

THÔNG BÁO KHOA HỌC

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO THIẾT BỊ LÀM LẠNH NƯỚC BIỂN
 ĐIỀU HÒA NHIỆT ĐỘ CHO BỂ NUÔI TÔM HÙM THƯƠNG PHẨM TRÊN CẠN**
**STUDY ON DESIGN AND MANUFACTURE OF SEA WATER REFRIGERATION
 EQUIPMENT THERMAL THERAPY FOR SHRIMP CARTRIDGES**

Trần Đại Tiến¹, Lê Như Chính¹, Huỳnh Văn Thọ¹

Ngày nhận bài: 9/10/2018; Ngày phản biện thông qua: 12/12/2018; Ngày duyệt đăng: 4/3/2019

TÓM TẮT

Tôm Hùm thương phẩm là mặt hàng thủy sản có giá trị kinh tế cao trong xuất khẩu và tiêu thụ ở Việt Nam. Trong những năm gần đây do biến đổi khí hậu, bão lụt nên tôm hùm nuôi trên biển gặp nhiều khó khăn, cũng như tôm dễ lây dịch bệnh và làm ô nhiễm môi trường nước... Việt Nam đang tiến hành thử nghiệm nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn. Qua thực nghiệm cho thấy nhiệt độ thích hợp để tôm sinh trưởng tốt vào khoảng 27 đến 28°C.

Bài viết sau đây giới thiệu về chọn phương án thiết kế, chế tạo hệ thống lạnh điều hòa nhiệt độ cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn. Kết quả cho thấy dàn lạnh được chọn là loại ống xoắn, diện tích bề mặt trao đổi nhiệt 3,6 m² và chế tạo từ thép Inox-316L làm việc tốt trong môi trường nước biển mặn. Với tổng thể tích của các bể là 195 m³, máy nén lạnh được lắp đặt công suất 7,5 kW. Thời gian chạy từ nhiệt độ 30°C xuống 27°C hết 22,1h; thời gian chạy máy để duy trì nhiệt độ 27°C hết 4,4h trong một ngày đêm và tiêu hao năng lượng hết 0,24 kWh/m³ nước. Chi phí giảm gần 5 lần so với sử dụng nước đá cây để làm lạnh.

Từ khóa: Dàn bay hơi, nhiệt độ nước biển, nước đá, thiết bị lạnh, tôm hùm.

ABSTRACT

Commercial lobster is a commodity that has high economic value in export and consumption in Vietnam. In recent years, due to climate change, the lobster farming in the sea has been facing many difficulties, as shrimp is easy to spread disease and pollute the water environment ... Therefore, Vietnam is conducting trial commercial lobster farming on land. Experiments showed that the suitable temperature for shrimp to grow well is about 27°C to 28°C.

The article introduces the design options, seawater conditioning system for lagoon aquaculture on land. The results show that the indoor unit is a type of coil, the surface area of heat exchangers 3.6 m² and made from stainless steel 316L work well in seawater. With a total volume of 195 m³, the compressor was installed with a capacity of 7.5 kW. Running time from 30°C to 27°C is 22.1 hours in one day, running time to maintain the temperature of 27°C is 4.4 hours with energy consumption of 0.24 kWh/m³ water. Cost reduction is nearly 5 times lower than using ice plants for cooling.

Keyword: Evaporator, ice, lobster, refrigeration equipment, sea water temperature.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tôm Hùm thương phẩm là mặt hàng thủy sản có giá trị kinh tế cao trong xuất khẩu và tiêu thụ ở Việt Nam. Những năm gần đây do biến đổi khí hậu, bão lụt, nên tôm hùm nuôi trên biển gặp nhiều khó khăn, tôm dễ lây dịch bệnh, ô nhiễm môi trường nước...Do đó Việt

Nam đang tiến hành thử nghiệm nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn, [4].

Tuy nhiên do đặc điểm điều kiện nhiệt độ môi trường sống của tôm hùm đòi hỏi rất khắc khe. Thực nghiệm cho thấy nhiệt độ thích hợp để tôm sinh trưởng tốt khoảng 27°C đến 28°C.

Những ngày nắng mùa hè nhiệt độ trong bể nuôi ban ngày có thể lên tới 32°C đến 34°C, để

¹ Trường Đại học Nha Trang

làm cho tôm bị chết. Để khắc phục sự cố trên người nuôi thường thả các cây đá có bọc túi ni lon xuống bể để làm lạnh nước biển. Phương pháp này dễ làm cho tôm bị lây nhiễm bệnh, khó điều chỉnh được nhiệt độ nước biển và chi phí giá thành khá cao.

Chính vì thế để nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn cần có thiết bị làm lạnh để điều hòa nhiệt độ nước cho tôm sinh trưởng tốt là vấn đề cấp thiết mà thực tế đặt ra.

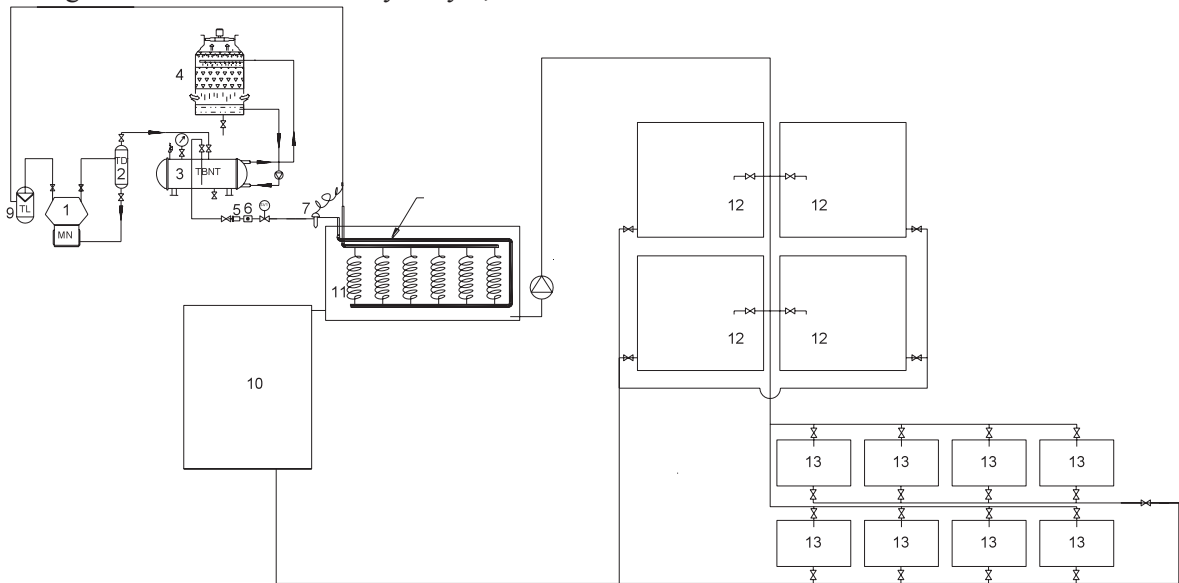
II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là thiết bị làm lạnh để điều hòa nhiệt độ nước biển cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tính toán trên lý thuyết, thiết



Hình 1: Sơ đồ hệ thống lạnh cho bể nuôi tôm

Chú thích

1. Máy nén lạnh; 2. Bình tách dầu; 3. Thiết bị ngưng tụ; 4. Tháp giải nhiệt; 5. Phin lọc âm; 6. Kính xem ga; 7. Van tiết lưu; 8. Dàn lạnh; 9. Bình tách lỏng; 10. Bể lọc; 11. Bể chứa dàn lạnh; 12. Bể nuôi tôm lớn; 13. Bể nuôi tôm nhỏ.

Do dàn lạnh làm việc trong môi trường khắc nghiệt dễ bị ăn mòn vì tiếp xúc trực tiếp với nước biển. Chúng tôi chọn thép chế tạo dàn lạnh là ống thép Inox 316L để chịu được sự ăn mòn trong môi trường nước biển mặn và đề xuất các phương án sau để lựa chọn.

Phương án 1: Dàn lạnh dạng ống chùm vỏ bọc nằm ngang như trên Hình 2. [1].

Ưu điểm: gọn nhẹ, hệ số truyền nhiệt lớn.

kế chế tạo dàn lạnh, chạy thử nghiệm cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn tại Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản III.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Chọn phương án thiết kế, chế tạo thiết bị

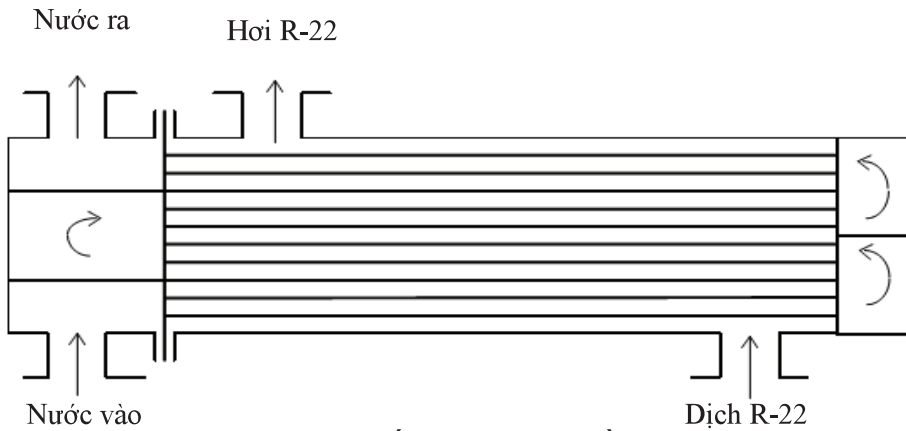
Thiết bị làm lạnh để điều hòa nhiệt độ cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm có đặc thù là chỉ có dàn lạnh tiếp xúc trực tiếp với nước biển, còn các thiết bị khác giống như hệ thống lạnh thông thường. Sau khi phân tích sơ đồ hệ thống lạnh được chọn như trên Hình 1, môi chất lạnh R-22. Nước biển sau khi qua bể (11) được làm lạnh và được bơm đi đến các bể nuôi tôm lớn (12) và tôm hùm nhỏ (13) rồi về lại bể lọc (10), sau đó lại tuần hoàn qua bể làm lạnh nước biển (11).

Nhược điểm: Chế tạo khó, vệ sinh bề mặt truyền nhiệt phức tạp, sự chênh lệch nhiệt độ nước vào và ra lớn, dễ làm cho tôm bị sốc lạnh.

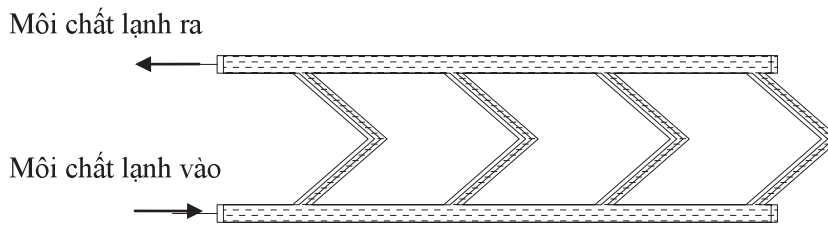
Phương án 2: Dàn lạnh dạng xương cá như trên Hình 3, [1].

Ưu điểm: dễ vệ sinh thiết bị, sự chênh lệch nhiệt độ nước vào và ra không lớn.

Nhược điểm: Chế tạo khó vì phải uốn nhiều ống thành phần và nhiều mối hàn vào ống góp,



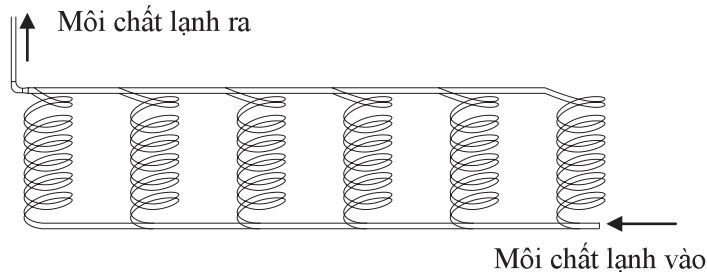
Hình 2: Dàn lạnh ống chùm vỏ bọc nằm ngang



Hình 3: Dàn lạnh xương cá

diện tích lắp đặt chiếm chỗ lớn.

Phương án 3: Đề xuất dàn lạnh dạng ống xoắn như trên Hình 4, [3].



Hình 4: Dàn lạnh ống xoắn

Ưu điểm: Vệ sinh dễ dàng, dễ chế tạo, sự chênh lệch nhiệt độ nước vào và ra không lớn nên không làm ảnh hưởng đến sinh trưởng của tôm.

Nhược điểm: diện tích lắp đặt chiếm chỗ lớn.
Từ 3 phương án trên cho thấy phương án 3

là thích hợp. Do đó chọn dàn lạnh ống xoắn để tính toán, thiết kế và chế tạo.

2. Tính toán nhiệt, thiết kế, chế tạo dàn lạnh

2.1. Tính toán nhiệt

Các thông số được chọn và kết quả tính được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1: Các thông số và kết quả tính toán của hệ thống lạnh

Tổng thể tích của các bể, V	195 m ³
Nhiệt độ nước vào, t _v	30°C
Nhiệt độ nước ra, t _r	27°C
Khối lượng riêng của nước biển, ρ	1050 kg/m ³
Nhiệt dung riêng của nước biển, C	3,2 kJ/kgK
Nhiệt lượng cần thiết, Q = Vρ(t _v - t _r)	1965600 kJ
Nhiệt xâm nhập từ môi trường vào các bể, Q _s	5,3 kW
Chọn năng suất lạnh, Q _o	30 kW

Phương án chạy máy: Lúc đầu máy lạnh sẽ chạy liên tục trong thời gian làm lạnh nước biển từ 30°C xuống 27°C. Sau đó máy sẽ vận hành ở chế độ chạy dừng, ở nhiệt độ nước biển 27°C máy dừng, nhiệt độ tăng lên 28°C máy chạy lại.

Trong thời gian máy dừng nhiệt xâm nhập vào các bể chủ yếu là qua kết cấu bao che của các bể.

Thời gian chạy máy từ nhiệt độ 30°C xuống 27°C:

$$\tau_c = \frac{Q}{Q_0 - Q_s} = \frac{1965600}{(30 - 5,3) \cdot 3600} = 22,1h$$

Máy chạy 1h tương ứng với thời gian nhiệt xâm nhập vào bể:

$$\tau_1 = \frac{Q_0}{Q_s} = \frac{30}{5,3} = 5,7h$$

Thời gian máy lạnh chạy trong 1 ngày đêm:

$$\tau_2 = \frac{24}{5,7} = 4,21h$$

Chọn chế độ làm việc của máy nén lạnh: Nhiệt độ ngưng tụ 40°C, nhiệt độ bay hơi 5°C. Sau khi tính toán được hệ số làm lạnh: $\epsilon = 4,03$. Công suất của máy nén:

$$N = \frac{Q_0}{\epsilon} = \frac{30}{4,03} = 7,44kW.$$

Chọn máy nén lạnh công suất: 7,5 kW.

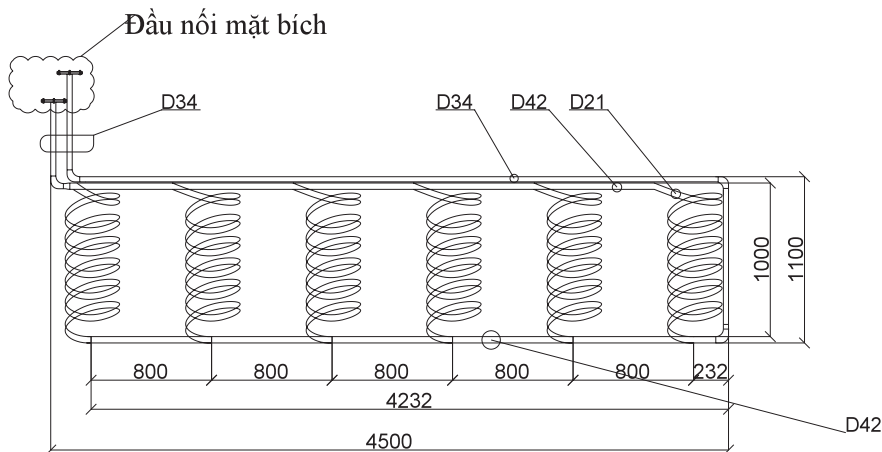
2.2. Thiết kế và chế tạo dàn lạnh

Môi chất đi trong dàn lạnh được chọn là R-22. Dàn lạnh được tính toán thiết kế theo phương pháp vòng lặp [2]. Kết quả sau khi tính toán và thiết kế được thể hiện ở Bảng 2 và trên Hình 5.

Bảng 2: Các thông số của dàn lạnh sau tính toán

Nhiệt độ nước biển vào	30°C
Nhiệt độ nước biển ra	27°C
Nhiệt độ bay hơi	5°C
Hiệu số nhiệt độ trung bình logarit	23,46°C
Công suất dàn lạnh	30 kW
Chọn hệ số truyền nhiệt, K_c	$K_c = 365 \text{ W/m}^2\text{K}$
Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của dàn lạnh	3,6 m ²
Hệ số trao đổi nhiệt của môi chất đi trong dàn lạnh	$\alpha_1 = 2541,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vận tốc nước biển chuyển động qua dàn lạnh	$\omega = 0,02 \text{ m/s}$
Hệ số trao đổi nhiệt của nước biển đi bên ngoài dàn lạnh	$\alpha_2 = 586 \text{ W/m}^2\text{K}$
Trở nhiệt cấu kiện bám bên ngoài ống dàn lạnh	$0,09 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2\text{K/W}$
Trở nhiệt của dầu bên trong ống của dàn lạnh	$0,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2\text{K/W}$
Hệ số truyền nhiệt thực của dàn lạnh	$K_T = 383 \text{ W/m}^2\text{K}$
Sai số: $\frac{ K_c - K_T }{K_c} \cdot 100\%$	$4,9 \leq 5\%$

Từ diện tích: $F = 3,6 \text{ m}^2$, dàn lạnh được thiết kế như trên Hình 5.



Hình 5: Dàn lạnh làm lạnh nước biển dạng ống xoắn

Ghi chú:

- Ống góp 2 đầu D42.
- Ống góp cấp lỏng (sau van tiết lưu) D34 đi vòng xuống dưới
- Ống góp hơi về D42
- Ống thành phần 6 ống D21
- Dàn lạnh được hàn bằng que hàn Inox-316L

3. Chạy thử nghiệm

Sau khi tính toán, thiết kế, hệ thống lạnh được lắp đặt để điều hòa nhiệt độ cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trong mùa hè được chạy thử nghiệm và so sánh với kết quả tính toán lý thuyết được thể hiện ở Bảng 3.

Từ kết quả ở Bảng 3 cho thấy các số liệu

Bảng 3: Các thông số tính toán theo lý thuyết và thực nghiệm

	Tính toán theo lý thuyết	Thực nghiệm
Thời gian chạy máy để hạ nhiệt độ nước biển từ 30°C đến 27°C	22,1h	22,4h
Thời gian chạy máy để duy trì nhiệt độ nước trong bể: 27°C ÷ 28°C	4,2h	4,4h
Nhiệt độ nước trong các bể	27°C đến 28°C	27°C đến 28°C
Điện năng tiêu thụ chạy máy để duy trì nhiệt độ nước trong bể	45,36 kWh	46,48 kWh
Chi phí năng lượng cho 1 m ³ nước biển	0,23 kWh/m ³ nước	0,24 kWh/m ³ nước

tính toán thiết kế và thực nghiệm của hệ thống lạnh có sự sai khác không nhiều. Hệ thống lạnh đã và đang hoạt động liên tục hơn 1 năm nay rất ổn định. Điều đó chứng tỏ các số liệu tính toán thiết kế đáng tin cậy.

4. So sánh với sử dụng nước đá

Lúc đầu cần cho đá cây vào bể để hạ nhiệt độ nước từ 30°C xuống 27°C, từ các số liệu ở Bảng 4 tính được lượng nước đá cần thiết là 85 cây đá loại 50 kg/cây.

Bảng 4: Các thông số để tính lượng nước đá

Khối lượng nước biển chứa trong các bể, m ³	204750 kg
Nhiệt dung riêng của nước biển, C	3,2 kJ/kgK
Nhiệt độ nước biển ban đầu, t _v	30°C
Nhiệt độ nước biển sau khi làm lạnh, t _r	27°C
Nhiệt độ nước đá ban đầu, t ₁	-7°C
Nhiệt dung riêng của nước đá, C _d	2,01 kJ/kgK
Nhiệt dung riêng của nước, C _n	4,186 kJ/kgK
Ẩn nhiệt nóng chảy của nước đá, r	335 kJ/kg
Lượng nước đá cần thiết	4255 kg
Số lượng cây đá 50 kg	85 cây

Khi nhiệt độ nước biển đạt 27°C, lượng nước đá cần bổ sung để duy trì ổn định nhiệt độ nước biển trong 1 giờ:

$$m_2 = \frac{3600Q_s}{-C_d t_1 + r + C_n t_r} = \frac{3600.5,3}{2,01.7 + 335 + 4,186.27} = 41,29\text{kg} = 0,83 \text{ cây đá}$$

Số lượng cây đá tiêu thụ trong 1 ngày đêm: 20 cây đá.

Từ điện năng tiêu hao khi sử dụng hệ thống lạnh và lượng nước đá tiêu thụ cho 1 ngày đêm sơ bộ tính được chi phí cho 2 giải pháp trên được thể hiện ở Bảng 5 và kết quả cho thấy dùng máy lạnh để điều hòa nhiệt độ nước biển cho bể nuôi tôm hùm chi phí ít hơn gần

5 lần so với dùng nước đá cây. Điều đó chứng tỏ dùng hệ thống lạnh để làm lạnh nước biển điều hòa nhiệt độ cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn không những duy trì nhiệt độ nước biển trong bể được ổn định, điều kiện vệ sinh tốt cho môi trường thích hợp để tôm sinh trưởng mà chi phí giá thành ít hơn hẳn so với làm lạnh trực tiếp bằng nước đá.

Bảng 5: So sánh chi phí sử dụng hệ thống lạnh và nước đá cây

Hạ nhiệt độ nước 30°C đến 27°C	Sử dụng hệ thống lạnh			Sử dụng nước đá		
	Điện năng tiêu hao, kWh	Đơn giá, VNĐ/kWh	Thành tiền, VNĐ	Lượng đá tiêu hao, cây 50 kg	Đơn giá, VNĐ/cây	Thành tiền, VNĐ
	276	2.500	554.400	85	25.000	2.125.000
Duy trì nhiệt độ nước 27°C ÷ 28°C	45,36	2.500	113.400	20	25.000	500.000
Chi phí làm lạnh cho 1 m ³	582 VND/m ³ .ngày-đêm			2.564 VND/m ³ .ngày-đêm		

IV. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

1. Kết luận

Hệ thống lạnh sau thiết kế và lắp đặt cho trại nuôi tôm hùm thương phẩm hoạt động bình thường, duy trì nhiệt độ nước biển trong bể nuôi ổn định từ 27°C đến 28°C, tôm sinh trưởng tốt, không dịch bệnh đáp ứng nhu cầu công nghệ nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn. Dàn lạnh được chế tạo từ thép Inox 316L làm việc tốt trong môi trường nước biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy dùng máy lạnh để điều hòa nhiệt độ nước biển cho bể nuôi chi phí ít hơn gần 5 lần so với dùng nước đá cây như hiện nay một

số nơi đang áp dụng. Đặc biệt là hạn chế được sự lây nhiễm dịch bệnh cho tôm.

2. Khuyến nghị

Cần nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thiết bị sưởi ấm bằng bơm nhiệt cho bể nuôi tôm hùm thương phẩm trên cạn trong mùa lạnh.

Nghiên cứu thêm về ảnh hưởng của các chế độ ở nhiệt độ bay hơi khác nhau đến tính năng kỹ thuật và độ tin cậy của thiết bị.

Nghiên cứu thêm về thay đổi vận tốc lưu chuyển của nước biển đến sự hoạt động của hệ thống lạnh và sinh trưởng của tôm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuyền, *Kỹ thuật lạnh cơ sở*, NXB Giáo dục, 2005.
2. Trần Đại Tiến và các tác giả, *Truyền nhiệt và thiết bị trao đổi nhiệt*. Trường Đại học Nha Trang, 2018.
3. Komondy, Halász, *Hűtőgépek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.
4. <https://www.youtube.com/watch?v=r6dMddiFcME>