

# THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO THIẾT BỊ SẢN XUẤT ĐÁ LÔNG TỪ NƯỚC BIỂN

■ TS. Lê Kim Anh

*Trường Cao đẳng Công thương miền Trung*

Hiện nay, ngư dân đánh bắt xa bờ thường sử dụng đá cây xay nhỏ để ướp lạnh giữ cá dài ngày. Những viên đá rần này có cạnh, đổ ướp cá thường làm trầy xước, gây hỏng da cá; đá lạnh xay cũng làm lạnh chệch và không đồng đều giữa các lớp cá với nhau, khiến cá bị giảm phẩm chất khi đưa vào đến bờ. Từ những nhược điểm đã nêu, bài báo đưa ra kết quả nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị sản xuất đá lông từ nước biển với những tinh thể đá lạnh rất nhỏ từ 0,1-1mm, mịn, có thể len lỏi vào mọi ngóc ngách trong hầm chứa, giúp vừa làm lạnh nhanh vừa không làm hư hỏng da cá, giữ được chất lượng cá tốt hơn.

## 1. Đặt vấn đề

Thủy sản là loại thực phẩm rất dễ bị hư hỏng, ngay cả khi được bảo quản dưới điều kiện lạnh, chất lượng cũng nhanh chóng bị biến đổi. Nhìn chung, để có được chất lượng tốt theo mong muốn, cá và các loài hải sản khác phải được đem đi tiêu thụ càng sớm càng tốt sau khi đánh bắt để tránh những biến đổi tạo thành mùi vị không mong muốn và giảm chất lượng do hoạt động của vi sinh vật. Vì vậy, thủy sản thông thường chỉ nên bảo quản một thời gian ngắn để tránh giảm sự biến đổi chất lượng không mong muốn. Các thiết bị sản xuất đá lông hiện nay ở nước ta chủ yếu nhập từ các nước khác, nên chi phí đầu tư lớn, chưa làm chủ công nghệ nên công tác bảo dưỡng sửa chữa gặp bất lợi.

Tác giả đã nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị sản xuất đá lông từ nước biển với những ưu điểm sau: Sử dụng đá lông

sẽ kéo dài được thời gian bảo quản cá và duy trì cá ở nhiệt độ thấp trong suốt quá trình chế biến nhằm đảm bảo sản phẩm cuối cùng có chất lượng cao. Với công nghệ mới này, nếu được áp dụng trong đánh bắt cá xa bờ, thay vì các chủ tàu phải mua đá nước ngọt từ đất



Ngư dân đánh bắt xa bờ thường sử dụng đá cây xay nhỏ để bảo quản cá dài ngày

## HOẠT ĐỘNG KH-CN

liên, sau đó xay nhỏ hoặc để nguyên cây trong khoang lạnh bảo quản trên tàu, thì chỉ cần lắp đặt hệ thống thiết bị trên tàu, đầu vào bơm nước biển, đầu ra sẽ là sản phẩm đá lỏng dùng để bảo quản cá. Đá lỏng hoàn toàn bao phủ cá, giúp làm lạnh và duy trì nhiệt độ bảo quản ở  $-1^{\circ}\text{C}$  đến  $-2^{\circ}\text{C}$  trong thời gian dài, giúp giữ chất lượng cá tốt hơn rất nhiều lần so với đá xay hay đá xay. Mặt khác, đá lỏng không chọc thủng đến lớp da làm ảnh hưởng xấu đến chất lượng của cá giống như đá xay, đá vảy. Đá lỏng sản xuất trực tiếp từ nước biển, sử dụng thiết bị nhỏ gọn được lắp đặt ngay trên tàu cá, giảm được tải trọng tàu, giúp ngư dân chủ động bám biển dài ngày. Đá lỏng có độ lạnh sâu, đảm bảo cá được làm lạnh đến phần lõi, nhanh, đồng đều, bảo đảm chất lượng tươi và màu sắc tự nhiên của cá sau đánh bắt. Bên cạnh đó, đá lỏng không có cạnh sắc nhọn nên không làm tổn thương bề mặt cá, dễ bảo quản, bốc dỡ, không gây va đập với hầm tàu khi rung lắc. Đá lỏng cũng không bị nhiễm khuẩn và nhiễm phèn. Tùy theo đối tượng đánh bắt và giá trị kinh tế của thủy sản mà ngư dân có thể đầu tư thiết bị phù hợp. Trong quá trình hoạt động của tàu cá, thiết bị sản xuất đá lỏng không bị ảnh hưởng bởi độ rung lắc của tàu và không gây ra va đập giữa cá và thành hầm bảo quản.

## 2. Chế tạo thiết bị sản xuất đá lỏng từ nước biển

### 2.1. Chế tạo cối đá lỏng

Theo [1], việc sản xuất nước đá lỏng từ nước biển có nhiều giải pháp khác nhau như: sản xuất liên tục, sản xuất từng mẻ. Tùy theo giải pháp sản xuất khác nhau mà có thể xây dựng sơ đồ thiết bị, cấu tạo của mô hình khác nhau. Mục tiêu của bài báo là nghiên cứu và chế tạo mô hình sản xuất đá lỏng từ nước biển có công suất 5 lít/giờ và sử dụng giải pháp sản xuất theo mẻ. Nhiệt độ nước biển đưa vào cối:  $26^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ nước biển thành đá lỏng:  $-3^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ môi trường:  $32^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt dung riêng nước muối (35%, nhiệt độ  $26^{\circ}\text{C}$ ):  $0,932\text{cal/g}$ . Khối lượng riêng của nước biển:  $1.030\text{kg/m}^3$ .

Cối đá lỏng có dạng hình trụ tròn có đường kính trong  $d=250\text{mm}$ , chiều cao 400mm, được làm bằng vật liệu chống ăn mòn Inox. Đường kính ngoài  $d=450\text{mm}$  được làm bằng vật liệu Inox. Khoảng trống bên trong giữa hai hình trụ được điền đầy bằng vật liệu cách nhiệt Polyurethane. Bên trong cối có lỗ xả.

$\varnothing 21\text{mm}$  nhằm đưa sản phẩm đá lỏng dạng sệt ra bên ngoài. Bên trên thiết kế nắp đậy có cách nhiệt dày 50mm nhằm giảm thất thoát nhiệt ra bên ngoài.

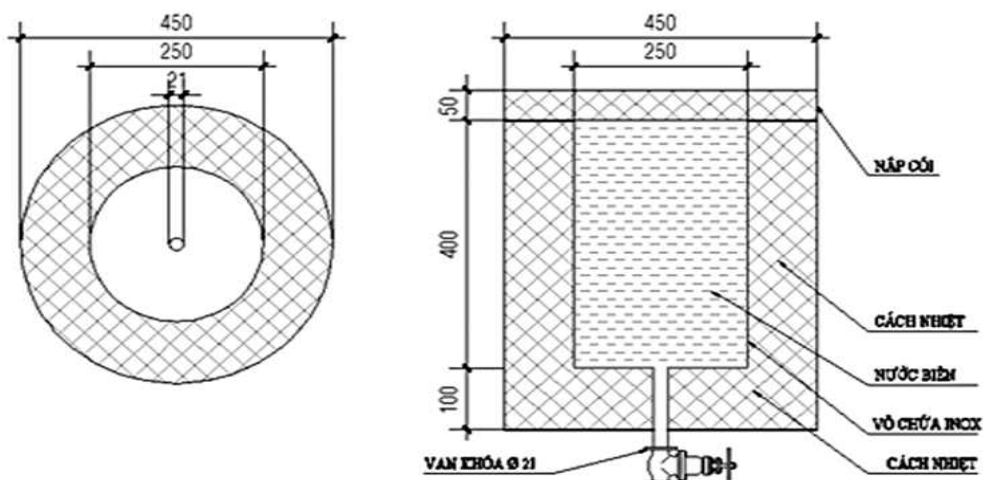
### 2.2. Tính toán phụ tải nhiệt

Theo [2], Tổng tổn thất nhiệt được xác định theo công thức sau:

$$Q = Q_{ms} + Q_{tt} \quad (1)$$

Trong đó:

$Q$  - tổng tổn thất nhiệt, kW;  $Q_{ms}$  - lượng nhiệt



Hình 1. Cấu tạo cối đá lỏng

cần thiết để làm lạnh nước biển từ trạng thái lỏng đến trạng thái sệt, kW;  $Q_{tt}$  - lượng nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che, kW.

\* Lượng nhiệt cần thiết để làm lạnh nước biển:

$$Q_{ms} = G \cdot q_{ms} \quad (2)$$

Trong đó:

G - lưu lượng nước biển, kg/s;  $q_{ms}$  - nhiệt lượng cần thiết để làm lạnh 1kg nước biển xuống nhiệt độ yêu cầu

$$q_{ms} = C_p(t_1 - t_0)(3) = 0,932.4,18.(26 + 3).10^{-3} = 0,109 \text{ kJ/kg}$$

Trong đó:

$t_1$  - nhiệt độ nước biển vào;  $t_0$  - nhiệt độ nước biển thành phẩm;  $C_p$  - nhiệt dung riêng của nước biển.

$$Q_{ms} = 5.1,03. 0,109 = 0,561 \text{ (kW)}$$

\* Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che:

Ta có dòng nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che tức là dòng nhiệt tổn thất khi nhiệt truyền từ môi trường bên ngoài vào trong cối đá qua các lớp cách nhiệt. Tổn thất qua vách trụ của cối.

$$Q_1 = K_1 \cdot \Delta t \cdot L \quad (4)$$

Trong đó:

$K_1$  - hệ số truyền nhiệt tổng theo chiều cao thân trụ, W/m.K;  $\Delta t$  - chênh lệch nhiệt độ trung bình giữa môi trường bên ngoài và bên trong cối, °K; L - chiều cao cối.

Với:

$$K_1 = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}} \quad (5)$$

Trong đó:

$\alpha_1, \alpha_2$  - hệ số cấp nhiệt từ nước biển đến bề mặt vách trong và hệ số cấp nhiệt từ môi trường đến vách cách nhiệt,  $\alpha_1 = 23,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Do bọc bên ngoài cối gồm 2 lớp cách nhiệt là polyurethane dày 100mm và lớp ngoài là inox 304 dày 0,4mm, hệ số dẫn nhiệt và hệ số cấp nhiệt phía trong lớn hơn rất nhiều so với hệ số dẫn nhiệt của polyurethane và hệ số cấp nhiệt của không khí bên ngoài nên ta bỏ qua hai đại lượng này, khi đó:

$$K_1 = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} \quad (6)$$

Trong đó:

$\lambda$  - hệ số dẫn nhiệt của polyurethane,  $\lambda = 0,023 \text{ W/mK}$ ;  $d_1, d_2$  - đường kính ngoài và trong của cối,  $d_1 = 0,25 \text{ m}$ ;  $d_2 = 0,45 \text{ m}$ ;  $K_1 = 0,42 \text{ W/m.K}$ ;

$$Q_1 = K_1 \cdot \Delta t \cdot L = 0,42 \cdot (32 + 20) \cdot 0,4 = 8,74 \text{ (W)}$$

\* Tổn thất qua đáy cối và nắp cối:

$$Q_2 = K_2 \cdot \Delta t \cdot F \quad (7)$$

Trong đó:

$K_2$  - hệ số truyền nhiệt tổng của mặt đáy và nắp,  $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ ;  $\Delta t$  - chênh lệch nhiệt độ trung bình giữa môi trường bên ngoài và bên trong cối, °K; F - diện tích nắp và đáy,  $\text{m}^2$ .  
Với:

$$K_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (8)$$

Trong đó:

$\alpha_1, \alpha_2$  - hệ số cấp nhiệt từ nước biển đến bề mặt vách trong và hệ số cấp nhiệt từ môi trường đến vách cách nhiệt;  $\lambda$  - hệ số dẫn nhiệt của polyurethane,  $\text{W/mK}$ ;  $\delta$  - bề dày lớp cách nhiệt,  $\delta = 0,1 \text{ m}$ .

$$K_2 = \frac{1}{\frac{1}{23,3} + \frac{0,1}{0,023}} = 0,23 \text{ W/m.K}$$

$$Q_2 = 0,23 \cdot (32 + 20) \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0,25^2 = 4,7 \text{ (W)}$$

$$Q_{tt} = Q_1 + Q_2 = 4,7 + 8,74 = 13,44 \text{ (W)}$$

Vậy tổng tổn thất nhiệt  $Q = 13,44 + 561 = 574,44 \text{ (W)}$ .

### 2.3. Tính toán và kiểm tra động sương

Theo [3,4], hệ số truyền nhiệt động sương của kết cấu bao che ở bề mặt ngoài không khí tại nhiệt độ động sương được xác định theo phương trình sau:

$$K_s = \alpha_1 \frac{t_{f1} - t_s}{t_{f1} - t_{f2}} \quad (9)$$

Trong đó:

$K_s$  - hệ số truyền nhiệt động sương,  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{độ})$ ;  $t_{f1}$  - nhiệt độ môi trường ở vách ngoài,  $t_{f1} = 32^\circ \text{C}$ ;  $t_{f2}$  - nhiệt độ môi trường ở vách trong,  $t_{f2} = -20^\circ \text{C}$ ;  $t_s$  - nhiệt độ động sương, °C.

## HOẠT ĐỘNG KH-CN

Nhiệt độ này được xác định từ trạng thái của không khí môi trường bên ngoài.

Theo [5], TCVN5687-2010 nhiệt độ môi trường tại Tuy Hòa, tỉnh Phú Yên là 32°C, độ ẩm  $\varphi=75\%$ . Sử dụng đồ thị không khí ẩm I - d (do Molier thành lập) ta có được  $t_s = 26,5^\circ\text{C}$ . Khi tính toán hệ số truyền nhiệt động sương thực tế để đạt tính an toàn cao thì chỉ lấy khoảng 95% giá trị hệ số truyền nhiệt động sương như tính toán ở công thức (9). Do đó:

$$K_s = 0,95 \cdot \alpha_1 \cdot \frac{t_{f1} - t_s}{t_{f1} - t_{f2}} \quad (10).$$

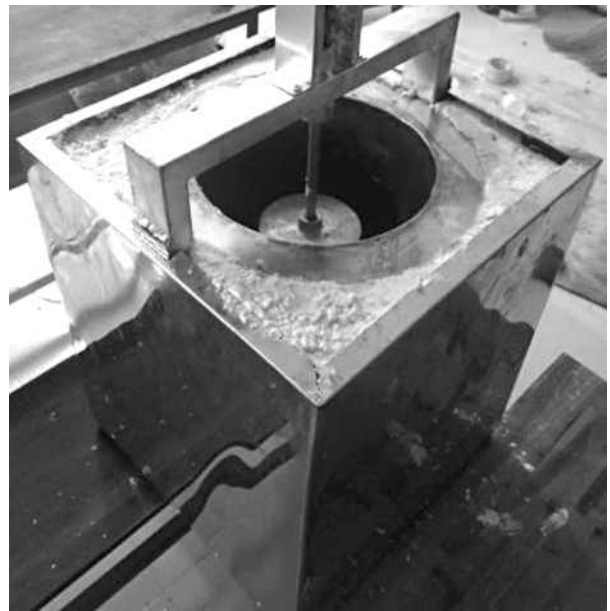
Vậy  $K_s = 2,34$ . Điều kiện để không xảy ra hiện tượng đọng sương ở vách  $K_1 \leq K_s$  (11).

Điều kiện để không xảy ra hiện tượng đọng sương ở đáy và nắp  $K_2 \leq K_s$  (12).

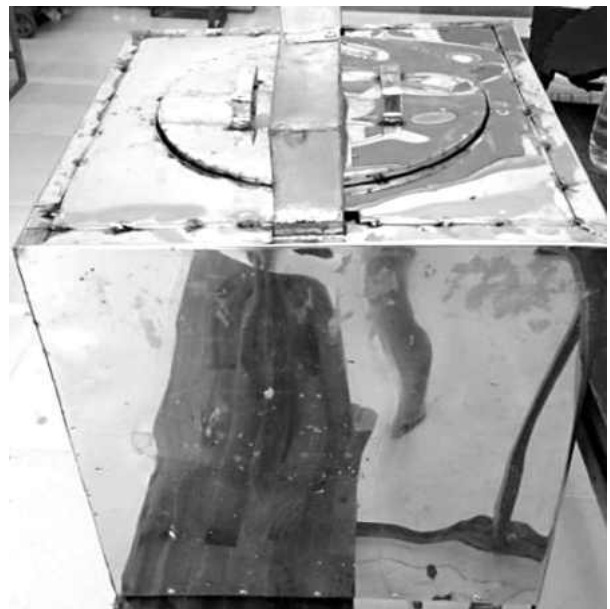
Với  $k_1 = 0,42$ ;  $k_2 = 0,23$  đều nhỏ hơn  $K_s$ . Như vậy sẽ không xảy ra hiện tượng đọng sương bên ngoài vách.



Hình 2. Cối đá lỏng sau khi chế tạo



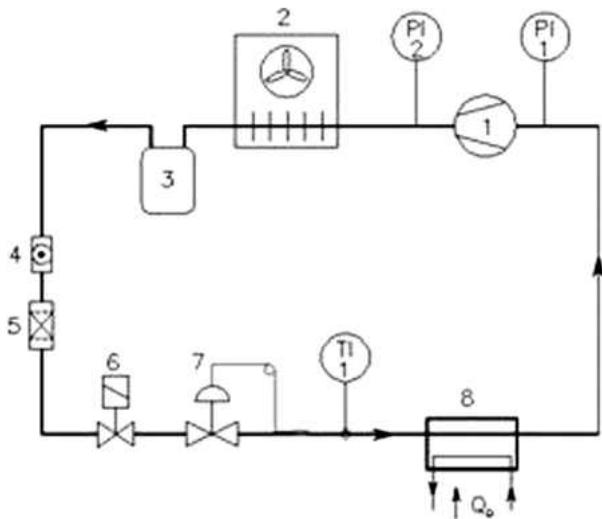
Hình 3. Cối đá lỏng sau khi chế tạo



Hình 4. Đồ phom cách nhiệt

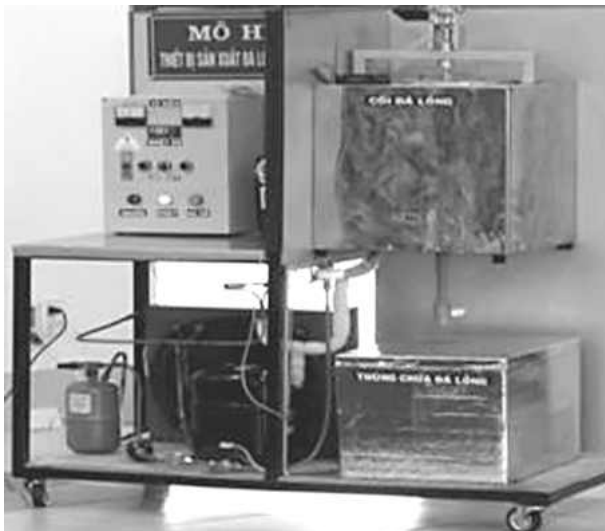
### **2.4. Lựa chọn hệ thống lạnh**

Theo [6], để cấp dung dịch cho dàn bay hơi của cối đá lỏng thì mô hình sử dụng hệ thống lạnh một cấp. Sơ đồ thiết bị hệ thống lạnh của mô hình sản xuất đá lỏng từ nước biển như hình 5. Ngoài các thiết bị chính cho chu trình như máy nén, dàn ngưng tụ giải nhiệt gió, cối tạo nước đá lỏng, van tiết lưu thì chu trình còn có thêm một số thiết bị phụ hỗ trợ gồm: bình chứa cao áp, phin lọc, mắt gas, van điện từ...



Hình 5. Sơ đồ thiết bị hệ thống lạnh sản xuất đá lỏng

Trong đó: 1-máy nén; 2-dàn nóng; 3-bình chứa cao áp; 4-mắt gas; 5-phin lọc; 6-van điện từ; 7-van tiết lưu; 8-dàn bay hơi.



Hình 6. Mô hình sản xuất đá lỏng từ nước biển

### 3. Thực nghiệm khảo sát mô hình tạo đá lỏng từ nước biển

#### 3.1. Thông số thực nghiệm

\* Thiết bị: mô hình sản xuất đá lỏng với năng suất lạnh: 600W; dung tích cối làm đá lỏng: 20 lít; môi chất: R404A.

\* Chất cần làm lạnh: nước biển tự nhiên thể tích: 18 lít; nhiệt độ ban đầu: 26°C; độ mặn: 3%; 3,5% ; 4%.

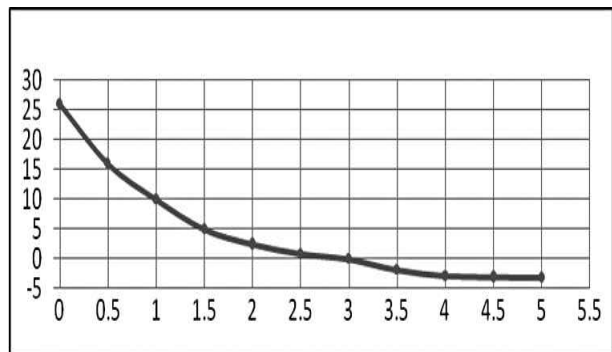
\* Môi trường: nhiệt độ không khí 30°C.

### 3.2. Kết quả thực nghiệm

\* Nước biển 3%:

Bảng 1. Nhiệt độ nước biển 3% thay đổi theo thời gian

	Thời gian (giờ)										
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
Nhiệt độ °C	26	16	10	5	2.5	0.9	0.0	-1.8	-2.8	-3.0	-3.1

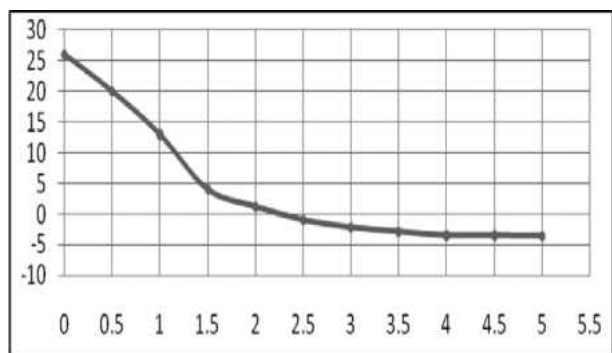


Đồ thị 1: Tốc độ làm lạnh của nước biển 3%

\* Nước biển 3,5%:

Bảng 2. Nhiệt độ nước biển 3,5% thay đổi theo thời gian

	Thời gian (giờ)										
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
Nhiệt độ °C	26	20	13	4	1.2	-1.0	-2.2	-2.9	-3.5	-3.5	-3.6



Đồ thị 2: Tốc độ làm lạnh của nước biển 3,5%

## HOẠT ĐỘNG KH-CN

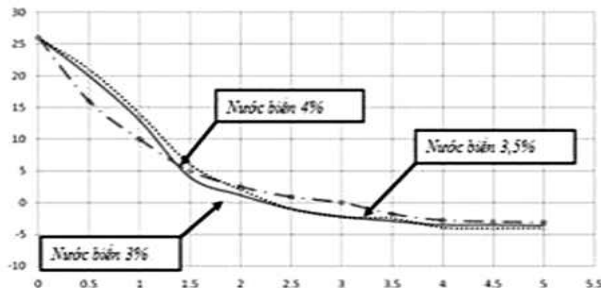
\* Nước biển 4%:

**Bảng 3. Nhiệt độ nước biển 4% thay đổi theo thời gian**

Nhiệt độ °C	Thời gian (giờ)										
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
	Giờ	Giờ	Giờ	Giờ	Giờ	Giờ	Giờ	Giờ	Giờ	Giờ	Giờ
	26	21	14	6	2.0	-1.0	-2.3	-	-4.0	-4.1	-4.1
							2.50				

**Bảng 4. Tổng hợp 3 loại: %; 3,5%; 4%**

Nhiệt độ	Thời gian (giờ)										
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Nước biển 3%	26	16	10	5	2.5	0.9	0	-1.8	-2.8	-3	-3.1
Nước biển 3,5%	26	20	13	4	1.2	-1	-2.2	-2.9	-3.5	-3.5	-3.6
Nước biển 4%	26	21	14	6	2	-1	-2.3	-2.5	-4.0	-4.1	-4.1



Hình 7. Đồ thị tốc độ làm lạnh đá lỏng từ nước biển

### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đức Lợi, *Ga, dầu và chất tải lạnh*, Nxb Giáo dục, 2007.
2. Nguyễn Đức Lợi, *Giáo trình kỹ thuật lạnh*, Nxb Bách khoa - Hà Nội, 2014
3. Phạm Lê Dân, Bùi Hải, *Nhiệt động kỹ thuật*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 2000.
4. Nguyễn Văn May, *Bơm, quạt, máy nén*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2010.
5. GS.TSKH Trần Đức Ba, TS Nguyễn Văn Tài, TS Trần Thu Hà, *Giáo trình Công nghệ lạnh thu thủy sản*, Nxb Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh, 2016.
6. Th.S Nguyễn Tấn Dũng, TS Trần Văn Dũng, Th.S Trần Ngọc Hào, GS.TSKH Trần Đức Ba, *Công nghệ lạnh ứng dụng trong sản xuất nước đá, đá khô và nước giải khát*, Nxb Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh, 2015.

Qua hình 7 ta thấy, tốc độ làm lạnh nước biển 4% gần giống như nước biển 3%. Tuy nhiên, nhiệt độ thấp nhất đạt được lúc chuyển pha là khoảng  $-4,1^{\circ}\text{C}$ , thấp hơn nước biển 3%. Trong thời gian còn lại (1,5 giờ) đến nhiệt độ chuyển từ pha, nước biển hầu như giảm nhiệt độ rất ít  $-2,9^{\circ}\text{C} \rightarrow -3,6^{\circ}\text{C}$  :  $\Delta t = 0,7^{\circ}\text{C}$ .

Giai đoạn đầu (khoảng 2 giờ) có tốc độ hạ nhiệt độ gần như nhau và giảm mạnh. Giai đoạn còn lại hay từ lúc đạt khoảng  $1^{\circ}\text{C}$ , sự giảm nhiệt độ rất chậm. Nhiệt độ đá lỏng thay đổi với các độ mặn khác nhau, độ mặn càng cao, nhiệt độ đá lỏng càng thấp giúp bảo quản tốt hơn.

### 4. Kết luận

Ưu điểm của thiết bị sản xuất đá lỏng từ nước biển so với đá nước ngọt truyền thống chính là đã tạo ra sản phẩm đá dạng lỏng. Đá lỏng là hỗn hợp gồm hàng triệu tinh thể đá có đường kính từ 0,1-1mm, được duy trì trong dải nhiệt độ từ  $-6^{\circ}\text{C}$  đến  $-2^{\circ}\text{C}$ . Do vậy, có thể bảo quản cá và duy trì ở nhiệt độ thấp trong suốt quá trình chế biến nhằm đảm bảo sản phẩm cuối cùng có chất lượng cao./.