa kê (%)	Màu sắc				Độ cứng (N)
	Vỏ		Ruột		
	L*	b*	L*	b*	
0	53,30±3,78 ^d	17,66±2,89 ^a	61,14±2,38 ^d	2,76±0,17 ^a	1,08±0,15 ^a
10	52,69±4,13 ^c	20,20±2,53 ^b	60,21±4,12 ^c	4,66±1,03 ^b	1,36±0,20 ^b
15	51,50±2,89 ^b	20,27±1,79 ^c	59,51±1,99 ^b	5,17±1,09 ^c	1,96±0,11 ^c
20	50,20±2,16 ^a	25,13±1,67 ^d	58,08±3,21 ^a	5,70±1,21 ^d	2,25±0,67 ^d

P < 0,05

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

Về màu sắc, cả vỏ và ruột bánh đều có xu hướng giảm độ sáng L* (lần lượt từ 53,30 đến 50,20 và 61,14 đến 58,08) và tăng độ vàng b* (từ 17,66 đến 25,13 và 2,76 đến 5,70), Khi tăng hàm lượng bột sa kê bổ sung, do các phản ứng tạo màu trong quá trình nướng như caramen hóa và Maillard diễn ra càng nhiều (Clark & Aramouni, 2018). Bên cạnh đó, do vỏ bánh tiếp xúc trực tiếp với khí nóng trong lò nên các phản ứng tạo màu xảy ra mạnh mẽ hơn, làm vỏ bánh có độ sáng thấp và độ vàng cao hơn

c. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột sa kê đến tính chất cảm quan của sản phẩm

Bảng 4 trình bày kết quả đánh giá cảm quan của sản phẩm ở các tỷ lệ bột sa kê khác nhau.

Bảng 4. Kết quả cảm quan của sản phẩm bổ sung bột sa kê ở các tỷ lệ khác nhau

Bột sa kê (%)	Cảm quan			
	Cấu trúc	Màu	Mùi	Vị
0	3,66±0,77 ^a	3,73±0,68 ^b	3,23±0,35 ^a	3,53±0,53 ^a
10	4,23±1,02 ^c	3,43±0,65 ^a	3,63±0,46 ^b	3,93±0,82 ^b
15	4,46±0,86 ^d	4,10±0,58 ^c	4,23±1,11 ^d	4,67±0,97 ^d
20	4,06±0,47 ^{bc}	4,33±0,36 ^d	4,03±0,49 ^c	4,40±1,02 ^c

P < 0,05

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

Ở cả ba tỷ lệ bổ sung đều cho ra thành phẩm được đánh giá tốt hơn mẫu đối chứng do cấu trúc vỏ giòn và ruột to xốp hơn, màu sắc cũng được cải thiện có màu bánh mì đặc trưng hơn. Bổ sung 15% thành phẩm được đánh giá cao nhất do vỏ giòn, ruột bánh mềm to xốp và

có độ đàn hồi tốt hơn do sự kết hợp giữa bột sa kê với các nguyên liệu khác. Nhiều nghiên cứu các sản phẩm bánh nướng bổ sung bột sa kê cũng cho thấy khi bổ sung từ 10 – 15% nguyên liệu này thì bánh được đánh giá cao bởi người tiêu dùng (Mehta & cs., 2023).

3.1.2. Ảnh hưởng của của tỷ lệ xanthan gum đến chất lượng sản phẩm

a. Ảnh hưởng của tỷ lệ xanthan gum đến độ ẩm, độ cứng và màu sắc của sản phẩm

Kết quả đo độ ẩm, độ cứng và màu sắc của sản phẩm khi bổ sung xanthan gum ở các tỷ lệ khác nhau được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Độ ẩm, độ cứng và màu sắc của sản phẩm khi bổ sung các tỷ lệ xanthan gum khác nhau

Xanthan gum (%)	Độ ẩm (%)	Độ cứng (N)	Màu sắc			
			Vỏ		Ruột	
			L*	b*	L*	b*
0	24,35±2,15 ^a	1,15±0,23 ^a	51,15±3,40 ^a	20,01±1,27 ^a	59,42±2,42 ^a	5,33±0,29 ^{ab}
0,5	27,45±2,23 ^b	1,38±0,26 ^b	51,36±2,35 ^a	20,15±0,95 ^b	59,48±2,15 ^a	5,20±0,92 ^a
0,7	31,18±2,38 ^c	1,93±0,18 ^c	50,91±2,19 ^a	20,01±0,89 ^b	59,41±2,29 ^a	5,33±0,76 ^{ab}
0,9	32,32±2,29 ^d	2,41±0,31 ^d	51,46±1,89 ^a	20,21±1,79 ^b	59,87±2,98 ^a	5,60±0,99 ^b
	P<0,05	P<0,05	P>0,05			

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

Xanthan gum là phụ gia có tác dụng làm tăng thể tích của sản phẩm do hỗ trợ sự hình thành đồng đều của các lỗ xốp về kích thước và sự phân bố, giúp ổn định cấu trúc khối bột nhào (Đàm & cs., 2012). Khi bổ sung phụ gia làm tăng độ ẩm của sản phẩm khoảng 1,13 – 1,33 lần so với mẫu đối chứng, khi tỷ lệ tăng từ 0,5% đến 0,9% thì độ ẩm của sản phẩm càng lớn. Điều này được giải thích là do xanthan gum có khả năng giữ nước nhờ vào 2 nhóm carboxyl tích điện âm trên các chuỗi bên và các nhóm hydroxyl trên mạch; chúng tương tác với nhau, với tinh bột và nước bằng liên kết hydro thành một mạng gel bền (Crockett & cs., 2011); ngoài ra còn ngăn chặn sự vón cục trong quá trình nhào nên làm giảm sự mất nước của sản phẩm trong quá trình nướng (Đàm & cs., 2012). Tương tự, sự gia tăng các liên kết hydro giữa phụ gia này và các thành phần khác trong khối bột đã làm tăng độ cứng của bánh từ 1,15N (đối chứng) lên 2,41N (0,9%). Nhiều nghiên cứu trước đây đã cho thấy sự gia tăng đáng kể về cấu trúc sản phẩm, bao gồm độ cứng, khi bổ sung xanthan gum vào các sản phẩm không gluten như bánh nướng hoặc mì (Encina-Zelada & cs., 2018). Về màu sắc, xanthan gum không làm thay đổi màu sắc của cả vỏ và ruột khi thay đổi tỷ lệ bổ sung trong khoảng khảo sát.

b. Ảnh hưởng của tỷ lệ xanthan gum đến tính chất cảm quan của sản phẩm

Kết quả đánh giá cảm quan của sản phẩm khi bổ sung xanthan gum ở các tỷ lệ khác nhau được trình bày trong bảng 6.

Bảng 6. Kết quả cảm quan của sản phẩm bổ sung các tỷ lệ xanthan gum khác nhau

Bột sa kê (%)	Cảm quan			
	Cấu trúc	Màu	Mùi	Vị
0	2,13±0,22 ^a	4,18±0,14 ^s	4,42±0,57 ^a	3,53±0,53 ^a
0,5	3,64±0,56 ^b	4,12±0,32 ^a	4,56±0,89 ^a	3,93±0,82 ^b
0,7	4,16±0,35 ^d	4,23±0,54 ^a	4,24±0,83 ^d	4,67±0,97 ^d
0,9	4,07±0,87 ^c	4,16±0,78 ^a	4,61±0,47 ^c	4,40±1,02 ^c
	P < 0,05		P > 0,05	

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

Khi bổ sung 0.7% xanthan gum bánh được đánh giá cao về cấu trúc hơn 2 tỷ lệ còn lại

trong khi các yếu tố màu, mùi và vị không có sự khác biệt đáng kể. Ở cả ba tỷ lệ xanthan gum, thành phẩm có cấu trúc được người tiêu dùng ưa thích hơn mẫu đối chứng do tính chất giòn của xanthan gum (Đàm & cs., 2012); trong đó nghiệm thức 0,7% làm sản phẩm có vỏ giòn, ruột bánh mềm tươi xốp và độ đàn hồi nổi bật hơn.

3.1.3. Ảnh hưởng của của tỷ lệ bơ bổ sung đến chất lượng sản phẩm

a. Ảnh hưởng của tỷ lệ bơ đến độ ẩm, độ cứng và màu sắc của sản phẩm

Bảng 7. Độ ẩm, độ cứng và màu sắc của sản phẩm khi bổ sung bơ ở các tỷ lệ khác nhau

Bơ (g)	Độ ẩm (%)	Độ cứng (N)	Màu sắc			
			Vỏ		Ruột	
			L*	b*	L*	b*
0	33,92±3,25 ^c	3,25±0,53 ^d	82,51±2,40 ^d	13,19±0,79 ^a	60,50±1,98 ^c	2,59±0,35 ^a
15	33,64±2,97 ^c	2,41±0,64 ^c	53,80±1,55 ^c	16,64±1,85 ^b	59,83±2,02 ^b	3,76±0,87 ^b
20	31,37±2,68 ^b	2,04±0,39 ^b	52,14±1,89 ^b	20,72±1,29 ^c	59,47±1,67 ^{ab}	5,09±0,88 ^c
25	29,04±2,76 ^a	1,49±0,18 ^a	51,08±1,97 ^a	22,95±2,22 ^d	58,35±1,84 ^a	6,28±0,76 ^d

P<0,05

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

Độ ẩm và độ cứng của sản phẩm (bảng 7) đều giảm lần lượt từ 33,92% đến 29,04% và 3.25N đến 1.49% tương ứng với lượng bơ tăng từ 0g đến 25g; kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Srikanlaya & cs., (2017) về ảnh hưởng của bơ trong công thức bánh mì không gluten. Bơ hoạt động như phụ gia giúp giữ khí trong khối bột nhào khi lên men và ổn định cấu trúc khối bột trong quá trình nướng nhờ vào đầu ưa nước của phân tử chất béo. Tuy nhiên, khi sử dụng nhiều bơ thì các phân tử béo tự do làm phá vỡ cấu trúc mạng của khối bột nhào; ngoài ra liên kết giữa lipid và tinh bột cũng làm thay đổi tính chất hóa dẻo của khối bột làm giảm độ cứng.

Về màu sắc, do quá trình truyền nhiệt từ vỏ vào ruột nên vỏ bánh tiếp xúc với nhiệt của lò trong thời gian dài và nhiệt độ cao hơn so với ruột bánh, nên độ sáng thấp và độ vàng nổi bật hơn. Sự giảm dần của độ sáng L* và tăng độ vàng b* khi tăng bơ là do có hệ số truyền nhiệt cao, làm tăng tốc độ truyền nhiệt nên thúc đẩy các phản ứng Maillard và caramel hóa làm cho sản phẩm có màu vàng đậm (Srikanlaya & cs., 2017). Ngoài ra, do bơ có màu vàng nên các nghiệm thức bổ sung bơ có màu sắc của phần vỏ và phần ruột sậm hơn mẫu bánh đối chứng; khi tăng tỷ lệ bơ thì độ sáng L* giảm trong khi độ vàng b* càng tăng.

b. Ảnh hưởng của tỷ lệ bơ đến tính chất cảm quan của sản phẩm

Kết quả đánh giá cảm quan của sản phẩm khi bổ sung bơ ở các tỷ lệ khác nhau được trình bày trong bảng 8.

Bảng 8. Kết quả cảm quan của sản phẩm phụ thuộc tỷ lệ bơ

Bơ (g)	Cảm quan			
	Cấu trúc	Màu	Mùi	Vị
0	3,26±0,11 ^a	2,23±0,25 ^a	3,23±0,72 ^a	3,53±0,38 ^a
15	4,26±0,38 ^{bc}	3,96±0,45 ^b	3,56±0,29 ^b	3,86±0,19 ^b
20	4,67±0,47 ^c	4,33±0,87 ^a	4,26±0,55 ^c	4,30±0,46 ^c
25	4,20±0,86 ^b	4,10±0,58 ^a	4,10±0,38 ^c	4,10±0,79 ^c

P < 0,05

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

Khi bổ sung 20g bơ sản phẩm được đánh giá cao hơn các tỷ lệ còn lại và cao hơn nghiệm thức đối chứng vì bánh có cấu trúc tốt, màu vàng đặc trưng của bánh mì, có mùi vị thơm hài hòa nhất nên được chọn để thực hiện các thí nghiệm tiếp theo.

3.1.4. Ảnh hưởng của tỷ lệ men và thời gian lên men đến chất lượng sản phẩm

a. Ảnh hưởng của tỷ lệ men và thời gian lên men đến độ ẩm, độ cứng và màu sắc của sản phẩm

Bảng 9. Độ ẩm, độ cứng và màu sắc của sản phẩm ở các tỷ lệ men và thời gian lên men

Tỷ lệ men (g)	Thời gian lên men (phút)	Độ ẩm (%)	Độ cứng (N)	Màu			
				Vỏ		Ruột	
				L*	b*	L*	b*
1,5	30	26,42±1,12 ^a	2,47±0,33 ^f	51,61±1,46 ^{ef}	16,21±1,08 ^a	61,85±1,40 ^c	2,41±0,89 ^a
	60	30,15±2,26 ^b	2,25±0,24 ^c	51,46±1,55 ^{def}	16,28±1,27 ^a	61,28±1,26 ^d	2,93±0,68 ^b
	90	33,17±2,19 ^c	1,93±0,28 ^d	51,19±1,89 ^d	16,61±1,33 ^b	60,28±1,75 ^c	3,22±0,39 ^c
3,0	30	26,43±1,79 ^a	2,11±0,19 ^c	51,66±1,97 ^f	20,44±1,28 ^c	61,06±1,84 ^d	4,40±0,12 ^d
	60	30,16±2,35 ^b	1,80±0,36 ^d	51,30±2,40 ^{de}	21,28±1,49 ^d	60,20±1,30 ^c	5,11±0,64 ^c
	90	33,11±2,73 ^c	1,33±0,24 ^c	50,51±1,23 ^c	21,86±1,30 ^e	59,76±1,23 ^b	5,28±0,28 ^f
4,5	30	26,44±1,88 ^a	0,93±0,40 ^b	49,86±1,19 ^b	21,36±1,17 ^d	60,27±0,98 ^c	5,09±0,35 ^e
	60	30,17±2,32 ^b	0,82±0,48 ^{ab}	49,59±1,68 ^{ab}	21,71±1,46 ^c	59,55±1,52 ^b	5,39±0,13 ^f
	90	33,15±2,17 ^c	0,66±0,10 ^a	49,33±1,36 ^a	22,09±1,14 ^f	57,74±1,79 ^a	6,13±0,78 ^e

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

Bảng 9 trình bày kết quả đo độ ẩm, cấu trúc và màu của sản phẩm khi sử dụng các tỷ lệ men và thời gian lên men khác nhau. Độ ẩm của sản phẩm bị ảnh hưởng bởi thời gian lên men nhưng không phụ thuộc vào nồng độ men; điều này có thể do men sinh khí CO₂, làm tăng thể tích khối bột nhào, tạo hương vị đặc trưng của bánh mì và không ảnh hưởng đến độ ẩm bánh mì (Lê & cs., 2011). Thời gian lên men càng dài độ ẩm của sản phẩm càng cao (lên men 90 phút sản phẩm có độ ẩm cao nhất 33,13%). Sự gia tăng độ ẩm này có thể là do hoạt động trao đổi chất của các enzyme vi khuẩn và nội sinh tạo ra nước như một sản phẩm phụ; quá trình lên men cũng làm tăng các hợp chất liên kết nước góp phần vào quá trình hydrat hóa bột và ngăn bột mất nước do bốc hơi trong quá trình nướng (Couch, 2016).

Đối với cấu trúc, nhìn chung nồng độ men càng cao và thời gian lên men càng dài bánh có xu hướng nở nhiều hơn, cấu trúc mềm hơn. Sử dụng nhiều men làm hoạt động lên men diễn ra nhanh hơn, sinh ra nhiều khí CO₂ làm độ xốp tăng (Lê & cs., 2011).

Tỷ lệ men và thời gian lên men có ảnh hưởng đến màu sắc sản phẩm, trong đó khi sử dụng nhiều men và lên men trong thời gian càng dài thì bánh có xu hướng giảm dần độ sáng trong khi độ vàng tăng lên ở cả vỏ và ruột. Sự thay đổi màu sắc của bánh mì từ sáng sang sậm dần trong quá trình nướng là do sự hình thành các hợp chất tạo màu Melanoidins sinh ra ở cuối quá trình nướng (Trodec & cs., 2023).

b. Ảnh hưởng của tỷ lệ men và thời gian lên men đến tính chất cảm quan của sản phẩm

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ men và thời gian lên men đến giá cảm quan của sản phẩm được trình bày trong bảng 10. Ở tỷ lệ 3 g men và thời gian lên men 60 phút bánh được cảm quan viên đánh giá cao hơn các nghiệm thức khác; với 1,5g men bánh nở ít do quá trình lên men chậm, cấu trúc cứng nên không được đánh giá cao trong khi tỷ lệ 4,5g ruột có mùi men nồng. Quá trình lên men có ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan của sản phẩm vì cường độ mùi thơm và độ chua của ruột bánh thường liên quan yếu tố cảm quan của bánh mì. Sau quá trình lên men kéo dài, nồng độ của các hợp chất thơm như aldehyde và acid được tìm thấy nhiều trong lớp vỏ và ruột bánh (Trodec & cs., 2023).

Kết quả tối ưu của thí nghiệm này (3,0g men và 60 phút) tương đồng với nghiên cứu của Kokawa & cs., (2017) về thời gian phối trộn và lên men tối ưu của bánh mì, trong đó thời gian lên men có tác động đáng kể đến chất lượng cảm quan và dinh dưỡng của sản phẩm. Nhiều thành phần hóa học được sinh ra ít nhất hoặc nhiều nhất trong khối bột có thời gian lên

men dài, nhưng nghiệm thức lên men trong 60 phút được đánh giá cao nhất ở. Do đó kiểm soát thời gian lên men là cần thiết cho hương vị, mùi vị và cấu trúc của bánh mì.

Bảng 10. Kết quả cảm quan của sản phẩm bổ sung các tỷ lệ men và thời gian lên men

Tỷ lệ men (g)	Thời gian lên men (phút)	Cấu trúc	Màu	Mùi	Vị
1,5	30	3,15±0,14 ^a	4,30±0,45 ^b	3,65±0,22 ^d	2,95±0,38 ^a
	60	3,10±0,63 ^a	4,20±0,38 ^{ab}	3,55±0,36 ^{cd}	3,35±0,46 ^b
	90	3,25±0,34 ^a	4,15±0,84 ^a	3,40±0,28 ^c	4,10±0,40 ^c
3,0	30	4,25±0,65 ^c	4,22±0,90 ^{ab}	4,15±0,63 ^c	4,25±0,32 ^{cd}
	60	4,55±0,57 ^d	4,45±0,86 ^c	4,35±0,68 ^f	4,55±0,56 ^d
	90	4,35±0,25 ^c	4,25±0,90 ^{ab}	4,30±0,60 ^c	4,45±0,62 ^{cd}
4,5	30	3,45±0,18 ^b	4,25±0,82 ^{ab}	2,95±0,29 ^b	4,25±0,58 ^{cd}
	60	3,25±0,82 ^a	4,45±0,68 ^c	2,60±0,40 ^a	3,10±0,28 ^{ab}
	90	3,15±0,47 ^a	4,25±0,78 ^{ab}	2,60±0,28 ^a	2,85±0,16 ^a

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

3.2. Ảnh hưởng của loại bao bì và thời gian bảo quản đến chất lượng sản phẩm

Việc bảo quản bánh mì không gluten gặp rất nhiều khó khăn do bánh thường có độ ẩm lớn bên cạnh các giá trị dinh dưỡng cao phụ thuộc mạnh vào thành phần nguyên liệu thô vì các giá trị này không đồng nhất giữa các loại bột. Do đó cần nghiên cứu điều kiện bảo quản thích hợp để giảm sự ôi thiu nhanh chóng của các sản phẩm này (Šmídová & Rysová, 2022).

Bánh mì không gluten bổ sung bột sa kê trong nghiên cứu này có độ ẩm khoảng 31% phù hợp với độ ẩm của bánh mì theo đề nghị của Lê & cs., (2011)(dưới 43%); hàm lượng tro và xơ (1,92% và 0,42%) cao hơn so với bánh mì không gluten đối chứng do bột sa kê giàu chất xơ và khoáng. Chất lượng vi sinh vật hiếu khí tổng số và nấm men, mốc đạt yêu cầu của Bộ Y tế về giới hạn tối đa ô nhiễm vi sinh trong thực phẩm (46/2007/QĐ-BYT). Bánh được bảo quản trong bao bì PP và PE trong thời gian 2 ngày và kết quả khảo sát sự thay đổi độ ẩm, cấu trúc, màu sắc, tính chất cảm quan và vi sinh được trình bày trong các Bảng 11, 12.

3.2.1. Ảnh hưởng của loại bao bì và thời gian bảo quản đến độ ẩm, cấu trúc, màu sắc sản phẩm

Độ cứng của cả hai mẫu đều tăng từ 1,2 đến 2 lần trong thời gian khảo sát trong khi độ ẩm có sự thay đổi từ 1,5% đến 8,2% (Bảng 11):

Bảng 11. Sự thay đổi độ ẩm, cấu trúc, màu sắc sản phẩm trong 2 ngày bảo quản

Ngày	Bao bì	Độ ẩm (%)	Độ cứng (N)	Màu			
				Vỏ		Ruột	
				L*	b*	L*	b*
0		30,60±1,98 ^c	1,63±0,26 ^a	51,25±3,30 ^c	21,19±1,56 ^a	59,77±2,20 ^c	5,08±0,28 ^a
1	PE	31,40±1,76 ^d	2,49±0,18 ^c	50,57±2,86 ^b	21,97±1,90 ^d	59,25±2,17 ^c	5,94±0,64 ^d
	PP	30,78±2,08 ^b	1,80±0,28 ^{ab}	51,08±3,08 ^d	21,37±1,25 ^b	59,53±3,06 ^d	5,36±0,24 ^b
2	PE	33,11±1,60 ^c	3,26±0,30 ^d	49,97±1,70 ^a	22,25±1,24 ^c	58,88±2,24 ^a	6,04±0,38 ^c
	PP	31,08±2,62 ^c	1,95±0,16 ^b	50,96±1,87 ^c	21,68±1,17 ^c	59,03±2,46 ^b	5,59±0,42 ^d

Các chữ cái thể hiện sự khác nhau giữa các số liệu trong cùng một cột ở mức ý nghĩa 5%

Mẫu được bảo quản trong túi PP có xu hướng thay đổi ít hơn túi PE trong thời gian khảo sát. Sự thay đổi độ cứng và độ ẩm của ruột và vỏ bánh mì trong quá trình bảo quản là do sự hút ẩm từ môi trường cũng như sự di chuyển hơi nước từ ruột ra ngoài vỏ của sản phẩm, sự thay đổi cân bằng ẩm này dẫn đến sự thoái hóa của tinh bột và làm bánh trở nên cứng hơn.

Mạng lưới gluten có tác dụng làm chậm sự di chuyển của nước; khi thiếu gluten có thể dẫn đến sự di chuyển hơi ẩm nhanh hơn từ ruột sang vỏ bánh (McCarthy & cs., 2005). Vì sự thoái hóa tinh bột tỷ lệ với hàm lượng nước trong sản phẩm, bánh mì không gluten có hàm lượng ẩm cao nên sự thoái hóa diễn ra mạnh mẽ hơn. Sự gia tăng độ ẩm trong nghiên cứu này phù hợp với báo cáo của Sabanis & cs., (2009), do khả năng liên kết với nước của các chất xơ có trong sản phẩm giúp ngăn chặn sự mất nước trong quá trình bảo quản. Vì nước là một thành phần hóa học quan trọng quyết định đến thời gian bảo quản của sản phẩm thực phẩm; khả năng kháng oxi và hơi nước của bao bì PP tốt hơn PE nên ngăn cản tốt hơn sự xâm nhập của oxi và ẩm của môi trường vào bên trong thực phẩm đã được báo cáo trước đây trong nghiên cứu của Tran & cs., (2025).

3.2.2. Ảnh hưởng của loại bao bì và thời gian bảo quản đến mật số vi sinh vật (VSV)

Bảng 12. Sự thay đổi mật số vi sinh vật và cảm quan sản phẩm trong 3 ngày bảo quản

Ngày	Bao bì	VSV hiếu khí	Nấm men, nấm mốc	Cảm quan				
				Cấu trúc	Màu	Mùi	Vị	
0	PE PP	<10	<10	Vỏ bánh giòn, bề mặt mịn; ruột bánh chín đều, mềm, tơi xốp, đàn hồi tốt.	Màu vàng ngà đặc trung của sản phẩm, tương đối đồng đều	Mùi thơm nhẹ của sa kê và mùi đặc trưng của bánh mì	Vị đặc trung của bánh mì hài hòa, hậu vị tốt	
1	PE	5,0x10 ²	2,5x10 ²	Vỏ bánh dai, không giòn; ruột bánh khô, xốp, ít đàn hồi	Màu vàng ngà hơi sẫm nhẹ, tương đối đồng đều	Mất mùi thơm của sa kê, có mùi đặc trưng của bánh mì	Vị bánh kém hài hoà, hậu vị không ổn định	
	PP	1,0x10 ²	1,0x10 ²	Vỏ bánh hơi dai, không còn giòn; ruột bánh hơi khô, xốp, tương đối đàn hồi.	Màu vàng ngà đặc trung của sản phẩm, tương đối đồng đều	Còn mùi thơm nhẹ của sa kê và mùi đặc trưng của bánh mì	Vị đặc trung của bánh mì, hậu vị tương đối ổn định	
2	PE	7,75x10 ²	6x10 ²	Vỏ bánh dai, không giòn; ruột bánh khô, vỡ vụn, không đàn hồi.	Màu vàng ngà đậm, đồng đều	Có mùi ôi	Có vị lạ	
	PP	1,75x10 ²	3x10 ²	Vỏ bánh hơi dai, không giòn; ruột bánh hơi khô, tương đối đàn hồi.	Màu vàng ngà sẫm nhẹ, tương đối đồng đều	Có mùi đặc trưng của bánh mì	Vị bánh tương đối hài hoà, không có vị lạ	

Mật số vi sinh vật của sản phẩm trong thời gian bảo quản được thể hiện ở Bảng 12. Kết quả cho thấy có sự gia tăng mật số VSV theo thời gian, và mẫu chứa trong túi PE có VSV phát triển nhiều hơn mẫu PP. Vì bánh mì không gluten có độ ẩm cao nên VSV dễ phát triển; sau 2 ngày ở cả hai loại bao bì mật số vi khuẩn hiếu khí vẫn nằm trong giới hạn cho phép theo TCVN 7406:2004 (< 10⁴) trong khi nấm men, mốc đã vượt giới hạn (<10²); nhưng túi PP ngăn ngừa VSV hiệu quả hơn. Khả năng ức chế sự phát triển VSV tốt của bao bì PP so với PE cũng đã được báo cáo trong các nghiên cứu trước đây về bảo quản bột sa kê, bánh quy,...(Naghypour

cs., 2015; Tran & cs., 2022, 2025); điều này liên quan đến các đặc tính cấu trúc của hai loại nhựa này (Đổng, 2020).

4. Kết luận

Bánh mì không gluten bổ sung bột sa kê là thực phẩm giàu dinh dưỡng, đặc biệt là chất xơ và chất khoáng; sản phẩm tối ưu đạt được khi bổ sung 15% bột sa kê, 0,7% xanthan gum, 20% bơ, 3% men và lên men trong 60 phút. Sản phẩm có tiềm năng làm nguồn thực phẩm cho người bị dị ứng gluten; góp phần đa dạng hóa các sản phẩm không gluten từ bột sa kê tại thị trường Việt Nam. Tuy nhiên, sản phẩm bánh có độ ẩm cao nên thời gian bảo quản còn hạn chế, cần nghiên cứu thêm các biện pháp bảo quản khác như kết hợp với các bao bì nhựa khác hoặc các loại bao bì kháng khuẩn sinh học để tăng thời gian sử dụng của sản phẩm.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện bằng nguồn kinh phí từ đề tài Khoa học công nghệ cấp thành phố theo hợp đồng số 13/HĐ-SKH-CN ngày 02 tháng 11 năm 2023 giữa sở KH-CN thành phố Cần Thơ và Trường ĐH Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ.

Tài liệu tham khảo

- Ajatta, M. A., Akinola, S., Oludahunsi, O. F., Ajatta, M. A., Akinola, S. A., & Osundahunsi, O. F. (2016). Proximate, Functional and Pasting Properties of Composite Flours Made from Wheat, Breadfruit and Cassava Starch. In *Applied Tropical Agriculture*, 21(3). <https://www.researchgate.net/publication/316521564>
- Akingbala, J. O., & Arinola, S. O. (2022). Effects of soy flour on the quality attributes of gluten free bread produced from breadfruit flour. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 14(1), 116–123. <https://doi.org/10.17508/cjfst.2022.14.1.13>
- Badrie, N., & Broomes, J. (2010). Beneficial uses of breadfruit (*Artocarpus altilis*): Nutritional, medicinal and other uses. In *Bioactive foods in promoting health* (pp. 491–505). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374628-3.00033-5>
- Bakare, A. H., Osundahunsi, O. F., & Olusanya, J. O. (2016). Rheological, baking, and sensory properties of composite bread dough with breadfruit (*Artocarpus communis* Forst) and wheat flours. *Food Science and Nutrition*, 4(4), 573–587. <https://doi.org/10.1002/fsn3.321>
- Clark, E. A., & Aramouni, F. M. (2018). Evaluation of Quality Parameters in Gluten-Free Bread Formulated with Breadfruit (*Artocarpus altilis*) Flour. *Journal of Food Quality*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1063502>
- Couch, G. W. (2016). *Effect of sourdough fermentation parameters on bread properties*. The Graduate School of Clemson University.
- Crockett, R., Ie, P., & Vodovotz, Y. (2011). How do xanthan and hydroxypropyl methylcellulose individually affect the physicochemical properties in a model gluten-free dough? *Journal of Food Science*, 76(3), E274–E282. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02088.x>
- Đàm, S. M., Nguyễn T. H. Y., & Bùi Đ. K., (2012). *Phụ gia thực phẩm*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., & Sahin, S. (2010). Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, 96(2), 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.08.004>
- Đổng, T. A. Đ. (2020). *Giáo trình kỹ thuật bao bì thực phẩm*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- Encina-Zelada, C. R., Cadavez, V., Monteiro, F., Teixeira, J. A., & Gonzales-Barron, U. (2018). Combined effect of xanthan gum and water content on physicochemical and textural properties of gluten-free batter and bread. *Food Research International*, 111, 544–555. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.070>

- Jones, A. M. P., Ragone, D., & Murch, S. J. (2019). *Breadfruit: an old crop with a new future*. In *Comprehensive Biotechnology* 10. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-088504-9.00265-8>.
- Kokawa, M., Maeda, T., Morita, A., Araki, T., Yamada, M., Takeya, K., & Sagara, Y. (2017). The effects of mixing and fermentation times on chemical and physical properties of white pan bread. *Food Science and Technology Research*, 23(2), 181–191. <https://doi.org/10.3136/fstr.23.181>
- Le T. K. L., & Nguyen M. T., (2019). Optimization of Gluten - Free Bread Formulation from bread improver and fermentation time. *CTU Journal of Innovation and Sustainable Development*, 11(3), 28-35. <https://doi.org/10.22144/ctu.jen.2019.035>
- Lê V. V. M., Lại Q. Đ., Nguyễn T. H., Tôn N. M. N., & Trần T. T. T., (2011). *Công nghệ chế biến thực phẩm*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- Liu, Y., Brow, P. N., Ragone, D., Gibso, D. L., & Murc, S. J. (2020). Breadfruit flour is a healthy option for modern foods and food security. *PLOS One*, 15(7 July), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236300>
- Malomo, S. A., Fashakin, J. B., & Eleyinmi, A. F. (2011). Chemical composition, rheological properties and bread making potentials of composite flours from breadfruit, breadnut and wheat. *African Journal of Food Science*, 5(7), 400–410.
- McCarthy, D. F., Gallagher, E., Gormley, T. R., Schober, T. J., & Arendt, E. K. (2005). Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. *Cereal Chemistry*, 82(5), 609–615. <https://doi.org/10.1094/CC-82-0609>
- Mehta, K. A., Quek, Y. C. R., & Henry, C. J. (2023). Breadfruit (*Artocarpus altilis*): Processing, nutritional quality, and food applications. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1156155>
- Mukherjee, S., Mukherjee, P., & Aftab, T. (2023). *Crop Sustainability and Intellectual Property Rights*. CRC Press.
- Naghypour, F., Sahraiyani, B., Soleimani, M., & Sedaghat, N. (2015). Effect of Temperature, Relative Humidity and Packaging Film on Maintaining the Quality and Increasing the Shelf-life of Sorghum Gluten-free Bread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 10(1), 61–70.
- Naji-Tabasi, S., & Mohebbi, M. (2015). Evaluation of cress seed gum and xanthan gum effect on macrostructure properties of gluten-free bread by image processing. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 9, 110–119. <https://doi.org/10.1007/s11694-014-9216-1>
- Sabanis, D., Lebesi, D., & Tzia, C. (2009). Development of fibre-enriched gluten-free bread: a response surface methodology study. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup4), 174–190. <https://doi.org/10.1080/09637480902721196>.
- Šmídová, Z., & Rysová, J. (2022). Gluten-free bread and bakery products technology. *Foods*, 11(3), 480. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>
- Srikanlaya, C., Therdthai, N., Ritthiruangdej, P., & Zhou, W. (2017). Effect of butter content and baking condition on characteristics of the gluten-free dough and bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 1904–1913. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13467>
- Trần, T. M. T., Võ. T.T.T, Huỳnh. T. K.C., Vi. N.T., & Trần. N. P. L. (2022). Tối ưu hóa tỷ lệ nguyên liệu, nhiệt độ nướng và ảnh hưởng của bao bì bảo quản đến tính chất bánh quy bổ sung lêkima. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 58(5), 144–153. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2022.227>
- Trần, T. M.T., Đặng, T. C. T., Trần, T. N. T., Trần, T. T. L., Nguyễn, N.T. T., & Trần., N. P. L. (2025). Nghiên cứu ảnh hưởng của loại bao bì bảo quản đến tính chất vật lý và vi sinh của bột sa kê. *TNU Journal of Science and Technology*, 230(01), 48–55. <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.10660>

- Trần, T. M. T., Nguyễn T. B. N., Trần T. T. L., Lê V. L. P., Nguyễn T. N. T., & Nguyễn T. N. Y. (2022). Nghiên cứu ảnh hưởng của công đoạn tiền xử lý và sấy đến hoạt độ của hệ enzyme peroxidase và màu sắc của bột Sa Kê (*Artocarpus altilis*). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 445, 54–61.
- Troade, R., Regnault, S., Nestora, S., Jacolot, P., Niquet-Léridon, C., Anton, P., & Jouquand, C. (n.d.). Effect of fermentation conditions of bread dough on the sensory and nutritional properties of French bread. *European Food Research and Technology*, 2023(11), 249. <https://doi.org/10.1007/s00217-023>
- Wang, K., Lu, F., Li, Z., Zhao, L., & Han, C. (2017). Recent developments in gluten-free bread baking approaches: A review. *Food Science and Technology*, 37(Suppl. 1), 1-9. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.01417>.