 DOI: 10.31276/VJST.2025.3704

Xây dựng chế độ tiệt trùng cho sản phẩm thạch đen Cao Bằng đóng lọ thủy tinh

Mã Thị Bích Thảo*, Trần Hà, Nguyễn Phương, Bùi Bích Thùy, Phùng Phương Anh, Nguyễn Như Quỳnh, Nguyễn Huy Công, Trịnh Phan Mạnh

Viện Đổi mới sáng tạo Quốc gia, nhà C6, phường Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 20/10/2025; ngày chuyển phản biện 22/10/2025; ngày nhận phản biện 11/11/2025; ngày chấp nhận đăng 19/11/2025

Tóm tắt:

Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định quần thể vi sinh vật (VSV) có trong sản phẩm thạch đen, từ đó xây dựng chế độ tiệt trùng phù hợp nhằm kéo dài thời gian bảo quản sản phẩm. Kết quả nghiên cứu đã xác định được VSV đại diện có trong thạch đen là *Clostridium botulinum* có sức kháng nhiệt cao nhất làm cơ sở cho việc xây dựng công thức tiệt trùng. Bên cạnh đó, nghiên cứu đã xác định các thông số kỹ thuật làm cơ sở cho tính toán chế độ tiệt trùng, từ đó thiết lập công thức tiệt trùng cho thạch đen cụ thể: Trị số gây chết nhiệt tại 121°C được xác định là D_{121}=0,2 phút, với thời gian gây chết nhiệt tương ứng 0,9 phút. Thời gian gia nhiệt để điểm lạnh đạt 121°C là 14 phút với lọ 500 ml và 9 phút với lọ 200 ml. Công thức tiệt trùng được thiết lập ở 121°C trong 15 phút cho lọ 500 ml và 10 phút cho lọ 200 ml. Kết quả của nghiên cứu góp phần kéo dài thời gian bảo quản, ổn định chất lượng sản phẩm thạch đen Cao Bằng đóng lọ thủy tinh trong quá trình lưu thông, phân phối.

Từ khóa: ***Clostridium botulinum*, thạch đen, tiệt trùng, vi sinh vật.**

Chỉ số phân loại: **1.6, 2.10**

Development of a sterilisation regime for Cao Bang *Mesona chinensis* jelly products packaged in glass jars

Thi Bich Thao Ma*, Ha Tran, Phuong Nguyen, Bich Thuy Bui, Phuong Anh Phung, Nhu Quynh Nguyen, Huy Cong Nguyen, Phan Manh Trinh

National Academy for Advanced Technology and Innovation, C6 Building, Thanh Xuan Ward, Hanoi, Vietnam

Received 20 October 2025; revised 11 November 2025; accepted 19 November 2025

Abstract:

This study aimed to identify the microbial populations present in *Mesona chinensis* jelly products and thereby establish an appropriate sterilisation regime to extend product shelf life. The results identified *Clostridium botulinum*, the microorganism with the highest heat resistance, as the representative microorganism for establishing the sterilisation formula. In addition, the technical parameters required to calculate the sterilisation process were determined, including a thermal death value at 121°C of D_{121}=0.2 min and a corresponding thermal lethality time of 0.9 min. The heating time required for the cold spot to reach 121°C was 14 min for 500 ml jars and 9 min for 200 ml jars. The sterilisation schedule was established at 121°C for 15 min for 500 ml jars and 10 min for 200 ml jars. The results contribute to extending the shelf life and ensuring the quality of *Mesona chinensis* jelly products from Cao Bang packaged in glass jars during circulation and distribution.

Keywords: ***Clostridium botulinum*, *Mesona chinensis* jelly, microorganisms, sterilisation.**

Classification numbers: **1.6, 2.10**

Tác giả liên hệ: Email: bichthaocnsh@gmail.com

1. Đặt vấn đề

Cây sương sáo còn gọi là cây thạch đen có tên khoa học là *Mesona chinensis* Benth, thuộc họ Hoa môi *Lamiaceae* (*Labiatae*) [1]. Cây sương sáo có nguồn gốc từ Trung Quốc là loại cây thân thảo, thích hợp trồng ở nơi có khí hậu nhiệt đới gió mùa khu vực Đông Nam Á và phía Nam Trung Quốc. Nguyên liệu sương sáo có thể được sử dụng để chế biến nhiều sản phẩm thực phẩm, vì vậy việc kiểm soát chất lượng và các yếu tố trong quá trình chế biến là cần thiết [2]. Tại Việt Nam, cây sương sáo được trồng ở một số tỉnh như Cao Bằng, Lạng Sơn, Lâm Đồng, Đồng Tháp... Ở các tỉnh miền núi phía Bắc, sương sáo được trồng nhiều ở huyện Thạch An, tỉnh Cao Bằng; huyện Tràng Định, tỉnh Lạng Sơn; huyện Na Rì, tỉnh Bắc Kạn (trước thời điểm sáp nhập). Đây là cây trồng xóa đói giảm nghèo mang lại hiệu quả kinh tế cho đồng bào các dân tộc. Trong cây sương sáo chứa các hợp chất: polyphenol tổng, tanin, polysaccharide, pectin… Tanin có tác dụng như chất chống oxy hóa, giảm cholesterol trong máu. Các polysaccharide trong dịch chiết cây sương sáo gồm: galactose, glucose, mannose, xylose, arabinose, rhamnose và galacturonic acid. Thân, lá cây sương sáo khô khi ngâm vào nước các chất tạo gel (polysaccharide và pectin) trương nở tạo thành khối thạch màu đen vì thế cây sương sáo là nguyên liệu chính để sản xuất thạch đen [3].

Hiện nay, sản xuất thạch đen từ cây sương sáo ở nhiều địa phương, trong đó có tỉnh Cao Bằng, đang được phát triển theo hướng khai thác lợi thế về nguồn nguyên liệu bản địa. Tuy nhiên, quy mô sản xuất chủ yếu thủ công, quy trình sản xuất gồm các bước cơ bản như: rửa và đun nấu cây sương sáo, lọc lấy dịch, thêm bột năng rồi đổ vào hộp nhựa hoặc giấy để đông bảo quản lạnh lưu thông và tiêu thụ trên thị trường.

Một trong những thách thức lớn nhất trong sản xuất thạch đen hiện nay là thời gian sử dụng rất ngắn, tính an toàn không cao, sản phẩm dễ bị hư hỏng bởi VSV, điều kiện bảo quản lưu thông, phân phối phức tạp do phải thực hiện trong điều kiện lạnh. Phần lớn cơ sở sản xuất thạch đen chỉ áp dụng đun sôi hoặc thanh trùng ở 100°C và đóng trong bao bì nhựa nên sản phẩm thường bị hỏng sau không quá 7 ngày do một số nguyên nhân: độ pH của thạch đen là trung tính, thành phần có chứa polysaccharide trong môi trường nước rất dễ cho VSV phát triển, bao bì mềm không thể tiệt trùng như lọ thủy tinh...

Xu hướng tiêu dùng hiện nay ngày càng đề cao yếu tố tự nhiên, an toàn và không hóa chất bảo quản, việc đảm bảo chất lượng của thạch đen thông qua tiệt trùng là một trong những chìa khóa để ổn định chất lượng, nâng cao giá trị và tăng khả năng cạnh tranh của sản phẩm trên thị trường. Từ thực tế đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu kỹ thuật tiệt trùng thạch đen đóng lọ phù hợp với điều kiện sản xuất quy mô vừa và nhỏ với mục tiêu kéo dài thời gian bảo quản sản phẩm thạch đen trong quá trình tàng trữ và lưu thông trên thị trường.

Cơ sở của việc xây dựng chế độ tiệt trùng là tốc độ truyền nhiệt và tính kháng nhiệt còn gọi là độ chịu nhiệt của VSV gây thối rữa, trong đó chọn VSV đại diện. Đối với sản phẩm thạch đen cần xác định thời gian gây chết do nhiệt (TDT - thermal death time) đối với VSV đại diện cho việc thiết lập chế độ tiệt trùng. Có nhiều phương pháp xác định chế độ tiệt trùng nhưng về thực chất các tác giả đều chung một cơ sở lý luận. Chúng tôi đã tham khảo các công trình của các tác giả làm cơ sở cho việc nghiên cứu xác định công thức tiệt trùng cho sản phẩm thạch đen đóng lọ [4-16]. Kết quả sẽ góp phần bổ sung dữ liệu khoa học, tạo nền tảng cho việc hiện đại hóa quy trình sản xuất thạch đen tại các cơ sở quy mô vừa và nhỏ, thúc đẩy phát triển kinh tế địa phương theo hướng bền vững và an toàn thực phẩm cho sản phẩm.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng

Nguyên liệu cây sương sáo khô được thu thập tại xã Thạch An, tỉnh Cao Bằng. Tại mỗi điểm lấy 1 kg sương sáo khô theo phương pháp lấy mẫu phân tầng, ngẫu nhiên, sau đó trộn đều. Mẫu sau khi thu thập được đóng trong túi PE, ghi địa điểm, thời gian.

Sản phẩm thạch đen nấu theo công thức:

- Dịch chiết thạch: 90,4% (tỷ lệ: sương sáo khô/nước là 1/20); đường: 8%; tinh bột năng 1,6%. Độ pH thạch đen: 7,1.

- Bao bì: lọ thủy tinh trung tính, nắp gioăng chịu nhiệt.

+ Lọ 500 ml: chiều cao h=106 mm, đường kính Φ=85 mm.

+ Lọ 200 ml: chiều cao h=90 mm, đường kính Φ=63 mm.

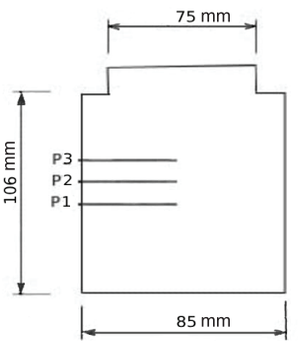
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp xác định quần thể vi sinh vật có trong thạch đen: Xác định quần thể VSV có trong thạch đen theo phương pháp của M. Pavlovic và cs (2013) [17].

Thạch đen đã phối chế, xử lý nhiệt, đóng lọ, đậy nắp chưa qua tiệt trùng. Tổng số 10 mẫu đóng trong lọ 200 ml cho vào tủ ấm bảo ôn ở nhiệt độ 37°C. Theo dõi dấu hiệu phồng trong quá trình bảo ôn. Ngay sau khi phát hiện phồng (kể cả sản phẩm chưa phồng), lấy ra khỏi tủ ấm và xét nghiệm VSV, phân lập và xác định danh tính của các chi/chủng VSV theo TCVN 11039-1:2015 và TCVN 4884-2:2015. Mức độ hiện diện của vi khuẩn được đánh giá dựa trên tần suất phát hiện trong các mẫu. Chọn chủng có khả năng chịu nhiệt cao nhất làm VSV đại diện cho sản phẩm thạch đen.

Phương pháp xác định mức nhiễm khuẩn sản phẩm thạch đen: Phối chế sản phẩm thạch đen, đóng lọ, chưa qua tiệt trùng, chia làm 2 nhóm, mỗi nhóm 10 mẫu. Nhóm A để ở nhiệt độ phòng 25-30°C thời gian 3 h. Nhóm B đưa vào tủ ấm nhiệt độ 37°C, bảo ôn 3 h. Sau đó đưa đi xét nghiệm VSV, đếm số lượng (kể cả bào tử) VSV. Tính được số lượng ban đầu của VSV bị nhiễm (giá trị N_0).

Phương pháp xác định điểm lạnh trong lọ thạch đen: Điểm lạnh là điểm cuối cùng trong lọ sản phẩm thạch đen đạt nhiệt độ tiệt trùng. Khảo sát tại 3 điểm trong lọ: P1 (40%); P2 (50%); P3 (60%) tính theo chiều cao lọ kể từ đáy lọ (hình 1). Dụng cụ để đặt đầu dò đo nhiệt độ tại điểm khảo sát, đầu dò có chiều dài L=40 mm cho lọ 500 ml; L=29 mm cho lọ 200 ml (hình 2).



Hình 1. Vị trí đặt ống thăm dò trên lọ.



Hình 2. Ống dò và đồng hồ đo nhiệt độ.

Cách tiến hành: Đóng đầy sản phẩm thạch đen vào lọ đã lắp sẵn ống thăm dò, vặn chặt nắp, cắm đồng hồ đo nhiệt vào ống thăm dò, cho cả cụm (lọ mẫu, ống thăm dò) vào nồi tiệt trùng, đưa dây ra ngoài, đậy nắp chặt. Nâng nhiệt nồi tiệt trùng bằng hơi bão hòa đọc nhiệt độ trên đồng hồ, 1 phút 1 lần đến điểm cuối cùng đạt nhiệt độ tiệt trùng (T). Mỗi mẫu 3 lọ, lấy kết quả trung bình của 3 đợt mẫu.

Phương pháp thiết lập công thức tiệt trùng: Thí nghiệm được thực hiện trên nồi tiệt trùng cao áp 500 l, sử dụng hơi quá nhiệt. Công thức tiệt trùng được thiết lập theo quy chuẩn ngành đồ hộp [15] như sau:

$$\frac{A - B - C}{T}$$

trong đó: A là thời gian nâng nhiệt nồi đến nhiệt độ T, xác định bằng thực nghiệm; B là thời gian giữ nhiệt nồi tiệt trùng ở nhiệt độ T không đổi; C là thời gian làm nguội xuống nhiệt độ môi trường, xác định bằng thực nghiệm; T là nhiệt độ tiệt trùng, xác định từ tra cứu thời gian gây chết do nhiệt đối với VSV đại diện.

Thời gian giữ nhiệt B được tính theo công thức:

$$B = F_1 + F_0 \quad (1)$$

trong đó: F_1 là thời gian gia nhiệt để điểm lạnh đạt nhiệt độ tiệt trùng T, xác định bằng thực nghiệm; F_0 là thời gian cần thiết để diệt VSV đại diện, tính theo công thức: $F_0 = D_o(\log N_0 - \log N_t)$ (2). Với N_0 là số lượng ban đầu VSV bị nhiễm trong thạch đen; N_t là số lượng cuối cùng VSV trong thạch đen sau tiệt trùng ($\log N_t = 0$); D_0 là trị số thời gian gây chết đối với VSV đại diện.

Phương pháp xử lý số liệu: Tất cả các mẫu thạch đen được phân tích về số lượng VSV tổng cộng, vi khuẩn và nấm men/mốc. Số lượng VSV được biểu thị bằng CFU/ml (Colony Forming Units trên mỗi ml). Dữ liệu thu được chuyển đổi sang logarithm cơ số 10 ($\log N_0$) để giảm độ lệch lớn giữa các giá trị và đảm bảo dữ liệu phù hợp với các phương pháp thống kê.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Xác định quần thể vi sinh vật có trong sản phẩm thạch đen

Kết quả xác định quần thể VSV có trong sản phẩm thạch đen được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Quần thể vi sinh vật được phát hiện trong sản phẩm thạch đen.

Thứ tự	Chi	Chủng	Mức độ hiện diện
1	*Aeromonas*	*A. caviae*	+
2	*Bacillus*	*B. licheniformis*	++
3	*Bacillus*	*B. coagulans*	++
4	*Brochothrix*	*B. thermosphacta*	+
5	*Butyrivibrio*	*B. fibrisolvens*	+
6	*Carnobacterium divergens*	*C. maltaromaticum*	+
7	*Clostridium*	*C. botulinum*	+++
8	*Clostridium*	*C. butyricum*	++
9	*Clostridium*	*C. difficile*	+
10	*Clostridium*	*C. pasteurianum*	++
11	*Clostridium*	*C. perfringens*	++
12	*Clostridium*	*C. tetani*	+
13	*Erwinia*	*Er. carotovora*	++
14	*Eubacterium*	*E. barkeri*	++
15	*Escherichia*	*E. coli*	+
16	*Escherichia*	*E. fergusonii*	+
17	*Eubacterium*	*E. eligens*	++
18	*Faecalibacterium*	*F. prausnitzii*	+
19	*Shigella*	*S. dysenteriae*	+

Theo bảng 1, VSV trong thạch đen gồm 3 nhóm là nấm men, mốc và vi khuẩn. Tập trung vào vi khuẩn gây thối rữa và chịu nhiệt thu được 12 chi, trong đó có 9 chủng mức độ hiện diện nhiều nhất. Căn cứ vào kết quả xét nghiệm, phân lập và tra cứu các đặc tính sinh học của các chủng chúng tôi chọn chủng có khả năng chịu nhiệt cao nhất là *C. botulinum* [18] làm chủng VSV đại diện cho sản phẩm thạch đen.

Từ các nguồn tài liệu của G.M. Evancho và cs (2009) [18], tra cứu được trị số thời gian gây chết đối với *C. botulinum* là D_{121}=0,2.

Thực tế sản phẩm thạch đen có độ axit thấp phải đối mặt với VSV có sức kháng nhiệt cao thậm chí rất cao, vì vậy phải chọn nhiệt độ cho trị số D ở 121°C cho an toàn với sản phẩm có độ pH gần 7. Tại nhiệt độ chọn là 121°C, trị số D được ký hiệu là D_{121}=0,2.

3.2. Nghiên cứu mức nhiễm khuẩn sản phẩm thạch đen

Mức độ nhiễm khuẩn của thạch đen trong hai mẫu A và B được thể hiện ở bảng 2. Kết quả bảng 2 cho giá trị log N_0 trung bình trong thạch đen là 4,426.

Bảng 2. Kết quả xét nghiệm số lượng vi sinh vật bị nhiễm trước tiệt trùng.

Ký hiệu mẫu	Tổng số vi sinh vật			
	Vi khuẩn	*Nấm men, mốc*	*Chung*	*Log N_0*
A1	$3,7.10^3$	$3,1.10^3$	$6,8.10^3$	3,83
A2	$4,7.10^3$	$4,3.10^3$	$9,0.10^3$	3,95
A3	$3,6.10^3$	$3,3.10^3$	$6,9.10^3$	3,84
A4	$4,4.10^3$	$3,8.10^3$	$8,2.10^3$	3,91
A5	$3,9.10^3$	$3,5.10^3$	$7,4.10^3$	3,87
A6	$5,8.10^3$	$4,7.10^3$	$10,5.10^3$	4,02
A7	$6,4.10^3$	$5,2.10^3$	$11,6.10^3$	4,06
A8	$5,3.10^3$	$4,9.10^3$	$10,2.10^3$	4,01
A9	$6,7.10^3$	$5,6.10^3$	$12,3.10^3$	4,09
A10	$7,7.10^3$	$6,5.10^3$	$14,2.10^3$	4,15
B1	$2,7.10^4$	$3,2.10^4$	$5,9.10^4$	4,77
B2	$3,5.10^4$	$3,4.10^4$	$6,9.10^4$	4,84
B3	$3,4.10^4$	$3,1.10^4$	$6,5.10^4$	4,81
B4	$2,6.10^4$	$3,2.10^4$	$5,8.10^4$	4,76
B5	$3,3.10^4$	$2,7.10^4$	$6,0.10^4$	4,78
B6	$4,7.10^4$	$3,9.10^4$	$8,6.10^4$	4,93
B7	$5,2.10^4$	$4,3.10^4$	$9,5.10^4$	4,98
B8	$4,4.10^4$	$3,8.10^4$	$8,2.10^4$	4,91
B9	$5,8.10^4$	$4,6.10^4$	$10,4.10^4$	5,02
B10	$5,1.10^4$	$4,7.10^4$	$9,8.10^4$	4,99
Tổng				88,52
Trung bình				4,426

3.3. Tính thời gian cần thiết diệt vi sinh vật (F_0)

Thời gian cần thiết để tiêu diệt số lượng VSV (trong đó nguy hiểm nhất là *C. botulinum*) có trong thạch đen (kể cả tế bào và bào tử) xuống đến mức an toàn ở nhiệt độ 121°C. Thuật ngữ chuyên môn gọi thời gian cần thiết này là thời gian gây chết nhiệt (TDT). Trong trường hợp này, 121°C là nhiệt độ tham chiếu. Giá trị TDT này được biểu thị bằng trị số F, trong sản phẩm cụ thể (thạch đen) là F_{121} hoặc viết tắt là F_0.

Căn cứ vào phương trình (2), $F_0 = D_{121}(\log N_0 - \log N_t)$, ta có F_0=0,2x(4,426-0)=0,885.

Thời gian gây chết nhiệt đối với VSV mà đại diện là *C. botulinum* trong sản phẩm thạch đen ở nhiệt độ tham chiếu là 0,885 phút, tính tròn là 0,9 phút.

3.4. Nghiên cứu xác định điểm lạnh

Kết quả biểu diễn sự biến thiên nhiệt độ trong thời gian gia nhiệt lọ thạch đen đến 121°C lấy số trung bình của 3 đợt mẫu thể hiện trên bảng 3.

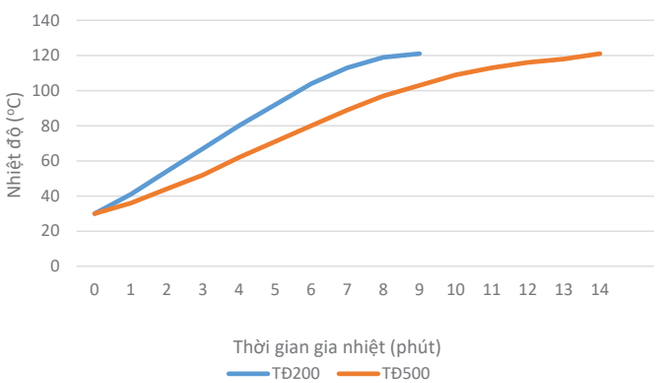
Bảng 3. Biến thiên nhiệt độ trong thời gian gia nhiệt lọ thạch đen đến 121°C.

Mốc thời gian (phút)	Nhiệt độ sản phẩm lọ 500 ml (°C)			Nhiệt độ sản phẩm lọ 200 ml (°C)		
	P1	*P2*	*P3*	*P1*	*P2*	*P3*
0	30	30	30	30	30	30
1	37	36	39	42	41	44
2	46	44	49	56	54	58
3	55	52	59	69	67	72
4	65	62	69	83	80	86
5	74	71	78	95	92	99
6	83	80	87	107	104	110
7	92	89	96	116	113	119
8	100	97	104	121	119	121
9	106	103	110	121	121	121
10	112	109	115			
11	115	113	118			
12	119	116	121			
13	121	118	121			
14	121	121	121			

Kết quả bảng 3 cho thấy, ở cả 2 loại lọ (200 và 500 ml), điểm P2 là nơi có tốc độ tăng nhiệt chậm nhất, đó chính là điểm lạnh cần xác định.

3.5. Nghiên cứu xác định thời gian gia nhiệt tiệt trùng sản phẩm

Từ kết quả thí nghiệm của bảng 3, chọn điểm lạnh là P2, đồ thị biểu thị đường cong gia nhiệt của 2 sản phẩm: thạch đen đóng lọ 500 ml (TĐ500) và thạch đen đóng lọ 200 ml (TĐ200) thể hiện trên hình 3.

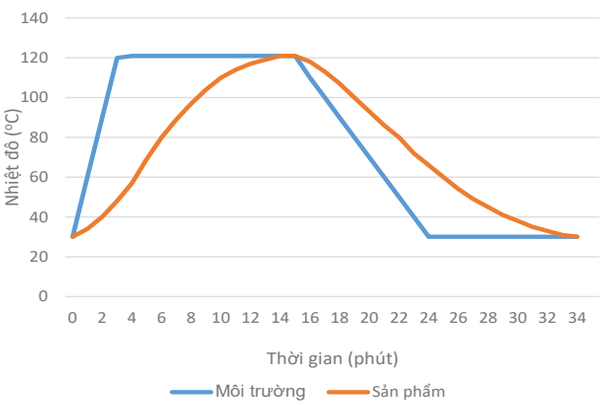


Hình 3. Đồ thị diễn biến nhiệt độ tại điểm lạnh trong quá trình gia nhiệt sản phẩm thạch đen đóng lọ 500 ml (TĐ500) và 200 ml (TĐ200).

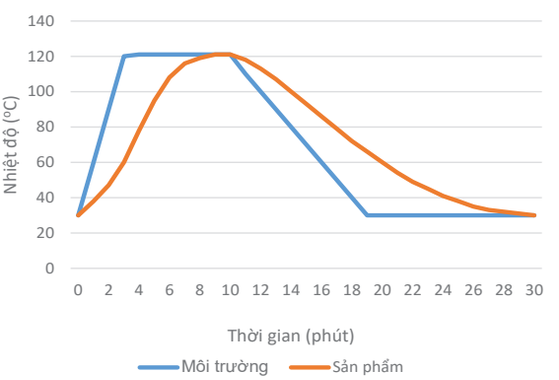
Kết quả hình 3 cho thấy, thời gian gia nhiệt để điểm lạnh đạt nhiệt độ tiệt trùng 121°C của sản phẩm thạch đen đóng lọ 500 ml (TĐ500) là 14 phút. Thay số liệu vào phương trình (1) ta có B=14+0,9=14,9 phút, làm tròn thành 15 phút. Thời gian gia nhiệt để điểm lạnh đạt nhiệt độ tiệt trùng 121°C của sản phẩm thạch đen đóng lọ 200 ml là 9 phút. Thay số liệu vào phương trình (1) ta có B=9+0,9=9,9 phút, làm tròn thành 10 phút. Thời gian giữ nhiệt (B) nồi tiệt trùng ở nhiệt độ 121°C không đổi cho lọ 500 ml là 15 phút, lọ 200 ml là 10 phút.

3.6. Nghiên cứu xác định các thông số của công thức tiệt trùng

Mối quan hệ giữa nhiệt độ gia nhiệt của nồi với nhiệt độ tiệt trùng sản phẩm thạch đen đóng lọ được biểu diễn trên đồ thị hình 4 cho lọ 500 ml và hình 5 cho lọ 200 ml.



Hình 4. Đồ thị diễn biến nhiệt độ tiệt trùng sản phẩm thạch đen đóng lọ 500 ml.



Hình 5. Đồ thị diễn biến nhiệt độ tiệt trùng sản phẩm thạch đen đóng lọ 200 ml.

Kết quả hình 4 và 5 cho thấy, thời gian nâng nhiệt A không phụ thuộc vào sản phẩm, mà phụ thuộc vào nguồn hơi cung cấp, chỉ trong 3 phút đã đạt 121°C. Trong giai đoạn đầu tốc độ nâng nhiệt sản phẩm tương đối chậm, giai đoạn giữa khá nhanh, khi gần đạt 121°C tốc độ chậm lại do hạ thấp gradient giữa nhiệt độ trong nồi và nhiệt độ tại điểm lạnh.

Thời gian giữ nhiệt B được xác định là: với lọ 500 ml: B=15 phút; với lọ 200 ml: B=10 phút. Thời gian làm nguội xuống nhiệt độ bình thường C cho cả hai loại lọ 500 và 200 ml là 20 phút.

Công thức tiệt trùng cho sản phẩm thạch đen đóng lọ 500 ml là: $\frac{3-15-20}{121}$ (3); công thức tiệt trùng cho sản phẩm thạch đen đóng lọ 200 ml là: $\frac{3-10-20}{121}$ (4).

3.7. Kiểm tra các chỉ tiêu vi sinh vật trong thạch đen sau tiệt trùng

Sản phẩm thạch đen sau tiệt trùng được bảo ôn 7 ngày ở nhiệt độ thường, sau đó đem phân tích các chỉ tiêu VSV kết quả thể hiện trên bảng 4.

Bảng 4. Kết quả phân tích các chỉ tiêu vi sinh vật trong thạch đen sau tiệt trùng.

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	
			Lọ 200 ml	*Lọ 500 ml*
1	Tổng số vi khuẩn hiếu khí	CFU/ml	KPH	KPH
2	*Clostridium botulinum*	CFU/ml	KPH	KPH
3	*E. coli*	CFU/ml	KPH	KPH
4	*C. perfringens*	CFU/ml	KPH	KPH
5	Tổng số nấm men mốc	CFU/ml	KPH	KPH
6	*B. cereus*	CFU/ml	KPH	KPH
7	*S. aureus*	CFU/ml	KPH	KPH
8	*Faecal streptococci*	CFU/ml	KPH	KPH

Kết quả bảng 4 cho thấy, với công thức tiệt trùng (3) cho lọ 500 ml và (4) cho lọ 200 ml các VSV không phát hiện (KPH). Chỉ tiêu VSV của sản phẩm thạch đen đóng lọ phù hợp với giới hạn quy định tại QCVN 20-1:2024/BYT [2].

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được danh tính của các chi/chủng VSV có trong sản phẩm thạch đen, từ đó chọn được VSV đại diện để nghiên cứu công thức tiệt trùng sản phẩm này là *Clostridium botulinum*, một chủng vi khuẩn có sức kháng nhiệt cao nhất. Xác định được trị số thời gian gây chết đối với *C. botulinum* là D_{121}=0,2. Từ việc xác định mức độ nhiễm khuẩn của thạch đen trong hai mẫu đã tìm được thời gian gây chết nhiệt đối với VSV mà đại diện là *C. botulinum* ở nhiệt độ 121°C là 0,9 phút.

Thời gian gia nhiệt để điểm lạnh đạt nhiệt độ tiệt trùng 121°C của sản phẩm thạch đen đóng lọ 500 ml là 14 phút, lọ 200 ml là 9 phút. Đã xác định được thời gian tiệt trùng cho lọ 500 ml là 15 phút, lọ 200 ml là 10 phút ở 121°C.

Bằng thực nghiệm đã xác định các thông số của công thức tiệt trùng và xây dựng công thức tiệt trùng cho sản phẩm thạch đen đóng lọ như sau: lọ 500 ml: $\frac{3-15-20}{121}$; lọ 200 ml: $\frac{3-10-20}{121}$.

Kết quả kiểm tra các chỉ tiêu VSV trong thạch đen sau tiệt trùng theo công thức trên đạt theo QCVN 20-1:2024/BYT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] D.T. Loi (1962), *Vietnamese Medicinal Plants and Medicines*, Science and Technics Publishing House, pp.688-689 (in Vietnamese).

[2] Ministry of Health (2024), *Circular 12/2024/TT-BYT on QCVN 20-1:2024/BYT- Limits of Contaminants in Health Protection Foods* (in Vietnamese).

[3] F. Tao, G.Z. Biao, J. Zheng, et al. (2008), "Isolation and characterisation of an acidic polysaccharide from *Mesona blumes* gum", *Carbohydrate Polymers*, **71(2)**, pp.159-169, DOI: 10.1016/j.carbpol.2007.05.017.

[4] W.D. Bigelow, G.S. Bohart, A.C. Richardson, et al. (1920), *Heat Penetration in Processing Canned Foods*, National Canners Association Bulletin, 128pp.

[5] C.O. Ball (1923), "Thermal process time for canned foods", *Bulletin of The National Research Council*, **7(37)**, pp.31-76.

[6] M. Patashnik (1953), "A simplified procedure for thermal process evaluation", *Food Technology*, **7(1)**, pp.1-6.

[7] C.O. Ball, F.C.W. Olson (1957), *Sterilization in Food Technology*, McGraw-Hill Publishing, New York, 682pp.

[8] C.R. Stumbo (1973), *Thermobacteriology in Food Processing*, Academic Press, New York, 336pp.

[9] A. Casolari (1988), "Microbial death", *Physiological Models in Microbiology*, CRC Press, Boca Raton, pp.1-44.

[10] D.L. Downing (1996), "Heat penetration determinations and thermal process calculations", *A Complete Course in Canning and Related Processes*, **2**, pp.43-58, DOI: 10.1016/B978-0-85709-678-4.00003-8.

[11] H.S. Ramaswamy, C. Abbatemarco (1996), "Thermal processing of fruits", *Processing of Fruits - Science and Technology*, Technomic Publishing, **1**, pp.25-65.

[12] I. Kormendy, L. Kormendy (1997), "Considerations for calculating heat inactivation processes when semilogarithmic thermal inactivation models are non-linear", *Journal of Food Engineering*, **34(1)**, pp.33-40, DOI: 10.1016/S0260-8774(97)00071-X.

[13] M. Peleg, C.M. Penchina (2000), "Modelling microbial survival during exposure to a lethal agent with varying intensity", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **40(2)**, pp.159-172, DOI: 10.1080/10408690091189301.

[14] S.C. Shen, M.C. Wu, J.S.B. Wu (2006), "Conventional thermal processing and preservation", *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, Black Well Publishing, pp.121-132.

[15] P.S. Jimenez, S.P. Bangar, M. Suffern, et al. (2024), "Understanding retort processing: A review", *Food Science & Nutrition*, **12(3)**, pp.1545-1563, DOI: 10.1002/fsn3.3912.

[16] E. Raits, L. Pinte, A.K. Ozolina, et al. (2021) "A case-study: Temperature distribution and heat penetration in steam-air retort, using glass jars and retort pouches", *Rural Sustainability Research*, **46(341)**, pp.90-96, DOI: 10.2478/plua-2021-0020.

[17] M. Pavlovic, I. Huber, R. Konrad, et al. (2013), "Application of MALDI-TOF MS for the identification of food borne bacteria", *Open Microbiol. J.*, **7**, pp.135-141, DOI: 10.2174/1874285801307010135.

[18] G.M. Evancho, S. Tortorelli, V.N. Scott (2009), "Microbiological spoilage of canned foods", *Compendium of The Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*, Springer, DOI: 10.1007/978-1-4419-0826-1_7.