

ỨNG DỤNG VI KHUẨN TẠO CHẤT KẾT TỤ SINH HỌC XỬ LÝ NƯỚC AO NUÔI CÁ THÁI LÁT VÀ CÁ RÔ ĐỒNG Ở TỈNH HẬU GIANG

Cao Ngọc Diệp¹, Đặng Thị Huỳnh Mai² và Hà Thanh Toàn³

¹ Viện Nghiên cứu & Phát triển Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

² Nghiên cứu sinh chuyên ngành Vi sinh vật học, Viện Nghiên cứu & Phát triển Công nghệ Sinh học

³ Trường Đại học Cần Thơ

ABSTRACT

Application of biofloculant-producing bacteria to treat water in bronze featherback and anabas fish three-month old fish ponds at Vi Thuy district (ababas fish) and Long My district (bronze featherback fish), Hau Giang province composed of two stages: bio-floc (bacteria (0.2% v/v) and PAC (0.05% w/v) and Lemna (aquatic plant). The results showed that concentrations of TSS, COD, BOD₅, TN, Nitrite, Nitrate, TP and PO₄³⁻ in water of bronze featherback fish pond decreased strongly after 1 hour applying bio-floc and after 72 hours, all of data were lower than A standard of QCVN40:2011/BTNMT; Ammonia concentration increased from 1 to 3 days but it reduced strongly when water was moved to Lemna pond. Concentrations of COD, BOD₅, TP, Nitrite, Nitrate in water of anabas fish pond decreased under A standard of QCVN40 after 3 days applying bio-floc however concentrations of Ammonia, PO₄³⁻, TN increased during 3 days after applying bio-floc and they only reduced strongly under A standard of QCVN40 when water was transferred to Lemna pond; neutral pH of water (two ponds) changed slowly. This process was applied for water treatment of three-month old bronze featherback fish and ababas fish ponds successfully with data under a standard of QCVN40 in a short time (3 days for bio-floc stage, 2 days for Lemna stage) with low cost.

Thông tin chung:

Ngày nhận: 12/08/2014

Ngày chấp nhận: 28/08/2014

Title:

Application of biofloculant-producing bacteria for water treatment in bronze featherback and anabas fish ponds in Hau Giang Province

Từ khóa:

Bèo tấm, cá rô đồng, cá thát lát, chế phẩm bio-floc, xử lý nước

Keywords:

Ababas fish, bio-floc, bronze featherback fish, Lemna, water treatment

TÓM TẮT

Ứng dụng vi khuẩn tạo chất kết tụ sinh học xử lý nước ao cá thát lát và cá rô đồng 3 tháng tuổi ở huyện Vị Thủy (cá rô đồng) và huyện Long Mỹ (cá thát lát), tỉnh Hậu Giang gồm hai giai đoạn: sử dụng bio-floc (bao gồm vi khuẩn (0,2% thể tích/thể tích) và PAC (0,05% trọng lượng/thể tích) và bèo tấm. Kết quả ghi nhận sau khi xử lý bio-floc 1 giờ, nước ao cá thát lát có hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng (TSS), nhu cầu oxy hoá học (COD), nhu cầu oxy sinh học (BOD₅), tổng N (TN), Nitrite, nitrate, tổng P (TP) và PO₄³⁻ giảm đáng kể và ổn định, sau 72 giờ lượng TSS, BOD₅ trong nước ao giảm đến loại A của QCVN40:2011/BTNMT; hàm lượng amoni tăng nhưng giảm nhanh ở giai đoạn bèo tấm. Hàm lượng COD, BOD₅, TP, nitrite, nitrate trong nước ao cá rô giảm đến ngày thứ 3 sau khi xử lý chế phẩm bio-floc đạt loại A của QCVN40 tuy nhiên hàm lượng PO₄³⁻ tăng sau 24 giờ; hàm lượng TN và amoni tăng cao trong suốt 3 ngày xử lý và khi nước chuyển qua ao có bèo tấm, các chỉ tiêu này giảm đạt loại A của QCVN40; pH nước ao cá trung tính và ít thay đổi. Quy trình ứng dụng chế phẩm bio-floc xử lý nước ao cá thát lát và cá rô đồng 3 tháng tuổi ở ao xử lý (3 ngày) và ao bèo tấm (2 ngày) thành công với những chỉ tiêu đạt loại A của QCVN40 trong thời gian ngắn với chi phí thấp.

1 GIỚI THIỆU

Hiện nay, phong trào nuôi cá thát lát (*Notopterus notopterus*)[Pallas, 1969] và cá rô đồng (*Anabas testudineus*)[Bloch, 1792] thâm canh ở Đồng bằng sông Cửu Long đang tăng nhanh về diện tích ao nuôi trong đó có tỉnh Hậu Giang với 80 ha vào năm 2011 (thống kê diện tích ao nuôi thủy sản Hậu Giang, 2012) đặc biệt là các huyện Long Mỹ, Vị Thủy. Bên cạnh đó, chất thải ao nuôi cá (gồm có nước thải và bùn đáy ao) được tạo thành do sự xói mòn lớp đất trên bờ ao nuôi; lượng thức ăn dư thừa, xác vi sinh vật và động thực vật phù du, chất bài tiết của cá lắng đọng và hiện diện trong nước ao nuôi cá, làm ô nhiễm dễ gây bệnh tật cho cá nuôi. Điều này đòi hỏi phải có một quy trình xử lý nguồn nước ao nuôi cá thát lát và cá rô đồng thích hợp. Biện pháp xử lý nước ao nuôi cá đơn thuần là thay nước mới (2 lần/tháng), nước ao cá phần lớn được bơm trực tiếp ra sông rạch gây ra sự ô nhiễm đến môi trường tự nhiên và ảnh hưởng sức khỏe cá nuôi. Ngoài ra, các biện pháp hóa học (dùng hóa chất) và cơ học (tạo oxy từ guồng quay) cũng được các nông dân áp dụng nhưng có phần hạn chế vì tốn kém so với diện tích ao nuôi nhỏ. Một trong những biện pháp được đề nghị sử dụng là biện pháp sinh học trong đó sử dụng các nhóm vi khuẩn tạo ra chất kết tụ sinh học để gom các thành phần hữu cơ lơ lửng trong nước và lắng xuống đáy ao.

Bảng 1: Thành phần lý hóa tính của nước ao cá nuôi giai đoạn 3 tháng tuổi

Chỉ tiêu	pH	Amoni (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	TN (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	TP (mg/l)	TSS (mg/l)	COD (mg O ₂ /l)	BOD ₅ (mg O ₂ /l)
Cá thát lát	6,99	3,39	0,01	6,72	0,43	0,04	5,62	127,5	64,5	27,5
Cá rô đồng	7,45	42,5	3,90	8,40	0,07	0,03	1,92	251,5	195,5	79,5

Nguồn phân tích: Trung tâm Kỹ thuật và Ứng dụng Công nghệ TP. Cần Thơ

Qua kết quả từ Bảng 1 cho thấy chất lượng nước ao cá rô đồng quá kém hay ô nhiễm nhiều độc chất hơn nước ao cá thát lát nhất là hàm lượng amoni, TN, TSS, COD và BOD₅.

– **Vi khuẩn tạo chất kết tụ sinh học:** Hai dòng (chủng) *Bacillus megaterium* DT01P (Đặng Thị Huỳnh Mai *et al.* 2013) và *Agrobacterium tumefaciens* ST37S (Đặng Thị Huỳnh Mai *et al.* 2014a) được sử dụng trong thí nghiệm này. Hai dòng được nhân nuôi trong môi trường thích hợp cho đến khi đạt mật số >10⁹ tế bào/ml, dung dịch huyền phù vi khuẩn được sử dụng trực tiếp trong nước ao nuôi cá thát lát và cá rô đồng.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Nước ao cá thát lát hay cá rô đồng được bơm sang 1 ao để xử lý bio-floc có lót tấm nylon ở đáy

Nhiều giống vi khuẩn có thể sản xuất kết tụ sinh học như: *Bacillus licheniformis* sp. (Hiroaki và Kiyoshi, 1985), và *Nocardia amarae* YK1 (Takeda *et al.*, 1992) có khả năng sản xuất chất kết tụ sinh học là protein, *Alcaligenes latus* KT201 (Toeda và Kurane, 1991) và *Bacillus subtilis* IFO3335 có khả năng sản xuất chất kết tụ sinh học là polysaccharide trong khi đó *Arcuadendronsp.* TS-4 và *Arthrobacter* sp. (Wang *et al.*, 1995) có khả năng sản xuất chất kết tụ sinh học là glycoprotein. Mục tiêu của đề tài là ứng dụng các chủng vi khuẩn tạo chất kết tụ sinh học (kết hợp một lượng nhỏ chất trợ lắng PAC) và bèo tấm để xử lý hay loại bỏ các độc chất trong nước ao cá thát lát và cá rô đồng.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu

– **Địa điểm thí nghiệm:** ao cá thát lát của hộ Trần Lâm, huyện Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang (từ 22 tháng 2 năm 2014 đến 28 tháng 2 năm 2014); ao cá rô đồng của hộ Hoàng Xem ở huyện Vị Thủy, tỉnh Hậu Giang (từ 5 tháng 3 năm 2014 đến 12 tháng 3 năm 2014). Cả hai hộ nuôi cá chuyên nghiệp, thâm canh và cá thịt ở giai đoạn 92 ngày tuổi. Thành phần lý hóa tính của nước ao cá trước khi xử lý chế phẩm bio-floc trình bày trong Bảng 1.

ao để cho nước không bị thấm vào đất (Hình 1a), lượng nước bơm từ ao nuôi sang ao xử lý từ 100 m³ (ao cá rô đồng) đến 300 m³ (ao cá thát lát), sau đó bổ sung chế phẩm bio-floc (0,2% thể tích/thể tích) và PAC (poly aluminium chloride)(0,05% trọng lượng/thể tích) bằng pha riêng từng loại vào trong xô lớn để phân phối cho đều trong nước (dùng chân lùa nhiều lần)(hình 1b). Để yên trong 1 giờ, lấy mẫu nước và chuyển ngay về Cần Thơ để đo pH, hàm lượng amoni, PO₄³⁻, TN, TP, Nitrite, Nitrate, TSS, COD, BOD₅. Mẫu nước được thu sau 24, 48 và 72 giờ để đo các chỉ tiêu trên. Sau 3 ngày, nước được bơm sang ao có bèo tấm trong 48 giờ và lấy mẫu nước để đo các chỉ tiêu trên (Hình 1c và 1d). Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 2 lần lặp lại (2 ao).



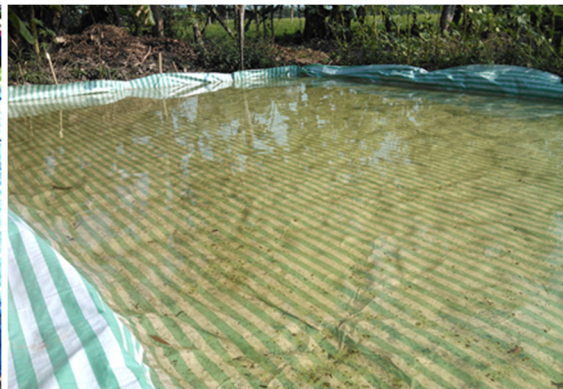
Hình 1a: Nước ao bơm vào ao xử lý bio-floc



Hình 1b: Xử lý chế phẩm bio-floc



Hình 1c: Ao chứa bèo tấm



Hình 1d: Nước ao bèo tấm sau 2 ngày

pH nước ao được đo bằng pH kế, Amoni đo bằng phương pháp so màu với thuốc thử Phenol-Nitroprusside, Orthophosphate đo bằng phương pháp so màu (Oniani), Hàm lượng N tổng (TN) theo phương pháp TCVN 6638:2000, Nitrite (phương pháp SMEWW 4500-NO₂-B:2012), Nitrate (phương pháp SMEWW 4500-NO₃-E-2012), Tổng P (TP)(phương pháp SMEWW 4500-P E:2012), Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)(phương pháp SMEWW 2540 D:2012), Nhu cầu oxy hóa học (COD)(phương pháp 8000 DR/2800 quang phổ kế), BOD₅ ở 20°C (phương pháp SMEWW 5210 D:2012). Tất cả các mẫu được đo tại Trung tâm Kỹ thuật và Ứng dụng Công nghệ Thành phố Cần Thơ trừ các chỉ tiêu như pH, amoni, orthophosphate đo tại PTN Vi sinh vật Môi trường, Viện Nghiên cứu & Phát triển Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ.

Số liệu thí nghiệm được thống kê bằng phần mềm SPSS16 được sử dụng để phân tích phương sai ANOVA, kiểm định Duncan cho các giá trị trung bình nghiệm thức.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Xử lý bio-floc và bèo tấm ở nước ao cá thát lát

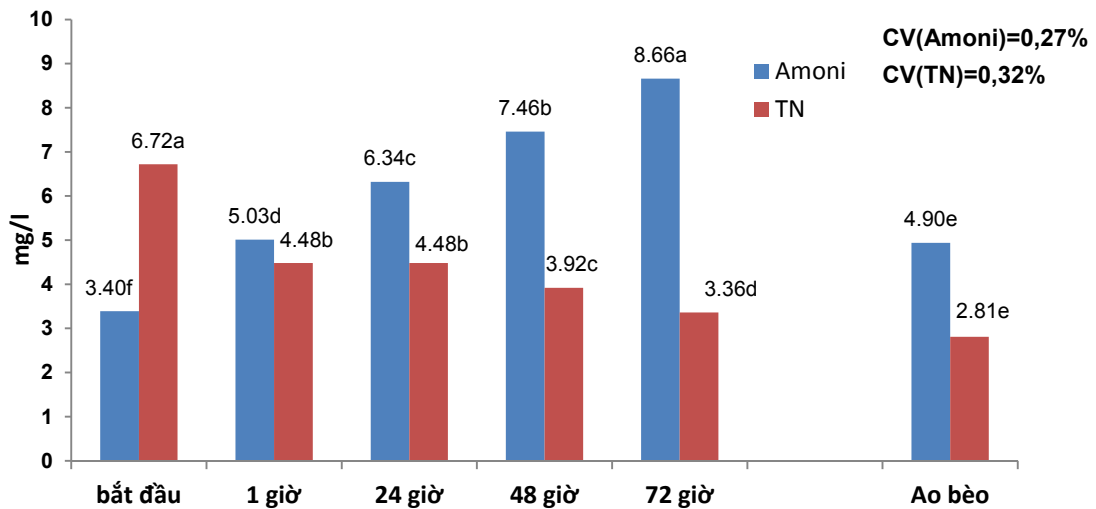
pH nước ao cá sau khi xử lý bio-floc hay ở ao bèo tấm, ít có sự biến động và ở mức trung tính trong suốt thời gian thí nghiệm (5 ngày). Hàm lượng orthophosphate, Nitrite và Nitrate trong nước ao cá thát lát rất thấp (dưới mức cho phép của QCVN40) đặc biệt là hàm lượng P tổng (TP) trong nước giảm dần theo thời gian và thấp nhất khi nước ao cá chuyển sang ao bèo tấm (Bảng 2). Hàm lượng amoni trong nước ao sau khi xử lý bio-floc tăng dần nhưng hàm lượng tổng N (TN) thấp dần theo thời gian có lẽ quá trình chuyển đổi N sang dạng amoni trong nước nên làm cho lượng TN giảm nhưng lượng amoni tăng dần tuy nhiên khi nước chuyển sang ao bèo thì cả hai đều giảm thấp so với tiêu chuẩn A của QCVN40 (Hình 2).

Hàm lượng chất rắn lơ lửng (TSS), nhu cầu oxy hóa học (COD) và nhu cầu oxy sinh học (BOD₅) giảm dần theo thời gian và thấp nhất khi nước chuyển sang ao bèo tấm (Hình 3), dưới mức cho phép của QCVN40.

Bảng 2: Hiệu quả của bio-floc trên giá trị pH nước và hàm lượng orthophosphate, nitrite, nitrate và TP trong nước ao cá thối lát

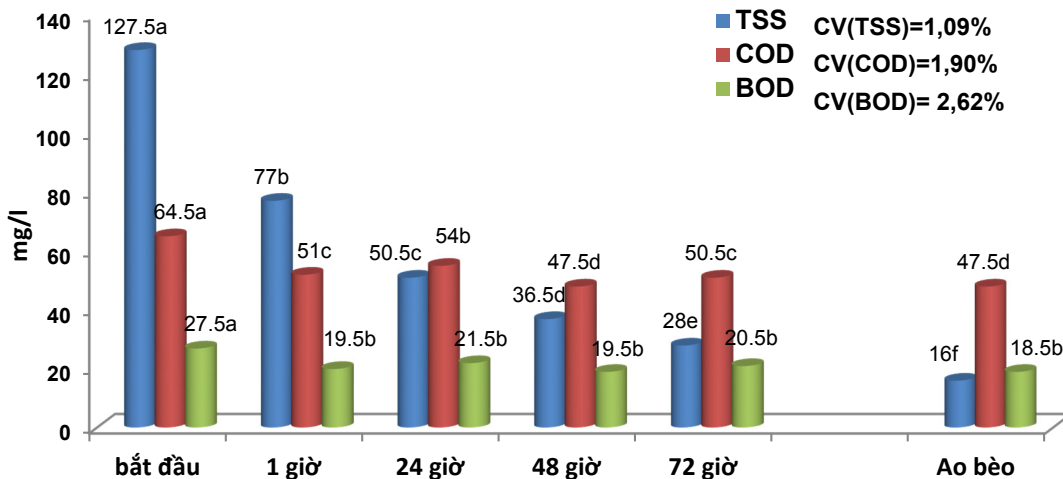
Chỉ tiêu	Sử dụng chế phẩm bio-floc xử lý nước ao cá					Xử lý nước ở ao bèo tấm	CV (%)	QCVN40: 2011/TNMT
	Trước khi TN	Sau 1 giờ	Sau 1 ngày	Sau 2 ngày	Sau 3 ngày			
pH	6,99a	6,77b	6,78b	6,70b	6,80b	7,33c	0,18	6-9
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,01f	0,41e	1,13c	1,83b	2,77a	0,73d	1,73	6*
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,43	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		0,01*
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,04	0 PH	0 PH	0 PH	0,03	0,06		50*
TP (mg/l)	5,62a	2,83d	3,08c	2,65e	3,80b	0,62f	0,28	4

Ghi chú: 0 PH (không phát hiện); * theo TCVN5945-2005, những số theo sau cùng 1 chữ không khác biệt ở 1%



Hình 2: Hiệu quả của bio-floc và bèo tấm trên hàm lượng amoni và tổng N trong nước ao cá thối lát

Những cột có số theo sau cùng 1 chữ không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức độ 1%



Hình 3: Hiệu quả của bio-floc và bèo tấm trên hàm lượng TSS, COD và BOD₅ trong nước ao cá thối lát

Những cột có số theo sau cùng 1 chữ không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức độ 1%

3.2 Xử lý bio-floc và bèo tấm ở nước ao cá rô đồng

Trong khi đó ở nước ao cá rô đồng có pH luôn ở mức trên giá trị 7, hàm lượng orthophosphate đột

ngột tăng cao sau khi xử lý chế phẩm bio-floc và chỉ giảm thấp khi nước chuyển sang ao bèo nhưng các giá trị nitrite, nitrate, tổng P (TP) đều ở mức thấp hay không phát hiện (Bảng 3).

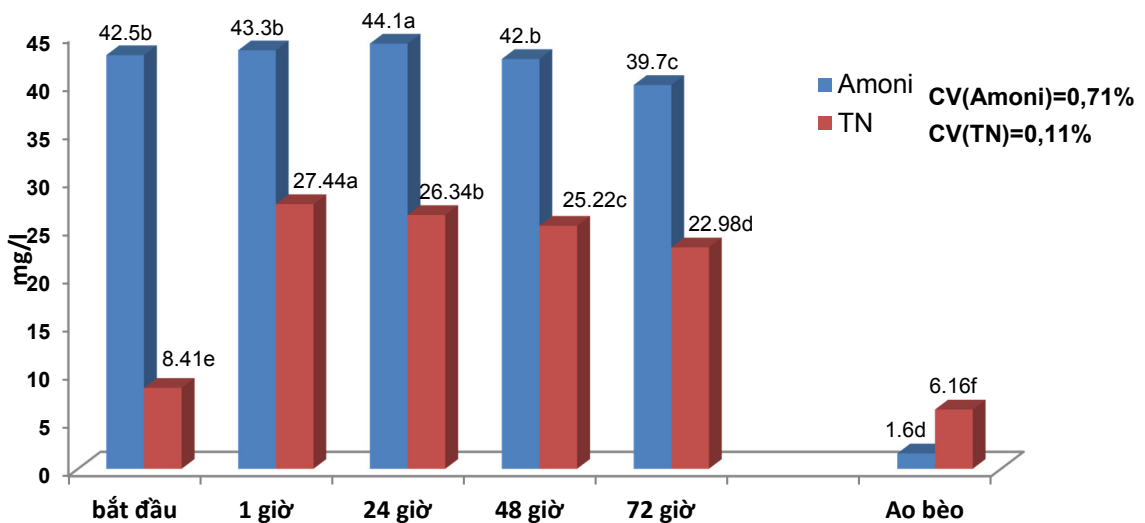
Bảng 3: Hiệu quả của bio-floc trên giá trị pH nước và hàm lượng orthophosphate, nitrite, nitrate và TP trong nước ao cá rô đồng

Chỉ tiêu	Sử dụng chế phẩm bio-floc xử lý nước ao cá					Xử lý nước ở ao bèo tấm	CV (%)	QCVN40: 2011/TNMT
	Trước khi TN	Sau 1 giờ	Sau 24 giờ	Sau 48 giờ	Sau 72 giờ			
pH	7,45a	6,96d	7,18c	7,14c	7,13c	7,32b	0,18	6-9
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	3,90e	68,05b	77,05a	38,95d	40,05c	0,23f	0,26	6*
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,43	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		0,01*
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,04	0 PH	0 PH	0 PH	0,03	0,06		50*
TP (mg/l)	1,92b	2,68a	0,65d	0,85c	0,53e	2,64a	0,06	4

Ghi chú: 0 PH (không phát hiện); * theo TCVN5945-2005, những số theo sau cùng 1 chữ không khác biệt ở 1%

Hàm lượng amoni trong nước ao nuôi cá rô đồng quá cao (có lẽ cá được cho ăn thức ăn sống chế biến tại chỗ) đồng thời hàm lượng tổng N (TN)

cũng tăng trong suốt thời gian xử lý bio-floc và chỉ giảm thấp khi chuyển nước xử lý bio-floc sang ao chứa bèo tấm (Hình 4).



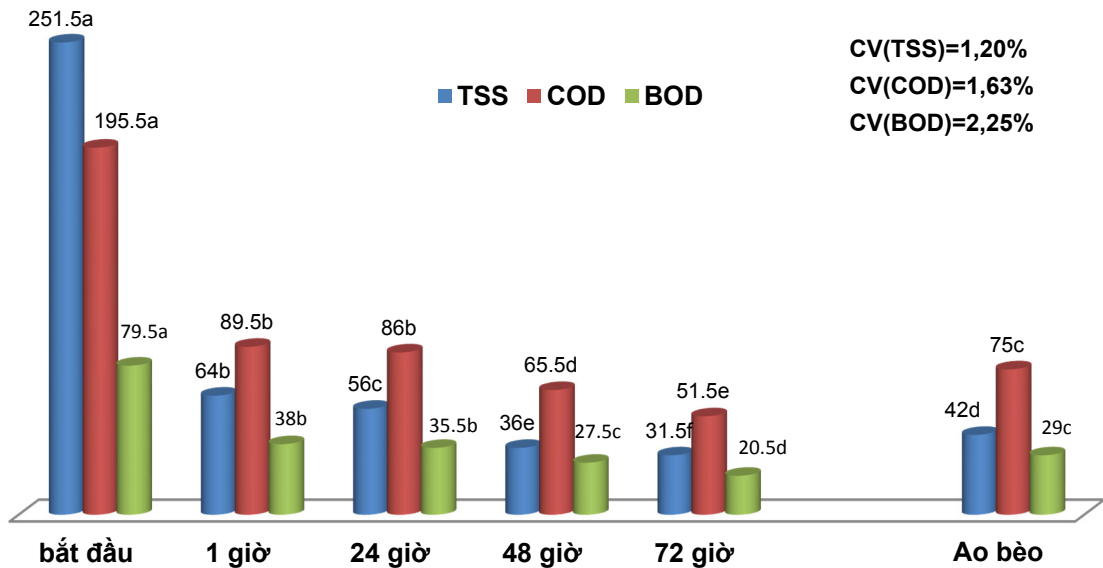
Hình 4: Hiệu quả của bio-floc và bèo tấm trên hàm lượng amoni và tổng N trong nước ao cá rô đồng

Những cột có số theo sau cùng 1 chữ không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức độ 1%

Tuy nhiên, hàm lượng tổng chất rắn (TSS), nhu cầu oxi hóa học (COD) và nhu cầu oxi sinh học (BOD₅) giảm mạnh ngay sau khi xử lý chế phẩm bio-floc và kéo dài trong suốt thời gian xử lý ở ao này (Hình 5), ao nuôi cá rô đồng sử dụng thức ăn tự chế nên nước dơ có nhiều chất rắn (thức ăn thừa) vì thế các chất kết tụ từ vi khuẩn nhanh chóng gom các chất này và lắng xuống đáy ao nên hàm lượng TSS giảm nhanh cùng với hàm lượng COD và BOD₅.

Theo Deng *et al.* (2002), chất kết tụ sinh học MBFA9 sản xuất từ dòng *Bacillus mucilaginosus*

có khả năng kết tụ 99,6% dung dịch Kaolin với liều lượng chỉ với 0,1ml/l. Các thành phần chính của MBFA9 là acid uronic (19,1%), đường trung tính (47,4%), đường amino (2,7%). Bằng phương pháp quang phổ cho thấy hiện diện của các nhóm COOH và OH trong kết tụ sinh học. MBFA9 không độc và có thể sử dụng trong công nghệ thực phẩm để làm giảm hàm lượng các chất lơ lửng. Khi áp dụng trong xử lý nước thải tinh bột thì MBFA9 hiệu quả tốt trong việc làm lắng các vật thể hữu cơ nhỏ với hiện diện của muối Ca²⁺. Sau 5 phút để lắng có thể làm giảm TSS và COD đến 85,5% và 68,5%.



Hình 5: Hiệu quả của bio-floc và bè tằm trên hàm lượng TSS, COD và BOD₅ trong nước ao cá rô đồng

Những cột có số theo sau cùng 1 chữ không khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức độ 1%

Những thí nghiệm của chúng tôi trước đây ứng dụng dòng vi khuẩn *Enterobactersp.* dòng T2a tạo chất kết tụ sinh học đã làm giảm lượng TSS và COD trong nước thải tinh bột ở lò sản xuất bún ở Tiền Giang lên đến 90,43% và 50% sau 30 phút để lắng (Cao Ngọc Diệp và CS, 2010) và ứng dụng vi khuẩn tạo chất kết tụ sinh học *Enterobacter aerogenes* P11 và P14 giảm hàm lượng COD và TSS trong nước thải nhà máy sữa là 44,44% và 58,98%; 33,33% và 28%, theo thứ tự (Bùi Thế Vinh và CS. 2010), trên nước rỉ rác giảm hàm lượng TSS và COD là 12,4% và 21,89% (Cao Ngọc Diệp và Phạm Sĩ Phúc, 2013), trên nước ao cá tra giảm hàm lượng TSS (68,60%) và COD (63,27%) (Đặng Thị Huỳnh Mai và CS. 2014b), trên nước thải trại heo sau biogas giảm lượng COD (71,89%), TSS (81,22%), TN (65,91%), TP (85,02%) và Amoni (66,37%)(Huỳnh văn Tiền và CS. 2014) với dòng *Bacillus megaterium* LONGAN.51. Bên cạnh, sự hoạt động của vi khuẩn tạo chất kết tụ sinh học trong xử lý nước ao nuôi cá, vai trò của bè tằm, một loại bè có mặt khắp nơi ở Đồng bằng sông Cửu Long, đã góp phần loại bỏ các độc chất hoàn toàn hơn.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

Ứng dụng chế phẩm bio-floc (gồm vi khuẩn tạo chất kết tụ sinh học bổ sung 1 lượng nhỏ chất trợ lắng PAC) xử lý nước ao nuôi cá thát lát và cá rô đồng ô nhiễm nhiều độc chất trong một thời gian ngắn thông qua 2 ao (xử lý bio-floc và ao bè tằm), nước ao sau khi xử lý đạt chất lượng loại A của QCVN40:2011/BTNMT đã đáp ứng mục tiêu đề tài.

4.2 Đề xuất

Phổ biến qui trình xử lý nước ao nuôi cá thát lát và cá rô đồng đơn giản, rẻ tiền bao gồm 2 ao: ao xử lý với chế phẩm bio-floc [vi khuẩn kết tụ sinh học và một lượng nhỏ chất trợ lắng và 1 ao trữ nước với bè tằm trong 5 ngày] (chiếm khoảng 1/3 đến 1/5 diện tích mặt nước ao nuôi) đồng thời xử lý liên tục đến người dân nuôi để họ áp dụng xử lý nước ao nuôi của họ.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài được thực hiện dưới sự hỗ trợ kinh phí của Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Hậu Giang.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Thế Vinh, Phan Thanh Quốc và Cao Ngọc Điệp. 2010. Phân lập và nhận diện vi khuẩn sản xuất chất kết tụ sinh học trong chất thải sữa và ứng dụng trong xử lý nước thải. Tạp chí Công nghệ sinh học 8 (3A): 805-809.
2. Cao Ngọc Điệp, Lê Thị Loan, Trần Ngọc Nguyên. 2010. Phân lập và nhận diện vi khuẩn sản xuất chất kết tụ sinh học và ứng dụng trong xử lý nước thải. Tạp chí Công nghệ sinh học 8(2): 253-264.
3. Cao Ngọc Điệp và Phạm Sĩ Phúc. 2013. Phân lập và nhận diện vi khuẩn sản xuất chất kết tụ sinh học trong nước rỉ rác và ứng dụng trong xử lý nước rỉ rác. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, phần A, 28a:86-92.
4. Đặng thị Huỳnh Mai, Hà Thanh Toàn và Cao Ngọc Điệp. 2013. Đa dạng di truyền của vi khuẩn tạo chất kết tụ sinh học phân lập từ bùn đáy ao nuôi cá tra Đồng bằng sông Cửu Long. Tuyển tập Hội nghị khoa học công nghệ sinh học toàn quốc tổ chức ngày 27 tháng 9 năm 2013 tại Hà Nội. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội, Quyển 1, 137-141.
5. Đặng Thị Huỳnh Mai, Hà Thanh Toàn và Cao Ngọc Điệp. 2014a. Nghiên cứu tuyển chọn các chủng vi khuẩn tạo chất kết tụ sinh học phân lập từ bùn đáy ao nuôi cá tra ở Đồng bằng sông Cửu Long trên môi trường polysaccharide và ứng dụng vào xử lý nước ao nuôi cá tra ở quy mô phòng thí nghiệm. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 07:69-76.
6. Đặng Thị Huỳnh Mai, Hà Thanh Toàn và Cao Ngọc Điệp. 2014b. Tối ưu hóa và ứng dụng vi khuẩn tạo chất kết tụ sinh học trên môi trường protein vào xử lý nước ao nuôi cá tra ở quy mô phòng thí nghiệm. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, phần B, 30b:13-21.
7. Deng, S.B., G. Yu and Y.P. Ting. 2005. Production of a bioocculant by *Aspergillus parasiticus* and its application in dye removal. Colloids Surf. B: Biointerfaces, 44:179-186.
8. Hiroaki, T., Kiyoshi K. 1985. Purification and chemical properties of a flocculant produced by *Paecilomyces*. Agric Biol Chem., 49: 3159–3164.
9. Huỳnh Văn Tiền, Đinh Thị Bé Hiền và Cao Ngọc Điệp. 2014. Tối ưu hóa khả năng tổng hợp chất kết tụ sinh học từ dòng vi khuẩn *Bacillus megaterium* Long An.51 và thử nghiệm xử lý nước thải sau biogas chuồng trại chăn nuôi heo. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 13:66-71.
10. Takeda, M., J. Koizumi, H. Matsuoka and I. Hikuma. 1992. Factors affecting the activity of a protein bioflocculant produced by *Nocardia amarae*. J Ferment Bioeng., 74:408–409.
11. Toeda, K. and R. Kurane. 1991. Microbial flocculant from *Alcaligenes cupidus* KT201. Agric Biol Chem., 55: 2793–2799.
12. Wang, Z., K. Wang and Y. Xie. 1995. Bioflocculant-producing microorganisms. Acta microbiol Sin., 35: 121–129.