

# ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANOBUBBLE CHO NUÔI TRỒNG THỦY SẢN: HIỆN TRẠNG VÀ TIỀM NĂNG

Nguyễn Hữu Nghĩa<sup>1</sup>, Phan Thị Vân<sup>1</sup>

## TÓM TẮT

Nanobubble (NBs) là những bóng khí trong dung dịch có đường kính <200 nm. NBs có một số đặc tính độc đáo và quan trọng như thời gian tồn tại trong dung dịch lâu, áp lực nội thấp, tốc độ hòa tan oxy cao và tạo ra các gốc tự do. NBs có rất nhiều ứng dụng như xử lý làm sạch nước, tăng tốc độ sinh trưởng cây trồng trong trồng trọt, phân hủy các chất hữu cơ, hạn chế sự phát triển của tảo trong ao hồ và cả các ứng dụng trong y học nhằm tăng cường hiệu quả hấp thu của thuốc cũng như diệt khuẩn. NBs đã có nhiều ứng dụng cho nuôi trồng thủy sản như tăng hàm lượng oxy hòa tan trong nước, cải thiện chất lượng nước, ô xy hóa các chất hữu cơ trong ao nuôi, tăng tốc độ sinh trưởng của vật nuôi, ức chế sự phát triển hoặc tiêu diệt vi khuẩn có hại. Công nghệ NBs có nhiều tiềm năng ứng dụng nhằm tăng năng suất, sản lượng, chất lượng sản phẩm nuôi trồng thủy sản.

**Từ khóa:** *Bong khí kích thước nano, nuôi trồng thủy sản, chất lượng nước, oxy hòa tan, diệt khuẩn.*

### 1. NUÔI TRỒNG THỦY SẢN VÀ CÁC VẤN ĐỀ CẦN GIẢI QUYẾT

Nuôi trồng thủy sản (NTTS) đã có tốc độ tăng trưởng nhanh nhất trong hai thập kỷ vừa qua. Sản lượng NTTS thế giới tăng từ 35 triệu tấn năm 1997 lên đến 112 triệu tấn năm 2017 (FAO, 2017). Sản lượng NTTS của Việt Nam tăng từ 492 nghìn tấn năm 1997 lên hơn 4 triệu tấn vào năm 2018 (VASEP, 2018). Năm 2019 tổng diện tích NTTS của Việt Nam khoảng 1,3 triệu ha. Tổng sản lượng đạt 4,38 triệu tấn, trong đó sản lượng tôm nuôi các loại đạt 820.000 tấn (tôm sú là 270.000 tấn, tôm chân trắng 480.000 tấn, tôm khác 70.000 tấn); nuôi cá tra đạt khoảng 1.420.000 tấn; nuôi biển ước đạt 470 nghìn tấn (trong đó nhuyễn thể 300 nghìn tấn, tôm hùm 1,5 nghìn tấn, rong biển 120 ngàn tấn). Các đối tượng nuôi khác như: cá nước lạnh, cá rô phi, nhuyễn thể, tôm càng xanh,... duy trì và phát triển góp phần ổn định an ninh lương thực và phát triển kinh tế (Vụ Nuôi trồng Thủy sản - Tổng cục Thủy sản, 2019). Kim ngạch xuất khẩu thủy sản năm 2019 đạt trên 8,6 tỷ USD (VASEP, 2020).

Một trong những vấn đề kỹ thuật trong NTTS cần phải giải quyết đó là đảm bảo môi trường sống tối ưu để thủy sản nuôi phát triển. Có rất nhiều yếu tố môi trường nước cần duy trì ở mức độ phù hợp như nhiệt độ, pH, độ mặn, oxy hòa tan, ammonia, nitrite, phosphates... Trong đó hàm lượng oxy hòa tan trong nước là một trong những thông số chất lượng nước quan trọng nhất đảm bảo cho sự sinh

trưởng và phát triển của thủy sản nuôi. Oxy hòa tan thấp làm thủy sản nuôi giảm tốc độ sinh trưởng và tăng khả năng nhiễm bệnh. Oxy thấp cũng làm thủy sản nuôi giảm ăn và giảm khả năng tiêu hóa. Nếu nồng độ oxy dưới 2 mg/lit tôm nuôi sẽ chết sau vài giờ trong điều kiện bình thường. Nhiệt độ và độ mặn tăng thì nồng độ oxy hòa tan giảm. Trong điều kiện nước "sạch" và áp suất không khí chuẩn thì ở nhiệt độ 28°C và độ muối 25‰ hàm lượng oxy hòa tan trong nước là 6,79 mg/lit (Boyd *et al.*, 1998). Có nhiều phương pháp để nâng hàm lượng oxy hòa tan trong nước như sục khí, quạt khí, theo dõi và quản lý thức ăn để giảm lượng thức ăn thừa, quản lý sự phát triển của tảo, xử lý đáy ao khi cải tạo,... mỗi phương pháp đều có những hiệu quả cụ thể tuy nhiên điểm chung là chi phí cao mà vẫn không đảm bảo duy trì được hàm lượng oxy hòa tan ở mọi thời điểm. Có được một giải pháp duy trì, ổn định hàm lượng oxy hòa tan tối ưu trong nước với chi phí phù hợp là mong muốn của tất cả các cơ sở NTTS.

Vấn đề thứ hai mà nghề NTTS phải đối mặt là dịch bệnh. Sự tăng trưởng nhanh kéo theo mật độ các cơ sở NTTS trong cùng một thủy vực cũng như mức độ thâm canh tăng, điều này làm tăng khả năng lây truyền dịch bệnh cho loài nuôi và gây khó khăn hơn trong việc kiểm soát dịch bệnh, vì vậy nhiều phương pháp phòng và trị bệnh sử dụng kháng sinh đã được người dân nuôi trồng thủy sản áp dụng và đây là lý do gây nên hiện tượng kháng kháng sinh ngày càng tăng (Gelband *et al.*, 2015; Xie *et al.*, 2016). Trong NTTS kháng sinh được sử dụng theo phương pháp điều trị không chế (control treatment hay còn

<sup>1</sup> Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I

gọi là metaphylactic) bằng cách cho vào thức ăn. Như vậy tất cả cá thể nuôi trong ao đều được điều trị, bao gồm cả cá thể bị bệnh và cá thể không bị bệnh. Tuy nhiên kháng sinh cho NTTS hiện nay chưa có liều dùng cụ thể cho từng loài nuôi và một số trường hợp được ghi nhận đã được sử dụng không đủ liều (Price *et al.*, 2018). Thuốc được trộn vào thức ăn chủ yếu bằng phương pháp thủ công nên khi cho ăn có thể có sự rò rỉ thuốc đáng kể vào môi trường nước. Cách thức sử dụng thuốc này phổ biến ở các trang trại nhỏ ở các nước thu nhập thấp đến trung bình. Khi điều trị không có kết quả, người dân thường sẽ thay bằng một loại kháng sinh khác hoặc sử dụng cùng loại kháng sinh nhưng liều cao hơn, cả hai cách đều dẫn đến kết quả không mong muốn là tăng sử dụng kháng sinh (St-Hilaire, 2019). Nguy cơ kháng kháng sinh ở nghề NTTS có thể ảnh hưởng trực tiếp đến nguy cơ kháng kháng sinh ở người. Nếu nghề nuôi thủy sản giảm sử dụng kháng sinh thì sẽ làm giảm nguy cơ kháng kháng sinh (Shen *et al.*, 2018). Tuy nhiên để giảm nhu cầu kháng sinh ở các trang trại nuôi thủy sản rất phức tạp và khó thực hiện do sự hiểu biết hạn chế của người dân NTTS, chi phí và lợi nhuận và cả sự quản lý lỏng lẻo của các cơ quan chức năng.

Để tạo được môi trường tốt ưu cho thủy sản nuôi sinh trưởng và phát triển cũng như khắc phục các vấn đề về dịch bệnh song song với việc hạn chế sử dụng kháng sinh thì nhiều giải pháp đã được áp dụng như quản lý thức ăn, quản lý và duy trì chất lượng môi trường nước bằng các chế phẩm vi sinh hoặc sử dụng hóa chất. Gần đây công nghệ Nanobubble xuất hiện đã mang lại nhiều hứa hẹn trong cải thiện sức khỏe của loài nuôi, quản lý chất lượng môi trường nước, kiểm soát dịch bệnh, giảm nhu cầu sử dụng kháng sinh trong trang trại, hiện đại hóa nghề NTTS, từ đó tăng năng suất, sản lượng và chất lượng tôm nuôi.

## 2. ĐỊNH NGHĨA VỀ NANOBUBBLE

Đến nay vẫn chưa có định nghĩa thống nhất về Nanobubble (NB). Có tài liệu định nghĩa NBs là những bóng khí nhỏ với đường kính 100-200 nm (Agarwal *et al.*, 2011). Tài liệu khác lại cho rằng đó là các bóng khí siêu nhỏ với đường kính từ 1 nm đến 1  $\mu\text{m}$  và có một số đặc tính vật lý đặc biệt (Uchida *et al.*, 2011). Bóng khí có đường kính  $\geq 100 \mu\text{m}$  nổi nhanh lên mặt nước với tốc độ 6 mm/giây; bóng khí có đường kính từ 1 đến 100  $\mu\text{m}$  nổi lên trên mặt nước

với tốc độ 0,01-10 mm/giây (Parmar, 2013). trong khi đó bóng khí có đường kính 300-400 nm có thể tồn tại trong nước đến vài tuần (Azevedo *et al.*, 2016). Trong các nghiên cứu về xử lý nước, nông nghiệp và thủy sản NBs được định nghĩa là những bóng khí trong dung dịch có đường kính <200 nm (Chaplin, 2019) vì đây là kích thước bóng khí được ứng dụng nhiều nhất trong các lĩnh vực này.

## 3. TÍNH CHẤT CỦA NANOBUBBLE

NBs có dạng nắp hình cầu nhỏ xíu, có một số đặc tính cơ lý độc đáo và quan trọng như thời gian tồn tại trong dung dịch lâu, áp lực nổi thấp, áp suất bên trong cao, tỷ lệ bề mặt/thể tích cực lớn, tốc độ hòa tan oxy cao và tạo ra các gốc tự do (Gurung *et al.*, 2016). Ngoài ra, NBs có diện tích bề mặt riêng lớn giúp thúc đẩy hóa học phân ứng, hấp thụ các vật chất nhỏ và vận chuyển được khối lượng lớn với giao diện khí gas trong chất lỏng (Liu *et al.*, 2013). Đã có những nghiên cứu giải thích nguyên nhân NBs tồn tại lâu trong nước, một trong số những giải thích là khí bóng khí ở kích thước nano, do bán kính đường cong rất nhỏ, áp suất bên trong sẽ cao hơn đáng kể so với áp suất bên ngoài, một NB có bán kính 100 nm (sức căng bề mặt = 72 mN/m và áp suất trong nước xung quanh =  $10^5 \text{ Nm}^2$ ) sẽ tạo áp lực bên trong 1,5 MPa, áp lực này dẫn đến dư tồn tại lâu trong dung dịch nước (Attard, 2013). Nghiên cứu khác thì cho rằng NBs duy trì lâu trong nước do sự khuếch tán khí trong nước bị hạn chế đến những khu vực xa, ngoài ra hiệu ứng kết hợp của các cụm NBs và đường tiếp xúc của các NBs được ghim chặt dẫn đến tốc độ hòa tan chậm (Wejcs and Lohse, 2013). NBs trong dung dịch NaCl 100 mM (xấp xỉ 6‰) tồn tại ít nhất 1 tuần, nhưng ở nồng độ cao hơn sẽ phân hủy nhanh hơn. Để hiểu rõ hơn về nguyên nhân tác động đến thời gian tồn tại của NBs trong dung dịch, nồng độ oxy hòa tan của dung dịch và giá trị zeta potential của các NBs đã được so sánh. Các quan sát chi tiết về hình ảnh kính hiển vi điện tử cho phép kết luận rằng nồng độ NaCl thấp ổn định các NBs do hiệu ứng che chắn ion. Tuy nhiên, nồng độ cao hơn đã làm giảm lực đẩy giữa các NBs do vậy đã làm tăng sự phân rã của chúng (Uchida *et al.*, 2016).

## 4. NGUYÊN LÝ TẠO RA NANOBUBBLE

NBs có thể được tạo ra theo bốn nguyên lý sau: 1) Thủy động lực học: thay đổi áp suất dòng chất lỏng dựa trên cấu trúc của hệ thống; 2) An thần: áp dụng siêu âm để tạo bọt khí; 3) Hạt vật chất truyền

các photon ánh sáng cường độ cao trong chất lỏng; 4) Quang học: sử dụng tia laser xung ngắn chiếu vào dung dịch có hệ số hấp thụ thấp. Trong bốn nguyên lý trên thì nguyên lý thứ nhất được ứng dụng nhiều nhất trong thực tế. Có hai phương pháp tạo NBs dựa trên nguyên lý thứ nhất là: 1) Hòa tan khí trong chất lỏng bằng cách nén các dòng khí trong chất lỏng, sau đó giải phóng các hỗn hợp đó thông qua vòi phun có kích thước nano để tạo ra NBs; 2) Bơm khí áp suất thấp vào chất lỏng để làm vỡ khí bơm vào thành bong bóng khí bằng cách tập trung, dao động chất lỏng, hoặc rung cơ học (Meegoda *et al.*, 2018). Hiện nay phần lớn các máy nanobubble được chế tạo theo phương pháp thứ nhất.

**5. PHƯƠNG PHÁP ĐO KÍCH THƯỚC VÀ MẬT ĐỘ NANOBUBBLE TRONG DUNG DỊCH**

Kích thước và mật độ Nanobubble được đo bằng thiết bị có tên NanoSight Nanoparticle Tracking Analysis (NTA). Thiết bị ghi nhận tán xạ ánh sáng của từng hạt trong dung dịch và cung cấp hình ảnh độ phân giải cao cho thông tin kích thước hạt cho các mẫu hạt nano. Tốc độ, hoặc sự khuếch tán của các hạt nano trong dung dịch được ghi lại từ các điểm của ánh sáng mà chúng tán xạ. Các hạt nano nhỏ di chuyển nhanh hơn bởi chuyển động Brown so với các hạt lớn hơn và tán xạ ít ánh sáng hơn. Để tính toán kích thước hạt thiết bị sử dụng phương trình Stokes-Einstein để chuyển đổi khuếch tán hạt thành kích thước, cung cấp bộ dữ liệu độ phân giải cao. NTA trực tiếp đo mật độ của các hạt nano trong mẫu bằng phương pháp đếm trực tiếp theo nhiều chương trình định sẵn cài đặt sẵn để người sử dụng tự lựa chọn (Malvern Panalytical, 2020). Tuy nhiên điểm cần lưu ý là NTA sẽ đo và đếm tất cả các hạt trong dung dịch, vì thế trong một dung dịch có nhiều loại hạt khác nhau thì NTA sẽ không phân biệt được các loại hạt đó. Vì vậy để đo kích thước và mật độ NBs được tạo ra bởi của một chiếc máy NB cụ thể thì cần phải sử dụng nước sạch tinh khiết.

**8. NGUYÊN LÝ KHỬ KHUẨN CỦA OZONE VÀ OZONE NANOBUBBLES**

Mặc dù nguyên lý khử khuẩn của ozone và ozone nanobubbles là giống nhau, đó là tạo một môi trường có tính oxy hóa cao phá vỡ tính thấm thấu của màng tế bào, oxy hóa các nhóm sulfhydryl và biến tính axit nucleic làm suy giảm chức năng enzyme và tính toàn vẹn của protein từ đó làm bất hoạt vi khuẩn. Virus cũng có thể bị bất hoạt với ozone do các

protein capsid bị phá vỡ thành các tiểu đơn vị, dẫn đến việc giải phóng và phá hủy RNA (Kehata and Li, 2018). Trong một hệ thống nước đang xử lý thì việc đo hàm lượng ozone bằng phương pháp chuẩn độ hoặc bằng kit đều tốn chi phí, nhiều thao tác và đo đó khó thu được dãy số liệu liên tục trong thời gian ngắn. Chỉ số thế ô xy hóa khử (ORP) được sử dụng để thay thế vì dễ đo bằng các thiết bị đo cầm tay hoặc tự động, có thể theo dõi sự biến động trong những khoảng thời gian ngắn. ORP là một chỉ số phản ánh phổ quát về khả năng oxy hóa của nước tại điểm đo. Chất oxy hóa có thể là Oxy, Clo, Peroxide, Ozone hoặc bất kỳ chất oxy hóa nào khác (Dramm Water, 2020). Ozone nanobubbles được đánh giá có nhiều ưu điểm hơn sục khí ozone thường bởi vì chúng tồn tại lâu hơn trong nước dẫn đến quá trình oxy hóa được thực hiện triệt để hơn và ozone không thoát ra không khí gây độc cho người vận hành hệ thống.

**Bảng 1. Khả năng diệt khuẩn trong môi trường có tính oxy hóa cao**

Tác nhân gây bệnh	Chỉ số ORP và thời gian sống của tác nhân gây bệnh (giây-s) hoặc (giờ-h)		
	< 485	550 < x < 665	> 665
<i>E. coli</i> O157:H7	> 300 s	< 60 s	< 10 s
<i>Salmonella</i> spp.	> 300 s	> 300 s	< 20 s
<i>Listeria monocytogenes</i>	> 300 s	> 300 s	< 30 s
Thermotolerant coliform	> 48 h	> 48 h	< 30 s

*Nguồn (Suslow, 2004)*

**7. ỨNG DỤNG NANOBUBBLE TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN**

NBs oxy cung cấp cho hệ thống NTTS tuần hoàn khép kín hoặc mở với các mục đích duy trì hàm lượng oxy hòa tan cao, cải thiện chất lượng nước và kim hãm sự phát triển của vi khuẩn và giúp vật nuôi lớn nhanh (Serizawa, 2017). Trong trại sản xuất giống cá tai Utah, hệ thống NBs của Moleaer đã được lắp đặt và vận hành. Hệ thống này đã nâng hàm lượng oxy hòa tan trong nước lên 150%, giảm hàm lượng nitơ 18%, không cần phải xử lý hóa chất và giảm thời gian ấp từ 14 ngày xuống còn 10 ngày (Moleaer, 2020). Hệ thống NTTS tuần hoàn micro nano bubble LEILANG (LEILANG micro nano bubble recirculating aquaculture system-LLRAS) là một hệ thống được áp dụng cho hệ thống nuôi tuần hoàn. Hệ thống này luân chuyển nước, đưa nước bán

đi và đưa nước sạch quay lại ao nuôi với mục đích loại bỏ thức ăn thừa, phân, amoniac nitơ (TAN), nitơ nitrit ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) và các chất ô nhiễm có hại trong nước NTTS, từ đó làm sạch môi trường NTTS. Hệ thống không chỉ tiết kiệm nước mà còn cung cấp môi trường sống ổn định và đáng tin cậy, thoải mái và chất lượng cao cho vật nuôi, cũng như tạo điều kiện thuận lợi cho nuôi mật độ cao. Nguyên lý hoạt động của LLRAS là sử dụng tính năng độc đáo và nguyên lý tồn tại lâu trong nước của micro nano bubbles, sử dụng tính chất oxy hóa của ozone và micro nano bubbles để chuyển nitrit thành nitrat; phân hủy nitơ, carbon dioxide, hydro sunfua (Leulang, 2020). Giải pháp NBs có thể làm tăng lượng oxy hòa tan trong ao nuôi lên hơn 30 ppm. Giúp kiểm soát bệnh tật, tăng tốc độ tăng trưởng vật nuôi, khử mùi nước, ozone sử dụng với nồng độ  $<0,4$  ppm sẽ chuyển đổi thành oxy, dễ dàng vệ sinh, an toàn và thân thiện với môi trường (Nano Bubble Technologies, 2020).

NBs có thể hạn chế mức tiêu thụ oxy hòa tan của tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) do oxy ở dạng NBs có thể tồn tại lâu hơn trong nước và do đó tôm hấp thụ tốt hơn. NBs còn giúp việc vận chuyển oxy đi khắp cơ thể tôm trở nên dễ dàng do đó nó có thể được sử dụng để hỗ trợ hoạt động của tôm (Galang *et al.*, 2019). Điều này cũng giống với đăng ký sáng chế của Kaneo Chiba và Masayoshi Takahashi (2007) cho rằng hệ thống NBs tạo ra oxy có thể hòa tan trong một thời gian dài để đáp ứng nhu cầu của cá sinh vật và phân hủy vật liệu hữu cơ. Một đăng ký sáng chế mới được Mỹ cấp giấy chứng nhận cũng là thiết bị tạo Micro nanobubbles dùng cho NTTS hoặc xử lý nước thải. Thiết bị cho phép MNBs được hòa tan hoặc cùng tồn tại một cách hiệu quả, và làm tăng nồng độ khí trong chất lỏng. Thiết bị bao gồm một hệ thống ống để truyền chất lỏng, thiết bị nén để bơm khí vào ống và môi trường tạo bọt để giải phóng khí được bơm bởi thiết bị nén dưới dạng Micro nanobubbles vào chất lỏng trong ống, trong đó môi trường tạo Micro nanobubbles được hình thành từ vật liệu xốp có gốc carbon và được xử lý nhằm ngăn theo hướng của dòng chất lỏng trong ống (Anzai, 2019).

Cá ngọt (sweetfish) và cá hồi vân (rainbow trout) được nuôi thử nghiệm trong hai môi trường nước bình thường và nước có NBs không khí. Kết quả cho thấy tổng khối lượng của cá ngọt tăng từ 3 lên 6,4 kg trong nước bình thường, trong khi đó tăng

từ 3 lên 10,2 kg trong nước nano không khí. Tổng khối lượng cá hồi vân nuôi tăng từ 50 lên 129,5 kg trong nước bình thường, trong khi tăng từ 50 lên đến 148 kg trong nước NBs không khí (Ebina *et al.*, 2013). Thử nghiệm đánh giá hiệu quả của Micro nanobubbles lên các đặc điểm sinh học cá Koi (*Cyprinus carpio*) cho thấy có hiệu quả tốt ở mật độ 15 con/60 lít với cỡ cá  $7,49 \pm 0,29$  cm (Henry Kasmanhadi Saputra *et al.*, 2018). Một nghiên cứu của Đại học Kumamoto, Nhật Bản đã tiến hành thí nghiệm kiểm soát DO trên đối tượng cá chêm dò tại một trang trại cá trên cá chêm dò có hệ thống tạo ra Microbubbles ở vịnh Kusuura, Amakusa, tỉnh Kumamoto, Kyushu, miền Tây Nhật Bản, từ năm 2003 đến năm 2007. Cá được nuôi trong thời gian 108 ngày và so sánh giữa lồng nuôi có áp dụng MBs và lồng nuôi đối chứng. Kết quả cho thấy cá trong lồng nuôi có xử lý Microbubbles khối lượng ước tăng trung bình 0,64 kg, cao hơn 42% so với cá nuôi trong lồng đối chứng tăng 0,45 kg (Stander, 2018). Tetsumi Ochi và Ken Kawasaki (2019) đã đăng ký sáng chế tại Mỹ một hệ thống NTTS, bao gồm một bể chứa, bể nuôi, hệ thống cấp và thoát nước cho cá biển và nhuyển thể với hệ thống tạo Micro nanobubbles có đường kính không lớn hơn 100  $\mu\text{m}$  trong bể nước. NBs được ứng dụng để bảo quản và nâng cao chất lượng sản phẩm cá sau thu hoạch như chống oxy hóa dầu và mỡ cá, kim hãm sự phát triển của vi khuẩn hiếu khí bằng cách thay thế oxy trong nước và nước đá bằng NBs nitơ. Bằng cách này cá sẽ giữ tươi được 8 ngày với nguyên hương vị. Microbubble có tác dụng làm sạch các vết ô trong thịt hải trong vỏ. NBs cũng được ứng dụng trong vận chuyển cá tôm sống đường dài bằng cách cho cá/tôm ngủ bằng  $\text{CO}_2$  và duy trì cá sống bằng hô hấp nhánh trong nước NBs oxy (Serizawa, 2017).

Tác dụng diệt khuẩn nhưng không gây chết loài nuôi thủy sản của Ozone nanobubbles được thể hiện rõ nhất trong nghiên cứu trong phòng thí nghiệm của Imaizumi *et al.* (2018) trên đối tượng tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) với vi khuẩn *V. parahaemolyticus* chủng gây bệnh hoại tử gan tụy cấp (EMS/AHPND). Trong nghiên cứu này nước biển được xử lý Ozone nanobubbles với hàm lượng ozone 3,5 mg/L và chỉ số thế oxy hóa khử (ORP) là 960 mv. Nước biển Ozone nanobubbles này được giữ nguyên và pha loãng bằng nước biển bình thường với các tỷ lệ pha loãng 2, 3, 4, 5 lần nhau để so sánh kết

quả diệt khuẩn. Kết quả, trong bể nước biển Ozone nanobubbles, sau 1 phút hầu hết vi khuẩn bị chết, sau 5 phút vi khuẩn chết hoàn toàn. Trong bể nước biển Ozone nanobubbles pha loãng 2, 3 và 4 lần đều có tác động diệt khuẩn, nhưng nước biển Ozone nanobubbles pha loãng 5 lần thì không còn tác dụng diệt khuẩn. Trong thí nghiệm gây nhiễm, tôm trong bể nước biển bình thường chết sau vài ngày. Tôm trong nước biển Ozone nanobubbles không pha loãng chết trong 10 phút vì hàm lượng ozone cao gây độc; trong khi đó tôm trong nước biển Ozone nanobubbles pha loãng sống tiếp hơn một tuần. Tuy nhiên đây là một báo cáo truyền thông ngắn (short communication) nhanh chóng thông báo kết quả cho cộng đồng khoa học. Những kết quả này cần có những giải thích khoa học tốt hơn về bố trí thí nghiệm, lần lặp, hàm lượng ozone cũng như giá trị ORP trong nước biển Ozone nanobubbles sau khi đã được pha loãng. Công nghệ NBs có thể được sử dụng kết hợp với các biện pháp phòng ngừa khác, chẳng hạn như vaccine vào thời điểm các tác nhân gây bệnh phát triển để giảm khả năng hoặc giảm thiểu mức độ bùng phát dịch bệnh (St-Hilaire, 2019).

Ở Việt Nam, ứng dụng Micro nanobubble cho nuôi tôm được Công ty TNHH Công nghệ HTC (HTC) bắt đầu thực hiện năm 2014. Đến nay HTC đã nghiên cứu và chế tạo thành công thiết bị tạo bọt khí cỡ nhỏ và siêu nhỏ bằng nhựa gọi là Micro Nano Oxygen và đã được ứng dụng nuôi thí nghiệm tại nhiều cơ sở ở một số vùng nuôi và cũng đã thu được các kết quả ban đầu rất khả quan. Từ đầu năm 2016 HTC hợp tác với Công ty TNHH Đầu tư Thủy sản Huy Thuận ở Bến Tre để sản xuất và giới thiệu sản phẩm này. Khi thử nghiệm ở ao nuôi tôm 5.000 m<sup>2</sup> sử dụng 3 máy tạo Micro Nano Oxygen tại Bình Đại, Bến Tre cho hàm lượng oxy hòa tan tối thiểu vào buổi sáng sớm ở mức trên 6 mg/L. Việc luôn đảm bảo hàm lượng oxy hòa tan giúp tôm không bị stress, khỏe mạnh và có tốc độ tăng trưởng tốt. Cùng đó, khi ứng dụng thiết bị Micro Nano Oxygen thì 15 ngày đầu của vụ nuôi pH ổn định trong khoảng 7,4 – 7,8, màu nước ao khá bền trong suốt vụ nuôi. Đồng thời, các chất cặn bẩn được đẩy lên trên bề mặt ao nuôi giúp dễ dàng loại bỏ tầng đó trong của nước. Ngoài ra, tảo khuê phát triển tốt, làm nguồn thức ăn tự nhiên cho tôm, và hệ số chuyển hóa thức ăn sẽ thấp khoảng 0,9 (Công ty Huy Thuận, 2019). Mô hình thử nghiệm hệ thống Fine Nano Bubble dựa

trên công nghệ NBs của Nhật cho nuôi trồng thủy sản với công suất 1000 lít/phút cho thấy hàm lượng oxy hòa tan tăng 27% khi sử dụng máy tạo finebubble và tăng 44% khi sử dụng máy tạo finebubble kèm theo máy tạo oxy. Hệ thống đã phân hủy các chất hữu cơ trong nước và đẩy từ đó giảm lượng bùn đáy được tạo ra (Fuji Consulting Japan Limited Company, 2020).

#### **8. NHỮNG YẾU TỐ ĐẢM BẢO CHO VIỆC PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANOBUBBLE CHO NUÔI TRỒNG THỦY SẢN**

Giá thành là một yếu tố rất quan trọng khi tính toán đầu tư. Hiện nay một hệ thống NBs đầy đủ (bao gồm bộ phận tạo nanobubbles, bộ phận tạo ozone, bộ phận tạo oxy, máy bơm, hệ thống đường ống, tủ kỹ thuật) với công suất 2.5 HP có giá từ vài chục triệu đến hàng trăm triệu đồng tùy thuộc vào chất lượng, thương hiệu và xuất xứ sản phẩm. Việc giảm giá thành sản phẩm nhưng chất lượng đảm bảo là một yếu tố quan trọng để công nghệ có thể được áp dụng đại trà.

Hiện nay một số máy NBs có trên thị trường Việt Nam có ghi một số thông số kỹ thuật chính như kích thước NBs, công suất bơm của máy. Tuy nhiên nhiều thông số và yêu cầu kỹ thuật khác chưa được nêu lên ví dụ như mật độ của NBs đối với một đơn vị thể tích nước, công suất máy và từng loại khí khác nhau; áp suất khí đầu vào tối đa và tối thiểu; khoảng nhiệt độ hoạt động; tiêu chuẩn về máy bơm; tiêu chuẩn về khớp nối và hệ thống ống dẫn nước; tỷ lệ NBs đạt kích thước theo yêu cầu trên tổng số NBs được tạo ra; tiêu chuẩn sử dụng môi trường nước ngọt hay môi trường nước lợ, mặn. Vì vậy cần có bộ tiêu chuẩn để xác định chất lượng máy NBs.

Với công suất trung bình 2.5 HP, cho lưu lượng bơm 4 m<sup>3</sup>/giờ, máy không đáp ứng được cho các ao đất thường gặp với diện tích từ 1000-5000 m<sup>2</sup> mà chỉ phù hợp với với bể có thể tích dưới 100 m<sup>3</sup>. Ao đất đáy bùn cũng hạn chế áp dụng vì bùn trong nước và đáy ao sẽ theo đường ống đi vào trong máy NBs gây tắc hoặc giảm hiệu quả tạo NBs. Ao/bể xi măng, nhựa composite hoặc lót bạt phù hợp hơn cho áp dụng công nghệ NBs. Nếu một hệ thống NBs đầy đủ, công suất 2.5HP, đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật có giá thành khoảng 100 triệu đồng thì các cơ sở sản xuất tôm thương phẩm trong bể xi măng có thể tích ≤ 100 m<sup>3</sup> nên đầu tư vì những tính năng cải thiện chất lượng nước cũng như không chế vi khuẩn gây hại, đem lại hiệu quả tốt hơn cho vụ nuôi.

Ở các nước phát triển công nghệ NB có nhiều áp dụng vào thực tế sản xuất vì có nguồn nhân lực chuyên sâu và các công nghệ phụ trợ để có thể sản xuất được thiết bị chất lượng cao với mức giá phù hợp. Họ cũng có nguồn tài chính dồi dào đầu tư cho nghiên cứu phát triển. Các cơ sở sản xuất ở Việt Nam nguồn lực chưa đủ mạnh, không nắm được công nghệ sẽ rất khó khăn sản xuất được các sản phẩm chất lượng. Nắm được công nghệ, dần dần làm chủ công nghệ là từng bước mà doanh nghiệp Việt Nam sẽ phải đạt được với mong muốn dẫn đầu kịp các nước khác.

Mặc dù NBs đã có nhiều ứng dụng, cả trong y học và trực tiếp trên cơ thể người. Tuy nhiên chưa có nghiên cứu sâu nào đánh giá tác động của NBs lên sức khỏe con người, đặc biệt là ozone. Chúng ta cần thận trọng với ozone hơn các loại khí khác bởi vì ozone có tính oxy hóa cao, có khả năng tiêu hủy hầu hết chất hữu cơ, có thể gây tổn thương các tế bào biểu mô lót của đường hô hấp và gây viêm. Ozone nanobubbles có được những đặc tính của NBs nên tồn tại lâu trong nước vì thế it có ảnh hưởng đến người vận hành tuy nhiên với vật nuôi (tôm, cá) thì sẽ bị ảnh hưởng trực tiếp. Do vậy khi sử dụng Ozone nanobubbles để phòng hoặc trị bệnh cho các loài nuôi thủy sản cần phải có quy trình áp dụng cho từng trường hợp cụ thể. Quy trình áp dụng được xây dựng riêng phụ thuộc vào các yếu tố như loài nuôi, giai đoạn/kích cỡ, loại tác nhân gây bệnh cần xử lý, thể tích bể/ao nuôi, công suất máy tạo ozone, công suất máy tạo NBs. Quy trình phải đảm bảo được tác nhân gây bệnh bị ức chế hoặc tiêu diệt nhưng vật nuôi và người vận hành được an toàn.

#### 9. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Công nghệ NBs đã có nhiều ứng dụng cho NTTS thâm canh như tăng hàm lượng oxy hòa tan trong nước, cải thiện chất lượng nước, ô xy hóa các chất hữu cơ trong ao nuôi, tăng tốc độ sinh trưởng của vật nuôi, ức chế sự phát triển hoặc tiêu diệt vi khuẩn có hại; từ đó tăng năng suất, sản lượng, chất lượng sản phẩm nuôi trồng thủy sản. Để công nghệ NBs được ứng dụng rộng rãi trong NTTS một số nghiên cứu và định hướng phát triển sau cần được thực hiện:

Nghiên cứu, đánh giá và xác định rõ hiệu quả cũng mức độ ảnh hưởng của NBs của từng loại khí, tìm nồng độ trong việc cải thiện chất lượng môi trường nước, tác dụng phòng và trị các tác nhân gây

bệnh cho vật nuôi, tăng tốc độ sinh trưởng, giảm ảnh hưởng đối với sức khỏe con người và vật nuôi ở từng giai đoạn.

Xây dựng quy trình áp dụng công nghệ NBs vào cụ thể từng mô hình nuôi, loài nuôi, giai đoạn nuôi, quy mô nuôi, chi phí, phù hợp với từng công suất, hiệu suất hoạt động của máy NBs. Quy trình áp dụng NBs vào thực tế sản xuất cần phải dựa trên những kết quả nghiên cứu đáng tin cậy.

Nắm được công nghệ và các bí quyết NBs để từ đó sản xuất được những sản phẩm NBs tốt nhất với giá thành phù hợp và chấp nhận được đối với thị trường. Yêu cầu về tiêu chuẩn của máy NBs cần được xây dựng khoa học và chặt chẽ để những tổ chức và cá nhân muốn áp dụng công nghệ có thể căn cứ vào đó để mua được thiết bị đạt yêu cầu.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Agarwal, A., Ng, J., Liu, Y., 2011. Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment. *Chemosphere* 84, 1175-1180.
2. Anzai, S., 2019. Ultrafine bubble generation device for aquaculture or wastewater treatment. Satoshi Anzai And Nanobubble Solutions Ltd Nanobubble Solutions Ltd.
3. Attard, P., 2013. The stability of nanobubbles. *The European Physical Journal Special Topics*.
4. Azevedo, A., Etchepare, R., Calgaroto, S., Rubio, J., 2016. Aqueous dispersions of nanobubbles: Generation, properties and features. *Minerals Engineering* 94, 29-37.
5. Boyd, C. E., *Aquaculture, A. U. I. C. f., Environments, A.*, 1998. *Water Quality for Pond Aquaculture. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.*
6. Chaplin, M., 2019. Nanobubbles (ultrafine bubbles). <http://www1.lsbu.ac.uk/water/nanobubble.html> (access date 30/12/2019).
7. Công ty Huy Thuận, 2019. Ứng dụng công nghệ Micro-nano Bubble Oxygen trong nuôi thủy sản.

8. Dramm Water, 2020. Understanding ORP & Ozone. A Division of Dramm Corporation. Manitowoc, WI, U.S.A. [www.dramm.com](http://www.dramm.com).
9. Ebina, K., Shi, K., Hirao, M., Hashimoto, J., Kawato, Y., Kaneshiro, S., Morimoto, T., Koizumi, K., Yoshikawa, H., 2013. Oxygen and Air Nanobubble Water Solution Promote the Growth of Plants, Fishes, and Mice. *PLOS ONE* 8, e65339.
10. FAO, 2017. Fishery and Aquaculture Statistics.
11. Fuji Consulting Japan Limited Company, 2020. Fine Nano Bubble System. <http://www.fcj.vn/en/products/fine-nano-bubble-system-56.html>. Accessed 23 February 2020.
12. Galang, D. P., Ashari, A. K., Sulmatwi, L., Maharsi, G., Prayogo, Sari, I. A., 2019. The oxygen content and dissolved oxygen consumption level of white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the nanobubble cultivation system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 236, 012014.
13. Gelband, H., Miller-Petrie, M., Pant, S., Gandra, S., Levinson, J., Barter, D., White, A., Laxminarayan, R., Ganguly, N., Kariuki, S., Ndegwa, L., Wesangula, E., Sigauque, B., Sevens, E., Basnyat, B., Pokharel, P., Dixit, S., Giri, S., Duse, A., Do, N., 2015. The State of the World's Antibiotics 2015. *Wound Healing Southern Africa* 8, 30-34.
14. Gurung, D. A., Dahl, O., Jansson, K., 2016. The fundamental phenomena of nanobubbles and their behavior in wastewater treatment technologies. *Geosystem Engineering* 19, 1-10.
15. Henry Kasmanhadi Saputra, Nirmala., K., Eddy Supriyono, Rochman, N. T., 2018. Micro/Nano Bubble Technology : Characteristics and Implications Biology Performance of Koi *Cyprinus carpio* in Recirculation Aquaculture System (RAS). *Omni-Akuatika* 14, 29 – 36.
16. Ikehata, K., Li, Y., 2018. Chapter 5 - Ozone-Based Processes. In: Ameta, S. C., Ameta, R. (Eds.), *Advanced Oxidation Processes for Waste Water Treatment*. Academic Press, pp. 115-134.
17. Imaizumi, K., Tinwongger, S., Kondo, H., Hirono, I., 2018. Disinfection of an EMS/AHPND strain of *Vibrio parahaemolyticus* using ozone nanobubbles. *Journal of Fish Diseases* 41, 725-727.
18. Kaneo Chiba, M. J., Masayoshi Takahashi, I. J., 2007. *Oxygen Nanobubble Water and Method of Producing the Same*. USA.
19. Leilang, 2020. Recirculating aquaculture system with micro nano bubble purifying. <http://www.leilangkj.com/en/show.asp?id=73>. Accessed 23 February 2020.
20. Liu, S., Kawagoe, Y., Makino, Y., Oshita, S., 2013. Effects of nanobubbles on the physicochemical properties of water: The basis for peculiar properties of water containing nanobubbles. *Chemical Engineering Science* 93, 250-256.
21. Malvern Panalytical, 2020. NanoSight Range: Visualize and measure particle size and concentration.
22. Meegoda, J., Aluthgun Hewage, S., Batagoda, J., 2018. Stability of Nanobubbles. *Environmental Engineering Science* 35.
23. Moleaer, 2020. Nanobubbles case studies.
24. Nano Bubble Technologies, 2020. Application of Nano Bubble Technology in Aquaculture. <https://www.nanobubble.com.au/applications/aquaculture/>. Accessed 22 February 2020.
25. Parmar, R., 2013. Microbubble generation and microbubble-aided transport process intensification—A state-of-the-art report. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification* 64, 79–97.
26. Price, D., Sánchez, J., McClure, J.T., McConkey, S., Ibarra, R., St-Hilaire, S., 2018. Assessing concentration of antibiotics in tissue during oral treatments against piscirickettsiosis. *Preventive Veterinary Medicine* 156.
27. Serizawa, A., 2017. Fundamentals and Applications of Micro/Nano Bubbles. 1st International Symposium on Application of High voltage, Plasmas & Micro/Nano Bubbles to Agriculture and Aquaculture (ISHPMNB 2017) January 5-7, 2017, Rajamangala University of Technology Lanna. Chiang Mai, Thailand.
28. Shen, Y., Zhou, H., Xu, J., Wang, Y., Zhang, Q., Walsh, T. R., Shao, B., Wu, C., Hu, Y., Yang, L., Shen, Z., Wu, Z., Sun, Q., Ou, Y., Wang, Y., Wang, S., Wu, Y., Cai, C., Li, J., Shen, J., Zhang, R., Wang, Y., 2018. Anthropogenic and environmental factors

- associated with high incidence of mcr-1 carriage in humans across China. *Nat Microbiol* 3, 1054-1062.
29. St-Hilaire, S., 2019. Investigating the use of nanobubble technology in aquaculture. The International Development Research Centre.
30. Stander, H., 2018. Nanobubble technology in aquaculture production systems. <https://agriabout.com/nanobubble-technology-in-aquaculture-production-systems/>. Accessed 22 February 2020.
31. Suslow, T.V., 2004. Oxidation-Reduction Potential (ORP) for Water Disinfection Monitoring, Control, and Documentation.
32. Tetsumi Ochi, T. J., Ken Kawasaki, H. J., 2019. *Aquaculture System*.
33. Uchida, T., Liu, S., Enari, M., Oshita, S., Yamazaki, K., Gohara, K., 2016. Effect of NaCl on the Lifetime of Micro- and Nanobubbles. *Nanomaterials* (Basel) 6, 31.
34. Uchida, T., Oshita, S., Ohmori, M., Tsuno, T., Soejima, K., Shinozaki, S., Take, Y., Mitsuda, K., 2011. Transmission electron microscopic observations of nanobubbles and their capture of impurities in wastewater. *Nanoscale research letters* 6, 295.
35. VASEP, 2018. Tổng quan ngành thủy sản Việt Nam. <http://vasep.com.vn/1192/OneContent/tong-quan-nganh.htm>. Accessed 04/01/2020.
36. VASEP, 2020. Báo cáo xuất khẩu thủy sản 2019.
37. Vụ Nuôi trồng Thủy sản – Tổng cục Thủy sản, 2019. Báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ năm 2019.
38. Weijs, J., Lohse, D., 2013. Why Surface Nanobubbles Live for Hours. *Physical review letters* 110, 054501.
39. Xie, T., Xu, X., Wu, Q., Zhang, J., Cheng, J., 2016. Prevalence, Molecular Characterization, and Antibiotic Susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* from Ready-to-Eat Foods in China. *Frontiers in Microbiology* 7.

## APPLICATION OF NANOBUBBLE TECHNOLOGY IN AQUACULTURE: PRESENT AND POTENTIAL

Nguyen Huu Nghia, Phan Thi Van

### Summary

Nanobubble (NBs) are bubbles in aqueous solution with a diameter of <200nm. NBs have some unique and important properties such as long shelf life, low floating pressure, high oxygen dissolution rate and formation of free radicals. NBs have a wide range of applications such as water purification, plant growth, decomposition of organic matter, restriction of algae growth in ponds, and medical applications such as to enhance the absorption effect of the drug as well as bactericidal. NBs also have many applications for aquaculture such as increasing the content of dissolved oxygen in water, improving water quality, oxidizing organic matter in ponds, increasing the growth rate of farmed species, inhibiting growth or kill harmful bacteria. NBs technology has many potential applications to increase yield, productivity and quality of aquaculture products.

**Keywords:** *Nanobubble, aquaculture, water quality, dissolved oxygen, bactericidal.*

Người phản biện: TS. Phạm Anh Tuấn

Ngày nhận bài: 13/3/2020

Ngày thông qua phản biện: 14/4/2020

Ngày duyệt đăng: 21/4/2020