

CÔNG NGHỆ BIOFLOC - GIẢI PHÁP NUÔI TRỒNG THỦY SẢN BỀN VỮNG

Trần Thị Thanh Nga

Trường Đại học Phú Yên

Email: ngatran.ocean@gmail.com

Ngày nhận bài: 13/10/2022; Ngày nhận đăng: 01/06/2023

Tóm tắt

Công nghệ Biofloc (BFT) được coi là “cuộc cách mạng xanh” vì những ưu thế trong ứng dụng sinh học dựa trên vi sinh vật sản xuất. Việc tạo và duy trì các hạt floc lơ lửng trong ao nuôi sẽ xử lý chất thải hữu cơ trở thành nguồn thức ăn tự nhiên làm tăng hiệu quả sử dụng thức ăn cho đối tượng nuôi (giảm hệ số chuyển đổi thức ăn FCR) tiết kiệm chi phí. BFT nâng cao chất lượng nước trong Nuôi trồng thủy sản thông qua việc cân bằng carbon và nitơ (C/N) trong hệ thống, tăng an toàn sinh học giúp giảm rủi ro mầm bệnh. Với nhiều lợi thế có được, mô hình đã và đang trở thành xu hướng tạo sự thay đổi lớn trong ngành thủy sản Việt Nam, hứa hẹn đạt được sự bền vững.

Từ khóa: Công nghệ Biofloc; Nuôi trồng thủy sản; Tỷ lệ C/N

Biofloc technology (BFT) – the new trends for aquaculture

Tran Thi Thanh Nga

Phu Yen University

Received: October 13, 2022; Accepted: June 01, 2023

Abstract

Biofloc technology (BFT) is considered the "blue revolution" in aquaculture because of its advantages in biological applications based on microorganisms production. The creation and maintenance of suspended floc particles in the pond will process the organic waste and become a natural food source for the cultured species, reducing the feed conversion ratio (FCR) and decreasing of feed costs. Biofloc technology improves water quality in aquaculture through the balance of carbon and nitrogen (C/N) in the system which increases biosecurity and reduces risk of pathogens. With its diversified advantages, the model has become a trend to create big changes in Vietnam's Aquaculture, promising to achieve sustainability.

Key words: Bioflocs technology; Aquaculture; C/N ratio

1. Mở Đầu

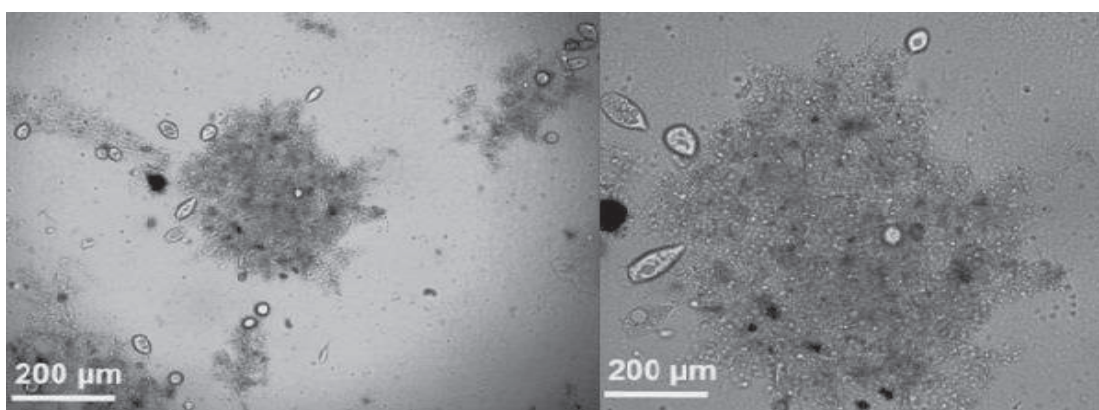
Nuôi trồng thủy sản như một ngành sản xuất thực phẩm mang lại nhiều cơ hội tăng trưởng kinh tế và đảm bảo sử dụng tốt hơn nguồn tài nguyên thiên nhiên (FAO, 2017).

Tổng sản lượng thủy sản dự kiến đạt 106 triệu tấn vào năm 2030 (FAO, 2022). Tuy nhiên, sự mở rộng và phát triển ngành nuôi trồng thủy sản bắt đầu bị hạn chế do thiếu hụt diện tích mặt nước (Verdegem, 2013), đồng thời khối lượng chất ô nhiễm hữu cơ dư thừa gia tăng có khả năng gây ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường mà trực tiếp là nguồn nước (De Schryver và cộng sự, 2008). Phương pháp phổ biến nhất để giải quyết vấn đề này là thay nước liên tục (Gutierrez-Wing và Malone, 2006).

Đã có nhiều nghiên cứu để tìm ra công nghệ với chi phí thấp, bền vững và thân thiện với môi trường, áp dụng trên quy mô lớn. Công nghệ Biofloc đã được chú ý gần đây như là một giải pháp nuôi trồng thủy sản bền vững (Avnimelech, 2006). Cốt lõi của công nghệ này là tạo và duy trì các hạt floc lơ lửng trong ao nuôi, khi đạt được mật độ nhất định, chúng sẽ xử lý chất thải hữu cơ và trở thành nguồn thức ăn tự nhiên cho đối tượng nuôi, giúp giảm lượng thức ăn (giảm FCR), giảm chi phí. Sự hiện diện các hạt floc thông qua quá trình xáo trộn nước và sục khí, chất lượng nước được đảm bảo, hạn chế quá trình thay nước ngăn chặn sự xâm nhập của mầm bệnh vào ao nuôi.

Công nghệ Biofloc hiện thời là giải pháp có triển vọng đáp ứng đồng thời mục tiêu nâng cao hiệu quả về chi phí, thân thiện với môi trường, hỗ trợ nuôi trồng thủy sản bền vững (Avnimelech và Kochba, 2009).

Bài viết này dựa trên việc thu thập và tổng hợp nhiều bài báo về công nghệ Biofloc liên quan đến nguyên lý hình thành biofloc và các lợi ích mà nó mang lại cho việc ứng dụng trong nuôi trồng thủy sản.



Hình 1. Hạt biofloc trong ao nuôi tôm (Ray và cs., 2010a)

2. Nguyên lý hoạt động của công nghệ Biofloc

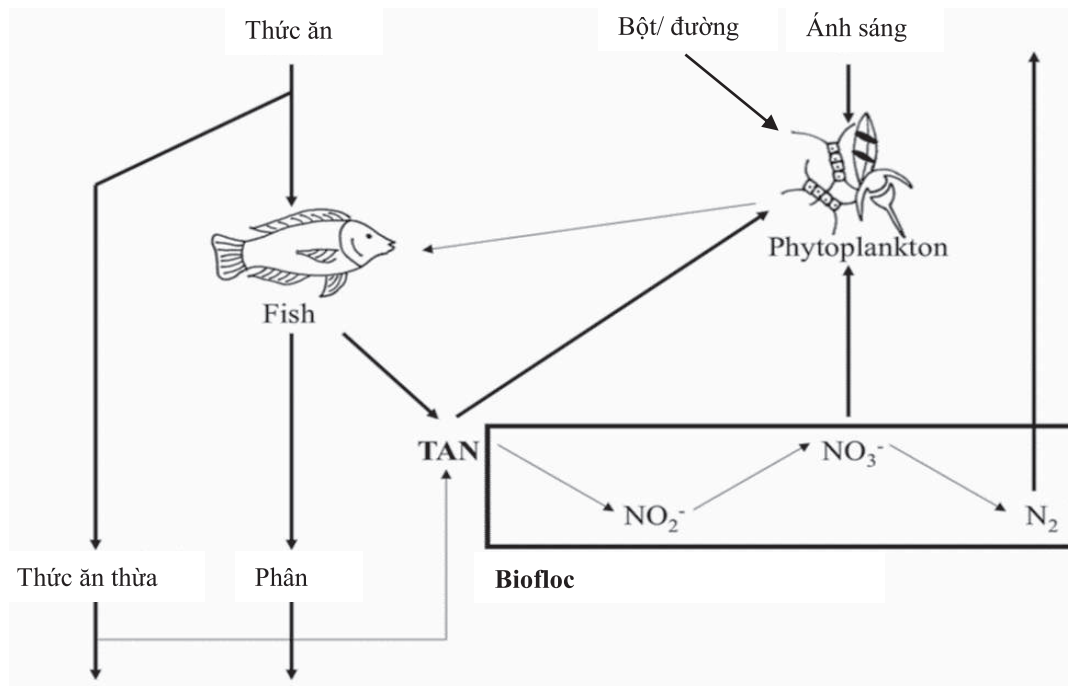
2.1. Khái niệm Biofloc

Biofloc (Kết tủa sinh học/kết dính sinh học) là tập hợp không đồng nhất của vi sinh vật, các hạt, chất keo, polyme hữu cơ, cation và tế bào chết kết lại thành khối, bông xốp, màu vàng nâu. Mỗi bông được kết dính với nhau trong một ma trận lỏng lẻo của chất nhầy do vi khuẩn tiết ra và được liên kết bởi các vi sinh vật dạng sợi. Các hạt có kích thước dao động từ 50 - 200 micron (De Schryver, 2008) Quần xã vi khuẩn trong hạt floc chủ yếu là nhóm vi khuẩn dị dưỡng có khả năng sinh ra polymer sinh học Polyhydroxy alcanoate (PHA) hoặc Poly β -hydroxy butirate (PHB)(chất ức chế vi khuẩn gây bệnh) (De Schryver và

cộng sự, 2012). Khi vi khuẩn dị dưỡng phát triển kết tụ thành hạt flocc, chúng có vai trò làm giảm hàm lượng nitrogen vô cơ gây độc, giúp ổn định pH của nước ao nuôi.

2.2. Công nghệ biofloc (BFT)

Công nghệ Biofloc (BFT) dựa trên việc duy trì hàm lượng vi khuẩn vi sinh cao ở dạng huyền phù bằng cách sục khí liên tục và bổ sung carbohydrate. Khi vi khuẩn được nuôi bằng các chất nền hữu cơ chứa hầu hết là cacbon, ít hoặc không có nitơ, chúng phải hấp thụ nitơ từ nước để tạo ra protein cần thiết cho sự phát triển và nhân lên của tế bào. Tỷ lệ C/N trong hệ thống nuôi trồng thủy sản có thể được duy trì thông qua việc bổ sung nguồn carbohydrate bên ngoài hoặc giảm hàm lượng protein trong thức ăn (Hargreaves, 2006). Trong điều kiện đó, các vi sinh vật phát triển dày đặc, chất lượng nước có thể được cải thiện cùng với việc cố định nitơ thông qua sản xuất protein vi sinh vật (Crab và cộng sự, 2012). Sự cố định các loại nitơ độc hại xảy ra nhanh hơn nhiều trong biofloc vì tốc độ phát triển và sản xuất sinh khối vi sinh vật trên một đơn vị cơ chất của sinh vật dị dưỡng cao gấp 10 lần so với vi khuẩn nitrat hóa tự dưỡng (Hargreaves, 2006). Công nghệ này hoạt động trên nguyên tắc cơ bản của quá trình keo tụ (đồng nuôi cây vi khuẩn dị dưỡng và tảo) trong hệ thống (Avnimelech, 2015). So với các kỹ thuật nuôi trồng thủy sản thông thường, công nghệ biofloc cung cấp kỹ thuật thay thế kinh tế hơn và bền vững hơn trong điều kiện thay nước tối thiểu và giảm lượng thức ăn đầu vào, khiến nó trở thành công nghệ kinh tế, bền vững với chi phí thấp (De Schryver và cộng sự, 2008).



Hình 2. Chu trình Nitơ trong ao sử dụng công nghệ biofloc: trong đó chất bột đường (nguồn Cacbon) đưa vào cùng với chất đạm thải ra sẽ chuyển hóa thành những hạt biofloc và được đối tượng nuôi sử dụng như nguồn thức ăn bổ sung (Nguồn: Crab và cộng sự., 2007)

Những ưu điểm của việc áp dụng BFT cho các hệ thống nuôi (Kurup, 2009)

Nó là phương tiện tốt nhất để kiểm soát nitơ vô cơ độc hại trong nước và để tích lũy sản xuất protein vi sinh vật bằng cách điều chỉnh tỷ lệ C/N.

Nó có thể chuyển đổi nitơ thừa (được sử dụng) để sản xuất protein vi sinh vật thay vì tạo ra thành phần độc hại.

Protein vi sinh vật, sản phẩm cuối cùng lơ lửng trong hệ thống dưới dạng các bông vi sinh vật có thể được sử dụng làm thức ăn cho tôm.

Mức độ sử dụng protein được tăng gấp đôi khi tái sử dụng vi sinh vật hệ thống.

Sinh khối vi sinh vật dị dưỡng dày đặc làm giảm sự bùng phát các bệnh do vi sinh vật gây ra.

Công nghệ cho năng suất cao trong hệ thống bền vững về môi trường và kinh tế.

2.3. Tỷ lệ Cacbon Nitơ

Tỷ lệ C/N trong môi trường nước đóng vai trò quan trọng trong kiểm soát tích tụ nitơ hữu cơ (Asaduzzaman và cộng sự, 2008; Emerenciano, 2012). Sự cố định nitơ vô cơ ở dạng độc vào sinh khối vi khuẩn hữu ích diễn ra khi tỷ lệ C/N chất hữu cơ cao hơn 10:1 (Aly và cộng sự, 2008). Sự thay đổi tỷ lệ C/N có thể dẫn đến quá trình chuyển đổi từ trạng thái tự dưỡng sang dị dưỡng (Browdy và Bratvold, 2001). Khi hạt biofloc được hình thành, nồng độ TAN và NO₂-N có thể được kiểm soát hiệu quả bằng cách đồng hóa dị dưỡng hoặc nitrat hóa tự dưỡng giúp duy trì nồng độ của chúng ở phạm vi chấp nhận được đối với các đối tượng nuôi ngay cả ở mật độ nuôi cao (Xu et al. 2016).

Bằng cách thêm nguồn cacbon trực tiếp hoặc gián tiếp vào môi trường nuôi trong các hệ thống không thay nước hoặc thay nước hạn chế (thay đổi tỷ lệ C/N), kích thích sự phát triển của vi sinh vật hữu ích, chuyển hóa nitơ độc hại (Ebeling và cộng sự, 2006). Vì tỷ lệ C/N của tế bào vi khuẩn là 4-5/1 (Rittmann và Mc Carty, 2001) và hiệu suất chuyển hóa của vi khuẩn là 40–60%, tỷ lệ C/N trong thức ăn là 10 trở lên là bắt buộc đối với sự phát triển của vi sinh vật dị dưỡng (Avnimelech 2006).

Vi khuẩn chuyển nitơ độc hại (amoniac và nitrit) ở nồng độ cao thành dạng không độc hại (nitrat) bằng quá trình nitrat hóa. Vì thế, Nitrat trong hệ thống không trao đổi nước BFT có xu hướng tích tụ và tăng lên trong thời gian nuôi. Tỷ lệ C/N khoảng 10 được duy trì trong hầu hết các loại thức ăn được sử dụng trong ao nuôi trồng thủy sản, nhưng vi khuẩn cần khoảng 10-20 đơn vị carbon trên một đơn vị nitơ được đồng hóa (Avnimelech, 2006). Vì vậy, khi tỷ lệ C/N trong thức ăn thấp, carbon trở thành chất dinh dưỡng hạn chế cho sự phát triển của quần thể vi khuẩn dị dưỡng trong các ao nuôi trồng thủy sản (Asaduzzaman et al. 2009). Tỷ lệ C/N trong hệ thống nuôi trồng thủy sản có thể được tăng lên bằng cách bổ sung các nguồn carbon có sẵn tại địa phương (phụ phẩm nông nghiệp) hoặc giảm hàm lượng protein trong nguồn thức ăn (Hargreaves, 2006). Các nguồn cacbon hữu cơ khác nhau được sử dụng để nâng cao sản lượng và cải thiện dinh dưỡng thông qua thay đổi tỷ lệ C/N, và tỷ lệ C/N cũng được sử dụng rộng rãi để phân tích sự phân hủy chất hữu cơ trong nuôi trồng thủy sản (Alexander và Ingram, 1992). Giảm lượng nitơ độc hại ở các hệ thống thâm canh có thể đạt được bằng cách thay đổi tỷ lệ C/N trong thức ăn (Browdy và Bratvold,

2001). Hệ thống biofloc được duy trì với tỷ lệ C/N cao 15–20 sẽ phát triển đủ lượng vi sinh vật để đồng hóa các loại nitơ độc hại trong điều kiện nuôi trồng thâm canh hạn chế xả thải.

Lượng carbohydrate cần thiết để giảm amoni đã được nghiên cứu bởi Avnimelech (1999). Hari và cộng sự, 2006; Varghese, 2007; Saritha, 2009 đã chứng minh thành công phương trình với nhiều thí nghiệm khác nhau:

Các chỉ số áp dụng khi tính toán lượng C bổ sung:

Việc kiểm soát sự tích tụ nitơ vô cơ trong ao dựa trên quá trình chuyển hóa cacbon và các quá trình cố định nitơ của vi sinh vật.

- Vi khuẩn và các vi sinh vật khác sử dụng đường carbohydrate, tinh bột và cellulose làm thức ăn, để tạo ra năng lượng phát triển, tổng hợp protein hình thành các tế bào mới:

C hữu cơ → CO₂ + năng lượng + C đồng hóa trong tế bào vi sinh vật

Hiệu suất chuyển hóa C của vi sinh vật (E)

$E = C \text{ đồng hóa } (\Delta C_{mic}) / C \text{ hấp thụ } (C \text{ hấp thụ: } \Delta C)$

E: Thường trong khoảng 40% – 60% (Paul và van Veen, 1978; Gaudy và Gaudy, 1980)

- Việc bổ sung carbohydrate cần thiết để giảm nồng độ nitơ vô cơ trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản thâm canh. Lượng bổ sung carbohydrate (ΔCH) cần thiết để giảm amoni được đánh giá:

Theo định nghĩa về hiệu suất chuyển đổi C của vi sinh vật (E), lượng carbon đồng hóa trong vi sinh vật, khi một lượng carbohydrate nhất định được chuyển hóa (ΔCH):

$$\Delta C_{mic} = \Delta CH \times \%C \times E$$

Trong đó: ΔC_{mic} : là lượng carbon được vi sinh vật đồng hóa

$\%C$: là hàm lượng carbon của carbohydrate được thêm vào (hàm lượng này chiếm khoảng 50% đối với hầu hết các chất nền).

ΔCH : là lượng carbohydrate cần bổ sung.

- Lượng nitơ cần thiết để sản xuất tế bào mới (ΔN) phụ thuộc vào tỷ lệ C/N trong sinh khối vi sinh vật

Tỷ lệ C/N thích hợp hình thành biofloc: 10 hoặc 12

Tỷ lệ C/N trong cơ thể vi sinh vật khoảng 4/1 ($\Delta C_{mic}/\Delta N = 4$) (Gaudy và Gaudy, 1980)

$$\Delta N = \Delta C_{mic} / 4 = (\Delta CH \times \%C \times E) / 4$$

Sử dụng các giá trị gần đúng của $\%C$, E tương ứng 0.5, 0.4:

$$\Delta N = \Delta CH \times 0.5 \times 0.4 / 4 = \Delta CH \times 0.05$$

Hay $\Delta CH = \Delta N / (0.5 \times 0.4 / 4) = \Delta N / 0.05$

Như vậy: Để vi khuẩn chuyển hóa giảm nồng độ nitơ (TAN) **1ppm N** (tức là **1g N/m³**), lượng carbohydrate cần thiết là **20g/m³**

- Một cách tiếp cận khác là ước tính lượng carbohydrate phải được thêm vào để cố định amoni do cá hoặc tôm bài tiết, phần bài tiết dưới dạng NH hoặc N hữu cơ trong phân hoặc bã thức ăn. Lượng Nitơ (ΔN) trong amonium tổng số do bài tiết của đối tượng nuôi hoặc do vi sinh vật phân hủy các chất hữu cơ N dư thừa (ước tính khoảng 50%)

$$\Delta N = W \text{ thức ăn} \times \%N \text{ thức ăn} \times \%N \text{ bài tiết}$$

- Trong các ao không trao đổi, tất cả amoni vẫn còn trong ao. Lượng carbohydrate bổ sung cần thiết để đồng hóa amoni thành protein vì sinh vật được tính:

$$\Delta CH = W \text{ thức ăn} \times \%N \text{ thức ăn} \times \%N \text{ bài tiết} / 0.05$$

3. Lợi ích và ứng dụng công nghệ Biofloc trong nuôi trồng thủy sản

3.1. Quản lý chất lượng nước

Công nghệ Biofloc được áp dụng mang lại nhiều lợi thế đảm bảo không thay nước thông qua việc tiêu thụ nước tối thiểu, giảm lưu lượng nước thải đầu ra và ít ô nhiễm nước (Emerenciano và cộng sự, 2013), bảo vệ nước khỏi sự xâm nhập của mầm bệnh, ngăn ngừa nguy cơ bùng phát dịch bệnh, cải thiện an toàn sinh học (Burford và cộng sự, 2004).

Sự hiện diện của vi sinh vật, biofloc đóng một vai trò quan trọng trong việc quản lý chất lượng nước (MacIntosh, 2000). Để tăng trưởng nhanh, cá thường được cho ăn nhiều thức ăn, thức ăn thủy sản giàu protein, chứa 65% hàm lượng nitơ, nên hầu hết thức ăn thừa tồn tại trong nước đều làm ô nhiễm nước ao và đe dọa vật nuôi dễ mắc bệnh (Francis-Floyd và cộng sự, 2009). Công nghệ biofloc sẽ giải quyết được các vấn đề liên quan đến độc tính amoni trong hệ thống nuôi (Hargreaves, 2006). Nghiên cứu cũng chứng minh rằng tỷ lệ vi khuẩn dị dưỡng sử dụng amoni cao hơn 10 lần so với vi khuẩn dị dưỡng tham gia quá trình nitrat hóa (Hargreaves, 2006). Nước Biofloc giàu vi khuẩn dị dưỡng sử dụng các chất nitơ độc hại, làm chất nền cho sự phát triển của chúng, giúp duy trì chất lượng nước thông qua việc giảm tải hữu cơ cũng như nhu cầu oxy sinh hóa của hệ thống (Burford và cộng sự, 2004; Wasielesky và cộng sự, 2006). Tuy nhiên, thành phần của biofloc, biofloc ảnh hưởng đến nuôi trồng thủy sản và sự ổn định sinh thái của hệ thống còn là một câu hỏi thách thức những nhà nghiên cứu.

3.2. Cải thiện hệ miễn dịch cho đối tượng nuôi

Biofloc chứa lượng lớn vi khuẩn có lợi giúp cải thiện đáng kể khả năng miễn dịch không đặc hiệu cho các đối tượng nuôi (De Schryver và cộng sự, 2008). Flocc carotenoid đã được chứng minh là cung cấp dinh dưỡng thiết yếu và nhiều chức năng sinh lý hoạt tính sinh học trong mô động vật, bao gồm cả việc kích thích hệ thống miễn dịch của động vật. Đồng thời, sự hiện diện của sinh khối vi sinh dị dưỡng trong biofloc có tác dụng kiểm soát vi khuẩn gây bệnh, giảm thiểu sự xâm nhập của vi khuẩn gây bệnh (Emerenciano và cộng sự, 2013b).

3.3. Tiềm năng của Biofloc

Với mục tiêu đáp ứng yêu cầu thâm canh công nghiệp mà vẫn đảm bảo tính thân thiện môi trường, công nghệ Biofloc được xem là một hướng đi mới dựa trên nguyên lý bổ sung nguồn Cacbon phù hợp với lượng Nitơ sẵn có trong ao để làm thức ăn cho vi sinh vật dị dưỡng, tạo điều kiện cho nhóm này phát triển chiếm ưu thế. Với những ưu điểm của công nghệ biofloc trong nuôi trồng thủy sản được ghi nhận bao gồm thức ăn và nước đầu vào thấp (tiết kiệm), điều này không chỉ tiết kiệm cho người nuôi mà còn giảm thiểu sự xâm nhập mầm bệnh và dịch bệnh cho động vật qua nước, an toàn sinh học hơn trong nuôi trồng

thủy sản, nâng cao tăng trưởng và tỷ lệ sống (Crab và cộng sự, 2012), vì thế khả thi về mặt kinh tế (Perez-Fuentes và cộng sự, 2013).

Mặt khác, đối tượng nuôi sử dụng thức ăn tự nhiên (được hình thành trong ao) giúp làm giảm tỷ lệ chuyển đổi thức ăn do đó giảm chi phí thức ăn cho người nuôi (Krummenauer và cộng sự, 2014).

Biofloc làm tăng tỷ lệ sống của đối tượng nuôi vì các vi sinh vật có lợi chiếm ưu thế trong biofloc hoạt động như một chất đối kháng với vi khuẩn gây bệnh, ngăn ngừa dịch bệnh và tăng tỷ lệ sống sót trong quá trình thu hoạch. Bằng cách này, vi khuẩn (có lợi) có trong biofloc ngăn chặn sự xâm nhập của đa số vi khuẩn có hại nào, đảm bảo tỷ lệ sống của đối tượng nuôi cao nhất trong các hệ thống (Pérez-Fuentes và cộng sự, 2013). Ứng dụng công nghệ Biofloc (BFT) mang lại lợi ích trong việc cải thiện sản lượng nuôi trồng thủy sản có thể góp phần đạt được các mục tiêu phát triển bền vững, công nghệ này có thể mang lại năng suất cao hơn mà ít tác động đến môi trường hơn.

3.4. Ứng dụng công nghệ Biofloc

Những năm gần đây, ứng dụng công nghệ Biofloc trong nuôi tôm đã được thử nghiệm thành công ở nhiều quốc gia. Tại Indonesia, công nghệ này đã được áp dụng rộng rãi và đạt hiệu quả cao. Chi phí sản xuất giảm 15 -20%, năng suất và kích thước đối tượng nuôi (tôm, cá rô phi, cá Basa) đều được cải thiện, an toàn sinh học tăng cao, nguy cơ nhiễm bệnh thấp do không cần phải thay nước. Kurup và Saritha. 2010 đã đánh giá hiệu quả nuôi ấu trùng tôm càng xanh *M.rosenbergii* bằng công nghệ biofloc cho thấy lượng carbohydrate được bổ sung để tối ưu hóa hấp thụ chất độc hại, các chất chuyển hóa được tạo ra, chuyển chất độc hại sang sinh khối vi khuẩn dị dưỡng và hình thành các hạt flocc, cung cấp thức ăn bổ sung, môi trường nước được cải thiện.

El-Sayed và cộng sự (2021) kết luận rằng trong nuôi tôm, thay thế 15% - 30% nguồn protein thông thường bằng bột biofloc không ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe tôm. Việc kết hợp bột biofloc trong nuôi trồng thủy sản giúp làm giảm chi phí sản xuất đồng thời cho phép tối đa hóa lợi nhuận. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc thay thế bột cá bằng bột biofloc hoặc bột biofloc kết hợp với lysine sẽ giúp cải thiện năng suất tăng trưởng, tỷ lệ sống, hoạt động của enzyme tiêu hóa và khả năng miễn dịch của các loài thủy sản nuôi.

Ở Việt Nam, trong những năm qua, các thử nghiệm bước đầu đều ghi nhận được kết quả khá tích cực. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản I đã triển khai ứng dụng thử nghiệm BFT trong nuôi tôm chân trắng và cá rô phi. Trong suốt quá trình nuôi, hệ thống sục khí kết hợp với máy quạt nước trộn đều nước ao từ tầng đáy lên tầng mặt và tạo dòng nước chảy trong ao để duy trì dưỡng khí, đảm bảo biofloc lơ lửng trong nước, so với phương thức nuôi trước nay thì tại các điểm áp dụng Biofloc đều cho thấy mật số vi sinh vật trong nước cao hơn rõ rệt, giảm được một phần chi phí thức ăn, với hệ thống thức ăn tái tạo khép kín nên cũng giảm chi phí xử lý nước và lượng nước thải ra môi trường bên ngoài. Hiệu quả ứng dụng Biofloc cho thấy tương hợp cao với nhiều chủng loài thủy sản, đặc biệt là tôm thẻ chân trắng, tôm sú, cá tra, cá rô phi, ... ở tất cả các giai đoạn (Thông tin khuyến nông Việt Nam, số 20/2014).

Mô hình BFT cũng đã được áp thành công ở Đồng bằng sông Cửu Long trên đối tượng tôm thẻ chân trắng, tỷ lệ sống được cải thiện đáng kể. Các nghiên cứu đã cho thấy việc bổ sung các chất nền trong hệ thống biofloc đã giúp tăng sản lượng, cải thiện đáng kể chất lượng nước. Trong nuôi thương phẩm, hệ thống biofloc cũng giúp tiết kiệm đáng kể chi phí thức ăn. Các thử nghiệm nuôi tôm chân trắng trong hệ thống biofloc, khi tôm được cho ăn 35% thức ăn dạng viên có mức tăng trưởng tốt hơn hẳn so với điều kiện nuôi thông thường, với mật độ thả nuôi là 150 con/m², 300 con/m² và 450 con/m² cho tỷ lệ sống tương ứng là 92, 81 và 75% (<https://tongcucthuysan.gov.vn>)

Công nghệ này cũng được áp dụng thành công tại tỉnh Vĩnh Phúc thông qua Dự án số 31/2018/MN.TW ngày 09/11/2018: “Xây dựng mô hình ứng dụng công nghệ Biofloc của Israel trong nuôi siêu thâm canh cá rô phi, đạt năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế cao ở Vĩnh Phúc” với kết quả đạt được về tỷ lệ chuyển đổi thức ăn (FCR) giảm khoảng 25%, lượng nước sử dụng giảm từ 90% so với công nghệ nuôi thông thường. (<https://sokhcn.vinhphuc.gov.vn/>)

Các nhà khoa học Viện Tài nguyên và Môi trường biển đã ứng dụng thành công và chuyển giao cho Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Hải Phòng, Chi cục Thủy sản Hải Phòng: “Quy trình nuôi cá rô phi thâm canh bằng công nghệ biofloc”, nguồn các-bon bổ sung (ri đường) vào ao nuôi (50% C), tỷ lệ C/N trong ao nuôi là từ 13/1 đến 15/1, quạt nước và sục khí hoạt động kết hợp để duy trì biofloc lơ lửng trong ao nuôi, nồng độ oxy trong nước đảm bảo > 4mg/l. Với mật độ nuôi 6 con/m² bằng mô hình ứng dụng công nghệ biofloc, năng suất ao nuôi đạt 33 - 37 tấn/ha, cao gấp hai lần so với mô hình nuôi hiện nay tại địa phương.

Công nghệ biofloc là một trong những công nghệ mới, mang tính đột phá trong nuôi thủy sản. Việc hoàn thiện mô hình thích ứng với điều kiện Việt Nam tạo điều kiện thúc đẩy ngành theo hướng thân thiện môi trường, là hướng đi hiệu quả, thực tiễn của nghiên cứu khoa học.

4. Kết luận và khuyến nghị

4.1. Kết luận

Công nghệ biofloc, vi sinh vật dị dưỡng chuyên hóa các hợp chất chứa Nitơ từ chất thải hòa tan, chuyển hóa thành sinh khối thức ăn tự nhiên làm tăng hiệu quả sử dụng thức ăn cho đối tượng nuôi, giảm chi phí thức ăn, cải thiện sản lượng, tăng hiệu quả kinh tế.

Công nghệ Biofloc là một trong những công nghệ mới mang lại lợi ích trong việc phát triển bền vững và an toàn sinh học, phát triển các hệ thống nuôi trồng cường độ cao mà không cần xả nước trong toàn bộ chu kỳ vụ mùa.

Biofloc gồm cộng đồng các vi khuẩn có lợi chiếm ưu thế, có khả năng ức chế vi khuẩn có hại, gây bệnh trong hệ thống nuôi trồng thủy sản, đồng thời giúp cải thiện đáng kể khả năng miễn dịch không đặc hiệu cho các đối tượng nuôi

4.2. Khuyến nghị

Công nghệ biofloc vẫn còn trong giai đoạn sơ khai vì thế cần nhiều nghiên cứu hơn nữa để tối ưu hóa hệ thống, thích ứng với điều kiện Việt Nam (liên quan đến các thông số vận hành) và quản lý BFT trong ao nuôi□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aly SM, Ahmed YAG, Ghareeb AAA, Mohamed MF, 2008. Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as potential probiotics, on the immune response and resistance of *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections. Fish & Shellfish Immunol. 25(1):128-136.
- Alexander JB, Ingram GA., 1992. Noncellular nonspecific defence mechanisms of fish. Ann Rev Fish Dis 2:249–279
- Asaduzzaman M, Wahab MA, Verdegem MCJ, Huque S, Salam MA, Azim ME., 2008. C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* production in ponds. Aquaculture 280(1):117-123
- Avnimelech Y., 2015, Biofloc Technology, a Practical Guidebook, 3d Edition, pp 258, World Aquaculture Soc.
- Burford MA, Thompson PJ, McIntosh RP, Bauman RH, Pearson DC, 2004. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a highintensity, zero-exchange system. *Aquaculture*; 232(1):525-537
- Browdy C, Bratvold D. 2001, Perspectives on the application of closed shrimp culture systems In: Jory, E.D., Browdy, C.L. (Ed.), the new Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA, pp. 20–34
- Crab R, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W., 2012. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356:351-356.
- De Schryver P, Crab R, Defoirdt T, Boon N, Verstraete W., 2008, The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture* 277:125–137
- Decamp O, Moriarty DJ, Lavens P. 2008, Probiotics for shrimp larviculture: review of field data from Asia and Latin America. *Aquacult. Res.*; 39(4):334-338
- Ebeling JM, Timmons MB, Bisogni J., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture* 257:346–358
- Emerenciano M, Ballester ELC, Cavall RO, Wasielesky W., 2012, Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquac Res* 43:447–457
- Emerenciano M, Cuzon G, Paredes A, Gaxiola G., 2013a. Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. *Aquac Int* 21:1381–1394
- Emerenciano M, Gaxiola G, Cuzon G., 2013b. Biofloc technology (BFT): A review for aquaculture application and animal food industry. *Biomass Now: Cultivation and Utilization*. Rijeka, Croatia: In Tech, Rijeka, Croatia, 301-328
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. Rome: Food and Agriculture Organization.

- FAO (Food and Agriculture Organization), 2017. FAO and the SDGs. Indicators: Measuring up to the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- Francis-Floyd R, Watson C, Petty D, Pouder DB., 2009. Ammonia in aquatic systems. University of Florida IFAS Extension Publication, 16.
- Gutierrez-Wing MT, Malone RF. 2006, Biological filters in aquaculture: trends and research directions for freshwater and marine applications. *Aquac Eng* 34:163–171
- Halet D, Defoirdt V, Van Damme P, Vervaeren H, Forrez I, Wiele TV *et al.*, 2007. Poly- α -hydroxybutyrate-accumulating bacteria protect genotobiotic *Artemia franciscana* from pathogenic *Vibrio campbellii*. *FEMS Microb. Ecol* 60(3):363-369.
- Hargreaves JA. 2006, Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquaculture Eng.* 34(3):344-363
- Halim MA, Nahar S and Nabi MM. 2019, Biofloc technology in aquaculture and its potentiality, *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*; 7(5): 260-266
- John A. Hargreaves., 2013, Biofloc production systems for aquaculture, SRAC Publication No.4503
- Kurup, B.M., 2009. Biofloc in shrimp aquaculture. *Fishing Chimes*. 29 (1), 23-28.
- Krummenauer D, Poersch L, Romano LA, Lara GR, Encarnacao P, Wasielesky JW., 2014. The effect of probiotics in a *Litopenaeus vannamei* biofloc culture system infected with *Vibrio parahaemolyticus*. *J Appl Aquac* 26(4):370–379.
- MacIntosh RP., 2000. Changing paradigms in shrimp farming: IV: low protein feeds and feeding strategies. *Glob. Aquacult. Advoc*; 2:40-47
- Perez-Fuentes JA, Pérez-Rostro CI, Hernández-Vergara MP., 2013. Pond-reared Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* with the biofloc system. *Aquacult*; 400:105-110.
- Ray A, Seaborn G, Leffler J, Wilde S, Lawson A, Browdy C. 2010a. Characterization of the microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. *Aquaculture* 310: 130-138
- Rittmann B, McCarty P., 2001, *Environmental biotechnology: principles and applications*. McGraw-Hill, New York, p 229
- Verdegem MCJ., 2013, Nutrient discharge from aquaculture operations in function of system design and production environment. *Rev. Aquaculture* 4:1-14.
- Wasielesky W, Atwood H, Stokes A, Browdy CL. 2006, Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 258(1):396-403.
- Xu WJ, Morris TC, Samocha TM., 2016. Effects of C/N ratio on biofloc development, water quality, and performance of *Litopenaeus vannamei* juveniles in a biofloc-based, high-density, zero-exchange, outdoor tank system. *Aquaculture* 453:169–175