

NGHIÊN CỨU

THANH TRÙNG SỐT CÀ CHUA

TRỊNH THANH DUY*, BÙI THẾ VINH**, VƯƠNG BẢO THY**,
LÊ VĂN HOÀNG***, LÊ THỊ LIÊN THANH****, BÙI HỮU THUẬN**

Ngày nhận bài: 10/7/2019 - Ngày gửi phản biện: 13/7/2019

Tóm tắt

Nghiên cứu thông số chết nhiệt của vi sinh vật hiếu khí trong sốt cà chua để tìm ra chế độ thanh trùng thích hợp. Đề tài được thực hiện trên cơ sở khảo sát ảnh hưởng của pH sốt cà chua từ 3,6÷4,4, nhiệt độ thanh trùng 60÷90°C và thời gian thanh trùng đến tổng số vi sinh vật hiếu khí sống sót.

Kết quả nghiên cứu đã cho thấy, hầu hết tổng số vi sinh vật hiếu khí bị tiêu diệt khi giữ nhiệt ở 90°C trong 10 phút (pH sốt cà chua = 3,6) và giá trị thanh trùng PU = 9,79 phút. Các thông số động học của tổng số vi sinh vật hiếu khí trong sốt cà chua này là: hệ số chết nhiệt $k = 1,16 \text{ phút}^{-1}$, thời gian giảm 90 % vi sinh vật D = 1,99 phút và nhiệt độ tăng thêm để giảm D mười lần là $Z = 15,59^\circ\text{C}$.

Từ khóa: thanh trùng, sốt, cà chua, bảo quản

Abstract

Study on the thermal death parameters of aerobic microorganisms in tomato ketchup to find out a reasonable pasteurisation regime. Effects of tomato ketchup's pH (3.6÷4.4), pasteurization temperatures (60÷90°C) and pasteurisation times on survival aerobic microorganisms were studied.

The research results showed that almost aerobic microorganisms were killed when temperature was held at 90°C in 10 min at the pH 3.6 with the pasteurisation value PU 9.79 min. The parameters of total aerobic microorganism in the ketchup were: $k = 1.16 \text{ min}^{-1}$, D = 1.99 min and $Z = 15.59^\circ\text{C}$

Keyword: pasteurisation, ketchup, tomato, preservation

1. THANH TRÙNG SỐT CÀ CHUA

Sốt cà chua là một sản phẩm điển hình, có thị trường rộng khắp. Sản phẩm này có

thể biến đổi chất sau khi chế biến do nhiều nguyên nhân nhưng vi sinh vật là nguyên nhân quan trọng bậc nhất gây hư hỏng sản phẩm nhanh chóng.

* Thạc sĩ, Trường Đại học An Giang

** Tiến sĩ, Trường Đại học Cửu Long

*** Giáo sư - Tiến sĩ khoa học, Trường Đại học Cửu Long

**** Phó Giáo sư – Tiến sĩ, Trường Đại học Cửu Long

Do sốt cà chua là sản phẩm có tính acid, pH thấp (< 4,6), phương pháp thanh trùng có thể được dùng để vô hoạt vi sinh vật.

Đề tài này khảo sát các thông số chết nhiệt của vi sinh vật hiếu khí trong tiến trình thanh trùng sốt cà chua. Vi sinh vật khi xử lý nhiệt ở pH và nhiệt độ xác định thường bị vô hoạt theo mô hình động học bậc 1 (Tucker *et al.*, 2008) được trình bày ở phương trình (1).

$$dN/dt = -kN \quad (1)$$

Ở đó N là mật số vi sinh vật sống sót (cfu/ml) và t là thời gian xử lý nhiệt (phút).

k là hằng số chết nhiệt (phút⁻¹).

Phương trình này còn được trình bày dưới dạng tích phân.

$$N = N_0 e^{-kt} \quad (2)$$

hay một cách thực hành thường dưới dạng logarithm thập phân của (2)

$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\frac{kt}{2.303} \quad (3)$$

N₀ là mật số vi sinh vật ban đầu (cfu/ml) lúc t = 0 (phút)

Độ lớn của k cho biết tốc độ chết của vi sinh vật, k là một hàm theo nhiệt độ tuyệt đối T (K) thường được mô tả theo mô hình Arrhenius (Tucker *et al.*, 2008).

$$\log[k] = -\left[\frac{E}{2.3RT}\right] - \log B \quad (4)$$

trong đó R là hằng số khí lý tưởng, 8,314 J mol⁻¹ K⁻¹

E là năng lượng hoạt hóa (J/mol) của sự chết nhiệt

B là một hằng số

Giá trị D (phút) của thời gian thanh trùng để tỉ số (N/N₀) = 0,1, thường được dùng trong kỹ thuật thanh trùng với ý nghĩa là thời gian cần xử lý để mật số vi sinh vật

sống sót còn lại 10%. Trị số của D của vi sinh vật ở cùng điều kiện chết nhiệt với giá trị k được cho bởi phương trình (5) (Tucker *et al.*, 2008).

$$D = \frac{2.303}{k} \quad (5)$$

Cũng như k, giá trị D này còn là hàm của nhiệt độ xử lý thanh trùng. Khi nhiệt độ thanh trùng tăng, giá trị D sẽ giảm. Khoảng gia tăng của nhiệt độ thanh trùng làm cho thời gian xử lý D giảm 10 lần thường được áp dụng trong kỹ thuật thanh trùng với giá trị Z (°C) (Tucker *et al.*, 2008).

Giá trị Z có thể tính từ các giá trị của D tương ứng với các nhiệt độ T theo phương trình định nghĩa (6).

$$Z = \frac{T_2 - T_1}{\log D_1 - \log D_2} \quad (6)$$

Các thông số k (phút⁻¹), D (phút), E (J/mol) và Z (°C) là những thông số chết nhiệt của vi sinh vật hữu dụng được dùng để tính chế độ thanh trùng thực phẩm.

Giá trị thanh trùng, PU (phút), trong một thời gian xử lý nhiệt dt là giá trị tích phân của phương trình (7) trong suốt thời gian mà quá trình nhiệt xảy ra ở điểm có nhiệt độ thấp nhất (Tucker *et al.*, 2008).

$$PU_{Tr}^Z = \int_0^t 10^{\frac{T-Tr}{Z}} dt \quad (7)$$

Trong đó T_r là nhiệt độ tham chiếu, t là thời gian thanh trùng (phút).

Giá trị thanh trùng còn có ý nghĩa là mức thời gian áp dụng để giảm số log của mật số vi sinh vật như ở phương trình (8) (Tucker *et al.*, 2008).

$$PU_{Tr}^Z = D \log\left[\frac{N_0}{N}\right] \quad (8)$$

2. PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Dụng cụ

- Bể nước ổn định nhiệt độ Grant GA150 (Anh), độ chính xác $\pm 0,2$ °C.

- Nhiệt độ được ghi trực tuyến trên máy tính bằng phần mềm Logger Lite, kết hợp với đầu cảm biến nhiệt độ TMP-BTA, độ chính xác $\pm 0,5$ °C, Vernier (USA)

- Ống nghiệm đường kính 10 mm, chứa dung dịch cà đến độ cao 4 cm, trang bị sensor đặt ở điểm có nhiệt độ thấp nhất, ở trục đối xứng để đo nhiệt.

2.2 Chuẩn bị mẫu

Sốt cà chua dùng trong nghiên cứu có phẩm chất được trình bày như bảng 1.

Vi sinh vật hiếu khí sống sót được thực hiện bằng cách nuôi cấy và đếm khuẩn lạc

trên môi trường thạch PCA ủ ở nhiệt độ 37°C trong 24 giờ theo tiêu chuẩn của AFNOR, NF V08-051. Số vi sinh vật hiếu khí được tính qui về số khuẩn lạc/ ml sản phẩm. Các kết quả được trình bày là trung bình của 3 lần lặp lại.

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với các ống nghiệm đặt trong các bể điều nhiệt có kiểm soát 3 nhân tố pH, nhiệt độ thanh trùng, thời gian. Thí nghiệm được thực hiện với 3 lần lặp lại. pH của sản phẩm được thực hiện ở 3 mức 3,6 ; 4,0 ; và 4,4. Nhiệt độ thanh trùng được thực hiện ở 4 mức 60 °C, 70 °C, 80 °C và 90 °C và thời gian chịu nhiệt thanh trùng được thực hiện ở 6 mức 0, 2, 4, 6, 8 và 10 phút.

Trước khi thanh trùng, mẫu được phân tích vi sinh vật tổng số. Sau giai đoạn giữ nhiệt, các ống nghiệm được làm lạnh nhanh trong nước đá sau đó mẫu được phân tích vi sinh vật tổng số.

Bảng 1. Phẩm chất của sốt cà chua dùng trong thí nghiệm

Loại phẩm chất	Giá trị
°Brix	$37,9 \pm 0,1$
Độ ẩm	$59,9 \pm 0,2\%$
Chất khô không tan	$3,5 \pm 0,1\%$
Độ acid (tính theo acid acetic)	$0,77 \pm 0,01\%$
pH	$3,65 \pm 0,02$
Độ sệt (Bostwick)	$6,4 \pm 0,6$ cm

2.3 Phương pháp xử lý thống kê số liệu

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên theo phương thức thừa số với 3 lần lặp lại. Các kết quả thu nhận được phân tích thống kê bằng phần mềm Statgraphics V. 15.0. Giá trị trung bình của các nghiệm thức được trình bày trên các bảng kết quả và được so sánh

từng cặp bằng phép kiểm định LSD.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Động học sự chết nhiệt của tổng số vi sinh vật hiếu khí trong sản phẩm sốt cà chua khi thanh trùng

3.1.1 Ảnh hưởng của pH sốt cà, nhiệt độ

và thời gian xử lý nhiệt đến mật số vi sinh vật
hiếu khí còn lại trong sản phẩm

Kết quả phân tích Anova về ảnh hưởng

của các nhân tố pH, nhiệt độ và thời gian
thanh trùng trên mật số vi sinh vật được cho

trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả phân tích Anova của pH, nhiệt độ, thời gian xử lý trên mật số vi sinh vật N (cfu/ml) của sốt cà chua

Nguồn biến động	Độ tự do	Trung bình bình phương	Giá trị F	Xác suất P
A: pH	2	$4,91.10^8$	1345,74	0,0000
B: Nhiệt độ	3	$3,85.10^9$	10562,26	0,0000
C: Thời gian	5	$1,60.10^9$	4378,99	0,0000
A*B*C	30	$6,91.10^6$	18,94	0,0000

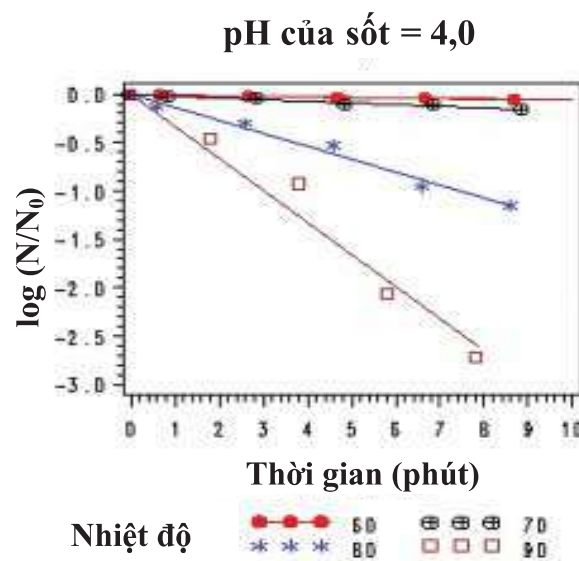
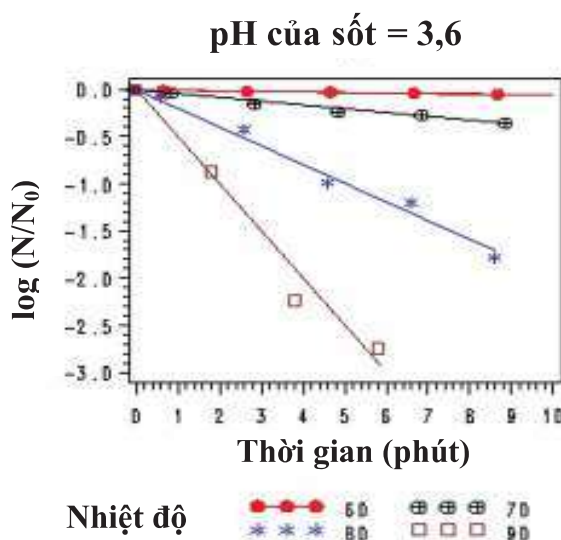
Bảng 3 cho thấy, cả ba nhân tố pH, nhiệt độ và thời gian xử lí nhiệt đều rất ảnh hưởng đến lượng vi sinh vật còn sống sót lại trong sốt cà và ba nhân tố này cũng rất tương tác với nhau. Biến đổi của $\log(N/N_0)$ ở các pH và nhiệt độ được trình bày ở hình 3.

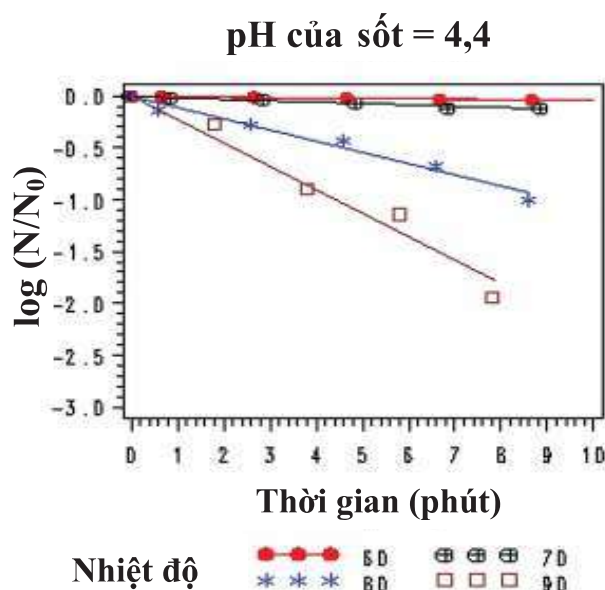
Theo kết quả chết nhiệt của vi sinh vật hiếu khí (hình 3), độ dốc của các đường biểu

diễn ở pH 3.6 và nhiệt độ 90 °C lớn nhất cho thấy vi sinh vật ở pH và nhiệt độ xử lý này có tốc độ chết nhanh hơn. Tốc độ chết nhiệt này được tính và trình bày ở bảng 4.

3.1.2 Tỉ số vi sinh vật hiếu khí còn sống

sốt, giá trị k , D ở các nhiệt độ và pH sốt cả khác nhau





Hình 3. Log của tỉ lệ của mật số vi sinh vật sống sót biến đổi theo thời gian thanh trùng ở các pH khác nhau

Theo kết quả này giá trị k tăng theo nhiệt độ thanh trùng. Ở mỗi mức pH nhất định, các giá trị k của từng mức nhiệt độ khác nhau đều có sự khác biệt ý nghĩa ($P < 0,01$).

Mặt khác, khi giá trị pH của sốt cà chua tăng, hằng số tốc độ chết nhiệt của vi sinh vật

thay đổi theo chiều hướng giảm. Tuy nhiên, sự thay đổi hằng số k theo pH không nhiều so với sự thay đổi của nhiệt độ. Do đó, nhiệt độ thanh trùng là tác nhân ảnh hưởng quan trọng hơn đến hằng số chết nhiệt của tổng số vi sinh vật hiếu khí trong sản phẩm sốt cà chua.

Bảng 4. Hằng số chết nhiệt k (phút⁻¹) ở các nhiệt độ xử lý và pH sốt cà chua

pH	Nhiệt độ thanh trùng (°C)			
	60	70	80	90
3,6	0,01 ^j	0,1 ^g	0,46 ^d	1,16 ^a
4	0,01 ^j	0,04 ^h	0,31 ^e	0,77 ^b
4,4	0,01 ^j	0,04 ^h	0,25 ^f	0,52 ^c

Ghi chú: Các số trung bình đi kèm với các chữ khác nhau có sự khác biệt ý nghĩa ở mức độ tin cậy 99 %.

Thời gian thanh trùng D (phút) để mật số vi sinh vật còn 10% được trình bày ở bảng 5

Bảng 5. Thời gian thanh trùng D (phút) để giảm 90% vi sinh vật hiếu khí

pH	Nhiệt độ thanh trùng (°C)			
	60	70	80	90
3,6	161,82 ^b	24,14 ^d	5,01 ^{de}	1,99 ^e
4	174,98 ^b	58,27 ^c	7,46 ^{de}	3,01 ^e
4,4	220,64 ^a	67,86 ^c	9,13 ^d	4,40 ^e

Ghi chú: Các số trung bình đi kèm với các chữ khác nhau có sự khác biệt ý nghĩa với mức độ tin cậy 99 %.

3.1.3 Năng lượng hoạt hóa E_a và giá trị Z của sản phẩm sốt cà chua ở các giá trị pH khác nhau

Năng lượng hoạt hóa E và giá trị Z tương ứng ở các pH của sốt cà được trình bày trong bảng 6.

Bảng 6. Năng lượng hoạt hóa E_a (kJ/mol) và khoảng nhiệt độ Z ($^{\circ}\text{C}$) theo pH của sốt cà chua

pH của sốt cà chua	E_a (kJ/mol)		Z ($^{\circ}\text{C}$)
3,6	138,34 ^a		15,59 ^a
4,0	143,15 ^{ab}		16,16 ^{ab}
4,4	148,91 ^b		16,75 ^b

Ghi chú: Các trung bình nghiệm thức đi kèm với các chữ khác nhau trên cùng một cột có sự khác biệt ý nghĩa với mức độ tin cậy 99 %.

Bảng 6 chứng tỏ khi pH của sốt cà chua càng lớn, cần tiêu tốn nhiều năng lượng hơn để tiêu diệt vi sinh vật hiếu khí trong sản phẩm, khi đó, giá trị Z ($^{\circ}\text{C}$) cũng gia tăng. Điều này cho thấy khi pH của sản phẩm lớn hơn, mức tăng nhiệt độ cũng phải lớn hơn để giảm 10 lần thời gian D (phút). Kết quả này ủng hộ kết quả của York (1975), giá trị z là $15,6^{\circ}\text{C}$ được tìm thấy khi thanh trùng nước cà chua.

3.2 Giá trị thanh trùng

Phân tích vi sinh vật sống sốt trong các ống nghiệm sốt cà pH 3.6, được thanh trùng ở các nhiệt độ $60\text{--}90^{\circ}\text{C}$ và thời gian từ 0 đến 10 phút cho kết quả ở bảng 7. Theo kết quả này, ở các nhiệt độ, vi sinh vật sống sốt giảm theo thời gian thanh trùng và vi sinh vật hiếu khí hầu như không còn sống sót ở các ống nghiệm được xử lý ở 90°C trong 10 phút.

Bảng 7. Mật số vi sinh vật hiếu khí N (cfu/ml) biến đổi theo nhiệt độ và thời gian thanh trùng khi sốt có pH = 3,6

pH sốt cà	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Thời gian thanh trùng (phút)					
		0	2	4	6	8	10
3,6	60	27.455 ^a	26.212 ^{ab}	25.636 ^{bc}	25.152 ^{bcd}	24.454 ^{cde}	23.939 ^{de}
	70	25.394 ^{bcd}	21.939 ^f	17.182 ⁱ	14.212 ^{jk}	12.939 ^k	10.788 ^l
	80	27.546 ^a	19.818 ^{gh}	9.000 ^m	2.418 ⁿ	1.512 ^{no}	391 ^o
	90	23.000 ^{ef}	18.727 ^{hi}	2.148 ⁿ	93 ^o	28 ^o	0 ^o

Ghi chú: Các số trung bình đi kèm với các chữ khác nhau có sự khác biệt ý nghĩa ở mức độ tin cậy 99 %.

Dựa theo kết quả này và diễn biến nhiệt độ được ghi lại ở thí nghiệm, giá trị thanh trùng PU tương ứng có thể tính. Giá trị PU khi thanh trùng 10 phút ở sốt có pH 3.6 được

tìm thấy là 9,79 phút (bảng 8). Giá trị này có thể dùng để thiết kế một chế độ thanh trùng ở các nhiệt độ và pH để có các sản phẩm cùng phẩm chất vi sinh vật.

Bảng 8. Giá trị PU khi thanh trùng sốt cà có pH = 3,6 ở 90 °C trong 10 phút

Thời gian (phút)	Giữ nhiệt 90 °C	
	T (°C)	$10^{(T-T_r)/Z} \Delta t$
0	30,5	0,000
1	89	0,863
2	89,5	0,929
3	90	1,000
4	90	1,000
5	90	1,000
6	90	1,000
7	90	1,000
8	90	1,000
9	90	1,000
10	90	1,000
Giá trị thanh trùng PU (phút)		9,792

Giá trị thanh trùng này là 9,79 phút bằng 4,92 D cho phép giảm $10^{4,92}$ lần vi sinh vật ban đầu để đưa phẩm chất của sản phẩm về tiêu chí vi sinh vật của sản phẩm. Đối với thực phẩm sẵn sàng để ăn, tiêu chí vi sinh vật hiếu khí tổng số đối với thể loại thực phẩm tốt là $< 10^4$ cfu/ml. Mật độ vi sinh vật ban đầu đối với sản phẩm sốt cà chua theo công nghệ chế biến này khoảng 3.10^4 cfu/ml. Theo đó sốt cà chua này chỉ cần dùng giá trị khử trùng $PU = 1D$ đủ để đạt yêu cầu. Như vậy, giá trị thanh trùng PU 9,79 phút làm sản phẩm đạt yêu cầu về phẩm chất vi sinh vật hiếu khí sau khi thanh trùng và có mức an toàn so với tiêu chuẩn vi sinh vật là 4D.

4. KẾT LUẬN

Khử trùng sốt cà chua có pH 3.6 ở nhiệt độ 90 °C có hằng số tốc độ chết nhiệt k là 1,16 phút⁻¹ và thời gian để vô hoạt 90% vi sinh vật hiếu khí D là 1,99 phút. Ở pH 3.6, năng lượng hoạt hóa E là 138,34 kJ/mol và giá trị z là 15,59 °C. Giá trị thanh trùng PU này cho phép làm các chế độ thanh trùng phù hợp đối

với những sản phẩm sốt cà chua có tính chất nhiệt và vi sinh tương tự. Giá trị thanh trùng $PU = 9,79$ phút gần tương đương với $5D$, khi mật số vi sinh vật ban đầu trong sản phẩm ở mức 3.10^4 , giá trị thanh trùng này cho phép vô hoạt toàn bộ vi sinh vật hiếu khí của loại sốt cà chua.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tucker G., Campden and Chorleywood Food Research Association, 2008, Advances in indicators to monitor production of in-pack processed foods in inpack-processed food improving quality. In: Richardson P., editor. Inpack-processed food improving quality. 1 ed. Boca Raton, Fl, USA: CRC Press. p. 131-151.

Vitacel, 2002, Tomato ketchup made with Vitacel tomato fiber. J.R.S. www.jrs.de/jrs/uk/nm/a_tomato.htm.

York G, Heil J, Marsh G, Ansa A, Merson R, Wolcott T and Leonard S., 1975, *Thermal bacteriology of canned tomato juice*, Journal of food science, Vol 40, P 764.