



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



(51)⁷ **C02F 3/06**

(13) **Y**

(21) 2-2017-00115 (22) 28.04.2017
(45) 26.08.2019 377 (43) 25.12.2017 357
(73) **CÔNG TY TNHH ĐẦU TƯ VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ NHẬT NAM (VN)**
6/52 Phương Lưu 1, Đông Hải 1, Hải An, Hải Phòng
(72) **Đỗ Mạnh Hào (VN)**

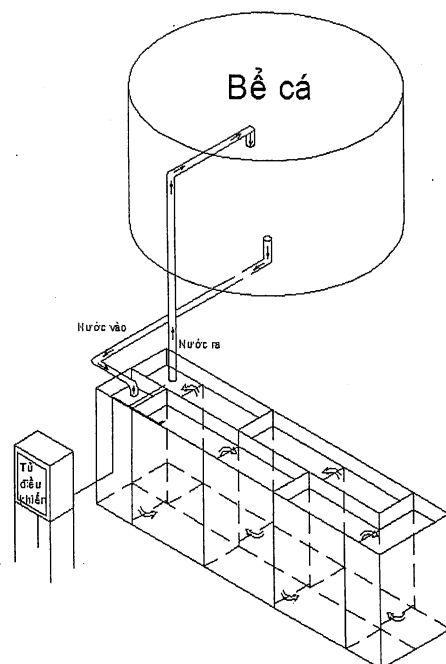
(54) **HỆ THỐNG LỌC SINH HỌC TUẦN HOÀN NƯỚC ĐỂ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống lọc sinh học tuần hoàn nước để nuôi trồng thủy sản bao gồm:

mô-đun lọc hóa-lý gồm các ngăn (1 và 2) để lọc thô các chất ô nhiễm dạng rắn, loại bỏ các chất độc, các chất hữu cơ hòa tan bằng hệ thống tách bọt và sục khí ozon;

mô-đun lọc sinh học nitrat hóa ngấp nước gồm các ngăn (3- 8) để loại bỏ phần lớn các chất độc amoniac và nitrit; và

mô-đun diệt khuẩn và tái tuần hoàn nước (9) để diệt khuẩn và bơm hoàn lưu nước sau khi xử lý vào bể nuôi trồng thủy sản.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực nuôi trồng thủy sản. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống lọc sinh học tuần hoàn dạng mô-đun ứng dụng trong sản xuất giống, ương và nuôi trồng thủy sản.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Trong hệ thống nuôi trồng thủy sản, sự phân hủy thức ăn dư thừa và sự bài tiết trực tiếp của sinh vật đã dẫn đến sự tích lũy nhiều chất ô nhiễm và là môi trường thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật, trong đó có nhiều vi sinh vật gây hại. Theo Liao và Mayo (1974), cứ 1 kg thức ăn sẽ sản sinh ra lượng chất thải là 0,0289 kg tổng amoni nito (TAN), 0,024 kg nitrit, 0,0162 kg phosphat, 0,52 kg chất rắn lơ lửng, 0,60 kg BOD và 1,89 kg COD. Theo Colt (1986), cứ mỗi ngày cho cá Vược ăn 1 kg thức ăn, sẽ sản sinh ra 0,28 kg CO₂, 0,03 kg amoniac và 0,3 kg chất rắn từ phân và tiêu thụ 0,2 kg oxy.

Trong số các chất ô nhiễm tích lũy trong hệ thống nuôi trồng, khí NH₃ và NO₂⁻ là chất có tính độc cao ngay cả khi chúng ở nồng độ thấp. Các đối tượng nuôi là ấu trùng hay con non thì mức độ nhạy cảm với các chất ô nhiễm và bệnh dịch rất cao.

Đối với các hệ thống nuôi trồng với mật độ sinh vật cao, tốc độ cho ăn nhiều thì các chất ô nhiễm sẽ tích lũy rất nhanh dẫn đến gây độc cho đối tượng nuôi nếu không được thay nước thường xuyên. Do đó, để hạn chế việc thay nước mới, người ta cho nguồn nước này qua hệ thống lọc, các chất ô nhiễm sau khi được xử lý sẽ tái tuần hoàn lại hệ thống nuôi.

Hệ thống lọc sinh học được dùng phổ biến trong hệ thống nuôi thủy sản hoàn lưu (Recirculating Aquaculture System - RAS) là màng nitrat hóa dính bám trên giá thể. Nitrat hóa là quá trình oxy hóa 2 bước bởi vi sinh vật, bước thứ nhất amoniac được oxy hóa thành nitrit bởi nhóm vi khuẩn oxy hóa amoniac và

bước thứ hai nitrit được oxy hóa thành nitrat bởi vi khuẩn oxy hóa nitrit (USEPA, 1984; WPCF, 1983).

Thông qua quá trình nitrat hóa, amoniac và nitrit được oxy hóa thành nitrat không gây độc trực tiếp cho thủy sản. Amoniacc tồn tại trong môi trường nước dưới hai dạng là dạng ion (NH_4^+) và dạng khí (NH_3). Mặc dù cả hai dạng đều độc đối với đối tượng nuôi nhưng amoniacc tồn tại ở trạng thái khí độc hơn và có thể gây độc cho đối tượng nuôi tại nồng độ rất thấp đến 0,01ppm (Maede, 1985). Nói chung, nồng độ khí amoniacc trong môi trường nuôi cá không được vượt quá 0,0125 mg/L (Colt và Armstrong, 1981; Meade, 1985). Trong báo cáo khác, chỉ tiêu thiết kế hệ thống RAS đối với nồng độ khí amoniacc là không được vượt quá 0,025 mg/L (Losordo và Westers, 1994). Trong quan trắc chất lượng nước, tổng amoni nitơ (TAN) được sử dụng để đánh giá chất lượng nước.

Hiện nay, trên thế giới có 5 loại hệ thống lọc sinh học khác nhau đang được ứng dụng phổ biến trong nuôi trồng thủy sản, đó là hệ thống lọc ngập nước (Submerged biofilters), lọc sinh học nhỏ giọt (Trickling biofilters), lọc sinh học bằng lớp lọc lỏng (Fluidized bed biofilters), đĩa lọc sinh học RBC (Rotating biological contactors), và trống lọc sinh học (Biodrum).

Trong đó, hệ thống lọc ngập nước là hệ thống đang được áp dụng rất phổ biến cho các cơ sở nuôi thủy sản. Hiện nay, dựa vào tính chất của lớp vật liệu lọc mà người ta chia hệ thống lọc sinh học ngập nước thành 2 nhóm là hệ thống MBBR (Moving bed bio-Reactor (MBBR) và hệ thống PBBR (Activated packed bed bioreactor) đã được phát triển trong trại sản xuất giống thủy sản nước lợ Ấn Độ (Kumar và các đồng tác giả, 2008, 2009).

Những hệ thống lọc ngập nước này có thể vận hành theo mô hình nước chảy xuôi hay nước chảy ngược, thậm chí chảy vòng quanh hay chảy vắt ngang qua các lớp lọc. Đối với lọc ngập nước, toàn bộ vật liệu lọc luôn luôn ngập trong nước. Vi sinh vật dính bám vào vật liệu lọc tạo thành màng sinh học oxy hóa các chất ô nhiễm. Hệ thống này cũng rất phù hợp với điều kiện Việt Nam bởi các

nguồn vật liệu, máy móc hệ thống để thiết kế hệ thống rẻ tiền và khá phổ biến trong nước, dễ sử dụng, chi phí vận hành thấp.

Tuy nhiên, nhược điểm lớn nhất của hệ thống này là do dòng đường đi gấp khúc, các chất lơ lửng có thể tích tụ bên trong khe hở vật liệu lọc làm cho bề lọc bị tắc cục bộ hoặc toàn bộ. Những nơi bị tắc sẽ làm cho vi khuẩn hiếu khí bị chết hoặc thay thế bởi vi khuẩn kỵ khí dẫn đến suy giảm chất lượng nước đối với nuôi trồng thủy sản.

Chìa khóa quan trọng nhất quyết định hiệu quả của hệ thống lọc này là vật liệu lọc, đường đi của nước qua vật liệu lọc và giải pháp hạn chế tình trạng tắc cục bộ. Đường đi của nước được định hình là một máng oxy hóa dài và được chia ra thành nhiều ngăn để nước qua lọc chảy từ trên xuống và từ dưới lên. Mô hình này có khả năng loại bỏ các chất ô nhiễm rất tốt. Nếu tải lượng thấp thì sử dụng mô hình dòng đơn, nếu tải lượng cao có thể sử dụng dòng kép hoặc đa dòng.

Ở Việt Nam, công nghệ này đã được TS. Nguyễn Đức Cự cải tiến có hình dạng kéo dài như mương oxy hóa, rộng 1,0 – 1,2 m, được chia thành 4 ngăn, trong đó có 3 ngăn chứa vật liệu lọc sinh học và 1 ngăn chứa nước sạch sau lọc. Nước thải từ các bể nuôi vào ngăn số 1 lọc xuôi qua ngăn số 2, lọc ngược vào ngăn số 3 và lọc xuôi vào ngăn số 4. Hệ thống 3 ngăn lọc sinh học khác nhau tạo cho đường đi của nước qua vật liệu lọc theo chiều thẳng đứng. Ngăn số 3 lọc xuôi được thiết kế hệ thống sục khí nâng nước bổ sung oxy hòa tan cho bể lọc theo chiều ngược với đường đi của nước rất hiệu quả (Nguyễn Đức Cự và các đồng tác giả, 2010).

Mô hình này đã đạt được hiệu quả xử lý tốt khi đưa vào thử nghiệm ương nuôi giống cá Giò, cá Hồng Mỹ và cá Vược. Hiệu suất lọc sạch các chất dinh dưỡng khoáng và hữu cơ trong quá trình xử lý nước thải sau nuôi đạt 50% tương ứng với tiêu chuẩn quốc tế cho nuôi tôm, cá biển và tương ứng với hệ thống nước thải dân sự trung bình của các khu đô thị (Nguyễn Đức Cự và các đồng tác giả, 2010).

Tuy nhiên, mô hình này vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế. Trong quá trình hoàn lưu sẽ dẫn đến tích lũy cao dinh dưỡng khoáng NO_3^- , PO_4^{3-} và các chất hữu cơ hòa tan khó phân hủy COD, tới một mức nào đó sẽ gây suy giảm chất lượng nước. Đặc biệt, các chất hữu cơ hòa tan khó phân hủy COD gây cho nước có màu. Hơn nữa, vì hệ thống không lắp đặt hệ thống diệt khuẩn nên trong quá trình lọc hoàn lưu mật độ vi sinh vật tăng lên, nguy cơ xuất hiện các vi sinh vật gây bệnh tiềm tàng ảnh hưởng đến sức khỏe của đối tượng nuôi.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là khắc phục những nhược điểm nêu trên,

Để đạt được mục đích đó, giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống lọc sinh học tuần hoàn nước có thể xử lý hiệu quả hầu hết các chất ô nhiễm tích lũy trong quá trình nuôi thủy sản, đặc biệt là các chất độc NH_3 và nitrit, BOD và COD, hạn chế phát triển vi sinh vật trong đó có các vi sinh vật có khả năng gây bệnh tiềm tàng.

Đối với những nước đang phát triển như Việt Nam, thì hệ thống này không những đảm bảo hiệu quả xử lý chất ô nhiễm và vi sinh vật gây bệnh tiềm tàng mà giá thành của hệ thống phải rẻ, chi phí vận hành thấp và phương thức vận hành đơn giản. Đây là những mục tiêu căn bản để hệ thống có thể được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất giống, ương, nuôi thủy sản.

Hệ thống lọc này là sự tích hợp của các mô-đun bao gồm mô-đun lọc hoá-lý, mô-đun lọc sinh học và mô-đun diệt khuẩn, tuần hoàn nước, trong đó:

Mô-đun lọc hóa-lý gồm hai ngăn lọc, trong đó ngăn thứ nhất lọc cơ học và là ngăn lọc xuôi. Ngăn này chứa đầy các lớp bông tổng hợp có chức năng loại bỏ các chất rắn lơ lửng có kích cỡ hạt $>10\mu\text{m}$ bằng lọc cơ học và hấp thụ. Để tăng hiệu quả lọc, các lớp bụi nhùi được xếp xen kẽ giữa các lớp bông. Ngăn này có chức năng lọc các chất rắn lơ lửng từ phân cá và thức ăn thừa.

Ngăn lọc thứ hai của mô-đun này được lắp đặt hệ thống sục khí ozon và máy tách bọt có chức năng oxy hóa các chất ô nhiễm, diệt khuẩn và tách các

chất hữu cơ hòa tan khó phân hủy (DOC). Việc sục khí ozon và tách bọt cũng góp phần gián tiếp làm tăng oxy hòa tan (DO) cho nguồn nước và tăng khả năng lọc nước của ngăn thứ nhất. Phương pháp hóa học được sử dụng cho ngăn lọc này là sử dụng khí ozon (O_3) được sinh ra từ máy phát ozon để sục trực tiếp vào nguồn nước. O_3 là khí có tính oxy hóa mạnh sẽ oxy hóa các chất có tính khử và có tính độc cao như khí ammonia, nitrit, H_2S , v.v.. Ngoài ra, khí O_3 còn có khả năng diệt khuẩn.

Tại ngăn này còn bố trí máy tách bọt cũng là thiết bị để loại bỏ các chất hữu cơ hòa tan trong nước (DOC) bao gồm protein, axit amin và các chất có hại khác đối với đối tượng nuôi.

Máy tách bọt hoạt động trên nguyên lý tạo ra sức căng bề mặt giữa nước-khí. Các chất hữu cơ sẽ được hấp thụ trên bề mặt bọt bong bóng và nổi lên phía trên. Khi các bong bóng này vỡ, các chất hữu cơ bám ở bề mặt bong bóng sẽ được giải phóng và bám vào thành của cốc đựng bọt.

Mô-đun lọc sinh học nitrat hóa với chiều dài có kích cỡ khác nhau tùy thuộc vào quy mô của bể nuôi thủy sản. Mô-đun này được chia thành nhiều ngăn, các ngăn được bố trí lọc xuôi và lọc ngược xen kẽ nhau để tối ưu hóa đường đi và tăng cường khả năng thẩm thấu oxy vào dòng nước thải. Các ngăn được xếp vật liệu lọc, thực chất đây là ngăn kéo dài, việc tạo ra các ngăn sẽ làm tăng chiều dài dòng nước đi và tăng hàm lượng oxy hòa tan.

Phương pháp sinh học được sử dụng tại mô-đun này là phát triển các màng sinh học trên các giá thể bám. Quần hợp vi khuẩn nitrat hóa gồm nhóm vi khuẩn oxy hóa amoniac có chức năng oxy hóa amoniac thành nitrit và nhóm vi khuẩn oxy hóa nitrit có chức năng oxy hóa nitrit thành nitrat. Quần hợp vi khuẩn nitrat hóa được chủ động kích hoạt để tạo màng sinh học trên vật liệu lọc trước khi kết nối vào hệ thống bể nuôi thủy sản.

Mô-đun diệt khuẩn và tái tuần hoàn nước sử dụng đèn UV để diệt các vi khuẩn trong dòng nước khi đã đi qua các ngăn lọc trước đó sẽ làm cho nguồn

nước hạn chế mang các vi sinh vật có hại tiềm tàng cho đối tượng nuôi, trong đó có nhiều loài vi sinh vật gây bệnh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ bố trí các ngăn xử lý của hệ thống lọc theo giải pháp hữu ích.

Hình 2 là hình vẽ thể hiện hình chiếu bằng của hệ thống lọc trên Hình 1.

Hình 3 là hình vẽ thể hiện mặt cắt đứng nhìn từ hướng A của hệ thống lọc trên Hình 2.

Hình 4 là hình vẽ thể hiện mặt cắt đứng nhìn từ hướng B của hệ thống lọc trên Hình 2.

Hình 5 là đồ thị đường cong sinh trưởng của cá rô phi trong hệ thống nuôi thủy sản tuần hoàn sau 35 ngày nuôi.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây, hệ thống lọc theo giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết có tham khảo các hình vẽ từ Hình 1 đến Hình 4.

Dựa vào bản chất xử lý ô nhiễm, hệ thống lọc sinh học tuần hoàn nước theo giải pháp hữu ích bao gồm 3 mô-đun chính là mô-đun lọc hóa-lý, mô-đun lọc sinh học nitrat hóa và mô-đun diệt khuẩn, hoàn lưu nước, trong đó:

Mô-đun lọc hóa-lý gồm hai ngăn lọc 1 và 2, trong đó ngăn 1 lọc cơ học và là ngăn lọc xuôi, nghĩa là nước chảy từ trên xuống dưới. Bên trong ngăn 1 này được chứa đầy bởi các lớp bông tổng hợp có chức năng chính là loại bỏ các chất rắn lơ lửng có cỡ hạt $>10\mu\text{m}$ bằng lọc cơ học và hấp thụ. Để tăng hiệu quả lọc, xếp xen kẽ giữa các lớp bông là các lớp bụi nhùi. Ngăn 1 này có chức năng lọc các chất rắn lơ lửng từ phân cá và thức ăn thừa.

Ngăn 2 của mô-đun này được bố trí liền kề ngăn 1 nêu trên và được nối thông với ngăn 1 này bởi lỗ thông ở dưới đáy. Bên trong ngăn 2 được lắp đặt hệ thống sục khí ozon 2.1 và máy tách bọt 2.2 có chức năng oxy hóa các chất ô

nhhiễm có tính khử và có tính độc cao như khí ammonia, nitrit, H_2S , v.v., diệt khuẩn và tách các chất hữu cơ hòa tan khó phân hủy (DOC) bao gồm protein, axit amin và các chất có hại khác đối với đối tượng nuôi.

Máy tách bọt hoạt động trên nguyên lý tạo ra sức căng bề mặt giữa nước-khí. Các chất hữu cơ sẽ được hấp thụ trên bề mặt bọt bong bóng và nổi lên phía trên. Khi các bong bóng này vỡ, các chất hữu cơ bám ở bề mặt bong bóng sẽ được giải phóng và bám vào thành của cốc đựng bọt của máy tách bọt.

Việc sục khí ozon và tách bọt cũng góp phần gián tiếp làm tăng DO cho nguồn nước và tăng khả năng lọc nước của ngăn thứ nhất.

Mô-đun lọc sinh học nitrat hóa với chiều dài có kích cỡ khác nhau tùy thuộc vào quy mô của bể nuôi thủy sản. Mô-đun này được chia thành nhiều ngăn, các ngăn được bố trí lọc xuôi và lọc ngược xen kẽ nhau để tối ưu hóa đường đi và tăng cường khả năng thẩm thấu oxy vào dòng nước thải. Các ngăn được xếp vật liệu lọc, thực chất đây là ngăn kéo dài, việc tạo ra các ngăn sẽ làm tăng chiều dài dòng nước đi và tăng hàm lượng oxy hòa tan.

Phương pháp sinh học được sử dụng tại mô-đun này là phát triển các màng sinh học trên các giá thể bám. Quần hợp vi khuẩn nitrat hóa gồm nhóm vi khuẩn oxy hóa amoniac có chức năng oxy hóa amoniac thành nitrit và nhóm vi khuẩn oxy hóa nitrit có chức năng oxy hóa nitrit thành nitrat. Quần hợp vi khuẩn nitrat hóa được chủ động kích hoạt để tạo màng sinh học trên vật liệu lọc trước khi đầu vào hệ thống bể nuôi thủy sản.

Theo một phương án ưu tiên, mô-đun lọc sinh học bao gồm 6 ngăn có số thứ tự từ 3 đến 8 được bố trí kế tiếp nhau theo thứ tự và được nối thông với nhau theo cách xen kẽ bằng lỗ thông dưới đáy hoặc ống tràn ở phía trên. Vật liệu lọc sử dụng trong các ngăn này là đá san hô chết dạng cành có diện tích bề mặt riêng khoảng $350 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

Mô-đun diệt khuẩn và tái tuần hoàn nước (ngăn 9) được nối tiếp với ngăn 8 là ngăn lọc xuôi không chứa vật liệu lọc. Ngăn 9 này sử dụng đèn UV để diệt

các vi khuẩn trong dòng nước khi đã đi qua các ngăn lọc trước đó sẽ làm cho nguồn nước hạn chế mang các vi sinh vật có hại tiềm tàng cho đối tượng nuôi, trong đó có nhiều loài vi sinh vật gây bệnh tiềm tàng. Trong ngăn 9 này còn được bố trí bơm chìm 9.1 để bơm nước tuần hoàn lại bể nuôi thủy sản.

Hệ thống lọc sinh học tuần hoàn nước theo giải pháp hữu ích được nối thông bằng các đường ống nước vào và nước ra, trong đó đường ống nước vào nối thông phần đáy của bể nuôi với ngăn 1 của hệ thống lọc và đường ống nước ra dẫn nước từ máy bơm 9.1 trong ngăn 9 chảy tự do vào bể nuôi. Bể nuôi thủy sản được bố trí ở vị trí cao hơn so với hệ thống lọc sao cho nước từ đáy của bể nuôi có thể tự chảy vào ngăn 1 nêu trên.

Do các ngăn từ 1 đến 9 được nối thông với nhau nên khi bơm chìm 9.1 hoạt động, nước đã được lọc được hút từ ngăn số 9 lên bể nuôi tạo ra dòng chảy liên tục của nước từ ngăn 1 đến ngăn 9. Nước chưa lọc từ đáy bể nuôi sẽ tự chảy xuống ngăn 1 để bắt đầu quá trình lọc.

Với hệ thống tự hoàn lưu, bể lọc sinh học sẽ được tự làm sạch và duy trì sinh khối vi sinh vật trong bể lọc mà không mất thời gian tái hoạt động phát triển lại sinh khối vi sinh vật.

Hệ thống lọc mô-đun tích hợp có dạng hình khối chữ nhật, có thể đặt chìm dưới đất hoặc đặt trên mặt đất. Các hệ thống bơm chìm, máy nén khí, máy tách bọt, máy sục khí ozon, đèn UV được điều khiển thông qua tủ điều khiển chung.

Các hệ thống ống dẫn nước, khóa sử dụng các loại ống nhựa PVC phổ biến trong nước và các loại ống này dùng dẫn nước sử dụng cho sinh hoạt con người rất đảm bảo an toàn.

Theo một phương án cụ thể, hệ thống này sử dụng một số loại thiết bị có sẵn trên thị trường. Cụ thể:

Máy bơm nước chìm công suất khác nhau để bơm nước hoàn lưu từ hệ thống lọc lên bể nuôi sinh vật biển. Hệ thống này có sẵn tại thị trường trong nước.

Máy nén khí nhiều công suất khác nhau, xuất xứ từ Trung Quốc bán sẵn tại thị trường trong nước, giá thành thấp. Các hệ thống này sử dụng nhiều chiếc khác nhau phù hợp với quá trình sản xuất ở quy mô lớn hoặc nhỏ.

Máy tách bọt được dùng là loại máy tách protein (Protein skimmer) lưu lượng khác nhau từ 250-500L/h, công suất 14-20W. Máy được lắp đặt vào ngăn xử lý lý-hóa cùng với sục khí O_3 . Hiện nay, có nhiều loại máy tách protein có xuất xứ khác nhau đang bán sẵn ở thị trường trong nước với đủ chủng loại nên rất tiện lợi.

Máy tạo khí ozon công suất khác nhau, khí O_3 được dẫn qua đường ống và sục trực tiếp vào nguồn nước thải qua các hạt đá sỏi. Chế độ hoạt động của máy được điều khiển qua bảng điện tử có thể đặt được chế độ nghỉ-hoạt động tự động. Hệ thống này được sản xuất ở trong nước nên rất tiện lợi, giá thành thấp.

Đèn UV chiều dài 50 cm, công suất 10-15W có khả năng chịu nước, hệ thống đèn này được đặt trực tiếp vào ngăn lọc cuối cùng cùng với bơm chìm. Đèn UV có xuất xứ từ Trung Quốc và Mỹ và hiện có sẵn tại thị trường trong nước.

Hệ thống lọc sinh học tuần hoàn nước hoạt động như sau:

Nước nuôi thủy sản bị ô nhiễm từ đáy bể nuôi tự chảy vào ngăn 1 của hệ thống lọc theo đường ống vào. Tại ngăn 1, nước được loại bỏ các chất rắn lơ lửng từ phân cá và thức ăn thừa có cỡ hạt $>10\mu m$ bằng lọc cơ học và hấp thụ nhờ các lớp bông xen kẽ các lớp búi nhũi. Quá trình lọc được thực hiện từ trên xuống dưới.

Sau đó, nước đã được loại bỏ phần lớn các chất rắn lơ lửng chảy qua ngăn 2 qua lỗ thông ở đáy của các ngăn và dâng lên, tràn đầy ngăn 2 này. Tại ngăn 2 này, nước thải được sục khí ozon nhờ máy sục khí ozon 2.1 để oxy hóa các chất

ô nhiễm có tính khử và có tính độc cao như khí ammonia, nitrit, H_2S , v.v., diệt khuẩn và sau đó tách các chất hữu cơ hòa tan khó phân hủy (DOC) bao gồm protein, axit amin và các chất có hại khác đối với đối tượng nuôi bằng máy tách bọt 2.2.

Tiếp theo, nước chảy từ ngăn 2 sang mô-đun lọc sinh học nitrat hóa với chiều dài có kích cỡ và gồm nhiều ngăn liên tiếp chứa đầy vật liệu lọc là đá san hô chết dạng cành có diện tích bề mặt riêng khoảng $350\text{ m}^2/\text{m}^3$. Tại các ngăn này, các màng sinh học được phát triển trên các giá thể bám, và xảy ra quá trình quần hợp vi khuẩn nitrat hóa bao gồm amoniac trong nước thải được oxy hóa thành nitrit nhờ nhóm vi khuẩn oxy hóa amoniac và nitrit được oxy hóa thành nitrat nhờ nhóm vi khuẩn oxy hóa nitrit. Theo một phương án, số lượng ngăn của mô-đun này là 6 và được đánh số thứ tự từ 3 đến 8 như trên các hình vẽ.

Sau khi trải qua các quá trình lọc sinh học, nước ô nhiễm về cơ bản đã được lọc sạch chảy sang mô-đun diệt khuẩn và tái tuần hoàn nước là ngăn lọc xuôi không chứa vật liệu lọc. Ngăn này sử dụng đèn UV để diệt các vi khuẩn trong dòng nước khi đã đi qua các ngăn lọc trước đó sẽ làm cho nguồn nước hạn chế mang các vi sinh vật có hại tiềm tàng cho đối tượng nuôi, trong đó có nhiều loài vi sinh vật gây bệnh.

Sau đó, nước được máy bơm chìm 9.1 tại ngăn cuối cùng này bơm nước trở về bể nuôi thủy sản, kết thúc một vòng tuần hoàn của nước.

Quá trình lọc có thể được thực hiện liên tục, hoặc gián đoạn tùy theo nhu cầu thực tế.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Mô-đun lọc sinh học sau khi đã được kích hoạt chủ động bằng chế phẩm sinh học nitrat hóa NBC-VN1 (từ Trạm Nghiên cứu biển Đồ Sơn, Viện Tài nguyên và Môi trường biển) đã được ứng dụng vào hệ thống nuôi thủy sản hoàn lưu với 02 bể composit, thể tích khả dụng 1 m^3 /bể chứa nước biển độ muối 15‰, đối tượng nuôi là cá rô phi đơn tính 21 ngày tuổi, trọng lượng trung bình ban

đầu là 0,25g/con. Mật độ là 2.500 con/m³ và tốc độ cho ăn hàng ngày tương ứng với 4% trong lượng cá. Thức ăn được chia thành 02 bữa là bữa sáng lúc 9 giờ và bữa chiều lúc 15 giờ bằng thức ăn của hãng CP.

Hệ thống lọc theo giải pháp hữu ích bao gồm: mô-đun lọc hóa-lý gồm 02 ngăn là ngăn lọc thô qua bông tổng hợp + bụi nhùi có kích thước rộng x dài x sâu: 25 x 25 x 60 cm, ngăn lọc tích hợp sục ozon công suất 3g/giờ và tách protein, kích thước 25 x 50 x 60 cm. Máy sục ozon hoạt động ở chế độ ON/OFF (15/45 phút, tức là 15 phút bật/45 phút tắt).

Mô-đun lọc sinh học nitrat hóa kích thước rộng x dài x sâu: 25 x 300 x 60 cm, xếp vật liệu lọc là đá san hô dạng cành dày 50 cm với diện tích bề mặt riêng là 300 m²/m³. Mô-đun này được chia thành 06 ngăn, mỗi ngăn kích thước rộng x dài x sâu: 25 x 50 x 60 cm, các ngăn được bố trí hở trên và hở dưới xen kẽ để tối ưu hóa đường đi của dòng nước thải.

Mô-đun diệt khuẩn và tái tuần hoàn nước kích thước rộng x dài x sâu: 25 x 25 x 60 cm, lắp đặt 04 đèn UV chịu nước, công suất 14W, chiều dài 60 cm và bơm chìm công suất 40W để tái tuần hoàn dòng nước vào bể cá.

Dòng nước chảy vào hệ thống lọc đạt tốc độ 0,5m³/giờ, tương ứng với thời gian lưu trong bể cá là 4 giờ và trong mô-đun lọc sinh học là 0,9 giờ.

Kết quả thử nghiệm nuôi 5.000 con cá rô phi đơn tính cho thấy sau 33 ngày nuôi, chỉ có 45 cá bị chết và chủ yếu chết vào 1 tuần đầu nuôi thả. Trọng lượng cá ban đầu là 0,25g/con thì sau 33 ngày nuôi đã đạt trọng lượng khoảng 2,1g/con, như vậy tăng gấp 8,4 lần so với trọng lượng ban đầu (xem đồ thị trên Hình 5).

Kết quả đo đạc các yếu tố môi trường trong bể nuôi và hệ thống lọc cho thấy giá trị pH luôn duy trì trong khoảng 7,8 – 8,0 mà không cần phải bổ sung chất kiềm. Không phát hiện thấy sự có mặt của ammonia, nitrit, BOD và COD trong nước. Nước vẫn duy trì màu trong suốt, không bị đổi màu so với ban đầu. Kết

quả này cho thấy, hệ thống lọc thử nghiệm có thể có công suất lớn hơn so với khối lượng và mật độ cá rô phi thả hiện tại.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

- Rút ngắn thời gian kích hoạt mô-đun lọc sinh học nitrat hóa và tăng hiệu quả dính bám quần hợp vi khuẩn nitrat hóa vào giá thể. Vi khuẩn nitrat hóa là nhóm tự dưỡng hóa năng, thời gian thế hệ dài (24 - 36 giờ), mật độ của nhóm vi khuẩn này trong môi trường nước biển tự nhiên thấp ($10^2 - 10^3$ tb/ml) và rất nhạy cảm với điều kiện môi trường giàu chất dinh dưỡng. Do đó, khả năng dính bám của vi khuẩn nitrat hóa vào giá thể bị cạnh tranh rất lớn bởi các nhóm vi khuẩn khác như vi khuẩn dị dưỡng. Thời gian kích hoạt màng nitrat hóa bằng phương pháp truyền thống thường kéo dài khoảng 60-90 ngày, trong khi mô-đun lọc sinh học nitrat hóa được kích hoạt chủ động bằng chế phẩm sinh học nitrat hóa NBC-VN1 (từ Trạm Nghiên cứu biển Đồ Sơn, Viện Tài nguyên và Môi trường biển) đã rút ngắn thời gian kích hoạt xuống còn 30 ngày.

- Loại bỏ được hầu hết các chất ô nhiễm và ức chế sự phát triển của vi sinh vật tích lũy trong quá trình nuôi. Hầu hết các hệ thống lọc hiện nay chỉ sử dụng phương pháp lọc sinh học như ngăn lọc nitrat hóa và khử nitrat hóa chỉ loại bỏ được các chất nitơ vô cơ (TAN , NO_2^- , NO_3^-), các chất hữu cơ vẫn tiếp tục tích tụ sẽ làm cho nước có màu và kích thích sự phát triển của vi sinh vật trong đó có các loài vi sinh vật gây bệnh tiềm tàng. Vi sinh vật có mặt trong nước với mật độ cao sẽ tiêu tốn oxy nhiều hơn và dẫn đến làm giảm mạnh hàm lượng oxy trong nước.

- Hiệu quả cộng hưởng khi tích hợp các phương pháp xử lý khác nhau:

+ Lọc cơ học hiệu quả sẽ loại bỏ được một lượng lớn các chất ô nhiễm. Nếu các chất rắn không được loại bỏ sẽ hòa tan trong nước và việc xử lý sẽ khó khăn hơn rất nhiều.

+ Lọc hiệu quả các chất rắn sẽ làm hạn chế sự tắc nghẽn của hệ thống đặc biệt là các ngăn lọc sinh học với vật liệu lọc nhỏ và cố định ngập trong nước.

+ Máy tách bọt loại bỏ các chất hữu cơ hòa tan như protein và axit amin. Khí O_3 oxy hoá các chất độc có tính khử và hiệu quả diệt khuẩn làm cho dòng nước có điều kiện môi trường thuận lợi cho vi khuẩn nitrat phát triển để oxy hóa amoniac và nitrit. Nếu môi trường nước có chứa nhiều chất hữu cơ hòa tan và vi sinh vật hoại sinh sẽ ức chế sự sinh trưởng và phát triển của vi khuẩn nitrat hóa.

+ Việc sục khí O_3 và sục khí tách bọt làm tăng hàm lượng oxy hòa tan và giảm các chất tiêu thụ oxy hòa tan (chất khử) vào dòng nước chảy sang ngăn lọc sinh học.

+ Máy sục khí cũng làm tăng khả năng thấm của nước qua lớp bông lọc, do đó có thể tạo lớp bông lọc dày và qua đó giúp cho hiệu quả lọc cơ học cao hơn nhiều. Trong hệ thống lọc này, ngăn lọc cơ học dày 60 cm sẽ loại bỏ hiệu quả các chất rắn lơ lửng và đồng thời là giá thể để cho các vi sinh vật hữu ích dính bám vào.

- Cách bố trí không gian bên trong của hệ thống lọc được tối ưu hóa. Hệ thống lọc được thiết kế dạng mương oxy hóa kéo dài, đường đi dòng nước chạy vòng quanh. Dọc theo mương có các vách ngăn hở phía trên và hở phía dưới đan xen nhau:

+ Đường đi của dòng nước được tối ưu, do đó đã làm tăng đáng kể thời gian lưu và tăng thời gian để cho vi sinh vật phân hủy các chất ô nhiễm.

+ Đường nước vào và đường nước ra ở sát nhau sẽ thuận tiện trong việc bố trí không gian đối với những bể nuôi hình trụ.

+ Bể nitrat hóa được chia thành các ngăn hở phía trên và phía dưới, độ cao vật liệu lọc thấp (khoảng 50 cm) không những tối ưu hóa dòng nước đi mà còn làm tăng khả năng thẩm thấu oxy hòa tan từ không khí. Cùng với việc tăng cường oxy hòa tan từ sục khí O_3 và máy tách bọt, ngăn nitrat hóa không cần phải bổ sung oxy hòa tan bằng cách sục khí.

+ Bể có dạng hình khối chữ nhật dài rất thích hợp trong việc bố trí không gian cho hệ thống nuôi cá cảnh biển. Đối với các bể nuôi hình trụ để sản xuất

giống, ươm và nuôi thương phẩm hải sản, hệ thống lọc này thích hợp để đặt ngầm dưới đất, vừa tiết kiệm không gian vừa duy trì ổn định được nhiệt độ.

- Sử dụng đá san hô chết làm vật liệu lọc có hiệu quả xử lý cao và giá thành thấp. Đá san hô chết đặc biệt là san hô cành có sẵn ngoài tự nhiên. San hô chết có tiết diện bề mặt riêng cao và độ rỗng lớn. Kết quả nghiên cứu xác định tiết diện bề mặt riêng của đá san hô vào khoảng $350\text{m}^2/\text{m}^3$. Các kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy việc sử dụng đá san hô chết làm giá thể bám cho vi khuẩn nitrat hóa đã không làm giảm pH môi trường, do đó không phải bổ sung các chất kiềm như CaCO_3 , NaHCO_3 , Na_2CO_3 vào môi trường như các giá thể khác do đó giảm đáng kể chi phí vận hành.

- Tiết kiệm năng lượng. Thời gian kích hoạt hệ thống lọc sinh học giảm đáng kể, bể lọc nitrat hóa vẫn đảm bảo đủ lượng oxy hòa tan nên không cần cấp oxy hòa tan vào hệ thống, do đó tiết kiệm đáng kể nguồn năng lượng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

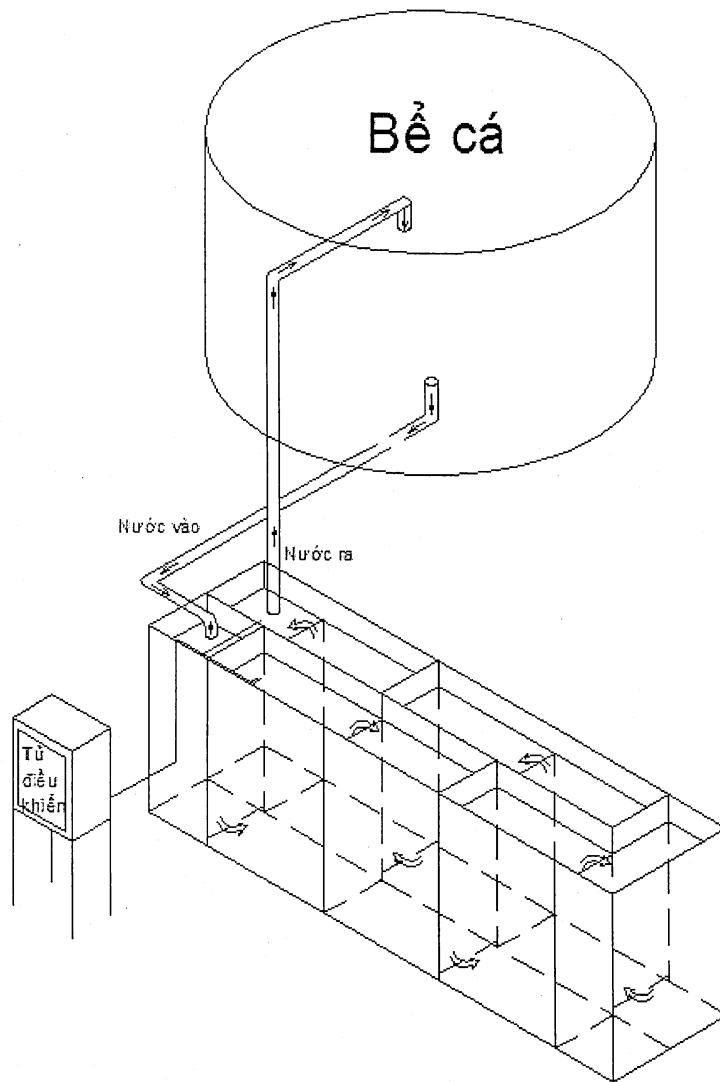
1. Hệ thống lọc sinh học tuần hoàn nước để nuôi trồng thủy sản bao gồm:

- mô-đun lọc hóa-lý gồm hai ngăn lọc (1 và 2), trong đó: ngăn (1) lọc cơ học và là ngăn lọc xuôi, bên trong ngăn (1) này được chứa đầy bởi các lớp bông tổng hợp xếp xen kẽ các lớp bụi nhùi;

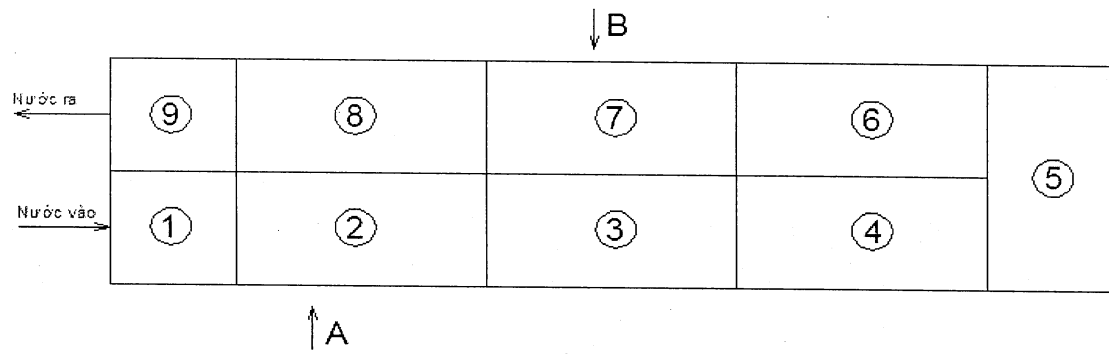
ngăn (2) được bố trí liền kề ngăn (1) nêu trên và được nối thông với ngăn (1) này bởi lỗ thông ở dưới đáy, bên trong ngăn (2) được lắp đặt hệ thống sục khí ozon (2.1) và máy tách bọt (2.2);

- mô-đun lọc sinh học nitrat hóa gồm nhiều ngăn (3 – 8), các ngăn này được bố trí kế tiếp nhau theo thứ tự và được nối thông với nhau theo cách xen kẽ bằng lỗ thông dưới đáy hoặc ống tràn ở phía trên, bên trong chứa đầy vật liệu lọc là đá san hô chết dạng cành có diện tích bề mặt riêng khoảng $350 \text{ m}^2/\text{m}^3$; và

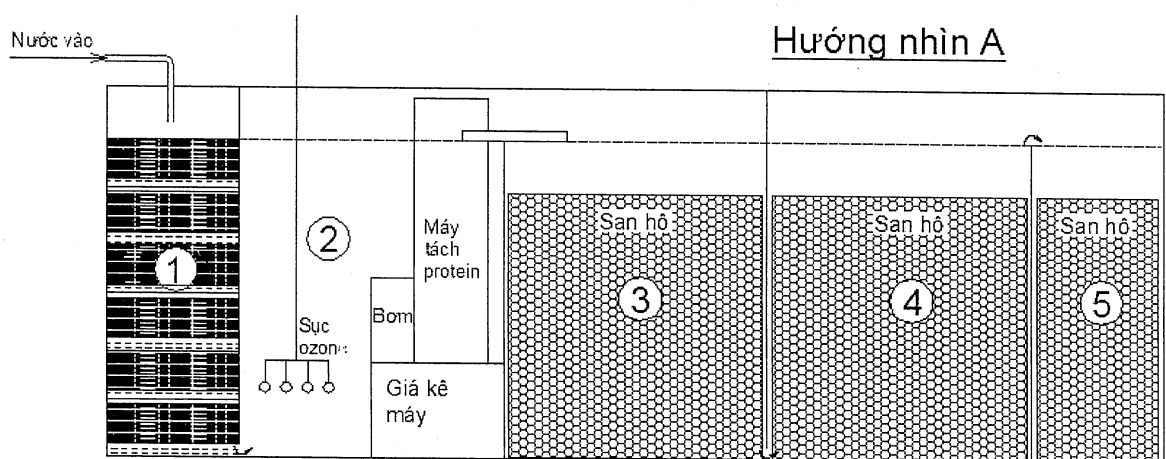
- mô-đun diệt khuẩn và tái tuần hoàn nước là ngăn (9) được nối tiếp với ngăn (8), ngăn (9) này sử dụng đèn UV để diệt các vi khuẩn trong dòng nước và bơm chìm (9.1) để bơm nước tuần hoàn lại bể nuôi thủy sản.



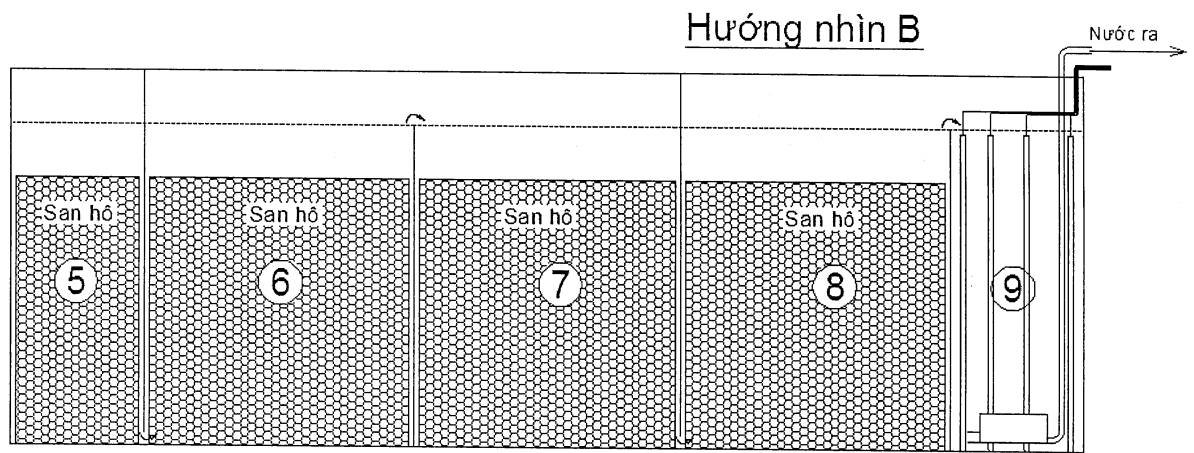
Hình 1



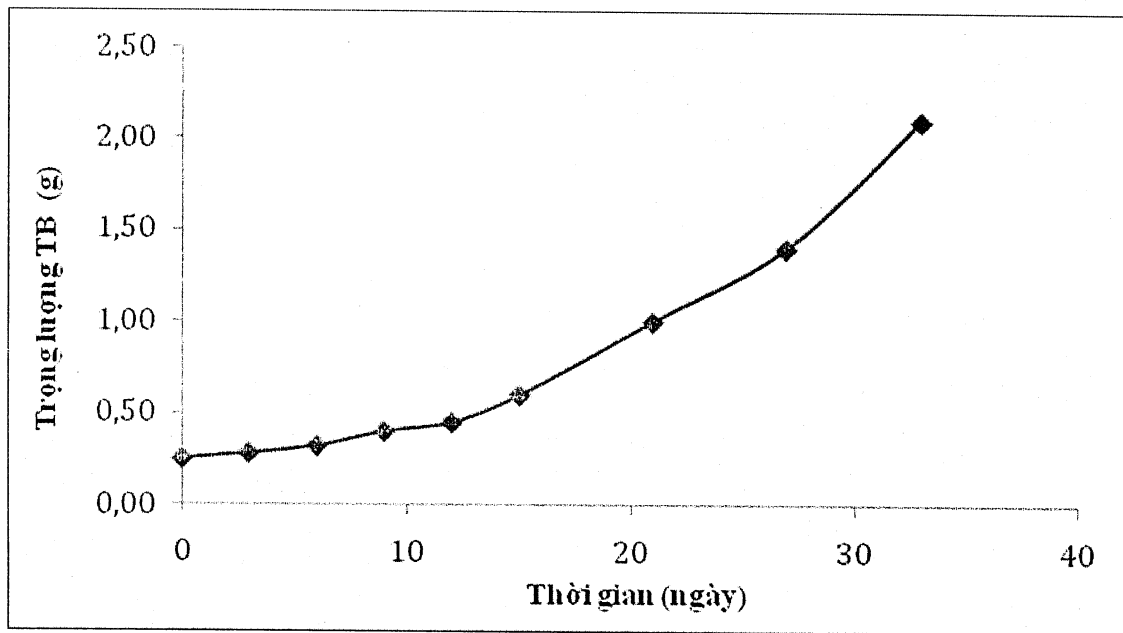
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5