

THỬ NGHIỆM XỬ LÝ NƯỚC THẢI NUÔI CÁ RÔ PHI (*Oreochromis niloticus*) BẰNG KỸ THUẬT BIO-FLOCS

Nguyễn Quốc Yên¹ và Nguyễn Văn Trai¹

ABSTRACT

In intensive aquaculture pond maintaining good water is always constraint due to the accumulation of organic matter (mostly uneaten feed and animal excrete) and toxic inorganic nitrogen (especially ammonia). Subsequently, the effluents containing these materials when discharged to the natural water will raise environmental concern. Bio-floc technology has been used to remove these pollutants and to maintain expected water quality of the pond water.

*The current study investigates the possibility of wastewater treatment using bio-floc technology in tilapia (*O. niloticus*) culture environment. Cassava starch was added to the fish tanks for floc formation. Tilapia uses the flocs as their feed resulting in lower pollutants accumulated in the tank water. The designed experiments used different amount of starch added to the tank water, in order to investigate the ability of floc formation and used by tilapia for 14 days. Water quality changes were assessed via records of key parameters including total ammonia nitrogen (TAN), total suspended solids (TSS) and nitrite (NO_2^-). The result shows that total ammonia nitrogen (TAN) concentration reduced from the 3rd to 5th day but then increased again on the 6th day. This means that higher amount of flocs formed from day 3, to day 5 and decreased from day 6. Nitrite concentrations in the treatments with larger amount of starch were higher as compared to the smaller starch amount treatment. Total Suspended Solids (TSS) was reducing over time because of floc formation and then tilapia's consumption. Generally, starch quantity affected the ability of floc formation and influenced water quality of the system.*

Keywords: *Bio-flocs, wastewater treatment, aquaculture.*

Title: *Study on the use of bio-flocs technique for treatment of Tilapia pond water effluent (*Oreochromis niloticus*)*

TÓM TẮT

Trong các ao nuôi trồng thủy sản thâm canh, vấn đề quản lý chất lượng nước và quản lý chất thải thường gặp rất nhiều khó khăn do lượng chất thải hữu cơ (phần lớn là thức ăn thừa và chất thải của vật nuôi) cùng với lượng chất nitơ vô cơ có độc tính cao đối với thủy sinh vật (đặc biệt là ammonia) tích tụ trong quá trình nuôi. Kỹ thuật bio-flocs đã được sử dụng để hấp thu những chất thải này và duy trì chất lượng nước ao tốt hơn.

*Nghiên cứu này thử nghiệm khả năng xử lý nước thải dùng kỹ thuật bio-flocs trong môi trường thả cá rô phi (*Oreochromis niloticus*). Tinh bột mì được sử dụng như*

¹ Khoa Thủy sản, Đại học Nông Lâm TP HCM

nguồn cung cấp carbon (C) cho quá trình hình thành floccs. Cá rô phi được sử dụng để ăn floccs giúp giảm thiểu lượng chất gây ô nhiễm tích tụ trong nước. Các thí nghiệm sử dụng các lượng tinh bột khác nhau để đánh giá khả năng tạo floccs trong thời gian 14 ngày. Sự biến động chất lượng nước được đánh giá qua các chỉ tiêu ammonia tổng số (TAN), tổng chất rắn lơ lửng (TSS) và nitrite (NO_2^-). Kết quả cho thấy rằng hàm lượng TAN giảm từ ngày thứ 3 đến ngày thứ 5 nhưng tăng trở lại từ ngày thứ 6. Điều này có nghĩa flocc tạo ra nhiều ở ngày 3-5 và bắt đầu xu hướng giảm từ ngày 6. Hàm lượng nitrite ở các thí nghiệm thức có bổ sung nhiều tinh bột luôn thấp hơn so với các thí nghiệm thức ít tinh bột. TSS giảm dần theo thời gian thí nghiệm do sự hình thành flocc đã “đóng gói” các chất này và cuối cùng được cá rô phi sử dụng là thức ăn. Tóm lại, lượng chất tinh bột bổ sung vào hệ thống đã ảnh hưởng đến khả năng tạo flocc và chất lượng nước của hệ thống.

Từ khóa: bio-floccs, xử lý nước, cá rô phi

1. GIỚI THIỆU

Nuôi trồng thủy sản là một ngành kinh tế chủ đạo ở nhiều quốc gia trên thế giới, đặc biệt là những quốc gia có tiềm năng lớn về mặt nước. Hoạt động này đã và đang được nhiều chính phủ khuyến khích nhằm tạo ra sản phẩm hàng hóa có giá trị kinh tế cao, tạo công ăn việc làm cho cộng đồng, tăng thu nhập và góp phần vào công cuộc xóa đói giảm nghèo ở các nước đang phát triển. Bên cạnh đó nuôi thủy sản cũng đang gây ra nhiều hậu quả về môi trường và sức khỏe con người. Các nghiên cứu trước đây cho thấy phần lớn các chất dinh dưỡng cung cấp cho tôm nuôi (69–98% N; 87–94% P) không được hấp thu vào sinh khối tôm mà thải ra ao nuôi và môi trường xung quanh (Briggs và Funge-Smith, 1994; Teichert – Coddington *et al.*, 2000; Thakur và Lin, 2003; Jackson *et al.*, 2003, trích bởi Bùi Đắc Thuyết, 2006). Như vậy, để sản xuất được một tấn tôm thương phẩm lượng chất thải sẽ thải ra ngoài môi trường là 70–102 kg N; 13–46 kg P (Briggs và Funge-Smith, 1994; Thakur và Lin, 2003; trích bởi Bùi Đắc Thuyết, 2006). Lượng lớn các chất dinh dưỡng dư thừa thải ra từ các trang trại nuôi tôm sẽ tác động tiêu cực tới hệ sinh thái tự nhiên của thủy vực.

Vấn đề đặt ra là phải giải quyết ổn thỏa nguồn chất thải này. Ngày càng có nhiều ý kiến ủng hộ việc chuyển đổi từ nhóm sinh vật tự dưỡng (thực vật phù du) sang sử dụng nhóm sinh vật dị dưỡng (chủ yếu là các nhóm vi sinh vật) để xử lý các chất thải hữu cơ tồn đọng của ao nuôi thủy sản vì chúng thuận lợi hơn và hiệu quả hơn trong việc tái sử dụng nước. Nhiều nghiên cứu gần đây cho thấy các hệ thống xử lý các chất thải dạng lơ lửng, nơi mà các quá trình dị dưỡng chiếm ưu thế, có tiềm năng ứng dụng rất cao trong việc hạn chế thay nước đồng thời tạo nguồn thức ăn cho các ao nuôi tôm cá thương phẩm (Avnimelech, 1999; Avnimelech, 2007; Avnimelech *et al.*, 2009; Burford *et al.*, 2004; Crab *et al.*, 2009). Trong nuôi trồng thủy sản, thuật ngữ “hệ thống Bio-floc” được sử dụng cho các hệ thống xử lý có hệ vi sinh vật dị dưỡng chiếm ưu thế. Các vi khuẩn này sẽ phát triển, “đóng gói”

các chất dinh dưỡng từ môi trường vào cơ thể chúng và dính kết với nhau tạo thành các hạt có kích thước lớn (gọi là flocc) mà ta có thể thu hoạch được (Michael Burke *et al.*, 2007). Người ta thấy rằng chất tinh bột khi thêm vào môi trường sẽ thúc đẩy quá trình hình thành flocc (Avnimelech, 2007; Avnimelech và Kochba, 2009; Crab *et al.*, 2009). Ngoài ra, cá rô phi có khả năng hấp thu rất tốt flocc đã được chứng minh qua rất nhiều công trình nghiên cứu của Avnimelech, (1999); Avnimelech, (2007); Avnimelech và Kochba, (2009); Crab *et al.*, (2009).

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành từ tháng 4–9/2009, tại Trại Thực nghiệm Thủy sản, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với ba nghiệm thức, tương ứng với các tỷ lệ bột khoai mì (cassava starch) khác nhau bổ sung vào các nghiệm thức, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Trình tự tiến hành thí nghiệm:

Thí nghiệm 1: cho vào mỗi bể kính 100 lít nước ao và 10 g bùn đáy ao, sau đó hòa tan 0,625 g NH₄Cl vào 3 bể (đối chứng: ĐC, nghiệm thức I: NTI, nghiệm thức II: NTII), bột khoai mì (thành phần bột đường chiếm 77,73%; Lê Thanh Hùng, 2008) được hòa tan vào trong nước sau đó cho vào NTI và NTII với khối lượng lần lượt là 12,5 g và 25 g. Hai ngày sau đó cho tiếp bột mì vào các NTI và NTII với khối lượng lần lượt là 6,25 g và 12,5 g. Ngày hôm sau tiến hành thả cá vào mỗi bể, lượng cá thả vào mỗi bể là 10 con với trọng lượng trung bình mỗi con là 8 g. Thí nghiệm được thực hiện trong vòng 2 tuần. Trong thời gian tiến hành thí nghiệm cá hoàn toàn không được cho ăn. Mục đích chính của thí nghiệm là đánh giá khả năng hấp thu TAN, nitrite, TSS trong nước của kỹ thuật bio-flocs và việc thả cá vào các nghiệm thức là nhằm đánh giá khả năng hấp thu floccs của cá rô phi vằn.

Thí nghiệm 2: cũng được tiến hành tương tự như thí nghiệm 1 chỉ khác là cá ở nghiệm thức ĐC sau khi thả thì được cho ăn bằng thức ăn viên, cá ở NTI và NTII được cho ăn từ ngày thứ 7 của thí nghiệm. Cá có trọng lượng trung bình mỗi con là 10,62 g. Việc bổ sung thức ăn vào các nghiệm thức là nhằm đánh giá tăng trọng của cá trong các nghiệm thức. Cá trong thí nghiệm được cho ăn ngày 2 lần (buổi sáng 8 giờ và buổi chiều 17 giờ).

2.3. Thu và xử lý số liệu

2.3.1. Phương pháp đo chất lượng nước

Các chỉ tiêu nhiệt độ, oxy hòa tan, pH được đo ngày hai lần bằng máy đo: sáng (7 giờ 30 phút) và chiều (16 giờ 30 phút). Mẫu nước được lấy vào các

thời điểm sau khi bơm nước vào bể, sau khi cho NH_4Cl vào và vào các ngày 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 14 để phân tích ammonia tổng số (TAN), nitrite. TAN được phân tích theo phương pháp Phenate (4500-NH₃ F. APHA *et al.*, 1995)

Nitrite được phân tích theo phương pháp Diazonium (4500-NO₂⁻ B. APHA *et al.*, 1995).

Tổng lượng chất rắn lơ lửng (mg/L) trong thí nghiệm 1 được xác định theo TCVN 6625-2000, vào các ngày 1, 3, 6, 9 và 12. Thể tích chất lắng tụ (mL/L) được xác định bằng phương pháp Imhoff vào các ngày 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, và 14 của thí nghiệm.

2.3.2. Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Minitab 13.0 để phân tích phương sai (ANOVA) kèm theo trắc nghiệm Turkey để xác định sai biệt giữa các nghiệm thức. Các đồ thị được vẽ bằng phần mềm Excel.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các thông số môi trường

3.1.1. Nhiệt độ, hàm lượng oxy hòa tan (DO), pH

Trong thời gian tiến hành thí nghiệm nhiệt độ trong các nghiệm thức dao động từ 24,7 – 30,7⁰C, sự biến động nhiệt độ giữa các nghiệm thức là không đáng kể. Các nghiên cứu trước đó cho thấy khi nhiệt độ nước trung bình là 20 – 25⁰C là khoảng nhiệt độ mà flocc ổn định nhất. Nhiệt độ không chỉ là yếu tố quan trọng cho quá trình biến dưỡng của vi sinh vật mà còn là nhân tố chính cho sự hình thành cấu trúc của flocc (De Schryver *et al.*, 2008). Như vậy, nhiệt độ trong thí nghiệm này phù hợp cho sự phát triển của cá và việc hình thành flocc.

Oxy hòa tan (DO) trong hai thí nghiệm dao động từ 6,22 – 8,5 mg/L, khoảng biến động này nằm trong khoảng 6 – 8,2 mg/L do Avnimelech (2007) thực hiện. Hàm lượng DO trong thí nghiệm rất thuận lợi cho cá sinh trưởng và phát triển.

pH trong hai thí nghiệm dao động từ 6,56 – 8,4. Sự biến động pH được xác định là không ảnh hưởng đến sự hiện diện của bioflocs trong ao (Mikkelsen *et al.*, 1996; trích bởi De Schryver *et al.*, 2008). Biện pháp bổ sung nguồn C để giảm độ pH đã được thảo luận trong nhiều công trình nghiên cứu (Pote *et al.*, 1990; Avnimelech, 2003; trích bởi De Schryver *et al.*, 2008).

3.1.2. Hàm lượng ammonia tổng số (TAN)

Hàm lượng ammonia tổng số trong thí nghiệm 1

Kết quả phân tích ANOVA cho thấy nồng độ ammonia tổng số ở các

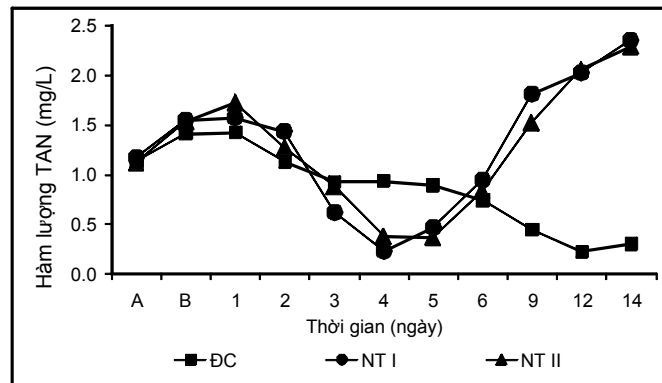
nghiệm thức có bổ sung bột mì (NTI và NTII) có sự sai khác có ý nghĩa về mặt thống kê so với nghiệm thức ĐC ($p < 0,05$) (Bảng 1).

Bảng 1: Hàm lượng TAN của các nghiệm thức trong thí nghiệm 1

Nghiệm thức	Hàm lượng ammonia tổng số (mg/L)
ĐC	$0,870 \pm 0,525^a$
NTI	$1,287 \pm 0,676^b$
NTII	$1,268 \pm 0,721^b$

Các giá trị trên cùng 1 cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Hình 1 cho thấy hàm lượng TAN ở nghiệm thức ĐC có chiều hướng giảm dần theo thời gian thí nghiệm. Trong hai ngày đầu của thí nghiệm sự biến động TAN ở các nghiệm thức ĐC và NTI là không đáng kể. Đến ngày thứ 3 ở NTI hàm lượng TAN bắt đầu giảm mạnh, khả năng duy trì mức TAN thấp kéo dài đến ngày thứ 5 của thí nghiệm. Từ ngày thứ 6 trở đi hàm lượng TAN có chiều hướng tăng cao hơn so với nghiệm thức ĐC. Trong khi đó ở NTII có sự biến động đáng kể từ ngày thứ 2 của thí nghiệm, tương tự như ở NTI sự biến động TAN ở các ngày 4, 5 đều thấp hơn so với nghiệm thức ĐC. Ở các ngày 6, 9, 12, 14 hàm lượng TAN ở NTII đều cao hơn so với nghiệm thức ĐC. Hàm lượng TAN trong NTII ở các ngày 6, 9 đều duy trì ở mức thấp hơn so với NTI.



Hình 1: Hàm lượng TAN trung bình trong thí nghiệm 1
(A: Nước ao; B: Sau khi bón NH_4Cl)

Hàm lượng TAN có chiều hướng giảm sau khi cho lượng bột mì vào NTI và NTII của thí nghiệm 1 là do trong khoảng thời gian này vi sinh vật dị dưỡng hấp thu các hàm lượng nitơ vô cơ để tạo sinh khối của vi khuẩn. Khả năng duy trì nồng độ TAN khác nhau ở các nghiệm thức có bột mì phụ thuộc vào sinh khối của vi sinh vật. Nhìn chung hàm lượng TAN có chiều hướng giảm mạnh ở ngày thứ 3 (sau khi cho tiếp lượng bột mì vào ở ngày thứ 2), khả năng duy trì mức TAN thấp có thể kéo dài đến ngày 4 hoặc 5 là do trong khoảng thời gian này vi sinh vật tăng sinh khối nhiều nhất. TAN có xu

hướng tăng trở lại trong các NTI và NTII ở ngày thứ 6 (Hình 1) cho thấy khả năng tiêu hao gần hết lượng C cung cấp trước khi ammonia được hấp thu hoàn toàn và hoạt động biến dưỡng của cá đã bài tiết chất thải ra môi trường ngoài có chứa hàm lượng TAN cao.

Hàm lượng TAN ở nghiệm thức ĐC có xu hướng giảm càng về cuối thí nghiệm có thể là do quá trình nitrate hóa hoặc sự bay hơi của ammonia trong điều kiện có sục khí mạnh. Tuy nhiên, sự bay hơi của ammonia trong nước được xem như là không đáng kể do độ tan của nó trong nước rất cao (Lê Văn Cát và *ctv*, 2006).

Hàm lượng ammonia tổng số trong thí nghiệm 2

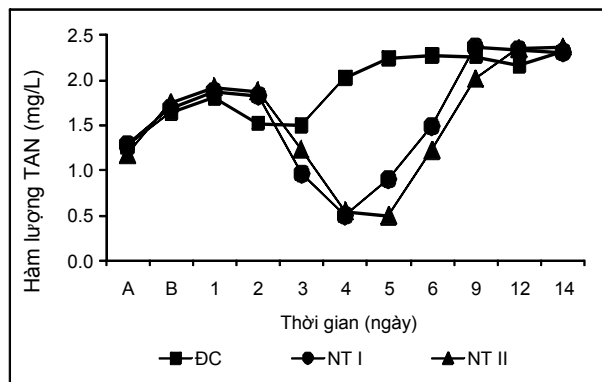
Kết quả phân tích ANOVA cho thấy có sự sai khác về mặt thống kê ($p < 0,05$) của nồng độ ammonia tổng số giữa các nghiệm thức có bổ sung bột mì và nghiệm thức ĐC (Bảng 2).

Bảng 2: Hàm lượng TAN của các nghiệm thức trong thí nghiệm 2

Nghiệm thức	Hàm lượng ammonia tổng số (mg/L)
ĐC	1,909 ± 0,375 ^a
NTI	1,593 ± 0,640 ^{ab}
NTII	1,539 ± 0,673 ^b

Các giá trị trên cùng 1 cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

Hình 2 cho thấy hàm lượng TAN ở NTI và NTII trong 2 ngày đầu của thí nghiệm hầu như không có sự biến động không đáng kể. Sau khi cho tiếp lượng bột mì vào thì có sự biến động mạnh xảy ra ở ngày thứ 3, nồng độ TAN đều thấp hơn so với nghiệm thức ĐC. So với nghiệm thức ĐC khả năng duy trì mức TAN thấp ở NTI và NTII có thể kéo dài đến ngày 6 và 9 của thí nghiệm.



Hình 2: Hàm lượng TAN trung bình trong thí nghiệm 2
(A: Nước ao; B: Sau khi bón NH₄Cl)

Ở nghiệm thức ĐC (có bổ sung thức ăn) hàm lượng TAN có chiều hướng giảm trong 2 ngày đầu của thí nghiệm. Sau khi bổ sung thức ăn từ ngày thứ 3 hàm lượng TAN luôn duy trì ở mức cao trong suốt thời gian thí nghiệm. Từ đó có thể kết luận rằng hàm lượng TAN tỉ lệ thuận với lượng thức ăn cung cấp vào bể. Tương tự như ở thí nghiệm 1 hàm lượng TAN đều giảm mạnh sau khi cho thêm lượng bột mì vào NTI và NTII và có chiều hướng tăng trở lại ở ngày thứ 6 (Hình 2). Việc bổ sung lượng bột mì với khối lượng khác nhau sẽ ảnh hưởng đến khả năng duy trì TAN ở mức thấp trong thời gian thí nghiệm. NTII bổ sung lượng bột mì gấp đôi NTI hàm lượng TAN ở ngày 5, 6 và 9 đều thấp hơn so với NTI.

Như vậy, hàm lượng TAN ở cả hai thí nghiệm đều giảm mạnh sau khi cho tiếp lượng bột mì vào ở ngày thứ 2 của hai thí nghiệm, kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Avnimelech (2007). Trong thí nghiệm của Avnimelech (2007), sau khi cho tiếp lượng tinh bột vào ở ngày thứ 2 thì nồng độ TAN luôn được duy trì ở mức rất thấp 0,1 – 0,2 mgN/L trong suốt thời gian tiến hành thí nghiệm. Kết quả của các thí nghiệm trong nghiên cứu này với giá trị TAN và khả năng duy trì mức TAN thấp (khoảng 4 ngày từ ngày 3, 4, 5, 6) có thể là do điều kiện thực nghiệm khác nhau làm cho kết quả nghiên cứu có phần khác so với kết quả của Avnimelech (2007).

3.1.3. Hàm lượng nitrite (NO_2^-)

Hàm lượng nitrite trong thí nghiệm 1

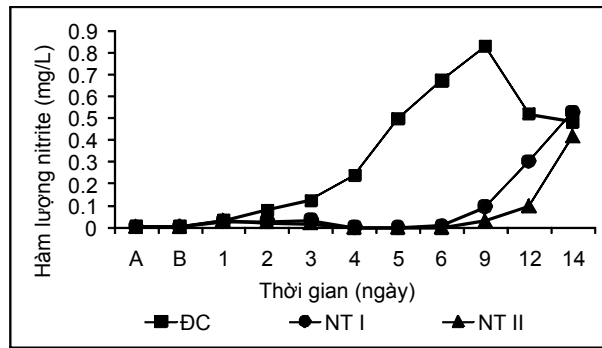
Kết quả phân tích ANOVA cho thấy có sự sai khác về mặt thống kê ($p < 0,001$) của hàm lượng nitrite giữa các nghiệm thức có bổ sung bột mì và nghiệm thức ĐC (Bảng 3).

Bảng 3: Hàm lượng nitrite của các nghiệm thức trong thí nghiệm 1

Nghiệm thức	Hàm lượng nitrite (ppm)
ĐC	0,317 ± 0,354 ^a
NTI	0,094 ± 0,211 ^b
NTII	0,056 ± 0,132 ^b

Các giá trị trên cùng 1 cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,001$).

Hình 3 cho thấy hàm lượng nitrite ở các nghiệm thức có bổ sung bột mì đều thấp hơn so với nghiệm thức ĐC trong 12 ngày đầu của thí nghiệm. Ở NTI hàm lượng nitrite được duy trì ở mức rất thấp trong 6 ngày đầu của thí nghiệm và có chiều hướng tăng từ ngày thứ 9 đến những ngày cuối thí nghiệm. Ở NTII hàm lượng nitrite duy trì ở mức rất thấp trong suốt 9 ngày đầu của thí nghiệm và bắt đầu tăng từ ngày thứ 12 của thí nghiệm. Có thể là do sinh khối của vi sinh vật ở NTI đã giảm rất nhiều từ ngày thứ 6 đến ngày thứ 9 của thí nghiệm, ở NTII sinh khối của vi sinh vật tuy có giảm nhưng vẫn còn cao hơn so với NTI.



Hình 3: Hàm lượng nitrite trung bình trong thí nghiệm 1
(A: Nước ao; B: Sau khi bón NH₄Cl)

Trong khi đó ở nghiệm thức ĐC hàm lượng nitrite có xu hướng tăng dần từ ngày 1 – 9 và đạt giá trị lớn nhất ở ngày thứ 9, sau đó có xu hướng giảm ở những ngày cuối của thí nghiệm. Có thể quá trình chuyển hóa đạm ammonia thành nitrite ở nghiệm thức ĐC xảy ra làm cho hàm lượng nitrite có xu hướng tăng trong 9 ngày đầu của thí nghiệm và sau đó bắt đầu giảm, khi sự chuyển hóa thành nitrate diễn ra nhanh hơn tốc độ hình thành nitrite từ đó làm cho hàm lượng nitrite giảm từ ngày thứ 9.

Hàm lượng nitrite trong thí nghiệm 2

Kết quả phân tích ANOVA cho thấy có sự sai khác về mặt thống kê ($p < 0,05$) giữa các nghiệm thức có bổ sung bột mì và nghiệm thức ĐC.

Bảng 4: Hàm lượng nitrite của các nghiệm thức trong thí nghiệm 2

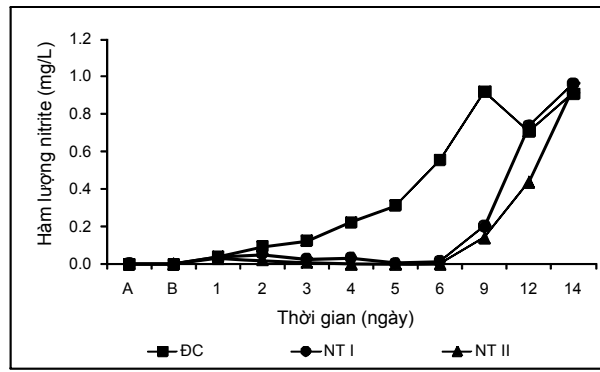
Nghiệm thức	Hàm lượng nitrite (mg/L)
ĐC	0,354 ± 0,368 ^a
NTI	0,189 ± 0,335 ^{ab}
NTII	0,143 ± 0,315 ^b

Các giá trị trên cùng 1 cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Hình 4 cho thấy hàm lượng nitrite ở các nghiệm thức có bổ sung bột mì đều thấp hơn so với nghiệm thức ĐC. Hàm lượng nitrite trong NTI và NTII được duy trì ở mức rất thấp trong 6 ngày đầu của thí nghiệm và bắt đầu tăng ở ngày thứ 9 đến cuối thí nghiệm.

Trong khi đó nghiệm thức ĐC có chiều hướng tăng dần theo thời gian thí nghiệm khi lượng thức ăn cung cấp vào bể càng nhiều thì hàm lượng nitrite có xu hướng tăng theo.

Khả năng duy trì NO₂⁻ thấp trong các nghiệm thức có bổ sung bột mì ở thí nghiệm 2 giảm xuống so với thí nghiệm 1 là do sau khi cung cấp thức ăn vào thì tỉ số C/N sẽ giảm xuống làm cho quá trình nitrate hóa diễn ra nhanh hơn.



Hình 4: Hàm lượng nitrite trung bình trong thí nghiệm 2
(A: Nước ao; B: Sau khi bón NH₄Cl)

Hệ thống bio-flocs (BFT) tỏ ra hữu hiệu trong việc xử lý TAN và NO₂⁻, đều là những chất gây độc tiềm năng đối với sinh vật nuôi. Độc tính của NH₃ dạng tự do phụ thuộc vào độ pH và nhiệt độ (Hargreaves 1998; trích bởi Michael Burke *et al.*, 2007). Vì thế mà hàm lượng TAN thấp cùng với độ pH thấp đã hạn chế được nguy cơ bị nhiễm độc NH₃ tự do trong hệ thống BFT. NO₂⁻ cũng là một chất độc tiềm năng và có thể tích lũy khi quá trình nitrate hóa diễn ra không hoàn toàn (Hargreaves 1998; trích bởi Michael Burke *et al.*, 2007). Sự sai khác rõ rệt của hàm lượng NO₂⁻ ở các nghiệm thức có bổ sung bột khoai mì so với hàm lượng của chúng trong nghiệm thức ĐC không qua xử lý cho thấy trong hệ thống xử lý bằng bio-floc quá trình đồng hóa đã lấn át quá trình nitrate hóa. Đồng hóa loại bỏ sự hiện diện của NO_x (NO₂⁻, NO₃⁻) và ngăn cản quá trình nitrate hóa.

3.2. Tổng lượng chất rắn lơ lửng (TSS) trong thí nghiệm 1

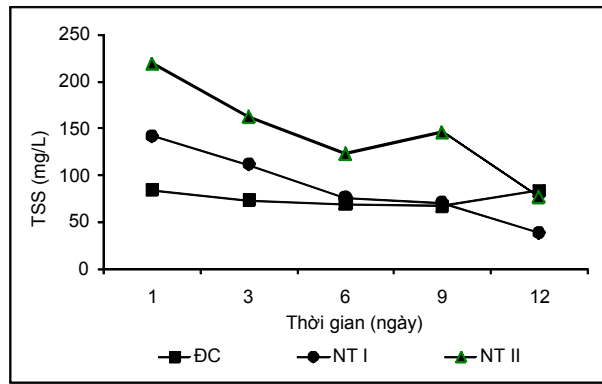
Kết quả phân tích ANOVA cho thấy, sự biến động TSS trong các nghiệm thức là rất có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,01$).

Bảng 5: TSS của các nghiệm thức trong thí nghiệm 1

Nghiệm thức	TSS (mg/L)
ĐC	75,47 ± 22,54 ^a
NTI	87,60 ± 55,33 ^a
NTII	145,33 ± 72,90 ^b

Các giá trị trên cùng 1 cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,01$).

Hình 5 cho thấy giá trị TSS ở NTI và NTII có xu hướng giảm dần theo thời gian thí nghiệm. Trong nghiệm thức ĐC hàm lượng TSS có sự biến động rất ít và hầu như không có sự sai khác giữa ngày 1 và ngày thứ 12 của thí nghiệm. Trong 3 ngày đầu của thí nghiệm hàm lượng TSS trong các nghiệm thức có bổ sung bột khoai mì cao hơn rất nhiều so với ĐC có thể là do trong khoảng thời gian này các sinh vật dị dưỡng đang tăng sinh khối và hình thành flocs. TSS giảm dần theo thời gian thí nghiệm do sự hình thành floc đã “đóng gói” các chất lơ lửng và cuối cùng được cá rô phi sử dụng làm thức ăn.



Hình 5: Hàm lượng TSS trung bình trong thí nghiệm 1

Trong nuôi trồng thủy sản hàm lượng chất rắn lơ lửng tổng (TSS) hoặc hàm lượng chất rắn có khả năng lắng tụ được của nước thải từ các cơ sở nuôi trồng thủy sản là một trong những chỉ tiêu đánh giá mức độ ô nhiễm của nước thải. Do đó, việc áp dụng kỹ thuật biofloc sẽ làm góp phần hạn chế TSS trong môi trường nước. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Avnimelech (2007), Avnimelech và Kochba, (2009).

3.3. Thể tích chất lắng tụ – FV (Floc Volume)

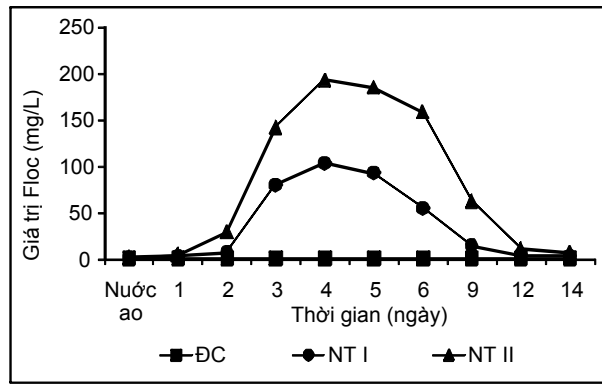
Kết quả phân tích ANOVA cho thấy sự biến động FV trong NTI, NTII và hàm lượng các chất lắng tụ được ở nghiệm thức ĐC trong hai thí nghiệm là rất có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,001$).

Bảng 6: FV và hàm lượng các chất lắng tụ được ở nghiệm thức ĐC trong thí nghiệm 1

Nghiệm thức	Lượng floc và hàm lượng các chất lắng tụ được(mL/L)
ĐC	$0,95 \pm 0,14^a$
NTI	$36,38 \pm 42,46^b$
NTII	$79,38 \pm 86,15^c$

Các giá trị trên cùng 1 cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,01$).

Hình 6 cho thấy FV ở NTI bắt đầu tăng mạnh ở ngày thứ 3, 4 và sau đó giảm ở ngày thứ 5, 6 đến những ngày cuối thí nghiệm. FV ở NTII có sự biến động từ ngày thứ 2, 3, 4 đã có chiều hướng tăng mạnh và sau đó cũng giảm ở ngày thứ 5, 6 đến cuối thí nghiệm. Trong khi đó hàm lượng các chất lắng tụ được ở nghiệm thức ĐC hầu như không có sự biến động đáng kể.



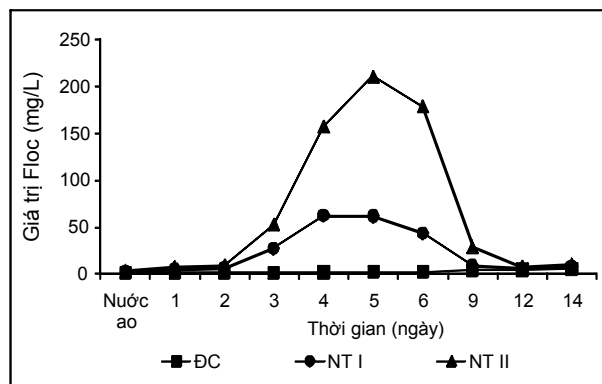
Hình 6: Floc trung bình trong thí nghiệm 1

Hình 7 cho thấy FV trong các nghiệm thức có bổ sung bột mì bắt đầu tăng mạnh ở ngày thứ 3 đến ngày thứ 5 và sau đó giảm từ ngày thứ 6 đến cuối thí nghiệm. Trong khi đó hàm lượng các chất lắng tụ được ở nghiệm thức ĐC có chiều hướng tăng dần theo thời gian thí nghiệm. Do đó có thể kết luận rằng hàm lượng các chất lắng tụ được sẽ tỉ lệ thuận với lượng thức ăn cung cấp vào bể. Như vậy, sinh khối của vi sinh vật (floc) có thể được duy trì ở mức cao khoảng 4 ngày (từ ngày 3 đến ngày 6). Ngày thứ 6 mặc dù sinh khối có giảm nhưng vẫn còn cao hơn so với giá trị ở ngày thứ 3.

Bảng 7: FV và hàm lượng các chất lắng tụ được ở nghiệm thức ĐC trong thí nghiệm 2

Nghiệm thức	Lượng floc và hàm lượng các chất lắng tụ được(mL/L)
ĐC	2,55 ± 1,64 ^a
NTI	22,82 ± 25,43 ^a
NTII	66,16 ± 82,03 ^b

Các giá trị trên cùng 1 cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,001).



Hình 7: Floc trung bình trong thí nghiệm 2

Sự biến động FV trong các NTI và NTII giữa các ngày trong thí nghiệm có liên quan đến sự biến động độ đục trong bể. Ở NTI nước có chiều hướng

trong từ ngày thứ 10 và đến những ngày cuối thí nghiệm nước đã rất trong. Ở NTII nước có chiều hướng trong từ ngày thứ 11.

Thể tích chất lắng tụ ở các nghiệm thức có bổ sung bột mì có chiều hướng tăng sau khi cho tiếp lượng bột mì vào là do trong lúc này vi sinh vật đang tăng sinh khối (ở ngày 3, 4, 5). Điều này cũng đồng nghĩa với việc nitơ vô cơ trong khoảng thời gian này đang được flocc hấp thu, đó cũng là lý do hàm lượng TAN trong NTI và NTII giảm mạnh ở thời điểm này. Đến ngày thứ 6 thì giá trị flocc có chiều hướng giảm cho thấy hàm lượng carbon cung cấp vào bể để tạo nguồn năng lượng cho vi sinh vật hoạt động đã được vi sinh vật hấp thu gần hết và cũng có thể là do cá hấp thu flocc làm cho giá trị flocc có chiều hướng giảm dần. FV trong các nghiệm thức có bổ sung bột mì giảm dần theo thời gian thí nghiệm kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Avnimelech (2007), Avnimelech và Kochba (2009). Trong thí nghiệm của Avnimelech và Kochba (2009), lượng protein do bio-floc tạo ra được cá rô phi hấp thu mỗi ngày có giá trị khoảng 1,56 g protein, giá trị này tương ứng khoảng 25% protein ở khẩu phần thức ăn bình thường cho cá rô phi. Kết quả nghiên cứu này thấp hơn so với các nghiên cứu trước (Avnimelech, 2007), nhưng kết quả đạt được phù hợp với kết quả nghiên cứu trên tôm, khoảng 18 – 29% protein còn lại sẽ được hấp thu bởi tôm nhờ vào các khu hệ vi sinh vật tự nhiên (Burford *et al.*, 2004).

Bên cạnh các lợi ích mà bio-flocs đem lại cho lại cho ngành thủy sản đã được thảo luận ở trên chúng còn chứa các hợp chất khác có lợi cho việc phòng bệnh cho các loài nuôi thủy sản. Một vài các hợp chất quan trọng (chuỗi ngắn fatty acids) có vai trò trong việc khống chế sinh học chống lại các mầm bệnh. Báo cáo của Defoirdt *et al.*, (2006; trích bởi De Schryver *et al.*, 2008), việc áp dụng 20 mM butyric acid (trong trường hợp dùng acid formic, acid acetic, acid propionic hoặc acid valeric làm nguồn carbon) trong nước nuôi *Artemia franciscana* kết quả là làm cho *A. franciscana* đề kháng với *Vibrio campellii*. Hợp chất poly-beta-hydroxybutyrate (PHB) trong bioflocs có thể làm giảm mầm bệnh do vi khuẩn gây ra cho các loài nuôi thủy sản (Defoirdt *et al.*, 2007; Halet *et al.*, 2007, trích bởi Crab *et al.*, 2007).

4. KẾT LUẬN – ĐỀ XUẤT

4.1. Kết luận

So với nghiệm thức ĐC hàm lượng TAN trong các nghiệm thức có bổ sung bột mì ở cả hai thí nghiệm đều giảm mạnh sau khi cho tiếp lượng bột mì vào đặc biệt là ở các ngày 3, 4, 5 là do trong khoảng thời gian này flocc được hình thành nhiều nhất và hấp thu TAN trong nước.

Việc bổ sung bột khoai mì với lượng như NTI cho thấy không có sai khác so với NTII về khả năng hấp thu nitrogen vô cơ trong thí nghiệm.

Cá rô phi đã sử dụng flocs như thức ăn nên đã làm giảm trị số TSS của nước thể hiện qua kết quả thí nghiệm 1.

4.2. Đề xuất

Cần có thử nghiệm tiếp với thời gian tiến hành lâu hơn, đồng thời nên thử nghiệm trong điều kiện ao nuôi và tiến hành trong các thời điểm khác nhau trong năm để đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết lên việc hình thành floc.

Thử dùng các loại tinh bột khác (cám gạo, bột bắp, lúa mì), đường hoặc mật đường, glycerol và acetate... để bổ sung vào ao làm tác nhân tạo floc.

Tiến hành nuôi thử nghiệm các loài thủy sản khác (tôm càng xanh...) nhằm đánh giá khả năng sử dụng bioflocs của chúng.

CẢM TẠ

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Ban Chủ Nhiệm Khoa Thủy sản cùng toàn thể các thầy cô trong và ngoài Khoa Thủy sản đã tận tình giảng dạy và giúp đỡ tôi trong suốt bốn năm học tập tại trường. Xin gửi lòng biết ơn – kính trọng sâu sắc đến TS. Nguyễn Văn Trai người đã rất quan tâm, tận tình hướng dẫn, động viên và giúp đỡ để tôi có thể hoàn thành tốt thí nghiệm này. Chân thành cảm ơn chị Diệp Tú Tâm lớp cao học 2006 cùng các bạn trong và ngoài lớp DH05NY đã giúp đỡ chúng tôi trong suốt những ngày qua.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Avnimelech, Y., 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176, 227 – 235.
- Avnimelech, Y., 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. *Aquaculture* 264, 140 – 147.
- Avnimelech, Y., Kochba, M., 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio-floc tanks using ¹⁵N tracing. *Aquaculture* 287, 163 – 168.
- Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, P.R., Bauman, R.H., Pearson, D.C., 2004. Nutrient and microbial dynamics in high intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture* 219, 393 – 411.
- Bùi Đắc Thuyết, 2006. Xử lý nước thải từ các ao nuôi tôm thâm canh: Các giải pháp sinh học và định hướng nghiên cứu. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, Y., Verstraete, W., 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* 270, 1 – 14.
- Crab, R., Kochva, M., Verstraete, W., Avnimelech, Y., 2009. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquaculture Engineering* 3, 105 – 112.

- De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The basis of bioflocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture* 277, 125 – 137.
- Lê Văn Cát, Đỗ Thị Hồng Nhung và Ngô Văn Cát, 2006. *Nước nuôi trồng thủy sản chất lượng và giải pháp cải thiện chất lượng*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật – Hà Nội.
- Lê Thanh Hùng, 2008. *Thức ăn và dinh dưỡng thủy sản*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Michael Burke, Hoàng Tùng & Daniel Willet, 2007. *MS5: Xây dựng mô hình nuôi không thải nước*. Báo cáo tiến độ dự án nuôi thâm canh cá biển trong ao bằng mương nổi (CARD VIE 062/04).