

Nghiên cứu sự ảnh hưởng của chế độ sấy và hàm lượng bột từ hạt đậu đen (*Vigna cylindrica*) nảy mầm để sản xuất bánh quy giàu GABA

Trần Thị Ngọc Mai^{1*}, Huỳnh Phương Quyên¹, Nguyễn Thái Ngọc Uyên²

¹Viện Khoa học Ứng dụng, Trường Đại học Công nghệ TP Hồ Chí Minh (HUTECH), 475A Điện Biên Phủ, phường 25, quận Bình Thạnh, TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Khoa Khoa học và Công nghệ Vật liệu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học quốc gia TP Hồ Chí Minh, 227 Nguyễn Văn Cừ, phường 4, quận 5, TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận bài 10/3/2022; ngày chuyển phản biện 14/3/2022; ngày nhận phản biện 5/4/2022; ngày chấp nhận đăng 8/4/2022

Tóm tắt:

Mục tiêu của nghiên cứu này là tìm ra công thức chế biến sản phẩm bánh quy có chứa thành phần chức năng GABA (gamma aminobutyric acid) từ hạt đậu đen nảy mầm. Kết quả cho thấy, quá trình nảy mầm gồm 3 công đoạn. Đầu tiên, hạt đậu đen được ngâm trong 6 giờ, uơm mầm trong 60 giờ. Sau đó, hạt đậu đen nảy mầm được sấy ở 70°C trong 6 giờ, rồi nghiền đến kích thước 0,20 mm. Công thức bánh cookies bao gồm bột mì 21%, bột đậu đen nảy mầm 21%, đường 25%, bơ 10%, shortening 10%, trứng 13%. Bánh cookies chế biến được có hàm lượng protein 13%, lipid 25,1%, đặc biệt có hàm lượng GABA cao là 402 mg/kg.

Từ khóa: bánh quy, GABA, hạt đậu đen, quá trình uơm mầm.

Chỉ số phân loại: 2.10

Study the effect of drying conditions and flour content of germinated black bean (*Vigna cylindrica*) on the production of GABA-rich cookies

Thi Ngoc Mai Tran^{1*}, Phuong Quyen Huynh¹, Thai Ngoc Uyen Nguyen²

¹Institute of Applied Sciences, Ho Chi Minh city University of Technology (HUTECH), 475A Dien Bien Phu Street, Ward 25, Binh Thanh District, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Faculty of Materials Science and Technology, University of Science, Vietnam National University Ho Chi Minh City, 227 Nguyen Van Cu Street, Ward 4, District 5, Ho Chi Minh City, Vietnam

Received 10 March 2022; revised 5 April 2022; accepted 8 April 2022

Abstract:

This study aims to find a recipe to make cookies containing the functional ingredient (GABA) from germinated black beans. Results showed that the germination process of black beans consists of three steps. First, black beans were immersed for 6 h and germinated for 60 h. After that, the germinated bean was dried at 70°C for 6 h, ground to 0.20 mm. The cookie recipe included wheat flour 21%, germinated black bean flour 21%, sugar 25%, butter 10%, shortening 10%, and egg 13%. The obtained cookies had a protein content of 13%, lipid 25.1% and high amount of GABA 402 mg/kg.

Keywords: cookies, GABA, germination, *Vigna cylindrica*.

Classification number: 2.10

1. Mở đầu

Các loại đậu đóng vai trò quan trọng trong nông nghiệp, trong chế độ ăn hàng ngày và là nguồn dinh dưỡng chính cho nhiều người [1]. Việc tiêu thụ các loại đậu đã tăng lên trên toàn thế giới trong thập kỷ qua vì chúng cung cấp nguồn protein, carbohydrate, chất xơ, khoáng chất và vitamin tốt với giá rẻ [2]. Đậu đen (*Vigna cylindrica*) là cây trồng có vị trí quan trọng trong nền nông nghiệp của nhiều nước trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Các nghiên cứu *in vitro* cho thấy, thành phần dinh dưỡng và các phytochemical của đậu đen có tác dụng làm giảm tỷ lệ các tế bào ung thư, các peptide có hoạt tính sinh học hoạt động ức chế tế bào khối u đối với các tế bào ung thư đại tràng, chống oxy hóa, chống viêm, do đó đậu đen được xem như một loại thuốc bổ [3].

Quá trình uơm mầm các loại hạt đậu, hạt thóc được cho là một công nghệ có tính kinh tế và hiệu quả, bắt đầu từ sự hấp thu nước của hạt đậu khô và kết thúc với sự xuất hiện của phôi mầm [4-6]. Quá trình nảy mầm làm phá vỡ các đại phân tử trong nội nhũ làm tăng khả năng tiêu hóa và tăng giá trị dinh dưỡng [6]. Nhiều nghiên cứu ở hạt đậu mầm cho thấy có sự gia tăng các thành phần chức năng mang nhiều lợi ích cho con người so với đậu không nảy mầm như sự tăng hàm lượng acid L-ascorbic, phenolic, isoflavone làm tăng khả năng chống oxy hóa [3, 5, 6]. Trong thực phẩm, acid L-ascorbic và các phenolic là những hợp chất chủ yếu có vai trò kháng oxy hóa [7], chúng là những hợp chất có hoạt tính sinh học quan trọng do những tác động có lợi của chúng lên cơ thể người như ngăn ngừa bệnh tim mạch và mạch vành [3, 5]. Quan trọng hơn cả là quá trình nảy mầm còn sinh tổng hợp GABA - hoạt chất sinh học có lợi cho sức

*Tác giả liên hệ: Email: ttn.mai79@hutech.edu.vn

khỏe như có vai trò quan trọng trong hoạt động của não bộ, giảm bệnh cao huyết áp, giảm căng thẳng... [8].

Theo báo cáo của Tổ chức Nghiên cứu thị trường bánh quy toàn cầu (Global Cookies Market), thị trường bánh quy là một trong những thị trường phát triển nhanh nhất trong danh mục hàng tiêu dùng nhanh. Hiện nay, bánh quy cũng đã đa dạng hóa bằng việc sản xuất bánh quy kết hợp với các loại bột khác nhau, nhằm thay thế bột mì, làm thay đổi trạng thái màu sắc mùi vị hoặc làm tăng giá trị dinh dưỡng, giá trị chức năng của dòng sản phẩm này. Từ xu hướng đó nghiên cứu này góp phần tạo ra sản phẩm bánh quy mới, với hàm lượng GABA cao nhằm tạo ra giá trị chức năng cho dòng sản phẩm truyền thống giàu dinh dưỡng này.

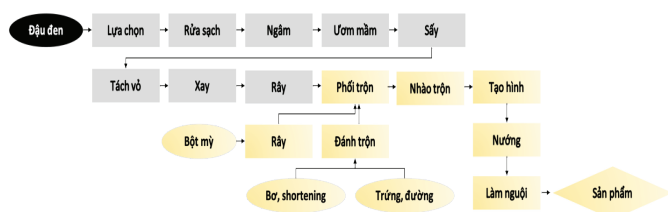
2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Đậu đen hạt to tròn, đều nhau, không bị sâu mọt, không lép, vỏ mịn, tỷ lệ nảy mầm đạt trên 80%. Bột mì số 8 (TCVN 4359:2008), trứng gà (TCVN 1858:2018), đường saccharose (TCVN 6958:2001), bơ lạt (TCVN 7400:2004), shortening (TCVN 6048:1995).

2.2. Quy trình và bố trí thí nghiệm

Bánh quy bổ sung bột đậu đen nảy mầm được sản xuất theo quy trình ở hình 1.



Hình 1. Sơ đồ quy trình sản xuất bánh quy bổ sung bột đậu đen nảy mầm.

Quá trình ươm mầm hạt đậu đen được tiến hành theo các thông số: thời gian ngâm hạt 6 giờ [9], thời gian ươm mầm 60 giờ [10], hạt sau khi nảy mầm được cấp đông để bảo quản, sử dụng làm mẫu nghiên cứu.

Quá trình sấy hạt đậu mầm được tiến hành ở 50, 60, 70, 80 và 90°C sấy đến khi hàm ẩm <5% thu được các thời gian tương ứng 11, 9, 6, 4 và 2 giờ. Các chế độ sấy này được áp dụng để khảo sát sự thay đổi màu sắc, cảm quan của hạt sau sấy. Lượng mẫu sử dụng cho nghiên cứu là 100 g.

Quá trình xay và rây được tiến hành với các kích thước rây 0,10, 0,20, 0,30 và 0,45 mm; đánh giá màu sắc và cảm quan của sản phẩm ở các độ mịn của bột khác nhau.

Quá trình phối trộn các nguyên liệu: bột mì 42%, đường 25%, bơ 10%, shortening 10%, trứng 13%. Công thức này

có được từ công thức trong tài liệu [11], được sản xuất thử có sự thay đổi về thành phần và hàm lượng do có sự khác nhau của nguồn gốc nguyên liệu sử dụng. Khảo sát sự thay đổi tỷ lệ bột mì/bột đậu đen nảy mầm 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1 và đánh giá chất lượng của bánh ở các công thức nguyên liệu khác nhau.

Quá trình nướng được tiến hành ở 170, 180, 190 và 200°C nướng đến khi hàm ẩm <5% thu được các thời gian tương ứng 20, 17, 14 và 11 phút. Các chế độ nướng này được áp dụng để đánh giá chất lượng của bánh.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Độ ẩm (W) của bánh được đo bằng thiết bị cân sấy ẩm hồng ngoại DBS 60-3 Kern & Sohn.

Độ giảm khối lượng (W_R) bánh được tính theo công thức sau:

$$W_R (\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

trong đó W_1 là khối lượng bánh trước khi nướng (g); W_2 là khối lượng bánh sau khi nướng (g).

Thể tích riêng (V_s) của bánh được xác định bằng phương pháp thay thế hạt cải [12]. Bánh sau khi nướng 15 phút được đặt trong một hộp với thể tích đã biết (V_C), phủ đầy hộp bằng hạt cải dầu, sau đó lấy bánh ra khỏi hộp, xác định thể tích của hạt cải dầu còn lại (V_R). Thể tích bánh (V_L) được tính theo công thức: $V_L (\text{cm}^3) = V_C - V_R$.

Cân khối lượng bánh W (g). Thể tích riêng (V_s) của bánh được tính theo công thức: $V_s (\text{cm}^3/\text{g}) = V_L / W$.

Độ nở/chỉ số SF của bánh được tính thông qua [12]: đường kính (D): đặt 6 bánh quy nằm sát mép nhau thành hàng ngang, đo chiều dài hàng bánh bằng thước kẹp, các mẫu bánh được xoay 90° sau một lần đo và lấy giá trị trung bình. Độ dày (T): đặt 6 bánh quy xếp chồng lên nhau, dùng thước kẹp đo và lấy giá trị trung bình. Chỉ số SF của bánh được tính theo công thức: $SF = D/T$.

Độ cứng (H) của bánh được xác định bằng máy Stable Micro Systems.

Đo màu bằng máy đo màu cầm tay Konica Minolta CR-400. Màu của mẫu được biểu thị bằng 3 giá trị L, a và b. Giá trị L đo độ đậm nhạt của mẫu từ 100 đối với màu trắng đến 0 đối với màu đen. Độ đỏ/xanh lá cây và độ vàng/xanh lam được biểu thị bằng các giá trị a và b tương ứng.

Hàm lượng protein được xác định theo CASE.NS.0039 (Ref. AOAC 992.23).

Hàm lượng lipid được xác định theo CASE.NS.0031 (Ref. FAO 14/7 p.214, 1986).

Hàm lượng GABA được xác định theo CASE.SK.0183 (Ref. TCVN 8764:2012).

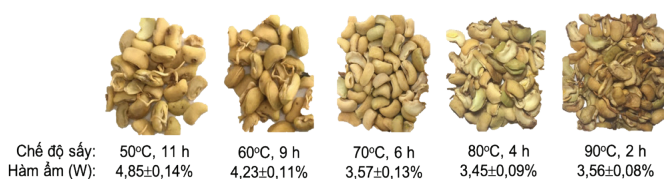
Đánh giá cảm quan về mức độ ưa thích giữa các mẫu nghiên cứu bằng phép thử cho điểm thị hiếu, thang điểm 0-5 (hạt mầm sau sấy), 0-7 và 0-9 (bánh quy) chỉ mức độ ưa thích tăng dần, so sánh sự khác biệt về mức độ ưa thích giữa các mẫu thử ở mức ý nghĩa 95%, số lượng người thử là 30 (theo TCVN 11183:2015).

Xử lý số liệu bằng phần mềm Statgraphics Centurion XV. Tất cả số liệu được biểu diễn dưới dạng trung bình $\pm$ SD, các chênh lệch khác biệt thể hiện bằng (^{a, b, c, d, e}) ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

3. Kết quả và bàn luận

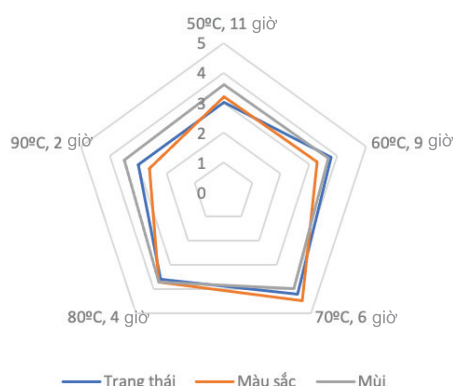
3.1. Khảo sát chế độ sấy hạt đậu đen nảy mầm

Sấy giúp làm giảm hàm ẩm để đưa hạt về trạng thái nghỉ tĩnh, khi hàm ẩm $< 5\%$ hạt được bảo quản an toàn ở nhiệt độ phòng. Tuy nhiên, nhiệt độ sấy là yếu tố làm thay đổi chất lượng của hạt, ở nhiệt độ sấy càng cao thì sự biến đổi các thành phần dinh dưỡng và cảm quan càng sâu sắc.



Hình 2. Sự ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian sấy đến màu sắc của hạt đậu đen nảy mầm.

Kết quả hình 2 cho thấy, có sự thay đổi màu sắc, trạng thái ở các chế độ sấy khác nhau. Nhiệt độ sấy càng cao thì sự chênh lệch áp suất hơi tại bề mặt hạt càng lớn, do đó tốc độ bay hơi nước càng nhanh và thời gian sấy càng ngắn. Ở chế độ sấy 50°C trong 11 giờ, hạt hầu như không thay đổi về màu sắc, trạng thái cấu trúc hạt trở nên dai, cứng; ở nhiệt độ cao 80°C trong 4 giờ và 90°C trong 2 giờ, hạt nứt vỡ nhiều dẫn đến sự không đồng đều về màu, các mảnh vỡ nhỏ màu chuyển nhanh sang nâu sẫm, tất cả các yếu tố này đều ảnh hưởng đến chất lượng bột.



Hình 3. Biểu đồ đánh giá cảm quan của hạt đậu đen nảy mầm.

Kết quả hình 3 cho thấy, kết quả điểm cảm quan của hạt sau sấy cao nhất ở chế độ sấy 70°C trong 6 giờ.

Bảng 1. Sự ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian sấy đến màu sắc của bột.

Nhiệt độ, thời gian	L	a	b
50°C, 11 giờ	89,67 $\pm$ 0,38 ^a	-2,22 $\pm$ 0,02 ^a	13,34 $\pm$ 0,03 ^a
60°C, 9 giờ	84,75 $\pm$ 0,52 ^b	-1,92 $\pm$ 0,05 ^b	13,63 $\pm$ 0,04 ^b
70°C, 6 giờ	81,10 $\pm$ 0,13 ^c	-0,90 $\pm$ 0,07 ^{bc}	14,50 $\pm$ 0,02 ^c
80°C, 4 giờ	75,99 $\pm$ 0,40 ^d	-0,85 $\pm$ 0,02 ^c	15,63 $\pm$ 0,26 ^d
90°C, 2 giờ	64,04 $\pm$ 0,06 ^e	-0,95 $\pm$ 0,04 ^d	17,36 $\pm$ 0,16 ^e

Kết quả bảng 1 cho thấy, giá trị L giảm dần chứng tỏ màu càng tối dần theo sự tăng nhiệt độ, đồng thời giá trị b tăng dần, cho thấy màu của bột đậm dần theo hướng từ vàng đến nâu. Các giá trị L, b đều có sự khác biệt ở mức ý nghĩa $p < 0,05\%$. Từ các dữ liệu và phân tích trên, chế độ sấy hạt mầm được chọn là 70°C trong 6 giờ, hàm lượng protein và GABA của đậu mầm sau sấy tương ứng là 29,3% và 2115 mg/kg.

3.2. Khảo sát độ mịn của bột đậu đen nảy mầm

Kích thước hạt của mỗi loại bột là một thông số vật lý quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng và kết cấu tổng thể của bánh, do có sự ảnh hưởng đáng kể đến tính chất bột nhào. Bột càng thô khả năng hút nước càng thấp vì giảm diện tích bề mặt tiếp xúc với nước, do đó nếu bột có kích thước càng lớn thì càng mất nhiều thời gian để hấp thụ nước, nên tốc độ trương nở chậm hơn bột mịn [13]. Tuy nhiên, bột càng mịn thì càng dễ dẫn đến hiện tượng vón cục trong quá trình phối trộn và làm bánh có cấu trúc cứng hơn so với bột thô. Bên cạnh đó, độ mịn của bột còn ảnh hưởng đến màu sắc bánh.

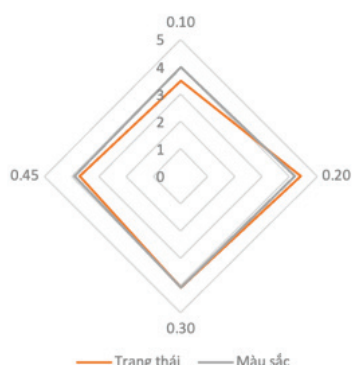
Bảng 2. Sự ảnh hưởng của độ mịn đến màu sắc của bột.

Kích thước (mm)	L	a	b
0,10	86,15 $\pm$ 0,06 ^a	-1,14 $\pm$ 0,09 ^a	12,35 $\pm$ 0,02 ^a
0,20	81,57 $\pm$ 0,15 ^b	-0,93 $\pm$ 0,02 ^b	12,53 $\pm$ 0,03 ^b
0,30	78,71 $\pm$ 0,24 ^c	-0,12 $\pm$ 0,05 ^c	14,08 $\pm$ 0,11 ^c
0,45	62,84 $\pm$ 1,12 ^d	-1,14 $\pm$ 0,09 ^d	15,18 $\pm$ 0,10 ^d

Kết quả bảng 2 cho thấy, có sự thay đổi màu sắc theo độ mịn của bột ở mức ý nghĩa $p < 0,05\%$. Nhìn bằng mắt thường các độ mịn khác nhau của bột đều có màu trắng ngà, nhưng các giá trị L và b đều cho thấy sự khác biệt. Kích thước bột càng lớn thì giá trị L càng giảm và b càng tăng cho thấy màu của bột đậm dần về hướng trắng ngà đến vàng.

Bảng 3. Sự ảnh hưởng của tỷ lệ bột mì/bột đậu đen nảy mầm trong công thức phối trộn

Tỷ lệ bột mì/bột đậu đen nảy mầm	W (%)		W _R (%)	V _s (cm ³ /g)	SF			H (N)
	Trước nướng	Sau nướng			Trước nướng	Sau nướng	Sau nướng 30 phút	
1:0	16,23±0,12 ^a	4,38±0,12 ^a	15,26±0,12 ^a	1,75±0,09 ^a	3,84 ± 0,11 ^a	4,23±0,07 ^a	4,27±0,13 ^a	42,12±9,13 ^a
3:1	15,97±0,09 ^a	4,41±0,10 ^b	14,60±0,28 ^a	1,65±0,01 ^a	3,54±0,04 ^a	4,08±0,01 ^a	4,27±0,10 ^a	41,26±11,09 ^a
1:1	11,54±0,19 ^b	3,42±0,07 ^c	12,78±2,53 ^a	1,70±0,02 ^a	3,56±0,02 ^a	4,06±0,14 ^{ab}	4,08±0,09 ^a	36,24±2,76 ^b
1:3	9,96±0,13 ^c	3,67±0,07 ^c	13,35±0,56 ^a	1,56±0,07 ^a	3,50±0,02 ^a	3,98±0,10 ^{ab}	4,04±0,11 ^a	32,82±6,78 ^c
0:1	6,63±0,50 ^d	3,50±0,12 ^c	11,86±0,88 ^a	1,54±0,20 ^a	3,56±0,08 ^a	3,71±0,21 ^b	3,95±0,17 ^a	33,69±4,72 ^c



Hình 4. Biểu đồ đánh giá cảm quan của bánh ở các kích thước bột khác nhau.

Theo hình 4, kết quả đánh giá cảm quan của bánh sản xuất từ bột có kích thước khác nhau cho thấy ở kích thước 0,2 mm có điểm cảm quan về trạng thái và màu sắc cao nhất, do đó kích thước này được chọn cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.3. Khảo sát tỷ lệ bột mì/bột đậu đen nảy mầm trong công thức phối trộn

Sự thay thế bột mì bằng bột đậu đen nảy mầm trong công thức bánh truyền thống sẽ dẫn đến sự thay đổi về tính chất cơ lý của bánh do khả năng giữ nước của khối bột nhào và của bánh sau nướng.

Các thông số về tính chất cơ lý của bánh ở những tỷ lệ thay thế bột mì bằng bột đậu đen nảy mầm khác nhau được thể hiện ở bảng 3. Hàm ẩm của bánh trước khi nướng ở các tỷ lệ thay thế bột mì khác nhau đều có sự khác biệt ở mức ý nghĩa $p<0,05\%$, điều này cho thấy có sự khác nhau về khả năng hút nước của khối bột nhào ở các công thức phối trộn khác nhau. Tuy nhiên, hàm ẩm của bánh sau nướng ở các tỷ lệ thay thế 1:1, 1:3 và 0:1 thì không có sự khác biệt nhưng khác biệt ở tỷ lệ 3:1 so với đối chứng 1:0. Điều này cho thấy khả năng giữ nước của bánh có thay thế bột đậu đen nảy mầm kém hơn so với đối chứng và ở tỷ lệ thay thế cao hơn 1:1 thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa $p<0,05\%$. Độ giảm khối lượng và thể tích riêng của bánh không có sự khác biệt ở các tỷ lệ thay thế khác nhau. Chỉ số SF sau nướng 30 phút thể hiện sự ổn định về cấu trúc và trạng thái của bánh, sự thay đổi này càng lớn thể hiện khả năng giữ

nước, giữ khí tạo cấu trúc bánh càng kém. Kết quả bảng 3 cho thấy, ở tỷ lệ thay thế 1:1 chỉ số SF gần như không thay đổi, điều này có ý nghĩa quyết định trong việc đánh giá cảm quan về cấu trúc và trạng thái của bánh trong quá trình bảo quản. Về độ cứng của bánh trong công thức thay thế tỷ lệ bột đậu đen nảy mầm càng cao thì độ cứng càng giảm, với hàm ẩm $<5\%$ thì độ cứng được quyết định bởi thành phần hóa học có cấu trúc đại phân tử trong công thức bánh như tinh bột và protein, khả năng tạo khung mạng ổn định trong khối nhũ tương của bột nhào thể hiện qua khả năng giữ khí của lipid và giữ nước của tinh bột cũng như protein. Ở tỷ lệ thay thế 1:1 bánh có cấu trúc mềm hơn so với đối chứng và ổn định hơn so với các tỷ lệ còn lại.

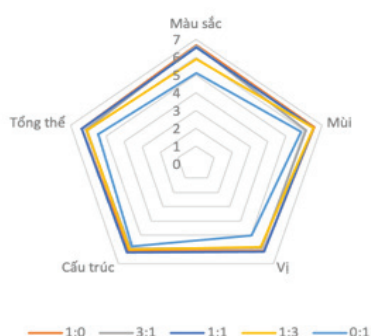
Bảng 4. Sự ảnh hưởng của tỷ lệ bột mì/bột đậu đen nảy mầm đến màu của bánh.

Tỷ lệ bột mì/bột đậu đen nảy mầm	L	a	b
1:0	73,24±0,09 ^a	3,52±0,09 ^a	13,87±0,14 ^a
3:1	72,64±0,16 ^a	3,33±0,06 ^a	14,38±0,05 ^a
1:1	65,26±0,32 ^b	4,51±0,04 ^b	15,36±0,01 ^b
1:3	56,47±0,09 ^c	6,55±0,03 ^c	17,52±0,06 ^c
0:1	55,97±0,28 ^d	6,85±0,02 ^d	18,96±0,24 ^d

Kết hợp với dữ liệu về màu sắc bánh ở bảng 4 và hình 5 cho thấy, tỷ lệ thay thế bột mì/bột đậu đen nảy mầm 3:1 cho màu vàng đặc trưng của bánh quy, không khác biệt so với đối chứng (1:0), các tỷ lệ thay thế cao hơn màu của bánh chuyển sang vàng sậm đến nâu, điều này do màu của bột đậu đen nảy mầm bổ sung ở tỷ lệ cao trong công thức chế biến. Ở tỷ lệ thay thế bột mì/bột đậu đen nảy mầm 1:1 màu của bánh sậm hơn so với đối chứng 1:0. Tuy nhiên, việc lựa chọn tỷ lệ thay thế này còn dựa vào kết quả đánh giá cảm quan ở hình 6.



Hình 5. Sự ảnh hưởng của tỷ lệ bột mì/bột đậu đen nảy mầm đến màu của bánh.



Hình 6. Biểu đồ đánh giá cảm quan của bánh ở các tỷ lệ bột mỳ/bột đậu đen này mềm khác nhau.

Kết quả đánh giá cảm quan ở hình 6 cho điểm tổng thể về màu sắc, cấu trúc, mùi vị ở tỷ lệ thay thế 1:1 là cao nhất, do đó tỷ lệ này được chọn để thay thế bột mỳ trong công thức chế biến.

3.4. Khảo sát chế độ nướng bánh

Nướng là công đoạn có ý nghĩa quyết định đến chất lượng cảm quan của bánh, do đó việc tìm ra một chế độ nướng phù hợp vừa để chế biến vừa để bảo quản và tạo giá trị cảm quan tốt là điều cần thiết. Những biến đổi về thành phần hóa học diễn ra mạnh mẽ trong giai đoạn này, các sản phẩm tạo thành làm nên giá trị cảm quan về trạng thái cấu trúc cũng như mùi vị của sản phẩm. Ngoài vai trò tạo giá trị cảm quan, yêu cầu quan trọng hơn nữa là hàm ẩm sau nướng <5% đạt độ ẩm bảo quản ở nhiệt độ phòng. Tính chất cơ lý của bánh ở các chế độ nướng khác nhau thể hiện ở bảng 5.

Bảng 5. Sự ảnh hưởng của nhiệt độ, thời gian nướng đến chất lượng bánh.

Nhiệt độ, thời gian nướng	W (%)	W _R (%)	V _s (cm ³ /g)	SF			H (N)
				Trước nướng	Sau nướng	Sau nướng 30 phút	
170°C, 20 phút	4,85±0,14 ^a	10,11±0,38 ^a	1,92±0,17 ^a	4,13±0,01 ^a	4,15±0,02 ^a	4,18±0,06 ^a	38,56±3,22 ^a
180°C, 17 phút	3,75±0,11 ^b	11,60±1,00 ^a	1,96±0,06 ^a	4,13±0,01 ^a	4,17±0,01 ^a	4,26±0,13 ^a	36,24±2,76 ^b
190°C, 14 phút	3,57±0,13 ^b	11,97±2,22 ^a	1,99±0,13 ^a	4,14±0,01 ^a	4,27±0,03 ^b	4,08±0,01 ^a	38,45±2,15 ^a
200°C, 11 phút	3,03±0,09 ^c	12,99±1,65 ^a	2,09±0,26 ^a	4,13±0,01 ^a	4,29±0,01 ^b	4,10±0,05 ^a	41,26±11,09 ^c

Về hàm ẩm, khi tăng nhiệt độ thì tốc độ bay hơi nước tăng, hàm ẩm giảm tỷ lệ thuận với sự tăng nhiệt. Khi nướng ở nhiệt độ quá cao (190 và 200°C) thì tốc độ thoát ẩm ở bề mặt bánh quy diễn ra nhanh, các hợp chất polymer có xu hướng tập hợp lại tạo lớp vỏ cứng bao phủ bề mặt, các chất béo rắn chuyển thành dạng lỏng làm cho việc thông khí cơ học giảm đi nhiều, do đó ngăn cản quá trình thoát ẩm bên

trong làm bánh chín không đều, đồng thời các phản ứng tạo màu, tạo vị diễn ra mạnh mẽ ở bề mặt làm bánh có màu nâu sẫm mùi khét, vị đắng. Về sự giảm khối lượng và thể tích riêng của bánh không có sự khác biệt thống kê ở các chế độ nướng khác nhau.

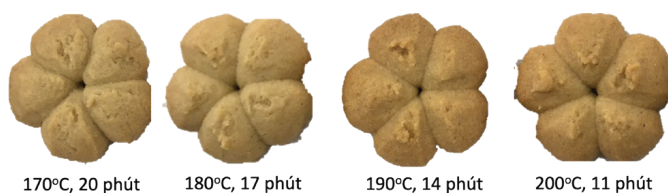
Vỏ bánh được tạo thành sớm hay muộn có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm. Nếu vỏ được tạo thành quá sớm sẽ cản trở quá trình truyền nhiệt làm cho bánh không chín đều hoặc sự thoát hơi nước hay CO₂ dẫn đến chỉ số SF tăng hoặc có thể làm bánh bị vỡ, nứt. Chỉ số SF sau nướng 30 phút không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa p<0,05% cho thấy ở nhiệt độ nướng cao 190 và 200°C sau 30 phút sau nướng chỉ số này giảm xuống, điều này thể hiện sự không ổn định về cấu trúc làm bánh cứng hơn, bề mặt không bóng mịn hoặc nứt vỡ do chênh lệch áp suất hơi ở bên trong và ngoài bánh, đồng thời sự hình thành vỏ bánh sớm góp phần làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm. Về độ cứng, ở nhiệt độ quá cao làm độ cứng bánh tăng lên do độ nhớt của bột nhào tăng lên nhanh chóng dẫn đến sự hồ hóa tinh bột sớm và sự đông tụ protein làm ngừng sự nở của bột bánh làm cho bánh quy đặc hơn và cứng hơn.

Ngoài ra, sự thay đổi rõ rệt nhất trong công đoạn nướng đó là sự thay đổi về màu sắc, ở các chế độ nướng khác nhau đều có sự khác biệt về màu thể hiện ở bảng 6 và hình 7.

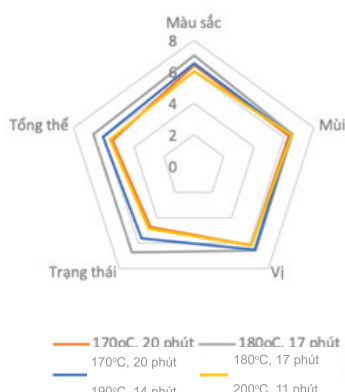
Bảng 6. Sự ảnh hưởng của nhiệt độ, thời gian nướng đến màu của bánh.

Nhiệt độ, thời gian nướng	L	a	b
170°C, 20 phút	70,25±0,11 ^a	3,49±0,03 ^a	19,34±0,01 ^a
180°C, 17 phút	68,12±0,12 ^b	5,56±0,02 ^b	19,83±0,14 ^b
190°C, 14 phút	63,23±0,44 ^c	6,88±0,08 ^c	19,96±0,06 ^c
200°C, 11 phút	61,04±0,06 ^d	8,47±0,01 ^c	20,07±0,05 ^d

Giá trị L giảm dần, b tăng dần cho thấy màu bánh sậm dần từ vàng đến nâu. Dưới tác dụng của nhiệt độ quá cao nước trên bề mặt bánh bốc hơi mạnh tại bề mặt vỏ bánh sẽ tạo thành lớp màng bao bọc bên ngoài, nước bên trong bánh bị giữ lại, trên bề mặt vỏ bánh sẫm màu do phản ứng caramel diễn ra mạnh mẽ, đặc biệt tại những vị mỏng như ở rìa, mép bánh có thể bị cháy sém, nhưng bên trong bánh đôi khi chưa chín kịp, điều này làm giảm chất lượng cũng như giảm giá trị cảm quan của bánh như cấu trúc bánh rời rạc, giòn dễ bể, bề mặt bánh bị nứt, mùi hơi khét và có vị đắng.



Hình 7. Sự ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian nướng khác nhau đến màu của bánh.



Hình 8. Biểu đồ đánh giá cảm quan của bánh ở các nhiệt độ và thời gian nướng khác nhau.

Kết quả cảm quan hình 8 cho thấy, điểm tổng thể về cấu trúc, mùi vị đạt giá trị cao nhất ở nhiệt độ nướng 180°C trong 17 phút. Bánh nướng ở nhiệt độ này có lớp vỏ mềm, mịn, màu vàng sáng, mùi thơm đặc trưng với hàm lượng protein 13%, lipid 25,1% và GABA 402 mg/kg.

Quy trình sản xuất bánh quy bổ sung bột đậu đen này đã được tiến hành theo hình 1 với các thông số của quá trình sấy hạt mầm ở 70°C trong 6 giờ, độ mịn của bột 0,2 mm, tỷ lệ thay thế bột mì/bột đậu đen này mầm trong công thức phối trộn là 1:1, nhiệt độ nướng bánh 180°C trong 17 phút.

4. Kết luận

Bánh quy bổ sung bột đậu đen này mầm chế biến theo công thức bao gồm bột mì 21%, bột đậu đen này mầm 21%, đường 25%, bơ 10%, shortening 10%, trứng 13%. Sản

phẩm có chỉ tiêu chất lượng đạt TCVN 5909-1995, trong đó hàm lượng protein, lipid và GABA lần lượt là 13%, 25,1% và 402 mg/kg so với bánh quy truyền thống tương ứng là 7,68%, 31,5% và 0. Kết quả phân tích này cho thấy ưu điểm của sản phẩm có hàm lượng protein cao, lipid thấp và đặc biệt có chứa thành phần có hoạt tính sinh học GABA.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R.A. Ghavidel, J. Prakash (2007), "The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds", *Food Science and Technology*, **40**(7), pp.1292-1299, DOI: 10.1016/j.lwt.2006.08.002.
- [2] G.V. Nkomo, M.M. Sedibe, M.A. Mofokeng (2021), "Production constraints and improvement strategies of cowpea genotypes for drought tolerance", *International Journal of Agronomy*, **2021**, DOI: 10.1155/2021/5536417.
- [3] L.L. Barrios, M.A. Ricardo, J.A.G. Uribe (2016), "Changes in antioxidant and antiinflammatory activity of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolates due to germination and enzymatic digestion", *Food Chemistry*, **203**, pp.417-424, DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.02.048.
- [4] R. Yang, H. Chen, Z. Gu (2011), "Factors influencing diamine oxidase activity and γ -aminobutyric acid content of fava bean (*Vicia faba* L.) during germination", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **59**(21), pp.11616-11620, DOI: 10.1021/jf202645p.
- [5] M.R.M. Rusydi, A. Azrina (2012), "Effect of germination on total phenolic, tannin and phytic acid contents in soy bean and peanut", *International Food Research Journal*, **19**(2), pp.673-677.
- [6] M.R.M. Rusydi, C.W. Noraliza, A. Azrina, et al. (2007), "Nutritional changes in germinated legumes and rice varieties", *International Food Research Journal*, **18**, pp.705-713.
- [7] X. Huang, W. Cai, B. Xu (2014), "Kinetic changes of nutrients and antioxidant capacities of germinated soybean (*Glycine max* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.) with germination time", *Food Chemistry*, **143**, pp.268-276, DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.07.080.
- [8] K. Vann, A. Techaparin, J. Apiraksakorn (2020), "Beans germination as a potential tool for GABA-enriched tofu production", *Journal Food Science and Technology*, **57**(11), pp.3947-3954.
- [9] T.T.N. Mai (2018a), "Effect of soaking process on germination rate of some legume seeds", *Proceedings of The Scientific Conference on Nutritional Safety and Food Security*, **2**, pp.52-58 (in Vietnamese).
- [10] T.T.N. Mai, (2018b), "Effect of germination time on the content of nutrients and biologically active substances of some legume seeds", *Proceedings of The National Conference on Science and Biotechnology*, pp.154-158 (in Vietnamese).
- [11] S.H. Lee, S.Y. Choe, G.G. Seo, et al., (2021), "Can "functional sweetener" context increase liking for cookies formulated with alternative sweeteners?", *Foods*, **10**(2), DOI: 10.3390/foods10020361.
- [12] E. Hallén, S. İbanoğlu, P. Ainsworth (2004), "Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour", *Journal of Food Engineering*, **63**(2), pp.177-184, DOI: 10.1016/S0260-8774(03)00298-X.
- [13] X. Sun, Y. Zhang, J. Li, et al., (2019), "Effects of particle size on physicochemical and functional properties of superfine black kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) powder", *PeerJ*, **7**, pp.63-69.