TỐI ƯU HÓA ĐIỀU KIỆN TIỆT TRÙNG CHO SẢN PHẨM SỮA HẠT ĐIỀU ĐÓNG LON

Mạc Xuân Hòa*, Nguyễn Thị Thảo Minh
Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM
*Email: *hoamx@cntp.edu.vn*
Ngày nhận bài: 24/10/2018; Ngày chấp nhận đăng: 05/12/2018

TÓM TẮT

Điều kiện tiệt trùng (nhiệt độ và thời gian) của sản phẩm sữa hạt điều đóng lon được khảo sát bằng phương pháp quy hoạch nhân tố. Ở các công thức tiệt trùng, thời gian tiệt trùng hiệu quả thực tế (F_{tt}) được tính toán với vi sinh vật mục tiêu là *Clostridium botulinum*. Kết quả phân tích hồi quy cho thấy F_{tt} có mối quan hệ với điều kiện tiệt trùng theo mô hình hồi quy tuyến tính bội với hệ số $R^2 = 0,951$. Giá trị mục tiêu của F_{tt} được tính toán theo đề xuất của Nguyễn Trọng Cẩn và cộng sự dựa trên thời gian tiệt trùng hiệu quả lý thuyết (F_c). Điều kiện tối ưu được dự đoán bằng phần mềm JMP 10; theo đó, nhiệt độ và thời gian tiệt trùng tối ưu lần lượt bằng 115 °C và 3,2 phút. Kết quả kiểm tra lại điều kiện tối ưu cho $F_{tt} = 3,34$; kết quả kiểm tra vi sinh vật mục tiêu *Clostridium botulimun* cho kết quả âm tính, các chỉ tiêu vi sinh khác đều cho kết quả < 1 CFU/mL; điều này cho thấy điều kiện tiệt trùng tối ưu đã đảm bảo được mức độ vô trùng cần thiết. Ngoài ra, sản phẩm có mức độ ưa thích chung cao với điểm trung bình là $7,55 \pm 0,83$; cao hơn mức điểm chấp nhận tối thiểu 6 điểm.

Từ khóa: Sữa hạt điều, quy hoạch nhân tố, tiệt trùng, thời gian tiệt trùng hiệu quả, vi sinh vật mục tiêu.

1. MỞ ĐẦU

Thực phẩm đóng hộp có tính đặc thù là thời gian bảo quản dài để giúp thuận tiện cho việc phân phối và lưu trữ. Để đảm bảo điều này, các quá trình bảo quản thường được áp dụng để đảm bảo độ an toàn cho sản phẩm. Quá trình tiệt trùng bằng nhiệt là phương pháp truyền thống được sử dụng rộng rãi để đảm bảo độ an toàn cho thực phẩm. Dưới tác dụng của nhiệt, vi sinh vật và enzyme gây hư hỏng bị tiêu diệt nhằm kéo dài thời hạn bảo quản sản phẩm, trong đó, enzyme thường kém bền nhiệt nên vi sinh vật mới là mục tiêu của tiệt trùng.

Hai thông số cơ bản của một chế độ tiệt trùng là nhiệt độ và thời gian. Tuy nhiên, nhiệt độ của phần thực phẩm tại tâm hộp thường không được duy trì ở một giá trị cố định trong suốt quá trình tiệt trùng; mà thay đổi tùy theo 03 giai đoạn: nâng nhiệt, giữ nhiệt và hạ nhiệt. Khả năng tiêu diệt vi sinh vật ở các giai đoạn này cũng khác nhau nên dẫn đến khó khăn trong việc tính toán và đánh giá hiệu quả của chế độ tiệt trùng [1]. Do đó, để đảm bảo hiệu quả, chế độ tiệt trùng cần được tính toán dựa trên cơ sở khoa học. Phương pháp tính toán được đề xuất bởi Bigelow và cộng sự được xem là phương pháp "nguồn cuội" trong tính toán chế độ tiệt trùng [1]. Theo đó, hiệu quả của quá trình được đánh giá thông qua thời gian hiệu quả của chế độ tiệt trùng (giá trị F). Giá trị F được tính toán dựa trên cơ sở quy đổi thời gian ở các nhiệt độ khác nhau của tâm hộp về tương đương với thời gian tiêu diệt vi sinh vật ở nhiệt độ quy chuẩn. Đối với các sản phẩm đồ hộp có pH trên 4,6 như sữa hạt điều thì bào tử yếm khí của *Clostridium botulinum* thường được chọn là vi sinh vật mục tiêu; tương

ứng với nhiệt độ tiêu chuẩn quy ước là 121,1 °C. *Clostridium botulinum* có độc tố với độc tính cao và khả năng chịu nhiệt tốt.

Ở nghiên cứu này, chế độ tiệt trùng tối ưu được xác định cho sản phẩm sữa hạt điều bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm. Ngoài ra, mức độ vô trùng, tính chất cảm quan của sản phẩm ở chế độ tiệt trùng tối ưu cũng được kiểm tra để đánh giá hiệu quả của quá trình.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu và thiết bị

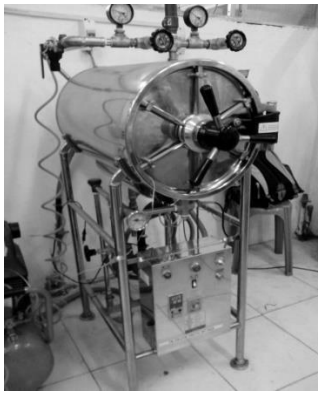
2.1.1. Vật liệu

Nhân hạt điều vỡ tư LP (Large pieces, lọt qua sàng đường kính 8 mm và giữ lại trên sàng đường kính 4,75 mm) đã bóc vỏ được cung cấp bởi Công ty Cổ phần Sơn Thành, Đồng Xoài, Bình Phước. Nước dùng cho ăn uống, phù hợp với QCVN 01:2009/BYT. Đường tinh luyện Biên Hòa (độ tinh khiết 99,8%). GMS (E471) và xanthan gum (E415) có chất lượng phù hợp với Quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam, được cung cấp bởi Công ty TNHH Hướng Đi - Quận Tân Bình, TP.HCM. Hộp sắt tây tráng vecni cỡ lon 307D × 113H của Công ty Tovecan.

Các loại hóa chất dùng trong phân tích do Công ty Xilong (Trung Quốc) sản xuất.

2.1.2. Thiết bị tiệt trùng

Thiết bị tiệt trùng nằm ngang do Đài Loan sản xuất, dung tích 160 lít, áp suất hơi tối đa 2,5 bar, nhiệt độ thiết kế 140 °C, kích thước buồng ϕ400 × 800 mm.



Hình 1. Thiết bị tiệt trùng nằm ngang dùng trong nghiên cứu

2.2. Phương pháp sản xuất sữa hạt điều

Hạt điều được rang bằng vi sóng ở 460 W trong 8 phút (50 g/mẻ, lò vi sóng Sharp 800 W) và được nghiền trong 3 phút (máy xay Elextrolux, công suất 400 W). Tiếp theo, bột nghiền được trộn với nước, đường tinh luyện (60 g bột điều nghiền, 60 g đường tinh luyện trộn với 1 lít nước), 0,3% chất ổn định E415, 0,3% chất nhũ hóa E471 và được đồng nhất hóa ở 10000 vòng/phút trong 10 phút (Ultra-Turrax homogenizer, hãng Staufen, CHLB Đức). Sau khi được lọc qua rây có kích thước lỗ 0,1 mm và qua một lớp vải trắng, quá trình đồng hóa được thực hiện ở 60 °C trên thiết bị đồng hóa 2 cấp (hãng APV, Đan Mạch); áp suất đồng hóa tổng bằng 250 bar (200 bar ở cấp 1; 50 bar ở cấp 2). Sữa hạt điều được chiết rót nóng (85 °C) vào hộp và được tiệt trùng theo các phương án trong kế hoạch thực nghiệm. Khi tiệt trùng, nhiệt độ tâm của 01 lon sản phẩm ở vị trí trung tâm thiết bị được theo dõi 1 phút/lần

trong suốt quá trình bằng đầu đo nhiệt độ không dây (EBI 11-P100, hãng EBRO, CHLB Đức).

2.3. Phương pháp nghiên cứu quá trình tiệt trùng

Dựa trên kết quả nghiên cứu sơ bộ trước đó (kết quả không được báo cáo), nhiệt độ hơi bão hòa được cài đặt trên thiết bị (gọi tắt gọi là nhiệt độ) và thời gian giữ nhiệt (gọi tắt là thời gian) được khảo sát đồng thời ở 03 mức lần lượt bằng 115 °C, 121 °C, 125 °C và 2 phút, 3 phút, 4 phút. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm kiểu 3^2 với 09 công thức thí nghiệm (Bảng 1). Mỗi điều kiện thí nghiệm được lặp lại 3 lần (n = 3). Ở mỗi điều kiện tiệt trùng, giá trị F_{tt} được tính toán dựa vào nhiệt độ tâm của lon sản phẩm với vi sinh vật mục tiêu là *Clostridium botulinum*.

Bảng 1. Thời gian tiệt trùng hiệu quả thực tế (F_{tt}) ở các điều kiện tiệt trùng khác nhau

Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	F_{tt} (phút)
115	2	2,18 ± 0,01
121	2	6,43 ± 0,18
125	2	15,85 ± 0,19
115	3	3,66 ± 0,02
121	3	8,96 ± 0,09
125	3	18,93 ± 0,25
115	4	3,82 ± 0,06
121	4	9,89 ± 0,02
125	4	20,42 ± 0,08

2.4. Phương pháp tính toán thời gian hiệu quả của chế độ tiệt trùng (F)

2.4.1. Tính toán thời gian tiệt trùng hiệu quả lý thuyết (F_c)

Thời gian tiệt trùng hiệu quả lý thuyết (F_c) được tính toán theo đề xuất của Nguyễn Trọng Cẩn và Nguyễn Lệ Hà [1]. Theo đó, F_c được tính dựa trên mức độ vô trùng mong muốn và hằng số D của *Clostridium botulinum*; trong đó, D là thời gian cần thiết để tiêu diệt 90% lượng vi sinh vật ở môi trường xác định. Với mức độ vô trùng mong muốn là cứ 10^{12} hộp sữa hạt điều mới có một bào tử *Clostridium botulinum;* khi đó, $F_c = 12 \times D$. Hằng số D phụ thuộc vào pH của thực phẩm, sữa hạt điều có tính axit yếu với pH 6,1 nên chọn D = 0,21. Vậy $F_c = 2,52$.

2.4.2. Tính toán thời gian tiệt trùng hiệu quả thực tế (F_{tt})

Thời gian tiệt trùng hiệu quả thực tế (F_{tt}) được tính toán theo phương pháp Bigelow theo mô tả của Nguyễn Trọng Cẩn và cộng sự [1]. Công thức tính F_{tt} như dưới đây.

$$F_{tt} = \int_a^b \frac{1}{10^{\frac{121,1-T}{z}}}.dt = \int_a^b K_{F_i}.dt$$

Trong đó: a-b là khoảng thời gian tiệt trùng (phút), T là nhiệt độ tại tâm hộp tại thời điểm bất kỳ (°C), z = 10: hằng số bền nhiệt của *Clostridium botulinum* (°C), t là thời gian tác dụng lên vi sinh vật ở nhiệt độ xác định (phút), K_F là hệ số chuyển đổi.

Chế độ tiệt trùng đạt yêu cầu khi $F_c \leq F_{tt} \leq 1,5 \times F_c$ hay $2,52 \leq F_{tt} \leq 3,78$.

2.5. Phương pháp phân tích

Các phân tích chất lượng sau đây được áp dụng cho sữa hạt điều được tiệt trùng ở điều kiện tối ưu để đánh giá chất lượng và mức vô trùng của sản phẩm.

2.5.1. Thành phần hóa học của sữa hạt điều

Hàm lượng béo được xác định theo phương pháp khối lượng (TCVN 6508:2007). Hàm lượng protein tổng được xác định theo phương pháp Kjeldahl (TCVN 8099-1:2015). Hàm lượng carbohydrate được xác định bằng phương pháp khối lượng theo U.S FDA 21 CFR 101.9. Hàm lượng axit tổng (g/L) được xác định theo phương pháp chuẩn độ bằng NaOH 0,1N theo AOAC 981.12. Hàm lượng đường tổng tính theo glucose (g/100g) xác định theo phương pháp được mô tả ở AOAC 981.18. Hàm lượng chất khô tổng được xác định bằng phương pháp khối lượng theo TCVN 8082:2013.

2.5.2. Đánh giá cảm quan

Mức độ ưa thích được đánh giá trên thang điểm thị hiếu Hedonic từ 1-9 (1: cực kỳ ghét; 5: không thích, không ghét; 9: cực kỳ thích) với các tiêu chí về màu sắc, mùi hương, vị, trạng thái và mức độ ưa thích chung. Hội đồng thử gồm 30 thành viên là những người được đào tạo và quen thuộc với phân tích cảm quan, là giảng viên và sinh viên ngành công nghệ thực phẩm Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Tp.HCM. Mức điểm cảm quan 6 điểm được chọn là mức chấp nhận tối thiểu đối với sản phẩm mới [2].

2.5.3. Phương pháp kiểm tra vi sinh

Mẫu được kiểm tra tại Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng 3 (QUATEST 3). Thời gian từ lúc gửi mẫu đến khi nhận kết quả là 7 ngày. Các chỉ tiêu được kiểm tra bao gồm *Clostridium botulinum;* tổng số vi sinh vật hiếu khí, Coliforms, *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Pseudomonas aeruginosa, Enterococci, Streptococci faecal,* Tổng số nấm men - nấm mốc.

2.5. Phương pháp xử lý thống kê

Tất cả các phép phân tích được lặp lại 03 lần (n = 3) và được báo cáo dưới dạng trung bình cộng ± độ lệch chuẩn. Phần mềm quy hoạch thực nghiệm và tối ưu hóa được sử dụng là JMP 10.0 với $\alpha = 0,05$. Ảnh hưởng của nhiệt độ (X_1, °C) và thời gian (X_2, phút) tiệt trùng lên thời gian tiệt trùng hiệu quả (F_{tt} ,Y) được đánh giá bằng phương pháp phân tích hồi quy. Phương trình hồi quy có dạng:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2$$

Trong đó: b_0, b_1, b_2, b_{12} là các hệ số của phương trình hồi quy.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của điều kiện tiệt trùng lên thời gian tiệt trùng hiệu quả thực tế (F_{tt})

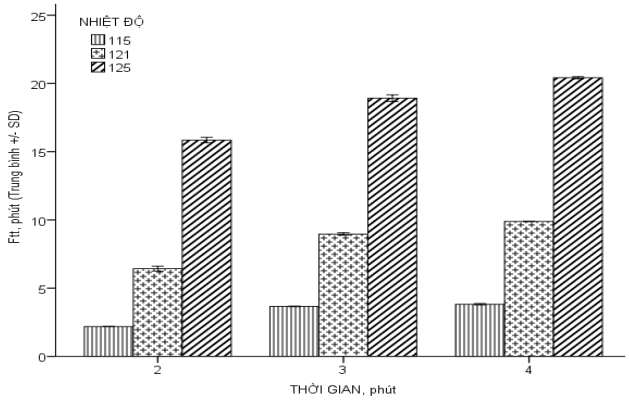
Kết quả thực nghiệm được trình bày ở Bảng 1. Cụ thể, trung bình của F_{tt} thay đổi trong khoảng 2,18-20,42 phút. Kết quả phân tích phương sai (Anova) cho mô hình có giá trị $p < 0,0001$, chứng tỏ phương trình hồi quy tương thích với thực nghiệm.

Kết quả kiểm tra ý nghĩa của mô hình được trình bày ở Bảng 2. Theo đó, các hệ số b_1, b_2 đều có ý nghĩa thống kê với giá trị $p < 0,05$, có nghĩa là cả 2 biến nhiệt độ và thời gian đều ảnh hưởng ý nghĩa lên F_{tt}. Hệ số b_{12}, đại diện cho ảnh hưởng của tương tác giữa nhiệt độ (X_1) và thời gian (X_2), không có ý nghĩa thống kê ($p = 0,34 > 0,05$).

Bảng 2. Các hệ số có ý nghĩa thống kê của phương trình hồi quy

Biến	Hệ số b_j	Sai số chuẩn	Giá trị p
Điểm cắt	-171,32	14,69	<0,0001
Nhiệt độ (X_1)	1,47	0,12	<0,0001
Thời gian (X_2)	1,61	0,60	0,02
Nhiệt độ* Thời gian (X_1*X_2)	0,146	0,15	0,34

Mối quan hệ giữa điều kiện tiệt trùng và giá trị F_{tt} được mô tả ở Hình 2. Giá trị F_{tt} càng cao khi nhiệt độ và thời gian tiệt trùng càng tăng. Ở mức nhiệt độ thấp (115 °C) giá trị F_{tt} có xu hướng tăng không đáng kể theo thời gian tiệt trùng, ảnh hưởng của thời gian lên sự gia tăng của giá trị F_{tt} xảy ra mạnh hơn ở các mức nhiệt độ cao (121-125 °C), kết quả này có sự nhất quán với nghiên cứu của một số nghiên cứu trước [3-5]. Theo đó, các tác giả đều thống nhất rằng việc tiệt trùng ở nhiệt độ cao sẽ giúp F_{tt} tăng nhanh, từ đó rút ngắn thời gian giữ nhiệt. Sự rút ngắn thời gian ở đây giúp bảo tồn giá trị dinh dưỡng của sản phẩm, khi thời gian càng kéo dài thì sự tổn thất dinh dưỡng càng tăng [6].



Hình 2. Giá trị F_{tt} ở các điều kiện tiệt trùng khác nhau

Từ kết quả phân tích hồi quy ở trên (Bảng 2), phương trình hồi quy mô tả mối quan hệ giữa điều kiện tiệt trùng (nhiệt độ, X_1 và thời gian, X_2) và F_{tt} có thể được viết như sau:

$$Y = -171,32 + 1,47X_1 + 1,61X_2$$

Với hệ số xác định $R^2 = 0,951$, mô hình này giải thích được 95,1% mối quan hệ của điều kiện tiệt trùng và giá trị F_{tt}.

3.2. Tối ưu hóa quá tình tiệt trùng

Quá trình tiệt trùng có vai trò bảo quản nhờ khả năng tiêu diệt vi sinh vật bằng nhiệt độ cao. Mức độ vô trùng của sản phẩm sau tiệt trùng có thể được đánh giá thông qua F_{tt} [1]. Do đó, ở nghiên cứu này F_{tt} được chọn là hàm mục tiêu (Y) để tiến hành tối ưu hóa quá trình tiệt trùng. Theo đó, như tính toán ở mục 2.4.2 điều kiện tiệt trùng đạt yêu cầu khi $2,52 \leq F_{tt} \leq 3,78$. Vậy giá trị mục tiêu của F_{tt} là 3,15 (trung bình cộng của 2,52 và 3,78). Với sự hỗ trợ của phần mềm JMP 10, điều kiện tiệt trùng tốt nhất được dự đoán là 115 °C và 3,2 phút, có nghĩa là thời gian tiệt trùng hiệu quả thực tế (F_{tt}) đạt mục tiêu khi giai đoạn giữ nhiệt được vận hành ở 115 °C trong 3,2 phút.

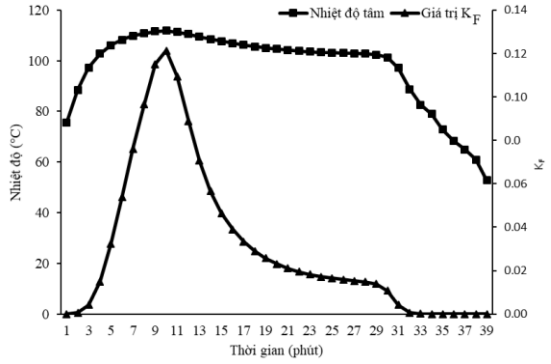
3.3. Kiểm tra lại điều kiện tiệt trùng tối ưu dự đoán

Điều kiện tiệt trùng tối ưu (115 °C và 3,2 phút) được xác định ở mục 3.2 là các giá trị dự đoán từ phương trình hồi quy. Để đảm bảo độ tin cậy, điều kiện tối ưu này cần được kiểm tra lại bằng thực nghiệm. Theo đó, sữa hạt điều được tiến hành tiệt trùng ở 115 °C và 3,2 phút, điều kiện tối ưu được kiểm tra dựa trên sự đo lường F_{tt}, mức độ vô trùng và chất lượng cảm quan của sản phẩm.

3.3.1. Kiểm tra F_{tt}

Hình 3 thể hiện sự phụ thuộc của nhiệt độ tâm sản phẩm và K_F vào thời gian. Có sự khác biệt rõ ràng giữa nhiệt độ tiệt trùng (nhiệt độ hơi bão hòa) và nhiệt độ tâm. Theo đó, nhiệt độ tâm đạt cao nhất bằng 109 °C, trong khi đó nhiệt độ tiệt trùng bằng 115 °C. Nguyên nhân của sự khác biệt về nhiệt độ ở đây là trở nhiệt được hình thành do lớp vỏ hộp và sản phẩm bên trong hộp.

Về mặt hình học, giá trị F_{tt} là diện tích phía dưới đường cong K_F. Theo đó, kết quả thực nghiệm cho thấy F_{tt} = 3,34 phút, lệch 0,19 đơn vị so với giá trị mục tiêu (3,15 phút). Tuy nhiên, điều này chấp nhận được do vẫn đảm bảo nằm trong giới hạn 2,25-3,78 phút như tính toán ở mục 2.4.2.



Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian lên nhiệt độ tâm và K_F

3.3.2. Chất lượng và mức độ vô trùng của sữa hạt điều

Bảng 3 trình bày thành phần hóa học của sữa hạt điều sau tiệt trùng ở điều kiện tối ưu. Dựa vào thông tin được công bố trên bao bì, các nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường có hàm lượng protein trong khoảng 1,9–3,2 g/100 mL; hàm lượng béo trong khoảng 1-3,6 g/100 mL, hàm lượng carbohydrate trong khoảng 6–10 g/100 mL. Như vậy, sữa hạt điều có hàm lượng béo và carbohydrate tương đương với các sản phẩm này, nhưng hàm lượng protein lại thấp hơn.

Bảng 3. Thành phần hóa học của sữa hạt điều

Thành phần	Đơn vị tính	Hàm lượng
Hàm lượng protein	g/100 mL	1,42 ± 0,131
Hàm lượng béo	g/100 mL	3,31 ± 0,16
Hàm lượng cacbohydrate	g/100 mL	8,21 ± 0,11
Hàm lượng chất khô	g/100 mL	12,80 ± 0,30
Hàm lượng acid	g/100 mL	0,69 ± 0,05
Hàm lượng đường tổng	g/100 mL	7,50 ± 0,10

Mức độ vô trùng được đánh giá thông qua các chỉ tiêu vi sinh được kiểm tra. Kết quả kiểm tra các chỉ tiêu vi sinh được mô tả ở Bảng 4. Trong đó, kết quả kiểm tra vi sinh vật mục tiêu *Clostridium botulimun* cho kết quả âm tính, điều này cho thấy điều kiện tiệt trùng tối ưu đã đảm bảo được mức độ vô trùng cần thiết. Ngoài ra, các chỉ tiêu khác theo yêu cầu của QCVN 6:2/2010/BYT và Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT đều cho kết quả nhỏ hơn 1 CFU/mL, tức là không có khuẩn lạc mọc trên đĩa theo phép thử hiện hành. Nhìn chung, độ vô trùng của sản phẩm đạt yêu cầu, sản phẩm đáp ứng được yêu cầu an toàn vệ sinh đối với sản phẩm đồ hộp.

Bảng 4. Kết quả kiểm tra vi sinh

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Kết quả
Tổng số vi sinh vật hiếu khí	CFU/mL	< 1*
Coliforms	CFU/mL	< 1*
Escherichia coli	CFU/mL	< 1*
Staphylococcus aureus	CFU/mL	< 1*
Clostridium perfringens	CFU/mL	< 1*
Pseudomonas aeruginosa	CFU/mL	< 1*
Enterococci, Streptococci faecal	CFU/mL	< 1*
Tổng số nấm men, nấm mốc	CFU/mL	< 1*
Clostridium botulimun		Âm tính
(*) Theo phương pháp thử, kết quả được biểu thị nhỏ hơn 1 CFU/mL khi không có khuẩn lạc mọc trên đĩa.		

Về chất lượng cảm quan, các tiêu chí về màu sắc, mùi hương, vị, trạng thái và mức độ ưa thích chung được chọn đánh giá theo thang điểm 1-9. Theo đó, tất cả các chỉ tiêu đều có mức điểm ưa thích trên 7 điểm (Bảng 5). Trong đó, điểm mức độ ưa thích chung đạt 7,55, trạng thái có mức điểm trung bình cao nhất (7,68), mùi hương có mức điểm trung bình thấp nhất (7,18). Với mức điểm tối thiểu được chọn bằng 6 điểm thì tất cả các tiêu chí đều đạt yêu cầu về mặt cảm quan.

Bảng 5. Mức độ ưa thích của người tiêu dùng

Tiêu chí	Điểm trung bình	Độ lệch chuẩn
Màu sắc	7,27	1,27
Mùi hương	7,18	1,17
Vị	7,43	1,03
Trạng thái	7,68	1,08
Mức độ ưa thích chung	7,55	0,83

4. KẾT LUẬN

Điều kiện của quá trình tiệt trùng sữa hạt điều đóng lon được khảo sát bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm. Điều kiện tiệt trùng tối ưu có nhiệt độ và thời gian tiệt trùng lần lượt bằng 115 °C và 3,2 phút. Sản phẩm có mức vô trùng đạt yêu cầu với thời gian tiệt trùng hiệu quả F_{tt} = 3,34 phút; các chỉ tiêu vi sinh đều phù hợp với QCVN 6:2/2010/BYT và Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT. Sản phẩm cuối có mức độ ưa thích chung cao với điểm trung bình là 7,55 ± 0,83. Như vậy, sản phẩm đạt yêu cầu cả về mức độ vô trùng và chất lượng cảm quan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Trọng Cẩn và Nguyễn Lệ Hà - Nguyên lý sản xuất đồ hộp thực phẩm, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Tp.HCM, 2009, 217-222,
2. Ana Giménez, Gastón Ares and Adriana Gámbaro - Survival analysis to estimate sensory shelf life using acceptability scores, Journal of Sensory Studies **23** (5) (2008) 571-582.
3. Hee Soon Cheon, Su-Hee Choi, Changho Jhin, Won-Il Cho, Jun-Bong Choi, Hae-Hun Shin, Seungmin Lee, Hyunnho Cho, Hee-Jeong Hwang, KeumTaek Hwang, Myong-Soo Chung - Optimization of sterilization conditions for production of retorted meatballs, Food Science and Biotechnology **24** (2) (2015) 471-480.
4. Choi SH, Cheigh CI, Chung MS - Optimization of processing conditions for the sterilization of retorted short-rib patties using the response surface methodology, Meat Science **94** (2013) 95-104.
5. Mohan C.O., Ravishankar C.N., Bindu J., Geethalakshmi V., Srinivasa Gopal T.K. - Effect of thermal process time on quality of "shrimp kuruma" in retortable pouches and aluminum cans, Journal of Food Science **71** (6) (2006) 496-500.
6. Timothy D. Durance - Improving canned food quality with variable retort temperature processes, Trends in Food Science and Technology **8** (4) (1997) 113-118.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF STERILIZATION CONDITIONS FOR PRODUCTION OF CANNED CASHEW NUT MILK

Mac Xuan Hoa*, Nguyen Thi Thao Minh
Ho Chi Minh City University of Food Industry
*Email: *hoamx@cntp.edu.vn*

Sterilization conditions (temperature and time) of canned cashew milk were investigated by using factorial design. The actual efficient sterilization time (F_{tt}) was calculated with *Clostridium botulinum* as the target microorganism. The regression analysis showed that F_{tt} fitted the sterilization condition in the linear regression model with $R^2 = 0.951$. The target value of F_{tt} was calculated according to the recommendations of Nguyen Trong Can *et al.* The optimal conditions were predicted by using JMP 10 software. Accordingly, the optimal temperature and time were 115 °C and 3.2 minutes, respectively. The verified value of F_{tt} was 3.34 minutes; *Clostridium botulimun* test results showed that the optimum sterilization condition ensured the required sterility. In addition, other microbial tests have resulted in less than 1 CFU/mL, thus, products meet hygiene requirements. In addition, the product has a high level of general preference with an average score of 7.55 ± 0.83; higher than the minimum acceptable score of 6 points.

Keywords: Cashew milk, factorial design, sterilization, efficient sterilization time, target microorganism.