

# ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ PHỐI TRỘN CÁC POLYMER SINH HỌC ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA BÁNH FLAN THỰC VẬT

**Phan Thị Ngọc Huyền, Huỳnh Kim Phượng, Nguyễn Thị Minh Nguyệt\***

*Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm,*

*Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh*

*\*Email: [nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.vn](mailto:nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.vn)*

Ngày nhận bài: 11/9/2023; Ngày chấp nhận đăng: 29/12/2023

## TÓM TẮT

Bánh flan không trứng được làm từ dịch đậu ngự, sữa dừa và bí đỏ; kết hợp với hỗn hợp các loại polymer sinh học gồm agar, gelatin, tinh bột bắp. Những nguyên liệu này có thể thay thế trứng và sữa ở các công thức bánh flan truyền thống có trứng và sữa. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn các polymer sinh học gồm agar, gelatin và tinh bột bắp đến cấu trúc của bánh flan thực vật. Các đặc tính kết cấu TPA (Texture Profile Analysis) của bánh chế biến từ công thức cơ bản (không sử dụng polymer) và 5 công thức phối trộn có bổ sung 4% (% khối lượng dịch đậu) hỗn hợp polymer gồm agar, gelatin và tinh bột bắp với tỷ lệ phối trộn khác nhau đã được khảo sát. Thịt bí đỏ được dùng để tạo màu cho bánh và được khảo sát ở 3 mức 25%, 35% và 45% (% khối lượng dịch đậu). Kết quả cho thấy khi cố định hàm lượng tinh bột bắp, tăng hàm lượng gelatin và giảm hàm lượng agar trong giới hạn khảo sát (4% khối lượng dịch đậu) bánh sẽ có các tính chất cấu trúc thích hợp so với bánh flan đối chứng (bánh flan động vật có sử dụng trứng, sữa). Hạn sử dụng được xác định sau 6 ngày bảo quản ở nhiệt độ 4 - 6°C thông qua hàm lượng tổng vi sinh vật hiếu khí và vi khuẩn *E.coli*. Kết quả cho thấy bánh có hạn sử dụng là 5 ngày. Kết quả của nghiên cứu có thể ứng dụng vào phát triển bánh flan thực vật để đáp ứng nhu cầu đa dạng của người tiêu dùng sản phẩm thực vật đang tăng lên hiện nay. [https://doi.org/10.62985/j.huit\\_ojs.vol24.no4.101](https://doi.org/10.62985/j.huit_ojs.vol24.no4.101)

*Từ khóa:* Agar, bánh flan thực vật, bí đỏ, dịch nấu đậu ngự, tinh bột bắp, gelatin.

## 1. MỞ ĐẦU

Bánh Flan có nguồn gốc từ châu Âu được coi là một biến thể của “crème brûlée” Pháp. Món tráng miệng này nhanh chóng trở thành một phần không thể thiếu trong các bữa tiệc và nhà hàng Châu Âu. Nước sốt caramel được đưa vào bánh đầu tiên do Người Tây Ban Nha sáng tạo nên và đã được lưu truyền đến ngày nay ở nhiều quốc gia [1]. Thành phần công thức chế biến bánh flan truyền thống chủ yếu gồm trứng, sữa, đường. Món bánh flan luôn được xem là một món ăn kèm trong những dịp đặc biệt và chúng thường gắn với hương vị ngọt ngào. Sự đa dạng hóa khẩu vị của người tiêu dùng đòi hỏi sự mở rộng của các lựa chọn thực phẩm và các thành phần mới [2]. Xã hội ngày nay ngày càng phát triển, khoa học kỹ thuật ngày càng tiến bộ, chính vì thế sức khỏe con người cũng ngày càng được nâng cao hơn. Thực trạng hiện nay cho thấy rằng, đã có nhiều người bị sốc phản vệ với protein có trong trứng hay sữa động vật, ảnh hưởng xấu đến sức khỏe, thậm chí có thể đe dọa tính mạng của trẻ sau khi ăn phải protein trứng [3]. Sau đại dịch COVID-19 thói quen tiêu dùng của người dân cũng đang có sự thay đổi mạnh mẽ, ăn uống lành mạnh và sử dụng thực phẩm theo hướng thân thiện với môi trường hơn. Do đó, việc thay đổi khẩu phần ăn theo hướng sử dụng thực phẩm có

nguồn gốc thực vật đang được đề cao, và được nhiều người ưa chuộng với số lượng người sử dụng theo hướng này ngày càng tăng do thực vật chứa nhiều chất xơ, dễ tiêu hóa, không chứa các cholesterol xấu. Bánh flan trong nghiên cứu này được xem là bánh flan thuần thực vật (vegan flan/ plant-based flan) không sử dụng trứng và sữa trong thành phần công thức chế biến.

Đậu ngự (hay còn gọi là đậu Lima) là một nguồn protein thực vật quan trọng và giàu chất chống oxy hóa, vitamin và khoáng. “Aquafaba” là chất lỏng nhớt thu được từ quá trình nấu các loại đậu. Chất lỏng này có thể dùng để thay thế trứng và sữa trong nhiều sản phẩm chay do khả năng tạo bọt và tạo gel của chúng [4]. Sữa dừa, dầu dừa được chiết xuất từ cơm của trái dừa trưởng thành được thu hoạch từ cây dừa. Hàm lượng protein trong nước cốt dừa được báo cáo là từ 5-10% chất khô, và dựa vào đặc tính hòa tan 80% protein từ nội nhũ dừa được phân loại là albumin và globulin. Nước cốt dừa có hàm lượng protein có khả năng hoạt động bề mặt cao ( $7 \text{ mg/m}^2$ ), trong đó thành phần chính là cocosin. Một số protein tồn tại trong pha lỏng nước cốt dừa tương tác với các hạt chất béo và hoạt động như chất nhũ hóa trên bề mặt phân chia pha [5].

Bí đỏ ngày nay được xem như là “thực phẩm chức năng” chứa nhiều hợp chất dinh dưỡng và hoạt tính sinh học quan trọng mang lại nhiều lợi ích cho sức khỏe. Các phần khác nhau của quả bí đỏ như hạt, vỏ và thịt chứa nhiều chất chống oxy hóa, các vitamin, carotenoid và phenol khác nhau giúp bổ sung màu sắc cho thực phẩm [6].

Polysaccharide là một loại polymer đặc biệt quan trọng và có nguồn gốc chủ yếu từ thực vật và các sinh vật biển. Trong số đó, phải kể đến các hợp chất có nguồn gốc từ rong biển như alginate, agar và carageenan [7]. Polymer thường có dạng mạch thẳng với nhiều hình dạng khác nhau. Polymer sinh học thường được sử dụng rộng rãi làm chất nhũ hóa trong công nghiệp thực phẩm để cải thiện độ ổn định các đặc tính hóa lý của hệ nhũ tương thực phẩm [8]. Nghiên cứu này được đặt ra nhằm xác định ảnh hưởng của một số polymer sinh học như agar, gelatin, tinh bột bắp trong chế biến bánh flan thực vật không trứng sữa với các nội dung cụ thể như sau: 1) Khảo sát thành phần dinh dưỡng của đậu ngự; 2) Xác định tỷ lệ đậu: nước thích hợp; 3) Khảo sát tỷ lệ bí đỏ bổ sung đến màu sắc của bánh flan; 4) Ảnh hưởng của một số polymer sinh học gồm agar, gelatin và tinh bột bắp đến kết cấu TPA của bánh; 5) Khảo sát trực tiếp thời hạn sử dụng của bánh (gồm các chỉ tiêu xác định vi sinh vật tổng số, *E. coli*).

## 2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 2.1. Nguyên vật liệu

Đậu ngự thu mua từ cửa hàng nông sản huyện Đức Trọng, Lâm Đồng, Việt Nam. Các chỉ tiêu hóa lý của nguyên liệu đậu được phân tích và trình bày ở Bảng 2. Bí đỏ hồ lô, khối lượng trung bình ( $1000 \pm 100$ )g được sản xuất tại tỉnh Lâm Đồng. Bột sữa dừa được sấy phun từ nước cốt dừa cô đặc, không tạp chất, không vón cục, dễ dàng hòa tan được sản xuất tại Công ty Thương mại Sản xuất DENTAL Việt Nam.

Agar E406 sản xuất tại Công ty TNHH Hoàng Diệp. Tinh bột bắp được sản xuất tại Công ty TNHH sản xuất TM Thực phẩm. Gelatine được sản xuất tại Công ty Nitta Gelatin.

Mẫu bánh Flan đối chứng là sản phẩm của Công ty TNHH Thực phẩm Ánh Hồng.

### 2.2. Phương pháp chuẩn bị mẫu và chế biến

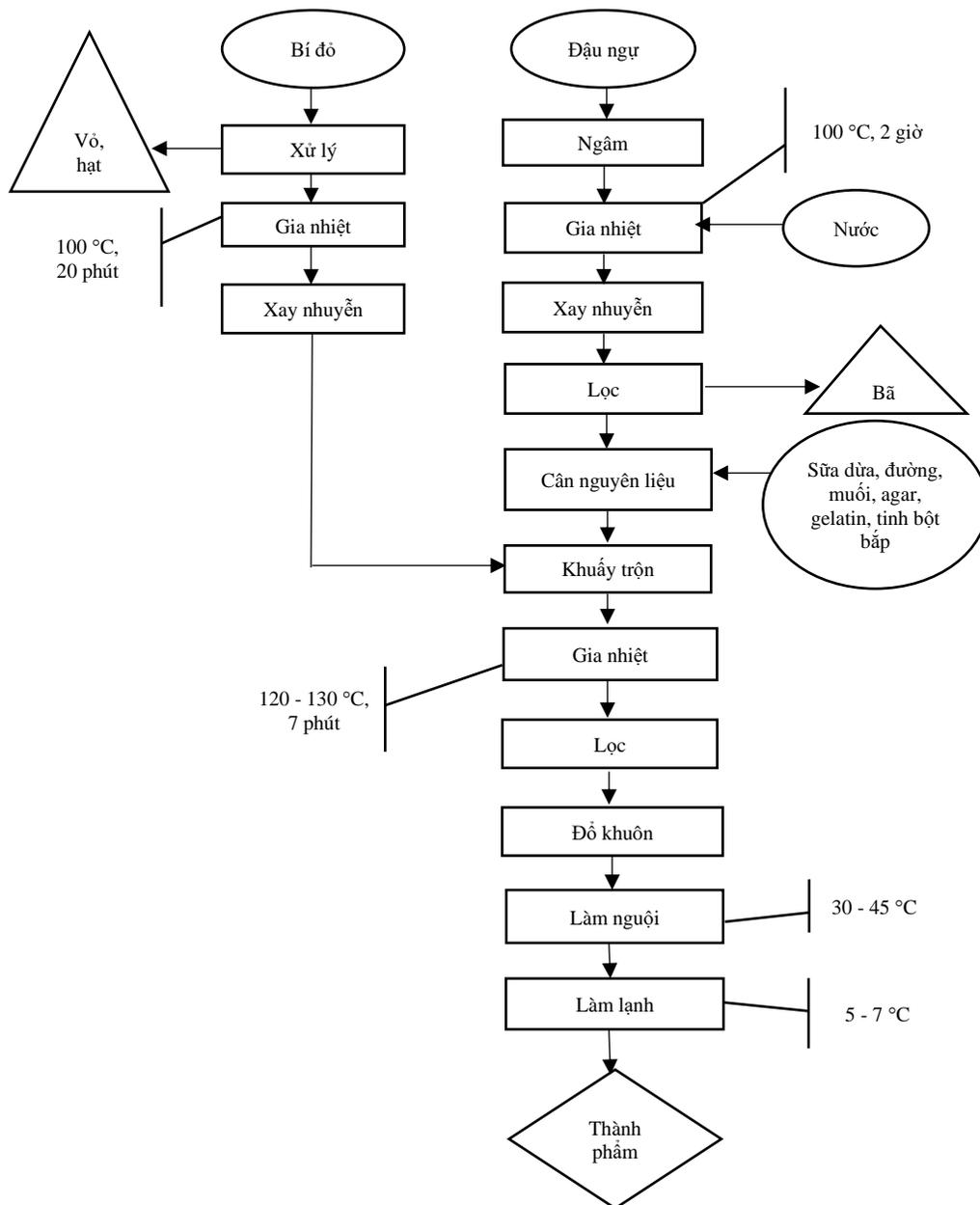
Đậu ngự khô được ngâm trong nước từ 8-10 giờ, với tỉ lệ là 1:5 (w/w) để hạt đậu hút nước nở và mềm, dễ dàng trong quá trình chế biến. Cho 600 g đậu ngự và 1800 g nước (tương ứng tỉ lệ 1:3 w/w) vào nồi inox đa đáy, đậy nắp và nấu trên bếp điện từ ở công suất 2000 W; khi hỗn hợp sôi thì giảm xuống 1000 W và tiếp tục nấu đậu trong 2 giờ. Đậu đã qua nấu được đổ ra rây để ráo và làm nguội, sau đó lấy 500 g đậu nấu chín cho vào máy xay sinh tố (Model BL458, AVA - Trung Quốc, 220 V, Power 500 W) xay nhuyễn với nước tỉ lệ 1:4 (w/w) ở mức

1 trong thời gian 1 phút. Lọc hỗn hợp sau xay qua rây lọc inox có mắt lưới 80 mesh để thu nhận dịch đậu. Tổng khối lượng dịch đậu thu được là  $(1600 \pm 50)$  g.

Bí đỏ được xử lý sơ bộ, loại bỏ vỏ cứng và ruột bí, cắt khúc hình vuông có các cạnh khoảng 2 cm. Cân 360 g đem hấp chín ở  $100^\circ\text{C}$  trong 20 phút trên bếp hồng ngoại (Model KG368i, Kangaroo, 220V/50Hz, Power 2000W) với công suất 1000W. Định lượng bí đỏ và nước với tỷ lệ 1: 1 (w/w) và cho vào máy sinh tố (AVA - Trung Quốc, 220V, 500W), xay nhuyễn ở mức 1 trong thời gian 1 phút.

Định lượng 250 g bột sữa dừa, sau đó phối trộn với nước theo tỉ lệ 1: 2 (w/w), khuấy đều và lọc lại bằng rây lọc (kích thước lỗ rây 80 mesh) để thu nhận dịch sữa dừa.

Toàn bộ quy trình chế biến được sơ đồ hóa như Hình 1.



Hình 1. Quy trình chế biến bánh flan thực vật

### Trình tự các bước tiến hành chế biến bánh flan

Bước 1. Các mẫu bánh flan khảo sát có thành phần phối trộn theo công thức được thiết kế như ở Bảng 1, trong đó tất cả các nguyên liệu bổ sung được tính theo % khối lượng dịch đậu ngự. Các loại polymer khảo sát được sử dụng ở mức 4% bao gồm agar, gelatin, tinh bột bắp; tỷ lệ của từng loại polymer phối trộn được trình bày trong Bảng 1. Mẫu công thức bánh đối chứng không sử dụng polymer sinh học (CT0) được dùng để so sánh và đánh giá ảnh hưởng của polymer sinh học đến kết cấu của bánh flan.

Bảng 1. Thành phần các công thức phối trộn bánh flan thực vật

Thành phần	CT0	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
Dịch đậu ngự	100					
Sữa dừa	31%					
Bí đỏ	45%					
Đường thốt nốt	10%					
Đường	9,80%					
Muối	0,20%					
Agar	-	0,25%	0,50%	0,75%	1%	1,75%
Tinh bột bắp	-	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%
Gelatin	-	3,45%	3,20%	2,95%	2,70%	2,45%
Lưu ý: % tính theo % khối lượng của dịch đậu ngự, (-): không sử dụng						

Bước 2. Phối trộn các thành phần nguyên liệu với bí đỏ đã được xay nhuyễn thành một hỗn hợp đồng nhất, khuấy đều liên tục trong thời gian 1 phút.

Bước 3. Gia nhiệt hỗn hợp ở 120 - 130 °C trong 7 phút. Mục đích của công đoạn này nhằm đồng nhất các nguyên liệu, tránh bị vón cục. Công đoạn này có ảnh hưởng tới màu sắc nếu thay đổi nhiệt độ, do đó cần cố định nhiệt độ các mẫu để bánh có màu sắc tương đồng với nhau trong quá trình nghiên cứu.

Bước 4. Lọc hỗn hợp qua rây để loại bỏ cặn, các tạp chất và thành phần bị vón cục không hoà tan được. Bên cạnh đó, quá trình này cũng giúp loại bỏ các bọt khí, giúp cho bánh tạo thành không bị rỗ ở bề mặt.

Bước 5. Hỗn hợp lọc được đổ vào khuôn nhựa PET đã được chuẩn bị sẵn, mỗi khuôn được định lượng 80 g hỗn hợp. Đậy nắp khuôn ngay sau khi rót khuôn để tránh hiện tượng bị oxy hóa khi để ngoài không khí quá lâu.

Bước 6. Làm nguội ở nhiệt độ phòng, sau đó đưa vào bảo quản trong tủ lạnh (Toshiba GR-M35VDV, 305 Lít) ở nhiệt độ 4 - 6 °C trong 24 giờ để ổn định mẫu và chuẩn bị cho các khảo sát tiếp theo.

### 2.3. Phương pháp phân tích thành phần hóa học của đậu ngự

Xác định độ ẩm của ngũ cốc và các sản phẩm ngũ cốc theo TCVN 9306 (tương đương ISO 712:2009).

Xác định hàm lượng protein theo TCVN 8125:2015 (tương đương ISO 20483:2013).

Xác định hàm lượng lipid bằng phương pháp Soxhlet theo tiêu chuẩn ngành 10TCN 849:2006.

Xác định hàm lượng tro theo TCVN 8214:2019 (tương đương ISO 2171:2007) có hiệu chỉnh.

Xác định hàm lượng chất xơ thô bằng phương pháp Scharrer cải tiến theo TCVN 4998:1989.

Xác định hàm lượng carbohydrat dựa theo phương pháp chênh lệch của tác giả Allai và cộng sự (2022) với công thức [9]:

$$\text{Carbohydrat (\%)} = 100\% - (\% \text{ độ ẩm} + \% \text{ Lipid} + \% \text{ Protein} + \% \text{ Tro})$$

## 2.4. Phương pháp đo độ nhớt của đậu ngự (Viscosity, Cp)

Độ nhớt của đậu ngự được đo theo phương pháp của Ziaiefar và cộng sự (2018) có hiệu chỉnh: Độ nhớt biểu kiến của các mẫu nhũ tương được xác định ở 25 °C bằng cách sử dụng nhớt kế Brookfield DV-E VISCOMETER (Model LVDV-E; 15 - 2,000,000 cP; 0,3 - 100 vòng/phút; 220 V, 50 - 60 Hz) [10]. Phép đo được ghi lại ở tốc độ cắt 10 s<sup>-1</sup> được coi là độ nhớt của nhũ tương. Các mẫu dịch đậu được chuẩn bị trong becher 250 mL và đo ở nhiệt độ phòng 25 °C, với đầu đo Spindle 01. Giá trị độ nhớt được ghi nhận tại thời điểm giây thứ 03 kể từ lúc bắt đầu đo [11].

## 2.5. Phương pháp đo màu sắc của bánh flan

Sử dụng không gian màu CIELAB để đo sắc tố carotenoid của các mẫu bánh theo phương pháp của Sahin và cộng sự (2006) [12].

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

trong đó: L - độ sáng, a - từ màu xanh lá đến màu đỏ, b - từ màu vàng sang màu xanh dương, ΔE - tổng sự khác biệt về màu (total colour difference) [13].

## 2.6. Phương pháp xác định các đặc tính kết cấu TPA của bánh flan thực vật

Phân tích TPA được thực hiện theo phương pháp của Sahin và cộng sự (2006) có hiệu chỉnh, sử dụng máy phân tích kết cấu Brookfield (CT3 4500, Mỹ). Mẫu được chuẩn bị trong các khuôn hình trụ có kích thước chiều cao × bán kính = 20 mm × 30 mm, ổn định 24 giờ ở nhiệt độ 4 - 6 °C trước khi tiến hành đo. Các thông số khai báo khi đo như sau: tốc độ của đầu dò được đặt ở mức 1 mm/s với lực nén được đặt ở mức biến dạng 50%, nén được áp dụng hai lần; lực nén là 0,5 N; đầu dò hình trụ TA4/1000 có đường kính 38,1 mm, độ dài đầu dò chạm mẫu là 20 mm. Phân tích TPA được thực hiện ở nhiệt độ phòng 25 °C và ghi nhận các thông số độ cứng (hardness), độ đàn hồi (springiness), độ cố kết (cohesiveness), độ dẻo (gumminess), lực nhai (chewiness), và lực kết dính (adhesiveness) [12].

## 2.7. Phương pháp xác định những hư hỏng về vi sinh vật theo thời gian

### 2.7.1. Xác định tổng vi sinh vật hiếu khí

Tổng vi sinh vật hiếu khí được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 4884 - 1: 2015 (ISO 4833 - 1: 2013).

Giới hạn tổng vi sinh vật hiếu khí được xác định theo TCVN 8739:2011 phải nhỏ hơn 1×10<sup>3</sup> (CFU/g).

### 2.7.2. Xác định *Escherichia coli*

Xác định *Escherichia coli* (*E.coli*) theo TCVN 7924 - 3: 2017 trên môi trường thạch Tryptone Bile X - glucuronide (TBX). *E.coli* không được lớn hơn 3 (CFU/g).

### 2.7.3. Đánh giá chỉ tiêu vi sinh vật trong thời gian bảo quản bánh flan thực vật

Thời hạn sử dụng của mẫu bánh flan thực vật CT1 với tỉ lệ bí đỏ 45% được xác định trực tiếp dựa vào tổng số vi sinh vật hiếu khí và vi khuẩn *E. coli* của bánh liên tục 6 ngày ở nhiệt độ 4 - 6 °C. Phương pháp này thường được áp dụng cho sản phẩm có thời hạn sử dụng ngắn ngày.

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

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên lặp lại 3 lần, các số liệu được trình bày dưới dạng Mean  $\pm$  SD. Phân tích phương sai một yếu tố (ANOVA) và sự khác biệt giữa các nghiệm thức LSD được thực hiện bằng phần mềm xử lý số liệu Statgraphics, ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$ .

## 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

### 3.1. Thành phần dinh dưỡng của đậu ngự

Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng của đậu ngự được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Thành phần dinh dưỡng của đậu ngự

STT	Chỉ tiêu xác định	% theo khối lượng
1	Độ ẩm	11,92 $\pm$ 0,04
2	Protein	24,08 $\pm$ 4,34
3	Lipid	10,38 $\pm$ 0,84
4	Carbohydrate tổng	48,67 $\pm$ 5,29
5	Xơ thô	3,85 $\pm$ 0,29
6	Tro tổng	4,95 $\pm$ 0,07

Kết quả thu được ở Bảng 2 cho thấy đậu ngự có hàm lượng protein cao, đạt đến (24,08  $\pm$  4,34)% khối lượng. Protein được coi là chất dinh dưỡng đa lượng quan trọng nhất đối với con người [14], rất cần thiết trong chế độ ăn uống, sử dụng cho quá trình tổng hợp protein và sửa chữa các mô cơ thể, sinh tổng hợp hormone, enzyme cũng như các chất khác. Ngoài ra đậu ngự còn có (10,38  $\pm$  0,84)% chất béo và (4,95  $\pm$  0,07)% tro tổng. Hàm lượng carbohydrate tổng là (48,67  $\pm$  5,29)%, hàm lượng xơ thô là (3,85  $\pm$  0,29)%, cho thấy chất xơ chiếm một phần không đáng kể, hầu như là rất ít. So với các kết quả từ nghiên cứu của Dương và cộng sự (2022), có sự khác biệt về hàm lượng protein, độ ẩm và lipid giữa các loại đậu [15]. Có thể giải thích sự khác biệt về các thành phần dinh dưỡng phân tích được là do nguồn giống, nguồn nguyên liệu được thu hoạch theo thời vụ, cũng có thể là do điều kiện thổ nhưỡng và cách chăm sóc, thời tiết ảnh hưởng rất lớn đến hàm lượng các chất dinh dưỡng trong hạt đậu ngự.

### 3.2. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ đậu ngự: nước đến độ nhớt của dịch đậu ngự

Dịch đậu ngự chứa nhiều thành phần dinh dưỡng nên là nguyên liệu tốt để làm bánh flan. Bên cạnh đó, khi đánh nổi dịch đậu thu được, các bọt khí hình thành cũng có khả năng tạo cấu trúc cho bánh. Độ nhớt của dịch đậu được coi là một yếu tố góp phần vào sự ổn định của hệ bọt. Hệ khí - lỏng được định nghĩa là sự phân tán của các bọt khí trong pha liên tục là nước. Protein của trứng có những tính chất hóa lý rất đặc biệt, khi được đánh nổi, hệ bọt được tạo ra nhanh, bọt nhẹ, bền và chịu nhiệt tốt giúp tạo nên các tính chất đặc trưng cho bánh flan có trứng. Tuy nhiên, khảo sát này không sử dụng trứng và sữa, dịch đậu ngự chứa các protein có khả năng hoạt động bề mặt nên được sử dụng như chất tạo bọt và ổn định hệ bọt. Kết quả ở Bảng 3 cho thấy độ nhớt dịch đậu rất thấp, ở tỷ lệ đậu nước 1:3 (w/w), dịch đậu thu được có độ nhớt là 4,54<sup>b</sup>  $\pm$  0,43 cP, khác biệt có ý nghĩa thống kê, trong khi ở các tỷ lệ đậu ngự: nước 1:4, 1:5, 1:6 (w/w), độ nhớt của dịch đậu gần như không có sự khác biệt ( $p > 0,05$ ). Các khảo

sát sơ bộ cho thấy nếu chọn tỷ lệ nước cao (1:5, 1:6 w/w) sẽ thu được thể tích dịch đậu nhiều, có hiệu quả về kinh tế nhưng dịch đậu có hàm lượng chất khô rất thấp và do đó giá trị dinh dưỡng không cao, khả năng ổn định cấu trúc của bánh flan từ dịch đậu cũng giảm. Với kết quả thu được ở Bảng 3, tỷ lệ đậu nước 1:4 (w/w) được chọn để thu nhận dịch đậu ngự có độ nhớt cao nhất, tương ứng với hàm lượng chất khô cao, thích hợp để chế biến bánh flan thực vật. Bánh flan có chứa hàm lượng chất béo cao, vì vậy việc ổn định hệ nhũ tương cũng rất quan trọng. Yếu tố góp phần vào tính chất nhũ hóa của dịch đậu ngự là khả năng hình thành nhũ tương protein - dầu - nước ổn định với các thành phần protein có hoạt tính bề mặt. Chính các protein có khả năng hoạt động bề mặt này đã làm giảm sức căng bề mặt của các pha trong hệ và do đó duy trì được sự ổn định về cấu trúc của bánh flan [16]. Nghiên cứu đã cho thấy chất lỏng thu được từ quá trình nấu đậu ngự có tính nhớt. Độ nhớt có thể được coi là thước đo khả năng chống lại dòng chảy của chất lỏng giúp quá trình tạo gel với các polymer ổn định hơn. Độ nhớt còn ảnh hưởng đến độ dẻo, độ mịn và độ đồng đều của sản phẩm, giúp kiểm soát quá trình sản xuất và đảm bảo chất lượng sản phẩm bánh flan [17].

Bảng 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ đậu: nước đến độ nhớt của dịch đậu

STT	Tỷ lệ đậu : nước (w/w)	Độ nhớt (cP)
1	1 : 3	4,54b ± 0,43
2	1 : 4	3,90a ± 0,18
3	1 : 5	3,49a ± 0,13
4	1 : 6	3,49a ± 0,13

Bảng 3 thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn, các ký tự khác nhau biểu diễn sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở  $p < 0,05$ .

### 3.3. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ bí đỏ bổ sung đến màu sắc của bánh

Màu vàng sáng có trong bí đỏ là do bí đỏ chứa nhiều  $\beta$ -carotene, một tiền chất carotenoid quan trọng của vitamin A trong cơ thể con người. Sự thay đổi màu sắc có thể liên quan đến sự phân hủy của carotenoid trong quá trình chế biến [18]. Carotenoid có trong bí đỏ là một trong những thành phần tạo nên màu sắc hấp dẫn của nhiều loại trái cây và rau quả tươi [19]. Đối với người tiêu dùng, màu sắc của sản phẩm là đặc điểm cảm nhận chính đóng vai trò quan trọng đối với thực phẩm. Ngoài đặc điểm cơ bản được cảm nhận, kết cấu và hương vị cũng đóng một vai trò quan trọng đối với khả năng chấp nhận loại thực phẩm của người tiêu dùng [20]. Khảo sát này được thực hiện nhằm mục đích chọn tỷ lệ bí đỏ bổ sung thích hợp để màu sắc của bánh flan thực vật gần với màu của bánh flan trứng đối chứng. Tổng chênh lệch màu  $\Delta E$  là sự kết hợp của các thông số màu  $L^*$ ,  $a^*$  và  $b^*$  của các mẫu khảo sát được so với mẫu bánh flan đối chứng (ĐC) có nguồn gốc động vật.

Bảng 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ bí đỏ bổ sung đến sự khác biệt màu sắc của các công thức bánh khảo sát

Bí đỏ (%)	Sự chênh lệch màu $\Delta E$						
	ĐC	CT0	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
25	$L^* = 69,29$	$19,89^{Bd} \pm 1,67$	$13,68^{Ab} \pm 0,56$	$11,64^{Cc} \pm 0,19$	$11,55^{Ba} \pm 0,24$	$11,49^{Ba} \pm 0,33$	$10,86^{Ca} \pm 0,49$
35	$b^* = 29,69$	$17,04^{Ad} \pm 1,20$	$14,47^{Ac} \pm 0,20$	$9,04^{Ba} \pm 0,28$	$8,87^{Ab} \pm 0,34$	$11,38^{Bb} \pm 0,46$	$8,79^{Ba} \pm 0,52$
45	$a^* = -1,76$	$16,54^{Ad} \pm 2,03$	$12,74^{Ac} \pm 0,50$	$7,98^{Ab} \pm 0,76$	$8,83^{Ab} \pm 1,10$	$5,52^{Aa} \pm 0,41$	$5,36^{Aa} \pm 0,29$

Bảng 4 thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn; các ký tự a, b, c và A, B, C lần lượt biểu diễn sự khác biệt theo hàng và theo cột ở mức ý nghĩa thống kê ở  $p < 0,05$ .

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy rằng ở tỉ lệ bí đỏ 25%, 35%, 45%, giá trị màu  $\Delta E$  của các mẫu có sự khác biệt lớn. Ghi nhận rõ nét và có tính quy luật là khi không bổ sung các polymer tạo

cấu trúc (CT0) dù ở bất cứ tỷ lệ bổ sung nào thì bánh thu được đều có màu nhạt hơn và khác biệt rất rõ so với đối chứng, giá trị  $\Delta E$  ghi nhận được rất lớn nên không phù hợp để chế biến bánh khi xét về yếu tố màu sắc. Khi được bổ sung các polymer sinh học, các thành phần đường khử và protein trong các polymer sinh học bổ sung có khả năng tham gia phản ứng Maillard khi gia nhiệt hỗn hợp bánh làm cho màu sắc bánh flan thay đổi theo chiều hướng sẫm hơn, gần với bánh đối chứng hơn nên  $\Delta E$  giảm [21]. So với các công thức khác, mẫu bánh flan ở CT1 có sự khác biệt màu  $\Delta E$  lớn nhất. Thử nghiệm ghi nhận được rằng tỷ lệ carbohydrate bổ sung càng nhiều thì màu sắc của bánh đậm hơn và ngược lại. Trong các mẫu từ CT1 đến CT5, tỷ lệ agar tăng mạnh và gelatin (protein) giảm nhẹ. Việc gia tăng hàm lượng một số loại đường và oligosaccharide có tính khử khi tăng lượng agar bổ sung có thể là nguyên nhân làm gia tăng phản ứng Maillard, khiến bánh sẫm màu hơn dẫn đến giảm  $\Delta E$  so với đối chứng.

Điểm đáng ghi nhận ở Bảng 4 là CT1 không có sự khác biệt màu ở cả 3 tỷ lệ bổ sung khảo sát (so sánh LSD theo hàng đều nhận giá trị A ở CT1). Các CT2, CT3, CT4, CT5 có chỉ số  $\Delta E$  giảm dần khi tỷ lệ bổ sung tăng, có nghĩa là màu của các mẫu bánh bổ sung bổ 45% sẽ gần giống với mẫu ĐC nhất so với các tỷ lệ khác. Có thể lý giải kết quả này như sau: màu của bánh flan động vật và bánh flan thực vật nhận được từ nghiên cứu này đều do sắc tố màu vàng cam thuộc nhóm carotenoid chi phối và ở tỷ lệ bổ sung đủ lớn mới có khả năng tạo màu tương tự sắc tố của lòng đỏ trứng. Công bố của Madzharov và cộng sự (2016), cho thấy rằng việc lưu trữ thực phẩm ảnh hưởng đến việc tăng giá trị b và việc giảm giá trị a, làm thay đổi chỉ số  $\Delta E$  [22]. Không thể giải thích hết sự tương tác của các thành phần trong quá trình tạo màu cho sản phẩm bánh, các yếu tố ảnh hưởng đến độ đậm nhạt của thực phẩm chịu ảnh hưởng rất nhiều bởi các yếu tố như loại bao bì, cách bảo quản ở nhiệt độ, hàm lượng đường và protein của sản phẩm, hoạt độ nước và thời gian bảo quản [23]. Với mục tiêu tạo màu tự nhiên để thu nhận được màu tương tự của sản phẩm bánh trứng, tỷ lệ bổ sung thích hợp là 45%.

### 3.4. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ agar, gelatin đến đặc tính kết cấu của bánh flan thực vật

Do trong thành phần protein có chứa cả nhóm ưa nước và kỵ nước nên khi kết hợp với các polysaccharide, các protein đóng vai trò như là các chất hoạt động bề mặt thông qua các liên kết hydro, lực hút tĩnh điện và lực đẩy tĩnh điện trong hỗn hợp giữa các polymer sinh học này. Trong số các polymer sinh học được sử dụng, gelatin có khả năng tạo liên kết tốt với nước, tạo và giữ ổn định bọt, điều chỉnh độ nhớt, tạo cấu trúc mềm mại cho bánh. Agar được xem như chất điều chỉnh kết cấu, và chất làm đặc trong chế biến các loại thực phẩm. Tinh bột thường được dùng để tạo độ nhớt, độ sánh cho thực phẩm dạng lỏng, là tác nhân làm bền cho thực phẩm dạng keo, đồng thời là yếu tố kết dính tạo độ cứng và độ đàn hồi cho các sản phẩm thực phẩm [24].



Hình 2. Hình ảnh minh họa các mẫu bánh flan chuẩn bị để đo kết cấu

Kết quả thể hiện ở Bảng 5 cho thấy các thông số kết cấu ghi nhận được có sự thay đổi khi tỉ lệ phối trộn của các polymer thay đổi. Xét tổng thể kết quả cho thấy, các polymer sinh học sử dụng trong nghiên cứu này đều có khả năng làm tăng các tính chất kết cấu của bánh

flan. CT0 không chứa polymer sinh học nào nên bánh không có khả năng đông đặc, bánh ở trạng thái lỏng nên không đo được kết cấu nếu sử dụng cùng loại đầu đo và các thông số đã được khai báo ban đầu.

Bảng 5 trình bày kết quả xác định TPA của mẫu ĐC và 5 công thức phối trộn. Độ cứng (Hardness) lớn nhất được quan sát thấy ở công thức CT5 (8,45 N), trong khi giá trị thấp nhất được ghi nhận ở mẫu CT2 (1,15 N). Giá trị độ cứng ở mẫu ĐC (1,47 N) không khác biệt so với mẫu CT1 và CT2. Tỷ lệ tinh bột bắp sử dụng giống nhau trong các CT, trong khi agar sử dụng ở CT1 và CT2 thấp, dao động từ 0,25 - 0,5% nên gel tạo thành không cứng, bánh có cấu trúc gần với bánh flan trứng. Về độ kết dính (Adhesiveness), chỉ có mẫu CT1 được xem là không khác biệt so với mẫu bánh ĐC. Hiện tượng này có thể được giải thích là do sự phối trộn các polymer ở CT1 ở tỷ lệ thích hợp đã tạo ra độ bền dính cho các liên kết bên trong của ma trận thực phẩm và do đó cũng ảnh hưởng đến lực cần thiết để làm biến dạng chúng trước khi bị đứt [25].

Bên cạnh đó khi xét về độ co kết (Cohesiveness) của bánh, kết quả ở Bảng 5 cho thấy bánh thu nhận được ở các CT có sự khác biệt đáng kể so với bánh ĐC và bánh từ CT4 có độ co kết gần tương đồng với bánh ĐC. Khi tăng tỷ lệ agar từ 0,25% đến 1% trong các công thức từ CT1 đến CT4, độ co kết tăng do khả năng tạo gel tăng; tuy nhiên nếu tiếp tục tăng tỷ lệ agar sử dụng lên 1,75% ở CT5, độ co kết không tiếp tục tăng. Như vậy có thể đưa ra kết luận như sau: ở tỷ lệ phối trộn giữa các polymer trong CT4 với 1% agar, 0,3% tinh bột bắp và 2,7% gelatin (% khối lượng dịch đậu ngự) bánh thu được sẽ đạt độ co kết cao.

Xu hướng gia tăng độ dai, độ dẻo và độ đàn hồi khi tăng tỷ lệ agar cũng quan sát được từ CT1 đến CT4. Pandya và cộng sự (2022) đã thừa nhận rằng hỗn hợp phối trộn của các polymer có khả năng tạo gel trung bình như agar và gelatin trong chế biến thực phẩm sẽ tạo ra một hệ thống phức tạp cho thực phẩm và do đó sẽ hình thành kết cấu nhất định cho sản phẩm, cấu trúc mong muốn của sản phẩm nhận được đôi khi có hiệu quả hơn sử dụng bất kỳ thành phần riêng lẻ nào [26]. Chưa thể giải thích hết được sự tương tác của các chất tạo gel khi phối trộn ở các tỷ lệ khác nhau, nhưng nhìn chung thực phẩm có độ cứng nhỏ và độ đàn hồi cao sẽ có đặc tính dai tốt [27].

*Bảng 5. Thông số đo cấu trúc của các mẫu bánh khi bổ sung các polymer ở các tỷ lệ khác nhau*

Nghiệm thức	ĐC	CT0	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
Độ cứng (N)	1,47a ±0,04	-	1,41a ±0,50	1,15a±0,07	5,90c ±0,32	4,92b ±0,32	8,45d ±0,22
Lực kết dính (mJ)	0,79a ±0,03	-	2,57ab ±1,18	4,14b±0,24	3,54b ±2,38	3,58b±0,48	3,29b ±0,41
Lực nhai (mJ)	2,86b ±0,29	-	1,77ab±1,65	0,40a ±0,13	9,45c±1,60	9,89c ±1,23	18,80d ±1,63
Độ dẻo	0,92b ±0,04	-	0,59ab±0,49	0,19a ±0,04	2,33c ±0,39	2,16c ±0,06	4,30d ±0,26
Độ đàn hồi (mm)	3,11a±0,18	-	2,48a±1,01	2,67a±0,42	4,06b±0,12	4,47b ±0,44	4,37b ±0,24
Độ co kết	0,62c ±0,01	-	0,36b±0,26	0,16a±0,03	0,39b±0,06	0,44bc±0,06	0,42b±0,05

Ghi chú (-): Không ghi nhận được kết quả từ thiết bị Brookfield khi đo mẫu ở cùng các thông số đã khai báo ban đầu. Bảng thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn; các ký tự a, b, c... khác nhau biểu diễn sự khác biệt theo hàng có ý nghĩa thống kê ở  $p < 0,05$ .

Kết quả Bảng 5 chỉ ra rằng, CT1, và CT2 có giá trị gần giống mẫu ĐC nhất. Bánh ở CT1 có nhiều thông số được ghi nhận không khác biệt đáng kể so với bánh ĐC, ví dụ như có độ cứng ( $1,41 \pm 0,50$ ) N, độ đàn hồi ( $2,48 \pm 1,01$ ) mm và độ dẻo  $0,59 \pm 0,49$ , do đó CT1 được lựa chọn để tiếp tục thực hiện các khảo sát bánh thành phẩm. CT1 sử dụng hàm lượng gelatin cao nhất nên bánh tạo thành có các tính chất gel tương đối ưu việt hơn so với các CT phối trộn khác.

Trong số các polymer sinh học sử dụng, tỷ lệ tinh bột được giữ cố định, tỷ lệ agar tăng 7 lần từ 0,25% lên 1,75% trong các công thức từ CT1 đến CT5. Mặc dù gelatin cũng có khả năng hình thành và ổn định cấu trúc cho bánh flan, tỷ lệ gelatin giảm dần từ CT1 đến CT5 có thể gây ảnh hưởng bất lợi đến các đặc tính cấu trúc của bánh, tuy nhiên do mức độ giảm ít (chỉ

khoảng 1,4 lần) nên so với agar, sự thay đổi của tỷ lệ gelatin ít ảnh hưởng đến các thông số kết cấu TPA của bánh flan. Trong nghiên cứu của Garrido và cộng sự (2019), các tác giả đã báo cáo rằng khi nồng độ của gelatin càng tăng và độ nở càng cao thì độ nhớt của gel càng lớn. Nhiệt độ và thời gian gia nhiệt càng cao thì độ cứng của gel càng giảm [28]. Do đó, bên cạnh tỷ lệ phối trộn, các yếu tố nhiệt độ và thời gian cũng có ảnh hưởng đến tính chất gel tạo thành. Trong phạm vi của nghiên cứu này, tác giả chưa khảo sát được nhiệt độ và thời gian ảnh hưởng đến tính chất của gel hình thành trong bánh thu được. Tuy nhiên, các kết quả thu được ở khảo sát này cho phép chọn CT1 là công thức có tỷ lệ phối trộn các polymer thích hợp cho cấu trúc của bánh flan thực vật.

### 3.5. Đánh giá chỉ tiêu vi sinh vật trong thời hạn bảo quản bánh

CT1 là công thức được chọn để chế biến sản phẩm cuối cùng và xác định hạn sử dụng thông qua đánh giá chỉ tiêu vi sinh vật.

Những thay đổi về mật độ vi sinh vật hiếu khí và *E. coli* được thể hiện trong Bảng 6. Số lượng vi sinh vật hiếu khí ở các ngày có sự thay đổi, ngày đầu tiên vi sinh bắt đầu xuất hiện, tới ngày 2 và ngày 3 thì có sự tăng trưởng đáng kể từ  $3,5 \times 10^3$  (CFU/g) lên  $8,4 \times 10^3$  (CFU/g) sau đó giảm xuống. Trong đánh giá hạn sử dụng có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Nếu sản phẩm được bảo quản ở nhiệt độ môi trường nào, thì thời hạn sử dụng phải được đo ở cùng nhiệt độ tương ứng đó. Tương tự, các yếu tố môi trường khác như độ ẩm và ánh sáng cũng cần được xem xét, đặc biệt nếu bao bì cho phép ánh sáng và độ ẩm xâm nhập vào thực phẩm. Các phép đo được thực hiện trong quá trình kiểm tra thời hạn sử dụng phải là những phép đo giúp xác định thời điểm sản phẩm không còn an toàn, có thể chấp nhận được hoặc cung cấp hàm lượng dinh dưỡng không như mong đợi [29].

Bảng 6. Mật độ vi sinh vật hiếu khí và *E. coli* trong 6 ngày bảo quản

STT	Chỉ tiêu thử nghiệm	Ngày 1	Ngày 2	Ngày 3	Ngày 4	Ngày 5	Ngày 6
1	<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0	0
2	Tổng số vsv hiếu khí (CFU/g)	$3,5 \times 10^3$	$7,0 \times 10^3$	$8,4 \times 10^3$	$5,7 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$	$1,7 \times 10^2$

Vi sinh vật hiếu khí sinh trưởng và phát triển nhờ cung cấp lượng oxy liên tục và thường xuyên. Nếu không được cung cấp đủ lượng oxy thì vi sinh vật sẽ chết hoặc hoạt động yếu dần. Bánh flan được bảo quản trong hũ PE và được bọc bởi một lớp màng thực phẩm PE trên miệng hũ trước khi đậy nắp nên không đủ lượng oxy cho vi sinh vật phát triển. Do đó, sau 3 ngày bảo quản có hiện tượng vi sinh vật hiếu khí giảm dần. Ngoài ra, kết quả xác định mật độ *E.coli* thu được sau 6 ngày bảo quản là 0 CFU/g, điều này đáp ứng tiêu chuẩn về giới hạn ô nhiễm vi sinh vật trong bánh flan. Sản phẩm bánh flan trên thị trường có hạn sử dụng 6 - 10 ngày. Tuy nhiên sản phẩm flan không trúng thu nhận được từ nghiên cứu này không có sử dụng các chất bảo quản, việc lưu trữ bánh lâu ngày sẽ không an toàn cho sức khỏe, do đó thời hạn sử dụng khuyến cáo tốt nhất là trước 6 ngày.

## 4. KẾT LUẬN

Với tỉ lệ phối trộn đậu: nước là 1 : 4 (w/w), dịch đậu thu được có thể được sử dụng để chế biến bánh flan không trứng và sữa khi có sử dụng kết hợp với agar, gelatin và tinh bột bắp. Nghiên cứu đã xác định được lượng tỉ lệ bí đỏ phù hợp để tạo màu sắc tự nhiên cho bánh là 45% so với tổng khối lượng của dịch đậu ngự. Tỷ lệ phối trộn của các polymer có ảnh hưởng đáng kể đến tính chất cấu trúc của bánh. Ở tỷ lệ phối trộn gồm 0,25% agar, 0,30% tinh bột bắp và 3,45% gelatin (% khối lượng dịch đậu ngự) sẽ tạo ra bánh với các tính chất kết cấu phù hợp với bánh flan. Tỷ lệ agar phối trộn tăng làm tăng các đặc tính cấu trúc của bánh. Trong số các

polymer sử dụng của nghiên cứu này, agar được ghi nhận là có ảnh hưởng nhiều nhất đến kết cấu của bánh thành phẩm, sử dụng agar ở tỷ lệ cao làm bánh cứng và sẫm màu hơn, ngược lại hàm lượng quá thấp lại không hình thành được cấu trúc của bánh. Nghiên cứu tiếp theo cần tiến hành khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian gia nhiệt hỗn hợp hay ảnh hưởng của từng loại polymer đến tính chất cấu trúc của bánh flan không trứng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vasquez J.- Making Flan. *Writing Waves* **1**(1) (2019) 20.
2. Mihaylova D., Popova A., Goranova Z., Petkova D., Doykina P., and Lante A. - The perspective of nectarine fruit as a sugar substituent in puddings prepared with corn and rice starch, *Foods* **10** (11) (2021) 2563. <https://doi.org/10.3390/foods10112563>
3. James J. M., Burks A. W., Roberson P. K., and Sampson H. A. - Safe administration of the measles vaccine to children allergic to eggs, *New England Journal of Medicine* **332** (19) (1995) 1262-1266. <https://doi.org/10.1056/NEJM199505113321904>
4. Bullock K., Lahne J., Pope L. - Investigating the role of health halos and reactance in ice cream choice. *Food Quality and Preference* **80** (2020) 103826. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103826>
5. Widjajaseputra, A. I., and Widyastuti, T. E. W. - Potential of coconut milk and mung bean extract combination as foam stabilizer in non-dairy ice cream. *International Food Research Journal* **24** (3) (2017) 1199-1203.
6. Hussain, A., Kausar, T., Sehar, S., Sarwar, A., Ashraf, A.H., Jamil, M.A., Noreen, S., Rafique, A., Iftikhar, K., Quddoos, M.Y. and Aslam, J., - A Comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefits. *Food Chemistry Advances* **1** (2022) 100067. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100067>
7. Kaplan D. L. - Introduction to biopolymers from renewable resources, in *Biopolymers from renewable resources: Springer* (1998) 1-29.
8. McClements D. J. - Biopolymers in food emulsions, in *Modern biopolymer science: Elsevier* (2009) 129-166. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374195-0.00004-5>
9. Allai F. M., Azad Z., Gul K., Dar B. J. - Wholegrains: A review on the amino acid profile, mineral content, physicochemical, bioactive composition and health benefits. *International Journal of Food Science & Technology* **57** (4) (2022) 849-1865. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15071>
10. Ziaefar L., Shahi M. L. M., M. Salami M., and Askari G. R. - Effect of casein and inulin addition on physico-chemical characteristics of low-fat camel dairy cream. *International Journal of Biological Macromolecules* **117** (2018) 858-862. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.05.135>
11. Phạm Thị Thanh Hương, Lâm Ngọc Minh Anh, Ngô Trung Chánh, và Nguyễn Thị Minh Nguyệt. - Vai trò của citrus fiber đến các tính chất cấu trúc của mayonnaise chay, ít béo được chế biến từ dịch đậu ván và dầu dừa, *Journal of Science and Technology - IUH* **55** (01) (2022) 79-92. <https://doi.org/10.46242/jstiu.h.v55i01.4262>
12. Sahin S., and Sumnu S. G. - *Physical properties of foods*, Springer Science & Business Media (2006).
13. Dormael R. de., Bernerd F., Bastien P., Candau D., Roudot A., and Tricaud C. - Improvement of photoprotection with sunscreen formulas containing the cyclic merocyanine UVA1 absorber MCE: In vivo demonstration under simulated and real

- sun exposure conditions in three randomised controlled trials, *JEADV Clinical Practice* **1** (3) (2022) 229-239. <https://doi.org/10.1002/jvc2.38>
14. Han S.-W., Chee K.-M., and Cho S.-J. - Nutritional quality of rice bran protein in comparison to animal and vegetable protein, *Food Chemistry* **172** (2015) 766-769. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.127>
  15. Trịnh Thị Thùy Dương, Nguyễn Thu Trang, Nguyễn Thị Minh 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** (02) (2021). <https://doi.org/10.46242/jst-iuh.v50i08.967>
  16. Zayas J. F. and Zayas J. F. - Foaming properties of proteins, in: *Functionality of Proteins in Food* (ed. J.F. Zayas) 260-309. New York: Springer-Verlag, 1997.
  17. Destribats M., Rouvet M., Gehin-Delval C., Schmitt C., and Binks B. P. - Emulsions stabilised by whey protein microgel particles: towards food-grade Pickering emulsions, *Soft Matter* **10** (36) (2014) 6941-6954. <https://doi.org/10.1039/C4SM00179F>
  18. Gonçalves E., Pinheiro J., Abreu M., Brandão T. R., and Silva C. L. - Modelling the kinetics of peroxidase inactivation, colour and texture changes of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) during blanching, *Journal of Food Engineering* **81** (4) (2007) 693-701. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.01.011>
  19. Gungor K. K., and Torun M. - Pumpkin peel valorization using green extraction technology to obtain  $\beta$ -carotene fortified mayonnaise, *Waste and Biomass Valorization* **13** (11) (2022) 4375-4388. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1380190/v1>
  20. Aguilera J. M., and Stanley D. W. - *Microstructural principles of food processing and engineering*, Springer Science & Business Media (1999).
  21. Sari D. N. I., and Chalimah S. - Pembuatan puding waluh (*Cucurbita moschata*) Dengan Pemanis Alami Daun Stevia (*Stevia rebaudiana*) Untuk Kudapan Penderita Diabetes, Universitas Muhammadiyah Surakarta (2014).
  22. Madzharov A. V., Ramanathan S. - The halo effect of product color lightness on hedonic food consumption **1** (4) (2016) 579-591. <https://doi.org/10.1086/688221>
  23. Chauhan A. K., and Patil V. - Effect of packaging material on storage ability of mango milk powder and the quality of reconstituted mango milk drink, *Powder Technology* **239** (2013) 86-93. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2013.01.055>
  24. Guerrero P., Etxabide A., Leceta I., and De la Caba K. - Extraction of agar from *Gelidium sesquipedale* (*Rodhopyta*) and surface characterization of agar-based films, *Carbohydrate polymers*, **99** (2014) 491-498. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.08.049>
  25. Chandra M., and Shamasundar B. - Texture profile analysis and functional properties of gelatin from the skin of three species of fresh water fish, *International Journal of Food Properties* **18** (3) (2015) 572-584. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.845787>
  26. Pandya Y. H., Bakshi M., Sharma A., and Pandya H. - Agar-agar extraction, structural properties and applications: a review, *Pharma Innov J* **11** (6) (2022) 1151-1157.
  27. Kek S., Chin N., and Yusof Y. - Direct and indirect power ultrasound assisted pre-osmotic treatments in convective drying of guava slices, *Food and Bioproducts Processing* **91** (4)(2013) 495-506. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2013.05.003>
  28. Garrido C. A., Vargas M., and Alvarez-Barreto J. F. - Auto-cross-linking hydrogels of hydrogen peroxide-oxidized pectin and gelatin for applications in controlled drug delivery, *International Journal of Polymer Science* **2019** (2019). <https://doi.org/10.1155/2019/9423565>

29. Tambekar D., Jaiswal V., Dhanorkar D., Gulhane P., and Dudhane M. - Identification of microbiological hazards and safety of ready-to-eat food vended in streets of Amravati City, India, *Journal of Applied Biosciences* **7** (3) (2008) 195-201.

### **ABSTRACT**

#### **EFFECT OF BIOLOGICAL POLYMERS MIXING RATIO ON THE PROPERTIES OF VEGAN FLAN**

Phan Thi Ngoc Huyen, Huynh Kim Phuong, Nguyen Thi Minh Nguyet\*

*Institute of Biotechnology and Food Technology,*

*Industrial University of Ho Chi Minh City*

\*Email: [nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.vn](mailto:nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.vn)

Plant-based flan is made from “aquafaba” obtained from lima beans, coconut milk, and pumpkin; combined with biological polymers, including agar, gelatin, and corn starch. These ingredients can replace eggs and milk in traditional flan recipes that call for eggs and milk. The study aimed to determine the effect of the mixing ratio of biopolymers including agar, gelatin, and corn starch on the structure of plant-based flan. TPA structural properties of cakes prepared from the basic recipe (without using polymers) and five mixing recipes with the addition of polymers including agar, and corn starch with a total content of 4% (mass % of aquafaba volume) were surveyed. Pumpkin flesh was used to color the cake and was investigated at 3 levels of 25%, 35% and 45% (% wt. of aquafaba volume). The results showed that when fixing corn starch, increasing the gelatin content, and reducing the agar content within the test limit (4% wt. aquafaba volume), the cake’s structural properties was similar compared to the control cake (animal flan that uses eggs and milk). Direct determination of the shelf life was carried out after 6 days of storage at 4 - 6°C through the total life of five days. The results of the research can be applied to the development of vegan flan to meet the diverse needs of today's growing consumers of plant-based products.

*Keywords:* Agar, aquafaba, pumpkin, corn starch, gelatin, vegan flan.