



DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.227

## TỐI ƯU HÓA TỶ LỆ NGUYÊN LIỆU, NHIỆT ĐỘ NƯỚNG VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA BAO BÌ BẢO QUẢN ĐẾN TÍNH CHẤT BÁNH QUY BỔ SUNG LÊKIMA

Trần Thị Minh Thu<sup>1\*</sup>, Võ Thanh Thúy<sup>1</sup>, Huỳnh Thị Kim Chi<sup>1</sup>, Vi Nhã Trân<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Như Ý<sup>2</sup> và Trần Nguyễn Phương Lan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Khoa Công nghệ Sinh hóa – Thực phẩm, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ

<sup>2</sup>Phòng Nghiên cứu Khoa học và Hợp tác Quốc tế, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ

<sup>3</sup>Trường Bách Khoa, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Thị Minh Thu (email: tmthu@ctu.edu.vn)

### ABSTRACT

Research on the optimization of ingredient percentages and baking temperature of *Pouteria lucuma* formulated cookies was conducted using the response surface method (RSM) for products with the best texture and color. The central composite design (CCD) was applied to examine the effects of ingredient percentages including lucuma flesh (25 – 35%), egg yolk (14 – 18%), baking powder (1,0 – 1,2% based on wheat flour weight), and baking temperature (140 – 160°C) on product quality. The effects of 4 packaging materials namely polyamide (PA), polyethylene (PE), polypropylene (PP), and oriented polypropylene (OPP) on the total microbial count, texture, moisture content, color and sensory of cookies during the storage times of 3, 5 and 7 weeks were analyzed. The results showed that optimized recipe were 27,2 – 29,0% lucuma, 15,3 – 16,7% egg yolk, 1,05 – 1,15% baking powder and baking temperature 148,7 – 150°C which gave the best texture and color of the product. The lucuma added cookies stored in PA, PP, and OPP packaging remained the best quality, while PE showed the lowest products quality in 7 weeks of storage at room temperature.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm tối ưu hóa tỷ lệ nguyên liệu và nhiệt độ nướng bánh quy có bổ sung lêkima được thực hiện theo phương pháp bề mặt đáp ứng (RSM) để tạo ra sản phẩm đạt cấu trúc và màu sắc tốt nhất. Mô hình phức hợp trung tâm (CCD) đã được sử dụng để khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu (thịt quả lêkima 25 – 35%, trứng 14 – 18%, bột nở 1,0 – 1,2% tính theo khối lượng bột mì) và nhiệt độ nướng (140 – 160°C) đến chất lượng sản phẩm. Ảnh hưởng của 4 loại bao bì gồm polyamide (PA), polyethylene (PE), polypropylene (PP) và oriented polypropylene (OPP) đến mật độ vi sinh, độ ẩm, độ âm, màu sắc và chất lượng cảm quan sản phẩm cũng được khảo sát sau 3, 5 và 7 tuần bảo quản. Kết quả cho thấy với tỷ lệ lêkima 27,2 – 29,0%, trứng 15,3 – 16,7%, bột nở 1,05 – 1,15% và nhiệt độ nướng là 148,7 – 150°C, sản phẩm có cấu trúc và chất lượng cảm quan về màu sắc tốt nhất. Bánh quy bổ sung lêkima đóng gói trong bao bì PA, PP và OPP cho chất lượng tốt trong khi bao bì PE cho chất lượng sản phẩm kém nhất sau 7 tuần bảo quản ở nhiệt độ môi trường.

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 24/05/2022

Ngày nhận bài sửa: 16/06/2022

Ngày duyệt đăng: 24/06/2022

### Title:

Optimization of ingredient, baking temperature and effects of packaging on *Pouteria lucuma* formulated cookies

### Từ khóa:

Bao bì, bánh quy, bề mặt đáp ứng, lêkima, tối ưu hóa

### Keywords:

Cookie, *Pouteria lucuma*, optimization, packaging, response surface methodology

## 1. GIỚI THIỆU

Lêkima (*Pouteria lucuma*) thuộc họ hồng xiêm (Sapotaceae), trái có màu vàng sậm, mùi thơm đặc

trung, phổ biến trong chế độ dinh dưỡng của nhiều quốc gia như Peru, Ecuador, Chile, Mexico và Tây Ban Nha (Yahia & Guttierrez-Orozco, 2011). Thịt

quả chứa nhiều các chất hoạt tính sinh học như vitamin C (0,35-1,07 mg/g chất khô),  $\beta$ -carotenoid (0,22-0,5 mg/g chất khô) và polyphenol (8,239 mg/g) nên lêkima được biết đến như một loại thực phẩm có các tác dụng: kháng viêm, làm lành vết thương, chống oxy hóa, hạ huyết áp, kháng khuẩn, ngăn ung thư,... (Fuentealba et al., 2016; Hien et al., 2019; Hiền và ctv., 2020; Pertiwi et al., 2020). Đặc biệt, bột lêkima có tỷ lệ carbohydrate lớn (119,4 – 344 mg/g chất khô) nên nó là nguồn cung cấp năng lượng và thay thế đường trong chế biến thực phẩm (Durakova et al., 2019, Krasteva et al., 2020). Trên thế giới, lêkima đã được bổ sung vào nhiều sản phẩm thực phẩm như: kem, sữa chua, bánh mì, kẹo, bánh ngọt,...

Việt Nam có sản lượng lêkima thời gian gần đây tăng do giá ổn định và khả năng xuất khẩu tăng nhưng sản phẩm chế biến từ loại nguyên liệu này vẫn chưa phổ biến (Lan và ctv., 2019). Gần đây, một số nhóm nghiên cứu trong nước đã đề xuất các quy trình sản xuất bột dinh dưỡng trẻ em và rượu lêkima; trong đó hàm lượng dinh dưỡng của 100 g bột là 2,5 mg vitamin C, 1,33 mg carotenoid tổng số, 0,3 mg  $\beta$ -caroten (Hien et al., 2019; Lan và ctv., 2019; Phuoc, 2020). Nhằm tận dụng nguồn dinh dưỡng và lợi thế nông nghiệp của loại cây này, ta cần đa dạng hóa các sản phẩm sử dụng lêkima để đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng.

Bánh quy là một sản phẩm phổ biến tại Việt Nam cung cấp nguồn năng lượng lớn và được người tiêu dùng ưa chuộng do tính thơm ngon, tiện dụng (Hoi và ctv., 2009). Bánh quy truyền thống được sản xuất từ bột mì, trứng, bơ và đường; gần đây được đa dạng hóa sử dụng thêm các loại nguyên liệu khác như khoai lang, bí đỏ,... (Dũng & Biên, 2016). Nghiên cứu này nhằm tìm ra các thông số chế biến tối ưu cho sản phẩm bánh quy bổ sung lêkima bao gồm tỷ lệ thịt quả, tỷ lệ trứng và bột nở, nhiệt độ nướng sử dụng phương pháp bề mặt đáp ứng (RSM) và mô hình phức hợp trung tâm (CCD). Các mô hình này đã được áp dụng phổ biến để tối ưu hóa các quy trình sản xuất nhiều sản phẩm thực phẩm như bánh quy, rượu, bánh mì, nước tương... vì làm giảm chi phí và thời gian thí nghiệm nhưng kết quả vẫn có ý nghĩa cao (Guan & Yao, 2008; Battaiotto et al., 2013; Fuentealba et al., 2016; Thủy và ctv., 2015; Phan & Nguyen, 2019). Nghiên cứu cũng xác định ảnh hưởng của loại bao bì và thời gian bảo quản đến chất lượng sản phẩm; từ đó góp phần đa dạng các sản phẩm thực phẩm từ nguồn nguyên liệu lêkima giàu dinh dưỡng, tạo ra các sản phẩm có nguồn gốc thiên nhiên có lợi cho sức khỏe; đồng thời giúp giải quyết đầu ra bền vững cho lêkima.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 2.1. Nguyên liệu và hóa chất

Quả lêkima mới chín, nguyên vẹn, không bị sâu, hư hỏng, vỏ vàng cam, mùi thơm đặc trưng được loại bỏ vỏ và hạt chỉ lấy thịt quả. Bột mì đa dụng (loại số 8, đường bột Biên Hòa), bột nở Mauri, trứng gà (V.food, Vĩnh Thành Đạt), bơ nhạt Newzealand và muối ăn được sử dụng.

Hóa chất sử dụng trong phân tích thực phẩm gồm: peptone, môi trường PCA, HCl, NaOH, thuốc thử dinotrosalisilic acid (DNS), ethanol, iod, tinh bột, acetone có xuất xứ Trung Quốc.

Bao bì gồm 4 loại là PA, PE, PP và OPP mua ở cửa hàng bao bì tại thành phố Cần Thơ.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Quy trình chế biến

Các nguyên liệu gồm: bột mì, bơ 30%, đường 30%, muối 1,1% tính trên khối lượng bột mì. Các nguyên liệu còn lại theo tỷ lệ khảo sát gồm thịt quả lêkima, lòng đỏ trứng, bột nở. Hỗn hợp bơ và đường được đánh đến khi đồng nhất, sau đó cho muối với bột nở vào trộn, cho thịt quả lêkima và lòng đỏ trứng vào khuấy trộn đến khi hỗn hợp đồng nhất và tạo kem trong khoảng 2 phút. Hỗn hợp được làm lạnh 30 phút trước khi tạo hình và nướng ở các nhiệt độ khảo sát trong thời gian 25 phút; tiếp theo làm nguội và đóng gói sản phẩm.

#### 2.2.2. Bố trí thí nghiệm

##### a. Thí nghiệm tối ưu hóa các thông số trên quy trình chế biến bánh quy bổ sung lêkima

Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp RSM sử dụng phần mềm Expert Design 12; trong đó miền tối ưu của các yếu tố khảo sát đã được xác định thông qua các thí nghiệm thăm dò gồm: tỷ lệ lêkima  $X_1$  (25 – 35%), tỷ lệ lòng đỏ trứng  $X_2$  (14 – 18%), tỷ lệ bột nở  $X_3$  (1,0 – 1,2%) và nhiệt độ nướng  $X_4$  (140 - 160<sup>0</sup> C) (Bảng 1). Ma trận quy hoạch thực nghiệm gồm 30 đơn vị thí nghiệm và 6 điểm trung tâm được trình bày trong Bảng 2. Kiểu thí nghiệm phức hợp trung tâm CCD được lựa chọn nhằm xác định mức độ ảnh hưởng của các yếu tố khảo sát đến các hàm mục tiêu là các chỉ tiêu theo dõi gồm độ cứng ( $Y_1$ ), màu sắc ( $Y_2$ ); từ đó xây dựng các phương trình hồi quy bậc 2 có dạng (phương trình 1):

$$Y_n = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i X_i + \sum_{i=1}^k a_{ii} X_i^2 + \sum_{i \neq j=1}^k a_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

Trong đó,  $Y_n$  là hàm mục tiêu,  $X_i$  và  $X_j$  là các yếu tố khảo sát,  $a_0$  là hằng số hay hệ số hồi quy bậc 0,  $a_i$  và  $a_{ii}$  lần lượt là các hệ số hồi quy bậc một và bậc

hai mô tả ảnh hưởng của yếu tố  $X_i$  với  $Y_n$ ,  $a_{ij}$  là hệ số hồi quy tương tác mô tả ảnh hưởng đồng thời  $X_i$  và  $X_j$  với  $Y_n$  (Gong et al., 2012). Sản phẩm được tối ưu hóa theo hướng độ cứng là 8,4 N (cấu trúc đạt điểm cảm quan cao nhất và có tham chiếu bánh quy trên thị trường); giá trị màu vàng (giá trị b trong hệ  $L^*a^*b$ ) là tối đa (maximize) đặc trưng của bánh quy có bổ sung thêm thành phần lêkima (màu vàng đạt điểm cảm quan cao nhất và có tham chiếu bánh quy trên thị trường).

**Bảng 1. Bố trí thí nghiệm**

Yếu tố khảo sát	Mức mã hóa của biến		
	-1	0	+1
Tỷ lệ % lêkima $X_1$	25	30	35
Tỷ lệ % lòng đỏ trứng $X_2$	14	16	18
Tỷ lệ % bột nở $X_3$	1,0	1,1	1,2
Nhiệt độ nướng $X_4$ °C	140	150	160

**Bảng 2. Ma trận quy hoạch thực nghiệm**

STT	Tỷ lệ lêkima (%)	Tỷ lệ trứng (%)	Tỷ lệ bột nở (%)	Nhiệt độ nướng (°C)
1	25	14	1,2	160
2	35	18	1,2	140
3	30	16	1,1	150
4	30	16	1,1	140
5	25	14	1	140
6	25	18	1,2	160
7	35	14	1	160
8	30	16	1,1	150
9	35	14	1,2	160
10	30	16	1,1	150
11	30	16	1,1	160
12	25	18	1	140
13	30	16	1,2	150
14	35	16	1,1	150
15	25	18	1,2	140
16	35	18	1,2	160
17	35	18	1	160
18	30	16	1,1	150
19	30	16	1	150
20	30	14	1,1	150
21	25	16	1,1	150
22	35	14	1,2	140
23	25	14	1,2	140
24	30	18	1,1	150
25	30	16	1,1	150
26	25	14	1	160
27	35	14	1	140
28	30	16	1,1	150
29	35	18	1	140
30	25	18	1	160

*b. Thí nghiệm xác định ảnh hưởng của loại bao bì bảo quản đến chất lượng sản phẩm*

Bánh quy bổ sung lêkima được chế biến theo điều kiện tối ưu của thí nghiệm 1 được đóng gói trong các túi màng 1 lớp (PE, PA, PP, OPP) kích thước (17 x 27 cm), bề dày 0,15 mm với khối lượng 30 g/gói; hàn kín mí và bảo quản ở điều kiện nhiệt độ thường (28 - 30°C). Độ cứng, giá trị màu  $b^*$ , độ ẩm, mật số vi sinh vật hiếu khí và cảm quan sản phẩm được đánh giá tại thời điểm 3, 5 và 7 tuần. Các thí nghiệm được lặp lại 2 lần; kết quả được phân tích bằng phần mềm thống kê Statgraphic Centurion XV, sử dụng phân tích phương sai ANOVA với kiểm định LSD để xác định sự khác biệt giữa các nghiệm thức khảo sát ở mức ý nghĩa 5% (Hien et al., 2020).

*2.2.3. Các phương pháp xác định chất lượng sản phẩm*

Cấu trúc (độ cứng) của sản phẩm được đo trên thiết bị TMS pro (Trung Quốc) theo phương pháp nén một chu kỳ (độ cứng được xác định là lực đỉnh hay lực nén cực đại); sử dụng đầu dò hình tròn với các thông số compression degree: 80%, pretest speed: 2.5 mm/s, test speed: 2,0 mm/s, retraction speed: 10,0 mm/s, và trigger force: 20 g (Song et al., 2019); các mẫu bánh có kích thước 1,5 x 2 x 0,5 cm.

Giá trị màu của sản phẩm được xác định bằng máy đo màu colorlite sph870; vì bánh quy bổ sung lêkima có màu sắc vàng đặc trưng nên mức độ vàng của bánh (giá trị  $b^*$  trong hệ màu CIE  $L^*a^*b^*$ ) được sử dụng trong nghiên cứu này để khảo sát.

Cảm quan sản phẩm được đánh giá theo phương pháp cho điểm, trong đó các chỉ tiêu cảm quan màu, mùi, cấu trúc và vị được cho điểm từ 0 đến 5 (giá trị cảm quan từ kém đến tốt) và được đánh giá bởi ít nhất 15 cảm quan viên.

Chỉ tiêu vi sinh vật tổng số xác định bằng cách đếm khuẩn lạc phát triển trên môi trường PCA (TCVN 4884-1:2015).

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Tối ưu hóa các yếu tố trong quy trình chế biến bánh quy bổ sung lêkima**

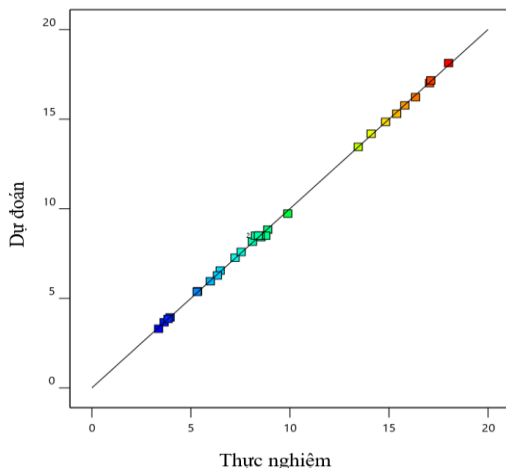
Phương pháp bề mặt đáp ứng là một quy hoạch thực nghiệm nhằm làm giảm thiểu số lượng thí nghiệm nhưng kết quả vẫn đảm bảo độ tin cậy nên được ứng dụng nhiều trong tối ưu hóa các quá trình chế biến thực phẩm (Song et al., 2019; Giang và ctv., 2021). Kết quả nghiên cứu đã chứng minh sự ảnh hưởng của các yếu tố khảo sát gồm tỷ lệ các nguyên liệu (thịt quả lêkima, trứng, bột nở) và nhiệt độ nướng đến cấu trúc (độ cứng) và màu vàng của bánh

thành phẩm. Số liệu thống kê cho thấy cả 4 yếu tố khảo sát đều ảnh hưởng đến các chỉ tiêu chất lượng theo mô hình hồi quy bậc 2 (Bảng 3); khi tăng giá trị các yếu tố trong phạm vi khảo sát thì các chỉ tiêu chất lượng có xu hướng tăng theo nhưng đến một giá trị tối ưu nhất định và sẽ giảm dần. Giá trị p-value của mô hình càng nhỏ và Lack of fit càng lớn (sự thiếu phù hợp không có ý nghĩa càng lớn) thì mức độ phù hợp của mô hình càng tăng. Kết quả cho

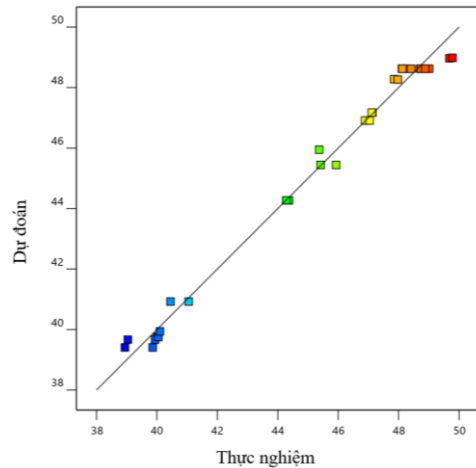
thấy của các mô hình đều có p-value rất nhỏ hơn 0,05 ( $p = 0,0001$ ) và F-value Lack of fit lớn (F-value của độ cứng và màu sắc lần lượt là 0,3196 và 2,28) chứng tỏ các mô hình phù hợp. Ngoài ra, các hệ số  $R^2$  (coefficient of determination) của hai mô hình đều lớn hơn 0,98 cũng cho thấy tương quan cao giữa mô hình dự đoán và các giá trị thực nghiệm (Guan & Yao, 2008; Thủy và ctv., 2015; Huy và ctv., 2017)

**Bảng 3. Các mô hình hồi quy bậc 2 dự đoán mối quan hệ giữa yếu tố khảo sát (tỷ lệ nguyên liệu và nhiệt độ nướng) và hàm mục tiêu (độ cứng, màu vàng)**

Chỉ tiêu chất lượng	$R^2$	F- value Lack of fit	p - value	Mô hình bậc 2
Độ cứng	0,998	0,3196	0,0001	$\text{Độ cứng} = 8,5 - 1,23X_1 - 0,4167X_2 - 0,3339X_3 + 5,43X_4 + 0,1288X_1X_3 - 0,055X_1X_4 - 0,07X_2X_3 - 0,2112X_2X_4 - 0,0925X_3X_4 - 0,494X_2^2 + 2,3X_4^2$
Màu sắc	0,966	2,28	0,0001	$\text{Giá trị } b^* = 48,62 + 0,3456X_1 + 0,3578X_2 - 3,01X_4 - 0,2281X_1X_2 - 0,7469X_1X_4 - 5,68X_4^2$



a) Độ cứng ( $R^2 = 0,998$ )



b) Giá trị b ( $R^2 = 0,966$ )

**Hình 1. Đồ thị hồi quy tuyến tính biểu hiện sự tương thích giữa giá trị thực nghiệm và giá trị dự đoán của độ cứng (hình a) và màu sắc (hình b)**

*3.1.1. Ảnh hưởng của các yếu tố khảo sát đến độ cứng của bánh quy lèkima*

Các thành phần nguyên liệu và điều kiện nướng đều đóng vai trò quan trọng tạo cấu trúc của bánh quy. Kết quả qua phương trình hồi quy cho thấy nhiệt độ nướng ảnh hưởng nhiều nhất đến độ cứng của bánh, tiếp theo là tỷ lệ lèkima, trứng và bột nở ( $P < 0,05$ ) (Bảng 1, Hình 2a). Cấu trúc nở xốp của bánh quy được tạo nên từ những liên kết hóa học trong quá trình hình thành mạng lưới gluten – thành phần protein chính trong nguyên liệu bột mì. Thịt quả lèkima không có gluten và độ ẩm cao nên khi bổ sung lèkima vào làm tỷ lệ gluten trong khối bột nhào giảm, độ ẩm tăng dẫn đến bánh khi nướng bị mềm

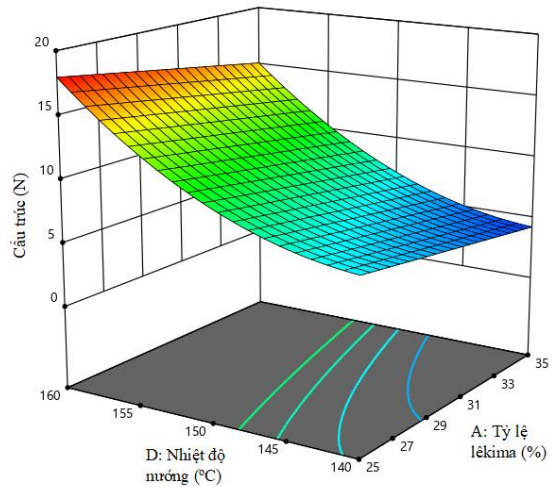
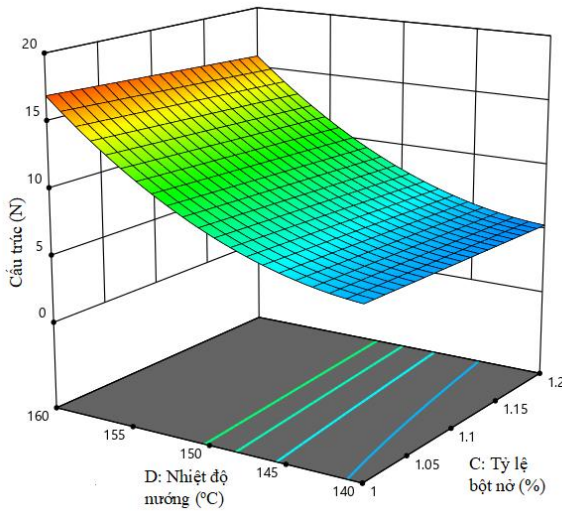
và giảm tính rỗng xốp. Lòng đỏ trứng chứa thành phần lecithin có tác dụng nhũ hóa tạo ra sự đồng nhất cao trong khối bột, tạo cấu trúc mềm xốp; nhưng hàm lượng trứng cũng tỷ lệ nghịch với độ cứng do làm tăng tổng lượng béo trong khối bột nhào (Dũng & Biền, 2016). Mặc dù chất béo có tác dụng làm bánh mềm xốp vì chúng hình thành lớp màng mỏng quanh tinh bột, góp phần làm bên bột khí nhưng sự gia tăng hàm lượng chất béo đã được chứng minh làm giảm độ cứng của bánh quy do ngăn cản sự liên kết của carbohydrate và protein (Pareyt & Delcour, 2008; Song et al., 2019). Trong khi đó, bột nở với thành phần là  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,... khi phân hủy tạo thành khí  $\text{CO}_2$  thoát ra tạo độ xốp cho bánh nên cũng tỷ lệ nghịch với cấu

trúc. Ngược lại, nhiệt độ nướng ảnh hưởng đến cấu trúc theo chiều thuận: Nhiệt độ nướng thấp thì bánh mềm do ẩm chưa bốc hơi hết, nhiệt độ nướng càng cao bánh càng cứng bên ngoài nhưng bên trong mềm do lớp vỏ cứng bên ngoài ngăn cản sự thoát hơi ẩm bên trong (Stanley, 2017).

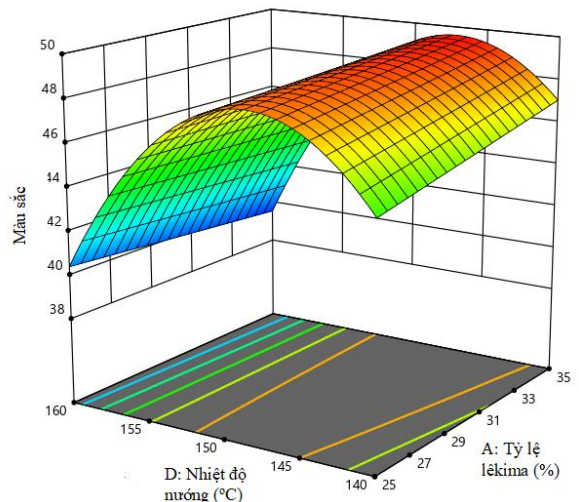
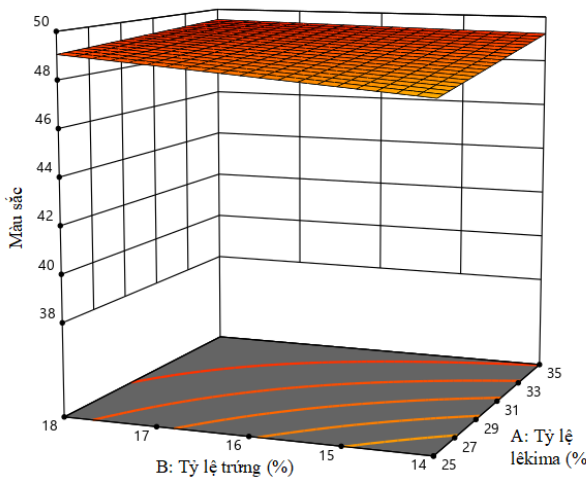
3.1.2. Ảnh hưởng của các yếu tố khảo sát đến giá trị màu  $b^*$  của bánh quy lêkima

So với bánh truyền thống (0% lêkima), bánh quy bổ sung lêkima có màu sắc rất đặc trưng do hàm lượng beta-carotene tự nhiên có trong thịt quả. Kết quả cho thấy nhiệt độ cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến giá trị màu  $b^*$  của bánh theo chiều nghịch, trong khi tỷ lệ lêkima và trứng ảnh hưởng theo chiều thuận với mức ảnh hưởng gần bằng nhau

( $P < 0,05$ ); ảnh hưởng của bột nở là không đáng kể ( $P > 0,05$ ) (Bảng 3 và Hình 2b). Trong quá trình nướng, nhiệt độ cao không chỉ làm thoát hơi nước và sinh  $CO_2$  tạo nên cấu trúc của bánh mà còn tạo cho bánh có màu vàng và mùi vị đặc trưng do các phản ứng caramen hóa và Maillard giữa thành phần đường và protein trong khối bột. Ngược lại, vì trong lòng đỏ trứng và lêkima đều có chứa beta – carotene nên khi bổ sung lượng càng nhiều thì màu vàng của bánh (giá trị  $b$ ) sẽ càng tăng. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu bổ sung khoai lang tím vào bánh quy, làm tăng màu sắc đặc trưng của bánh (Dũng & Biên, 2016). Tuy nhiên, lượng đường tự nhiên trong lêkima cũng góp phần thúc đẩy phản ứng tạo màu sậm cho sản phẩm.



a) Ảnh hưởng của tỷ lệ lêkima, bột nở và nhiệt độ nướng đến cấu trúc



b) Ảnh hưởng của tỷ lệ lêkima, trứng và nhiệt độ nướng đến màu sắc

**Hình 2. Ảnh hưởng của các yếu tố khảo sát đến chất lượng sản phẩm**

3.1.3. Tối ưu hóa điều kiện chế biến bánh quy lêkima

Các thông số tối ưu dự đoán từ phương pháp bề mặt đáp ứng có thể sử dụng để chế biến bánh có các chỉ tiêu chất lượng lần lượt là cấu trúc 8,4 N (điểm cảm quan cấu trúc cao nhất và tương đương bánh trên thị trường), màu sắc vàng tối ưu (giá trị b màu sắc cao nhất) đạt được tại các điều kiện chế biến như tỷ lệ lêkima trong khoảng 27,2 – 29,0%, tỷ lệ trứng 15,3 – 16,7%, tỷ lệ bột nở 1,05 – 1,15% và nhiệt độ nướng là 148,7 – 150°C. Kết quả này cho bánh quy có màu vàng tươi đồng nhất, mùi thơm và vị ngọt béo đặc trưng của lêkima. Các tỷ lệ này cũng thống nhất với các nghiên cứu về bánh quy bổ sung nguyên liệu khác như khoai lang tím (30% khoai lang tím và 30% bơ), nhiệt độ nướng ban đầu là 150°C (5 phút) trước khi nâng lên 180°C (3 phút); nhưng hàm lượng lòng đỏ trứng nhiều hơn (30% so với 17,5% trong thí nghiệm này) do lêkima có thành phần chất béo tự nhiên (Paloma et al., 1994; Dũng & Biển, 2016). Nhiệt độ nướng và loại đường đơn đã được chứng

minh là có sự ảnh hưởng quan trọng đối với sự hình thành các sản phẩm “không mong muốn” trong phản ứng Maillard; ở nhiệt độ nướng 150°C sinh ra ít các chất như hydroxymethylfurfural hay acrylamide so với nhiệt độ nướng cao (200°C và 230°C) trong khi đường glucose có xu hướng làm tăng khả năng sinh ra các hợp chất này (Courel et al., 2009).

3.1.4. Thực nghiệm kiểm chứng

Thực nghiệm được thực hiện để kiểm tra tính tương thích của các giá trị trong vùng thông số tối ưu thu được từ phương pháp bề mặt đáp ứng. Thực nghiệm được lặp lại hai lần tại điều kiện 28,2% lêkima, 16% trứng, 1,14% bột nở, nướng ở 150°C và kết quả thể hiện ở Bảng 4. Kiểm định cho thấy kết quả thu được từ thực nghiệm tương đương với kết quả lý thuyết tính toán từ mô hình với giá trị độ lệch dưới 5%. Điều này chứng minh tính chính xác của các mô hình nên chúng có thể được áp dụng để dự đoán tính chất của sản phẩm trong các điều kiện chế biến khác nhau.

**Bảng 4 Kiểm chứng kết quả tối ưu**

	Yếu tố khảo sát					Màu b
	Lêkima (%)	Trứng (%)	Bột nở (%)	Nhiệt độ nướng (°C)	Độ cứng (N)	
Giá trị dự đoán	28,242	15,921	1,139	149,244	8,40	48,645
Giá trị thực nghiệm	28,300	16,0	1,14	150,0	8,590	48,750
Độ lệch (%)					1,264	0,538

Sản phẩm chế biến theo các thông số trong điều kiện tối ưu (28,3% lêkima, 16% trứng, 1,14% bột nở và nướng ở 150°C) có độ ẩm và hàm lượng đường tổng lần lượt là 5,3% và 15,5%, không chứa vi sinh vật phù hợp với yêu cầu sản phẩm bánh quy (TCVN 5909 – 1995); vitamin C và carotene tổng số là 0,39 mg/g và 0,21 mg/g chất khô được sử dụng cho thí nghiệm bảo quản.

3.2. Ảnh hưởng của loại bao bì bảo quản đến chất lượng sản phẩm

Chất lượng bánh quy sẽ thay đổi trong thời gian bảo quản tùy thuộc vào thành phần hóa học, các điều kiện môi trường như: nhiệt độ, ẩm độ, ánh sáng,... Trong đó, độ ẩm cân bằng của bánh quy thường dao động từ 3 đến 5%, trong khi bánh quy loại đặc biệt có thể chứa đến 7% ẩm (Manley, 2000). Do đó, cần có loại bao bì thích hợp để giảm mức độ ảnh hưởng của môi trường đến thành phần chính của sản phẩm như độ ẩm, tính chất cảm quan, độ cứng, vi sinh nhằm giữ chất lượng sản phẩm trong thời gian dài.

3.2.1. Ảnh hưởng của bao bì và thời gian bảo quản đến màu sắc, độ cứng và độ ẩm của sản phẩm

Các giá trị màu sắc, độ cứng và độ ẩm của sản phẩm trong thời gian bảo quản được thể hiện trong Bảng 5. Số liệu cho thấy màu vàng của sản phẩm có sự thay đổi sau 7 tuần bảo quản với mức độ thay đổi khác nhau, dao động từ 48,3 đến 46,1 (p < 0,05). Màu vàng đặc trưng của bánh là do thành phần beta – carotene có trong thịt quả lêkima kết hợp với các phản ứng tạo màu xảy ra trong quá trình nướng bánh. Trong quá trình bảo quản, hàm lượng beta – carotene có xu hướng giảm do cấu trúc nối đôi trong phân tử rất nhạy cảm với các yếu tố môi trường như oxy hóa, nhiệt, ẩm độ,... (Lan và ctv., 2019) làm ảnh hưởng đến màu vàng của bánh tương tự như sản phẩm bánh quy bổ sung cà rốt (Sahni, 2017). Trong nghiên cứu này, túi PE cho thấy sản phẩm có độ giảm màu nhiều nhất so với các loại túi còn lại. Sau 5 tuần, màu sắc sản phẩm chứa trong các túi PA, PP và OPP khác biệt không có ý nghĩa; nhưng sau 7 tuần thì chất lượng màu của bánh trong túi PA là tốt nhất (b = 47,28); PP và OPP cho chất lượng tương

đồng và thấp hơn ( $b = 46,9$ ). Điều này liên quan đến khả năng thấm khí của các loại vật liệu: PA có độ thấm khí từ 50 – 75 ( $\text{ml.25 } \mu\text{m}^2.\text{d.atm}$ ) thấp hơn nhiều lần so với bao bì PP (3500 – 4500 ( $\text{ml.25}$

$\mu\text{m}^2.\text{d.atm}$ )) và bao bì PE (6500 – 8500 ( $\text{ml.25 } \mu\text{m}^2.\text{d.atm}$ )) (Peter et al., 2018) trong khi OPP là sản phẩm được kéo giãn theo chiều ngang của mạch PP nên tính chất tương đồng với PP.

**Bảng 5. Màu sắc, độ cứng và độ ẩm của bánh trong quá trình bảo quản**

Thời gian bảo quản (tuần)	Loại bao bì	Màu (b)	Độ cứng (N)	Độ ẩm (%)
3	PA	48,25 <sup>f</sup>	8,90 <sup>h</sup>	5,45 <sup>a</sup>
	PE	47,25 <sup>d</sup>	8,16 <sup>f</sup>	6,10 <sup>de</sup>
	PP	48,17 <sup>f</sup>	8,46 <sup>g</sup>	5,92 <sup>bc</sup>
	OPP	48,17 <sup>f</sup>	8,66 <sup>g</sup>	5,82 <sup>b</sup>
5	PA	47,64 <sup>c</sup>	8,50 <sup>g</sup>	5,76 <sup>b</sup>
	PE	46,27 <sup>b</sup>	7,15 <sup>c</sup>	7,45 <sup>i</sup>
	PP	47,48 <sup>de</sup>	8,09 <sup>f</sup>	6,31 <sup>e</sup>
	OPP	47,45 <sup>de</sup>	8,17 <sup>f</sup>	6,12 <sup>de</sup>
7	PA	47,28 <sup>d</sup>	8,19 <sup>f</sup>	6,03 <sup>cd</sup>
	PE	44,96 <sup>a</sup>	6,24 <sup>a</sup>	8,12 <sup>j</sup>
	PP	46,98 <sup>c</sup>	7,65 <sup>e</sup>	6,80 <sup>g</sup>
	OPP	46,96 <sup>c</sup>	7,37 <sup>d</sup>	6,85 <sup>gh</sup>
		$p = 0,0002$	$p = 0,000$	$p = 0,0001$

(Các chữ theo sau các số giống nhau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 5% trong phép thử LSD)

Độ ẩm là một thành phần hóa học quan trọng quyết định đến thời gian bảo quản của sản phẩm thực phẩm. Đối với bánh quy, sự gia tăng độ ẩm trong quá trình bảo quản đã được chứng minh và giải thích dựa vào cấu trúc hút ẩm của bánh, nhiệt độ và độ ẩm của môi trường cũng như tính chất của bao bì bảo quản (Piga et al., 2005). Trong nghiên cứu này, độ ẩm của sản phẩm chứa trong các loại bao bì đều tăng lên sau 7 tuần bảo quản; sản phẩm trong túi PE có độ ẩm tăng nhiều nhất (từ 5,3% lên 8,12%) và túi PP là ít nhất (từ 5,3% lên 6,025%); tiếp đến là các bao bì PP và OPP có độ tăng tương đương nhau là 1,1%. Sự tăng độ ẩm này tương đồng với khả năng thấm khí của các loại bao bì tương ứng là PE > PP/OPP > PA.

Độ cứng hay cấu trúc cũng là một trong những tiêu chí đánh giá chất lượng bánh quy và liên quan trực tiếp đến độ ẩm của sản phẩm theo chiều nghịch. Kết quả thống kê cho thấy độ cứng của sản phẩm giảm dần trong quá trình bảo quản và tỷ lệ nghịch với độ ẩm; trong đó sự giảm độ cứng của PE là cao nhất, tiếp đến là PP, OPP và PA. Đáng lưu ý là độ cứng của sản phẩm bảo quản bằng túi PA sau 7 tuần không khác biệt với sản phẩm bảo quản bằng túi PE sau 3 tuần và túi PP, OPP sau 5 tuần (khoảng 8,1N). Kết quả này thống nhất với nhiều nghiên cứu trước cho thấy cấu trúc của các loại bánh quy thay đổi trong quá trình bảo quản ngắn do khả năng hút ẩm từ môi trường và sự di chuyển ẩm bên trong thực

phẩm; tùy vào thành phần hóa học, điều kiện và loại bao bì bảo quản mà độ ẩm và cấu trúc sẽ thay đổi khác nhau (Emin & Mustafa, 2013; Jan et al., 2017; Goyat et al., 2018)

3.2.2. Ảnh hưởng của bao bì và thời gian bảo quản đến cảm quan của sản phẩm

Kết quả đánh giá cảm quan về cấu trúc, màu, mùi, vị sản phẩm bằng phương pháp cho điểm được thể hiện trong Bảng 6; trong đó sản phẩm đóng gói bằng các loại bao bì và trữ ở khoảng thời gian khác nhau đều có điểm cảm quan thay đổi (giảm) khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Về cấu trúc, hầu hết các bao bì đều giữ được cấu trúc tốt (điểm cảm quan > 4) trừ bao bì PE cấu trúc chỉ đạt trung bình (điểm cảm quan > 3) sau 7 tuần bảo quản. Điều này đã được lý giải do sự hút ẩm từ môi trường xung quanh dẫn đến độ ẩm tăng và cấu trúc giảm, bánh bị mất đi độ giòn (Jan et al., 2017). Về chỉ tiêu cảm quan màu, mùi và vị thì các loại bao bì đều giữ được các tính chất đặc trưng của sản phẩm ở mức tốt (điểm cảm quan > 4); trong đó sản phẩm trong bao bì OPP, PP và PA có điểm cảm quan cao hơn PE. Mùi thơm cũng như màu vàng đặc trưng của sản phẩm giảm do quá trình oxy hóa các chất béo trong sản phẩm (Sahni, 2017), khi thời gian bảo quản dài thì lượng khí thấm vào càng nhiều quá trình oxy hóa xảy ra càng mạnh. Chất lượng cảm quan của bánh bảo quản bằng bao bì PA, PP và OPP được mô tả trong Bảng 7.

**Bảng 6. Đánh giá cảm quan của sản phẩm trong thời gian bảo quản**

Bao bì	Tuần	Điểm cảm quan			
		Cấu trúc	Màu	Mùi	Vị
PA	3	4,10 <sup>b</sup>	4,50 <sup>bc</sup>	4,70 <sup>de</sup>	4,95 <sup>e</sup>
	5	4,00 <sup>a</sup>	4,45 <sup>b</sup>	4,40 <sup>bcd</sup>	4,55 <sup>bcd</sup>
	7	4,00 <sup>a</sup>	4,55 <sup>bc</sup>	4,20 <sup>abc</sup>	4,25 <sup>ab</sup>
PE	3	4,00 <sup>a</sup>	4,05 <sup>a</sup>	4,35 <sup>abc</sup>	4,6 <sup>cd</sup>
	5	3,20 <sup>c</sup>	3,90 <sup>a</sup>	4,15 <sup>ab</sup>	4,75 <sup>de</sup>
	7	3,00 <sup>d</sup>	3,90 <sup>a</sup>	4,05 <sup>a</sup>	4,05 <sup>a</sup>
PP	3	4,00 <sup>a</sup>	4,65 <sup>bc</sup>	4,75 <sup>e</sup>	4,6 <sup>cd</sup>
	5	4,00 <sup>a</sup>	4,75 <sup>d</sup>	4,25 <sup>abc</sup>	4,3 <sup>abc</sup>
	7	4,00 <sup>a</sup>	4,75 <sup>d</sup>	4,05 <sup>a</sup>	4,25 <sup>ab</sup>
OPP	3	4,00 <sup>a</sup>	4,50 <sup>bc</sup>	4,80 <sup>e</sup>	4,8 <sup>de</sup>
	5	4,00 <sup>a</sup>	4,45 <sup>b</sup>	4,70 <sup>de</sup>	4,75 <sup>de</sup>
	7	4,00 <sup>a</sup>	4,05 <sup>a</sup>	4,50 <sup>cde</sup>	4,85 <sup>de</sup>
		P = 0,000	P = 0,000	P = 0,000	P = 0,000

**Bảng 7. Mô tả cảm quan của sản phẩm bảo quản bằng bao bì PA, PP và OPP**

Chỉ tiêu	Thời gian bảo quản (tuần)		
	3	5	7
Màu sắc	Màu đồng nhất, vàng, không có màu lạ	Màu đồng nhất, vàng, không có màu lạ	Màu đồng nhất, vàng, không có màu lạ
Mùi	Mùi thơm của lêkima, không có mùi cháy khét, mốc hay mùi lạ	Mùi thơm của lêkima, không có mùi cháy khét, mốc hay mùi lạ	Mùi thơm của lêkima, không có mùi cháy khét, mốc hay mùi lạ
Vị	Vị ngọt, béo, không có vị lạ	Vị ngọt, béo, không có vị lạ	Vị ngọt, béo, không có vị lạ

**3.2.3. Ảnh hưởng của bao bì và thời gian bảo quản đến mật số vi sinh vật của sản phẩm**

Bảng 8 thể hiện mật số vi sinh vật hiếu khí trên sản phẩm bánh quy lêkima bảo quản tại thời điểm 3 tuần, 5 tuần và 7 tuần sử dụng 4 loại bao bì PA, PE, PP và OPP. Kết quả cho thấy sự gia tăng mật số vi sinh vật tỷ lệ thuận với thời gian bảo quản ở một số mẫu; tuy nhiên, số lượng vẫn nằm trong mức cho phép của sản phẩm bánh quy theo TCVN 5909 – 1995 (< 5.10<sup>3</sup> CFU/g). Nhìn chung, mật số vi sinh vật giữa các loại bao bì có sự khác biệt ý nghĩa (mức 5%); trong đó sản phẩm bảo quản bằng bao bì PA và PP vẫn chưa ghi nhận sự xuất hiện của vi sinh vật sau 7 tuần bảo quản, trong khi bao bì OPP bắt đầu có sự xuất hiện từ tuần thứ 7 (7,0 x 10<sup>2</sup> CFU/g). Ngược lại, sản phẩm chứa trong bao bì PE có số lượng vi sinh vật tăng lên gần 10 lần (từ 2,0 x 10<sup>2</sup> đến 1,6 x 10<sup>3</sup> CFU/g) trong thời gian khảo sát. Điều này phù hợp với đặc tính thấm khí cao của bao bì PE so với các loại bao bì khác nên làm gia tăng ẩm độ và oxy xung quanh sản phẩm, tạo điều kiện cho vi sinh vật phát triển nhanh hơn. Kết quả này cũng thống nhất với các nghiên cứu về bao bì bảo quản các sản phẩm thực phẩm như bánh quy bổ sung hạt chia, hạt diêm mạch, bột khoai mì hay bánh ngọt đã

công bố trước đây (Piga et al., 2005; Jan et al., 2017; Jyoti et al., 2018; Kurniadi et al., 2019; Nhung và ctv., 2020).

**Bảng 8. Ảnh hưởng của loại bao bì và thời gian bảo quản đến mật số vi sinh vật sản phẩm**

Thời gian bảo quản (tuần)	Loại bao bì	Mật số vi sinh vật* (CFU/g)
3	PA	< 10 <sup>a</sup>
	PE	2,0 x 10 <sup>2b</sup>
	PP	< 10 <sup>a</sup>
	OPP	< 10 <sup>a</sup>
5	PA	< 10 <sup>a</sup>
	PE	5,1 x 10 <sup>2c</sup>
	PP	< 10 <sup>a</sup>
	OPP	2,1 x 10 <sup>a</sup>
7	PA	< 10 <sup>a</sup>
	PE	1,6 x 10 <sup>3e</sup>
	PP	< 10 <sup>a</sup>
	OPP	7,0 x 10 <sup>a</sup>

(Các chữ theo sau các số giống nhau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 5% trong phép thử LSD)

**4. KẾT LUẬN**

Mô hình bề mặt đáp ứng cho các giá trị cấu trúc và màu sắc của bánh quy bổ sung lêkima theo các



thông số chế biến khác nhau như tỷ lệ nguyên liệu và nhiệt độ nướng được xây dựng theo mô hình CCD có tính chính xác cao, các kết quả thực nghiệm tương đương với tính toán lý thuyết. Chế biến bánh quy bổ sung 27,2 – 29,0% lêkima, 15,3 – 16,7% trứng, 1,05 – 1,15% bột nở (theo khối lượng bột mì) và nhiệt độ nướng là 148,7 – 150°C thì bánh có độ cứng đạt điểm cảm quan về cấu trúc cao nhất (khoảng 8,4 N) và giá trị màu vàng b\* trong khoảng 48,51 – 48,5. Đây là các giá trị có điểm cảm quan

cấu trúc và màu sắc đạt tối đa. Kết quả nghiên cứu bao bì bảo quản cho thấy bao gói bánh thành phẩm bằng các loại túi PA, PP và OPP một lớp duy trì được tốt các giá trị cảm quan, cấu trúc và màu sắc; trong đó bao bì PA, PP hạn chế vi sinh vật tốt nhất trong 7 tuần khảo sát so với OPP và PE. Tuy nhiên, việc thực hiện các nghiên cứu tiếp theo sử dụng các loại bao bì ghép nhằm kéo dài thời gian bảo quản cho sản phẩm từ 3 tháng đến 1 năm tương đương các sản phẩm bánh quy trên thị trường là cần thiết.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Battaiotto, L. L., Lupano, C. E., & Bevilacqua, A. E. (2013). Optimization of Basic Ingredient Combination for Sandwich Cookie Filling Using Response Surface Methodology. *Food and Bioprocess Technology*, 6(7), 1847–1855. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0853-2>
- Hội, B. Đ., Khanh, L. H., Lê, V. M., Cúc, L. T., Châu, H. T. N., Tú, L. N., & Nga, L. T. H. (2009). *Kỹ thuật chế biến lương thực* (Vol. 1). Nhà xuất bản Khoa Học và Kỹ thuật.
- Courel, M., Ait-Ameur, L., Capuano, E., Fogliano, V., Morales, F., Courtois, F., Birlouez-Aragon, I., Courel, M., Fogliano, V., Morales, F. J., Courtois, F., & Birlouez-Aragon, I. (2009). Effects of formulation and baking conditions on neo-formed contaminants in model cookies. *Czech Journal of Food Sciences*, 27, S93-S95. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01292346>
- Dũng, N. C., & Biền, N. T. H. (2016). Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chế biến bánh quy xốp bổ sung khoai lang tím (*Solanum andigenum*). *Tạp chí Khoa học, Đại học Đồng Tháp*, 18, 88–96.
- Durakova, A., Bogoeva, A., Krasteva, R., Gogova, T., Krasteva, A., & Georgieva, N. (2019). Sorption characteristics of subtropical fruit - Lucuma powder. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 595(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/595/1/012058>
- Emin, Y., & Mustafa, O. (2013). Texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. *Royal Society of Chemistry, Food & function*, . <https://doi.org/10.1039/x0xx00000x>
- Fuentealba, C., Gálvez, L., Cobos, A., Olaeta, J. A., Defilippi, B. G., Chirinos, R., Campos, D., & Pedreschi, R. (2016). Characterization of main primary and secondary metabolites and in vitro antioxidant and antihyperglycemic properties in the mesocarp of three biotypes of Pouteria lucuma. *Food Chemistry*, 190, 403–411. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.111>
- Giang, N. T. N., Khai, T. v., & Thuy, N. M. (2021). Optimization of moromi fermentation parameters to nutritional content of oyster mushrooms sauce (*Pleurotus spp.*) by using response surface methodology. *Food Research*, 5(5), 149–156. [https://doi.org/10.26656/FR.2017.5\(5\).097](https://doi.org/10.26656/FR.2017.5(5).097)
- Gong, Y., Hou, Z., Gao, Y., Xue, Y., Liu, X., & Liu, G. (2012). Optimization of extraction parameters of bioactive components from defatted marigold (*Tagetes erecta L.*) residue using response surface methodology. *Food and Bioprocess Technology*, 90(1), 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.12.004>
- Goyat, J., Passi, S. J., Suri, S., & Dutta, H. (2018). Development of Chia (*Salvia hispanica, L.*) and Quinoa (*Chenopodium quinoa, L.*) seed flour substituted cookies-physicochemical, nutritional and storage studies. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 6(3), 757–769. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.3.18>
- Guan, X., & Yao, H. (2008). Optimization of Viscozyme L-assisted extraction of oat bran protein using response surface methodology. *Food Chemistry*, 106(1), 345–351. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.041>
- Hien, T. X., Huang, H. L., & Thanh, N. T. (2019). Study on changes in chemical compositions and bioactive compounds in POUTERIA CAMPECCHIANA fruit during storage. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 57(3B), 17. <https://doi.org/10.15625/2525-2518/57/3b/14065>
- Hiền, T. X., Hương, H. L., & Thành, N. T. (2020). Ảnh hưởng quá trình thủy phân đến hàm lượng polyphenol và khả năng kháng oxy hóa của dịch quả lêkima (*Pouteria campechiana*). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 14, 143–149.
- Huy, N. M., Đàm, N. T., Anh, D. H., & Hùng, P. V. (2017). Sử dụng phương pháp mặt mục tiêu nhằm tối ưu hóa quy trình phân tích taurin trong một số loại thực phẩm chức năng bổ sung taurin bằng phương pháp điện di mao quản. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 33(4), 43–54. <https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.4657>

- Jan, R., Saxena, D. C., & Singh, S. (2017). Effect of storage conditions and packaging materials on the quality attributes of gluten-free extrudates and cookies made from germinated chenopodium (*Chenopodium album*) flour. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(3), 1071–1080. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9484-7>
- Krasteva, R., Durakova, A., Bogoeva, A., & Choroleeva, K. (2020). Influence of a Lucuma-based carbohydrate beverage on athletes. *Journal of Applied Sports Sciences*, 1(2020), 99–112. <https://doi.org/10.37393/JASS.2020.01.8>
- Kurniadi, M., Khasanah, Y., Kusumaningrum, A., Angwar, M., Rachmawanti, D., Parnanto, N. H. R., & Pratiwi, L. D. (2019). Formulation and Shelf Life Prediction of Cookies from Modified Cassava Flour (Mocaf) in Flexible Packaging. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251(1), 1-10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012034>
- Lan, N. T. H., Huyền, N. T., & Cường, N. N. (2019). Nghiên cứu phát triển sản phẩm bột giàu beta-caroten từ quả trứng gà (*Pouteria lucuma*). *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 17(12), 994–1000. [www.vnua.edu.vn](http://www.vnua.edu.vn)
- Manley, D. (2000). *Technology of biscuits, crackers and cookies*. Woodhead Publishing Ltd.
- Nhung, Đ. T. T., Tiên, Đ. T. K., & Nhân, T. C. (2020). Ảnh hưởng của ethanol và loại bao bì plastic đến khả năng bảo quản bánh Numthnol. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 10, 61–68.
- Palomar L.S., Galvez F.C.F., Resurreccion A.V.A., & Beuchat L.R. (1994). Optimization of a Peanut—Sweet Potato Cookie Formulation. *Lebensm-Wiss.u.Technol*, 27, 314–318.
- Pareyt, B., & Delcour, J. A. (2008). The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: A review on sugar-snap cookies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 824–839. <https://doi.org/10.1080/10408390701719223>
- Pertiwi, S. R., Nurhalimah, S., & Aminullah, A. (2020). Optimization on process of ripe canistel (*Pouteria campechiana*) fruit flour based on several quality characteristics. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.05619>
- Peter, R., An Vermeulen, & Kurt De Mey. (2018). *Packaging Technology*. Ghent University.
- Phan, H. T., & Nguyen, H. M. (2019). Optimization of alcoholic fermentation of custard apple juice by *Saccharomyces cerevisiae* using response surface methodology. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển, Đại học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh*, 18, 70–78.
- Phuoc, N. M. (2020). Studies on Various Technical Parameters Affecting Production of wine from Lucuma, *Pouteria lucuma*. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 13(2), 482–486. <https://doi.org/10.21786/bbrc/13.2/18>
- Piga, A., Catzeddu, P., Farris, S., Roggio, T., Sanguinetti, A., & Scano, E. (2005). Texture evolution of “amaretti” cookies during storage. *European Food Research and Technology*, 221(3–4), 387–391. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-1185-5>
- Sahni, P. (2017). Effect of Different Packaging Materials on Sensory Attributes of Fibre Rich Cookies during Storage. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 5(6), 265–272. <https://doi.org/10.18782/2320-7051.4075>
- Song, Y., Li, X., & Zhong, Y. (2019). Optimization of butter, xylitol, and high-amylose maize flour on developing a low-sugar cookie. *Food Science and Nutrition*, 7(11), 3414–3424. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1160>
- Stanley P. Cauvain. (2017). *Baking problems solved*. Woodhead Publishing.
- Thùy, N. M., Dinh, Đ. C., & Tuyền, N. T. M. (2015). Tối ưu hóa quá trình thủy phân tinh bột bằng enzyme amylaze trong chế biến sữa gạo sử dụng mô hình phức hợp trung tâm và bề mặt đáp ứng. *Tạp Chí Khoa Học, Trường Đại Học Cần Thơ*, 37(2), 30–38.
- Yahia, E. M., & Guttierrez-Orozco, F. (2011). Lucuma (*Pouteria lucuma* (Ruiz and Pav.) Kuntze). In *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits: Volume 3: Cocona to mango*. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-735-8.50018-8>