

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC THAY THẾ ĐƯỜNG SACCHAROSE BẰNG TREHALOSE ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA BÁNH BÔNG LAN VÀ BÁNH QUY

NGUYỄN THỊ MAI HƯƠNG, TRƯƠNG HOÀNG DUY*

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

**Tác giả liên hệ: truonghoangduy@iuh.edu.vn*

Tóm tắt. Bánh quy và bông lan là hai đại diện điển hình cho dòng bánh khô và bánh tươi phổ biến, được nhiều đối tượng người tiêu dùng lựa chọn. Các tính chất như độ giòn xốp, màu sắc, độ nở rộng và độ ẩm của bánh quy thay đổi khi thay thế đường saccharose bằng các loại đường năng lượng thấp. Đối với bánh bông lan, việc duy trì thể tích, độ ẩm, độ mềm xốp, màu sắc trong thời gian sử dụng 3 ngày là điều đáng lưu tâm. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá các ảnh hưởng của việc thay thế đường saccharose bằng trehalose ở các tỉ lệ: 0%, 25%, 50%, 75% và 100% trong công thức đến chất lượng của bánh bông lan và bánh quy. Các tính chất đặc trưng của bánh bao gồm màu sắc, độ ẩm, độ cứng, độ giòn, tỷ lệ đường kính/bề dày, thể tích đối với bánh quy xốp và độ ẩm, màu sắc, độ cứng, độ đàn hồi, thể tích đối với bánh bông lan đã được xác định. Kết quả chỉ ra rằng việc thay thế đường saccharose bằng trehalose ở tỷ lệ nhỏ hơn 50% có sự cải thiện về độ cứng, độ giòn đối với bánh quy và nhỏ hơn 25% cải thiện về độ cứng, độ đàn hồi và thể tích đối với bánh bông lan sau 3 ngày bảo quản. Với bánh quy, việc thay thế đường ở tỷ lệ càng cao, chỉ số đường kính/bề dày có sự thay đổi càng lớn. Màu sắc sáng hơn khi gia tăng tỉ lệ thay thế ở cả hai loại bánh. Sự thay đổi về độ ẩm và khả năng giữ ẩm của bánh quy và bánh bông lan cũng được xác nhận ở các tỷ lệ thay thế đường khác nhau trong thời gian bảo quản. Có thể kết luận rằng ảnh hưởng của việc thay thế saccharose bằng trehalose với hai loại bánh tươi và khô là khác nhau. Việc thay thế đường saccharose bằng trehalose với tỷ lệ 50% ở bánh quy và 25% ở bánh bông lan cải thiện đáng kể những tính chất đặc trưng của bánh.

Từ khóa. Trehalose, bánh bông lan, bánh quy xốp, cấu trúc bánh, khả năng thay thế

1. GIỚI THIỆU

Trong các món bánh, ngoài việc cung cấp vị ngọt, kết cấu thì đường còn góp phần làm tăng thời gian bảo quản [1]. Bên cạnh đó, các loại bánh ngọt sử dụng đường saccharose đã kéo theo vị ngọt đậm đặc trưng của bánh. Tuy nhiên, việc thay thế đường saccharose bằng loại đường khác với mục đích giảm ngọt có thể có những tác động làm giảm hoặc làm chậm lại sự hồ hoá của tinh bột và sự phát triển mạnh của gluten, điều này làm ảnh hưởng đến cấu trúc của bánh ngọt [2]. Ngoài ra, đường thay thế có thể ảnh hưởng đến khả năng giữ ẩm của bánh tươi cũng như khả năng hút ẩm hoặc kết tinh đường ở dòng bánh khô sau khi nướng [3].

Trehalose (α -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 1)- α -D-glucopyranoside), loại đường đôi không khử, có sẵn trong tự nhiên được tìm thấy từ nhiều loài động, thực vật. Đây là loại đường được xem là có thể phù hợp cho việc thay thế đường saccharose trong bánh. Cấu tạo đặc biệt của trehalose (từ 2 phân tử đường α -glucose, liên kết với nhau bằng liên kết 1-1-glucoside) giúp nó trở thành một phân tử rất ổn định so với các loại đường khác. Hơn thế nữa, trehalose có bản chất rất ưa nước có thể bảo vệ sản phẩm trong môi trường khô, đây là đặc điểm đáng lưu tâm để áp dụng cho dòng sản phẩm bánh khô. Ngoài ra, trehalose còn có nhiệt độ chuyển pha cao, dễ dàng hòa tan trong nước, độ hút ẩm thấp và độ nhớt cũng tương tự như đường saccharose, đây cũng là đặc điểm độc đáo để có thể sử dụng trong chế biến bánh ngọt tươi và khô. Chính vì điều này, trehalose đã được thêm vào các sản phẩm như bánh gạo để cải thiện độ giòn, bánh mì để ngăn chặn sự lão hóa- sự cũ của bánh, hay thêm vào bánh mochi để cải thiện độ mềm với khả năng giữ ẩm cao [4]–[6]. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng độ ngọt của trehalose chỉ bằng 45% so với saccharose [4]. Do đó, trehalose ngoài việc làm giảm độ ngọt nó còn có khả năng cải thiện độ giòn với các dòng bánh khô và làm mềm, giữ ẩm để kéo dài thời hạn sử dụng với dòng bánh tươi. Mặc dù vậy, nghiên cứu sử dụng trehalose vào sản xuất bánh bông lan và bánh quy chưa có nhiều thông tin. Nghiên cứu này sẽ thử nghiệm việc thay thế đường saccharose bằng đường trehalose với các tỷ lệ khác nhau để đánh giá tác động của nó đến cấu trúc của đại diện dòng bánh khô và tươi, nhằm tìm ra tỷ lệ thay thế phù hợp. Kết quả của nghiên cứu sẽ chỉ ra những ảnh hưởng cụ thể của việc thay thế saccharose bằng đường trehalose đến từng tính chất công nghệ đặc trưng cũng như xác định tỷ lệ thay thế loại đường này trong sản xuất sản phẩm bánh quy xốp và bánh bông lan.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Nguyên liệu chính sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: đường trehalose (Hayashibara, Nhật Bản); bột mì số 8 (Interflour, Việt Nam), bơ Anchor, bột nổi Alsa (Pháp), đường tinh luyện Biên Hòa, trứng gà (cơ sở Ba Huân), muối Iod (cơ sở Thành Phát), dầu cooking Tường An.

Thiết bị bao gồm: máy trộn bột Sinmag 10L SM-101, lò nướng Southstar NFD-10p, tủ sấy Shellab-USA-CE3F-2/3046914, cân phân tích Sartorius TE214S, cân kỹ thuật Sartorius TE412, máy đo màu Minolta CR-400, tủ lạnh Panasonic NR-BU343 MSVN, máy sấy âm hồng ngoại Sartorius MA150, hệ thống phân tích cấu trúc Brookfield CT3 4500, kính hiển vi điện tử quét JEOL JSM - 6480 LV, Jed LTD, Tokyo, Nhật Bản.

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Quy trình công nghệ chế biến bánh bông lan dựa theo phương pháp được công bố bởi Bennion & Bamford (1997) [7] và có một số thay đổi nhỏ. Cụ thể, các loại nguyên liệu trong công thức được cân riêng, bột mì được rây qua rây 125 μm . Trứng, đường xay được trộn bằng máy trộn bột với tốc độ cao 509 vòng/phút trong 3 phút cho hỗn hợp tan hoàn toàn. Sau đó, hỗn hợp bột mì, bột nổi và muối đã trộn đều ở dạng khô sẽ tiếp tục được trộn trong máy trộn bột cùng với dầu, hỗn hợp trứng và đường xay ở tốc độ thấp 148 vòng/phút trong thời gian 4 phút cho đến khi hỗn hợp đồng nhất. Bơ cắt nhỏ (kích thước: 1 x 1 x 2 cm; nhiệt độ 4°C) được cho vào hỗn hợp trên và trộn trong thời gian 13 giây, kiểm tra tỉ trọng cố định của bột nhào đạt 0,43 – 0,45 để cố định các thông số trong thí nghiệm. Bột được đổ vào khuôn tròn có đường kính 10 cm đã lót giấy nến, chiều cao khối bột là 3 cm. Nướng ở nhiệt độ trên là 175 °C \pm 5 °C và nhiệt dưới là 185oC \pm 5oC trong thời gian 25 phút. Bánh sau khi nướng sẽ để nguội ở nhiệt độ phòng trong 30 phút trước khi đo lường các chỉ tiêu và bảo quản. Lưu mẫu bằng hộp nhựa kín (kích thước: 30 x 25 x 25 cm) với số lượng 4 bánh/hộp. Mỗi hộp đều có đánh số và kí hiệu để lưu mẫu phục vụ cho quá trình đo lường sau đó.

Quy trình công nghệ được mô tả theo **Hình 1a**.

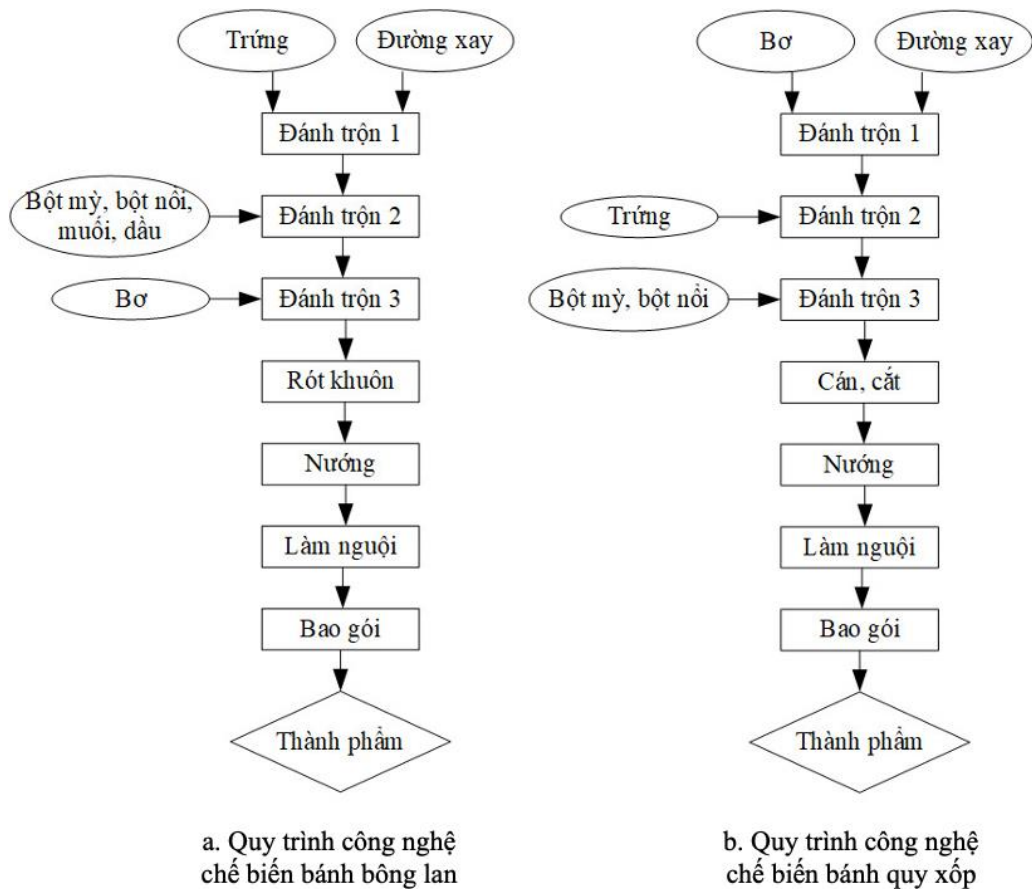
Quy trình công nghệ chế biến bánh quy xốp dựa theo phương pháp của Khouryieh và cộng sự (2012) [8]. Cụ thể, đường xay, bơ được cho vào máy trộn và tiến hành đánh trộn đều với tốc độ 148 vòng/phút trong 1 phút 30 giây, sau đó chuyển sang tốc độ cao 307 vòng/ phút, trong vòng 3 phút. Cho tiếp trứng gà vào và tiếp tục trộn đều hỗn hợp trong 30 giây. Sau đó, hỗn hợp bột mì, muối và bột nổi được cho vào và trộn đều trong vòng 2 phút. Bánh sẽ được tạo hình bằng cách cán bột nhào trên bề mặt phẳng, chiều dày lớp bột là 4 mm, dùng khuôn cắt hình tròn đường kính 5,4cm. Nướng ở nhiệt độ trên và nhiệt độ dưới là 190°C \pm 5°C trong 18 phút. Bánh sau khi nướng sẽ để nguội ở nhiệt độ phòng trong vòng 30 phút. Mẫu được lưu trong túi PE, ghép mí trong đó có 2 gói hút ẩm với số lượng 3 bánh/túi, bảo quản ở nhiệt độ phòng trong thời gian đánh giá [8]. Quy trình công nghệ được mô tả theo **Hình 1b**.

Công thức chế biến bánh bông lan và bánh quy thể hiện trong bảng thành phần bên dưới [9]. Các thí nghiệm thay thế đường saccharose bằng đường trehalose theo tỷ lệ 0%, 25%, 50%, 75% và 100% được tính theo phần trăm của đường saccharose trong công thức. Mẫu bánh bông lan được ký hiệu từ M₀ đến M₄; mẫu bánh quy sẽ được ký hiệu từ M'₀ đến M'₄.

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu

Nguyên liệu	Khối lượng/lần thí nghiệm	
	Bánh bông lan	Bánh quy xốp
Bột mì	1000g	1000g
Đường	900g	570g
Bơ	300g	450g
Muối	8g	10g

Bột nổi	15g	20g
Trứng	1800g	200g



Hình 1. Sơ đồ quy trình công nghệ chế biến bánh bông lan (a) và bánh quy xốp (b)

2.3. Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu đo lường, phân tích của bánh bông lan và bánh quy xốp được thực hiện như sau:

Đặc tính cấu trúc:

+ *Bánh bông lan*: độ cứng, độ đàn hồi của bánh được xác định dựa vào khả năng biến dạng, mẫu bánh có kích thước 5 x 5 x 5 cm đã được chuẩn bị và được nén với khoảng cách 50 mm, sử dụng đầu dò TA11/1000 Cylinder (25,4mm D, 35mm L) của hệ thống phân tích cấu trúc CT3-4500 (Brookfield, Mỹ) theo mô tả của Gallagher và cộng sự (2005) [10]. Độ cứng được biểu thị bằng lực nén tối đa cần thiết để phá vỡ bánh. Khả năng phục hồi biểu thị là lực tốt nhất để một sản phẩm lấy lại vị trí ban đầu của nó tại thời điểm nén. Đầu dò hình trụ dài 3,5 cm, đường kính 2,54 cm, tốc độ thử nghiệm là 2,0 mm/s, lực kích hoạt là 0,5 N, thời gian giữ là 0 giây được sử dụng để nén đến chiều sâu 10 mm so với chiều dày mẫu là 18 mm. Giá trị cực đại (dương) được lấy làm thước đo độ cứng bánh, trong khi giá trị đỉnh âm chỉ ra độ dính của bánh.

+ *Bánh quy*: độ cứng được xác định bằng cách nén ở chu kỳ đầu tiên với khoảng cách 25 mm, bằng đầu dò TA44 Cylinder của hệ thống phân tích cấu trúc CT3-4500 (Brookfield, Mỹ) theo mô tả của Gallagher và cộng sự (2005) [10] và Pareyt và cộng sự (2008) [11]. Độ cứng của bánh quy được biểu thị bằng lực nén tối đa cần thiết để phá vỡ bánh quy. Đầu dò hình trụ 4 cm (TA44 Cylinder), tốc độ thử nghiệm là 2,0 mm/s được sử dụng để nén mẫu đến 20%, lực kích hoạt là 0,5 N, thời gian giữ là 0 giây với chiều dày mẫu là 15 mm. Giá trị cực đại (dương) được lấy làm thước đo độ cứng bánh, trong khi giá trị đỉnh âm chỉ ra độ dính của bánh. Độ bền phá vỡ (độ giòn) của bánh quy cũng được xác thông qua việc sử dụng đầu dò TA7 Knife Edge (60mm W) trên máy phân tích cấu trúc. Độ giòn của bánh quy được xác định theo phương pháp của

Pareyt (2008) là lực cực đại được ghi lại trong quá trình nén ở khoảng cách 38 mm. Tốc độ thử nghiệm là 2,0 mm/s, được cắt đến 15 mm, lực kích hoạt là 0,5 N, thời gian giữ là 0 giây với chiều dày mẫu là 15 mm. Giá trị cực đại (dương) được lấy làm thước đo độ cứng bánh, trong khi giá trị đỉnh âm chỉ ra độ dính của bánh.

Các mẫu đo được thực hiện ba lần và kết quả là giá trị trung bình của các lần đo.

Đặc tính vật lý

+ *Độ ẩm*: Máy sấy ẩm hồng ngoại MA150 (Sartorius, Đức) đã được sử dụng để xác định độ ẩm của bánh quy. Cho vào đĩa cân nhôm khoảng 5g mẫu và cài đặt gia nhiệt ở 105°C. Độ ẩm được xác định là phần trăm trọng lượng trong các mẫu được hóa hơi trong khi gia nhiệt [12].

+ *Màu sắc*: Các phép đo màu được xác định bằng máy đo màu cầm tay CR-400 (KONICA MINOLTA, Nhật Bản). Màu bề mặt bánh quy biểu thị bằng các giá trị L*, b* khi so sánh với màu trắng của tấm trắng tiêu chuẩn (L* của tấm tiêu chuẩn được sử dụng tại thời điểm này có giá trị là 93,74±0,01 và giá trị b là +1,48±0,04). Giá trị L* chỉ độ sáng của bánh và giá trị b* dương thường mô tả màu vàng từ đậm đến nhạt [12]. Mỗi mẫu sẽ được tiến hành đo 3 lần.

+ *Độ nở rộng của bánh quy (D/H)*: độ nở rộng của bánh được đánh giá thông qua việc đo chiều cao (H) và đường kính (D) bằng thước kẹp điện tử Vermier tại 5 vị trí khác nhau của 10 chiếc bánh quy chọn ngẫu nhiên ở mỗi lần lặp. Độ nở rộng được tính bằng cách chia đường kính cho chiều cao (D/H). Mỗi mẫu sẽ được thực hiện đo 3 lần [8].

+ *Thể tích bánh bông lan*: Đo lường thể tích bánh bông lan thông qua việc xác định đường kính (D) và chiều cao (H) bánh tính bằng cm. Thể tích được tính bằng công thức $V = \pi \cdot H \cdot R^2$. Với R là bán kính (D/2) [9].

Kết quả khảo sát là giá trị trung bình của 3 lần đo, mỗi lần đo được tiến hành trên 10 mẫu. Các chỉ tiêu chất lượng của bánh bông lan được xác định ở ngày 0, 1 và 2 ngày lưu trữ, các chỉ tiêu của bánh quy được xác định ở ngày 0, 4 và 7 ngày lưu trữ để xác định những biến đổi về tính chất có thể có.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu là trung bình của 3 lần lặp lại thí nghiệm. Kết quả được phân tích thống kê trên phần mềm Microsoft Excel và Statgraphics (Centurion XV-Manugistics Inc., Rockville, MD, Hoa Kỳ).

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỉ lệ đường thay thế lên cấu trúc, độ ẩm của bánh bông lan

Bảng 2. Ảnh hưởng của tỉ lệ đường thay thế đến cấu trúc của bánh bông lan

Các chỉ tiêu	Kí hiệu mẫu	Mẫu	Ngày 0	Ngày 1	Ngày 2
Độ cứng (N)	M ₀	0%	8,70 ± 0,02 ^{dA}	9,57 ± 0,23 ^{cB}	10,29 ± 0,01 ^{bC}
	M ₁	25%	7,99 ± 0,08 ^{cA}	8,25 ± 0,57 ^{bB}	8,40 ± 0,09 ^{aB}
	M ₂	50%	7,45 ± 0,08 ^{bA}	7,65 ± 0,04 ^{aA}	8,73 ± 0,35 ^{aB}
	M ₃	75%	7,10 ± 0,13 ^{aA}	10,53 ± 0,04 ^{dB}	12,64 ± 0,56 ^{cC}
	M ₄	100%	15,76 ± 0,13 ^{eA}	20,61 ± 0,30 ^{eB}	20,52 ± 0,39 ^{dB}
Độ đàn hồi (N/mm²)	M ₀	0%	0,30 ± 0,01 ^{bC}	0,25 ± 0,01 ^{bcB}	0,19 ± 0,02 ^{abA}
	M ₁	25%	0,34 ± 0,01 ^{cB}	0,30 ± 0,01 ^{cdAB}	0,27 ± 0,02 ^{cA}
	M ₂	50%	0,36 ± 0,01 ^{dA}	0,35 ± 0,05 ^{eA}	0,30 ± 0,02 ^{cA}

	M ₃	75%	0,30 ± 0,01 ^{ba}	0,22 ± 0,03 ^{abA}	0,22 ± 0,04 ^{ba}
	M ₄	100%	0,18 ± 0,00 ^{aA}	0,18 ± 0,00 ^{aA}	0,18 ± 0,03 ^{aA}
Độ ẩm (%)	M ₀	0%	17,5 ± 0,0 ^{cC}	17,0 ± 0,0 ^{cB}	16,3 ± 0,1 ^{cA}
	M ₁	25%	17,9 ± 0,1 ^{dB}	17,9 ± 0,1 ^{dB}	17,7 ± 0,0 ^{dA}
	M ₂	50%	18,2 ± 0,1 ^{eA}	18,1 ± 0,1 ^{eA}	17,9 ± 0,1 ^{eA}
	M ₃	75%	16,1 ± 0,1 ^{ba}	15,8 ± 0,1 ^{ba}	15,8 ± 0,1 ^{ba}
	M ₄	100%	15,7 ± 0,2 ^{aB}	15,2 ± 0,1 ^{aA}	14,9 ± 0,2 ^{aA}

* Ghi chú: a, b, c, d, e là các chữ ký hiệu các giá trị có sự khác biệt ($P < 0,05$) trong cùng một cột. A, B, C là các chữ ký hiệu các giá trị có sự khác biệt ($P < 0,05$) trong cùng một hàng.

Kết quả đo lường sự thay đổi về cấu trúc thông qua độ cứng, độ đàn hồi và độ ẩm của bánh bông lan được trình bày ở **Bảng 2**. Độ cứng của bánh bông lan ở các mẫu từ M₁ đến M₃ thấp đáng kể so với mẫu M₀ (đối chứng), riêng mẫu M₄ (thay thế 100% đường) có độ cứng cao đột biến. Xu hướng này tương tự ở các ngày 1 và ngày 2. Cùng với đó, độ đàn hồi của bánh bông lan biến đổi ngược lại so với độ cứng, giá trị mẫu M₁ và mẫu M₂ cao hơn so với mẫu M₀ tương ứng là 0,34 N/mm²; 0,36 N/mm² so với 0,3 N/mm², tuy nhiên mẫu M₄ và M₅ có giá trị thấp hơn so với mẫu M₀. Xu hướng kết quả này cũng tương tự như các nghiên cứu về việc thay thế đường trong bánh mì của Peng và cộng sự (2017) [13] và bánh mochi theo nghiên cứu của Dodson và Pepper (1985) [4] hay nghiên cứu của Kim và Chung (2007) [5].

Sự biến thiên về độ cứng và độ đàn hồi ở mẫu M₁, M₂, M₃ so với M₀ có thể là do ảnh hưởng bởi tính chất của đường thay thế - trehalose. Khả năng hình thành liên kết hydro mạnh của trehalose với nước và các chất khác có thể đã giúp duy trì tình trạng giữ nước của các nhóm chức khi nhiệt độ tăng, theo cách này trehalose ngăn chặn sự thất thoát nước trong quá trình chuyển pha của bột nhào ở giai đoạn nướng và làm nguội dẫn đến sự giảm về độ cứng và tăng độ đàn hồi của bánh [14], [15]. Hơn thế nữa, bản chất hút nước kém, dễ hòa tan của đường trehalose không làm cản trở sự phát triển của mạng gluten đã góp phần vào sự thay đổi độ cứng và độ đàn hồi của các mẫu M₁ đến M₄ và đặc biệt là sự tăng đột ngột về độ cứng ở mẫu M₄ [14], [16]. Kết quả thể hiện có sự liên hệ minh chứng với sự thay đổi của giá trị độ ẩm ở các mẫu khảo sát.

Xu hướng gia tăng độ cứng trong thời gian lưu trữ ở ngày đầu (ngày 0), ngày 1 và ngày 2 đều giống nhau ở các mẫu có thể là do sự thất thoát ẩm trong bánh (giá trị độ ẩm của bánh giảm qua các ngày bảo quản). Tuy nhiên, tốc độ tăng độ cứng của bánh có thay thế trehalose là ít hơn so với bánh không thay thế ở mẫu thay thế 25% đường và thay thế 50% đường, cùng với đó là độ đàn hồi của bánh giảm không đáng kể. Kết quả nghiên cứu cho thấy có mối tương quan tỷ lệ nghịch giữa độ cứng và độ đàn hồi của bánh). Kết quả này cũng trùng hợp với sự biến thiên về giá trị độ ẩm tương ứng. Độ ẩm của bánh bông lan ở các mẫu M₁ và mẫu M₂ đều có cùng xu hướng cao hơn đáng kể so với mẫu M₀ (18,18%; 17,89% so với 17,51% tương ứng) trong khi mẫu M₄ lại theo xu hướng thấp so với mẫu M₀ (15,73% so với 17,51% tương ứng) trong ngày đầu (ngày 0). Ở tỷ lệ thay thế cao 75% và 100%, sự hút ẩm thấp của đường đã tạo điều kiện cho gluten phát triển mạnh làm gia tăng độ cứng và giảm độ đàn hồi. Tuy nhiên, đặc tính vô cùng đặc biệt của đường trehalose là khi tiến hành thay thế hoàn toàn đường saccharose bằng đường trehalose trong bánh thì khả năng giữ ẩm kém, nhưng ổn định trong thời gian bảo quản. Điều đó làm ảnh hưởng một phần đến độ cứng và độ đàn hồi của bánh. Sau thời gian lưu trữ thì độ ẩm bánh có xu hướng giảm đi ở tất cả các mẫu. Tuy nhiên tốc độ giảm độ ẩm của bánh có thay thế bằng đường trehalose chậm hơn so với mẫu không thay thế ở tỉ lệ 25% và 50%. Kết quả này có thể được giải thích là do khả năng giữ ẩm của trehalose tốt hơn so với saccharose. Trehalose có đặc tính vật lý quan trọng của là nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh cao, mức cao nhất trong tất cả các disacarit [17]. Điều này cho phép trehalose duy trì một cấu trúc vô định hình mà không kết tinh lại trong mọi điều kiện [18]. Trạng thái vô định hình cho phép trehalose tạo thành một vỏ bọc xung quanh thành phần khác, do đó có khả năng bảo vệ, duy trì độ ẩm vì độ nhớt cao và tính di động phân tử thấp [19]. Điều này được nhận thấy rõ ràng qua kết quả nghiên cứu, bánh với các tỉ lệ thay thế trehalose

theo thời gian lưu trữ có độ ẩm giảm không đáng kể. Điều này tương tự với kết quả của Kang và cộng sự (2010), nghiên cứu chỉ ra rằng lượng trehalose bổ sung vào càng cao, độ ẩm càng cao và hạn chế mất ẩm do khả năng giữ ẩm tốt của trehalose [20].

Như vậy, khi xét kết quả của các thông số về độ cứng, độ đàn hồi và độ ẩm, bánh có mức thay thế 25% hoặc 50% đường trehalose bằng saccharose cho kết quả tốt hơn so với các mức khác.

3.2. Ảnh hưởng của tỉ lệ đường thay thế đến màu sắc, thể tích của bánh bông lan

Bảng 3. Ảnh hưởng của tỉ lệ đường thay thế đến thể tích và màu bánh bông lan

Các chỉ tiêu	Kí hiệu mẫu	Mẫu	Ngày 0
Thể tích (cm ³)	M ₀	0%	156 ± 7 ^{ab}
	M ₁	25%	167 ± 4 ^{bc}
	M ₂	50%	180 ± 1 ^c
	M ₃	75%	159 ± 10 ^{ab}
	M ₄	100%	144 ± 9 ^a
L*	M ₀	0%	74,8 ± 0,5 ^a
	M ₁	25%	76,7 ± 0,9 ^b
	M ₂	50%	79,0 ± 0,8 ^c
	M ₃	75%	80,1 ± 0,2 ^c
	M ₄	100%	84,0 ± 0,3 ^d
b*	M ₀	0%	35,9 ± 0,3 ^c
	M ₁	25%	33,4 ± 0,9 ^b
	M ₂	50%	30,7 ± 0,6 ^a
	M ₃	75%	30,6 ± 0,5 ^a
	M ₄	100%	29,1 ± 2,4 ^a

* Ghi chú: a, b, c, d e là các chữ ký hiệu các giá trị có sự khác biệt ($P < 0,05$) trong cùng một cột.

Kết quả đo lường sự thay đổi về màu sắc của bánh bông lan được thể hiện qua **Bảng 3**. Giá trị L^* của các mẫu M₁ đến M₄ cao hơn đáng kể so với mẫu M₀ (76,7 - 84,03 so với 74,81). Giá trị b^* của các mẫu M₁ đến M₄ giảm đáng kể so với mẫu đối chứng M₀ (33,4 - 29,12 so với 35,89). Độ sáng tăng rõ rệt khi gia tăng tỷ lệ thay thế đường saccharose bằng trehalose. Hơn nữa, trehalose không dễ xảy ra phản ứng tạo caramel [21] khi nướng nên tỉ lệ thay thế đường saccharose bằng trahalose càng cao thì bánh bông lan sáng hơn và màu càng nhạt dần.

Khi tiến hành xử lý thống kê, độ đàn hồi và thể tích của bánh bông lan có mối quan hệ tương quan với nhau và kết quả thể hiện tốt hơn so với mẫu không thay thế. Cụ thể, mẫu M₁ và mẫu M₂ là 167,38 cm³ và 180,01 cm³ so với 155,71 cm³ của mẫu M₀. Mẫu M₄ có thể tích giảm so với mẫu M₀ (143,88 cm³ so với 155,71 cm³ tương ứng) trong ngày đầu, điều này có thể là do khi đường saccharose bị thay thế bằng trehalose ở tỉ lệ 100% đã làm khung gluten phát triển mạnh, bánh không nổi lớn và do đó ảnh hưởng đến thể tích và cấu trúc của bánh.

Kết hợp xem xét tổng thể các tính chất đặc trưng của bánh bông lan, các kết quả chỉ ra rằng tỷ lệ thay thế đường saccharose bằng trehalose có ảnh hưởng lớn đến các chỉ số thể hiện chất lượng của bánh bông lan

như thể tích, độ đàn hồi, khả năng duy trì độ ẩm (độ tươi) và giá trị khuyến cáo tốt nhất sử dụng trehalose trong công thức là 25%.

3.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ đường thay thế lên cấu trúc và độ ẩm của bánh quy

Bảng 4. Ảnh hưởng của tỉ lệ đường thay thế đến cấu trúc, độ ẩm của bánh quy

Các chỉ tiêu	Kí hiệu mẫu	Mẫu	Ngày 1	Ngày 4	Ngày 7
Độ cứng (N)	M ₀	0%	27,1 ± 0,3 ^{aC}	23,9 ± 0,3 ^{aB}	20,2 ± 0,1 ^{aA}
	M ₁	25%	29,5 ± 0,6 ^{bB}	28,2 ± 0,3 ^{eAB}	27,6 ± 2,1 ^{bA}
	M ₂	50%	34,8 ± 0,6 ^{dA}	33,8 ± 0,5 ^{dA}	33,6 ± 1,2 ^{eA}
	M ₃	75%	31,1 ± 0,6 ^{cA}	30,6 ± 0,2 ^{dA}	30,3 ± 0,1 ^{dA}
	M ₄	100%	29,7 ± 0,3 ^{bA}	29,5 ± 0,2 ^{cA}	29,1 ± 0,4 ^{cA}
Độ giòn (N)	M ₀	0%	17,0 ± 1,3 ^{aC}	13,6 ± 0,1 ^{aB}	10,0 ± 0,1 ^{aA}
	M ₁	25%	20,2 ± 0,5 ^{bB}	20,5 ± 0,2 ^{cAB}	19,5 ± 0,1 ^{cA}
	M ₂	50%	27,0 ± 0,6 ^{dA}	26,7 ± 0,4 ^{eA}	25,8 ± 0,2 ^{eA}
	M ₃	75%	23,7 ± 0,3 ^{cB}	22,8 ± 0,3 ^{dA}	22,1 ± 0,0 ^{dA}
	M ₄	100%	19,8 ± 0,5 ^{bA}	19,2 ± 0,1 ^{bA}	18,9 ± 0,2 ^{bA}
Độ ẩm (%)	M ₀	0%	2,92 ± 0,01 ^{dA}	3,07 ± 0,01 ^{eB}	3,13 ± 0,03 ^{eC}
	M ₁	25%	2,87 ± 0,02 ^{dA}	2,89 ± 0,03 ^{dA}	2,92 ± 0,02 ^{dA}
	M ₂	50%	2,58 ± 0,01 ^{aA}	2,59 ± 0,01 ^{aA}	2,60 ± 0,01 ^{aA}
	M ₃	75%	2,71 ± 0,02 ^{bA}	2,73 ± 0,04 ^{bA}	2,78 ± 0,01 ^{bA}
	M ₄	100%	2,78 ± 0,03 ^{cA}	2,82 ± 0,03 ^{cA}	2,86 ± 0,01 ^{cA}

* Ghi chú: a, b, c, d, e là các chữ ký hiệu các giá trị có sự khác biệt ($P < 0,05$) trong cùng một cột. A, B, C là các chữ ký hiệu các giá trị có sự khác biệt ($P < 0,05$) trong cùng một hàng.

Kết quả đo lường sự thay đổi về độ cứng, độ giòn và độ ẩm của bánh quy khi tăng dần tỷ lệ trehalose sử dụng để thay thế saccharose được thể hiện qua **Bảng 4**. Độ cứng và độ giòn của bánh quy ở các mẫu M₁ đến M₂ đều có cùng xu hướng cao hơn đáng kể so với mẫu M₀ (độ cứng: 29,51 N; 34,83 N so với 27,07 N, độ giòn: 20,23 N; 26,98 N so với 17,03 N, tương ứng), sau đó giảm dần từ mẫu M₂ đến M₄ (độ cứng: 34,83 N so với 29,71 N, độ giòn: 26,98 N so với 19,76 N). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Kim và Noh (2008) khi sử dụng trehalose trong bánh gạo [22], cũng như Jothi và cộng sự (2020) đối với các mẫu thực phẩm chiên có độ ẩm thấp được lưu trữ [23]. Kết quả của sự thay đổi trên đây có thể là do khi bánh nướng trải qua quá trình gia nhiệt rồi làm nguội, đường xảy ra hiện tượng kết tinh, kết quả dẫn đến độ cứng, độ giòn thay đổi. Trehalose có khả năng hạn chế sự kết tinh so với saccharose. Đồng thời, trạng thái kết tinh của trehalose là vô định hình. Do vậy, bánh sẽ có kết cấu chặt hơn dẫn đến làm tăng độ cứng, giòn của mẫu thay thế dưới 40% [22]. Ở nồng độ cao hơn (>75%), trehalose làm chậm quá trình kết tinh của đường saccharose nên mẫu bánh quy được thay thế đường trehalose với tỉ lệ 75% - 100% có độ cứng giảm, bánh mềm hơn. Xu hướng này cũng được tìm thấy trong nghiên cứu về khả năng kết tinh đường

khi bổ sung trehalose trong kẹo [24]. Độ cứng có ảnh hưởng đến độ giòn của bánh, hai đặc điểm tính chất kết cấu này có mối quan hệ với nhau. Trong thí nghiệm này, tỉ lệ thay thế 50% bằng đường trehalose có khả năng cải thiện độ cứng và độ giòn tốt hơn so với mẫu không thay thế đường và các mẫu còn lại.

Độ ẩm của bánh quy có mối quan hệ tỉ lệ nghịch với độ cứng bánh quy. Từ mẫu M₀ đến M₂ có xu hướng giảm ẩm (2,92% so với 2,87%; 2,58%) và sau đó tăng ngược trở lại ở mẫu M₂ đến M₄ (2,58% so với 2,71%; 2,78%). Kết quả này liên quan đến khả năng hút ẩm thấp và giữ ổn định độ ẩm rất tốt của trehalose ở trạng thái khô.

Xét kết quả về độ cứng, độ giòn và độ ẩm theo 1, 4 và 7 ngày lưu trữ thì mẫu M₂ tương ứng với tỷ lệ đường thay thế 50% cho kết quả thể hiện tốt hơn, có lợi cho tính chất của bánh quy. Đường trahalose có tính chất hút ẩm thấp và duy trì độ ổn định cao ngay cả khi độ ẩm tương đối của môi trường thay đổi và lên tới 97%. Do vậy, so với đường saccharose, trehalose ổn định hơn nhiều khi lưu trữ các loại bánh khô theo thời gian. Khuyến hướng tăng ẩm qua 4 đến 7 ngày lưu trữ đối với các mẫu thay thế đường thì tốc độ tăng ẩm chậm hơn và gần như không khác biệt (theo kết quả xử lý thống kê), điều đó có thể do khả năng duy trì kết cấu vốn có và độc đáo của trehalose. Kết quả trên đây cho thấy rằng tỷ lệ thay thế trehalose có tác động đáng kể đến cấu trúc, khả năng duy trì độ ổn định về độ ẩm của bánh quy. Giá trị khuyến cáo cho việc sử dụng thay thế đường trehalose tốt nhất ở mức dưới 50%.

3.4. Ảnh hưởng của tỉ lệ đường thay thế đến độ nở rộng và màu sắc của bánh quy

Bảng 5. Ảnh hưởng của tỉ lệ đường thay thế đến độ nở rộng và màu của bánh quy

Các chỉ tiêu	Kí hiệu mẫu	Mẫu	Ngày 1
Độ nở rộng (D/H)	M ₀	0%	5,49 ± 0,01 ^e
	M ₁	25%	5,32 ± 0,01 ^e
	M ₂	50%	5,17 ± 0,01 ^c
	M ₃	75%	4,98 ± 0,02 ^b
	M ₄	100%	4,75 ± 0,02 ^a
L*	M ₀	0%	64,9 ± 0,5 ^a
	M ₁	25%	68,5 ± 1,0 ^b
	M ₂	50%	70,3 ± 0,4 ^c
	M ₃	75%	71,7 ± 0,9 ^d
	M ₄	100%	73,9 ± 0,6 ^e
b*	M ₀	0%	40,0 ± 0,7 ^d
	M ₁	25%	38,4 ± 0,7 ^c
	M ₂	50%	37,0 ± 0,5 ^b
	M ₃	75%	35,5 ± 0,3 ^a
	M ₄	100%	35,1 ± 1,1 ^a

* Ghi chú: a, b, c, d e là các chữ ký hiệu các giá trị có sự khác biệt ($P < 0,05$) trong cùng một cột.

Đối với giá trị độ nở rộng, xu hướng giảm dần đáng kể được thể hiện qua các mẫu từ M'_0 đến M'_4 (tương ứng 5,49; 5,32; 5,17; 4,98; 4,75). Tỷ lệ thay thế đường càng cao thì đường kính bánh càng nhỏ, chiều cao của bánh có sự thay đổi không đáng kể vì vậy độ nở rộng của bánh phụ thuộc vào đường kính của bánh. Độ nở rộng giảm lần lượt từ mẫu M_0 đến M_4 có thể là do ở nồng độ cao thì độ hút ẩm và hòa tan của trehalose kém hơn so với saccharose đã làm ảnh hưởng đến độ nở từ đó có thể ảnh hưởng đến độ trải rộng của bánh [25]. Ngoài ra, sự giảm đường kính này cũng có thể do khả năng hút ẩm kém của trehalose đã hỗ trợ sự phát triển mạng gluten, cấu tạo chặt dẫn đến hiện tượng thu hẹp đường kính bánh [26]. Xu hướng kết quả về sự giảm chiều rộng và độ dày của bánh quy này cũng được xác định trong nghiên cứu của Shafiq (1999) và Siddique (1995) [27], [28]

Kết quả đo lường sự thay đổi về màu sắc bánh quy được thể hiện qua **Bảng 5**. Giá trị L^* của các mẫu M'_1 đến M'_4 tăng đáng kể so với mẫu M'_0 (68,5 - 73,94 so với 64,91). Giá trị b^* của các mẫu M'_1 đến M'_4 giảm đáng kể so với mẫu M_0 ngày 1 (38,4 - 35,1 so với 40,0). Xu hướng thay đổi giá trị màu sắc của bánh quy giống với bông lan và nguyên nhân được xác định là tương tự như kết quả thể hiện trên bánh bông lan do 2 phản ứng Mailar và caramel không xảy ra ở nhiệt độ nướng.

Như vậy, cấu trúc, độ ẩm, màu sắc và độ nở rộng của bánh quy thay đổi khi tỷ lệ thay thế đường saccharose bằng trehalose thay đổi. Ở nồng độ thay thế dưới 50%, kết quả thể hiện tốt nhất ở các tính chất đặc trưng. Điều đó cho thấy trehalose có tác động tốt lên dòng bánh khô ở độ giòn, độ cứng và khả năng duy trì độ ổn định về độ ẩm qua thời gian lưu trữ trong vùng khảo sát. Tuy nhiên trehalose cũng có ảnh hưởng không tốt đến độ nở rộng của bánh quy.

4. KẾT LUẬN

Trehalose có ảnh hưởng tốt đến các tính chất đặc trưng của bánh bông lan bao gồm: thể tích, độ ẩm, độ cứng, độ đàn hồi, màu sắc so với mẫu không thay thế. Đối với bánh bông lan, khi saccharose được thay thế bằng trehalose với tỷ lệ thấp, độ cứng của bánh giảm nhưng độ đàn hồi, độ ẩm và thể tích bánh tăng đáng kể; các chỉ tiêu chất lượng ổn định với tỷ lệ giảm thấp hơn so với bánh không được thay thế sau 3 ngày bảo quản. Tỷ lệ khuyến cáo sử dụng tốt nhất cho bánh bông lan là 25% đường thay thế. Với tỷ lệ này, bánh có màu sắc vàng sáng, độ tươi được duy trì, cấu trúc ít thay đổi qua 1 hoặc 2 ngày lưu trữ.

Đối với bánh quy, các tính chất đặc trưng bao gồm màu sắc, độ cứng, độ giòn, độ ẩm và độ nở rộng bị thay đổi khi gia tăng tỷ lệ đường thay thế trehalose. Sử dụng đường thay thế trehalose trong bánh quy làm tăng độ cứng, độ giòn trong khi làm giảm độ nở rộng. Độ ẩm của bánh giảm đáng kể và duy trì ổn định với tỷ lệ giảm thấp hơn so với bánh không sử dụng đường thay thế sau 7 ngày bảo quản, giúp cải thiện độ giòn và độ cứng của bánh quy. Tỷ lệ đường thay thế nhỏ hơn 50% sẽ cho kết quả tốt hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] I. Davidson, "Chapter 16 - Ingredients for Biscuits: An Introduction," Iain Davidson, Ed. Academic Press, 2019, pp. 165–172.
- [2] I. Pasha, M. BUTT, F. Anjum, and N. SHEHZADI, "Effect of Dietetic Sweeteners on the Quality of Cookies," Int. J. Agric. Biol., vol. 4, Jan. 2002.
- [3] Ada report, "Position of the American Dietetic Association: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners," 2004. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jada.2003.12.001>.
- [4] A. G. Dodson and T. Pepper, "Confectionery technology and the pros and cons of using non-sucrose sweeteners," Food Chem., vol. 16, no. 3, pp. 271–280, 1985, doi: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(85\)90121-9](https://doi.org/10.1016/0308-8146(85)90121-9).
- [5] S. Kim and H.-Y. Chung, "The Texture and Descriptive Sensory Characteristics of a Korean Rice Cake(Karedduk) with Added Emulsifier," Korean J. Food Nutr., vol. 20, Jan. 2007.
- [6] J. Zhou, Y. Peng, and N. Xu, "Effect of Trehalose on Fresh Bread and Bread Staling," Cereal Foods World, vol. 52, pp. 313–316, 2007.
- [7] E. B. Bennion and G. S. Bamford, The Technology of Cake Making. Springer New York, NY, 1997.
- [8] H. Khouryieh and F. Aramouni, "Physical and sensory characteristics of cookies prepared with flaxseed flour.," J. Sci. Food Agric., vol. 92, no. 11, pp. 2366–2372, Aug. 2012, doi: 10.1002/jsfa.5642.
- [9] W. Seibel, "Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 8th Edition (Standardmethoden der amerikanischen Gesellschaft für Getreidechemiker, 8. Ausgabe). Approved Methods Committee American

- Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul/Minnesota, ” Starch - Stärke, vol. 41, no. 11, p. 443, Jan. 1989, doi: <https://doi.org/10.1002/star.19890411114>.
- [10] E. Gallagher, S. Kenny, and E. K. Arendt, “Impact of dairy protein powders on biscuit quality,” *Eur. Food Res. Technol.*, vol. 221, no. 3, pp. 237–243, 2005, doi: 10.1007/s00217-005-1140-5.
- [11] B. Pareyt, E. Wilderjans, H. Goesaert, K. Brijs, and J. A. Delcour, “The role of gluten in a sugar-snap cookie system: A model approach based on gluten–starch blends,” *J. Cereal Sci.*, vol. 48, no. 3, pp. 863–869, 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.06.011>.
- [12] H. Mamat and S. E. Hill, “Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit,” *J. Food Sci. Technol.*, vol. 51, no. 9, pp. 1998–2005, Sep. 2014, doi: 10.1007/s13197-012-0708-x.
- [13] B. Peng, Y. Li, S. Ding, and J. Yang, “Characterization of textural, rheological, thermal, microstructural, and water mobility in wheat flour dough and bread affected by trehalose,” *Food Chem.*, vol. 233, pp. 369–377, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.foodchem.2017.04.108.
- [14] F. Ronda, M. Gómez, C. A. Blanco, and P. A. Caballero, “Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes,” *Food Chem.*, vol. 90, no. 4, pp. 549–555, 2005, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.023>.
- [15] A. Patist and H. Zoerb, “Preservation mechanisms of trehalose in food and biosystems,” *Colloids Surf. B. Biointerfaces*, vol. 40, no. 2, pp. 107–113, Feb. 2005, doi: 10.1016/j.colsurfb.2004.05.003.
- [16] S. Martínez-Cervera, T. Sanz, A. Salvador, and S. M. Fiszman, “Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose,” *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 45, no. 2, pp. 213–220, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.08.001>.
- [17] L. M. Crowe, D. S. Reid, and J. H. Crowe, “Is trehalose special for preserving dry biomaterials?,” *Biophys. J.*, vol. 71, no. 4, pp. 2087–2093, Oct. 1996, doi: 10.1016/S0006-3495(96)79407-9.
- [18] F. Sussich, C. Skopec, J. Brady, and A. Cesàro, “Reversible dehydration of trehalose and anhydrobiosis: from solution state to an exotic crystal?,” *Carbohydr. Res.*, vol. 334, no. 3, pp. 165–176, 2001, doi: [https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(01\)00189-6](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(01)00189-6).
- [19] N. K. Jain and I. Roy, “Effect of trehalose on protein structure,” *Protein Sci.*, vol. 18, no. 1, pp. 24–36, Jan. 2009, doi: 10.1002/pro.3.
- [20] H.-J. Kang, S.-H. Kim, and J.-K. Lim, “Effect of Trehalose on Moisture and Texture Characteristics of Instant Baekseolgi Prepared by Microwave Oven,” *Korean J. Food Sci. Technol.*, vol. 42, Jan. 2010.
- [21] S. González-Mateo, M. L. González-Sanjosé, and P. Muñoz, “Presence of Maillard products in Spanish muffins and evaluation of colour and antioxidant potential,” *Food Chem. Toxicol. an Int. J. Publ. Br. Ind. Biol. Res. Assoc.*, vol. 47, no. 11, pp. 2798–2805, Nov. 2009, doi: 10.1016/j.fct.2009.08.015.
- [22] H.-Y. Kim and K.-S. Noh, “Effect of Trehalose on the Shelf-Life of Backsulgies,” *Korean J. Food Cook. Sci.*, vol. 24, pp. 912–918, 2008.
- [23] J. S. Jothi, T. N. D. Le, and K. Kawai, “Effects of trehalose and corn starch on the mechanical glass transition temperature and texture properties of deep-fried food with varying water and oil contents,” *J. Food Eng.*, vol. 267, p. 109731, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109731>.
- [24] K. D. Roe and T. P. Labuza, “Glass Transition and Crystallization of Amorphous Trehalose-sucrose Mixtures,” *Int. J. Food Prop.*, vol. 8, no. 3, pp. 559–574, Sep. 2005, doi: 10.1080/10942910500269824.
- [25] K. Kulp, K. Lorenz, and M. Stone, “Functionality of carbohydrate ingredients in bakery products,” *Food Technol.*, vol. 45, pp. 136–142, 1991.
- [26] L. S. Taylor and P. York, “Characterization of the Phase Transitions of Trehalose Dihydrate on Heating and Subsequent Dehydration,” *J. Pharm. Sci.*, vol. 87, no. 3, pp. 347–355, 1998, doi: <https://doi.org/10.1021/js970239m>.
- [27] M. Shafiq, “Effect of different sweeteners on the quality of biscuits,” *Univ. Agri., Faisalabad–Pakistan*, 1999.
- [28] M. A. Siddique, “Effect of artificial sweeteners on the quality of cakes and Biscuits,” *Univ. Agri. Faisalabad–Pakistan*, 1995.

THE EFFECTS OF REPLACEMENT OF SACCHAROSE WITH TREHALOSE ON THE CHARACTERISTICS OF SPONGE CAKES AND COOKIES

NGUYEN THI MAI HUONG, TRUONG HOANG DUY *

Institute of Biotechnology and Food technology, Industrial University of Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh City, Viet Nam

**Corresponding author: truonghoangduy@iuh.edu.vn*

Abstract. Cookies and sponge cakes serve as representative examples of popular dry and moist cakes, widely chosen by various consumer groups. The properties of cookies, such as crispness, color, expansion, and moisture, exhibit variations when sucrose are replaced by low energy alternative sugars. Meanwhile, maintaining the volume, moisture, softness, and color of sponge cakes over a 3-day storage period is noteworthy. The aim of this study is to evaluate the effects of replacing saccharose with trehalose at ratios of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% in the cake formulation. The characteristic attributes of cookies and sponge cakes, including color, moisture, hardness, crispness, diameter-to-thickness ratio, and volume for cookies, as well as moisture, color, hardness, elasticity, and volume for sponge cakes, were determined. The results indicate that substituting saccharose with trehalose at less than 50% improved hardness and crispness for cookies and less than 25% improved hardness, elasticity, and volume for sponge cakes after 3 days of storage period. In the case of cookies, a higher substitution ratio showed a greater influence on the diameter-to-thickness ratio. Both types of cakes display lighter colors as the substitution ratio increases. The changes in moisture content and moisture retention capacity in cookies and sponge cakes were confirmed at various substitution ratio of saccharose with trehalose during the storage period. Consequently, it can be concluded that the effect of replacing saccharose with trehalose for fresh and dried cakes was different. The significant improvement in the characteristic properties of the cakes was achieved by substituting 50% saccharose by trehalose for cookies and 25% saccharose by trehalose for sponge cakes.

Keywords. trehalose, sponge cakes, cookies, texture properties, alternative ability.

Ngày nhận bài: 07/06/2023

Ngày chấp nhận đăng: 08/09/2023