



DOI:10.22144/ctujos.2025.221

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ BỘT NẤM ROM VÀ TỶ LỆ NẤM MEN ĐẾN CÁC ĐẶC TÍNH VẬT LÝ VÀ CẢM QUAN CỦA BÁNH MÌ SANDWICH

Nguyễn Thị Kiều Diễm^{1*}, Châu Văn Đan¹, Lương Uyên Uyên¹, Lê Hoàng Thanh¹, Trần Chí Nhân² và Nguyễn Hồng Xuân³

¹Khoa Công nghệ - Thủy sản, Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ, Việt Nam

²Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

³Khoa Công nghệ Sinh hoá - Thực phẩm, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): ntkdiem@ctec.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 29/06/2025

Sửa bài (Revised): 24/07/2025

Duyệt đăng (Accepted): 10/10/2025

Title: Investigating the effect of oyster mushroom powder ratio and yeast ratio on the physical and sensory properties of sandwich bread

Author: Nguyen Thi Kieu Diem^{1*}, Chau Van Dan¹, Luong Uyen Uyen¹, Le Hoang Thanh¹, Tran Chi Nhan² and Nguyen Hong Xuan³

Affiliation(s): ¹Faculty of Fisheries-Technology, Can Tho Technical Economic College, Viet Nam; ²Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Viet Nam; ³Faculty of Biochemical and Food Technology, Can Tho University of Technology and Science, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định các thông số phù hợp, cụ thể là tỷ lệ bổ sung bột nấm rom và nấm men, trong quy trình sản xuất bánh mì sandwich nấm rom. Mục tiêu chính là tìm ra các tỷ lệ bột nấm rom và nấm men phù hợp để tạo ra sản phẩm có chất lượng vật lý (như độ nở, độ cứng, độ ẩm, màu sắc) và chất lượng cảm quan (màu, mùi vị, cấu trúc) được cải thiện đáng kể, đáp ứng mong đợi của người tiêu dùng và chuẩn hóa quy trình sản xuất. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rom bổ sung (1,2; 1,4; 1,6 và 1,8%) và tỷ lệ men bổ sung (1,4; 1,6 và 1,8%) cho thấy sự kết hợp của 1,4% bột nấm rom và 1,6% men mang lại chất lượng sản phẩm tốt. Điều này được thể hiện qua độ nở phù hợp, độ cứng của bánh, độ ẩm, cùng các chỉ số màu sắc và chất lượng cảm quan được cải thiện đáng kể. Những phát hiện này cung cấp cơ sở khoa học quan trọng để chuẩn hóa quy trình sản xuất bánh mì sandwich nấm rom với các đặc tính vật lý và cảm quan được nâng cao.

Từ khóa: Bánh mì sandwich, chất lượng cảm quan, nấm rom, tính chất vật lý

ABSTRACT

This study focuses on identifying appropriate parameters, specifically the most suitable supplementary ratios of straw mushroom powder and yeast, in the production process of straw mushroom sandwich bread. The main objective is to determine suitable proportions of straw mushroom powder and yeast to create a product with significantly improved physical qualities (such as loaf volume, firmness, moisture content, and color) and sensory attributes (color, flavor, and texture), thereby meeting consumer expectations and standardizing the production process. An investigation into the effect of varying supplementary straw mushroom powder ratios (1.2%, 1.4%, 1.6%, and 1.8%) and yeast ratios (1.4%, 1.6%, and 1.8%) revealed that a combination of 1.4% straw mushroom powder and 1.6% yeast yielded the best product quality. This was evidenced by the best loaf volume, crust and crumb firmness, and appropriate moisture content, along with significantly enhanced color indices and overall sensory quality. These findings provide an important scientific basis for standardizing the production process of straw mushroom sandwich bread with improved physical and sensory characteristics.

Keywords: Physical properties, sandwich bread, sensory quality, straw mushroom

1. GIỚI THIỆU

Bánh mì sandwich là một trong những thực phẩm phổ biến và được tiêu thụ rộng rãi trên toàn cầu nhờ sự tiện lợi, linh hoạt và giá trị dinh dưỡng cơ bản (Cauvain et al., 2007). Với xu hướng ngày càng tăng về thực phẩm chức năng và nhu cầu cải thiện sức khỏe, việc bổ sung các nguyên liệu giàu dinh dưỡng vào các sản phẩm truyền thống đang trở thành một hướng đi đầy tiềm năng trong ngành công nghiệp thực phẩm. Trong bối cảnh đó, nấm rom (*Volvarellia volvacea*) là một loại nấm ăn được yêu thích, không chỉ bởi hương vị đặc trưng mà còn do hàm lượng dinh dưỡng cao, trong đó protein (14 – 27% chất khô), béo thô (5,7% chất khô), carbohydrates (56,8% chất khô), rất giàu vitamin (A, C - tới 160 mg/100 g, D, E, K, B1, B2, PP) và chứa nhiều khoáng chất thiết yếu (kali, phot pho, natri, magie, sắt, kẽm, đồng, canxi đạt 16,4 - 28 mg% chất khô), đặc biệt ergosterol trong nấm rom là tiền chất vitamin D, mang lại nhiều lợi ích sức khỏe (Roy et al., 2014; Ahlawat & Singh, 2016; Wang & Chen, 2018; Li et al., 2019). Việc sử dụng bột nấm rom có thể là một giải pháp hữu hiệu để nâng cao giá trị dinh dưỡng và tạo sự khác biệt cho bánh mì.

Tuy nhiên, việc bổ sung bột nấm rom vào bánh mì cần được nghiên cứu cẩn trọng về tỷ lệ thích hợp. Kết quả các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng, khi tỷ lệ bột nấm (tổng quát, hoặc các loại nấm tương tự như nấm hương) quá cao, có thể ảnh hưởng không tốt đến chất lượng sản phẩm cuối cùng. Hàm lượng xơ và protein cao trong bột nấm có khả năng làm giảm khả năng tạo mạng gluten của bột mì, điều này khiến bột kém đàn hồi và khó nở trong quá trình lên men, dẫn đến bánh có kết cấu đặc, khô, ít xốp và độ mềm mại giảm rõ rệt (Li et al., 2019). Ngoài ra, mùi vị đặc trưng của nấm nếu quá mạnh có thể lấn át hương vị truyền thống của bánh mì, đồng thời màu sắc bánh cũng có xu hướng sẫm hơn và kém hấp dẫn nếu tỷ lệ bột nấm quá cao (Gebremeskel et al., 2017). Ngược lại, nếu tỷ lệ bột nấm rom quá thấp, sản phẩm có thể không tạo ra sự khác biệt đáng kể về màu sắc, mùi thơm hay vị đặc trưng, và không đủ để tăng cường giá trị dinh dưỡng một cách đáng kể, làm giảm mục tiêu cải tiến sản phẩm.

Lên men là một công đoạn quan trọng, quyết định đến chất lượng cuối cùng của bánh mì. Trong sản xuất bánh mì, phương pháp làm nở khối bột nhào bằng sinh học, sử dụng nấm men (*Saccharomyces cerevisiae*), được ứng dụng rộng rãi nhờ khả năng không chỉ làm khối bột nở tốt mà còn mang lại hương vị thơm ngon và giúp bánh dễ

tiêu hóa hơn (Nguyen, 2020). Nấm men hoạt động bằng cách chuyển hóa các loại đường có trong bột (bao gồm cả đường được thủy phân từ tinh bột bởi enzyme amylase) thành khí CO₂ và ethanol thông qua quá trình lên men kỵ khí, với khí CO₂ là yếu tố chính làm nở bột nhào (Pylar & Gorton, 2008; Steffenson et al., 2017). Quá trình lên men này diễn ra liên tục từ khi nấm men được cho vào hỗn hợp cho đến khi đưa khối bột vào lò nướng, bao gồm hai giai đoạn chính: tích tụ các chất tạo hương vị và cải thiện tính chất bột nhào, sau đó là ổn định hình dạng và làm nở bánh. Tốc độ sinh sản của nấm men và hiệu quả lên men phụ thuộc vào nhiều yếu tố như lượng men ban đầu, độ chặt, nhiệt độ, độ ẩm của bột nhào và hàm lượng dinh dưỡng cần thiết cho nấm men (Gebremeskel et al., 2017).

Giống như bột nấm rom, tỷ lệ nấm men bổ sung cũng đóng vai trò then chốt trong quá trình này. Khi tỷ lệ nấm men quá cao, bột có thể nở quá nhanh, không kịp hình thành cấu trúc gluten ổn định, khiến bánh dễ bị xẹp, rỗng ruột và nở không đều. Đồng thời, việc dư thừa men có thể tạo mùi men nồng, lấn át hương vị bánh và làm tăng tốc độ phản ứng Maillard khi nướng, dẫn đến bánh dễ bị cháy. Hơn nữa, bánh có nhiều men thì chúng tiếp tục lên men sau khi nướng, dễ bị ỉm, chua và hư hỏng nhanh hơn (Nguyen, 2020). Ngược lại, nếu tỷ lệ men quá thấp, bánh sẽ nở kém, đặc ruột, đòi hỏi thời gian ủ bột kéo dài và hương vị bánh nhạt nhòa, vỏ bánh dày, cứng và màu sắc kém hấp dẫn do thiếu CO₂ và đường tạo màu (Nguyen & Nguyen, 2017).

Từ những phân tích trên, việc xác định tỷ lệ giữa bột nấm rom và nấm men trong công thức bánh mì sandwich là vô cùng cần thiết. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rom và tỷ lệ nấm men đến các đặc tính vật lý và cảm quan của bánh mì sandwich. Các đặc tính vật lý được khảo sát bao gồm độ ẩm, độ nở của bánh, độ cứng của bánh và màu sắc bánh. Đặc biệt, nghiên cứu được tiến hành chủ yếu tập trung vào các giá trị cảm quan quan trọng như màu, mùi, vị và cấu trúc bánh, điều này nhằm tìm ra công thức phù hợp, tạo ra sản phẩm bánh mì sandwich không chỉ giàu dinh dưỡng mà còn hấp dẫn về mặt cảm quan và chất lượng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Nấm rom được thu mua tại Hợp tác xã Dịch vụ Nông nghiệp Tây Đô, ấp Phú Thọ, xã Trường Xuân, huyện Thới Lai, thành phố Cần Thơ, sau đó được vận chuyển về phòng thí nghiệm trong 1 giờ và được

xử lý ngay để đảm bảo giữ nguyên chất lượng, không bị dập nát hay hư hỏng. Quá trình xử lý sơ bộ bao gồm việc loại bỏ triệt để các phần dư bản, cát bám dính. Tiếp theo, nấm được rửa sạch dưới vòi nước để loại bỏ một phần đáng kể tạp chất sau đó nấm rom được ngâm trong dung dịch acid citric 0,5% và chần trong nước ở điều kiện 90°C trong 5 phút, sau đó được sấy ở nhiệt độ 65°C đến khi độ ẩm đạt 3 – 6% thì dừng lại. Tiếp theo, nấm rom được nghiền thành bột và sàng qua rây 120 mesh (quá trình xử lý được thực hiện cố định xuyên suốt quy trình thực hiện các thí nghiệm).

Men khô Mauripan thuộc giống *Saccharomyces cerevisiae*, đây là men ngọt và thuộc loại Instant Dry Yeast (men khô tức thì, không cần phải kích hoạt trước) và được lựa chọn để thực hiện thí nghiệm. Bột mì được sử dụng là bột mì trắng số 13 (MEIZAN, Việt Nam), muối (Vifon, Việt Nam), đường bột (Biên Hòa Pro, Việt Nam), bơ lạt (Bakels, NewZealand), sữa tươi (TH True Milk, Việt Nam), sữa đặc (Vinamilk, Việt Nam) và trứng gà (QL, Việt Nam).

2.2. Nội dung nghiên cứu

2.2.1. Khảo sát tỷ lệ bột nấm rom bổ sung vào thành phần nguyên liệu chế biến bánh mì tại công đoạn phối trộn ảnh hưởng đến chất lượng và giá trị cảm quan của bánh mì sandwich

Thí nghiệm được thực hiện với mỗi mẫu 150 gram bột mì số 13. Việc rây bột và phối trộn với bột nấm rom (độ ẩm nằm trong khoảng từ 3 – 6%) được tiến hành lần lượt với tỷ lệ khác nhau (1,2; 1,4; 1,6 và 1,8% w/w) dựa trên khối lượng bột mì, trong đó mẫu đối chứng là mẫu bánh mì không bổ sung bột nấm rom. Các nguyên liệu bao gồm muối (1,8 g tương ứng 1,2% w/w), nấm men (2,4 g tương ứng 1,6% w/w), đường (18 g tương ứng 12% w/w), bơ lạt (18 g tương ứng 12% w/w) (bơ sau khi cân để vào tủ lạnh), sữa đặc (18 g tương ứng 12% w/w), lòng đỏ trứng (20 g tương ứng 13,33% w/w) và sữa tươi (70 mL tương ứng 46,67% w/w). Việc kích men được tiến hành bằng việc phối trộn sữa đặc, sữa tươi, lòng đỏ trứng, nấm men, đường với nhau, khuấy đều. Tiếp theo, bơ được thêm vào và tiến hành nhào bột bằng máy Planetary Mixer (KitchenAid, Mỹ) trong 15 phút, sau đó khối bột được ủ lần 1 trong thời gian 1 giờ ở nhiệt độ phòng 30±2°C. Khối bột được ủ lần 1 được định hình và ủ lần 2, khối bột được mang trở lại nhiệt độ phòng trong 10 phút. Cuộn khối bột và cho vào khuôn (9 x 20 x 9 cm) phết bơ lên bề mặt và nướng ở 180°C trong 30 phút. Các chỉ tiêu khảo sát đánh giá sản phẩm được đo

thông qua độ cứng, độ nở, độ ẩm, các giá trị màu sắc và chỉ tiêu cảm quan để chọn ra các tỉ lệ phối trộn bột nấm rom phù hợp nhất.

2.2.2. Khảo sát tỷ lệ nấm men bổ sung vào thành phần nguyên liệu chế biến bánh mì tại công đoạn phối trộn đến chất lượng và giá trị cảm quan của bánh mì sandwich bổ sung bột nấm rom

Thí nghiệm được thực hiện với mỗi mẫu 150 gram bột mì số 13. Việc rây bột và phối trộn với bột nấm rom lần lượt với tỷ lệ được xác định ở mục 2.2.1 dựa trên khối lượng bột mì. Các tỷ lệ nấm men bổ sung từ (1,4%; 1,6% và 1,8% w/w) được tiến hành khảo sát, quy trình chuẩn bị bột, nhào, ủ (lần 1 và lần 2), định hình và nướng được thực hiện tương tự như mô tả chi tiết tại mục 2.2.1. Các chỉ tiêu khảo sát đánh giá sản phẩm được đo thông qua độ cứng, độ nở, độ ẩm, các giá trị màu sắc và chỉ tiêu cảm quan để chọn ra các tỉ lệ phối trộn nấm men phù hợp nhất.

2.3. Phương pháp phân tích

– Hàm lượng ẩm xác định theo AOAC 950.46.

– Độ cứng của bánh được đo bằng máy đo cấu trúc TA.XT Plus 12013 (UK), với đầu đo SMSP/25, tốc độ đầu đo 3 mm/s, độ biến dạng/độ lún 50%, thời gian giữa các chu kỳ là 5 giây. Bánh mì cần được làm nguội hoàn toàn đến nhiệt độ phòng (thường ít nhất 1 - 2 giờ sau khi nướng) để đảm bảo cấu trúc ổn định. Đối với ruột bánh cắt các mẫu hình khối vuông hoặc trụ có kích thước tiêu chuẩn đường kính 9 mm và chiều cao 9 mm từ phần trung tâm của ruột bánh. Đối với vỏ bánh cắt các mẫu vỏ có kích thước đồng nhất và đo từ phần vỏ bánh.

– Độ nở (%): Việc đo lường thể tích bánh được thực hiện thông qua việc xác định đường kính (D) và chiều cao (H) bánh tính bằng cm. Thể tích được tính bằng công thức $V = \pi \cdot H \cdot R^2$, với R là bán kính (D/2) được tính toán bằng cách xác định thể tích của bánh trước (V_0) và sau (V_1) khi nướng. Khi đó, độ nở (%) của bánh được tính bằng công thức (Pham et al., 2023; Nguyen & Tran, 2025):

$$\text{Độ nở (\%)} = \frac{(V_1 - V_0)}{V_0} \times 100$$

– Giá trị màu L^* , a^* , b^* được xác định bằng máy đo màu (Model WR10, China) sử dụng hệ màu CIELAB. Quá trình đo màu được thực hiện trên vỏ bánh và ruột bánh, với các thông số: L^* (đại diện cho độ sáng từ đen đến trắng), a^* (đại diện cho sắc thái từ xanh lục đến đỏ) và b^* (đại diện cho sắc thái từ xanh dương đến vàng).

– Chỉ số hóa nâu BI được tính theo công thức (Xu et al., 2016):

$$BI = \frac{x-0,31}{0,172} \times 100, x = \frac{a+1,75.L}{5,645.L+a-3,012.b}$$

– Sai biệt màu sắc tổng thể ΔE được tính theo công thức (Saidatul et al., 2013):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

– Phương pháp đánh giá cảm quan (cho điểm) theo TCVN 3215-1979.

2.4. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

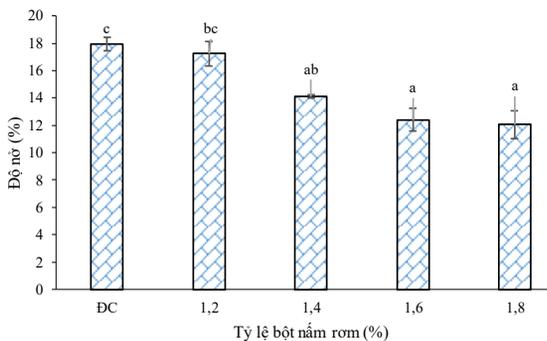
Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên, trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Số liệu được thu nhận và xử lý thống kê thông qua phân tích phương sai ANOVA từ chương trình Statgraphics Centurion 19 để kiểm tra sự khác biệt ý nghĩa giữa các nghiệm thức thông qua LSD (Least Significant Difference); số liệu được tính toán, trình bày dưới dạng trung bình độ lệch chuẩn và đồ thị từ chương trình Microsoft Excel 2016. Kết quả tốt nhất lựa chọn được từ thí nghiệm trước được sử dụng làm điều kiện cố định để tiến hành các thí nghiệm khảo sát tiếp theo.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rơm đến chất lượng của bánh mì sandwich

3.1.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rơm đến độ nở, độ cứng và độ ẩm của sản phẩm

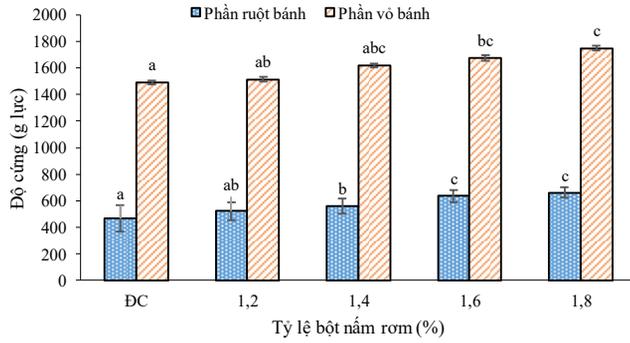
Kết quả đo lường sự thay đổi các tính chất ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rơm đến độ cứng (g lực), độ nở (%) và độ ẩm (%) của bánh mì sandwich bổ sung bột nấm rơm được thể hiện qua Hình 1, Hình 2 và Hình 3.



Hình 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rơm đến độ nở của của bánh mì sandwich

Ghi chú: Dữ liệu được thể hiện dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các giá trị có cùng ký tự trên biểu đồ không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)

Độ nở là một thông số đặc trưng cho chất lượng bánh mì sandwich, được xác định thông qua thể tích riêng của bánh. Độ nở chịu ảnh hưởng bởi các thành phần nguyên liệu và các thông số trong quá trình chế biến (Scheuer et al., 2016). Dựa vào kết quả Hình 1, có thể thấy rằng độ nở của bánh dao động từ 12,05±1,01% đến 17,23±0,88% và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê (p < 0,05). Cụ thể, độ nở của sản phẩm có xu hướng giảm đi khi tỷ lệ bột nấm rơm trong công thức tăng lên cho thấy tỷ lệ bột nấm rơm có ảnh hưởng đáng kể đến độ nở của sản phẩm bánh mì sandwich. Ở các tỷ lệ khảo sát, tỷ lệ 1,2% (12,05±1,01%) có độ nở cao nhất và tỷ lệ 1,8% (17,23±0,88%) có độ nở thấp nhất. Điều này dẫn chứng rằng việc bổ sung bột nấm rơm càng nhiều thì càng gây ảnh hưởng đến khả năng nở của khối bột trong quá trình nướng, dẫn đến sản phẩm có độ nở. Nguyên nhân có thể là do sự hiện diện của các thành phần trong bột nấm rơm như các hợp chất polysaccharide, protein hoặc enzyme đã tác động đến cấu trúc gluten. Cụ thể, chúng có thể tương tác với mạng lưới gluten, làm suy yếu hoặc cản trở sự hình thành và ổn định của cấu trúc này. Ngoài ra, các thành phần này cũng có thể ảnh hưởng đến quá trình tạo khí của men, chẳng hạn như ức chế hoạt động của men hoặc làm thay đổi sản xuất khí. Những tác động kép này đã làm giảm khả năng giữ khí và nở của bánh, dẫn đến việc chỉ tiêu độ nở của bánh bị ảnh hưởng tiêu cực (Nguyen et al., 2024). Theo nghiên cứu của Jiang et al. (2010) đã báo cáo về độ nở của bánh mì khi bổ sung xylanase trong khoảng 2,5 - 5,0 ppm làm tăng 20 - 24,5% so với mẫu đối chứng. Ở nghiên cứu của Pham et al. (2023) cũng cho thấy độ nở của bánh quy bổ sung bột vỏ sấu riêng cũng giảm đáng kể khi tăng tỷ lệ bột bổ sung từ 20 - 30% tương ứng độ nở giảm từ (34,14±0,58 xuống còn 11,41±0,50%). Đồng thời, ở một số sản phẩm tương tự như bánh hamburger bổ sung hạt sen ở các tỷ lệ từ 4 đến 15% bột hạt sen cũng cho thấy độ nở giảm khi tăng các tỷ lệ bột hạt sen cao hơn và độ nở của bánh cũng chỉ dao động trong khoảng từ 4,58±0,0173 đến 4,80±0,017% (Nguyen & Nguyen, 2017). Bánh mì bổ sung bột nấm rơm thường nở kém hơn một số nghiên cứu khác là do lượng xơ cao trong nấm cản trở mạng lưới gluten, làm giảm khả năng giữ khí và khiến bánh kém phồng xốp. Theo Rolland et al. (2002), trong thời gian ủ bột và lên men bột nhào, những biến đổi sinh hóa đã xảy ra trong thành phần carbohydrate và protein của bột mì do hoạt động của vi sinh vật và các enzyme nội sinh. Đồng thời những biến đổi này sinh ra những tác động tích cực đến thể tích bánh (độ nở) và cấu trúc ruột bánh mì (Arendt et al., 2007).

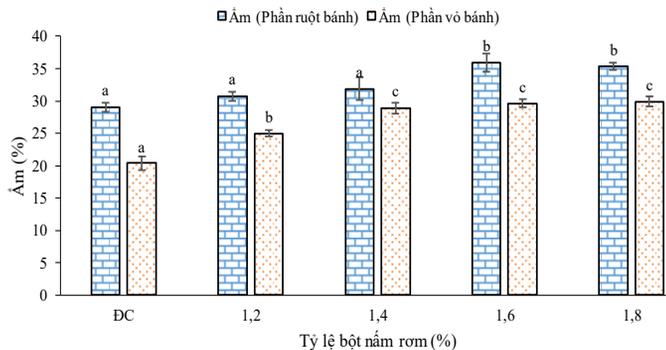


Hình 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rom đến độ cứng của bánh mì sandwich

Ghi chú: Dữ liệu được thể hiện dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các giá trị có cùng ký tự trên biểu đồ không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)

Độ cứng là một trong những thông số đặc trưng cho cấu trúc của các loại bánh nướng bao gồm bánh mì sandwich bổ sung bột nấm rom. Độ cứng là lực cần thiết để làm mẫu biến dạng một mức xác định (Szczeniak, 2002). Dựa trên kết quả nghiên cứu được thể hiện ở Hình 2, độ cứng của bánh cho thấy sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê (p < 0,05) khi tăng tỷ lệ bột nấm rom bổ sung. Độ cứng vỏ và ruột có xu hướng tăng từ tỷ lệ 1,2% đến 1,8%. Cụ thể độ cứng của vỏ bánh ở tỷ lệ 1,2% (1.515,2±68,66 g lực) có độ cứng thấp nhất và ở tỷ lệ 1,8% (1.749,46±39,62 g lực) có độ cứng cao nhất. Đối với độ cứng ruột bánh (p < 0,05) cho thấy sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê, tỷ lệ 1,2% (521,92±16,89 g lực) có độ cứng ruột thấp nhất và ở tỷ lệ 1,8% (661,01±17,28 g lực) có độ cứng ruột cao nhất, cho thấy độ cứng vỏ cao hơn gấp 2,65 lần so với độ cứng ruột ở tỷ lệ bổ sung cao nhất ở tỷ lệ cao nhất là 1,8%. Theo phân tích này, khi bổ sung thêm bột nấm rom thì làm tăng độ cứng của sản phẩm là khi tăng bột nấm hàm lượng gluten trong bột mì giảm dẫn đến độ nở của bánh giảm tạo nên độ cứng tăng. Theo báo

cáo của Lu et al. (2018), khi bổ sung bột các loại nấm khác nhau vào bánh mì, độ cứng của bánh mì bổ sung bột nấm nút trắng được ghi nhận dao động từ 322,17±14,36 g đến 386,53±2,69 g lực. Đối với bánh mì khi bổ sung bột nấm thông (porcini), độ cứng dao động từ 176,28±0,71 g đến 297,41±18,80 g lực. Các kết quả này cho thấy độ cứng của bánh mì bổ sung nấm nút trắng và nấm thông có xu hướng thấp hơn so với độ cứng được ghi nhận trong nghiên cứu hiện tại (với nấm rom). Kết quả của nghiên cứu tương đồng với nghiên cứu của Uysal et al. (2007), nhóm tác giả đã xác định mối tương quan trực tiếp giữa độ cứng của kết cấu và tỷ lệ phần trăm hàm lượng chất xơ được thêm vào sản phẩm bánh đã chế biến. Hàm lượng xơ cao trong bột nấm rom có thể cạnh tranh nước với mạng lưới gluten, khiến mạng lưới gel trở nên khô cứng và kém đàn hồi, dẻo dính. Đây là lý do khiến độ cứng của bánh khi bổ sung bột nấm rom tăng (Topkaya & Isik, 2019). Một phần là do vỏ có độ cứng cao hơn ruột do tiếp xúc trực tiếp với môi trường, nhiệt độ cao của lò nướng tạo phản ứng Maillard và quá trình caramel hóa làm cứng, khô, mất nước lớp vỏ.



Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rom đến độ ẩm của của bánh mì sandwich

Ghi chú: Dữ liệu được thể hiện dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các giá trị có cùng ký tự trên biểu đồ không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)

Kết quả khảo sát ở Hình 3 cho thấy các nghiệm thức với tỷ lệ bột nấm rơm khác nhau có xu hướng tăng độ ẩm bánh mì theo tỷ lệ bột nấm rơm. Khi tỷ lệ bột nấm rơm từ 1,2% đến 1,8%, độ ẩm vỏ và ruột của sản phẩm có xu hướng tăng lên và đều khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Cụ thể, tỷ lệ 1,2% bột nấm rơm có độ ẩm vỏ thấp nhất $24,98 \pm 0,53\%$ và tỷ lệ 1,8% bột nấm rơm có độ ẩm vỏ cao nhất $29,90 \pm 0,78\%$. Ở ruột, tỷ lệ 1,2% bột nấm rơm độ ẩm có mức thấp nhất là $30,74 \pm 0,71\%$ và tỷ lệ bột nấm rơm 1,8%, có độ ẩm cao nhất là $35,35 \pm 0,59\%$. Theo nghiên cứu của Primo-Martin et al. (2006), khi thêm hàm lượng bột có chất xơ vào trong bánh thì hàm ẩm của vỏ bánh sẽ tăng lên. Tương tự, kết quả từ các nghiên cứu khác cũng đã chỉ ra rằng việc bổ sung chất xơ vào sản phẩm nướng có khả năng làm tăng độ ẩm của cả bột nhào và sản phẩm cuối cùng do khả năng giữ nước cao của chúng (Rosell et al., 2007). Theo báo cáo của Lu et al. (2018) cũng chỉ ra rằng độ ẩm của bánh mì bổ sung các loại nấm khác nhau có sự tương đồng đáng kể với bánh mì nấm rơm. Cụ thể, độ ẩm của bánh mì nấm nút trắng dao động từ 28,96% đến 33,35%, nấm thông từ 29,26% đến 31,41%, và nấm hương từ 30,29% đến 36,11%. Những giá trị này nằm trong phạm vi tương tự với độ ẩm của bánh mì nấm rơm (30,74% đến 35,35%), qua đó khẳng định tính phù hợp của nghiên cứu này. Độ ẩm vỏ và độ ẩm ruột đều thể hiện xu hướng tăng tương đồng khi tăng tỷ lệ bột nấm rơm trong công thức chế biến. Vỏ bánh mì sandwich bổ sung bột

nấm rơm có độ ẩm cao hơn so với ruột. Điều này cho thấy bột nấm rơm, với khả năng giữ nước vốn có (Li & Komarek, 2017), đã tác động đến hàm lượng ẩm chung của toàn bộ cấu trúc sản phẩm, từ lớp bề mặt đến phần lõi bên trong. Vấn đề này có thể xuất phát từ sự tương tác trực tiếp hơn của bột nấm rơm với các thành phần cấu tạo lớp vỏ hoặc do ảnh hưởng của nó đến quá trình trao đổi ẩm giữa bề mặt sản phẩm và môi trường xung quanh trong quá trình chế biến và bảo quản. Điều này cho thấy có sự phân bố độ ẩm không đồng đều trong sản phẩm, với phần bên trong (ruột) giữ nước nhiều hơn phần bên ngoài (vỏ). Lớp vỏ với cấu trúc chặt chẽ hơn, có xu hướng giữ ẩm kém hơn so với phần ruột. Hơn nữa, quá trình hấp thụ hoặc giải phóng ẩm trong quá trình chế biến và bảo quản có thể khác nhau giữa bề mặt và bên trong sản phẩm, dẫn đến sự chênh lệch về độ ẩm cuối cùng.

3.1.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rơm đến các giá trị màu sắc của sản phẩm

Kết quả đo lường sự thay đổi các tính chất ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rơm đến màu sắc (L^* , a^* , b^* , BI, ΔE) của bánh mì sandwich bổ sung bột nấm rơm được thể hiện qua Hình 4 và Hình 5. Việc bổ sung bột nấm rơm có tác động đáng kể và có hệ thống đến màu sắc của cả vỏ và ruột bánh mì sandwich, được thể hiện rõ qua các dữ liệu thực nghiệm Hình 5 và hình ảnh thực tế của mẫu qua Hình 4.

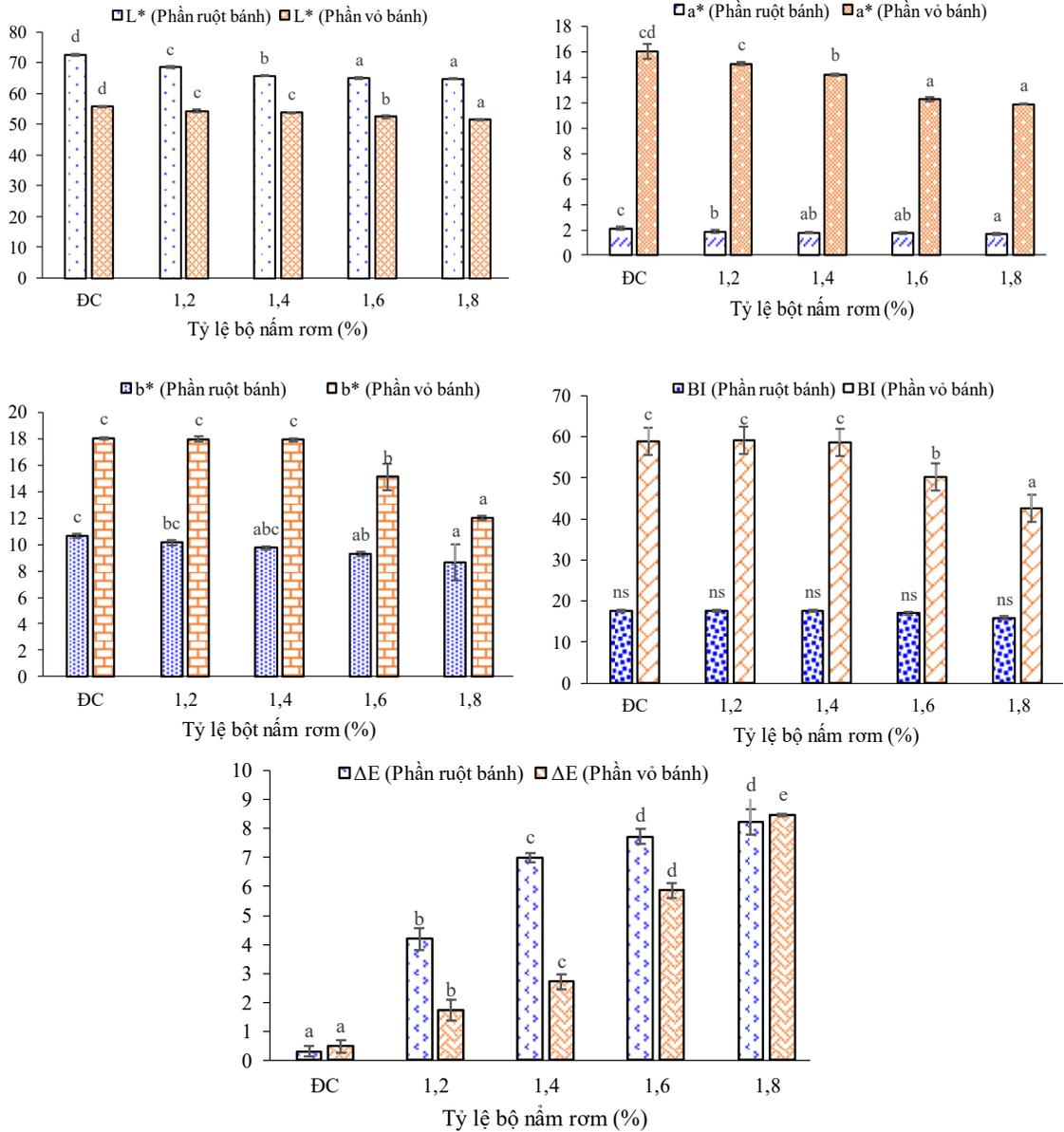


Hình 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rơm đến màu sắc của vỏ và ruột bánh mì sandwich

Ghi chú: A (Đối chứng), B (tỷ lệ 1,2%), C (tỷ lệ 1,4%), D (tỷ lệ 1,6%), E (tỷ lệ 1,8%)

Giá trị L^* (độ sáng) giảm một cách có ý nghĩa thống kê ở cả vỏ và ruột bánh khi tỷ lệ bột nấm rơm tăng lên. Điều này cho thấy sản phẩm trở nên tối màu hơn rõ rệt, từ màu sáng tự nhiên của bánh mì truyền thống sang các tông màu đậm hơn. Cụ thể, mẫu bánh có 1,2% bột nấm rơm cho giá trị L^* cao nhất ở cả vỏ ($54,35 \pm 0,47$) và ruột ($68,47 \pm 0,34$), trong khi mẫu 1,8% cho giá trị thấp nhất ở vỏ ($51,43 \pm 0,13$) và ruột ($64,73 \pm 0,19$). Các nghiên cứu khác cũng chỉ ra rằng việc bổ sung bột nấm thường làm màu sắc bánh mì trở nên sẫm hơn do các sắc tố tự nhiên có trong nấm và sự tương tác với ma trận bột mì (Lee & Kim, 2005). Đặc biệt, tỷ lệ 1,4% bột

nấm rơm ở phần vỏ bánh đã cho thấy sự giảm L^* , nhưng lại khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với mẫu 1,2%, điều này chứng tỏ đây là một ngưỡng mà ở đó bột nấm rơm bắt đầu có tác động làm tối màu một cách rõ rệt. Giá trị a^* của cả vỏ và ruột bánh đều có xu hướng giảm dần khi tăng tỷ lệ bột nấm rơm. Sự giảm a^* ở tỷ lệ 1,4% bột nấm rơm đã được chứng minh là có ý nghĩa thống kê ở cả vỏ và ruột, cho thấy ngay cả một lượng tương đối nhỏ bột nấm rơm cũng đủ để tạo ra sự thay đổi màu sắc đáng chú ý, làm giảm giá trị a^* của sản phẩm.



Hình 5. Ảnh của tỷ lệ bột nấm rom đến các giá trị màu sắc của sản phẩm

Ghi chú: Dữ liệu được thể hiện dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các giá trị có cùng ký tự trên biểu đồ không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)

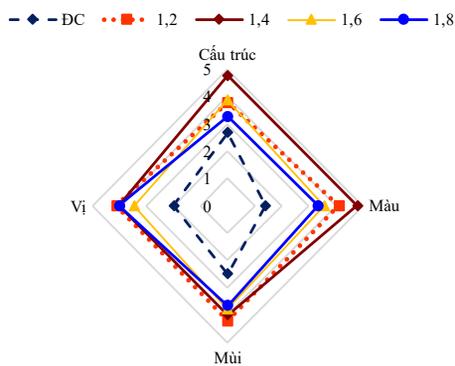
Tương tự, giá trị b* cũng giảm ở cả vỏ và ruột bánh khi tỷ lệ bột nấm rom tăng lên. Sự giảm này trở nên có ý nghĩa thống kê ở các tỷ lệ bột nấm rom cao hơn, đặc biệt là từ 1,6% trở lên, điều này cho thấy sản phẩm bắt đầu mất đi sắc vàng một cách rõ rệt. Đối với vỏ bánh, giá trị b* ở tỷ lệ 1,4% (17,91±0,14) vẫn giúp sản phẩm có màu sắc mong muốn mà vẫn giữ được đặc tính cảm quan tốt. Đối với ruột bánh, mặc dù xu hướng giảm là rõ ràng, sự khác biệt này không phải lúc nào cũng có ý nghĩa

thống kê ở các tỷ lệ thấp hơn. Xu hướng giảm giá trị b* khi bổ sung bột cũng được Topkaya and Isik (2019) ghi nhận trong nghiên cứu của họ.

Chỉ số hóa nâu (BI) có xu hướng giảm ở cả vỏ và ruột bánh. Đối với vỏ bánh, việc bổ sung 1,4% bột nấm rom không làm thay đổi đáng kể mức độ hóa nâu so với ban đầu, cho thấy đây là ngưỡng mà chỉ số BI vẫn được duy trì ổn định. Tuy nhiên, nếu vượt quá tỷ lệ này thì chỉ số BI giảm xuống một cách có ý nghĩa thống kê. Đối với ruột bánh, mặc dù có

xu hướng giảm, sự khác biệt BI không có ý nghĩa thống kê, cho thấy việc bổ sung 1,4% bột nấm rom không gây ra bất kỳ sự gia tăng hoặc giảm sút đáng kể nào về mức độ hóa nâu của lớp ruột bên trong. Ngược lại với các chỉ số trên, giá trị ΔE (tổng sự khác biệt màu sắc) có xu hướng tăng lên đáng kể ở cả vỏ và ruột bánh. Giá trị ΔE càng cao, sự khác biệt màu sắc càng dễ dàng nhận thấy bằng mắt thường (Topkaya & Isik, 2019). Điều này chứng minh rằng việc điều chỉnh tỷ lệ bột nấm rom là một yếu tố hiệu quả để kiểm soát và thay đổi màu sắc của cả vỏ và ruột sản phẩm một cách đáng kể. Tỷ lệ 1,4% cho thấy sự khác biệt màu ít hơn so với các tỷ lệ cao hơn (1,6% và 1,8%), nhưng vẫn có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu đối chứng, nhấn mạnh khả năng điều chỉnh màu sắc. Kết quả các nghiên cứu tổng quan cũng khẳng định rằng bột nấm ảnh hưởng đến màu sắc tổng thể của sản phẩm nướng, bao gồm cả ΔE (Salehi, 2019). Tóm lại, bột nấm rom là một nguyên liệu có tiềm năng lớn trong việc điều chỉnh màu sắc của bánh mì, giúp tạo ra các sản phẩm với độ tối, sắc độ và sự khác biệt màu sắc mong muốn cho cả vỏ và ruột, đồng thời phù hợp với các xu hướng nghiên cứu gần đây về việc bổ sung bột nấm vào thực phẩm nướng.

3.1.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột nấm rom đến các giá trị cảm quan của sản phẩm



Hình 6. Biểu đồ đánh giá cảm quan bánh mì sandwich bổ sung bột nấm rom

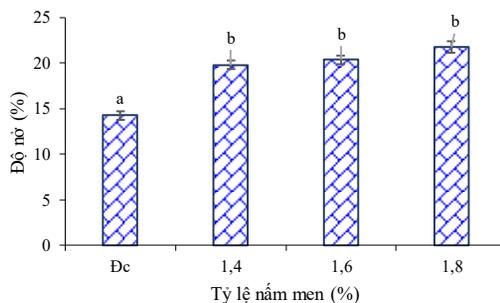
Từ kết quả Hình 6, có thể thấy rõ ràng rằng việc bổ sung bột nấm rom đã tác động đáng kể đến các đặc tính cảm quan của sản phẩm bánh mì. Tỷ lệ 1,4% bột nấm rom nổi bật là tỷ lệ phù hợp, được đánh giá cao nhất về cả cấu trúc và màu sắc, cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các tỷ lệ khác. Điều này biểu thị rằng ở 1,4% bột nấm rom, sản phẩm không chỉ có cấu trúc được ưa thích mà còn sở hữu màu sắc hấp dẫn nhất, được người tiêu dùng đánh giá cao. Về mùi, tỷ lệ 1,2% nhận được điểm cao nhất, nhưng sự khác biệt so với 1,4% là

không đáng kể, cho thấy cả hai tỷ lệ này đều giữ được hương thơm dễ chịu. Đặc biệt, đối với vị, các tỷ lệ 1,2%, 1,4% và 1,8% đều đạt điểm cao, với sự chênh lệch không đáng kể giữa các tỷ lệ bột nấm rom, chứng tỏ hương vị của sản phẩm được duy trì gần như ổn định. Chính vì vậy, có thể khẳng định rằng 1,4% bột nấm rom là tỷ lệ phù hợp nhất để bổ sung vào sản phẩm bánh mì sandwich, mang lại sự cân bằng giữa các đặc tính cảm quan quan trọng.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến chất lượng của bánh mì sandwich bổ sung bột nấm rom

3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến độ nở, độ cứng và độ ẩm của sản phẩm

Từ kết quả trong Hình 7 cho thấy độ nở bánh mì sandwich bổ sung bột nấm rom có xu hướng tăng dần từ tỷ lệ 1,4% đến tỷ lệ 1,8% ($p < 0,05$) cho thấy độ nở có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.



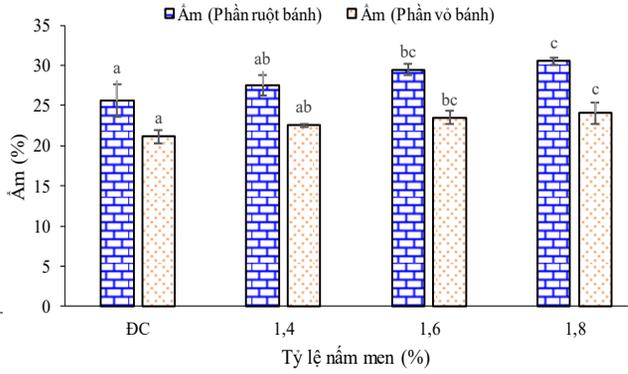
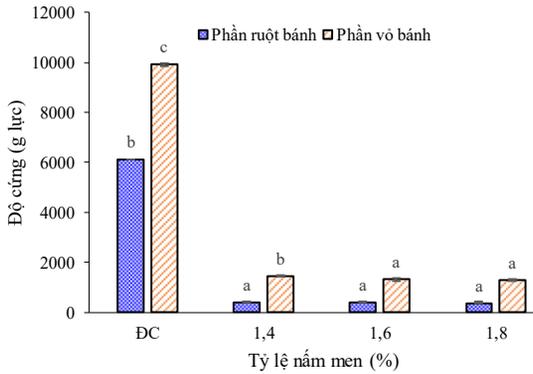
Hình 7. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến độ nở của sản phẩm

Ghi chú: Dữ liệu được thể hiện dưới dạng trung bình \pm độ lệch chuẩn ($n = 3$). Các giá trị có cùng ký tự trên biểu đồ không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Cụ thể, tỷ lệ nấm men 1,8% có độ nở cao nhất ($21,7 \pm 0,63\%$) có thể làm nứt vỏ bánh, mất cân bằng, khó kiểm soát trọng lượng trong quá trình nướng bánh. Ở tỷ lệ nấm men 1,4% ($19,7 \pm 0,46\%$) có độ nở thấp nhất. So với bánh được làm ở tỷ lệ nấm men 1,6%, bánh ở tỷ lệ 1,4% có độ nở thấp hơn, dẫn đến cấu trúc ít xốp hơn, thể tích nhỏ hơn và có khả năng dai hơn. Tuy nhiên, ở tỷ lệ nấm men 1,6% ($20,36 \pm 0,52\%$) cho thấy độ nở không kém hơn quá nhiều so với 1,8% ($21,7 \pm 0,63\%$), nhưng lại có thể mang lại sự cân bằng tốt hơn về độ cứng ruột và giảm thiểu các nguy cơ liên quan đến độ nở quá cao như cấu trúc, khô và hương vị không mong muốn. Kết quả từ nghiên cứu của Thuy et al. (2023) đã chỉ ra hiệu quả vượt trội của nấm men trong việc tăng độ nở bánh mì sandwich, với mức tăng từ 5,23 lần lên 5,34 lần khi hàm lượng men được nâng từ 0,3% lên 0,5%. Đồng thời, kết quả nghiên cứu của

Nguyen et al. (2022) đã báo cáo khi tăng tỷ lệ levain (men con) thì độ nở cũng có xu hướng tăng và dao động trong khoảng (1,85 - 2,25 mL/g) tương ứng tăng lên khoảng 21,62%. Kết quả khảo sát của nghiên cứu được ghi nhận với hàm lượng nấm men (từ 1,4% đến 1,8%), độ nở của bánh đạt từ 1,39 lần đến 1,53 lần so với mẫu đối chứng. Sự khác biệt này

có thể được lý giải bởi ảnh hưởng của các thành phần nguyên liệu bổ sung, đặc biệt là nấm rom, vốn tác động đến khả năng lên men và trương nở tổng thể của bánh mì. Độ nở của bánh phụ thuộc vào nhiều yếu tố: nhiệt độ, thời gian lên men, tỉ lệ nấm men và thành phần nguyên liệu bổ sung trong quá trình lên men (Pham et al., 2023; Nguyen, 2020).



Hình 8. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến cứng và độ ẩm của sản phẩm

Ghi chú: Dữ liệu được thể hiện dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các giá trị có cùng ký tự trên biểu đồ không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)

Độ cứng vỏ và ruột bánh khi bổ sung các tỷ lệ nấm men khác nhau cho thấy sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê (p < 0,05). Độ cứng vỏ và ruột của bánh mì sandwich bổ sung bột nấm rom có xu hướng giảm dần khi tỷ lệ nấm men tăng lên. Cụ thể, ở tỷ lệ 1,4% (1.456,60±22,2 g lực) có độ cứng vỏ cao nhất, tỷ lệ 1,8% (1.275,15±44,61 g lực) là thấp nhất. Đồng thời độ cứng của ruột bánh cũng cho kết quả tương ứng, tuy nhiên ở các tỷ lệ nấm men bổ sung từ 1,4 đến 1,8% cũng có xu hướng độ cứng giảm nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê (P > 0,05). Việc bổ sung tỷ lệ nấm men 1,4% thì độ cứng vỏ và ruột còn khá cao. Tỷ lệ nấm men tiếp tục được tăng lên 1,6% và 1,8%, độ cứng vỏ và ruột giảm xuống tuy nhiên lại không có khác biệt đáng kể về mặt ý nghĩa thống kê cho nên về mặt kinh tế thì tỷ lệ 1,6% là lựa chọn thích hợp nhất. Kết quả báo cáo của Nguyen et al. (2022) cũng cho thấy khi tăng các tỷ lệ nấm men từ 10 đến 30% ở cùng một mức độ ủ, độ cứng cũng có xu hướng giảm từ (854,52 xuống còn 379,33 g lực). Kết quả của nghiên cứu cũng tương đồng với báo cáo được thực hiện bởi Cauvain et al. (2007) tác giả cho thấy rằng có mối tương quan trực tiếp giữa độ cứng của kết cấu và tỷ lệ phần trăm nấm men được thêm vào sản phẩm bánh đã chế biến. Việc thêm nhiều nấm men thúc đẩy quá trình lên men mạnh mẽ hơn, dẫn đến sự gia tăng khí CO₂, thay đổi cấu trúc gluten và có thể ảnh hưởng đến độ ẩm, góp phần tạo ra một cấu trúc bánh xốp, mềm mại hơn, làm giảm độ cứng của

vỏ bánh. Lớp vỏ bên ngoài của sản phẩm có cấu trúc cứng cáp hơn nhiều so với phần bên trong do quá trình nướng làm mất nước và tạo phản ứng Maillard, caramel hóa (Baik & Chinachoti, 2005). Vì vậy, độ cứng ruột luôn thấp hơn đáng kể so với độ cứng vỏ ở tất cả các tỷ lệ nấm men được khảo sát. Đây là lý do khiến độ cứng của bánh khi bổ sung nấm men giảm, bởi nấm men thúc đẩy quá trình lên men, tạo ra khí CO₂, làm cho cấu trúc ruột bánh trở nên xốp và mềm hơn (Sefa-Dedeh et al., 2004).

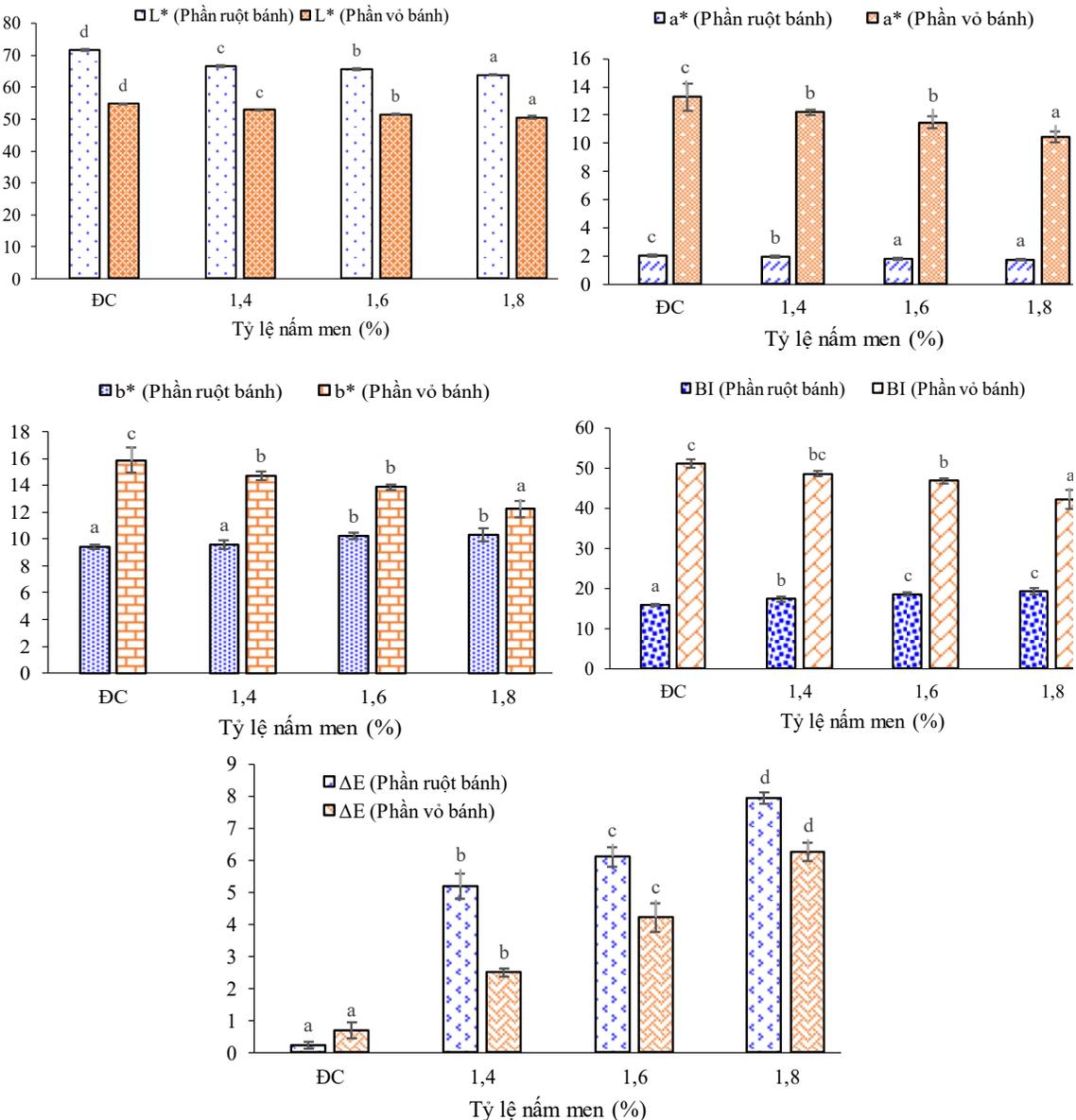
Từ kết quả phân tích Hình 8, cho thấy độ ẩm vỏ và ruột có xu hướng tăng dần từ tỷ lệ 1,4% đến tỷ lệ 1,8% nấm men. Đối với độ ẩm vỏ không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê (P > 0,05), còn độ ẩm ruột có sự khác biệt ý nghĩa thống kê (p < 0,05). Cụ thể, độ ẩm vỏ ở tỷ lệ 1,4% nấm men (22,53±0,2) thấp nhất, tỷ lệ 1,8% nấm men có độ ẩm vỏ (24,05±2,78) cao nhất. Riêng đối ruột bánh, tỷ lệ 1,4% (27,53±1,30) có độ ẩm thấp nhất, ở tỷ lệ 1,8% (30,52±0,42) có độ ẩm cao nhất. Tuy nhiên, tỷ lệ 1,4% có độ ẩm vỏ và ruột thấp hơn tỷ lệ 1,6%, 1,8%, nên lớp vỏ và ruột bánh sẽ khô, cứng hơn so với 2 tỷ lệ còn lại. Còn ở tỷ lệ 1,8% có độ ẩm vỏ và ruột khá cao, cấu trúc không ổn định, khó bảo quản. Vì vậy, việc chọn độ ẩm vỏ và ruột ở tỷ lệ 1,6% nấm men là phù hợp nhất. Theo nghiên cứu của Nguyen et al. (2022), khi tăng các tỷ lệ nấm men lên cao hàm lượng ẩm của sản phẩm cũng có xu hướng tăng từ (41,12 lên đến 42,51 %) khi tăng từ 10 đến 30% nấm men bổ sung. Theo Wei et al. (2025) có đề cập

đến việc nấm men và vi khuẩn lactic tạo ra các sản phẩm trao đổi chất như acid hữu cơ, ethanol và carbon dioxide trong quá trình lên men ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Những chất này có thể ảnh hưởng đến cấu trúc và tính chất của bột nhào, từ đó tác động đến quá trình hình thành và độ ẩm của vỏ bánh trong quá trình nướng. Theo nghiên cứu của **Cauvain et al. (2007)**, quá trình lên men và vai trò của nấm men trong việc tạo ra khí CO₂ đã được mô

tả chi tiết, làm nở bột và hình thành cấu trúc xốp của bánh.

3.2.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến các giá trị màu sắc của sản phẩm

Kết quả phân tích màu sắc vỏ bánh mì sandwich cho thấy sự biến đổi đáng kể ở các chỉ số màu sắc (L*, a*, b*, BI, ΔE) khi tỷ lệ nấm men trong công thức thay đổi được trình bày trong Hình 9.



Hình 9. Ảnh của tỷ lệ nấm men đến các giá trị màu sắc của sản phẩm

Ghi chú: Dữ liệu được thể hiện dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Các giá trị có cùng ký tự trên biểu đồ không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)

Kết quả phân tích màu sắc của cả vỏ và ruột bánh mì sandwich bổ sung bột nấm rơm cho thấy sự biến

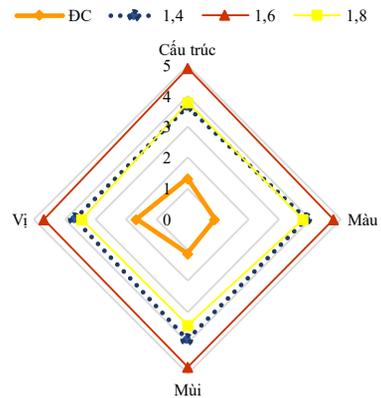
đổi rõ rệt và có hệ thống theo tỷ lệ nấm men được bổ sung. Đối với **vỏ bánh mì**, việc tăng tỷ lệ nấm

men (từ 1,4% đến 1,8%) làm giảm đáng kể giá trị L^* , a^* và b^* , khiến vỏ bánh tối hơn và mất đi sắc vàng. Cụ thể, tỷ lệ 1,6% nấm men cho giá trị L^* ($51,52 \pm 0,27$), a^* ($11,48 \pm 0,41$) và b^* ($13,87 \pm 0,19$) được đánh giá là phù hợp nhất, duy trì được màu sắc mong muốn. Điều này phù hợp với các nguyên tắc cơ bản của quá trình làm bánh, nơi nấm men đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra các tiền chất cho phản ứng Maillard và caramel hóa, hai quá trình chính tạo màu nâu trên vỏ bánh khi nướng (Martins et al., 2001). Chỉ số hóa nâu BI của vỏ bánh có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ nấm men, trong đó 1,6% ($46,81 \pm 0,68$) không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với 1,4%, cho thấy sự ổn định về mức độ hóa nâu. Ngược lại, giá trị ΔE (tổng độ khác biệt màu sắc) tăng đáng kể khi tỷ lệ nấm men tăng (từ $2,49 \pm 0,11$ ở 1,4% lên $6,25 \pm 0,22$ ở 1,8%), cho thấy sự thay đổi màu sắc vỏ bánh dễ nhận thấy hơn.

Tương tự, đối với ruột bánh mì, việc tăng tỷ lệ nấm men cũng dẫn đến ruột bánh tối hơn. Giá trị L^* của ruột bánh giảm đáng kể khi tỷ lệ nấm men tăng (từ $66,53 \pm 0,38$ ở 1,4% xuống $63,84 \pm 0,12$ ở 1,8%), trong đó 1,4% nấm men cho giá trị L^* phù hợp nhất ($66,53 \pm 0,38$). Giá trị a^* của ruột bánh cũng có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ nấm men (từ $1,92 \pm 0,05$ ở 1,4% xuống $1,72 \pm 0,03$ ở 1,8%), với 1,6% nấm men ($1,78 \pm 0,05$) tác động làm giảm a^* một cách rõ rệt. Giá trị b^* của ruột bánh có xu hướng tăng nhẹ nhưng không có ý nghĩa thống kê (từ $9,57 \pm 0,34$ ở 1,4% đến $10,32 \pm 0,46$ ở 1,8%), với 1,6% ($10,21 \pm 0,23$) được xem là phù hợp nhất để duy trì màu sắc mong muốn. Chỉ số hóa nâu BI của ruột bánh có xu hướng tăng (từ $17,31 \pm 0,67$ ở 1,4% đến $19,22 \pm 0,83$ ở 1,8%), trong đó 1,6% ($18,52 \pm 0,34$) không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với 1,8%. Cuối cùng, giá trị ΔE của ruột bánh tăng rõ rệt khi tăng tỷ lệ nấm men (từ $5,18 \pm 0,39$ ở 1,4% đến $7,92 \pm 0,16$ ở 1,8%). Giá trị ΔE càng cao cho thấy sự khác biệt màu sắc ruột càng lớn (Topkaya & Isik, 2019). Điều này cũng tương tự với các nghiên cứu khác chỉ ra rằng việc bổ sung các loại bột hoặc phụ gia có màu sẫm có thể ảnh hưởng đến màu sắc tổng thể của sản phẩm nướng (Maskan, 2001).

3.2.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm men đến các giá trị cảm quan của sản phẩm

Để chọn được tỷ lệ nấm men phù hợp để bổ sung vào bánh mì, ngoài việc đánh giá chất lượng sản phẩm dựa vào độ nở (%), độ cứng (g lực), độ ẩm (%), giá trị màu sắc (L^* , a^* , b^* , BI, ΔE) thì còn dựa vào chỉ tiêu đánh giá cảm quan.



Hình 10. Giản đồ đánh giá cảm quan các tỷ lệ nấm men đến bánh mì sandwich nấm rom

Từ kết quả thống kê Hình 10 về đánh giá cảm quan, mẫu bánh mì sandwich bổ sung 1,6% nấm men nổi bật với điểm số cao nhất ở hầu hết các chỉ tiêu, bao gồm cấu trúc, màu sắc, mùi và vị (đều lớn hơn 4,6 điểm). Ở tỷ lệ 1,4% và 1,8% bánh mì sandwich có các chỉ tiêu cảm quan kém hơn so với mẫu 1,6% ở hầu hết các chỉ tiêu đánh giá. Dựa trên kết quả đánh giá cảm quan, cùng với các yếu tố như độ nở, độ cứng vỏ - ruột, độ ẩm vỏ - ruột và giá trị màu sắc, có thể kết luận rằng tỷ lệ 1,6% nấm men là phù hợp nhất để bổ sung vào bánh mì sandwich, và đây sẽ là thông số được lựa chọn cho các thí nghiệm tiếp theo.

4. KẾT LUẬN

Dựa trên phân tích toàn diện các số liệu về độ cứng, độ nở, độ ẩm, màu sắc và kết quả đánh giá cảm quan, tỷ lệ phù hợp nhất của các nguyên liệu bổ sung cho bánh mì sandwich nấm rom đã được xác định trong nghiên cứu. Cụ thể, bột nấm rom ở tỷ lệ 1,4% và nấm men ở tỷ lệ 1,6% mang lại kết quả tốt nhất. Với các thông số này, sản phẩm đạt được độ nở, độ cứng vỏ và ruột, cùng độ ẩm phù hợp; đồng thời, các chỉ số màu sắc và chất lượng cảm quan cũng được đánh giá cao nhất. Do đó, các tỷ lệ này sẽ là thông số cơ bản cho các thí nghiệm tiếp theo, bao gồm việc nghiên cứu nhiệt độ và thời gian nướng bánh để đạt được màu sắc và cấu trúc lý tưởng, cũng như xác định điều kiện bảo quản bánh nhằm kéo dài thời hạn sử dụng và duy trì chất lượng ổn định. Việc tiếp tục nghiên cứu các yếu tố này sẽ giúp hoàn thiện quy trình sản xuất và tạo ra sản phẩm bánh mì sandwich nấm rom chất lượng cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Ahlawat, O. P., & Singh, R. D. (2016). Vitamin D profile of *Volvariella volvacea* and *Agaricus bisporus* after exposing their fresh fruit bodies to UV light (254 nm) for different duration. *Journal of Applied & Natural Science*, 8(2), 978–983. <https://doi.org/10.31018/jans.v8i2.922>
- Arendt, E. K., Ryan, L. A., & Dal Bello, F. (2007). Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 24(2), 165-174. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.011>
- Baik, B. K., & Chinachoti, P. (2005). Bread staling: A review. *Journal of Cereal Science*, 41(3), 329-340. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.02.001>
- Cauvain, S. P., Young, L. S., & Pateras, I. M. (2007). Bread spoilage and staling. In S. P. Cauvain & L. S. Young (Eds.), *Technology of breadmaking* (2nd ed., pp. 275-298). Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-38565-7_10
- Gebremeskel, S., Garcia-Oliveira, A. L., Menkir, A., Adetimirin, V., & Gedil, M. (2017). Effectiveness of predictive markers for marker assisted selection of pro-vitamin a carotenoids in medium-late maturing maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *Journal of Cereal Science*, 79, 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.09.001>
- Guerzoni, M. E., & Corbo, M. R. (2008). Lactic acid bacteria and yeasts in sourdough fermentation. In P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, J. C. Cogan, & T. P. Guinee (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (3rd ed., Vol. 2, pp. 291-324). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012263653-0/50012-X>
- Jiang, Z., Cong, Q., Yan, Q., Kumar, N., & Du, X. (2010). Characterisation of a thermostable xylanase from *Chaetomium* sp. and its application in Chinese steamed bread. *Food Chemistry*, 120(2), 457-462. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.038>
- Lee, S. M., & Kim, Y. S. (2005). Effect of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Powder on Bread Quality. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 37(6), 840-845. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2005.37.6.840>
- Li, J., Wang, S., & Zhang, Y. (2019). Effects of mushroom (*Lentinula edodes*) powder on the dough rheology and quality of steamed bread. *Food Chemistry*, 297, 124976. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.124976>
- Li, Y. O., & Komarek, A. R. (2017). Dietary fibre basics: Health, nutrition, analysis, and applications. *Food Quality and Safety*, 1(1), 47-59. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx007>
- Lu, X., Brennan, M. A., Serventi, L., & Brennan, C. S. (2018). Incorporation of mushroom powder into bread dough—effects on dough rheology and bread properties. *Cereal Chemistry*, 95(3), 418-427. <https://doi.org/10.1002/cche.10043>
- Martins, S. I. F. S., van Boekel, M. A. J. S., & van Berkel, L. (2001). Maillard Reaction: Chemistry and implications in food science and nutrition. In L. E. M. L. Van den Bergh, & R. W. White (Eds.), *Progress in Food Research: Food Science and Nutrition* (Vol. 5, pp. 109-172). Elsevier Science B.V.
- Maskan, M. (2001). The effect of heating on the color properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. *Journal of Food Engineering*, 48(2), 115-119. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00155-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00155-2)
- Nguyen, C. D., & Nguyen, T. B. L. (2017). Effect of lotus seed and basis processing conditions on hamburger quality. *Can Tho University Journal of Science*, (49), 18–26 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2017.018>
- Nguyen, H. K. N. (2020). The effects of *Saccharomyces cerevisiae* yeast rate and fermentation time on the quality of Vietnamese sponge cake. *Journal of Industry and Trade*, (21), 32–37 (in Vietnamese).
- Nguyen, K. D., Ngo, M. T., Nguyen, V. B., & Hoang, P. T. (2024). Study on the effect of supplementing pomegranate peel powder on cupcake quality. *Journal of Science and Technology, Ho Chi Minh City University of Industry*, 24(4), 77–86 (in Vietnamese).
- Nguyen, T. M. H., & Tran, H. D. (2025). Effect of replacing Saccharose sugar with Trehalose on the properties of sponge cake and cookies. *Journal of Science and Technology, Ho Chi Minh City University of Industry*, (73), 4753 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.46242/jstih.v73i1.4753>
- Nguyen, T. T. T., & Nguyen, N. M. P. (2017). Improving of bread quality from frozen dough using ascorbic acid and α -amylase. *CTU Journal of Innovation and Sustainable Development*, (06), 121-126. <https://doi.org/10.22144/ctu.jen.2017.035>
- Pham, H. P., Ngo, T. M. L., Huynh, L. X. A., & Tran, T. T. (2023). Study on the supplementation of durian peel powder of Ri6 variety (*Durio zibethinus* Murr.) in biscuit processing. *Can Tho University Journal of Science*, 59(4), 124–132 (in Vietnamese). <https://doi.org/10.22144/ctujos.2023.170>
- Primo-Martin, C., Van de Pijpekamp, A., Van Vliet, T., De Jongh, H. H. J., Plijter, J. J., & Hamer, R. J. (2006). The role of the gluten network in the crispness of bread crust. *Journal of Cereal*

- Science*, 43(3), 342-352.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.12.007>
- Rolland, F., Moore, B., & Sheen, J. (2002). Sugar sensing and signaling in plants. *The plant cell*, 14(1), S185-S205.
<https://doi.org/10.1105/tpc.010455>
- Rosell, C. M., Santos, E., & Collar, C. (2007). Effect of fibre enrichment on dough rheology and bread quality. *European Food Research and Technology*, 225(1), 77–85.
<https://doi.org/10.1007/s00217-006-0373-1>
- Roy, A., Prasad, P., & Gupta, N. (2014). *Volvariella volvacea*: A macrofungus having nutritional and health potential. *Asian Journal of Pharmacy and Technology*, 4(2), 110–113.
- Saidatul, S. W. K. W., Noriham, A., Zainal, S., Khairusy, S. Z., and Nurain, A. (2013). Impact of Non-thermal processing on antioxidant activity, phenolic content, ascorbic acid content and color of winter melon puree. *International Food Research Journal*, 20(2), 633-638.
- Salehi, F. (2019). Characterization of different mushrooms powder and its application in bakery products: A review. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1375-1385.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1650765>
- Scheuer, P. M., Luccio, M. D., Zibetti, A. W., de Miranda, M. Z., & de Francisco, A. (2016). Relationship between instrumental and sensory texture profile of bread loaves made with whole-wheat flour and fat replacer. *Journal of Texture Studies*, 47(1), 14-23.
<https://doi.org/10.1111/jtxs.12155>
- Sefa-Dedeh, S., Cornelius, E., & Sakyi-Dawson, E. (2004). Effect of yeast on the rheological properties and microstructure of dough and quality of bread from wheat-sweet potato composite flour. *Food Research International*, 37(6), 577-583.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.01.008>
- Steffenson, B., Mehus, J., & Walker, M. L. (2017). Genetic diversity and phenotypic variation in *Saccharomyces cerevisiae* from bread dough. *Journal of Applied Microbiology*, 122(6), 1469–1479. <https://doi.org/10.1111/jam.13444>
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4), 215-225. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)
- Pyler, E. J., & Gorton, L. A. (2008). *Baking Science & Technology* (4th ed.). Sosland Publishing Company.
- Thuy, N. M., Xuyen, H. B. B., Van Thanh, N., Giau, T. N., Tien, V. Q., & Van Tai, N. (2023). Influence of Gac aril, yeast, and sugar in high-quality sandwich bread making. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 11(3), 180-186.
<https://doi.org/10.7324/JABB.2023.113285>
- Nguyen, N. T. T., Le, L. V., & Tran, T. M. (2022). Study on the making process of sourdough from fermented pineapple juice and application in bread making. *Can Tho University Journal of Science*, 58(2), 194-204 (in Vietnamese).
<https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2022.049>
- Topkaya, C., & Isik, F. (2019). Effects of pomegranate peel supplementation on chemical, physical, and nutritional properties of muffin cakes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(6), e13868.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13868>
- Uysal, H., Bilgiçli, N., Elgün, A., İbanoğlu, Ş., Herken, E. N., & Demir, M. K. (2007). Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 1074-1078.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.12.019>
- Wang, Z., & Chen, J. (2018). Proximate composition, mineral content, and amino acid profiles of selected edible mushrooms from China. *Food Science and Biotechnology*, 27(5), 1409–1416. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0402-9>
- Wei, L., Van Beeck, W., Hanlon, M., DiCaprio, E., & Marco, M. L. (2025). Lacto-Fermented Fruits and Vegetables: Bioactive Components and Effects on Human Health. *Annual Review of Food Science and Technology*, 16, 289-314.
<https://doi.org/10.1146/annurev-food-052924-070656>
- Xu, F., He, S. Z., Chu, Z., Zhang, Y. J. and Tan, L. H. 2016. Effects of heat treatment on polyphenol oxidase activity and textural properties of jackfruit bulb. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(5), 943 - 949.