

XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP VI SINH**WASTEWATER TREATMENT BY MICROBIOLOGY METHOD**TRẦN MINH TÂM^(*)

TÓM TẮT: Nước thải là nước bị ô nhiễm, chứa các hợp chất hữu cơ và vô cơ thải ra từ các nguồn khác nhau, là những tác nhân gây ô nhiễm môi trường, ảnh hưởng rất lớn đến đời sống và sức khỏe con người nếu chúng không được xử lý. Có nhiều phương pháp xử lý nước thải là nước bị ô nhiễm, bài viết giới thiệu một vài phương pháp ứng dụng công nghệ vi sinh đơn giản, hiệu quả tốt, xử lý các dạng nước thải nói trên.

Từ khóa: nước thải; công nghệ vi sinh; xử lý nước thải.

ABSTRACT: Wastewater is polluted water, containing organic and inorganic compounds discharged from the following sources, wastewater is environmental pollutants, greatly affecting human life and health, if not treated. There are many different treatment methods. The article introduces one and the method of applying monogamous microbiological technology but with good effect to treat the above types of wastewater.

Key words: wastewater; microbiological technology; wastewater treatment.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước thải là một trong những yếu tố tác động gây ra ô nhiễm môi trường. Việc xử lý nước thải đã có nhiều công trình nghiên cứu có kết quả, tuy nhiên để trở thành những biện pháp xử lý đơn giản, có hiệu quả, phương pháp vi sinh là một phương pháp được các nhà khoa học đánh giá tốt về chi phí cũng như về công tác quản lý, điều hành. Một số phương pháp vi sinh trình bày trong bài viết sau đây nhằm giới thiệu để chúng ta có thể áp dụng trong thực tế.

2. NỘI DUNG**2.1. Khái niệm nước thải [2], [3]**

Nước thải là nước bị ô nhiễm, chứa các hợp chất hữu cơ và vô cơ thải ra từ các nguồn sau:

Nước thải công nghiệp: Từ các nhà máy công nghiệp, chế biến thực phẩm, các nhà máy hóa chất... chứa các chất hữu cơ, làm ô nhiễm sông ngòi, hồ ao dẫn đến ô nhiễm nguồn nước mặt. Ở Việt Nam, nền công nghiệp mới phát triển, 3 ngành công nghiệp như nhiệt điện,

luyện kim và hóa chất là những ngành thải một lượng nước gần bằng 90% tổng lượng nước thải của tất cả các ngành công nghiệp khác, trong đó nhiệt điện chiếm nhiều nhất.

Nước thải sinh hoạt: Từ các khu vực dân cư, nước sinh hoạt hằng ngày sau khi tắm, giặt, nấu ăn... thải ra, có nhiều chất hữu cơ, bazơ, xà bông, mỡ, các cặn bã kết tủa kèm theo rác... làm ô nhiễm môi trường nước mặt và chảy ra sông ngòi, hồ ao làm cho mức độ nhiễm bẩn của khu vực này tăng cao, nước có màu đen và mùi hôi thối khó chịu.

Nước thải y tế: Từ các khu vực bệnh viện thải ra vùng dân cư và các kênh rạch đem theo các chất thải rắn như bông, băng có chứa các loại vi trùng gây bệnh, máu, mủ của bệnh nhân... cũng làm gia tăng ô nhiễm môi trường.

2.2. Thành phần hóa học của nước thải [1], [5], [6]

Nhìn chung, cả 3 nguồn nước thải nêu trên đều chứa các chất gây ô nhiễm như sau:

^(*) PGS.TS. Phó Tổng biên tập Tạp chí Khoa học, tam.tm@vlu.edu.vn, Mã số: TCKH27-05-2021

Các chất hữu cơ: Phổ biến nhất chứa các chất protein, các chất béo. Những chất này nhanh chóng bị phân hủy thành các acid amin, acid béo, acid thơm, H_2S , các bazơ hữu cơ và các hợp chất chứa S và P, có tính độc hại và gây mùi khó chịu. Các nhà máy chế biến thực phẩm, đồ hộp, gelatin, sản xuất hồ dán, thuốc da, các lò mổ... đều có chứa chất protein trong nước thải.

Các loại chất béo: Dưới tác dụng của các vi sinh vật, chất béo bị phân giải thành các acid béo và glycerin, các chất béo này tiếp tục phân giải thành các acid béo các mạch ngắn hơn (acid batiric, acid valeric...) có mùi hôi rất khó chịu. Nguồn chất béo gây ô nhiễm thường chứa trong nước thải của các xí nghiệp tẩy, giặt, sản xuất dầu mỡ, thực phẩm, xà phòng...

Các loại thuốc nhuộm màu: Phổ biến nhất là những chất hữu cơ tổng hợp, chứa các chất màu như nhóm NO_2 , Nitơ... Nhóm gây đậm màu như $COOH$, NH_2 , H_2SO_3 ...

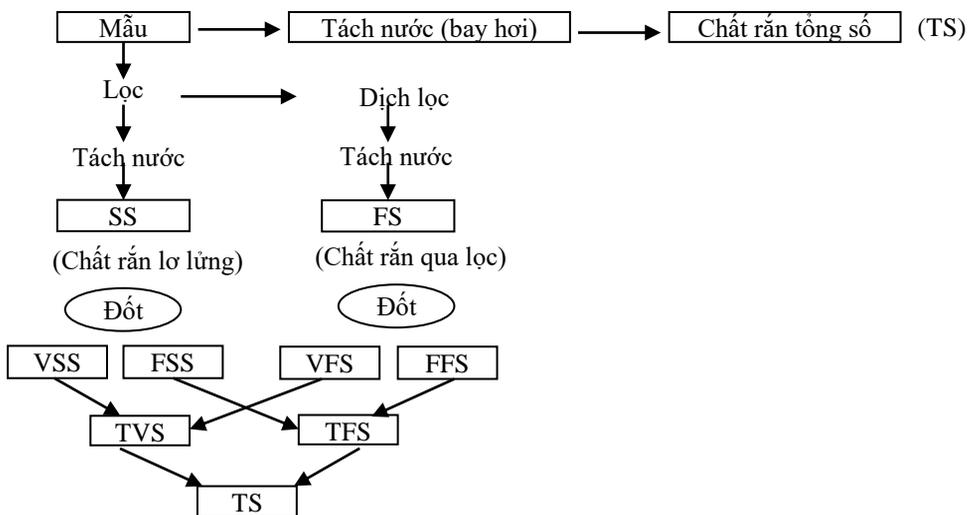
Các chất tẩy giặt tổng hợp: Bột giặt các loại tạo ra các chất tạo bọt trong nước thải.

Các loại thuốc sát trùng: Ngày nay nhiều các loại hóa chất được sử dụng, đặc biệt là các hợp chất hữu cơ, mang tính độc trong các lĩnh vực nông nghiệp, y tế và bảo quản sản phẩm hàng hóa. Những chất hóa học này cũng có mặt ở nước thải dùng trong nông nghiệp. Trong nước thải công nghiệp còn chứa các chất hữu cơ khác có tính độc như phenol, cyanua... những chất này nhiều khi làm chết các hệ vi sinh vật, làm cho nước thải mất đi khả năng tự làm sạch.

Các chất vô cơ: Trong nước thải còn chứa các chất vô cơ như acid, kiềm, NH_3 , H_2S và các sulfua hòa tan, các muối của nhiều kim loại nặng, các muối clorua, sulfat, nitrat, bicacbonat, photphat của kim loại là các muối hòa tan thường gặp trong nước thải nhà máy giấy, sành sứ...

Để đánh giá mức độ ô nhiễm của nước thải, người ta sử dụng 3 chỉ tiêu cơ bản nhất:

Chất rắn tổng số: TS (Total Soloids) theo trình tự phân tích như sau:



Hình 1. Sơ đồ trình tự phân tích các chỉ tiêu cơ bản [4]

VSS: Chất rắn lơ lửng bay hơi (Volatile Suspended Solids); FSS: chất rắn bám (Fixed Suspended Soloids); VFS: chất rắn qua lọc bay hơi (Volatile Filtrable Solids); FFS: chất rắn kết tủa bám (Fixed Filtrable Solids); TVS: chất rắn

bay hơi tổng số (Total Volatile Solids); TFS: chất rắn bám tổng số (Total Fixed Solids).

Nhu cầu oxy sinh hóa BOD (Biochemical Oxygen Demand): Thông thường sử dụng BOD 5 ngày (BOD_5) cho các loại nước thải và nước bề

mặt. Đây là chỉ tiêu cho biết oxy hòa tan được vì sinh vật sử dụng để oxy hóa các chất hữu cơ.

Nhu cầu oxy hóa học COD (Chemical Oxygen Demand): Là lượng oxy cần thiết để oxy hóa hóa học 1 gram chất hữu cơ, hay là lượng oxy tương đương của các cấu tử hữu cơ trong mẫu nước bị oxy hóa bởi các tác nhân hóa học có tính oxy hóa mạnh.

Nhu cầu oxy lý thuyết ThOD (Theory Oxygen Demand): Trong các chất thải có chứa protein, các hydrat cacbon, hydro, lipit... và các chất trung gian khác, nếu ta biết được công thức hóa học của chúng, ta sẽ tính được ThOD.

2.3. Phương pháp xử lý nước thải bằng công nghệ vi sinh [2], [3], [4]

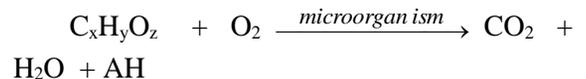
Công nghệ vi sinh xử lý nước thải thực chất là một phương pháp sinh học, gồm 3 nhóm chính: Các phương pháp hiếu khí; các phương pháp kỵ khí; phương pháp xử lý tự nhiên. Bản chất của quá trình xử lý này là quá trình phân giải các chất hữu cơ chứa trong nước thải bằng hệ vi sinh vật với nhiều chủng loại khác nhau. Ưu điểm của phương pháp này là có khả năng tách bỏ lượng lớn các chất bẩn hữu cơ với

nhiều nồng độ khác nhau. Thiết bị xử lý đơn giản, chi phí thiết kế xây dựng, trang thiết bị không lớn.

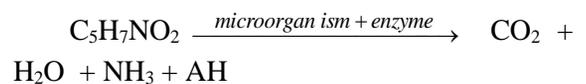
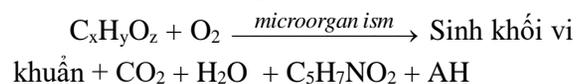
2.3.1. Phương pháp hiếu khí

Nước thải được xử lý trong điều kiện có oxy (sục không khí thường xuyên trong các bể xử lý). Quá trình phân hủy chất hữu cơ được thực hiện bởi các phản ứng sau:

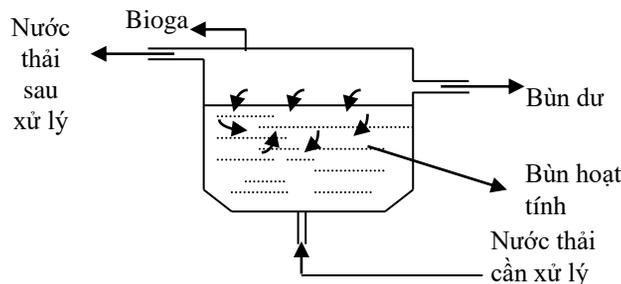
Quá trình oxy hóa các chất hữu cơ:



Quá trình tổng hợp vật chất để xây dựng tế bào:



Để quá trình hiếu khí được tiến hành thuận lợi phải đảm bảo cung cấp liên tục oxy, có độ pH thích hợp, đồng thời cung cấp thêm các chất dinh dưỡng cho quá trình oxy hóa sinh học. Với cách xử lý này có 2 cách tiến hành:



Hình 2. Sơ đồ mô hình bể xử lý hiếu khí [4]

Thứ nhất: Dùng một loại “Bùn hoạt tính” là loại hỗn hợp dạng sền sệt lỏng như bùn trong đó có chứa các loại vi sinh vật (70% vi sinh vật và 32% chất khác). Bùn hoạt tính cho chảy cùng chiều hoặc ngược chiều, cùng lúc với nước thải vào bể gom xử lý. Vi sinh vật trong bùn nhanh chóng phân hủy chất hữu cơ. Sau khi qua bể xử lý, hỗn hợp bùn và nước thải

được chảy qua bể lắng để tách riêng phần bùn, cặn và phần nước đã xử lý riêng.

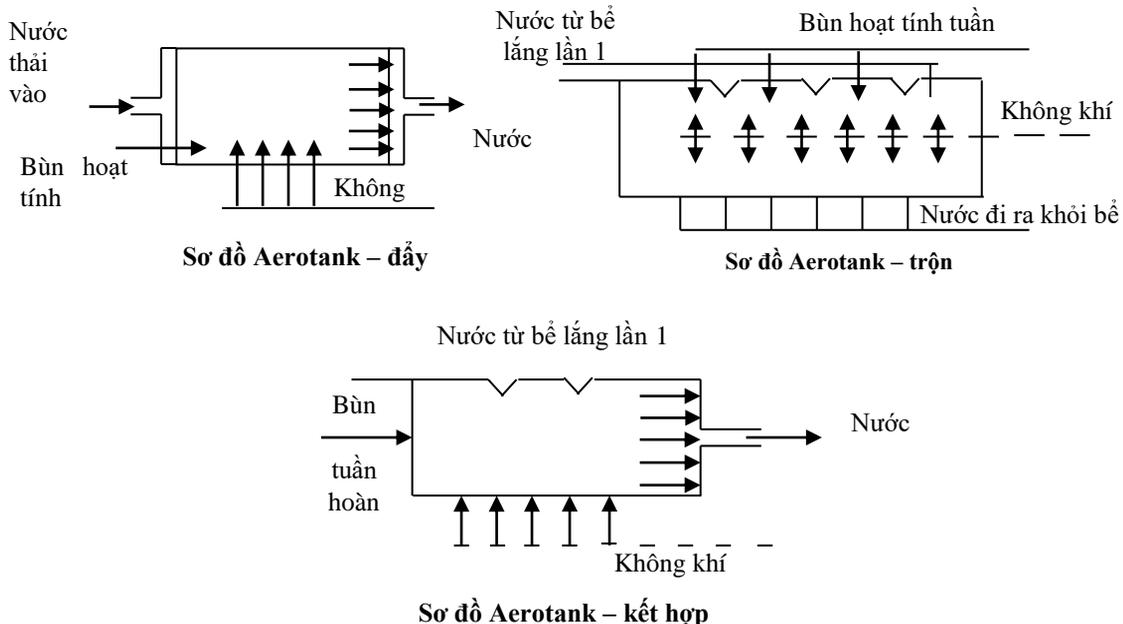
Thứ hai: “Bùn hoạt tính” không được đưa vào bể dưới dạng chuyển động mà ở trạng thái tĩnh, cho sấn vào bể thu gom nước thải xử lý. Tại đây có sấn cánh khuấy, hệ thống bơm sục khí oxy từ trên xuống và nước bẩn được sục từ dưới lên. Nước sau khi xử lý được lấy ra ở hệ thống van phía trên bể, có thể thu hồi cả khí

biogaz. Hệ vi sinh vật dùng trong phương pháp xử lý hiếu khí có mặt trong “bùn hoạt tính” là Actinomyces, Bacillus, Bacterium, Coryno-bacterium, Micrococcus, Pseudomonas... loài Pseudomonas có khả năng phân hủy rất mạnh, có thể oxy hóa được rượu, acid béo cacbuahydro thơm, hydrat cacbon và nhiều hợp chất khác.

Phương pháp xử lý hiếu khí còn được gọi là xử lý bể Aerotank. Những bể Aerotank thường được làm bằng bê tông hoặc bê tông cốt thép với mặt bằng hình chữ nhật. Quá trình oxy hóa ở bể Aerotank qua 3 giai đoạn: 1) Tốc độ oxy hóa xác định bằng tốc độ tiêu thụ oxy; 2) Bùn hoạt tính khôi phục khả năng oxy hóa, đồng thời oxy hóa tiếp những chất hữu cơ chậm oxy hóa. Ở giai đoạn này, tốc độ oxy hóa cũng xác định bằng tốc độ tiêu thụ oxy, nhưng nhỏ hơn nhiều so với giai đoạn 1; 3) Sau thời gian khá dài, tốc độ oxy hóa chậm chững (hầu như không thay đổi) lại bắt đầu tăng lên trở lại. Đây là giai đoạn nitơ hóa các muối amôn.

Công suất oxy hóa tính cho 1 giờ gọi là tốc độ oxy hóa và là chỉ tiêu cơ bản của bể Aerotank. Công suất oxy hóa của hệ thống làm thoáng tính cho 1 m³ dung tích bể Aerotank trong ngày đêm có thể tính theo công thức sau: $CO-n.a$. Trong đó: n : Là tải trọng oxy tính cho 1 gram chất khô hữu cơ của bùn hoạt tính g (g/ngày đêm); a : Nồng độ bùn hoạt tính, tính theo vật chất khô hữu cơ của hỗn hợp nước thải và bùn g/l . Giá trị n có thể lấy bằng 200-500g (g/ngày đêm) khi xử lý sinh học hoàn toàn.

Để phân biệt các loại bể Aerotank khác nhau, người ta dựa vào nguyên lý hoạt động (có Aerotank thông thường và Aerotank sức chứa cao), theo cấu trúc dòng chảy (có 3 loại Aerotank - đẩy, Aerotank - trộn và Aerotank - hỗn hợp), theo phương pháp làm thoáng (có Aerotank làm thoáng bằng bơm khí nén, loại làm thoáng bằng máy khuấy cơ học và loại làm thoáng kết hợp...).



Hình 3. Sơ đồ các mô hình Aerotank [4]

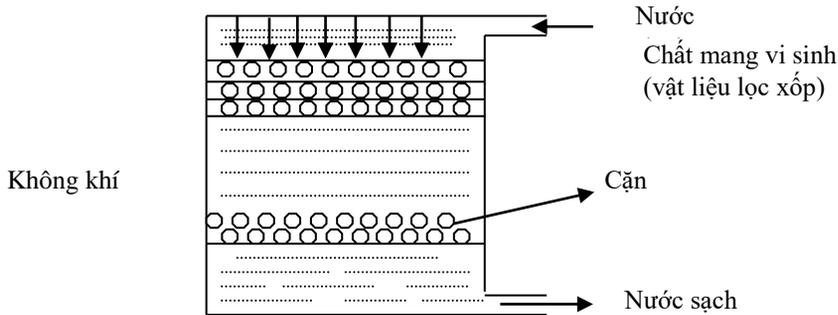
2.3.2. Phương pháp sử dụng bể lọc sinh học (Biophin)

Bể Biophin là phương pháp xử lý sinh học nước thải trong điều kiện nhân tạo nhờ các vi

sinh vật hiếu khí. Nước thải cho tưới lên bề mặt của bể và thấm qua lớp vật liệu lọc ở dạng tĩnh, có cấu tạo xốp mang vi sinh vật. Các cặn bản của nước thải được giữ lại trên lớp mặt tạo

thành màng, gọi là màng vi sinh. Nước thải sẽ chảy từ trên xuống, không khí bơm từ dưới lên, nước sạch sẽ được tháo ra ở phía dưới sau khi qua bộ phận lắng cặn. Do sự tiếp xúc của hệ vi sinh vật trên bề mặt của vật liệu lọc xốp với

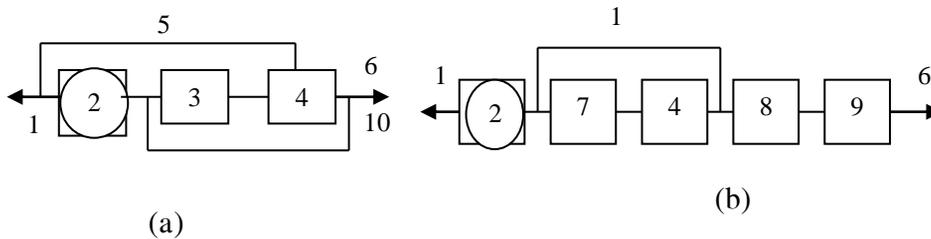
nước thải mà quá trình làm sạch được tiến hành nhanh. Phương pháp này có ưu điểm là làm sạch nhanh, chất mang vi sinh vật dùng được liên tục, thiết bị đơn giản, dễ làm, rẻ tiền.



Hình 4. Sơ đồ mô hình bể lọc Biophin [4]

Bể Biophin có phân biệt qua các đặc điểm sau: Theo mức độ xử lý, bể Biophin có thể xử lý hoàn toàn (Biophin cao tải) hoặc xử lý không hoàn toàn (Biophin nhỏ giọt); Theo chế độ làm việc, liên tục và không liên tục tức là gián đoạn có tuần hoàn và không tuần hoàn. Ví dụ: Nếu nước thải có mức độ nhiễm bẩn

không cao lắm và có khả năng tự làm sạch, không nhất thiết phải xử lý theo tuần hoàn; Theo biện pháp làm thoáng, Biophin làm thoáng tự nhiên và Biophin thoáng nhân tạo. Biophin một bậc hay hai bậc: Loại một bậc có thể tuần hoàn hay không tuần hoàn.



- 1. Nước thải đi vào
- 2. Bể lắng đợt I
- 3. Bể Biophin
- 4. Bể lắng đợt II
- 5. Bùn lắng từ bể lắng đợt II
- 6. Nước đã được xử lý
- 7 và 8. Bể Biophin tương ứng đợt I, II.
- 9. Bể lắng đợt III
- 10. Nước tuần hoàn

Hình 5. Sơ đồ mô hình Biophin một bậc và hai bậc [4]

Theo đặc điểm cấu tạo của chất liệu lọc (loại khối và loại bản): Biophin chất liệu khối có loại Biophin nhỏ giọt, Biophin cao tải, Biophin chiều cao lớn; Biophin chất liệu bản có loại dạng rắn loại ống, dạng rắn loại lưới... Trong thực tế ta thường gặp 2 loại Biophin:

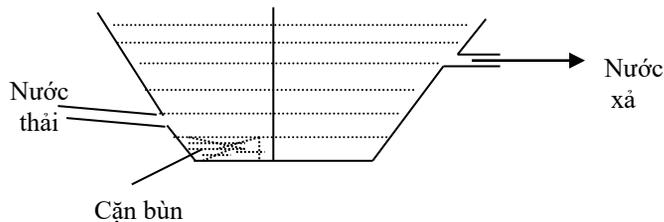
Biophin nhỏ giọt: Dùng để xử lý sinh hóa nước thải hoàn toàn với hàm lượng BOD sau khi xử lý đạt 15 mg/l. Đặc điểm của biophin nhỏ giọt là kích thước của hạt vật liệu lọc không lớn hơn 25-30mm. Tải trọng tươi nước nhỏ 0,5-1,0m³/m³ vật liệu lọc, được sử dụng trong trường hợp lưu lượng nhỏ từ 20-

1000m³/ngày đêm. Hiệu suất xử lý của Biophin nhỏ giọt có thể đạt tới 90%.

Biophin cao tải: Loại này có tải trọng nước cao hơn và vật liệu lọc có kích thước từ 40-60mm nên giữa các hạt có khe hở lớn. Nhờ có tốc độ lọc lớn và sự trao đổi không khí nhanh mà quá trình oxy hóa các chất hữu cơ xảy ra với tốc độ cao. Bể Biophin cao tải có thể dùng để xử lý nước thải sinh học hoàn toàn hoặc không hoàn toàn.

2.3.3. Xử lý nước thải bằng các hồ sinh học

Hồ sinh học là những hồ chứa không lớn lắm để xử lý nước thải bằng sinh học dựa vào quá trình tự làm sạch tự nhiên. Các hồ sinh học còn được sử dụng để nuôi trồng thủy sản và làm nguồn nước tưới cho cây trồng. Căn cứ vào



Hình 6. Sơ đồ mô hình xử lý hồ kỵ khí [4]

2) *Hồ hiếu - kỵ khí:* Đây là loại ao, hồ thường gặp ở nước ta, thường quen gọi là “ao tù, nước đọng” thuộc loại này và được sử dụng nhiều nhất hiện nay. Trong hồ này có hai quá trình sinh học diễn ra song song: Quá trình oxy hóa hiếu khí các chất cặn bản và các quá trình phân hủy yếm khí chất metal. Cả 2 loại vi sinh vật hiếu khí và yếm khí đều có mặt trong các loại hồ này. Nguồn oxy sử dụng cho quá trình oxy hóa các chất hữu cơ nhờ quá trình quang hợp của lớp rong, rêu, tảo chứa trong hồ. Theo chiều sâu của hồ có thể chia thành 3 vùng rõ rệt: lớp trên cùng là vùng hiếu khí (tiếp xúc với không khí tự nhiên), lớp giữa là vùng trung gian, còn lớp cuối cùng là vùng kỵ khí. Nguồn oxy hòa tan chỉ có ở lớp mặt và hiệu quả đến độ sâu 1 m. Quá trình phân hủy kỵ khí chủ yếu xảy ra ở lớp cuối cùng (lớp bùn cặn hữu cơ). Quá trình này sẽ làm giảm tải trọng hữu cơ và sinh ra các sản phẩm lên men

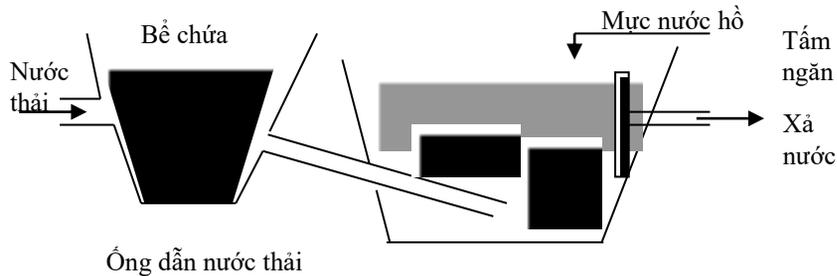
đặc điểm của hồ người ta chia thành 3 loại hồ sinh học như sau:

1) *Hồ kỵ khí:* Dùng để lắng và phân hủy các cặn lắng hữu cơ bằng quá trình sinh hóa tự nhiên dựa vào các vi sinh vật kỵ khí sẵn có trong hồ, loại hồ này dùng để xử lý nước thải công nghiệp có chứa độ nhiễm bẩn cao, có mùi thối khó chịu nên ít dùng để xử lý nước thải sinh hoạt. Hồ kỵ khí nên làm cách xa nhà, có chiều sâu từ 2,5-3,5 m, nên thiết kế 2 ngăn để cặn bùn không thoát lẫn với nước xả (đặt các tấm ngăn ở cửa xả nước). Ống nước thải dẫn vào hồ phải đặt chìm và phân bố cặn lắng hữu cơ đồng đều trong hồ, thời gian nước lưu trong hồ không quá 1,5-2 ngày (mùa hè) và 5 ngày (mùa đông).

yếm khí (có cả khí metal). Đối với hồ này, thường có hiện tượng phân cách nhiệt, tức là vùng phía trên mặt bao giờ cũng có t⁰ nóng, ấm hơn phía dưới. Lớp giữa là tầng phân cách nhiệt, đôi lúc có lợi, có khi bất lợi. Nếu những ngày mùa hè, các loại tảo, rong tiến hành quang hợp mạnh, đồng hóa nhiều CO₂ làm cho pH của nước tăng lên đôi khi vượt quá yêu cầu của vi sinh vật làm ức chế hoạt động của vi sinh vật phân giải, do đó không nên xáo trộn mặt nước để cho các vi khuẩn ở đáy hồ được bảo vệ bởi tầng phân cách.

3) *Hồ hiếu khí:* Nguyên lý cũng tương tự như bể Aerotank, nhưng là những hồ tự nhiên. Quá trình oxy hóa chất hữu cơ nhờ các vi sinh vật hiếu khí. Loại hồ này có 2 nhóm:

Hồ làm thoáng tự nhiên: Oxy cung cấp cho quá trình oxy hóa chủ yếu do sự khuếch tán không khí qua mặt nước và quá trình quang hợp của thực vật dưới nước (rong, tảo...).



Hình 7. Sơ đồ mô hình hồ xử lý hiếu khí [4]

Chiều sâu của hồ chỉ khoảng 30-40 cm để ánh sáng có thể xuyên qua. Sức chứa tiêu chuẩn theo BOD khoảng 250-300 kg/ha/ngày. Thời gian lưu nước trong hồ khoảng 3-12 ngày. Loại hồ này kết hợp với nuôi trồng thủy sản, việc xử lý nước thải mới đảm bảo kinh tế một cách hợp lý.

Hồ làm thoáng nhân tạo: Quá trình cung cấp oxy cho quá trình oxy hóa chất hữu cơ là từ các thiết bị bơm khí nén hoặc các máy khuấy cơ học. Chiều sâu của hồ loại này có thể sâu hơn, từ 2-4,5 m, với sức chứa tiêu chuẩn 400 kg/ha/ngày và thời gian lưu nước từ 1-3 ngày. Diện tích các loại hồ hiếu khí, kỵ khí có thể từ 0,5-7 ha tùy thuộc vào lượng nước thải và loại hồ một bậc hay nhiều bậc. Nếu hồ nhiều bậc thì diện tích mỗi bậc khoảng 2-2,5 ha.

4) *Phương pháp yếm khí:* Phương pháp yếm khí xử lý nước thải tiến hành trong điều kiện không có oxy tham gia, thông dụng nhất là cho nước thải đi qua “bể metal”. Phương pháp này chủ yếu dùng cho loại nước thải có nồng

độ chất hữu cơ cao, nhiều cặn, chất bã xơ, nhiều xác thực vật chết, rác... và các chất cặn bã của nhà máy... Vi sinh vật tham gia quá trình này là những vi sinh vật yếm khí. Bể yếm khí (còn gọi là bể metal) là một bể kín lớn không có oxy vào, có cánh khuấy, tạo điều kiện khuấy trộn các chất hữu cơ cặn bã trong nước thải tăng sự tiếp xúc với hệ vi sinh vật yếm khí. Chất hữu cơ cặn lắng, rác, thực vật chết... của nước thải được xả vào bể metal và trong điều kiện yếm khí, các vi sinh vật yếm khí sẽ phân hủy, sản phẩm của quá trình sẽ hình thành khí mà ta gọi là biogaz khoảng 50-80% (trong đó bao gồm 50-70% Metal (CH_4); 18-30% khí CO_2 ; 7,7% H_2 và 7,6% Nitơ).

3. KẾT LUẬN

Trên đây là một vài phương pháp đơn giản, thông dụng để xử lý nước thải bằng công nghệ vi sinh khá hiệu quả, giúp cho các cơ sở sản xuất cũng như các trung tâm khoa học xử lý môi trường có thể tham khảo sử dụng tốt và có hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kiều Hữu Ảnh (2014), *Giáo trình Vi sinh vật học thực phẩm*, Nxb Giáo dục Việt Nam.
- [2] Trần Văn Nhân - Ngô Thị Nga (2002), *Giáo trình công nghệ xử lý nước thải*, Nxb Khoa học - Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3] Trần Hữu Nhuệ (2001), *Thoát nước và xử lý nước thải công nghiệp*, Nxb Khoa học - Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4] Trần Minh Tâm, Đàm Sao Mai (2020), *Công nghệ vi sinh ứng dụng*, Nxb Nông nghiệp.
- [5] Đồng Thị Thanh Thu (2004), *Giáo trình sinh hóa cơ bản*, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [6] Trần Linh Thuộc (2007), *Phương pháp phân tích vi sinh vật trong nước, thực phẩm và mỹ phẩm*, Nxb Giáo dục.

Ngày nhận bài: 26-3-2021. Ngày biên tập xong: 26-4-2021. Duyệt đăng: 20-5-2021