

Chế biến và sử dụng bột từ vỏ và hạt xoài trong sản phẩm bánh quy

Diep Đăng Hưng^{1,2,*}, Dương Thị Phụng Liên²

¹Trường Đại học Nam Cần Thơ

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

*diepdanghung@gmail.com

Tóm tắt

Với mục tiêu tận dụng nguồn phụ phẩm vỏ và hạt xoài của quá trình sản xuất để tạo ra bán thành phẩm có giá trị cao hơn khi được bổ sung vào các sản phẩm thực phẩm. Nghiên cứu nhằm khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ và bột hạt xoài thay thế bột mì (0; 5; 10 và 15) % và tỷ lệ bột vỏ/bột hạt trong hỗn hợp bột vỏ và hạt xoài (0/100, 25/75, 50/50, 75/25 và 100/0) bổ sung thích hợp đảm bảo các đặc tính cấu trúc, chất lượng và các hợp chất có hoạt tính sinh học. Kết quả cho thấy việc thay thế bột mì 10 % bằng hỗn hợp bột vỏ và hạt xoài với tỷ lệ bột vỏ/bột hạt xoài 50/50 tạo ra sản phẩm bánh quy đảm bảo duy trì các đặc tính cảm quan tốt. Bánh có độ ẩm ($1,38 \pm 0,08$) %; độ nở ($35,40 \pm 1,67$) %; độ cứng ($6947,1 \pm 176,5$) g; hàm lượng polyphenol ($148,80 \pm 1,58$) mgGAE/g và khả năng loại bỏ gốc tự do (DPPH) là ($78,68 \pm 2,65$) %. Kết quả nghiên cứu mở ra tiềm năng ứng dụng bột vỏ và hạt xoài trong chế biến thực phẩm, góp phần nâng cao giá trị phụ phẩm và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Nhận 11/07/2025

Được duyệt 12/08/2025

Công bố 28/11/2025

Từ khóa

bánh quy, bột vỏ xoài, bột hạt xoài

© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

1 Giới thiệu

Xoài (*Mangifera indica* L.) là trái cây nhiệt đới quan trọng và được trồng nhiều nhất trên thế giới với sản lượng khoảng 41 triệu tấn; trong đó, Ấn Độ, Trung Quốc và Thái Lan là các nhà cung cấp lớn nhất. Xoài đứng thứ 5 trong các loại cây ăn quả chủ yếu trên toàn thế giới [1]. Xoài tươi rất dễ hư hỏng trong thời gian ngắn nếu xử lý không đúng cách làm tổn thương cơ học dẫn đến chất lượng bị giảm, dao động từ (5-87) % [2]. Do đó, xoài tươi khó bảo quản và thường được chế biến thành nhiều sản phẩm như thịt quả tươi, nước ép, nectar, puree, leather, mứt, ngâm giấm, đóng hộp và bột gia vị [3]. Tuy nhiên, quá trình chế biến xoài thải ra số lượng lớn vỏ và hạt, chiếm (25-40) % khối lượng quả, gây ô nhiễm môi trường do phát thải khí nhà kính khi phân hủy và tạo điều kiện cho vi sinh vật, côn trùng và

động vật gây hại phát triển. Vì vậy, việc thu hồi các hợp chất có lợi cho sức khỏe từ vỏ xoài đã trở thành trọng tâm nghiên cứu trong hai thập kỷ gần đây nhằm giảm thiểu tác động xấu đến môi trường và tăng hiệu quả kinh tế cho ngành công nghiệp chế biến xoài [3, 4].

Ở châu Á, xoài là loại trái cây rất phổ biến, đặc biệt là Đông Nam Á cụ thể là Đồng bằng sông Cửu Long. Xoài cho trái quanh năm và được ưa chuộng khắp nơi. Thịt quả xoài được sản xuất thành nhiều sản phẩm khác nhau như: xoài sấy dẻo, các loại nước giải khát, bột quả xoài,... Bên cạnh thịt quả xoài, hạt xoài cũng có giá trị dinh dưỡng, cung cấp protein và lipid và một số khoáng chất [5]. Hạt xoài có thời gian sử dụng ngắn, sẽ bị hư hỏng trong thời gian bảo quản dài. Vì vậy, bột hạt xoài có thể là sản phẩm thay thế được lưu trữ và sử dụng để bổ sung giá trị dinh dưỡng, cung cấp tính linh hoạt cho

các công thức cải tiến và thị trường mới. Trên thế giới, một số nghiên cứu đã chứng minh tiềm năng sử dụng bột vỏ và bột hạt xoài trong chế biến thực phẩm, đặc biệt là trong sản phẩm bánh. Bột hạt xoài làm nguyên liệu thay thế một phần bột mì trong bánh quy, giúp tăng hàm lượng chất chống oxy hóa và cải thiện giá trị dinh dưỡng mà vẫn giữ được chất lượng cảm quan [6]. Hiện nay, các nghiên cứu về ứng dụng bột vỏ và bột hạt trong làm bánh còn ít, nhưng đã có những hướng tiếp cận tương tự với phụ phẩm của các loại trái cây khác như vỏ chuối, vỏ cam, vỏ dứa hay hạt mít cho thấy tiềm năng cao trong việc phát triển sản phẩm [5]. Xu hướng sử dụng phụ phẩm nông nghiệp trong ngành thực phẩm ngày càng được quan tâm, nghiên cứu này đề xuất giải pháp góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường hướng đến phát triển bền vững và có thể tận dụng tối đa nguồn nguyên liệu từ quả xoài.

2 Phương tiện và phương pháp

2.1 Phương tiện

Vỏ và hạt xoài Keo (*Mangifera indica* L.) thu nhận từ nhà máy đã sử dụng phần thịt quả để chế biến sản phẩm từ thịt quả. Vỏ và hạt xoài được thu gom và vận chuyển về phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Viện Công nghệ sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ. Vỏ xoài được rửa sạch để ráo để chuẩn bị cho quá trình sấy, hạt xoài được rửa sạch để tách lớp vỏ ngoài thu nhận nhân xoài và được cắt thành lát mỏng có kích thước (4-5) mm để chuẩn bị cho quá trình sấy. Dựa trên các thí nghiệm thăm dò và nghiên cứu có liên quan, phần vỏ và hạt xoài được sấy ở nhiệt độ 60 °C đến khi độ ẩm đạt ≤ 6 % thích hợp cho quá trình nghiền mịn thành bột, bột được sàng qua rây có kích thước lỗ < 0,2 mm để loại bỏ phần thô có kích thước lớn và thu được bột vỏ và bột hạt mịn. Bảo quản 2 loại bột này trong túi phức hợp tráng nhôm để sử dụng cho nghiên cứu.

2.2 Phương pháp

2.2.1 Phương pháp phân tích

Những chỉ tiêu về thành phần hóa lý cơ bản của nguyên liệu cũng như sản phẩm cuối được tiến hành phân tích và đo đạc theo các tiêu chuẩn quy định.

- Màu sắc: xác định các chỉ số L^* , a^* , b^* sử dụng máy đo màu Spectrophotometer S60 (Japan).

- Độ ẩm (%): sấy ở 105 °C đến khối lượng không đổi (AOAC 934.06).

- Hàm lượng polyphenol tổng số (mgGAE/g): được xác định theo phương pháp so màu với axit galic làm chất chuẩn và thuốc thử Folin-Ciocalteu như chất oxy hóa, xác định màu tại bước sóng 765 nm.

- Đánh giá khả năng loại bỏ gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH): DPPH được xác định thông qua sự giảm độ hấp thụ tại bước sóng 517 nm, DPPH tan trong methanol có màu tím đậm. Khi tiếp xúc với các chất chống oxy hóa như hợp chất phenol, DPPH sẽ nhận hydro và bị khử. Phản ứng xảy ra làm cho số lượng gốc tự do DPPH giảm và làm mất màu tím của dung dịch DPPH trong methanol để chuyển sang màu vàng sáng.

Dung dịch DPPH 0,002 % được chuẩn bị trong methanol 80 % và độ hấp thụ của nó được ghi lại ở bước sóng 517 nm (mẫu chuẩn, A).

Lấy 50 µL dịch chiết được trung hòa với 3 mL dung dịch DPPH, lắc đều và để trong bóng tối 30 phút. Đo độ hấp thụ ở bước sóng 517 nm (mẫu phân tích, B).

Tỷ lệ phần trăm loại gốc tự do DPPH bởi chiết xuất được tính toán theo công thức sau:

$$\text{Tỷ lệ (\%)} \text{ loại gốc tự do DPPH} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

Với A: độ hấp thụ của mẫu chuẩn

B: độ hấp thụ của mẫu phân tích

- Độ nở (%): được tính toán bằng cách xác định thể tích của bánh trước và sau khi nướng. Khi đó độ nở của bánh là tỷ số thể tích bánh sau trên thể tích bánh trước khi nướng.

- Đặc tính cấu trúc: sử dụng thiết bị đo cấu trúc TA-XT Plus, phần mềm Stable Micro System Exponent xác định lực phá vỡ bằng dao cắt Warner-Bratzler blade.

- Chất lượng cảm quan: được đánh giá theo phương pháp cho điểm sử dụng thang điểm mô tả được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1 Bảng điểm đánh giá cảm quan

Chỉ tiêu	Điểm	Mô tả
Cấu trúc	5	Cứng giòn, xốp, bánh không bị nứt
	4	Cứng giòn, xốp, bánh ít bị nứt
	3	Hơi cứng, ít giòn, bánh ít bị nứt
	2	Hơi mềm, bánh bị vỡ

	1	Quá cứng hoặc quá mềm
Màu sắc	5	Màu vàng đặc trưng của sản phẩm bánh quy
	4	Màu vàng có xuất hiện màu xanh lá của vỏ xoài
	3	Màu vàng hơi sậm hoặc hơi hạt, không đều
	2	Màu xanh lá nhiều hơn màu vàng
	1	Màu sậm hơi, hơi quá lửa hoặc màu trắng hơi sẫm
Mùi	5	Mùi bơ hài hòa, đặc trưng của sản phẩm bánh quy
	4	Mùi bơ hài hòa, đặc trưng, có xuất hiện mùi vỏ xoài
	3	Mùi bơ nhẹ, ít hài hòa
	2	Không rõ mùi bơ, ít đặc trưng của sản phẩm bánh quy
	1	Sản phẩm có mùi lạ, khó chịu
Vị	5	Sản phẩm có vị ngọt, béo hài hòa
	4	Sản phẩm có vị ngọt, hơi béo
	3	Sản phẩm có vị ngọt, không béo
	2	Sản phẩm có vị ngọt béo, hơi đắng
	1	Sản phẩm không có vị ngọt, hơi đắng

2.2.2 Quy trình chế biến bánh quy

Quy trình chế biến bánh quy được tiến hành theo các bước, hỗn hợp bột bao gồm 40 % bột mì, 40 % bơ lạc, 20 % đường mịn, 1 % bột khai (NH_4HCO_3) và 0,5 % bột nở (NaHCO_3) được phối trộn đều, tiếp đến chia khối bột thành từng phần nhỏ, cán định hình bằng khuôn, bánh được nướng ở 180°C trong 12 phút, để nguội tự nhiên và bảo quản trong bao bì túi phức hợp tráng nhôm.

2.2.3 Phương pháp xử lý số liệu

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Số liệu ghi nhận được tổng hợp và xử lý bằng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XIX và phần mềm Microsoft Excel 2019. Phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD để kết luận về sự sai biệt giữa trung bình các nghiệm thức.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Thành phần hóa học và đặc tính hóa lý của vỏ và hạt xoài Keo

Thành phần nguyên liệu là yếu tố quan trọng quyết định đến chất lượng sản phẩm, là cơ sở cho việc lựa chọn phương pháp và chế độ xử lý phù hợp trong quá trình sản xuất. Tùy thuộc vào điều kiện canh tác, thời tiết, thổ nhưỡng, giống loại, độ chín và điều kiện thu hoạch mà mỗi loại sẽ có thành phần, hàm lượng giống hoặc khác nhau. Quả xoài chứa nhiều thành phần dinh dưỡng, do đó việc phân tích hàm lượng các chất dinh dưỡng trong nguyên liệu là điều cần thiết, tạo điều kiện thuận lợi trong quá trình nghiên cứu, phân tích, so sánh và lựa chọn được phương pháp xử lý phù hợp.

Bảng 2 Thành phần hóa lý của vỏ và hạt xoài Keo

Thành phần	Vỏ	Hạt
Độ ẩm (%)	$78,05 \pm 0,27$	$69,5 \pm 0,35$
L^*	$55,93 \pm 0,15$	$79,20 \pm 0,36$
a^*	$-4,97 \pm 0,06$	$4,2 \pm 0,01$
b^*	$18,57 \pm 0,21$	$11,83 \pm 0,31$
Hàm lượng polyphenol (mgGAE/g)	$29,04 \pm 0,54$	$80,12 \pm 0,90$
Khả năng loại gốc tự do DPPH (%)	$90,01 \pm 0,15$	$94,05 \pm 0,30$

Ghi chú: dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại

Kết quả phân tích ở Bảng 2 cho thấy độ ẩm của vỏ xoài Keo dao động trong khoảng ($78,05 \pm 0,27$) %, kết quả thu nhận này khá tương đồng với nghiên cứu trước [5]. Giá trị L^* , a^* , b^* thể hiện mức độ màu sắc của vỏ xoài, vỏ xoài nguyên liệu có màu xanh và tương đối sáng. Vỏ xoài chứa nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học cao, trong đó phải kể đến hàm lượng phenolic phân tích được trong khoảng ($29,04 \pm 0,54$) mgGAE/g. Kết quả phân tích này phù hợp với báo cáo trước, hợp chất polyphenol của vỏ xoài dao động từ (14,85 đến 127,6) mg/g dwb [4]. Khả năng loại bỏ gốc tự do DPPH của vỏ xoài Keo tương đối cao ($90,01 \pm 0,15$) % tương tự với báo cáo về khả năng loại gốc tự do DPPH của các giống xoài khác nhau [7].

Độ ẩm ban đầu của hạt xoài là ($69,5 \pm 0,35$) %, giá trị L^* , a^* , b^* thể hiện mức độ màu sắc của hạt xoài Keo có màu trắng tương đối sáng. Hạt xoài Keo chứa nhiều thành phần mang hoạt tính sinh học cao, trong đó hàm lượng polyphenol là ($80,12 \pm 0,90$) mgGAE/g, cao hơn

so với nghiên cứu trước là $(15,53 \pm 30)$ mgGAE/g [8]. Khả năng loại gốc tự do DPPH là $(94,05 \pm 0,30)$ % thấp hơn so với nghiên cứu của báo cáo trước là $(95 \pm 0,10)$ % [9].

3.2 Ảnh hưởng của tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ và bột hạt xoài (BX) thay thế và tỷ lệ bột vỏ/bột hạt trong BX đến độ ẩm, độ nở và độ cứng của bánh quy

Bảng 3 Ảnh hưởng của tỷ lệ BX thay thế và tỷ lệ bột vỏ/bột hạt trong BX đến hoạt độ nước, độ nở và độ cứng của bánh quy

Tỷ lệ BX thay thế (%)	Tỷ lệ bột vỏ/ bột hạt trong BX	Độ nở (%)	Độ cứng (gF)	Độ ẩm (%)
Mẫu đối chứng		$64,80 \pm 2,02^a$	$2254,2 \pm 126,9^i$	$2,04 \pm 0,03^e$
5	0/100	$38,52 \pm 1,77^{ef}$	$4311,1 \pm 207,4^h$	$1,55 \pm 0,05^g$
	25/75	$43,68 \pm 0,00^d$	$5588,5 \pm 119,9^g$	$0,53 \pm 0,02^k$
	50/50	$48,93 \pm 1,83^c$	$5609,1 \pm 105,8^g$	$0,72 \pm 0,03^i$
	75/25	$57,53 \pm 1,89^b$	$7000,3 \pm 131,2^f$	$1,57 \pm 0,03^g$
	100/0	$64,15 \pm 1,93^a$	$7957,8 \pm 398,2^e$	$2,36 \pm 0,08^d$
10	0/100	$29,68 \pm 1,63^i$	$4546,6 \pm 228,3^h$	$0,42 \pm 0,02^l$
	25/75	$30,62 \pm 0,00^i$	$5754,3 \pm 234,2^g$	$1,86 \pm 0,06^f$
	50/50	$35,40 \pm 1,67^{gh}$	$6947,1 \pm 176,5^f$	$1,38 \pm 0,08^h$
	75/25	$37,33 \pm 1,68^{fg}$	$9559,3 \pm 292,3^c$	$2,36 \pm 0,09^d$
	100/0	$40,25 \pm 1,70^e$	$10470,6 \pm 476,5^b$	$2,84 \pm 0,12^b$
15	0/100	$28,17 \pm 0,65^i$	$4644,8 \pm 195,3^h$	$0,82 \pm 0,03^i$
	25/75	$29,68 \pm 1,63^i$	$8685,6 \pm 266,1^d$	$2,01 \pm 0,06^e$
	50/50	$34,43 \pm 1,67^h$	$9511,5 \pm 377,1^c$	$2,58 \pm 0,09^c$
	75/25	$37,33 \pm 1,68^{fg}$	$10325,1 \pm 113,2^b$	$3,43 \pm 0,08^a$
	100/0	$40,25 \pm 1,70^e$	$11289,6 \pm 376,3^a$	$2,80 \pm 0,06^b$

Các giá trị được biểu thị bằng giá trị trung bình và độ lệch chuẩn; các số mang chữ số mũ khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Bảng 3 cho thấy độ nở của các mẫu bánh quy giảm dần khi tăng tỷ lệ bột thay thế ở cùng tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hạt, nhưng khi trong cùng tỷ lệ bột thay thế khi tăng tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hạt thì độ nở của bánh quy tăng dần. Độ nở cao nhất ở mẫu đối chứng ($64,80 \pm 2,02$) % và thấp nhất ở 4 mẫu lần lượt là mẫu có tỷ lệ bột bổ sung 10 % tỷ lệ vỏ/hạt 0/100 ($29,68 \pm 1,63$) %, 25/75 ($30,62 \pm 0,00$) % và mẫu tỷ lệ bột bổ sung 15 % tỷ lệ vỏ/hạt 0/100 ($28,17 \pm 0,65$) %, 25/75 ($29,68 \pm 1,63$) %. Nghiên cứu trước đã báo cáo cho thấy việc tăng tỷ lệ

Thay thế bột mì trong sản phẩm bằng tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ và bột hạt xoài (BX) có gây ảnh hưởng đến nhiều đặc tính chức năng của khối bột và các thuộc tính chất lượng của cả bánh quy dù chỉ là thay thế một phần nhỏ. Sản phẩm bánh quy được chia thành nhiều loại trong đó có bánh quy ngọt, mỗi loại có đặc điểm chất lượng và kết cấu đặc trưng.

bột cám gạo bổ sung có tác động đến độ nở của sản phẩm bánh quy [10].

Độ cứng hay lực phá vỡ của bánh quy chịu ảnh hưởng trực tiếp với tỷ lệ hỗn hợp bột bổ sung vào. Cụ thể giá trị độ cứng ghi nhận thấp nhất được tìm thấy ở mẫu đối chứng ($2254,2 \pm 126,9$) gF và cao nhất ghi nhận ở mẫu bổ sung bột thay thế 15 % bột vỏ xoài Keo ($11289,6 \pm 376,3$) gF. Khi cùng một tỷ lệ bột bổ sung giá trị độ cứng tăng dần khi tăng tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hạt. Độ cứng của sản phẩm bánh tart từ vỏ sầu riêng chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi tỷ lệ thay thế lượng bột bổ sung vào [11].

Tỷ lệ hỗn hợp bột bổ sung có ảnh hưởng đến giá trị độ ẩm của các mẫu bánh quy. Giá trị độ ẩm ghi nhận được dao động từ $(0,42 \pm 0,02)$ % (mẫu 10 % với tỷ lệ hỗn

hợp bột vỏ/hột là 0/100) đến $(3,43 \pm 0,08) \%$ (mẫu 15 % với tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột là 75/25). Giá trị độ ẩm của các mẫu bánh quy có bổ sung bột vỏ và bột xoài đáp ứng được yêu cầu về độ ẩm của sản phẩm bánh quy theo TCVN 5909:1995 (độ ẩm $< 4 \%$). Mặt khác, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) giữa mẫu có tỷ lệ bột thay thế 10 % và mẫu có tỷ lệ bột thay thế 15 % với tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột là 100/0. Báo cáo của nghiên cứu trước nhận thấy sự gia tăng hàm lượng ẩm của bánh có thể do sự hấp thụ nước tăng lên của chất xơ thô trong bột vỏ bột xoài [12]. Mức giá trị độ ẩm này thấp hơn so với giá trị độ ẩm dao động của bánh quy bổ sung từng loại bột vỏ xoài và bột bột xoài của báo cáo trước dao động khoảng $(3,78-7,08) \%$ [9]. Sự

khác biệt này do nguyên liệu sử dụng khác biệt về điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng, kỹ thuật trồng và chăm sóc, ..., là những yếu tố có tác động đến sự khác biệt này.

3.3 Ảnh hưởng của tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ và bột bột xoài (BX) thay thế và tỷ lệ bột vỏ/bột bột xoài trong BX đến các hợp chất chứa hoạt tính sinh học của bánh quy
Hợp chất polyphenol là một trong những thành phần quan trọng nhất và chiếm tỷ lệ lớn trong thực vật nói chung. Đây là hợp chất có khả năng chống oxy hóa mạnh. Vì vậy, chỉ tiêu này luôn được quan tâm trong nghiên cứu hoạt tính chống oxy hóa của thực vật. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột thay thế và tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột đến các hợp chất chứa hoạt tính sinh học của bánh quy được thể hiện qua Bảng 4.

Bảng 4 Ảnh hưởng của tỷ lệ bột BX thay thế và tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/bột bột xoài trong BX đến hàm lượng polyphenol và khả năng loại bỏ gốc tự do DPPH

Tỷ lệ BX thay thế (%)	Tỷ lệ bột vỏ/bột bột xoài trong BX	TPC (mg GAE/g)	Khả năng loại bỏ gốc tự do DPPH (%)
Mẫu đối chứng		$32,21 \pm 1,28^m$	$3,07 \pm 0,09^l$
5	0/100	$130,72 \pm 1,48^i$	$72,16 \pm 0,82^f$
	25/75	$124,94 \pm 0,61^i$	$52,44 \pm 0,96^h$
	50/50	$108,25 \pm 5,02^k$	$50,62 \pm 0,46^h$
	75/25	$95,75 \pm 4,63^l$	$45,00 \pm 1,04^i$
	100/0	$91,02 \pm 4,77^l$	$35,61 \pm 1,55^k$
10	0/100	$202,03 \pm 1,08^d$	$85,29 \pm 0,15^{ab}$
	25/75	$175,21 \pm 7,68^f$	$83,60 \pm 0,44^{bcd}$
	50/50	$148,80 \pm 1,58^h$	$78,68 \pm 2,65^e$
	75/25	$143,37 \pm 3,08^h$	$73,90 \pm 2,33^f$
	100/0	$109,76 \pm 4,62^k$	$56,69 \pm 0,90^g$
15	0/100	$302,73 \pm 3,84^a$	$86,98 \pm 0,33^a$
	25/75	$267,86 \pm 2,80^b$	$84,93 \pm 0,58^{bc}$
	50/50	$230,97 \pm 3,01^c$	$83,38 \pm 0,39^{cd}$
	75/25	$190,62 \pm 2,85^e$	$82,62 \pm 0,39^d$
	100/0	$162,88 \pm 1,24^g$	$78,65 \pm 1,02^e$

Các giá trị được biểu thị bằng giá trị trung bình và độ lệch chuẩn; các số mang chữ số mũ khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Từ kết quả Bảng 4 cho thấy, TPC và khả năng loại gốc tự do DPPH của sản phẩm bánh quy chịu ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) bởi tỷ lệ BX thay thế và tỷ lệ hỗn hợp vỏ/hột. Nhìn chung, khi tỷ lệ bột thay thế

tăng thì TPC và khả năng loại gốc tự do DPPH có xu hướng tăng.

TPC trong sản phẩm bánh quy dao động trong khoảng $(32,21-302,73) \text{ mgGAE/g}$. Tỷ lệ bột thay thế và tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến TPC của bánh quy. Giá trị TPC cao nhất khi sử dụng tỷ lệ bột thay thế là 15 % với tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột là 0/100. Thấp nhất tương ứng với khi sử dụng tỷ lệ 5 %

bột thay thế với tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột từ 75/25 và 100/0, điều này cho thấy rằng TPC tỷ lệ thuận với tỷ lệ bột thay thế bổ sung vào sản phẩm bánh quy. Sự giảm hàm lượng TPC khi tăng tỷ lệ bột vỏ so với bột hạt liên quan đến sự khác biệt về hàm lượng polyphenol tự nhiên có trong hai loại bột. Theo một số nghiên cứu ghi nhận bột hạt xoài chứa hàm lượng polyphenol cao hơn so với bột vỏ xoài [5, 6]. Báo cáo của nghiên cứu trước cho thấy bột hỗn hợp của vỏ xoài và bột hạt nhân xoài làm tăng hàm lượng phenolic trong bánh quy từ 0,43 mg/g lên 10,28 mg/g [13]. Hoạt tính chống oxy hóa của bánh quy kết hợp với bột xoài và bột vỏ cao hơn so với đối chứng [14].

Khả năng loại gốc tự do DPPH của bánh quy thay đổi theo tỷ lệ bột thay thế và tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột được trình bày ở Bảng 4. Khả năng loại gốc tự do DPPH trong sản phẩm bánh quy dao động trong khoảng (3,07-

86,98) %. Khả năng loại bỏ gốc tự do DPPH được tìm thấy ở bánh quy bổ sung 15 % bột hạt bí ngô là 38 % [15]. Tỷ lệ bột thay thế và tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến khả năng loại gốc tự do DPPH của bánh quy. Ở mẫu sử dụng tỷ lệ bột thay thế là 15 % với tỷ lệ hỗn hợp vỏ/hột là 0/100 cho khả năng loại gốc tự do DPPH cao nhất (86,98 %). Tương tự với TPC, khả năng loại gốc tự do DPPH cho giá trị thấp nhất (35,61 %) khi sử dụng tỷ lệ thay thế là 5 % với tỷ lệ 100/0 hỗn hợp vỏ/hột.

3.4 Ảnh hưởng của tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ và bột hạt xoài (BX) thay thế và tỷ lệ bột vỏ/bột hạt trong BX đến chất lượng cảm quan của bánh quy

Những yếu tố có ảnh hưởng mạnh mẽ đến chất lượng cảm quan và khả năng chấp nhận sản phẩm của người tiêu dùng như màu sắc, mùi, vị và cấu trúc của sản phẩm được thể hiện qua Bảng 5.

Bảng 5 Ảnh hưởng của tỷ lệ BX thay thế và tỷ lệ bột vỏ/hột trong BX đến chất lượng cảm quan của bánh quy

Tỷ lệ BX thay thế (%)	Tỷ lệ (%) bột vỏ/bột hạt trong BX	Cấu trúc	Màu sắc	Mùi	Vị
Mẫu đối chứng		4,33 ± 0,12 ^b	4,70 ± 0,00 ^a	4,57 ± 0,06 ^a	4,73 ± 0,06 ^a
5	0/100	3,57 ± 0,06 ^{ik}	3,57 ± 0,06 ^h	3,83 ± 0,06 ^{de}	4,23 ± 0,06 ^{de}
	25/75	4,30 ± 0,00 ^{bc}	3,30 ± 0,00 ^k	3,10 ± 0,00 ^l	3,57 ± 0,12 ^{kl}
	50/50	3,93 ± 0,12 ^{de}	4,07 ± 0,06 ^d	3,47 ± 0,06 ^{fgh}	3,80 ± 0,00 ^h
	75/25	4,27 ± 0,06 ^{bc}	3,67 ± 0,06 ^g	3,73 ± 0,06 ^e	4,33 ± 0,06 ^{bcd}
	100/0	2,93 ± 0,06 ^l	2,97 ± 0,06 ^m	3,50 ± 0,00 ^{fg}	3,27 ± 0,06 ⁿ
10	0/100	4,47 ± 0,06 ^a	4,20 ± 0,00 ^c	3,57 ± 0,06 ^f	4,00 ± 0,00 ^g
	25/75	3,77 ± 0,06 ^{gh}	3,17 ± 0,06 ^l	3,37 ± 0,06 ^{hi}	3,73 ± 0,06 ^{hi}
	50/50	4,23 ± 0,06 ^{bc}	4,33 ± 0,06 ^b	4,17 ± 0,06 ^b	4,17 ± 0,06 ^{ef}
	75/25	4,03 ± 0,06 ^d	4,77 ± 0,06 ^a	3,93 ± 0,06 ^{cd}	4,10 ± 0,00 ^{fg}
	100/0	3,80 ± 0,00 ^{fc}	3,63 ± 0,06 ^{gh}	3,47 ± 0,06 ^{fgh}	3,67 ± 0,06 ^{ik}
15	0/100	3,77 ± 0,06 ^{gh}	4,10 ± 0,00 ^d	3,23 ± 0,12 ^k	3,47 ± 0,12 ^m
	25/75	4,20 ± 0,00 ^c	3,87 ± 0,06 ^e	3,43 ± 0,06 ^{ghi}	4,43 ± 0,06 ^b
	50/50	3,67 ± 0,06 ^{hi}	4,40 ± 0,00 ^b	3,97 ± 0,06 ^c	4,37 ± 0,12 ^{bc}
	75/25	3,90 ± 0,00 ^{ef}	3,43 ± 0,06 ⁱ	3,40 ± 0,00 ^{ghi}	4,27 ± 0,06 ^{cde}
	100/0	3,47 ± 0,06 ^k	3,77 ± 0,06 ^f	3,33 ± 0,12 ^{ik}	3,63 ± 0,06 ^{ik}

Các giá trị được biểu thị bằng giá trị trung bình và độ lệch chuẩn; các số mang chữ số mũ khác nhau trong

cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Từ kết quả thống kê ở Bảng 5 cho thấy, cấu trúc của bánh quy được đánh giá là có sự khác biệt khi thay đổi tỷ lệ bột thay thế và tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột. Mẫu có cấu trúc đạt điểm cao nhất (4,47) là mẫu ở tỷ lệ 10 % bột thay thế với tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột là 0/100, mẫu cho cấu trúc bánh cứng giòn, xốp, bánh ít bị nứt. Bên cạnh đó, mẫu ở tỷ lệ 5 % bột thay thế với tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột là 100/0 cho điểm cảm quan cấu trúc kém nhất (2,93), mẫu cho cấu trúc bánh hơi cứng, ít giòn và bánh bị nứt, vỡ.

Qua kết quả Bảng 5 cho thấy, mẫu có điểm cảm quan về màu sắc cao nhất (4,77) là mẫu 75/25 với tỷ lệ bột thay thế là 10 %, được yêu thích nhất vì có màu sắc hài hòa và giữ được màu xanh đặc trưng của bột vỏ xoài, không xuất hiện các màu nâu ở vành ngoài của bánh. Mẫu có điểm cảm quan kém nhất (2,97) là mẫu 100/0 với tỷ lệ bột thay thế là 5 %, nguyên nhân là do trong quá trình nướng bánh làm cho bánh có màu nâu sậm nên bánh kém đẹp mắt hơn các mẫu còn lại.

Về mùi của sản phẩm bánh quy, mẫu đạt điểm cảm quan về mùi cao nhất (4,17) là mẫu 50/50 với 10 % tỷ lệ bột thay thế, mẫu cho mùi thơm bơ hài hòa, đặc trưng và có mùi thơm của bột vỏ xoài. Bên cạnh đó, mẫu 25/75 với tỷ lệ bột thay thế là 5 % cho điểm cảm quan về mùi kém nhất (3,10). Các mẫu còn lại vẫn giữ được mùi thơm đặc trưng của sản phẩm bánh quy.

Tương tự về vị của sản phẩm bánh quy, mẫu đạt điểm cảm quan cao nhất (4,43) là mẫu 25/75 với 15 % tỷ lệ bột thay thế, mẫu cho vị ngọt, béo hài hòa của sản phẩm bánh quy. Mẫu có điểm cảm quan về vị kém nhất là (3,27) ở mẫu 100/0 với tỷ lệ bột thay thế là 5 %. Các mẫu còn lại cho sản phẩm có vị ngọt, hơi béo.

Kết quả cho thấy bánh được đánh giá cao về cấu trúc, màu sắc, mùi và vị khi có tỷ lệ bột thay thế là 10 % với tỷ lệ hỗn hợp bột vỏ/hột là 50/50.

4 Kết luận

Việc tận dụng các nguồn phụ phẩm trong quá trình chế biến thực phẩm hiện nay đang trở thành một xu hướng nghiên cứu được ưu tiên. Các nghiên cứu đã chỉ ra tiềm năng ứng dụng những nguyên liệu này trong việc phát triển các sản phẩm thực phẩm mới. Cụ thể, việc bổ sung bột vỏ/bột hạt xoài (tỷ lệ 50/50) vào sản phẩm bánh quy với tỷ lệ thay thế bột mì 10 % đã tạo ra sản phẩm bánh quy đảm bảo duy trì các đặc tính về cấu trúc, màu sắc, mùi vị, cũng như các hợp chất có hoạt tính sinh học, đồng thời chất lượng sản phẩm được đánh giá cao. Kết quả nghiên cứu này là tiền đề quan trọng cho việc phát triển bán thành phẩm bột vỏ và hạt xoài, góp phần làm đa dạng hóa sản phẩm, vừa nâng cao giá trị gia tăng của sản phẩm, vừa giải quyết vấn đề ô nhiễm từ các nguồn phụ phẩm này.

Tài liệu tham khảo

1. Dereje, B., & Abera, S. (2020). Effect of pretreatments and drying methods on the quality of dried mango (*Mangifera indica* L.) slices. *Cogent Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1747961>
2. Caparino, O. A., Tang, J., Nindo, C. I., Sablani, S. S., Powers, J. R., & Fellman, J. K. (2012). Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine “Carabao” var.) powder. *Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.010>
3. Siddiq, M., Brecht, J. K., & Sidhu, J. S. (2017). Handbook of mango fruit: Production, postharvest science, processing technology and nutrition. In *Handbook of Mango Fruit: Production, Postharvest Science, Processing Technology and Nutrition*. <https://doi.org/10.1002/9781119014362>
4. Marçal, S., & Pintado, M. (2021). Mango peels as food ingredient / additive: nutritional value, processing, safety and applications. In *Trends in Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.012>
5. Ajila, C. M., Bhat, S. G., & Prasada Rao, U. J. S. (2007). Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.036>
6. Ajila, C. M., Aalami, M., Leelavathi, K., & Prasada Rao, U. J. S. (2010). Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 11(1): 219-224. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.004>



7. Liu, Y.-G., Zhang, X.-M., Ma, F.-Y., & Fu, Q. (2017). The antioxidant activities of mango peel among different cultivars. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 61(1), 12065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/61/1/012065>
8. Ojha, P., Raut, S., Subedi, U., & Upadhaya, N. (2019). Study of nutritional, phytochemicals and functional properties of mango kernel powder. *Journal of Food Science and Technology Nepal*, 11, 32-38. <https://doi.org/10.3126/jfstn.v11i0.29708>
9. Ashoush, I. S., & Gadallah, M. G. E. (2011). Utilization of Mango Peels and Seed Kernels Powders as Sources of Phytochemicals in Biscuit. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 6(1), 35-42.
10. Nguyễn Thị Yến Phượng, Nguyễn Thị Cà Linh & Lê Hoàng Phượng (2021). Xây dựng quy trình chế biến sản phẩm bánh quy bổ sung cám gạo tại Kiên Giang. *Tạp chí Công Thương*, 26, 367-374.
11. Bunyasawat, J., & Bhoosem, C. (2017). Effect of substitution durian rind powder with wheat flour on tarts quality. *RMUTP Research Journal*, 11(2), 48-58. <https://doi.org/10.14456/jrmutp.2018.10>
12. Bandyopadhyay, K., Chaitali, C., & Sagarika, B. (2014). Fortification of Mango Peel and Kernel Powder in Cookies Formulation. *Journal of Academia and Industrial Research* 2(12):661-64.
13. Aslam, F., & Hasnain, A. (2009). Studies on swelling and solubility of modified starch from Taro (*Colocasia esculenta*): effect of pH and temperature. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74(1), 45-50
14. Brar, J., Amritpal, K., & Jaswinder Kaur Brar. (2015). Use of Mango Seed Kernels for the Development of Antioxidant Rich Biscuits. *International Journal of Science and Research* 6(7), 535-538.
15. Ashiq, H., Tusneem, K., Sawera, S., Ayesha, S., Abdul, H. A., Muhammad Abdullah, J., Saima, N., Ayesha, R., Khansa, I., Muhammad, Y. Q. (2022). Determination of Total Phenolics, Flavonoids, Carotenoids, β -Carotene and DPPH Free Radical Scavenging Activity of Biscuits Developed with Different Replacement Levels of Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Peel, Flesh and Seeds Powders. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 10(8). <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i8.1506-1514.5129>

Processing and utilization powder from keo mango peel and seed kernels in biscuit products

Diep Dang Hung^{1,2*}, Duong Thi Phuong Lien²

¹Nam Can Tho University, ²Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

*diepdanghung@gmail.com

Abstract Mango is a widely consumed fruit and is extensively cultivated in Mekong Delta. Mango peel and kernel contain significant nutritional value and bioactive compounds with strong antioxidant properties; however, they are often discarded during processing. This study utilized Keo mango peel and kernel by-products to produce value-added semi-finished materials for incorporation into food products. The research investigated the effect of replacing wheat flour with a mixture of mango peel powder and kernel powder at various substitution levels of (0; 5; 10; and 15) %, and peel-to-kernel ratios (0/100; 25/75; 50/50; 75/25; and 100/0) to determine the appropriate mixture that maintains desirable structural, quality, and bioactive properties. Results indicated that replacing 10 % of wheat flour with a 50/50 blend of Keo mango peel and kernel powders yielded cookies with favorable sensory characteristics. The cookies had a moisture content of (1.38 ± 0.08) %, spread ratio of (35.40 ± 1.67) %, hardness of (6947.1 ± 176.5) g, total polyphenol content of (148.80 ± 1.58) mg GAE/g, and DPPH radical scavenging activity of (78.68 ± 2.65) %. These findings demonstrated the potential application of mango peel and kernel powders in food processing, contributing to the enhancement of by-product value and the reduction of environmental pollution.

Keywords Cookies, mango peel powder, mango seed powder

