

NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM SẢN XUẤT NƯỚC ĐÁ NANO UFB (ULTRA FINE BUBBLE) ĐỂ ỨNG DỤNG TRONG BẢO QUẢN THỦY SẢN

Phạm Văn Tuyền¹, Đặng Văn An¹, Phạm Thị Diễm¹,

Bùi Thị Thu Hiền¹, Nguyễn Thanh Bình¹

TÓM TẮT

Nước đá Nano UFB là nước đá được sản xuất từ nước Nano UFB ở đó hàm lượng ôxi hoà tan (DO) dưới 1,0 mg/l. Sử dụng phương pháp thực nghiệm đo trực tiếp chỉ số DO trong khi sản xuất nước đá và đo gián tiếp chỉ số DO của nước đá Nano UFB khi tan trong khay tạo đá. Kết quả nghiên cứu cho thấy, thời gian sản xuất nước đá Nano UFB 9 giờ, tương ứng với nhiệt độ tâm đá ở -10°C nhằm đảm bảo nước đá Nano UFB có chỉ số $\text{DO} < 1 \text{ mg/l}$ và phù hợp với đặc điểm công nghệ sản xuất nước đá của cơ sở thử nghiệm. Chỉ số DO của nước đá Nano UFB không có sự sai khác giữa phương thức sản xuất ở dạng kín và dạng hở. Nước Nano UFB trong khi sản xuất nước đá Nano UFB hạ xuống nhiệt độ 0°C và bắt đầu kết tinh thành đá có chỉ số DO dưới 1,0 mg/l. Chất lượng của nước đá Nano UFB đảm bảo QCVN 02: 2009/BYT và chỉ số DO nước đá Nano UFB tan bằng khoảng 20% so với nước đá đối chứng, TCVN 7325: 2016. Nước đá Nano UFB và nước đá đối chứng có thời gian sản xuất, nhiệt độ tâm đá không khác nhau.

Từ khóa: Bảo quản thủy sản, chỉ số DO, nước đá Nano UFB, sản xuất.

1. MỞ ĐẦU

Nano UFB (Ultra Fine Bubble) là công nghệ tạo bóng khí siêu nhỏ có đường kính nanomet. Khi thiết bị hoạt động sẽ cấp khí nitơ vào máy tạo bong bóng siêu nhỏ, được hòa trộn ở bên trong thiết bị nhờ các cơ cấu ống nano, tạo thành dung dịch chứa bong bóng khí nitơ kích cỡ nanomet. Các bong bóng nano nitơ sẽ khử oxy hòa tan trong nước dẫn đến hàm lượng ôxi hòa tan rất thấp ($\text{DO} < 0,5 \text{ mg/l}$) và nước chứa bong bóng nano được gọi là nước Nano UFB [3], [7], [8].

Nước đá ngày càng quan trọng trong đời sống hàng ngày, đặc biệt đối với bảo quản thủy sản. Nước đá với vai trò là một trường làm lạnh thủy hải sản, rất dễ dàng vận chuyển và tương đối rẻ tiền [4]. Khi bảo quản thủy sản bằng đá, nhiệt từ thủy sản sẽ truyền nhiệt sang đá, đá sẽ hấp thụ nhiệt và quá trình này sẽ diễn ra liên tục cho đến khi không có sự chênh lệch nhiệt độ giữa nước đá và thủy sản [6]. Nước đá thông thường có chỉ số ôxi hòa tan cao (DO) nên tạo môi trường thuận lợi cho vi sinh vật phát triển dễ làm hư hỏng sản phẩm. Nước đá Nano UFB được sản xuất từ nước Nano UFB ở đó chỉ số ôxi hòa tan thấp chính điều này giúp ức chế gần như toàn bộ các hoạt động của vi sinh vật hiếu khí [7], [8]. Do đó, sử dụng nước đá Nano UFB để bảo quản thủy sản là sử dụng

phương pháp làm lạnh kết hợp giảm hàm lượng ôxi hòa tan sẽ góp phần nâng cao thời gian bảo quản thủy sản.

Đề tài “Nghiên cứu xây dựng quy trình sản xuất và sử dụng đá Nano UFB để bảo quản mực ống trên tàu khai thác thủy sản tại Hải Phòng” được thực hiện nhằm nghiên cứu quá trình tạo nước Nano UFB và sản xuất nước đá Nano UFB với các trang thiết bị hiện có nhằm sản xuất loại nước đá Nano UFB đáp ứng các chỉ tiêu hoá học, vi sinh theo QCVN 02: 2009/BYT và chỉ số $\text{DO} < 1 \text{ mg/l}$. Bài báo này, trình bày kết quả nghiên cứu thử nghiệm sản xuất nước đá Nano UFB với thời gian, phương thức phù hợp và đánh giá chất lượng nước đá Nano UFB.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

- Thiết bị tạo bong bóng Nano UFB, hiệu Nanox, Model (AQW-04-06) [10], [11].

- Khí nitơ có độ tinh khiết 99% trở lên.

- Nước máy được sử dụng để sản xuất nước đá đối chứng và tạo nước Nano UFB.

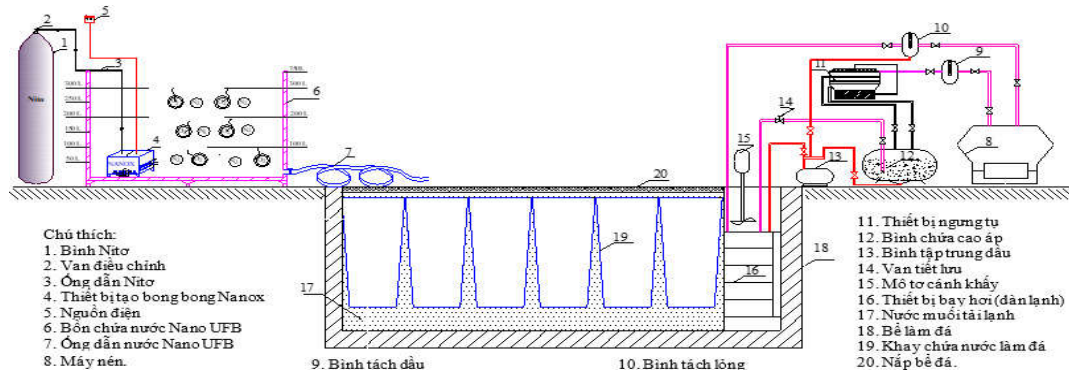
- Nước Nano UFB đáp ứng các yêu cầu quy định theo QCVN 02: 2009/BYT về chất lượng nước sinh hoạt và chỉ số $\text{DO} < 0,5 \text{ mg/l}$.

- Thiết bị sản xuất đá quy mô thí nghiệm: máy nén 3HP, chất tải lạnh R22, độ mặn bể muối $17 \pm 0,5\%$, khay sản xuất đá loại 5 kg/khay.

¹ Viện Nghiên cứu Hải sản

- Thiết bị đo chỉ số DO và nhiệt độ trong nước: HANNA HI98193.

- Thiết bị đo nhiệt độ tự động trong nước đá, nước muối tải lạnh, hiệu Tempmate M1.



Hình 1. Mô hình mô phỏng hệ thống thiết bị sản xuất nước đá Nano UFB

Nước Nano UFB được tạo bằng thiết bị Nanox (Model AQW-04-06), với các thông số tối ưu: thể tích nước 225 lít, lưu lượng khí nitơ 3 ml/phút và thời gian chạy máy 90 phút, với chỉ số DO trong nước Nano UFB đạt $0,41 \pm 0,02$ mg/l [8]. Nước Nano UFB được rót vào khay làm đá và bắt đầu chạy hệ thống sản xuất đá, lúc này chỉ số DO gần như không đổi. Nước Nano UFB được làm lạnh gián tiếp từ nước muối tải lạnh trong quá trình sản xuất đá (nhiệt độ nước muối tải lạnh $-11,5 \pm 0,6^\circ\text{C}$).

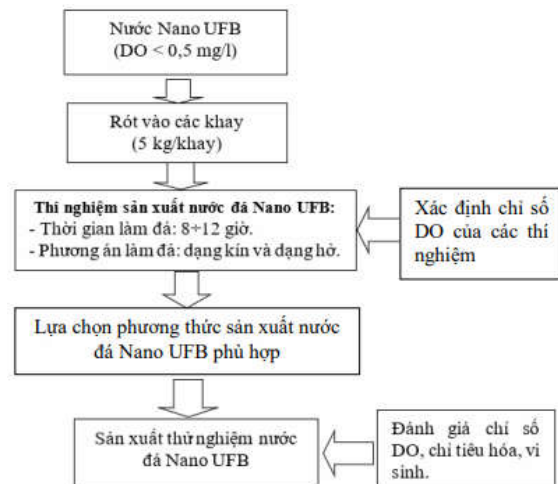
2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Bố trí thử nghiệm sản xuất nước đá Nano UFB

Bố trí thí nghiệm xác định các điều kiện tạo đá gồm các thí nghiệm với các yếu tố gồm: thay đổi thời gian sản xuất đá Nano UFB và phương thức sản xuất đá. Sơ đồ bố trí thử nghiệm sản xuất nước đá Nano UFB thể hiện hình 2.

2.2. Mô phỏng hệ thống thiết bị sản xuất nước đá Nano UFB

Mô phỏng hệ thống thiết bị sản xuất nước đá Nano UFB bao gồm: hệ thống thiết bị tạo nước Nano UFB và hệ thống sản xuất nước đá Nano UFB, như ở hình 1.



Hình 2. Bố trí thử nghiệm sản xuất nước đá Nano UFB

2.3.2. Xác định yếu tố ảnh hưởng đến chỉ số DO trong nước đá Nano UFB

Bảng 1. Bố trí thời gian sản xuất thử nghiệm nước đá Nano UFB

Thí nghiệm	Tổng thời gian sản xuất đá (giờ)	Chỉ số DO (mg/l)
TN1	8 (4 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 4 giờ ủ đá)	-
TN2	9 (4 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 5 giờ ủ đá)	-
TN3	10 (4 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 6 giờ ủ đá)	-
TN4	9 (5 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 4 giờ ủ đá)	-
TN5	10 (5 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 5 giờ ủ đá)	-
TN6	11 (5 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 6 giờ ủ đá)	-
TN7	10 (6 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 4 giờ ủ đá)	-
TN8	11 (6 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 5 giờ ủ đá)	-
TN9	12 (6 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 6 giờ ủ đá)	-

Xác định ảnh hưởng của thời gian sản xuất nước đá Nano UFB được khảo sát theo phương pháp đơn yếu tố để xác định các khoảng giá trị có ảnh hưởng mạnh đến chỉ số DO. Bố trí thử nghiệm tổng thời gian sản xuất đá từ 8 - 12 giờ (thời gian hoạt động của hệ thống lạnh từ 4 - 6 giờ và thời gian ủ đá trong bể muối tải lạnh từ 4 - 6 giờ) (Bảng 1).

Xác định ảnh hưởng phương thức sản xuất nước đá Nano UFB (đạng kín – miệng khay chứa nước Nano UFB được bọc kín từ khi bắt đầu làm đá đến khi ra đá và dạng hở miệng khay chứa nước Nano UFB không được bọc kín từ khi bắt đầu làm đá đến khi ra đá) được khảo sát để xác định có ảnh hưởng đến chỉ số DO hay không?

Mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần, sau quá trình sản xuất làm nước đá Nano UFB đo chỉ số DO của nước đá Nano UFB khi tan ở điều kiện nhiệt độ thường. Từ đó lựa chọn được thời gian và phương thức sản xuất nước đá Nano UFB có chỉ số DO dưới 1,0 mg/l và phù hợp với đặc điểm của công nghệ sản xuất nước đá của cơ sở thử nghiệm.

2.3.3. Phân tích, đánh giá chất lượng nước đá Nano UFB

- Đo chỉ số DO và nhiệt độ của nước đá Nano UFB bằng thiết bị (HANNA HI98193). Đo trực tiếp chỉ số DO của nước Nano UFB trong khi sản xuất đá đến 0°C. Đo gián tiếp chỉ số DO trong khay chứa nước đá Nano UFB khi tan.

- Đánh giá chất lượng cảm quan (màu sắc, mùi, vị): TCVN 6185: 2015, TCVN 6184: 2008.

- Phân tích các chỉ tiêu hóa (pH, sắt toàn phần, clo dư, amoni, florua, clorua, độ cứng toàn phần, độ oxi hóa): TCVN 6177: 1996, TCVN 6626-3: 2011, TCVN 6626: 2000, TCVN 5988: 1995, TCVN 6194: 2016, TCVN 8186: 1996.

- Phân tích các chỉ tiêu vi sinh (định lượng *Coliform* tổng số, định lượng *Escherichia coli*): TCVN 6187-2: 1996.

- Xác định chỉ số oxy hoà tan trong nước (chỉ số DO) sử dụng phương pháp đầu đo điện hóa theo TCVN 7325: 2016.

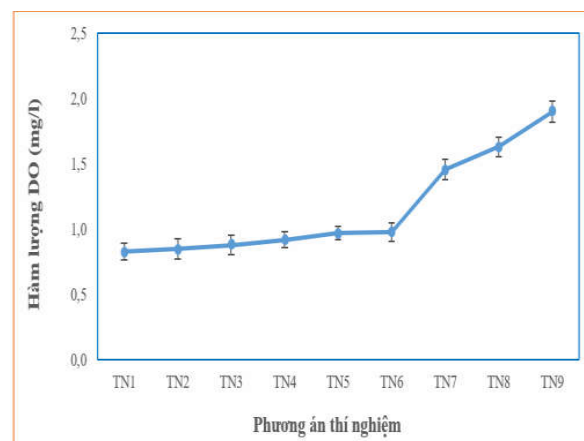
2.4. Phân tích và xử lý số liệu

Số liệu được xử lý để tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn bằng phần mềm thống kê Statgraphics XVI và phương pháp thống kê mô tả thông thường.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian sản xuất nước đá đến sự biến đổi chỉ số DO

Kết quả đo gián tiếp sự biến đổi chỉ số DO trong nước đá Nano UFB sau khi tan tương ứng với thời gian sản xuất đá từ 8 giờ đến 12 giờ (thời gian hoạt động của hệ thống lạnh từ 4 - 6 giờ và thời gian ủ đá trong bể muối tải lạnh từ 4 - 6 giờ) và phương thức ở dạng hở được thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Thời gian sản xuất đá và biến đổi chỉ số DO của nước đá Nano UFB

Hình 3 cho thấy, sự biến đổi chỉ số DO trong nước đá nano UFB có xu hướng tăng dần theo thời gian sản xuất đá và chỉ số DO đạt trung bình dưới 1,0 mg/l ở TN1, TN2, TN3, TN4, TN5 và TN6 tương ứng với tổng thời gian sản xuất đá từ 8 giờ đến 10 giờ. Tuy nhiên, ở các thí nghiệm TN1, TN2, TN3 nước đá trong khay chưa kết tinh toàn bộ (đá non) so với các thí nghiệm TN4, TN5 và TN6. Thời gian sản xuất quá dài làm chỉ số DO tăng lên thể hiện ở thời gian 12 giờ (6 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 6 giờ ủ đá) chỉ số DO đạt khá cao ở mức 2,06 mg/l. Điều này được giải thích nếu thời gian quá dài khiến cho tinh thể đá hình thành các liên kết mạng chặt chẽ hơn làm cho đá bị già khiến cho quá trình nứt vỡ xảy ra làm giải phóng các phân tử nitơ trong nước đá và chỉ số DO tăng lên. Ngược lại, nếu thời gian nhỏ hơn 8 giờ, cấu trúc tinh thể nước đá đã hình thành nhưng chưa kết tinh toàn bộ (đá non và nhanh tan chảy).

Bên cạnh đó, thời gian sản xuất của cơ sở sản xuất thử nghiệm đang sản xuất nước đá đối chứng từ 8 - 10 giờ/mẻ [9]. Do vậy, bước đầu lựa chọn tổng thời gian sản xuất nước đá từ 8 - 10 giờ để chỉ số DO của nước đá Nano UFB nhỏ hơn 1,0 mg/l, đảm bảo

mục tiêu làm đông đá (nước đá không quá non và không quá già) và phù hợp đặc điểm công nghệ của cơ sở sản xuất nước đá hiện tại mà không cần cải tiến trang thiết bị của cơ sở sản xuất đá thử nghiệm.

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của phương thức sản xuất nước đá đến sự biến đổi chỉ số DO

Ngoài yếu tố thí nghiệm là thời gian sản xuất đá, yếu tố phi thí nghiệm là phương thức sản xuất nước đá Nano UFB (dạng kín và dạng hở) và thời gian sản xuất nước đá Nano UFB là 9 giờ (5 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 4 giờ ủ đá). Kết quả đo gián tiếp chỉ số DO của nước đá Nano UFB khi tan trong khay chứa ở dạng kín và dạng hở dao động từ 0,95 - 0,98 mg/l và chỉ số DO theo phương thức sản xuất nước đá sai khác không có ý nghĩa thống kê (Bảng 2).

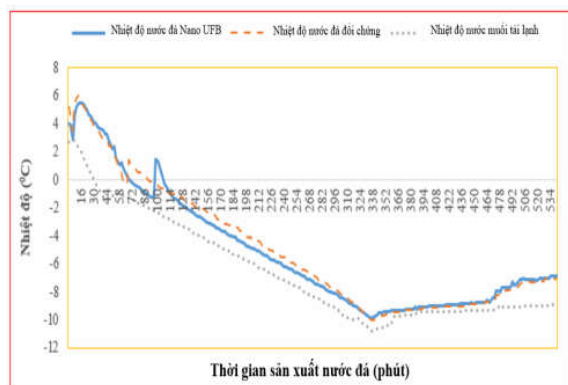
Bảng 2. Phương thức sản xuất và biến đổi DO của nước đá Nano UFB

TT	Phương thức sản xuất	Chỉ số DO (mg/l)
1	Dạng hở	$0,98^a \pm 0,09$
2	Dạng kín	$0,95^a \pm 0,12$

Hình 3 và bảng 2 cho thấy, để sản xuất nước đá Nano UFB có chỉ số DO của nước đá khi tan đạt dưới 1,0 mg/l trên cơ sở công nghệ và trang thiết bị của cơ sở sản xuất nước đá thử nghiệm, phù hợp với thời gian sản xuất nước đá đối chứng lựa chọn thời gian sản xuất đá 9 giờ (trong đó thời gian hoạt động của hệ thống lạnh 5 giờ và thời gian ủ đá 4 giờ) và sử dụng phương thức sản xuất nước đá Nano UFB ở dạng hở.

3.3. Thử nghiệm sản xuất nước đá Nano UFB

3.3.1. Sự diễn biến nhiệt độ nước muối tải lạnh và nhiệt độ tâm đá theo thời gian sản xuất



Hình 4. Sự biến đổi nhiệt độ tâm đá theo thời gian sản xuất nước đá

Thực hiện tạo nước Nano UFB có chỉ số DO = $0,41 \pm 0,02$ mg/l, thử nghiệm sản xuất nước đá Nano UFB với tổng thời gian sản xuất là 9 giờ (5 giờ hoạt động của hệ thống lạnh và 4 giờ ủ đá), ở dạng hở và các điều kiện sản xuất nước đá của cơ sở thử nghiệm. Thực hiện đo trực tiếp, đồng thời nhiệt độ nước muối tải lạnh, nhiệt độ tâm đá Nano UFB và tâm đá đối chứng theo thời gian sản xuất như ở hình 4.

Hình 4 cho thấy, khi hệ thống lạnh hoạt động thì nhiệt độ của nước muối tải lạnh, nhiệt độ tâm đá lạnh sâu theo thời gian [4], [5]. Sau 4 giờ, 4,5 giờ và 5,0 giờ hoạt động của hệ thống lạnh, nhiệt độ nước muối tải lạnh lần lượt đạt là -8,5°C; -9,7°C và -10,9°C; đồng thời nhiệt độ tâm đá đạt tương ứng là -7,2°C; -8,6°C và -10,1°C. Từ kết quả đo trực tiếp nhiệt độ tâm đá và thời gian hoạt động của hệ thống lạnh bằng thiết bị đo nhiệt độ tự ghi (Tempmate M1) xây dựng mối tương quan giữa thời gian hoạt động của hệ thống lạnh và nhiệt độ tâm đá Nano UFB bằng phương trình: $T (^{\circ}\text{C}) = -0,042 \cdot \text{Thời gian (phút)} + 2,502$ ($R^2 = 0,968$; $F > F_{\text{sig}}$; $P\text{value} < 0,05$).

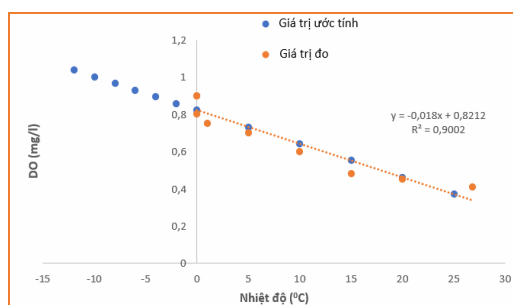
Bên cạnh đó, khi tắt hệ thống lạnh thì nhiệt độ nước muối tải lạnh và nhiệt độ tâm đá cũng tăng dần, nhiệt độ nước muối tải lạnh dao động từ (-8,5°C) - (-10,9°C) và nhiệt độ tâm đá dao động từ (-6,8°C) - (-10,1°C). Trong khoảng thời gian tắt hệ thống lạnh, khay đá vẫn giữ trong bể muối tải lạnh, lúc này nước đá trong khay tiếp tục quá trình kết tinh toàn bộ tạo thành khối đá chắc chắn. Sau 4 giờ tắt hệ thống lạnh, nhiệt độ nước muối tải lạnh và nhiệt độ tâm đá lần lượt tương ứng là -8,5°C và -6,8°C.

Ngoài ra, khi so sánh nhiệt độ tâm đá Nano UFB và tâm đá đối chứng cho thấy không có sự chênh lệch nhiệt độ của nước đá Nano UFB và nước đá đối chứng tương đương nhau và nhiệt độ đạt lạnh sâu nhất đạt từ (-10,0°C) - (-10,1°C). Điều này cho thấy, khả năng kết tinh của nước đá Nano UFB và nước đá đối chứng như nhau, do nguồn nước để sản xuất nước đá Nano UFB và nước đá đối chứng là nước máy của cơ sở thử nghiệm đều có các chỉ tiêu đều đáp ứng QCVN 02: 2009/BYT [8].

3.3.3. Sự diễn biến chỉ số DO theo nhiệt độ tâm đá

Thử nghiệm sản xuất nước đá Nano UFB với thời gian chạy máy lạnh là 5 giờ và thời gian ủ đá là 4 giờ, ở dạng hở và các điều kiện sản xuất nước đá của

cơ sở thử nghiệm. Thực hiện đo trực tiếp giá trị chỉ số DO trong khay đá và kết quả đo được chỉ số DO theo thời gian sản xuất nước đá Nano UFB và điều kiện sản xuất tại cơ sở sản xuất thử nghiệm, như ở hình 5.



Hình 5. Sự biến đổi chỉ số DO trong khi sản xuất nước đá Nano UFB

Hình 5 cho thấy, trong khi sản xuất nước đá Nano UFB chỉ số DO của nước Nano UFB tỷ lệ nghịch với nhiệt độ, ở nhiệt độ ban đầu 26,8°C thì chỉ số DO trong nước Nano UFB là 0,41 mg/l. Khi hệ thống lạnh hoạt động thì nhiệt độ nước muối tải lạnh giảm, đồng thời nhiệt độ tâm đá giảm theo thời gian, nhưng chỉ số DO tăng khá chậm, đến khi nước đá Nano UFB ở nhiệt độ 0°C (thời điểm bắt đầu kết tinh tinh thể đá) chỉ số DO đạt 0,88 mg/l. Ở nhiệt độ 0°C nước Nano UFB bắt đầu kết tinh hình thành nước đá nên thiết bị đo chỉ số DO không báo giá trị đo nên từ khi nước Nano UFB kết tinh không đo trực tiếp chỉ

số DO trong nước đá. Trên cơ sở số liệu thử nghiệm đo được chỉ số DO và nhiệt độ trong nước đá Nano UFB, xác định bằng phương trình tương quan: $DO \text{ (mg/l)} = -0,018 \cdot T \text{ (}^{\circ}\text{C)} + 0,812$ ($R^2 = 0,900$). Kết quả kiểm định cho thấy, phương trình và các hệ số của phương trình phù hợp với $F_{qs} = 63,11 > F_{sig}$, $p\text{-value} < 0,05$.

Ước tính chỉ số DO của nước đá Nano UFB dưới 1,0 mg/l khi nhiệt độ tâm đá nhỏ hơn -10°C; nhưng khi nhiệt độ tâm đá lạnh sâu hơn -10°C thì chỉ số DO bắt đầu vượt 1,0 mg/l. Điều này được giải thích khi nhiệt độ hạ thấp (dưới 0°C) thì quá trình kết tinh xảy ra, các phân tử nước sẽ di chuyển chậm lại đủ để các liên kết hydro tạo thành kết nối lại với nhau, nhiệt độ càng thấp thì kết nối này càng mạnh và tạo thành một cấu trúc mạng lưới có trật tự tinh thể đá tạo cấu trúc mạng đặc biệt của đá (tứ diện đều và cấu trúc rỗng) [1], [4]. Quá trình hình thành cấu trúc mạng này có thể giải phóng một phần khí Nano nitơ trong quá trình sản xuất đá hoặc khi nhiệt độ giảm thì khả năng oxy hòa tan tăng nên quá trình sản xuất đá Nano UFB dẫn đến chỉ số DO trong nước đá tăng.

3.4. Phân tích, đánh giá chất lượng nước đá Nano UFB

Kết quả phân tích chất lượng nước đá Nano UFB và nước đá đối chứng khi tan ở điều kiện nhiệt độ thường (25°C - 30°C) thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả phân tích chất lượng nước đá Nano UFB và nước đá đối chứng

Chỉ tiêu	Nước đá Nano UFB	Nước đá đối chứng	QCVN 02: 2009/BYT
1. Màu sắc (TCU)	KPH	KPH	15
2. Mùi vị	KPH	KPH	Không có mùi vị lạ
3. Độ đục (NTU)	0,52±0,08	0,55±0,11	5
4. pH	7,57±0,29	7,42±0,34	6,0-8,5
5. Hàm lượng sắt toàn phần (mg/l)	0,04±0,01	0,07±0,02	0,5
6. Hàm lượng clo dư	KPH	KPH	0,3-0,5
7. Hàm lượng asen tổng số (mg/l)	KPH	KPH	0,01
8. Hàm lượng amoni (mg/l)	0,03±0,01	0,02±0,01	3
9. Hàm lượng florua (mg/l)	KHP	KHP	1,5
10. Hàm lượng clorua (mg/l)	51,54±7,22	69,58±10,43	300
11. Độ cứng toàn phần (mg/l)	120,32±19,02	132,02±13,12	350
12. Độ oxy hóa (mg/l)	1,33±0,45	1,42±0,48	4
13. Định lượng <i>Coliform</i> tổng số (MPN/100 ml)	KPH	KPH	50
14. Định lượng <i>E. coli</i> (MPN/100 ml)	KPH	KPH	0
15. Chỉ số DO (mg/l)	0,94±0,04	6,11±0,13	-

Bảng 3 cho thấy, các chỉ tiêu của các mẫu nước đá Nano UFB và đá đối chứng sai khác không có ý nghĩa thống kê, ngoại trừ chỉ số DO. Chỉ số DO của mẫu nước đá đối chứng khi tan ở nhiệt độ thường dao động từ $6,11 \pm 0,13$ mg/l. Chỉ số DO của nước đá Nano UFB khi tan đạt trung bình $0,94 \pm 0,04$ mg/l. Chỉ số màu sắc, mùi vị, clo dư, asen, florua, *coliform*, *Escherichia coli* bằng phương pháp phân tích không phát hiện (KPH) ở các loại mẫu. Chỉ số độ đục, độ pH, sắt toàn phần, hàm lượng amoni và độ oxi hóa lần lượt đạt trung bình 0,5 NTU; 7,4-7,6; 0,04-0,07 mg/l; 0,02-0,03 mg/l và 1,33-1,42 mg/l. Chỉ số Clorua và độ cứng toàn phần đạt lần lượt 51,5-69,6 mg/l và 120,3-132,0 mg/l. Các mẫu nước đá Nano UFB và nước đá đối chứng đều đáp ứng các chỉ tiêu theo QCVN 02: 2009/BYT về chất lượng nước dùng sinh hoạt [2]. Do đó, nước đá Nano UFB sản xuất từ nước Nano UFB cơ bản không thay đổi tính chất nước đang sản xuất nước đá; nước đá đối chứng và nước đá Nano UFB hoàn toàn đủ điều kiện sử dụng để bảo quản thực phẩm nói chung và thủy sản nói riêng.

Nước đá Nano UFB và nước đá đối chứng có thời gian sản xuất đá không khác nhau, bởi cùng là nước máy và có các chỉ tiêu hóa lý tương đồng. Chỉ số DO của nước đá Nano UFB khi tan bằng khoảng 15 - 29% của nước đá đối chứng. Khi so sánh chỉ số DO của nước đá Nano UFB với chỉ số DO trong nước theo bảng A.3 của TCVN 7325: 2016 thì chỉ số DO của nước đá Nano UFB khi tan bằng khoảng từ 11 - 25%. Nước đá Nano UFB khi đá tan có $DO < 1,0$ mg/l hạn chế tối đa sự phát triển của các chủng vi sinh vật hiếu khí, các biến đổi gây hư hỏng đến sản phẩm thủy sản.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Thời gian sản xuất nước đá Nano UFB là 9 giờ (5 giờ hoạt động hệ thống lạnh và 4 giờ ủ đá), tương ứng với nhiệt độ tâm đá đạt -10°C nhằm đảm bảo chỉ số DO của nước đá Nano UFB nhỏ hơn 1,0 mg/l và phù hợp với đặc điểm công nghệ sản xuất nước đá của cơ sở thử nghiệm. Chỉ số DO của nước đá Nano UFB không có sự sai khác giữa phương thức sản xuất ở dạng kín và dạng hở.

Nước Nano UFB trong khi sản xuất nước đá Nano UFB hạ xuống nhiệt độ 0°C và bắt đầu kết tinh thành đá có chỉ số DO dưới 1,0 mg/l. Chất lượng của nước đá Nano UFB đảm bảo QCVN 02: 2009/BYT và

chỉ số DO nước đá Nano UFB khi tan bằng khoảng 20% so với nước đá đối chứng, TCVN 7325: 2016. Nước đá Nano UFB và nước đá đối chứng có thời gian sản xuất, nhiệt độ tâm đá không khác nhau.

4.2. Kiến nghị

Cần nghiên cứu thử nghiệm sản xuất nước đá Nano UFB ở với chủng loại đá có khối lượng từ 25 kg/cây trở lên phù hợp điều kiện trang thiết bị của cơ sở sản xuất.

Cần nghiên cứu ứng dụng nước đá Nano UFB để bảo quản thủy sản trên tàu khai thác nhằm kéo dài thời gian bảo quản và tăng hiệu quả kinh tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Thủy sản, 2003. *Nước đá trong ngành thủy sản*. Tài liệu kỹ thuật thủy sản 331, Nxb Nông nghiệp. Bản dịch – Dự án cải thiện chất lượng và xuất khẩu thủy sản (SEAQIP).
2. Bộ Y tế, 2009. Thông tư số 05/2009/TT – BYT ngày 17/6/2019, ban hành QCVN 02: 2009/BYT. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt.
3. Công ty TNHH Smart Aquaculture Việt Nam, 2016. Công nghệ bong bóng Nano, báo cáo giới thiệu công nghệ.
4. Nguyễn Tấn Dũng, Trịnh Văn Dũng, Trần Ngọc Hào, Trần Đức Ba, 2008. Công nghệ lạnh ứng dụng trong sản xuất nước đá, đá khô và nước giải khát. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
5. Nguyễn Đức Lợi, 2008. Bài tập tính toán kỹ thuật lạnh. Nhà xuất bản Bách khoa – Hà Nội.
6. Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Trọng Bách, 2018. Công nghệ lạnh và lạnh đông thủy sản. Bài giảng, Trường Đại học Nha Trang.
7. Phạm Văn Long, Đặng Văn An, 2017. Ứng dụng công nghệ Nano UFB để bảo quản cá ngừ đại dương trên tàu câu tay. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT, tháng 12/2017.
8. Phạm Văn Tuyển, Đặng Văn An, Nguyễn Thành Công, Phạm Thị Diễm, Bùi Thị Thu Hiền, 2020. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo nước Nano UFB (Ultra Fine Bubble) ứng dụng trong sản xuất nước đá bảo quản thủy sản. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT, chuyên đề nghề cá biển, tháng 11/2020, trang 95-101.

9. Phạm Văn Tuấn, Phạm Văn Tuyển, 2020. Đánh giá thực trạng công nghệ sản xuất nước đá tại cơ sở xuất nước đá tại Hải Phòng. Báo cáo chuyên đề, Viện Nghiên cứu Hải sản.
10. <https://www.nanox.vn/cong-nghe-ultrafine-bubbles/>.
11. <https://ultimate-trading.tokyo/menu/553087>.

RESEARCH ON PRODUCTIVE TESTING OF NANO UFB (ULTRA FINE BUBBLE) ICE FOR APPLICATION IN SEAFOOD PRESERVATION

**Pham Van Tuyen, Dang Van An, Pham Thi Diem,
Bui Thi Thu Hien, Nguyen Thanh Binh**

Summary

Nano UFB Ice is ice produced from Nano UFB water where the dissolved oxygen (DO) is less than 1.0 mg/l. Using the experimental method to determine directly the DO index during ice production and measure indirectly the DO index of ice Nano UFB in ice forming tray. As results show that the factors affecting the DO index of Nano UFB ice are the production time and the corresponding ice center temperature. Nano UFB ice production time is 9 hours, corresponding to the ice center temperature is -10°C that Nano UFB ice has a DO index < 1 mg/l and suitable for ice production technology characteristics of the testing facility. The DO index of Nano UFB ice is not significant difference between closed and open form. During ice production, Nano UFB water is reduced at 0°C temperature and forms Nano UFB ice starting has DO index below 1 mg/l and the quality criteria of ice Nano UFB is conformed according to QCVN 02: 2009/BYT on domestic water quality. The DO index of ice Nano UFB is about 20% compared to the control ice, TCVN 7325: 2016. Nano UFB ice and control ice have the same production time and ice center temperature.

Keywords: *Seafood preservation, Nano UFB ice, DO index, productivity.*

Người phản biện: TS. Đỗ Văn Nam

Ngày nhận bài: 6/8/2021

Ngày thông qua phản biện: 7/9/2021

Ngày duyệt đăng: 14/9/2021