

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CHẾ PHẨM NEO-POLYMIC.NA XỬ LÝ MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM CHÂN TRẮNG

■ **Nguyễn Quang Huy, Ngô Thị Oanh, Nguyễn Thị Linh
Nguyễn Khắc Đức, Nguyễn Văn Khả**
Trung tâm Ứng dụng tiến bộ KH&CN Nghệ An

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nuôi trồng thủy sản ở nước ta đã phát triển mạnh mẽ trong hơn hai thập kỷ qua với tốc độ tăng trưởng về sản lượng trung bình hơn 12%/ năm, góp phần đưa Việt Nam thành một trong 5 nước xuất khẩu thủy sản hàng đầu trên thế giới (Nguyễn Quang Huy, 2018). Sản phẩm thủy sản Việt Nam đã xuất khẩu trên 170 nước và vùng lãnh thổ. Năm 2020, kim ngạch xuất khẩu thủy sản đạt 8,6 tỉ USD, sản lượng nuôi thủy sản đạt xấp xỉ 4,56 triệu tấn với các đối tượng nuôi chủ lực là tôm, cá tra, cá rô phi và nhuyễn thể (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2020). Tuy nhiên, do mức độ nuôi thâm canh ngày càng tăng, nguy cơ bùng phát dịch bệnh và ô nhiễm môi trường ngày càng trầm trọng, ảnh hưởng đến tính bền vững của nghề nuôi. Mặt khác, việc lạm dụng kháng sinh và hóa chất trong quá trình nuôi cũng ảnh hưởng đến chất lượng, an toàn vệ sinh thực phẩm của hàng thủy sản, sức khỏe con người và tác động lâu dài đến hệ sinh thái. Trước tình hình đó, nhiều tiến bộ khoa học đã được áp dụng trong nuôi thủy sản như công

nghệ nuôi tiên tiến (công nghệ bio-floc, semi-floc, nuôi nhiều giai đoạn...) kết hợp với sử dụng chế phẩm sinh học (probiotics). Trong đó, sử dụng các chế phẩm sinh học được áp dụng phổ biến bởi những lợi ích thiết thực nó mang lại.

Chế phẩm sinh học chứa một hoặc nhiều loài vi sinh vật hữu ích, được sử dụng rộng rãi trong nuôi thủy sản, đặc biệt trong nuôi thâm canh các loài nuôi thủy sản chủ lực. Chế phẩm sinh học dùng để bổ sung vào thức ăn hoặc vào môi trường nước, giúp phân hủy chất hữu cơ trong ao, kìm hãm sự phát triển của vi khuẩn có hại, kích thích tiêu hóa, tăng cường hệ miễn dịch cho đối tượng nuôi, xử lý các khí độc (Ngo Van Hai, 2015), qua đó hạn chế việc dùng hóa chất xử lý môi trường và thuốc phòng trị bệnh, hạn chế tối đa mức độ thay nước. Hiện nay, trên thị trường ở Nghệ An có hàng chục loại chế phẩm sinh học dùng trong nuôi trồng thủy sản được sản xuất trong nước hoặc nhập khẩu với chất lượng, giá cả khó kiểm soát và đánh giá. Đây là những thách thức đang đặt ra cho các nhà quản lý và người dân nuôi trồng thủy sản.

Thực hiện dự án KH&CN cấp tỉnh, Trung tâm Ứng dụng tiến bộ KH&CN Nghệ An đã tiếp nhận công nghệ từ Trung tâm Phát triển khoa học và Đổi mới sáng tạo Hải Phòng để sản xuất chế phẩm sinh học Neo-Polymic.NA dùng trong xử lý môi trường nuôi thủy sản. Các chủng vi khuẩn trong chế phẩm này gồm

HOẠT ĐỘNG KH-CN

Bacillus subtilis, *B.licheniformis* và *B. megaterium*, là ba chủng vi khuẩn chủ lực trong phân giải các chất hữu cơ. Chế phẩm Neo-Polymic còn khá mới trên thị trường trong nước nói chung và ở Nghệ An nói riêng. Cách sử dụng chế phẩm vẫn cần được nghiên cứu đầy đủ hơn. Hiện nay, có hai cách sử dụng chế phẩm sinh học để xử lý môi trường phổ biến là ủ chế phẩm với cơ chất (thường là rơm rạ) trước khi sử dụng hoặc bón trực tiếp vào ao, tùy thuộc vào từng loại chế phẩm cụ thể. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá và tối ưu hóa cách sử dụng chế phẩm Neo-Polymic.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Phương pháp sản xuất chế phẩm Neo-Polymic.NA

Chế phẩm Neo-Polymic.NA được sản xuất tại Trại Nghiên cứu thực nghiệm và dịch vụ KH&CN, thuộc Trung tâm Ứng dụng tiến bộ KH&CN Nghệ An. Ba chủng giống vi khuẩn dùng để sản xuất chế phẩm gồm *Bacillus subtilis*, *B.licheniformis* và *B. megaterium* được bảo quản trong tủ lạnh nhiệt độ 4-6°C. Quy trình sản xuất chế phẩm Neo-Polymic bao gồm các bước: nhân giống cấp 1 từ các chủng giống sản xuất (G1) trong các bình tam giác 100ml, nhân giống cấp 2 ở các bình tam giác 1L và nhân giống cấp 3 trong nồi lên men thể tích 300L (Hình 1). Tỷ lệ tiếp giống bằng 10% môi trường nuôi cấy ở mỗi lần nhân. Môi trường MPA cải tiến được sử dụng để nhân giống, gồm các thành phần: Pepton, cao nấm men, NaCl, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, được pha vào nước RO và điều chỉnh pH đạt 7,2. Môi trường được khử trùng trong nồi hấp với thời gian 30 phút, nhiệt độ 121°C trước khi sử dụng. Thời gian nhân giống ở mỗi cấp là 24 giờ ở nhiệt độ 37°C. Lên men riêng rẽ cho từng chủng vi khuẩn. Dịch lên men cấp 3 được trộn đều với cám gạo với tỷ lệ 1:3 bằng máy trộn và ủ đồng trong thời gian 24 giờ. Nhiệt độ trong đồng ủ có thể lên tới 45°C. Chế phẩm bán thành phẩm được

sấy hoặc phơi khô (ở nhiệt độ 45-50°C) để đạt độ ẩm 11% trước nghiền mịn và đóng gói (Hình 2). Chế phẩm được lấy mẫu để kiểm tra mật độ vi sinh vật hữu ích sau khi sản xuất. Mỗi mẻ sản xuất từ 200-400kg.

2. Thí nghiệm 1: Đánh giá sinh khối vi khuẩn ở các phương pháp ủ chế phẩm

Hai hình thức ủ chế phẩm Neo-Polymic.NA là ủ sục khí hoặc yếm khí kết hợp với có hoặc không có rơm rạ và muối để tạo 5 công thức ủ. Chế phẩm ủ sục khí được thực hiện trong can nhựa 20L, ủ yếm khí thực hiện trong can 10L. Nước sử dụng là nước máy được lọc qua màng lọc. Các công thức ủ chế phẩm như sau:

N1: 0,2kg chế phẩm + 10L nước + ủ yếm khí



Hình 1a. Nhân giống cấp 2



Hình 1b. Nhân giống cấp 3

N2: 0,2kg chế phẩm + 10L nước + ủ sục khí

N3: 0,2kg chế phẩm + 0,1L rỉ mật + 10L nước + ủ sục khí;

N4: 0,2kg chế phẩm + 0,1L rỉ mật + 10L nước + ủ yếm khí;

N5: 0,2kg chế phẩm + 0,1L rỉ mật + 10L nước + 50g muối + ủ yếm khí.

Sau 5 ngày ủ ở nhiệt độ phòng (28-30°C), lấy mẫu ủ và nuôi cấy vi khuẩn trên đĩa thạch để xác định mật độ vi khuẩn trong từng công thức ủ. Phương pháp đếm khuẩn lạc theo Nimrat *et al.* (2012). Công thức tính số khuẩn lạc trong chế phẩm khô hoặc trong dịch đã ủ như sau:

$$M=N/(V.10k)$$

V. 10^k. Trong đó:

N: Số khuẩn lạc đếm được;

k: Hệ số pha loãng;

M: Số tế bào vi khuẩn có trong 1g hoặc 1mL mẫu (CFU/g, hoặc CFU/mL);

V: Thể tích dịch pha loãng được cấy trên đĩa thạch (mL).

Kiểm tra mật độ vi khuẩn ở dịch cấp 3, chế phẩm Neo-Polymic.NA và công thức ủ được minh họa ở Hình 2.

3. Thí nghiệm 2: Sử dụng các chế phẩm xử lý môi trường nước ao tôm

Nước ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh (mật độ 120 con/m², giai đoạn 75 ngày nuôi) có độ mặn 20‰ được sử dụng làm thí nghiệm. Thí nghiệm được tiến hành trong các can nhựa 20L, mỗi can chứa 18L nước, gồm 4 công thức:

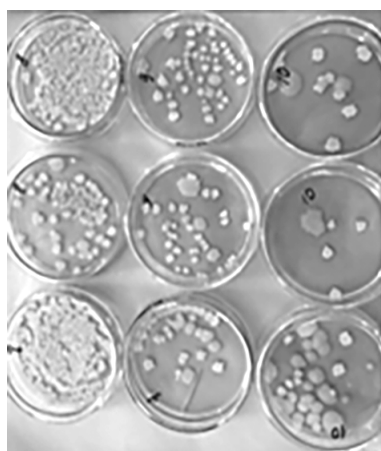
CT1: Nước ao không bổ sung chế phẩm, đối chứng;

CT2: Neo-Polymic.NA khô, sử dụng trực tiếp, cho vào nước ao 4g/18L;

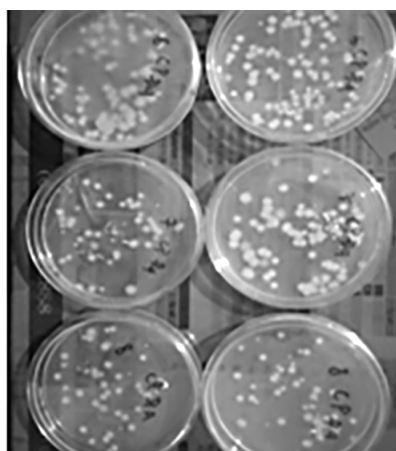
CT3: Neo-Polymic.NA đã ủ (mật độ vi khuẩn cao nhất ở thí nghiệm 1), bón 2% v/v.

CT4: Chế phẩm EM sau khi ủ, bón vào nước với tỉ lệ 1% v/v.

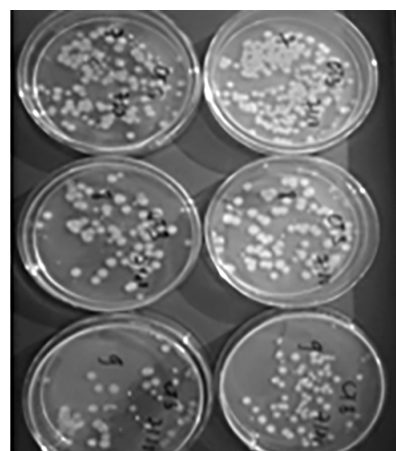
Chế phẩm EM được dùng khá phổ biến trên thị trường ở dạng dịch lỏng (gồm các chủng vi khuẩn: *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* và *B.phantarum*) được ủ theo hướng dẫn của nhà sản xuất (ủ yếm khí, có rỉ mật và muối). Sau khi ủ 5 ngày, chế phẩm EM có mật độ vi khuẩn đạt mật độ 3,2x10¹⁰ CFU/ml. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 2 lần. Đánh giá hiệu quả xử lý nước của chế phẩm qua các thông số môi trường nước trước và sau 7 ngày, gồm: pH, NH₄⁺, NH₃, H₂S và nhu cầu oxy sinh học của vi khuẩn để phân hủy chất hữu cơ (BOD₅). BOD₅ và NH₄⁺ được phân tích bằng các phương pháp theo các tiêu chuẩn tương ứng là TCVN 6001-1:2008 và TCVN 6179-1:1996. NH₃ được đo bằng test kit Sera (Đức). H₂S đo bằng test kit của Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. pH đo bằng máy đo đa chức năng, hiệu Multi-function-N135.



Hình 2a. Dịch cấp 3



Hình 2b. Chế phẩm



Hình 2c. Mật độ vi khuẩn ở N3

4. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm thống kê SPSS 16.0. Các chỉ số đánh giá được thể hiện là Giá trị trung bình $\pm$ Độ lệch chuẩn (SD). Sử dụng phân tích phương sai một nhân tố và kiểm định Duncan để xác định sai khác giữa các nghiệm thức. Sai khác có ý nghĩa thống kê khi $P < 0,05$.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bảng 1. Mật độ tổng vi khuẩn và tăng sinh khối chế phẩm sau 5 ngày ủ

Công thức	Mật độ vi khuẩn (10^{10} CFU/ml)	Số lần tăng sinh khối so với ban đầu
N1	$7,5 \pm 0,14^a$	5769,2 ^a
N2	$10,9 \pm 1,27^b$	8384,6 ^b
N3	$11,2 \pm 0,77^b$	8615,4 ^b
N4	$8,0 \pm 0,14^a$	6153,8 ^a
N5	$7,9 \pm 0,56^a$	6076,9 ^a

Ghi chú: N1 (không rỉ mật, yếm khí), N2 (không rỉ mật, sục khí), N3 (+ rỉ mật, sục khí), N4 (+ rỉ mật, yếm khí), N5 (+ rỉ mật, muối, yếm khí). Số liệu trong cùng một cột có ký hiệu mũ khác nhau là sai khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sau 5 ngày ủ, mật độ vi khuẩn ở công thức ủ có sục khí, có rỉ mật (N3) là $11,2 \times 10^{10}$ CFU/ml, cao hơn nhưng không khác biệt có ý nghĩa thống kê với công thức ủ sục khí, không có rỉ mật (N2): $10,9 \times 10^{10}$ CFU/ml ($P > 0,05$). Tuy nhiên, mật độ vi khuẩn ở cả hai nghiệm thức ủ có sục khí

1. Đánh giá sinh khối vi khuẩn ở các phương pháp ủ

Bằng phương xác định mật độ vi khuẩn trên đĩa thạch, dịch lên men cấp 3 của chế phẩm Neo-Polymic đạt 41×10^{10} CFU/ml. Chế phẩm Neo-Polymic có hàm lượng vi khuẩn trung bình là $6,5 \times 10^8$ CFU/g. Mật độ vi khuẩn tổng số sau ủ và mức tăng sinh khối vi khuẩn so với ban đầu (0,2kg chế phẩm) thể hiện ở Bảng 1.

(N2, N3) đều cao hơn mật độ vi khuẩn ở các công thức ủ yếm khí là N1, N4 và N5 ($P < 0,05$). Mật độ vi khuẩn ở các công thức ủ yếm khí dao động từ $7,5-8,0 \times 10^{10}$ CFU/ml và không có sự khác biệt ($P > 0,05$) khi ủ có bổ sung rỉ mật (N4) hay không bổ sung rỉ mật (N1) hoặc bổ sung thêm muối (N5). Sinh khối vi khuẩn sau quá trình ủ tăng lên so với



Chế phẩm Neo-Polymic.NA

ban đầu (200g chế phẩm khô) từ 5769,2 lần ở N1 đến 8615,4 lần ở N3. Tương tự mật độ vi khuẩn, số lần tăng sinh khối vi khuẩn khi ủ có sục khí (N2 và N3) đều cao hơn các công thức ủ yếm khí (N1, N4 và N5).

Như vậy ủ chế phẩm trong điều kiện sục khí giúp gia tăng mật độ và sinh khối vi khuẩn cao hơn ủ yếm khí. Điều này cũng phù hợp với đặc điểm sinh học của các chủng vi khuẩn có trong chế phẩm Neo-Polymic. Các chủng vi khuẩn thuộc

loài *Bacillus subtilis* sống hiếu khí không bắt buộc, còn các chủng vi khuẩn thuộc loài *B.licheniformis* là kỵ khí không bắt buộc. Trong khi đó các chủng thuộc loài *B.megaterium* chủ yếu sống hiếu khí (Goswami *et al.*, 2018). Dịch ủ ở công thức N3 có mật độ vi khuẩn cao nhất nên được lựa chọn để sử dụng trong thí nghiệm 2.

2. Đánh giá khả năng xử lý môi trường của các loại và hình thức sử dụng chế phẩm

Nước ao nuôi tôm chân trắng tại thời điểm lấy mẫu có các chỉ tiêu BOD₅, NH₄⁺ và NH₃ lần lượt là 12 mg/L, 3,14 mg/L và 0,15 mg/L (Bảng 2).

Bảng 2. Chất lượng nước xử lý bởi các chế phẩm và cách ủ khác nhau

Chỉ tiêu môi trường	Nước nuôi tôm ban đầu	Kết quả xử lý môi trường nước nuôi tôm			
		CT1	CT2	CT3	CT4
pH	7,69	8,15	8,05	7,94	8,09
NH ₄ ⁺ (mg/L)	3,14	2,85 ± 0,23 ^a	2,12 ± 0,11 ^b	0,9 ± 0,04 ^c	1,14 ± 0,12 ^d
NH ₃ (mg/L)	0,15	0,27 ± 0,03 ^a	0,13 ± 0,02 ^b	0,05 ± 0,01 ^c	0,08 ± 0,02 ^d
BOD ₅ (mg O ₂ /L)	12,0	8,2 ± 0,3 ^a	3,5 ± 0,5 ^b	3,9 ± 0,4 ^b	4,8 ± 0,3 ^c
H ₂ S (mg/L)	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH

Ghi chú: CT1: đối chứng sau 7 ngày, CT2: chế phẩm khô (dùng trực tiếp), CT3: chế phẩm ủ sục khí với rỉ mật, CT4: chế phẩm EM ủ rỉ mật. KPH: Không phát hiện. Các số liệu ở cùng hàng với các số mũ khác nhau là sai khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Sau 7 ngày thí nghiệm, công thức đối chứng không xử lý chế phẩm vi sinh (CT1) có hàm lượng BOD₅ và NH₄⁺ giảm xuống lần lượt là 8,2 mg/L và 2,85 mg/L. Tuy nhiên hàm lượng khí độc NH₃ lại tăng lên từ 0,15-0,27 mg/L. Đồng thời pH của nước cũng tăng lên từ 7,69-8,15, cao hơn so với pH của nước được xử lý bởi các chế phẩm (7,94-8,05). Khi pH của nước tăng cũng làm tăng mức độ chuyển hóa NH₄⁺ sang dạng khí độc NH₃, gây hại cho động vật thủy sản (Kater *et al.*, 2006). Chỉ tiêu BOD₅ giảm ở công thức đối chứng cho thấy trong nước ao ban đầu có sẵn vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ nên có thể làm giảm chỉ tiêu BOD₅. Tuy nhiên quá trình phân hủy này cũng làm tăng pH và NH₃.

Đối với 3 công thức được bổ sung chế phẩm sinh học (CT2, CT3, CT4), vi sinh hữu ích đã cải thiện chất lượng nước rõ rệt. Các chỉ tiêu NH₄⁺, NH₃ và BOD₅ đều giảm đáng kể so với CT1, lần lượt là 25,6-68,4%, 51,9-81,5% và 41,5-57% (tính ra từ Bảng 2, $P < 0,05$). Trong đó, chỉ số NH₄⁺ và NH₃ thấp nhất ở công thức CT3 (0,9 mg/L, 0,05 mg/L), tiếp đến là CT4 (1,14 mg/L, 0,08 mg/L) và cao nhất ở CT2 (2,12 mg/L, 0,13 mg/L). Chỉ số BOD₅ thấp nhất ở CT2 (3,5 mg/L), không khác biệt với CT3 (3,9 mg/L) nhưng đều nhỏ hơn so với CT4 (4,8 mg/L). Không phát hiện khí H₂S ở nước đầu vào và nước ở các công thức sau quá trình xử lý. Kết quả thí nghiệm này cho thấy sử dụng chế phẩm Neo-Polymic.NA ủ với rỉ mật có sục khí (CT3) cho khả năng xử lý NH₃ và NH₄⁺ tốt hơn so với sử dụng chế phẩm trực tiếp (CT2) và cũng tốt hơn EM. Điều này có thể liên quan đến vi khuẩn trong chế phẩm Neo-Polymic ủ trong điều kiện sục khí có rỉ mật

đã có thời gian được hoạt hóa và có mật độ cao ở liều 2% v/v so với sử dụng trực tiếp 4g chế phẩm khô. Chế phẩm Neo-Polymic có dạng bột chứa bào tử các chủng vi khuẩn. Vì vậy quá trình ủ, sục khí sẽ giúp vi khuẩn có thời gian hoạt hóa và tăng sinh khối nên sẽ tăng hiệu quả hơn so với dùng trực tiếp. Hiệu quả xử lý chất hữu cơ của chế phẩm Neo-Polymic.NA dùng trực tiếp (CT2) hoặc qua ủ sục khí với rỉ mật (CT3) có tác dụng xử lý chất hữu cơ tốt hơn chế phẩm EM, thể hiện qua chỉ số BOD₅ thấp hơn.

Chủng vi khuẩn *Bacillus spp* đã được sử dụng rộng rãi trong các chế phẩm sinh học. Kết quả của nhiều nghiên cứu trước cho thấy, các chủng vi khuẩn này có khả năng cải thiện chất lượng nước nuôi thủy sản, kích thích tăng trưởng tôm, hệ miễn dịch và ức chế vi khuẩn có hại (Kuebutornye *et al.*, 2019; Khademzade *et al.*, 2020). Nguyễn Tiến Long (2018) dùng chế phẩm sinh học đơn dòng *Bacillus subtilis* để xử lý nước ao nuôi tôm thâm canh cho thấy khả năng xử lý các chỉ tiêu môi trường như NH₄⁺, PO₄³⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, BOD₅ trên 63,0 %. Kết quả thí nghiệm của chúng tôi với ba chủng *Bacillus spp* trong chế phẩm sinh Neo-Polymic.NA (ở dạng ủ yếm khí hoặc dạng khô) đã cải thiện được chất lượng nước nuôi tôm nhờ khả năng phân giải chất hữu cơ và xử lý khí độc. Các chỉ số BOD₅ (3,5-3,9 mg/L) và NH₃ (0,05-0,13 mg/L) sau một tuần xử lý đều ở trong phạm vi an toàn trong nuôi tôm chân trắng (Khademzade *et al.*, 2020). Kết quả của nghiên cứu này sẽ góp phần giúp chúng tôi hoàn thiện quy trình sử dụng chế phẩm Neo-Polymic trong xử lý môi trường nuôi thủy sản. Hiện nay, chế phẩm Neo-Polymic.NA đang trong quá trình đánh giá hiệu quả sử dụng ở các mô hình nuôi tôm chân trắng, tôm sú và cá rô phi ở Nghệ An.

IV. KẾT LUẬN

Các hình thức ủ chế phẩm Neo-Polymic khác nhau ảnh hưởng đến mật độ và mức độ tăng sinh khối vi khuẩn. Mật độ vi khuẩn ở cách ủ có sục khí có rỉ mật (11,2x10¹⁰ CFU/mL) hoặc không có rỉ mật (10,9x10¹⁰ CFU/mL) đều cho mật độ vi khuẩn cao hơn so với ủ yếm khí có hoặc không có rỉ mật hoặc muối (7,5-8,0x10¹⁰ CFU/mL) sau thời gian ủ 5 ngày. Sử dụng chế phẩm Neo-Polymic ủ với rỉ mật có sục khí cho khả năng xử lý NH₃ và NH₄⁺ tốt hơn so với sử dụng chế phẩm trực tiếp (không qua ủ) và chế phẩm EM. Sử dụng chế phẩm Neo-Polymic trực tiếp có tác dụng xử lý NH₃ tương đương với EM nhưng hiệu quả hơn trong xử lý chất hữu cơ, thể hiện qua chỉ số BOD₅ thấp hơn.

Như vậy chế phẩm Neo-Polymic có thể sử dụng theo hai hình thức ủ hoặc bón trực tiếp. Khi muốn xử lý khí độc NH₃ hiệu quả, nên chuẩn bị ủ chế phẩm trước khi bón vào ao nuôi./.

Tài liệu tham khảo

1. Goswami, G., Panda, D., Samanta, R., Boro RC., Modi, MK., Bujarbaruah, KM. & Barooah, M., 2018. *Bacillus megaterium* adapts to acid stress condition through a network of genes: Insight from a genomewide transcriptome analysis. Scientific report 8, 1-12.
2. Kater, B.J., Dubbeldam, M. & Postma, J.F., 2006. Ammonium Toxicity at High pH in a Marine Bioassay Using *Corophium volutator*. *Arch Environ Contam Toxicol* 51, 347-351.
3. Khademzade, O., Zakeri, M., Haghi, M., Mousavi, S.M., 2020. The effects of water additive *Bacillus cereus* and *Pediococcus acidilactici* on water quality, growth performances, economic benefits, immunohematology and bacterial flora of white leg shrimp (*Penaeus vannamei* Boone, 1931) reared in earthen ponds. *Aquaculture Research*, 51: 1759-1770.
4. Kuebutornye, F. K., Abarike, E. D., & Lu, Y. (2019). A review on the application of *Bacillus* as probiotics in aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 87, 820-828.
5. Ngo Van Hai, 2015. The use of probiotics in aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*. 119: 917-935.
6. Nguyễn Quang Huy, 2018, *Thành tựu, thách thức và giải pháp khoa học công nghệ phục vụ phát triển nuôi cá biển quy mô công nghiệp*, Kỷ yếu Hội nghị Khoa học và Công nghệ chuyên ngành thủy sản giai đoạn 2013-2018. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. NXB Thanh niên, Hà Nội.
7. Nguyễn Tiến Long, 2018, *Nghiên cứu lựa chọn chế phẩm sinh học xử lý nước nuôi tôm tập trung*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.
8. Nimrat, S., Suksawat, S., Boonthai, T., & Vuthiphandchai, V., 2012. Potential *Bacillus* probiotics enhance bacterial numbers, water quality and growth during early development of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Veterinary Microbiology*, 159 (3-4), 443-450.