



(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**

(11)



2-0004464

(51) **C02F 3/00; A01K 63/04**
2022.01

(13) **Y**

(21) 2-2023-00426

(22) 07/08/2023

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/12/2023 429A

(73) Viện Khoa học công nghệ Năng lượng và Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)

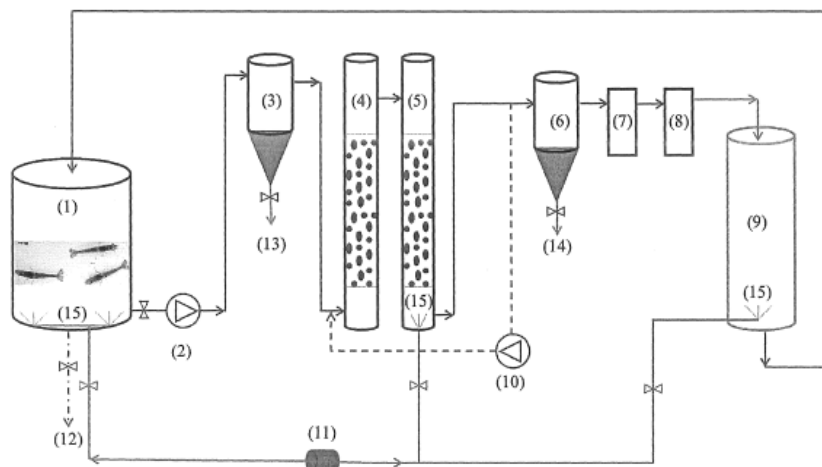
Nhà A30, số 18 đường Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, thành phố Hà Nội

(72) Trần Mạnh Hải (VN); Nguyễn Hoài Châu (VN); Nguyễn Văn Hà (VN); Hoàng Lương (VN); Nguyễn Đình Chiến (VN); Đoàn Quang Hà (VN); Nguyễn Triều Dương (VN); Lê Thị Hồng Thuý (VN); Hoàng Văn Hà (VN).

(54) **QUY TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI NUÔI TÔM SIÊU THÂM CANH ĐỀ TUẦN
HOÀN**

(21) 2-2023-00426

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình xử lý nước thải nuôi tôm siêu thâm canh để tuần hoàn, quy trình này bao gồm các bước: (i) lắng lần thứ nhất để loại bỏ cặn lơ lửng, chẳng hạn phân tôm và thức ăn dư thừa, trong nước thải từ ao nuôi tôm siêu thâm canh (1) bằng bể lắng thứ nhất (3); (ii) xử lý nước thải sau lắng lần thứ nhất bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định để loại bỏ các hợp chất hữu cơ và nitơ; (iii) lắng lần thứ hai để loại bỏ sinh khối dư và màng vi sinh bong ra từ vật liệu mang khỏi phần nước thải không được tuần hoàn sau bể hiếu khí (5); (iv) lọc màng nước thải sau lắng lần thứ hai; (v) khử trùng và bổ sung khoáng chất thiết yếu cho nước sau lọc màng, nhằm đảm bảo giá trị các thông số pH, độ cứng, độ kiềm đến các mức yêu cầu đối với kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh, trước khi tuần hoàn nước đã xử lý trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh (1); và (vi) tuần hoàn nước sau khử trùng và bổ sung khoáng chất thiết yếu trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh (1).



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình xử lý nước thải nuôi tôm siêu thâm canh, trên cơ sở quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định, đảm bảo chất lượng nước sau xử lý đáp ứng yêu cầu để tuần hoàn.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Xử lý nước nuôi trồng thủy sản nói chung và xử lý nước nuôi tôm siêu thâm canh (STC) nói riêng đã và đang là vấn đề thu hút sự quan tâm của các nhà nghiên cứu cũng như doanh nghiệp nuôi trồng thủy hải sản.

Các thành phần cần xử lý (hay các thành phần gây ô nhiễm môi trường) là các hợp chất hữu cơ, các hợp chất chứa nitơ và photpho, chúng có thể tồn tại trong nước ở dạng hòa tan hoặc dạng cặn lơ lửng – SS (suspended solid). Với các đặc trưng này, công nghệ xử lý thường gồm nhiều công đoạn khác nhau, phổ biến là: (a) loại SS để giảm tải cho các công đoạn xử lý tiếp theo; (b) xử lý bằng các quá trình vi sinh, thường là hiếu khí và thiếu khí để oxy hóa các hợp chất chứa nitơ thành nitrat và khử nitrat thành khí nitơ. Trong trường hợp hàm lượng chất hữu cơ cao, thường sử dụng thêm quá trình kỵ khí trước hiếu khí và thiếu khí. Tùy thuộc lưu lượng nước thải và hàm lượng các chất có trong nước thải cũng như yêu cầu về mức độ xử lý phải đạt được mà cách thức sử dụng các quá trình vi sinh có khác nhau, chẳng hạn: sử dụng vi sinh ở dạng lơ lửng; bám dính trên vật liệu mang cố định, hoặc di động; vi sinh kết hợp với màng. Ngoài yếu tố kỹ thuật thì yếu tố tài chính cho đầu tư và vận hành cũng là yếu tố quyết định khi lựa chọn công nghệ xử lý.

Trên thế giới, hiện có một số công bố về xử lý tuần hoàn nước nuôi thủy sản trong đó có sử dụng quá trình vi sinh ở dạng đơn lẻ hoặc kết hợp:

- sử dụng hệ thống lọc sinh học [1] [2];
- sử dụng kết hợp nhiều quá trình, gồm: lọc để loại SS → Lọc sinh học ngập nước → Lọc sinh học nhỏ giọt để loại khí → Làm giàu oxy → Khử trùng (UV) [3];
- sử dụng kết hợp nhiều quá trình, gồm: lắng để loại SS → tách protein bằng bọt khí → lọc than hoạt tính → lọc sinh học [4].

Hầu hết các hệ thống xử lý nước thải tuần hoàn trên bị giới hạn trong các hệ thống tương đối nhỏ và chưa được chứng minh là có thể chuyển sang các hệ thống quy mô lớn [5]. Việc xử lý nước thải này rất phức tạp bởi tính chất **nước mặn** của nước thải và việc tái sử dụng nước này sẽ phát sinh các vấn đề liên quan đến nồng độ **amoniac và nitrit**

độc hại [6]. Ngoài ra, một số vấn đề quan trọng khác liên quan đến hoạt động của hệ thống đó là kiểm soát mật độ vi sinh trong hệ thống xử lý nước thải loãng và xử lý bùn thải phát sinh từ quá trình xử lý nước thải. Do đó, một hệ thống kèm quy trình xử lý để có thể tuần hoàn được nước thải và hạn chế được các yếu tố ảnh hưởng là cần thiết.

Tài liệu tham khảo:

- [1] O. M. Millamena, C. M. Casalmir, and P. F. Subosa, "Performance of recirculating systems for prawn hatchery and broodstock maturation tanks," *Aquac. Eng.*, vol. 10, no. 3, pp. 161–171, Jan. 1991, doi: 10.1016/0144-8609(91)90021-B.
- [2] B. Reid and C. R. Arnold, "The Intensive Culture of the Penaeid Shrimp *Penaeus vannamei* Boone in a Recirculating Raceway System," *J. World Aquac. Soc.*, vol. 23, no. 2, pp. 146–153, Jun. 1992, doi: 10.1111/j.1749-7345.1992.tb00763.x.
- [3] Jacob Bregnballe, *A Guide to Recirculation Aquaculture*, 2015th ed. FAO and EUROFISH International Organisation, 2015.
- [4] G. Suantika *et al.*, "Application of Indoor Recirculation Aquaculture System for White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Growout Super-Intensive Culture at Low Salinity Condition," *J. Aquac. Res. Dev.*, vol. 09, no. 04, 2018, doi: 10.4172/2155-9546.1000530.
- [5] D. E. Brune, G. Schwartz, A. G. Eversole, J. A. Collier, and T. E. Schwedler, "Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic systems," *Aquac. Eng.*, vol. 28, no. 1–2, pp. 65–86, Jun. 2003, doi: 10.1016/S0144-8609(03)00025-6.
- [6] Christopher N. Lyles, "Shrimp Production and Biological Treatment of Shrimp Wastewater in the United States," in *New Horizons in Biotechnology*, Asiatech, 2008.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Để khắc phục các vấn đề của tình trạng kỹ thuật đã biết nêu trên, mục đích của giải pháp hữu ích này là đề xuất:

[1]. Quy trình xử lý nước thải nuôi tôm siêu thâm canh để tuần hoàn, quy trình này bao gồm các bước:

(i) lắng lần thứ nhất để loại bỏ cặn lơ lửng, chẳng hạn phân tôm và thức ăn dư thừa, trong nước thải từ ao nuôi tôm siêu thâm canh (1) bằng bể lắng thứ nhất (3), trong đó nước thải được đưa qua bể lắng thứ nhất với lưu lượng (Q_{in}) xác định và vận tốc dâng nước (v_{up}) ≤ 1 m/giờ;

(ii) xử lý nước thải sau lắng lần thứ nhất bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định để loại bỏ các hợp chất hữu cơ và nitơ, sử dụng cụm xử lý bằng quá

trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định bao gồm bể thiếu khí (4) và bể hiếu khí (5) bố trí nối tiếp nhau, các bể này chứa vật liệu mang vi sinh là gồm xốp có kích thước hạt từ 12 đến 25 mm, thể tích vật liệu mang vi sinh chiếm 40-60% thể tích bể, tính theo thể tích đồ đồng, trong đó các loại vi sinh lấy từ hệ thống xử lý nước thải thủy sản được sử dụng để bám dính và phát triển trên vật liệu mang, và trong đó bước này bao gồm:

đưa nước thải từ bể lắng thứ nhất (3) vào bể thiếu khí (4) sao cho nước thải đi qua lớp vật liệu mang vi sinh trong bể này theo chiều từ dưới lên trên,

đưa nước thải từ phần trên bể thiếu khí (4) vào bể hiếu khí (5) sao cho nước thải đi qua lớp vật liệu mang vi sinh trong bể này theo chiều từ trên xuống dưới,

cấp không khí vào bể hiếu khí (5) theo chiều từ dưới lên bằng hệ thống phân phối khí (15), để thực hiện quá trình oxy hóa chất hữu cơ và amoni trong bể hiếu khí (5) bởi vi sinh vật hiếu khí, và

tuần hoàn một phần nước sau khi qua bể hiếu khí (5) trở lại bể thiếu khí (4), để thực hiện quá trình khử nitrat trong bể thiếu khí (4) bởi vi sinh vật thiếu khí;

(iii) lắng lần thứ hai để loại bỏ sinh khối dư và màng vi sinh bong ra từ vật liệu mang khỏi phần nước thải không được tuần hoàn sau bể hiếu khí (5), sử dụng bể lắng thứ hai (6), trong đó phần nước thải này được đưa qua bể lắng thứ hai với lưu lượng (Q_{in}) xác định và vận tốc dâng nước (v_{up}) ≤ 1 m/giờ;

(iv) lọc màng nước thải sau lắng lần thứ hai, tốt hơn là sử dụng hệ siêu lọc - UF (7), trong đó kích thước lỗ màng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,1 μm , lưu lượng nước qua màng nằm trong khoảng 60 đến 160 L/m².h;

(v) khử trùng và bổ sung khoáng chất thiết yếu cho nước sau lọc màng, nhằm đảm bảo giá trị các thông số pH, độ cứng, độ kiềm đến các mức yêu cầu đối với kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh, trước khi tuần hoàn nước đã xử lý trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh (1); và

(vi) tuần hoàn nước sau khử trùng và bổ sung khoáng chất thiết yếu trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh (1).

[2]. Quy trình theo điểm [1], trong đó ở bước (i), bùn lắng được thải bỏ khỏi bể lắng thứ nhất (3) mỗi ngày 2 lần, tốt hơn là cách nhau 12 giờ, mỗi lần 1% thể tích nước qua bể lắng thứ nhất (3).

[3]. Quy trình theo điểm [1] hoặc [2], trong đó ở bước (ii) xử lý nước thải sau lắng lần thứ nhất bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định, tải lượng đầu

vào của chất hữu cơ (OLR_{in}) nằm trong khoảng từ 0,14 đến 0,28 $kgCOD/m^3.ngày$, tải lượng đầu vào của nito (NLR_{in}) nằm trong khoảng từ 0,014 đến 0,07 kgN/m^3 .

[4]. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), lượng không khí được cấp vào bể hiếu khí (5) được điều chỉnh sao cho lượng oxy hòa tan (DO) trong nước nằm trong khoảng từ 2 đến 4 $mg\ O_2/lít\ nước$, để đảm bảo các quá trình chuyển hóa các chất ô nhiễm trong nước thải bởi các vi sinh vật hiếu khí xảy ra được tốt.

[5]. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), tỷ lệ Q_r/Q_{in} của lưu lượng nước sau khi qua bể hiếu khí (5) được tuần hoàn trở lại bể thiếu khí (4) Q_r với lưu lượng nước cấp vào Q_{in} nằm trong khoảng từ 2 đến 4.

[6]. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), vật liệu mang vi sinh là gốm xốp được tạo thành từ thành phần chính là đất sét và được nung ở nhiệt độ cao, chẳng hạn khoảng $800^{\circ}C$, vật liệu này có khối lượng thể tích khoảng $450\ kg/m^3$ và độ rỗng toàn thể tích khoảng 55%.

[7]. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), thể tích của vật liệu mang vi sinh chiếm khoảng 50% thể tích bể, tính theo thể tích đồ đóng.

[8]. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), một phần nước sau khi qua bể hiếu khí (5) được tuần hoàn trở lại bể thiếu khí (4) bằng bơm tuần hoàn thứ nhất (10).

[9]. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (iii), bùn lắng được thải bỏ khỏi bể lắng thứ hai (6) mỗi ngày 2 lần, tốt hơn là cách nhau 12 giờ, mỗi lần 1% thể tích nước qua bể lắng.

[10]. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (v), việc khử trùng nước được tiến hành bằng các hợp chất chứa clo hoạt tính, lượng của các hợp chất này được tính theo clo hoạt tính nằm trong khoảng từ 1 đến 3 g/m^3 , và sau khi thêm hóa chất khử trùng, quá trình tiếp xúc giữa clo hoạt tính và vi sinh được thực hiện tại bể chứa (8) trong một thời gian lưu nước thích hợp, chẳng hạn 40-60 phút, sau đó, nước được đưa vào bể chứa trung gian (9), tại đây nước được bổ sung khoáng chất cần thiết, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh trước khi tuần hoàn trở lại ao nuôi.

[11]. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [1] đến [9], trong đó ở bước (v), việc khử trùng nước được tiến hành bằng tia cực tím, thời gian tiếp xúc giữa nước sau xử lý và tia cực tím đảm bảo để diệt hết vi khuẩn, và sau khử trùng, nước được đưa

vào bể chứa trung gian (9), tại đây nước được bổ sung khoáng chất cần thiết, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh trước khi tuần hoàn trở lại ao nuôi.

[12]. Quy trình theo điểm [10] hoặc [11], trong đó ở bước (vi), nước từ bể chứa trung gian (9) được tuần hoàn trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh (1) bằng bơm tuần hoàn thứ hai (9).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ hệ thống và lưu trình xử lý tuần hoàn nước nuôi tôm siêu thâm canh để minh họa một phương án thực hiện của quy trình theo giải pháp hữu ích để làm ví dụ.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây, các phương án thực hiện ưu tiên của quy trình theo giải pháp hữu ích sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn. Tuy nhiên, lưu ý rằng phạm vi của giải pháp hữu ích không chỉ giới hạn ở các phương án thực hiện ưu tiên được mô tả dưới đây dưới dạng ví dụ minh họa cho giải pháp hữu ích và cần hiểu rằng phạm vi của giải pháp hữu ích bao gồm tất cả các cải biến, các thay đổi tương đương khác của chúng.

Theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề xuất quy trình xử lý nước thải nuôi tôm siêu thâm canh để tuần hoàn, bao gồm các bước:

(i) lắng lần thứ nhất để loại bỏ cặn lơ lửng, chẳng hạn phân tôm và thức ăn dư thừa, trong nước thải từ ao nuôi tôm siêu thâm canh 1 bằng bể lắng thứ nhất 3, trong đó nước thải được đưa qua bể lắng thứ nhất với lưu lượng Q_{in} xác định và vận tốc dâng nước $v_{up} \leq 1$ m/giờ, tốt hơn là 0,5-1 m/giờ, tốt hơn nữa là 0,8-1 m/giờ, ví dụ như 0,5 m/giờ, 0,55 m/giờ, 0,6 m/giờ, 0,65 m/giờ, 0,7 m/giờ, 0,75 m/giờ, 0,8 m/giờ, 0,85 m/giờ, 0,9 m/giờ, 0,95 m/giờ, 1 m/giờ, hoặc trị số bất kỳ ≤ 1 m/giờ;

(ii) xử lý nước thải sau lắng lần thứ nhất bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định để loại bỏ các hợp chất hữu cơ và nitơ, sử dụng cụm xử lý bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định bao gồm bể thiếu khí 4 và bể hiếu khí 5 bố trí nối tiếp nhau, các bể này chứa vật liệu mang vi sinh là gốm xốp có kích thước hạt từ 12 đến 25 mm, tốt hơn là từ 15 đến 20 mm, ví dụ như 15, 16, 17, 18, 19, 20 mm, thể tích vật liệu mang vi sinh chiếm 40-60% thể tích bể, tốt hơn là 45-55%, ví dụ như 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55%, tính theo thể tích đồ đồng, trong đó các loại vi sinh lấy từ hệ thống xử lý nước thải thủy sản được sử dụng để bám dính và phát triển trên vật liệu mang, và trong đó bước này bao gồm:

đưa nước thải từ bể lắng thứ nhất 3 vào bể thiếu khí 4 sao cho nước thải đi qua lớp vật liệu mang vi sinh trong bể này theo chiều từ dưới lên trên,

đưa nước thải từ phần trên bể thiếu khí 4 vào bể hiếu khí 5 sao cho nước thải đi qua lớp vật liệu mang vi sinh trong bể này theo chiều từ trên xuống dưới, cấp không khí vào bể hiếu khí 5 theo chiều từ dưới lên bằng hệ thống phân phối khí 15, để thực hiện quá trình oxy hóa chất hữu cơ và amoni trong bể hiếu khí 5 bởi vi sinh vật hiếu khí, và

tuần hoàn một phần nước sau khi qua bể hiếu khí 5 trở lại bể thiếu khí 4, để thực hiện quá trình khử nitrat trong bể thiếu khí 4 bởi vi sinh vật thiếu khí;

(iii) lắng lần thứ hai để loại bỏ sinh khối dư và màng vi sinh bong ra từ vật liệu mang khối phần nước thải không được tuần hoàn sau bể hiếu khí 5, sử dụng bể lắng thứ hai 6, trong đó phần nước thải này được đưa qua bể lắng thứ hai với lưu lượng Q_{in} xác định và vận tốc dâng nước $v_{up} \leq 1$ m/giờ, tốt hơn là 0,5-1 m/giờ, tốt hơn nữa là 0,8-1 m/giờ, ví dụ như 0,5 m/giờ, 0,55 m/giờ, 0,6 m/giờ, 0,65 m/giờ, 0,7 m/giờ, 0,75 m/giờ, 0,8 m/giờ, 0,85 m/giờ, 0,9 m/giờ, 0,95 m/giờ, 1 m/giờ, hoặc trị số bất kỳ ≤ 1 m/giờ;

(iv) lọc màng nước thải sau lắng lần thứ hai, tốt hơn là sử dụng hệ siêu lọc – UF (Ultra filter) 7, trong đó kích thước lỗ màng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,1 μm , tốt hơn là 0,05 đến 0,1 μm , tốt hơn nữa là 0,08 đến 0,1 μm , ví dụ như 0,08; 0,09; 0,1 μm , lưu lượng nước qua màng nằm trong khoảng 60 đến 160 $\text{L}/\text{m}^2.\text{h}$, tốt hơn là 70-140 $\text{L}/\text{m}^2.\text{h}$, 80-120 $\text{L}/\text{m}^2.\text{h}$, 90-100 $\text{L}/\text{m}^2.\text{h}$, ví dụ như 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100 $\text{L}/\text{m}^2.\text{h}$;

(v) khử trùng và bổ sung khoáng chất thiết yếu cho nước sau lọc màng, nhằm đảm bảo giá trị các thông số pH, độ cứng, độ kiềm đến các mức yêu cầu đối với kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh, trước khi tuần hoàn nước đã xử lý trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh 1; và

(vi) tuần hoàn nước sau khử trùng và bổ sung khoáng chất thiết yếu trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh 1.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (i), bùn lắng được thải bỏ khỏi bể lắng thứ nhất 3 mỗi ngày 2 lần, tốt hơn là cách nhau 12 giờ, mỗi lần 1% thể tích nước qua bể lắng thứ nhất 3.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (ii) xử lý nước thải sau lắng lần thứ nhất bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định, tải lượng đầu vào của chất hữu cơ OLR_{in} nằm trong khoảng từ 0,14 đến 0,28 $\text{kgCOD}/\text{m}^3.\text{ngày}$, tốt hơn là 0,20-0,28 $\text{kgCOD}/\text{m}^3.\text{ngày}$, tải lượng đầu vào của nito NLR_{in} nằm trong khoảng từ 0,014 đến 0,07 kgN/m^3 , tốt hơn là 0,05-0,07 kgN/m^3 .

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (ii), lượng không khí được cấp vào bể hiếu khí 5 được điều chỉnh sao cho lượng oxy hòa tan DO trong nước nằm trong khoảng từ 2 đến 4 mg O₂/lít nước, tốt hơn là 3,5-4 mg O₂/lít nước, để đảm bảo các quá trình chuyển hóa các chất ô nhiễm trong nước thải bởi các vi sinh vật hiếu khí xảy ra được tốt.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (ii), tỷ lệ Q_r/Q_{in} của lưu lượng nước sau khi qua bể hiếu khí 5 được tuần hoàn trở lại bể thiếu khí 4 Q_r với lưu lượng nước cấp vào Q_{in} nằm trong khoảng từ 2 đến 4, ví dụ như 2, 3 hoặc 4.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (ii), vật liệu mang vi sinh là gốm xốp được tạo thành từ thành phần chính là đất sét và được nung ở nhiệt độ cao, chẳng hạn khoảng 800°C, vật liệu này có khối lượng thể tích khoảng 450-480 kg/m³ và độ rỗng toàn thể tích khoảng 55-60%.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (ii), thể tích của vật liệu mang vi sinh chiếm khoảng 50-60% thể tích bể, ví dụ 50, 55 hoặc 60% thể tích bể, tính theo thể tích đồ đồng.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (ii), một phần nước sau khi qua bể hiếu khí 5 được tuần hoàn trở lại bể thiếu khí 4 bằng bơm tuần hoàn thứ nhất 10.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (iii), bùn lắng được thải bỏ khỏi bể lắng thứ hai 6 mỗi ngày 2 lần, tốt hơn là cách nhau 12 giờ, mỗi lần 1% thể tích nước qua bể lắng.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (v), việc khử trùng nước được tiến hành bằng các hợp chất chứa clo hoạt tính, chẳng hạn như natri hypochlorit (NaOCl), Ca(OCl)₂, lượng của các hợp chất này được tính theo clo hoạt tính nằm trong khoảng từ 1 đến 3 g/m³. Sau khi thêm hóa chất khử trùng, quá trình tiếp xúc giữa clo hoạt tính và vi sinh được thực hiện tại bể chứa 8 trong một thời gian lưu nước thích hợp, chẳng hạn 40-60 phút, sau đó nước được đưa vào bể chứa trung gian 9, tại đây nước được bổ sung khoáng chất cần thiết, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh trước khi tuần hoàn trở lại ao nuôi.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (v), việc khử trùng nước được tiến hành bằng tia cực tím, thời gian tiếp xúc giữa nước sau xử lý và tia cực tím đảm bảo để diệt hết vi khuẩn. Sau khử trùng, nước được

đưa vào bể chứa trung gian 9, tại đây nước được bổ sung khoáng chất cần thiết, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh trước khi tuần hoàn trở lại ao nuôi.

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo khía cạnh thứ nhất, trong đó ở bước (vi), nước từ bể chứa trung gian 9 được tuần hoàn trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh 1 bằng bơm tuần hoàn thứ hai 9.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống xử lý nước thải nuôi tôm siêu thâm canh để tuần hoàn để thực hiện quy trình theo phương án bất kỳ trong số các phương án của quy trình khía cạnh thứ nhất nêu trên, trong đó hệ thống này bao gồm:

bể lắng thứ nhất 3 tiếp nhận nước thải từ ao nuôi tôm siêu thâm canh 1 với lưu lượng Q_{in} xác định để loại bỏ cặn lơ lửng SS;

cụm xử lý bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định bao gồm:

bể thiếu khí 4 chứa vật liệu mang vi sinh là gồm xốp có kích thước hạt từ 12 đến 25 mm, thể tích vật liệu mang vi sinh chiếm 40-60% thể tích bể, tính theo thể tích đồ đóng, bể thiếu khí 4 có đầu nước vào và đầu nước ra được bố trí tương ứng phía dưới và phía trên của lớp vật liệu mang vi sinh, theo đó nước thải từ bể lắng thứ nhất 3 đưa sang được đi qua lớp vật liệu mang vi sinh theo chiều từ dưới lên trên, trong đó các loại vi sinh lấy từ hệ thống xử lý nước thải thủy sản được sử dụng để bám dính và phát triển trên vật liệu mang,

bể hiếu khí 5 được bố trí nối tiếp với bể thiếu khí 4, bể hiếu khí 5 cũng chứa vật liệu mang vi sinh là gồm xốp có kích thước hạt từ 12 đến 25 mm, thể tích vật liệu mang vi sinh chiếm 40-60% thể tích bể, tính theo thể tích đồ đóng, bể hiếu khí 5 có đầu nước vào và đầu nước ra được bố trí tương ứng phía trên và phía dưới của lớp vật liệu mang vi sinh, theo đó nước thải từ bể thiếu khí 4 đưa sang được đi qua lớp vật liệu mang vi sinh theo chiều từ trên xuống dưới,

hệ thống phân phối khí 15 để cấp không khí vào phía dưới bể hiếu khí 5, để thực hiện quá trình oxy hóa chất hữu cơ và amoni trong bể hiếu khí 5 bởi vi sinh vật hiếu khí, trong đó các loại vi sinh lấy từ hệ thống xử lý nước thải thủy sản được sử dụng để bám dính và phát triển trên vật liệu mang, và

bơm tuần hoàn thứ nhất 10 để tuần hoàn một phần nước sau khi qua bể hiếu khí 5 trở lại bể thiếu khí 4, để thực hiện quá trình khử nitrat trong bể thiếu khí 4 bởi vi sinh vật thiếu khí;

bể lắng 6 để loại bỏ sinh khối dư và màng vi sinh bong ra từ vật liệu mang khỏi nước không được tuần hoàn sau bể hiếu khí 5 được đưa sang;

hệ lọc màng 7, tốt hơn là hệ siêu lọc – UF (Ultra filter), để lọc nước từ bể lắng 6 đưa sang, hệ lọc màng này có kích thước lỗ màng từ 0,01 đến 0,1 μm , lưu lượng nước qua màng được thiết lập nằm trong khoảng 60 đến 160 $\text{L}/\text{m}^2.\text{h}$;

hệ thống khử trùng được làm thích ứng để khử trùng nước sau lọc màng (không được thể hiện trên hình vẽ);

bể chứa trung gian 9 để chứa nước sau khử trùng, tại đây nước được bổ sung khoáng chất cần thiết, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh trước khi tuần hoàn trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh 1; và

bơm tuần hoàn thứ hai 9 để tuần hoàn nước từ bể chứa trung gian 9 trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh 1.

Theo một phương án thực hiện của hệ thống theo khía cạnh thứ hai, trong đó bể lắng thứ nhất 3 có van xả đáy 13 để xả bùn lắng.

Theo một phương án thực hiện của hệ thống theo khía cạnh thứ hai, trong đó ở cụm xử lý bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định, tải lượng đầu vào của chất hữu cơ OLR_{in} được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,14 đến 0,28 $\text{kgCOD}/\text{m}^3.\text{ngày}$, tải lượng đầu vào của nitơ NLR_{in} nằm trong khoảng từ 0,014 đến 0,07 kgN/m^3 .

Theo một phương án thực hiện của hệ thống theo khía cạnh thứ hai, trong đó ở cụm xử lý bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định, hệ thống phân phối khí 15 được cấu hình để cấp lượng không khí vào phía dưới bể hiếu khí 5 sao cho tương ứng với lượng oxy hòa tan DO trong nước nằm trong khoảng từ 2 đến 4 $\text{mg O}_2/\text{lít nước}$.

Theo một phương án thực hiện của hệ thống theo khía cạnh thứ hai, trong đó ở cụm xử lý bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định, bơm tuần hoàn thứ nhất 10 được thiết lập để tuần hoàn một phần nước sau khi qua bể hiếu khí 5 trở lại bể thiếu khí 4 với lưu lượng Q_r bằng 2-4 lần lưu lượng nước Q_{in} cấp vào bể thiếu khí 4.

Theo một phương án thực hiện của hệ thống theo khía cạnh thứ hai, trong đó ở cụm xử lý bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định, vật liệu mang vi sinh là gốm xốp được tạo thành từ thành phần chính là đất sét và được nung ở nhiệt độ cao, chẳng hạn khoảng 800°C , vật liệu này có khối lượng thể tích khoảng $450 \text{ kg}/\text{m}^3$ và độ rỗng toàn thể tích khoảng 55%.

Theo một phương án thực hiện của hệ thống theo khía cạnh thứ hai, trong đó ở cụm xử lý bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định, thể tích của vật liệu mang vi sinh chiếm khoảng 50% thể tích bể, tính theo thể tích đồ đồng.

Theo một phương án thực hiện của hệ thống theo khía cạnh thứ hai, trong đó bể lắng thứ hai 6 có van xả bùn 14 để xả bùn lắng.

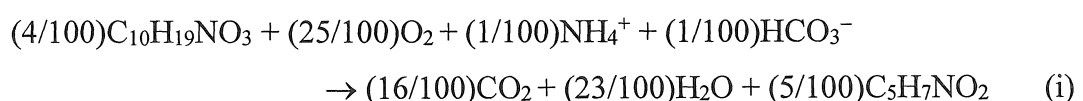
Theo một phương án thực hiện của hệ thống theo khía cạnh thứ hai, trong đó hệ thống khử trùng nước sau lọc màng là hệ thống sử dụng các hợp chất chứa clo hoạt tính, chẳng hạn như natri hypochlorit (NaOCl), Ca(OCl)_2 , hệ thống này được thiết lập để cấp lượng của các hợp chất này được tính theo clo hoạt tính nằm trong khoảng từ 1 đến 3 g/m^3 . Theo một phương án thực hiện, sau khi thêm hóa chất khử trùng, quá trình tiếp xúc giữa clo hoạt tính và vi sinh được thực hiện tại bể chứa 8 trong một thời gian lưu nước thích hợp, chẳng hạn 40-60 phút, sau đó nước mới được đưa vào bể chứa trung gian 9, tại đây nước được bổ sung khoáng chất cần thiết, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh trước khi tuần hoàn trở lại ao nuôi.

Theo một phương án thực hiện của hệ thống theo khía cạnh thứ hai, trong đó hệ thống khử trùng nước sau lọc màng là hệ thống sử dụng tia cực tím, thời gian tiếp xúc giữa nước sau xử lý và tia cực tím đảm bảo để diệt hết vi khuẩn.

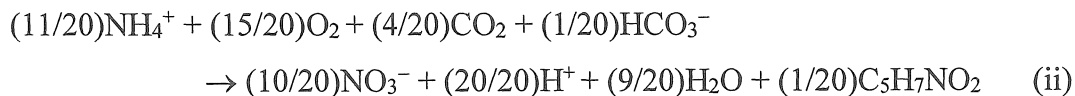
Theo quy trình và hệ thống xử lý theo giải pháp hữu ích, nước thải từ ao nuôi tôm siêu thâm canh 1 được đưa vào hệ xử lý, chẳng hạn bằng bơm cấp nước 2, phần bùn cặn ở đáy ao nuôi được xả ra ngoài qua đường xả đáy 12.

Trước tiên, nước thải được đưa qua bể lắng thứ nhất 3 với lưu lượng Q_{in} xác định để loại bỏ cặn lơ lửng (SS), vận tốc dâng nước v_{up} trong bể lắng thứ nhất $3 \leq 1 \text{ m/giờ}$, để vận tốc lắng của SS luôn lớn hơn tốc độ dâng của nước. Khi đó, khoảng 80 đến 90% SS (tính theo khối lượng khô) lắng xuống đáy bể lắng và được đưa ra ngoài bằng van xả đáy 13. Theo một phương án thực hiện để làm ví dụ, bùn lắng ở đáy bể lắng thứ nhất 3 được xả 2 lần mỗi ngày, tốt hơn là cách nhau 12 giờ, mỗi lần 1% thể tích nước qua bể lắng.

Tiếp theo, nước thải được đưa lần lượt qua bể thiếu khí 4 theo chiều từ dưới lên trên và bể hiếu khí 5 theo chiều từ trên xuống dưới. Tại bể hiếu khí 5, không khí được cấp vào bể theo chiều từ dưới lên trên qua hệ thống phân phối khí 15, lượng không khí cấp vào được điều chỉnh, chẳng hạn bằng van, sao cho lượng oxy hòa tan DO trong nước nằm trong khoảng từ 2 đến 4 $\text{mg O}_2/\text{lít nước}$, tốt hơn là 4 $\text{mg O}_2/\text{lít nước}$, khi đó các vi sinh vật hiếu khí trong bể hiếu khí 5 sẽ chuyển hóa (oxy hoá) các chất ô nhiễm (các hợp chất hữu cơ và hợp chất chứa nitơ) trong nước thải theo các phản ứng (i) và (ii) dưới đây:

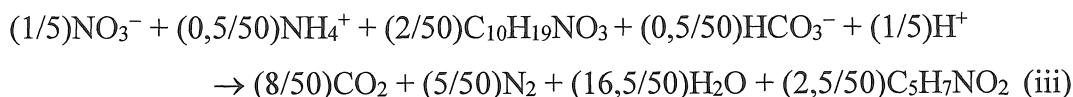


($C_{10}H_{19}NO_3$ là công thức nước thải sinh hoạt gần đúng, $C_5H_7NO_2$ là công thức gần đúng của vi sinh).



Tại bể thiếu khí 4, quá trình khử nitrat sẽ diễn ra theo phản ứng (ii).

Sau khi qua bể hiếu khí 5, một phần nước được tuần hoàn bằng bơm tuần hoàn thứ nhất 10 trở lại bể thiếu khí 4 để thực hiện quá trình khử nitrat bằng chất cho điện tử là hữu cơ trong nước thải bởi vi sinh vật thiếu khí theo phản ứng (iii) sau đây:

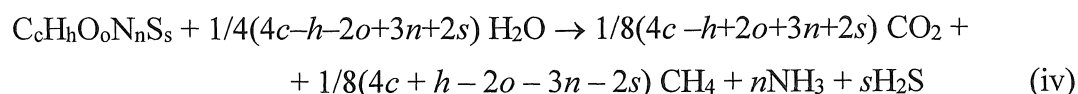


Thời gian lưu nước t tại bể hiếu khí 5 phụ thuộc vào nồng độ chất hữu cơ C_{COD} và nồng độ amoni $C_{NH_4^+}$ đầu vào, tại bể thiếu khí 4 phụ thuộc nồng độ nitrat $C_{NO_3^-}$.

Lưu lượng nước cần tuần hoàn Q_r tùy thuộc vào nồng độ nitơ trong nước đầu vào C_{N-in} và tổng nitơ yêu cầu sau xử lý C_{N-out} . Với nước thải nuôi tôm siêu thâm canh, để đạt yêu cầu chất lượng nước cấp cho nuôi tôm đối với thông số tổng nitơ và amoni, thì lưu lượng nước cần tuần hoàn Q_r cần nằm trong khoảng từ 2 đến 4 lần lưu lượng nước Q_{in} cấp vào hệ thống xử lý.

Với tải lượng đầu vào của chất hữu cơ OLR_{in} từ 0,14 đến 0,28 kgCOD/m³.ngày, thì hiệu suất xử lý đạt được từ 75 đến 86%, với tải lượng đầu vào của nitơ (NLR_{in}) từ 0,014 đến 0,07 kgN/m³.ngày, thì hiệu suất xử lý đạt được từ 95,7 đến 99%.

Khi sử dụng vật liệu mang để các loài vi sinh vật trên bám dính và phát triển sẽ hình thành các màng vi sinh (biofilm) trên bề mặt vật liệu mang, màng này sẽ ngăn cản quá trình khuếch tán oxy vào các lớp phía trong, với kích thước và độ dày đủ lớn của vật liệu mang thì ngoài các quá trình thiếu khí và hiếu khí ở lớp ngoài sẽ xảy ra quá trình phân hủy yếm khí ở lớp trong sau lớp vi sinh hiếu khí và thiếu khí. Quá trình yếm khí sẽ chuyển hóa chất hữu cơ thành CO_2 và H_2O theo phản ứng (iv) sau:



Ưu điểm quan trọng của quá trình yếm khí là sinh khối sinh ra thấp hơn nhiều (khoảng 7% lượng thức ăn cấp vào) so với quá trình hiếu khí (khoảng 50% lượng thức ăn cấp vào). Ngoài ra, do diễn ra đồng thời các quá trình (i), (ii), (iii) và (iv), trong đó, quá trình thiếu khí theo phản ứng (ii) cũng sẽ tiêu thụ chất hữu cơ từ nước thải và/hoặc từ xác vi sinh vật, nên lượng bùn dư thực tế sinh ra rất thấp.

Ngoài ra, khi sử dụng vật liệu mang để vi sinh bám dính và phát triển thì ngoài các ưu điểm trên, một số lợi ích quan trọng khác đạt được, đó là: dễ khởi động hệ thống do không phải kiểm soát bùn vi sinh trôi theo nước; ít hoặc không phải kiểm soát mật độ vi sinh; chất lượng nước sau xử lý ổn định.

Với việc sử dụng vật liệu mang là gốm, kích thước 12 đến 25 mm, được tạo thành từ nguyên liệu chính là đất sét và được nung ở nhiệt độ cao, chẳng hạn khoảng 800°C, thì vật liệu mang sẽ có tính chất cơ lý rất cao, chịu được sự khắc nghiệt của môi trường nước thải.

Tiếp sau bể thiếu khí 4 và bể hiếu khí 5, nước được đưa sang bể lắng thứ hai 6 để loại bỏ sinh khối dư và màng vi sinh bong ra từ vật liệu mang. Tốc độ dâng nước ở đây cũng tương đương ở bể lắng thứ nhất 3. Tần suất và lượng bùn đáy cần xả cũng tương tự như bể lắng thứ nhất 3, bùn được xả ra ngoài thông qua van xả bùn 14.

Tiếp theo, nước được đưa qua hệ lọc màng 7, tốt hơn là hệ siêu lọc - UF, kích thước lỗ màng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,1 μm , lưu lượng nước qua màng nằm trong khoảng 60 đến 160 $\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. Mật độ tổng vi khuẩn và hàm lượng chất hữu cơ trong nước sau lọc giảm tương ứng 90% và 10%.

Nước sau lọc được khử trùng bằng hợp chất chứa clo hoạt tính và/hoặc bằng tia cực tím. Sau khi khử trùng, nước được đưa vào bể chứa trung gian 9, tại đây nước được bổ sung khoáng chất cần thiết, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh trước khi đưa trở lại ao nuôi bằng bơm tuần hoàn thứ hai 9. Trong trường hợp khử trùng bằng hợp chất chứa clo hoạt tính, quá trình tiếp xúc giữa clo hoạt tính và vi sinh được thực hiện tại bể chứa 8 trong một thời gian lưu nước thích hợp, chẳng hạn 40-60 phút, sau đó, nước mới được đưa vào bể chứa trung gian 9.

Trong bản mô tả này, thuật ngữ “bể” có thể được hiểu là các dạng bồn, bể, vật chứa, đồ chứa có chức năng tương tự, có thể được dùng thay thế cho nhau.

Theo một phương án thực hiện của quy trình và hệ thống theo giải pháp hữu ích, trong đó nước được đưa qua bể lắng thứ nhất 3 và bể lắng thứ hai 6 với lưu lượng Q_{in} và vận tốc dâng nước v_{up} bằng nhau. Theo một phương án thực hiện cụ thể hơn, lưu lượng nước được đưa qua mỗi bể lắng nêu trên bằng lưu lượng nước đưa vào hệ thống Q_{in} và vận tốc dâng nước v_{up} ở bể lắng thứ nhất 3 và bể lắng thứ hai 6 là bằng nhau.

Theo một phương án thực hiện của quy trình và hệ thống theo giải pháp hữu ích, trong đó thể tích của các bể thiếu khí 4 và thiếu khí 5 là giống nhau, và thể tích vật liệu mang vi sinh trong các bể này cũng giống nhau.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ 1: sử dụng hệ thống và quy trình được thể hiện trên hình 1 để xử lý tuần hoàn nước thải nuôi tôm siêu thâm canh ở giai đoạn tôm 60 ngày tuổi.

Quy trình thực hiện theo ví dụ này như được mô tả trong phần Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích có dựa vào Hình 1, trong đó các thông số công nghệ của quy trình và hệ thống theo ví dụ này được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1

<i>Stt</i>	<i>Thông số</i>	<i>Ký hiệu</i>	<i>Đơn vị tính</i>	<i>Giá trị</i>
1.	Tải lượng hữu cơ đầu vào	OLR_{in}	kgCOD/m ³ /ngày	0,28
2.	Nồng độ chất hữu cơ đầu vào	C_{COD-in}	mg/l	50
3.	Tải lượng nitơ đầu vào	NLR_{in}	kgN/m ³ /ngày	0,07
4.	Nồng độ amoni đầu vào	$C_{NH_4^+-in}$	mgN/l	25
5.	Hàm lượng cặn lơ lửng đầu vào	SS_{in}	mg/l	21
6.	Tốc độ dâng nước trong bể lắng thứ nhất (3) và bể lắng thứ hai (6)	v_{up}	m/giờ	1
7.	Tỷ lệ lưu lượng nước hồi lưu/lưu lượng nước cấp vào	$Q_r/Q_{in} = 2$	-	2
8.	Tốc độ nước qua màng lọc UF	F	l/(m ² .h)	100
9.	Hiệu suất loại bỏ hữu cơ	H_{COD}	%	79 - 85
10.	Hiệu suất chuyển hóa amoni	$H_{NH_4^+}$	%	96 - 98
11.	Hiệu suất loại bỏ tổng nitơ	H_{T-N}	%	68 - 72
12.	Hàm lượng cặn lơ lửng đầu ra	SS_{out}	mg/l	3

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Hệ thống và quy trình theo giải pháp hữu ích cho phép xác định và/hoặc điều chỉnh lưu lượng nước thải từ quá trình nuôi tôm siêu thâm canh qua hệ thống xử lý tùy theo chất lượng nước thải và yêu cầu chất lượng nước sau xử lý.

Hệ thống và quy trình theo giải pháp hữu ích cho phép xử lý nước thải nuôi tôm siêu thâm canh đáp ứng yêu cầu xả thải hoặc tuần hoàn.

Lưu ý rằng, trong bản mô tả này, từ "khoảng" đi kèm với các trị số hoặc khoảng trị số để biểu thị sai số của trị số hoặc các trị số đầu mút của các khoảng trị số đó, sai số này có thể lên đến $\pm 10\%$, ví dụ $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 3\%$, $\pm 4\%$,... hoặc $\pm 10\%$.

Cũng lưu ý rằng, mặc dù các khoảng con của các khoảng trị số đã nêu không được chỉ ra cụ thể, tuy nhiên đối với giải pháp hữu ích này, phạm vi của các khoảng trị số đã

nêu có thể được điều chỉnh lại. Theo một cách thức, có thể điều chỉnh lại phạm vi của các khoảng trị số đã nêu bằng cách loại trừ bớt một hoặc một số trị số bất kỳ là đầu mút của khoảng trị số hoặc nằm trong khoảng trị số đã nêu đó, ví dụ với phạm vi của khoảng % thể tích được đề cập trong dấu hiệu “thể tích vật liệu mang vi sinh chiếm 40-60% thể tích bể”, khoảng này có thể được điều chỉnh lại bằng cách loại trừ trị số 40; 50; hoặc 60% thuộc khoảng đó. Theo một cách thức khác, có thể điều chỉnh lại phạm vi của các khoảng trị số đã nêu bằng cách lấy khoảng con bất kỳ trong khoảng trị số đã nêu, mặc dù trước đó không chỉ ra các trị số đầu mút của khoảng con đó, ví dụ, có thể lấy khoảng con từ 40 đến 45% trong khoảng 40 đến 60% nêu trên, hoặc có thể giới hạn lại phạm vi của khoảng trị số đã nêu chỉ ở một hoặc một số trị số bất kỳ trong khoảng trị số đã nêu đó, ví dụ tại 43, 48, 52, hoặc 59%.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình xử lý nước thải nuôi tôm siêu thâm canh để tuần hoàn, quy trình này bao gồm các bước:

(i) lắng lần thứ nhất để loại bỏ cặn lơ lửng trong nước thải từ ao nuôi tôm siêu thâm canh (1) bằng bể lắng thứ nhất (3), trong đó nước thải được đưa qua bể lắng thứ nhất với lưu lượng (Q_{in}) xác định và vận tốc dâng nước (v_{up}) ≤ 1 m/giờ;

(ii) xử lý nước thải sau lắng lần thứ nhất bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định để loại bỏ các hợp chất hữu cơ và nitơ, sử dụng cụm xử lý bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định bao gồm bể thiếu khí (4) và bể hiếu khí (5) bố trí nối tiếp nhau, các bể này chứa vật liệu mang vi sinh là gồm xốp có kích thước hạt từ 12 đến 25 mm, thể tích vật liệu mang vi sinh chiếm 40-60% thể tích bể, tính theo thể tích đồ đồng, trong đó các loại vi sinh lấy từ hệ thống xử lý nước thải thủy sản được sử dụng để bám dính và phát triển trên vật liệu mang, và trong đó bước này bao gồm:

đưa nước thải từ bể lắng thứ nhất (3) vào bể thiếu khí (4) sao cho nước thải đi qua lớp vật liệu mang vi sinh trong bể này theo chiều từ dưới lên trên,

đưa nước thải từ phần trên bể thiếu khí (4) vào bể hiếu khí (5) sao cho nước thải đi qua lớp vật liệu mang vi sinh trong bể này theo chiều từ trên xuống dưới,

cấp không khí vào bể hiếu khí (5) theo chiều từ dưới lên bằng hệ thống phân phối khí (15), để thực hiện quá trình oxy hóa chất hữu cơ và amoni trong bể hiếu khí (5) bởi vi sinh vật hiếu khí, và

tuần hoàn một phần nước sau khi qua bể hiếu khí (5) trở lại bể thiếu khí (4), để thực hiện quá trình khử nitrat trong bể thiếu khí (4) bởi vi sinh vật thiếu khí;

(iii) lắng lần thứ hai để loại bỏ sinh khối dư và màng vi sinh bong ra từ vật liệu mang khỏi phần nước thải không được tuần hoàn sau bể hiếu khí (5), sử dụng bể lắng thứ hai (6), trong đó phần nước thải này được đưa qua bể lắng thứ hai với lưu lượng (Q_{in}) xác định và vận tốc dâng nước (v_{up}) ≤ 1 m/giờ;

(iv) lọc màng nước thải sau lắng lần thứ hai, tốt hơn là sử dụng hệ siêu lọc - UF (7), trong đó kích thước lỗ màng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,1 μm , lưu lượng nước qua màng nằm trong khoảng 60 đến 160 $\text{L}/\text{m}^2.\text{h}$;

(v) khử trùng và bổ sung khoáng chất thiết yếu cho nước sau lọc màng, nhằm đảm bảo giá trị các thông số pH, độ cứng, độ kiềm đến các mức yêu cầu đối với kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh, trước khi tuần hoàn nước đã xử lý trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh (1); và

(vi) tuần hoàn nước sau khử trùng và bổ sung khoáng chất thiết yếu trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh (1).

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó ở bước (i), bùn lắng được thải bỏ khỏi bể lắng thứ nhất (3) mỗi ngày 2 lần, tốt hơn là cách nhau 12 giờ, mỗi lần 1% thể tích nước qua bể lắng thứ nhất (3).

3. Quy trình theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước (ii) xử lý nước thải sau lắng lần thứ nhất bằng quá trình vi sinh bám dính trên vật liệu mang cố định, tải lượng đầu vào của chất hữu cơ (OLR_{in}) nằm trong khoảng từ 0,14 đến 0,28 $kgCOD/m^3.ngày$, tải lượng đầu vào của nitơ (NLR_{in}) nằm trong khoảng từ 0,014 đến 0,07 kgN/m^3 .

4. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), lượng không khí được cấp vào bể hiếu khí (5) được điều chỉnh sao cho lượng oxy hòa tan (DO) trong nước nằm trong khoảng từ 2 đến 4 $mg\ O_2/lít\ nước$, để đảm bảo các quá trình chuyển hóa các chất ô nhiễm trong nước thải bởi các vi sinh vật hiếu khí xảy ra được tốt.

5. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), tỷ lệ Q_r/Q_{in} của lưu lượng nước sau khi qua bể hiếu khí (5) được tuần hoàn trở lại bể thiếu khí (4) Q_r với lưu lượng nước cấp vào Q_{in} nằm trong khoảng từ 2 đến 4.

6. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), vật liệu mang vi sinh là gốm xốp được tạo thành từ thành phần chính là đất sét và được nung ở nhiệt độ cao, chẳng hạn khoảng $800^{\circ}C$, vật liệu này có khối lượng thể tích khoảng $450\ kg/m^3$ và độ rỗng toàn thể tích khoảng 55%.

7. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), thể tích của vật liệu mang vi sinh chiếm khoảng 50% thể tích bể, tính theo thể tích đồ đồng.

8. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (ii), một phần nước sau khi qua bể hiếu khí (5) được tuần hoàn trở lại bể thiếu khí (4) bằng bơm tuần hoàn thứ nhất (10).

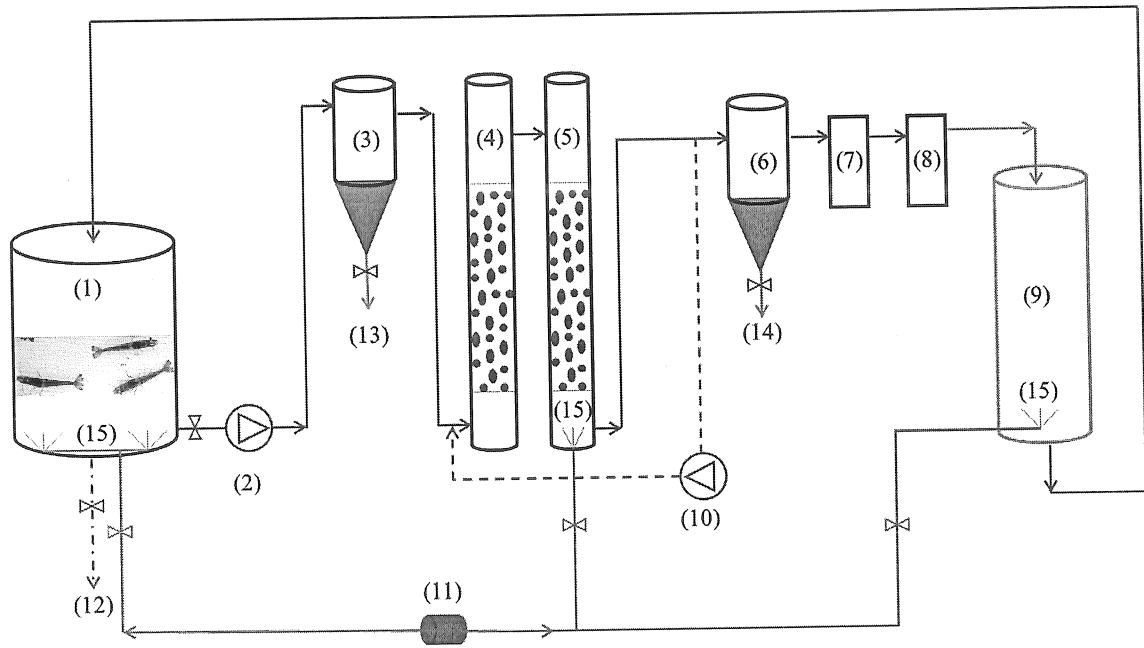
9. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (iii), bùn lắng được thải bỏ khỏi bể lắng thứ hai (6) mỗi ngày 2 lần, tốt hơn là cách nhau 12 giờ, mỗi lần 1% thể tích nước qua bể lắng.

10. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ở bước (v), việc khử trùng nước được tiến hành bằng các hợp chất chứa clo hoạt tính, lượng của các hợp chất này được tính theo clo hoạt tính nằm trong khoảng từ 1 đến 3 g/m^3 , và sau khi thêm hóa chất khử trùng, quá trình tiếp xúc giữa clo hoạt tính và vi sinh được thực hiện tại bể chứa (8) trong một thời gian lưu nước thích hợp, sau đó, nước được đưa vào bể chứa trung

gian (9), tại đây nước được bổ sung khoáng chất cần thiết, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh trước khi tuần hoàn trở lại ao nuôi.

11. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó ở bước (v), việc khử trùng nước được tiến hành bằng tia cực tím, và sau khử trùng, nước được đưa vào bể chứa trung gian (9), tại đây nước được bổ sung khoáng chất cần thiết, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật nuôi tôm siêu thâm canh trước khi tuần hoàn trở lại ao nuôi.

12. Quy trình theo điểm 10 hoặc 11, trong đó ở bước (vi), nước từ bể chứa trung gian (9) được tuần hoàn trở lại ao nuôi tôm siêu thâm canh (1) bằng bơm tuần hoàn thứ hai (9).

**Hình 1**