

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM



**LÊ THÙY DƯƠNG**

**NGHIÊN CỨU XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI  
BẰNG BÃI LỌC NGẦM TRỒNG CÂY  
TẠI HUYỆN YÊN PHONG - TỈNH BẮC NINH**

**Chuyên ngành : Khoa học Môi trường**

**Mã Số : 60 44 03 01**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP**

Người hướng dẫn khoa học: **TS. DƯ NGỌC THÀNH**

**Thái Nguyên - 2012**

## MỞ ĐẦU

### 1. Đặt vấn đề

Chăn nuôi là một lĩnh vực quan trọng trong nền nông nghiệp, nó không những đáp ứng nhu cầu thực phẩm cho tiêu dùng hàng ngày của mọi người dân trong xã hội mà còn là nguồn thu nhập của hàng triệu người dân hiện nay. Chăn nuôi lợn không chỉ cung cấp phần lớn thịt mà còn là nguồn cung cấp phân hữu cơ cho cây trồng, tận dụng thức ăn và thu hút lao động dư thừa trong nông nghiệp. Trong những năm gần đây đời sống của nhân dân ta không ngừng được cải thiện và nâng cao, nhu cầu tiêu thụ thịt trong đó chủ yếu là thịt lợn ngày một tăng cả về số lượng và chất lượng đã thúc đẩy ngành chăn nuôi lợn bước sang bước phát triển mới.

Theo số liệu của Tổng cục Thống kê, đến năm 2011 cả nước có gần 28.000 trang trại với số lượng gia súc, gia cầm ở các trang trại có thể dao động trong khoảng từ hàng trăm đến hàng nghìn con. Hình thức chăn nuôi theo mô hình này ngày càng được phát triển rộng rãi và nhận được sự quan tâm của nhà nước cũng như chính quyền địa phương. Đây cũng là định hướng chiến lược phát triển đến năm 2020 khuyến khích phát triển chăn nuôi theo hình thức trang trại, công nghiệp [11].

Tuy nhiên việc phát triển các trang trại chăn nuôi với quy mô ngày càng tăng kéo theo những vấn đề ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, trong đó phân và nước thải từ các trang trại chính là nguồn gây ô nhiễm lớn, ảnh hưởng tới sức khỏe của người và vật nuôi nếu như không có biện pháp xử lý. Chất thải từ chăn nuôi do không được xử lý hay xử lý không triệt để đã làm ô nhiễm môi trường không khí, đất và nguồn nước. Từ nguồn ô nhiễm này đã ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người như gây lên các bệnh về đường hô hấp và đường tiêu hoá, bệnh ngứa da, ngứa mắt, viêm gan, ảnh hưởng đến sức khỏe, đời sống của nhân dân. Không chỉ làm ô nhiễm môi trường xung quanh, chất thải của vật nuôi không được xử lý còn đe dọa sự phát triển bền vững và ổn định của chính những trang trại này. Ở các nước có nền chăn nuôi công nghiệp phát triển mạnh như Hà Lan, Anh, Mỹ, Hàn Quốc thì đây là một trong những nguồn gây ô nhiễm lớn nhất. Ở Việt Nam, khía cạnh môi trường của ngành chăn nuôi

chỉ được quan tâm trong vài năm trở lại đây khi tốc độ phát triển chăn nuôi ngày càng tăng, lượng chất thải do chăn nuôi đưa vào môi trường ngày càng nhiều. Theo báo cáo tổng kết của Viện chăn nuôi [15], hầu hết các hộ chăn nuôi đều để nước thải chảy tự do ra môi trường xung quanh gây mùi hôi thối nồng nặc, đặc biệt là vào những ngày oi bức; Nồng độ khí  $H_2S$  và  $NH_3$  cao hơn mức cho phép khoảng 30-40 lần; Tổng số vi sinh vật và bào tử nấm cũng cao hơn mức cho phép rất nhiều lần.

Đến nay phần lớn trang trại chăn nuôi lợn đã có hệ thống xử lý nước thải đơn giản (hầm biogas) nhưng hầu hết đều không đạt tiêu chuẩn thải. Tùy thuộc vào loại hình chăn nuôi mà số lượng và đặc tính các chất thải có khác nhau, loại hình trang trại gây ô nhiễm lớn nhất được đánh giá là các trang trại chăn nuôi lợn do sử dụng nước thường xuyên để vệ sinh chuồng trại, trung bình là từ 8 - 10 m<sup>3</sup>/ngày/trang trại 2000 con. Nước thải có hàm lượng chất hữu cơ cao, giàu nitơ (COD = 600 -1700 mg/l, BOD<sub>5</sub> = 500-1500 mg/l) và có chứa lượng vi khuẩn gây bệnh lớn như E.coli từ 4.10<sup>3</sup> - 5.10<sup>5</sup> MPN/100ml. Bên cạnh đó, lượng chất thải rắn phát sinh trong chăn nuôi cũng rất lớn, trung bình từ 5-18 tấn/năm tùy thuộc vào từng loại hình chăn nuôi, chủ yếu là phân vật nuôi và chất độn. Việc lựa chọn công nghệ xử lý nước thải hầm biogas chi phí thấp phù hợp với điều kiện nông thôn là rất cần thiết. Đó chính là lý do chúng tôi tiến hành nghiên cứu đề tài: ***“Nghiên cứu xử lý nước thải chăn nuôi bằng bãi lọc ngầm trồng cây tại huyện Yên Phong, tỉnh Bắc Ninh”***. Nhằm đảm bảo nước thải sau xử lý đạt Quy chuẩn nước thải Việt Nam, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường xung quanh.

## **2. Mục đích nghiên cứu**

Nâng cao hiệu quả xử lý nước thải bằng công nghệ rẻ tiền, có chi phí xây dựng cũng như vận hành bảo dưỡng thấp, phù hợp với điều kiện Việt Nam, đảm bảo giảm thiểu ô nhiễm môi trường và cho phép tái sử dụng nước thải sau xử lý trong nông nghiệp.

## **3. Mục tiêu nghiên cứu**

- Xác định độ dẫn thủy lực và khả năng xử lý nước thải của một số loại vật liệu lọc sử dụng trong bãi lọc ngầm.
- Xác định ngưỡng nồng độ thích hợp của các cây trồng trong bãi lọc ngầm.
- Xác định khả năng xử lý nước thải của các công thức cây trồng tham gia thí nghiệm trong mô hình.

- Thành phần nước thải chăn nuôi sau xử lý đạt QCVN về nước thải công nghiệp.

#### **4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn**

##### **4.1. Ý nghĩa khoa học**

Kết quả nghiên cứu sẽ xác định được khả năng xử lý của bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng đối với môi trường nước thải chăn nuôi.

##### **4.2. Ý nghĩa thực tiễn**

Ngăn ngừa nguy cơ ô nhiễm nguồn nước ngầm, nước mặt từ ngành chăn nuôi, giúp ngành chăn nuôi ngày càng phát triển hơn.

Đây là một giải pháp công nghệ xử lý nước thải trong điều kiện tự nhiên, thân thiện với môi trường, đạt hiệu suất cao, chi phí thấp và ổn định, đồng thời góp phần làm tăng giá trị đa dạng sinh học, cải tạo cảnh quan môi trường của địa phương. Sinh khối thực vật, nước thải sau xử lý từ bãi lọc ngầm trồng cây còn có giá trị kinh tế.

#### **5. Giới hạn đề tài**

- Thực hiện trên mô hình bãi lọc ngầm trồng cây với dòng chảy thẳng đứng.
- Chỉ kiểm tra các thông số BOD, COD, tổng N, tổng P và TSS, DO, TDS, EC, PH.
- Thực vật sử dụng là Thủy Trúc, Xương Bò, Chuối Hoa, Bóng Nước, Trúc Mây, Phát Lộc, Thiết Mộc Lan, Mon Nước.
- Vật liệu sử dụng trong bãi lọc là những vật liệu có sẵn trong tự nhiên, dễ tìm có khả năng lọc, lắng cặn như cát, sỏi, đá.
- Đề tài nghiên cứu chỉ mới thực hiện trong phạm vi mô hình, chưa thực hiện ra ngoài môi trường.

#### **6. Tính mới của đề tài**

Việc sử dụng bãi lọc ngầm trồng cây để xử lý nước thải, loại bỏ chất ô nhiễm đã được áp dụng ở một số nước trên thế giới như Đan Mạch, Thụy Điển, Na Uy. Tại Việt Nam đã có một số nghiên cứu trong phòng về bãi lọc ngầm trồng cây và đã có một số kết quả. Tuy nhiên trong điều kiện thực tế ở Bắc Ninh chưa có đề tài nào nghiên cứu về vấn đề này và việc sử dụng cây trồng bản địa trong bãi lọc ngầm cũng chưa được nghiên cứu. Việc chúng tôi làm xây dựng mô hình bãi lọc ngầm có sử dụng các cây bản địa để xử lý nước thải trong điều kiện tỉnh Bắc Ninh chính là tính mới của đề tài.

## Chương 1

### TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

#### 1.1. Tổng quan về chất thải chăn nuôi

##### 1.1.1. Nguồn gốc phát sinh chất thải chăn nuôi

Nguồn gốc phát sinh ô nhiễm môi trường nước trong hoạt động chăn nuôi chủ yếu được gây ra do nước thải trong khi rửa chuồng, nước tiểu lợn. Ô nhiễm chất thải rắn do phân, thức ăn thừa của lợn vương vãi ra nền chuồng mà không được thu gom kịp thời. Các chất này là các chất dễ phân hủy sinh học: carbohydrate, protein, chất béo dẫn đến các vi sinh vật phân hủy làm phát tán mùi hôi thối ra môi trường. Đây là các chất gây ô nhiễm nặng nhất và thường thấy ở các trang trại chăn nuôi tập trung [6].

Theo tính toán thì lượng chất thải rắn mà các vật nuôi có thể thải ra (kg/con/ngày) là: Bò 10, trâu 15, lợn 2, gia cầm 0,2, do vậy hàng năm, đàn vật nuôi Việt Nam thải vào môi trường khoảng 73 triệu tấn chất thải rắn (phân khô, thức ăn thừa) và 25-30 triệu khối chất thải lỏng (phân lỏng, nước tiểu và nước rửa chuồng trại). Trong đó, khoảng 50% lượng chất thải rắn (36,5 triệu tấn), 80% chất thải lỏng (20-24 triệu m<sup>3</sup>) xả thẳng ra môi trường, hoặc sử dụng không qua xử lý sẽ gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Ước tính một tấn phân chuồng tươi với cách quản lý, sử dụng như hiện nay sẽ phát thải vào không khí khoảng 0,24 tấn CO<sub>2</sub> quy đổi thì với tổng khối chất thải nêu trên sẽ phát thải vào không khí 17,52 triệu tấn CO<sub>2</sub>. Các nhà nghiên cứu đã ước tính được rằng chăn nuôi gây ra 18% khí gây hiệu ứng nhà kính làm cho nhiệt độ trái đất tăng lên (biến đổi khí hậu toàn cầu), lớn hơn cả phần do giao thông vận tải gây ra [8].

##### 1.1.2. Thành phần, tính chất của nước thải chăn nuôi

- Nước thải chăn nuôi là một trong những loại chất thải rất đặc trưng, có khả năng gây ô nhiễm môi trường rất cao, đặc biệt là COD, BOD, hàm lượng chất hữu cơ, cặn lơ lửng, N, P và vi sinh vật gây bệnh. Nó nhất thiết phải được xử lý trước khi thải ra ngoài môi trường. Việc lựa chọn một quy trình xử lý nước thải cho một cơ sở chăn nuôi phụ thuộc rất nhiều vào thành phần tính chất nước thải [2], bao gồm:

- Các chất hữu cơ và vô cơ: Trong nước thải chăn nuôi, hợp chất hữu cơ chiếm 70-80% gồm cellulose, protit, acid amin, chất béo, hidratcarbon và các dẫn xuất của chúng có trong phân, thức ăn thừa. Hầu hết các chất hữu cơ dễ phân hủy, các chất vô cơ chiếm 20-30% gồm cát, đất, muối, ure, ammonium, muối chlorua,  $SO_4^{2-}$  [2]...

- N và P: Khả năng hấp thụ N và P của các loài gia súc, gia cầm rất kém, nên khi ăn thức ăn có chứa N và P thì chúng sẽ bài tiết ra ngoài theo phân và nước tiểu. Trong nước thải chăn nuôi lợn thường chứa lượng N và P rất cao. Hàm lượng N-tổng trong nước thải chăn nuôi là 571- 1026mg/L, phốt pho từ 39- 94 mg/L [2].

- Vi sinh vật gây bệnh: Nước thải chăn nuôi chứa nhiều loại vi khuẩn như Salmonella, Shigella, Proteus, Arizona. Trứng giun sán trong nước thải với những loại điển hình là Fasiola hepatica, Fasiolagigantiac, Fasiolosis buski, có thể gây bệnh cho người và gia súc [2].

### ***1.1.3. Tình hình ô nhiễm môi trường do chăn nuôi***

Ô nhiễm môi trường do chăn nuôi gây nên chủ yếu từ các nguồn chất thải rắn, chất thải lỏng, bụi, tiếng ồn, xác gia súc, gia cầm chết chôn lấp, tiêu hủy không đúng kỹ thuật. Một kết quả kiểm tra mức độ nhiễm khuẩn trong chuồng nuôi gia súc cho thấy, tổng số vi khuẩn trong không khí ở chuồng nuôi cao gấp 30 - 40 lần so với không khí bên ngoài.

Đối với các cơ sở chăn nuôi, các chất thải gây ô nhiễm môi trường có ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe con người, làm giảm sức đề kháng vật nuôi, tăng tỷ lệ mắc bệnh, các chi phí phòng trị bệnh, giảm năng suất và hiệu quả kinh tế... Sức đề kháng của gia súc, gia cầm giảm sút sẽ là nguy cơ gây nên bùng phát dịch bệnh. Vì vậy, WHO khuyến cáo phải có các giải pháp tăng cường việc làm trong sạch môi trường chăn nuôi, kiểm soát, xử lý chất thải, giữ vững được an toàn sinh học, tăng cường sức khỏe các đàn giống. Các chất thải chăn nuôi gây ô nhiễm môi trường do vi sinh vật (các mầm bệnh truyền nhiễm) là đặc biệt nguy hiểm, vì nó sẽ làm phát sinh các loại dịch bệnh như ỉa chảy, lở mồm long móng, tai xanh, cúm gia cầm H5N1...

#### **\* Ô nhiễm không khí**

Ô nhiễm môi trường không khí trong chăn nuôi chủ yếu là do các khí như  $NH_3$ ,  $H_2S$ ... Ammoniac ( $NH_3$ ) có trong khí, trước hết là từ sự phân hủy và bốc hơi

của các chất thải vật nuôi. Các hoạt động sản xuất nông nghiệp (chăn nuôi, sử dụng phân bón) đã được xác định là các nguồn lớn thải khí  $\text{NH}_3$  ra môi trường. Số lượng của đàn vật nuôi đã và đang tăng đáng kể, cũng tương tự là sự phát thải của  $\text{NH}_3$  từ phân bón nitơ [22]. Sự gia tăng mạnh nhất gây ra bởi nhóm vật nuôi lợn và gia cầm. Trong các hoạt động chăn nuôi, sự thải  $\text{NH}_3$  vào môi trường trước hết là từ chuồng trại, nuôi vỗ béo mở (hở), chế biến và dự trữ phân, sử dụng phân bón trên đất...

Nitơ được thải ra ở dạng ure (động vật có vú) hoặc axit uric (chim) và  $\text{NH}_3$ , nitrogen hữu cơ trong phân và nước tiểu của vật nuôi. Để biến ure hoặc axit uric thành  $\text{NH}_3$  cần có enzyme urease. Sự biến đổi này xảy ra rất nhanh, thường là trong ít ngày. Biến đổi các dạng phức hợp nitrogen hữu cơ trong phân xảy ra chậm hơn (hàng tháng hoặc hàng năm). Trong cả 2 trường hợp, nitrogen được biến đổi thành ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) trong điều kiện pH axit hoặc trung tính hoặc thành ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) trong điều kiện pH cao hơn.

$\text{NH}_3$  thải ra ảnh hưởng lớn tới chất lượng không khí quốc gia, khu vực và toàn cầu. Sự tích lũy  $\text{NH}_3$  trong không khí có thể gây ra sự phì nhiêu nước mặt, do vậy làm cho tảo độc hại tăng trưởng nhanh và sẽ làm giảm nhiều loài thủy sinh, trong đó có các đối tượng kinh tế. Các loài cây trồng nhạy cảm như cà chua, dưa chuột và các loại hoa quả khi được trồng gần khu vực có  $\text{NH}_3$  thải ra lớn sẽ bị hư hại do  $\text{NH}_3$  lắng đọng tăng [24]. Sự lắng đọng  $\text{NH}_3$  trong đất với khả năng đệm thấp có thể gây nên axit hóa đất hoặc rút hết các cation cơ bản. Điều đáng quan tâm đặc biệt là  $\text{NH}_3$  trong không khí chuồng nuôi do thường xuyên được tích tụ trong chuồng kém thông thoáng, tăng mức  $\text{NH}_3$  sẽ ảnh hưởng xấu đối với sức khỏe và năng suất vật nuôi. Đồng thời  $\text{NH}_3$  có thể tác động xấu lên sức khỏe con người, dù chỉ ở mức thấp cũng có thể gây sung phổi, sung mắt, ảnh hưởng tới hô hấp và tim mạch.

#### \* Ô nhiễm môi trường đất

Nếu trong đất chứa một lượng lớn nito, photpho sẽ gây hiện tượng phú dưỡng hóa hay lượng nito thừa sẽ được chuyển hóa thành nitrat làm cho nồng độ nitorat trong đất tăng cao, sẽ gây độc cho hệ vi sinh vật đất cũng như cây trồng, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật ưa nito, photpho phát triển, hạn chế chủng vi sinh vật khác, gây mất cân bằng hệ sinh thái đất.

Bên cạnh đó trong phân tươi gia súc chứa nhiều vi sinh vật gây bệnh, chúng có thể tồn tại và phát triển trong đất sẽ phát tán đi khắp nơi gây nguy cơ nhiễm bệnh cho người và động vật nuôi. Photpho trong môi trường đất có khả năng kết hợp với các nguyên tố Cu, Al... tạo thành các chất phức tạp, khó phân hủy, làm cho đất cằn cỗi, ảnh hưởng tới sự phát triển của thực vật. Chất thải chăn nuôi thải trực tiếp ra đất các chất hữu cơ, kim loại.. theo mưa, nước chảy tràn thấm qua đất vào nước ngầm gây ô nhiễm nước ngầm.

**\* Ô nhiễm nguồn nước**

Nước thải chăn nuôi khi chưa được xử lý hay đã qua xử lý nhưng vẫn chưa đạt yêu cầu thường được thải ra các ao, hồ, sông, suối sẽ là một nguồn gây ô nhiễm hết sức nghiêm trọng. Bên cạnh đó quá trình vệ sinh rửa chuồng trại cũng thải ra môi trường một lượng lớn nước thải gây ô nhiễm nguồn nước và suy giảm nguồn tài nguyên nước.

**Bảng 1.1. Bảng kết quả phân tích một số chỉ tiêu của nước thải sau Biogas**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	QCVN 40:2011
1	pH	-	6,7	5,5-9
2	BOD <sub>5</sub>	Mg/l	554	50
3	COD	Mg/l	869	150
4	TSS	ppm	242,5	100
5	NO <sub>3</sub> - N	Mg/l	1,74	0,5
6	NH <sub>4</sub> - N	Mg/l	195,4	10

(Nguồn: *Sở Tài nguyên và môi trường tỉnh Bắc Ninh, 2012*) [9].

Kết quả của bảng 1.1 cho thấy ngoài chỉ tiêu pH nằm trong tiêu chuẩn cho phép ra thì các chỉ tiêu còn lại đều vượt quá tiêu chuẩn rất nhiều lần.

**1.2. Một số giải pháp xử lý chất thải chăn nuôi**

Việc xử lý nước thải chăn nuôi heo nhằm giảm nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải đến một nồng độ cho phép có thể xả vào nguồn tiếp nhận. Việc lựa chọn phương pháp làm sạch và lựa chọn quy trình xử lý nước phụ thuộc vào các yếu tố như:

- Các yêu cầu về công nghệ và vệ sinh nước.
- Lưu lượng nước thải.
- Các điều kiện của trại chăn nuôi.



- Hiệu quả xử lý.

Các phương pháp có thể áp dụng:

- Phương pháp cơ học
- Phương pháp hóa lý
- Phương pháp sinh học
- Phương pháp xử lý cơ học

Mục đích là tách chất rắn, cặn, phân ra khỏi hỗn hợp nước thải bằng cách thu gom, phân riêng. Có thể dùng song chắn rác, bể lắng sơ bộ để loại bỏ cặn thô, dễ lắng tạo điều kiện thuận lợi và giảm khối tích các công trình xử lý tiếp theo. Ngoài ra có thể dùng phương pháp ly tâm hoặc lọc, hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải chăn nuôi khá lớn khoảng vài ngàn mg/l và dễ lắng nên có thể lắng sơ bộ trước rồi sau đó đưa sang các công trình phía sau.

Sau khi tách nước thải được đưa ra các công trình phía sau còn phần chất rắn được đem đi ủ làm phân bón.

*\* Phương pháp hóa lý:*

Nước thải chăn nuôi còn chứa nhiều chất hữu cơ, chất vô cơ dạng hạt có kích thước nhỏ, khó lắng, khó có thể tách ra bằng phương pháp cơ học thông thường vì tốn nhiều thời gian và hiệu quả không cao. Ta có thể áp dụng phương pháp keo tụ để loại bỏ chúng. Các chất keo tụ thường sử dụng là phèn nhôm, phèn sắt, phèn bùn kết hợp với polyme trợ keo tụ để tăng quá trình keo tụ.

Theo nghiên cứu của Trương Thanh Cảnh (2001) tại trại chăn nuôi heo 2/9 phương pháp keo tụ có thể tách được 80 - 90 % hàm lượng chất lơ lửng có trong nước thải chăn nuôi heo.

Phương pháp này loại bỏ được hầu hết các chất bẩn có trong nước thải chăn nuôi tuy nhiên chi phí xử lý cao. Áp dụng phương pháp này để xử lý nước thải chăn nuôi là không hiệu quả về mặt kinh tế.

Ngoài ra tuyển nổi cũng là một phương pháp để tách các hạt có khả năng lắng kém nhưng có thể kết dính vào các bọt khí nổi lên, tuy nhiên chi phí đầu tư, vận hành cho phương pháp này cao cũng không hiệu quả về mặt kinh tế.

*\* Phương pháp xử lý sinh học:*

Phương pháp này dựa trên sự hoạt động của các vi sinh vật có khả năng phân hủy các chất hữu cơ. Các vi sinh vật sử dụng các chất hữu cơ và các chất khoáng làm nguồn dinh dưỡng và tạo năng lượng. Tùy theo từng nhóm vi khuẩn mà sử dụng là hiếu khí hay kỵ khí mà người ta thiết kế các công trình khác nhau và phụ thuộc vào khả năng tài chính, diện tích đất mà người ta có thể sử dụng hồ sinh học hay các bể nhân tạo để xử lý.

Các hệ thống xử lý nhân tạo bằng phương pháp sinh học:

- Xử lý theo phương pháp hiếu khí:

- + Bể aeroten thông thường
- + Bể aeroten xáo trộn hoàn toàn
- + Bể aeroten mở rộng
- + Mương oxy hóa
- + Bể hoạt động gián đoạn (SBR)
- + Tháp lọc sinh học

+ Tháp lọc sinh học nhỏ giọt

+ Bể lọc sinh học tiếp xúc quay (RBC)

- Xử lý theo phương pháp kỵ khí:

+ Bể xử lý bằng lớp bùn kỵ khí với dòng nước từ dưới lên (UASB)

+ Bể phản ứng yếm khí tiếp xúc

+ Bể lọc kỵ khí

+ Bể phản ứng có dòng nước đi qua lớp cặn lơ lửng và lọc tiếp qua lớp vật liệu lọc cố định.

*\* Các hệ thống xử lý tự nhiên bằng phương pháp sinh học:*

- Hồ sinh học:

+ Hồ hiếu khí

+ Hồ làm thoáng tự nhiên

+ Hồ hiếu khí làm thoáng nhân tạo: Hồ tùy nghi; Hồ kỵ khí; Hồ xử lý bổ sung

+ Cánh đồng tưới

+ Vùng đất ngập nước (bãi lọc ngầm trồng cây - Constructed wetland)