

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ TỐI ƯU THIẾT BỊ HẤP HẢI SẢN LÀM VIỆC LIÊN TỤC, NĂNG SUẤT 50 kg/giờ

Vũ Kế Hoạch¹, Lê Anh Đức²

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành nhằm tính toán thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm thiết bị hấp chín hải sản điều khiển tự động hoạt động theo nguyên lý hấp liên tục. Thiết bị hấp hải sản năng suất 50 kg/giờ nhỏ gọn đã được chế tạo theo các kết quả tính toán thiết kế. Thiết bị hoạt động ổn định, đa năng, dễ điều chỉnh thông số vận hành về lưu lượng hơi, nhiệt độ và thời gian hấp ứng với mỗi loại hải sản. Kết quả khảo nghiệm hấp với cua biển, tôm sú, mực ống, nghêu, cá Bạc má đã cho thấy năng suất cao, chất lượng sản phẩm tốt. Diễn hình hóa hải sản hấp, tiến hành nghiên cứu quy hoạch thực nghiệm hấp ghẹ, kết quả nghiên cứu đã xây dựng được các phương trình hồi quy mô tả ảnh hưởng của thời gian hấp (t) và lượng hơi nước bão hòa cần thiết (G) cho quá trình hấp đến chất lượng ghẹ sau khi hấp (E) và chi phí điện năng riêng cho quá trình hấp (Q):

$$Q = -30,2922 + 1,24583.G + 0,144973.t - 0,02455.G^2 - 2,19097.10^{-4}.t^2$$

$$E = 0,85627 - 0,0167789.G - 4,49618.10^{-3}.t + 5,28.10^{-4}.G^2 + 1,08194.10^{-5}.t^2$$

Các thông số hoạt động tối ưu và các chỉ tiêu tối ưu của thiết bị hấp đối với ghẹ đã được xác định; chất lượng ghẹ, chỉ tiêu protein và sinh hóa của ghẹ sau khi hấp đạt tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8337:2010; chi phí điện năng riêng cho hấp $E_{\min} = 0,47 \text{ kWgiờ/kg}$ ghẹ với thời gian hấp là 330 giây và lượng hơi nước cần thiết cho quá trình hấp là 25,4 kg/giờ.

Từ khóa: *Thiết bị hấp, thời gian hấp, lượng hơi nước bão hòa, chi phí điện năng riêng.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chế biến hấp chín hải sản nói chung và cua ghẹ nói riêng là quá trình cần thiết để đảm bảo giữ được chất lượng sản phẩm do các loại hải sản dễ bị hư hỏng, khi bị ướp thối sẽ nhanh chóng giảm chất lượng dinh dưỡng và hương vị.

Trong quá trình chế biến hải sản, trước tiên là làm sạch và phân loại, sau đó làm chín để vô hoạt enzym và tiêu diệt phần lớn vi sinh vật, giữ được thành phần dinh dưỡng, mùi vị và màu sắc đặc trưng, đảm bảo chất lượng trong quá trình chế biến.

Thực tế hiện nay việc làm chín hải sản có nhiều cách như: bằng cách luộc trong nước sôi, cách làm này có rất nhiều nhược điểm như làm mất chất lượng dinh dưỡng của sản phẩm, giảm mùi thơm và màu sắc của sản phẩm, năng suất thấp, nguồn nước thải gây ô nhiễm môi trường, công nhân vận hành rất vất vả và khi làm việc với môi trường nóng bức. Cách làm khác là hấp theo mẻ đã khắc phục được một số nhược điểm về chất lượng của phương pháp luộc, nhưng năng suất còn thấp vì quá trình hấp gián đoạn theo mẻ, vận hành của công nhân còn nặng nhọc, thiết bị chưa điều khiển và kiểm soát

được độ chín trong quá trình vận hành, đồng thời tốn thời gian và điện năng khi gia nhiệt đến nhiệt độ hấp giữa các mẻ hấp. Các thiết bị nhập ngoại hiện nay có ưu điểm là hấp liên tục nên năng suất cao nhưng chi phí đầu tư cao, điều chỉnh chủ yếu theo kinh nghiệm của người vận hành.

Nhằm khắc phục các hạn chế nêu trên, trong nghiên cứu này đã tiến hành tính toán thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm thiết bị hấp chín hải sản điều khiển tự động và cấp hải sản liên tục để hấp, đồng thời tiến hành quy hoạch thực nghiệm hấp ghẹ với năng suất 50 kg/giờ. Cho đến nay chưa có công trình khoa học nào trong nước công bố về lĩnh vực nghiên cứu này.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ VẬT LIỆU NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp

Phương pháp tính toán thiết kế: kế thừa công trình nghiên cứu có liên quan đến phạm vi nghiên cứu. Tham khảo các tài liệu chuyên ngành, công nghệ và thiết bị hấp hiện đang được sử dụng, các đặc tính của hải sản,... để làm cơ sở cho việc tính toán và thiết kế.

Việc tính toán thiết kế buồng hấp dựa vào lý thuyết tính toán máy vận chuyển liên tục dạng băng tải, năng suất thiết kế, thời gian hấp, đặc tính của

¹ Trường Cao đẳng Kỹ thuật Cao Thắng TP. HCM

² Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM

hải sản...; tính toán nhiệt và lượng hơi nước cần thiết cho quá trình hấp dựa vào lượng nhiệt cần thiết, lượng nhiệt tổn thất...; các thiết bị dẫn động được tính toán theo lý thuyết tính toán chi tiết máy và hệ dẫn động cơ khí.

Phương pháp chế tạo: dựa vào yêu cầu kỹ thuật của bản vẽ thiết kế. Một số chi tiết chuẩn hóa được chọn mua trên thị trường.

Phương pháp quy hoạch thực nghiệm: được thực hiện theo mô hình “bài toán hộp đen”. Bố trí thí nghiệm theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn. Các số liệu thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp hồi quy phi tuyến. Sử dụng phần mềm Statgraphic Ver.7.0 để xử lý số liệu thực nghiệm và phần mềm Microsoft Excel để lập và giải bài toán tối ưu hóa. Bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu được xây dựng theo phương pháp thừa số Lagrange.

2.2. Vật liệu

Ghẹ dùng trong thí nghiệm là loại ghẹ xanh sống, đây là loại ghẹ có sản lượng cao nhất tại Việt Nam, phân bố phổ biến ở khắp các vùng biển của Việt Nam, mùa sinh sản kéo dài quanh năm. Ghẹ có kích thước 7 - 9 cm, khối lượng trung bình 200 g/con, được gỡ bỏ mai theo quy trình chế biến để đóng hộp trước khi đưa vào thiết bị hấp.

Chất lượng thịt ghẹ sau khi hấp được đánh giá theo TCVN 8337:2010 thông qua việc thành lập hội đồng đánh giá chất lượng (thang điểm 10 cho chất lượng cao nhất). Các chỉ tiêu sinh hoá được xét nghiệm tại Trung tâm Dịch vụ Phân tích Thí nghiệm TP. HCM: chỉ tiêu về protein của ghẹ được kiểm nghiệm theo phương pháp AOAC 992.15, chỉ tiêu *E.coli* theo phương pháp ISO 16649-2:2001, vi khuẩn *Salmonella* theo phương pháp PCR electrophoresis,...

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Kết quả tính toán thiết kế và chế tạo

Đã thiết kế và chế tạo được thiết bị hấp hải sản năng suất 50 kg/giờ (hình 1).

+/- Một số kết quả tính toán thiết kế:

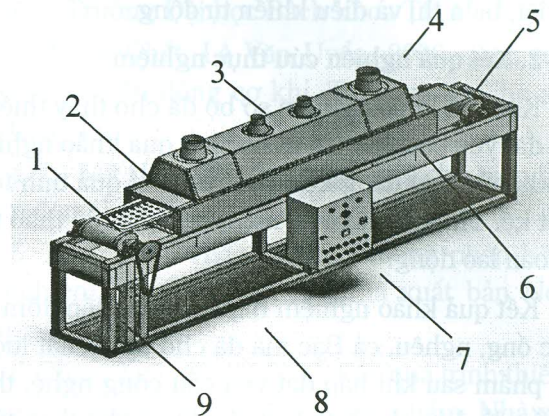
Năng suất của thiết bị hấp: 50 kg/giờ.

Kích thước phủ bì máy: dài x rộng x cao: 2.500 x 750x 1.300 mm.

Kích thước buồng hấp: dài x rộng x cao: 1.600 x 200 x 200 mm.

Buồng hấp được thiết kế 3 lớp, giữa là lớp cách nhiệt. Phía trên buồng hấp có nắp đóng mở để

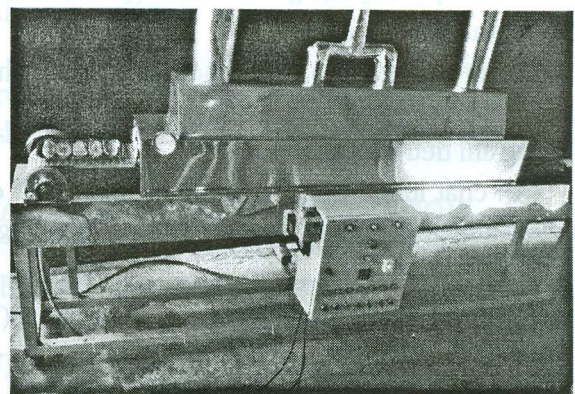
thuận tiện trong việc vệ sinh, bảo trì bảo dưỡng.



Hình 1. Mô hình thiết bị hấp hải sản sử dụng hơi nước từ nồi hơi

1. Khay hấp; 2. Nắp buồng hấp; 3. Ống dẫn hơi từ nồi hơi; 4. Ống thoát hơi; 5. Băng tải hấp; 6. Vách buồng hấp; 7. Bộ điều khiển; 8. Khung; 9. Động cơ

Khay hấp và băng tải hấp dạng lưới sợi đan được chế tạo bằng thép không gỉ SUS304. Công suất động cơ truyền động cho băng tải hấp là 0,1 kW. Vận tốc băng tải hấp được điều khiển bằng biến tần.



Hình 2. Thiết bị hấp hải sản được chế tạo và lắp ráp hoàn chỉnh

Tổng nhiệt lượng cần cung cấp cho buồng hấp: 45.278 kJ/giờ.

Lượng hơi nước bão hòa cần thiết cho quá trình hấp: 30 kg/giờ.

Nhiệt độ hấp: 99 - 100°C. Tổng công suất điện tiêu thụ: 16 kW giờ.

Thiết bị hấp đã thiết kế, chế tạo có thể sử dụng một trong 2 nguồn hơi nước (tùy theo qui mô sản xuất): từ nồi hấp đặt trực tiếp trong buồng hấp hoặc từ nồi hơi qua hệ thống ống và van hơi dẫn vào buồng hấp. Khi sử dụng nồi hấp, mực nước trong nồi hấp được giám sát bằng cảm biến mức nước.

Các thông số hoạt động của thiết bị hấp được cài đặt, hiển thị và điều khiển tự động.

2. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm

Kết quả khảo nghiệm sơ bộ đã cho thấy thiết bị hấp đạt yêu cầu chế tạo và các kết quả khảo nghiệm sai khác không đáng kể so với các kết quả tính toán thiết kế. Thiết bị hấp vận hành ổn định, dễ thao tác, an toàn lao động.

Kết quả khảo nghiệm hấp với cua biển, tôm sú, mực ống, nghêu, cá Bạc má đã cho thấy chất lượng sản phẩm sau khi hấp đạt yêu cầu công nghệ, thiết bị hấp dễ điều chỉnh thông số công nghệ theo từng loại hải sản, đạt độ chính xác cao. Màu sắc và mùi vị của các loại hải sản sau khi hấp cao hơn hẳn so với phương pháp luộc.

Quy hoạch thực nghiệm hấp ghe được tiến hành trên cơ sở “bài toán hộp đen” nhằm xây dựng các phương trình hồi quy biểu diễn sự ảnh hưởng của các thông số hoạt động của thiết bị hấp đến các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật và chất lượng sản phẩm sau khi hấp.

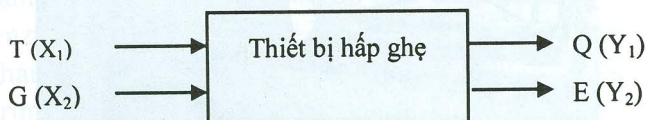
2.1. Kết quả xây dựng “bài toán hộp đen”

Các thông số đầu vào:

- t: thời gian hấp (s); G: lượng hơi nước bão hoà cần thiết cho quá trình hấp (kg/giờ).

Các chỉ tiêu đầu ra:

- Q: chất lượng ghe sau khi hấp (điểm); E: chi phí điện năng riêng cho quá trình hấp (kW giờ/kg).



Hình 3. Mô hình “bài toán hộp đen” mô tả quá trình nghiên cứu trên thiết bị hấp

Bảng 1. Mức và khoảng biến thiên của các thông số thực nghiệm

Thông số / Mức	Thời gian hấp t (giây)	Lượng hơi nước bão hoà G (kg/giờ)
Điểm sao dưới	215	23
Mức dưới	240	25
Mức cơ sở	300	30
Mức trên	360	35
Điểm sao trên	385	37
Khoảng biến thiên	60	5

2.2. Kết quả thực nghiệm và xử lý số liệu

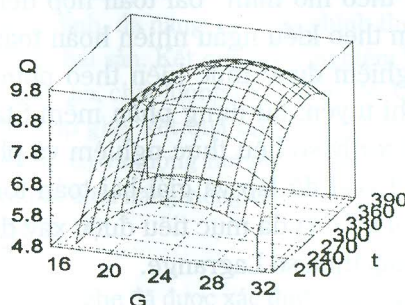
Phương trình hồi quy mô tả ảnh hưởng của thời gian hấp (t) và lượng hơi nước bão hoà cần thiết cho

quá trình hấp (G) đến chất lượng ghe sau khi hấp (Q):

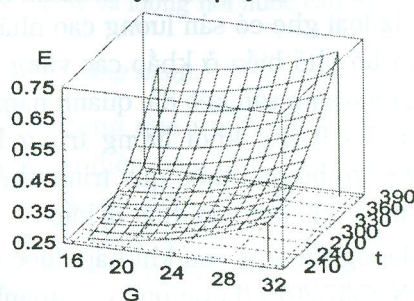
$$Q = -30,2922 + 1,24583.G + 0,144973.t - 0,02455.G^2 - 2,19097.10^{-4}.t^2 \quad (R^2 = 0,968)$$

Phương trình hồi quy mô tả ảnh hưởng của thời gian hấp (t) và lượng hơi nước bão hoà cần thiết cho quá trình hấp (G) đến chi phí điện năng riêng cho quá trình hấp (E):

$$E = 0,85627 - 0,0167789.G - 4,49618.10^{-3}.t + 5,28.10^{-4}.G^2 + 1,08194.10^{-5}.t^2 \quad (R^2 = 0,984)$$



Hình 4. Quan hệ Q - G - t



Hình 5. Quan hệ E - G - t

3. Kết quả xây dựng và giải bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu

- Hàm mục tiêu: $Q \rightarrow \max$ và $E \rightarrow \min$.
- Hàm điều kiện: $1,414 \geq t$, $G_i \geq -1,414$

Kết quả giải bài toán tối ưu đa mục tiêu như sau:

- + Thông số tối ưu:
 - Lượng hơi nước tối ưu: 25,4 kg/giờ.
 - Thời gian hấp tối ưu: 330 giây ~ 5,5 phút.
- + Chỉ tiêu tối ưu:
 - Chất lượng ghe sau khi hấp: đạt TCVN.
 - Mức tiêu thụ điện năng riêng: 0,47 kWgiờ/kg.

Năng suất của thiết bị hấp ở chế độ tối ưu đạt 48 kg/giờ, đảm bảo được năng suất thiết kế. Như vậy, lượng hơi nước bão hoà cần thiết cho 1 kg ghe là 0,61 kg-hơi nước/kg-ghe.

Các mẫu ghe sau khi hấp được cấp đông hút chân không và được gửi đi xét mẫu nhằm kiểm tra hàm lượng protein và các chỉ tiêu vi sinh. Kết quả cho thấy hàm lượng protein của ghe sau khi hấp là

17,3%, hàm lượng *E.coli* < 10 CFU/g, không có vi khuẩn *Salmonella*,... Như vậy, các kết quả đã cho thấy chất lượng ghe sau khi hấp đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn Việt Nam.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở mục tiêu và nội dung nghiên cứu, cơ sở lý thuyết và thực nghiệm, nghiên cứu đã hoàn thành các nội dung về tính toán thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm thiết bị hấp hải sản điều khiển tự động và cấp hải sản liên tục để hấp. Kết quả khảo nghiệm hấp một số loại hải sản đã cho thấy thiết bị hấp hải sản đa năng, dễ dàng cài đặt và thay đổi các chế độ hấp theo từng loại hải sản, năng suất cao và chất lượng sản phẩm sau khi hấp đạt tiêu chuẩn Việt Nam.

Từ kết quả quy hoạch thực nghiệm khi hấp ghe với năng suất 50 kg/giờ đã xây dựng được các phương trình hồi quy mô tả ảnh hưởng của thời gian hấp và lượng hơi nước bão hoà cần thiết cho quá trình hấp đến chất lượng ghe sau khi hấp và chi phí điện năng riêng cho quá trình hấp. Từ đó đã xác định được các thông số hoạt động và chỉ tiêu tối ưu của thiết bị hấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Trọng Cẩn, Đỗ Minh Phụng, 1996. Công nghệ chế biến thực phẩm. NXB Nông nghiệp.

2. Nguyễn Cảnh, 1993. Quy hoạch thực nghiệm. Trường Đại học Bách khoa TP. HCM.

3. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển, 2006. Tính toán, thiết kế hệ dẫn động cơ khí. Tập I và II. Nhà xuất bản Giáo dục.

4. Lê Mỹ Hồng, 2005. Công nghệ chế biến thực phẩm đóng hộp. Trường Đại học Cần Thơ.

5. Phan Hiếu Hiền, 2001. Phương pháp bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu. Nhà xuất bản Nông nghiệp TP. HCM.

6. Phạm Xuân Toàn, 2003. Các quá trình thiết bị trong công nghệ hóa chất và thực phẩm. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.

7. Hoàng Đình Tín, 2007. Truyền nhiệt và tính toán thiết bị trao đổi nhiệt. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

8. Hoàng Đình Tín, Lê Chí Hiệp, 2007. Nhiệt động lực học kỹ thuật. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. HCM.

9. Joseph A. Galetti B. S. Johnson and Wales University, 2006. Mechanical processing of european green crab (*carcinus maenas*). The University of Maine.

10. Yoshio Nagasawa, 1960. Studies on the "browning" of canned crab meat. Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, Japan.

ABSTRACT STUDY ON DESIGNING, MANUFACTURING AND DETERMINATION OF OPTIMAL TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE CONTINUOUS SEAFOOD STEAMER WITH CAPACITY OF 50 KG/H

Vu Ke Hoach, Le Anh Duc

Summary

This study was performed to design and manufacture an automatic and continuous steamer for seafood steaming. The automatic and continuous steamer with capacity of 50 kg/hour was designed and manufactured based on design parameters. The steamer operates stably, operating parameters are adjusted easily for each kind of seafood. Steam experiments on crab, shrimp, squid, shellfish, Scombridae fish showed product quality after absorption met technical requirements. Based on manufactured seafood steamer, we performed steam experiments for crabs to determine regression equations describe the effects of steam parameters on technical and economic norms. The experimental results determined related equations predict steaming time (t) and saturated vapor flow (G) on product quality (E) and specific electric consumption for steam process (Q):

$$Q = -30.2922 + 1.24583.G + 0.144973.t - 0.02455.G^2 - 2.19097.10^{-4}.t^2$$

$$E = 0.85627 - 0.0167789.G - 4.49618.10^{-3}.t + 5.28.10^{-4}.G^2 + 1.08194.10^{-5}.t^2$$

Result of solving optimal problem gave optimal regimes of crab steamer were determined, Crabs quality, protein and biochemical indicators of crabs after steaming met TCVN 8337:2010 Vietnamese standard, $E_{\min} = 0.47$ kWh/kg at steaming time of 330 seconds and saturated vapor flow of 25.4 kg/h.

Keywords: Steamer, steaming duration, saturate vapour, electric power cost.

Người phản biện: TS. Phạm Công Dũng

Ngày nhận bài: 15/2/2013

Ngày thông qua phản biện: 27/3/2013

Ngày duyệt đăng: 3/4/2013