

Ứng dụng chuối chín ở các cấp độ khác nhau trong sản xuất bánh mì

Hà Thị Dung^{1*}, Nguyễn Thùy Linh¹, Khuất Thị Minh Tâm¹, Vũ Phương Lan¹,
Trần Ý Đoan Trang², Cao Thị Huệ³

¹Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, 298 Cầu Diễn, phường Tây Tựu, Hà Nội, Việt Nam

²Viện Công nghệ HaUI, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, 298 Cầu Diễn, phường Tây Tựu, Hà Nội, Việt Nam

³Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy Lợi, 175 Tây Sơn, phường Kim Liên, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 27/7/2025; ngày chuyển phản biện 8/8/2025; ngày nhận phản biện 25/8/2025; ngày chấp nhận đăng 28/8/2025

Tóm tắt:

Chuối là loại quả phổ biến tại Việt Nam nhưng có tỷ lệ tổn thất sau thu hoạch cao do chín nhanh và khó bảo quản khi chín. Nghiên cứu này nhằm ứng dụng chuối tiêu (*Musa acuminata* AAA var. Cavendish) ở ba mức chín khác nhau dựa trên chỉ số màu vỏ (Peel Colour Index - PCI): PCI 6 (vỏ chín vàng), PCI 7 (vỏ có một vài đốm đen - chín trứng cuốc) và PCI 7+ (trên 80% vỏ bị thâm đen) vào sản xuất bánh mì ngọt và đánh giá ảnh hưởng của mức độ chín của chuối đến chất lượng bánh. Chuối được nghiền thành puree và thêm vào công thức bánh mì ngọt. Puree chuối và các mẫu bánh được đánh giá chỉ tiêu hóa lý (độ ẩm, pH, đường tổng, axit tổng, thể tích riêng) và cảm quan. Kết quả cho thấy, chuối ở mức chín PCI 7 có độ ẩm và hàm lượng đường cao hơn, trong khi độ axit giảm so với chuối chín PCI 6. Trong đó, chuối chín PCI 7 giúp bánh mì có màu sắc hấp dẫn, mùi vị chuối đặc trưng, cấu trúc xốp nhẹ và đạt điểm cảm quan cao nhất (8/9 điểm - rất thích). Kết quả cho thấy, trong điều kiện thí nghiệm, chuối chín PCI 7 là nguyên liệu tiềm năng cho chế biến thực phẩm, góp phần nâng cao giá trị nông sản và giảm thiểu tổn thất sau thu hoạch.

Từ khóa: bánh mì, cảm quan, chỉ tiêu hóa lý, chuối tiêu, độ chín.

Chỉ số phân loại: 2.10, 2.11, 4.1

Utilisation of bananas at different ripening stages in bread making

Thi-Dung Ha^{1*}, Thuy Linh Nguyen¹, Thi Minh Tam Khuat¹, Phuong Lan Vu¹, Y Doan Trang Tran², Thi Hue Cao³

¹Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry, 298 Cau Dien Street, Tay Tuu Ward, Hanoi, Vietnam

²HaUI Institute of Technology, Hanoi University of Industry, 298 Cau Dien Street, Tay Tuu Ward, Hanoi, Vietnam

³Faculty of Chemistry and Environment, Thuyloi University, 175 Tay Son Street, Kim Lien Ward, Hanoi, Vietnam

Received 27 July 2025; revised 25 August 2025; accepted 28 August 2025

Abstract:

Bananas are a popular fruit in Vietnam but experience high post-harvest losses due to rapid ripening and limited storability after ripening. This study aimed to investigate the use of Cavendish bananas (*Musa acuminata* AAA var. Cavendish) at three ripeness levels based on the peel colour index (PCI): PCI 6 (yellow ripe peel), PCI 7 (fully ripe bananas with scattered spots on the peel), and PCI 7+ (over 80% of the peel blackened) in sweet bread production, and evaluate the effects of banana ripeness on bread quality. Bananas were processed into a purée and incorporated into sweet bread formulation. Banana purée and bread samples were evaluated for physicochemical properties (moisture content, pH, total sugar, total acidity, and specific volume) as well as sensory attributes. The results showed that PCI 7 ripe bananas at higher ripeness levels had greater moisture and sugar contents, whereas acidity decreased than that of PCI 6 ripe bananas. In particular, bread with PCI 7 ripe bananas has attractive colour, a distinctive banana flavour, a light and spongy structure, and achieve the highest liking score (8/9 points, corresponding to “liked very much”). The results indicated that PCI 7 ripe bananas, under experimental conditions, represent a potential ingredient for food processing, contributing to increasing the value of agricultural products and minimising post-harvest losses.

Keywords: banana, bread, physicochemical properties, ripeness level, sensory attributes.

Classification numbers: 2.10, 2.11, 4.1

*Tác giả liên hệ: Email: dunght1@haui.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Chuối (*Musa spp.*) là một trong những loại trái cây nhiệt đới phổ biến nhất trên thế giới, đóng vai trò quan trọng trong an ninh lương thực và phát triển kinh tế tại nhiều quốc gia, bao gồm Việt Nam [1]. Tuy nhiên, đặc điểm dễ chín nhanh và khó bảo quản sau khi chín khiến chuối trở thành một trong những loại trái cây có tỷ lệ tổn thất sau thu hoạch cao [2]. Trong đó, chuối chín quá độ (chín cấp độ 7 trở lên theo thang đo màu của vỏ PCI - với vỏ bắt đầu có đốm thâm đen, thịt quả mềm thường bị loại bỏ khỏi chuối cung ứng tiêu dùng do không phù hợp thị hiếu người tiêu dùng [3, 4]. Ước tính, khoảng 8-20% tổng sản lượng chuối bị lãng phí ở giai đoạn này, tương đương khoảng 100 kg chất thải trên mỗi tấn chuối sản xuất [5].

Mặt khác, nghiên cứu cho thấy, chuối chín quá độ vẫn giữ giá trị dinh dưỡng cao, chứa nhiều vitamin C, khoáng chất (K, Na, Mg), các hoạt chất có hoạt tính sinh học cao như polyphenols, flavonoids và đường tự nhiên (sucrose, fructose và glucose) [6]. Hàm lượng đường trong chuối tăng gấp 7-10 lần khi chín nhờ quá trình thủy phân tinh bột [6, 7]. Điều đó mở ra tiềm năng tận dụng loại nguyên liệu này làm chất tạo ngọt tự nhiên trong chế biến thực phẩm. Việc ứng dụng chuối chín quá độ vào thực phẩm như bánh mì ngọt không chỉ giúp giảm thiểu lãng phí thực phẩm, mà còn nâng cao giá trị sử dụng của nông sản, phù hợp với mục tiêu phát triển thực phẩm bền vững và kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp.

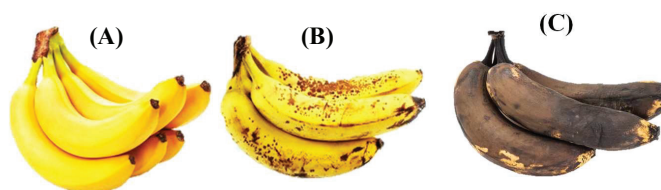
Bánh mì là một trong những thực phẩm có từ lâu đời và được tiêu thụ rộng rãi trên toàn thế giới, với mức tiêu thụ trung bình từ 59 đến 70 kg mỗi năm trên đầu người [8]. Trong chế biến bánh mì, đường kính trắng thường được sử dụng như nguyên liệu tạo ngọt và hỗ trợ quá trình lên men. Việc sử dụng hàm lượng đường có sẵn trong chuối chín tự nhiên để chế biến thực phẩm không chỉ góp phần giảm phụ thuộc vào đường tinh luyện, mà còn nâng cao hàm lượng dinh dưỡng và hương vị tự nhiên cho sản phẩm. Trong những năm gần đây, trong nước có nhiều nghiên cứu hơn về ứng dụng chuối chín trong chế biến thực phẩm như rượu chuối [9], chuối sấy dẻo [10], nước chuối [11], nhưng các công bố về ứng dụng chuối chín trong chế biến các loại bánh còn hạn chế.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung puree chuối ở các mức độ chín khác nhau đến chỉ tiêu hóa lý và cảm quan của bánh mì. Kết quả thu được có thể đóng góp vào việc phát triển các sản phẩm thực phẩm thân thiện với môi trường, nâng cao giá trị gia tăng cho chuối - một nông sản bản địa - đồng thời góp phần giảm thiểu lãng phí thực phẩm trong chuỗi cung ứng nông nghiệp.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên vật liệu sử dụng

Nghiên cứu sử dụng chuối tiêu (*Musa acuminata* AAA var. Cavendish) được thu mua tại chợ đầu mối Bắc Từ Liêm, Hà Nội. Chuối được thu mua tại thời điểm đạt độ chín vỏ vàng PCI 6 (A) theo phân loại màu sắc của vỏ và tiếp tục để chín tới các độ chín vỏ trũng cuống PCI 7 (B) và chín vỏ thâm đen PCI 7+ (C) (hình 1). Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng sử dụng các nguyên liệu khác để làm bánh mì như bột mì số 11 (Interflour, Việt Nam), đường kính trắng (Việt Nam), sữa đặc (Vinamilk, Việt Nam), trứng gà (Việt Nam), bơ (Anchor, New Zealand), muối hạt nhỏ (Visaco Mặt trời, Việt Nam), dầu ăn (Tường An, Việt Nam), nấm men khô (Mauripan, Việt Nam).



Hình 1. Chuối tiêu ở các mức độ chín khác nhau: PCI 6 chín vỏ vàng (A); PCI 7 chín vỏ trũng cuống (B) và PCI 7+ chín vỏ thâm đen (C).

2.2. Công thức chế biến

Công thức chế biến bánh mì ngọt: 2 g men nở được hoạt hóa với 50 ml nước ấm, 15 g đường tinh luyện trong 10 phút. Sau khi men được hoạt hóa, hỗn hợp được trộn đều với 100 g bột mì, 0,5 g muối ăn, 7,5 g sữa đặc có đường, 2,5 g dầu ăn, 16 g trứng gà, 0,15 g axit ascorbic với máy trộn bột đa dụng Philips HR3750/00 cho tới khi bột đồng nhất. Tiếp tục chia bột thành các khối nhỏ theo kích thước khuôn bánh và được ủ trong 50 phút. Sau khi khối bột đã nở phồng, tiếp tục nướng với chế độ nhiệt độ lò trên 160°C và nhiệt độ lò dưới 140°C trong 28 phút. Bánh mì có bổ sung puree chuối được thực hiện tương tự như công thức trên, nhưng thay 50 ml nước bằng 50 g puree chuối, giảm 15 g đường tinh luyện xuống 5 g, không bổ sung thêm axit ascorbic.

2.3. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu hóa lý của puree chuối và bánh mì ngọt thành phẩm

Phương pháp đo độ ẩm: Độ ẩm của mẫu được đo bằng phương pháp sấy khô tới khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105°C theo AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2000) [12].

Phương pháp đo pH: Giá trị pH của mẫu được thực hiện bằng máy đo pH Mettler Toledo S220-K (SevenCompact S220, Thụy Sĩ).

Phương pháp đánh giá hàm lượng axit tổng số: Hàm lượng axit tổng số được xác định theo phương pháp chuẩn độ với dung dịch NaOH 0,1M cùng vài giọt phenolphthalein cho tới khi xuất hiện màu hồng bền theo TCVN 5483:2007 [13].

Phương pháp đánh giá hàm lượng đường hòa tan tổng số: Hàm lượng đường hòa tan tổng số được xác định bằng phương pháp phenol-axit sulfuric. Cụ thể, 1 ml mẫu sẽ được phản ứng với 1 ml dung dịch phenol 6% và 5 ml dung dịch axit sulfuric đặc trong 20 phút. Sau đó đo độ hấp thụ quang ở bước sóng 490 nm bằng máy đo quang phổ Genesys 10S UV-Vis Spectrometer (Thermo Scientific, Mỹ). Glucose được sử dụng làm chất chuẩn [14].

Phương pháp đo thể tích riêng của bánh thành phẩm: Bánh mì thành phẩm được cắt theo kích thước 5×5×5 cm và tiến hành đo khối lượng bằng cân kỹ thuật 2 số lẻ Ohaus (PX3202, Mỹ). Thể tích bánh được đo bằng phương pháp hạt kê chiếm chỗ. Thể tích riêng là tỷ lệ giữa thể tích và khối lượng của bánh thu được.

Phương pháp đo màu: Màu của sản phẩm được đánh giá thông qua hệ màu CIE Lab sử dụng máy đo màu cầm tay NR-12A (Nippon Denshoku, Nhật Bản). Với giá trị độ sáng L^* có từ 0 đến 100, với hai phần không gian còn lại là giá trị a^* (từ xanh lục đến đỏ) và b^* (từ xanh dương đến vàng) [15]. Dựa trên kết quả đo màu, chỉ số hóa nâu (BI - Brown Index) được tính toán theo công thức (1):

$$BI = \frac{x - 0,31}{0,172} \times 100, \quad x = \frac{a^* + 1,75 \cdot L^*}{5,645 \cdot L^* + a^* - 3,012 \cdot b^*} \quad (1)$$

Sự khác biệt về màu sắc so với mẫu đối chứng ΔE được tính theo công thức (2):

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

Phương pháp đánh giá cảm quan: Đánh giá cảm quan được thực hiện tại Phòng Thực hành Cảm quan, Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, trong điều kiện nhiệt độ phòng duy trì ở mức 25±2°C. Hệ thống chiếu sáng bằng đèn điện được bố trí đồng đều, không tạo khoảng tối, nhằm đảm bảo người thử có thể quan sát và đánh giá chính xác đặc trưng của sản phẩm. Nhóm người thử (n=20) gồm các tình nguyện viên là sinh viên Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, độ tuổi từ 18 đến 22, tỷ lệ nam và nữ tương đương, không có tiền sử dị ứng với thành phần sản phẩm và không sử dụng chất kích thích. Để đảm bảo tính khách quan, mẫu bánh mì sau khi nướng được để

nguội trong 2 giờ, sau đó mã hóa trước khi tiến hành thí nghiệm. Người thử được cung cấp mẫu theo trình tự ngẫu nhiên và đánh giá mức độ yêu thích dựa trên các tiêu chí về màu sắc, mùi, vị, cấu trúc và tổng thể sử dụng thang đo Hedonic 9 điểm, trong đó 1 điểm tương ứng với “cực kỳ không thích” và 9 điểm tương ứng với “cực kỳ thích” [16].

Phương pháp xử lý số liệu: Mỗi thí nghiệm đều được làm lặp lại 3 lần. Số liệu được xử lý tính toán sử dụng phần mềm Microsoft Excel 2021. Phân tích phương sai một yếu tố (ANOVA) được xử lý bằng phần mềm PRISM 9 tại mức ý nghĩa $\alpha=0,05$.

Trước khi nghiên cứu được tiến hành, tất cả người tham gia đã được giải thích về nghiên cứu và đều đồng ý tự nguyện tham gia.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Thành phần hóa lý của puree chuối tiêu nguyên liệu ở các độ chín khác nhau

Thành phần hóa lý của puree chuối tiêu nguyên liệu thay đổi khi ở các độ chín khác nhau (bảng 1). Độ ẩm của thịt quả tươi dao động từ 73 đến 80% với độ chín đo theo màu sắc của vỏ PCI 6 (vỏ chín vàng) tới PCI 7+ (trên 80% vỏ thâm đen). Sự thay đổi hàm lượng nước ảnh hưởng tới cấu trúc của thịt quả. Chuối càng chín, lượng nước trong chuối càng tăng, thịt quả càng mềm. Nguyên nhân có thể do nước là sản phẩm của quá trình hô hấp hoàn toàn ở quả tươi, cũng như do nước có thể di chuyển từ vỏ vào thịt quả trong quá trình chín. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của R.B. Watharkar và cs (2020) [6] và của S. Thaiphonit và cs (2010) [17]. Các kết quả đã chỉ ra hàm lượng nước trong chuối tăng dần từ 75 đến 80% với độ chín của quả từ PCI 6 (vỏ chín vàng) - PCI 8 (50% vỏ vàng, 50% vỏ thâm đen) [6, 17].

Bảng 1. Chỉ tiêu hóa lý của puree chuối tiêu nguyên liệu ở các độ chín khác nhau.

Các chỉ tiêu	Puree chuối tiêu chín cấp độ PCI 6	Puree chuối tiêu chín cấp độ PCI 7	Puree chuối tiêu chín cấp độ PCI 7+
Độ ẩm, %	73,86±0,04 ^a	74,63±0,02 ^b	79,48±0,09 ^c
Hàm lượng đường hòa tan tổng, %	34,01±0,63 ^a	45,71±0,90 ^b	43,24±0,12 ^c
Hàm lượng axit tổng số, %	3,07±0,03 ^a	2,45±0,01 ^b	2,23±0,03 ^c
pH	4,17±0,01 ^a	4,83±0,01 ^b	5,32±0,01 ^c
Chỉ số hóa nâu (BI)	46,31±1,50 ^a	46,35±1,75 ^a	55,81±6,53 ^b

Giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác nhau có nghĩa ($p<0,05$).

Hàm lượng đường hòa tan tổng số trong chuối tăng đáng kể từ 34,01 lên 45,71% từ độ chín PCI 6 sang PCI 7 khi quả đạt độ chín cực đại, quả trở nên ngọt hơn. Kết quả này tương đồng với kết quả tìm thấy trong nghiên cứu của J.W. Kim và cs (2013) [18] với hàm lượng đường hòa tan tổng số tăng từ 39 lên 44% ở cùng độ chín. Tuy nhiên khi tiếp tục để quả chín tiếp tới PCI 7⁺ thì hàm lượng đường hòa tan tổng số lại giảm xuống một cách đáng kể (45,71 xuống 43,24%) do quá trình hô hấp của quả.

Tỷ lệ đường và axit có liên quan chặt chẽ tới hương vị của quả khi chín. Độ chua của quả được thể hiện thông qua giá trị đo pH và hàm lượng axit hữu cơ tổng số. Độ chua giảm nhẹ khi chín với hàm lượng axit tổng số giảm nhẹ từ 3,07% xuống 2,23% khi quả càng chín từ PCI 6 sang PCI 7⁺, giảm hơn 20%, tương đương với kết quả tìm thấy trong nghiên cứu của S. Thaiphanit và cs (2010) [17] (giảm từ 3,47% xuống 1,92% khi tăng độ chín của chuối từ PCI 6 tới PCI 8). Hơn nữa, nghiên cứu đã chỉ ra rằng các axit chính trong chuối là citric, malic và oxalic [19]. Sự giảm hàm lượng axit tổng số do kết quả của quá trình hô hấp trong quá trình chín của quả. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với sự tăng giá trị pH của dịch chuối khi độ chín tăng dần.

Màu sắc của puree quả cũng thay đổi theo độ chín của quả và được thể hiện thông qua chỉ số hóa nâu. Chỉ số hóa nâu của puree chuối tăng dần theo độ chín từ 46 đến 56, trong đó rõ ràng nhất khi chuối chín cấp độ PCI 7⁺. Hay nói cách khác, chuối càng chín thì puree của nó càng sậm màu. Sự hóa nâu ở thịt quả thường xảy ra trong các tế bào của quả chín, nơi sự mất đi khả năng ngăn cách cho phép phenol tiếp xúc với các enzyme oxy hóa của chúng dẫn tới quá trình oxy hóa enzyme các hợp chất phenolic bởi polyphenol oxidase (PPO) và peroxidases (POD) [20].

Như vậy, puree chuối với đặc trưng hơn 70% là nước, hàm lượng đường hòa tan tổng số cao, có chứa nhiều axit hữu cơ, phù hợp để chế biến bánh mì ngọt, không cần bổ sung thêm nước, giảm hàm lượng đường thêm vào.

3.2. Thành phần hóa lý của bánh mì ngọt bổ sung puree chuối tiêu chín

Trong thí nghiệm, 50% puree chuối chín so với khối lượng bột mì ở các độ khác nhau được bổ sung trong quá trình chế biến bánh mì ngọt, để đảm bảo độ ngọt và hàm

lượng nước tương đương với mẫu đối chứng. Kết quả bảng 2 cho thấy, sau khi bổ sung puree chuối tiêu ở các độ chín khác nhau, chất lượng bánh mì thay đổi đáng kể. Độ ẩm của bánh mì khi bổ sung puree chuối nằm trong khoảng 34-39%, cao hơn đáng kể so với mẫu đối chứng không bổ sung puree chuối (32%). Sự tăng độ ẩm của bánh tỷ lệ thuận với độ chín chuối sử dụng, hoàn toàn phù hợp với kết quả độ ẩm của puree chuối thu được tại bảng 1. Hàm lượng độ ẩm cao giúp bánh mềm nhưng ảnh hưởng tới thời gian bảo quản của sản phẩm.

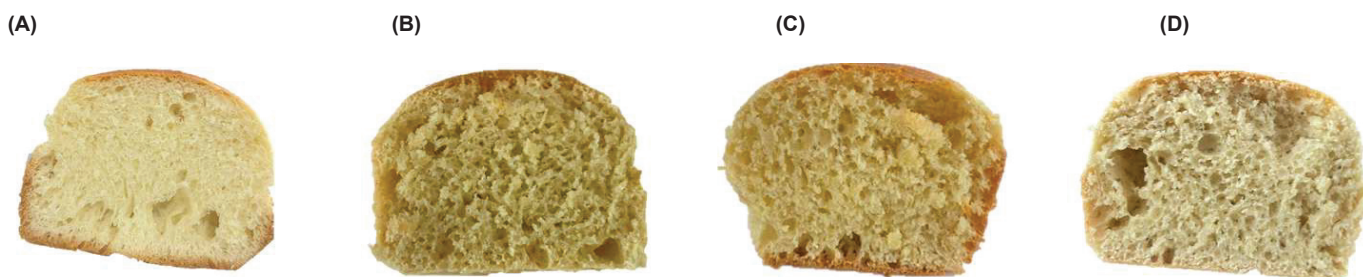
Bảng 2. Chỉ tiêu hóa - lý của bánh mì bổ sung puree chuối ở các cấp độ chín khác nhau.

Các chỉ tiêu	Mẫu đối chứng (không chuối)	Bánh mì chuối tiêu chín cấp độ PCI 6	Bánh mì chuối tiêu chín cấp độ PCI 7	Bánh mì chuối tiêu chín cấp độ PCI 7 ⁺
Độ ẩm, %	32,10±0,26 ^a	34,71±0,26 ^b	35,23±0,24 ^b	38,40±0,23 ^c
Hàm lượng đường hòa tan tổng, %	36,78±0,55 ^a	39,15±1,00 ^b	40,82±0,64 ^b	34,95±0,15 ^c
Hàm lượng axit tổng số, %	2,51±0,01 ^a	2,79±0,05 ^a	2,50±0,02 ^a	1,95±0,05 ^c
pH	5,12±0,01 ^a	4,90±0,01 ^b	5,21±0,01 ^c	5,24±0,01 ^c
Thể tích riêng, cm ³ /g	4,22±0,02 ^a	4,30±0,01 ^a	4,68±0,02 ^b	4,65±0,03 ^b

Giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác nhau có nghĩa (p<0,05).

Do chuối chín chứa nhiều đường tự nhiên, công thức bánh mì có bổ sung puree chuối được giảm khoảng ≈67% lượng đường tinh luyện so với mẫu đối chứng nhằm tránh vị ngọt quá mức. Kết quả đánh giá hàm lượng đường hòa tan tổng số của bánh mì thành phẩm khi bổ sung puree chuối nằm trong khoảng 34-41%. Trong đó, mẫu bánh mì sử dụng puree chuối chín cấp độ PCI 7 (vỏ trứng cuốc) có hàm lượng đường hòa tan cao nhất (≈41%), phản ánh độ ngọt cảm nhận cao hơn rõ rệt so với các mẫu còn lại và đối chứng. Mặt khác, hàm lượng axit tổng số trong sản phẩm bánh mì có sự giảm nhẹ nhưng không có sự khác biệt đáng kể so với mẫu đối chứng khi bổ sung puree chuối chín ở cấp độ PCI 6 và PCI 7⁺. Hàm lượng axit hữu cơ giảm kéo theo giá trị pH tăng lên.

Thể tích riêng của bánh mì có bổ sung puree chuối dao động từ 4,30 đến 4,68 cm³/g, cao hơn so với mẫu đối chứng. Thể tích riêng tăng phản ánh bánh có cấu trúc xốp hơn, khối lượng nhẹ hơn sau khi bổ sung puree



Hình 2. lát cắt bánh mì không bổ sung puree chuối (A), bổ sung puree chuối chín ở các cấp độ PCI 6 (B), PCI 7 (C) và PCI 7+ (D).

chuối. Trong đó, bánh có bổ sung chuối chín trứng cuốc và chín quá độ có cấu trúc nhẹ và xốp nhất. Điều này có thể giải thích do ở độ chín PCI 7 và PCI 7+, hàm lượng đường hòa tan tổng số đạt cao nhất (bảng 1), là cơ chất thuận lợi cho nấm men *Saccharomyces cerevisiae*, giúp quá trình sinh khí CO₂ mạnh mẽ, giúp bánh nở tốt hơn, có cấu trúc xốp hơn. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của K. Hosokawa và cs (2020) [21], trong đó bánh mì bổ sung 10% bột chuối chín trứng cuốc (tuần 1-3) và 5% đường có thể tích riêng 4,0-4,5 cm³/g, với giá trị cao nhất ghi nhận khi bổ sung bột chuối chín ở tuần thứ 2. Cấu trúc xốp cũng được thể hiện qua lượng các lỗ rỗng trong bánh nhiều và to hơn khi bổ sung puree chuối so với bánh đối chứng (hình 2).

Bên cạnh đó, màu sắc của bánh mì thành phẩm cũng thay đổi rõ rệt sau khi bổ sung 50% puree chuối ở các độ chín khác nhau, thể hiện qua hình 2 và kết quả đo CIE Lab (bảng 3).

Bảng 3. Kết quả đo hệ màu CIE Lab, chỉ số hóa nâu và độ khác biệt màu sắc của bánh mì bổ sung puree chuối với các độ chín khác nhau.

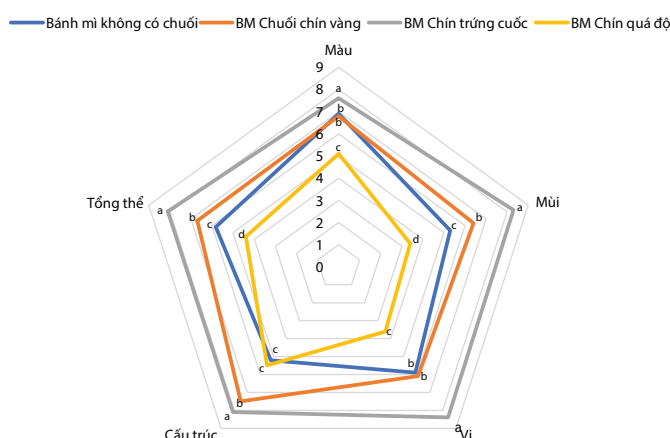
Hệ màu	Mẫu đối chứng (không chuối)	Bánh mì chuối tiêu chín cấp độ PCI 6	Bánh mì chuối tiêu chín cấp độ PCI 7	Bánh mì chuối tiêu chín cấp độ PCI 7+
L*	51,17±0,54 ^a	50,56±0,08 ^a	57,63±1,06 ^b	50,53±0,44 ^a
a*	1,78±0,06 ^a	1,95±0,06 ^a	2,00±0,09 ^a	0,85±0,14 ^b
b*	14,58±0,14 ^a	15,57±0,22 ^b	19,80±0,22 ^c	12,83±0,31 ^d
Chỉ số hóa nâu (BI)	35,39±0,36 ^a	38,87±0,50 ^b	43,69±0,85 ^c	29,89±1,28 ^d
ΔE	-	1,25±0,28 ^a	8,34±1,34 ^b	2,12±0,29 ^a

Giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác nhau có nghĩa (p<0,05).

Dựa trên các giá trị có trong bảng có thể thấy giá trị L* đại diện cho độ sáng của các mẫu, giá trị L* càng cao thì màu của mẫu càng sáng. Giá trị a* của các mẫu bánh mì có giá trị dương dao động từ 0,85 đến 2,00, có nghĩa là các mẫu có thiên hướng màu đỏ nhẹ. Giá trị dương cũng đo được với giá trị b* dao động từ 12,83 đến 19,80, phụ thuộc vào độ chín puree chuối bổ sung vào bánh. Với giá trị b* càng cao thì mẫu có màu vàng càng đậm. Với các giá trị L*, a* và b* đạt cao nhất, lần lượt là 57,63, 2,00 và 19,80, mẫu bánh mì bổ sung puree chuối chín trứng cuốc PCI 7 được ghi nhận có độ sáng cao, sắc đỏ và vàng nổi bật, kết hợp chỉ số hóa nâu BI cao nên bánh có màu nâu vàng hấp dẫn. Điều này có thể giải thích do phản ứng Maillard xảy ra giữa các đường khử và axit amin, làm tăng màu vàng nâu [22], dẫn tới chỉ số BI cao, nhưng ở độ chín này hàm lượng carotenoid (tạo sắc vàng) còn cao, cao hơn ở độ chín PCI 6 [19] nên bánh có màu vàng sáng với giá trị L* cao nhất. Tiếp theo, với giá trị L*, a*, b* thấp hơn, bánh mì bổ sung puree chuối tiêu chín vàng PCI 6 và bánh mì đối chứng có độ sáng trung bình, màu vàng đậm hơn, hơi sắc đỏ. Bánh mì có bổ sung puree chuối chín quá độ PCI 7+ có màu sắc kém hấp dẫn nhất với các giá trị L*a*b* thấp nhất.

Sự khác biệt màu sắc (ΔE) từ 0 đến 1,5 được xem là nhỏ, hầu như giống hệt nhau nếu quan sát bằng mắt thường, ΔE nằm trong khoảng từ 1,5 đến 5 thì khác biệt màu sắc có thể được biểu lộ, trong khi ΔE lớn hơn 5 thì biểu hiện một cách rõ ràng [23]. Kết quả thu được cho thấy, mẫu bánh mì bổ sung chuối chín trứng cuốc PCI 7 có hiệu ứng màu tích cực, dễ nhận thấy, và sự khác biệt rõ rệt về màu so với đối chứng. Trong khi đó, mẫu bánh mì có bổ sung puree chuối chín vàng PCI 6 và chuối chín quá độ PCI 7+ ít khác biệt hơn. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với hình ảnh quan sát được ở hình 2.

Kết quả đánh giá cảm quan bánh mì chuối theo thang đo Hedonic 9 điểm được trình bày trong hình 3.



Hình 3. Kết quả đánh giá cảm quan với các mẫu bánh mì có bổ sung puree chuối với các cấp độ chín khác nhau. (Giá trị có chữ cái khác nhau trong cùng một tiêu chí thể hiện sự khác nhau có nghĩa $p < 0,05$).

Từ kết quả hình 3 cho thấy, bánh mì có bổ sung puree chuối chín ở cấp độ PCI 6 và PCI 7 có điểm cảm quan mùi và vị đạt 6-8/9 điểm, cao hơn 1-2 điểm so với mẫu đối chứng do bánh có mùi chuối chín thơm khá dễ chịu, vị ngọt tự nhiên. Hương thơm của bánh quyết định bởi các ester của chuối chín (90% là các ester của acetate và butyrate) [6, 24] trước quá trình lên men, các hợp chất hình thành trong quá trình lên men bánh mì và các hợp chất hình thành từ phản ứng Maillard và caramel hóa trong quá trình nướng bánh mì [25]. Tuy nhiên, khi bổ sung puree chuối chín ở cấp độ PCI 7⁺, hàm lượng đường cao, lên men nhanh nên bánh thành phẩm thu được có mùi vị nồng hơn khiến cho điểm cảm quan mùi và vị chỉ đạt 3,4-3,6/9. Do cấu trúc bánh nhẹ và xốp hơn cũng điểm cảm quan cấu trúc đạt cao hơn. Với điểm cảm quan tổng thể đạt 8/9 điểm (rất thích), bánh mì có bổ sung puree chuối cấp độ chín PCI 7 (vỏ chín trứng cuốc) là bánh mì đạt điểm cảm quan yêu thích cao nhất. Kết quả nghiên cứu cho thấy, chuối chín cấp độ PCI 7 - mặc dù ít được tiêu thụ ở dạng tươi - lại là nguyên liệu tiềm năng trong ngành chế biến thực phẩm, trong đó có sản xuất bánh mì ngọt, góp phần gia tăng giá trị nông sản và giảm thiểu lãng phí. Chuối chín quá độ cũng đã thành công sử dụng trong chế biến bánh quy cookie [26], cũng như trong chế biến bánh bông lan và bánh ngọt nhiều lớp [27].

4. Kết luận

Kết quả phân tích cho thấy, puree chuối ở mức độ chín PCI 6 đến PCI 7⁺ có đặc điểm chung là độ ẩm cao, hàm lượng đường tăng và độ axit giảm, từ đó góp phần cải thiện các đặc tính chất lượng khi ứng dụng trong chế biến bánh mì. Đặc biệt, khi sử dụng chuối chín hoàn toàn

(PCI 7) có xuất hiện đốm nâu, sản phẩm bánh mì ngọt đạt màu sắc hấp dẫn hơn, hương vị thơm rõ rệt và cấu trúc xốp, nhẹ. Đánh giá cảm quan cũng cho thấy, mẫu bánh bổ sung puree chuối ở cấp độ chín PCI 7 đạt điểm cảm quan yêu thích cao nhất. Trong các nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi định hướng nghiên cứu mở rộng đánh giá toàn diện thành phần dinh dưỡng của sản phẩm, khảo sát ảnh hưởng của các phương pháp bảo quản puree chuối chín đến chất lượng bánh, mở rộng đánh giá thị hiếu người tiêu dùng, đồng thời phân tích hiệu quả kinh tế của công thức mới, nhằm hoàn thiện quy trình công nghệ phục vụ sản xuất ở quy mô công nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K.H. Maseko, T. Regnier, B. Meiring, et al. (2024), "Musa species variation, production, and the application of its processed flour: A review", *Scientia Horticulturae*, **325**, DOI: 10.1016/j.scienta.2023.112688.
- [2] M. Al-Dairi, P.B. Pathare, R. Al-Yahyai, et al. (2023), "Postharvest quality, technologies, and strategies to reduce losses along the supply chain of banana: A review", *Trends in Food Science & Technology*, **134**, pp.177-191, DOI: 10.1016/j.tifs.2023.03.003.
- [3] C. Symmank, S. Zahn, H. Rohm (2018), "Visually suboptimal bananas: How ripeness affects consumer expectation and perception", *Appetite*, **120**, pp.472-481, DOI: 10.1016/j.appet.2017.10.002.
- [4] L. Mattsson, H. Williams, J. Berghel (2018), "Waste of fresh fruit and vegetables at retailers in Sweden-measuring and calculation of mass, economic cost and climate impact", *Resources, Conservation and Recycling*, **130**, pp.118-126, DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.037.
- [5] N.I.R. Catalán, A.C. Salomón, P.J. Sebastian, et al. (2022), "Banana waste-to-energy valorization by microbial fuel cell coupled with anaerobic digestion", *Processes*, **10**(8), DOI: 10.3390/pr10081552.
- [6] R. B. Watharkar, Y. Pu, B.B. Ismail, et al. (2020), "Change in physicochemical characteristics and volatile compounds during different stages of banana (*Musa nana* Lour vs. Dwarf Cavendish) ripening", *Journal of Food Measurement and Characterization*, **14**(4), pp.2040-2050, DOI: 10.1007/s11694-020-00450-z.
- [7] M. Yap, W.M. Fernando, C.S. Brennan, et al. (2017), "The effects of banana ripeness on quality indices for puree production", *LWT - Food Science and Technology*, **80**, pp.10-18, DOI: 10.1016/j.lwt.2017.01.073.
- [8] M. Mesta-Corral, R. Gómez-García, N. Balagurusamy, et al. (2024), "Technological and nutritional aspects of bread production: An overview of current status and future challenges", *Foods*, **13**(13), DOI: 10.3390/foods13132062.
- [9] P.M. Thu, L.L. Khanh, D.T. Bach, et al. (2025), "Determine the microbiological properties and chemical composition of naturally fermented banana lemon wine", *Vietnam Medical Journal*, **546**(3), pp.334-339 (in Vietnamese).

- [10] T.T. Chung, P.B. Phuong, C.T. Duyen, et al. (2021), "Effects of physiological maturity on the quality of soft dried Bac Kan's banana", *Scientific journal of Tan Trao University*, **7(22)**, pp.87-93 (in Vietnamese).
- [11] D.T. Hanh, M.T. Vinh, N.T.H. Ngoc (2025), "Study on the processing of fermented banana juice using symbiotic colony of bacteria and yeast", *Journal of Science and Technology of Hanoi University of Industry*, **61(1)**, pp.188-195 (in Vietnamese).
- [12] Association of Official Analytical Chemists (2000), *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 17th ed., Method 984.23, 920.39, 942.05, Washington, DC, USA.
- [13] Vietnam Ministry of Science and Technology, *TCVN 5483-2007: Fruit and vegetable products - Determination of Titratable Acidity*, (in Vietnamese).
- [14] F. Yue, J. Zhang, J. Xu, et al. (2022), "Effects of monosaccharide composition on quantitative analysis of total sugar content by phenol-sulfuric acid method", *Frontiers in Nutrition*, **9**, DOI: 10.3389/fnut.2022.963318.
- [15] R. Hirschler (2012), "Whiteness, yellowness, and browning in food colorimetry", *Color in Food: Technological and Psychophysical Aspects*, CRC Press, USA, pp.93-104.
- [16] J.J. Kalva, C.A. Sims, L.A. Puentes, et al. (2014), "Comparison of the hedonic general labeled magnitude scale with the hedonic 9-point scale", *Journal of Food Science*, **79(2)**, pp.S238-S245, DOI: 10.1111/1750-3841.12342.
- [17] S. Thaiphani, P. Anprung (2010), "Physicochemical and flavor changes of fragrant banana (*Musa acuminata* AAA group "Gros Michel") during ripening", *Journal of Food Processing and Preservation*, **34(3)**, pp.366-382, DOI: 10.1111/j.1745-4549.2008.00314.x.
- [18] J.W. Kim, K.S. Youn (2013), "Effects of ripeness degree on the physicochemical properties and antioxidative activity of banana", *Korean Journal of Food Preservation*, **20(4)**, pp.475-481, DOI: 10.11002/kjfp.2013.20.4.475.
- [19] R.D. Chandra, C.A. Siswanti, M.N. Prihastiyanti, et al. (2020), "Evaluating provitamin A carotenoids and polar metabolite compositions during the ripening stages of the Agung Semeru banana (*Musa paradisiaca* L. AAB)", *International Journal of Food Science*, **2020**, DOI: 10.1155/2020/8503923.
- [20] P.H. Huang, Y.T. Cheng, W.C. Lu, et al. (2024), "Changes in nutrient content and physicochemical properties of Cavendish bananas var. Pei chiaio during ripening", *Horticulturae*, **10(4)**, 384, DOI: 10.3390/horticulturae10040384.
- [21] K. Hosokawa, K. Ohishi, T. Ikeda, et al. (2020), "Properties of ripe banana flour and application to gluten-free breadmaking", *Journal of Food Processing and Preservation*, **44(10)**, DOI: 10.1111/jfpp.14789.
- [22] A. Mohamed, J. Xu, M. Singh (2010), "Yeast leavened banana-bread: Formulation, processing, colour and texture analysis", *Food Chemistry*, **118(3)**, pp.620-626, DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.05.044.
- [23] J.M. Obón, M.R. Castellar, M. Alacid, et al. (2009), "Production of a red-purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems", *Journal of Food Engineering*, **90(4)**, pp.471-479, DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2008.07.013.
- [24] H. Zhu, X.P. Li, R.C. Yuan, et al. (2010), "Changes in volatile compounds and associated relationships with other ripening events in banana fruit", *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, **85(4)**, pp.283-288, DOI: 10.1080/14620316.2010.11512669.
- [25] J. Pico, I. Khomenko, V. Capozzi, et al. (2020), "Real-time monitoring of volatile compounds losses in the oven during baking and toasting of gluten-free bread doughs: A PTR-MS evidence", *Foods*, **9(10)**, DOI: 10.3390/foods9101498.
- [26] Y.V. Ng, T.A.T. Ismail, W.R.W. Ishak (2020), "Effect of overripe banana in developing high dietary fibre and low glycaemic index cookie", *British Food Journal*, **122(10)**, pp.3165-3177, DOI: 10.1108/BFJ-12-2019-0934.
- [27] C. Segundo, L. Román, M. Lobo, et al. (2017), "Ripe banana flour as a source of antioxidants in layer and sponge cakes", *Plant Foods for Human Nutrition*, **72(4)**, pp.365-371, DOI: 10.1007/s11130-017-0630-5.