

## CHẾ BIẾN PHOMAI HẠT GIÀU DINH DƯỠNG BẰNG DỊCH ĐẬU AQUAFABA VÀ CÁC LOẠI HẠT GIÀU CHẤT BÉO

PHAN THỊ MỸ HÂN, NGUYỄN NGÔ MỸ QUYÊN, NGUYỄN NGỌC CẨM UYÊN,  
NGÔ TRUNG CHÁNH, NGUYỄN THỊ MINH NGUYỆT\*

*Viện Công nghệ Sinh học Thực phẩm, Trường Đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh*

*\*Tác giả liên hệ: nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.com*

*DOIs: <https://doi.org/10.46242/jstiuh.v65i05.4970>*

**Tóm tắt.** Aquafaba, một dạng chất lỏng thu được từ quá trình nấu đậu với các tính chất đặc biệt như giữ nước, hòa tan, tạo gel, tạo bọt và nhũ hóa. Nghiên cứu này tập trung vào việc chế biến phomai hạt giàu dinh dưỡng bằng dịch đậu aquafaba và các loại hạt giàu chất béo như hạt điều, hạt mè và đậu phộng. Có 6 công thức (CT) phối trộn gồm dịch aquafaba từ đậu ván, dầu dừa, acid lactic, kappa carrageenan, vitacel wheat fiber 600R, tinh bột khoai tây, tinh bột sắn, muối và phối trộn với 34 % (theo khối lượng) một hay các loại hạt. Kết quả cho thấy khi thay đổi tỷ lệ các loại hạt sẽ dẫn đến các sản phẩm phomai với các đặc tính cấu trúc TPA, màu sắc và độ nâu khác nhau. Tỷ lệ hạt mè vỏ phối trộn ở mức 10-11% tạo độ đàn hồi cao khác biệt và tương đồng với phomai đối chứng (phomai Belcube vuông con bò cười). Mẫu phomai tạo thành từ sự phối trộn của 3 loại hạt hạt điều, hạt mè và hạt đậu phộng theo tỷ lệ lần lượt là 14, 10 và 10% (theo khối lượng) cho màu sắc hài hòa hơn, đồng thời sản phẩm phomai thu nhận từ CT phối trộn này cũng có hạn sử dụng cũng dài nhất, có thể lên đến 7 ngày khi bảo quản mẫu ở nhiệt độ 10°C. Quy trình và các công thức phối trộn của nghiên cứu này có thể được sử dụng trong chế biến thực phẩm gia đình hoặc hướng đến sản xuất phomai thực vật theo quy mô công nghiệp.

**Từ khóa:** Aquafaba, phomai chay, phomai thực vật, phomai hạt, hạt giàu béo.

### 1. GIỚI THIỆU

Phomai, một loại thực phẩm sản xuất từ sữa động vật đông tụ và lên men, với nhiều hương vị và hình thức [1]. Sữa đông tụ được acid hóa bằng enzyme rennet hoặc enzyme thay thế khác để tạo thành phomai [2]. Trong sữa, casein là thành phần protein chiếm tỷ lệ lớn nhất, liên kết với các khoáng chất calcium phosphate dạng keo [3]. Các yếu tố này ảnh hưởng chính đến cấu trúc và hương vị của phomai [4, 5]. Tuy nhiên, sữa có nồng độ chất béo cao có thể gây ra các vấn đề liên quan đến sức khỏe như béo phì và bệnh tim mạch [6, 7]. Ngoài ra, ngành công nghiệp chăn nuôi động vật cũng gây ảnh hưởng môi trường nghiêm trọng [8, 9]. Do đó, việc sử dụng các sản phẩm có nguồn gốc thực vật là giải pháp để giảm tiêu thụ sản phẩm có nguồn gốc động vật [10].

Protein thực vật khác với protein sữa về cấu trúc và tính chất chức năng của chúng. Protein thực vật có kích thước phân tử lớn hơn và cấu trúc bậc bốn phức tạp hơn so với protein sữa, nghĩa là chúng không thể hình thành mạng lưới gel nhỏ gọn như tính chất đặc trưng của casein, nhưng đây lại là một công đoạn cực kỳ quan trọng trong quá trình sản xuất phomai [11]. Do đó, việc sử dụng protein thực vật để tạo ra phomai có các tính chất chức năng phù hợp với tính chất đặc trưng của casein trong quá trình phát triển phomai từ thực vật sẽ là một thách thức [12]. Để khắc phục khó khăn này, các thành phần carrageenan và xanthan gum thường được bổ sung vào để cải thiện kết cấu của phomai thực vật [13].

Mặc dù trên thị trường đã có nhiều nghiên cứu về sản phẩm phomai thực vật, tuy nhiên vẫn còn hạn chế chưa được nhiều người biết đến và sử dụng. Các nghiên cứu về phomai thực vật cũng được tiến hành gần đây [14, 15] nhưng số lượng sản phẩm thương mại đưa ra thị trường là rất ít, chỉ phổ biến rộng rãi ở nước ngoài. Nghiên cứu này tập trung phát triển một sản phẩm phomai thực vật từ các loại hạt giàu béo (hạt điều, đậu phộng, mè vàng), tinh bột (sắn và khoai tây), vitacel wheat fiber 600R, acid lactic, kappa carrageenan và aquafaba. Aquafaba được định nghĩa là chất lỏng trong quá trình nấu đậu và có nhiều tính chất công nghệ đặc trưng để sử dụng làm chất thay thế sữa trong quá trình sản xuất phomai. Hạt điều, đậu phộng và mè nguyên vỏ là nguồn nguyên liệu giàu protein và chất béo, đặc biệt là các acid béo không bão hòa đơn và đa, giúp giảm lượng LDL-cholesterol và tăng HDL-cholesterol. Các thành phần bổ sung khác như acid lactic, tinh bột và dầu dừa, muối cũng được sử dụng để tạo cấu trúc và mùi vị đặc trưng cho sản phẩm.

Mục tiêu của nghiên cứu này là 1) xác định thành phần dinh dưỡng và tính chất vật lý của các loại hạt nghiên cứu; 2) khảo sát các tỷ lệ phối trộn ảnh hưởng đến tính chất phomai thực vật; và 3) đánh giá hạn sử dụng của các sản phẩm phomai tạo thành. Nghiên cứu này sẽ đóng góp cho việc phát triển các sản phẩm thực phẩm từ nguồn nguyên liệu thực vật, đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng và góp phần vào bảo vệ môi trường và sức khỏe cho cộng đồng.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguyên vật liệu

Hạt đậu ván, hạt điều rang, và hạt đậu phộng được cung cấp từ cửa hàng nông sản huyện Đức Trọng, Lâm Đồng, Việt Nam. Hạt mè vàng nguyên vỏ được mua ở nhà phân phối cơ sở Tuyền Nam, có địa chỉ tại 45/88/16, đường Bình Tiên, Phường 7, Quận 5, TP.HCM. Kappa Carrageenan và Galacid powder 60 (acid lactic 60% dạng bột sử dụng cho thực phẩm) có xuất xứ từ Bỉ, do Công ty TNHH TM-TV-TT Đông Bắc cung cấp, với địa chỉ tại 10C Hoàng Hoa Thám, Phường 7, Quận Bình Thạnh, TP.HCM. Vitacel Wheat fiber 600R cung cấp bởi Công ty Ánh Sáng Châu Á Asia Shine, tại địa chỉ 353C Nguyễn Trọng Tuyển, Phường 1, Quận Tân Bình, TP.HCM. Muối tinh sấy bổ sung I-ốt được cung cấp bởi Công ty Cổ phần Muối Bạc Liêu, Việt Nam. Dầu dừa nguyên chất Organic VIETCOCO của công ty TNHH chế biến Dừa Lương Quới. Tinh bột khoai tây và tinh bột sắn được cung cấp bởi công ty Vĩnh Thuận, có địa chỉ tại Lô 48-50A, đường số 3, Khu công nghiệp Tân Tạo, Phường Tân Tạo A, Quận Bình Tân, TP.HCM.

Mẫu đối chứng trong khảo sát cấu trúc là mẫu phomai Belcube vuông con bò cười, gói có khối lượng 125g và có 24 viên vuông cạnh 16cm/gói, là sản phẩm của công ty Bel Việt Nam.

### 2.2. Các bước chế biến phomai hạt

Phomai hạt trong nghiên cứu này được chế biến theo trình tự các bước sau và được tóm tắt theo quy trình như hình 1.

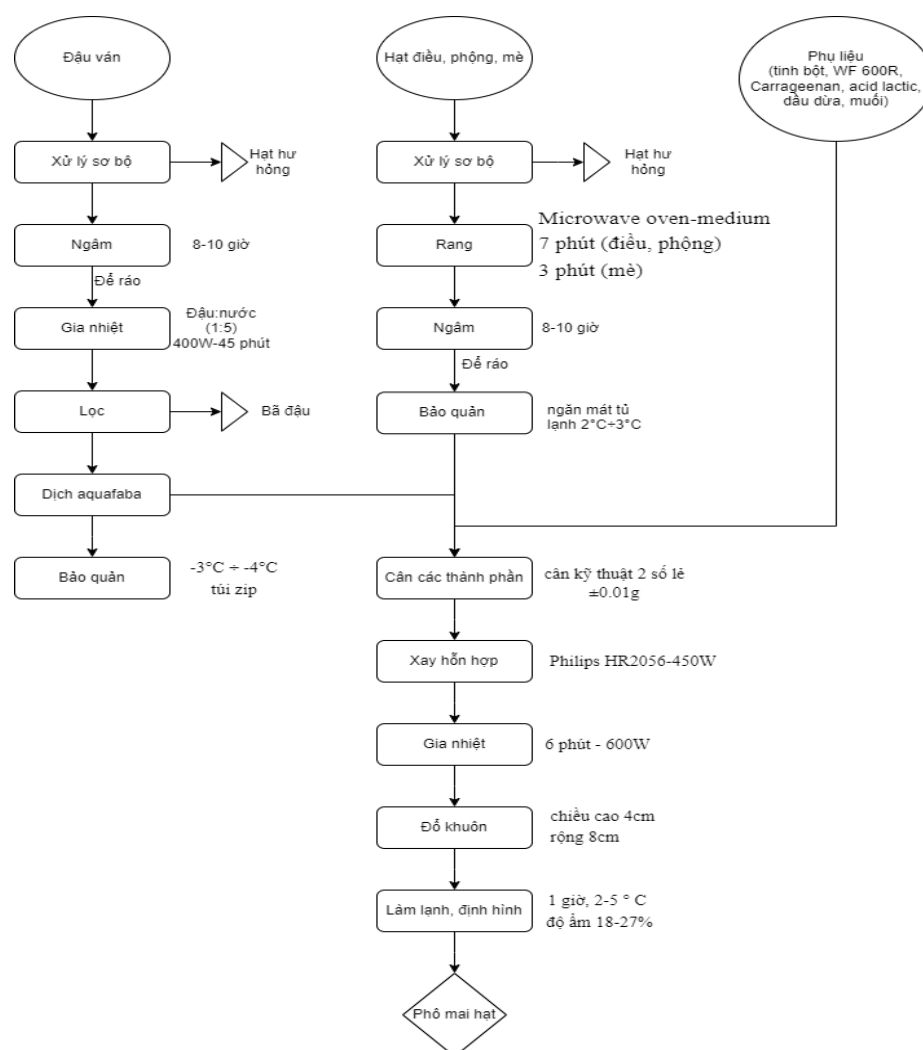
Bước 1. Thu nhận nấu đậu ván (aquafaba), để thu dịch aquafaba một cách thuận tiện, trước tiên, đậu được ngâm trong nước sạch trong vòng 8-10 giờ [16]. Sau đó, đậu được nấu với tỉ lệ (w/w) đậu và nước là 1:5, bằng cách sử dụng bếp hồng ngoại Sanaky SNK-2018HG. Nấu đến khi hỗn hợp sôi ở công suất 2000W, sau đó giảm xuống 400W và nấu thêm 45 phút. Sau khi nấu, hỗn hợp cần được lọc qua rây để loại bỏ bã đậu. Dịch aquafaba thu được có thành phần protein hòa tan và hàm lượng saponin lần lượt là  $(13,53 \pm 0,33)$  mg/L và  $(0,150 \pm 0,019)$  ppm với nồng độ chất rắn hòa tan Bx đạt  $(5,0 \pm 0,1)$ . Để thuận tiện cho việc chuẩn bị mẫu cho thí nghiệm tiếp theo, dịch đậu sau khi lọc sạch đã được cho vào túi zip và bảo quản trong nhiệt độ đông lạnh dao động từ  $-3^{\circ}\text{C}$  đến  $-4^{\circ}\text{C}$ .

Bước 2. Chuẩn bị nguyên liệu, các hạt cần được rang thơm bằng lò vi sóng (Electrolux 2MM20K18GW). Thời gian rang là 7 phút ở công suất trung bình-medium (đối với đậu phộng, cần rang 200g mỗi lần vận hành) và 3 phút (đối với mè vàng, và rang 50g mỗi lượt). Chú ý rang hạt không nên quay liên tục mà cần chia thời gian để đảo trộn nhằm đảm bảo hạt được rang đều nhất có thể. Sau khi rang, các hạt cần được để nguội, sau đó ngâm trong nước khoảng 8 giờ rồi để ráo. Các hạt đã qua xử lý ở bước này sẽ được bảo quản trong nhiệt độ lạnh là  $2^{\circ}\text{C}$  đến  $3^{\circ}\text{C}$  (tủ lạnh Toshiba GR-M35VDV, 305 L) và chỉ sử dụng trong ngày.

Bước 3. Định lượng các thành phần và xay. Các thành phần nguyên liệu chính (hạt, aquafaba) và thành phần bổ sung cần được định lượng chính xác bằng cân kỹ thuật 2 số lẻ ( $\pm 0,01\text{g}$ ). Từng thành phần nguyên liệu sẽ được cho vào máy xay sinh tố (Philips HR2056-450W) để đồng nhất hỗn hợp. Nếu công thức (CT) có chứa đậu phộng và mè, hỗn hợp sau xay cần được lọc tiếp qua rây để đảm bảo độ mịn và không làm ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm.

Bước 4. Xử lý nhiệt hỗn hợp và đổ khuôn. Hỗn hợp sau khi xay đồng nhất sẽ được cho vào nồi để khuấy đều và gia nhiệt trên bếp hồng ngoại (Sanaky SNK-2018HG) trong 6 phút ở công suất 600W (tùy thuộc vào khối lượng hỗn hợp mà thời gian có thể thay đổi). Hỗn hợp sau khi gia nhiệt sẽ được đổ vào khuôn hình trụ (bán kính x chiều cao =  $4 \times 4\text{ cm}$ ), với khối lượng và lực nén nhất định. Nhân được dán lên khuôn gồm các thông tin như: tên công thức, ngày thí nghiệm và khối lượng.

Bước 5. Làm lạnh và định hình sản phẩm. Sản phẩm sẽ được cho vào ngăn mát trong tủ lạnh có nhiệt độ từ  $2$  đến  $5^{\circ}\text{C}$ , với độ ẩm dao động từ 18 đến 27% với thời gian lưu là một giờ.



Hình 1. Sơ đồ quy trình chế biến phomai hạt từ dịch nấu đậu phối trộn với các loại hạt

### 2.3. Công thức phối trộn

Các công thức phối trộn bao gồm các thành phần như trình bày trong Bảng 1 và theo trình tự các công đoạn như mô tả ở sơ đồ hình 1.

Bảng 1. Bảng công thức phối trộn và chế biến phomai hạt

Thành phần	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6
Dịch đậu ván				56%		
Hạt điều	34%	23%	23%	11%	-	14%
Hạt mè	-	-	11%	23%	11%	10%
Đậu phộng	-	11%	-	-	23%	10%
WF 600R			3%			
Acid lactic			0,5%			
Kappa Carrageenan			0,5%			
Tinh bột khoai tây			1,25%			
Tinh bột sắn			1,25%			
Muối			0,5%			
Dầu dừa			3%			

Lưu ý: tổng các thành phần là 100% tính theo khối lượng; WF 600R: Xơ lúa mì-vitacel wheat fiber 600R.

## 2.4. Phương pháp đánh giá cấu trúc của phomai - Texture Profile Analysis (TPA)

Các tính chất cấu trúc của phomai như độ cứng, độ kết dính, độ đàn hồi, độ dai và độ dẻo được đo bằng phương pháp Texture Profile analysis (TPA) của Ferawati và cộng sự (2021). Việc đánh giá được tiến hành bằng thiết bị Brookfield CT3 4500, sử dụng mẫu được cắt sẵn theo hình khối lập phương với kích thước 16x16x16mm (xem hình 2.b). Đầu dò hình trụ TA11/1000 (có đường kính 25,4mm và chiều dài 35mm) được sử dụng để nén lên mẫu 5mm so với chiều cao, với tốc độ nén là 1mm/s. Thiết bị ghi nhận các thông số và tiến hành phân tích thống kê, biểu diễn lại dưới dạng bảng biểu hoặc đồ thị trực quan [15].

## 2.5. Phương pháp khảo sát chỉ tiêu màu sắc và độ nâu của phomai

Xác định các thông số màu của phomai bằng phương pháp của Ferawati và cộng sự (2021). Sau khi được làm lạnh và định hình, các mẫu phomai sẽ được đo trực tiếp bằng thiết bị Minolta CR-10 trên nhiều vị trí khác nhau trên bề mặt phomai (khoảng cách giữa các vị trí là 5mm), bao gồm giá trị  $L^*$ ,  $a^*$  và  $b^*$ . Giá trị  $L^*$  đại diện cho độ đậm nhạt,  $a^*$  đại diện cho màu đỏ (+a) hoặc xanh lá cây (-a), và  $b^*$  là giá trị cho màu vàng (+b) hoặc xanh lam (-b). Ngoài ra, chỉ số hóa nâu (BI) cũng được tính theo CT1 và CT2 của Cruz-Solorio (2018) [17].

$$BI = 100 - \frac{X - 0.31}{0.17} \quad (1)$$

$$\text{trong đó } X = \frac{a^* + 1.75L^*}{5.647L^* + a^* - 3.012b^*} \quad (2)$$

## 2.6. Phương pháp khảo sát thành phần dinh dưỡng và tính chất vật lý của nguyên liệu

Kích thước hạt được xác định bằng thước đo kẹp điện tử Digital caliper 150mm/6" sai số 0,05mm.

Xác định khối lượng 1000 hạt dựa trên TCVN 8123:2009 đối với ngũ cốc và đậu đỗ.

Xác định dung trọng khối hạt dựa theo TCVN 4996-3:2011.

Xác định khối lượng riêng của hạt bằng phương pháp dịch chuyển chất lỏng [18], có hiệu chỉnh như sau: cho 100ml Toluene vào ống đong 250ml, sau đó cân 100g hạt cho vào ống đong. Thể tích Toluene dâng lên được đọc và sử dụng công thức  $d=P/V$  để tính toán khối lượng riêng của hạt, trong đó P là khối lượng hạt, V là thể tích Toluene dâng lên.

Xác định dung trọng khối hạt dựa theo TCVN 4996-3:2011.

Xác định góc nghiêng tự nhiên của hạt theo phương pháp làm rỗng [19] để định lượng góc nghiêng tự nhiên của các hạt. Cụ thể, đổ đầy hạt vào ống trụ (ống Ø90, r=4,5 cm, h=16 cm) rỗng 2 đầu đứng trên mặt phẳng, sau đó nhẹ nhàng rút ống lên cho hạt tự trượt tạo góc nghiêng. Góc nghiêng  $\alpha$  được tính theo công thức:  $\tan \alpha (^{\circ}) = h/R$  (3)

Xác định độ ẩm TCVN 9706:2013 đối với ngũ cốc và sản phẩm ngũ cốc.

Xác định hàm lượng tro bằng phương pháp nung theo TCVN 8124:2009 đối với ngũ cốc, đậu đỗ và phụ phẩm; ISO 2171:2007 [15].

Xác định hàm lượng protein dựa theo TCVN 8125:2015 đối với ngũ cốc và đậu đỗ [15, 20].

Xác định hàm lượng lipid theo AOAC 920.39:2002.

Xác định hàm lượng xơ thô được xác định dựa theo TCVN 5103:1990 đối với nông sản thực phẩm.

Xác định hàm lượng glucid dựa theo phương pháp chênh lệch của tác giả Allai, Farhana Mehraj và cộng sự (2022) với công thức [21]:

$$\text{Glucid (\%)} = 100\% - (\% \text{ độ ẩm} + \% \text{ Lipid} + \% \text{ Protein} + \% \text{ Tro} + \% \text{ Xơ thô}) \quad (4)$$

## 2.7. Phương pháp khảo sát đánh giá hạn sử dụng

Phương pháp Q10: là tốc độ tăng của phản ứng khi nhiệt độ tăng thêm 10°C (18°F). Labuza đã phát triển phương trình (5) cho tần suất thử nghiệm:

$$f_2 = f_1 \times Q10^{\Delta/10} \quad (5)$$

Trong đó  $f_1$  là thời gian giữa các lần thử nghiệm ở nhiệt độ cao hơn,  $f_2$  ở nhiệt độ thấp hơn và " $\Delta$ " là sự khác biệt về °C giữa hai phép thử.

Các mẫu phomai được đóng gói trong các hũ nhựa dưới dạng sản phẩm hoàn chỉnh (Final product) (xem Hình 2) với khối lượng xác định, duy trì mẫu bảo quản ở hai chế độ nhiệt khác nhau trong tủ lạnh (Panasonic NR-BU303SSVN, 296L) với nhiệt độ dao động 1,8-2,0°C và độ ẩm 20-29%RH; và tủ lạnh (Alaska SL-12CI 580W) ở nhiệt độ 12°C và độ ẩm 78-89%RH. Định kỳ sau 24 giờ mẫu được lấy để đánh giá mức độ ôi hóa thông qua xác định chỉ số peroxyde (PV) theo TCVN 6121:2010-ISO3960:2007:

$$PV \text{ (meq/kg)} = \frac{(V_{th} - V_{tr}) \times N \times 1000}{mbd} \quad (6)$$

Trong đó:  $V_{th}$  và  $V_{tr}$  là thể tích  $Na_2S_2O_3$  0,01N tiêu tốn để chuẩn độ mẫu thử và mẫu trắng (ml);  $N$  là nồng độ dung dịch chuẩn độ  $Na_2S_2O_3 = 0,01N$ ;  $m_{bd}$  là khối lượng mẫu cân ban đầu cho vào erlen (g).



Hình 2. Các mẫu phomai a) đang được bảo quản lạnh và b) được cắt chuẩn bị mẫu thực hiện đo cấu trúc

## 2.8. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Các thí nghiệm đã được thực hiện lặp lại 3 lần để đảm bảo tính chính xác của kết quả. Phương pháp phân tích phương sai ANOVA được sử dụng để phân tích sự khác biệt giữa các mẫu, và sự khác biệt này được xác định bằng cách sử dụng phương pháp LSD của phần mềm xử lý số liệu Statgraphics. Sự khác biệt được xem là có ý nghĩa thống kê khi giá trị  $p < 0,05$ .

## 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

### 3.1. Thành phần dinh dưỡng và tính chất vật lý của các loại hạt nghiên cứu

Đa phần chất lượng của các loại hạt ngũ cốc phụ thuộc rất nhiều vào tính chất vật lý của chúng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hạt điều có chiều dài trung bình là  $18,67 \pm 0,77$  (mm), chiều rộng là  $15,38 \pm 0,97$  (mm) và bề dày của hạt là  $12,29 \pm 1,77$  (mm). Tương tự, kích thước của đậu phộng theo thứ tự từ lớn đến nhỏ là chiều dài  $12,72 \pm 1,32$  mm, chiều rộng  $8,22 \pm 0,96$  mm, và độ dày  $7,36 \pm 0,87$  mm, còn hạt mè vàng có kích thước lần lượt là  $2,79 \pm 0,25$  mm chiều dài,  $1,31 \pm 0,19$  mm chiều rộng và  $0,56 \pm 0,12$  mm độ dày.

Bảng 2. Tính chất vật lý của hạt nguyên liệu

Tính chất vật lý	Khối lượng 1000 hạt (g)	Dung trọng (g/l)	Khối lượng riêng (g/ml)	Góc nghiêng (°)
Hạt đậu phộng	$321,59 \pm 5,79$	$566,67 \pm 11,55$	$1,2 \pm 0,08$	$17^\circ 43$
Hạt điều	$502,9 \pm 5,39$	$993,33 \pm 23,09$	$0,79 \pm 0,07$	$34^\circ 32$
Hạt mè vàng	$3,33 \pm 0,02$	$1460 \pm 34,64$	$6,67 \pm 2,89$	$18^\circ 19$

Kích thước, khối lượng, dung trọng và khối lượng riêng dự kiến của các hạt nông sản thường thay đổi theo phân loại, điều kiện nông học sinh trưởng và độ ẩm của phân loại đó [22]. Kết quả ở Bảng 2 cho thấy sự khác biệt về các đặc tính vật lý giữa các loại ngũ cốc (cụ thể là các hạt trong nghiên cứu). Hình dáng, mặt phẳng trượt, độ ẩm và thành phần tạp chất có trong khối hạt là những yếu tố ảnh hưởng đến góc nghiêng và góc trượt của khối hạt, và thực tế là sự khác biệt này được tạo ra bởi sự ma sát trượt lên nhau của các hạt [23]. Góc nghiêng của hạt cũng phụ thuộc vào tính tan rời khối hạt, độ ẩm cao có thể làm giảm tính tan rời, và tính tan rời thấp thì góc nghiêng càng lớn. Kết quả cho thấy thứ tự góc nghiêng giảm dần từ  $34^\circ 32$  của hạt điều xuống  $18^\circ 19$  của mè và  $17^\circ 43$  của đậu phộng. Sự khác biệt này có thể được giải thích bởi hàm lượng ẩm khác nhau được xác định trong thành phần nguyên liệu của các loại hạt trong nghiên cứu, và chi tiết được trình bày trong Bảng 3, 4 và 5.

Bảng 3. Thành phần dinh dưỡng trong hạt điều

STT	Thành phần dinh dưỡng	% Theo khối lượng	% Theo chất khô
1	Độ ẩm	$44,88 \pm 0,62$	-
2	Protein tổng	$1,06 \pm 0,27$	$1,93 \pm 0,45$
3	Lipid tổng	$6,63 \pm 0,11$	$12,04 \pm 0,19$
4	Glucid tổng	$35,95 \pm 0,13$	$65,22 \pm 0,73$
5	Xơ tổng	$1,40 \pm 0,11$	$2,54 \pm 0,19$
6	Tro tổng	$10,08 \pm 1,60$	$18,29 \pm 2,10$

## CHẾ BIẾN PHOMAI HẠT GIÀU DINH DƯỠNG BẰNG DỊCH ĐẬU ...

Hạt điều được coi là nguồn cung cấp giàu dinh dưỡng với hàm lượng protein (18,4g/100g), lipid (46,3g/100g) và carbohydrate (28,7g/100g) được trích từ bảng thành phần dinh dưỡng Việt Nam năm 2007 [24]. Kết quả khảo sát (xem bảng 3) cho thấy hạt điều có hàm lượng protein và tro rất cao, tuy nhiên hàm lượng lipid lại thấp, kết quả này phù hợp với những nghiên cứu trước đó [14]. Độ ẩm trong hạt điều tương đối cao (44,88%), tương đương với các nghiên cứu trước đó của Oyeyinka và cộng sự (2019) cho kết quả từ 47,29% - 55,75% [14]. Các sản phẩm phomai làm từ hạt điều có nhiều khả năng chứa lượng protein cao từ 3 - 5g/30g phomai [25].

Đậu phộng là một loại hạt có dầu quan trọng trên toàn cầu, được coi là nguồn cung cấp dầu ăn chất lượng cao [26]. Hàm lượng lipid được khảo sát trong nghiên cứu là 8,59% theo khối lượng và được trình bày trong bảng 4, trong khi đó, theo bảng thành phần dinh dưỡng Việt Nam, đậu phộng còn có tỷ lệ lipid là 44,50g/100g hạt [24]. Đậu phộng cũng là loại hạt thực phẩm có hàm lượng dinh dưỡng cao, đem lại nhiều lợi ích cho sức khỏe. Đặc biệt, đậu phộng là một nguồn dầu giàu các axit béo không bão hòa đơn, đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong việc bảo vệ tim mạch. Ngoài ra, đậu phộng cũng cung cấp nhiều loại vi chất và các hợp chất có hoạt tính sinh học, điều này được đề cập trong các nghiên cứu [26-28].

Bảng 4. Thành phần dinh dưỡng trong hạt đậu phộng

STT	Thành phần dinh dưỡng	% Theo khối lượng	% Theo chất khô
1	Độ ẩm	6,84 ± 0,19	-
2	Protein tổng	1,11 ± 0,27	1,20 ± 0,29
3	Lipid tổng	8,59 ± 0,10	9,22 ± 0,11
4	Glucid tổng	75,09 ± 0,91	80,60 ± 0,16
5	Xơ tổng	1,69 ± 0,06	1,82 ± 0,07
6	Tro tổng	6,68 ± 0,76	7,17 ± 0,81

Thành phần dinh dưỡng trong hạt mè nguyên vỏ cũng được xác định trong nghiên cứu này (xem Bảng 5), kết quả này cũng được coi là nguồn dữ liệu mới có giá trị tin cậy đáng để tham khảo (hiện trong bảng thành phần dinh dưỡng Việt Nam chỉ mới có dữ liệu của mè trắng và mè đen) nhất là khi nguồn dữ liệu cho hạt mè trắng và đen hiện chỉ có sẵn trong bảng thành phần dinh dưỡng Việt Nam [24]. Kết quả này có giá trị quan trọng trong việc đánh giá giá trị dinh dưỡng và khả năng sử dụng của hạt mè nguyên vỏ và có thể được áp dụng trong các lĩnh vực liên quan đến chế biến thực phẩm và dinh dưỡng.

Bảng 5. Thành phần dinh dưỡng trong mè vàng

STT	Thành phần dinh dưỡng	% Theo khối lượng	% Theo chất khô
1	Độ ẩm	7,23 ± 0,16	-
2	Protein tổng	2,52 ± 1,13	2,72 ± 1,22
3	Lipid tổng	7,31 ± 0,35	7,88 ± 0,38
4	Glucid tổng	71,26 ± 0,13	76,81 ± 0,13
5	Xơ tổng	1,80 ± 0,11	1,94 ± 0,12
6	Tro tổng	9,88 ± 1,45	10,65 ± 1,56

Thành phần dinh dưỡng của xơ lúa mì (WF 600R) được khảo sát như trình bày trong Bảng 6.

Bảng 6. Thành phần dinh dưỡng trong Vitacel Wheat Fiber 600R

STT	Thành phần dinh dưỡng	% Theo khối lượng	% Theo chất khô
1	Độ ẩm	15,18 ± 0,26	-
2	Protein tổng	2,77 ± 0,24	3,26 ± 0,28
3	Glucid tổng	76,50 ± 1,28	90,19 ± 1,74
4	Xơ tổng	3,79 ± 0,25	4,46 ± 0,29
5	Tro tổng	1,76 ± 0,42	2,07 ± 0,49

Kết quả cho thấy hàm lượng glucid và chất xơ tổng chiếm tỷ lệ cao hơn đáng kể so với các chỉ số còn lại. Điều này chứng tỏ rằng xơ lúa mì là nguồn nguyên liệu rõ ràng và có tiềm năng cung cấp carbohydrate và chất xơ tuyệt vời cho cơ thể [29]. Slavin và cộng sự (2009) đã thừa nhận rằng chất xơ hòa tan trong xơ lúa mì giúp cải thiện chức năng của hệ tiêu hóa, tăng quá trình hấp thu chất dinh dưỡng, ổn định đường huyết và có thể ngăn ngừa một số rối loạn tiêu hóa, đồng thời có vai trò trong việc ngăn ngừa bệnh tim mạch [30].

### 3.2. Khảo sát cấu trúc của phomai

Các số liệu thu được ở Bảng 7 cho thấy các tính chất cấu trúc đặc trưng của phomai tạo thành từ các công thức phối trộn khác nhau. Trong đó thông số xác định có sự khác biệt rõ nét giữa các mẫu phomai tạo thành từ sự phối trộn khác nhau của ba loại hạt sử dụng trong nghiên cứu này và mẫu phomai Belcube (ĐC).

Bảng 7. Các thông số cấu trúc của phomai khảo sát

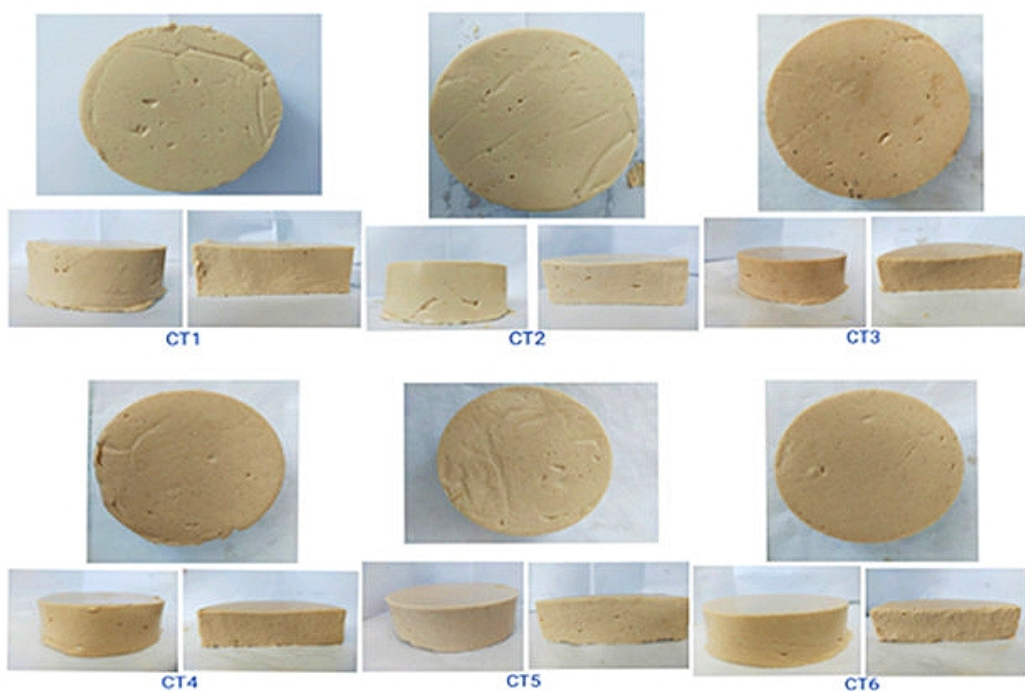
CT	Độ cứng (g)	Độ dính	Độ đàn hồi (mm)	Độ dẻo (g)	Lực nhai (mJ)
CT1	221,00 <sup>d</sup> ± 13,88	0,57 <sup>a</sup> ± 0,06	3,30 <sup>a</sup> ± 0,07	124,17 <sup>d</sup> ± 5,01	4,02 <sup>c</sup> ± 0,25
CT2	139,33 <sup>bc</sup> ± 4,36	0,65 <sup>ab</sup> ± 0,04	3,31 <sup>a</sup> ± 0,10	89,9 <sup>c</sup> ± 4,10	2,92 <sup>b</sup> ± 0,20
CT3	154,83 <sup>c</sup> ± 5,63	0,61 <sup>ab</sup> ± 0,02	3,35 <sup>ab</sup> ± 0,07	94,00 <sup>cd</sup> ± 6,64	3,09 <sup>b</sup> ± 0,25
CT4	84,50 <sup>ab</sup> ± 2,48	0,61 <sup>ab</sup> ± 0,05	3,29 <sup>a</sup> ± 0,16	51,60 <sup>ab</sup> ± 5,96	1,67 <sup>a</sup> ± 0,26
CT5	66,33 <sup>a</sup> ± 5,20	0,69 <sup>bc</sup> ± 0,07	3,70 <sup>c</sup> ± 0,04	45,17 <sup>a</sup> ± 2,78	1,64 <sup>a</sup> ± 0,11
CT6	130,17 <sup>bc</sup> ± 0,62	0,62 <sup>ab</sup> ± 0,01	3,63 <sup>c</sup> ± 0,06	80,4 <sup>bc</sup> ± 2,22	2,86 <sup>b</sup> ± 0,13
ĐC	321,50 <sup>e</sup> ± 84,07	0,79 <sup>c</sup> ± 0,07	3,52 <sup>bc</sup> ± 0,11	249,76 <sup>e</sup> ± 44,22	8,60 <sup>d</sup> ± 1,25

Các chữ cái <sup>a,b,c,...</sup> khác nhau trên cùng 1 cột thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê

Trong nghiên cứu nhằm tạo ra phomai dạng khối có cấu trúc mềm, bề mặt mịn và có thể cắt lát, tỉ lệ nước và đậu (1:5) đã được xác định để đạt được kết cấu như mong muốn (Liu, 2008). Tỉ lệ này cho phép lượng nước tăng dần vào mạng lưới gel, tạo nên kết cấu mềm và mịn hơn [31]. Ngược lại, các tỉ lệ 1:3 (đậu sẽ bị rò rỉ ra bề mặt) và 1:4 (cấu trúc phomai cứng) không đáp ứng được những tiêu chí để tạo ra hình dạng phomai mong muốn. Các tính chất cấu trúc xác định được của phomai ĐC thể hiện nhiều đặc tính ưu việt so với các mẫu phomai thực vật tạo thành từ nghiên cứu này (xem bảng 7). Điều này có thể xem là hiển nhiên, do Fu và Yano (2020) đã thừa nhận rằng phomai thực vật làm từ các loại hạt không thể có các tính chất chức năng như casein của sữa bò, và đây là một thách thức lớn cho việc chế biến phomai hạt [12]. Do đó, trong chế biến phomai hạt việc sử dụng thêm các chất tạo cấu trúc cho phomai đã được khuyến cáo [13].

Trong nghiên cứu này, kappa carrageenan (KCG) đã được sử dụng và có thể xem là một thành phần có vai trò quan trọng đến việc cải thiện cấu trúc cho phomai tạo thành. Polysaccharide này chỉ cần sử dụng với nồng độ 0,5% (xem Bảng 1) đã đủ để tạo ra kết cấu phomai hoàn toàn mềm (đã kiểm chứng qua khảo sát). Kết quả này cũng tương tự như kết quả của tác giả Ferawati và cộng sự (2021), khi các tác giả này cũng đã tạo ra phomai từ dịch aquafaba [15]. Bên cạnh đó, việc bổ sung chất xơ ăn kiêng (như xơ lúa mì) vào thành phần phomai cũng giúp cải thiện độ bền của mạng lưới gel, tạo ra kết cấu ổn định hơn [32]. Riêng chỉ tiêu độ đàn hồi, một số mẫu phomai hạt tạo thành (CT5 và CT6) có thể xem như không thua kém phomai ĐC ( $p < 0,05$ ) và sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với mẫu ĐC. Điều này có thể giải thích là do sự khác biệt của các nguyên liệu hạt phối trộn. Điều đáng ghi nhận là ở các tỷ lệ phối trộn có hạt mè vỏ ở mức 10-11% (CT3, CT5 và CT6) độ đàn hồi của các mẫu phomai tương ứng tạo thành đều cao hơn. Ngược lại, nếu hạt mè vỏ sử dụng quá cao (CT4) thì độ đàn hồi lại giảm và có thể lý giải do phần vỏ mè cứng quá nhiều sẽ không tạo điều kiện cho các phần tử gắn kết chặt chẽ với nhau. Kết quả này có thể đưa đến nhận định ban đầu rằng ở một tỷ lệ mè vỏ sử dụng nhất định có thể cải thiện độ đàn hồi cho phomai hạt.

### 3.3. Kết quả khảo sát chỉ số màu sắc và độ nâu của phomai



Hình 3. Hình ảnh minh họa các mẫu phomai của 6 công thức phối trộn từ trên xuống, theo phương ngang và mặt cắt

Màu sắc và độ nâu của sản phẩm (xem Hình 3) là hoàn toàn tự nhiên nhờ phản ứng Maillard xảy ra trong quá trình rang và nấu chín mà không cần phải sử dụng phẩm màu bổ sung. Các CT có chứa hạt điều và đậu phộng có màu sáng hơn so với các mẫu chỉ chứa hạt mè (việc sử dụng nguyên vỏ mè trong quá trình rang sẽ làm màu sắc của sản phẩm có phần đậm hơn). CT 6 trong thành phần phối trộn có sự kết hợp giữa 3 loại hạt nên màu sắc của sản phẩm thu được được đánh giá là hài hòa hơn so với các CT khác.

Bảng 8. Các thông số màu sắc của phomai

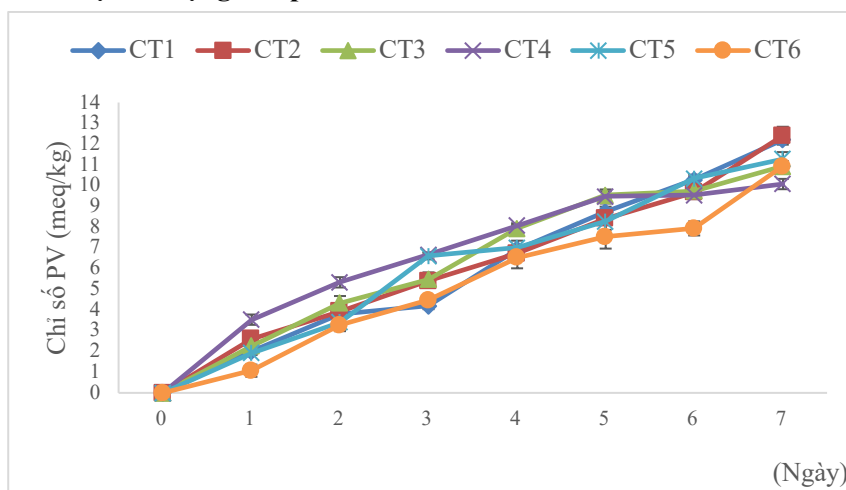
CT	L*	a*	b*	Độ nâu (BI)
CT1	71,63 <sup>a</sup> ± 1,06	4,14 <sup>d</sup> ± 0,33	19,01 <sup>c</sup> ± 0,33	99,66 <sup>ab</sup> ± 0,01
CT2	78,65 <sup>d</sup> ± 0,35	2,82 <sup>a</sup> ± 0,14	18,05 <sup>b</sup> ± 0,26	99,72 <sup>d</sup> ± 0,001
CT3	71,22 <sup>a</sup> ± 0,41	4,25 <sup>d</sup> ± 0,04	19,14 <sup>c</sup> ± 0,09	99,65 <sup>a</sup> ± 0,00
CT4	70,83 <sup>a</sup> ± 0,15	4,10 <sup>cd</sup> ± 0,14	18,37 <sup>b</sup> ± 0,20	99,66 <sup>b</sup> ± 0,01
CT5	77,39 <sup>c</sup> ± 0,55	3,09 <sup>b</sup> ± 0,11	16,12 <sup>a</sup> ± 0,25	99,74 <sup>c</sup> ± 0,01
CT6	73,94 <sup>b</sup> ± 0,32	3,87 <sup>c</sup> ± 0,08	18,28 <sup>b</sup> ± 0,13	99,68 <sup>c</sup> ± 0,01

*Các chữ cái <sup>a,b,c,...</sup> khác nhau trên cùng 1 cột thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê*

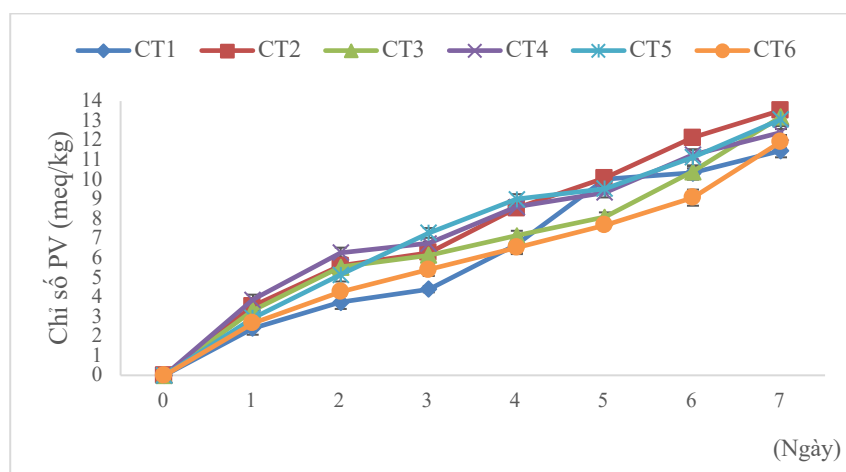
Nhìn chung, các mẫu phomai chứa các thành phần hạt điều và mè trong CT1, CT3, CT4 có xu hướng có mức độ đỏ (giá trị a\*) và mức độ vàng (giá trị b\*) cao hơn, nhưng độ nhạt (giá trị L\* giảm) thấp hơn so với các CT khác (xem Bảng 8). Sự khác biệt này có thể được giải thích là do phản ứng Maillard xảy ra trên vỏ các hạt (mè và hạt điều được rang chín) trong quá trình chuẩn bị các nguyên liệu, dẫn đến màu sắc của phomai tối hơn. Tuy nhiên, đậu phộng cũng được rang chín nhưng vỏ đã bị cháy đen và được loại bỏ trước khi xay, có thể giải thích cho việc màu sắc của phomai tối hơn so với những CT khác [15, 33].



### 3.4. Kết quả khảo sát hạn sử dụng của phomai



Hình 4. Biểu đồ khảo sát quá trình oxy hóa lipid phomai (2°C)



Hình 5. Biểu đồ khảo sát quá trình oxy hóa lipid phomai (12°C)

Quá trình peroxyde hoá lipid liên quan đến sự phá hủy của chất béo bao gồm các hiện tượng như phát triển hương vị mới, phân hủy các chất dinh dưỡng, hoạt chất sinh học, và hình thành các chất độc [34]. Vì vậy, để đảm bảo sự an toàn vệ sinh và sức khỏe cho người tiêu dùng, việc đánh giá thời hạn sử dụng sản phẩm thông qua phương pháp Q10 và chỉ số peroxyde là cần thiết [35].

Bảng 9. Kết quả khảo sát giá trị Q10 và hạn sử dụng của các mẫu phomai thu được khi bảo quản ở 10°C

CT	Thời gian ngưỡng giới hạn ở 2°C	Thời gian ngưỡng giới hạn ở 12°C	Giá trị Q10	Hạn sử dụng khi bảo quản ở 10°C
CT1	4 ngày	3 ngày	1,33	3 ngày
CT2	6 ngày	3 ngày	2,00	6 ngày
CT3	6 ngày	3 ngày	2,00	6 ngày
CT4	5 ngày	3 ngày	1,67	5 ngày
CT5	4 ngày	5 ngày	0,89	4 ngày
CT6	7 ngày	6 ngày	1,17	7 ngày

Theo quan sát (Hình 4 và Hình 5), chỉ số PV (peroxide value) cũng tăng đột ngột (báo hiệu quá trình oxy hóa diễn ra) và tiếp tục tăng ổn định ở các ngày tiếp theo đến cuối thí nghiệm [36], do đó ghi nhận được các thời gian giới hạn khi bảo quản ở nhiệt độ 2°C và 12°C để tính giá trị Q10. Dựa vào phương trình (5) để xác định giá trị f2 tương đương với hạn sử dụng như bảng 9. Kết quả dự báo cho thấy ở nhiệt độ khảo sát 10°C, các mẫu phomai trong CT 6, CT2, CT3 và CT4 có thời hạn sử dụng kéo dài hơn so với CT5 và

kết quả cuối cùng là CT1. Trong các CT1 và CT5 quá trình oxy hóa diễn ra nhanh hơn. Thành phần chất béo từ các nguyên liệu dạng hạt (ngoại trừ dầu dừa) có trong CT là nguyên nhân của hiện tượng này. Hàm lượng lipid (% chất khô) của hạt điều, đậu phộng và mè lần lượt là 12,04%; 9,22% và 7,88% (được trình bày chi tiết trong Bảng 3, 4 và 5). Hiện tại chưa có số liệu cụ thể từ các nghiên cứu trong và ngoài nước để đối chứng với khảo sát này, tuy nhiên kết quả thu được ở khảo sát vẫn có thể được xem là dữ liệu tham khảo đáng tin cậy cho các nghiên cứu tương tự.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng sử dụng dịch nấu đậu ván aquafaba và các loại giàu chất béo (hạt điều, hạt mè và đậu phộng) kết hợp với một số thành phần khác có thể chế biến được sản phẩm phomai thực vật. Các công thức phối trộn khác nhau dẫn đến các sản phẩm phomai với các đặc tính cấu trúc và màu sắc khác nhau. Hạt mè vỏ khi sử dụng ở tỷ lệ phối trộn thích hợp có thể góp phần cải thiện độ đàn hồi của phomai hạt tạo thành. Quá trình peroxyde hóa lipid trong sản phẩm có thể gây ra sự hư hỏng và ảnh hưởng đến thời hạn sử dụng. Kết quả này cần được lưu ý trong quá trình sản xuất và tiêu thụ sản phẩm phomai. Nghiên cứu tiếp theo cần tiến hành đánh giá cảm quan để đánh giá chất lượng sản phẩm và sự hữu dụng của phomai hạt chế biến từ nghiên cứu này đối với người tiêu dùng.

#### LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đến Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ kinh phí cho đề tài nghiên cứu khoa học sinh viên mã số 21.2 SHTPSV11. Đồng thời, chúng tôi cũng muốn bày tỏ sự biết ơn đến Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm đã tạo mọi điều kiện thuận lợi về trang thiết bị giúp chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P. F. Fox, "Cheese: an overview," in *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*: Springer, 1993, pp. 1-36.
- [2] E. Moschopoulou, "Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production," *Small Ruminant Research*, 101(1-3), 188-195, 2011.
- [3] Phadungath, Chanokphat, "Casein micelle structure: a concise review," *Journal of Science and Technology*, 27(1), 201-212, 2005.
- [4] P. F. Fox, P. L. Mcsweeney, and L. Paul, "Dairy chemistry and biochemistry," 1998.
- [5] P. L. McSweeney, "Cheese problems solved". *Elsevier*, 2007.
- [6] J. Smith, K. Sones, D. Grace, S. MacMillan, S. Tarawali, and M. J. Herrero, "Beyond milk, meat, and eggs: Role of livestock in food and nutrition security," *Animal Frontiers*, 3(1), 6-13, 2013.
- [7] F. M. Biro, P. Khoury, and J. A. J. Morrison, "Influence of obesity on timing of puberty," *International Journal of Andrology*, 29(1), 272-277, 2006.
- [8] C. Marshall, M. Beck, K. Garrett, G. Barrell, O. Al-Marashdeh, and P. Gregorini, "Grazing dairy cows with low milk urea nitrogen breeding values excrete less urinary urea nitrogen," *Science of The Total Environment*, 739, 139994, 2020.
- [9] F. P. O'Mara, "The significance of livestock as a contributor to global greenhouse gas emissions today and in the near future," *Animal Feed Science and Technology*, 166, 7-15, 2011.
- [10] F. Michel, C. Hartmann, M. J. Siegrist, "Consumers' associations, perceptions and acceptance of meat and plant-based meat alternatives," *Food Quality and Preference*, 87, 104063, 2021.
- [11] H. P. Bachmann, "Cheese analogues: a review," *International Dairy Journal*, 11(4-7), 505-515, 2001.
- [12] W. Fu and H. Yano, "Development of "new" bread and cheese," *Processes*, 8(12), 1541, 2020.
- [13] B. Błaszak, G. Gozdecka, and A. Shyichuk, "Carrageenan as a functional additive in the production of cheese and cheese-like products," *Acta scientiarum polonorum. Technologia alimentaria*, 17(2), 2018.
- [14] A. T. Oyeyinka, J. O. Odukoya, Y. S. J. Adebayo, and Preservation, "Nutritional composition and consumer acceptability of cheese analog from soy and cashew nut milk," *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), e14285, 2019.
- [15] F. Ferawati, M. Hefni, K. Östbring, and C. Witthöft, "The Application of Pulse Flours in the Development of Plant-Based Cheese Analogues: Proximate Composition, Color, and Texture Properties," *Foods*, 10(9), 2208, 2021.
- [16] T. T. T. Dương, N. T. Trang, N. T. M. Nguyệt, "Ảnh hưởng của xơ cam quýt đến tính chất cấu trúc, vật lý của kem lạnh không sữa từ dịch đậu ngự, sữa dừa và khoai lang tím," *Journal of Science and Technology-IUH*, 50(2), 2021.

- [17] A. Cruz-Solorio, R. Villanueva-Arce, M. E. Garín-Aguilar, H. Leal-Lara, G. Valencia-del Toro, and technology, "Functional properties of flours and protein concentrates of 3 strains of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus*," *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 3892-3901, 2018.
- [18] M. Konak, K. Carman, and C. Aydin, "pH—Postharvest Technology: Physical properties of chick pea seeds," *Biosystems engineering*, 82(1), 73-78, 2002.
- [19] S. Karaj, J. Müller, "Determination of physical, mechanical and chemical properties of seeds and kernels of *Jatropha curcas* L," *Industrial crops and products*, 32(2), 129-138, 2010.
- [20] M. Balogun, S. Oyeyinka, F. Kolawole, J. Joseph, and G. J. Olajobi, "Chemical composition and sensory properties of soy-tiger nut cheese," *Ceylon Journal of Science*, 48(4), 353-358, 2019.
- [21] F. M. Allai, Z. Azad, K. Gul, B. J. Dar, "Wholegrains: A review on the amino acid profile, mineral content, physicochemical, bioactive composition and health benefits," *International Journal of Food Science & Technology*, 57(4), 1849-1865, 2022.
- [22] S. Gürsoy, E. J. Güzel, engineering, and technology, "Determination of physical properties of some agricultural grains," *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2(5), 492-498, 2010.
- [23] D. J. Balasubramanian, "pH—postharvest technology: physical properties of raw cashew nut," *Journal of Agricultural Engineering Research*, 78(3), 291-297, 2001.
- [24] N. C. Khân, "Bảng thành phần thực phẩm Việt Nam," *Y học*, 2007.
- [25] T. M. N. Nguyen and T. G. Buu, "Application of Chickpeas Aquafaba with Pre-treatment as Egg Replacer in Cake Production," *Chemical Engineering Transactions*, 89, 7-12, 2021.
- [26] J. P. Davis and L. L. Dean, "Peanut composition, flavor and nutrition," in *Peanuts*: Elsevier, 2016, pp. 289-345.
- [27] D. Knauff, K. Moore, and D. J. Gorbet, "Further studies on the inheritance of fatty acid composition in peanut," *Peanut Science*, 20(2), 74-76, 1993.
- [28] R. Bodoira, M. C. Cittadini, A. Velez, Y. Rossi, M. Montenegro, M. Martínez, and D. Maestri, D., "An overview on extraction, composition, bioactivity and food applications of peanut phenolics," *Food Chemistry*, 381, 132250, 2022.
- [29] J. W. Anderson, "Health implications of wheat fiber," *American Journal of Clinical Nutrition*, 41(5), 1103-1112, 1985.
- [30] J. L. Slavin, V. Savarino, A. Paredes-Diaz, and G. Fotopoulos, "A review of the role of soluble fiber in health with specific reference to wheat dextrin," *Journal of International Medical Research*, 37(1), 1-17, 2009.
- [31] H. Liu, X. M. Xu, S. D. Guo, "Comparison of full-fat and low-fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis," *International Journal of Food Science & Technology*, 43(9), 1581-1592, 2008.
- [32] Y. Xiao J. Li, Y. Liu, Y., F. Peng, X. Wang, C. Wang, M. Lei, and H. Xu, "Gel properties and formation mechanism of soy protein isolate gels improved by wheat bran cellulose," *Food Chemistry*, 324, 126876, 2020.
- [33] P. Jogihalli, L. Singh, K. Kumar, and V. S. Sharanagat, "Physico-functional and antioxidant properties of sand-roasted chickpea (*Cicer arietinum*)," *Food Chemistry*, 237, 1124-1132, 2017.
- [34] E. N. Frankel, "Chemistry of free radical and singlet oxidation of lipids," *Progress in lipid research*, 23(4), 97-221, 1984.
- [35] V. G. Kontogianni, and I. P. J. Gerothanassis, "Analytical and structural tools of lipid hydroperoxides: present state and future perspectives," *Molecules*, 27(7), 2139, 2022.
- [36] A. D. M. Sørensen, N. S. Nielsen, and C. Jacobsen, "Oxidative stability of fish oil-enriched mayonnaise-based salads," *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(4), 476-487, 2010.

## PROCESSING NUTRITIONAL NUT CHEESE WITH AQUAFABA BEANS AND FAT-RICH NUTS

PHAN THI MY HAN, NGUYEN NGO NGOC QUYEN, NGUYEN NGOC CAM UYEN,  
NGO TRUNG CHANH, NGUYEN THI MINH NGUYET\*

*Institute of Biotechnology & Food Technology, Industrial University of Ho Chi Minh City*

\*Corresponding author: nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.vn

**Abstract.** Aquafaba is a liquid obtained from bean cooking water (aquafaba) with special properties such as water retention, solubility, gelation, foaming, and emulsification. This study focuses on processing high-nutrient seed cheese using aquafaba bean liquid and high-fat content seeds such as cashews, sesame seeds, and peanuts. Six mixing formulas that include aquafaba liquid from mung beans, coconut oil, lactic acid, kappa carrageenan, vitacel wheat fibre 600R, potato starch, tapioca starch, salt, and mixed with 34% (by weight) one or more nuts. The results showed that changing the proportion of nuts resulted in cheese products with different TPA structures, colour and browning properties. The ratio of mixed sesame seeds

## CHẾ BIẾN PHOMAI HẠT GIÀU DINH DƯỠNG BẰNG DỊCH ĐẬU ...

at 10-11% creates a high elasticity that is different and similar to the control cheese (Belcube cheese square with laughing cow). The cheese sample is made up of a blend of 3 types of cashew nuts, sesame seeds and peanuts at the ratio of 14, 10 and 10% (by weight) for a more harmonious colour and the cheese product obtained from this blended CT also has the longest shelf life, which can be up to 7 days when the sample is stored at 10°C. The process and blends of this study could be used in home food processing or directed towards industrial-scale vegetable cheese production.

**Keywords:** Aquafaba, vegan cheese, plant-based cheese, nut cheese, fatty nuts.

*Ngày nhận bài: 24/11/2022*

*Ngày chấp nhận đăng: 08/09/2023*