

# MỘT SỐ HỆ THỐNG LỌC SINH HỌC SỬ DỤNG TRONG NUÔI SINH VẬT CẢNH BIỂN (TỔNG QUAN)

Đỗ Hữu Hoàng<sup>1</sup>

## TÓM TẮT

Cá cảnh biển ngày càng được nuôi phổ biến ở Việt Nam và trên thế giới. Trong bể nuôi sinh vật cảnh các chất thải từ thức ăn và chất bài tiết cần được loại bỏ nhằm tránh gây hại cho vật nuôi. Để lưu giữ thành công một bể nuôi sinh vật cảnh, hệ thống lọc sinh học cần được lắp đặt và vận hành đúng. Hệ thống lọc sinh học là nơi sinh sống của các vi khuẩn nitrat hóa, các vi khuẩn này có vai trò chuyển hóa nitơ thải ra từ cá và vật nuôi ở dạng độc ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ) sang dạng ít độc hơn ( $\text{NO}_3^-$ ). Chúng có vai trò loại bỏ các chất độc hại một cách hiệu quả và kinh tế nhất, tạo môi trường trong sạch cho hệ thống nuôi. Có nhiều kiểu lọc sinh học khác nhau bao gồm hệ thống lọc sinh học qua nền đáy, lọc sinh học nhỏ giọt, hệ thống lọc canister (bình hồ hấp). Ngoài ra còn có các hệ thống khác như hệ thống của Lee Chin Eng, Jaubert, Adey và Berlin. Bài viết cung cấp dữ liệu liên quan đến việc thiết kế và vận hành một số hệ thống lọc sinh học dùng trong nuôi sinh vật cảnh. Người nuôi cần hiểu rõ cấu trúc và vận hành của chúng để có thể sử dụng một cách hiệu quả nhất.

Từ khóa: *Lọc sinh học, vi khuẩn nitrat hóa, môi trường.*

## 1. MỞ ĐẦU

Cá cảnh biển là đối tượng ngày càng được nuôi phổ biến ở Việt Nam và nhiều nơi trên thế giới. Để duy trì một bể nuôi sinh vật cảnh khỏe mạnh, phục vụ cho nhu cầu giải trí, người nuôi cần phải tạo ra môi trường sống thích hợp cho chúng đồng thời giải quyết các chất thải từ vật nuôi và từ thức ăn thừa. Để giải quyết vấn đề này việc thiết kế hệ thống nuôi thích hợp là một phần quan trọng không thể thiếu trong bể nuôi cá cảnh.

Hệ thống lọc trong nuôi trồng thủy sản bao gồm: lọc sinh học, lọc cơ học và lọc hóa học. Tất cả 3 loại lọc này đều có chung nguyên lý hoạt động bằng cách cho nước chảy qua các loại vật liệu lọc. Mỗi loại lọc có chức năng tính chất khác nhau. Lọc cơ học thường dùng vật liệu trơ dùng để giữ các chất bẩn không hòa tan; lọc sinh học sử dụng vi sinh vật có vai trò chuyển hóa các chất vô cơ và hữu cơ hòa tan (đặc biệt là nitơ); lọc hóa học bao gồm các thiết bị và vật liệu lọc (than hoạt tính) dùng để loại bỏ một số loại chất hòa tan trong nước (Delbeek, Sprung, 1994). Bài viết này chỉ đề cập đến hệ thống lọc sinh học, bao gồm: *vai trò của hệ thống lọc sinh học và một số kiểu lọc sinh học phổ biến dùng cho bể nuôi sinh vật cảnh*. Thiết kế một hệ thống lọc sinh học đúng đem lại hiệu quả cho việc nuôi cá cảnh, góp phần giảm thiểu các stress có thể gây chết cá và các vật nuôi.

## 2. VAI TRÒ CỦA HỆ THỐNG LỌC SINH HỌC

Đạm là chất dinh dưỡng cần thiết cấu thành cơ thể động, thực vật. Trong quá trình trao đổi chất vật nuôi bài tiết nitơ dưới dạng urê, axit uric hoặc amoniac ( $\text{NH}_3$ ). Ngoài ra khi đạm bị chuyển hóa trong quá trình trao đổi chất trong cơ thể hay quá trình phân rã các chất hữu cơ bởi các vi khuẩn dị dưỡng chúng đều sản sinh amoniac ( $\text{NH}_3$ ) và khí cacbonic ( $\text{CO}_2$ ) (Delbeek, Sprung, 1994; Moe, 1992a). Amoniac, nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) là những chất gây độc cho vật nuôi cảnh trong bể. Vì vậy cần có biện pháp làm giảm hàm lượng các chất gây độc này. Để giải quyết vấn đề này hệ thống lọc sinh học được xem là giải pháp hiệu quả và kinh tế nhất, có tác dụng chuyển hóa các chất thải gây độc thành dạng ít độc hơn, tạo môi trường sống tốt cho vật nuôi.

Hệ thống lọc sinh học trong nuôi cá cảnh biển được biết đến từ thập niên 60 (Delbeek, Sprung, 1994; Moe, 1992a). Lọc sinh học là hệ thống lọc sử dụng sinh vật sống để chuyển hóa các chất độc hại ( $\text{NH}_3$  và  $\text{NO}_2^-$ ) sang dạng ít độc hơn ( $\text{NO}_3^-$ ). Quá trình chuyển hóa này gọi là quá trình nitrat hóa (Delbeek, Sprung, 1994; Moe, 1992a). Về lý thuyết một hệ thống lọc sinh học lý tưởng sẽ loại bỏ hoàn toàn (100%) amoniac, không tồn tại nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), sử dụng vật liệu rẻ tiền, không cần phải thay nhiều nước và không tích lũy nhiều chất thải rắn. Tuy nhiên trên thực tế không có hệ thống lọc sinh học nào có thể

<sup>1</sup> Viện Hải dương học, Nha Trang

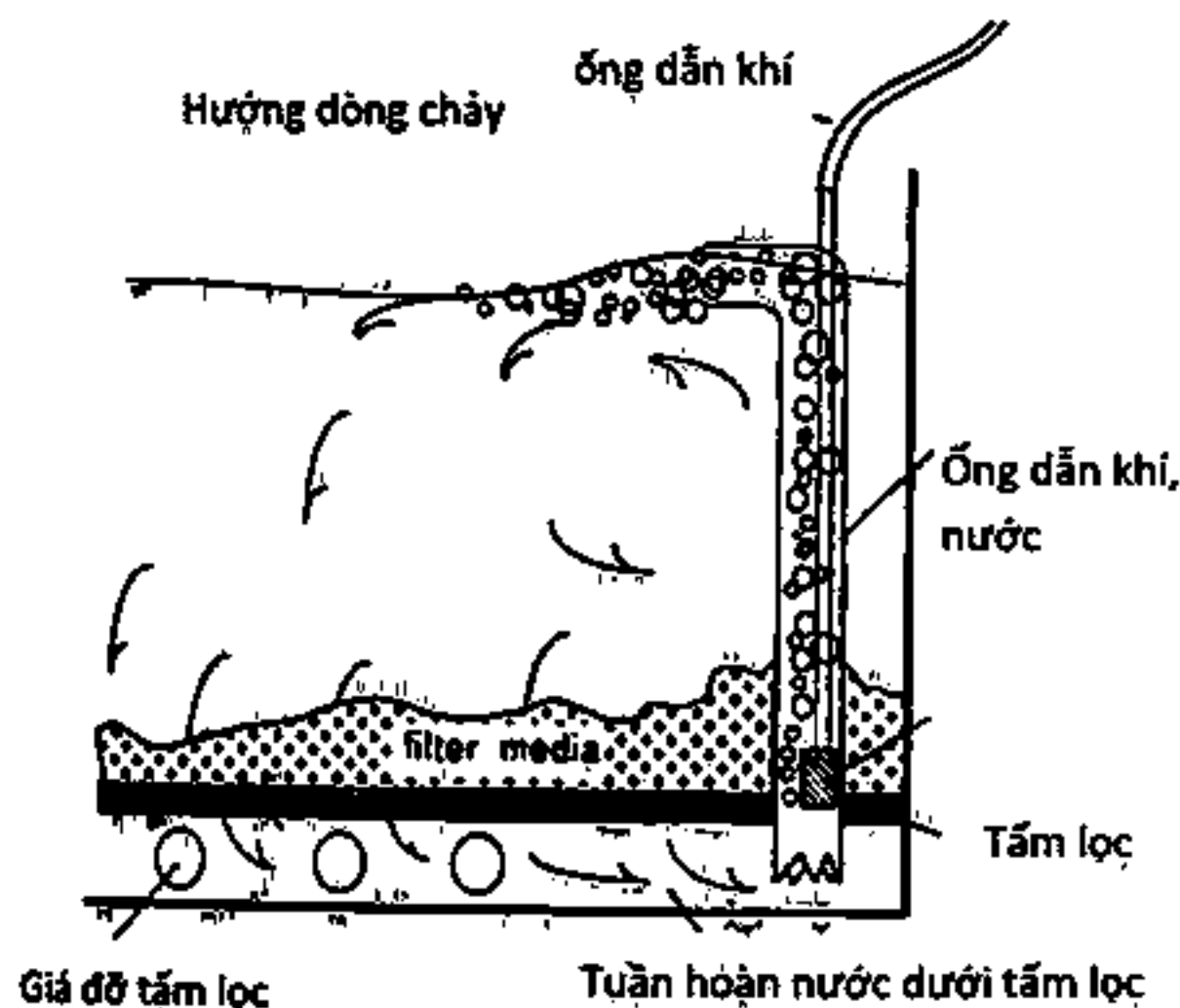
đáp ứng tất cả các yêu cầu trên, bởi vì mỗi hệ thống lọc đều có ưu và nhược điểm riêng.

**2. MỘT SỐ HỆ THỐNG LỌC SINH HỌC PHỔ BIẾN**

Các hệ thống lọc sinh học đều sử dụng các giá thể là nơi các vi khuẩn nitrat hóa phát triển. Đây là nhóm vi khuẩn hiếu khí, chúng cần nhiều oxy hòa tan để phát triển (Wheaton *et al.*, 1991). Các kiểu lọc sinh học được sử dụng phổ biến bao gồm: lọc qua nền đáy (undergravel biofilter), lọc sinh học nhỏ giọt (trickle biofilter).

**3.1. Lọc qua nền đáy cát (Undergravel filter)**

Đây là mô hình lọc truyền thống cho bể nuôi sinh vật cảnh biển. Mô hình này có kết cấu như sau: tấm lọc có nhiều lỗ nhỏ được đặt cách đáy bể khoảng 2 - 2,5 cm, sau đó cho một lớp cát san hô lên trên cùng, dày khoảng 2,5 - 7 cm. Nước sẽ theo dòng khí trong một ống đi từ đáy lên mặt nước. Do chênh lệch áp lực nước sẽ chảy xuyên qua lớp cát lọc. Hệ thống này nên sử dụng cát thô để nước thông qua dễ hơn, cung cấp oxy và giá bám cho vi khuẩn hoạt động (Goldstein, 2008) (Hình 1).



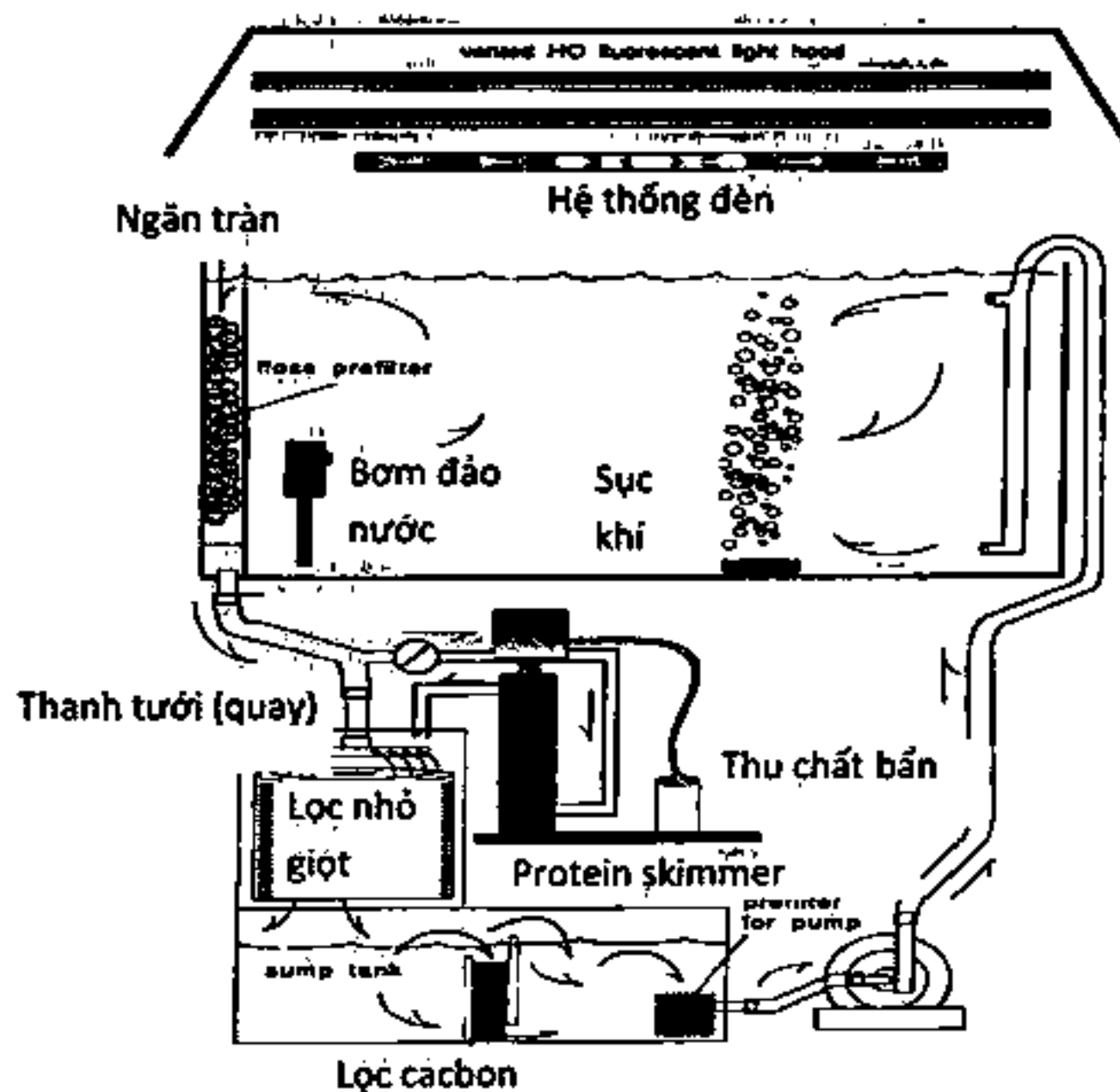
**Hình 1. Mô hình hệ thống lọc sinh học nền đáy (Undergravel biofilter)**

Ưu điểm của hệ thống lọc nền đáy (undergravel biofilter) là có cấu tạo đơn giản, có thể tự thiết kế bằng các vật liệu rẻ tiền. Hệ thống này dễ vệ sinh, vật liệu lọc làm giá thể cho các vi khuẩn nitrat hóa hoạt động. Hạn chế của hệ thống lọc sinh học qua nền đáy là tốc độ nước chảy qua lọc chậm, hàm lượng oxy hòa tan bị giảm đi khi nước đi qua lọc, có thể làm tích tụ các chất bẩn và là nơi phát triển các vi khuẩn dị dưỡng. Những vi khuẩn này sẽ cạnh tranh nơi bám của vi khuẩn nitrat hóa (cần nhiều oxy). Vì vậy hệ thống lọc qua nền đáy cát thường có hiệu suất

chuyển hóa amoniac từ các chất thải thấp và có hiện tượng tích lũy amoniac sau một thời gian nuôi làm cho cá và sinh vật nuôi bị stress. Bởi vì hệ thống này làm tích tụ chất bẩn trong nền đáy, cho nên cần vệ sinh định kỳ 6 - 8 tháng/lần (Moe, 1992b). Mô hình này chỉ thích hợp cho nuôi cá, không thích hợp cho nuôi san hô.

**3.2. Hệ thống lọc sinh học nhỏ giọt (Trickle Filter)**

Mô hình hệ thống lọc sinh học nhỏ giọt được thể hiện ở hình 2 và 3. Hệ thống chảy nhỏ giọt bao gồm một ngăn cho nước chảy từ trên xuống, đi qua các vật liệu lọc. Các vật liệu này sẽ làm nước phân tán nhỏ và chảy từ từ xuống phía dưới qua các ngăn chứa, sau đó được bơm trở lại bể nuôi. Hệ thống này được sử dụng rộng rãi ở Bắc Mỹ. Ưu điểm của hệ thống này cung cấp nước có lượng oxy hòa tan cao cho vi khuẩn sống trong ngăn lọc, tạo điều kiện cho quá trình nitrat hóa xảy ra nhanh chóng và hiệu quả (Delbeek, Sprung, 1994).



**Hình 2. Sơ đồ bể nuôi có hệ thống lọc sinh học nhỏ giọt (Trickle Filters)**

Khái niệm "lọc khô/ướt" cũng thường sử dụng cho hệ thống này, bởi vì các vật liệu lọc không chìm trong nước. Một lớp nước mỏng bao quanh vật liệu lọc tạo điều kiện cho oxy dễ dàng hòa tan vào nước, tạo điều kiện cho vi khuẩn nitrat hóa sống trên bề mặt vật liệu lọc phát triển mạnh mẽ hơn. Kết quả là vi khuẩn hiếu khí có điều kiện phát triển mạnh, ngược lại các vi khuẩn kỵ khí không có cơ hội để phát triển. Chất bẩn cũng ít tích tụ trên vật liệu lọc, vì vậy không

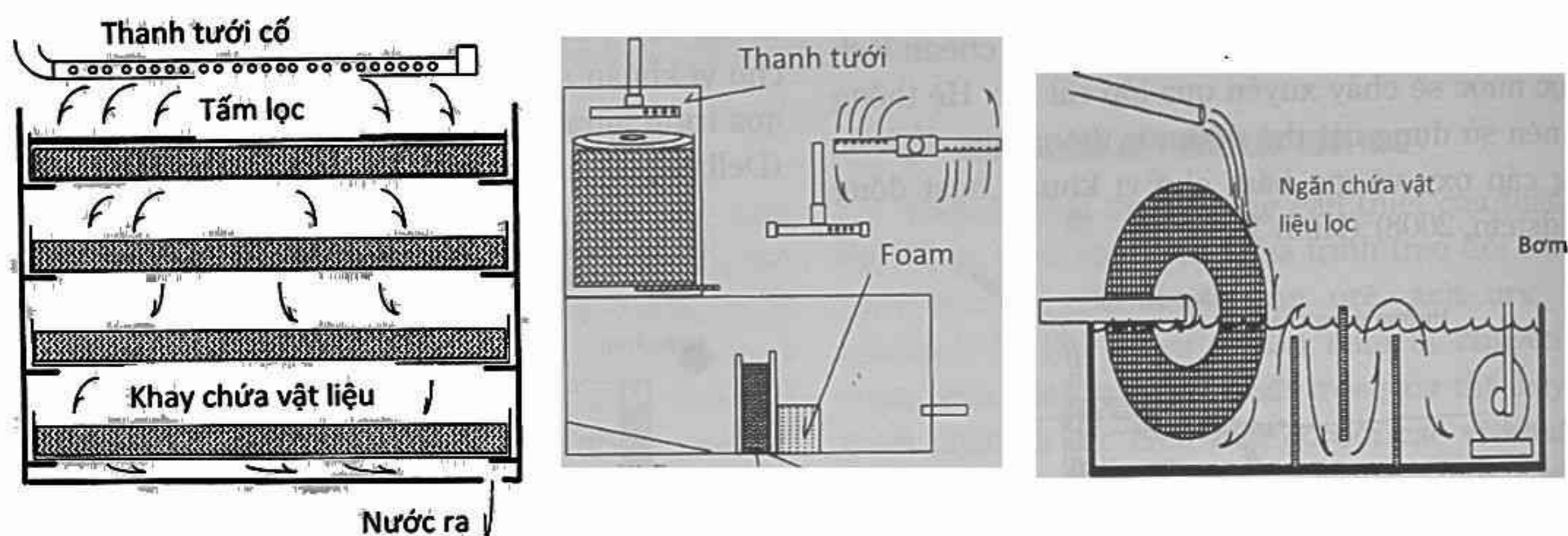
cần phải vệ sinh vật liệu lọc thường xuyên (Delbeek, Sprung, 1994).

Quá trình vận hành của hệ thống này như sau: nước chảy vào ngăn lọc hoặc qua thanh tưới hoặc tấm nhựa được khoan nhiều lỗ nhỏ - còn gọi là đĩa nhỏ giọt (Hình 3). Mặc dù có nhiều tranh luận về hai thiết bị này nhưng nhìn chung cả hai đều phục vụ tốt cho chức năng lọc sinh học. Thanh tưới giúp phun nước đều khắp bề mặt của vật liệu lọc, nhưng nó có thể bị hư hỏng và cần bảo trì thường xuyên, trong khi đó đĩa nhỏ giọt (drip plate) thì không cần phải bảo trì.

Vật liệu dùng cho hệ thống lọc sinh học nhỏ giọt này rất khác nhau. Khi mới bắt đầu sử dụng ở thị trường Bắc Mỹ vào năm 1986, hệ thống này chỉ

dùng các khay chứa sạn, nước sẽ chảy qua các khay này. Sau đó vật liệu thương mại được sản xuất bao gồm: bông hoặc nhựa xếp thành dạng xoắn ốc hoặc nhiều dạng cấu trúc khác nhau: hình cầu, ống, khối, nhằm làm tăng diện tích bề mặt bám cho vi khuẩn nitrat hóa phát triển (Delbeek, Sprung, 1994) (Hình 3).

Hệ thống lọc sinh học nhỏ giọt được đánh giá cao trong việc chuyển hóa nitơ thải ra từ bể nuôi, ít tích tụ chất bẩn hơn, cung cấp nhiều oxy và tăng diện tích vật bám tạo điều kiện tốt cho vi khuẩn nitrat hóa phát triển. Tuy nhiên, hệ thống lọc nhỏ giọt thường sử dụng vật liệu thương mại rất đắt tiền và lắp đặt theo các thông số kỹ thuật được hướng dẫn bởi nhà sản xuất (Delbeek, Sprung, 1994).



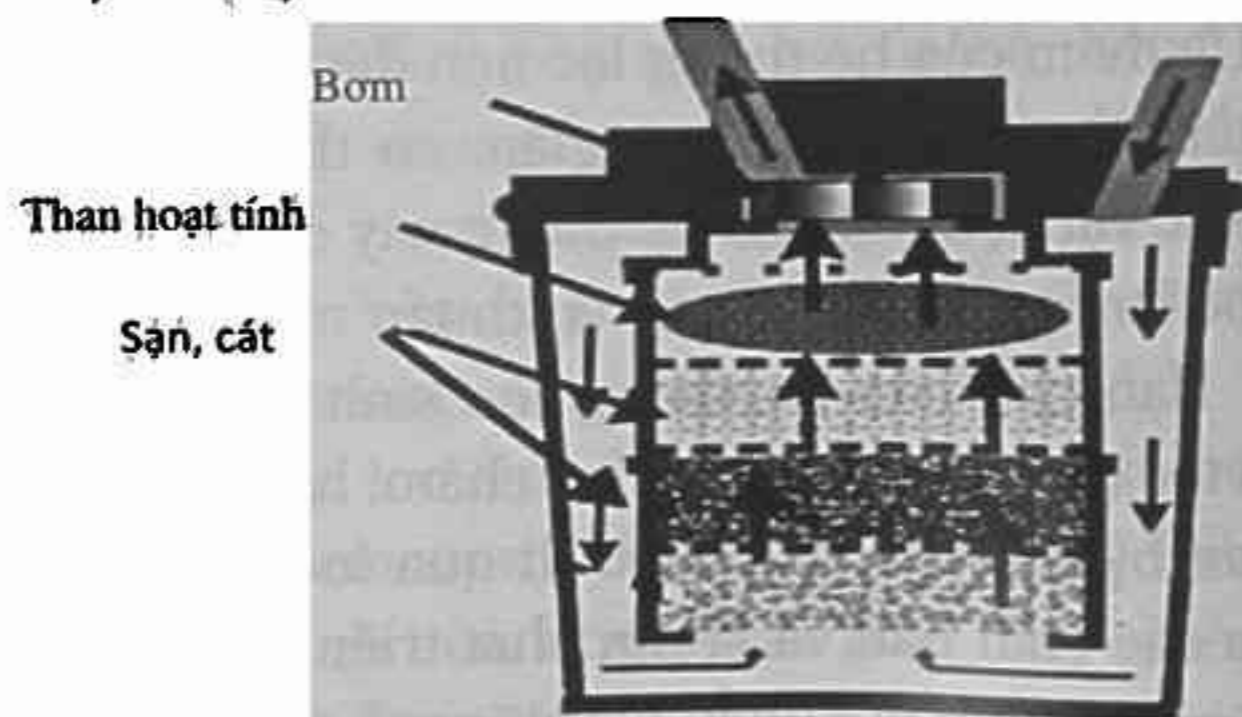
Hình 3. Cấu tạo chi tiết hệ thống lọc sinh học nhỏ giọt

3.3. Hệ thống lọc canister (bình hô hấp) (Hình 4)

Hệ thống canister (bình hô hấp) được sử dụng phổ biến cho bể cá vì tính đơn giản và tiện dụng, không đòi hỏi nhiều trong khâu lắp ráp. Ngoài ra nó còn liên tục loại bỏ chất bẩn kích thước lớn trong bể nuôi, nước chảy qua tấm lọc (xốp hoặc bông) trước khi qua các tầng lọc khác. Than hoạt tính là vật liệu thường được sử dụng trong hệ thống canister, có vai trò hấp thụ các chất hóa học và các vật chất lơ lửng nhỏ vào các lỗ nhỏ của chúng rất hiệu quả, có tác dụng làm sạch nước (Hình 4).

Tuy nhiên, hệ thống lọc canister thường tích tụ chất bẩn và dễ tắc nghẽn. Vì máy bơm nén nước qua các tầng lọc, nếu vật liệu lọc tích tụ nhiều chất bẩn thì dòng chảy sẽ bị giảm rất nhiều, vì vậy cần làm vệ sinh hoặc thay mới vật liệu lọc thường xuyên. Thực tế cho thấy chất bẩn có thể tích tụ và hiện tượng thối

rữa có thể xảy ra trong hệ thống lọc và làm giải phóng một số muối dinh dưỡng nitrat, photphat. Ngoài ra, hệ thống lọc này được cho là trao đổi khí kém, khi nước vào bên trong hộp lọc thì không có cơ hội để nhận oxy từ không khí nữa. Hệ thống lọc canister cũng ít nhiều hiệu quả cho bể nuôi cá nhưng nó hoàn toàn không thích hợp cho bể nuôi san hô (Moe, 1992b).



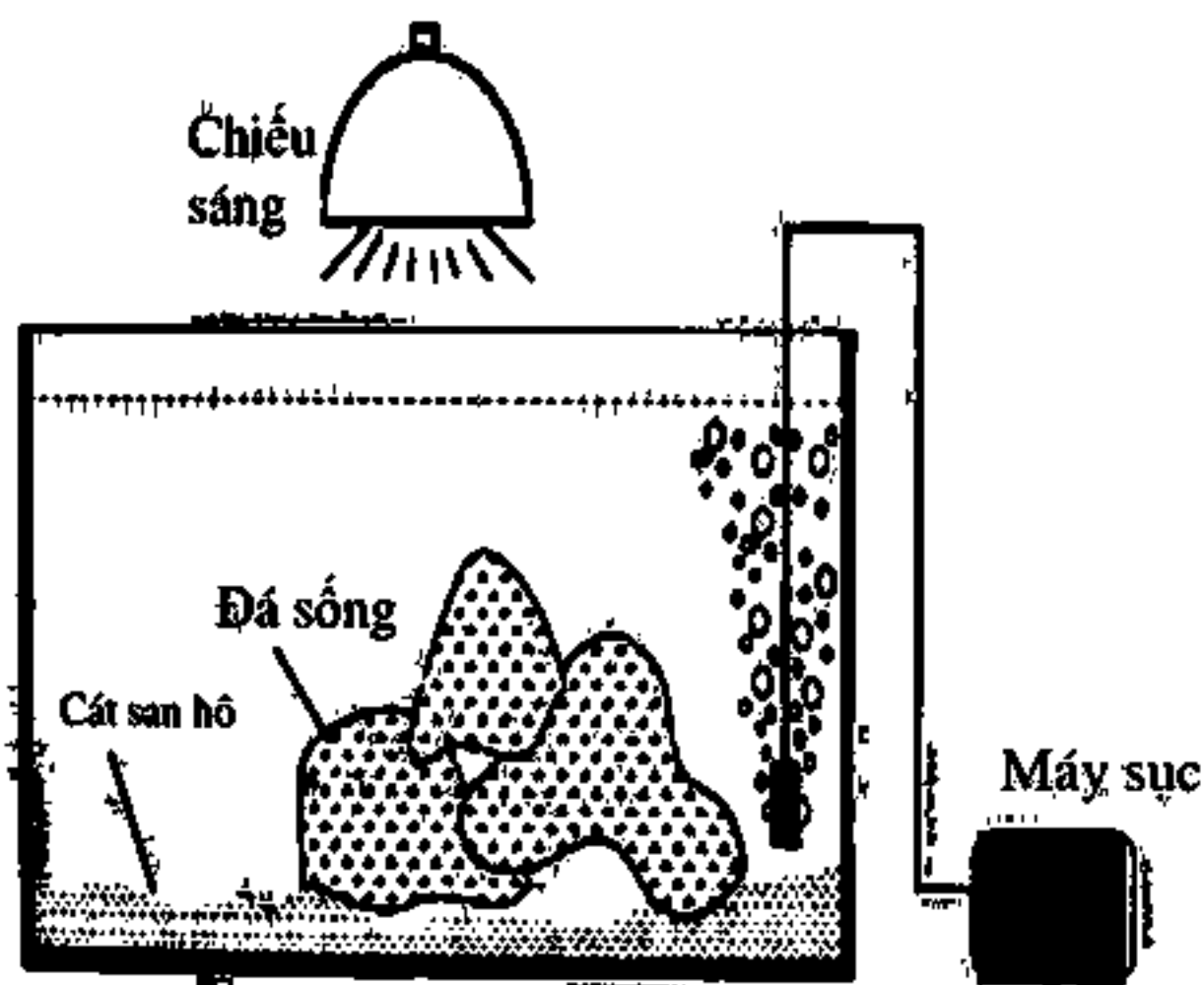
Hình 4. Hệ thống lọc canister

4. MỘT SỐ BỂ NUÔI SINH VẬT CẢNH KHÔNG DÙNG HỆ THỐNG LỌC SINH HỌC NHỎ GIỌT

Mặc dù hệ thống lọc sinh học nhỏ giọt được đánh giá có hiệu quả cao trong việc chuyển hóa  $NH_4^+/NH_3$  thành  $NO_3^-$ . Một số dẫn liệu đã chứng minh có thể không dùng hệ thống lọc sinh học nhỏ giọt vẫn đem lại hiệu quả chuyển hóa  $NH_4^+/NH_3$  cao. Nguyên lý của các hệ thống này là tạo một hệ sinh thái tự nhiên khép kín trong bể nuôi.

4.1. Hệ thống Lee Chin Eng

Vào cuối thập niên 50 đầu thập niên 60 của thế kỷ 20, Lee Chin Eng đã thiết kế thành công hệ thống nuôi cá cảnh và được gọi là "hệ thống tự nhiên" (Delbeek, Sprung, 1994; Eng, 1961). Hệ thống này bao gồm đá sỏi và cát san hô. Hệ thống này sử dụng nước điện không qua lọc, nước trong bể được xáo trộn bằng cách sục khí (Hình 5).



Hình 5. Cấu trúc của hệ thống Lee Chin Eng's (Delbeek, Sprung, 1994)

Khi hệ thống này mới ra đời nó không được chấp nhận vì người ta cho rằng lý thuyết cân bằng không thể được thiết lập thành công trong cùng một hệ thống bể nuôi (Delbeek, Sprung, 1994). Người ta tin rằng nếu bể nuôi không có hệ thống lọc thì không thể nuôi cá ở mật độ lớn. Một số người nuôi đã thất bại khi thử nghiệm hệ thống này, cho kết quả tồn tại nhiều chất thối rữa và khí  $H_2S$ , vì vậy nhiều tác giả đã phản đối lý thuyết hệ thống bể nuôi tự nhiên và mô hình của hệ thống Lee Chin Eng.

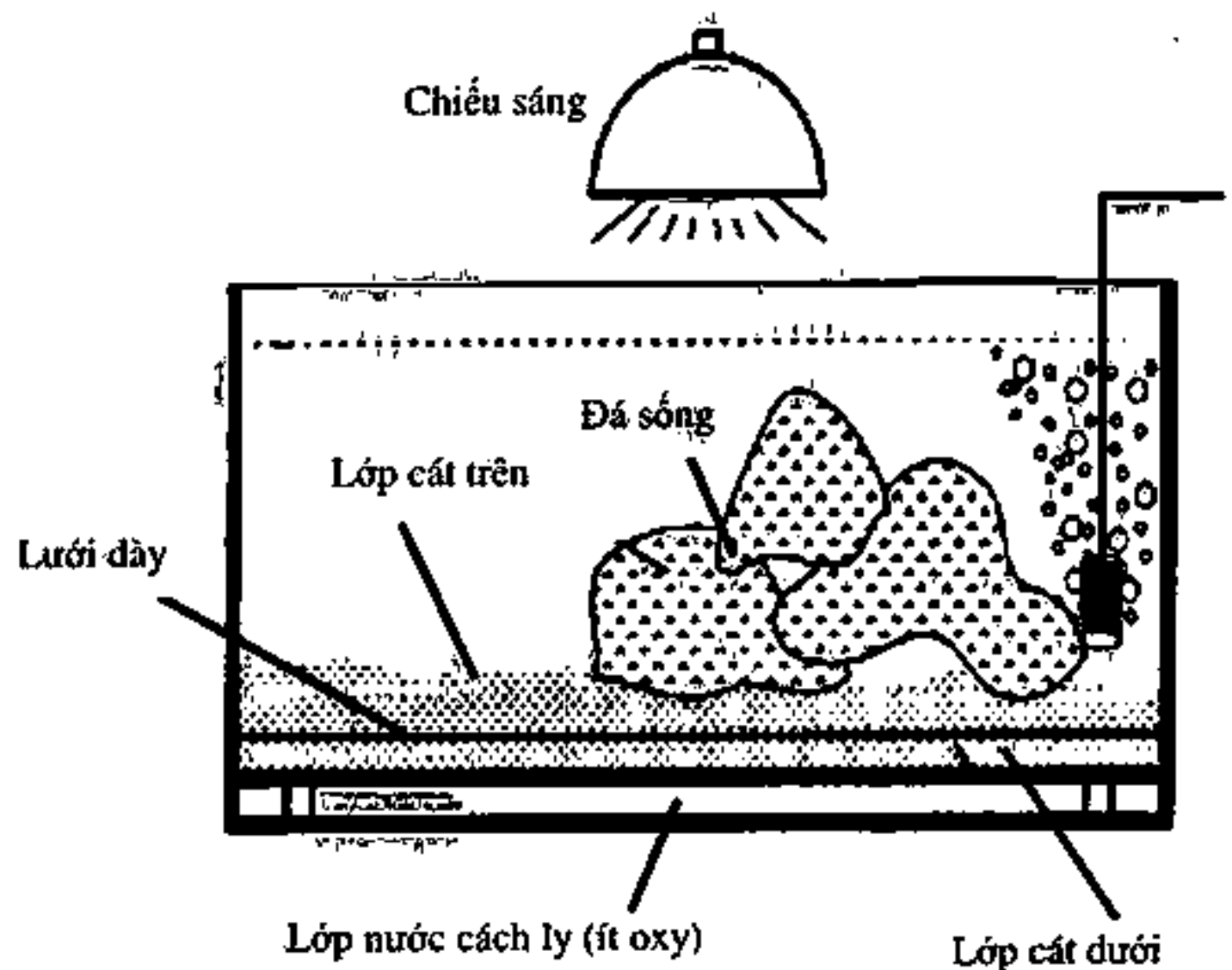
Tuy nhiên, không lâu sau đó nhiều hệ thống lọc sinh học được thiết kế dựa trên nguyên lý của Eng đã cho kết quả rất tốt và được sử dụng phổ biến trong nuôi cá cảnh. Hiện nay, nguyên nhân thất bại của hệ thống Eng được chỉ ra dễ dàng. Vào thời điểm đó đá

sỏi chưa được hiểu một cách đầy đủ hoặc là người nuôi chưa đủ kiên nhẫn để chờ đá sỏi phát triển đầy đủ trong khoảng vài tuần trước khi cho cá hoặc các động vật không xương sống vào bể nuôi. Họ cũng không biết rằng quá trình sinh học trong bể nuôi cũng xảy ra trên đá sỏi. Dòng chảy xáo trộn nước trong bể kém cũng là một nguyên nhân gây thất bại. Ngoài ra việc sử dụng nước biển không qua xử lý cũng là một trong những nguyên nhân gây thất bại của hệ thống Eng. Ngày nay nhiều hệ thống nuôi thành công có thiết kế dựa trên nguyên lý và mô hình của Eng, điển hình là hệ thống Jaubert, hệ thống Adey và hệ thống Berlin.

4.2. Hệ thống Jaubert

Cuối thập niên 80 của thế kỷ 20, Tiến Sĩ Jean M. Jaubert ở Đại học Nice, Pháp đã thiết kế một hệ thống dựa trên phiên bản của hệ thống Eng. Ông đã thiết lập hệ thống bể nuôi sinh vật cảnh hiệu quả có thể tích 1 - 40 m<sup>3</sup> (Delbeek, Sprung, 1994) (Hình 6).

Hệ thống này bao gồm tầng đáy cát (10 - 12 cm) có cấu tạo gần giống hệ thống lọc qua nền đáy cát, có lớp nước ở tầng dưới. Một lớp chân đế đặt trên đáy bể và trải lưới thưa, sau đó cho san hô thô được đổ lên lớp lưới, tiếp theo là lớp lưới dày, và trên cùng là lớp cát san hô (Jaubert, 1991). Thiết kế này tạo một sự phân tầng, vi khuẩn nitrat hóa hiếu khí và tạo sỏi ở tầng cát trên, trong khi các vi khuẩn kỵ khí sống ở tầng bên dưới (Jaubert, 1991; Jaubert, Gattuso, 1989). Sự chuyển động oxy, amoni, nitrit, nitrat, nitơ tự do và  $CO_2$  qua tầng đáy xảy ra nhờ quá trình khuếch tán (Jaubert, Gattuso, 1989).



Hình 6. Sơ đồ hệ thống Jaubert (Delbeek, Sprung, 1994)

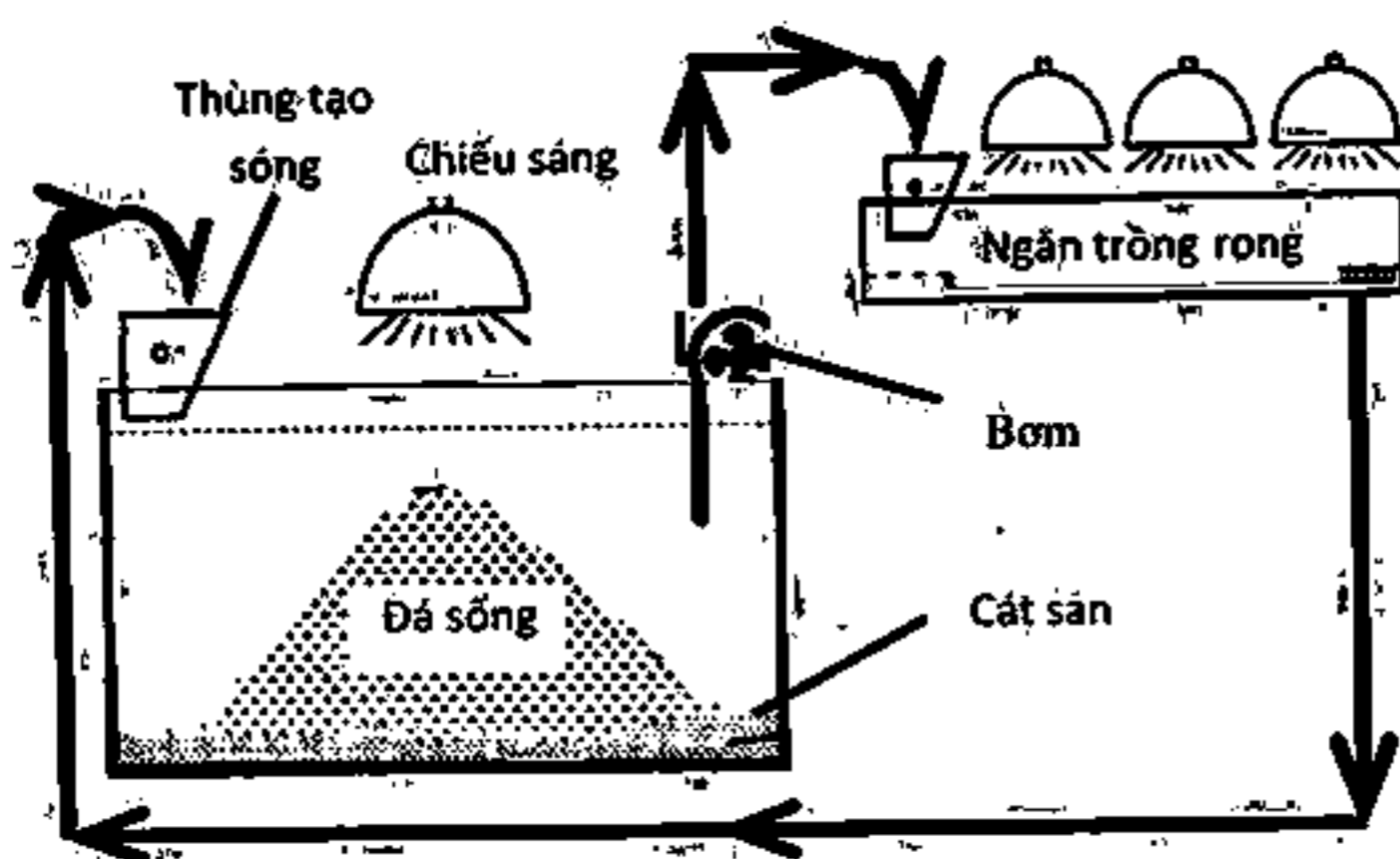
Trong hệ thống Jaubert, bể nuôi được chiếu sáng mạnh nhằm tạo điều kiện cho san hô, tảo và các sinh vật khác phát triển. Điều này cũng có tác dụng làm tăng thêm lượng oxy hòa tan trên bề mặt cát vào ban ngày. Hệ thống này không cần thay nước trong thời gian dài (Jaubert, 1991).

Hệ thống Jaubert được sử dụng rộng rãi ở một số nước và được đánh giá cao. Tuy nhiên có những tranh luận về điểm chết (khu vực yếm khí) cũng là nơi lý tưởng cho các vi khuẩn có hại phát triển. Vì vậy cần có thiết kế hợp lý để khai thác ưu điểm của hệ thống lọc đồng thời hạn chế sự phát triển của nhóm vi khuẩn gây hại.

### 4.3. Hệ thống Adey

Hệ thống này do tiến sĩ Walter Adey ở Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên, Washington D.C. nghiên cứu để nuôi san hô từ năm 1974 (Miller, 1980). Hệ thống này được sử dụng tại nhiều bảo tàng ở các nước Mỹ, Canada và Úc (Delbeek, Sprung, 1994) (Hình 7).

Hệ thống Adey's cũng được phát triển từ lý thuyết hệ thống tự nhiên của Eng bao gồm đáy cát, đá sỏi tuy nhiên nó có thêm hệ thống nuôi tảo tách biệt để hấp thụ các muối dinh dưỡng hòa tan và có thiết kế gàu tạo sóng nhằm xáo trộn nước trong bể cá và bể rong.



Hình 7. Sơ đồ hệ thống Adey có hệ thống nuôi rong riêng (Delbeek, Sprung, 1994)

Hệ thống Adey sử dụng rong để làm sạch nước, nó có vai trò như hệ sinh thái rừng ngập mặn. Một lợi ích khác là sự thay đổi theo chu kỳ ngày đêm. Ban ngày rong sẽ quang hợp, sẽ cung cấp oxy và hấp thụ khí CO<sub>2</sub>, vì vậy pH được duy trì ổn định. Ngoài ra rong còn có khả năng hấp thụ một số kim loại nặng (Adey, Loveland, 1991).

Trong hệ thống Adey bể nuôi rong được thiết kế tách biệt khỏi bể nuôi cá cảnh, trong khi đó có nhiều mô hình tương tự đã chọn cách kết hợp rong tảo

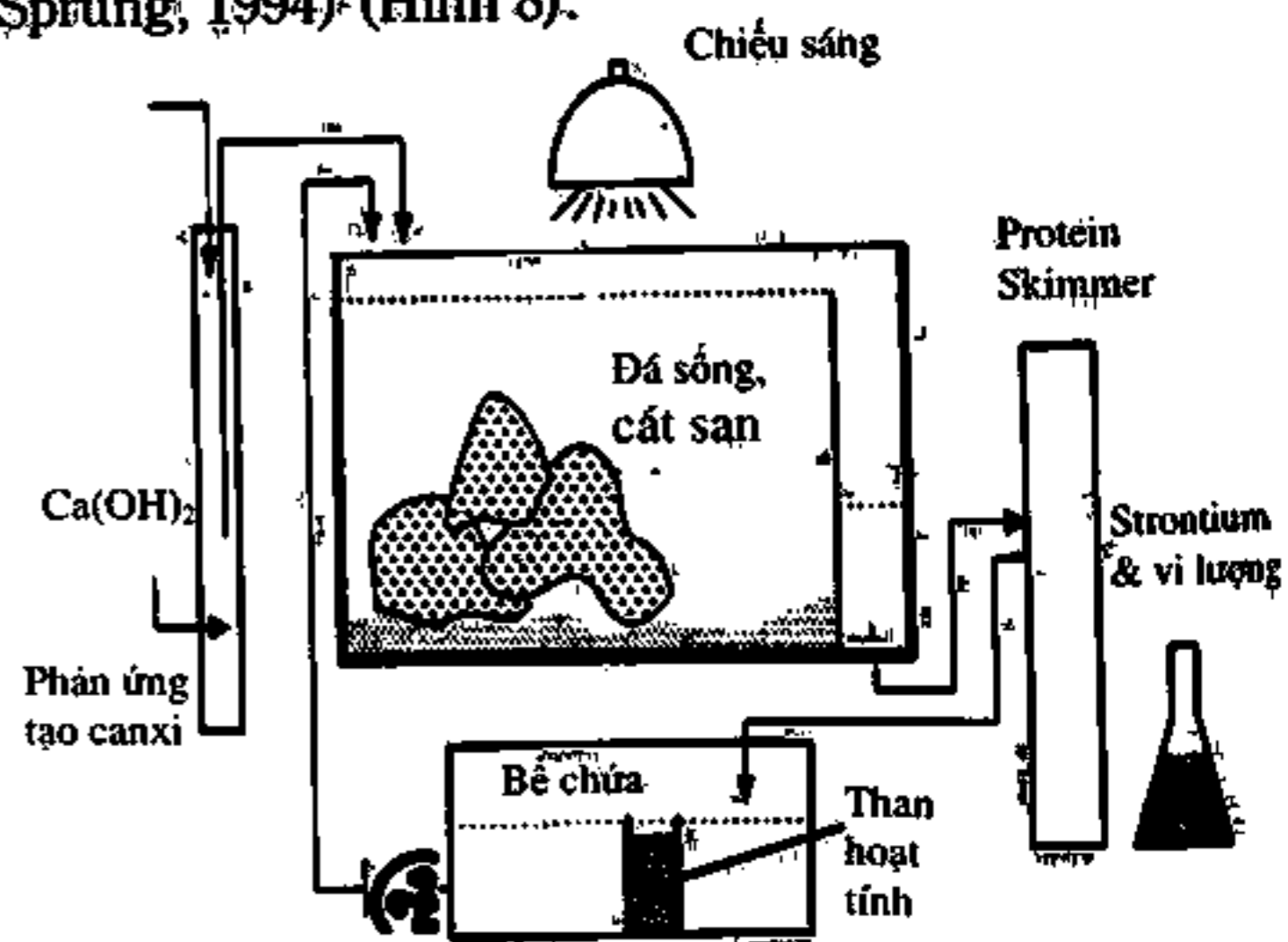
cùng trong bể nuôi cá cảnh hoặc một số ý kiến khác cho rằng kết hợp cả hai sẽ cho hiệu quả cao hơn. Tuy nhiên nếu bỏ cả rong và sinh vật trung bày (cá, giáp xác...) vào cùng một bể thì không gian sẽ thu hẹp, vì vậy chọn lựa tách riêng cũng là ý kiến hay nếu trong bể trung bày nhiều cá trong bể nuôi (Delbeek, Sprung, 1994).

Cá thường sống tốt trong bể nhỏ được thiết kế theo hệ thống Adey và không có hiện tượng tích lũy nitrat, vì vậy cũng không cần phải thay nước thường xuyên. Tuy nhiên, đối với hệ thống bể nuôi có kích thước lớn có mật độ rong cao cần chú ý vệ sinh bể rong thường xuyên hơn. Ngoài ra, hệ thống này có thể tồn tại tích lũy một lượng lớn các mảnh vụn thực vật, vì vậy có thể làm ảnh hưởng xấu đến san hô (Delbeek, Sprung, 1994).

Việc sử dụng gàu tạo sóng và xáo trộn cũng có một số vấn đề cần lưu ý. Việc sử dụng gàu tạo sóng lâu ngày có thể tạo rỉ sét làm nhiễm vào bể nuôi và có thể gây hại cho sinh vật. Ngoài ra rỉ sét cũng có thể làm kẹt cứng bản lề làm cho gàu không thể hoạt động, vì vậy cần kiểm tra và bảo dưỡng thường xuyên hơn. Ngoài các vấn đề trên, gàu tạo sóng có chức năng xáo trộn nước rất hiệu quả (Delbeek, Sprung, 1994).

### 4.4. Hệ thống Berlin

Hệ thống này được thiết lập bởi Peter Wilkens và câu lạc bộ nuôi cá cảnh biển ở Berlin. Mặc dù được gọi là hệ thống tự nhiên nhưng nó có thiết kế khác so với hệ thống của Eng (1961), bởi vì nó có thêm protein skimmer, hệ thống cung cấp canxi, strontium và sử dụng than hoạt tính (Delbeek, Sprung, 1994) (Hình 8).



Hình 8. Sơ đồ hệ thống Berlin (Delbeek, Sprung, 1994)

Hệ thống Berlin là hệ thống lọc được đánh giá cao với nhiều lợi ích như: không cần nhiều thời gian chăm sóc, nhìn rõ vẻ tự nhiên hơn, làm giảm thiểu lượng  $\text{NO}_2^-$  và phù hợp với hầu hết các bể rạn (Delbeek, Sprung, 1994).

Bài viết giới thiệu một số hệ thống lọc sinh học sử dụng cho bể nuôi sinh vật cảnh. Mỗi hệ thống lọc sinh học đều có một giá trị riêng biệt của chúng nhằm tạo môi trường phù hợp cho sinh vật nuôi cảnh. Tuy nhiên mỗi hệ thống đều có những ưu điểm và những hạn chế nhất định, vì vậy tùy theo nhu cầu mà người nuôi cá cảnh sẽ chọn một hệ thống nuôi phù hợp hoặc có thể kết hợp nhiều phần của các hệ thống khác nhau phù hợp với nhu cầu và điều kiện thực tế (Delbeek, Sprung, 1994).

**LỜI CẢM ƠN**

Kết quả nghiên cứu là một phần của đề tài "Thử nghiệm một số mô hình bể nuôi sinh vật cảnh biển tại Bảo tàng Hải dương học". Tác giả xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của lãnh đạo Viện Hải dương học và những ý kiến đóng góp quý báu của các đồng nghiệp để hoàn chỉnh bài viết này.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Adey W. H., Loveland K. (1991). Dynamic Aquaria: Building Living Ecosystems. Academic Press, Inc., 643 pp.  
 2. Delbeek C., Sprung J. (1994). The Reef Aquarium: A Comprehensive Guide to the Identification and Care of Tropical Marine Invertebrates (Volume 1). Ricordea Publishing. 544 pp.

3. Eng L. C. (1961). Nature's system of keeping marine fishes. Tropical Fish Hobbyist 9(6): 23-30.  
 4. Goldstein R. J. (2008). Marine Reef Aquarium Handbook. Barron's Educational Series. 200 pp.  
 5. Jaubert J. (1991). United States Patent number 4,995,980.  
 6. Jaubert J., Gattuso J. P. (1989). An Integrated nitrifying-denitrifying biological system capable of purifying seawater in a closed circuit system. In: Deuxieme Congres International d'Aquariologie (1988) Monaco. Bulletin de l'Institut Oceanographique. Monaco. No. special 5:101-106.  
 7. Miller J. A. (1980). Reef alive. Sci. News 118: 250-252.  
 8. Moe M. (1992a). The Marine Aquarium Handbook: Beginner to Breeder. Green Turtle Publication. 320 pp.  
 9. Moe M. (1992b). Marine Aquarium Reference, Systems and Invertebrates. Green Turtle Publications. 512 pp.  
 10. Wheaton F. W., Hochheimer J. N., Kaiser G. E., Krones M. J. (1991). Principles of biological filtration. In Timmons M. B., editor. Engineering aspects of intensive Aquaculture. p 1-31. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension, Ithaca, NY.

**SOME BIO-FILTRATION SYSTEMS USED IN MARINE ORNAMENTAL AQUARIUM (REVIEW)**

Do Huu Hoang

**Summary**

Marine ornamental aquarium is more and more popular. The toxic waste substance ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) from remaining feed and excrete from fish and ornamental creatures in the aquarium can cause problems on health of ornamental living species. Nowadays, biofiltration system can convert nitrogen from toxic forms ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) into a less toxic form ( $\text{NO}_3^-$ ), which creates a better water quality for the development of ornamental species in aquarium tank. There are many different biofiltration systems namely undergravel filter, trickle filter, canister as well as other non-trickle biofiltration systems such as Lee Chin Eng's, Jaubert's, Adey's and Berlin's. Therefore, ornamental aquarists need to understand their design and operate them correctly. This paper introduces some of the popular biological filtration systems used for aquarium tank, providing an important reference to help aquarists to design and control their ornamental aquarium tank suitably.

**Key words:** Bio-filter, nitrification bacteria, environment.

Người phản biện: PGS.TS. Đỗ Văn Khương

Ngày nhận bài: 28/9/2015

Ngày thông qua phản biện: 28/10/2015

Ngày duyệt đăng: 5/11/2015



Berlin (1994)