



ISSN 1859-2333

Tạp chí
KHOA HỌC

Trường Đại học Cần Thơ
Journal of Science, Can Tho University

Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học
Part B: Agriculture, Fisheries and Biotechnology



Tập 56, Số 2B (2020)

Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ
Can Tho University Journal of Science

Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học
Part B: Agriculture, Fisheries and Biotechnology

ISSN 1859-2333

Tập 56, Số 2B (2020)

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Tổng biên tập (*Editor-in-Chief*)
Hà Thanh Toàn

Phó Tổng biên tập (*Deputy Editor-in-Chief*)
Nguyễn Thanh Phương

Thư ký Tòa soạn (*Editorial Secretariat*)
Trần Thanh Điện

Thư ký Hội đồng biên tập (*Secretary of Editorial Board*)
Trần Thanh Bé

Ủy viên (*Members of Editorial Board*)

Võ Thị Gương Trường Đại học Tây Đô	Nguyễn Anh Tuấn Nguyên Hiệu trưởng Trường Đại học Cần Thơ
Trần Ngọc Hải Trường Đại học Cần Thơ	Nguyễn Minh Chơn Trường Đại học Cần Thơ
Lê Văn Hòa Trường Đại học Cần Thơ	Nguyễn Đức Hiền Chi Cục Thú y Cần Thơ
Lê Quang Trí Trường Đại học Cần Thơ	Lưu Hồng Mẫn Viện Lúa Đồng bằng sông Cửu Long
Nguyễn Văn Thu Trường Đại học Cần Thơ	Bùi Hữu Thuận Trường Đại học Cửu Long

MỤC LỤC

Tập 56, Số 2A

Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải thủy sản bằng mô hình Bardenpho 5 giai đoạn kết hợp bể USBF

Lê Hoàng Việt, Nguyễn Văn Thiệu, Nguyễn Chí Linh và Nguyễn Võ Châu Ngân 1

Đa dạng loài và mối quan hệ di truyền giữa các loài giun đất ở tỉnh Bình Dương và Bình Phước

Nguyễn Quốc Nam, Nguyễn Đức Anh, Phan Thanh Quốc và Nguyễn Thanh Tùng..... 11

Nghiên cứu hiện tượng hấp phụ phân tử khí trên dây nano Penta-graphene dạng răng cưa

Nguyễn Thành Tiên, Trần Yến Mi và Lê Võ Phương Thuận..... 21

Cải tiến thuật toán phân tích cụm cho các phân tử rời rạc

Võ Văn Tài, Trần Thành Tiến, Châu Ngọc Thơ, Nguyễn Trang Thảo và Huỳnh Văn Hiếu..... 30

Tập 56, Số 2B

Ảnh hưởng của thức ăn khởi đầu đến khả năng sinh trưởng và đáp ứng miễn dịch của gà thịt Lương Phượng thương phẩm

Nguyễn Thị Mỹ Nhân, Nguyễn Thanh Hải, Tống Thị Mỹ Vinh và Chế Minh Tùng 37

Đặc điểm của các dòng lợi khuẩn *Bacillus* spp. từ tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) ở tỉnh Kiên Giang

Huỳnh Ngọc Thanh Tâm và Huỳnh Văn Thịnh.... 44

Tạo dòng và biểu hiện interleukin 2 (IL-2) người tái tổ hợp trong *Escherichia coli*

Ngô Thị Kim Hằng, Nguyễn Phan Viễn Phương, Trần Nguyễn Thảo Suong và Trần Văn Hiếu 53

Mô hình hóa kiểm soát đồng nhất nhiệt độ sản phẩm đồ hộp trong quá trình thanh trùng

Nguyễn Đức Toàn, Võ Minh Hoàng và Võ Tấn Thành 59

CONTENT

Vol. 56, No. 2A

Study on aquatic products processing wastewater treatment efficiency by the 5-stage Bardenpho tank combined with USBF tank

Le Hoang Viet, Nguyen Van Thieu, Nguyen Chi Linh and Nguyen Vo Chau Ngan 1

Diversity and genetic relationship of earthworm species in Binh Duong and Binh Phuoc provinces, Vietnam

Nguyen Quoc Nam, Nguyen Duc Anh, Phan Thanh Quoc and Nguyen Thanh Tung 11

Adsorption of gas molecules on sawtooth Penta-graphene nanoribbon

Nguyen Thanh Tien, Tran Yen Mi and Le Vo Phuong Thuan..... 21

Improving the cluster analysis algorithm for discrete elements

Vo Van Tai, Tran Thanh Tien, Chau Ngoc Tho, Nguyen Trang Thao and Huynh Van Hieu 30

Vol. 56, No. 2B

Effects of pre-starter diets on growth performance and immune responses of Luong Phuong broilers

Nguyen Thi My Nhan, Nguyen Thanh Hai, Tong Thi My Vinh and Che Minh Tung 37

Characteristics of *Bacillus* spp. from white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Kien Giang province

Huynh Ngoc Thanh Tam and Huynh Van Thinh 44

Cloning and expressing human recombinant interleukin 2 (IL-2) in *Escherichia coli*

Ngo Thi Kim Hang, Nguyen Phan Vien Phuong, Tran Nguyen Thao Suong and Tran Van Hieu .. 53

Data based modeling approach for control of uniform temperature cans in pasteurization process

Nguyen Duc Toan, Vo Minh Hoang and Vo Tan Thanh 59

- Ảnh hưởng của mannan oligosaccharides và colistin đến khả năng sinh trưởng và đáp ứng miễn dịch của gà Lương Phượng nuôi thịt
Trần Phạm Tiến Thịnh, Nguyễn Thị Ngọc Dung, Nguyễn Thị Mỹ Nhân và Chế Minh Tùng..... 68
- Tác động của hệ thống công trình thủy lợi đến hoạt động sản xuất nông nghiệp tại huyện Hồng Ngự tỉnh Đồng Tháp
Hồng Minh Hoàng, Huỳnh Minh Đường, Trần Dương Ngân Thảo và Văn Phạm Đăng Trí..... 74
- Ảnh hưởng của nồng độ NAA và loại cành giâm đến sự ra rễ cành giâm linh sam (*Desmodium unifoliatum* (Merr.) Steen.)
Lê Văn Hòa, Mai Văn Trâm, Mai Vũ Duy và Diệp Thúy Hằng..... 88
- Ảnh hưởng của NAA và BA phun qua lá đến sinh trưởng và chất lượng hoa hồng Tường vi (*Rosa* sp.) trồng chậu
Phạm Thị Phương Thảo, Nguyễn Thị Kiều Mi, Bùi Thiên Quang và Lê Văn Hòa..... 94
- Ảnh hưởng của nhíp bổ sung inulin vào thức ăn lên đáp ứng miễn dịch cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*)
Bùi Thị Bích Hằng và Nguyễn Thanh Phương..... 100
- Hoạt chất deltamethrin và hiện tượng vênh mang ở tôm sú (*Penaeus monodon*) và tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*)
Đặng Thị Hoàng Oanh và Trương Quốc Phú... 110
- Một số đặc điểm sinh học sinh sản của ốc bươu đồng (*Pila polita*) phân bố ở Đồng bằng sông Cửu Long
Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo 117
- Ảnh hưởng của độ mặn lên sự phát triển của vi khuẩn *Vibrio* spp. trong điều kiện phòng thí nghiệm
Phạm Thị Tuyết Ngan, Nguyễn Hoàng Nhật Uyên, Vũ Ngọc Út và Nguyễn Thanh Phương..... 127
- Effects of mannan oligosaccharides and colistin on growth performance and immune responses of Luong Phuong broilers
Tran Pham Tien Thinh, Nguyen Thi Ngoc Dung, Nguyen Thi My Nhan and Che Minh Tung..... 68
- Impacts of irrigation system on agriculture in Hong Ngu district, Dong Thap province
Hong Minh Hoang, Huynh Minh Duong, Tran Duong Ngan Thao and Van Pham Dang Tri..... 74
- Effect of concentration of naphthalene acetic acid (NAA) and types of branches on rooting of Blue bell (*Desmodium unifoliatum* (Merr.) Steen.) cuttings
Le Van Hoa, Mai Van Tram, Mai Vu Duy and Diep Thuy Hang 88
- Effect of different NAA and BA concentrations as foliar application on growth and flower quality of potted Tuong Vi rose (*Rosa* sp.)
Pham Thi Phuong Thao, Nguyen Thi Kieu Mi, Bui Thien Quang and Le Van Hoa 94
- Effects of dietary inulin supplementary duration on immune responses of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*)
Bui Thi Bich Hang and Nguyen Thanh Phuong 100
- Deltamethrin and gill covers flared up in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*)
Dang Thi Hoang Oanh and Truong Quoc Phu 110
- Reproductive biology of black apple snail (*Pila polita*) in the Mekong Delta of Vietnam
Le Van Binh and Ngo Thi Thu Thao..... 117
- Effect of salinity on growth of *Vibrio* spp. in vitro conditions
Pham Thi Tuyet Ngan, Nguyen Hoang Nhat Uyen, Vu Ngoc Ut and Nguyen Thanh Phuong 127

Nghiên cứu chiết rút và khảo sát tính kháng khuẩn của chitosan tan trong nước từ vỏ tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*)
Phạm Văn Dũ, Nguyễn Thị Kim Thương, Nguyễn Văn Thơm và Lê Thị Minh Thủy..... 136

Nghiên cứu tạo protein tín hiệu nanoluciferase: Ứng dụng tạo cảm biến sinh học nhận diện kháng sinh
Trần Thị Mỹ Duyên và Trần Thị Tuyết Hoa..... 146

Tập 56, Số 2C

Quá trình chuyển biến tư tưởng cứu nước của Phan Bội Châu đối với cách mạng Việt Nam
Lê Thị Ngọc Nữ..... 152

Các yếu tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng mô hình điện năng lượng mặt trời trên mái nhà của hộ gia đình tại Cà Mau
Lê Trần Thanh Liêm và Phạm Ngọc Nhân..... 161

Các nhân tố ảnh hưởng đến nhận thức của sinh viên Khoa Du lịch, Trường Cao đẳng Kiên Giang về biến đổi khí hậu
Trương Trí Thông và Nguyễn Thị Tường Vi..... 168

Tập 56, Số 2D

Mức sẵn lòng chi trả của người dân địa phương ở xã Khánh An đối với dự án bảo tồn rừng U Minh Hạ
Huỳnh Việt Khải và Hoàng Mai Phương..... 178

Các nhân tố ảnh hưởng đến sự phát triển du lịch sinh thái bền vững tỉnh Cà Mau
Nguyễn Phước Hoàng..... 185

The extraction and antibacterial ability of water-soluble chitosan from white leg shrimp shell (*Litopenaeus vannamei*)
Pham Van Du, Nguyen Thi Kim Thuong, Nguyen Van Thom and Le Thi Minh Thuy..... 136

Generating Nanoluciferase reporter protein for development of biosensor detecting antibiotics
Tran Thi My Duyen and Tran Thi Tuyet Hoa.. 146

Vol. 56, No. 2C

The process of transforming Phan Boi Chau's thought of saving the nation to the Vietnamese revolution
Le Thi Ngoc Nu..... 152

Factors affecting household's application of rooftop solar power systems in Ca Mau province
Le Tran Thanh Liem and Pham Ngoc Nhan.... 161

Climate change awareness of students at Faculty of Tourism, Kien Giang College
Truong Tri Thong and Nguyen Thi Tuong Vi.. 168

Vol. 56, No. 2D

Khanh An residents's willingness to pay for U Minh Ha forest conservation project
Huynh Viet Khai and Hoang Mai Phuong..... 178

Factors affecting the sustainable ecotourism development - A case study in Ca Mau province
Nguyen Phuoc Hoang..... 185

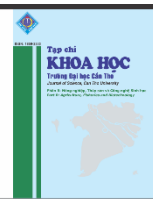
THẺ LỆ VIẾT VÀ GỬI BÀI

1. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ được Bộ Thông tin và Truyền thông cấp giấy phép số 101/GP.BTTTT ngày 10 tháng 4 năm 2015, mã số ISSN 1859-2333. Tạp chí thuộc danh mục các tạp chí được tính điểm công trình của một số Hội đồng chức danh Giáo sư Nhà nước.
2. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ được chia thành 4 phần gồm (i) Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường; (ii) Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học; (iii) Khoa học Xã hội, Nhân văn và Giáo dục và (iv) Kinh tế và Pháp luật. Tạp chí công bố và giới thiệu các bài tổng quan (review articles), bài của các công trình nghiên cứu (research articles) và thông báo khoa học (short communication articles) của tác giả trong và ngoài nước. Nội dung công bố là các công trình chưa được xuất bản trên bất kỳ tạp chí nào khác. Tạp chí được xuất bản 9 số/năm, trong đó có 3 số xuất bản bằng tiếng Anh.
3. Bài viết gửi đăng phải tuân thủ quy định của Tạp chí và được hướng dẫn chi tiết trên website: sj.ctu.edu.vn.
4. Bài tổng quan không quá 25 trang, bài của các công trình nghiên cứu không quá 16 trang và bài thông báo khoa học không quá 8 trang khổ A4, dòng đôi, kiểu chữ Times New Roman, kích thước 11.
5. Bài viết phải có phần tóm tắt bằng tiếng Việt và tiếng Anh tối đa 250 từ; tựa bài viết và các từ khóa bằng tiếng Việt và tiếng Anh.
6. Ban Biên tập Tạp chí nhận bài thường xuyên, tổ chức thẩm định và xét duyệt theo quy định của Tạp chí. Bài viết gửi đăng được thẩm định thông qua và được Hội đồng biên tập duyệt đăng sẽ được xuất bản trên số báo định kỳ, được công bố toàn văn tại website: sj.ctu.edu.vn
7. Lệ phí gửi đăng bài là 500.000đ/bài.
8. Bài viết gửi đăng tại địa chỉ: sj.ctu.edu.vn.

Địa chỉ liên hệ:

*Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ
Lầu 4, Nhà Điều hành, Trường Đại học Cần Thơ
Khu II, Đường 3/2, Q. Ninh Kiều, TP. Cần Thơ
Điện thoại: (0292) 3 872 157
Email: tapchidhct@ctu.edu.vn*

*Giấy phép xuất bản số 101/GP.BTTTT của Bộ Thông tin và Truyền thông ngày 10/4/2015.
In 100 quyển, khổ 19 x 26 cm, tại Công Ty CP In Tổng hợp Cần Thơ.
In xong và nộp lưu chiểu quý 3 năm 2020.*



DOI:10.22144/ctu.jvn.2020.031

MÔ HÌNH HÓA KIỂM SOÁT ĐỒNG NHẤT NHIỆT ĐỘ SẢN PHẨM ĐỒ HỘP TRONG QUÁ TRÌNH THANH TRÙNG

Nguyễn Đức Toàn^{1*}, Võ Minh Hoàng¹ và Võ Tấn Thành²

¹Khoa Nông nghiệp - Thủy sản, Trường Đại học Trà Vinh

²Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Đức Toàn (email: ndtoan@tvu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 20/11/2019

Ngày nhận bài sửa: 29/02/2020

Ngày duyệt đăng: 29/04/2020

Title:

Data based modeling approach for control of uniform temperature cans in pasteurization process

Từ khóa:

Chế biến nhiệt, đồng nhất nhiệt độ, mô hình hóa, phân bố nhiệt

Keywords:

Modeling, thermal processing, temperature uniformity, temperature distribution

ABSTRACT

Uniforming product temperature when pasteurizing is a matter that needs to be controlled to ensure safety and quality. In this study, a data-based mechanistic modeling approach was used for controlling the three-dimensional temperature uniform of the product during the pasteurization process. The flow rates were varied between 0,6-1,8 m³/hour. In each experiment at a specific flow rate, the inlet temperature was adjusted from 35 to 60°C. During the experiment, 20 sensors for hot water in the equipment and 18 sensors for inside cans were recorded by datalogger Keithley 2700. The 231 cans containing 2,5% CMC were used in this research. The simplified refined instrument variable (SRIV) algorithm was used as the model parameter identification tool to obtain the best model order and parameters. A third-order transfer function from the dynamic response of product temperature from hot water with a high coefficient of determination and a low standard error explained the heat exchange in a system. The measured data and the model providing a physically meaningful parameter related to a heat transfer coefficient from hot water to products could be used for online controlling of the temperature distribution of products in the pasteurization equipment.

TÓM TẮT

Đồng nhất nhiệt độ sản phẩm khi thanh trùng là vấn đề cần phải kiểm soát để đảm bảo an toàn và chất lượng. Trong nghiên cứu này, mô hình hộp đen chứa tham số vật lý có ý nghĩa (DBM) được sử dụng để kiểm soát đồng nhất nhiệt độ sản phẩm trong quá trình thanh trùng. Thí nghiệm “bước” được thực hiện bằng cách thay đổi nhiệt độ môi trường gia nhiệt từ 35-60°C cho 231 lon dung dịch carboxymethyl cellulose (CMC) 2,5%, kết hợp thay đổi lưu lượng bơm từ 0,6-1,8 m³/giờ. Trong suốt thí nghiệm, dữ liệu của 20 cảm biến đo nhiệt độ môi trường nước trong thiết bị và 18 cảm biến đo nhiệt độ sản phẩm được ghi nhận liên tục bởi datalogger Keithley 2700. Thuật toán SRIV tích hợp trong công cụ Captain toolbox của Matlab được sử dụng để tính toán các tham số và lựa chọn mô hình. Hàm truyền bậc ba phát triển từ quan hệ trao đổi nhiệt giữa nhiệt độ môi trường ngõ vào của thiết bị và nhiệt độ sản phẩm có hệ số tương quan cao, sai số thấp có chứa tham số liên quan hệ số truyền nhiệt bề mặt. Đồng dạng hàm truyền thu được tham số vật lý α có chứa hệ số truyền nhiệt bề mặt thể hiện sự phân bố nhiệt độ của sản phẩm. Biểu diễn phân bố tham số α trong không gian ba chiều là cơ sở để điều chỉnh thiết kế hoặc thiết kế hệ thống điều khiển đồng nhất nhiệt độ sản phẩm.

Trích dẫn: Nguyễn Đức Toàn, Võ Minh Hoàng và Võ Tấn Thành, 2020. Mô hình hóa kiểm soát đồng nhất nhiệt độ sản phẩm đồ hộp trong quá trình thanh trùng. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(2B): 59-67.

1 GIỚI THIỆU

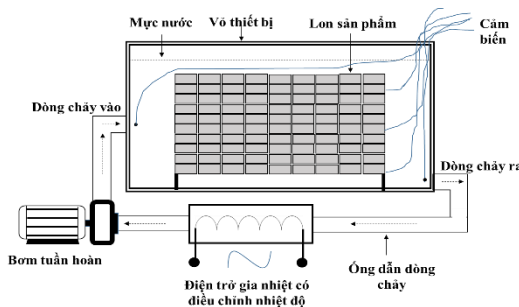
Đồng nhất nhiệt độ và các điều kiện truyền nhiệt trong thiết bị thanh trùng là yếu tố quan trọng trong việc áp dụng thành công các phương pháp bảo quản để tạo ra sản phẩm thực phẩm an toàn và chất lượng cao (Smout *et al.*, 2001). Sự không đồng nhất nhiệt độ môi trường của thiết bị thanh trùng trong quá trình gia nhiệt có thể đạt đến 10°C (Smout *et al.*, 1997) và thời gian chết nhiệt của sản phẩm (F-value) cũng không đồng nhất trong thiết bị thanh trùng (Smout *et al.*, 2000). Khác biệt nhiệt độ sản phẩm trong quá trình thanh trùng là 1°C sẽ làm cho thời gian chết nhiệt (F-value) khác nhau 25% Lewis, 2006). Các nghiên cứu của Thanh *et al.* (2007, 2008) trong môi trường kho bảo quản, của Lê Thị Hoa Xuân và Võ Tấn Thành (2011) trong thiết bị thanh trùng đã chứng minh không thể có đồng nhất nhiệt độ sản phẩm trong không gian ba chiều của thiết bị, mà chỉ có thể chấp nhận đồng nhất nhiệt độ sản phẩm với một mức khác biệt nhiệt độ nào đó so với nhiệt độ trung bình của một vùng sản phẩm, muốn làm đồng nhất nhiệt độ sản phẩm cần phải sử dụng mô hình để kiểm soát phân bố hệ số truyền nhiệt bề mặt. Nghiên cứu của Lê Thị Hoa Xuân và Võ Tấn Thành (2011) với phương pháp sử dụng mô hình hộp đen chứa tham số vật lý có ý nghĩa “Data based mechanistic” (DBM) trong kiểm soát đồng nhất

nhiệt độ sản phẩm khi thanh trùng, kết quả nghiên cứu cho ra hàm truyền bậc 1 thể hiện mối quan hệ giữa nhiệt độ môi trường bề mặt của sản phẩm với nhiệt độ tâm của sản phẩm. Do đó, hàm truyền chỉ thực hiện điều khiển kiểm soát làm đồng nhất nhiệt độ sản phẩm thông qua dữ liệu ghi nhận nhiệt độ môi trường tại bề mặt. Trong nghiên cứu này, giải pháp sử dụng mô hình DBM nhằm phát triển mở rộng hàm truyền biểu thị mối quan hệ giữa nhiệt độ môi trường tại ngõ vào của thiết bị thanh trùng với nhiệt độ tâm của sản phẩm khi thay đổi lưu lượng bơm trong thiết bị thanh trùng. Qua đó, sử dụng hàm truyền kiểm soát hệ số truyền nhiệt bề mặt trong quá trình gia nhiệt sản phẩm từ một vị trí ghi nhận nhiệt độ môi trường ở ngõ vào của thiết bị và điều khiển đồng nhất nhiệt độ tâm sản phẩm với một mức khác biệt nhiệt độ chấp nhận.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Hệ thống thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thanh trùng tự thiết kế với kích thước 600 mm x 400 mm x 500 mm sử dụng lớp cách nhiệt dày 20 mm. Hệ thống bơm nước có công suất 125 W, có thể điều chỉnh lưu lượng khảo sát từ 0,6-1,8 m³/giờ. Hệ thống gia nhiệt kiểm soát nhiệt độ cho phép điều chỉnh nhiệt độ khảo sát từ 35°C lên 60°C có công suất 4 kW (Hình 1a, Hình 1b).



(a) hình mô phỏng cấu tạo thiết bị



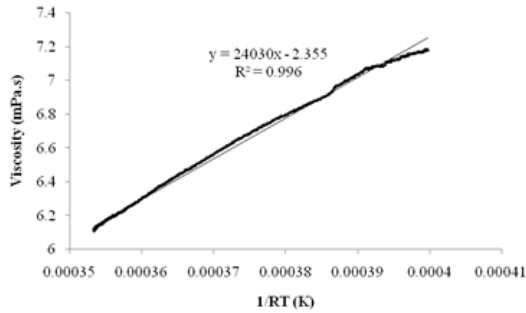
(b) ảnh thật hệ thống thiết bị

Hình 1: Hệ thống thiết bị thanh trùng trong thí nghiệm

2.2 Bố trí cảm biến nhiệt độ

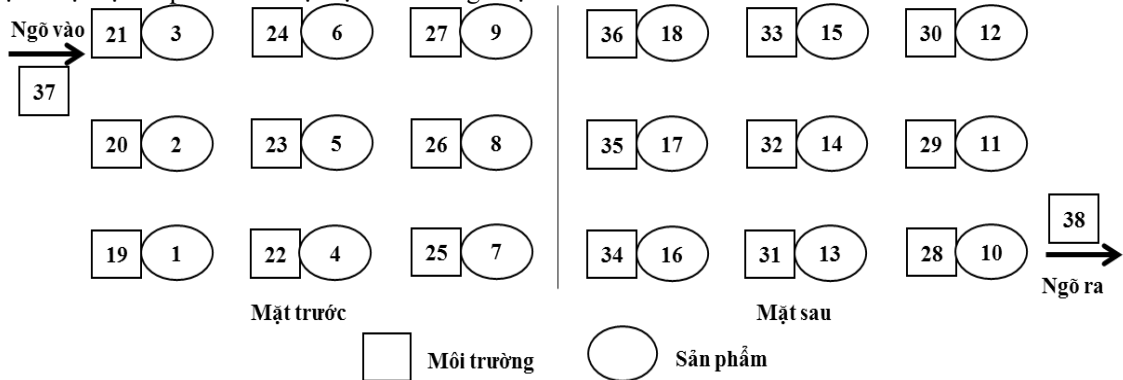
Thí nghiệm sử dụng 231 lon (53 mm x 130 mm) dung dịch carboxymethyl cellulose (CMC) 2,5% (xuất xứ Trung Quốc) nhằm tạo sản phẩm có tính đồng nhất, ổn định, mô phỏng cho sản phẩm thí nghiệm. Đặc tính thay đổi độ nhớt ổn định theo nhiệt độ là minh chứng cho tính ổn định trong quá trình truyền nhiệt vào sản phẩm (Hình 2). Đồ thị Hình 2 là kết quả tính toán mối quan hệ độ

nhớt theo nhiệt độ từ phương trình Arrhenius $\mu = A \cdot \exp(E_a / R \cdot T)$ dữ liệu đo đạc từ nhớt kế Viscometer-SV10. Trong đó, μ : Độ nhớt của dung dịch ở nhiệt độ T; E_a : Năng lượng hoạt hóa (kJ.mol⁻¹); R: Hằng số khí lý tưởng (8,314 J.mol⁻¹K⁻¹); T: Nhiệt độ của dung dịch theo thời gian (K); A: Hằng số.

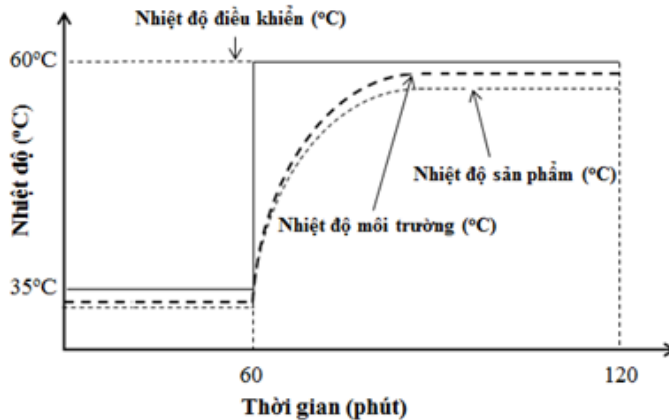


Hình 2: Thay đổi độ nhớt của dung dịch CMC 2,5% theo nhiệt độ

Sản phẩm được xếp khối 11×07×03 (lon). Dữ liệu nhiệt độ sản phẩm và nhiệt độ môi trường được



Hình 3: Sơ đồ bố trí cảm biến nhiệt độ trong không gian ba chiều của thiết bị



Hình 4: Biểu diễn thí nghiệm “bước” nhiệt độ

2.3 Mô hình hộp đen chứa tham số vật lý có ý nghĩa (DBM)

Mô hình hộp đen DBM là mô hình thu nhận từ dữ liệu động học của quá trình khảo sát và chỉ xem là có thể sử dụng khi tìm được ít nhất một tham số có ý nghĩa vật lý chứa trong mô hình (Hình 5).

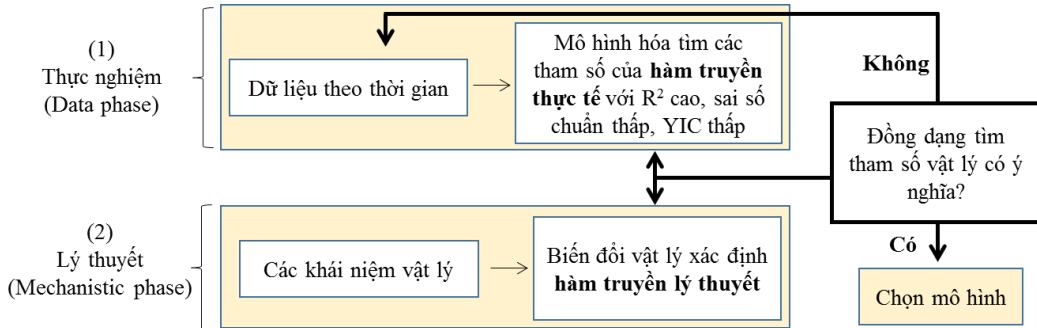
ghi nhận bằng cảm biến nhiệt độ loại T (hiệu Omega, Mỹ) độ chính xác ± 0,01°C, 18 cảm biến đo nhiệt độ tâm sản phẩm; 18 cảm biến đo nhiệt độ tại bề mặt sản phẩm, 02 cảm biến đặt tại vị trí bơm nước vào và ra của thiết bị (Hình 3). Cảm biến được bố trí theo ma trận không gian 3×3×2 và kết nối tín hiệu với datalogger Keithley 2700.

Lưu lượng bơm nước tuần hoàn được khảo sát từ 0,6-1,8 m³/giờ, đồng thời thay đổi “bước” nhiệt độ môi trường từ 35°C lên 60°C. Thời gian giữ nhiệt ở mỗi “bước” nhiệt độ là 60 phút. Dữ liệu nhiệt độ được ghi nhận liên tục với khoảng cách thời gian là 10 giây (Hình 4).

Thuật toán simplified refined instrumental variable (SRIV) được sử dụng tính toán các tham số của hàm truyền dạng liên tục, với ưu điểm có thể tính toán hàm truyền liên tục từ các dữ liệu không liên tục, các tham số trong hàm truyền được lựa chọn chính xác và có khả năng tối ưu hóa nhằm làm giảm

các bậc của phương trình trong hàm truyền (Young, 2011). Thuật toán (SRIV) được tính thông qua hàm RIVC tích hợp trong Captain toolbox của Matlab (<http://www.es.lancs.ac.uk/cres/captain/>).

Hàm truyền tốt nhất được chọn trên cơ sở R^2 cao, sai số chuẩn (SE) thấp, hệ số young identification criterion (YIC) thấp và yếu tố bậc của hàm truyền (Young, 2002).



Hình 5: Phương pháp mô hình hóa sử dụng mô hình hộp đen DBM

3 KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1 Hàm truyền lý thuyết chứng minh từ các phương trình truyền nhiệt

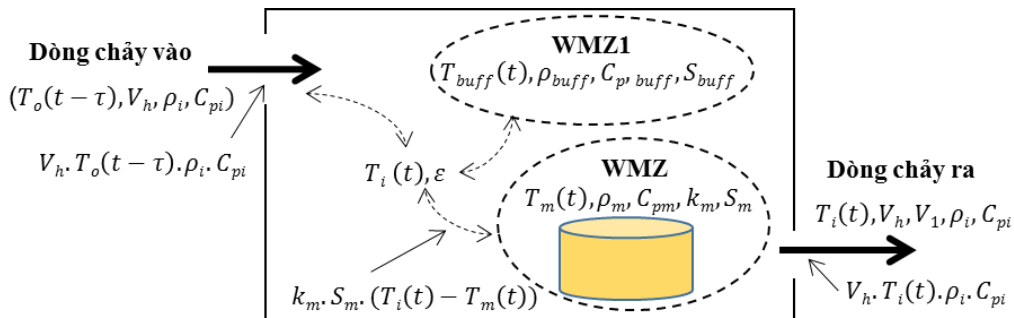
Trong trường hợp thanh trùn, giả sử đồng nhất nhiệt độ sản phẩm với khác biệt nhiệt độ chấp nhận, nhiệt dung riêng của sản phẩm ít thay đổi theo nhiệt độ. Quá trình truyền nhiệt từ một vùng đồng nhất của môi trường đến bên trong lon sản phẩm (Hình 6) được cân bằng năng lượng tổng quát qua phương trình (1):

$$\begin{aligned} \frac{dT_i(t)V_i\rho_iC_{p,i}}{dt} &= V_hT_o(t-\tau)\rho_oC_{p,o} \\ &\quad - V_hT_i(t)\rho_iC_{p,i} \\ &\quad + nk_mS_m(T_m(t)-T_i(t)) \\ &\quad + k_1S_1(T_{buff}(t)-T_i(t)) \end{aligned} \quad (1)$$

Trong đó, $T_i(t)$: là nhiệt độ môi trường nước trong thiết bị (°C), $T_o(t-\tau)$: là nhiệt độ nước sau khi gia nhiệt đi vào thiết bị (°C), $T_m(t)$: là nhiệt độ tâm sản phẩm (°C), $T_{buff}(t)$: là nhiệt độ vùng đồng nhất môi trường trong thiết bị WMZ1 (°C);

$C_{p,o}, C_{p,i}$ nhiệt dung riêng của môi trường nước và của môi trường nước trong vùng WMZ (J/kg.°C); ρ_o, ρ_i khối lượng riêng của môi trường nước (kg/m³); k_m : hệ số truyền nhiệt bề mặt giữa vùng WMZ1 và WMZ (W/m².°C); k_1 : hệ số truyền nhiệt bề mặt giữa môi trường nước trong thiết bị với vùng WMZ1 (W/m².°C); S_m : diện tích vùng WMZ và WMZ1 (m²); S_1 : diện tích vùng WMZ1 và môi trường (m²); n: số lượng sản phẩm (lon)

Giả sử khối lượng riêng, nhiệt dung riêng của môi trường gia nhiệt ở ngõ vào và ra của thiết bị bằng nhau ($\rho_o = \rho_i = \rho$; $C_{p,o} = C_{p,i} = C_p$). Trong thiết bị với thể tích vùng đồng nhất WMZ (V), thể tích của nước vào thiết bị (V_i), thể tích lon sản phẩm (V_m), độ rỗng của sản phẩm (ϵ). Lon sản phẩm có đường kính (d) chiều cao (h), diện tích bề mặt hình trụ được tính: $S_m = (\pi d^2)/2 + \pi dh$. Thể tích (V_i) liên quan đến (V) và độ rỗng (ϵ) trong vùng đồng nhất “well mixed zone” (WMZ) được xác định: $V - V_i = \left(\frac{1-\epsilon}{\epsilon}\right)V_i = n.V_m = n.h.\frac{\pi d^2}{4}$



Hình 6: Quá trình trao đổi nhiệt trong các vùng đồng nhất của thiết bị

Tương ứng:

$$\left(\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\right)V_i = nh \frac{\pi d^2}{4} = n\pi d \left(\frac{d}{2} + h\right) \left(\frac{dh}{2d+2h}\right) \quad (2)$$

$$= nS_m \left(\frac{dh}{2d+2h}\right)$$

Hoặc: $nS_m = \frac{2(1-\varepsilon)(d+h)V_i}{\varepsilon dh}$ (3)

Phương trình (1) có thể viết lại:

$$\frac{dT_i(t)}{dt} = \frac{V_h}{V_i} T_o(t-\tau) - \frac{V_h}{V_i} T_i(t) + \frac{nk_m S_m}{\rho V_i C_p} (T_m(t) - T_i(t)) + \frac{k_1 S_1}{\rho V_i C_p} (T_{buff}(t) - T_i(t)) \quad (4)$$

Thế phương trình (3) vào (4):

$$\frac{dT_i(t)}{dt} = \frac{V_h}{V_i} T_o(t-\tau) - \frac{V_h}{V_i} T_i(t) + k_m \left[\frac{2(1-\varepsilon)(d+h)V_i}{\varepsilon dh} \right] (T_m(t) - T_i(t)) + \frac{k_1 S_1}{\rho V_i C_p} (T_{buff}(t) - T_i(t)) \quad (5)$$

Quá trình trao đổi nhiệt ở vùng đồng nhất (WMZ1) môi trường trong thiết bị:

$$\frac{dT_{buff}(t)}{dt} = \frac{k_1 S_1}{\rho V_{buff} C_p} (T_{buff}(t) - T_i(t)) \quad (6)$$

Quá trình truyền nhiệt từ môi trường đến vùng đồng nhất (WMZ) của sản phẩm:

$$\frac{dT_m(t)}{dt} = \frac{k_m S_m}{m C_{p,m}} (T_i(t) - T_m(t)) \quad (7)$$

Với $m = \rho_m V_m$, $nV_m = nS_m \left(\frac{dh}{2d+2h}\right)$ phương trình (7) trở thành:

$$\frac{dT_m(t)}{dt} = \frac{2k_m(d+h)}{dh\rho_m C_{p,m}} (T_i(t) - T_m(t)) \quad (8)$$

Đặt $\beta = \frac{V_h}{V_i}$; $K_m = k_m \left[\frac{2(1-\varepsilon)(d+h)V_i}{\varepsilon dh} \right]$;

$K_1 = \frac{k_1 S_1}{\rho V_{buff} C_p}$, $\alpha = \frac{2k_m(d+h)}{dh\rho_m C_{p,m}}$ phương trình (5),

(6), (8) trở thành:

$$\frac{dT_i(t)}{dt} = \beta T_o(t-\tau) - \beta T_i(t) + K_m (T_m(t) - T_i(t)) + K_1 (T_{buff}(t) - T_i(t)) \quad (9)$$

$$\frac{dT_{buff}(t)}{dt} = K_1 (T_i(t) - T_{buff}(t)) \quad (10)$$

$$\frac{dT_m(t)}{dt} = \alpha (T_i(t) - T_m(t)) \quad (11)$$

Với $\alpha = \frac{2k_m(d+h)}{dh\rho_m C_{p,m}}$ định nghĩa là tốc độ gia nhiệt từ môi trường vào sản phẩm (1/giây).

Trong trạng thái truyền nhiệt ổn định phương trình (9), (10), (11) viết lại:

$$0 = \beta \bar{T}_o - (\beta + K_m + K_1) \bar{T}_i + (K_m) \bar{T}_m + (K_1) \bar{T}_{buff} \quad (12)$$

$$0 = K_1 \bar{T}_i - K_1 \bar{T}_{buff} \quad (13)$$

$$0 = \alpha \bar{T}_i - \alpha \bar{T}_m \quad (14)$$

Trong đó, \bar{T}_o : nhiệt độ ngõ vào ở trạng thái ổn định (°C); \bar{T}_i : nhiệt độ môi trường trạng thái ổn định (°C); \bar{T}_m : nhiệt độ sản phẩm ở trạng thái ổn định (°C); \bar{T}_{buff} : nhiệt độ môi trường ở vùng WMZ1 trong trạng thái ổn định (°C)

Khi thay đổi nhiệt độ rất nhỏ so với nhiệt độ ở trạng thái ổn định, lấy phương trình (9) trừ (12), (10) trừ (13), (11) trừ (14) và đặt $t_o(t-\tau) = T_o(t-\tau) - \bar{T}_o$, $t_i(t) = T_i(t) - \bar{T}_i$, $t_m(t) = T_m(t) - \bar{T}_m$, $t_{buff}(t) = T_{buff}(t) - \bar{T}_{buff}$ thu được:

$$\frac{dt_i(t)}{dt} = \beta t_o(t-\tau) - (\beta + K_m + K_1) t_i(t) + K_m t_m(t) + K_1 t_{buff}(t) \quad (15)$$

$$\frac{dt_{buff}(t)}{dt} = K_1 (t_i(t) - t_{buff}(t)) \quad (16)$$

$$\frac{dt_m(t)}{dt} = \alpha (t_i(t) - t_m(t)) \quad (17)$$

Trong đó, $t_o(t-\tau)$: biến đổi nhiệt độ môi trường nước vào thiết bị so với trạng thái ổn định (°C); $t_i(t)$: biến đổi nhiệt độ môi trường so với trạng thái ổn định (°C); $t_m(t)$: biến đổi nhiệt độ sản phẩm so

với trạng thái ổn định (°C); $t_{buff}(t)$: biến đổi nhiệt độ môi trường vùng WMZ1 so với trạng thái ổn định (°C).

Lấy Laplace với $s = \frac{d}{dt}$ biến đổi phương trình (15), (16), (17):

$$t_i(t) = \frac{\beta}{s + \beta + K_m + K_1} t_o(t - \tau) + \frac{K_m}{s + \beta + K_m + K_1} t_m(t) + \frac{K_1}{s + \beta + K_m + K_1} t_{buff}(t) \tag{18}$$

$$t_{buff}(t) = \frac{K_1}{s + K_1} t_i(t) \tag{19}$$

$$t_i(t) = \frac{s + \alpha}{\alpha} t_m(t) \tag{20}$$

Đặt $\gamma = \beta + K_m + K_1$, thế phương trình (19), (20) vào (18) rút gọn được hàm truyền lý thuyết (21) thể hiện mối quan hệ truyền nhiệt từ ngõ vào môi trường truyền nhiệt trong thiết bị thanh trùng đến vùng đồng nhất của sản phẩm với các giả sử tương ứng.

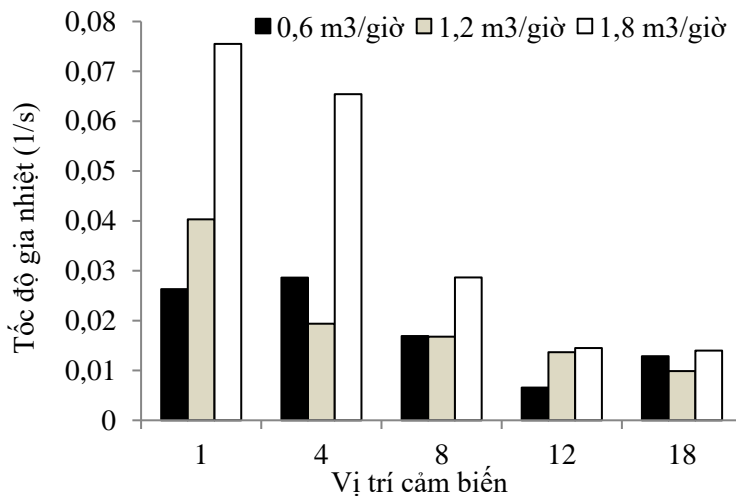
$$t_i(t) = \frac{b_0 s^2 + b_1 s + b_2}{a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + a_3} t_o(t - \tau) \tag{21}$$

Trong đó, $a_1 = K_1 + \alpha + \gamma$;
 $a_2 = \alpha K_1 + \gamma K_1 + \alpha \gamma - \alpha K_m - K_1 K_m$;
 $a_3 = \alpha \gamma K_1 - 2\alpha K_1 K_m$;
 $b_0 = \beta; b_1 = \beta K_1 + \alpha \beta; b_2 = \alpha \beta K_1$

Khi xác định được các tham số trong mô hình sẽ cho phép tính toán được giá trị tốc độ gia nhiệt α (1/s).

3.2 Hàm truyền thực tế, mô hình hộp đen DBM

Dữ liệu tính toán các mô hình hàm truyền từ 18 vị trí cảm biến nhiệt độ tâm sản phẩm được thực hiện qua thuật toán SRIV tích hợp trong công cụ Matlab. Hàm truyền tốt nhất được chọn trên cơ sở R^2 cao, sai số chuẩn (SE) thấp, hệ số YIC thấp và yếu tố bậc của hàm truyền (Young, 2002). Mô hình hàm truyền bậc [2-3] được chọn do có chỉ số YIC thấp hơn hàm truyền bậc [1-3]. Bên cạnh đó, mức độ sai số của hàm truyền bậc [2-3] là thấp hơn hàm truyền bậc [1-3] nên kết quả phỏng đoán nhiệt độ sản phẩm từ nhiệt độ môi trường sẽ chính xác cao hơn, dữ liệu mô hình được trình bày đại diện tại hai vị trí cảm biến 1 và 14 lưu lượng bơm 1,2 m³/giờ (Bảng 1).



Hình 7: Tính toán tham số tốc độ gia nhiệt α (1/giây) từ mô hình

Đồng dạng hàm truyền bậc [2-3] với hàm truyền lý thuyết (21) thu được các tham số từ mô hình $b_0 = \beta; b_1 = \beta K_1 + \alpha \beta; b_2 = \alpha \beta K_1$, từ các tham số

thu được của mô hình cho phép tính toán tốc độ gia nhiệt α từ hàm truyền lý thuyết tại các vị trí cảm biến (Hình 7).

Bảng 1: Tính toán hàm truyền bậc [1-3] và bậc [2-3] đại diện ở vài vị trí cảm biến đại diện tại lưu lượng bơm 1,2 m³/giờ

Vị trí	Bậc hàm truyền [m, n, τ]	Các tham số trong hàm truyền	R ²	SE	Hệ số YIC
1	[1, 3, 10]	a ₁ = 0,023220 a ₂ = 0,000264 a ₃ = 0,000005 b ₀ = 0,000194 b ₁ = 0,000006	0,9997	0,0202	-13,6136
	[2, 3, 10]	a ₁ = 0,023020 a ₂ = 0,000396 a ₃ = 0,000003 b ₀ = 0,002463 b ₁ = 0,000099 b ₂ = 0,000003	0,9998	0,0120	-14,2171
14	[1, 3, 10]	a ₁ = 0,022030 a ₂ = 0,000381 a ₃ = 0,000002 b ₀ = 0,000120 b ₁ = 0,000002	0,9996	0,0267	-13,1717
	[2, 3, 10]	a ₁ = 0,022530 a ₂ = 0,000461 a ₃ = 0,000004 b ₀ = 0,007521 b ₁ = 0,000126 b ₂ = 0,000004	0,9997	0,0206	-14,1834

(m: bậc tử số; n: bậc mẫu số; τ: thời gian trễ; a₀, a₁, a₂, a₃, b₀, b₁: các tham số của hàm truyền)

3.3 Chứng minh tham số α có ý nghĩa vật lý trong quá trình truyền nhiệt

Từ giá trị tham số tốc độ gia nhiệt thu được cần phải chứng minh tham số này có ý nghĩa thực sự thay đổi theo các điều kiện truyền nhiệt, tham số vật lý có ý nghĩa thì mô hình DBM thu được mới có thể sử dụng.

Tham số $\alpha = \frac{2k_m(d+h)}{dh\rho_m C_{p,m}}$ thu được từ quá trình

đồng dạng hàm truyền có chứa hệ số truyền nhiệt bề mặt (k_m) của sản phẩm. Hệ số truyền nhiệt bề mặt đóng vai trò chính trong việc kiểm soát đồng nhất nhiệt độ (Thanh *et al.*, 2007). Khi thay đổi vận tốc môi trường truyền nhiệt sẽ làm thay đổi hệ số truyền nhiệt bề mặt (k_m). Thông qua giá trị α có chứa hệ số truyền nhiệt bề mặt k_m, ở các vị trí cảm biến đo đặc và ở các mức lưu lượng bơm khác nhau, giá trị α tính toán được từ mô hình là không bằng nhau (Hình 7). Sự phân bố α ở các vị trí có liên quan rõ rệt đến thay đổi vận tốc môi trường truyền nhiệt, do đó α là tham số thể hiện ý nghĩa vật lý khi điều kiện truyền nhiệt thay đổi.

Sự cần thiết phải kiểm soát hệ số truyền nhiệt bề mặt (k_m) khi điều khiển làm đồng nhất nhiệt độ sản phẩm còn được chứng minh cụ thể thông qua đánh giá mối quan hệ giữa mức độ đồng nhất nhiệt độ môi trường và sản phẩm như sau: mức độ đồng nhất nhiệt độ sản phẩm được tính toán thông qua chỉ số đồng nhất (Uniform Index) tại các thời điểm quan sát trong suốt quá trình thí nghiệm. Kết quả tính chỉ số đồng nhất nhiệt độ môi trường và sản phẩm đại diện tại 120 phút gia nhiệt với các mức khác biệt nhiệt độ ± 0,1°C, ± 0,3°C, ± 0,5°C được trình bày ở Bảng 2.

$$UI = \frac{\sum_{i=1}^n Vol_i}{VOL}$$

Với UI: là chỉ số đồng nhất (%); $\sum_{i=1}^n Vol_i$ là thể tích vùng đồng nhất với khác biệt nhiệt độ ΔT quanh nhiệt độ trung bình (T_{tb}) của sản phẩm (m³); VOL: là tổng thể tích của vùng quan sát (m³).

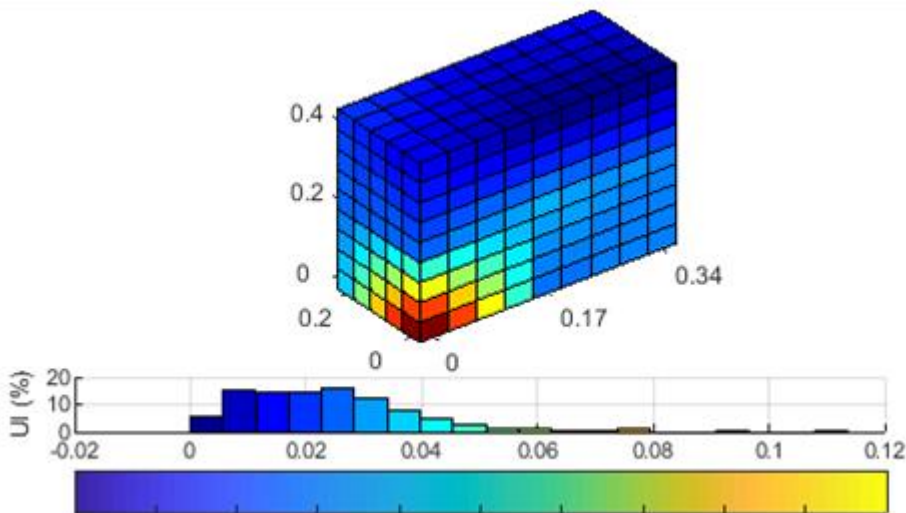
Bảng 2: Chỉ số đồng nhất nhiệt độ sản phẩm khảo sát tại 120 phút gia nhiệt

Khác biệt nhiệt độ chấp nhận (°C)	Đồng nhất nhiệt độ môi trường (%)			Đồng nhất nhiệt độ sản phẩm (%)		
	0,6 m ³ /giờ	1,2 m ³ /giờ	1,8 m ³ /giờ	0,6 m ³ /giờ	1,2 m ³ /giờ	1,8 m ³ /giờ
0,1	11,11	44,40	16,67	11,11	16,67	5,56
0,3	44,43	77,78	66,70	22,20	66,67	33,31
0,5	61,12	94,44	83,23	38,89	88,89	61,11

Bảng 2 cho thấy mức độ đồng nhất nhiệt độ môi trường và sản phẩm thay đổi không đều nhau ở các mức lưu lượng. Khác biệt nhiệt độ chấp nhận càng lớn, chỉ số đồng nhất càng cao. Tuy nhiên, mối quan hệ giữa mức độ đồng nhất nhiệt độ môi trường và sản phẩm là không rõ rệt. Rõ ràng, ảnh hưởng của phân bố vận tốc tại các vị trí khi thay đổi lưu lượng bơm là khác nhau. Nên không thể sử dụng mức độ đồng nhất nhiệt độ môi trường để đánh giá đồng nhất nhiệt độ sản phẩm, mà cần phải kiểm soát hệ số truyền nhiệt bề mặt (k_m) để làm đồng nhất nhiệt độ sản phẩm (Thanh *et al.*, 2007).

Sử dụng mô hình hàm truyền làm đồng nhất tham số α trong không gian ba chiều của thiết bị

thanh trùng, có thể xem như làm đồng nhất hệ số truyền nhiệt bề mặt (k_m) khi thay đổi vận tốc môi trường trong thiết bị. Điều khiển thay đổi giá trị α từ hàm truyền được thực hiện thông qua việc điều chỉnh lưu lượng bơm phù hợp trên từng thiết bị thanh trùng thực tế, đây là cơ sở để điều khiển kiểm soát đồng nhất nhiệt độ sản phẩm. Đồ thị Hình 8 minh họa cho mức độ điều khiển làm đồng nhất giá trị α trong không gian ba chiều của thiết bị. Khi vùng đồng nhất α càng cao, mức độ đồng nhất nhiệt độ sản phẩm với mức khác biệt nhiệt độ chấp nhận sẽ càng lớn.



Hình 8: Phân bố tham số α trong không gian của thiết bị ở lưu lượng 1,2 m³/giờ

4 KẾT LUẬN

Hàm truyền bậc ba có dạng $t_i(t) = \frac{b_0s^2 + b_1s + b_2}{a_0s^3 + a_1s^2 + a_2s + a_3} t_o(t - \tau)$ được chọn từ hàm truyền thực tế biểu thị cho quá trình truyền nhiệt từ môi trường ngõ vào của thiết bị thanh trùng đến sản phẩm, phù hợp với cơ sở lý thuyết của quá trình truyền nhiệt. Đồng dạng hàm truyền thu được tham số vật lý α có chứa hệ số truyền nhiệt bề mặt k_m , có ý nghĩa vật lý khi thay đổi điều kiện truyền nhiệt. Từ phân bố tham số α , sử dụng hàm truyền tính toán mức độ đồng nhất α và sử dụng mức độ

đồng nhất α để điều chỉnh lưu lượng bơm là cơ sở để kiểm soát đồng nhất nhiệt độ sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Lewis, M.J., 2006. Thermal processing. In: Brennan, J.G. and Grandison, A.S.. Food Processing Handbook, 2 Edition. Willey VHC Verlag GmbH & Co. KgaA. Weinheim, 31-32.
 Lê Thị Hoa Xuân và Võ Tấn Thành, 2011. Ứng dụng kỹ thuật mô hình hóa nhằm kiểm soát phân bố hệ số truyền nhiệt trong không gian ba chiều của thiết bị thanh trùng. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ. 18b: 262-271.

- Smout, C., Van Loey, A.M.L. and Hendrickx, M.E.G., 2001. Role of temperature distribution studies in the evaluation and identification of processing conditions for static and rotary water cascading retorts. *Journal of Food Engineering*. 48 (1): 61-68.
- Smout, C., Van Loey, A.M.L. and Hendrickx, M.E.G., 2000. Non-uniformity of lethality in retort processes based on heat distribution and heat penetration data. *Journal of Food Engineering*. 45 (2): 103-110.
- Smout, C., Van Loey, A.M.L., Hendrickx, M.E.G. and Tobback, P.P., 1997. Heat distribution studies in overpressure (rotary) retorts. *In: Jowitt, R. (Ed.). Engineering and Food at ICEF7*. Sheffield Academic Press. Sheffield, 25-28.
- Thanh, V.T., Vranken, E. and Berckmans, D., 2008. Data based mechanistic modelling of three dimensional temperature distribution in ventilated rooms filled with biological material. *Journal of Food Engineering*. 86 (3): 422-432.
- Thanh, V.T., Vranken, E., Van Brecht, A. and Berckmans, D., 2007. Data based mechanistic modelling for controlling in three dimensions the temperature distribution in a room filled with obstacles. *Biosystems Engineering*. 98 (1): 54-65.
- Young, P.C., 2002. Data-based mechanistic and top-down modelling. *In: Proceedings of the First Biennial Meeting of the International Environmental Modelling and Software Society. iEMSs*. Manno. Switzerland, 372.
- Young, P.C., 2011. Data – Based Mechanistic (DBM) Modelling. *In: Recursive Estimation and Time-Series Analysis*. Springer. Berlin, Heidelberg, 357-381.