

SỬ DỤNG HỖN HỢP BỘT MÌ VÀ BÃ MALT ĐỂ LÀM BÁNH QUY GIÀU CHẤT XƠ: ẢNH HƯỞNG CỦA KÍCH THƯỚC HẠT BÃ MALT ĐẾN CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM

USE OF WHEAT FLOUR AND BREWING SPENT GRAINS IN THE PRODUCTION OF BISCUIT WITH HIGH FIBER CONTENT: EFFECTS OF PARTICLE SIZE OF BREWING SPENT GRAINS ON THE PRODUCT QUALITY

Lê Cao Linh Chi, Trần Thị Thu Trà, Tôn Nữ Minh Nguyệt, Lê Nguyễn Đoàn Duy, Lê Văn Việt Mẫn

Trường Đại học Bách khoa thành phố Hồ Chí Minh; lvvman@hcmut.edu.vn

Tóm tắt - Bã malt là một phụ phẩm giàu dinh dưỡng từ quy trình sản xuất bia và đang được sử dụng chủ yếu làm thức ăn gia súc. Trong nghiên cứu này, bã malt được sấy, rây rồi phối trộn với bột mì theo tỉ lệ 20% và 80% để làm bánh quy giàu chất xơ. Khi giảm kích thước lỗ rây bã malt từ 0,60mm xuống còn 0,21mm thì hàm lượng protein trong bánh quy tăng lên, lượng xơ và phenolic tổng giảm đi trong khi lượng lipid và tro tổng thay đổi không có ý nghĩa thống kê so với mẫu bánh đối chứng không có sử dụng bã malt. Sự giảm kích thước hạt bã malt còn làm tăng độ dày và đường kính của bánh, làm giảm độ cứng nhưng không thay đổi điểm đánh giá cảm quan về mức độ yêu thích của sản phẩm. Với hiệu suất thu hồi là 85,6%, phần bã malt qua rây 0,40mm được xem là nguồn chất xơ phù hợp để thay thế một phần bột mì trong quy trình sản xuất bánh quy giàu xơ.

Từ khóa - Bánh quy; bã malt; chất xơ; kích thước hạt

Abstract - Brewing spent grains (BSG) are a by-product with high nutritional value from beer production-line and has been used for animal feeding. In this study, BSG are dried, sieved and then mixed with wheat flour with the ratio of 20% and 80% to produce high fiber biscuit. When the pore size of the BSG sieve is reduced from 0.60mm to 0.21mm, the protein content of the obtained biscuit increases; the total fiber and phenolic content is reduced while the lipid and ash content is similar to those of the control sample without BSG use. Decrease in particle size of BSG also leads to an increase in biscuit thickness and diameter, a reduction in product hardness but does not change the sensory score on the product preference. With the recovery yield of 85.6%, the 0.40mm sieved BSG are an appropriate dietary fiber source for partial replacement of wheat flour in the high fiber biscuit production.

Key words - biscuit; brewing spent grains; dietary fiber; particle size

1. Đặt vấn đề

Bánh quy là một thực phẩm công nghiệp được sản xuất và tiêu thụ khắp nơi trên thế giới. Về thành phần dinh dưỡng, bánh quy chứa nhiều đường, tinh bột, chất béo nhưng lại nghèo chất xơ [1]. Hiện nay, thực phẩm giàu xơ đang được nhiều người tiêu dùng quan tâm vì chúng có nhiều tác động có lợi cho sức khỏe như ngăn ngừa táo bón, viêm ruột, béo phì và sự tăng hàm lượng cholesterol trong máu [2]. Tại Việt Nam, bánh quy giàu chất xơ ngày càng trở nên phổ biến. Sản phẩm này được làm từ bột lúa mì không tách đi lớp cám trong quá trình xay xát hoặc được làm từ hỗn hợp bột mì đã tách bỏ lớp cám (thường được gọi tắt là bột mì) và các nguyên liệu giàu chất xơ [3].

Trong những năm gần đây, ngành công nghiệp bia ở nước ta phát triển nhanh. Trong quy trình sản xuất bia, bã malt là phần rắn được tách ra sau quá trình nấu dịch nha. Bã malt bia rất giàu chất xơ với 21,7% cellulose, 19,2% hemicellulose và 19,4% lignin. Ngoài ra, bã malt bia còn chứa 24,7% protein, 4,2% khoáng, một số loại vitamin và các hợp chất phenolic có hoạt tính chống oxy hóa [4]. Nhiều nhà khoa học trên thế giới xem bã malt là một nguồn chất xơ và đã nghiên cứu thử nghiệm bổ sung bã malt vào các công thức chế biến để sản xuất ra các loại thực phẩm giàu chất xơ như bánh snack từ bắp [5], bánh snack từ gạo [6], bánh quy [7-9].

Theo thống kê của Hiệp hội rượu bia nước giải khát Việt Nam, tổng sản lượng bia sản xuất ở nước ta trong năm 2017 là 4,375 tỉ lít. Thông thường, từ 100kg malt đại mạch có thể sản xuất ra được khoảng 400-450 lít bia thành phẩm và sinh ra 130kg bã malt với độ ẩm 80% [10]. Như vậy, tổng lượng bã malt thu được hàng năm từ các nhà máy sản

xuất bia tại Việt Nam ước tính là hơn một triệu tấn. Điều này cho thấy, sản lượng bã malt ở nước ta là vô cùng lớn và hiện nay bã malt chỉ được sử dụng ở dạng tươi hay phơi khô để làm thức ăn cho gia súc. Tại Việt Nam đến nay chưa có công bố nào liên quan đến việc bổ sung bã malt vào bánh quy và các sản phẩm thực phẩm khác.

Mục đích của nghiên cứu này là sử dụng nguồn bã malt bia sẵn có để thay thế một phần bột mì trong quy trình sản xuất bánh quy giàu chất xơ. Nhóm tác giả đánh giá ảnh hưởng của kích thước hạt bã malt đến các chỉ tiêu chất lượng bánh quy bao gồm thành phần hóa học, các chỉ tiêu vật lý và giá trị cảm quan của bánh.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Bã malt sử dụng trong nghiên cứu này có xuất xứ từ malt đại mạch của Công ty bia Sài Gòn. Bã malt tươi (độ ẩm 82%) được đem sấy ở 70°C trong 5 giờ để đạt độ ẩm không quá 10%. Sau đó, bã malt được nghiền trên thiết bị nghiền trục rồi chia làm 3 phần để cho qua 3 rây với kích thước lỗ khác nhau. Hiện nay, lỗ rây 0,40mm thường được dùng để rây bột mì trong sản xuất bánh giàu xơ; do đó 3 lỗ rây 0,60; 0,40 và 0,21mm được chọn để khảo sát. Phần qua rây được cho vào bao PE và bảo quản ở 4°C để sử dụng.

Nguyên liệu sử dụng để làm bánh quy trong nghiên cứu gồm có: bột mì số 8 của Công ty Bột mì Đại Phong; trứng gà tươi (độ ẩm: 65-75%, phản ứng H₂S: âm tính) của Công ty TNHH Ba Huân; đường ăn kiêng isomalt (độ tinh khiết không thấp hơn 98%) có xuất xứ từ Công ty Boneo (Đức); đường ăn kiêng acesulfame kali (độ tinh khiết không lớn hơn 99,8%) của Công ty Vitasweet (Trung Quốc); bơ nhạt (hàm

lượng lipid không thấp hơn 80%) có xuất xứ từ công ty Pilot (Úc); NaCl (độ tinh khiết không thấp hơn 98%, độ ẩm không quá 1%) của Công ty Muối Miền Nam; hương vani (hàm lượng tạp chất không quá 2%) có xuất xứ từ Công ty Rayner's (Anh quốc); bột nổi là hỗn hợp $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NaHCO_3 và bột mì có xuất xứ từ công ty Alsa (Pháp).

Các hóa chất phân tích sử dụng trong nghiên cứu này có xuất xứ từ Công ty Sigma-Aldrich (Hoa Kỳ).

2.2. Phương pháp thực nghiệm

Các nghiên cứu trước đây cho rằng, tỉ lệ sử dụng bã malt tối đa khoảng 15-25% so với khối lượng hỗn hợp bột mì và bã malt trong công thức làm bánh; nếu tỉ lệ bã malt cao hơn thì bánh thành phẩm trở nên cứng và có điểm cảm quan thấp [7-9]. Trong nghiên cứu này, hỗn hợp 80% bột mì và 20% bã malt được sử dụng để tạo ra ba mẫu bánh quy; trong đó mẫu bánh quy I, II và III được lần lượt làm từ bã malt qua rây 0,60; 0,40 và 0,21mm. Nhóm tác giả cũng thực hiện mẫu bánh đối chứng IV được làm từ 100% bột mì và không có sử dụng bã malt. Ở mỗi nghiệm thức khảo sát, tổng lượng hỗn hợp bột mì và bã malt sử dụng đối với mẫu bánh I, II và III và lượng bột mì sử dụng đối với mẫu bánh IV đều là 1kg.

Quy trình tạo sản phẩm bánh quy

Các thành phần phụ liệu sử dụng trong các nghiệm thức (tính cho 1kg hỗn hợp bột mì và bã malt) như sau: bơ 467g, trứng gà tươi 310g (bao gồm cả lòng đỏ và lòng trắng), isomalt 467g, acesulfame kali 1,2g, NaCl 4,4g, hương vani 4g, bột nổi 10,7g và nước 87mL. Quy trình làm bánh như sau: đầu tiên, đánh bông trứng gà gồm cả lòng đỏ và lòng trắng bằng máy đánh trứng Model HR-1456 (hãng Philips, Trung Quốc) trong 4 phút. Tiếp theo, hòa tan acesulfame kali vào nước rồi bổ sung dung dịch acesulfame kali, isomalt và muối ăn vào trứng gà đã đánh bông trong thiết bị nhào bột Model SM-8005 (hãng Ichiban, Hoa Kỳ). Hỗn hợp này được khuấy trộn với tốc độ 200 vòng/phút trong 4 phút. Sau đó, bơ được bổ sung vào hỗn hợp trên. Vani và bột nổi cũng được thêm vào ở giai đoạn này rồi khuấy trộn với tốc độ 200 vòng/phút trong 3 phút. Cuối cùng, bột mì và bã malt được thêm vào rồi nhào trộn với tốc độ 100 vòng/phút trong 1 phút. Khối bột nhào sau đó được cán thành tấm có độ dày 4 mm. Để tạo hình bánh, khuôn tròn với đường kính 35 mm được sử dụng để cắt tấm bột thành những mẫu hình tròn với đường kính 35 mm. Bánh sẽ được xếp trên khay và đưa vào lò nướng Model VH509S (hãng Sanaky, Nhật Bản) đã được gia nhiệt đến 175°C trước đó 15 phút; thời gian nướng 23 phút. Trong 15 phút đầu, nhiệt độ lò nướng là 175°C, sau đó chỉnh về 150°C và nướng tiếp trong 8 phút.

Khi kết thúc quá trình nướng, bánh được làm nguội về nhiệt độ phòng. Cuối cùng các mẫu bánh được cho vào túi polyethylene và ghép mí để thực hiện các phân tích.

2.3. Phương pháp phân tích

Thành phần hóa học của bã malt, bột mì và bánh quy: Độ ẩm được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi [11]. Hàm lượng chất béo được xác định bằng phương pháp Soxhlet với dung môi trích ly là diethyl ether [12]. Hàm lượng protein tổng được xác định bằng phương pháp Kjeldahl - Nessler [13]. Hàm lượng tro được

xác định bằng phương pháp nung đến khối lượng không đổi [14]. Hàm lượng carbohydrate tổng được xác định theo phương pháp phenol sulfuric acid [15]. Hàm lượng chất xơ được xác định theo phương pháp AOAC 985.29 (2000).

Kích thước trung bình và diện tích bề mặt riêng của hạt bã malt và bột mì được xác định bằng phương pháp tán xạ laser. Chỉ số SPAN thể hiện sự đồng nhất về kích thước hạt trong mẫu phân tích được tính theo công thức sau:

$$(D90 - D10)/D50$$

Trong đó, D90 là kích thước hạt khi mẫu phân tích có 90% số hạt bằng hoặc nhỏ hơn giá trị kích thước đã nêu. Tương tự, D50 hoặc D10 là kích thước hạt khi mẫu phân tích có 50% hoặc 10% số hạt bằng hoặc nhỏ hơn giá trị kích thước đã nêu [16].

Khả năng hấp thu nước và hấp thu dầu của bã malt và bột mì được xác định theo quy trình của Nwabueze [17].

Đường kính, độ dày và tỉ lệ giữa đường kính và độ dày của bánh quy: Đường kính (mm), độ dày (mm) và tỉ lệ giữa đường kính và độ dày của bánh quy (không đơn vị) được xác định theo phương pháp do Mishra and Chandra [1] đề xuất. Độ cứng của bánh quy được xác định bằng phép đo đâm xuyên trên thiết bị đo cấu trúc Instron Testing Machine (Model 5543, Hoa Kỳ) [18].

Các chỉ số về màu sắc của bánh quy: Màu sắc của bánh quy được xác định bằng thiết bị đo màu Model CR-300 (hãng Minolta, Nhật Bản) với hệ màu CIE $L^* a^* b^*$, bao gồm L^* (độ sáng), a^* (từ xanh lục đến đỏ), b^* (từ xanh lam đến vàng) và ΔE (khoảng sai biệt màu sắc) [19].

Chất lượng cảm quan của bánh quy: Các chỉ tiêu cảm quan của bánh quy (màu sắc, mùi, vị, cấu trúc và mức độ yêu thích chung) được xác định bằng phương pháp đánh giá thị hiếu cho điểm trên thang 9 điểm [20]. Kết quả đánh giá cảm quan được tổng hợp từ 60 người thử là sinh viên ngành Công nghệ thực phẩm của Trường Đại học Bách khoa thành phố Hồ Chí Minh.

2.4. Phương pháp xử lý thống kê

Tất cả các thí nghiệm đều được lặp lại 3 lần. Kết quả trong bài báo là giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các số liệu được xem là khác nhau có nghĩa khi $P < 0,05$. Phương pháp phân tích phương sai một yếu tố được thực hiện trên phần mềm Stagraphics Centurion XV.I.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Tính chất vật lý và thành phần hóa học của bã malt và bột mì

Bảng 1 giới thiệu một số tính chất vật lý và thành phần hóa học của bã malt và bột mì. Nhìn chung, cả 3 mẫu bã malt đều có kích thước hạt lớn hơn hẳn so với bột mì đã qua tách cám. Khi giảm kích thước lỗ rây từ 0,60mm xuống 0,21mm thì kích thước trung bình của hạt bã malt qua rây giảm đi 32%, diện tích bề mặt riêng của hạt tăng thêm 30% và hiệu suất thu hồi phần bã malt qua rây bị giảm đi 30%.

Khi làm bánh quy với nguyên liệu giàu xơ có kích thước hạt càng mịn thì sự gia tăng độ cứng của bánh sẽ càng ít. Tuy nhiên, hiệu suất thu hồi bã malt có kích thước hạt mịn là thấp và sẽ làm giảm đi hiệu quả kinh tế của việc sử dụng bã malt như là nguồn nguyên liệu giàu xơ trong quy trình

làm bánh. Chỉ số SPAN thể hiện độ rộng của khoảng phân bố kích thước hạt. Chỉ số SPAN càng thấp thì mức độ đồng đều của các hạt trong mẫu phân tích sẽ càng cao [16]. Kết quả thực nghiệm cho thấy, cả 3 mẫu bã malt và mẫu bột mì có chỉ số SPAN là như nhau.

Bảng 1. Hiệu suất thu hồi, tính chất vật lý và thành phần hóa học của bột mì và bã malt

	Bột mì (đã tách cám)	Bã malt qua rây 30 mesh (0,60mm)	Bã malt qua rây 40 mesh (0,40mm)	Bã malt qua rây 70 mesh (0,21mm)
Hiệu suất thu hồi (%)	Không xác định	92,3±0,7 ^a	85,6±0,4 ^b	64,6±0,3 ^c
Kích thước trung bình của hạt (μm)	79,9 ^d	168,5 ^a	147,2 ^b	114,0 ^c
Diện tích bề mặt riêng (cm ² /cm ³)	1587,2 ^d	948,5 ^a	1091,0 ^b	1234,3 ^c
Chỉ số SPAN	1,7 ^a	1,7 ^a	1,7 ^a	1,7 ^a
Độ ẩm (% tổng khối lượng)	12,1±0,1 ^a	7,7±0,1 ^b	7,6±0,1 ^{bc}	7,4±0,1 ^c
Protein (% chất khô)	9,9±0,1 ^d	25,9±0,2 ^c	27,3±0,1 ^b	29,6±0,2 ^a
Lipid (% chất khô)	2,5±0,1 ^c	12,9±0,2 ^b	13,5±0,2 ^a	13,9±0,3 ^a
Tro (% chất khô)	0,7±0,0 ^b	3,8±0,1 ^a	3,8±0,1 ^a	3,7±0,1 ^a
Carbohydrate tổng (% chất khô)	87,0±0,2 ^a	57,4±0,4 ^b	55,3±0,3 ^c	52,9±0,4 ^d
Tinh bột (% chất khô)	85,5±0,5 ^a	1,8±0,1 ^b	1,7±0,1 ^b	1,7±0,0 ^b
Xơ hòa tan (% chất khô)	1,5±0,1 ^c	8,4±0,0 ^a	8,2±0,0 ^a	7,8±0,2 ^b
Xơ không hòa tan (% chất khô)	2,0±0,0 ^d	48,3±0,5 ^a	46,8±0,2 ^b	44,6±0,5 ^c
Xơ tổng (% chất khô)	3,5±0,1 ^d	56,6±0,5 ^a	54,9±0,2 ^b	52,4±0,6 ^c
Phenolic tổng (mgGAE/kg chất khô)	1514±6 ^c	2775±15 ^a	2478±0 ^b	2456±31 ^b
Hoạt tính kháng oxy hóa theo DPPH (μMTE/kg chất khô)	527±34 ^d	7673±34 ^a	7180±157 ^b	6923±34 ^c
Hoạt tính kháng oxy hóa theo FRAP (μMTE/kg chất khô)	696±7 ^d	8761±10 ^a	7685±10 ^b	7627±16 ^c
L*	92,6±0,2 ^a	62,1±0,5 ^b	61,3±0,4 ^{bc}	61,1±0,3 ^c
a*	-6,7±0,2 ^b	0,9±0,0 ^a	0,8±0,0 ^a	0,9±0,0 ^a
b*	13,0±0,3 ^b	20,4±0,2 ^a	20,1±0,1 ^a	20,1±0,2 ^a
Khả năng hấp thu nước (g/g)	1,3±0,0 ^d	3,9±0,1 ^a	3,8±0,0 ^b	3,6±0,0 ^c
Khả năng hấp thu dầu (g/g)	0,8±0,0 ^d	1,4±0,0 ^c	1,6±0,0 ^b	1,7±0,0 ^a

Các giá trị được ký hiệu với những chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Về thành phần hóa học, bã malt có hàm lượng protein và lipid cao vượt trội so với bột mì. Khi kích thước lỗ rây giảm dần từ 0,60 xuống 0,21mm, hàm lượng protein và lipid trong bã malt lần lượt tăng thêm 14% và 8%. Điều này có thể được giải thích là do sự chênh lệch về hàm lượng protein và lipid trong các phần của hạt. Trong hạt ngũ cốc, phôi chứa hàm lượng protein và lipid cao nhất, tiếp đến là nội nhũ và vỏ trấu [21]. Phần phôi có cấu trúc cứng hơn nội nhũ nên khi nghiền sẽ tạo ra hạt bột có kích thước bé hơn. Tương tự, bã malt có hàm lượng tro cao hơn bột mì. Tuy

nhiên, hàm lượng tro trong 3 mẫu bã malt có kích thước hạt khác nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Các số liệu trên cho thấy, việc sử dụng bã malt trong sản xuất bánh quy có thể cải thiện hàm lượng protein, lipid và khoáng cho sản phẩm.

Ngược lại, bã malt có hàm lượng carbohydrate tổng và tinh bột thấp hơn hẳn so với bột mì. Đặc biệt là hàm lượng tinh bột trong bã malt rất thấp. Nguyên nhân là do phần lớn tinh bột đã được thủy phân trong quá trình nấu dịch nha sản xuất bia [10]. Cả 3 mẫu bã malt có hàm lượng tinh bột là như nhau.

Xét về hàm lượng chất xơ, bã malt có hàm lượng xơ hòa tan, xơ không hòa tan và xơ tổng đều cao vượt trội hơn bột mì. Khi giảm kích thước lỗ rây từ 0,60 xuống 0,21mm thì hàm xơ tổng của bã malt giảm đi 8%. Nguyên nhân của hiện tượng này là do sự phân bố chất xơ không đồng đều trong hạt đại mạch. Theo Duffus [22], 96% lượng cellulose trong hạt đại mạch nằm ở vỏ trấu. Với cùng một chế độ nghiền, hạt bột từ vỏ trấu sẽ có kích thước lớn hơn hạt bột từ nội nhũ và phôi do phần vỏ trấu dai hơn. Do đó, sau quá trình sấy và nghiền bã malt, phần đoạn hạt có kích thước lớn sẽ chứa tỉ lệ phần vỏ trấu nhiều hơn, từ đó hàm lượng xơ sẽ cao hơn.

Hàm lượng phenolic tổng của bã malt cao hơn nhiều so với bột mì, nhờ đó hoạt tính chống oxy hóa của bã malt cũng cao hơn bột mì. Khi giảm dần kích thước lỗ rây thì hàm lượng phenolic tổng của phần bã malt qua rây và hoạt tính chống oxy hóa của nó cũng bị giảm theo. Nguyên nhân là do các hợp chất phenolic nằm tập trung ở lớp vỏ trấu của hạt [23] và phần đoạn hạt nhỏ thì chứa tỉ lệ phần vỏ trấu ít hơn.

Về màu sắc, giá trị L* của bã malt thấp hơn bột mì chứng tỏ bã malt sậm màu hơn. Giá trị a* của bột mì là số âm; còn đối với bã malt giá trị a* là số dương. Điều này chứng tỏ, bột mì có sắc màu xanh dương còn bã malt có sắc màu đỏ. Giá trị b* của bã malt cao hơn so với bột mì và đều là số dương chứng tỏ sắc màu vàng của bã malt nhiều hơn so với bột mì. Khi giảm kích thước lỗ rây thì các giá trị a* và b* của phần bột qua rây là không thay đổi nhưng giá trị L* có xu hướng giảm nhẹ. Bã malt có màu sậm hơn bột mì là do đã trải qua hai quá trình xử lý nhiệt bao gồm quá trình nấu dịch nha trong sản xuất bia và quá trình sấy khô để bảo quản bã malt.

Khả năng hấp thu nước và dầu của bã malt luôn cao hơn bột mì. Khi giảm kích thước lỗ rây thì khả năng hấp thu nước của phần bã malt qua rây giảm nhẹ. Nguyên nhân là do khả năng hấp thu nước có liên quan đến hàm lượng xơ trong nguyên liệu. Các nhóm hydroxyl (-OH) của chất xơ có khả năng liên kết hydro với các phân tử nước và làm tăng khả năng hấp thu nước của nguyên liệu giàu xơ [24]. Hạt bã malt kích thước nhỏ có hàm lượng xơ tổng thấp hơn hạt bã malt kích thước lớn nên khả năng hấp thu nước kém hơn. Ngược lại, khi giảm kích thước lỗ rây thì khả năng hấp thu dầu của phần bã malt qua rây lại tăng nhẹ. Khả năng hấp thu dầu liên quan đến tính chất bề mặt hạt và tính chất ưa nước của các thành phần trong nguyên liệu giàu xơ [24]. Hạt bã malt có kích thước càng lớn chứa nhiều nhóm hydroxyl có tính chất ưa nước hơn hạt bã malt kích thước nhỏ nên có khả năng hấp thu dầu kém hơn.

3.2. Ảnh hưởng kích thước hạt bã malt đến thành phần hóa học của bánh quy

Bảng 2. Thành phần hóa học cơ bản của bánh quy có bổ sung bã malt (*)

	Bánh từ bột mì (đối chứng)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 30 mesh (0,60mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 40 mesh (0,40mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 70 mesh (0,21mm)
Độ ẩm (% chất khô)	3,5±0,0 ^c	5,5±0,2 ^a	5,3±0,1 ^{ab}	5,2±0,1 ^b
Protein (% chất khô)	5,0±0,1 ^d	9,9±0,2 ^c	10,4±0,1 ^b	11,8±0,2 ^a
Lipid (% chất khô)	24,6±0,0 ^b	26,9±0,4 ^a	27,0±0,4 ^a	27,3±0,3 ^a
Tro tổng (% chất khô)	1,0±0,0 ^b	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a
Carbohydrate tổng (% chất khô)	69,4±0,1 ^a	61,9±0,2 ^b	61,3±0,3 ^b	59,5±0,4 ^c
Tinh bột (% chất khô)	50,6±0,3 ^b	45,0±0,6 ^a	44,5±0,4 ^a	44,4±0,2 ^a
Xơ hòa tan (% chất khô)	0,7±0,1 ^b	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a
Xơ không hòa tan (% chất khô)	0,9±0,0 ^c	5,1±0,0 ^a	5,0±0,1 ^a	4,8±0,0 ^b
Xơ tổng (% chất khô)	1,7±0,1 ^c	6,5±0,1 ^a	6,3±0,1 ^a	6,1±0,0 ^b

Các giá trị được ký hiệu với những chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$). Hàm lượng protein, tro, chất xơ và lipid được tính theo % chất khô của mẫu

Thành phần hóa học cơ bản của các mẫu bánh quy được thể hiện trong Bảng 2. Ba mẫu bánh quy được bổ sung bã malt có độ ẩm cao hơn mẫu bánh quy đối chứng. Nguyên nhân là do hàm lượng xơ trong bánh cao hơn nên liên kết với nước tốt hơn và hạn chế một phần sự thoát ẩm trong quá trình nướng bánh.

Về thành phần dinh dưỡng, các mẫu bánh bổ sung bã malt có hàm lượng protein, lipid và tro cao hơn mẫu đối chứng vì hàm lượng chúng trong bã malt cao hơn hẳn so với bột mì. Khi giảm kích thước lỗ rây bã malt từ 0,60 xuống còn 0,21mm thì hàm lượng protein trong bánh quy thành phẩm tăng 19% do hạt bã malt kích thước nhỏ giàu protein hơn hạt bã malt kích thước lớn. Tuy nhiên, hàm lượng lipid và tro trong 3 mẫu bánh quy có bổ sung bã malt không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Việc sử dụng bã malt trong công thức làm bánh đã làm giảm hàm lượng carbohydrate tổng và tinh bột trong sản phẩm khi so với mẫu đối chứng do bã malt chứa ít carbohydrate tổng và tinh bột hơn bột mì. Riêng về chất xơ, cả ba mẫu bánh quy được bổ sung bã malt có hàm lượng xơ hòa tan, xơ không hòa tan và xơ tổng lần lượt cao hơn 1,9 lần, 5,3-5,7 lần và 3,6-3,8 lần so với mẫu bánh đối chứng. Khi giảm kích thước lỗ rây từ 0,60 xuống còn 0,21mm thì hàm lượng xơ hòa tan trong bánh thành phẩm không khác biệt có ý nghĩa thống kê còn hàm lượng xơ không hòa tan và xơ tổng có xu hướng giảm nhẹ. Với công thức 80% bột mì và 20% bã malt, bánh quy có hàm lượng xơ dao động trong khoảng 6,1-6,5%. Một thực phẩm được xem là giàu chất xơ khi hàm lượng xơ tổng đạt 6g/100g hoặc cao hơn [25].

Bảng 3. Hàm lượng phenolic tổng và hoạt tính kháng oxy hóa của bánh quy có bổ sung bã malt (*)

	Bánh từ bột mì (đã tách cám)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 30 mesh (0,60mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 40 mesh (0,40mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 70 mesh (0,21mm)
Phenolic tổng (mgGAE/kg chất khô)	1281±6 ^c	1852±6 ^a	1766±6 ^b	1757±10 ^b
Hoạt tính kháng oxy hóa theo DPPH (μMTE/kg chất khô)	455±63 ^c	3654±0 ^a	3011±69 ^b	2968±34 ^b
Hoạt tính kháng oxy hóa theo FRAP (μMTE/kg chất khô)	526±12 ^b	4045±11 ^a	4021±6 ^a	3995±13 ^a

Các giá trị được ký hiệu với những chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Bảng 3 trình bày hàm lượng phenolic tổng và hoạt tính kháng oxy hóa của bánh quy. Nhìn chung, các mẫu bánh quy được bổ sung bã malt có hàm lượng phenolic tổng và hoạt tính kháng oxy hóa cao hơn rất nhiều so với mẫu bánh đối chứng do bã malt giàu các hợp chất phenolic hơn bột mì. Khi kích thước lỗ rây bã malt giảm từ 0,60 xuống còn 0,21mm thì hàm lượng phenolic trong sản phẩm giảm đi 5%; tuy nhiên hoạt tính kháng oxy hóa của bánh theo DPPH giảm đi 19% còn hoạt tính kháng oxy hóa theo FRAP không khác biệt có ý nghĩa thống kê. Nguyên nhân là do các thành phần phenolic trong bã malt rất đa dạng, những thành phần có hoạt tính kháng oxy hóa đã tìm thấy trong bã malt là ferulic acid, p-coumaric acid và một số flavonoids; cơ chế chống oxy hóa và hoạt tính kháng oxy hóa của chúng cũng khác biệt nhau [4].

3.3. Ảnh hưởng của kích thước hạt bã malt đến các tính chất vật lý của bánh quy

Các chỉ tiêu vật lý quan trọng của bánh quy bao gồm đường kính, độ dày, tỉ lệ giữa đường kính - độ dày - độ cứng. Sử dụng bã malt trong công thức làm bánh sẽ làm cho đường kính và độ dày của sản phẩm giảm đi so với mẫu đối chứng. Trước đây, Sudha, et al. [3] cũng ghi nhận kết quả tương tự khi bổ sung nguồn xơ là cám đại mạch vào công thức làm bánh quy. Điều này được giải thích là do khi hàm lượng chất xơ trong khối bột nhào tăng lên, mạng gluten hình thành kém chặt chẽ khiến cho bánh nở kém hơn và giảm đi độ xốp [26]. Khi giảm kích thước lỗ rây bã malt từ 0,60 xuống còn 0,21 mm thì cả đường kính và độ dày của bánh tăng nhẹ. Nguyên nhân là do hạt bã malt nhỏ chứa ít chất xơ hơn hạt bã malt lớn. Khi xét về tỉ lệ giữa đường kính và độ dày, các mẫu bánh được bổ sung bã malt có giá trị này cao hơn mẫu bánh đối chứng. Khi kích thước hạt hạt bã malt càng nhỏ thì tỉ lệ giữa đường kính và độ dày của bánh giảm nhẹ.

Độ cứng của bánh được thể hiện qua đỉnh lực khi tác động lên bánh bằng lực đâm xuyên. Đỉnh lực càng lớn, bánh sẽ càng cứng. Cả ba mẫu bánh có bổ sung bã malt đều có độ cứng cao hơn hẳn so với mẫu bánh đối chứng. Hàm lượng xơ trong bánh cao là nguyên nhân chính làm cho độ cứng của bánh cao hơn. Tuy nhiên, khi kích thước lỗ rây

bã malt giảm từ 0,60 xuống còn 0,21mm thì độ cứng của bánh có xu hướng giảm nhẹ.

Bảng 4. Một số tính chất vật lý của bánh quy có bổ sung bã malt

	Bánh từ bột mì (đã tách cám)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 30 mesh (0,60mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 40 mesh (0,40mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 70 mesh (0,21mm)
Đường kính (mm)	36,8±0,1 ^a	35,1±0,1 ^d	35,6±0,1 ^c	35,9±0,2 ^b
Độ dày (mm)	7,8±0,1 ^a	7,0±0,1 ^d	7,3±0,0 ^c	7,5±0,1 ^b
Tỉ lệ giữa đường kính và độ dày	4,7±0,1 ^c	5,0±0,1 ^a	4,9±0,0 ^b	4,8±0,1 ^c
Độ cứng (N)	7,5±0,2 ^c	10,2±0,2 ^a	10,0±0,2 ^a	9,5±0,1 ^b

Các giá trị được ký hiệu với những chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Các giá trị về màu sắc của bánh được thể hiện trên Bảng 5. Nhìn chung các mẫu bánh được bổ sung bã malt thì sậm màu hơn mẫu bánh đối chứng do giá trị L^* thấp hơn. Giá trị a^* của bánh có sử dụng bã malt thì cao hơn trong khi giá trị b^* thì thấp hơn mẫu bánh đối chứng. Các giá trị ΔE cho thấy việc bổ sung bã malt với các kích thước hạt khác nhau đều làm cho màu sắc của bánh trở nên khác biệt so với trường hợp không bổ sung bã malt. Nguyên nhân là do bã malt sậm màu hơn bột mì. Ngoài ra, bã malt giàu protein hơn bột mì nên trong quá trình nướng bánh có bổ sung bã malt, phản ứng Maillard xảy ra mạnh mẽ hơn. Tuy nhiên, các giá trị L^* , a^* và b^* của bánh quy sử dụng bã malt với kích thước hạt khác nhau không chênh lệch nhau nhiều.

Bảng 5. Màu sắc của bánh quy có bổ sung bã malt

	Bánh từ bột mì (đã tách cám)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 30 mesh (0,60mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 40 mesh (0,40mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 70 mesh (0,21mm)
L^*	61,7±0,1 ^a	54,6±0,2 ^b	54,1±0,2 ^c	53,9±0,0 ^c
a^*	-0,2±0,1 ^c	2,3±0,1 ^b	2,7±0,0 ^a	2,6±0,1 ^a
b^*	33,8±0,2 ^a	24,6±0,2 ^b	24,5±0,2 ^{bc}	24,1±0,2 ^c
ΔE	0,0±0,0	11,9±0,2 ^c	12,4±0,1 ^b	12,8±0,2 ^a

Các giá trị được ký hiệu với những chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

3.4. Ảnh hưởng của kích thước hạt bã malt đến chất lượng cảm quan của bánh quy

Điểm đánh giá cảm quan về mức độ yêu thích chung của các mẫu bánh quy được thể hiện ở Bảng 6.

Bảng 6. Điểm đánh giá cảm quan của các mẫu bánh quy

	Bánh từ bột mì (đã tách cám)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 30 mesh (0,60mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 40 mesh (0,40mm)	Bánh từ bột mì và bã malt qua rây 70 mesh (0,21mm)
Điểm yêu thích chung	6,5±1,6 ^a	5,3±1,7 ^b	5,7±1,6 ^{ab}	5,9±1,3 ^{ab}

Các giá trị được ký hiệu với những chữ cái khác nhau trong cùng một hàng thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Điểm đánh giá cảm quan của 3 mẫu bánh quy có bổ sung bã malt đều thấp hơn so với mẫu bánh đối chứng. Nguyên nhân chính là do bánh cứng hơn vì chứa hàm lượng xơ cao hơn. Những nghiên cứu trước đây khi bổ sung các

nguồn xơ khác vào công thức làm bánh cũng ghi nhận kết quả tương tự [8]. Khi giảm kích thước lỗ rây bã malt từ 0,60 xuống còn 0,21mm thì điểm cảm quan của bánh không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

4. Kết luận

Bã malt với kích thước hạt nhỏ chứa nhiều protein và lipid hơn nhưng lại chứa ít xơ tổng và các hợp chất phenolic hơn so với bã malt có kích thước hạt lớn. Khi giảm kích thước lỗ rây từ 0,60 xuống còn 0,21mm và sử dụng phần bã malt qua rây phối trộn với bột mì theo tỉ lệ 20% và 80% để làm bánh quy thì hàm lượng protein của bánh thành phẩm tăng lên, làm lượng xơ tổng và phenolic tổng bị giảm đi so với mẫu bánh đối chứng không có sử dụng bã malt. Sự giảm kích thước hạt bã malt còn làm giảm độ cứng của bánh. Sử dụng bã malt qua rây 0,40 và 0,21mm sẽ tạo ra mẫu bánh có điểm yêu thích chung tương tự như mẫu bánh đối chứng. Với hiệu suất thu hồi là 85,6%, phần bã malt qua rây 0,40mm được xem là phù hợp để thay thế một phần bột mì trong quy trình sản xuất bánh quy giàu chất xơ.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh trong đề tài theo hợp đồng số 19/2018/HĐ-QKHCN ký ngày 28/11/2018.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] N. Mishra and R. Chandra, "Development of functional biscuit from soy flour & rice bran", *International Journal of Agricultural and Food Science*, vol. 2, 2012, pp. 14-20.

[2] Ý. Đ. Nguyễn, *Dinh Dưỡng Và Điều Trị*. Hà nội: Nhà xuất bản Y học, 2008.

[3] M. Sudha, R. Vetrmani, and K. Leelavathi, "Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality", *Food chemistry*, vol. 100, 2007, pp. 1365-1370.

[4] N. G. Meneses, S. Martins, J. A. Teixeira, and S. I. Mussatto, "Influence of extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from brewer's spent grains", *Separation and Purification Technology*, vol. 108, 2013, pp. 152-158.

[5] A. Makowska, S. Mildner-Szkudlarz, and W. Obuchowski, "Effect of brewer's spent grain addition on properties of corn extrudates with an increased dietary fibre content", *Polish journal of food and nutrition sciences*, vol. 63, 2013, pp. 19-23.

[6] T. A. Nascimento, V. Calado, and C. W. Carvalho, "Effect of Brewer's spent grain and temperature on physical properties of expanded extrudates from rice", *LWT-Food Science and Technology*, vol. 79, 2017, pp. 145-151.

[7] L. Kirssel and M. Prentice, "Protein and fibre enrichment of cookie flour with brewer's spent grains", *Cereal Chem*, vol. 50, 1979, pp. 261-265.

[8] S. Öztürk, Ö. Özboy, İ. Cavidoğlu, and H. Köksel, "Effects of brewer's spent grain on the quality and dietary fibre content of cookies", *Journal of the Institute of Brewing*, vol. 108, 2002, pp. 23-27.

[9] J. S. Petrović, B. S. Pajin, S. D. Kocić-Tanackov, J. D. Pejin, A. Z. Fišteš, N. Đ. Bojanić, et al., "Quality properties of cookies supplemented with fresh brewer's spent grain", *Food and Feed Research*, vol. 44, 2017, pp. 57-63.

[10] M. Moll, "Bières et coolers, Ed", *Lavoisier, Paris*, 1991.

[11] R. L. Bradley, "Moisture and total solids analysis", in *Food analysis*, ed: Springer, 2010, pp. 85-104.

[12] D. Min and W. Ellefson, "Fat Analysis. Food Analysis", *Springer US*, 2010, pp. 117-132.

[13] AOAC, "Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds", ed. Gaithersburg, Md., USA: AOAC International, 2016.

- [14] AOAC, "Ash of dried milk", ed. Gaithersburg (MA), US AOAC International, 2000.
- [15] J. N. BeMiller, "Carbohydrate analysis", in *Food analysis*, ed: Springer, 2010, pp. 147-177.
- [16] A. Gharsallaoui, R. Saurel, O. Chambin, and A. Voilley, "Pea (*Pisum sativum*, L.) protein isolate stabilized emulsions: a novel system for microencapsulation of lipophilic ingredients by spray drying", *Food and Bioprocess Technology*, vol. 5, 2012, pp. 2211-2221.
- [17] T. Nwabueze, "Water/oil absorption and solubility indices of extruded African breadfruit (*Treculia africana*) blends", *Journal of food Technology*, vol. 4, 2006, pp. 64-69.
- [18] A. Noor Aziah, A. Mohamad Noor, and L.-H. Ho, "Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour", 2012.
- [19] D. N. Yadav, K. K. Singh, and J. Rehal, "Studies on fortification of wheat flour with defatted rice bran for chapati making", *Journal of food science and technology*, vol. 49, 2012, pp. 96-102.
- [20] A. Younas, M. S. Bhatti, A. Ahmed, and M. A. Randhawa, "Effect of rice bran supplementation on cookie baking quality", *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, vol. 48, 2011, pp. 129-134.
- [21] K. Kulp, *Handbook of Cereal Science and Technology, revised and expanded*: CRC Press, 2000.
- [22] C. Duffus, "Formation of the barley grain-morphology, physiology, and biochemistry", *Barley: chemistry and technology*, 1993.
- [23] A. da Rosa Almeida, M. R. F. Geraldo, L. F. Ribeiro, M. V. Silva, M. V. d. O. B. Maciel, and C. W. I. Haminiuk, "Bioactive compounds from brewer's spent grain: phenolic compounds, fatty acids and in vitro antioxidant capacity", *Acta Scientiarum. Technology*, vol. 39, 2017, pp. 269-277.
- [24] M. Foschia, D. Peressini, A. Sensidoni, and C. S. Brennan, "The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products", *Journal of Cereal Science*, vol. 58, 2013, pp. 216-227.
- [25] Codex Alimentarius, "Guidelines for use of nutrition and health claims", *CAC/GL*, vol. 684, 1997, pp. 23-1997.
- [26] E. Curti, E. Carini, G. Bonacini, G. Tribuzio, and E. Vittadini, "Effect of the addition of bran fractions on bread properties", *Journal of Cereal Science*, vol. 57, 2013, pp. 325-332.

(BBT nhận bài: 07/9/2019, hoàn tất thủ tục phản biện: 10/12/2019)